**М.Е. Тульчинский**

**качественные задачи по физике в средней школе**

Пособие для учителей. М., "Просвещение", 1972.

**К МЕТОДИКЕ РЕШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ**

**Терминология качественных задач**

Качественные задачи по физике появились в русской методической литературе свыше 180 лет назад. Однако среди методистов-физиков нет единодушного мнения об их наименовании и определении. Предлагались самые различные названия: «практические вопросы», «вопросы на соображение», «логические задачи», «устные задачи», «качественные вопросы», «проверочные вопросы» и др. Такое разнообразие наименований свидетельствует о разносторонности методических достоинств данного типа задач, поскольку каждое из названий отражает какую-нибудь одну их сторону.

Все приведенные названия приблизительны. Термин «качественные задачи» также не вполне точен, потому что некоторые качественные характеристики явления находят свое объяснение в соответствующих количественных соотношениях. Но этот термин подчеркивает главную особенность всех задач такого типа – внимание учащегося в них акцентируется на качественной стороне рассматриваемого физического явления. Решаются такие задачи путем логических умозаключений, базирующихся на законах физики, графически или экспериментально. Математические вычисления при этом не применяются.

**Значение качественных задач**

Качественные задачи по физике способствуют углублению и закреплению знаний учащихся. Они служат также средством проверки знаний и практических навыков школьников. Умелое применение учителем качественных задач повышает интерес учащихся к физике и поддерживает активное восприятие ими материала в течение урока.

Решение качественных задач учит анализировать явления, развивает логическое мышление, смекалку, творческую фантазию, умение применять теоретические знания для объяснения явлений природы, быта, техники, расширяет технический кругозор учащихся, подготавливает их к практической деятельности.

Качественные задачи дают возможность учителю ввести упражнения в те разделы курса физики средней школы, которые рассматриваются только с качественной стороны (например, гидродинамика, электромагнетизм, волновая оптика и др.).

**Аналитико-синтетический метод решения задач**

Обычно при изложении нового физического закона учитель пользуется индуктивным методом: устанавливает общую закономерность рассматриваемых явлений на основе многих частных случаев (в процессе демонстрации опытов в классе, проведения лабораторной работы, разбора наглядных примеров из жизни и т. п.).

Большинство физических задач решается дедуктивным путем: применяют общие физические законы к конкретному случаю. Чтобы связать данное явление с одним или несколькими физическими законами, надо расчленить сложное явление на ряд простых, т. е. применить анализ. Для соединения в общий вывод следствий, полученных из отдельных законов, используется синтез., •

При решении задач по физике анализ и синтез неразрывно связаны между собой, т. е. применяется единый аналитико-синтетический метод.

**Приемы решения качественных задач**

При решении качественных задач применяются следующие три приема: эвристический, графический и экспериментальный. Они могут сочетаться, дополняя друг друга.

Эвристический прием состоит в постановке и разрешении ряда взаимно связанных качественных вопросов, ответы на которые содержатся либо в условии задачи, либо в известных ученику физических законах.

Этот прием имеет ряд методических достоинств: он учит анализировать физические явления, описанные в задаче, синтезировать данные ее условия с содержанием известных физических законов, обобщать факты, делать выводы.

Графический прием решения применим к тем качественным задачам, условия которых формулируются с помощью различных видов иллюстраций. Использование его позволяет получить ответ на вопрос задачи в процессе исследования соответствующего чертежа, графика, схемы, рисунка, фотографии и т. п.

Достоинство этого приема – наглядность и лаконичность решения. Он развивает функциональное мышление школьников, приучает их к точности, аккуратности. Особенно велика его ценность в тех случаях, когда дана последовательность рисунков, фиксирующих определенные стадии развития явления или протекания процесса. В некоторых разделах курса физики средней школы (электромагнетизм, волновая оптика) графический прием оказывается преобладающим при решении качественных задач.

Экспериментальный прием заключается в получении ответа на вопрос задачи на основании опыта, поставленного и проведенного в соответствии с ее условием. В таких задачах обычно предлагается ответить на вопросы: «Что произойдет?», «Как сделать?»

В процессе экспериментального решения качественных задач школьники становятся как бы исследователями, развивается их любознательность, активность, формируются практические умения, навыки работы с физическими приборами. При правильно поставленном опыте ответ, полученный экспериментальным путем, не вызывает сомнений. В то же время эксперимент не объясняет, почему именно так, а не иначе протекает явление. На помощь приходит словесное доказательство.

В основе любого из приемов решения задачи лежит аналитико-синтетический метод. Можно указать на следующую таблицу-схему использования этого метода для решения большинства качественных задач:

1. Ознакомление с условием задачи.

Внимательное чтение ее текста, выяснение неизвестных терминов, названий деталей конструкции и т. п.

Повторение текста (при устном решении), полная или сокращенная запись условия (при письменном решении).

Выделение главного вопроса задачи (что неизвестно? Что требуется определить? Какова конечная цель решения?).

2. Анализ содержания задачи.

Исследование исходных данных (что дано? Что известно?).

Выяснение физического смысла задачи (о каких явлениях, фактах, свойствах тел, состояниях системы и т. п. говорится в ней? Какая связь между ними?).

Подробное рассмотрение графика, чертежа, схемы, рисунка и т. п., приведенных в задаче или построенных в процессе ее решения.

Внесение дополнительных (уточняющих) условий для получения однозначного ответа.

3. Составление плана решения.

Построение аналитической цепи умозаключений, начинающейся с вопроса задачи и оканчивающейся либо данными ее условия, либо результатом проведенного эксперимента, либо табличными сведениями, либо формулировками законов и определений физических величин.

4. Осуществление плана решения.

Построение синтетической цепи умозаключений, начинающейся с формулировок соответствующих физических законов, определении физических величин, описания свойств, качеств, состояний тела и оканчивающейся ответом на вопрос задачи.

5. Проверка ответа.

Постановка необходимого физического эксперимента, решение этой же задачи другим способом, сопоставление полученного ответа с общими принципами физики (законами сохранения энергии, массы, заряда; законами Ньютона, Ленца и др.).

**МЕХАНИКА**

**КИНЕМАТИКА**

1. общие сведения о движении

Система отсчёта

1. Стратонавты рассказывают, что если не обращать внимания на показания приборов, то невозможно определить, поднимается или опускается и движется ли вообще стратостат. Чем это объясняется?

*Ответ:* Отсутствием системы отсчёта.

**2. Какие части катящегося вагона движутся и какие находятся в покое относительно дороги, стен вагона?**

*Ответ:* Покоятся относительно дороги только точки колёс, соприкасающиеся в данное мгновение с дорогой. Движутся относительно кузова все точки колёс (за исключением точек оси колеса).

**3. Мимо стоящего автомобиля проезжает колонна движущихся с одинаковой скоростью тракторов. Движется ли каждый из тракторов относительно автомобиля? Движется ли трактор относительно другого трактора? Движется ли автомобиль относительно трактора?**

**4. Какова траектория движения точек винта самолёта по отношению к лётчику? по отношению к земле?**

*Ответ:* Окружность. Винтовая линия.

**5. Какова траектория движения кончика иглы мембраны: а) относительно пластинки при её проигрывании; б) корпуса проигрывателя; в) относительно мембраны?**

*Ответ:* а) пластинки игла движется по спирали; б) ящика - по дуге; в) относительно мембраны игла находится в состоянии покоя.

6. Из центра горизонтально расположенного вращающегося диска по его поверхности пущен шарик. Каковы траектории шарика относительно Земли и диска?

*Ответ:* Относительно Земли - спираль, относительно диска - прямая.

7. Почему говорят, что Солнце восходит и заходит? Что в данном случае является телом отсчёта?

*Ответ:* Система отсчёта, связанная с плоскостью горизонта.

Прямолинейное равномерное движение

8. Чему равны перемещение какой-либо точки, находящейся на краю диска радиусом R при его повороте относительно подставки на 60о? 180о? (Решить задачу в системах отсчёта, связанных с подставкой и диском.)

*Ответ:* В системе отсчёта, связанной с подставкой, перемещения равны R и 2R, а в системе отсчёта, связанной с диском, перемещение всё время равно нулю.

9. Какие из приведённых зависимостей описывают равномерное движение?

1) s = 2t + 3; 2) s = 5t2; 3) s = 3t; 4) v = 4 - t; 5) v = 7.





I

II

X

t

0

*Ответ:* Первая, третья, пятая.

10. На рисунке 1 изображены графики изменения координат двух тел, движущихся равномерно и прямолинейно (I и II). Изобразите соответственно им графики пути. Считать  > .

*Ответ:* См рисунок 285.

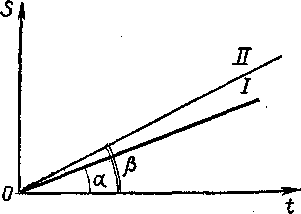


Рис.1

Рис.285

11. Два мотоцикла движутся прямолинейно и равномерно. Скорость движения первого мотоцикла больше скорости движения второго. Чем отличаются графики их: а) путей? б) скоростей?

*Ответ:* а) Графики отличаются друг от друга наклоном прямых к оси времени.

б) Графики отстоят от оси времени на разных расстояниях.

12. На рисунке 2 представлены графики пути трёх тел. а) Как движется каждое тело (равномерно, неравномерно)? б) Что означает точка пересечения графика с осью абсцисс, с осью ординат? в) Как истолковать точки пересечения графиков? г) Какое из тел имеет наибольшую скорость?

I

II

S

t

0

III

*Ответ:* а) Равномерно. б) Точка пересечения графика с осью абсцисс определяет момент времени, когда путь равен нулю. Точка пересечения графика с осью ординат определяет расстояние материальной точки от точки отсчёта в начальный момент. в) Точка пересечения графиков определяет момент времени, для которого пути материальных точек одинаковы. г) Третье, так как угол наклона графика к оси абсцисс наибольший.

Рис.2

13. На рисунке 3 даны графики, характеризующие движение пешехода. Опишите это движение, пользуясь обоими графиками.

Рис.3

C

A

X

t

0

B

*a*

A

S

t

0

B

C

*б*

*Ответ:* Рисунок *а* представляет собой график изменения координаты, а рисунок *б* – график пути. На первом графике показано, что пешеход вернулся в то место, откуда он начал движение; на втором по ординате точки С можно определить весь пройденный им путь. Отрезки ОА и ВС соответствуют движению; АВ – остановке. В обоих направлениях скорость движения одинакова. Это видно по наклону прямых ОА и ВС к оси времени.

Сложение движений

14. Пассажир скорого поезда смотрит в окно на вагоны встречного поезда. В момент, когда последний вагон встречного поезда прошёл мимо его окна, пассажир ощутил, что его движение резко замедлилось. Почему?

*Ответ:* Относительная скорость взаимного движения поездов равна сумме скоростей движений обоих поездов относительно земли. Ясно, что эта скорость больше скорости движения одного поезда относительно неподвижных предметов.

15. Четырехугольная платформа движется по рельсам. Человек идет по диагонали платформы. За время передвижения человека из угла в угол платформа смещается по рельсам на расстояние, равное трем ее корпусам. Изобразите вектор перемещения человека относительно Земли.

16. Может ли при сложении двух скоростей по правилу параллелограмма скорость сложного движения быть численно равной одной из составляющих скоростей? Меньше меньшей составляющей скорости?

*Ответ:* Возможно и то и другое.

17. Почему дождевые капли в безветренную погоду оставляют наклонные прямые полосы на стёклах равномерно движущегося железнодорожного вагона?

*Ответ:* В системе отсчёта "Земля" траектория капли – вертикальная линия. В системе отсчёта "вагон" движение капли по стеклу есть результат сложения двух прямолинейных и равномерных движений: движения вагона и равномерного падения капли в воздухе. Поэтому след капли на стекле наклонный.

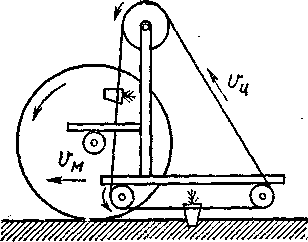
Относительность движения

18. Эскалатор метро движется вверх со скоростью 0,75 м/сек. а) С какой скоростью и в каком направлении надо идти по эскалатору, чтобы быть всё время на уровне одного из фонарей освещения туннеля? б) С какой скоростью относительно поднимающейся лестницы надо было бы передвигаться, чтобы опускаться вниз со скорость пассажиров, неподвижно стоящих на другой опускающейся лестнице?

*Ответ:* а) Вниз со скоростью 0,75 м/с; б) 1,5 м/с.

19. При каком условии лётчик реактивного истребителя может рассмотреть пролетающий недалеко от него артиллерийский снаряд?

*Ответ:* При скорости современных самолётов около 1300 км/ч, т.е. свыше 350 м/с, лётчик сможет рассмотреть летящий в ту же сторону, что и самолёт, снаряд гаубицы, имеющей в верхней части своей траектории скорость около 400 м/с.



20. На рисунке 4 представлена схема работы посадочного аппарата рассадопосадочной машины. Каким должно быть соотношение скорости *v*м машины и скорости *v*ц цепи?

21. В кинофильме «Снова к звёздам» показана тренировка космонавта в беге на движущейся ленте пола. Каким образом можно определить скорость бега, если Г.С. Титов на пробегал ни одного метра относительно стен зала?

Рис.4

*Ответ:* По скорости движения ленты относительно стен зала.

22. а) Два катера идут по реке в одну сторону с различными скоростями. В тот момент, когда они поравнялись, с каждого был брошен в воду спасательный круг. Спустя четверть часа катеры повернули обратно и с прежними скоростями направились к брошенным в воду кругам. Который из них дойдёт до круга раньше: движущийся с большей или меньшей скоростью?

б) Ту же задачу решите при условии, когда катеры идут первоначально навстречу один другому.

*Ответ:* Ответ одинаков для обоих случаев: катеры возвратятся к кругам одновременно. Река несёт на себе их и круги с одной и той же скоростью, течение не изменяет их взаимного расположения. В системе отсчёта "вода" скорость течения равна нулю. А в стоячей воде каждый катер подойдёт к кругу через столько же времени (после поворота), сколько времени он шёл от круга, т.е. через четверть часа.

23. По реке плывёт вёсельная лодка и рядом с ней плот. Что легче для гребца: перегнать плот на 10 м или на столько же отстать от него?

*Ответ:* Явление в движущейся воде происходит таким же образом, как и в неподвижной. От гребца потребуется одинаковое усилие в обоих случаях.

24. Пролетая над пунктом А, пилот вертолёта догнал воздушный шар, который сносило ветром по курсу вертолёта. Через полчаса пилот повернул назад и встретил воздушный шар на расстоянии 30 км от пункта А. Какова скорость ветра, если двигатель вертолёта работал, не меняя мощности?

*Ответ:* v = 30 км/ч

25. Можно ли применять паруса и руль для управления полётом воздушного шара?

*Ответ:* Нельзя, так как скорость движения воздушного шара равна скорости ветра.

26. Будет ли слушаться руля лёгкая лодка, свободно несущаяся по течению реки?

*Ответ:* Нет.

27. В движущемся железнодорожном вагоне есть точки неподвижные и перемещающиеся в сторону, обратную движению вагона. Какие это точки?

*Ответ:* В системе отсчёта "Земля" точка колеса, соприкасающаяся с рельсом, имеет мгновенную скорость, равную нулю. В сторону, обратную движению вагона, перемещаются точки реборды, находящиеся ниже точки соприкосновения колеса и рельса.

28. По гладкому горизонтальному столу со скоростью *v*1 движется лист закопчённого стекла. Какой формы след оставит на стекле шарик, брошенный по поверхности листа со скоростью v2 перпендикулярно направлению движения листа?

*Ответ:* В системе координат, связанной с листом стекла, в момент попадания шарика на стекло он имеет скорость . Следовательно, след шарика на стекле - прямая линия, составляющая с направлением движения листа угол , такой, что  (если пренебречь силой трения).

29. Самолет пролетает над железной дорогой, по которой идет поезд со скоростью . Скорость самолета направлена перпендикулярно к железной дороге. Определите графически скорость поезда *vо* относительно самолета.

А

В

Р

К



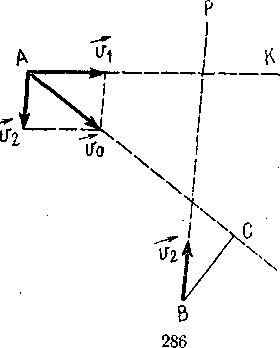


30. Две машины А и В идут пересекающимися курсами АК и ВР с заданными скоростями  и  (рис. 5). Определите наименьшее расстояние, на которое сближаются машины.

Рис.5

*Ответ:* Задача легко решается в системе координат, связанной с одной из машин. Пусть В неподвижна. Тогда машина А относительно В как бы участвует в двух движениях: со скоростью v1 относительно земли и со скоростью вместе с землёй. Построив параллелограмм (рис. 286) найдём скорость  машины А относительно неподвижной машины В. Длина перпендикуляра ВС и выражает наименьшее расстояние, на которое сближаются машины.

Рис.286



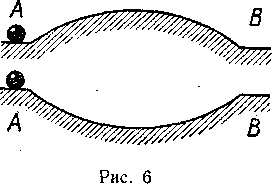
2. прямолинейное неравномерное движение

Средняя скорость

31. Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимались показания спидометра. Можно ли по этим данным определить среднюю скорость движения автомобиля?

*Ответ:* Нельзя, так как в общем случае величина средней скорости не равна среднему арифметическому значению величин мгновенных скоростей. А так как неизвестен характер движения, то vср = s/t, где s - пройденный путь, t - время, в течение которого был пройден путь s.

32. Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимались показания спидометра. Можно ли по этим данным определить среднюю скорость движения автомобиля?



33. Два шарика начали одновременно и с одинаковой скоростью двигаться по поверхностям, имеющим форму, изображённую на рисунке 6. Как будут отличаться скорости и время движения шариков к моменту их прибытия в точку В? Силу трения не учитывать.

*Ответ:* Скорости будут одинаковыми. Время движения второго шарика меньше. Примерные графики скорости движения шариков приведены на рисунке 287. Так как пути, пройденные шариками равны, то, как видно из графика (на графике пути численно равны площадям заштрихованных фигур), t2 < t1.

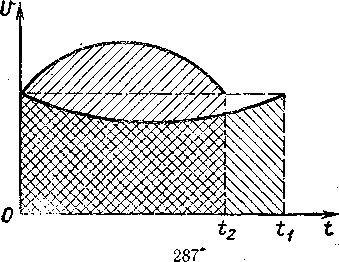
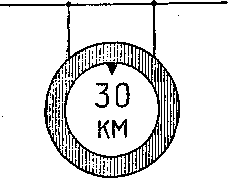


Рис.

Скорость в данный момент времени

34. Какую скорость переменного движения показывает спидометр автомобиля?

*Ответ:* Близкую к мгновенной.



35. На улицах городов вывешиваются особые знаки (рис. 7), запрещающие движения со скоростями, превышающими величину скорости, указанную на знаке

а) О какой скорости здесь идёт речь? б) правильно ли указано наименование единицы скорости?

*Ответ:* а) о мгновенной. б) нет.

Рис.7

36. В каком случае мгновенная и средняя скорости равны между собой? Почему?

37. О какой скорости идёт речь в следующих явлениях:

а) скорость движения молотка при ударе равна 8м/с;

б) поезд прошёл путь между городами со скоростью 50 км/ч;

в) баба копра ударяет по свае, двигаясь со скоростью 4м/с;

г) токарь обрабатывает деталь со скоростью резанья 3500м/мин.

*Ответ:* а), в) - о мгновенной; б), г) - о средней.

Ускорение

38. На рисунке 8 даны графики ускорения четырёх движущихся тел. Как движутся эти тела?



*Ответ:* а) равноускоренно; б) равнозамедленно; в) ускоренно (с равномерно возрастающим ускорением); г) ускоренно (с изменяющимся ускорением)

*а*

*а*

*а*

*а*

*0*

*0*

*0*

*0*

*t*

*t*

*t*

*t*

***а***

***б***

***в***

***г***

39. Поезд движется с ускорением *a* (*a* > 0). Известно, что к концу четвёртой секунды скорость поезда равна 6 м/с. Что можно сказать о величине пути, пройденном за четвёртую секунду? Будет ли этот путь больше, меньше или равен 6м?

*Ответ:* Путь за какую-нибудь секунду любого движения численно равен средней скорости за эту секунду. Так как поезд движется с ускорением *a* > 0, то скорость его всё время возрастает. Если к концу четвёртой секунды скорость равна 6 м/с, то в начале четвёртой секунды она была меньше 6 м/с. Следовательно, путь, пройденный поездом за четвёртую секунду меньше 6м.

40. Два поезда идут навстречу друг другу: один - ускоренно на север, другой - замедленно на юг. Как направлены ускорения поездов?

*Ответ:* Одинаково (на север).

Пройденный путь при прямолинейном равноускоренном движении

41. Как движутся поезда 1, 2, 3, графики движения которых даны на рисунке 9?

***3***

Рис. 9

*s*

*v*

*а*

*0*

*0*

*0*

*t*

*t*

*t*

***1***

***2***

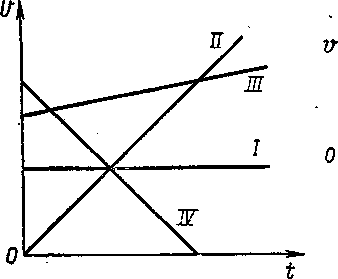
42. Какие из приведённых зависимостей описывают равнопеременное движение?

1) v = 3 + 2t; 2) s = 3 + 2t; 3) s = 3t2; 4) s = 3t – t2; 5) s = 2 – 3t + 4t2.

*Ответ:* Первое, третье, четвёртое, пятое.

43. Уравнение скорости движущегося тела v = 5 + 4t. Каково соответствующее уравнение пути?

*Ответ: s = so + 5t + 2t2.*



44. Расскажите о движении тел, графики скоростей которых изображены на рисунке 10.

Рис.10

45. Как двигался мотоцикл, график скорости движения которого изображён на рисунке 11? Начертите график пути, соответствующий графику скорости. Площадь трапеции OABC равна площади трапеции DEKM.

A

B

C

D

E

K

M

t

v

0

Рис.11

*Ответ:* Из состояния покоя мотоцикл двигался равноускоренно, затем равномерно, равнозамедленно до остановки, некоторое время стоял на месте, после этого двигался равноускоренно в противоположную сторону, затем равномерно, равнозамедленно до остановки. График пути дан на рисунке 288.

Рис.288

t

s

0

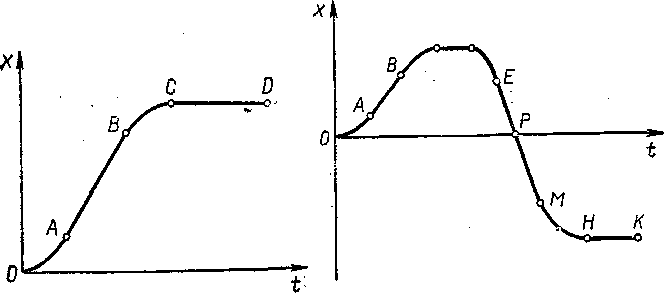
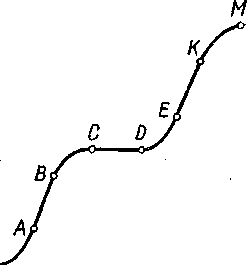


Рис.12

46. Опишите характер движения тепловоза, график изменения координаты которого изображён на рисунке 12. Начертите график скорости, соответствующий данному графику (OA и BC - участи парабол).

*Ответ:* График скорости изображён на рисунке 289.

A

B

C

D

t

X

0

Рис.289

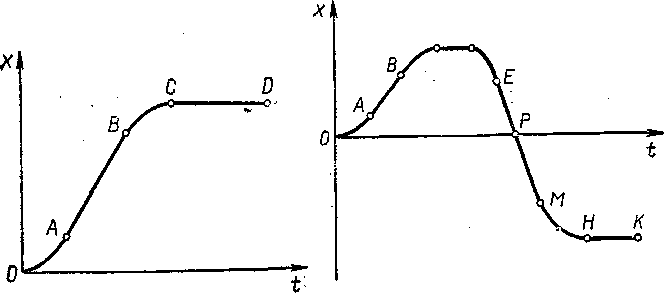


Рис. 13

47. Как двигался автомобиль, график изменения координаты которого представлен на рисунке 13? Начертите график скорости, соответствующий данному графику (OA, BC, DE, MH - участки парабол).

*Ответ:* График скорости дан на рисунке290.

H

A

B

C

D

E

K

M

t

X

0

P

Рис.290

48. На рисунке 14 изображён график изменения координаты тела, движущегося прямолинейно. Нарисуйте график изменения пути этого изменения.

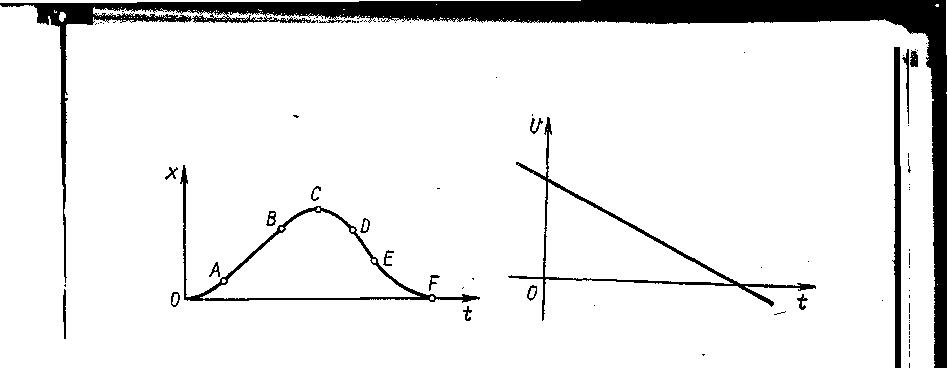


Рис.14

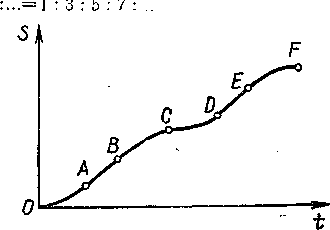


Рис.291

*Ответ:* См. рис 291.

49. По графику скорости движения тела (рис. 15) начертите графики изменения координаты и ускорения. Что означают отрицательные значения t?

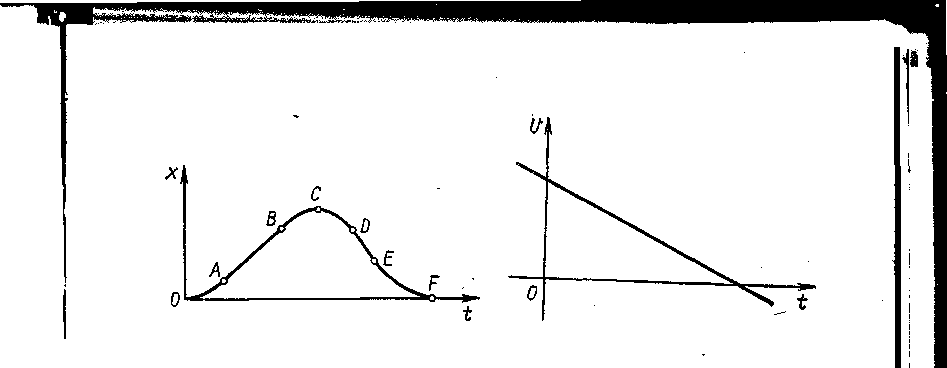


Рис.15

*Ответ:* См. рис 292. Любая из парабол на этом рисунке удовлетворяет графику скорости. Если известно, что x = 0, при t = 0, то решением является линия AB. Отрицательное t характеризует моменты времени, предшествующие тому, которое считается начальным.

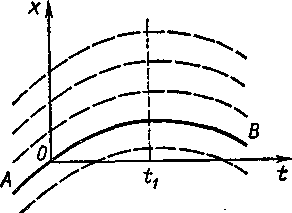


Рис.292

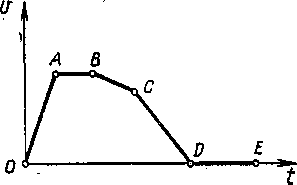


Рис.16

50. Исследуйте график скорости движения автомобиля (рис.16). Начертите график пути, соответствующий данному графику скорости.

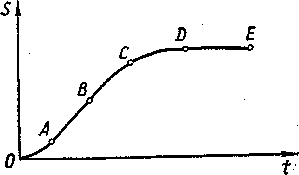
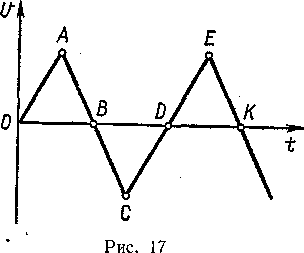


Рис.293

*Ответ:* График пути изображён на рисунке 293. Из состояния покоя автомобиль двигался равноускоренно (отрезок АО), затем равномерно (отрезок АВ), равнозамедленно (отрезки ВС и СD), находился в покой (отрезок DЕ).



51. На рисунке 17 дан график скорости тела, движущегося прямолинейно. Постройте график его перемещения и ускорения, если треугольники ОАВ, ВСD, DЕК равны.

*Ответ:* См рис 294. Участки ОА, АВ, ВС ,CD, DE, ЕК – части парабол.

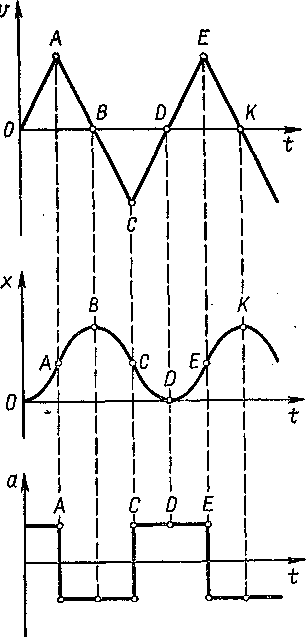


Рис.294

52. Изобразите график скорости следующего движения трактора: из состояния покоя трактор двигался равноускоренно, затем ускорение уменьшилось, а движение осталось равноускоренным, далее трактор двигался равномерно. Чтобы остановить машину, тракторист перевёл её на равнозамедленное движение. Как только трактор остановился, водитель тут же включил задний ход, и машина стала двигаться равноускоренно с тем же ускорением, с каким производилось перед тем замедление. По достижении определённой скорости тракторист одновременно выключил двигатель и включил тормоз, вследствие чего трактор стал двигаться равнозамедленно, пока не остановился. Затем некоторое время трактор стоял.

*Ответ:* График скорости имеет вид, изображённый на рисунке 295.



Рис.295

1

2

3

t

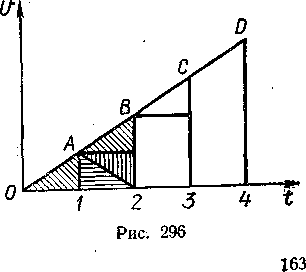
v

0

t

53. С помощью графика скорости равноускоренного движения с начальной скоростью, равной нулю (рис. 18), покажите, что пути, пройденные телом за последовательные равные промежутки времени, пропорциональны ряду нечётных чисел.

Рис.18



*Ответ:* См. рисунок 296. Площадь фигуры АВ21 содержит три площади фигуры ОА1, а площадь ВС32 равна пяти площадям ОА1 и т.д. А так как площади численно равны путям, то пути, проходимые за последовательные равные промежутки времени, относятся как s1 : s2 : s3 : s4 : … = 1 : 3 : 5 : 7 : …

54. В каком случае путь, пройденный за первую секунду в равноускоренном движении, численно не равен половине ускорения?

*Ответ:* В случае vo ≠ 0.

55. Автомобиль прошёл за первую секунду 1 м, за вторую секунду 2 м, за третью секунду 3 м, за четвёртую секунду 4 м и т.д. Можно ли считать такое движение равноускоренным?

*Ответ:* В равноускоренном движении пути, проходимые в последовательные равные промежутки времени, относятся как последовательный ряд нечётных чисел. Следовательно, описанное движение не равноускоренное.

56. а) Опишите движение тела согласно данному графику (рис. 19).

*0*

*а*

*t*

*A*

*B*

*C*

*D*

*E*

*F*

*G*

*H*

*K*

Рис.19

б) Составьте (качественно) графики скорости и пути, соответствующие данному графику ускорения.

*Ответ:* а) Участок ОА изображает равномерное движение, АВ – ускоренное, ВС – равноускоренное, СD – ускоренное, DE – равномерное, EF – замедленное, FG – равнозамедленное, GH – замедленное, НК – ускоренное. В точке Н происходит изменение знака ускорения.

б) График скорости изображён на рисунке 297. График пути изображён на рисунке 298.

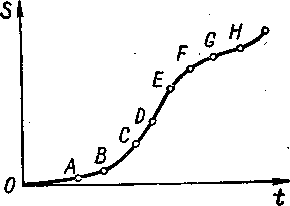
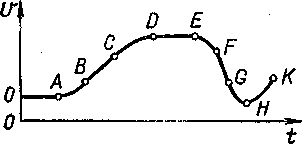


Рис. 297

Рис. 298



***K***

*а*

*t*

*0*

*а*

*t*

*0*

*A*

*B*

*C*

*а*

*t*

*0*

*A*

*B*

*C*

*D*

*а*

*t*

*0*

*A*

*B*

*C*

*D*

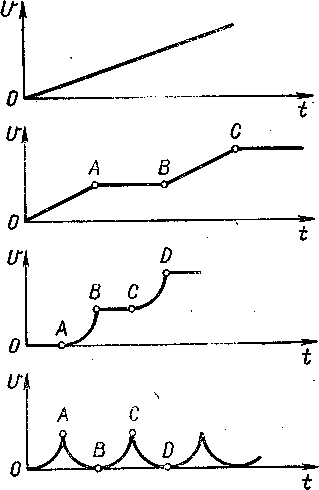
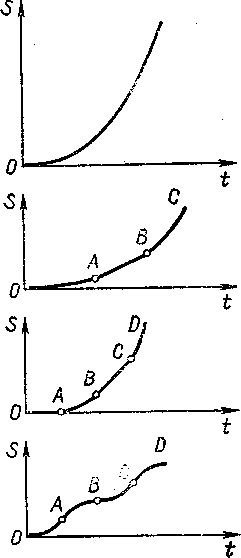
Рис. 20

57. Начертите графики зависимости скорости и пути некоторых тел от времени, зная графики ускорения этих тел (рис. 20). Начальная скорость тел во всех случаях равна нулю.

*Ответ:* См. рисунки 299 и 300.

Рис. 299

Рис. 300



Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх

58. Шарик свободно падает на горизонтальную плиту с высоты *Н.* Считая соударение абсолютно упругим, начертите графики зависимости скорости шарика и его высоты над плитой от времени. Временем удара пренебречь.

*Ответ:* См. рис 301 и 302.

**

*v*

*t*

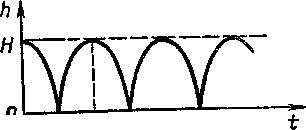
*0*

*A*

*B*

*C*

Рис. 301



***0***

***A***

***B***

***C***

Рис. 302

59. Три тела брошены так: первое – вниз без начальной скорости, второе – вниз с начальной скоростью, третье – вверх. Что можно сказать об ускорениях этих тел? Сопротивление воздуха не учитывать.

*Ответ:* Ускорения движений тел одинаковы, если пренебречь зависимостью его от расстояния до центра Земли.

60. Тяжелый предмет подвешен на веревке к воздушному шару, равномерно поднимающемуся с некоторой скоростью. Каково будет движение предмета, если веревку перерезать? Сопротивлением воздуха пренебречь.

*Ответ:* Предмет будет двигаться как тело, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью, равной скорости движения шара.

61. Тело, брошенное вертикально вверх, упало обратно. Начертите графики пути, координаты, скорости и ускорения в зависимости от времени. Сопротивление воздуха не учитывать. Направление вверх считать положительным.

1. КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Поступательное движение

62. Как движутся кабины в аттракционе «Колесо обозрения»: поступательно или вращательно?

*Ответ:* Поступательно. Каждая прямая, проведенная внутри кабинки, остается при движении параллельной самой себе.

63. Санки скатываются с горы; шарик скатывается по наклонному желобу. Какое из этих тел движется поступательно?

*Ответ:* Санки.

Линейная скорость

64. Чтобы брызги от велосипедных колес не попадали на велосипедиста, над колесами велосипеда устанавливаются щитки. Изобразите схематически на рисунке наименьшие размеры щитков, при которых брызги не могут попасть в велосипедиста.

*Ответ:* Размеры щитков ограничиваются касательными к колесам, проведенными от головы и носков велосипедиста. Траектории брызг принимаем за прямые, касательные к окружности колеса.

65. Окна в физических аудиториях МГУ им. М. В. Ломоносова имеют различную высоту, так как сиденья расположены амфитеатром. Несмотря на это, открывание и закрывание окон с помощью опускающихся штор производится электродвигателем одновременно. Предложите наиболее простую конструкцию сооружения, позволяющего осуществить указанное действие.

66. Когда скорость патефонной иголки относительно пластинки больше: в начале проигрывания пластинки или в конце?

*Ответ:* В начале.

Ускорение при криволинейном движении

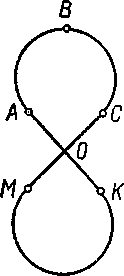


Рис.21

67. Велосипедист делает «восьмерку» (рис. 21). Как изменяется ускорение во время этого движения? (Движение предполагается равномерным.)

*Ответ:* На прямолинейных участках *КА* и СМ при равномерном движении ускорения нет. Оно появляется на закруглениях *ABC* и исчезает при переходе на прямолинейный участок.

68. Определите траекторию движения материальной точки, имеющей начальную скорость, если на нее действует постоянная по величине сила. Рассмотрите два случая: а) когда сила постоянна по направлению; б) когда ее направление меняется, но остается все время перпендикулярным к скорости. В начальный момент в обоих случаях векторы силы и скорости перпендикулярны.

*Ответ:* а) Парабола; б) окружность.

Вращение твердого тела

69. Все ли точки окружности катящегося колеса имеют одинаковые скорости относительно земли?

*Ответ:* Нет, не все: точка колеса, соприкасающаяся с землей, имеет скорость, равную нулю; наибольшую скорость имеет самая верхняя точка колеса.



Рис. 22

70. Гусеничный трактор идет со скоростью 3 *м/сек.* С какой скоростью относительно дороги движутся верхняя и нижняя части гусеницы трактора?

*Ответ:* 6 *м/cек* и 0.

71. Почему верхние спицы катящегося колеса иногда сливаются для глаз, в то время как нижние видны раздельно?

*Ответ:* Скорость относительно земли верхней части колес больше, чем нижней.

72. Как движется тело (рис. 22), если две его точки *А* и *В* имеют неодинаковые скорости?

*Ответ:* Тело вращается вокруг точки, лежащей на пересечении прямой *АВ* и прямой, проходящей через концы векторов *v*1и *v*2 (рис. 303).

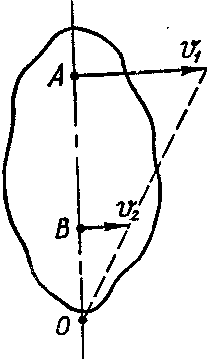


Рис.303

73. Зачем смазывают внешний рельс трамвайного пути на крутых закруглениях?

*Ответ:* На поворотах при крутых закруглениях внешнее колесо должно немного проскальзывать.

Угловая скорость

74. Во раз угловая скорость часовой стрелки больше угловой скорости суточного вращения Земли?

*Ответ:* В два раза.

75. Почему обтачивание на токарных станках изделий большого диаметра производится с меньшей угловой скоростью, чем изделий малого диаметра?

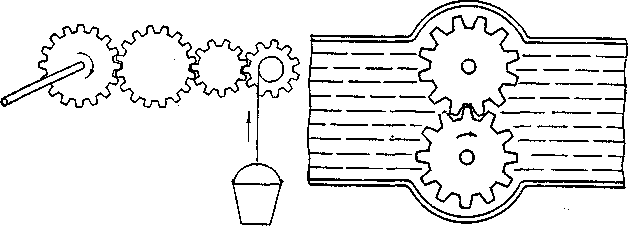


Рис.23

76. Могут ли быть совмещены движения частей установки, изображенной на рисунке 23, согласно направлений, указанных стрелками?

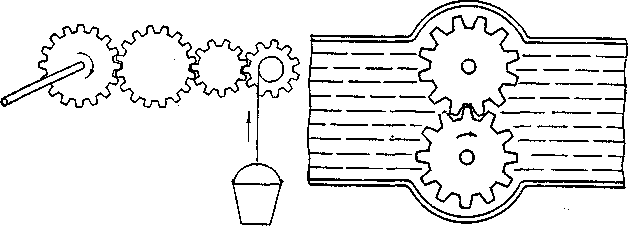


Рис.24

77. Шестеренчатый насос, применяемый для нагнетания жидкости, состоит из двух шестерен, плотно зацепляемых друг с другом. Вершины зубцов и боковые поверхности шестерен плотно прикасаются к стенкам корпуса насоса (рис. 24). В каком направлении перекачивается жидкость, если ведущая шестерня вращается по часовой стрелке?

*Ответ:* 77. Справа налево.

**ДИНАМИКА**

4. ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ

Первый закон Ньютона

78. Почему стоящему в движущейся лодке человеку трудно сохранить прежнее положение, если лодка внезапно останавливается?

*Ответ:* Человек вследствие инерции продолжает двигаться в ту сторону, куда

плыла лодка.

79. Как объяснить опускание столбика ртути при встряхивании медицинского термометра?

80. К потолку каюты равномерно идущего теплохода подвешен шар. Какое произойдет изменение в положении шара, если теплоход пойдет: а) ускоренно (замедленно); б) повернет в сторону; в) внезапно остановится?

81. На движущийся по прямолинейному горизонтальному пути поезд действует постоянная сила тяги тепловоза, равная силе трения. Какое движение совершает поезд? Как проявляется в данном случае закон инерции?

*Ответ:* На поезд действуют две уравновешивающиеся силы. Поэтому согласно закону инерции поезд будет сохранять свою скорость неизменной, будет двигаться равномерно и прямолинейно.

82. На брусок, лежащий на столе, поставили гирю. Брусок сохраняет состояние покоя, хотя на него действует вес гири. Не противоречит ли это первому закону Ньютона?

Инертность тел

**83. Какое физическое явление наблюдается при вымолачивании зерна барабаном комбайна?**

*Ответ:* Инерция.

84. В быстроходных ветродвигателях, применяемых в сельском хозяйстве, для создания равномерности оборотов ветроколеса в трансмиссию включается массивный маховик. Объясните, как влияет маховик на равномерность хода колеса.

*Ответ:* Порыв ветра вследствие инертности маховика не может быстро увеличить частоту его вращения; при резком снижении скорости ветра по той же причине не происходит резкого падения частоты вращения вала. Таким образом, маховик регулирует частоту вращения вала ветроколеса.

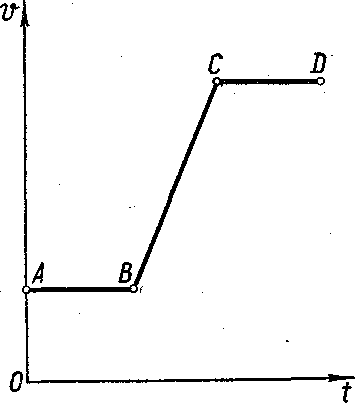
Сила

85. Поршень перемещается в цилиндре тепловой машины. Укажите тело, приводящее поршень в движение.

86. Почему при увеличении количества зерна, поступающего на очистку сортировального устройства, необходимо увеличивать воздушный поток от вентилятора?

*Ответ:* Поскольку масса вороха возросла, то должна быть увеличена и сила воздушного потока во столько же раз, чтобы качество очистки не изменилось.

Рис. 25



87. На рисунке 25 дан график скорости движущегося тела. Что можно сказать о действующих на это тело силах?

*Ответ:* Сперва действующие на тело силы были уравновешены. Затем тело приобретает постоянное ускорение, значит, на него действует некоторая постоянная сила. По достижении определенной скорости силы снова уравновешиваются, и движение тела вновь становится равномерным.

88. Каков характер изменения равнодействующей сил, приложенных к автомобилю, график движения которого дан на рисунке 16? То же – на рисунке 13?

*Ответ:* На участке *ОА* сила постоянна, на *АВ –* равна нулю, на *ВС –* постоянна, но направлена противоположно скорости; на *CD* также отрицательна, но численно больше, чем на ВС; на *DE –* равна нулю.

89. Как ослабляют силу удара тяжелого мяча, ловя его руками?

*Ответ:* Сила удара мяча зависит от времени, в течение которого скорость его падает до нуля. Это время определяется длиной пути, на котором происходит уменьшение скорости. Если, коснувшись мяча, двигать руку по направлению его полета равнозамедленно, то можно ослабить силу удара.

90. С высокого обрыва безопаснее прыгать в рыхлую песчаную насыпь, чем на твердую почву. Почему?

*Ответ:* При падении на твердую почву и на рыхлую песчаную насыпь замедление тела человека различно, так как уменьшение скорости до нуля происходит на различном пути. При падении на твердую почву замедляющая сила велика и может вызвать увечье падающего.

91. У автомобиля, снабженного рессорами и амортизаторами, кузов движется почти не колеблясь, несмотря на то, что колеса машины повторяют все неровности дороги. Почему?

92. Два шара, соединенные невесомой нерастяжимой нитью, лежат на гладкой горизонтальной поверхности. У правого шара масса больше (*М* > *т*). С одной и той же силой тянут вначале правый шар вправо, а затем левый – влево. В обоих случаях сила *F* сообщает системе (два шара и нить) одно и то же ускорение *а.* Одинаково ли натяжение нити в этих случаях?

*Ответ:* В обоих случаях система движется с одним и тем же ускорением *а.* Но в первом случае нить сообщает это ускорение шару меньшей массы, а во втором – шару большей массы. Поэтому натяжение нити в первом случае меньше.

Второй закон Ньютона

93. Как будет двигаться ракета, если на нее действует: а) постоянная сила; б) постоянно убывающая сила?

*Ответ:* а) Равноускоренно; б) ускоренно.

94. В рассказах Э.Распе «Приключения барона Мюнхаузена» есть такое место: «Я стал рядом с огромнейшей пушкой... и когда из пушки вылетело ядро, я вскочил на него верхом и лихо понесся вперед... Мимо меня пролетало встречное ядро... Я пересел на него и, как ни в чем не бывало, помчался обратно». Почему такое путешествие на ядре невозможно?

*Ответ:* При пересадке с ядра на ядро рассказчик испытал бы большое изменение скорости за очень малый промежуток времени, т. е. огромное ускорение. Организм человека не был бы в состоянии перенести перегрузки, вызываемые такими изменениями скорости, о которых упоминается в рассказе.

95. Два вагона разных масс движутся с одинаковой скоростью. Как изменится скорость вагона, если приложить к ним одну и ту же силу, препятствующую движению? Какой из вагонов раньше остановится?

*Ответ:* Большее ускорение получит тот вагон, масса которого меньше. Следовательно, он раньше остановится.

96. Забить гвоздь в фанерную стенку трудно – при ударе фанера прогибается. Однако гвоздь удается забить, если с противоположной стороны стенки поместить массивное тело, например топор. Как это объяснить?

*Ответ:* Фанерная стенка, обладая небольшой массой, под действием даже незначительной силы получает заметное ускорение – почти такое, как и гвоздь. Поэтому гвоздь не может двигаться относительно стенки и войти в фанеру. Если увеличить массу стенки, приложив к ней топор, то ускорение, получаемое стенкой, будет меньше ускорения, которое получает гвоздь, и он начнет двигаться относительно стенки, входя в нее.

97. Почему тяжелогруженый 50-тонный вагон, прицепленный к пассажирскому поезду, делает ход поезда более плавным?

*Ответ:* Увеличение массы поезда уменьшает ускорения, сообщаемые поезду толчками тепловоза, и делает ход поезда более спокойным.

98. Почему нагруженный автомобиль на булыжной мостовой движется более плавно, чем такой же автомобиль без груза?

*Ответ:* Увеличение массы автомобиля уменьшает ускорения, сообщаемые ему толчками камней булыжной мостовой.

99. Закрытый фонарь со свечой движется прямолинейно с ускорением. Можно заметить, что при этом пламя наклоняется в направлении ускорения движения. Как объяснить явление?

*Ответ:* Плотность газов в пламени меньше, чем плотность окружающего его воздуха. Поэтому под действием одной и той же силы пламя получает большее ускорение, чем холодный воздух, и наклоняется вперед.

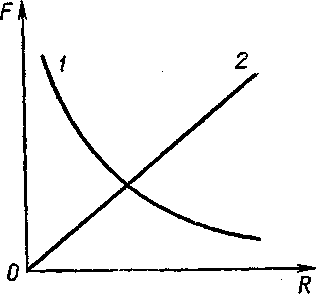
**100. Сосуд, частично заполненный ртутью, движется с горизонтальным ускорением, вследствие чего поверхность ртути наклонена к горизонту под некоторым углом. Изменится ли этот угол, если поверх ртути налить воду?**

*Ответ:* Из условия равновесия малого объема жидкости в движущемся с ускорением сосуде следует, что линии равного давления наклонены под углом ** = arctg к горизонту. Угол ** не зависит от плотности жидкости. Поэтому толщина слоя воды над ртутью всюду одинакова, и наклон поверхности ртути не изменится.

101. Почему суда (танкеры), предназначенные для перевозки нефти, разделены перегородками на отдельные отсеки – танки?

*Ответ:* Одна из причин состоит в том, чтобы при изменениях скорости танкера нефть не скоплялась на носовой части или на корме.

Рис. 26



102. На рисунке 26 даны графики зависимости силы, удерживающей точку на окружности, от ее радиуса. В одном случае – это гипербола, в другом – прямая линия. Как объяснить это кажущееся противоречие?

*Ответ:* Первый график был построен согласно формуле *F = * , второй – на

основании *F = m2R.* Так как *v* = *R*, то обе формулы не противоречат друг другу. Обратно пропорциональная зависимость *F* от *R* показывает, что для точек, движущихся с одинаковой линейной скоростью *v,* на ту из них должна действовать большая сила, которая ближе к центру, вокруг которого точка обращается. Прямая пропорциональность между *F* и *R* свидетельствует о том, что для точек, обращающихся с одинаковой угловой скоростью **, сила, удерживающая точку на окружности, должна быть пропорциональной ее радиусу.

Рис.27

Третий закон Ньютона

103. На штативе укрепляются два демонстрационных динамометра. К верхнему подвешивается груз, на площадку нижнего ставится стакан с водой. Стрелки динамометров устанавливаются на нули, чтобы не учитывать веса груза и стакана с водой. После этого груз опускается в воду так, чтобы он не касался дна и стенок стакана (рис. 27). Каковы показания обоих динамометров?

*Ответ:* Стрелки динамометров отклонятся на одинаковые углы, но у верхнего – против часовой стрелки, а у нижнего – по часовой стрелке.



Рис.28

104. С помощью нити укрепите лезвие безопасной бритвы на спичечной коробке (рис. 28). Подвесьте коробку на нити, как указано на рисунке, и пережгите нить, удерживающую лезвие. Что произойдет с лезвием и коробкой?

*Ответ:* Лезвие и коробка получают равные импульсы, направленные в противоположные стороны.

105. На весах уравновешен неполный сосуд с водой. Нарушится ли равновесие весов, если в воду опустить палец так, чтобы он не касался дна и стенок сосуда?

*Ответ:* Так как вода действует на палец с некоторой силой, направленной вертикально вверх (архимедова сила), то, согласно третьему закону Ньютона, палец действует на воду с такой же силой вниз. Поэтому равновесие весов нарушится.

106. На одной из чашек весов установлен штатив с подвешенным на нитке грузом и сосуд с водой. Весы уравновешены гирями. Нарушится ли равновесие весов, если нитку опустить настолько, чтобы груз целиком погрузился в воду и вода при этом из сосуда не выливалась?

*Ответ:* Не нарушится.

Рис.29

*В*

*А*

*С*

*Р*

107. Если в установке, изображенной на рисунке 29, пережечь нить *АВ*,то тело *Р* погружается целиком в воду и остается висеть на нити *АСВ.* При этом равновесие весов нарушается. На какую чашку весов необходимо положить добавочный груз, чтобы восстановить равновесие?

*Ответ:* На правую чашку весов после пережигания нити будут действовать вес штатива и все тела, уменьшенный на вес вытесненной им воды. На левую чашку весов будут действовать вес стакана с водой и вес воды, вытесненной погруженным телом. Поэтому для восстановления равновесия нужно на чашку, на которой стоит штатив, положить груз, равный удвоенному весу объема воды, вытесняемой погруженным телом.

108. Почему автомобилю трудно тронуться с места на обледенелой улице?

*Ответ:* Малая сила трения колес о ледяную дорогу недостаточна, чтобы преодолеть действие всех сил сопротивления.

109. Через неподвижный блок перекинута веревка. На одном конце веревки, держась руками, висит человек, а на другом – груз. Вес груза равен весу человека. Что произойдет, если человек будет на руках подтягиваться вверх по веревке?

*Ответ:* Человек и груз будут подниматься вверх с одинаковой скоростью.

110. Через неподвижный блок, ось которого горизонтальна, перекинута веревка длины *l*. За концы веревки держатся две обезьяны, находящиеся на одинаковых расстояниях *l /* 2отблока. Обезьяны начинают одновременно подниматься вверх, причем одна из них поднимается относительно веревки со скоростью *v,* адругая со скоростью 2 *v.* Сравните время, через которое каждая из обезьян достигает блока? Массой блока и веревки пренебречь; массы обезьян одинаковы.

*Ответ:* Обе обезьяны достигнут блока одновременно через промежуток времени

*t = .* Действительно, натяжение веревки по обе стороны от блока одинаково. Значит, одинаковы ускорения и скорости обезьян относительно блока. Так как они приближаются друг к другу со скоростью 3 *v,* то весь путь *l* они пройдут за

время **.

111. Обезьяна, движущаяся с большей скоростью (см. условие предыдущей задачи), обладает вдвое большей массой, чем другая. Которая обезьяна достигнет блока раньше?

*Ответ:* Блока достигнет раньше более легкая обезьяна, потому что ее ускорение относительно блока будет направлено вверх, а ускорение тяжелой обезьяны – вниз.

112. К пристани причаливают две одинаковые лодки. Лодочники подтягиваются к берегу с помощью веревок. Противоположный конец первой веревки привязан к столбу на пристани, за противоположный конец второй веревки тянет матрос, стоящий на пристани. Все трое прилагают одинаковые усилия. Какая лодка причалит раньше?

*Ответ:* Обе лодки причалят одновременно. Столб «тянет» конец веревки с такой же силой, с какой ее тянет (удерживает) матрос, стоящий на пристани.

113. Две лодки находятся на спокойной воде. Люди, сидящие в лодках, тянут веревку, соединяющую лодки.

а) Сравните движение лодок.

б) Изменится ли движение лодок, если один конец веревки привязать к одной из лодок, а за другой тянуть человеку, находящемуся во второй лодке?

*Ответ:* а) Если массы лодок с пассажирами равны, то лодки будут приближаться с одинаковой скоростью; если массы лодок с пассажирами различны, то ускорения, получаемые лодками, будут обратно пропорциональны их массам; б) не изменится.

114. Теплоход при столкновении с лодкой может потопить ее без всяких для себя повреждений. Как это согласуется с равенством действия и противодействия?

*Ответ:* В третьем законе Ньютона говорится о равенстве сил, а не о равенстве результатов действия этих сил.

115. Два мальчика растягивают динамометр. Каждый прилагает силу 100 *н*.

Что показывает динамометр?

*Ответ:* 100 *н*.

116. В известных опытах Отто Герике с магдебургскими полушариями с каждой стороны полушарий впрягалось по 8 лошадей. Получилась ли бы более сильная тяга, если прикрепить одно полушарие к стенке, а к другому припрячь 16 лошадей?

*Ответ:* Сила тяги была бы вдвое больше.

117. Горизонтальный винт вертолета может приводиться во вращение или с помощью двигателя, установленного внутри фюзеляжа, или реактивной силой газов, вытекающих из специальных насадок на концах лопастей винта. Почему винтомоторному вертолету необходим хвостовой винт, а реактивному вертолету хвостовой винт не нужен?

*Ответ:* Винт обычного вертолета вращается потому, что к нему приложена сила со стороны двигателя, укрепленного внутри фюзеляжа. По третьему закону Ньютона такая же сила, но противоположно направленная, приложена со стороны винта к двигателю. Эта пара сил создает момент, стремящийся повернуть вертолет в сторону, противоположную вращению винта. Хвостовой винт служит для компенсации этого вращательного движения. В реактивном вертолете сила со стороны винта приложена к вытекающим газами поэтому не создает вращательного момента.

5. СИЛЫ ПРИРОДЫ

Сила упругости

118. Почему стальной шарик хорошо отскакивает от камня и плохо отскакивает от асфальта?

*Ответ:* Взаимодействие шарика с камнем носит характер упругой деформации. Возникающие при этом упругие силы отбрасывают шарик от камня. Деформация асфальта пластическая. При этом силы упругости не возникают.

119. С какой целью рукояткам некоторых механизмов (ворот, веялка, мясорубка и др.) придают S-образную форму?

*Ответ:* Для придания ручке дополнительной упругости.

120. С одинаковой ли силой сжимаются буферы при столкновении двух вагонов, если жесткость пружин буферов одинаковая? Что изменится, если один из соударяющихся вагонов находится в этот момент в покое? Если один вагон груженый, а второй порожний?

*Ответ:* При одинаковой жесткости пружины буферов будут сжиматься одинаково у каждого вагона: будет ли в момент удара один вагон находиться в покое или в движении, будет ли вагон груженый или порожний. Это вытекает из третьего закона Ньютона.

121. Если тепловоз резко трогает с места, может произойти разрыв сцепления вагонов. Почему? В какой части поезда скорее всего произойдет разрыв?

*Ответ:* Силы молекулярного взаимодействия создают определенную прочность материала сцепок поезда. Если тепловоз резко трогает с места, то вследствие инертности состава и действия сил сопротивления в сцепках возникает напряжение растяжения, иногда превышающее предел прочности материала. Происходит разрыв сцепок. Если перед началом движения все сцепки в составе были натянуты, то разрыв произойдет в сцепках, ближайших к тепловозу вагонов, так как сила натяжения сцепок здесь наибольшая.

122. Почему опасно рывками поднимать шахтную клеть?

*Ответ:* В системе отсчета «клеть» при рывке на трос действует большая сила инерции, вызывающая его деформацию растяжения. При определенных условиях не исключен даже разрыв троса.

123. При прополке посевов вручную сорняки не следует выдергивать из земли слишком быстро. Почему?

*Ответ:* При быстром выдергивании корни сорняка не успевают прийти в движение и стебель обрывается. Работа не достигает цели. См. также ответ к задаче 122.

124. Как заставить гирю в 10 *н* растягивать пружину динамометра с силой, большей 10 *н*?

*Ответ:* Двигать динамометр с гирей вертикально вверх с некоторым ускорением.

Закон Гука

125. Железная и медная проволоки одинаковых размеров подвешены вертикально и соединены внизу горизонтальным стержнем. Сохранится ли горизонтальность стержня, если к его середине прикрепить груз?

*Ответ:* Удлинение проволок будет различно, так как они имеют различные модули Юнга.

126. Какая сталь больше удлинится при растяжении – сырая или закаленная?

*Ответ:* При растяжении больше удлинится сырая сталь, имеющая крупнозернистую структуру: при больших размерах кристаллических зерен имеется и большая возможность их относительного скольжения.

127. Когда резец токарного станка больше деформируется – когда он выпущен из суппорта на большую или на меньшую длину?

*Ответ:*127. На большую.

128. Почему резец строгального станка «заваливает» (закругляет) переднюю кромку обрабатываемой детали?

*Ответ:* Резец постепенно изгибается по мере вхождения в деталь.

129. В механическом устройстве через отверстие *А* протянута нить *АВ* (рис. 30). Если тянуть за конец *С,* то динамометр показывает зависимость силы от удлинения нити в соответствии с графиком *ОКСР* (рис. 31). Какое механическое устройство скрыто в ящике?

0

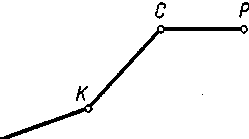


Рис.31

*F*

*l*



Рис.30

*Ответ:* Один из вариантов решения (рис. 304): массивный брусок *Б*, к которому прикреплены последовательно соединенные мягкая пружина *ОК* и жесткая *КТ.* Растяжение пружины *ОК* ограничено нитью.

*В*

Рис. 304

*Б*

*О*

*К*

*Т*

Сила трения

130. Чем объяснить, что при буксовании колес тепловоза или автомобиля сила тяги значительно падает?

*Ответ:*Сила трения при скольжении меньше силы трения покоя.

131. На столике в вагоне поезда лежат книга и мяч. Почему, когда поезд тронулся с места, мяч покатился назад (относительно поезда), а книга осталась в покое?

132. В гористой и сельской местности с искусственным орошением, где множество арыков, колхозники пользуются арбами с большими колесами. Каковы преимущества там такого вида транспорта?

*Ответ:*Коэффициент трения качения уменьшается с увеличением радиуса катка.

133. Шариковые подшипники обладают меньшим трением, чем роликовые. Однако в настоящее время большие цельнометаллические вагоны строят на роликовых подшипниках. Почему?

*Ответ:*Роликовые подшипники выдерживают значительно большие нагрузки (большая опорная площадь).

134. В баллонах задних колес трактора давление составляет примерно 1,2 *am.* В автомобильных шинах внутреннее давление доводят до 3,5 *am.* Чем объяснить такую большую разницу в давлении?

*Ответ:* Трактором перемещают прицепные устройства, поэтому должна быть большая сила сцепления колес с грунтом. В автомобиле сила сцепления обеспечивается весом машины и груза.

Сила сопротивления,

возникающая при движении тела в жидкости или газе

135. Порожние вагоны, спускаясь с формировочной железнодорожной горки, испытывают замедление, созданное сопротивлением воздуха, равное 0,06 *н/кг, а* нагруженные – 0,02 *н/кг.* Объясните это.

*Ответ:*Одна и та же сила сопротивления воздуха (зависящая от формы вагона и его скорости) действует на различные массы вагонов.

136. Почему очень легкое тело трудно бросить на далекое расстояние?

*Ответ:*Тело при движении в воздухе испытывает сопротивление. Так как масса тела мала, то за короткое время горизонтальная составляющая скорости у него становится равной нулю.

137. Почему не совпадают гребные плоскости концов весла байдарки?

*Ответ:*Если бы гребные плоскости весла байдарки совпадали, то верхняя часть весла, двигаясь в воздухе, испытывала бы большое сопротивление. При повороте плоскостей на 90 ° верхняя часть, двигаясь в воздухе, легко рассекает его.

138. Во время соревнований некоторые бегуны держатся сзади противника и вырываются вперед лишь у финиша. Почему?

*Ответ:*Позади первого бегуна образуются вихри, давление воздуха у первого бегуна спереди больше, чем сзади. У второго бегуна давление воздуха спереди и сзади почти одинаково.

139. Почему у парусных яхт делается большой киль?

*Ответ:* Чтобы предупредить опрокидывание яхты при больших наклонах. При наклоне яхты действие силы сопротивления воды, приложенной к килю, компенсирует действие силы ветра на парус. Другое назначение киля – противодействовать боковому смещению (дрейфу) яхты.

Зависимость силы сопротивления от скорости

140. На рисунке 32 показана зависимость силы трения в жидкости от скорости движения тела. Чему равна сила трения, когда тело покоится относительно жидкости? Каков физический смысл такой формы кривой графика?

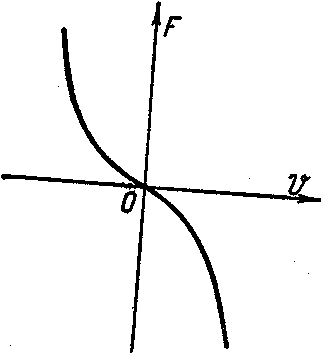


Рис. 32

*Ответ:* При скорости, равной нулю, сила трения равна нулю. Сила трения всегда направлена против направления скольжения тела.

141. Отпустите с высоты 30–40 *см* одновременно кусочек пробки и кусочек железа. Достигнут ли они пола одновременно? Повторите опыт, отпустив тела с высоты 2–3 *м.* Чем объясняется разница в результатах?

*Ответ:* Отставание кусочка пробки от кусочка железа при падении с высоты 3 *м* объясняется замедлением, создаваемым силой трения их о воздух. Если считать силу трения одинаковой, то при меньшей массе пробки замедление ее движения будет большим.

**142. Камень брошен вертикально вверх. В каких точках траектории камень будет иметь максимальное ускорение? Рассмотреть два случая: а) сопротивление воздуха отсутствует; б) сопротивление воздуха растет с увеличением скорости камня.***Ответ:* а) Ускорение тела во все время его движения постоянно и равно .

б) В соответствии со вторым законом Ньютона *.* При движении

вверх сила сопротивления воздуха (как и сила тяжести) направлена вниз и уменьшается по мере подъема (так как при этом уменьшается скорость тела), при спуске же сила сопротивления направлена вверх и увеличивается. Поэтому ускорение тела в начале движения максимально (и больше *g),* при подъеме оно уменьшается и становится равным *g* в верхней точке траектории, затем продолжает уменьшаться при спуске и может даже стать равным нулю.

Зависимость силы сопротивления

от коэффициента вязкости жидкости

**143. Растительное масло в жару легко выливается – из горлышка бутылки, а постоявшее на морозе – значительно труднее. Почему?** *Ответ:* Чем ниже температура масла, тем больше его вязкость. При вытекании жидкости с большой вязкостью возникает значительная сила внутреннего трения.

**144. Автомобили, самолеты, мотоциклы красят нитролаком, который дает ровную блестящую поверхность. Какую цель, кроме красоты, преследуют при этом?**  
*Ответ:* Полированная поверхность при движении в воздухе испытывает меньшее трение, чем шероховатая.

Зависимость силы сопротивления

от площади поперечного сечения тела

**145. Одинаково ли быстро будет падать на землю целый камень значительных размеров и порошок, полученный из этого же камня при его растирании?***Ответ:* Неодинаково. Вследствие увеличения поверхности камня при его раздроблении в значительной мере увеличивается сопротивление воздуха. Поэтому порошок будет падать медленнее.

146. Для облегчения воздушных шаров во время полета сбрасывают балласт (песок). Как следует сбрасывать песок, чтобы никому не причинить вреда?

*Ответ:* Рассыпая. См. ответ на задачу 145.

Зависимость силы сопротивления от формы тела

147. Почему пловцы, бросаясь в воду, выставляют вперед сложенные вместе руки?

*Ответ:* Для лучшей обтекаемости тела.

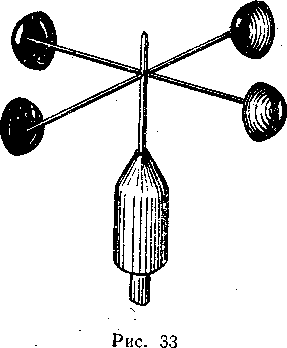
148. Почему у гоночных велосипедов руль опущен низко?

*Ответ:* Низко опущенный руль обеспечивает согнутое положение гонщика, что значительно уменьшает сопротивление встречного потока воздуха.

149. Почему лыжник, прыгая с трамплина, наклоняет тело вперед?

*Ответ:* При наклоне тело лыжника испытывает наименьшее сопротивление, что увеличивает дальность прыжка. Кроме того, во время приземления тело лыжника оказывается в устойчивом положении.

150. Почему коническая пуля летит дальше круглой при прочих равных условиях?



*Ответ:* У конической пули более обтекаемая форма.

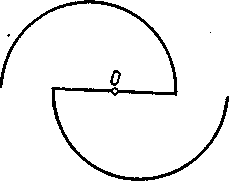
151. Мелкие морские рыбки ходят стайкой, внешняя форма которой имеет вид капли. Как образуется такая форма стайки?

*Ответ:*Встречная вода действует на отдельных рыбок так, что их движение будет облегчено или затруднено в зависимости от местоположения по отношению к стайке. Этот фактор и обусловливает каплевидную форму движущейся стайки рыбок, при которой сопротивление воды движению стайки наименьшее.

152. Почему крылышки анемометра (рис. 33) сделаны в виде полусфер, а не в виде плоских лопаток?

*Ответ:*Лобовое сопротивление выпуклой и вогнутой частей полусферы различно, вследствие этого возникает вращение крылышек прибора.

Рис. 34



153. В какую сторону и почему вращается виндротор – система из двух полуцилиндров, вращаемая потоком воздуха, перпендикулярным оси *О* прибора (рис. 34)?

*Ответ:*Виндротор вращается под действием потока воздуха. Сопротивление каждого полуцилиндра различно в зависимости от того, как он расположен к потоку: если обращен выпуклостью, то сопротивление меньше; если обращен вогнутостью, то больше. Виндротор, изображенный на рисунке, будет вращаться по часовой стрелке.

154. Зачем широким концам весел придают вогнутую форму?

*Ответ:* Для уменьшения обтекаемости.

155. Почему паруса судов сильно не натягивают, а оставляют несколько вогнутыми?

156. Правила технической эксплуатации железных дорог требуют, чтобы двери крытых товарных вагонов, идущих порожняком, были закрыты. Почему?

*Ответ:* Чтобы улучшить обтекаемость вагонов. Этим уменьшается необходимая сила тяги тепловоза и экономится топливо.

157. Как образуется выемка в снежном покрове с наветренной стороны телефонного столба, стоящего в поле?

*Ответ:* Движущийся воздух со взвешенными в нем снежинками тормозится о переднюю часть столба. Поток разделяется на две части, и позади столба отлагается снег Возникающий у основания столба вихрь выбрасывает снег и образует выемку.

158. Почему решетчатые щиты, установленные вдоль дорог, предохраняют их от заносов снега?

*Ответ:* На дорожных участках, которые проходят в ложбинах или искусственных выемках, где скорость ветра уменьшается, равновесие между увлекаемыми вверх и падающими вниз снежинками нарушается – образуется занос. Для борьбы с заносами перед ложбиной устанавливают решетчатые щиты (или сажают деревья). С подветренной стороны этих заграждений образуется сравнительно спокойная зона, в которой и оседает переносимый ветром снег (рис. 305). Сплошной забор не дает этого эффекта. Из-за срыва воздушного потока на краю сплошного щита появляются мощные вихри, поднимающие снег на большую высоту и переносящие его за спокойную зону.

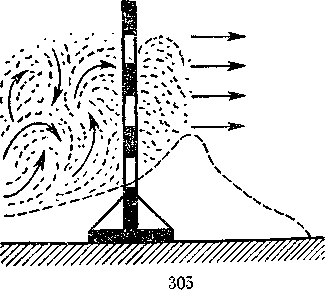


Рис.

159. Почему пламя свечи, лампы и т. п. всегда заостряется кверху?

*Ответ:* Нагретые водяные пары, углекислота и воздух поднимаются кверху. Взамен им снизу вдоль свечи поднимаются потоки холодного воздуха, которые, обтекая свечу, придают пламени заостренную форму.

160. Почему бомба, мина и т. п. падают на землю ударником вниз?

*Ответ:*Встречный поток воздуха повертывает движущееся тело так, чтобы оно испытывало наименьшее сопротивление движению.

Сила всемирного тяготения

161. Является ли вполне строгим утверждение, что при отсутствии сопротивления воздуха падающие тела имеют по отношению к поверхности Земли одно и то же ускорение независимо от их массы?

162. Почему предметы, находящиеся в комнате, несмотря на их взаимное притяжение, не приближаются друг к другу?

*Ответ:*Этому препятствует сила трения, которая во много раз больше, чем сила притяжения между предметами в комнате.

163. Рассуждение Аристотеля о падающих телах приблизительно таково: кирпич падает с определенной скоростью, если на него сверху положить другой кирпич, то верхний будет давить на нижний, и поэтому два кирпича должны падать скорее, чем один. Правильны ли выводы Аристотеля?

*Ответ:*Нет, оба кирпича падают с одинаковой скоростью, поэтому добавочное давление отсутствует.

164. Если бы масса Луны была вдвое больше и Луна обращалась бы по той же орбите, то каков был бы период ее обращения?

*Ответ:* Тот же, так как период обращения тела по орбите не зависит от его массы.

165. В одной из популярных книг по физике автор пишет: «Планеты «привязывает» к Солнцу сила тяготения. Солнце также притягивается планетами, но сила притяжения его каждой отдельной планетой во столько раз меньше силы притяжения Солнцем, во сколько масса этой планеты меньше массы Солнца». Верно ли это утверждение?

*Ответ:*Нет. По третьему закону Ньютона силы притяжения, действующие между Солнцем и какой-либо планетой, равны между собой.

166. Притяжение Луны Солнцем примерно в два раза больше, чем притяжение ее Землей. Почему же Луна – спутник Земли, а не самостоятельная планета?

*Ответ:* Ускорения, которые сообщает Земле и Луне Солнце, примерно одинаковы. Поэтому Земля и Луна образуют единую систему двух небесных тел, обращающихся вокруг общего центра масс, а центр мясе системы Земля–Луна обращается вокруг Солнца.

167. Сколько существует в пространстве точек, где в каждый момент времени сила земного тяготения: а) равна силе лунного тяготения? б) уравновешивается силой лунного тяготения?

*Ответ:*а) Бесконечное множество, б) одна.

168. Почему большинство спутников планет и астероиды не имеют атмосферы?

169. По закону всемирного тяготения все тела притягиваются друг к другу под действием гравитационных сил. Приведите пример, когда при сближении двух тел сила притяжения между ними уменьшается.

*Ответ:* Такими телами являются, например, сделанные из любого материала кольцо и маленький шарик, расположенный на оси кольца, перпендикулярной его плоскости (рис. 306). По мере приближения шарика к кольцу сила их взаимного притяжения сначала увеличивается, затем уменьшается до нуля, так как вблизи плоскости кольца силы притяжения отдельных его частей почти уравновешиваются (см. на рисунке график зависимости силы притяжения *F* от расстояния между шариком и центром кольца).

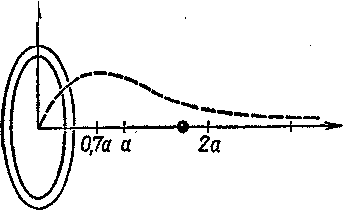


Рис. 306

***F***

***l***

**3*a***

Сила тяжести

170. Горизонтальная сила, приложенная к телу, в два раза больше силы тяжести. Какое ускорение в горизонтальном направлении получит тело?

*Ответ:* 2*g*.

171. Можно ли поднять с земли тело, приложив к нему силу, равную силе тяжести?

*Ответ:* Нет. Чтобы тело двигалось вверх, надо сообщить ему ускорение. Поэтому вначале действующая на тело сила должна быть больше силы тяжести.

172. При проведении соревнований по подъему тяжестей или по прыжкам в высоту нужно ли учитывать, в каком месте земного шара происходят состязания?

*Ответ:* Нужно учитывать.

173. На расстоянии 38 000 *км* от центра Луны силы притяжения тела Землею и Луною одинаковы. Следует ли отсюда вывод, что двигатели ракеты, отправляющейся на Луну, должны работать до тех пор, пока земное притяжение не уступит лунному?

*Ответ:* Нет. Ракетам и космическим кораблям скорость придается в начале полета, а дальнейшее движение совершается под действием гравитационных сил. В этом смысле полет космического корабля схож с полетом брошенного камня.

Вес тела

174. Может ли падающий камень ударить о препятствие с силой, превышающей его вес?

*Ответ:* Может, так как к силе, удерживающей неподвижный камень, добавляется сила, которая останавливает его.

175. Пружинные весы проградуированы на экваторе. Каковы будут показания этих весов на полюсе?

*Ответ:* Показания весов на полюсе больше.

176. Почему на весах с коромыслом нельзя обнаружить изменение веса при его переносе из одного места Земли в другое?

*Ответ:* При переносе тела и гирь из одного места Земли в другое вес тела и гирь увеличивается или уменьшается в одинаковое число раз. Поэтому изменение веса тела не может быть обнаружено.

Вес тела, движущегося с ускорением

177. Прибор весом. 40 *н* подвешен к динамометру в кабине стратостата. Что будет показывать динамометр, когда стратостат: а) поднимается равномерно? б) опускается равномерно?

*Ответ:* а) 40 *н*; б) 40 *н*.

178. На весах уравновешен человек, держащий в руке тяжелый груз. Что произойдет с весами, если человек быстро поднимет груз вверх?

*Ответ:* Платформа, на которой стоит человек, опустится.

179. Находясь на платформе уравновешенных десятичных весов, человек приседает. Как изменяются показания весов в начале и в конце приседания?

*Ответ:* Когда человек начинает приседать, сила давления на платформу весов меньше силы тяжести тела. В конце приседания человек увеличивает напряжение мышц ног и придает своему телу ускорение, направленное вверх. В это время показания весов будут больше силы тяжести тела.

180. Кабина лифта при подъеме движется сначала ускоренно, затем равномерно, а перед остановкой замедленно. Какова сила натяжения троса во время движения?

*Ответ:* При ускоренном движении кабины вверх натяжение троса больше *mg,* при равномерном движении – равно *mg,* перед остановкой – меньше *mg.*

181. На чашке столовых весов стоит банка с воронкой. Банка уравновешена гирями. Отверстие воронки закрыто пробкой, которую можно при помощи нитки вынимать (рис. 35, *а).* В воронку налита вода. Пробку вынимают, и вода стекает в банку (рис. 35, б). Сохранится ли при этом равновесие? Решите этот же вопрос в случае, если на конец воронки надеты насадки в форме, показанной на рисунках 35, *в* и 35, *г.*

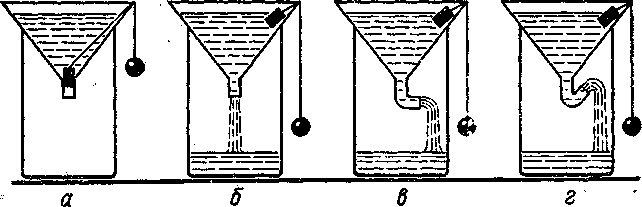


Рис. 35

*Ответ:* Как только отверстие открывают и вода начинает вытекать, весы наклоняются в сторону противовеса; когда же вытекающая вода достигает дна нижнего сосуда, дальнейшее опускание противовеса прекращается, и он начинает равномерно подниматься по мере вытекания воды, пока не достигнет прежнего положения. Весы приходят в равновесие.

182. Доска свободно падает, оставаясь в вертикальном положении. Красящий шарик брошен горизонтально вдоль поверхности доски. Какую линию прочертит он на доске? Силой трения шарика о доску и сопротивлением воздуха пренебречь.

*Ответ:* Так как доска и шарик движутся с одинаковым ускорением свободного падения, то в системе отсчета «доска» шарик движется прямолинейно.

183. Груз помещен на платформе пружинных весов в кабине лифта.

а) Что покажут весы во время свободного падения лифта?

б) Что произойдет, если во время свободного падения лифта опрокинуть стакан с водой отверстием вниз?

*Ответ:* а) Указатель весов установится на нуле; б) из перевернутого стакана вода не выльется.

184. Человек прыгает со стула, держа в руке гирю в 10 *кг.* С какой силой давит гиря на руку человека в то время, когда он находится в воздухе?

185. В покоящемся лифте помещен ртутный барометр. Что произойдет с уровнем ртути, когда лифт начнет свободно падать?

Рис. 36

Р

С

*А*

*В*

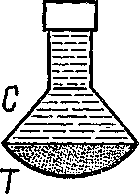
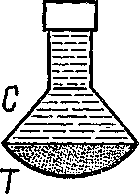
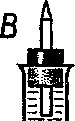
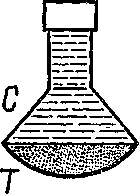
*Ответ:* Ртуть заполнит всю трубку.

186. Один конец бумажной ленты зажимают на краю стола тяжелым грузом *Р* (рис. 36). Другой – прижимают гирей *А* к дощечке *В,* которую держат в руке. Если медленно опускать дощечку, то лента разрывается. Если же отпустить дощечку (она и гиря падают в ящик с песком *С),* то лента не разрывается. Объясните явление.

187. В фантастическом рассказе Ж. Верна о ядре с пассажирами, брошенном с Земли на Луну, рассказывается, что на участке пути, на котором притяжение Луны равно притяжению Земли, все предметы внутри ядра потеряли вес, всякий предмет, не падая, оставался в воздухе там, где был помещен. Докажите, что такое явление должно было бы наблюдаться на всем протяжении пути.

188. Как могли бы герои романа Жюля Верна «Путешествие на Луну», находящиеся в закрытом снаряде, обнаружить, что их корабль покинул пределы земной атмосферы и движется в космическом пространстве?

Рис. 37



***А***

*Ответ:* Наблюдая состояние невесомости в корабле.

189. На доске Любимова укреплен прибор (рис. 37), состоящий из трубки *А с* оттянутым концом *В,* соединенной с воронкой *С,* затянутой тонкой резиновой пленкой *Т.* Система полностью заполнена водой. Что произойдет, если доска начнет свободно падать?

*Ответ:* При свободном падении вода перестает давить на резиновое дно сосуда – возникает невесомость. Деформированная резиновая пленка силой упругости давит на воду, и вода фонтанирует. Высота фонтана зависит от упругих свойств пленки и диаметра верхнего конца трубки.

Рис. 38

*h*

190. Опрокинутая пробирка укреплена неподвижно над сосудом с водой (рис. 38). Как изменится в ней уровень воды, если вся система начнет свободно падать?

*Ответ:* Первоначальная разность уровней воды в пробирке и в сосуде определяется условием *p* = *po* +*g * , где *po* – внешнее давление; *р –* давление воздуха внутри пробирки; ** – плотность воды. При свободном падении столб воды не оказывает гидростатического давления, следовательно, уровень воды в пробирке будет опускаться до тех пор, пока не установится равенство *p* = *po*.

Измерение массы тел взвешиванием

191. Какой способ определения массы вы используете, когда:

а) держите поочередно сравниваемые по массе тела на вытянутой руке;

б) ловите поочередно предварительно подброшенные вверх тела?

192. При взвешивании тел на Земле, Луне и Марсе пружинные весы показывают один и тот же вес. Сравните массы взвешиваемых тел.

*Ответ:* Масса тела на Луне наибольшая, на Земле – наименьшая.

193. Как измерить массу тела в условиях невесомости?

*Ответ:* Подействовать на тело известной силой (например, силой упругости пружины) и измерить ускорение, полученное телом. Отношение силы к ускорению даст величину массы тела.

194. Как можно на спутнике определить массу тела с помощью рычажных весов и гирь?

*Ответ:* Нужно потянуть за середину коромысла весов. Если массы тела и гирь различные, то коромысло весов повернется. Если же массы тела и гирь равны, то равновесие весов не нарушится.

6. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ

Движение тела, брошенного горизонтально

195. Почему бомба, сброшенная с горизонтально летящего самолета, не падает вертикально вниз?

*Ответ:* Потому что она имеет скорость в горизонтальном направлении и вследствие инерции удерживается в этом состоянии движения.

196. Небольшой груз падает с вершины мачты на палубу равномерно и прямолинейно движущегося корабля. Какова траектория движения груза относительно палубы корабля? относительно берега?

*Ответ:* Прямая линия. Парабола.

197.С самолета, летящего горизонтально с постоянной скоростью, сбрасывается бомба. Где будет находиться самолет, когда бомба достигнет земли?

*Ответ:* Если бы не было сопротивления воздуха, то скорость бомбы по горизонтали не отличалась бы от скорости самолета, и самолет все время, и в частности в момент падения бомбы, находился бы над ней. Однако в действительности вследствие сопротивления воздуха горизонтальная скорость бомбы все время уменьшается, и она отстает от самолета. Поэтому падение на землю и взрыв бомбы происходят не под самолетом, а далеко позади него.

198. Пассажир с площадки вагона движущегося поезда бросает камень горизонтально в сторону, противоположную движению поезда, со скоростью, равной скорости поезда. Как по отношению к площадке будет двигаться камень при падении (сопротивлением воздуха пренебречь)? Как будет двигаться камень относительно полотна дороги?

*Ответ:* Камень будет двигаться по параболе, удаляясь от площадки в горизонтальном направлении. Камень будет падать вертикально.

199. Пассажир с площадки вагона поезда бросает камень горизонтально в сторону, противоположную движению поезда, со скоростью, меньшей (большей) скорости поезда. Как по отношению к площадке будет двигаться камень при падении? Как будет двигаться камень относительно полотна дороги?

*Ответ:* Во всех случаях камень будет двигаться по параболе.

200. Из автомата произвели одиночный выстрел. Что раньше упадет на землю: пуля или стреляная гильза, если считать, что пуля и гильза вылетают одновременно и в горизонтальном направлении? Сопротивлением воздуха пренебречь.

*Ответ:* Одновременно.

201. Снаряд вылетает из горизонтально направленного ствола пушки с некоторой скоростью. С какой скоростью вылетел бы тот же снаряд из той же пушки, если бы выстрел был произведен также горизонтально на поверхности Марса, сила притяжения которого составляет 0,38 силы притяжения Земли? Трением в стволе пушки пренебречь.

*Ответ:* С той же скоростью, что и на Земле, так как скорость зависит от величины силы, действующей на снаряд, и от массы снаряда, а не от силы тяжести. Более слабое притяжение Марса повлиялобы на дальность полета снаряда и на форму его траектории движения.

202. Почему водосливная часть плотины крупной гидроэлектростанции со стороны нижнего бьефа имеет параболическую поверхность?

*Ответ:* Чтобы стекающая по ней вода, частицы которой движутся по параболам, не производила бы давления на плотину?

Движение тела, брошенного под углом к горизонту

203. На движущемся теплоходе мяч бросили вертикально вверх. Упадет ли мяч на прежнее место, если теплоход идет: а) равномерно? б) ускоренно? в) замедленно? Какова траектория мяча по отношению к берегу? Сопротивлением воздуха пренебречь.

*Ответ:* а)Упадет; б) упадет позади места бросания; в) упадет впереди места бросания; г) парабола.

204. Как должен подпрыгнуть цирковой наездник, скачущий на лошади, чтобы, проскочив сквозь обруч, снова стать на лошадь? Сопротивлением воздуха пренебречь.

*Ответ:* Вертикально вверх.

205. Почему увеличивается дальность прыжка, если человек перед прыжком делает разбег?

*Ответ:* Разбег увеличивает горизонтальную составляющую скорости прыжка, поэтому увеличивается дальность полета.

206. Объясните следующие советы молодому охотнику:

а) Если зверь бежит прямо на стрелка, то надо целиться ему в передние ноги.

б) Если зверь уходит от стрелка, то надо целиться над головой между ушей зверя.

207. В какой точке траектории летящий снаряд обладает наименьшей скоростью?

*Ответ:* В наивысшей точке, так как вертикальная составляющая скорости равна нулю. Скорость снаряда в этой точке равна ее горизонтальной составляющей, которая во всех точках траектории одинакова.

208. Как направлено ускорение снаряда после вылета из ствола орудия, если сопротивление воздуха отсутствует? Как изменится это направление при наличии сопротивления воздуха?

*Ответ:* При отсутствии сопротивления воздуха ускорение во всех точках траектории одинаково, равно *g* и направлено вертикально вниз. При наличии сопротивления ускорение отклонено от вертикали в направлении, противоположном движению снаряда.

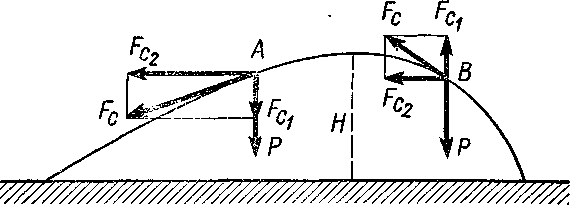
209. По какой траектории должен лететь современный самолет для того, чтобы можно было в нем воспроизвести невесомость?

*Ответ:* По параболе, выпуклость которой обращена вверх.

210. Тело брошено под углом к горизонту. Что займет больше времени: подъем или спуск? Учесть сопротивление воздуха.

*Ответ:* В каждой точке траектории (рис. 307) силу сопротивления можно разложить на две составляющие: горизонтальную и вертикальную. Горизонтальная составляющая не оказывает влияния на время движения, а только изменяет дальность полета. Вертикальная составляющая влияет на время подъема и падения, так как на восходящей части траектории совпадает с направлением силы тяжести, а на нисходящей части – направлена противоположно ей. Для всех точек, находящихся на одинаковой высоте на восходящей и нисходящей ветвях траектории, численное значение ускорения будет больше для восходящей ветви и меньше для нисходящей, поэтому время подъема будет меньше времени спуска.

Рис. 307



Искусственные спутники Земли

211. Что удерживает искусственный спутник Земли на орбите?

*Ответ:* Притяжение Земли.

212. Можно ли создать спутник, который будет двигаться вокруг Земли практически сколь угодно долго?

*Ответ:* Можно, если перигелий орбиты спутника удалить от поверхности Земли на расстояние нескольких тысяч километров, где сопротивление движению спутника со стороны земной атмосферы практически отсутствует.

213. С какой угловой скоростью должен обращаться искусственный спутник Земли и в какой плоскости должна находиться траектория его полета, чтобы наблюдателю, находящемуся на Земле, спутник казался неподвижным?

*Ответ:* Угловая скорость спутника должна равняться угловой скорости вращения Земли. Орбита спутника должна лежать в плоскости экватора.

214. Какова траектория спутника при его движении в атмосфере?

*Ответ:* Траектория спутника – закручивающаяся вокруг Земли спираль.

215. По какой траектории полетит пуля, выпущенная из спутника вперед? назад? в сторону?

*Ответ:* В первом случае пуля станет двигаться по эллипсу, объемлющему орбиту спутника. Во втором случае – по эллипсу, находящемуся внутри орбиты спутника. В третьем случае – плоскость орбиты пули будет составлять некоторый угол с плоскостью орбиты спутника.

216. Почему тела внутри спутника, движущегося за пределами земной атмосферы, невесомы?

*Ответ:* Потому что тела внутри спутника и сам спутник движутся практически с одинаковым центростремительным ускорением.

217. Летчик-космонавт Г. С. Титов рассказывал, что в условиях невесомости кинокамера все время «уплывала» от него. Объясните явление.

*Ответ:* Кинокамера «уплывала» потому, что орбита камеры точно не совпадала

с орбитой корабля.

218. В космическом корабле, совершающем полет как искусственный спутник Земли, находится «бачок» с питьевой водой. Что произойдет, если космонавт откроет кран бачка?

219. Как в условиях невесомости перелить воду из одного сосуда в другой?

*Ответ:* Воду из сосуда можно выдавить сжатым воздухом или надавливанием на

стенки сосуда, если они эластичные.

220. Выполняется ли закон Паскаля на искусственном спутнике Земли?

*Ответ:* Выполняется.

221. Действует ли закон сообщающихся сосудов, наполненных несмачивающими жидкостями, на искусственном спутнике Земли?

*Ответ:* Нет. В условиях невесомости столб жидкости не оказывает давления, поэтому уровни жидкости в сообщающихся сосудах могут быть разными и зависят от действия случайных сил.

222. Действует ли архимедова сила в условиях искусственного, спутника Земли?

*Ответ:* Нет.

223. Утонет ли железная гайка в воде на движущемся по круговой орбите спутнике?

*Ответ:* Нет. В спутнике тела невесомы.

224. Можно ли измерять плотность жидкостей ареометром на искусственном спутнике или межпланетной космической станции?

*Ответ:* Нет.

225. Можно ли измерять давление воздуха в искусственном спутнике, движущемся по орбите вокруг Земли, с помощью ртутного барометра? Каким барометром следует пользоваться внутри спутника?

*Ответ:* Нет. В спутнике нужно пользоваться анероидом.

226. Как в условиях невесомости нагреть воду?

*Ответ:* Можно использовать паяльную лампу, инфракрасные лучи электрической спирали и токи высокой частоты.

227. Какими способами может передаваться теплота в кабине космического корабля в состоянии невесомости? Как обеспечивается там необходимый температурный режим?

*Ответ:* Теплота в кабине космического корабля может передаваться путем лучеиспускания и теплопроводности Конвекция практически отсутствует. Необходимый тепловой режим обеспечивается принудительной циркуляцией воздуха.

228. Как отразится невесомость в космическом корабле на процессе кипячения воды?

*Ответ:* Так как при нагревании воды конвекции не будет, то нагреется ряд местных объемов воды до кипения. Пар, расширяясь, вытеснит всю воду из сосуда, прежде чем она закипит.

229. Можно ли пользоваться на корабле-спутнике Земли обычным медицинским термометром?

*Ответ:* Да.

230. Как измерять время в космическом корабле в условиях невесомости: маятниковыми, песочными или пружинными часами?

*Ответ:* Пружинными часами.

231. Если тело находится внутри жидкости, плотность которой равна плотности этого тела, то сила тяжести уравновешивается .выталкивающей силой. Можно ли считать, что это тело находится в состоянии невесомости?

*Ответ:* Нет. Состояние невесомости характеризуется отсутствием в теле внутренних напряжений (т. е. отдельные слои тела не давят друг на друга) и давления на опору. В теле, плавающем внутри жидкости, внутренние напряжения, существующие в нем за счет силы тяжести, не исчезают. Кроме того, тело давит на жидкость, являющуюся в данном случае опорой.

232. Как создать «искусственную тяжесть» на космическом корабле?

*Ответ:* Одним из способов является вращение космического корабля вокруг одной из его осей симметрии.

233. При каком движении космических кораблей не было бы никакой нужды в создании искусственной тяжести?

*Ответ:* При движении с постоянным ускорением, равным приблизительно 9,8 *м/сек2* и направленным перпендикулярно полу каюты корабля.

234. Нужен ли маховик поршневой машине, работающей в межпланетном пространстве в условиях невесомости?

*Ответ:* Нужен. Маховик является инерционным аккумулятором энергии. Масса махового колеса сохраняет свои инерционные свойства и в условиях невесомости.

Законы Кеплера. Движение планет

235. Почему движение спутников совершается по эллиптическим, а не другим орбитам?

*Ответ:* Круговая орбита получается при выполнении равенства . Обычно сила тяжести больше или меньше величины , поэтому движение совершается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится центр Земли.

236. Когда Земля быстрее движется по своей орбите вокруг Солнца: зимой (для северного полушария) или летом?

*Ответ:* Зимой, так как в это время она движется вблизи своего перигелия.

237. При движении Земли по эллиптической орбите скорость ее все время меняется. Возможно ли измерить соответствующее ускорение при помощи уровня с жидкостью?

*Ответ:* Нет, так как поле тяготения Солнца сообщает одинаковое ускорение всем частям уровня: корпусу, жидкости, пузырьку.

238. а) Как стала бы двигаться Луна, если бы исчезло тяготение между Луной и Землей? б) Если бы прекратилось движение Луны по орбите?

*Ответ:* а) Стала бы удаляться от Земли по касательной к траектории.

б) Стала бы падать на Землю.

Движение тела под действием силы упругости

239. На нити висит тело *А.* К телу *А* на пружине подвешено тело *В.* С одинаковым ли ускорением будут падать тела, если пережечь нить подвеса?

*Ответ:* С ускорением свободного падения будет двигаться центр тяжести системы. Пока пружина растянута, тело *А* будет падать с ускорением большим, а тело *В* – с ускорением меньшим, чем ускорение свободного падения.

240. В рассказе А. Серафимовича «Змеиная лужа» описан такой случай. Змея быстро ползла в траву. Гаврилка нагнулся, неуловимым движением схватил исчезавшую в траве змею за хвост, выдернул, как веревку, и быстро завертел в воздухе. Змея делала отчаянные усилия свернуться и схватить его за палец, но от быстрого движения летала вокруг руки, вытянувшись, как палка. Почему змея не смогла свернуться и схватить Гаврилку за палец?

*Ответ:* Скорость вращения змеи была настолько велика, что мышцы ее тела не смогли удержать голову змеи на окружности малого радиуса, т. е. не смогли создать необходимого центростремительного ускорения.

241. Почему цирковые наездники легко держатся сбоку седла с внутренней стороны окружности, по которой скачет лошадь, а с наружной стороны им это сделать труднее?

*Ответ:* Необходимое центростремительное ускорение при расположении наездника с внутренней стороны создает тело лошади.

242. На карусели вдоль радиуса расположен плотничий уровень. Куда переместится воздушный пузырек при вращении карусели?

*Ответ:* К центру окружности вращения.

243. Куда отклонится пламя свечи в фонаре, находящемся на вращающейся карусели?

*Ответ:* К оси вращения, так как пламя обладает меньшей плотностью, чем воздух в фонаре.

244. Для чего внутри ствола винтовок и пушек делают винтовые нарезки?

*Ответ:* Чтобы придать пуле (снаряду) вращательное движение вокруг оси симметрии и этим обеспечить устойчивость полета в воздухе, а значит, и малое аэродинамическое сопротивление.

Вращательное движение тела под действием силы трения

245. На бетонированной горизонтальной площадке стоит мотоцикл с коляской. Руль мотоцикла закреплен так, что переднее и ведущее колеса находятся в одной плоскости. Мотоцикл заводят и пускают двигаться. Какова будет траектория движения мотоцикла?

*Ответ:* Окружность. В. качестве руля поворота будут служить колесо коляски и сама коляска (трение о воздух).

246. Почему при больших скоростях автомобиль иногда «заносит» на повороте?

*Ответ:* При большой скорости трение колес о полотно дороги оказывается недостаточным для создания необходимого центростремительного ускорения.

247. Лодка идет на веслах. Какое действие оказывает руль на движение лодки?

*Ответ:* Под действием руля траектория движения лодки отклоняется от килевой линии в ту сторону, куда поворачивается руль в воде.

248. Каким образом с помощью руля поворачивают теплоход?

249. Предположим, что велосипедист катится по горизонтальной вращающейся около вертикальной оси плоскости в таком направлении и с такой скоростью, что относительно Земли он остается неподвижным. Должен ли он наклоняться по направлению к оси вращения плоскости?

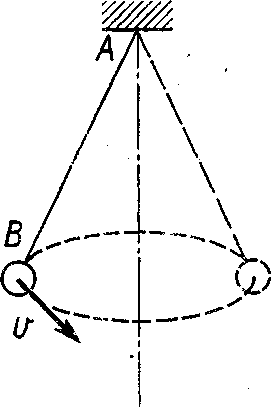


Рис. 39

*Ответ:* Нет, так как относительно Земли велосипедист покоится.

Движение тел под действием нескольких сил

250. Траектория движения конического маятника изображена на рисунке 39. Как будет двигаться материальная точка *В,* если тело *А,* к которому прикреплен конец нитки, начнет свободно падать?

251. Какими силами создается центростремительное ускорение тела, лежащего на поверхности Земли и вращающегося вместе с нею?

*Ответ:* Центростремительное ускорение создается притяжением Земли, направленным к ее центру, реакцией поверхности, направленной по нормали к ней

(рис. 308).

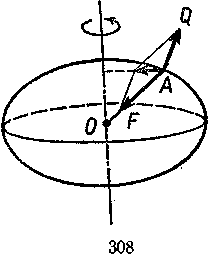


Рис.

252. Почему самолет при повороте наклоняется в сторону поворота, а корабль – в противоположную сторону?

*Ответ:* Самолет наклоняется летчиком с помощью рулей, чтобы за счет этого наклона получить необходимое центростремительное ускорение. Корабль при действии руля отклоняется в противоположную сторону вследствие своей инертности.

253. Монета, катящаяся в вертикальном положении (без наклона), движется по прямой, а наклоненная поворачивается в сторону наклона. Почему?

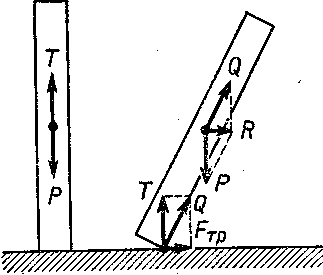


Рис.309

*Ответ:* У монеты, катящейся прямо, сила тяжести *Р* и реакция опоры *Т* уравновешивают друг друга, поэтому ни одна из этих сил не может искривить путь монеты (рис. 309). У наклоненной монеты силы тяжести, трения и реакция опоры не уравновешиваются, и равнодействующая этих трех сил, направленная в сторону наклона монеты, искривляет ее путь.

254. Велосипедист, чувствуя, что падает, поворачивает переднее колесо в сторону падения и заставляет, таким образом, велосипед двигаться по кривой. Почему при помощи этого приема ему удается избежать падения на землю?

*Ответ:* Поворотом руля велосипедист дает возможность велосипеду двигаться по дуге окружности; опрокидывающую велосипед силу он этим превращает в силу, удерживающую его на окружности.

255. Два велосипедиста едут по одной и той же окружности — один с большей скоростью, другой с меньшей. Который из них больше отклоняется от вертикального положения и почему?

256. Можно ли в вагоне движущегося поезда с помощью отвеса обнаружить наклон железнодорожного пути на повороте?

*Ответ:* Нельзя, если на повороте поезд будет двигаться со скоростью, на которую рассчитан наклон пути. При других скоростях поезда отвес наклонится к центру или от центра кривизны пути.

257. Когда в движущемся поезде можно пользоваться уровнем для определения уклона железнодорожного пути?

*Ответ:* Измерение уровнем продольного уклона возможно при равномерном движении поезда, измерение поперечного уклона – на прямолинейных участках пути.

258. Почему на поворотах железной дороги машинист замедляет движение поезда?

*Ответ:* Этим предупреждается возможность центробежного эффекта (соскакивания вагона с рельсов), так как наклон пути рассчитан на определенную скорость движения вагона.

259. На правые или левые рессоры оседает автомобиль при левом повороте? Почему?

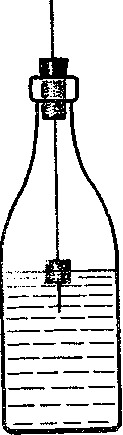
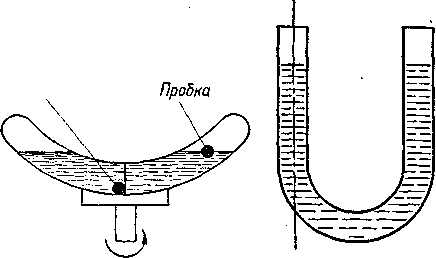


Рис. 40

*Ответ:* На правые. Причина – инертность кузова.

260. Бутылку до половины наполнили водой и опустили на ее поверхность пробочный поплавок *с* отверстием в середине. В это отверстие свободно продели спицу, другой конец которой закрепили в пробке, затыкающей бутылку. Нижний конец спицы немного погрузили в воду (рис. 40). Как, не открывая бутылки, снять поплавок со спицы?

*Ответ:* Надо заставить воду вращаться. Тогда на поверхности воды образуется воронкообразное углубление, в которое опустится поплавок. При этом он сползет со спицы.



***Алюминий***

Рис. 41

261. В изогнутой трубке, частично наполненной водой и запаянной с обоих концов, находятся два шарика (рис. 41). Что произойдет, если трубку привести во вращение вокруг вертикальной оси?

*Ответ:* Вследствие центробежного эффекта алюминий переместится к внешнему краю трубки, а пробка приблизится к оси вращения трубки.

262. Почему для ускорения выливания жидкости из бутылки надо жидкости придать быстрое вращательное движение?

*Ответ:* При этом вдоль оси бутылки образуется полая «трубка», сквозь которую свободно может входить воздух в бутылку вместо вытекающей из нее жидкости.

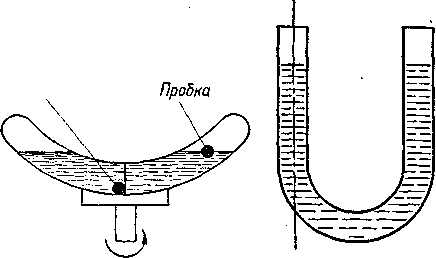
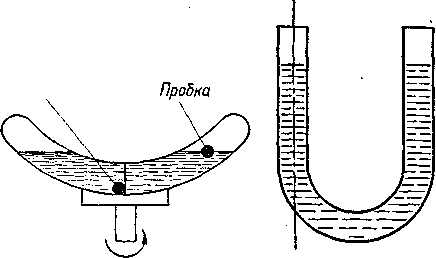
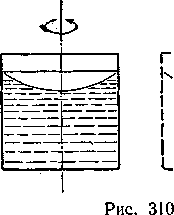


Рис. 42

263. В U-образную трубку налита вода. Трубка приводится во вращение с некоторой угловой скоростью вокруг оси, проходящей через одно из колен трубки (рис. 42). Какую форму примет поверхность воды в обоих коленах трубки?

*Ответ:* Поверхность жидкости примет форму параболоида вращения (рис. 310).



264. Сосуд, в котором находится вода, вращается вокруг его вертикальной оси. При этом вода доходит до краев сосуда. Затем в сосуд опускают деревянный кубик, плотность которого меньше плотности воды, а вес равен *Р.* Какая часть воды выльется при этом из сосуда: большая или меньшая *Р*? Где будет находиться кубик: около оси или у стенки сосуда?

*Ответ:* Кубик будет плавать в центре сосуда. Вес вылившейся жидкости равен *Р*.

Рис. 43

265. Во вращающемся сосуде (рис. 43) давление на дно у стенки сосуда больше, чем в центре. Почему же при вращении сосуда вода не течет от стенки к его центру?

*Ответ:* Разность давлений сообщает каждой частице жидкости центростремительное ускорение как раз такое, которое необходимо, чтобы частицы двигались по окружности и не приближались к оси вращения.

266. Камень привязан к веревке и движется по окружности в вертикальной плоскости. Одинаковы ли натяжения веревки в верхней и нижней точках?

*Ответ:* Камень вращается неравномерно – в верхней точке скорость его наименьшая, в нижней – наибольшая. Направление силы упругости веревки в верхней точке совпадает с направлением силы тяжести, а в нижней – противоположно ему. По этим двум причинам натяжение в верхней точке имеет наименьшую величину, а в нижней – наибольшую.

267. Шарик скатывается по внутренней стенке сферической чашки. Чем создается необходимое для такого вращательного движения ускорение?

*Ответ:* Реакцией стенки чашки и силой тяжести.

268. Ведро с водой, удерживаемое рукой, вращается в вертикальной плоскости с такой скоростью, что вода из него не выливается. Объясните явление.

*Ответ:* Сила тяжести и реакция дна ведра в верхней точке создают центростремительное ускорение, приводящее не к движению частиц воды вниз по радиусу, а лишь к изменению направления скорости их движения, к удержанию частиц воды на данной окружности вращения. При уменьшении линейной скорости в верхней точке вода может вылиться из ведра.

269. Ведро, описанное в предыдущей задаче, имеет приставное дно, удерживаемое электромагнитом. Изобразите траекторию движения дна и воды, содержащейся в ведре, если разомкнуть цепь электромагнита в тот момент, когда оно находится в высшей точке окружности вращения.

*Ответ:* Дно и частицы воды движутся по параболам (рис. 311), как тела, брошенные горизонтально.

Рис. 311

*0*

270. Возможен ли случай, описанный в романе Жюля Верна «Вокруг света в 80дней»? Поезд несся со скоростью сто миль в час – он летел, едва касаясь рельс. Скорость как бы уничтожала тяжесть поезда. И он пронесся через реку! Промелькнув, точно молния, не заметив моста. С какой скоростью должен двигаться поезд, чтобы «лететь, не касаясь рельс»?

*Ответ:* Описанное явление невозможно, учитывая длину поезда и скорость его движения. Чтобы лететь, не касаясь рельс, поезд должен был иметь первую космическую скорость.

Рис.44

*A*

*D*

*E*

*P*

*Q*

*C*

*B*

271. Через неподвижные блоки *А* и *В* (рис. 44) перекинута нить, на конце которой подвешены два равных по весу груза *Р* и *Q.* Что произойдет, если отклонить груз *Р* от положения равновесия и дать ему возможность свободно качаться? Трением в блоках пренебречь.

*Ответ:* Когда груз *Р* занимает положения *С* и *D,* он натягивает нить с силой, меньшей *Q*; при этом груз *Q* опускается. Когда груз *Р* проходит положение *Е,* он натягивает нить с силой, большей *Q*, и груз *Q* поднимается. Колебания груза *Р* вызывают вертикальные колебания груза *Q*.

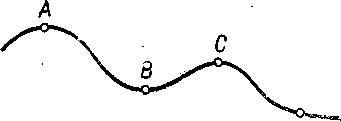


Рис. 45

***D***

272. С искусственной горки съезжает тележка (рис. 45). В каком месте надо положить наиболее прочные доски?

*Ответ:* В точке *В,* так как здесь вогнутая форма поверхности дороги.

273. Тело соскальзывает из точки *А* в точку *В* (рис. 46) один раз по дуге *АМВ,* другой раз по дуге *АКВ.* Коэффициент трения один и тот же. В каком случае скорость тела в точке *В* больше?

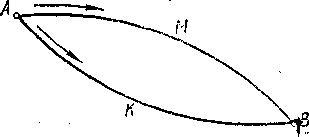


Рис.46

*Ответ:* Скорость тела в точке В зависит от силы трения. Так как поверхность *АМВ* выпуклая, а *АКВ –* вогнутая, сила нормального давления на *АМВ* меньше, чем на *АКВ.* Следовательно, и сила трения на *АМВ* меньше, чем на *АКВ.* Поэтому скорость тела в точке *В* больше в том случае, когда тело скользит по кривой *АМВ.*

Падение тел в газе и жидкости

274. Можно ли применять формулы свободного падения к движению человека, спускающегося на парашюте с самолета?

*Ответ:* Нет. Движение в сопротивляющейся среде под действием силы тяжести не будет свободным падением.

275. Почему шарик в цилиндрической трубке, наполненной вязкой жидкостью, падает с постепенно уменьшающимся ускорением, а при достаточной длине трубки движение шарика в дальнейшем становится равномерным?

*Ответ:* Сила сопротивления вязкой жидкости, действующая на шарик, возрастает при увеличении скорости его движения. При некоторой скорости падения сила тяжести (за вычетом архимедовой силы) уравновешивается силой сопротивления, и шарик движется равномерно.

276. Парашютист совершил затяжной прыжок. Какие виды движения имели место при этом?

*Ответ:* Сперва движение было равноускоренное, при раскрытии парашюта –ускоренное, с уменьшающимся ускорением. Когда же сила сопротивления воздуха уравновесила силу тяжести парашютиста, движение стало равномерным.

277. Два шара одинакового радиуса и из одного и того же материала падают с одинаковой высоты. Один шар сплошной, а второй полый. Какой шар упадет быстрее?

*Ответ:* Движение шара в воздухе становится равномерным, когда сила тяжести его уравновешивается силой сопротивления воздуха. Но сила сопротивления пропорциональна скорости. Значит, большую скорость приобретет сплошной шар, имеющий большую массу. Он и достигнет земли раньше полого.

278. Если одновременно отпустить монету и такой же величины кружок бумаги, то они будут падать с разной скоростью. Если этот кружок положить на монету и отпустить с монетой, то они упадут вместе. Объясните явление.

*Ответ:* Обладая разной массой, монета и кружок бумаги получают различное ускорение при движении в воздухе. Если кружок следует за монетой и не испытывает сопротивления воздуха, то он движется с тем же ускорением, что и монета.

279. Крупные капли дождя падают с большей скоростью, чем мелкие. Почему?

*Ответ:* На падающую каплю действуют две силы: постоянная сила тяжести, ускоряющая движение капли, и сила сопротивления воздуха, замедляющая ее движение и растущая с ростом скорости капли. Сила сопротивления воздуха растет до тех пор, пока не станет равной силе тяжести. Дальше прекращается изменение скорости, и падениекапель происходит с постоянной скоростью.

При увеличении размеров капли сила тяжести увеличивается пропорционально объему, т. е. пропорционально третьей степени радиуса, а сила сопротивления – пропорционально сечению капли, т. е. пропорционально квадрату радиуса. Поэтому при увеличении радиуса капли сила тяжести увеличивается быстрее, чем сила сопротивления, а значит, и та постоянная скорость, с которой капля падает на землю, растет по мереувеличения ее размеров.

280. Капля дождя, падая с большой высоты, испаряется. Как это влияет на ее движение?

*Ответ:* Скорость движения капли с течением времени уменьшается (см. ответ к задаче 279).

281. Почему равномерное движение шарика в жидкости наступает сравнительно скоро, а при падении в воздухе только после того, как шарик пролетит значительное расстояние?

*Ответ:* Коэффициенты вязкости жидкости и газа значительно отличаются друг от друга.

Центр масс. Центр тяжести.

Поступательное движение

282. На столе лежит кольцо (рис. 47), к которому в точке *А* прикреплена нить. Как будет двигаться кольцо под действием силы *F*?

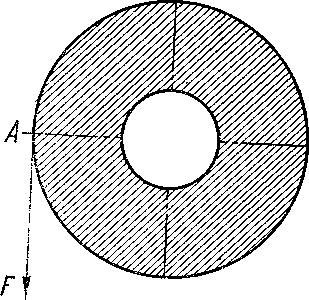


Рис. 47

*Ответ:* Сила трения и приложенная сила *F* создают пару сил, которая приводит к повороту кольца. Когда прямая, вдоль которой действует сила *F,* пересечет центр тяжести кольца, оно начнет двигаться поступательно.

Рис. 48

283. На нити, перекинутой через блок, подвешены два одинаковых груза (рис. 48). Найдите общий центр тяжести грузов. Будет ли изменяться положение центра тяжести в системе отсчета «Земля», если грузы привести в движение?

*Ответ:* Центр тяжести находится посредине отрезка, соединяющего оба груза. Положение его относительно Земли не меняется при движении грузов.

284. Плотничий деревянный метр согнут посередине под прямым углом. Где теперь находится центр тяжести? Как изменяется положение центра тяжести при изменении угла от 180 до 0°?

*Ответ:* В точке *О* (рис. 312), на середине отрезка *О1О2 (О1 –* середина отрезка *АВ,* 02 – середина отрезка ВС).

Рис.312

*О*

*О1*

*О2*

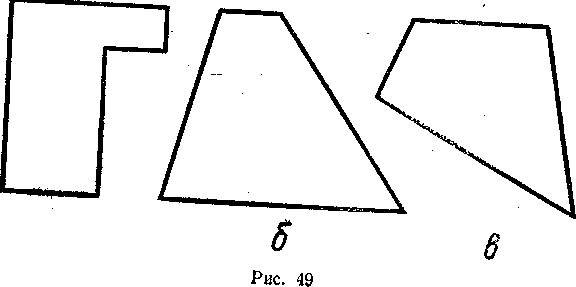
*А*

*В*

*С*

285. Найти геометрическим построением положение центра тяжести однородных пластин, имеющих форму, изображенную на рисунке 49.

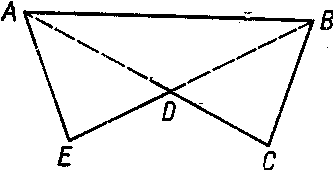
*Ответ:* Пластинку данной формы можно двумя способами разделить на два прямоугольника (случай *а*) или два треугольника (случаи *б* и *в*). Для каждой пары прямоугольников или треугольников общий центр тяжести должен лежать на прямой, соединяющей центры тяжести отдельных прямоугольников или треугольников. Центр тяжести фигуры лежит на пересечении этих прямых.



***а***

286. Определите центр тяжести фигуры *ABCDE* (рис. 50).

Рис. 50



*Ответ:* См. ответ к задаче 285.

287. Перемещается ли центр тяжести автомобиля при его разгрузке? Перемещается ли центр тяжести судна, если груз переносят с носовой части к корме?

*Ответ:* Перемещается в обоих случаях.

288. На тележке стоят два бака, соединенные между собой трубкой с краном. Один из них наполнен водой (рис. 51). При открывании крана вода переливается в другой бак. Будет ли при этом двигаться тележка? Когда она остановится? Трение между тележкой и горизонтальной поверхностью, на которой она стоит, не учитывать.

*Ответ:* Положение центра масс системы не может измениться под действием только внутренних сил. Поэтому при переливании воды тележка должна начать двигаться в сторону, противоположную движению воды. После того как уровни воды в баках сравняются, движение тележки прекратится.

Рис. 51

289. На тележке (рис. 52) располагается штанга так, что верхний конец ее *А* подвешен на нитке. Нижний же укреплен в неподвижном шарнире. В начальный момент тележка покоится на горизонтальной плоскости. Как будет двигаться тележка, если пережечь нить? Трением пренебречь. Считать тележку невесомой.

*Ответ:* Во время движения штанги на нее не действуют вдоль горизонтали никакие внешние силы. Поэтому центр тяжести ее не должен смещаться в горизонтальном направлении. Штанга должна падать на тележку так, чтобы ее центр тяжести двигался вертикально. А для этого невесомая тележка должна на соответствующее расстояние сместиться вдоль горизонтали.

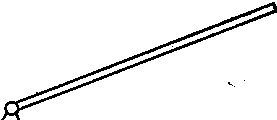


Рис. 52

***А***

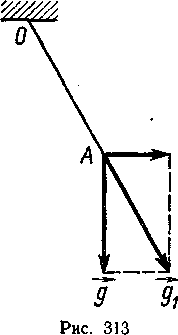
***В***

Неинерциальные системы координат

290. Кабина лифта движется с ускорением *а.* Пассажир, находящийся в ней, роняет книгу. Чему равно ускорение книги относительно лифта, если он движется вверх? если движется вниз?

*Ответ:* Величина ускорения книги относительно лифта зависит не от направления движения лифта (направление скорости), а от направления ускорения лифта. Если ускорение лифта направлено вверх, то ускорение книги будет равно *g* + *a*. Если же ускорение лифта направлено вниз, то ускорение книги будет равно *g – а.*

291. К крышке цистерны, движущейся прямолинейно с постоянным ускорением, подвешен на нити груз. Изменится ли угол, составленный нитью с вертикалью, если заполнить цистерну водой? Плотность материала груза больше плотности воды.





*Ответ:* В системе отсчета «вагон» вместо ускорения силы тяжести, обусловленного притяжением Земли, имеется ускорение «тяжести», создаваемое совместно силой тяжести и силой инерции (рис. 313). Эта новая «тяжесть» отклоняет маятник от вертикали и определяет новое направление архимедовой силы. Поэтому приложенная к шарику маятника выталкивающая сила будет направлена вдоль нити и не изменит угол ее отклонения от вертикали.

292. Ученик ответил: планеты не падают на Солнце, так как центробежная сила инерции уравновешивает притяжение Солнца. Правилен ли этот ответ?

*Ответ:* Ответ верен, если в качестве системы отсчета берется планета.

293. При вращении колеса с лопастями центробежного водяного насоса в области оси вращения получается разрежение, в которое поступает вода. Чем оно вызывается?

*Ответ:* В системе отсчета «колесо» на частицы воды вдоль радиуса действуют центробежные силы инерции, под действием которых частицы удаляются от оси вращения, создавая в области оси разрежение.

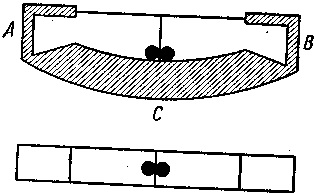


Рис. 53

294. Как поместить два мраморных шарика в выемки *А* и *В* (рис. 53), расположенные на противоположных концах закрытого узкого ящика?

*Ответ:* Надо привести ящик во вращение вокруг вертикальной оси, проходящей через точку *С.*

295. Объясните причину разрыва маховых колес, наступающего при чрезмерном возрастании скорости вращения.

*Ответ:* Вращающееся твердое тело всегда деформировано центробежной силой инерции тю2г. При увеличении угловой скорости деформация увеличивается. Когда деформация увеличится больше известного предела, происходит разрыв.

296. Для чего на ободы маховиков скоростных двигателей надевают специальные прочные бандажи?

*Ответ:* Чтобы предупредить разрыв маховика.

297. Два колеса разных диаметров должны вращаться с одинаковой угловой скоростью. Какое из них необходимо сделать более прочным?

*Ответ:* Колесо, имеющее больший диаметр.

298. Почему в практике машиностроения особое внимание обращают на уравновешивание и центрирование вращающихся тел (на то, чтобы центр тяжести ротора лежал на его оси вращения)?

*Ответ:* В системе отсчета «ротор» при плохом центрировании во время работы машины возникнут значительные центробежные силы инерции, которые приведут *к* аварии машины.

299. Помешав ложечкой в чашке чая, выньте ее: чаинки на дне, разбежавшиеся к краям, соберутся к середине. Почему?

**РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ**

7. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ

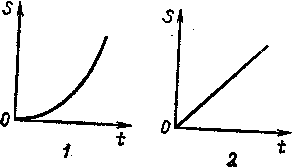
Равновесие тел при отсутствии вращения

300. Если на материальную точку действуют уравновешивающиеся силы, то какой из графиков пути (рис. 54) будет справедлив для этого случая?

*Ответ:* Второй, третий, четвертый.

301. Если на материальную точку действуют уравновешивающиеся силы, то какой из графиков скорости (рис. 55) справедлив для этого случая?

Рис. 54



***s***

*0*

***t***

***s***

*0*

***t***

***s***

*0*

***t***

***s***

*0*

***t***

***1***

***2***

***3***

***4***

*Ответ:* Второй.

Рис. 55

***v***

*0*

***t***

***v***

*0*

***t***

***v***

*0*

***t***

***v***

*0*

***t***

***1***

***2***

***3***

***4***

***v***

*0*

***t***

***5***

302. Как надо поставить подпорку для телеграфного столба, у которого телеграфная линия меняет свое направление? Как надо провести оттяжку, заменяющую подпорку?

*Ответ:* Подпорку надо поставить с внутренней стороны линии в вертикальной плоскости, проходящей через биссектрису угла, образованного проводами линии, а оттяжку – с внешней стороны линии.

303. Под каким углом должны действовать на одну и ту же точку две равные силы по 5 *н,* чтобы их равнодействующая также равнялась 5 *н*?

*Ответ:* 120°.

304. К кольцу приложены три равные силы, направленные по радиусам под углом 120° друг к другу. Как будет двигаться кольцо под действием этих сил?

*Ответ:* Кольцо будет находиться в равновесии (будет покоиться или двигаться равномерно и прямолинейно).

305. Может ли равнодействующая двух сил, равных 3 *н* и 5 *н,* равняться: 1 *н*? 3 *н*? 5 *н*? 7 *н*? 9 *н*?

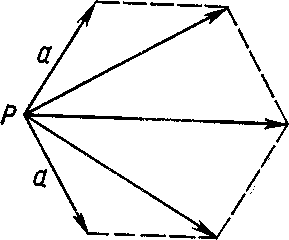


Рис. 56

*Ответ:* Первый и пятый случаи невозможны.

306. На материальную точку *Р* (рис. 56) действуют 5 сил, которые выражаются по величине и направлению двумя сторонами и тремя диагоналями правильного шестиугольника, сторона которого равна *а.* Определить величину и направление равнодействующей силы.

*Ответ:* Равнодействующая выражается отрезком длиной 6*а* и направлена по средней диагонали.

**307. Изобразите систему сил, действующих на парящий воздушный змей при горизонтальном ветре.**  
*Ответ:* См. рисунок 314.

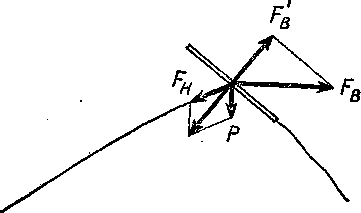


Рис. 314

Момент силы

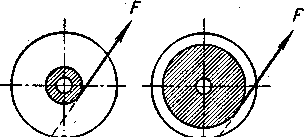
308. Почему согнутой в локте рукой можно поднять больший груз, чем вытянутой?

*Ответ:* Уменьшение плеча рычага дает возможность увеличить вес поднимаемого груза.

309. Почему у автомашин, велосипедов и т. п. тормоза лучше ставить на задние, а не на передние колеса?

*Ответ:* Чтобы не создавать опрокидывающего машину в вертикальной плоскости и поворачивающего ее в горизонтальной плоскости моментов сил, которые могут возникнуть при торможении передних колес.

Рис. 57



310. Как будут двигаться катушки, изображенные на рисунке 57, под действием малой силы *F* (примерно 0,5 *н*)?

*Ответ:* Продолжив прямую действия силы, можно убедиться, что на катушки действуют, противоположно направленные моменты сил. Одна катушка будет вращаться по часовой стрелке и покатится вправо, вторая катушка будет вращаться против часовой стрелки и покатится влево.

311. Как легче сдвинуть о места железнодорожный вагон: прилагая силу к корпусу вагона или к верхней части обода колеса?

*Ответ:* Во втором случае потребуется вдвое меньшая сила, так как мгновенная ось вращения колеса проходит через точку касания его с рельсом.

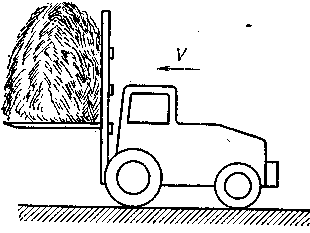


Рис. 58

312. Почему нельзя, работатьтракторным стогометателем (рис. 58) при сильном ветре?

*Ответ:* Ветер создает дополнительный вращающий момент, тем самым уменьшает устойчивость стогометателя.

313. Если быстро движущийся автомобиль резко затормозить, то его передок опускается. Почему?

*Ответ:* При торможении автомобиля на задние колеса со стороны земли действует сила трения *F* (рис. 315). Чтобы рассмотреть влияние этой силы на движение центра тяжести автомобиля, приложим к центру тяжести силы *F*1и *F*2, равные по величине силе *F* и направленные параллельно ей (от приложения двух равных и противоположных сил движение не изменится). Три силы *F*1, *F*2 и *F* можно рассматривать как тормозящую силу *F*1 и пару сил *F* и *F*2. Пара сил вызывает вращение в направлении, указанном стрелкой. Легко показать, что результат будет такой же, если тормоза действуют на передние колеса.

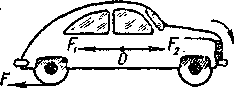


Рис. 315

314. При торможении вагона троллейбуса, поезда метро и т. п. наблюдается следующее явление: пассажиры сначала наклоняются вперед, а затем после остановки вагона резко (толчком) отклоняются назад. Как объяснить указанное явление?

*Ответ:* Во время торможения ось вагона (колесная пара) движется с меньшей скоростью, чем коробка вагона. Вследствие инерции коробка вагона обгоняет ось

и несколько опускается вниз (особенно в передней части), деформируя рессоры (при этом в большей степени деформируется передняя рессора).В момент остановки рессоры возвращаются в свое нормальное положение, отбрасывая коробку вагона и находящихся в нем пассажиров несколько вверх и назад.

Правило моментов

315. Угловая скорость меняется только в том случае, если действующие на тело моменты сил не уравновешиваются. Укажите, какие моменты сил действуют в следующих случаях:

а) Колесо вагона во время ускорения поезда увеличивает свою скорость.

б) Шарик замедленно катится по горизонтальной плоскости.

316. Длинный стержень легче удерживать в горизонтальном положении за середину, чем за конец. Почему?

*Ответ:* Если стержень *ВС* (рис. 316) удерживать за середину О, то необходимо прилагать силу, равную силе тяжести стержня *Р*. Если же стержень удерживать за конец в горизонтальном положении силами *F*1 и *F*2, то необходимо уравновесить момент, создаваемый силой тяжести стержня. Так как плечо *АВ* удерживающей силы *F*1меньше половины длины стержня, то удерживающая сила должна быть больше силы тяжести стержня *Р.*

Рис. 317

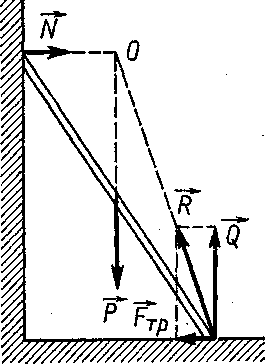


Рис. 316

*С*

*О*

*Р*

*А*

*В*

*F*2

*F*1

317. Тяжелая однородная лестница стоит на шероховатом полу и опирается на гладкую стену. Покажите, как направлены силы, удерживающие лестницу в покое.

*Ответ:* См. рисунок 317.

318. Почему конькобежцы, разгоняясь, размахивают руками?

*Ответ:* Резкие движения ног конькобежца вызывают появление моментов сил, стремящихся повернуть его корпус вокруг вертикальной оси. Поэтому конькобежец в такт движению ног размахивает руками так, чтобы движением рук создать моменты сил, противодействующих моментам сил, обусловленных движением ног, и компенсирующие их.

Разложение сил

**319. Можно ли силу *F* разложить на две силы так, чтобы одна составляющая была равна тоже *F* ?**

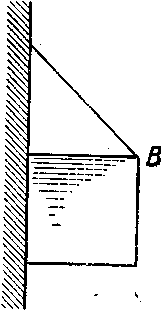


Рис. 59

320. Мальчик, двигаясь равномерно, тянет за веревку салазки. Какая сила уравновешивает силу трения салазок о снег?

*Ответ:* Проекция силы, приложенной к веревке, на направление движения.

321. Может ли держаться ящик, висящий на веревке у вертикальной стены, так, как показано на рисунке 59, при отсутствии сил трения?

*Ответ:* Нет, так как нет силы, которая уравновесила бы момент силы тяжести относительно ребра *В.*

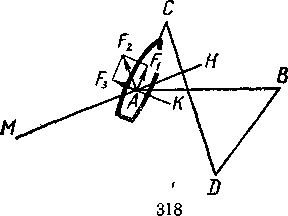


Рис.

322. Парусная яхта должна переместиться из точки *А* в точку *В,* хотя ветер дует в направлении от *В* к *А.* Как должна двигаться яхта?

*Ответ:* Яхта (рис. 318) должна двигаться по зигзагу *АСDВ*; *МН* – плоскость паруса, *f*2 – сила давления ветра на парус. Разложим ее на составляющие, направленные вдоль киля (*F*1)и перпендикулярно ему (*F*3). Составляющая *F*1 движет яхту, a *F*3 уравновешивается силой сопротивления воды.

Разложение сил на наклонной плоскости

323. Почему машинисты избегают остановки поездов на подъеме?

324. В каком случае бочка, вкатываемая по наклонным брусьям, будет производить на них большее давление при одной и той же высоте: когда они более длинные или более короткие?

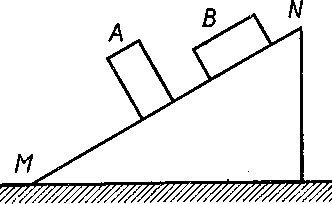


Рис. 60

*Ответ:* При более длинных брусьях.

325. Брусок в положении *В* скользит по наклонной плоскости *MN* (рис. 60), преодолевая трение. Будет ли скользить брусок и в положении *А* (если он при этом положении не опрокидывается)?

*Ответ:* Будет, так как величина силы трения бруска о плоскость не зависит от площади соприкасающихся поверхностей.

326. До какого предела может увеличиваться ускорение движения тела по наклонной плоскости по мере увеличения ее наклона?

*Ответ:* Если нет трения, то до величины ускорения свободного падения.

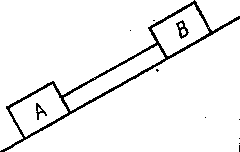


Рис. 61

327. На наклонной плоскости лежат два груза *А* и *В,* соединенные тонким стержнем (рис. 61). Коэффициенты трения между грузами и плоскостью различны. В каком случае стержень будет сжат, в каком растянут?

*Ответ:* В отсутствие стержня ускорение каждого из грузов определяется только углом наклона плоскости к горизонту и величиной коэффициента трения. Если ускорение груза *А* больше, чем *В,* т. е. если **A < **В , то стержень замедляет движение груза *А* и ускоряет движение *В.* В этом случае стержень растянут. Если **A > **В *,* то стержень будет замедлять движение груза *В* и ускорять груз *А;* следовательно, стержень будет сжат.

328. Маленькая тележка с подвешенным на нити шариком (рис.62) подъезжает со скоростью и0 к наклонной плоскости. В какую сторону от вертикали отклонится нить, удерживающая шарик, когда тележка начнет въезжать на наклонную плоскость?

Рис. 62



*Ответ:* При въезде на наклонную плоскость тележка приобретает ускорение *а,* направленное в сторону, противоположную ее движению. Точка, подвеса, двигаясь равнозамедленно, отстает от шарика. Шарик будет выходить вперед по отношению к точке подвеса до тех пор, пока равнодействующая силы натяжения нити и силы тяжести не будет достаточна для создания у шарика такого же ускорения *а,* которым обладает тележка. Поэтому шарик отклонится вперед, и нить будет висеть перпендикулярно к наклонной плоскости.

329. Человек, чтобы не поскользнуться на обледеневшей горке, сбегает с нее. Почему это целесообразно?

Разложение сил наклине

330. Почему для распиливания твердого металла используют ножовки с мелкими зубьями, а при распиливании мягкого – с большими?

331. Зачем на передней части резца токарного станка делают небольшое углубление?

332. Для чего сабле придают изогнутую форму, выпуклую со стороны лезвия?

*Ответ:* Свойства стали (прочность) не позволяют затачивать ее под углом, меньшим предельного для данного режущего инструмента*.* Иначе сталь будет крошиться. Вследствие изогнутой формы сабли при заданном угле клина удается уменьшать режущий угол за счет увеличения щеки клина.

Рис. 319

333. Почему продукты легче резать не просто надавливая на нож, а надавливая и двигая нож взад-вперед?

*Ответ:* При движении ножа его «режущим сечением» является не сечение, перпендикулярное режущей кромке, как в том случае, когда мы просто надавливаем

на нож, а сечение, составляющее с линией острия некоторый угол, тем меньший,

чем больше скорость ножа.

334. Рассмотрите винт авторучки, на которую навертывается колпачок, закрывающий перо. Сколько заходов имеет этот винт?

*Ответ:* Винт делается многозаходным для того, чтобы, не снижая его прочности, увеличить шаг (для быстрого поступательного перемещения гайки).

335. Для чего в копировальных прессах к рычагу, которым поворачивается винт, приделываются массивные наконечники (рис. 63)?

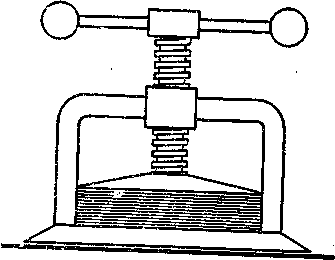


Рис. 63

*Ответ:* Наконечники, которым сообщается по возможности большая скорость, вращаясь по инерции, увеличивают силу нажима пресса.

336. При каком условии винт может служить для крепления деталей?

*Ответ:* Крепежными винтами могут быть такие винты, для которых выполняется неравенство 2 *r >> h,* где *r –* радиус винта, *h –* шаг винта.

Разложение сил на тросе

337. Груз подведен на резиновой трубке, концы которой держат в руках. Одинаково ли будет растягиваться трубка, если сближать или раздвигать руки?

*Ответ:* При раздвинутых руках растяжение трубки больше.

338. Чему равно натяжение веревок гамака под действием веса вашего тела, если они образуют между собой угол в 120°?

*Ответ:* Натяжение равно весу тела.

339. В системе блоков (рис. 64) грузы *Р*1 и *Р*2находятся в равновесии, когда нити параллельны. Что произойдет, если крепление нити передвинуть из точки *А* в точку *В?* Весом блока пренебречь.

*Ответ:* Груз *Р*1 будет опускаться.

340. На бревно (рис. 65) накинута веревочная петля. Конец веревки *АВ* натягивается силой *F.* В каких местах веревка сильнее натянута: в частях петли или на участке *АВ*?

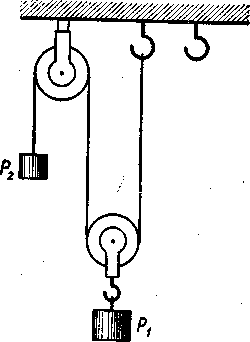
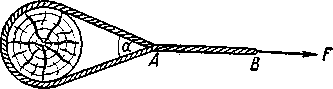


Рис. 64

***А***

***В***

Рис. 65



*Ответ:* Если угол а меньше 120°, то натяжение на участке *АВ* больше, чем в петле; если угол а больше 120°, то натяжение больше в петле.

341. Для чего во время штормовой погоды к средней части троса, соединяющего буксир и баржу, прикрепляют тяжелый груз?

*Ответ:* Чтобы избежать чрезмерного натяжения троса (рис. 319).

342. Можно ли натянуть веревку горизонтально так, чтобы она не провисала?

*Ответ:* Нельзя. Силы тяжести и натяжения веревки перпендикулярны друг другу и не могут уравновеситься.

**343. Чтобы вытащить увязший автомобиль, используют следующий прием. Длинную прочную веревку крепко привязывают к дереву или пню близ дороги и к автомобилю так, чтобы веревка была** **туго натянута. Затем тянут за середину веревки под прямым углом** **к ее направлению. На чем основан описанный прием?**  
*Ответ:* На огромном выигрыше в силе на тросе при большом угле между составляющими силами (см. задачу 337).

Рис. 319

Сложение параллельных сил. Пара сил

344. Сила *F* разложена на две, равные *F* / 2*.* Найти угол между ними.

*Ответ:* Нуль.

345. Для растяжения пружины на длину *l* требуется сила в 1 *н.* Какая сила потребуется для растяжения на длину *l* двух таких же пружин, соединенных параллельно? последовательно?

*Ответ:* 2 *н*, 1 *н*.

346. Две параллельные силы действуют на тело в точках *А* и *В.* Изменится ли величина и точка приложения равнодействующей, если, не меняя величин и точек приложения этих сил, изменить направление их действия на угол **?

*Ответ:* Не изменится.

Рис. 66

***А***

***В***

347. Стержень *АВ* (рис. 66) лежит неподвижно на двух вращающихся в противоположные стороны катках. Что произойдет, если немного сдвинуть стержень в сторону?

*Ответ:* Если стержень сдвинуть, то сила давления стержня на катки и трение между стержнем и катками будут различны. Стержень будет перемещаться до тех пор, пока центр тяжести его не окажется посредине отрезка *АВ.*

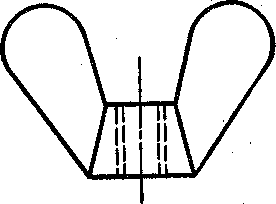


Рис. 67

348. Для чего гайку-барашку снабжают лопастями (рис. 67)?

*Ответ:* Для увеличения момента силы путем увеличения плеча силы, а также уменьшения давления детали на пальцы рук.

349. Что произойдет, если, сидя в лодке, двигать веслами в противоположные стороны?

*Ответ:* Лодка начнет поворачиваться под действием пары сил.

Устойчивость равновесия тел под действием силы тяжести. Точка и ось опоры

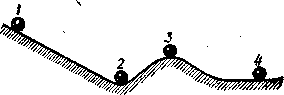


Рис. 68

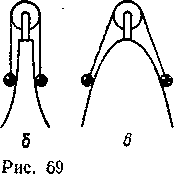
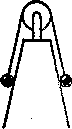
350. Укажите виды равновесия шара (рис. 68) в положениях 1 – 4.

*Ответ:* 1) Равновесие отсутствует; 2) устойчивое; 3) неустойчивое; 4) безразличное равновесие.

351. В каком равновесии находится канатоходец?

*Ответ:* В неустойчивом.

352. В каком из случаев, изображенных на рисунке 69, система из двух шариков, соединенных шнурком, перекинутым через блок, находится в устойчивом равновесии?



*а*

*Ответ:* В случае «*б*».

353. Как объяснить устойчивость карандаша в установке, изображенной на рисунке 70?

*Ответ:* Центр тяжести системы находится на одной вертикали с точкой опоры и располагается ниже ее.

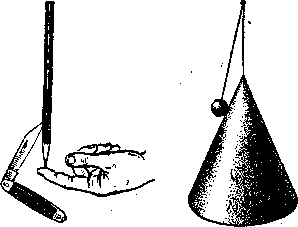


Рис. 70

354. Почему не опрокидывается вагон однорельсовой подвесной железной дороги?

*Ответ:* Центр тяжести вагона находится ниже линии подвеса.

355. С какой целью цирковые артисты при хождении по канату держат в руках тяжелые шесты?

*Ответ:* Центр тяжести системы человек – шест при равновесии находится примерно у середины шеста над канатом. При движении человека по канату смещением шеста сохраняется это положение центра тяжести системы (шест смещается влево, если человек наклонится вправо).

356. Стержень из проволоки подавшей на нити за середину. Останется ли он в равновесии, если один конец его согнуть вдвое?

*Ответ:* Нет. Со стороны согнутой половины стержня действует вдвое меньший момент силы, так как центр тяжести этой половины переместился вдвое ближе к оси вращения.

357. На веревочной петле в горизонтальном положении висит палка. Один конец палкизначительно толще другого. Разрежем палку в том месте, где была петля. Одинаков ли вес получившихся частей палки?

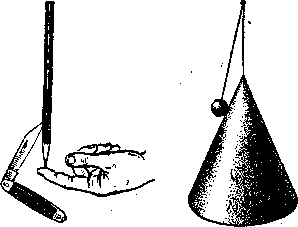


Рис. 71

*Ответ:* Толстый конец палки весит больше.

358. Шар (рис. 71) привязан к нити (конец нити прикреплен к вертикальному стержню) и касается прямого конуса. Какой вид равновесия имеет место в этом случае?

*Ответ:* Равновесие безразличное, так как центр тяжести шара может перемещаться лишь в горизонтальной плоскости.

359. На поверхности шара лежит в горизонтальном положении линейка. Толщина линейки меньше радиуса шара. Какой вид равновесия имеет место?

***С***

Рис. 320



***А***

***В***

***В*1**

***С*1**

***О*1**

***О***

*Ответ:* При наклоне линейки ее центр тяжести поднимается (рис. 320). Значит, равновесие устойчивое.

360. На горизонтальной плоскости лежат в положении безразличного равновесия тяжелый однородный шар и однородный цилиндр, ось которого параллельна плоскости. Какаяразница в положениях равновесия этих тел?

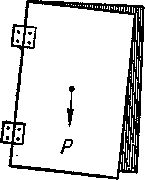
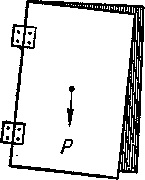
*Ответ:* Положение равновесия шара является безразличным для каких угодно перемещений шара по плоскости, а положение равновесия цилиндра является безразличным только для перемещения в направлении, перпендикулярном к его оси. Для перемещений цилиндра в других направлениях положение равновесия его является устойчивым.

361. В каких видах равновесия может быть шар на горизонтальной плоскости, если одна половина шара деревянная, а другая – свинцовая?

*Ответ:* В устойчивом и неустойчивом.

362. Невысокий деревянный цилиндр обточен на одном конце в форме полушара. Определите положение центра тяжести этого тела, если оно, опираясь любой точкой закругленного конца на горизонтальную плоскость, остается в покое.

*Ответ:* Центр тяжести находится в центре шаровой поверхности полушара.



*а*

*б*

Рис. 72

363. Дверь, прибитая на петлях косо (рис. 72), либо сама открывается, либо сама закрывается. Когда какое явление наблюдается?

*Ответ:* а) Закрывается; б) открывается.

364. Почему полено цилиндрической формы с плотностью 600 *кг/м3* никогда не будет плавать стоя (вертикально), а только плашмя?

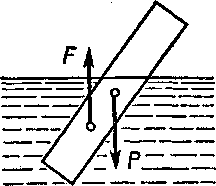


Рис. 321

*Ответ:* Когда полено с плотностью 600 кг/ж3 погрузится в воду немного больше, чем до половины, сила тяжести уравновесится выталкивающей силой. Но это будет неустойчивое равновесие. Сила тяжести приложена в середине полена, а выталкивающая сила – в центре вытесненного объема воды (рис. 321). Стоит полену чуть наклониться, как эти две силы образуют пару и выведут полено из состояния равновесия.

Равновесие тел на опорах

365. Правильная усеченная пирамида опирается на свое большое основание. Переместится ли центр тяжести относительно пирамиды, если ее поставить на меньшее основание?

*Ответ:* Центр тяжести пирамиды не изменит своего положения относительно самой пирамиды, но переместится относительно плоскости опоры.

366. Почему человек, несущий на спине тяжелый груз, наклоняется вперед?

*Ответ:* Чтобы расположить центр тяжести своего тела с грузом над площадью опоры.

367. Почему нельзя встать со стула, если не наклонить корпус вперед?

*Ответ:* Если не наклонить корпус вперед, то вертикаль, проведенная через центр тяжести человека, не пересечет площади опоры (ступней ног).

368. При установке стогометателей на колесные тракторы колеса должны быть расставлены на максимальную ширину колеи. Объясните физический смысл этого.

*Ответ:* Увеличивается площадь опоры, увеличивается устойчивость.

369. Две лампы одинакового веса и с одинаковой площадью основания изображены на рисунке 73. Какая из них более устойчива? Как изменяется устойчивость ламп при наполнении их керосином?

*Ответ:* Устойчивее та лампа, у которой центр тяжести расположен ниже, т. е. левая лампа.

370. Сидящий в лодке встал во весь рост. Как изменилась устойчивость лодки?

*Ответ:* Равновесие стало менее устойчивым, так как центр тяжести всей системы переместился вверх.

Рис. 73



371. Почему подъемный кран не опрокидывается в сторону поднимаемого груза? Почему без груза кран не опрокидывается в сторону противовеса?

*Ответ:* Вертикаль, проведенная через центр тяжести крана, всегда проходит через его площадь опоры.

372. Иногда в качестве примеров наклонных тел, стоящих в равновесии на горизонтальной плоскости, приводят «падающие башни». Почему эти примеры нельзя считать подходящими для данного случая?

*Ответ:* Эти башни составляют одно целое с фундаментами, зарытыми в землю. Поэтому условия их равновесия иные, чем для тел, опирающихся на горизонтальную плоскость.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

8. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

Закон сохранения импульса

373. Может ли человек, стоящий на идеально гладкой горизонтальной (ледяной) площадке, сдвинуться с места, не упираясь острыми предметами в лед?

*Ответ:* Может, отбрасывая от себя какие-либо предметы.

374. Герой книги Э. Распе барон Мюнхаузен рассказывает: «Схватив себя за косичку, я изо всех сил дернул вверх и без большого труда вытащил из болота и себя и своего коня, которого крепко сжал обеими ногами, как щипцами». Можно ли таким образом поднять себя?

*Ответ:* Согласно закону сохранения импульса внутренние силы системы не могут привести в движение ее центр тяжести.

375. В книге А. Некрасова «Приключения капитана Врунгеля» описан следующий способ передвижения лодки: колесо приводят во вращение белки, несущиеся «как бешеные одна за одной по ступенькам внутри колеса» (беличьего колеса). Будет ли двигаться лодка с подобным двигателем?

*Ответ:* Будет.

376. Может ли висящая на паутине гусеница повернуться к наблюдателю другим боком?

377. На тележке *С* (рис. 74) расположены соединенные нерастяжимой нитью тележки *А* и *В.* Пренебрегая сопротивлением, трением, моментом инерции блока и колесиков, массой нити, решите: а) Как будут двигаться тележки, если в начальный момент они покоились? б) Как должна быть приложена сила *F* к тележке *С*, чтобы тело *А* было неподвижно относительно тележки *С*?

*Ответ:* а) На тележку *А* действуют сила тяжести и сила упругости нити. Тело *А* будет равноускоренно опускаться. На тележку *В* действует сила тяжести, уравновешиваемая силами реакции, и сила упругости нити. Тело *В* будет равноускоренно двигаться вправо относительно тела С. Так как система вначале покоилась, то суммарный импульс ее равен нулю. Тело *В* получило импульс; следовательно, равный и противоположно направленный импульс должна получить тележка *С.* Итак, тело *С* будет равноускоренно двигаться влево относительно земли.

б) Чтобы тело *А* (значит, и тело *В)* было неподвижно относительно тележки *С,* необходимо, чтобы тело *С* двигалось с тем же ускорением, что и тело *В.* Для этого на тележку *С* должна действовать направленная вправо соответствующая сила.

Рис. 74

*А*

*В*

*С*

378. Небольшая лодка притягивается канатом к большому теплоходу. Почему теплоход не движется по направлению к лодке?

379. Чтобы сойти на берег, лодочник направился от кормы лодки к ее носовой части. Почему при этом лодка отошла от берега?

*Ответ:* Если пренебречь трением лодки о воду, то из закона сохранения импульса вытекает: приближение человека к берегу вызывает удаление лодки от берега.

380. Для чего рулевой во время движения лодки наклоняет тело в такт гребцам?

381. На весах *АВ* уравновешены два подвешенные друг к другу ведерка (рис. 75). В верхнем находится вода и в донышке имеется отверстие *С*,закрытое пробкой. Импульс системы равен нулю. Если открыть пробку, равновесие нарушается – импульс системы изменяется. Выходит, что закон сохранения импульса нарушается. В чем ошибка рассуждений?

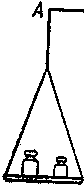
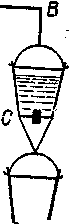


Рис. 75

*Ответ:* Закон сохранения импульса не нарушается. Равный и противоположно направленный импульс приобретает земной шар.

Реактивное движение. Сила и импульс

382. Надуйте детский резиновый шар, не завязывая отверстие, выпустите из рук. Что произойдет при этом? Почему?

383. Ракета движется по инерции в космическом пространстве. На ее сопло надели изогнутую трубу выходным отверстием в сторону движения и включили двигатели. Изменилась ли скорость ракеты?

*Ответ:* Таким способом можно остановить ракету и даже заставить ее лететь в обратном направлении.

384. Будет ли вращаться сегнерово колесо в сильно разреженном воздухе под колоколом воздушного насоса (практически в безвоздушном пространстве)?

*Ответ:* Отсутствие воздуха приведет к увеличению скорости вращения колеса.

385. Можно ли двигать парусную лодку, направляя на паруса поток воздуха из мощного вентилятора, находящегося на лодке? Что случится, если дуть мимо паруса?

*Ответ:* Когда струя воздуха попадает на парус, лодка остается на месте. Если дуть мимо паруса, лодка будет двигаться.

386. Почему пуля, вылетевшая из ружья, не разбивает оконное стекло на осколки, а образует в нем круглое отверстие?

*Ответ:* Время столкновения пули со стеклом очень мало. За это время деформация, вызываемая давлением пули, не успевает распространиться на большие рас-

стояния. Поэтому импульс, теряемый пулей, передается небольшому участку стекла, и пуля пробивает в нем круглое отверстие.

387. Почему человек может бежать по очень тонкому льду и не может стоять на нем, не проваливаясь?

*Ответ:* См. ответ на задачу 386.

9. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА И МОЩНОСТЬ

Механическая работа

388. Когда сила, действующая на тело, не производит работы при перемещении тела?

*Ответ:* Когда сила перпендикулярна перемещению.

389. Перемещая груз с помощью неподвижного блока, человек выполняет работу, хотя иногда прилагает силу перпендикулярно направлению движения груза. Объясните кажущееся противоречие.

*Ответ:* Блок меняет направление силы так, что она действует на груз в направлении его движения.

390. Боек пневматического молота свободно падает с некоторой высоты. Равные ли величины работы совершает сила тяжести за равные промежутки времени?

*Ответ:* Величины работы пропорциональны пройденным путям, поэтому работы за равные промежутки времени различны.

391. Одинаковую ли работу совершает человек, поднимаясь по вертикальному канату, который в одном случае привязан к потолочной балке, а в другом – перекинут через блоки на конце его привязан груз, равный весу человека?

*Ответ:* Во втором случае человек совершит в два раза большую работу. Задачу можно решить двумя способами. 1) В системе отсчета, связанной с землей, на определенную высоту *Н* человек поднимает удвоенный груз 2*Р*. 2) В системе отсчета, связанной с канатом, человек перемещает груз *Р* на пути 2*Н*.

392. Изменится ли величина работы, совершаемой двигателем эскалатора, если пассажир, стоящий на движущейся вверх лестнице эскалатора, будет подниматься по ней с постоянной скоростью?

*Ответ:* Среднее давление человека на лестницу остается неизменным. Однако путь, пройденный эскалатором за время подъема человека, будет меньше, чем в том случае, когда человек на лестнице неподвижен. Поэтому величина работы, совершенной двигателем эскалатора на подъем движущегося человека, будет меньше, чем на подъем неподвижного (остальную часть работы совершает человек).

393. Для подъема судов на более высокий уровень насосы перекачивают воду из нижней ступени канала в камеру шлюза. Одинаковую ли работу совершают насосы, когда в камере находится большой теплоход или маленькая лодка?

*Ответ:* Работа насосов одинакова.

Мощность

394. Если автомобиль въезжает на гору при неизменной мощности двигателя, то он уменьшает скорость движения. Почему?

*Ответ:* При постоянной мощности двигателя увеличить силу тяги можно, уменьшив скорость движения автомобиля.

395. На скоростных автомобилях ставят двигатели значительно большей мощности, чем на обычных. Почему?

*Ответ:* При больших скоростях значительно возрастает сопротивление воздуха.

396. Чем объяснить различие в мощности трактора на крюке (7,7 *квт*) и при работе в стационарных условиях (10,3 *квт*)?

*Ответ:* Часть энергии расходуется на движение самого трактора.

10. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Потенциальная энергия

397. Канал Волга – Дон в верхней части на 44 *м* выше уровня Дона и на 88 *м* выше уровня Волги. Придется ли двигателю теплохода, переходящего из Волги в Дон, совершать работу по подъему судна?

*Ответ:* Работа по подъему судов совершается за счет потенциальной энергии воды, поднятой в водохранилище с помощью насосов.

398. Тело *Р* находится в безвоздушном пространстве на высоте *Н* над каким-то уровнем; в другом случае это же тело находится на такой же высоте над тем же уровнем, но в вязкой среде, например в смоле. Будет ли одинакова потенциальная энергия тела в обоих случаях?

*Ответ:* Да.

399. Почему после встряхивания неполного ведра с картофелем наиболее крупные плоды оказываются наверху?

*Ответ:* Наиболее устойчивому положению равновесия системы соответствует минимум потенциальной энергии. Центр тяжести ведра с картофелем будет занимать наинизшее положение, если картофель уляжется наиболее плотно в нижней части ведра. При встряхивании ведра и происходит перемешивание, плодов так, что мелкий картофель оказывается внизу, а крупный наверху.

Кинетическая энергия

400. Когда расходуется меньше энергии: при запуске искусственного спутника Земли вдоль меридиана или вдоль экватора в сторону вращения Земли?

*Ответ:* При запуске вдоль экватора в сторону вращения Земли. В этом случае скорость суточного вращения Земли складывается со скоростью, сообщенной спутнику двигателем ракеты.

401. Почему для запуска спутника с большей массой на заданную орбиту требуется израсходовать больше энергии, чем для спутника с меньшей массой?

*Ответ:* На одной и той же орбите кинетическая и потенциальная энергия у тяжелого спутника больше, чем у легкого.

402. Почему легковым автомобилям разрешается ездить по городу с большей скоростью, чем грузовым?

*Ответ:* В случае необходимости легковую машину можно быстрее остановить, чем грузовую, имеющую значительно большую массу.

403. Человек толкнул вагонетку. Вагонетка пришла в движение по горизонтальному пути. Совершил ли человек работу?

*Ответ:* Да. За счет этой работы вагонетке сообщена кинетическая энергия.

404. В космическом пространстве далеко от звезд находится ракета, а) Совершается ли механическая работа, если двигатель ракеты включен, а трение отсутствует? б) В какиедругие виды превращается энергия сгорающего в двигателе топлива?

*Ответ:* а) Да, за счет этой работы изменяется кинетическая энергия ракеты; б) определенная часть энергии топлива превращается в кинетическую энергию движущейся ракеты и отлетающих от нее продуктов горения.

405. Если хотят сильнее нажать топором, его берут за обух, а если хотят сильнее ударить, берут за конец топорища. Почему?

*Ответ:* При нажиме на обух усилие руки передается лезвию топора целиком, а при нажиме на рукоятку – частично. Когда топор держат за топорище, то при размахе ему сообщается большая скорость, следовательно, и большая кинетическая энергия. В этом случае удар получается сильнее.

Взаимные превращения

потенциальной и кинетической энергии

**406. За счет какой энергии образовалась кинетическая энергия движущихся чашек весов установки, описанной в задаче 107?**  
*Ответ:* За счет потенциальной энергии системы тело – сосуд с жидкостью. При погружении тела *Р* в воду потенциальная энергия системы уменьшается.

407. Два одинаковых тела *М* и *N* движутся; одно скользит без трения вниз по наклонной плоскости, другое одновременно с первым свободно падает вдоль катета наклонной плоскости. Определите:

а) движутся ли тела относительно друг друга;

б) с одинаковой ли конечной скоростью закончат они движение.

*Ответ:* а) Тело *М* движется относительно тела *N,* так как с течением времени меняется расстояние между ними;

б) тела закончат движение с одинаковыми скоростями, так как потенциальная

энергия переходит в кинетическую и имеет место равенство: *mgH = *.

408. Тяжелое тело соскальзывает без трения с трехгранной прямоугольной призмы. Призма лежит на горизонтальной плоскости и может перемещаться по ней без трения. В первом случае призма закреплена неподвижно, во втором — свободно. Будет ли скорость тела, в конце соскальзывания с призмы одинакова в обоих случаях, если оно оба раза соскальзывает с одной и той же высоты?

*Ответ:* Во втором случае скорость тела будет меньше, так как запас потенциальной энергии, которым обладает тело, находясь на высоте *h,* расходуется в первом случае только на сообщение кинетической энергии телу, во втором случае – на сообщение кинетической энергии телу и призме одновременно.

409. Одинаковую ли скорость получит центр шара у основания наклонной плоскости, если один раз он соскальзывает (без трения), а другой раз скатывается с нее? Сопротивление воздуха не учитывать.

*Ответ:* Скорость поступательного движения при скатывании меньше, так как часть потенциальной энергии поднятого на наклонную плоскость шара превращается в кинетическую энергию его вращения.

**410. На втором этаже потенциальная энергия вязанки дров больше, чем на первом. Будет ли получена от сжигания этих дров на втором этаже большая энергия по сравнению с той, которая была бы получена при их сжигании на первом этаже?**  
*Ответ:* При сжигании дров на втором этаже будет получена та же энергия, что и при сжигании их на первом этаже. Потенциальная энергия вязанки дров, поднятой на второй этаж, превратится в потенциальную энергию продуктов сгорания.

Закон сохранения энергии для тел, на которые действуют силы упругости

411. Как изменяется энергия тела при упругих деформациях?

*Ответ:* При деформации энергия тела увеличивается.

**412. Цирковой гимнаст стоит на конце гибкой доски, положенной на опору. Второй гимнаст прыгает на другой, поднятый конец доски. Почему прыжок второго гимнаста позволяет первому высоко прыгнуть?**  
*Ответ:* Потенциальная энергия второго гимнаста переходит в энергию деформированной упругой доски, а затем передается первому гимнасту.

**413. Как бросить мяч на пол, чтобы он подпрыгнул выше уровня, с которого брошен? Удар считать упругим.***Ответ:* Надо сообщить мячу некоторую первоначальную скорость в любом направлении, кроме горизонтального.

414. Камень и теннисный мяч ударяют палкой. Почему мяч при прочих равных условиях летит дальше камня?

*Ответ:* Удар палки о мяч можно считать упругим. При ударе о камень часть энергии движущейся палки расходуется на работу деформации самой палки в месте соприкосновения ее с камнем (удар неупругий). Поэтому камень получает меньшую скорость, чем мячик.

415. Напишите физическое уравнение, содержанием которого является следующее положение: «Чем больше масса тела, тем большая должна быть тормозящая сила упругости, чтобы остановить тело на данном отрезке пути».

*Ответ:* ** = *F*ynp *s*.

416. Для чего рыболовы употребляют удилища с тонкими упругими концами, а иногда привязывают леску к удилищу при помощи резинки?

*Ответ:* Чтобы уменьшить силу рывка при подсечке пойманной рыбы.

417. Почему трудно прыгнуть на берег с лодки, а такой же прыжок с теплохода легко осуществить?

*Ответ:* Большая масса теплохода по сравнению с массой человека приводит к тому, что теплоход получает ничтожную долю энергии толчка, а почти вся энергия приходится на долю человека. Поэтому человек приобретает большую скорость и может прыгнуть на берег. По этой же причине в случае прыжка с лодки человек получает малую скорость и не достигает берега.

Механическая энергия и сила трения

418. Тело массой *т,* находящееся на вершине горы высотой *h*, соскальзывает вниз по наклону горы и, пройдя некоторый путь, останавливается. Какую работу нужно совершить, чтобы втащить его обратно на гору по тому же пути?

*Ответ:* Чтобы втащить тело обратно по тому же пути на гору, нужно, во-первых, сообщить ему запас потенциальной энергии, равный *mgh,* и, во-вторых, совершить работу против силы трения, которая тоже равняется *mgh.* Следовательно, всего необходимо совершить работу, равную *2mgh.*

419. Напишите физическое уравнение, содержанием которого является следующее положение: «Чтобы уменьшить путь торможения движущегося тела, надо увеличить приложенную к нему силу трения».

*Ответ:* ** = *F*тр *s*.

420. Почему автомашина, шедшая с большой скоростью, может пройти довольно значительное расстояние с выключенным мотором?

*Ответ:* См. ответ к задаче 419. Чем больше скорость, тем больше кинетическая энергия тела, тем больше и путь торможения его.

421. Рабочий, затачивая резец, сильно нажимает резцом на точильный камень, а) Как при этом изменяется скорость вращения камня? б) Для чего рабочий часто отрывает затачиваемый резец от камня?

*Ответ:* а) Уменьшается; б) для восстановления скорости вращения камня, а также для охлаждения резца, если нет специального охлаждения.

II. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ

Архимедова сила

422. На чашках равноплечих весов стоят два одинаковых стакана, до края наполненные водой. В одном стакане плавает деревянный брусок. В каком положении находятся весы?

*Ответ:* В равновесии.

423. К концам равноплечего рычага подвешены две одинаковые гири. Что произойдет, если одну гирю поместить в воду, а другую – в керосин?

*Ответ:* Равновесие нарушится.

424. На коромысле равноплечих весов уравновешены латунный и стеклянный шары. Нарушится ли равновесие, если прибор поместить в безвоздушное пространство (в углекислый газ, в воду)?

*Ответ:* В пустоте опустится стеклянный шар, в газе и воде – латунный.

425. При взвешивании какого материала (даже при самой большой точности) нет надобности принимать в расчет выталкивающую силу воздуха?

*Ответ:* При взвешивании материала, плотность которого равна плотности разновеса (гирь).

*a*



*б*

Рис. 76

426. Кювета с водой стоит на бруске. Почему не нарушается равновесие кюветы, если гиря плавает на поверхности воды в коробке (рис. 76, а)? Почему равновесие кюветы не нарушается, если даже давить пальцем на коробку, погружая ее глубже в воду? Почему равновесие нарушится, если гирю вынуть из коробки и поставить на дно кюветы (рис. 76, б)?

*Ответ:* Коробка с гирей весит столько же, сколько и вытесненная ею вода. Поэтому перемещение плавающей коробки с гирей не нарушает равновесия кюветы.

427. Два рычага находятся в равновесии. На первом уравновешены два разных груза из одного материала, а на втором – два разных по массе, но одинаковых по объему груза. Нарушится ли равновесие рычагов, если грузы поместить в воду?

*Ответ:* При опускании грузов первого рычага в воду моменты архимедовой силы, действующие на рычаг слева и справа, одинаковы, поэтому равновесие не нарушится. На втором рычаге моменты архимедовой силы будут различны, равновесие нарушится – перетянет более тяжелый груз.

Столкновение тел

428.Резиновые баллоны автомашины (а также рессоры, вагонные буфера и т. п.) ослабляют толчки и удары. Почему?

*Ответ:* Энергия толчка частично расходуется на совершение работы по деформации баллона (рессор и т. п.). Чем «мягче» баллон, тем путь действия силы толчка больше. Следовательно, меньше будет сила толчка, действующая на автомобиль.

429. Положите на стекло две игральные шашки. Толкните одну из них так, чтобы она ударила другую. Почему при этом первая шашка иногда останавливается, а вторая приобретает скорость?

*Ответ:* При центральном ударе происходит передача импульса от одной шашки к другой.

430. Когда покоящийся шар приобретает большую скорость от другого такого же шара: при упругом или неупругом центральном ударе?

*Ответ:* Большую скорость шар приобретает при упругом ударе.

431. В книге Э. Распе «Приключения барона Мюнхаузена» есть такое место: «Обе пушки грянули в один и тот же миг. Случилось то, чего я ожидал: в намеченной мною точке два ядра – наше и неприятельское – столкнулись с ужасающей силой, и неприятельское ядро полетело назад к испанцам... Наше ядро тоже не доставило им удовольствия...» Возможно ли описанное здесь явление?

*Ответ:* Описанный случай возможен, если ядро, которым выстрелил барон, имело значительно большую массу, чем неприятельское.

Движение жидкости по трубам

432. Почему, спускаясь на лодке по реке, плывут посредине реки, а поднимаясь, стараются держаться берега?

*Ответ:* Скорость течения реки посредине больше, чем у берегов.

433. Почему в устьях рек образуются мели и островки?

*Ответ:* Скорость течения в устье реки замедляется, и взвешенные в воде частицы грунта отлагаются на дне.

434. Если открытый водопроводный кран зажать пальцем так, чтобы оставалось только маленькое отверстие, то вода из отверстия вырывается с большей скоростью, чем при полностью открытом кране. Почему?

*Ответ:* В водопроводной магистрали вода находится под давлением в несколько атмосфер. При течении воды по трубе это давление вследствие вязкости воды постепенно падает почти до атмосферного. Если зажать кран пальцем, течение воды в трубе почти прекращается, вода у оставшегося отверстия оказывается под давлением в несколько атмосфер. Поэтому струйка воды, выбрасываемая давлением, приобретает большую скорость.

435. Для чего брандспойт делают сужающимся на конце?

*Ответ:* В сужении брандспойта скорость потока воды возрастает, а чем больше начальная скорость вылета частиц воды, тем больше дальность их полета.

436. Почему струя жидкости, вытекая из дна сосуда, сужается книзу?

*Ответ:* Струя неразрывна.  = *const*; *Sv* = *const*. Так как по мере падения скорость частиц возрастает, то площадь поперечного сечения струи уменьшается.

437. Ложе канала (реки) на прямых участках постоянного сечения представляет собой наклонную плоскость, по которой стекает вода. Почему же вода в канале (реке) на этих участках движется без ускорения?

*Ответ:* Сила тяжести совершает работу на преодоление силы внутреннего трения. Потенциальная энергия воды при переходе ее с высшего уровня на низший целиком расходуется на совершение этой работы.

438. По какому пути направляют поток воды, вращающий турбины ГЭС, чтобы исключить потерю энергии на внутреннее трение между слоями воды?

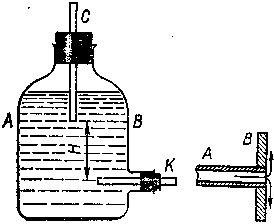


Рис. 77

*Ответ:* Почти по вертикальному пути.

439. Почему уровень воды в фонтане никогда не может достигнуть уровня воды в сосуде, питающем фонтан?

*Ответ:* Имеет место трение струи о воздух, о стены труб. Высота подъема воды в фонтане зависит от формы насадки на трубу, от направления выбрасываемой струи.

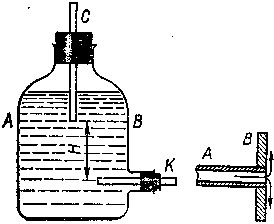
Закон Бернулли

440. Объясните действие «сосуда Мариотта», из трубки *К* которого жидкость вытекает все время с одинаковой скоростью (рис.77).

*Ответ:* По мере вытекания жидкости в сосуд через трубку *С* входит пузырьками воздух. Таким образом, поверхность *АВ* находится все время под тем же давлением, какое имеется снаружи у отверстия *К*, так что скорость вытекания обусловливается только давлением столба жидкости *Н*.

441. Чем объясняется, что два бумажных цилиндра, подвешенные на нитях на близком расстоянии, сближаются, если между ними продувать струю воздуха?

442. Если сильно дуть в трубку *А* (рис. 78), к концу которой прикреплен диск *В,* то подвешенный на близком расстоянии от него легкий картонный диск *С* станет притягиваться. Чем объяснить явление?



***С***

Рис. 78

*Ответ:* Если сильно дуть в трубку *А*, то струи воздуха в пространстве между дисками *В* и *С* вызовут уменьшение давления, что и приведет к сближению дисков.

443. Одному моряку не удалось доской закрыть небольшое отверстие, через которое врывалась струя, воды в трюм корабля. Товарищ помог ему прижать доску к отверстию. После этого первому не стоило большого труда одному удерживать доску. Объясните парадокс.

*Ответ:* Когда бьет струя, то на доску действует статическое и динамическое давление. Когда доска прижата (жидкость неподвижна), на доску действует лишь статическое давление.

444. Если вблизи от нас проходит скорый поезд, то мы чувствуем, как нас притягивает к нему. Объясните почему.

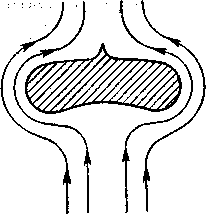
*Ответ:* Проходящий поезд увлекает за собой воздух. Движущийся между человеком и поездом воздух производит на человека меньшее давление, чем неподвижный. Эта разность давлений создает силу, влекущую человека к поезду.

445. В трубке с сужением течет вода. В ней находится пузырек воздуха. Как изменится его диаметр при прохождении узкой части трубы?

*Ответ:* Увеличится, так как скорость воды в узкой части трубы больше, а давление соответственно меньше, чем в широкой части трубы.

446. Какую форму имеет крупная капля дождя при падении в безветренную погоду?

Рис. 322



*Ответ:* Крупная капля принимает форму, показанную на рисунке 322. Такая форма объясняется тем, что воздух, обтекая каплю, производит давление на ее нижнюю часть и сжимает ее. Обтекающий с боков поток воздуха имеет большую скорость, чем спокойный воздух, поэтому вблизи поверхности капли с боков давление меньше и возникают силы, растягивающие каплю в направлении, перпендикулярном ее движению. За каплей образуется область пониженного давления, и капля несколько вытягивается в этом направлении.

447. Почему бумажный цилиндр, скатываясь с наклонной плоскости, движется не по параболе, а отклоняется к основанию наклонной плоскости?

*Ответ:* Наблюдается эффект Магнуса. Скатывающийся цилиндр создает вокруг себя круговое движение воздуха – циркуляцию. Встречный поток воздуха направлен вверх относительно цилиндра, вращающегося по часовой стрелке. Направление циркуляции слева от цилиндра совпадает с направлением встречного потока, а справа противоположно ему. Поэтому слева скорость потока возрастает, а справа уменьшается. Согласно закону Бернулли слева давление воздуха на цилиндр будет меньше, чем справа. Возникает сила, отклоняющая цилиндр от параболической траектории.

448. Если мячу при ударе, кроме поступательного движения, придано и вращательное движение вокруг горизонтальной оси, то его траектория значительно отличается от параболы. В каком направлении нужно придать вращение мячу, чтобы увеличить дальность его полета?

Рис. 79

*Ответ:* Мяч должен вращаться так, чтобы частицы воздуха, находящиеся под мячом, увлекались этим вращением в направлении поступательного движения мяча.

449. Иногда футбольный мяч даже в тихую, безветренную погоду описывает в воздухе криволинейную траекторию в горизонтальной плоскости (рис. 79). Чем вызывается такое движение мяча?

*Ответ:* Мячу, кроме поступательного, было сообщено и вращательное движение против часовой стрелки (см. ответ к задаче 447).

450. Две бумажные ленты, подвешенные на нитях вдоль своей длины, приводятся во вращение вокруг вертикальных осей. Почему при вращении лент в одном направлении нижние концы их отталкиваются, а при вращении, в противоположных направлениях – притягиваются?

*Ответ:* Вращающиеся ленты образуют вихри. В пространстве между двумя вихрями направления скорости частиц воздуха взаимно противоположны (или совпадают), а потому скорости частиц воздуха здесь должны быть меньше (или больше), чем в пространстве, окружающем вихри. Поэтому между обоими вихрями должна существовать область повышенного (или пониженного) давления, это заставляет их удаляться друг от друга (или сближаться друг с другом).

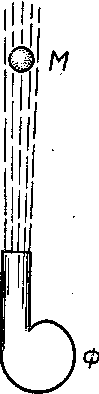
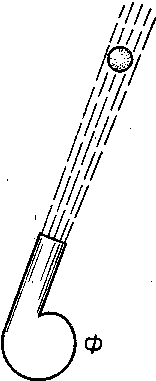
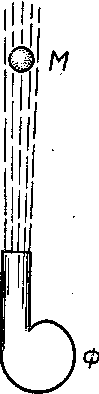


Рис. 80

*а*

*б*

451. Целлулоидный мячик от настольного тенниса М парит в вертикальной струе воздуха, образованной воздушным вентилятором (феном) Ф (рис. 80, а). Какие силы, приложенные к мячу, уравновешиваются при этом? Почему удерживается мячик в струе, если ее наклонить (рис. 80,6)? Чем определяется максимальный угол отклонения струи от вертикали, при котором мячик еще не выпадает из струи?

452. Водяной таран: горлышко большой стеклянной воронки *А* (рис. 81) соединяется резиновой трубкой *В* со стеклянным тройником *Т,* который с одной стороны имеет оттянутый конец *С.* Система заполняется водой, которая будет выливатьсяиз открытого колена тройника *Т*.Если это колено быстро закрыть пальцем, то из оттянутого конца брызнет фонтан выше уровня воды в воронке. Объясните явление. Не противоречит ли оно закону сообщающихся сосудов?

*Ответ:* Когда закрывают пальцем открытое колено тройника, движущаяся вода вследствие инертности устремляется вверх и, проходя через оттянутый кончик

трубки, увеличивает свою скорость. Кинетическая энергия этой воды оказывается достаточной, чтобы выбросить небольшой фонтанчик выше уровня воды в воронке. Закон сообщающихся сосудов распространяется только на жидкость находящуюся в равновесии, и к водяному тарану неприменим.

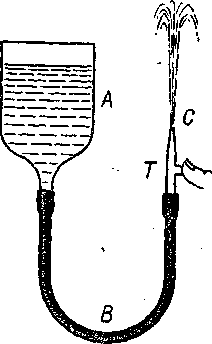


Рис. 81

Подъемная сила крыла

453. Чтобы отделить друг от друга тонкие листы, сложенные в пачку (например, страницы книги), достаточно подуть в торец этой пачки. Как объясняется этот прием?

*Ответ:* Струя воздуха, обдувающая крайние листы пачки, уменьшает атмосферное давление на эти листы снаружи. Давление же воздуха между листами остается прежним. Эта разность давлений воздуха создает силу, отклоняющую листы друг от друга.

454. Сильный ветер вздымает высоко над землей легкие предметы (сухие листья, бумагу и т. д.). Почему?

*Ответ:* Давление воздуха на поверхность этих предметов, благодаря большой скорости воздушного потока, становится меньше атмосферного, в то время как под предметом давление остается равным атмосферному. Вследствие этой разности давлений возникает подъемная сила.

455. Почему «полощется» флаг при ветре?

*Ответ:* Ветер, встречая препятствие, образует то с одной стороны, то с другой небольшие вихри, которые создают последовательные колебания воздуха. Частота колебаний полотнища флага соответствует частоте образования вихрей.

456. Чем отличается с точки зрения механики действие крыла самолета от действия птичьего крыла во время полета?

*Ответ:* Крыло самолета относительно его корпуса неподвижно, и подъемная сила создается путем обдувания его воздушным потоком. Крыло птицы получает подъемную силу благодаря его движению; ударами крыла массы воздуха отбрасываются вниз, вследствие чего птица устремляется вверх.

457. В рассказе В. Бианки «Водолюб в лесу» есть такое место: «Жук... поднялся на задние ноги и так – стоймя – полетел. Верхние жесткие крылья остались неподвижными, как несущие плоскости самолета, нижние работали, как два мотора». Правильно ли автор описал физику полета насекомого?

458. Почему самолет-бомбардировщик вздрагивает, освобождаясь от груза подвешенных к его крыльям бомб?

*Ответ:* При установившемся равновесии между подъемной силой и силой тяжести уменьшение веса резко меняет прямолинейность движения самолета.

459. Почему самолет с грузом летит медленнее, чем без груза?

*Ответ:* При возрастании массы самолета приходится увеличивать подъемную силу его крыльев путем увеличения угла атаки. Это приводит к увеличению лобового сопротивления воздуха.

460. Самолеты почти всегда взлетают и садятся на взлетную площадку против ветра. Почему?

*Ответ:* Подъемная сила тем больше, чем больше скорость самолета по отношению к окружающему воздуху. При взлете и посадке против ветра скорость самолета относительно воздуха равна сумме скорости самолета относительно земли и скорости ветра. Таким образом, та же скорость относительно воздуха получается при меньшей скорости относительно земли, что при взлете и при посадке выгоднее и безопаснее.

461. Против каких сил самолет совершает работу при взлете?

*Ответ:* Против силы тяжести и силы трения о воздух.

462. Почему хвостовое оперение у скоростных самолетов устанавливают значительно выше плоскости крыльев?

*Ответ:* За крыльями самолета, который движется с большой скоростью, образуется поток разреженного воздуха. Рули хвостового оперения плохо действуют в этом потоке. Поэтому хвостовое оперение устанавливают выше плоскости крыльев.

463. Почему корабли с подводными крыльями типа «Ракета-6», «Метеор», «Спутник», «Буревестник» могут развивать большие скорости движения (до 100 *км/ч*)?

*Ответ:* Подводные крылья создают силу, поднимающую корпус корабля над водой. Поэтому сопротивление движению корабля падает, что приводит к увеличению скорости движения корабля.

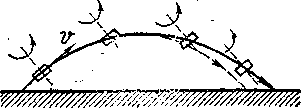


Рис. 82

464. Почему вращающийся диск летит дальше камня при прочих равных условиях (рис. 82)?

*Ответ:* Вращающийся диск, испытывая подъемную силу, опускается на землю медленнее камня и летит дальше его.

**ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

12. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Температура

465. Первые термометры состояли из стеклянного баллона с трубкой, опущенной открытым концом в подкрашенную воду. В баллоне находился воздух под давлением, несколько меньшим атмосферного. По положению уровня воды в трубке определялась температура. В чем главный недостаток таких термометров?

*Ответ:* Показания таких термометров зависели бы от атмосферного давления.

466. Почему гаснет свеча в сильной струе воздуха?

*Ответ:* Струя окружающего холодного воздуха, удаляя от фитиля свечи пламя, снижает температуру паров стеарина ниже той, при которой стеарин может соединиться с кислородом воздуха.

467. Загорится ли наполненный до краев водой бумажный стаканчик, если его поставить в пламя примуса?

*Ответ:* Не загорится, так как температура бумаги при наличии воды не может быть выше 100° С (при нормальном атмосферном давлении), т. е. оказывается ниже той температуры, при которой воспламеняется бумага.

468. Когда лед может быть нагревателем?

*Ответ:* Когда другое тело имеет температуру ниже температуры льда.

469. Шарики двух термометров одинаковы. В одном шарике находится вода, в другом – ртуть. Почему, находясь в одинаковых условиях, ртутный термометр охлаждается вдвое быстрее водяного?

*Ответ:* По сравнению с водой ртуть обладает малой удельной теплоемкостью и большой теплопроводностью.

470. Почему в медицинских термометрах используют ртуть, а не спирт или эфир?

*Ответ:* Большая теплопроводность и меньшая удельная теплоемкость ртути по сравнению с эфиром и спиртом сокращают время измерения температуры больного.

471. Какой термометр более чувствительный: ртутный или спиртовой (при прочих равных условиях)?

*Ответ:* Спиртовой, так как коэффициент объемного расширения спирта больше, чем ртути.

472. Должна ли трубка термометра быть постоянного диаметра?

*Ответ:* Да, если хотят иметь линейную шкалу.

473. При какой температуре термометры Реомюра и Цельсия показывают одинаковое число градусов?

*Ответ:* При температуре таяния льда при нормальном атмосферном давлении.

Закон Бойля–Мариотта

474. Почему баллоны со сжитым газом взрывоопасны, а труба с водой под большим давлением взрывобезопасна?

*Ответ:* При взрыве трубы давление воды практически сразу падает до нуля, и она не может совершить больших разрушений. При взрыве баллона вследствие сильного увеличения объема газа (при понижении его давления) осколки приобретают большие скорости и производят значительные разрушения.

475. Иногда из водопроводного крана вода вытекает белая, будто молоко. Чем это объясняется?

*Ответ:* Воздух растворяется в воде тем лучше, чем больше давление и ниже температура. Когда из крана вода вытекает наружу, часть растворенного воздуха выделяется в виде огромного количества мелких пузырьков – вода принимает молочно-белый цвет.

476. Как изменяется сила, выталкивающая из воды воздушный пузырек, когда он поднимается со дна водоема на поверхность?

*Ответ:* Выталкивающая сила пропорциональна объему пузырька. Когда пузырек всплывает, объем его увеличивается, и выталкивающая сила возрастает.

477. Со дна высокого стеклянного сосуда, наполненного водой, пускают небольшой пузырек воздуха и наблюдают за его движением. Каков характер его движения?

*Ответ:* По мере подъема, вследствие уменьшения давления, объем пузырька увеличивается. При этом подъемная сила растет пропорционально *r*3*,* а сила сопротивления – *r*2, т. е. медленнее. Поэтому движение пузырька будет ускоренным, но не равноускоренным, поскольку подъемная сила все время возрастает.

478. Под колоколом воздушного насоса стоит банка с водой. ней – пузырек. Как изменяется объем пузырька при откачивании воздуха? Температура постоянна.

*Ответ:* При откачивании воздуха из-под колокола внутреннее давление в пузырьке становится больше внешнего, поэтому пузырек раздувается.

479. Почему у глубоководных рыб плавательный пузырь выходит через рот наружу, если их извлечь из воды?

*Ответ:* У глубоководной рыбы внутреннее давление газов больше атмосферного. Поэтому в воздухе раздувающийся плавательный пузырь не умещается в теле рыбы и выходит через рот наружу.

480. Герметически закрытый бак полностью заполнен водой, только на дне его имеется пузырек воздуха. Давление воды на дно бака *р.* Каким оно станет, если пузырек воздуха всплывет? Глубина бака *Н*.

*Ответ:* Давление в пузырьке равно давлению жидкости на дно сосуда, т. е. *gH.* Таким же оно останется, когда пузырек всплывет, так как объем пузырька не изменяется. Давление на поверхность воды станет после всплытия пузырька равным *gH.* Это давление будет передано жидкостью на дно сосуда. Кроме того, жидкость силой тяжести создает давление *gH.* Значит, полное давление на дно будет 2*gH*.

481. Для чего суженную часть воронок, которыми пользуются для наливания жидкости в бутылки, делают с продольными гребнями на наружной поверхности?

*Ответ:* Такие воронки более практичны, так как при заливке жидкости в сосуд их не надо периодически приподнимать, чтобы давать воздуху выходить наружу.

482. В воду погружены два полых цилиндра с прочными стенками (рис. 83). Внутренние объемы и веса оболочек обоих цилиндров одинаковы. Один цилиндр закрыт герметически, а у другого в нижнем основании сделано отверстие и при его погружении в цилиндр проникает вода. Для погружения которого из цилиндров требуется совершить меньшую работу?

*Ответ:* Меньшая работа совершается при погружении цилиндра с отверстием, так как им вытесняется меньшее количество воды.

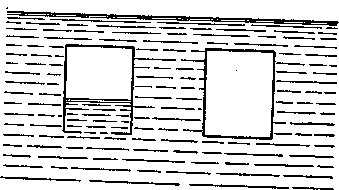


Рис. 83

483. Пустую консервную банку опускают в воду вверх дном на такую глубину, чтобы банка была в состоянии равновесия. Является ли оно устойчивым? Течение в воде отсутствует. Температура воды сохраняется неизменной.

*Ответ:* Равновесие неустойчивое. Если банку погрузить чуть глубже, то воздух в ней сжимается и объем, который он занимает, уменьшается. Вследствие этого выталкивающая сила уменьшается и банка опускается на дно. Если же банку чуть поднять, то выталкивающая сила увеличивается, становится больше, чем вес банки с воздухом, и банка всплывает.

Длительно банка не может быть в равновесии, так как с течением времени воздух, содержащийся в ней, растворится, и банка опустится на дно.

**484. Почему из обычной бутылки, перевернутой отверстием вниз, вода выливается прерывистой струей («булькая»), а из резиновой медицинской грелки – непрерывной струей?**

Законы Гей–Люссака и Шарля

485. Почему от горящих поленьев с треском отскакивают искры?

*Ответ:* Воздух, содержащийся в дереве, при нагревании расширяется и разрывает волокна дерева. При этом слышен треск, а частички угля (искры) отскакивают от полена.

486. Как зависит подъемная сила аэростата (дирижабля) от температуры, при которой производится полет?

*Ответ:* Подъемная сила аэростата будет тем больше, чем ниже температура воздуха.

487. Две одинаковые колбы соединены общим манометром. Уровни ртути в коленах манометра одинаковы. Что произойдет с положением ртути, если колбы погрузить в сосуд с теплой водой?

*Ответ:* Не изменится.

488. Две колбы с воздухом при нормальном давлении, различные по объему, закупориваются и нагреваются в парах кипящей воды до 100° С. Одинаково ли будет в них давление воздуха после нагревания?

*Ответ:* Одинаковое.

489. Начертите график изменения плотности идеального газа в зависимости от изменения температуры при изотермическом, изобарическом и изохорическом процессах.

490. Иногда из бутылки, наполненной газированной водой, вылетает пробка, если бутылка поставлена в теплое место. Почему?

*Ответ:* При нагревании углекислого газа, содержащегося в воде, давление его -возрастает. Увеличивается и сила давления на пробку. Когда она становится больше силы трения пробки о поверхность стекла бутылки, пробка выскакивает.

491. Почему нагретая медицинская банка «присасывается» к телу человека?

*Ответ:* Введенный внутрь банки нагретый воздух, соприкасаясь с ее холодными стенками, охлаждается. Давление его становится меньше атмосферного, и банка «присасывается» к телу.

492. Баллоны электрических ламп заполняют азотом при пониженной температуре и давлении. Почему заполнение производят именно при таких условиях?

*Ответ:* Чтобы во время работы лампы давление азота не превышало атмосферного (превышение давления привело бы к взрыву баллона).

*A*

*B*

*0*

*P*

*V*

Рис. 84

Уравнение состояния идеального газа

493. Как можно перевести идеальный газ из состояния *А* в состояние *В* (рис. 84)?

*Ответ:* Двумя последовательными процессами – нагреванием газа при постоянном давлении (изобарический процесс), затем нагреванием газа при постоянном объеме (изохорический процесс), или наоборот.

*0*

*P*

*V*

Рис. 323

494. Состояние газа изображается некоторой точкой на *V,* р-диаграмме. Начертите график изменения состояния газа, если сначала газ нагревают при постоянном давлении, а затем охлаждают при постоянном объеме.

*Ответ:* См. ри:унок 323.

495. Начертите графики изотермического, изобарического и изохорического процессов идеального газа в координатах *V, р; Т, р; Т, V.* Сравните между собой графики одинаковых процессов в различных системах координат.

Рис. 324

*a*

*V*

*Р*

*0*

Изотерма

Изобара

Изохора

*б*

*T*

*Р*

*0*

Изохора

Изобара

Изотерма

*в*

*T*

*V*

*0*

Изобара

Изохора

Изотерма

*Ответ:* См. рисунок 324.

*1*

*2*

*0*

*P*

*T*

Рис. 85

496. При нагревании газа получена зависимость давления от абсолютной температуры (рис. 85). Определите, сжимался или расширялся газ во время нагревания.

*Ответ:* Следует провести на чертеже изохоры, проходящие через начальную и конечную точки 1,2 (рис. 325). Точка 2 лежит на изохоре, идущей под меньшим углом к оси абсцисс, чем изохора, проходящая через точку 1. Следовательно, в точке 2 газ занимал больший объем, чем в точке 1, т. е. газ расширялся.

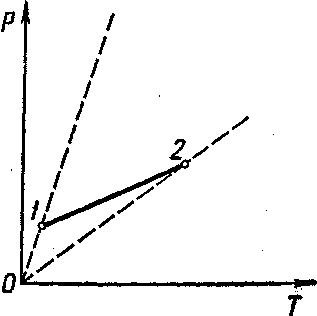


Рис. 325

497. Два одинаковых сосуда с водородом соединены горизонтальной трубкой, посредине которой имеется столбик ртути. В одном сосуде газ находится при 0°С, в другом – при 20°С (рис. 86). Сместится ли ртуть в трубке, если оба сосуда нагреть на 10oС?



Рис. 86

*0*oC

*20*oC

*Ответ:* В обоих сосудах объемы газов увеличатся неодинаково, так как в левом сосуде содержится большее количество молекул водорода, чем в правом.

498. В цилиндре с поршнем сжимается газ. Как следует проводить опыт для получения изотермического сжатия?

Работа в термодинамике

499. Почему проколотый мячик не отскакивает при ударе им о пол?

*Ответ:* При сжатии резины воздух выходит из мячика. Вследствие этого не происходит накопления потенциальной энергии, необходимой для подъема.

500. Будет ли работать гидравлический пресс, если его цилиндр заполнить не жидкостью, а газом?

*Ответ:* Да, но к. п. д. будет очень мал, так как большая часть совершаемой работы пойдет на сжатие самого газа.

501. В каком случае для нагревания металлического шара до одной и той же температуры потребуется больше энергии: если шар висит на нити или если он стоит на подставке? Считать, что подставка и нить энергии не поглощают.

*Ответ:* Для нагревания шара, стоящего на подставке, потребуется больше энергии, так как при расширении от нагревания его центр тяжести перемещается вверх, и необходимо затратить некоторое количество теплоты на увеличение потенциальной энергии шара. У висящего на нити шара центр тяжести при нагревании перемещается вниз. При этом некоторое количество механической энергии превращается в соответствующее количество теплоты. Следовательно, для нагревания висящего шара надо будет затратить меньше энергии.

Количество переданной теплоты

502. Как происходит теплопередача при измерении температуры тела: если оно теплее термометра, если оно холоднее термометра?

503. Почему медицинские грелки наполняют горячей водой, а не горячим воздухом?

*Ответ:* Воздух обладает меньшей удельной теплоемкостью, чем вода, поэтому воздушная грелка быстро охлаждается.

504. Можно ли обычным ртутным термометром измерить температуру одной капли горячей воды?

*Ответ:* Нельзя, потому что температура капли сильно изменится при этом.

505. Как при помощи калориметрической установки можно определить высокую температуру печи?

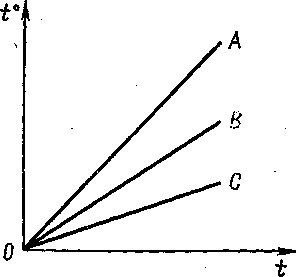


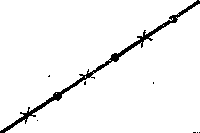
Рис. 87

Теплоемкость

506. Можно ли измерять удельную теплоемкость серной кислоты, смешивая нагретую кислоту с холодной водой и измеряя температуру смеси?

*Ответ:* Нельзя, так как при смешивании жидкостей возникает экзотермическая реакция и смесь разогревается.

507. На горелках, дающих в равные промежутки времени одинаковое количество теплоты, нагревались одинаковые массы воды, меди, железа. Укажите, какой из графиков (рис. 87) построен для воды, какой для меди и какой для железа.



*Q*

*0*

*t*

Рис. 88

508. В медном сосуде нагревалась вода. Графики изменения количества полученной теплоты со временем для воды и сосуда совместились (рис. 88). Что можно сказать о массах воды и сосуда?

509. Почему при распиливании дерева пила нагревается до более высокой температуры, чем дерево?

*Ответ:* Теплоемкость пилы меньше, чем дерева.

Эквивалентность между количеством, теплоты и работой

510. Для резки стали используют фрикционные пилы (диск без зубьев). Вращаясь с большой скоростью, такой диск режет металл. Как может пила без зубьев резать металл?

*Ответ:* Быстро вращающийся диск в месте контакта разогревает металл до плавления.

511. После сильного шторма вода в море становится теплее. Почему?

*Ответ:* Нагревание воды происходит за счет механической энергии волн при трении одних слоев воды о другие.

512. Как объяснить накаливание метеоритов, влетающих в атмосферу Земли?

513. Можно ли наблюдать «падающие звезды» на Луне?

*Ответ:* Нет, так как на Луне нет атмосферы.

514. В каком месте происходит повышение температуры воды водопада?

*Ответ:* Нагревание падающей воды происходит при ударе ее о дно и воду около основания водопада.

515. Для определения механического эквивалента теплоты была использована установка с калориметром невысокого теплоизоляционного качества. Какие значения эквивалента будут получены: большие или меньшие, чем 4,19 *дж/кал*?

*Ответ:* Большие.

Внутренняя энергия

516. Почему при вколачивании гвоздя в дерево шляпка его мало нагревается, а когда гвоздь вбит, достаточно нескольких ударов, чтобы сильно нагреть шляпку?

*Ответ:* Когда гвоздь может перемещаться, небольшая часть кинетической энергии молотка превращается во внутреннюю энергию гвоздя и дерева и шляпка нагревается слабо. Когда же гвоздь вбит, то большая часть кинетической энергии молотка превращается во внутреннюю энергию шляпки гвоздя. При этом температура ее значительно поднимается.

517. Куда расходуется кинетическая энергия движущегося вагона при остановке?

*Ответ:* Превращается во внутреннюю энергию трущихся тел.

518. Часть энергии, потребляемой двигателем автомобиля, расходуется на преодоление сопротивления воздуха. В какой вид энергии она при этом превращается?

*Ответ:* Во внутреннюю энергию воздуха и автомобиля (тела нагреваются вследствие трения).

519. Сначала ударили молотком по куску стали – молоток отскочил, затем так же ударили молотком по куску свинца – молоток отскочил меньше. Какому металлу при этом было передано больше энергии? (Кинетическую энергию молотка в момент удара считать в обоих случаях одинаковой.)

*Ответ:* Свинцу передано больше энергии.

520. Почему выскакивают искры при ударе кремня о сталь? Почему от вращающегося точильного камня летят искры, если прижать к нему кусок стали?

*Ответ:* При ударе возрастает температура тела. Повышение температуры в месте удара кремня о металл настолько велико, что частички, отрываемые от стали, нагреваются до температуры самостоятельного свечения.

521. При работе пневматического молота, работающего сжатым воздухом, наблюдается обмерзание молота снаружи. Как объяснить охлаждение, сопровождающее работу молота?

522. Теплый воздух поднимается кверху. Почему же в тропосфере внизу теплее, чем вверху?

*Ответ:* Атмосферный воздух, поднимаясь вверх, расширяется и охлаждается.

523. При выкачивании воздуха из-под колокола воздушного насоса совершается работа. В какую форму превращается расходуемая при этом энергия?

*Ответ:* В потенциальную энергию системы воздух вне колокола – воздух внутри колокола (если считать к. п. д, установки 100%).

524. Почему нагревается велосипедный насос при накачивании им воздуха в шину?

*Ответ:* Затрачиваемая при накачивании воздуха в шину энергия превращается во внутреннюю энергию сжатого воздуха, и температура его повышается. При этом насос также нагревается.

Первый закон термодинамики

525. Объясните, почему изотермическое расширение газа возможно только при подведении к нему некоторого количества теплоты.

*Ответ:* Чтобы температура в процессе расширения не менялась, необходимо подводить к газу такое количество теплоты, которое эквивалентно работе расширения газа.

526. Почему для нагревания газа, который не может расширяться, расходуется энергии меньше, чем для нагревания его на то же число градусов при постоянном расширении?

527. Почему при холостых выстрелах ствол пушки нагревается сильнее, чем при стрельбе снарядами?

*Ответ:* При холостом выстреле большая часть энергии идет на нагревание.

**2**

**1**

**3**

*V*

*0*

Рис. 89

*T*

528. В цилиндре под поршнем находится газ. Объем, температуру и давление газа можно изменять. Изменения состояния газа при некотором круговом процессе показаны на графике (рис. 89) зависимости объема от абсолютной температуры. Представьте эти изменения состояния на графике зависимости давления газа от объема, отметив цифрами соответствующие точки, и укажите, на каких участках графика газ получает теплоту извне, а на каких ее отдает.

*Ответ:* Искомый график представлен на рисунке 326. Переходя из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3, газ получает некоторое количество теплоты извне. При переходе из состояния 3 в состояние 1 газ отдает определенное количество теплоты.

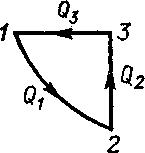


Рис. 326

*Р*

*0*

*V*

529. Приведите пример идеального процесса, при котором вся теплота, заимствованная из теплового резервуара, превращается в работу.

*Ответ:* Если процесс круговой, то заимствованная из теплового резервуара теплота не может быть целиком превращена в работу, так как это противоречит второму принципу термодинамики. Если же процесс не круговой, то полное превращение теплоты в работу возможно. Например, идеальный газ находится в тепловом контакте с тепловым резервуаром и подвергается изотермическому расширению, совершая работу против внешних сил, при этом его внутренняя энергия останется неизменной, так как она зависит только от температуры. Поэтому вся теплота, заимствованная газом из теплового резервуара, должна превращаться в работу.

Тепловые двигатели. К. п. д. тепловых двигателей

530. Что является нагревателем и что холодильником в ракетном двигателе?

*Ответ:* Нагреватель – камера сгорания, холодильник – внешняя среда.

531. Можно ли количество теплоты, которое передается двигателем внутреннего сгорания холодильнику, использовать для теплофикации?

*Ответ:* Можно, если поставить теплообменник.

532. К какому типу двигателей следует отнести огнестрельное оружие?

*Ответ:* К двигателям внутреннего сгорания.

533. Иногда газ при охлаждении отдает меньшее количество теплоты, чем было затрачено на его нагревание. Не противоречит ли это закону сохранения энергии?

*Ответ:* Если газ при нагревании совершал работу, он отдает холодильнику меньшее количество теплоты, чем то, которое было затрачено на его нагревание.

534. Почему отсечка пара увеличивает к. п. д. паровой машины?

*Ответ:* При отсечке пар, расширяясь, совершает работу за счет своей внутренней энергии.

535. Отличается ли температура пара, выходящего из цилиндра паровой машины, от температуры пара, поступающего в цилиндр?

*Ответ:* Температура пара, выходящего из цилиндра паровой машины, ниже температуры пара, входящего в цилиндр.

536. Почему паровые турбины имеют больший к. п. д., чем паровые поршневые машины той же мощности?

537. Станет ли к. п. д. тепловых машин равным 100%, если трение в частях машины свести к нулю?

*Ответ:* Нет. Низкий к. п. д. тепловых машин объясняется не столько трением в механизмах, сколько необходимостью отводить большое количество теплоты в холодильник.

13. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Основные положения молекулярно-кинетической теории

538. Объясните исчезновение дыма в воздухе (явление, выражаемое словами «Дым тает в воздухе»).

*Ответ:* Частицы дыма участвуют в броуновском движении и удаляются друг от друга. Объем, занимаемый дымом, увеличивается, а плотность дыма уменьшается.

539. В воздухоплавании употребляются особые резервуары для газов – переносные газгольдеры. Оболочка газгольдеров состоит из прорезиненной материи и не должна пропускать газ. Однако некоторая утечка газа всегда происходит. Чем объясняется эта утечка газа? Может ли при достаточном времени образоваться в газгольдере пустота? Какое влияние на быстроту утечки окажет повышение температуры?

*Ответ:* Диффузией. Нет. С повышением температуры скорость утечки повышается, так как увеличивается скорость диффузии.

540. При ремонте дороги асфальт разогревают. Почему запах разогретого асфальта ощущается издалека?

*Ответ:* Распространение запаха объясняется, во-первых, диффузией частичек асфальта, проникающих в воздух при его разогреве, во-вторых, движением потоков различно нагретого воздуха.

541. На каком физическом явлении основан способ цементации стали?

*Ответ:* При высоких температурах происходит диффузия атомов углерода в поверхностный слой стальных деталей.

542. Метод спайки Лучихина состоит в следующем: спаиваемые стальные поверхности зачищают, кладут между ними тонкую медную фольгу и нагревают в электрической печи в течение 30 *мин* при температуре 1080° С. Прочность спая при этом значительно больше прочности обычной медной пайки. Почему?

*Ответ:* Расплавленная медь диффундирует в поверхностные слои спаиваемых деталей. Чем выше температура и чем больше времени продолжается диффузия, тем глубже атомы меди проникают в поверхностный слой. В результате этого спай приобретает большую прочность.

543. Почему образуется нарост на передней поверхности резца и его режущей кромке?

*Ответ:* При работе резца повышается температура резца и стружек. Частицы стружек «приплавляются» к поверхности резца.

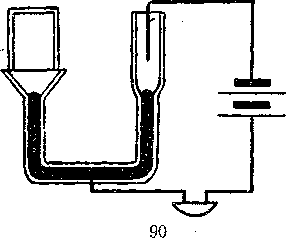


Рис.

544. На рисунке 90 изображен прибор, с помощью которого можно обнаружить появление в воздухе какого-либо более легкого, чем воздух, газа (например, метана в шахтах, светильного газа). Прибор состоит из сообщающихся сосудов, в которые налита ртуть. Один сосуд оканчивается пористым цилиндром, другой сверху открыт. Прибор включен в электрическую цепь. Почему при появлении в воздухе метана или другого легкого газа приходит в действие звонок?

*Ответ:* Молекулы легкого газа диффундируют через стенки пористого цилиндра быстрее, чем из него выходят наружу молекулы воздуха. Вследствие этого давление в цилиндре возрастает, ртуть перемещается и касается иглы, замыкая электрическую цепь, звонок начинает звонить.

545. Из сырого дерева выточили два шара. Поверхность одного из них покрыли спиртовым лаком. Почему шар, поверхность которого не покрывали лаком, через некоторое время растрескался, а шар, покрытый лаком, остался целым?

*Ответ:* Через пленку лака, покрывающего шар, пары воды диффундируют медленнее. Вследствие этого дерево «просыхает» равномерно по всей толще. Однородность его сохраняется, и шар не растрескивается.

546. Для точных измерений в технике употребляются стальные бруски, называемые «плитками Иогансона». Прижатые друг к другу, эти плитки держатся вместе очень прочно. Почему?

*Ответ:* Плитки держатся вместе из-за молекулярного сцепления тщательно отшлифованных и близко прилегающих друг к другу стальных поверхностей, на которых всегда имеются следы влаги (достаточно уже влаги, содержащейся в воздухе). Сухие поверхности плиток не слипаются.

547. Почему когда чертят мелом по классной доске, то частички его остаются на ней?

14. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов

548. В чем отличие между упругостью газа и упругостью пружины?

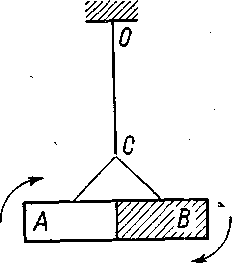


Рис. 91

549. Стеклянную пластинку *АВ* покрывают с одной стороны *(В)* слоем меди (рис. 91) и подвешивают на нити *СО*. В воздухе пластинка неподвижна, а в хлоре она поворачивается на некоторый угол омедненной стороной «вперед». Учитывая, что молекулы хлора поглощаются медью, а стеклом отражаются, объясните поворот пластинки.

*Ответ:* В воздухе пластинка находится в равновесии, так как удары молекул на обе половинки одинаковы. В хлоре это равновесие нарушается. Молекула хлора, поглощаясь медью (неупругое соударение), передает пластинке импульс *mv*. При упругом отражении молекулы хлора от стекла ее импульс изменяется на величину *mv* – (– *mv*) = 2 *mv.* Такой же импульс она передает стеклу. Тогда общее давление на часть пластинки, покрытой медью, будет примерно в два раза меньше, чем на соответствующую вторую половину пластинки. И она повернется в хлоре медной стороной «вперед».

**550. В закрытом со всех сторон сосуде находится неидеальный газ, молекулы которого при ударах о стенки передают им часть кинетической энергии. Будет ли нагреваться сосуд, если он теплоизолирован от окружающей среды?**  
*Ответ:* Сосуд не будет нагреваться, так как он находится в термодинамическом равновесии с содержащимся в нем газом.

**551. Запуск искусственных спутников Земли показал, что «температура» воздуха на высоте 1000 *км* достигает нескольких тысяч градусов. Почему же не расплавился спутник, двигаясь на указанной высоте? (Температура плавления железа 1520° С.)**  
*Ответ:* Вследствие большой разреженности воздух на высоте 1000 *км* не может передать спутнику то количество теплоты, которое необходимо для его плавления.

Внутренняя энергия одноатомного газа.

Адиабатический процесс

552. Идеальный газ, находящийся в некотором начальном состоянии, характеризуемом объемом атомного газа. *V*1, расширяется до объема *V*2. Процесс расширения происходит: 1) изобарически; 2) изотермически; 3) адиабатически. Начертите графики этих процессов на диаграммах *V, р* и *V, U.* На основании исследования графиков определите:

а) при каком процессе произведенная газом работа наименьшая;

б) знак приращения внутренней энергии газа *U* при каждом процессе.

*Ответ:* а) При адиабатическом; б) при изобарическом расширении *U* > 0, при изотермическом *U* = 0, при адиабатическом *U* < 0.

553. В длинном сосуде с теплоизолированными стенками находится газ. Сосуд закрыт теплоизолированным поршнем. Поршню мгновенно сообщается постоянная скорость. Как изменяется температура газа? Как зависит изменение температуры газа от скорости поршня?

*Ответ:* Если при движении поршня объем увеличивается, то газ, расширяясь, совершает работу за счет своей внутренней энергии и при этом охлаждается, так как теплообмен с внешней средой отсутствует. На поршень попадают только те молекулы газа, скорость теплового движения которых больше скорости поршня. Поэтому при большой скорости поршня давление газа на него и, значит, работа, совершаемая газом, меньше, чем при малой скорости. Меньше и понижение температуры газа.

Если при движении поршня объем газа уменьшается, работа совершается над газом, и его внутренняя энергия и температура увеличиваются.

554. Нагревается или охлаждается идеальный газ при расширении, если его давление *р* и объем *V* связаны формулой *р* = ,

где *k –* постоянная, а *п* > 1? Масса газа остается постоянной.

*Ответ:* Если температура газа оставалась бы постоянной, то при увеличении его объема, скажем, в два раза давление газа уменьшилось бы тоже в два раза. В разбираемой задаче при увеличении объема в два раза давление уменьшается больше, чем в два раза. Большее падание давления, чем это следует из закона Бойля–Мариотта, показывает, что газ охлаждается.

Броуновское движение

555. В микроскопе изучают микроорганизмы. Наблюдается ли при этом их броуновское движение?

*Ответ:* Да.

556. Почему броуновское движение особенно заметно у наиболее мелких взвешенных частичек, а у более крупных оно происходит менее интенсивно?

557. Сливки на молоке быстрее отстаиваются в холодном помещении. Почему?

*Ответ:* Вследствие ослабления броуновского движения капелек масла.

558. Почему в горячей воде сахар растворяется скорее, чем в холодной?

*Ответ:* С увеличением температуры возрастает скорость диффузии.

15. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМОВ И МОЛЕКУЛ В ВЕЩЕСТВЕ. ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Взаимодействие молекул

559. Почему проявление силы сцепления между двумя кусками металла показывают со свинцом, а не со сталью?

*Ответ:* Свинец мягче стали, поэтому поверхность двух его кусков легче сблизить до расстояния, на котором проявляются силы молекулярного сцепления.

560. Почему «свариваются» два куска стали, нагретые до температуры 900° С, если кузнец кладет их друг на друга и ударяет молотом по одному, в то время как другой лежит на наковальне?

*Ответ:* Поверхности сближаются так, что проявляется действие сил молекулярного сцепления.

**561. Как изменяется энергия тела при пластических деформациях?**  
*Ответ:* Если тело испытывает пластическую деформацию, то после снятия внешней нагрузки энергия, затраченная на деформацию, остается в теле. Это проявляется в том, что тело меняет свои размеры и нагревается.

Испарение

562. в каком случае хлеб быстрее делается черствым: когда он хранится в закрытом шкафу или просто на столе?

563. Почему изморозь (иней) на деревьях исчезает иногда без оттепели?

*Ответ:* Изморозь (иней) – вода в кристаллическом состоянии испаряется при любой температуре воздуха.

564. Свежеиспеченный хлеб весит больше, чём тот же хлеб остывший. Почему?

*Ответ:* Когда хлеб черствеет, часть влаги испаряется, вес хлеба становится меньше.

565. Капля воды, попав на раскаленную плиту, начинает на ней прыгать. Почему?

*Ответ:* Раскаленная плита, нагревая поверхность капли, образует вокруг нее оболочку пара. Этот пар подбрасывает каплю вверх.

566. Почему, желая скорее высушить пол, на который пролита вода, ее растирают по полу?

*Ответ:* Увеличение поверхности испарения увеличивает скорость испарения.

567. Почему вода в разреженном воздухе, под колоколом воздушного насоса, испаряется чрезвычайно быстро?

*Ответ:* Уменьшение внешнего давления увеличивает скорость испарения.

568. Объясните, почему белье скорее просыхает на чердаке при открытых слуховых окнах, чем в комнате, даже жарко натопленной.

*Ответ:* Ветер уносит водяной пар, образующийся над бельем, и этим увеличивает скорость его высушивания.

569. Влияет ли ветер на показания термометра?

*Ответ:* Ветер – это движение воздуха. Если температура движущегося воздуха всюду одинакова и термометр сухой, то ветер на его показания влиять не будет.

570. В рассказе А. Серафимовича «Лесная жизнь» есть такое место: «Среди темноты стояла та же тишина, но почудилось легкое, почти неуловимое дуновение проснувшегося среди ночи ветерка. Торопливо и обрадованно мальчик послюнил палец и, подняв, стал медленно поворачивать. С той стороны, откуда неуловимо тянул ветерок, в пальце почувствовалось ощущение холода. Быстро схватив шест, стал гнать плот по направлению ветерка». Какое физическое явление использовано мальчиком для определения направления ветерка?

*Ответ:* Охлаждение при испарении.

571. Почему многие вещи, высыхая, коробятся?

*Ответ:* Одна поверхность вещей сохнет скорее, чем другая, вследствие этого быстрее сжимается.

572. Как предохранить воду от испарения при хранении в открытом сосуде?

*Ответ:* На поверхность воды надо налить слой масла, которое медленно испаряется.

Удельная теплота парообразования

573. Почему дождь охлаждает воздух? Почему фонтаны умеряют жару?

*Ответ:* На испарение влаги после дождя расходуется энергия (теплота испарения), которая черпается из внутренней энергии окружающего воздуха. При этом воздух охлаждается.

574. Почему когда, купаясь в жаркий день, вы входите в воду, вода кажется холоднее воздуха, а когда выходите, то наоборот?

*Ответ:* Из-за большой теплоемкости вода прогревается медленнее, чем воздух. Поэтому она холоднее воздуха. Когда выходят из воды, то капельки ее, оставшиеся на теле, испаряются. Поглощая при этом много тепла, они отбирают его не только у окружающего воздуха, но и у тела. Тело охлаждается, и воздух кажется холоднее воды.

575. Почему купающемуся не становится холодно, когда он выходит из реки во время летнего теплого дождя?

*Ответ:* Во время дождя вода не испаряется с кожи человека и не охлаждает ее.

576. Какое значение имеет для организма выделение пота?

*Ответ:* Выделение пота и испарение его предохраняет организм от перегрева.

577. Почему в резиновой одежде трудно переносить жару?

*Ответ:* Организм человека быстро перегревается, так как не происходит испарения пота.

578. Почему сырые спички не загораются?

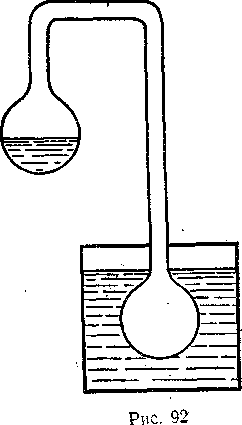
*Ответ:* На испарение влаги, содержащейся в сырой спичке, расходуется большая часть энергии, которая сообщается спичке при трении ее головки о шероховатую поверхность коробки. Поэтому спичка не может нагреться до температуры воспламенения.

579. Почему мы не получаем ожога, если кратковременно касаемся горячего утюга мокрым пальцем?

*Ответ:* Утюг в месте, где прикасается палец, охлаждается, так как расходуется некоторое количество теплоты на испарение.

580. Если на наковальню поместить несколько капель воды и ударить по ним тяжелым молотом, то возникает звук, похожий на выстрел. Чем это объяснить?

*Ответ:* От удара молота вода быстро испаряется. Пар резко расширяется, производя звук, похожий на выстрел.



**581. Два полых, герметически запаянных шара, соединены трубкой, как показано на рисунке 92. Воздух из шаров откачан. Если пустой шар поместить в сосуд с жидким воздухом, то через некоторое время вода в другом шаре замерзнет. Объясните явление.**  
*Ответ:* Охлаждение нижнего шара вызывает в нем усиленную конденсацию паров: Это в свою очередь вызывает испарение воды в верхнем шаре. По мере испарения воды в верхнем шаре температура ее в нем падает настолько, что она замерзает.

Равновесие между жидкостью и паром

**582. Чернила на бумаге высыхают быстро, в открытой чернильнице – долго, а в закрытой практически не высыхают. Почему? При каком условии чернила и в открытой чернильнице не высыхали бы?**  
*Ответ:* В склянке над чернилами образуется насыщенный пар, и испарение прекращается. Чернила также не будут высыхать, если открытую чернильницу поместить в насыщенный пар.

583. Чем заполнено пространство, называемое «торичеллиевой пустотой»?

*Ответ:* Насыщенными парами ртути.

584. В барометре над ртутным столбиком находятся пары ртути. Влияет ли давление паров ртути на показания барометра?

*Ответ:* Давление паров ртути при обычных температурах воздуха мало по сравнению с атмосферным давлением.

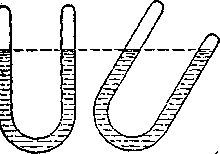


Рис. 93

585. В запаянной с обоих концов *U*-образной трубке вода в обоих коленах оказывается на одном уровне при разных наклонах трубки (рис. 93). При каком условии это может быть?

*Ответ:* Это может быть, если воздух из трубки откачан.

586. Громадная часть поверхности Земли покрыта водной оболочкой. Почему, несмотря на это, атмосфера не насыщена водяными парами?

587. Расчеты показывают, что при нормальном давлении бензин должен подниматься по всасывающей трубе на высоту до 12,5 *м.* Однако в действительности высота столба бензина оказывается меньше. Почему?

*Ответ:* Над бензином находятся его пары, которые оказывают некоторое давление на него.

588. Широкая пробирка открытым концом опущена в воду. Если пробирку сильно охладить, то уровень воды в ней заметно повысится. Объясните явление.

*Ответ:* Когда пробирка охладится, давление заключенного в ней воздуха уменьшится и уровень воды повысится.

589. На дно герметически закрытого сосуда налита вода. На полке внутри этого сосуда стоит банка с водой. Какие изменения произойдут в этой системе через продолжительное время? Температура системы поддерживается постоянной. Как изменится результат, если система теплоизолирована?

*Ответ:* Уровни воды в сосудах находятся на разной высоте. Поэтому давление пара над поверхностью воды в сосудах будет различным. Вследствие этого вода в банке будет все время испаряться и конденсироваться на дне сосуда. Если система теплоизолирована, то одновременно с этим она будет охлаждаться в банке и нагреваться на дне сосуда.

590. Не является ли нарушением второго начала термодинамики процесс, описанный в предыдущей задаче, в результате которого некоторое количество теплоты в теплоизолированной системе передается от холодного тела к более нагретому?

*Ответ:* Нет, так как при этом сила тяжести совершает некоторую работу и нагревателю (вода на дне сосуда) передается не только количество теплоты, взятое у холодильника (вода в банке), но и энергия, равная изменению потенциальной энергии сконденсировавшейся массы воды при ее переходе из банки на дно сосуда.

591. Манометр парового котла показывает 13 *am,* а термометр показывает температуру пара 370°С. Какой это пар: насыщенный или перегретый?

*Ответ:* Перегретый.

Кипение

Рис. 94

592. Пробирка наполнена водой и открытым концом опущена в стакан с водой (рис. 94). Изменится ли уровень воды в пробирке, если установку нагреть до точки кипения воды?

*Ответ:* При кипении вода в стакане и в пробирке будет на одном уровне, в пробирке будет пар.

593. В трубке барометра *В* (рис. 95) над ртутью находится вода, в трубке *С –* серный эфир. Уровни ртути соответствуют температуре 30°С. Как изменятся уровни ртути в трубках, если температура повысится до 35°С?

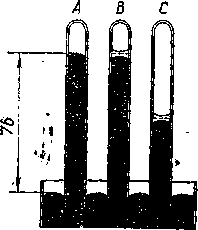


Рис. 95

*Ответ:* В трубке *С* уровень понизится до уровня ртути в сосуде (точка кипения эфира 35 °С).

594. Почему, когда вода в кастрюле кипит в печи, «пара» не видно, а когда кастрюлю вынут из печи, то «пар» делается видимым?

595. Можно ли всасывающим водяным насосом поднять кипящую воду?

*Ответ:* Нельзя, так как под поршнем вместо разреженного воздуха будет находиться пар под давлением, равным внешнему атмосферному.

596. Парообразование при кипении происходит при постоянной температуре, а парообразование при испарении – с понижением температуры. Чем обусловлена такаяразница?

*Ответ:* В первом случае парообразование происходит за счет энергии нагревателя, во втором – за счет внутренней энергии тела.

597. Можно ли вскипятить воду, подогревая ее паром при температуре 100° С? Атмосферное давление считать нормальным.

*Ответ:* Нельзя. Чтобы передавать воде, энергию, необходимую для кипения пар должен иметь температуру выше 100° С.

598. Будет ли кипеть вода в стакане, плавающем в сосуде, в котором кипит вода?

*Ответ:* Для кипения необходим приток энергии, здесь же в обоих сосудах температура 100оС. Поэтому из внешнего сосуда во внутренний энергия передаваться не будет, вода в стакане кипеть не будет.

599. Изменится ли ответ на вопрос предыдущей задачи, если в воде, находящейся в сосуде, растворить несколько столовых ложек поваренной соли?

*Ответ:* Теперь вода в стакане будет кипеть, так как температура кипящего раствора в сосуде выше температуры кипения воды в стакане и теплопередача будет происходить.

600. Большой сосуд с кипяченой водой, в котором плавает стакан с сырой водой, ставят на нагреватель. Через некоторое время вода в стакане закипает раньше, чем в сосуде. Объясните явление.

*Ответ:* Вода в сосуде оказалась перегретой (нагретой выше температуры кипения), так как при предварительном ее кипячении из нее был изгнан воздух.

601. Для варки клея устраивают сосуд с двойными стенками, между которыми наливают воду. Зачем это делают?

*Ответ:* Чтобы не нагревать клей выше 100оС.

602. При заваривании кофе температура воды должна быть около 100°С, но вода не должна при этом кипеть. Предложите способы, позволяющие осуществить указанное действие при соблюдении этих двух условий.

*Ответ:* Необходимо кофейник, в котором заваривается кофе, поместить в кастрюлю, в которой кипит вода.

Изотермы реального газа

603. В закрытом цилиндре в равных объемах находятся вода и водяной пар, близкий к состоянию насыщения, а) Начертите график, показывающий,

как изменяется давление в цилиндре при изотермическом сжатии содержимого. б) Какому состоянию вещества соответствует каждый отрезок изотермы?

*Ответ:* См. рисунок 327. Отрезок *А В* соответствует ненасыщенному пару, *ВС* – насыщенному пару, *CD –* жидкости.

*Р*

*0*

Рис. 327

*V*

*D*

*C*

*B*

*A*

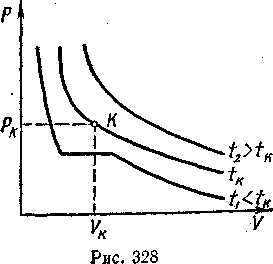
604. Имеются три непрозрачных цилиндра, закрытых подвижными поршнями. Известно, что в одном цилиндре находится газ при температуре выше критической, в другом — насыщенный, а в третьем — ненасыщенный пар. Как определить, что находится в каждом из цилиндров?

*Ответ:* Нужно нажать на поршень и сжать газ. Если при этом давление будет все время возрастать, то в цилиндре находится газ при температуре выше критической. Если сначала при сжатии давление возрастает, а затем остается неизменным, то в цилиндре был ненасыщенный пар. А если давление все время постоянно, то в цилиндре – насыщенный пар.

Критическая температура

605. Что произойдет, если нагреть жидкость в плотничьем уровне до очень высокой температуры? Каков предел изменения размеров пузырька?

*Ответ:* Будем считать стенки трубки достаточно прочными. При повышении температуры объем жидкости увеличивается, а плотность уменьшается; объем пара в пузырьке уменьшается, а плотность его возрастает. При критической температуре исчезает различие между жидкостью и ее паром. Дальнейшее повышение температуры обращает содержимое трубки уровня в ненасыщенный водяной пар. Поэтому пределом увеличения объема пузырька является объем трубки уровня.



606. Начертите в координатах *V, р* три изотермы для вещества при температурах ниже критической, критической и выше критической. Укажите на диаграмме точки, соответствующие критическому объему и давлению.

*Ответ:* См. рисунок 328.

607. Температура воздуха 30° С. Возможно ли, производя соответствующее давление, обратить при этой температуре углекислый газ в жидкое состояние?

*Ответ:* Да, так как температура углекислого газа ниже его критической температуры.

608. При критической температуре удельная теплота парообразования всякой жидкости равна нулю. Почему?

*Ответ:* Потому что нет различия между жидкостью и ее паром.

609. Если газ, нагретый выше критической температуры, сильно сжать, а затем дать ему возможность быстро расшириться, то на некоторое время появляется туман, служащий признаком обращения газа в жидкое состояние. Отчего это происходит?

*Ответ:* Газ охлаждается ниже критической температуры.

610. В прочный сосуд поместили воду и нагрели ее до 500°С, давление увеличилось до 500 *am.* Жидкость или газ находится в сосуде?

*Ответ:* В сосуде водяной пар (газ).

Зависимость давления и плотности насыщенного пара от температуры

611. На рисунке 96 показана зависимость давления насыщенных паров от температуры (кривая *ABCD).* Почему эта зависимость в отличие от закона Шарля для газов не является линейной? В каком случае зависимость давления паров от температуры будет изображаться линиями *ABF* или *АВСЕ*?

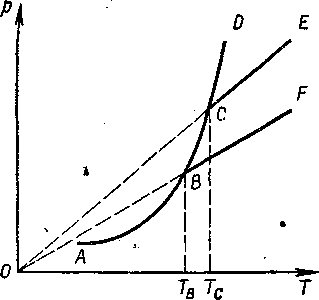


Рис. 96

*Ответ:* Так как в сосуде находилось некоторое количество жидкости, то при повышении температуры давление пара возрастало не только за счет увеличения скорости движения молекул, но и за счет увеличения его плотности. Течка излома *(В* или С) графика означает, что жидкость здесь полностью испарилась.

612. В каком состоянии вещества плотность повышается с повышением температуры и почему это происходит?

*Ответ:* В состоянии насыщенного пара.

Сжижение газов

613. Газ превращается в жидкость, если его сжать и понизить температуру. Почему же при расширении газа в пустоту он может также превратиться в жидкость?

*Ответ:* При расширении газ охлаждается ниже критической температуры.

614. При испарении жидкого воздуха сначала улетучивается азот, а через некоторое время после начала испарения в сосуде остается почти чистый кислород. Чем это объясняется?

*Ответ:*Точка кипения азота ниже точки кипения кислорода.

615. Перегретый пар, находящийся в цилиндре под поршнем, сначала нагревают при постоянном объеме, затем медленно сжимают при постоянной температуре до полного сжижения. Начертите график зависимости давления *р* от объема *V.*

*Ответ:*График приведен на рисунке 329. Участок 1–2 *–* изохорическое увеличение давления при нагревании, участок 2–3 – изотермическое сжатие ненасыщенного пара, происходящее согласно закону Бойля–Мариотта (до насыщения пара, до начала его сжижения), участок 3–4 – изотермическое сжатие насыщенного пара (происходит сжижение, а давление остается постоянным).

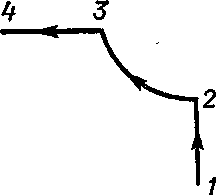


Рис. 329

*0*

*Р*

*V*

616. Смесь жидкого кислорода с опилками, сажей, нафталином или углем представляют собой взрывчатое вещество. Почему?

*Ответ:*Жидкий кислород – хороший окислитель.

**617. Почему в паровых котлах перегревают пар?***Ответ:* Перегретый пар не переходит в жидкость при охлаждении. Это позволяет получать большее количество работы за счет расширения меньшего количества пара, а значит, и повысить к. п. д. установки.

Абсолютная и относительная влажность воздуха

**618. На равноплечих весах установлены два одинаковых сосуда. Один заполнен сухим воздухом, другой – влажным, имеющим такое же давление и температуру, что и сухой. Какой сосуд тяжелее?**  
*Ответ:*При данном давлении и температуре в равных объемах содержится одинаковое количество грамм-молекул любого газа. Средний молекулярный вес воздуха больше среднего молекулярного веса смеси воздуха с водяным паром. Поэтому сосуд с влажным воздухом легче сосуда с сухим воздухом.

619. Как изменяется абсолютная и относительная влажность воздуха при его нагревании?

*Ответ:*Абсолютная влажность не изменяется, а относительная уменьшается.

620. В какое время суток летом больше относительная влажность воздуха при одной и той же абсолютной влажности?

*Ответ:* В то время, когда температура воздуха наинизшая; обычно это бывает около 5 часов утра.

621. Одинаково ли давление водяных паров в закупоренном сосуде с водой и в атмосфере во время тумана, если температура воздуха в обоих случаях одинакова?

*Ответ:*Одинаково. Давление насыщенных паров зависит только от температуры.

622. Когда зимой скорее сохнет белье: в морозную погоду или в оттепель? Почему?

*Ответ:* В морозную погоду.

623. Почему сильная жара труднее переносится в болотистых местах, чем в сухих?

*Ответ:* В болотистой местности относительная влажность велика, испарение пота происходит медленно и организм человека перегревается.

624. Почему в холодных помещениях часто бывает сыро?

*Ответ:*При низкой температуре относительная влажность воздуха велика, а иногда и равна 100%. Поэтому стены, пол и т. п. в холодном помещении покрываются влагой, которая очень медленно испаряется.

625. Почему зимой оконные стекла потеют, если в комнате много людей?

*Ответ:*Большое скопление людей в комнате повышает содержание водяного пара в воздухе. Поэтому если пар близок к насыщению, то достаточно небольшого охлаждения воздуха, оконных стекол и т. п., чтобы пар сконденсировался.

626. Из сильно кипящего самовара (чайника) выбрасываются облакоподобные клубы, которые появляются однако не у самого выходного отверстия. Чем заполнено промежуточное пространство?

*Ответ:*Ненасыщенным паром.

627. Чтобы уничтожить облачность, самолеты рассеивают в воздухе твердую углекислоту. В чем состоят физические основы метода образования чистого неба?

*Ответ:*На твердых кристаллах углекислоты в насыщенном пространстве облака образуются кристаллики льда. Они быстро растут. И выпадает снег или идет дождь.

628. За высоко летящим самолетом иногда образуется облачный след. Почему?

*Ответ:* Летящий самолет, выбрасывая частички дыма, вносит в пересыщенный пар центры конденсации. Пар конденсируется, и за самолетом образуется облачный след.

629. Объясните, почему вокруг сохраняющихся на полях отдельных снежных сугробов запас воды в почве больше, чем вдали от них.

*Ответ:*Около сугробов температура ниже, относительная влажность воздуха больше, чем вдали от сугробов. В результате испарение влаги уменьшается и даже возможна ее конденсация из воздуха.

Точка росы

630. Когда стакан с холодной водой вносим в теплую комнату, он покрывается снаружи каплями воды. Почему? Почему эти капли через некоторое время исчезают?

*Ответ:*Содержащиеся в воздухе водяные пары, прикасаясь к холодным стенкам стакана, становятся насыщенными, превращаются в воду. Когда стакан нагреется, капли испарятся.

631. Врачи для исследования горла или зубов иногда вводят в рот пациента зеркальце. При этом зеркальце предварительно нагревают несколько выше 37°С. Зачем?

*Ответ:*Чтобы выдыхаемый человеком насыщенный пар не конденсировался на зеркальце.

632. Для какой цели иногда между оконными рамами помещают стаканчик с серной кислотой?

*Ответ:*Серная кислота активно поглощает водяной пар, уменьшается абсолютная влажность воздуха между рамами. Вследствие этого понижается точка росы. Поэтому даже при низкой температуре окна не запотевают.

633. Зимой в вагонах трамвая иней образуется главным образом на стеклах и на различных металлических частях. Почему?

*Ответ:*Стекла и металлические части вагона сильнее всего охлаждаются наружным воздухом. Кроме того, они не поглощают оседающую на них влагу.

634. Почему пар конденсируется в радиаторах парового отопления, а не в паропроводе, подводящем пар к радиатору?

*Ответ:* В радиаторе по сравнению с паропроводом велика охлаждающая поверхность.

635. Почему в холодной атмосфере виден выдыхаемый нами «пар»?

*Ответ:* Пар, охладившись ниже точки росы, конденсируется в виде тумана («пар»)  
или даже инея.

636. Если в неполный стакан воды опустить кусочек твердой углекислоты (сухой лед), то из него вырываются клубы «пара». Объясните явление.

*Ответ:*Вода нагревает сухой лед. Образующиеся пузыри углекислого газа всплывают на поверхность. Содержащийся в воздухе водяной пар, охлаждаясь углекислым газом, конденсируется в «пар».

637. Стеклянная колба емкостью 2–3 *л* наполняется водой до 3/4 объема и закрывается пробкой с трубкой (диаметр трубки 1–1,5 *см).* В перевернутой колбе при вытекании воды образуется туман. Объясните явление.

*Ответ:*При расширении воздух охлаждается ниже точки росы, вследствие этого появляется туман.

Гигрометры. Психрометры

**638. Чем объяснить, что если дунуть на губку, смоченную эфиром, то она покрывается инеем?**  
*Ответ:*При движении воздуха эфир быстро испаряется и охлаждает губку настолько, что появляется не только роса, но и иней.

639. Первые римские гигрометры представляли собой слабо натянутую горизонтальную веревку длиной 3–4 *м.* Как и почему менялась длина веревки при изменении влажности воздуха?

640. Оба термометра в психрометре Августа показывают одинаковую температуру. Какова относительная влажность воздуха?

*Ответ:*100%.

641. Как изменится разность показаний сухого и влажного термометров в психрометре при понижении температуры воздуха, если абсолютная влажность остается без изменений?

*Ответ:*Уменьшится.

Водяной пар

642. Почему роса бывает обильнее после жаркого дня?

*Ответ:* В жаркий день испаряется больше воды и абсолютная влажность возрастает.

643. Осенью после восхода солнца туман над рекой держится сравнительно долго. Почему?

*Ответ:*Абсолютная влажность воздуха над рекой больше, чем над землей.

644. Почему в ясный летний день, когда нагревшийся влажный воздух поднимается вверх, появляются облака?

*Ответ:*Теплый воздух, содержащий ненасыщенный пар, поднимается вверх, расширяется и охлаждается настолько, что появляется туман (облако).

645. Почему облака осенью бывают ниже, чем летом?

*Ответ:*Осенью холодные слои воздуха, в которых происходит конденсация водяных паров – образуются облака, лежат ближе к земной поверхности, чем летом.

646. Ночью при густой облачности не бывает росы. Почему?

*Ответ:*Роса образуется при охлаждении земной поверхности через лучеиспускание. Облака препятствуют охлаждению поверхности земли.

647. Почему ветер препятствует образованию росы?

648. Весной по утрам на растениях выделяется иней. Как влияет иней на охлаждение растения?

*Ответ:*Образование инея препятствует охлаждению растения.

649. Почему барометр «падает» перед дождем?

*Ответ:*Барометр показывает уменьшение давления вследствие увеличения влажности воздуха.

650. Почему в летнее время осадки выпадают обычно в виде дождя или града, но не снега?

*Ответ:*Летом температура близких к поверхности земли слоев воздуха значительно выше 0оС, и кристаллики льда, образовавшиеся в верхних холодных слоях атмосферы, падая, тают и достигают земли в виде дождя. При некоторых условиях в верхних слоях воздуха образуются более крупные льдинки (градины), которые не успевают растаять при прохождении через нижний слой воздуха. Тогда выпадает град.

16. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ В ЖИДКОСТЯХ

Поверхностное натяжение

651. Для получения свинцовой дроби расплавленный свинец сквозь узкие отверстия льют с некоторой высоты. Во время падения свинец принимает форму  
шариков. Почему?

*Ответ:*Форму шариков жидким каплям свинца придает поверхностное натяжение расплавленного свинца.

652. Почему расплавленный жир плавает на поверхности воды в виде кружков?

*Ответ:* Под действием силы поверхностного натяжения жир собрался бы в шарики. Однако сила тяжести, сплющивает их в диски.

653. Можно ли, имея в своем распоряжении тонкие проволоки из различных химически чистых металлов, определить приблизительно температуру пламени в его различных частях?

*Ответ:*Надо проволоки из разных металлов помещать в соответствующее место пламени и наблюдать появление шарика на конце. Зная температуру плавления металла, из которого сделана проволока, можно приблизительно определить температуру участка пламени.

654. Почему уменьшаются размеры мыльного пузыря, если перестать дуть в трубку, на конце которой держится пузырь?

*Ответ:*Поверхностное натяжение стягивает пузырь.

Поверхностная энергия

**655. Почему две капельки ртути, приведенные в соприкосновение, сливаются в одну?***Ответ:*Потенциальная энергия поверхностного слоя одной крупной капли меньше, чем малых капель, поэтому состояние системы, полученное после слияния капель, более устойчиво.

656. На проволочном каркасе образована мыльная пленка. Какую форму примет жидкость, когда пленка лопнет?

*Ответ:*Форму капли.

657. У какой воды больше поверхностное натяжение: у чистой или у мыльной? Почему мыльная вода дает такие прочные пузыри, каких из чистой воды получить нельзя?

*Ответ:*Больше поверхностное натяжение у чистой воды. Вязкость, от которой зависит прочность пленки, больше у мыльной воды.

658. Накапайте в одну пробирку 50 капель воды, а в другую – столько же капель спирта или эфира. Сравните объемы жидкостей в пробирках и объясните разницу в размерах капель*.*

*Ответ:* Чем больше коэффициент поверхностного натяжения жидкости, тем крупнее ее капли.

659. Из крана самовара падают капли. Когда эти капли более тяжелые: когда вода горячая или когда она остыла?

*Ответ:*Когда вода остыла, ибо с понижением температуры коэффициент поверхностного натяжения воды увеличивается.

Сила поверхностного натяжения

660. Если на поверхность воды положить нитку и с одной стороны от нее капнуть эфиром, то нитка будет перемещаться. Почему это происходит и в какую сторону она перемещается?

*Ответ:* В сторону чистой воды, так как у нее больше коэффициент поверхностного натяжения, чем у эфира.

661. Почему кусочки калия, натрия или камфары, брошенные в воду, начинают беспорядочно двигаться по ее поверхности?

*Ответ:*Неравномерность растворения калия, натрия, камфары в воде создает неоднородность раствора, окружающего плавающий кусочек вещества. Возникает неравномерность силы поверхностного натяжения. Частичка начинает двигаться. Наряду с этим вследствие экзотермического характера реакции растворения калия и натрия происходит интенсивный местный нагрев воды (вплоть до кипения ее вблизи крупинки). Пузырьки пара также толкают кусочек калия или натрия. Все это и создает беспорядочное движение кусочка вещества.

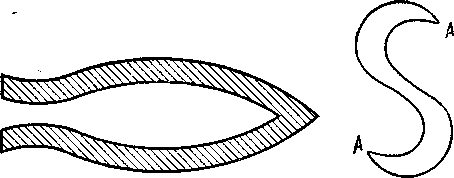


Рис. 97

662. Бумажная рамка (рис. 97) плавает на поверхности воды. Что произойдет, если внутрь рамки капнуть мыльным раствором?

*Ответ:*Рамка будет двигаться острием вперед, потому что раствор мыла имеет меньшее поверхностное натяжение, чем чистая вода.

663. Вылив на поверхность разбушевавшегося моря некоторое количество нефти, можно в этом месте «успокоить» на короткое время водную стихию. Почему?

*Ответ:* Нефть уменьшает поверхностное натяжение воды. На контур масляного пятна со стороны остальной поверхности воды будет действовать сила поверхностного натяжения, направленная наружу от масляного пятна. Эта сила гасит волны в области разлитой нефти.

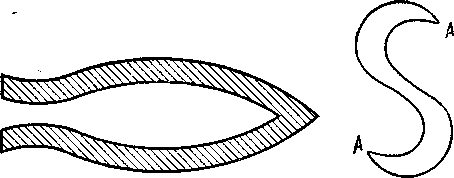


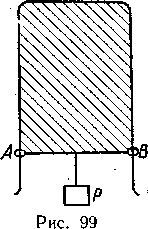
Рис. 98

664. Если острия S-образной картонной пластинки (рис. 98) натереть мылом и положить на воду, то пластинка будет вращаться Почему? В каком направлении? За счет какой энергии?

*Ответ:* Разность сил поверхностного натяжения создает пару сил, вращающую пластинку против часовой стрелки. Энергия пластинки возникает за счет уменьшения энергии поверхностного слоя жидкости.

665. Как объяснить резание стекла алмазом?

*Ответ:* Сделанная алмазом царапина в поверхностном слое стекла позволяет разорвать стекло вдоль царапины.



666. Как будет двигаться перекладина *АВ* (рис. 99), если ей сообщить толчок вверх (вниз)? Считать силу поверхностного натяжения равной весу перекладины вместе с грузом *Р.* Трением пренебречь.

*Ответ:* Равномерно, так как постоянная сила тяжести *Р* уравновешивается постоянной силой поверхностного натяжения.

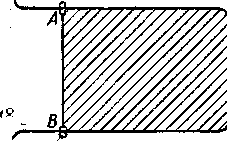


Рис. 100

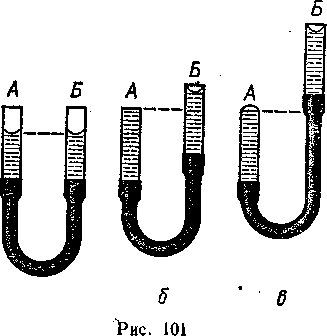
667. Как будет двигаться перекладина *АВ* (рис. 100) под действием силы поверхностного натяжения? Трением пренебречь.

*Ответ:* Равноускоренно, так как на перекладину действует постоянная сила поверхностного натяжения.

668. Деревянный кружок, покрывающий воду, легче снять, поднимая его не плашмя, а ребром. Почему?

*Ответ:* Сила поверхностного натяжения пропорциональна длине контура, на который она действует. При подъеме кружка ребром длина контура меньше, чем при подъеме плашмя.

Давление над искривленной поверхностью жидкости



669. На рисунке 101 изображены в трех положениях две тонкие стеклянные трубки, соединенные резиновой, заполненные водой. Не противоречат ли наблюдаемые явления условию равновесия жидкости в сообщающихся сосудах?

*Ответ:* Не противоречат. Избыточное давление столба воды в трубке *Б* уравновешивается либо уменьшением давления в этой трубке (мениск вогнутый) – второй случай, либо увеличением давления в трубке *А* (мениск выпуклый) – третий случай.

670. На концах трубки выдули два мыльных пузыря разного диаметра (рис. 102). Будут ли меняться размеры этих пузырей, если закрыть кран *К*, а два других открыть?

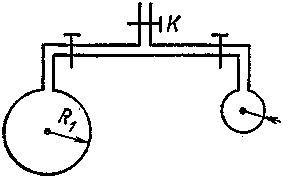


Рис. 102

*Ответ:* Согласно формуле Лапласа дополнительное давление на воздух внутри системы со стороны пленки в правом шаре больше, чем в левом, следовательно, воздух будет переходить из правого пузыря в левый. Это приводит к тому, что объем правого шара уменьшается, а левого – возрастает. Переход воздуха из одного шара в другой прекратится, когда кривизна поверхности оставшейся пленки на правом конце трубки станет равной кривизне шаровой поверхности на левом конце (рис. 330).

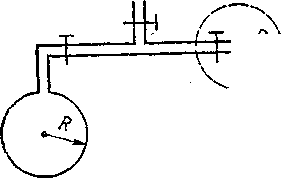
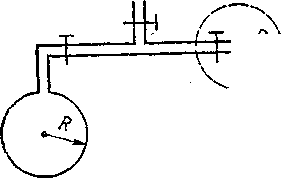


Рис. 330



671. Почему из флакона с очень узким отверстием (флакон из–под одеколона) трудно выливается вода?

*Ответ:* При малом диаметре отверстия велика кривизна мениска, возникающее лапласово давление препятствует вытеканию воды.

672. Почему нижнее отверстие ливера (пипетки) должно быть малым?

673. Почему бывает трудно налить жидкость в пузырек с узким горлышком?

Явление смачивания

674. Какую жидкость можно налить в стакан выше краев?

*Ответ:* Жидкость, не смачивающую стенок стакана.

675. Если лекарство нужно накапать из стеклянного пузырька, то в горлышко вставляют сломанную под прямым углом чистую (без головки) спичку. Объясните физический смысл такой «хитрости».

*Ответ:* Вода смачивает поверхность спички и по ней вытекает из пузырька.

676. На стекле находится большая капля ртути. Какую форму она примет в условиях невесомости?

*Ответ:* Сферическую, так как ртуть стекло не смачивает.

677. Почему маленькие капли росы на листьях некоторых растений имеют форму шариков, тогда как на листьях других растений роса растекается тонким слоем?

678. Почему чернилами нельзя писать на жирной бумаге?

*Ответ:* Чернила не смачивают жирную бумагу.

679. В шарик из воска вдавливают такой кусочек металла, чтобы его средняя плотность стала несколько больше, чем у воды. Если шарик бросить в воду, то он потонет. Если же осторожно опустить на поверхность воды, то он будет плавать. Почему?

*Ответ:* Воск не смачивается водой. Если шарик осторожно положить на воду, то под ним образуется вогнутая поверхность воды. Сумма сил поверхностного натяжения вогнутой пленки и архимедовой силы уравновешивает силу тяжести.

680. Некоторые мелкие насекомые, попав под поверхность воды, не могут выбраться наружу. Почему?

*Ответ:* Насекомые не могут преодолеть силу поверхностного натяжения выпуклой пленки воды, образующейся в том месте, где насекомое пытается выбраться наружу.

681. Вода налита в стеклянный сосуд. Если на поверхность воды опустить кусочек пробки, то он как бы притягивается к стенке сосуда. Почему? Будет ли кусочек железа, плавающий на поверхности ртути, притягиваться к стенке стеклянного сосуда?

*Ответ:* Поверхностное натяжение обусловливает стремление жидкости уменьшить свободную поверхность. При смачивании жидкостью тела и стенок сосуда (или при их несмачивании) приближение кусочка пробки к стенке уменьшает свободную поверхность жидкости, и тело притягивается к стенке. При смачивании одного из них и несмачивании другого приближение пробки к стенке связано с увеличением поверхности жидкости. Поэтому тело будет отталкиваться от стенки.

682. Почему волоски кисточки в воде расходятся, а вынутые из воды слипаются?

*Ответ:* В воде волоски расходятся под действием сил упругости. В воздухе же поверхностное натяжение пленки воды, охватывающей волоски, стягивает их вместе.

683. Слепить фигурку из сухого песка нельзя, а из мокрого можно. Почему? Будет ли держаться фигурка из песка, если ее слепить под водой?

*Ответ:* Под водой фигурку из песка слепить нельзя, так как в воде нет общей жидкой пленки, охватывающей песчинки и стягивающей их.

684. Сито, сделанное из волокон, которые не смачиваются водой, оказывается непроницаемым для воды, хотя через него свободно проходит воздух. Какова причина указанного явления?

*Ответ:* Вода, вдавливаясь в скважины, стенки которых ею не смачиваются, образует выпуклые мениски, которые, стремясь сократиться, уравновешивают давление воды и препятствуют ее проникновению в скважины.

685. Почему наполненное водой сито протекает, если коснуться его снизу пальцем?

686. Дети во время купания часто надувают воздухом мокрую наволочку от подушки и пользуются ею как поплавком. Почему в мокрой наволочке воздух держится, а в сухой нет?

*Ответ:* Пленка воды между нитками ткани, прогибаясь под давлением воздуха в наволочке, образует выпуклые мениски в каждом прямоугольнике ткани. Поверхностное натяжение в выпуклом мениске создает лапласово давление, которое уравновешивает давление воздуха в наволочке и удерживает в ней воздух.

687. Между двумя столбами натянута веревка. Как изменится прогиб веревки, когда она намокнет от дождя?

*Ответ:* Когда волокна веревки покрываются пленкой воды, они сближаются между собой под действием поверхностного натяжения пленки. Вследствие этого спирали волокон делаются круче, а веревка — толще и короче.

688. Почему мокрое платье становится узко?

*Ответ:* Под действием сил поверхностного натяжения. (См. ответ к задаче 687.)

689. Почему алюминий не удается паять оловянным припоем?

*Ответ:* Алюминий не смачивается расплавленным оловом.

690. Должны ли смазочные материалы смачивать трущиеся металлы?

*Ответ:* Должны. Смачивающая металл смазка заполняет неровности его поверхности. После этого сухое трение между металлами заменяется меньшим трением между слоями смазки.

691. Отвал плуга покрыли пластиком, который не смачивается. Изменится ли тяговое сопротивление плуга?

*Ответ:* Тяговое сопротивление плуга уменьшится, так как уменьшится сила сцепления отвала с почвой.

692. Бросьте в стакан газированной воды ягоду винограда. Ягода сразу же покроется пузырьками газа, которые поднимут ее на поверхность. Когда пузырьки газа с ягоды выйдут в воздух, она снова потонет. Затем явление будет повторяться много раз подряд, пока из воды не выйдет газ. Почему пузырьки газа легче образуются на ягоде, чем на стенках стакана?

*Ответ:* Ягода винограда не смачивается водой.

693. Перья водоплавающих птиц покрыты тончайшим слоем жира, который не смачивается водой. Какую пользу приносит этот жирный налет птицам?

*Ответ:* Бородки перьев, смазанные жиром, не смачиваются водой и образуют своеобразную сетку, которая не пропускает воды. Кроме того, слой воздуха, заключенный между перьями птицы, увеличивает плавучесть ее тела.

694. Если на плоское дно сосуда с водой положить деревянную пластинку, то она всплывает. Если же на дно такого сосуда с ртутью положить стеклянную пластинку, то она не всплывает, хотя плавучесть стекла в ртути (разность плотностей ртути и стекла) гораздо больше, чем дерева в воде. Почему?

*Ответ:* Ртуть не смачивает стекло и не подтекает под лежащую на дне сосуда пластинку, поэтому и не выталкивает ее, а прижимает ко дну.

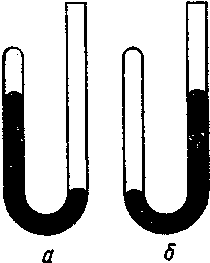


Рис. 103

695. В *U*-образную трубку, один конец которой запаян, требуется налить ртуть так, как показано на рисунке 103, *а.* Если непосредственно наливать ртуть, то трубка заполнится ею так, как показано на рисунке 103, *б.* Чтобы переместить ртуть дальше, внутрь стеклянной трубки вводят мягкую железную проволоку. Наклонив трубку, помещают ртутный столбик там, где это требуется. Объясните явление.

696. Что произошло бы с жидкостью, заполняющей часть сосуда, закрытого пробкой и находящегося на искусственном спутнике Земли?

*Ответ:* Несмачивающая жидкость приняла бы форму шара, окруженного воздухом. Смачивающая жидкость растеклась бы по внутренней поверхности сосуда, а внутри ее был бы воздушный пузырь.

697. В чистом стеклянном стакане налито некоторое количество воды. Как она расположится, если стакан с водой попадет в условия невесомости?

*Ответ:* Вследствие полного смачивания водой стенок стакана и отсутствия весомости вода покроет все стенки стакана как внутри, так и снаружи.

698. Справедливо ли утверждение: в условиях невесомости напиться воды из стакана нельзя, так как слой жидкости облепит лицо, поэтому можно даже утонуть в ложке воды?

Капиллярные явления

699. На каком физическом явлении основано употребление полотенец?

*Ответ:* На капиллярности.

700. Почему растекаются чернила при письме на бумаге плохого качества?

*Ответ:* Растекание чернил происходит вследствие наличия капилляров между образующими бумагу волокнами – чернила втягиваются в них, и .линии, проведенные пером на бумаге, получаются размытыми. Чтобы устранить растекание, надо заполнить эти капилляры какой-либо затвердевающей жидкостью.

701. Почему масло, налитое на мраморную пластинку, впитывается в нее?

702. Почему плохо вытираются мокрые руки шерстяной или шелковой тканью?

*Ответ:* Шерсть и шелк водой плохо смачиваются.

703. Бидон с керосином или бензином нельзя закрывать пробкой, обернутой тряпкой. Почему?

*Ответ:* Бензин или керосин, поднимаясь по тряпочной пробке вследствие капиллярности, будет смачивать поверхность бидона. Это приведет к потере горючего при хранении.

704. Зачем в стальных перьях делают продольный разрез?

*Ответ:* Нажимая на перо при письме, мы расширяем разрез пера, увеличиваем радиус «капилляра»; чернила постепенно опускаются с пера на бумагу.

705. Между рядами посевов стремятся чаще рыхлить почву, разрушая тем самым образующуюся корку. Почему этот вид работ часто называют «сухим поливом»?

*Ответ:* Слежавшаяся почва содержит капилляры, по которым влага поднимается на поверхность и испаряется, рыхление разрушает капилляры.

706. Если положить кусок мела на мокрую губку, он намокнет. Если сухую губку положить на мокрый мел, она останется сухой. Почему?

*Ответ:* Мел имеет капилляры меньшего диаметра, чем губка.

707. Если масляной краской покрыть штукатурку или картон, то вместо блестящего слоя весьма прочной краски на нем получается слой красящего порошка, легко стирающегося. Отчего это происходит? Какую роль играет предварительная «грунтовка» таких поверхностей олифой?

*Ответ:* Масло впитывается в капилляры, а красящий порошок остается на поверхности и легко осыпается с нее. В загрунтованную поверхность масло не впитывается и затвердевает вместе с красящим веществом, образуя блестящий слой, весьма прочный и не растворимый в воде.

708. а) Чем объяснить, что вода, находящаяся в слабообожженном глиняном сосуде с мелкими порами, имеет температуру ниже, чем температура окружающего воздуха? б) При каких условиях температура воды в этом сосуде будет такой же, как и окружающая температура?

*Ответ:* а) Вода проходит сквозь капилляры сосуда и испаряется. Сосуд и содержащаяся в нем вода охлаждаются, б) Если покрыть сосуд глазурью и накрыть крышкой или поместить его в пространство насыщенного водяного пара, то вода испаряться не будет, тогда температура воды и среды будет одинакова.

709. На сыром грунте следы от шагов человека или от телеги намокают. Почему?

*Ответ:* Грунт под ногами человека или под колесом телеги уплотняется. По образующимся капиллярам поднимается вода, и след намокает.

710. На какую высоту поднимется смачивающая жидкость в капилляре, если сосуд с жидкостью, в который опущен капилляр, находится в состоянии невесомости?

*Ответ:* Жидкость заполнит весь капилляр, так как сила поверхностного натяжения не уравновешивается весом жидкости в капилляре.

711. Может ли ртуть вытекать из тонкого стеклянного капилляра каплями?

*Ответ:* Нет, так как ртуть стекло не смачивает.

712.Вертикальная капиллярная стеклянная трубка подвешена к коромыслу весов и уравновешена гирями. Что произойдет с весами, если под капиллярную трубку осторожно поднести сосуд с водой так, чтобы кончик капилляра коснулся ее поверхности?

*Ответ:* Коромысло весов, на котором подвешен капилляр, опустится под действием сил поверхностного натяжения.

713. Изменится ли высота поднятия жидкости в капиллярной трубке, если ее наклонить?

714. В сосуд с горячей водой опущена капиллярная трубка. Будет ли изменяться уровень воды в трубке при остывании воды?

*Ответ:* Уровень воды в трубке будет подниматься, так как с понижением температуры воды увеличивается ее коэффициент поверхностного натяжения в большей мере, чем плотность.

715. В тонкой стеклянной трубке, лежащей горизонтально, находится столбик воды. Какое явление будет иметь место, если один конец трубки подогревать?

*Ответ:* С повышением температуры коэффициент поверхностного натяжения воды уменьшается. Вследствие этого сила поверхностного натяжения у холодного

конца больше, чем у горячего, и столбик воды будет перемещаться, в сторону  
холодного конца.

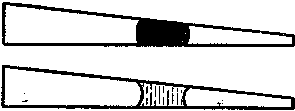


Рис. 104

716. Имеются две тонкие трубки, расширяющиеся к одному концу. В трубки введены капли ртути и воды (рис. 104). Почему капли не остаются в покое, а движутся вдоль трубок? Куда передвигаются капли?

*Ответ:* Ртуть выталкивается в сторону широкого конца трубки. Вода перемещается в сторону узкого конца трубки.

717. Влияет ли величина диаметра стеклянной трубки барометра на точность его показаний?

*Ответ:* При очень малом диаметре трубки на показаниях прибора будет сказываться явление капиллярности.

17. ТВЕРДЫЕ ТЕЛА И ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ЖИДКОСТИ

Кристаллические и аморфные тела

718. Шар, выточенный из монокристалла, при нагревании может изменить не только свой объем, но и форму. Почему?

*Ответ:* Вследствие анизотропии кристаллы при нагревании расширяются по различным направлениям неодинаково.

719. Какая разница в строении крупинки сахарного песка и куска сахара-рафинада?

*Ответ:* Первая – монокристалл, второй – поликристалл.

720. Почему углерод встречается в природе чаще в виде графита, а не алмаза?

*Ответ:* Для образования алмаза требуются высокие температуры (2000°С и более) и высокие давления (около 1000000 *н/см*2)*.* Алмазы могли образоваться только в глубинах Земли. Графит мог образоваться при менее высоких температурах и давлениях. Таких областей на поверхности Земли значительно больше.

721. Скорость роста кристалла различна по разным направлениям. Какой факт служит доказательством этого?

*Ответ:* Сама форма кристалла.

722. При росте кристалла в насыщенном растворе вблизи его поверхности наблюдаются так называемые концентрационные потоки раствора, поднимающиеся вверх. Объясните явления.

*Ответ:* Во время роста кристалла растворенное вещество переходит на его поверхность, и плотность раствора вблизи кристалла уменьшается. Вследствие различия в плотности жидкости в разных местах действует архимедова сила и возникают поднимающиеся вверх концентрационные потоки.

723. Почему кристалл поваренной соли от удара по нему молотком раскалывается на куски разного размера, но имеющие всегда форму параллелепипеда с прямыми углами?

*Ответ:* В кристалле имеются атомные плоскости, расстояния между которыми велики по сравнению с расстояниями между атомными плоскостями в других направлениях. Силы притяжения между далеко расположенными плоскостями сравнительно малы, поэтому вдоль них легче разрушается кристалл.

724. Каково происхождение узоров на поверхности оцинкованного железа?

*Ответ:* Узоры появляются вследствие кристаллизации цинка.

725. Почему в мороз снег скрипит под ногами?

*Ответ:* Ломаются сотни тысяч снежинок-кристалликов.

726. Как показать, что стекло – тело аморфное, а поваренная соль – тело кристаллическое?

*Ответ:* Для этого можно разбить кусочек стекла и крупный кусок поваренной соли. Рассмотрение полученных осколков стекла покажет, что в отличие от поваренной соли они имеют неправильную форму. Следовательно, стекло – тело аморфное, а поваренная соль – кристаллическое. (Возможны и другие способы, основанные на анизотропии кристаллов поваренной соли.)

727. Что будет с кристаллом, опущенным в ненасыщенный раствор или расплав? То же – в пересыщенный раствор или переохлажденный расплав?

*Ответ:* В первом случае кристалл растворится или расплавится, во втором – кристалл будет расти.

728. Почему холодный воск резать труднее, нежели нагретый?

Деформация тел

729. Проволока изготовляется на волочильном станке (металлический стержень многократно протягивается через ряд отверстий с постепенно уменьшающимся диаметром). Какие деформации при этом испытывает металл?

*Ответ:* Растяжение с переходом через предел упругости. Перед отверстием матрицы – сжатие.

730. Почему велосипедные спицы расположены не по радиусам, а направлены по касательной к втулке?

731. Шатуны цилиндров двигателей внутреннего сгорания изготавливаются из стержней двутаврового сечения. Почему?

*Ответ:* Стержень двутаврового сечения хорошо противостоит деформациям растяжения, сжатия, изгиба. При сохранении прочности он имеет меньший вес.

732. Для чего рама велосипеда делается трубчатой?

*Ответ:* Почти все части рамы велосипеда работают на изгиб, а трубчатая конструкция при одинаковой затрате материала обладает гораздо большей прочностью и жесткостью при работе на изгиб, чем сплошная. Следовательно, применение труб в велосипедной раме ведет к экономии материала и снижает его вес.

733. Какую часть железобетонной балки, работающей на изгиб, следует армировать больше?

*Ответ:* При изгибе часть балки растягивается, а часть сжимается. Бетон хорошо работает на сжатие, но плохо на растяжение. Армировать нужно ту часть балки, которая растягивается.

734. Какая колба выдержит большее давление снаружи – круглая или плоскодонная?

*Ответ:* Большее давление выдержит круглая колба, так как ее стенки будут работать на сжатие, а плоское дно – на изгиб.

Плавление и отвердевание кристаллических тел

735. Люди научились обрабатывать бронзу раньше, чем железо. Чем это объяснить?

*Ответ:* Температура плавления бронзы ниже, чем железа.

736. Чтобы давать больше света, волосок электролампы должен нагреваться до более высокой температуры. Какой из материалов надо взять для изготовления волоска: вольфрам, уголь или железо?

*Ответ:* Вольфрам.

737. Кварцевая посуда прочна и никогда не лопается. Кварца на земле много. Почему же не делают посуду из кварца?

*Ответ:* У кварца высокая точка плавления – 1625 °С.

738. В таблицах температуры плавления и удельной теплоты плавления веществ не приводятся данные для стекла. Почему?

*Ответ:* Аморфные тела не имеют точки плавления.

739. Почему пруды замерзают раньше рек?

*Ответ:* Движение воды в реке постоянно выносит со дна на ее поверхность более теплую воду.

740. В холодное время года можно наблюдать, как дождевые капли, падая на землю, замерзают, образуется гололед. Чем объясняется быстрое замерзание капель?

*Ответ:* Объясняется переохлаждением воды в капле, а кроме того, низкой температурой поверхности земли.

741. Почему морская вода не замерзает при 0° С?

*Ответ:* Температура замерзания соленой воды ниже 0оС.

742. Чугун плавится при более низкой температуре, чем железо. Почему?

*Ответ:* При плавлении упорядоченное расположение атомов переходит в неупорядоченное. Атомы углерода в чугуне нарушают правильность строения решетки кристаллов железа, поэтому их присутствие облегчает переход тела из твердого состояния в жидкое.

743. На бруске льда висят два одинаковых груза: один на медной, другой на капроновой нитях равного диаметра. Почему медная нить перерезает лед, а капроновая нет?

*Ответ:* При нормальном атмосферном давлении вода замерзает при 0оС. При повышении давления температура плавления льда понижается: Поэтому лед под обеими нитями вначале будет плавиться. Для плавления необходима энергия, Вследствие хорошей теплопроводности меди к ней все время будет подводиться необходимое количество теплоты от окружающего воздуха, и процесс разрезания льда будет сравнительно быстрым. Теплопроводность же капрона невелика, и здесь процесс разрезания льда идет крайне медленно.

744. Одну из бутылок с водой положили на лед при 0°С, вторую – опустили в воду при 0°С. Замерзнет ли вода в какой-нибудь из них?

*Ответ:* Для изменения агрегатного состояния вещества необходимо либо отобрать у него, либо сообщить ему некоторое количество теплоты. Чтобы осуществлялась теплопередача, соприкасающиеся тела должны иметь различную температуру. Первая бутылка и лед, вторая бутылка и вода имеют одинаковые температуры, поэтому вода ни в одной из бутылок не замерзнет.

745. Объясните явление, описанное в рассказе Э. Шима «Белое, черное»:

«. . .Застывающий гипс вдруг сам по себе начинает разогреваться. . . и очень приятно, особенно зимою, положить закоченевшие руки на сахарно-белую, чуть влажную отливку, полную внутренней ласковой теплоты».

*Ответ:* Процесс кристаллизации гипса связан с выделением теплоты плавления. Поэтому отливка разогревалась.

746. Выпал мокрый снег. Каким способом можно определить процентное содержание влаги в нем?

*Ответ:* Калориметрическим методом.

747. Почему коньки хорошо скользят по льду? Почему в морозы это скольжение ухудшается?

*Ответ:* При скольжении конька на поверхности льда вследствие давления и трения образуется прослойка воды, уменьшающая силу трения. В большие морозы образование этой прослойки затруднено, и сила трения возрастает.

748. Для чего летом в ледниках лед пересыпают солью?

*Ответ:* На растворение соли расходуется энергия, при этом температура понижается.

749. Почему вода в водоемах начинает замерзать с поверхности?

*Ответ:* Вода, охлажденная ниже 4°С, на дно не опускается. Образовавшийся на поверхности воды лед также не тонет, так как его плотность меньше плотности воды.

750. Потонет ли твердый чугун в расплавленном чугуне?

*Ответ:* Нет, так как плотность твердого чугуна меньше плотности жидкого.

1,05

1,0

*V*

40

–20

20

0

80

60

*t*о

1,1

Рис. 105

4

10

751. На рисунке 105 показано изменение объема льда и воды с повышением температуры. Что показывает вертикальный отрезок графика? Как изменяется объем льда? Как изменяется объем воды?

*Ответ:* Процесс плавления льда. Увеличивается. До 4°С уменьшается, а затем увеличивается.

752. Что произойдет с бутылкой, если ее наполнить молоком и поставить на мороз?

*Ответ:* Бутылка лопнет, так как молоко, замерзая, расширяется.

753. В котельной перестали топить. Вода в отопительной батарее, стоявшей в холодном коридоре, замерзла. Слесарь паяльной лампой отогрел батарею, и из нее потекла вода. Когда лопнула батарея: при замерзании воды или нагревании ее лампой?

*Ответ:* Нагревая батарею паяльником, слесарь не мог поднять в ней температуру выше 100°С. А в этих пределах тепловое расширение батареи не может привести к образованию в ней трещин. При замерзании воды расширение батареи превысило допускаемые пределы и образовались аварийные трещины.

18. ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ТЕЛ

Тепловое расширение

754. Зубные врачи не рекомендуют есть очень горячую пищу. Почему?

*Ответ:* Различные части зуба имеют разные коэффициенты расширения. При резком нагревании зуба в нем возникают напряжения, которые могут вызвать трещины в эмали.

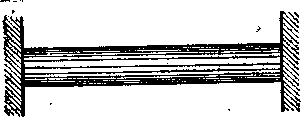


Рис. 106

755. Стальной стержень зажат между двумя стойками (рис. 106). Как деформируется стержень при нагревании?

*Ответ:* Стержень будет испытывать сжатие. Практически из-за неравномерности прогрева стержня будет изгиб.

756. Чтобы вывернуть старый заржавленный винт, его нагревают паяльником. Когда винт остынет, он легко вывинчивается. Как объяснить это явление?

*Ответ:* Между винтом и гайкой находится слой ржавчины, которая создает большую силу трения. При нагревании винт сжимает этот слой. При остывании винта между ним и гайкой образуется зазор и винт легко вывинчивается.

757. Почему точные лекала изготовляют не из обычной, а из железоникелевой стали – инвара?

*Ответ:* Инвар имеет малый коэффициент линейного расширения. Колебания температуры от 10 до 30 °С практически (в пределах допусков, требуемых чертежом) не изменяют размеров такого лекала.

758. Почему отверстия для болтов на стыках железнодорожных рельс делают удлиненными, а не круглой формы?

*Ответ:* Удлиненные отверстия позволяют рельсам при расширении от нагревания проскальзывать вдоль боковой накладки.

759. Для чего строители Московского метро оставляют в стенах тоннеля кольцевые щели шириной 2–3 *см*?

*Ответ:* Чтобы дать возможность металлическим трубам тоннеля удлиниться при повышении температуры и этим избежать опасных напряжений и деформаций труб.

760. При склепке толстых листов железа в отверстия листов вставляют раскаленные докрасна заклепки и концы их расклепывают ударами молотка. Почему берут раскаленные заклепки?

*Ответ:* В дальнейшем при охлаждении заклепка, сокращаясь, сильнее стянет склепанные листы.

761. Когда натянутая стальная струна охлаждается, ее натяжение, а следовательно, и энергия, зависящая от натяжения, увеличивается. За счет чего происходит увеличение энергии?

762. Почему кварцевый стержень может подвергаться резкому охлаждению, не разрушаясь при этом?

*Ответ:* Кварц имеет сравнительно малый коэффициент линейного расширения, поэтому при изменении температуры длина стержня почти не изменяется.

763. Одинаково ли меняются при нагревании размеры сплошного стержня и трубки, если у них одинаковые диаметр, длина и материал?

Рис. 107

*A*

*B*

*Ответ:* Стержень и трубка изменят размеры одинаково.

764. Стальной стержень держится между выступами цинковой пластины *А* (рис. 107) наличием небольшого трения. Что произойдет, если весь прибор погрузить в кипящую воду?

Рис. 108

765. При повышении температуры биметаллическая пластинка должна разомкнуть электрическую цепь (рис. 108). Покажите, какая часть пластинки – медь, а какая – сталь.

*Ответ:* Медь внизу.

766. Если железный винт ввинтить в медную гайку и вместе с гайкой охладить, то вывинтить его почти невозможно. Почему?

767. Почему при нагревании и охлаждении железобетона бетон не отделяется от железа?

*Ответ:* Коэффициенты расширения бетона и железа приблизительно одинаковы.

768. Для электродов электрической лампы используют сплав платинид, расширяющийся при нагревании так же, как стекло. Можно ли платинид заменить медью?

*Ответ:* Нет. При нагревании медной проволоки стекло может треснуть, при охлаждении между ней и стеклом появится зазор, через который в лампу проникнет воздух, и нить лампы быстро сгорит.

769. Когда балалайку выносят из теплого помещения на мороз, ее стальные струны становятся более натянутыми. Что можно сказать о коэффициентах теплового расширения стали и дерева?

*Ответ:* Коэффициент расширения стали больше, чем дерева.

770. Нарушится ли равновесие чувствительных весов, если одно плечо коромысла нагреть?

*Ответ:* Нагретое плечо коромысла опустится.

771. Изменится ли потенциальная энергия медного шара, лежащего на горизонтально расположенной поверхности стола, при нагревании шара?

*Ответ:* Диаметр шара при нагревании увеличится. Поднимется и его центр тяжести. Следовательно, его потенциальная энергия также увеличится.

772. Медный обруч вращается вокруг оси, проходящей через его центр тяжести. Изменится ли его угловая скорость, если повысится температура?

*Ответ:* В результате нагревания будет увеличиваться длина обруча, что эквивалентно увеличению его радиуса. При этом увеличивается момент инерции

обруча. Согласно закону сохранения вращательного импульса при увеличении момента инерции должна уменьшиться угловая скорость.

773. Почему металл не дает трещин при резких колебаниях температуры воздуха, а камень при тех же условиях дает трещины?

*Ответ:* Металл обладает большей теплопроводностью, чем камень. При колебаниях температуры воздуха в металле не возникают такие напряжения, которые приводили бы к трещинам.

774. При литье расплавленный металл выливают в формы. Почему формы делают больше отливаемого предмета?

*Ответ:* При охлаждении отливка принимает меньшие размеры.

775. Почему стеклянные сосуды, нагреваемые до высоких температур, делают из тонкого стекла?

*Ответ:* Если сосуд сделан из тонкого стекла, то все части его нагреваются почти одновременно и стенки сосуда расширяются равномерно. Стекло не даст трещин.

Тепловое расширение жидкостей

776. Почему нефтепродукты отпускаются со склада (с нефтебазы) не в объемных единицах, а в весовых?

*Ответ:* При колебаниях температуры нефтепродукты (керосин) меняют свою плотность, поэтому при разных температурах в единице объема будет содержаться разная масса того или иного нефтепродукта (керосина).

777. Действовал бы термометр, если б жидкость в нем имела тот же коэффициент расширения, что и стекло?

*Ответ:* Термометр не менял бы своих показаний.

778. На весах уравновешены два одинаковых кварцевых стакана. Сохранится ли равновесие весов, если один стакан наполнить кипятком, а другой – холодной водой?

*Ответ:*778. Равновесие нарушится – опустится чашка, на которой стоит стакан с холодной водой, имеющей большую плотность, чем кипяток.

779. Чем поддерживается непрерывное движение воды в системе водяного отопления?

*Ответ:* Неодинаковой плотностью воды, нагретой до разных температур.

780. Изменяется ли длина пузырька в трубке плотничьего уровня при колебаниях температуры?

*Ответ:* Да. В холодную погоду пузырек воздуха длиннее, так как его размеры при колебаниях температуры определяются изменением объема воды в трубке.

781. Как изменится уровень ртути в барометре, если температура повысится, а давление останется прежним?

*Ответ:* Уровень ртути повысится, так как при нагревании ртуть расширяется и плотность ее уменьшается.

782. Влияет ли расширение барометрической трубки на показания барометра?

*Ответ:* Нет.

783. В воде при температуре 10°С плавает тело, целиком в нее погружаясь. Будет ли тело плавать, если воду нагреть?

*Ответ:* Тело потонет, если коэффициент объемного расширения у него меньше, чем у воды.

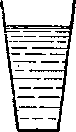
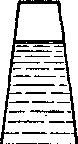
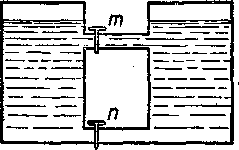
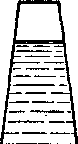


Рис. 109



784. В три сосуда (рис. 109) налито по одинаковому количеству жидкости при 0°С. Первоначально уровень жидкости в сосудах одинаковый. Изменится ли в сосудах давление и сила давления на дно при нагревании жидкости?

*Ответ:* При нагревании жидкости объем и плотность ее во всех сосудах изменится одинаково. В цилиндрическом сосуде плотность уменьшается пропорционально увеличению высоты жидкости. Следовательно, давление и сила давления на дно в нем не изменятся.

В суживающемся кверху сосуде высота уровня нагретой жидкости будет больше, чем в цилиндрическом при той же температуре; в расширяющемся сосуде наоборот. Поэтому давление и сила давления жидкости на дно суживающегося кверху сосуда увеличатся, а расширяющегося – уменьшатся.

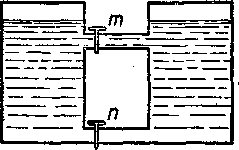


Рис. 110

785. Сосуды (рис. 110) наполнены жидкостью до одинакового уровня. Трубки *т* и *п* закрыты. Что произойдет, если один сосуд нагреть и открыть нижнюю трубку? Верхнюю трубку? Обе трубки одновременно?

786. Вес полого металлического шарика таков, что он в воде при температуре +4°С всплывает. Какое положение относительно уровня воды будет занимать шарик, если температура ее меняется от 0°С до +10°С?

*Ответ:* Пока вода нагревается до +4°С, шарик будет лежать на дне сосуда. При температуре +4°С он всплывет на поверхность, а при дальнейшем повышении температуры воды снова потонет.

787. Внутри воды плавает полый стеклянный пузырек. В сосуд подливают воды, и пузырек поднимается вверх. Затем еще подливают воды, и пузырек тонет. Как это можно объяснить?

*Ответ:* Вначале подливали более холодную воду, затем – более горячую, чем вода в сосуде.

**ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ**

19. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Электризация тел

788. Почему нити прилипают к гребням чесальных машин, применяющихся в текстильной промышленности, и при этом путаются и часто рвутся? Для борьбы с этим явлением в цехах искусственно создают повышенную влажность воздуха. Зачем это делают?

*Ответ:* Нити на гребнях чесальных машин электризуются и прилипают к гребням. Повышенная же влажность препятствует их электризации.

789. Цинковые опилки просеивают через медное сито. Что произойдет с листочками электроскопа, если струю этих опилок направить на шарик электроскопа?

*Ответ:* Электроскоп зарядится.

790. Потрите стержень электроскопа ненаэлектризованной каучуковой палочкой. Электроскоп обнаруживает заряд. Почему?

*Ответ:* Заряд образовался вследствие трения каучуковой палочки о стержень электроскопа.

791. Почему при переливании бензина из одной цистерны в другую он может воспламениться, если не принять специальных мер предосторожности?

*Ответ:* При вытекании из трубы бензин электризуется настолько, что возникает электрическая искра, воспламеняющая его.

792. На предприятиях резиновой промышленности при вальцовке каучук пропускают между двумя вращающимися валами. Если поднести руку к такому каучуку, то появится искра. Почему?

*Ответ:* При вальцовке каучук электризуется.

793. Если ножовкой распиливать лист какого-нибудь полимера (полиэтилен, полистирол, винипласт, плексиглас и др.), то опилки прилипают к ножовке, к столу, на котором укреплена обрабатываемая деталь, и другим предметам. Чем это объясняется?

*Ответ:* Электризацией полимера при механической обработке.

794. Можно ли на концах стеклянной палочки получить два одновременно существующих разноименных заряда?

*Ответ:* Можно, для этого концы палочки надо потереть соответствующими телами. Один – мехом, тогда конец зарядится отрицательно. Другой конец палочки – амальгамированной кожей, тогда на нем образуется положительный заряд.

Взаимодействие зарядов. Закон Кулона

795. Чем объяснить, что легкий бузиновый шарик, вначале приставший к наэлектризованной палочке, затем отталкивается от нее?

*Ответ:* Шарик, коснувшись палочки, получает заряд того же знака, который имеет она. А одноименные заряды отталкиваются.

796. С какой силой действуют два одноименных и равных заряда на третий заряд, помещенный на половине расстояния между ними?

797. Каково движение заряженной пылинки в поле одноименного точечного заряда при условии отсутствия трения? Весом пылинки пренебречь.

*Ответ:* Уменьшающаяся по величине сила будет сообщать телу соответствующее ускорение. И если пылинка вначале покоилась, то скорость ее с течением времени будет возрастать.

798. Два маленьких шарика подвешены на тонких изолирующих нитях одинаковой длины в одной точке. Что произойдет, если шарикам в состоянии невесомости сообщить одноименные заряды?

*Ответ:* В состоянии невесомости шарики разойдутся на расстояние, равное удвоенному значению длины нити.

799. В каком случае при сближении двух одноименно заряженных тел сила отталкивания между ними уменьшается до нуля?

*Ответ:* Такими телами являются, например, заряженные одноименно кольцо и маленький шарик, находящийся на оси кольца, перпендикулярной к его плоскости (рис. 306; задача 169).

Напряженность электрического поля

800. Два одинаковых по величине заряда находятся на некотором расстоянии друг от друга. В каком случае напряженность в точке, лежащей на половине расстояния между ними, больше: если эти заряды одноименные или разноименные?

*Ответ:* Разноименные. При одноименных точечных зарядах напряженность будет равна нулю.

801. Почему птицы слетают с провода высокого напряжения, когда включают ток?

*Ответ:* При включении тока высокого напряжения на перьях птицы возникает статический электрический заряд, вследствие чего перья птицы топорщатся и расходятся (как расходятся кисти бумажного султана, соединенного с электростатической машиной). Это пугает птицу, и она слетает с провода.

802. Электрическое поле образовано двумя разноименными точечными зарядами, равными по величине. Докажите, что во всех точках поля, одинаково удаленных от того и другого заряда, направление электрической силы, действующей на пробный заряд, параллельно линии, соединяющей два данных заряда.

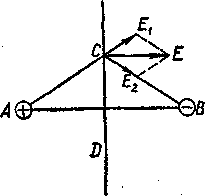


Рис. 331

*Ответ:* Из рисунка 331 ясно, что перпендикуляр *CD,* проходящий через середину отрезка *АВ,* есть геометрическое место точек, в которых напряженность поля параллельна линии *АВ.*

803. Чему равна напряженность поля в центре равномерно заряженного проволочного кольца, имеющего форму окружности? В центре равномерно заряженной сферической поверхности?

*Ответ:* В обоих случаях напряженность равна нулю.

804. Будет ли устойчивым положение равновесия точечного заряда, находящегося посередине между двумя другими одинаковыми точечными зарядами, знак которых тот же или противоположен знаку первого заряда?

*Ответ:* Равновесие будет неустойчивым, а) Рассмотрим случай, когда заряд, находящийся посередине, противоположен по знаку двум другим зарядам. Если этот заряд немного отклонить от положения равновесия в направлении линии, на которой лежат другие заряды, сила притяжения, действующая со стороны более близкого заряда, увеличится, а со стороны более далекого – уменьшится, вследствие чего заряд будет дальше уходить от положения равновесия. Значит, положение равновесия неустойчиво.

б) Если заряд, находящийся посередине, того же знака, что и два других, то при отклонении его вдоль линии, соединяющей заряды, возникнут силы, которые будут возвращать средний заряд в положение равновесия. Однако если средний заряд отклонится в направлении, перпендикулярном к линии, соединяющей заряды, то равнодействующая сил отталкивания уже не будет равна нулю и будет направлена в ту же сторону, куда отклонился заряд. Вследствие этого заряд будет еще дальше уходить от положения равновесия. Значит, равновесие неустойчиво. Вывод, полученный нами для простейшего случая, справедлив всегда. Если в системе свободных электрических зарядов действуют только кулоновы силы взаимодействия, то равновесие всегда оказывается неустойчивым.

*D*

*В*

*С*

Рис. 111

*А*

805. Что можно сказать о величине напряженности поля в точках *С* и *D* (рис. 111), расположенных на одинаковом расстоянии от точек *А* и *В* изолированного заряженного проводника?

*Ответ:* В точке *С* напряженность больше, чем в точке *D.*

806. Иногда говорят, что силовые линии электростатического поля – это траектории, по которым двигался бы в поле положительный заряд, если его, внеся в это поле, предоставить самому себе. Правильно ли это утверждение?

*Ответ:* Нет. Направление касательной к силовой линии совпадает с направлением силы, действующей на заряд, а значит, с направлением ускорения заряда. Траектория же движения заряда – это линия, направление касательной к которой совпадает с направлением скорости заряда.

807. Почему окраска небольших предметов методом разбрызгивания краски экономически выгодна, а также безвредна для здоровья работающего, если между пульверизатором и предметом создать высокое напряжение?

*Ответ:* Заряженные частицы краски не разбрызгиваются беспорядочно во все стороны, а под действием сил электрического поля ложатся только на окрашиваемый предмет.

Проводники в электростатическом поле

808. Наэлектризуйте трением эбонитовую палочку. Сначала только коснитесь шарика электроскопа, а затем проведите по нему палочкой. Одинаково ли зарядился электроскоп в том и другом случае? Объясните.

*Ответ:* Во втором случае электроскоп зарядится больше, так как заряд снимается не с одной, а со многих точек поверхности палочки.

809. Если заряженную по всей поверхности эбонитовую палочку положить на стол, утратит ли она весь имеющийся на ней заряд?

*Ответ:* Нет, так как на эбоните заряды перемещаться не могут.

810. Первые опыты применения бездымного пороха для винтовочных патронов были связаны с большим неудобством. Во время взвешивания его зерна «прилипали» к рукам, совочку, весам, мерке, что крайне затрудняло работу. Тогда было предложено графитование (поверхность зерен пороха покрывалась графитом). Объясните, почему после графитования порох переставал прилипать ко всем предметам. В чем причина его «прилипания»?

*Ответ:* Причина прилипания зерен бездымного пороха заключается в его электризации при трении о предметы. Графит – проводник; поэтому графитование дало возможность разряжать зерна пороха.

811. Почему проводники для опытов по электростатике делаются полыми?

*Ответ:* Статические заряды располагаются лишь на внешней поверхности проводника.

812. Электроскоп, стоящий вблизи действующей статической машины, заряжается. Почему? Как устранить действие машины на электроскоп?

*Ответ:* Под действием поля зарядов машины на шарике электроскопа индуцируются заряды одного знака, а на листочках другого. Так как воздух вблизи машины ионизирован, то заряды на шарике исчезают, и остаются заряды на листочках электроскопа. Чтобы электроскоп не испытывал действия, надо окружить его металлической сеткой.

813. Два одноименно заряженных металлических шара одинакового диаметра приводятся в соприкосновение. Один из шаров полый. Как распределятся заряды на обоих шарах?

*Ответ:* Поровну, так как статические заряды располагаются лишь на поверхности шаров.

814. Если прикоснуться заряженным проводником к внешней поверхности незаряженного изолированного проводника, то сможет ли первый проводник передать второму весь свой заряд?

*Ответ:* Не сможет, потому что заряд располагается на внешней поверхности заряженного проводника.

815. Почему незаряженный бузиновый шарик всегда притягивается к телу, заряженному любым по знаку зарядом?

*Ответ:* На шарике вследствие индукции на стороне, ближайшей к заряженному телу, образуется заряд противоположного знака.

816. а) Почему шарик, висящий на шелковой нитке, притянувшись к наэлектризованному предмету, сразу же после соприкосновения с ним от него отталкивается, а с таким же шариком, но подвешенным на металлической нити подобного явления не наблюдается?

б) Опишите приблизительное расположение электрических зарядов на шарике в различные моменты этого явления.

817. Между двумя металлическими пластинами, расположенными горизонтально и параллельно друг другу, помещены бузиновые шарики. Одна из пластин соединена с кондуктором приведенной в действие электрической машины, а другая – с землей. Почему шарики подпрыгивают вверх, а затем падают?

818. Два одинаковых бузиновых шарика подвешены рядом на стальном штативе: один на льняной, а другой на шелковой нитях. К ним подносят наэлектризованную палочку. На какой шарик будет действовать большая сила? Какой из них раньше притянется к палочке? Дайте объяснение.

*Ответ:* Раньше притянется шарик, висящий на льняной нити, так как наведенные на нем по индукции заряды, одноименные с наэлектризованной палочкой, «уйдут в землю», и сила взаимодействия шарика с палочкой будет больше, чем y второго шарика, где заряды, одноименные с палочкой, частично отталкивает шарик от наэлектризованного тела.

819. Легкий бузиновый шарик, подвешенный на шелковой нити, притягивается палочкой. Значит ли это, что палочка была первоначально наэлектризована? А если бузиновый шарик от палочки отталкивается?

*Ответ:* Нет, мог быть наэлектризован сам шарик. Если шарик отталкивается, то оба тела были наэлектризованы (одноименно).

820. На тонких шелковых нитях подвешены два совершенно одинаковых бузиновых шарика: один – заряженный, а другой – незаряженный. Как определить, какой шарик заряжен, если не даны никакие другие приборы и материалы?

*Ответ:* Поднести руку к каждому из шариков поочередно. Заряженный шарик притянется к руке.

821. Почему деревянная рейка, установленная в равновесии на часовом стекле, будет вращаться, если к ней подносить наэлектризованную палочку? Почему движение будет заметнее, если длина рейки больше?

*Ответ:* Чем больше радиус движущейся по окружности материальной точки (конца линейки), тем заметнее ее линейное смещение (при соответственно равном угловом смещении). При большей длине линейки (больший радиус) возрастает действующий на нее момент силы.

822. Как будет действовать наэлектризованная палочка на магнитную стрелку?

*Ответ:* Независимо от знака заряда палочки на концах стальной магнитной стрелки возникнут вследствие индукции электрические заряды, и конец стрелки притянется к наэлектризованной палочке.

823. Если имеется положительно заряженный изолированный проводник, то каким способом можно зарядить два изолированных шара с помощью этого проводника, не уменьшая его заряда, причем на одном шаре получить положительный заряд, а на другом – отрицательный?

*Ответ:* Способом электростатической индукции.

824. Всегда ли поверхностная плотность заряда у проводящего шара во всех точках одинакова?

*Ответ:* Не всегда, а лишь тогда, когда вблизи заряженного шара нет других проводников.

825. К шарику электроскопа, заряженному положительным зарядом, постепенно приближается палочка, заряженная отрицательно. Листочки электроскопа постепенно сближаются, потом снова расходятся и, когда палочка касается шарика электроскопа, остаются раздвинутыми. Объясните происходящее явление.

*Ответ:* Сближение листочков электроскопа происходит вследствие того, что часть электронов с шарика переходит на листочки под влиянием поля отрицательно заряженной палочки. Дальнейшее приближение отрицательно заряженной палочки вызывает индукцию: на листочках появляются новые отрицательные заряды, отклоняющие листочки. Когда палочка касается стержня электроскопа, положительные заряды электроскопа нейтрализуются отрицательными зарядами палочки, а на листочках остаются ранее индуцированные отрицательные заряды. Поэтому листочки электроскопа остаются раздвинутыми.

826. Для того чтобы разрядить электроскоп, бывает достаточно коснуться его пальцем. Разрядится ли электроскоп, если поблизости от него находится изолированное от земли заряженное тело?

*Ответ:* Нет, так как вследствие электростатической индукции произойдет перераспределение зарядов.

827. На столе, на изоляторе, стоит заряженный электрометр. Чтобы разрядить прибор, ученик коснулся рукой его шарика и увидел, что стрелка отклонилась на больший угол, вместо того чтобы приблизиться к стержню. Объясните явление.

*Ответ:* Заряд был сообщен не стержню, а корпусу электрометра.

828. К металлическому шарику, установленному на электроскопе, одновременно прикасаются наэлектризованной эбонитовой палочкой и рукой. Затем отнимают сначала руку, а потом палочку. Какого знака заряд получит электроскоп?

*Ответ:* В результате контакта эбонитовой палочки с шаром электроскоп получит небольшой отрицательный заряд, который через руку уйдет в землю. Так как эбонит – диэлектрик, то на остальных участках палочки, которые не контактируются с шаром, отрицательные заряды останутся неподвижными. Они по индукции зарядят электроскоп положительным зарядом.

829. Имеется полая проводящая незаряженная сфера, внутрь которой помещен положительно заряженный шарик. Укажите: а) Где будут существовать электрические поля? б) Будут ли появляться заряды на сфере? в) Будет ли меняться поле внутри и вне сферы, если перемещать шарик, если шарик оставить неподвижным, а снаружи к сфере поднести заряженное тело?

*Ответ:* а) Поле будет существовать внутри и вне сферы; б) на внутренней поверхности сферы появится отрицательный заряд, на внешней – положительный; в) в первом случае будет изменяться электрическое поле только внутри сферы, во втором – только вне сферы.

830. Внутрь полой проводящей незаряженной сферы был помещен шарик с зарядом *е,* после чего сфера была на короткое время соединена с землей, и затем шарик удален из сферы. Какой заряд будет иметь сфера после этих операций? Где и как будет распределен этот заряд? Где и какое будет существовать электрическое поле?

*Ответ:* Заряд *е.* Он будет распределен равномерно по внешней поверхности сферы. Внутри сферы напряженность поля будет равна нулю. Вне сферы будет существовать электрическое поле, подобное полю точечного заряда *е,* помещенного в центре сферы.

Рис. 112

*А*

*В*

*v*

831. По оси металлической трубы, сужающейся на участке *АВ* (рис. 112), движется с постоянной скоростью заряженная частица. Изменится ли скорость частицы при прохождении сужения?

*Ответ:* Скорость увеличится. При движении заряженной частицы на внутренней поверхности трубы индуцируются заряды противоположного знака. В цилиндрической части трубы эти заряды не создают сил, действующих на частицу вдоль оси. В сужении трубы эти силы будут направлены так, что дадут составляющую, направленную в сторону сужения.

832. Как известно, заряженный шарик притягивает бумажку. Как изменится сила притяжения, если окружить металлической сферой заряженный шарик? бумажку?

*Ответ:* Если окружить шарик концентрической металлической сферой, ничего не изменится: и шарик, и металлическая сфера действуют как заряд, сосредоточенный в точке, находящейся в центре шарика. Если окружить сферой бумажку, сила притяжения обратится в нуль: бумажка попадает в «цилиндр Фарадея», зато теперь металлическая сфера и шарик будут притягиваться друг к другу.

833. Как передать весь заряд латунного шарика металлическому изолированному стакану, внутренний диаметр которого больше диаметра шарика?

*Ответ:* Надо шарик ввести внутрь изолированного стакана и прикоснуться им к внутренней стенке этого изолированного проводника.

834. Как получить на двух полых изолированных проводниках заряды, равные по величине и знаку?

*Ответ:* Внести заряженное тело, имеющее нужный заряд, внутрь заземленного первого тела, убрать заземление и вынести заряд. Затем внести этот же заряд внутрь второго заземленного тела (не касаясь!) и повторить те же операции.

835. Можно ли, имея в своем распоряжении одно заряженное тело, зарядить с его помощью другое тело зарядом, во много раз превышающим заряд первого тела?

*Ответ:* Можно воспользоваться явлением электризации тела через влияние. Если поднести к данному заряженному телу проводник на изолированной подставке и кратковременно заземлить его, тогда на проводнике останется заряд, противоположный по знаку данному. Этот заряд с проводника можно снять, соединив его с внутренней частью, например, полого металлического шара. Так

можно проделать много раз, получив заряд по величине, многократно превышающий заряд первого тела.

*В*

Рис. 113

*А*

*С*

836. Маленьким металлическим шариком прикасаются поочередно к точкам *А, В, С* заряженного тела (рис. 113). После каждого прикосновения приближенно определяют заряд шарика, прикасаясь им к электроскопу. Будут ли листочки электроскопа в указанных трех случаях расходиться на одинаковые углы? Какой вывод можно сделать из этого опыта?

*Ответ:* Заряды на поверхности распределяются так, что их плотность больше в точках поверхности, обладающих большей кривизной. В точке *А* кривизна, а следовательно и плотность заряда, больше, чем в точке *В.* В точке С заряды отсутствуют, так как здесь поверхность вогнутая.

837. Почему приборы для электростатических опытов не имеют острых концов, а заканчиваются округленными поверхностями?

*Ответ:* Для удержания статических зарядов на этих приборах. При наличии острых концов проводников на них образуется настолько большая плотность зарядов, что окружающий воздух ионизируется. Ионы противоположного знака притягиваются острием и нейтрализуют его заряд. Возникает явление, получившее название «стекания» зарядов с острия.

838. Почему заряженный проводник, покрытый пылью, быстро теряет свой заряд?

*Ответ:* На пыльной шероховатой поверхности заряды распределяются с большой плотностью на выступах пылинок, с которых они быстро «стекают».

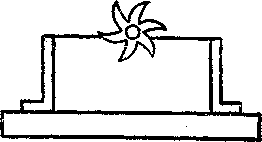


Рис. 114

839. На изолированные горизонтальные проволочные «рельсы» кладется цилиндрический стержень с припаянными на торцах жестяными «звездочками» (рис. 114). Что произойдет, если один из «рельсов» соединить с кондуктором работающей электрофорной машины?

*Ответ:* Стержень покатится по рельсам влево вследствие ударов в острие ионов воздуха, имеющих противоположный острию заряд.

840. Вырезанная из жести змейка помещена на металлическое острие (рис. 115), закрепленное в стеклянном штативе. Что произойдет, если острие соединить с кондуктором работающей электрофорной машины? Что произойдет, если под змейкой поместить горящую свечу?

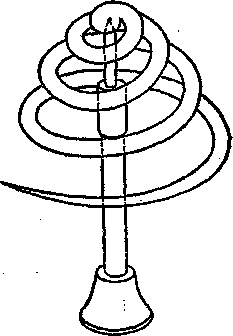


Рис. 115

*Ответ:* Если смотреть сверху, то в первом случае змейка будет вращаться против часовой стрелки за счет «стекания» заряда с ее конца. Во втором случае конвекционные токи воздуха приведут змейку во вращение по часовой стрелке.

841. Алюминиевые листочки электроскопа могут сохранять часами свой заряд, несмотря на присутствие острых ребер и углов. Чем объяснить это?

Электрическое поле равномерно заряженной бесконечной плоскости

842. Нарисуйте картину силовых линий поля между двумя параллельными пластинами, заряженными равными и противоположными зарядами, если расстояние между пластинами: а) мало по сравнению с их размерами; б) велико по сравнению с их размерами.

843. Изменится ли напряженность однородного электрического поля между двумя разноименно заряженными плоскостями, если расстояние между ними увеличится в два раза?

*Ответ:* Не изменится, если однородность поля не нарушится.

844. При каком условии заряженная маленькая пылинка может «висеть» между двумя горизонтальными плоскостями, заряженными разноименно? Что произойдет с пылинкой, если заряд ее уменьшится? Что нужно сделать для восстановления равновесия?

*Ответ:* Заряженная пылинка будет «висеть», если сила тяжести уравновешивается силой действия электрического поля на заряд пылинки. Если заряд пылинки уменьшится, то она начнет падать. Чтобы восстановить равновесие, надо увеличить напряженность электрического поля между плоскостями.

Диэлектрики в электростатическом поле

*Н*

*Н*

*Н*

*Н*

*Н*

*С*

*С*

*С*

*С*

*С*

*С*

Рис. 116

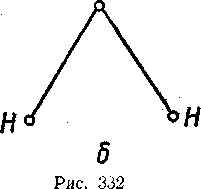
*Н*

845. Имеют ли молекулы бензола (рис. 116) дипольный момент?

*Ответ:* Дипольный момент нейтральной системы (молекулы) не зависит от выбора начала отсчета. Взяв это начало в центре бензольной молекулы, из соображений симметрии приходим к выводу, что ее дипольный момент равен нулю.

846. Определить «форму» молекул: а) двуокиси углерода СО2, если известно, что она не имеет дипольного момента; б) воды Н2О, аммиака NH3, если известно, что они обладают дипольным моментом.

*Ответ:* а) Молекула СО3 может иметь только линейную «форму» (рис. 332, а). В любом другом случае ее дипольный момент будет отличен от нуля; б) существование дипольного момента и соображения симметрии приводят для молекул воды и аммиака к структурам, изображенным на рисунке 332, *б.*



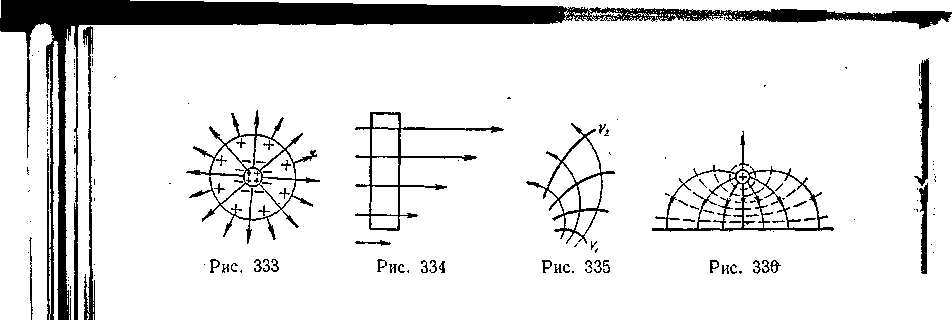
***О***

***О***

***С***

***а***

847. Металлический заряженный шар окружен толстым сферическим слоем диэлектрика. Нарисуйте картину силовых линий электрического поля внутри и вне диэлектрика. Укажите причины изменения электрического поля на границе диэлектрика.



*Ответ:* Скачкообразное изменение числа силовых линий при переходе границы диэлектрика объясняется действием поляризационных зарядов, возникающих на границах диэлектриков в электрических полях (рис. 333).

848. Наэлектризованный металлический шарик опустили на дно сухой стеклянной пробирки и поднесли ее к электроскопу. Разойдутся ли листочки электроскопа?

*Ответ:* Разойдутся. См. ответ к задаче 847.

849. К наэлектризованному шару поднесены с обеих сторон два равных по объему изолированных шара – эбонитовый и железный. Будет ли различаться электрическое состояние этих шаров?

850. Между двумя разноименно заряженными параллельными пластинами вставляется металлическая пластина, которая электризуется через влияние. Изменится ли заряд, наведенный на ней, если пространство между пластинами заполнить керосином?

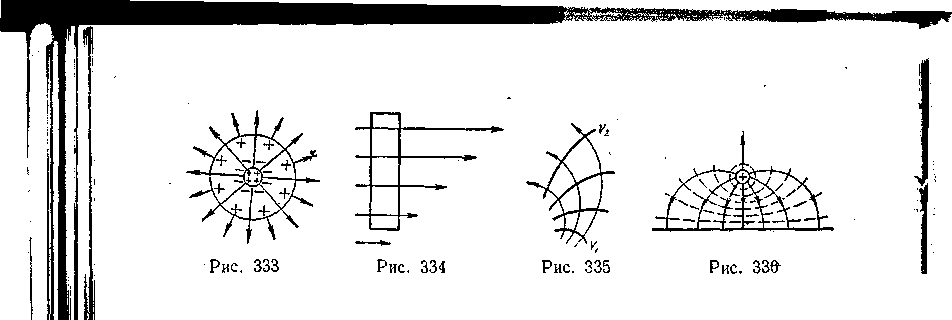
*Ответ:* Не изменится.

851. Может ли существовать в пустоте электростатическое поле, вектор напряженности которого во всем объеме поля имеет одинаковое направление, а перпендикулярно к этому направлению изменяет свою величину по линейному закону (рис. 117)?

*Е*

Рис. 117

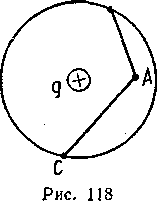
*Ответ:* Нет, так как такое поле не будет потенциальным. Работа при передвижении заряда по замкнутому контуру (рис. 334) не будет равна нулю.



Потенциал точечного заряда

и равномерно заряженного шара

852. Вблизи тела, заряженного положительно, помещают незаряженный изолированный проводник. Будет ли его потенциал положительным или отрицательным?



853. Сравните работы по перемещению заряда в электрическом поле из точки *А* в *В* и из *А* в *С* и обоснуйте ответ (рис. 118).

*Ответ:* Работы равны, так как разность потенциалов точек начала и конца перемещений заряда одинакова.

854. Как изменяется потенциальная и кинетическая энергия положительного заряда, находящегося на пылинке, которая свободно перемещается в поле точечного положительного заряда по направлению силовой линии?

855. Имеются два проводника, один из них имеет заряд меньше, но потенциал выше, чем у другого. Как будут перемещаться электрические заряды при соприкосновении проводников?

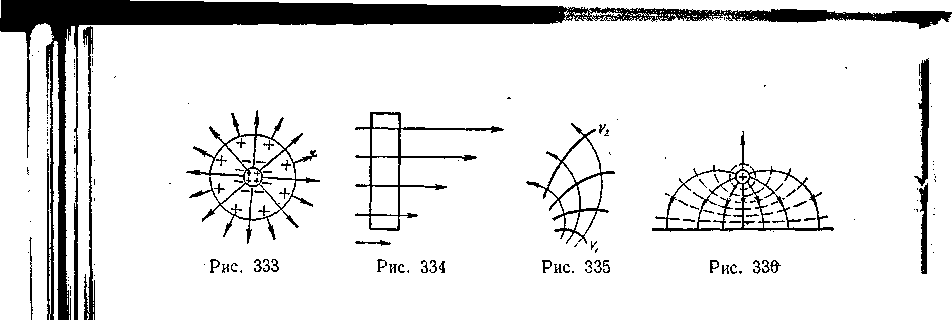
*Ответ:* От проводника с меньшим зарядом к проводнику с большим зарядом.

Эквипотенциальные поверхности



Рис. 119

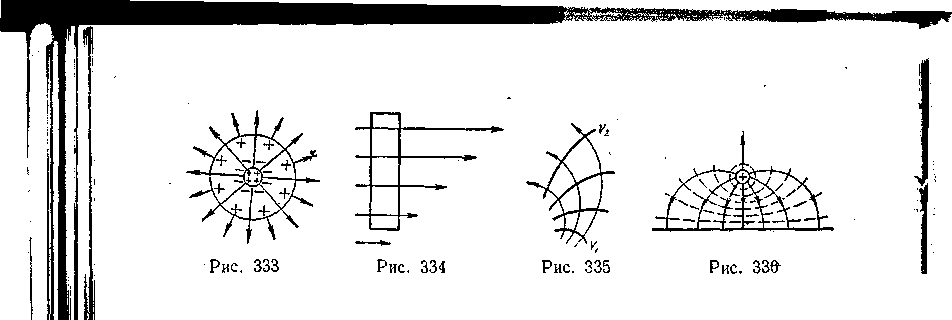
856. Дана картина расположения эквипотенциальных поверхностей электрического поля (рис. 119). Известно также, что *V*1> *V*2. Каково примерное направление силовых линий этого поля? Определите, в какой области напряженность поля больше?



*Ответ:* Силовые линии проходят перпендикулярно эквипотенциальным поверхностям и направлены в сторону убывания потенциала (рис. 335). Напряженность пиля больше там, где эквипотенциальные поверхности располагаются ближе друг к другу.

857. Нарисуйте приблизительный вид эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электрического поля положительного точечного заряда, расположенного над поверхностью земли.

*Ответ:* См. рисунок 336. Поверхности шарика и земли являются эквипотенциальными, и поэтому силовые линии перпендикулярны и к поверхности земли, и к поверхности шарика.



858. а) Могут ли силовые линии электрического поля (в той его части, где отсутствуют электрические заряды и где напряженность поля не равна нулю) пересекаться между собой? б) Соприкасаться .между собой? в) Могут ли пересекаться или соприкасаться эквипотенциальные поверхности (соответствующие различным потенциалам)?

*Ответ:* а) Нет, так как направление поля во всех точках вполне определенно; б) нет, так как соприкосновение между собой двух силовых линий означало бы бесконечную величину напряженности в данной точке; в) нет.

859. Изменится ли электрическое поле, создаваемое зарядом, если этот заряд окружить тонкой незаряженной металлической поверхностью, совпадающей с одной из эквипотенциальных поверхностей?

*Ответ:* Не изменится. На внешней части металлической поверхности возникнут индуцированные заряды того же знака и величины, что и заряд в центре. Вне поверхности совокупное действие заряда в центре и заряда, расположенного на внутренней части поверхности, будет равно нулю, и остается лишь действие заряда, расположенного на внешней части поверхности. Этот заряд будет действовать так, как если бы он был сосредоточен в центре.

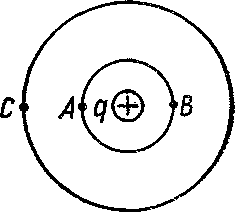


Рис. 120

860. Электрическое поле создано точечным зарядом (рис. 120). Определите работу, совершаемую при перемещении некоторого заряда из точки *А в* точку *В.* Сравните работы по перемещению того же заряда на участках *АС* и *ВС.*

*Ответ:* В первом случае работа равна нулю (потенциалы точек *А* и *В* одинаковы). Во втором случае работы равны.

861. К электроскопу поднесли заряженную эбонитовую палочку. Заряды на стержне прибора распределились так, как показано на рисунке 121. Одинаковы ли потенциалы точек *A* и *B*?

*В*

*А*

+ + + +

– – – –

Рис. 121

*Ответ:* Одинаковы, так как листочки, стержень и диск электроскопа образуют одну эквипотенциальную поверхность.

862. Проводник *А* находится в электрическом поле точечного заряда *В.* Является ли при этом поверхность тела *А* эквипотенциальной?

*Ответ:* Да, несмотря на то, что на различных участках поверхности проводника будут находиться разноименные заряды.

Измерение разности потенциалов

863. Зачем корпус электроскопа заземляется (дно делается из проводника)?

*Ответ:* Чтобы превратить электроскоп в электрометр, показывающий потенциал измеряемой точки поля относительно земли.

864. Как включить вместо вольтметра электрометр для измерения напряжения?

*Ответ:* Провода, между которыми измеряют напряжение, надо присоединить к зажимам электрометра, соединенным с его корпусом и стрелкой.

865. На столе находится электрометр Брауна, установленный на изоляционной подставке, электрофорная машина, проводники. Корпус электрометра соединяется с одним из кондукторов электрофорной машины. Отклонится ли стрелка электрометра, если электрофорную машину привести в действие?

*Ответ:* Стрелка электрометра отклонится, так как между его стержнем и корпусом возникнет и будет поддерживаться некоторая разность потенциалов, а электрометр и представляет собой прибор, измеряющий разность потенциалов между стержнем и корпусом.

866. Изменится ли показание электрометра, установленного на изоляционной подставке, если заряженный проводник соединить с его корпусом, а стержень с землей?

867. Соедините стержень электрометра и его корпус куском медной проволоки. Изолируйте его от земли, поставив на стеклянную пластинку, и зарядите электрометр, прикасаясь к нему сильно наэлектризованной эбонитовой палкой. Отклоняются ли его листочки? Чем это объясняется?

*Ответ:* Нет, так как между стержнем и корпусом нет разности потенциалов.

868. Почему при измерении потенциала проводника его соединяют с электрометром длинной проволокой?

*Ответ:* Чтобы поле проводника не влияло на показания электрометра.

Электроемкость уединенного проводника

869. Два проводника имеют одинаковую форму и размеры, причем один из них полый, а другой сплошной. Если сообщить каждому из них одинаковый заряд, то будут ли потенциалы их равны?

*Ответ:* Да, так как электроемкость от массы не зависит.

870. Металлический проводник опустили в керосин и зарядили от электрофорной машины. После зарядки проводник вынули из керосина при помощи изоляторов и перенесли в воду. Изменилась ли электроемкость проводника?

*Ответ:* Изменилась, потому что электроемкость проводника зависит от электрической постоянной окружающей среды.

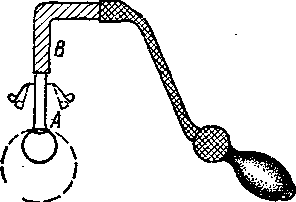


Рис. 122

Электроемкость шара

871. Заряженные медный и стальной шары одинакового радиуса приводят в соприкосновение. Как распределятся на них заряды?

*Ответ:* Одинаково.

872. Объясните опыт Кольбе (рис. 122). *А –* металлическая, *В –* эбонитовая трубки. Расширенный конец металлической трубки опускают в мыльную воду и, вынув, электризуют ее настолько, чтобы листочки приняли почти горизонтальное положение. Если теперь вдувать в трубку воздух, то образуется мыльный пузырь, по мере увеличения которого листочки опадают. Если осторожно снять резиновую трубку с эбонитовой, то воздух начнет выходить, пузырь будет уменьшаться, а расхождение листочков постепенно увеличиваться.

*Ответ:* Опыт показывает, что увеличение радиуса пузыря увеличивает его электроемкость. Потенциал пузыря (и трубки *А)* при этом уменьшается.

873. Если металлическим шарам, имеющим разные диаметры, сообщить равные отрицательные заряды, то будет ли ток в проводе, которым соединяются шары после их заряжения?

*Ответ:* Да, ток будет направлен от большего шара к меньшему. Направление тока определяется знаком разности потенциалов двух эквипотенциальных поверхностей: ток направлен от большего потенциала к меньшему. В данном случае емкость малого шара меньше, поэтому при равных отрицательных зарядах потенциал малого шара будет меньше, чем потенциал большого.

874. Два металлических шара разных диаметров заряжены до одинакового потенциала относительно земли. Одинаковы ли заряды на шарах? Будут ли переходить заряды от одного шара к другому при соединении их проводом?

*Ответ:* Заряды разные, но переходить с одного шара на другой они не будут, так как потенциалы шаров одинаковы.

Конденсаторы

875. Если к шарику заряженного электроскопа поднести (не касаясь шарика) руку, листочки немного спадают. Почему?

*Ответ:* Потенциал электроскопа уменьшается, так как увеличивается его электроемкость.

876. Как изменится потенциал изолированного заряженного проводника, если близ него помещено незаряженное тело?

877. Как можно изменить потенциал проводника, не касаясь его и не изменяя его заряда?

*Ответ:* Изменить расположение окружающих проводников и заземлить их.

878. Изменится ли разность потенциалов пластин плоского воздушного конденсатора, если одну из них заземлить?

*Ответ:* Не изменится, хотя абсолютное значение потенциала каждой пластины изменится.

879. Обхватив стакан с водой ладонью, опускают в него чайную металлическую ложку и касаются ложкой полюса работающей электрофорной машины. Если теперь, продолжая держать стакан в руке, дотронуться другой рукой до ложки, то чувствуется электрический удар. Почему?

*Ответ:* Стакан с водой, который держат в руке, представляет собой конденсатор – лейденскую банку.

880. Для заряжения лейденской банки внешнюю обкладку ее заземляют, а внутренней обкладкой (стержнем) касаются одного нз полюсов электрофорной машины. Можно ли зарядить банку, если, заземлив ее стержень, касаться полюса машины внешней обкладкой?

*Ответ:* Можно.

881. Можно ли зарядить лейденскую банку, не заземляя одну из ее обкладок?

*Ответ:* Нельзя. Заряд на лейденской банке в этом случае будет очень мал. На изолированной обкладке возникнут вследствие индукции и будут удерживаться на ней заряды обоих знаков. Прибор не будет конденсатором.

882. В установках для улавливания пыли пропускают воздух через металлические трубы, по оси которых протягивается металлическая проволока. Проволока соединяется с минусом, а труба с плюсом генератора, подающего напряжение в несколько десятков тысяч вольт. Как будут вести себя пылинки: а) незаряженные? б) заряженные положительно или отрицательно?

*Ответ:* Пылинки, заряженные положительно, и пылинки незаряженные будут двигаться к проволоке. Пылинки, заряженные отрицательно, будут двигаться к трубе, если они находятся вдали от проволоки, и к проволоке, если они находятся ближе определенного расстояния, сравнимого с размерами пылинки.

883. Почему электролитические конденсаторы нельзя включать в сеть переменного тока?

*Ответ:* Электролитические конденсаторы имеют номинальную емкость только в том случае, если на них подано постоянное напряжение определенной полярности.

Электроёмкость плоского конденсатора

884. Что произойдет с разностью потенциалов на пластинах заряженного конденсатора, если уменьшить расстояние между ними?

*Ответ:* Уменьшится.

885. Как изменится пробивное напряжение плоского воздушного конденсатора, если на его внутренней поверхности появится бугорок, например пылинка?

*Ответ:* Пробивное напряжение уменьшится.

886. Почему из двух конденсаторов одинаковой емкости и с одинаковыми диэлектриками и фольгой большие размеры имеет тот, который рассчитан на более высокое напряжение?

*Ответ:* Более высокое пробивное напряжение требует более толстого слоя диэлектрика, а это вызовет уменьшение емкости. Чтобы иметь заданную емкость, потребуется увеличить площадь пластин. Оба обстоятельства ведут к увеличению объема конденсатора.

887. Изменится ли емкость плоского конденсатора, если в воздушный, зазор между пластинами вдвинуть незаряженную тонкую металлическую пластину?

*Ответ:* Не изменится, так как введение незаряженной тонкой металлической пластины в конденсатор не меняет распределение потенциала и поля в нем.

888. Желая продемонстрировать зависимость емкости конденсатора от диэлектрической проницаемости среды, ученик поместил между пластинами плоского конденсатора, установленного на стержне электрометра, лист из оргстекла. Вопреки ожиданию электрометр показал не уменьшение потенциала, а его увеличение. В чем причина явления?

*Ответ:* Лист оргстекла был заряжен.

Соединение конденсаторов

889. Три конденсатора, имеющие разные электроемкости, соединены в одну параллельную группу (батарею). Батарея заряжена. Отличаются ли разности потенциалов между обкладками отдельных конденсаторов? Одинаковы ли заряды конденсаторов?

*Ответ:* Разности потенциалов одинаковы. Заряды различны, так как различны емкости.

890. Три конденсатора, имеющие разные электроемкости, соединены последовательно в одну батарею. Батарея заряжена. Отличаются ли разности потенциалов между обкладками отдельных конденсаторов? Одинаковы ли заряды конденсаторов?

*Ответ:* Разности потенциалов отличаются. Заряды одинаковы.

891. В распоряжении радиолюбителя имеются два конденсатора одинаковой емкости. Как нужно соединить эти конденсаторы, чтобы получилась удвоенная емкость? емкость, уменьшенная в два раза?

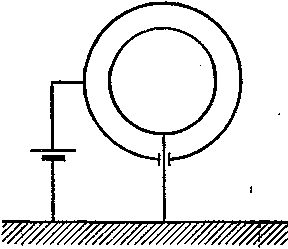


Рис. 123

*Ответ:* В первом случае – параллельно, во втором – последовательно.

892. В сферическом конденсаторе соединяется с землей один раз внешняя сфера, другой раз – внутренняя (рис. 123). Будет ли одинакова емкость конденсатора в этих двух случаях?

*Ответ:* Емкость будет различна. Во втором случае она меньше. В первом случае на большой сфере заряды будут располагаться только с внутренней стороны. Во втором случае они будут располагаться с обеих сторон (рис. 337) и емкость всего конденсатора нужно будет рассчитывать, как емкость системы двух последовательно соединенных конденсаторов с обкладками *АВ* и *ВС.*

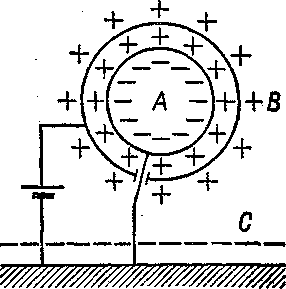


Рис. 337

Энергия электрического поля

893. Возможно ли увеличить энергию заряженного электрического школьного раздвижного конденсатора, не изменяя поля его заряда?

*Ответ:* Возможно, раздвигая его пластины. Затрачиваемая при раздвижении пластин энергия внешних сил будет израсходована на увеличение энергии конденсатора.

894. Пластины плоского конденсатора один раз раздвигаются, будучи все время подключенными к источнику напряжения, другой раз – отключенными после первоначальной зарядки. В каком из этих двух случаев нужно совершить большую работу на раздвижение пластин?

*Ответ:* В первом случае при раздвижении пластин разность потенциалов остается постоянной, но емкость, а следовательно, и заряд на пластинах уменьшаются. Это вызовет постепенное уменьшение силы взаимодействия пластин. Во втором случае заряд на пластинах остается постоянным. А так как поле однородно, то сила взаимодействия пластин сохранит начальное значение во все время раздвижения пластин. Поэтому при одинаковом перемещении пластин работа во втором случае будет больше.

895. Если электрон ускоряется в электрическом доле плоского конденсатора и, следовательно, приобретает кинетическую энергию, то уменьшается ли при этом заряд конденсатора, поскольку силы электрического поля совершают работу по перемещению электрона в поле?

*Ответ:* Если конденсатор изолирован, то величина заряда на его пластинах не изменится. Чтобы поместить в поле конденсатора электрон, необходимо совершить работу против сил поля. Поэтому вблизи отрицательно заряженной пластины конденсатора заряд будет обладать потенциальной энергией. Ускорение электрона между пластинами конденсатора будет происходить за счет, перехода части этой потенциальной энергии в кинетическую.

896. Наэлектризованный мыльный пузырь раздувается настолько, что его радиус *R* делается вдвое больше, заряд на пузыре при этом не меняется. Как изменяется энергия заряда? Помогает или препятствует присутствие заряда раздуванию пузыря?

*Ответ:* При раздувании пузыря энергия заряда убывает: считая пузырь сферическим, можно написать *П* = . Так как заряд пузыря не меняется, а радиус становится вдвое больше то энергия уменьшается в два раза.

Заряженный пузырь раздувать легче, так как заряды взаимно отталкиваются и способствуют увеличению свободной поверхности.

897. Воздушный конденсатор заряжается до некоторого потенциала и в заряженном состоянии заливается керосином, отчего энергия конденсатора уменьшается в ** раз. Куда «исчезает» остальная энергия?

*Ответ:* Превращается во внутреннюю энергию диэлектрика (керосина).

20. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Понятие об электрическом токе

898. Металлический незаряженный диск (рис. 124) приводится в быстрое вращение и таким образом становится «центрифугой для электронов». Между центром и периферией диска возникает разность потенциалов. Где потенциал выше?

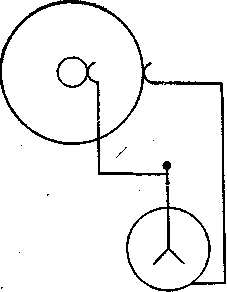


Рис. 124

*Ответ:* Вследствие центробежного эффекта концентрация электронов на периферии будет больше нормальной, поэтому края диска зарядятся отрицательно, а центр – положительно. Отметим, что эти заряды ничтожно малы и практической роли не играют.

899. Будет ли возникать ток на поверхности вращающегося металлического шара, окруженного металлической положительно заряженной сферической поверхностью? Ответьте на тот же вопрос, если шар заземлен.

*Ответ:* В системе отсчета «шар» расположенные на его поверхности отрицательные заряды создадут в обоих случаях при вращении шара поверхностный ток. Во втором случае ток будет большим.

Сопротивление

900. Проводит ли стекло электрический ток?

*Ответ:*Стекло не всегда изолятор. В накаленном состоянии (300°С) оно становится проводником электричества.

901.Цепь составлена из батареи аккумуляторов и последовательно соединенных амперметра, металлической цепочки и выключателя. Если замкнуть цепь и руками постепенно увеличивать натяжение цепочки, то по амперметру можно наблюдать возрастание тока. Чем объясняется это явление?

*Ответ:*Уменьшением сопротивления электрическому току в местах контакта звеньев цепи.

902. Для чего на электрифицированных дорогах на стыках рельсов устраиваются соединители в виде жгутов толстой медной проволоки, приваренных к концам обоих рельсов?

*Ответ:* Для улучшения электрической проводимости стыков.

903. При включении электрической лампы величина тока в первый момент отличается от величины тока, который установится после того, как лампа начнет светиться. Как изменяется ток в угольной лампе? в лампе с металлической нитью?

*Ответ:* У лампы с металлической нитью ток уменьшается по мере накаливания нити, так как сопротивление металлов увеличивается с увеличением температуры. У угольной лампы происходит обратное.

904. При нагреве металлического проводника сопротивление его возрастает. Это учитывают, вводя термический коэффициент сопротивления. Одновременно при нагреве проводник удлиняется, и сопротивление его за счет увеличения длины больше первоначального. Почему же не учитывается и это увеличение сопротивления?

*Ответ:*Термический коэффициент сопротивления – величина порядка 10–3, а коэффициент линейного расширения – величина порядка 10–5. Ясно, что практически второй величиной можно пренебречь по сравнению с первой.

Последовательное соединение сопротивлений

905. Елочная гирлянда спаяна из лампочек для карманного фонаря. При включении этой гирлянды в сеть на каждую из лампочек приходится напряжение три вольта. Почему же опасно, выкрутив одну из лампочек, сунуть в патрон палец?

*Ответ:*Сопротивление лампочки от карманного фонаря мало – несколько ом. Сопротивление всей гирлянды – несколько сотен ом. Сопротивление пальца – несколько тысяч ом. При последовательном соединении падения напряжений на участках цепи пропорциональны сопротивлениям участков; поэтому на палец, если его сунуть в патрон, придется практически все напряжение цепи.

906. Как измерить напряжение городской сети, превышающее 200 *в,* если имеются вольтметры со шкалами только до 150 *в*?

*Ответ:*Включить два вольтметра последовательно и суммировать показания обоих приборов.

907. К трем проводникам одинакового сопротивления и длины поочередно прикладывают одну и ту же разность потенциалов. Распределение напряжения на проводниках графически изображено на рисунке 125. Как изменяется по длине поперечное сечение каждого проводника?

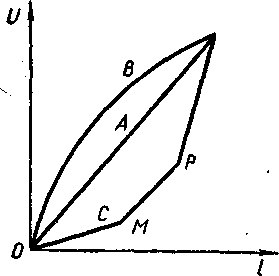


Рис. 125

*Ответ:*Проводник *А* имеет одинаковое поперечное сечение по всей длине. Поперечное сечение проводника *С* изменяется скачком в точках *М* и *Р,* а проводника *В –* плавно от точки к точке.

908. На участке электрической цепи включали поочередно два исправных амперметра, причем первый показывал меньшую величину тока, чем второй. Объясните явление.

*Ответ:* При включении амперметра сопротивление цепи возрастает на величину сопротивления амперметра, а ток соответственно уменьшается. Так как второй амперметр показал больший ток, то его сопротивление меньше, чем первого амперметра.

909. Как будет меняться показание амперметра, если последовательно с ним включать в электрическую сеть жидкостный реостат, пластины которого будем: а) раздвигать друг от друга? б) погружать в жидкость?

*Ответ:* а) Уменьшаться; б) увеличиваться.

910. Ученик по ошибке включил вольтметр вместо амперметра при измерении величины тока в лампе. Что при этом произойдет с накалом нити лампы?

*Ответ:*Лампа не загорится, поскольку при таком включении почти все напряжение падает на вольтметре, у которого сопротивление, как правило, большее, чем у лампы.

911. Ученик по ошибке включил амперметр вместо вольтметра при измерении напряжения на горящей лампочке. Объясните, что произошло с величиной тока в цепи?

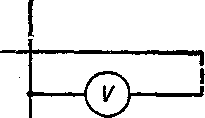
*Ответ:* В цепи возник очень большой ток (практически – короткое замыкание, так как сопротивление амперметра очень мало), ведущий к порче амперметра (его зашкаливании или перегорании катушки) и аккумулятора.

Параллельное соединение сопротивлений

912. Для того чтобы проверить, нет ли в линии разрыва, в нее включили вольтметр (рис. 126). а) Что должен показать вольтметр, если линия исправна, а напряжение в ней равно 127 *в*? б) Можно ли таким образом проверить линию с помощью амперметра?

**127*в***

Рис. 126



*Ответ:*а) 127 *в*; б) нет, так как линияможет быть замкнута, но сопротивление ее может быть настолько велико, что амперметр не даст заметных отклонений. С другой стороны, в линии может быть короткое замыкание; тогда амперметр будет испорчен.

913. Показание какого вольтметра больше (рис. 127)? Почему?

*Ответ:*Больше будет показывать вольтметр *V*2, так как он присоединен к участку с большим сопротивлением.

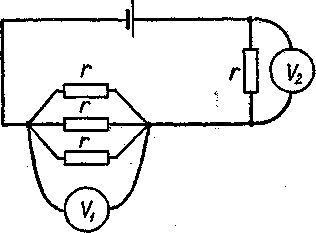
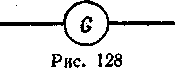


Рис. 127

***R***



914. Параллельно с гальванометром (рис. 128) включен реостат (или магазин сопротивлений), а) Как будут изменяться показания гальванометра, если сопротивление реостата увеличивать? б) Как повысить чувствительность гальванометра?

*Ответ:*а) При увеличении сопротивления реостата показания гальванометра увеличатся; б) включить реостат полностью.

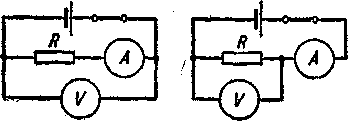


Рис. 129

915. На рисунке 129 изображены две схемы для измерения сопротивления *R.* Какую из них следует предпочесть, когда измеряемое сопротивление велико? Когда оно мало?

*Ответ:*Когда *R* велико, следует применять первую схему.

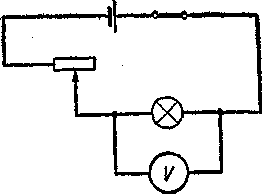


Рис. 130

916. Как изменится напряжение на зажимах лампы при перемещении ползунка реостата (рис. 130) вправо?

*Ответ:*Уменьшится.

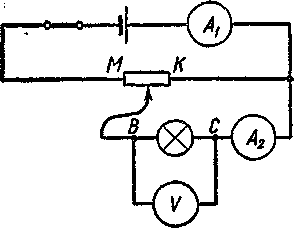


Рис. 131

917. а) Какое напряжение будет на зажимах лампы (рис. 131), если ползунок реостата передвинуть в крайнее правое положение? б) Если ползунок реостата установлен посредине, то в какую сторону нужно передвинуть его, чтобы показания амперметров увеличились? в) Одинаковые ли будут показания амперметров в цепи при .различных положениях ползунка реостата? г) Как изменится напряжение на зажимах лампы при крайнем левом положении ползунка, если последовательно с реостатом включить еще один реостат?

*Ответ:*а) Нуль; б) влево, в) показания А2 все время меньше показаний At; *т)* увеличится.

918. В разветвлении электрической цепи (рис. 132) подключаются два проводника *АВ* и *CD*. Положение точек *А, В, С, D* выбирается так, что ток по этим проводникам не проходит. Затем эти два проводника соединяются проволочкой *ЕК*. Будет ли при этом возникать ток в проволочках *АВ* и *CD*? Что произойдет с потенциалами точек *А, В, С, D*? Каковы будут потенциалы точек *Е* и *К*?

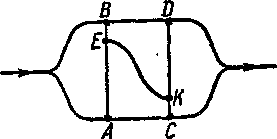


Рис. 132

*Ответ:*Ток будет возникать, так как потенциалы проводников *АВ* и *CD* будут различны. Направления всех возникающих токов указаны на рисунке 338. Потенциалы точек *А, В, С* и *D* изменятся. Разность потенциалов между точками *А* и *С*, а также между *В* и *D* уменьшится. Потенциал точки *Е* будет ниже потенциала точек *А* и *В*, потенциал точки *К –* выше потенциалов точек *С* и *D*.

Рис. 338

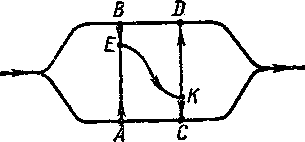
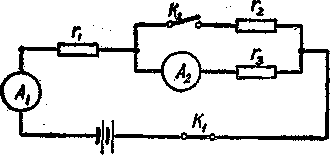


Рис. 133



919. Как изменят свои показания амперметры *А*1и *А*2 (рис. 133), если разомкнуть ключ *К*2? Внутренним сопротивлением генератора пренебречь.

*Ответ:*До размыкания ключа *К*2 показания амперметра *A*1были больше, чем амперметра *А*2, ибо *А*1 показывал ток во всей цепи, а *А*2 лишь на участке. После размыкания ключа *К*2 показания их стали одинаковы так как образовалась неразветвленная цепь. При этом показания амперметра *A*1 уменьшаются, так как увеличивается сопротивление всей внешней цепи, при постоянном напряжении на ней. Показания *А*2 увеличатся.

920. Даны: батарея аккумуляторов (5 *в*), два амперметра, три сопротивления, два ключа и соединительные провода. Составьте из этих приборов такую цепь, чтобы размыкание одного из ключей не прекращало тока во всей цепи, но вместе с тем повлияло на показания обоих амперметров так, чтобы показания одного увеличились, а другого уменьшились.

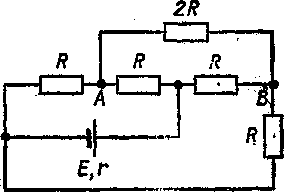


Рис. 134

*Ответ:*См. условие задачи 919.

921. Три сопротивления соединены последовательно. Как, не разъединяя цепь, с помощью дополнительных проводов соединить эти сопротивления параллельно?

922. Каков ток в сопротивлении 2*R* (рис. 134)?

*Ответ:*Данную в условиях задачи схему лучше представить в виде рисунка 339. Вследствие симметрии схемы потенциалы точек А и В равны. Следовательно, ток в сопротивлении *АВ* равен нулю.

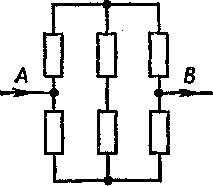


Рис. 135

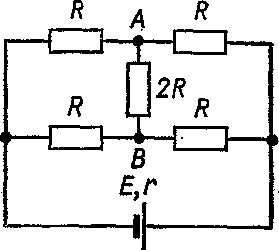


Рис. 339

923. Определить сопротивление участка цепи *АВ* (рис. 135), состоящего из шести одинаковых сопротивлений.

*Ответ:* *R.*

924. Составьте схему цепи «электровикторины» на пять вопросов и пять ответов (ответы должны быть подключены вразбивку). Имеются: батарейка карманного фонарика, лампочка, два штекера и колодка с десятью гнездами. При включении штекера в первую группу гнезд «ставится» вопрос, а включением соединенного с ним второго штекера в другую группу гнезд отыскивается ответ. При правильном ответе загорается лампочка.

925. Начертите схему такого соединения, при котором одновременно с выключением лампы в одной комнате загорается лампа в другой?

*О*

Рис. 340

*Л*2

*Л*1

**1**

**2**

*Ответ:*См. рисунок 340. *О* (1,2) – однополюсный переключатель.

Рис. 136

220 *в*

220 *в*

*а*

*б*

926. Электрические лампы включены в осветительную сеть по схемам, изображенным на рисунке 136. Напряжение в сети увеличилось. Как надо изменить сопротивление реостата в схемах, чтобы сохранить на лампах прежнее напряжение?

927. На городских улицах в некоторых местах установлены автоматические сигналы «Берегись трамвая». Сигнал зажигается заранее, до того как подходит трамвай, и гаснет, когда трамвай проходит. Начертите схему включения сигнала.

*Ответ:*Наиболее простая схема изображена на рисунке 341.

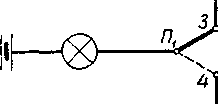
928. Для освещения длинных коридоров (или лестниц в подъездах) часто делают такое соединение проводов, что по концам коридора (или вверху и внизу лестницы) имеется по переключателю. В какую бы сторону ни шли люди, они поворотом первого переключателя могут зажечь лампу, а поворотом второго – погасить ее. Составьте схему, удовлетворяющую таким условиям при возможной экономии в проводах.

Рис. 341

*Ответ:* См. рисунок 342.

*П*2

Рис. 342



**1**

**2**

929. В комнате есть две электрические лампы. Составьте схему включения в цепь такого переключателя, при помощи которого можно было бы зажигать ту или другую лампу, или обе вместе, или, наконец, обе выключать.

*Ответ:*Так как лампы должны по условию задачи гореть независимо друг от друга, то они должны быть включены параллельно и через соответствующую клемму переключателя соединяться с линией электропроводки. Но, кроме того, требуется взять такой переключатель, который мог бы замыкать обе лампы одновременно. Обоим условиям удовлетворяет переключатель, подвижная часть которого имеет Т-образную форму. Схема соответствующей цепи изображена на рисунке 343.

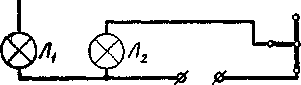


Рис. 343

930. В осветительную сеть с напряжением 220 *в* надо включить 4 одинаковые лампы, дающие полный накал при напряжении 110 *в.* Как следует соединить лампы, чтобы они не перегорели при включении их в эту сеть?

*Ответ:*См. рисунок 141 (задача 962).

931. Составьте схему включения двух розеток и двух предохранителей так, чтобы при коротком замыкании в какой-либо из розеток вторая не выбывала из строя.

Рис. 344

*Ответ:*См. рисунок 344.

932. Как будут гореть одинаковые лампы, включенные по схеме рисунка 137, при различных положениях ключа *1* и переключателя *2*?

933. Как будут гореть лампы *Л*1и *Л*2 (рис. 138) при положениях выключателя *К* «включено» и «выключено»?

**1**

**2**

***С***

***А***

Рис. 137

***Сеть***

***Л*1**

***Л*2**

***В***

Рис. 138

*Л*1

*К*

*Л*2

*Ответ:* В первом случае лампа *Л*2 горит в полный накал, a *Jl*1не горит. Во втором – обе лампы будут гореть не в полный накал.

934. Придумайте устройство с тремя кнопками и экраном, которое при одновременном нажатии всех трех кнопок освещало бы экран красным светом, при одновременном нажатии любых двух кнопок – зеленым светом, а при нажатии какой угодно одной кнопки – синим светом. Желательно, чтобы устройство было как можно проще.

Работа и мощность электрического тока

935. Через лампочку карманного фонаря и через лампу, включаемую в электросеть для освещения, проходит ток приблизительно одной и той же величины. Почему же эти лампочки выделяют разные количества теплоты при прохождении через них тока в течение одного и того же времени?

*Ответ:*Потому что лампочка карманного фонарика имеет меньшее сопротивление.

936. Почему аккумулятор располагают возможно ближе к стартеру, а не в другом, более удобном месте и соединяют их толстой медной шиной?

*Ответ:*Чтобы уменьшить падение напряжения на подводящих проводах и расход энергии на их нагревание.

937. Остается ли постоянной мощность, потребляемая лампочкой, при различных накалах?

*Ответ:*Нет, так как при различных накалах (температуре) лампа имеет различное сопротивление.

938. Две лампы рассчитаны на напряжение 127 *в* каждая. Мощность одной из ламп 50 *вт,* другой 100 *вт.* У какой лампы сопротивление больше?

*Ответ:* У первой лампы.

939. Вследствие испарения и распыления материала с поверхности нити накала лампы нить с течением времени становится тоньше. Как это влияет на мощность, потребляемую лампой?

*Ответ:*Мощность уменьшается.

940. В сеть включаются два амперметра, показывающие одну и ту же величину тока. В каком амперметре поглощается большая мощность, если сопротивления у них разные?

*Ответ:*Тот амперметр потребляет большую мощность, у которого сопротивление больше, так как они соединены последовательно.

941. На ваттметре имеются три пары клемм: токовые и напряжения 127 и 220 *в.* Как, имея омметр, узнать, какие это клеммы, если надписи на приборе стерты?

*Ответ:*При измерении сопротивлений обмоток, соединенных с соответствующими клеммами, находят, что токовая обмотка та, у которой наименьшее сопротивление. Обмотка напряжения на 220 *в* имеет самое большое сопротивление.

942. Вагон освещается пятью лампами, включенными последовательно. Уменьшится ли расход электроэнергии, если уменьшить число ламп до четырех?

*Ответ:*Расход электроэнергии увеличится.

943. Имеется ключ и две электрические лампы, на цоколе одной из которых написано 75 *вт,* 220 *в,* а на цоколе другой – 15 *вт,* 220 *в.* Составьте схему, удовлетворяющую следующим условиям: когда ключ замкнут, то горит только лампа в 75 *вт,* если же ключ разомкнут, то эта лампа гаснет и загорается лампа мощностью 15 *вт.*

Закон Джоуля–Ленца для участка цепи

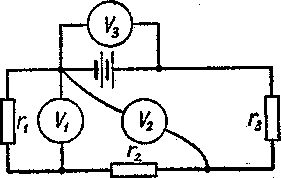


Рис. 139

944. Показание какого из вольтметров (рис. 139) наибольшее? наименьшее?

*Ответ:*Наибольшее – у вольтметра *V*3,наименьшее – у вольтметра *V*1*.*

945. Тонкая стальная проволока, протянутая над демонстрационным столом, под действием электрического тока раскаляется до светло-красного каления. Амперметр, включенный последовательно с раскаленной проволокой, показывает, что величина тока в цепи постепенно убывает. Если поддерживать в цепи величину тока постоянной, то проволока начнет раскаляться все сильнее и сильнее, пока не перегорит. Как это объяснить?

*Ответ:*На поверхности раскаленной проволоки образуется слой окалины, не проводящей электрического тока. Вследствие этого активный диаметр проволоки уменьшается, а ее сопротивление увеличивается. Если величина тока в проволоке, у которой непрерывно уменьшается диаметр, поддерживается постоянной, то температура проволоки увеличивается. В результате проволока перегорает.

946. Ток проходит по стальной проволоке, которая при этом слегка накаляется. Если одну часть проволоки охлаждать, погрузив ее в воду, то другая часть накаляется сильнее. Почему? (Разность потенциалов на концах проволоки поддерживается постоянной.)

*Ответ:* От охлаждения проволоки ее сопротивление уменьшается и ток увеличивается.

947. На двух штативах натянута тонкая никелиновая проволока, через которую пропускают ток. На проволоку повешены бумажные полоски шириной 2–3 *см.* При резком возрастании тока проволока накаляется и перегорает. Почему проволока перегорает обычно в тех местах, где висят бумажные полоски?

*Ответ:* Бумажные полоски препятствуют охлаждению участков проволоки, которые они прикрывают. Поэтому температура этих участков повышается, что вызывает локальное увеличение сопротивления, которое способствует выделению на них большого количества теплоты. Даже когда бумага прогорает, на проволоке остается тонкий слой пепла, препятствующий охлаждению проволоки. В конечном итоге температура этих участков достигает температуры плавления никелина и проволока в этих местах плавится.

948. Два проводника одинаковой длины из одного и того же материала, но разного сечения включены последовательно в цепь. В каком из них выделяется большее количество теплоты за одно и то же время? Почему?

*Ответ:* В тонком проводнике, так как его сопротивление больше, а токи в обоих проводниках одинаковы.

949. Две никелиновые проволоки одной и той же длины, но разного сечения соединены параллельно между собой и включены в цепь электрического тока. В какой из них будет выделяться большее количество теплоты?

*Ответ:* Большее количество теплоты выделится в проволоке, имеющей большее поперечное сечение, так как ее сопротивление меньше, а напряжение на обеих проволоках одинаково.

950. В цепь включены параллельно медная и стальная проволоки равной длины и сечения. В какой из проволок выделится большее количество теплоты за одно и то же время?

Рис. 140

R1 = 1*Ом*

R2 = 2*Ом*

R3 = 2*Ом*

R4 = 4*Ом*

*Ответ:* В медной.

951. В каком из сопротивлений (рис. 140) выделяется наибольшее количество теплоты?

*Ответ:* На сопротивлении *R*2*.*

952. Почему плавкий предохранитель выходит из строя раньше, чем какой-либо другой участок электрической цепи?

*Ответ:* Предохранитель делают из легкоплавкого провода во много раз более тонкого, чем вся остальная цепь. Из-за большой плотности тока и малой поверхности охлаждения этот провод быстро нагревается и плавится.

953. Почему в качестве предохранителей электрической цепи употребляют проволоки из легкоплавких металлов?

*Ответ:*Чтобы не вызывать перегрева электропроводки при коротком замыкании.

954. Почему концы перегоревшего волоска предохранителя обычно оканчиваются шариками?

*Ответ:* «Перегорание» есть плавление волоска. В жидком состоянии вследствие поверхностного натяжения на концах волоска образуются шарики.

955. Можно ли на место перегоревшего предохранителя вставить толстую проволоку или пучок медных проволок («жучок»)? Почему?

*Ответ:* Недопустимо. Медная проволока имеет малое удельное сопротивление и поэтому может выдержать большой ток, превосходящий нормальную нагрузку сети. В случае короткого замыкания такая проволока может не расплавиться, цепь не разорвется, а накалившаяся проводка может вызвать пожар.

956. В сеть параллельно включены две лампы. Сопротивление одной из ламп больше другой. В которой из ламп выделится большее количество теплоты за равное время?

*Ответ:* В той лампе, которая имеет меньшее сопротивление.

957. Если на волоске электрической лампы образовался изъян (утоньшение волоска), то место изъяна накаливается сильнее остальной части волоска. Почему?

*Ответ:* Единица длины изъяна (утоньшения) имеет большее сопротивление, чем другие части волоска, поэтому на ней выделяется относительно большее количество теплоты. Происходит разогрев этого места волоска, и в конце концов он перегорает.

958. Изменится ли сопротивление вольфрамового волоска электрической лампы, рассчитанной на 120 *в,* если присоединить ее к генератору с напряжением в 4 *в*?

*Ответ:* Сопротивление уменьшится, так как нить лампы будет находиться при более низкой температуре.

959. Имеются две лампы накаливания одинаковой мощности, рассчитанные на напряжение 127 *в,* одна с угольным, другая с вольфрамовым волоском. Какая из ламп пропустит больший ток, если их подключить к аккумулятору на 12 *в*?

*Ответ:* Больший ток пропустит лампа с вольфрамовым волоском, так как ее сопротивление меньше, чем угольной.

960. Почему электрические лампы чаще «перегорают» в момент замыкания тока и очень редко в момент размыкания?

*Ответ:* Сопротивление холодного металла меньше, чем раскаленного. Поэтому в момент включения ток будет наибольший. Лампа, долго находившаяся в употреблении, имеет тонкую нить (вследствие испарения металла), поэтому в момент включения она окончательно разрушается.

961. Две электрические лампы, рассчитанные на одинаковое напряжение, имеют разную номинальную мощность. В какой из ламп выделится большее количество теплоты при последовательном их включении в сеть с напряжением, на которое рассчитана каждая лампа?

*Ответ:* Количество теплоты, выделившееся в лампе при прохождении тока, пропорционально потребляемой мощности. Потребляемая мощность при последовательном соединении ламп пропорциональна их сопротивлениям. Так как лампы рассчитаны на одинаковое напряжение, то сопротивление меньше у той, которая рассчитана на большую мощность. Следовательно, эта лампа при последовательном соединении с другой будет потреблять меньше энергии, и в ней выделится меньшее количество теплоты.

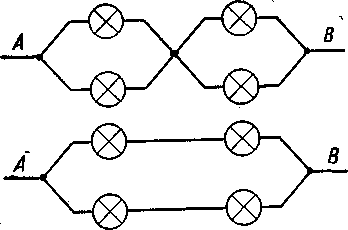


Рис. 141

962. С какой яркостью будут гореть одинаковые лампы, рассчитанные на напряжение 110 *в,* если напряжение между точками *А* и *В* в обеих цепях 220 *в* (рис. 141)?

*Ответ:* С одинаковой яркостью.

963. Цепь собрана по схеме, изображенной на рисунке 142. Лампы *Л*1 *Л*2 и *Л*3 рассчитаны на одинаковое напряжение, но различны по мощности: *Л*1имеет мощность 150–200 *вт,* а *Л*2 и *Л*3 – по 60 *вт.* Сопротивление реостата около 30–50 *ом.* Напряжение на клеммах *АВ* равно напряжению, на которое рассчитана каждая лампа, а) Как будут гореть лампы, если замкнуть электрическую цепь? б) Изменится ли накал ламп *Л*1и *Л*3, если выключить лампу *Л*2? в) Изменится ли накал ламп *Л*1 *Л*2, *Л*3, если полностью вывести реостат? Напряжение на *АВ* считать постоянным.

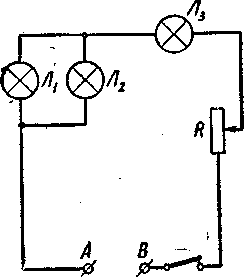


Рис. 142

*Ответ:* а) Будут гореть в полнакала только лампы *Л*2 и *Л*3*.* Лампа *Л*1 из-за малого сопротивления видимого накала не даст; б) *Л*1будет гореть с небольшим накалом, а *Л*3 – почти с полным накалом; в) не изменится, так как сопротивление реостата мало по сравнению с сопротивлением ламп.

Рис. 143

*Л*2

*Л*1

*Л*3

*А*

*В*

*С*

964. Имеется набор электрических ламп всевозможных мощностей, рассчитанных на напряжение 110 *в* каждая. Лампы включены в цепь (рис. 143). Каково должно быть соотношение мощностей ламп *Л*1 *Л*2, *Л*3, чтобы при включении в сеть с напряжением 220 *в* накал их был нормальным?

*Ответ:*964. Чтобы лампы горели нормальным накалом, напряжения на участках *АВ* и *ВС* должны быть равны. А так как ток при последовательном соединении постоянен во всей цепи, то это будет при условии, что равны сопротивления этих участков. При одинаковом токе сопротивления равны, если равны потребляемые мощности. Итак, лампы надо подбирать так, чтобы мощность на участке *АВ* (сумма мощностей ламп *Л*1и *Л*2) была равна мощности лампы *Л*3.

965. На панели смонтированы три электрические лампочки мощностью 40, 100 и 150 *вт,* рассчитанные на напряжение 220 *в* каждая. Соединение ламп не показано. При включении цепи в сеть с напряжением 220 *в* ярче всех горит лампа на 100 *вт,* слабее – на 150 *вт* и еще слабее – на 40 *вт.* Если одну из трех ламп вывернуть, наблюдается следующее: при отключении 40-ваттной лампы 100-ваттная горит ярче, чем третья; при вывертывании 150-ваттной лампы из двух других ярче горит 40-ваттная; при отключении 100-ваттной лампы гаснут и остальные. Если зашунтировать 100-ваттную лампу, тогда две другие горят полным накалом. Начертите схему соединения ламп.

*Ответ:* См. рисунок 143.

966. Пять одинаковых ламп, каждая из которых рассчитана на напряжение 110 *в*, включены в цепь под напряжением на участке *АВ* 220 *в* (рис. 144). Не вычисляя, скажите, какая из ламп будет гореть ярче?

*Ответ:* Лампа *Л*5.

967. Какой провод лучше всего применить для электрических нагревательных приборов?

*1*

*2*

*3*

*4*

*5*

*В*

Рис. 144

*А*

*Ответ:* Провод, материал которого обладает следующими качествами: тугоплавкость, большое удельное сопротивление, химическая стойкость при высоких температурах, малый температурный коэффициент сопротивления и дешевизна.

968. Почему может перегореть спираль электрической плитки, если часть ее будет соприкасаться с дном алюминиевой кастрюли?

*Ответ:* Укорочение спирали вызывает больший расход энергии тока, короткая спираль нагревается настолько, что может перегореть.

969. Какова может быть максимальная температура никелиновой спирали электрического нагревателя, опущенного в стакан с водой, если нагреватель включить в сеть?

*Ответ:* 100°С при нормальном атмосферном давлении.

970. Что произойдет со спиралью электронагревателя, если прибор вынуть из воды и оставить под током на некоторое время?

*Ответ:* Спираль, не охлаждаемая водой, разогреется настолько, что может перегореть.

971. В цепь включены электроплитка и амперметр. Изменятся ли показания амперметра, если подуть на раскаленную плитку холодным воздухом?

*Ответ:* Амперметр покажет увеличение тока.

972. Когда величина тока в цепи будет больше: когда вся никелиновая спираль, включенная в электрическую цепь, находится в воде или когда часть ее вынута из воды?

*Ответ:* Ток будет больше тогда, когда вся спираль погружена в воду, так как от охлаждения проволоки ее сопротивление уменьшается.

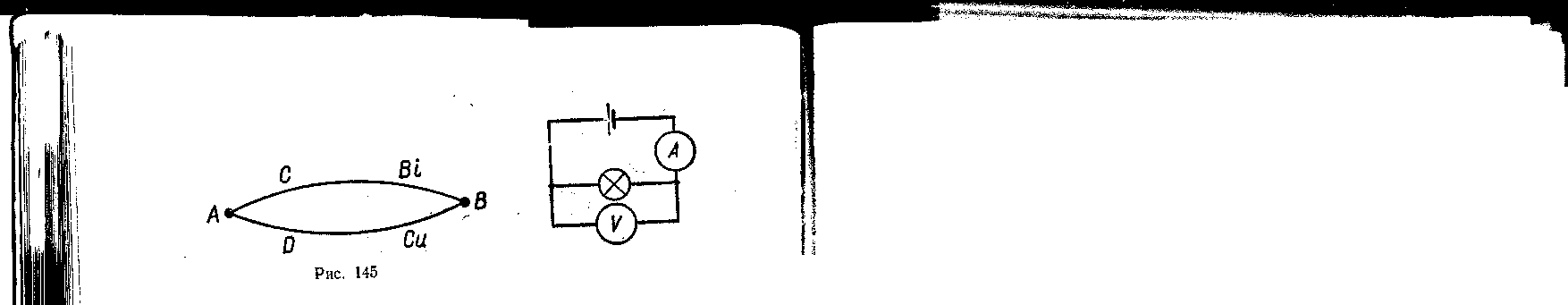
973. Как надо соединить обмотки двух нагревателей, опущенных в стакан с водой, чтобы вода скорее закипела?

*Ответ:* Параллельно.

974. Один ученик крепко скрутил оборванные концы спирали электроплитки, а затем обмотал это место медной проволокой, другой ограничился только простым соединением концов обрыва спирали. Спираль какой из этих плиток может скорее перегореть в месте соединения?

*Ответ:* Спираль второй плитки, из-за плохого контакта (большого сопротивления) кусков спирали в месте скрутки.

Э. д. с. Закон Ома для замкнутой цепи



975. Будет ли давать ток термопара, изображенная на рисунке 145, если места спаев *А и В* нагревать, а середины проводников *С* и *D* охлаждать?

*Ответ* Нет.

976. Могут ли существовать токи, текущие от более низкого потенциала к более высокому?

*Ответ:* Могут, под действием сторонних сил неэлектрического происхождения.

977. Могут ли существовать токи в проводнике при отсутствии разности потенциалов между какими-либо двумя его сечениями?

*Ответ:* Могут; например, кондукционные токи, получающиеся при вращении заряженного диска.

978. При каких условиях от данного элемента можно получить самый большой ток?

*Ответ:* При коротком замыкании.

979. Э. д. с. карманной батарейки, собранной из трех сухих элементов, 4,5 *в.* Можно ли, хотя бы на короткое время, замыкая клеммы этой батарейки проволокой сопротивлением в 0,01 *ом,* получить ток в сотни ампер?

*Ответ:* Ток короткого замыкания зависит от внутреннего сопротивления батарейки. А оно порядка нескольких ом. Следовательно, максимальный ток здесь может быть несколько ампер.

980. К зажимам батарейки карманного фонаря присоединили вольтметр. Он показал 3,5 *в*. Затем вольтметр отсоединили и на его место подключили лампу, на цоколе которой написано 30 *вт,* 3,5 *в.* Лампочка не горела. Объясните явление.

*Ответ:* Для нормального накала лампы необходим ток порядка десятка ампер. Внутреннее сопротивление батарейки карманного фонаря таково, что от нее можно получить ток короткого замыкания порядка нескольких ампер. Поэтому лампа не горела, хотя вольтметр, для отклонения стрелки которого нужен небольшой ток, и показал напряжение 3,5 *в*.

981. Является ли работа, совершаемая источником тока во внутренней части цепи, величиной постоянной для данного источника?

*Ответ:* Постоянной является лишь сумма работ, совершаемых источником во внутренней и внешней частях цепи. С изменением внешнего сопротивления изменяется лишь соотношение между ними. При росте этого сопротивления увеличивается часть работы на внешнем участке и соответственно уменьшается на внутреннем.

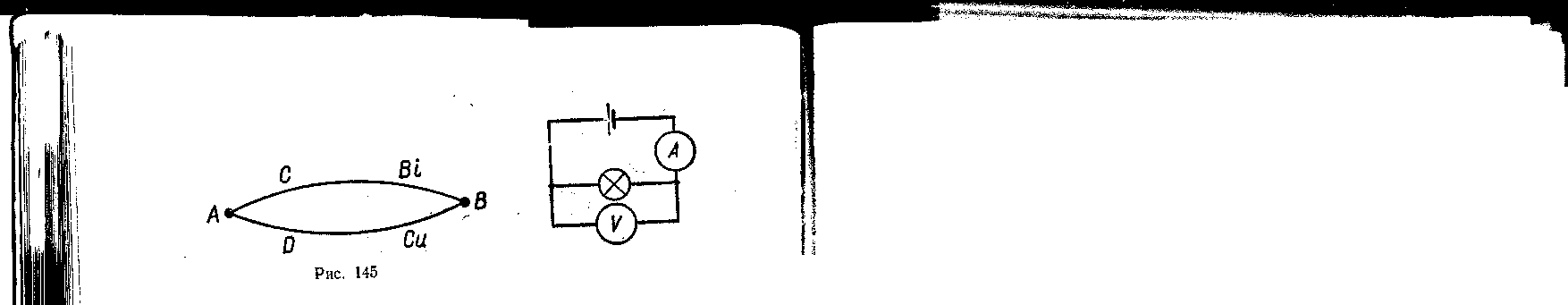


Рис. 146

982. При сборке цепи (рис. 146) ученик по ошибке включил вольтметр вместо амперметра, а амперметр вместо вольтметра. Что произойдет при этом с измерительными приборами?

*Ответ:* Приборы не будут испорчены, так как амперметр будет включен последовательно с вольтметром, имеющим большое сопротивление.

Закон Ома для участка цепи, содержащего э. д. с.

983. Определите напряжение на зажимах цепи, изображенной на рисунке 147.

Рис. 147

***R***

***E, r***

*Ответ:* Так как цепь разомкнута, то напряжение на зажимах равно э. д. с.

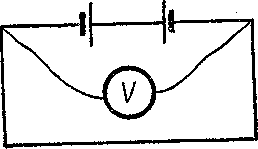


Рис. 148

984. Электрическая цепь включена так, как изображено на рисунке 148. Что показывает высокоомный вольтметр: 2*Е* или нуль? Э. д. с. и внутреннее сопротивление обоих элементов считать одинаковыми.

*Ответ:* Нуль.

985. Почему нельзя при помощи вольтметра магнитоэлектрической системы непосредственно измерить э. д. с. элемента?

*Ответ:* Проходящий через вольтметр (а значит, и через элемент) ток создает внутреннее падение напряжения на элементе, вследствие чего напряжение на вольтметре будет меньше э. д. с. элемента.

986. Можно ли точно измерить э. д. с. при помощи чувствительного электрометра?

*Ответ:* Так как через электрометр не идет ток, то им можно точно измерить э. д. с. генератора. Для этого его корпус следует присоединить к одному из полюсов генератора, а стрелку (стержень) – к другому.

987. Как будет изменяться напряжение на зажимах источника, если постепенно включать все большее и большее сопротивление во внешней цепи? К какому предельному значению будет стремиться указанное напряжение в этом случае? Постройте график зависимости напряжения на зажимах от сопротивления внешней цепи.

*Ответ:* Увеличиваться. К э. д. с. элемента.

988. На батарее карманного фонаря имеется надпись: э. д. с. 4,5 *в, а* на лампочке указано напряжение 3,5 *в.* Почему допускается такая разница в напряжении?

*Ответ:* При замыкании цепи напряжение на лампочке будет меньше э. д. с. (разницу составляет падение напряжения внутри батареи).

989. Почему при коротком замыкании напряжение на клеммах источника близко к нулю, ведь ток в цепи имеет наибольшее значение?

*Ответ:* Вследствие большой величины тока будет весьма велико падение напряжения внутри источника тока, близкое к значению э. д. с.

990. Каково должно быть сопротивление *К,* включаемое параллельно участку цепи *АВ* (рис. 149), чтобы напряжение на зажимах генератора существенно не изменилось?

*Ответ:*Очень большим, чтобы не изменить ток в цепи и падение напряжения

Рис. 149

***R***

***E***

***A***

***B***

***r***

внутригенератора.

991. К точке *А* однородного проволочного кольца, имеющего значительное сопротивление, присоединен провод, а к диаметрально противоположной точке *В –* скользящий контакт (рис. 150). Как будут меняться показания вольтметра при движении скользящего контакта?

*Ответ:*Кольцо представляет собой параллельное соединение двух проводников. При движении ползунка в любом направлении сопротивление этого соединения уменьшается, поэтому уменьшается и напряжение на зажимах генератора, что и покажет вольтметр.

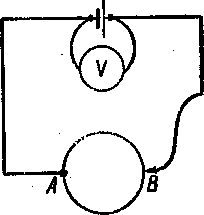


Рис. 150

992. Изменятся ли показания амперметра и вольтметра, включенных в цепь, состоящую из батареи карманного фонаря и лампочки, если в эту цепь включить взамен одной лампочки две такие же, соединенные между собой последовательно? параллельно?

*Ответ:*При последовательном включении лампочек показания амперметра уменьшатся, а вольтметра увеличатся. При параллельном включении показания амперметра увеличатся, а вольтметра уменьшатся.

993. Уменьшится ли в два раза падение напряжения на участке цепи *АВ* (рис. 151), если параллельно ему подключить проводник *АСВ,* сопротивление которого равно сопротивлению участка *АВ*?

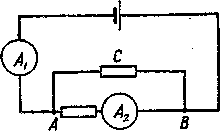


Рис. 151

*Ответ:*Нет, новое падение напряжения будет больше половины падения напряжения, которое было прежде на участке *АВ,* так как внутреннее сопротивление генератора не изменилось.

994. Параллельно участку цепи *АВ* подключен проводник *АСВ* (рис. 151). Как изменится величина тока в неразветвленной части цепи и на участке *АВ*?

*Ответ:*На участке *А В* величина тока уменьшится, а в неразветвленной части

цепи увеличится.

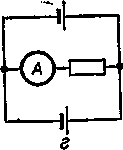
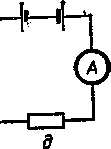
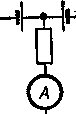
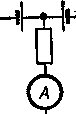
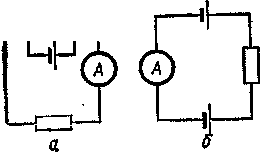


Рис. 152



***в***

995. Сравните показания амперметров в цепях, изображенных на рисунке 152, составленных из соответственно одинаковых приборов.

*Ответ:* В цепях *а*, *в*, *г* ток одинаков; в цепях *б* и *д* ток равен нулю.

996. Как изменятся показания приборов (рис. 153) при перемещении ползуна реостата? Как изменится накал нити электрической лампы в той и другой схеме?

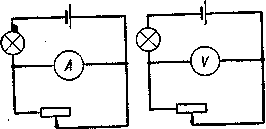


Рис. 153

*Ответ:*При перемещении ползунка реостата правой схемы, например, влево сопротивление части реостата, включенной в цепь, будет уменьшаться, а значит, будут уменьшаться и показания вольтметра. Лампа в этом случае получит от генератора тока большее напряжение и будет гореть ярче. При передвижении ползунка реостата левой схемы, например, влево его сопротивление будет уменьшаться, приближаясь к сопротивлению амперметра; в этом случае амперметр будет уменьшать свои показания, так как ток теперь делится на две части примерно поровну. На яркости горения лампы передвижение ползунка не скажется, так как падение напряжения на участке реостат – амперметр, учитывая их малое суммарное сопротивление (при параллельном соединении), будет ничтожным.

Рис. 154

***R***

***A***

***B***

997. Будет ли меняться падение напряжения на участке цепи *АВ* (рис. 154), если изменяется сопротивление реостата *R*?

*Ответ:* Будет, так как изменяется ток в цепи.

***А***



Рис. 155

***В***

998. Что произойдет с показаниями вольтметра при движении ползунка реостата влево (рис. 155)? Будут ли отличаться в два раза показания, если ползунок передвинуть из точки *В* в *С* (при *АС* = *СВ*)?

*Ответ:* При движении ползунка влево разность потенциалов на клеммах вольтметра уменьшается, но при переходе через точку *С* показания вольтметра, строго говоря, будут меньше чем в два раза.

Рис. 156

999. В электрической цепи (рис. 156) показания однотипных вольтметров одинаковы, а) Исправны ли приборы? б) Можно ли, проверив только один вольтметр, судить об исправности другого?

*Ответ:*а) Приборы неисправны, их показания должны быть различны, так как они измеряют различное падение напряжения; б) нет.

1000. При включении в сеть нагревательных приборов (утюга, плитки) горящие лампы внезапно уменьшают свою яркость. Особенно заметно уменьшается яркость в первый момент; затем она несколько возрастает, но все равно остается меньше, чем до включения прибора. Объясните явление.

*Ответ:*При включении в сеть приборов с малым сопротивлением (утюга, плитки) возрастает ток в цепи. Это вызывает возрастание падения напряжения внутри генератора и на подводящих проводах. Вследствие этого уменьшается падение напряжения на вводе в квартиру и яркость горящих ламп падает. С течением времени яркость ламп постепенно увеличивается, потому что по мере разогревания прибора его сопротивление увеличивается, и понижение напряжения, вызванное его включением, уменьшается.

1001. Улица в сельской местности освещена лампами, питаемыми генератором небольшой мощности. Почему в том конце улицы, который находится дальше от генератора, лампы менее накалены?

*Ответ:*Для генератора малой мощности существенным является падение напряжения на подводящих проводах. Поэтому напряжение на зажимах лампы будет тем меньше, чем дальше она находится от генератора.

Э. д. с. гальванического элемента

1002. Если взвесить цинковую пластинку элемента Лекланше до и после работы элемента, то обнаружится ли разница в ее весе?

*Ответ:*После работы элемента цинковая пластинка будет иметь меньший вес вследствие перехода ионов цинка в раствор.

1003. Изменится ли э. д. с. элемента Гренэ, если его электроды наполовину вынуть из электролита?

*Ответ:*Не изменится, так как величина э. д. с. определяется только химическим составом электролита и пластин элемента.

1004. Изменится ли ток в электрической цепи, если заменить один гальванический элемент другим того же типа, но с большим размером пластин?

*Ответ:*Ток в цепи увеличится, так как э. д. с. не изменится, а внутреннее сопротивление уменьшится.

1005. Имеются два гальванических элемента Вольта, отличающиеся друг от друга площадью пластин. Как обнаружить, что э. д. с. элементов одинаковы?

1006. Изменится ли э. д. с. элемента Вольта, если его электроды сблизить?

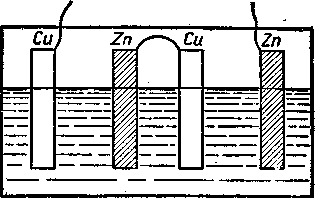


Рис. 157

*Ответ:*Не изменится.

1007. Получим ли большую э. д. с., если соединим элементы в батарею, как показано на рисунке 157?

*Ответ:*Нет, так как элемент, находящийся внутри батареи, ничего не прибавляет к э. д. с. элемента, от пластин которого отходят провода батареи.

1008. Можно ли обойтись одним (общим) сосудом при изготовлении батареи параллельно соединенных гальванических элементов? Почему?

*Ответ:* Можно. Батарея параллельно соединенных элементов, находящихся в одном сосуде, эквивалентна одному элементу, площадь электродов которого равна сумме площадей электродов всех элементов.

1009. Бак для воды, изготовленный из листового алюминия с помощью медных заклепок, быстро разрушается вследствие коррозии. Объясните электрохимическую природу коррозии.

*Ответ:*Образовался гальванический элемент с электродами алюминий – медь, находящимися в воде, которая благодаря солям является электролитом. При действии этого элемента и происходит растворение металла (алюминия) и выделение

водорода на меди.

Рис. 158

*+*

*+*

*–*

*–*

***R***

1010. Два элемента с одинаковой э. д. с. замкнуты на внешнюю цепь (рис. 158). Есть ли в этой цепи ток? Чему равно напряжение на зажимах каждого элемента?

*Ответ:*Тока в цепи нет. Напряжение на зажимах каждого элемента равно его э. д. с.

1011. Электрическая цепь состоит из двух одинаковых гальванических элементов и лампы накаливания (рис. 159). а) Почему лампа не горит? б) Что нужно сделать для того, чтобы нить лампы накалилась? в) Сколькими способами можно осуществить накал нити лампы?

Рис. 159

*+*

*–*

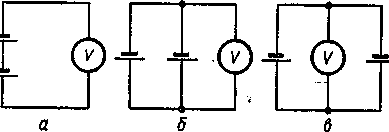
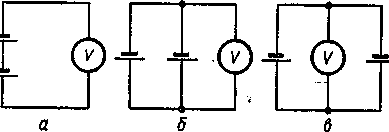
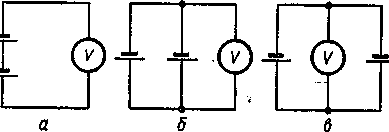
*–*

*+*

*Ответ:*а) Лампа не горит потому, что общая э. д. с. в цепи равна нулю; б) для того чтобы нить лампы накалилась, необходимо наличие э. д. с.; в) двумя способами: 1) сохранить соединение и включить лампу в цепь параллельно, т. е. один провод от лампы присоединить к положительным полюсам, другой – к отрицательным; 2) включить элементы последовательно.

1012. Два одинаковых гальванических элемента соединили в батарею (рис. 160). Какое напряжение покажет вольтметр в каждой их схем, если э. д. с. одного элемента *Е*? Внутреннее сопротивление элементов считать равным нулю, а сопротивление вольтметра очень большим?

Рис. 160



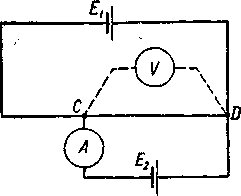
***г***

***д***

*Ответ:*а) *2Е* (элементы соединены последовательно); б) *Е* (элементы соединены параллельно); в) *Е* (это также параллельное соединение); г) 0 (э. д. с. элементов действуют навстречу друг другу и взаимно компенсируются); д) 2*E.*

1013. Две батареи с э. д. с. *Ег* и *Е2* включены в цепь по схеме, показанной на рисунке 161. Сопротивления подобраны так, что амперметр не обнаруживает тока. Что покажет вольтметр?

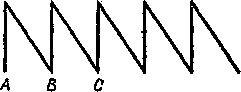
Рис. 161



*Ответ:*Если амперметр показывает отсутствие тока в цепи батареи *E*2 > то, очевидно, разность потенциалов между точками *С* и *D,* созданная током, текущим в цепи от батареи *Е*1 как раз равна по величине э. д. с. *Е*2. Эту величину и покажет вольтметр включенный между точками *С* и *D*.

*0*

Рис. 162



***К***

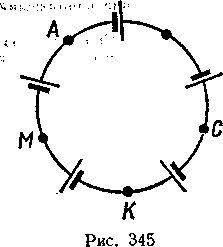
***М***

***А***

*ϕ*

*l*

1014. На рисунке 162 дан график распределения потенциала в некоторой цепи *АВСКМА.* Дайте физический образ этой цепи, если сопротивления *rАВ*, *rВС*, *rСК*, *rКМ*, *rМА* равны между собой?



*Ответ:*См. рисунок 345. Цепь состоит из пяти одинаковых гальванических элементов, замкнутых накоротко. Сопротивлением подводящих проводов пренебрегаем по сравнению с внутренним сопротивлением элементов *r.*

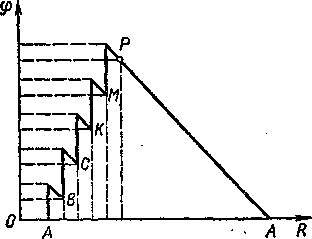


Рис. 163

1015. На рисунке 163 дан график распределения потенциала в некоторой цепи *АВСКМРА.* Предложите конкретный физический образ такой цепи. Скачки потенциала считать всюду одинаковыми.

*Ответ:*См. рисунок 346. Цепь состоит из пяти одинаковых гальванических элементов и сопротивления.

Рис. 346

*С*

*А*

*М*

*В*

*К*

*Р*

Поляризация гальванических элементов. Аккумуляторы

1016. Старая батарейка карманного фонаря длительное время не использовалась, а потом к ней была подключена лампочка, которая загорелась и вскоре погасла. Через несколько дней опыт повторили, и опять лампочка загорелась и быстро погасла. Объясните явление.

*Ответ:*В старой батарейке очень медленно проходят процессы деполяризации.

1017. Можно ли по внешнему виду пластин кислотного аккумулятора определить, какая из них положительная, а какая отрицательная?

*Ответ:*Положительная пластина представляет собой пористый слой перекиси свинца бурого цвета; отрицательная пластина – губчатый свинец темно-серого

цвета.

1018. Щелочные аккумуляторы легче и прочнее кислотных, не боятся короткого замыкания. Однако они имеют большее внутреннее сопротивление и резко меняют напряжение при изменении температуры. Почему два последних обстоятельства не позволяют применять щелочные аккумуляторы в автомобиле?

*Ответ:*При включении стартера, потребляющего большой ток (сотни ампер), происходила бы большая потеря напряжения внутри генератора тока. При изменении температуры (вследствие изменения сопротивления) будет меняться и напряжение на полюсах аккумуляторной батареи.

1019. Перед зарядкой аккумулятора обнаружили, что уровень электролита в нем ниже нормального. Что нужно сделать: добавить готовый электролит или долить дистиллированной воды?

*Ответ:*Если электролит пролит, то его надо добавить, если он испарился, то достаточно долить дистиллированной воды.

1020. Конденсатор присоединен к аккумулятору. Раздвигая пластины конденсатора, мы преодолеваем силы электростатического притяжения между ними и, следовательно, совершаем положительную работу. В какой вид превращается при этом энергия сторонних сил? Что происходит с энергией конденсатора?

*Ответ:*Работа сторонних сил увеличивает энергию аккумулятора. Поскольку пластины конденсатора все время остаются присоединенными к клеммам аккумулятора, разность потенциалов, приложенная к ним, остается постоянной. Так как при раздвижении пластин емкость конденсатора уменьшается, то заряд на них должен уменьшаться, происходит частичный разряд конденсатора, и в цепи протекает ток, вследствие чего аккумулятор заряжается.

21. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Электрический ток в жидкостях

1021. Могут ли при диссоциации образоваться ионы одного какого-нибудь знака? Почему?

*Ответ:*Нет, потому что диссоциирующая молекула состоит из ионов разных

знаков.

1022. Почему вокруг электролита, например вокруг раствора поваренной соли, нет электрического поля, и он представляется нам незаряженным, хотя внутри него имеются заряженные ионы?

*Ответ:*Потому что в каждой единице объема электролита находится столько же положительных зарядов, сколько и отрицательных, их поля вне электролита взаимно компенсируются, поэтому в целом электролит ведет себя как незаряженное тело.

1023. Почему нельзя прикасаться к неизолированным электрическим проводам голыми руками?

*Ответ:*Влага на руках всегда содержит раствор различных солей и является электролитом. Поэтому она создает хороший контакт между проводами и кожей.

1024. Изолированные проводники, окруженные влажным воздухом, обычно плохо удерживают заряды. Можно ли из этого заключить, что влажный воздух проводит электричество?

*Ответ:*Влажный воздух не проводит электричество, но твердые изоляторы, на поверхности которых оседает влага, становятся проводниками. Если изоляторы высушить, то они будут удерживать заряд и во влажном воздухе.

1025. Почему при заземлении нужно пластины закапывать во влажный слой почвы (зарывание, например, в сухой песок недостаточно)?

*Ответ:* Ионы, содержащиеся в воде, обеспечивают хорошую электропроводность почвы.

1026. Почему провода осветительной сети обязательно имеют резиновую оболочку, а провода, предназначенные для сырых помещений, кроме этого, еще просмолены снаружи?

*Ответ:* Потому что влага на проводах представляет собой электролит и является проводником, а это может привести к короткому замыканию и пожару.

1027. Включите ванну с раствором хлористого натрия в электрическую цепь (рис, 164). а) Как следует поступить, чтобы током, проходящим в этой цепи, накаливалась лампочка от карманного фонаря? (Изменять установку нельзя.) Подумайте, как начать выполнение этого опыта, чтобы не пережечь ее. б) Сколькими способами можно прекратить накал лампочки, не вынимая электродов *А* и *Б* из раствора соли? в) Меняется ли величина тока в цепи при опускании в раствор электродов, присоединенных к лампочке?

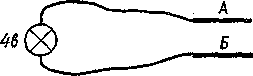


Рис. 164

*NaCl*

*127* *в*

*127* *в*

*60 вт*

*Ответ:* а) Опустить электроды, идущие от лампы и прижатые один к другому, в раствор поваренной соли, а затем медленно раздвинуть их; б) можно или сблизить электроды, соединенные с лампой, или расположить их в плоскости, перпендикулярной линиям тока; в) ток увеличивается, так как уменьшается сопротивление жидкого проводника между электродами.

1028. Два электрода в виде плоских параллельных медных сеток опущены в проточный раствор медного купороса и присоединены к генератору постоянного тока. Будет ли изменяться величина тока при переносе электродов в растворе так, что ток пойдет то по направлению течения жидкости, то против него, то под углом к нему?

*Ответ:* Нет.

1029. В раствор медного купороса опущены два цилиндрических угля, на одном из которых отлагается медь. Почему наиболее толстый слой меди получается на той части его поверхности, которая обращена к другому углю?

*Ответ:* Здесь наибольшая плотность тока.

1030. Почему в небольших гальванических ваннах обычно применяют три штанги: на две крайние помещают аноды, а на среднюю – изделие?

*Ответ:* При таком устройстве ванны осаждение металла на поверхность катода происходит с двух сторон, что обеспечивает равномерность покрытия детали.

1031. Для определения полюсов генератора тока часто пользуются полосками бумаги, смоченными раствором калийной селитры, в котором содержится фенолфталеин. На каком полюсе появится окраска, если пропускать ток через такую полоску? Будет ли эта полоска заметно проводить ток, если ее высушить? если смочить после этого чистой водой?

*Ответ:* Окраска появится на катоде, где должен был бы выделиться калий, но вследствие вторичной реакции выделяется водород и образуется щелочь. Если бумагу высушить, то она не будет заметно проводить ток.

1032. В раствор йодистого натрия (или йодистого калия) добавляют немного заваренного крахмала и опускают в него два электрода, соединенные с генератором постоянного тока. Вблизи какого электрода будет наблюдаться синее окрашивание?

*Ответ:* Вблизи анода; там, где осаждается йод.

1033. Для чего при никелировании в качестве анода ставят никелевую пластинку? Будет ли отлагаться никель из раствора никелевой соли, если никель на аноде заменить каким-нибудь другим металлом?

*Ответ:* Чтобы не уменьшать концентрацию ионов никеля в растворе. При любом аноде никель будет отлагаться.

1034. До каких пор будет продолжаться процесс электролиза медного купороса, если взяты угольные электроды? медные электроды?

*Ответ:* При угольных электродах – до тех пор, пока из раствора не уйдут все ионы меди (при этом в ванне останется серная кислота). При медных электродах – до тех пор, пока не растворится анод.

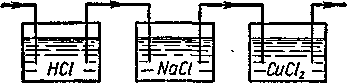


Рис. 165

***CuSO4***

1035. Что будет осаждаться на электродах при прохождении электрического тока, через указанные на рисунке 165 растворы?

*Ответ:* В первой и второй ваннах – водород и хлор, в третьей – медь и кислород.

1036. При электролизе соды на катоде выделяется водород, а на аноде кислород. Что произойдет, если между катодом и анодом поместить пластинку из того же материала (жести), из которого сделаны оба электрода? Где теперь будут выделяться кислород и водород? Как изменится сопротивление электролитической ванны?

*Ответ:* Кроме анода и катода, газы будут выделяться и на пластинке: на поверхности, обращенной к катоду, выделяется кислород, а на обращенной к аноду– водород. Опускание пластинки между анодом и катодом создает два электролизера, соединенных последовательно. Сопротивление ванны возрастает, так как в два раза увеличивается напряжение разложения.

1037. Каким образом, опустив два провода от гальванического элемента в стакан водопроводной воды, можно узнать, существует ли между ними постоянное напряжение?

*Ответ:* Если между проводами есть постоянное напряжение, в воде начнется электролиз, и на проводах будут выделяться пузырьки кислорода и водорода.

1038. Для того чтобы определить, какой из полюсов генератора тока положительный, а какой отрицательный, на практике часто опускают провода, соединенные с полюсами, в стакан с водой и наблюдают, возле какого из проводов выделяется больше газа. Как по этим, данным определить, какой из полюсов отрицательный?

*Ответ:* При электролизе воды объем выделяющегося водорода в два раза больше объема кислорода, поэтому отрицательным полюсом будет тот, у которого выделяется больше газа.

1039. Для чего изделия перед гальваническим покрытием тщательно очищают, обезжиривают, промывают и подвергают травлению (декапированию)?

*Ответ:* Осаждение металла в процессе электролиза может быть осуществлено только на чистую поверхность изделия. Всякие загрязнения нарушают нормальный процесс электролиза, ухудшают сцепление осаждаемого металла с основой.

1040. Почему для гальванического покрытия изделия чаще всего употребляют никель и хром?

*Ответ:* Эти металлы обладают большой химической стойкостью, механической прочностью и после полировки дают красивый блеск.

1041. В *U*-образную трубку, заполненную различными электролитами, образующими резкую границу, введены электроды. Почему при прохождении тока изменяется положение границы раздела жидкостей?

*Ответ:* Вследствие электролиза изменяется плотность раствора. Это нарушает равновесие столбов жидкости в сообщающихся сосудах, и граница раздела меняет свое положение.

1042. В электролитическую ванну поместили медную пластинку, служащую анодом. Пластинка покрыта воском, на котором нацарапан какой-нибудь рисунок. Что получится после пропускания тока и удаления воска с пластины?

*Ответ:* Ионы меди с тех мест, с которых воск снят, будут переходить в раствор, образуя углубления (гравировка на меди). Места, покрытые воском, не изменятся.

Законы Фарадея

1043. Можно ли на основании законов Фарадея сделать заключение, что для электролитического выделения одинаковых масс данного вещества требуется затрата одинаковых количеств энергии тока?

*Ответ:* Масса выделяющегося вещества зависит только от величины протекающего заряда, а величина энергии зависит, кроме этого, и от разности потенциалов,

1044. Ток проходит через различные ванны с раствором медного купороса. Вторая ванна вдвое длиннее первой, в третьей раствор нагревается, а в четвертой ванне – находится насыщенный раствор купороса. На катоде первой ванны отложилось 2 *г* меди. Сколько граммов меди отложится на катодах остальных ванн, если все они соединены последовательно?

Рис. 166

*CuSO4*

***A***

***B***

***C***

***D***

+

–

*Ответ* По 2 г в каждой ванне.

1045. Площади электродов *А, В, С* одинаковы и в сумме составляют площадь электрода *D* (рис. 166). Одинаковое ли количество меди выделяется на катодах *А, В, С*?

*Ответ:* На электроде *С* наибольшее, так как при прочих равных условиях сила тока здесь наибольшая.

1046. Одинаковые ли количества хлора выделятся при электролизе из различных растворов (рис. 167)?

*Ответ:* Одинаковые, так как ток во всех ваннах одинаков, а ионы хлора всегда одновалентны.

1047. Одинаковые ли количества натрия выделятся из растворов поваренной соли и питьевой соды (рис. 168)? Электроды взяты угольные.

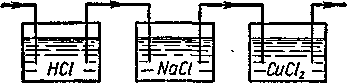


Рис. 167

*Ответ:* Из растворов на катоде будет выделяться не натрий, а водород.

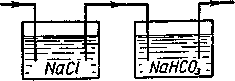


Рис. 168

1048. В двух электролитических ваннах, соединенных последовательно, находится раствор медного купороса CuSO4 и раствор хлористой меди CuCl. Одинаковое ли количество меди выделится в обеих ваннах при прохождении через них тока?

*Ответ:* В медном купоросе медь двухвалентная; в хлористой меди – одновалентная. По закону Фарадея масса выделившегося на электродах вещества обратно пропорциональна валентности: *т* = • *q.* Следовательно, из раствора медного купороса выделится в два раза меньше меди, чем из раствора хлористой меди.

1049. Цинкование и никелирование мелких деталей производится в гальванических ваннах колокольного типа или барабанах, которые во время электролиза вращаются. Для какой цели применяется вращение ванн?

*Ответ:* Вращение ванны способствует равномерному покрытию деталей и позволяет применять большие плотности тока, что значительно ускоряет процесс электролиза.

1050. Выделение вещества на катоде при электролизе осуществляется положительными ионами. Полный ток в электролите складывается из двух токов: тока положительных ионов *I*+ и тока отрицательных ионов *I–* , движущихся в противоположных направлениях. Почему же количество вещества, выделяющегося на катоде, рассчитывается по полному току (*I+* + *I–*), а не лишь по току положительных ионов?

*Ответ:* Пусть в единицу времени к катоду подойдут *п+* положительных и отойдут *n*– отрицательных ионов. Уход некоторого количества отрицательных ионов от катода равносилен приходу к нему такого же количества положительных. Поэтому в единицу времени на катоде выделится такая масса вещества, которая соответствует току (*I+* + *I–*).

Электрический ток в газах

1051. В отличие от проводов осветительной сети провода линии высокого напряжения не покрыты изолирующей оболочкой. Почему?

*Ответ:* В обычных условиях воздух не является проводником тока.

1052. Каким образом, имея под руками горелку, можно удалить электрические заряды с изолятора, например с наэлектризованной стеклянной палочки?

*Ответ:* Надо провести заряженный изолятор сквозь раскаленные газы вблизи горелки: раскаленные газы содержат достаточное количество отрицательно заряженных ионов, нейтрализующих заряд стеклянной палочки.

1053. Чем объясняется отклонение в сторону отрицательного полюса пламени свечи, помещенной между полюсами электрофорной машины?

*Ответ* Светящуюся часть пламени свечи создают не раскаленные газы, а несгоревшие мельчайшие раскаленные частицы углерода. При высокой температуре раскаленный уголь, как и металлы, излучает электроны, в результате чего сам заряжается положительно, поэтому пламя будет отклоняться в сторону отрицательного полюса электрофорной машины.

1054. Почему в комнатных условиях даже при всех мерах предосторожности заряженный электроскоп обязательно разрядится?

*Ответ:* Воздух под действием космического излучения и радиоактивного излучения Земли всегда поддерживается в ионизированном состоянии.

Несамостоятельный и самостоятельный разряды

1055. Почему электроскоп, находящийся недалеко от пламени газовой горелки, разряжается весьма быстро?

1056. На рисунке 169 приведен график, показывающий, как изменяется потенциал поля между пластинами плоского конденсатора в том случае, если между ними имеется ионизированный газ. Что можно сказать о распределении ионов в поле конденсатора на основе анализа этого графика? Пунктирная линия на рисунке дает картину распределения потенциала в поле конденсатора, когда между пластинами нет ионов.

*Ответ:* Из графика видно, что потенциал поля в точках возле положительно заряженной пластинки уменьшился (см. пунктирную линию), а возле пластинки с нулевым потенциалом увеличился. Это объясняется тем, что около положительно заряженной пластинки собираются отрицательные ионы, а возле другой — положительные. Их количество больше у пластин, чем посредине поля конденсатора, поэтому поле в середине нарушается меньше, чем у пластин. Поскольку кривая распределения потенциала имеет симметричную, форму относительно указанной выше пунктирной линии, можно утверждать, что количество положительных ионов возле одной пластинки и отрицательных ионов возле другой пластинки одинаково.

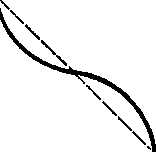


Рис. 169

*0*

*l*

**

1057. Если баллон неоновой лампы потереть, то можно заметить, что лампа некоторое время светится. Как объяснить это явление?

*Ответ:* Для свечения газа в неоновой лампе нужно создать в ней электрическое поле. В результате трения о стекло неоновой лампы возникают электрические заряды, поле которых достаточно для кратковременного свечения лампы.

1058. Почему катод электронной лампы быстро разрушается, если внутри находится небольшое количество воздуха?

*Ответ:* Положительные ионы воздуха бомбардируют и разрушают нить.

Тлеющий разряд

1059. На рисунке 170 графически изображено изменение потенциала вдоль стеклянной трубки с разреженным газом при тлеющем разряде. В каких областях между электродами абсолютное значение напряженности поля наибольшее? наименьшее?

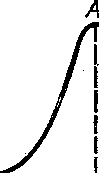


Рис. 170

*Катодное свечение*

*Положительный столб*

*В*

*С*

*l*

**

*0*

*Ответ:* Наибольшее – у катода; наименьшее – в области тлеющего свечения (в точках *А, В* напряженность почти равна нулю), так как *Е* =*.*

1060. В газоразрядной трубке наблюдается тлеющий разряд между плоскими электродами. Как будет изменяться картина разряда, если сближать анод с катодом?

*Ответ:* Положительный столб укорачивается.

Коронный разряд

1061. Проходит ли электрический ток через тела птиц, сидящих на голых проводах высоковольтной линии передачи электрической энергии?

*Ответ:* Проходит в виде тихого разряда, но не ощущается птицами вследствие крайне незначительной величины разрядного тока.

1062. Писатель Б. Житков описывает такой случай. «Однажды в начале лета я ехал верхом поймой реки. Небо было одето тучами, собиралась гроза. И вдруг я увидел, что кончики ушей лошади начали светиться. Сейчас же над ними образовались будто пучки голубоватого огня с неясными очертаниями. Огоньки эти точно струились. Затем струи света побежали по гриве лошади и по ее голове.

Я взял в руку ухо лошади; огонек точно проскочил сквозь мою руку и появился над ней. Повернув голову влево, я увидел пламя над своим плечом. Вероятно, светился и казался горящим и мой белый картуз. Все это явление продолжалось не более минуты. Хлынул дождик, и удивительные огни исчезли». Объясните описанное здесь явление природы.

*Ответ:* Описанное явление носит название «огни Эльма». Это очень редкое явление природы. На остриях, например на шпилях башен, на столбах оград, иногда даже на головах людей появляется голубоватый свет, похожий на прозрачные языки пламени. Это – тихий разряд – движение электрических зарядов в воздухе при нормальном атмосферном давлении и высоком напряжении.

1063. Для получения определенного потенциала на шаровом проводнике необходимо взять шар определенного радиуса. Почему практически радиус шара приходится брать больше расчетного?

*Ответ:* Поверхность шара не идеально гладкая. Около отдельных микрошероховатостей, имеющих очень малый радиус кривизны и большую напряженность электрического поля, начинается тихий разряд. Поэтому заряды с шара стекают раньше, чем это следует из расчета для всей поверхности шара.

1064. Если к заряженному «султану» поднести иголку острием, то листочки султана постепенно начинают разряжаться. Почему?

*Ответ:* На иголке наводится заряд противоположного знака, который нейтрализует заряд, находящийся на листочках.

1065. Если к пламени свечи, поставленной на кондуктор заряженной электрофорной машины, поднести металлическое острие, то пламя отклонится от вертикали. Объясните явление.

1066. Вечером или ночью летом в безоблачном небе или в небольших тучках над горизонтом иногда наблюдаются кратковременные вспышки, которые называются зарницами. Объясните их происхождение.

1067. Для чего каждый провод высоковольтной линии электропередач (ЛЭП) делают тройным?

*Ответ:* Для уничтожения коронного разряда.

Электрическая дуга

1068. Почему для «зажигания» электрической дуги на ее электроды подается высокое напряжение, а для поддержания тока в горящей дуге такое напряжение не нужно?

*Ответ:* В горящей дуге свободные электрические заряды (ионы) создаются высокой температурой пламени. Поэтому для поддержания тока достаточно низкое напряжение.

1069. Можно ли при помощи контактной сварки соединить медные или серебряные детали?

*Ответ:* Нельзя, так как серебро и медь имеют малое удельное сопротивление и в месте контакта не будет достаточного для сварки нагрева.

1070. У горящей электрической газополной лампы перегорает нить накала. При этом иногда лампа не гаснет, но, продолжая гореть, издает характерный звук довольно высокого тона. Если выключателем разомкнуть цепь, то лампа гаснет и звук прекращается. Если замкнуть снова цепь, то лампа уже не зажигается и звук не возникает. Объясните явление.

*Ответ:* Когда нить накала перегорает, цепь замыкается электрической дугой, возникающей в газовой среде в месте разрыва нити. При этом издается характерный звук «поющей» электрической дуги.

1071. Обычный трамвайный провод, подвешенный между столбами, провисает. При таких условиях дуга вагона не всегда одинаково прижимается к проводу и может даже на время совсем от него отделиться. Что должно произойти в этот момент?

*Ответ:* Между проводом и дугой вагона вспыхивает электрическая дуга.

1072. Для регулирования напряжения к дуговой лампе был присоединен реостат (рис. 171). Для того чтобы проверить реостат, отключили провода от лампы и замкнули рубильник. Вольтметр, приключенный к проводам после реостата, показал напряжение то же, что и в сети, т. е. падения напряжения на реостате не получилось. Между тем реостат должен был понизить напряжение со 120 до 40 *в*. Когда же снова включили дуговую лампу, реостат заработал нормально, а вольтметр показал уже напряжение 40 *в.* Объясните, что не было учтено при проверке реостата с выключенной лампой?

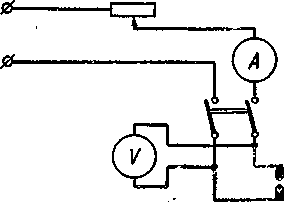


Рис. 171

*Ответ:* Падение напряжения на реостате определяется не только его сопротивлением, но и величиной тока, идущего через него. В первом случае, при выключенной лампе, ток в цепи был слабый (ток шел через реостат, амперметр и вольтметр) и соответственно падение напряжения на реостате было небольшое. Во втором случае,, когда включили лампу, ток усилился и увеличилось падение напряжения на реостате.

Рис. 172

***I***

***U***

***0***

1073. На рисунке 172 изображен график зависимости величины тока в электрической дуге от. приложенной к ее электродам разности потенциалов. Применим ли закон Ома для этого случая?

*Ответ:* Нет.

1074. Зачем ножи рубильников в сетях с сильными токами снабжаются пружинами (рис. 173)?

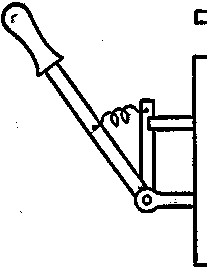


Рис. 173

*Ответ:* Для уменьшения времени вредного воздействия дуги на контактирующие поверхности. Пружина вырывает нож рубильника быстрее, чем это делает рука человека.

Искровой разряд

1075. Почему для увеличения емкости лейденскойбанки не обклеивают станиолем всю ее поверхность доверху?

*Ответ:* При обклейке банки станиолем доверху конденсатор может пробиваться искровыми разрядами, которые могут проходить между обкладками через верхний край банки.

1076. На столе имеются электрофорная машина, соединенная с шаровым разрядником, свеча и спички. Расстояние между шарами разрядника такое, что искрового пробоя не получается. Как, не изменяя расстояния между шарами, ускорить получение искрового разряда?

*Ответ:* Пламя свечи представляет собой проводящий объем газа. При внесении его в пространство между шарами разрядника воздушный промежуток между ними уменьшается, и происходит искровой разряд через пламя.

1077. Какой вред наносят искры и электрическая дуга ножам рубильников, контактам выключателей, токоснимателям трамваев, троллейбусов и электропоездов?

*Ответ:* Под действием искр и дуги контактирующие поверхности приборов окисляются и подвергаются эрозии, что ухудшает качество контакта и ведет к интенсивному нагреванию при последующих замыканиях (приборы выходят из строя).

1078. Зачем на электроды свечи в цилиндре двигателя внутреннего сгорания подается высокое напряжение (до 20 000 *в*)?

*Ответ:* Для возникновения искры, зажигающей горючую смесь.

Молния

1079. Почему зимой редко бывают грозы?

*Ответ:* Для образования грозы (мощных кучевых облаков) необходима быстрая вертикальная конвекция влажного воздуха. Как правило, зимой условий для образования такой конвекции нет.

1080. Для чего к корпусу самоходного комбайна прикрепляется массивная металлическая цепь, десяток звеньев которой волочатся по земле?

*Ответ:* Таким образом комбайн заземляется. Это предохраняет его от повреждений во время грозы.

1081. Как действует молниеотвод? При каких условиях он может оказаться опасным для здания?

*Ответ:* Молниеотвод опасен для здания, если плохо заземлен.

1082. Почему на конце молниеотвода устанавливается острие, а не шар?

*Ответ:* Чтобы обеспечить лучшее стекание с него заряда. См. ответ на задачу 837.

1083. Почему говорят, что молния может находить зарытые под землей клады?

*Ответ:* Молния чаще «ударяет» в то место, где находится металл, хороший проводник, на котором в большей мере образуется индуцированный грозовым облаком заряд.

1084. Почему у альпинистов существует правило: ночуешь высоко в горах, все металлические предметы собери и положи отдельно подальше от лагеря?

*Ответ:* Чтобы в случае грозы разряд молнии происходил дальше от людей. См. ответ к задаче 1083.

1085. Линии высокого напряжения Куйбышев–Москва и Волгоград–Москва, кроме проводов, передающих ток, имеют еще два дополнительных провода, расположенные значительно выше первых и не изолированные от стальных опор линии. Для чего нужны эти провода?

*Ответ:* Эти провода являются молниеотводами. Они имеют металлический контакт с заземленной опорой.

Электрический ток вакууме

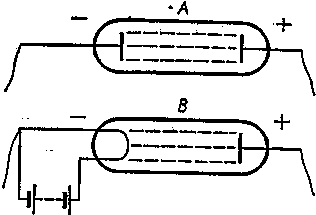


Рис. 174

1086. Почему в трубке *А* (рис. 174) при достаточно большом вакууме катодные лучи исчезают, а в трубке *В* не исчезают?

*Ответ:* Выход электронов из катода в трубке *А* осуществляется при помощи газовых ионов. В трубке *В* электроны испаряются нагретым катодом.

1087. Будет ли работать в космосе радиолампа с разбитым стеклом?

*Ответ:* Будет, так как в космосе – вакуум.

1088. Возможен ли искровой разряд в катодной лампе?

*Ответ:* Нет, так как в лампе отсутствуют необходимые для искрового разряда ионы газа.

Диод. Триод

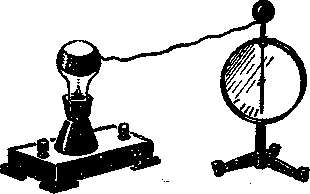


Рис. 175

1089. Наклейте на баллон пустотной осветительной диод, лампы полоску оловянной бумаги и присоедините ее к электроскопу (рис. 175). Зарядите электроскоп положительно и включите лампу. Повторите опыт, зарядив электроскоп отрицательно. Почему в первом случае при включении тока листочки электроскопа опадают, а во втором нет?

*Ответ:* При положительном заряде оловянной бумаги электроны движутся к стеклянной колбе и заряжают ее внутреннюю поверхность отрицательно, поэтому отклонение листочков электроскопа уменьшается. При отрицательном заряде оловянной бумаги электроны не попадают на стенки колбы.

1090. На рисунке 176 схематично показан график, иллюстрирующий изменение потенциала поля между электродами внутри диода при холодном (*А*)и нагретом (*В*)катоде. В обоих случаях приложено одинаковое анодное напряжение. Чем объяснить различие в ходе изменения потенциала? Для упрощения задачи оба электрода берутся плоскими (образуют плоский конденсатор). Пластина, служащая началом отсчета расстояния, считается заряженной отрицательно и заземлена.

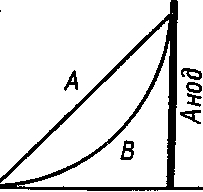


Рис. 176

***l***

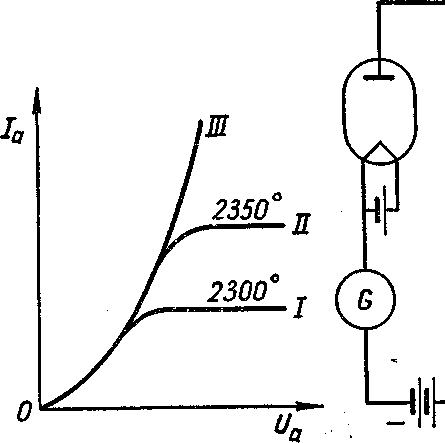
******

**Катод**

***0***

*Ответ:* Испускаемые нагретым катодом электроны образуют в электронной лампе пространственный отрицательный заряд. Это обусловливает другое распределение потенциала между электродами. При этом потенциал поля в каждой точке ниже, чем при холодном катоде.

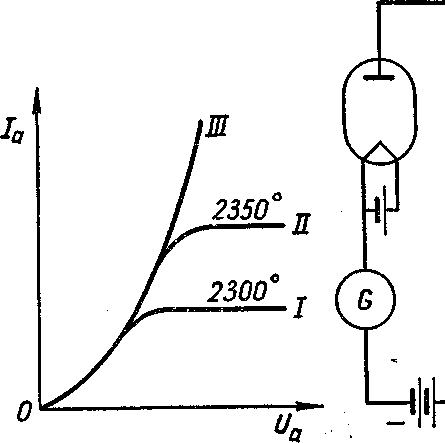
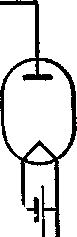
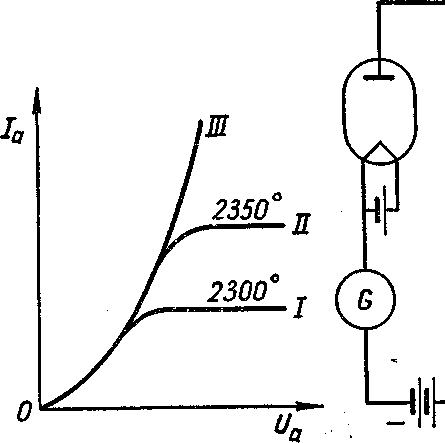
Рис. 177



1091. На рисунке 177 дан график зависимости величины анодного тока от анодного напряжения при различных температурах нити накала двухэлектродной лампы, а) Чем объяснить наличие горизонтальных участков у кривых I и II? б) Почему кривая III не имеет горизонтального участка? в) При каких условиях кривая III будет иметь горизонтальный участок? г) Наблюдается ли такое явление в твердых металлических проводниках?

*Ответ:* а) Наступлением тока насыщения; б) число электронов, испускаемых катодом в секунду, больше числа электронов, захватываемых анодом за то же время. Поэтому повышение анодного напряжения продолжает вызывать увеличение анодного тока; в) когда дальнейшее повышение анодного напряжения не вызовет увеличения анодного тока; г) нет.

Рис. 178



+

1092. Будет ли показывать гальванометр ток в цепи, содержащей две электронные лампы, включенные навстречу друг другу (рис. 178)?

*Ответ:* Не будет, так как для наличия тока в этой цепи нужно, чтобы в правой лампе электроны истекали из холодного электрода (анода), что невозможно.

1093. Что нужно сделать, чтобы трехэлектродную лампу можно было использовать в качестве диода?

*Ответ:* Закоротить сетку и анод.

Электронные пучки. Электронно-лучевая трубка

1094. Почему катодные лучи представляют собой прямолинейный пучок независимо от того, лежит ли анод на пути пучка или смещен в сторону?

*Ответ:* Вследствие того, что электрическое поле у поверхности катода перпендикулярно к этой поверхности и значительно сильнее, чем в остальном пространстве трубки (катодное падение).

1995. Имеются телевизионные трубки, у которых напряжение между катодом и анодом составляет 50–70 *кв*. Почему экран такой трубки необходимо охлаждать проточной водой, ведь он светится «холодным свечением»?

*Ответ:* Падающий на экран кинескопа электрон вызывает не только его «холодное свечение», но и нагревание (механическая энергия переходит во внутреннюю). Увеличивая напряжение между катодом и анодом, повышают кинетическую энергию электрона, что влечет за собой увеличение количества излучаемой экраном световой энергии и более сильный его нагрев.

1096. Если между раскаленной нитью и анодом электронной лампы приложить большое напряжение (несколько тысяч вольт) и притом так, чтобы на нити накала был отрицательный потенциал, то анод сильно раскалится и может даже расплавиться. Объясните, noчему это происходит.

*Ответ:* Электроны, двигаясь ускоренно между катодом и анодом, приобретают кинетическую энергию. При соударении электронов с анодом эта энергия передается аноду, вследствие чего он нагревается.

Электрический ток в полупроводниках

Большинство задач этого раздела заимствовано из статьи

А. С. Беленовского («Физика в школе», 1968, № 6).

Рис. 179

1 2 3 4 5 *I*

0

20

*U*

40

60

*B*

*C*

1097. Связь между током и напряжением в цепи, состоящей из полупроводника, иллюстрируется графиком на рисунке 179. Применим ли закон Ома для этого случая?

*Ответ:* При очень малых токах закон Ома выполняется (участок *0В*), а при возрастании тока – нет (участок *ВС*).

1098. Энергии, необходимые для образования электронов проводимости в германии и кремнии, соответственно равны 1,12 ⋅ 10 –19 и 1,76 ⋅ 10 –19 *дж.* В каком из этих полупроводников при данной температуре будет большая концентрация собственных электронов проводимости?

*Ответ:* Поскольку для образования электронов проводимости атома германия требуется меньшая энергия, чем для атома кремния, то при одной и той же температуре энергия теплового движения создаст в германии большее количество электронов проводимости.

1099. Как известно, при температурах, близких к абсолютному нулю, некоторые металлы переходят в сверхпроводящее состояние. Можно ли путем понижения температуры получить сверхпроводящие германий и кремний?

*Ответ:* При понижении температуры сопротивление полупроводников возрастает, следовательно, в сверхпроводящее состояние они не могут перейти.

1100. Что надо сделать, чтобы электропроводность германия и кремния стала такой же, как электропроводность металла (диэлектрика)? Сохранятся ли при этом их полупроводниковые свойства?

*Ответ:* При очень низких температурах количество электронов проводимости в полупроводнике уменьшается, поэтому их электропроводность становится такой же, как у диэлектрика. Полупроводниковые свойства при этом сохраняются. При сильном нагревании количество электронов проводимости в германии и кремнии резко увеличивается, и их электропроводность могла бы стать такой, как у металлов, но при таком нагревании полупроводники переходят в жидкое состояние; ковалентные связи разрываются, и это влечет за собой исчезновение полупроводниковых свойств.

1101. Можно ли считать полупроводником сплав фосфора с индием *InP*, если энергия, необходимая для образования электрона проводимости в нем, равна 2,0 ⋅ 10 –19 *дж?* Обоснуйте ответ, сравнив эту энергию с энергиями электронов проводимости германия и кремния (см. задачу 1098).

*Ответ:* *InP* является полупроводником, так как энергия, необходимая для образования электрона проводимости в нем, почти такая же, как в кремнии.

Электрическая проводимость полупроводников при наличии примесей

1102. Почему при изготовлении полупроводниковых материалов обращается исключительное внимание на степень их чистоты? (Так, например, в кремнии, который используется при изготовлении транзисторов, количество примесей не должно превышать 10 –8 – 10 –9 %.)

*Ответ:* Высокая степень чистоты применяемых на практике полупроводниковых материалов необходима для того, чтобы их проводимость была как можно ближе к собственной. Добавляя затем известное количество примеси, можно получить полупроводник с заданным значением примесной проводимости, необходимой для того или иного прибора.

1103. Ничтожно малые количества примесей, добавленных к полупроводнику, могут резко изменить его электропроводность. Почему даже во много раз большие количества примесей не оказывают заметного влияния на электропроводность металлов?

*Ответ:* В металлах концентрация электронов проводимости так велика, что даже, если каждый атом примеси, введенной в небольших количествах в металл, ионизируется, это не приведет к заметному возрастанию общей концентрации электронов проводимости.

1104. Какого типа – электронная или дырочная – будет проводимость германия, если к нему добавить в небольших количествах фосфор? цинк? галлий? сурьму?

*Ответ:* Проводимость германия при введении сурьмы и фосфора будет *n*-типа, так как они пятивалентны. При введении же двухвалентного цинка и трехвалентного галлия проводимость германия будет *р*-типа.

Прохождение тока через контакт полупроводников р- и n-типов

1105. Можно ли получить *р–n–*переход, произведя вплавление олова в германий или в кремний?

*Ответ:* Получить *р–n–*переход на основе германий – олово или кремний – олово нельзя, так как олово также четырехвалентно, и атомы олова, попадая в решетку германия или кремния, не создадут в ней ни дырок, ни дополнительных электронов.

1106. В лаборатории имеется столбик, вырезанный из монокристалла германия, а также цинк и фосфор. Каким образом из этих веществ можно получить *р–n–*переход?

*Ответ:* *р–n–*переход можно получить, произведя вплавление в столбик германия с одной стороны цинка, ас другой стороны фосфора.

1107. В закрытом ящике находятся полупроводниковый диод и реостат. Концы приборов выведены наружу и присоединены к клеммам. Как определить, какие клеммы принадлежат диоду?

Термисторы. Фотосопротивления.

1108.Как из двух термисторов сделать психрометр? Начертите принципиальную схему такого устройства.

1109. Каковы преимущества полупроводниковых термоэлементов перед металлическими?

*Ответ:* Полупроводниковые термоэлементы имеют большую чувствительность, больший к. п. д. и меньшие размеры.

1110. Почему измерения электропроводности полупроводников производят обычно при очень слабом освещении или в темноте?

*Ответ:* Электропроводность полупроводников зависит от их освещения, которое может исказить результаты измерений.

1111. Принимая во внимание данные об энергии, необходимой для образования электронов проводимости атомов кремния, германия (см. задачу 1098) и селена (2,4 ⋅ 10–19 *дж),* укажите, какой из этих элементов более пригоден для изготовления фотосопротивления.

*Ответ:* Германиевое фотосопротивление будет более чувствительно к освещению.

22. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКОВ

Магнитное поле

1112. Академик А. Ф. Иоффе в 1911 г. обнаружил магнитное поле, возникающее вокруг пучка электронов (катодных лучей). Какого вида и направления получается магнитное поле вокруг прямого катодного пучка? Ответ поясните чертежом.

Рис. 180

N

S

1113. Определите направление тока и полюсы у генератора, если магнитная стрелка, поднесенная к проводнику (рис. 180), отклоняется в указанном направлении.

1114. Разведчик обнаружил двухпроводную линию постоянного тока. Как при помощи вольтметра постоянного тока и магнитной стрелки он определил, на каком конце линии находится электростанция?

*Ответ:*1114. Включая между точками *А к В* вольтметр (рис. 347), можно определить,  
какая из точек имеет более высокий потенциал. Пусть у точки *А* потенциал выше,  
чем у точки *В.* Затем нужно поднести снизу к соответствующему проводу, например к верхнему, магнитную стрелку, насаженную на вертикальное острие. По отклонению северного полюса магнитной стрелки можно определить направление тока в проводе. Например, если северный полюс магнитной стрелкиотклонится из плоскости рисунка на читателя, то, значит, ток в этом проводе течет через точку *А* справа налево. Отсюда следует, что генератор в рассматриваемом примере расположен справа от точки *А.* Расположение его слева отточки *А* невозможно, так как возникнет противоречие одному из условий, найденных опытным путем: направлению тока или расположению потенциалов плюс и минус.

Рис. 347

*+*

*–*

*А*

*В*

*I*

*+*

*–*

1115. Шнур настольной лампы, питаемой постоянным током, поднесли к магнитной стрелке. Окажет ли магнитное поле тока действие на стрелку? Изменится ли это действие в случае, если лампа питается переменным током?

*Ответ:*Если шнур состоит из двух жил, то стрелка не должна отклоняться, потому что ток в обеих жилах шнура имеет противоположное направление и одинаковую величину.

Рис. 181



*С*

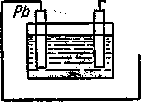
*В*

*Р*

1116. Соленоид включен в анодную цепь электронной лампы, присоединенной к полюсам источника тока (рис. 181). Под действием магнитного поля тока магнитная стрелка установилась, как показано на рисунке. Определите полюса стрелки.

*Ответ:*Ток через электронную лампу и через катушку идет только в том случае, если электрод *А* соединен с положительным полюсом аккумулятора. Значит, направление тока в цепи будет *ВАКСР.* Определяя по правилу буравчика расположение магнитных полюсов, находим, что на ближайшем к магнитной стрелке конце катушки образуется северный магнитный полюс. Поэтому магнитная стрелка будет повернута к катушке южным полюсом.

Рис. 182



*PbO2*



N

S

1117. Правильно ли на рисунке 182 показано положение магнитной стрелки вблизи катушки, по которой течет ток от свинцового аккумулятора?

*Ответ:*Неправильно.

1118. При прекращении подачи тока от сети в цепи вагона троллейбуса автоматически загораются аккумуляторные лампы (рис. 183). Объясните по схеме действие такого устройства.

*Ответ:*Если электродвигатель включен в сеть, то ток проходит через обмотку электромагнита *К,* который, притягивая якорь *М,* размыкает цепь аккумулятора. При прекращении тока якорь *М* отпадает, замыкая цепь аккумуляторной батареи, и лампы загораются.

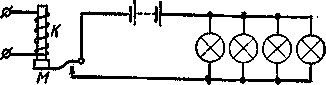
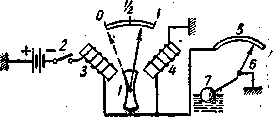


Рис. 183

Рис. 184



1119. Как действует указатель уровня бензина в баке автомобиля (рис. 184)? Что произойдет со стрелкой указателя, если уровень бензина в баке понизится?

*Ответ:*При уменьшении уровня бензина в баке ползунок *6* реостата *5*, перемещаясь влево (цепь замкнута ключом *2*),закорачивает реостат на «массу» (движение ползунка вызывается поплавком *7*, расположенным на поверхности бензина). При этом катушка *4* теряет свои магнитные свойства и стрелка *1* притянется к катушке *3.* При пустом баке стрелка будет находиться в крайнем левом положении, где и помещен нуль шкалы.

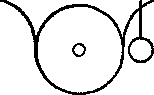
Рис. 185

1120. Намагнитится ли однородный кусок железа, если пустить ток через катушку, намотанную так, как изображено на рисунке 185?

*Ответ:*Да, на концах будут одноименные полюсы.

1121. Будет ли звонить звонок, если клеммы *А* и *В* присоединить к аккумулятору (рис. 186)?

Рис. 186



*А*

*В*

*Ответ:*Да.

1122. Как построить сильный электромагнит, если поставлено условие, чтобы ток в электромагните был сравнительно слабым?

*Ответ:*Сделать большое число витков из тонкой проволоки.

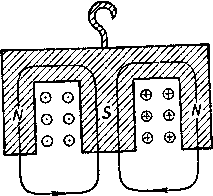


Рис. 348

1123. Укажите полюсы школьного кольцевого электромагнита.

*Ответ:*В осевом сечении полюсы располагаются так, как это показано на рисунке 348.

1124. На шлифовальных станках для обработки стальных деталей вместо механического держателя применяется электромагнитный. В чем его преимущество?

*Ответ:*Магнитный держатель исключает возможность деформации деталей. Кроме того, увеличивается производительность за счет экономии времени при смене деталей.

1125. Как изготовить электромагнит, подъемную силу которого можно было бы регулировать?

*Ответ:*Включить реостат последовательно с электромагнитом или сделать выдвижной сердечник.

1126. Когда нет перемещения тела, то нет и работы в механическом смысле. На что же расходуется энергия, подводимая к электромагниту, когда он «держит» груз?

*Ответ:*При питании электромагнита постоянным током расходуется энергия на нагрев проводника (так называемое джоулево тепло).

1127. Намагниченная стальная пластинка, опущенная в склянку с соляной кислотой, растворилась. Куда девалась магнитная энергия пластинки?

*Ответ:*Превратилась во внутреннюю энергию раствора.

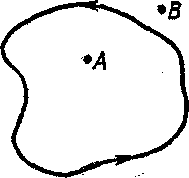


Рис. 187

Индукция магнитного поля

Рис. 349

***а***

***б***

1128. Дан плоский замкнутый контур произвольной формы, по которому идет ток (рис. 187). Определите направление вектора индукции магнитного поля в точке А, лежащей внутри контура, и в точке В, лежащей вне контура.

*Ответ:*Вектор *В* перпендикулярен плоскости контура, в точке *А* направлен к читателю, в точке *В –* от него.

1129. Укажите характер равновесия системы магнитных стрелок, расположенных в ряд на одной прямой на равных расстояниях друг от друга.

*Ответ:*Расположение, указанное на рисунке 349, *а,* соответствует положению устойчивого равновесия, а положение, указанное на рисунке 349, *б*,– положению неустойчивого равновесия.

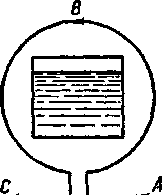


Рис. 188

1130. В сосуде с маслом имеются поплавки с магнитными стрелками. Как расположатся стрелки, если сосуд поместить внутрь кольцевого провода с током, расположенного в вертикальной плоскости? Направление тока показано на рисунке 188.

*Ответ:*Стрелки расположатся вдоль линий индукции магнитного поля кругового тока (рис. 350).

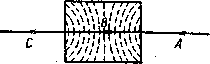


Рис. 350

1131. Отрезками *АВ* и *CD* (рис. 189) изображены магнитные стрелки. Отметьте буквами полюсы магнитных стрелок.

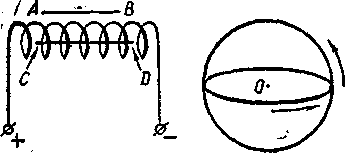


Рис. 189

*Ответ:*Точки *А* и *D* являются северными магнитными полюсами.

1132. Чем объяснить, что магнитная стрелка вне однослойного достаточно длинного соленоида, по которому протекает постоянный ток, устанавливается поперек его длины?

*Ответ:* Помимо того, что ток обходит витки соленоида, он перемещается еще и вдоль соленоида. Эта продольная составляющая тока и образует перпендикулярные оси соленоида линии индукции магнитного поля, отклоняющего магнитнуюстрелку.

1133. На равных расстояниях от южного полюса магнитной стрелки расположены два одинаковых соленоида так, что стороны, обращенные к этому полюсу, обтекаются токами одинаковой величины по часовой стрелке. Как ориентируется магнитная стрелка? Как ориентируется стрелка, если один соленоид взять с большим в два раза числом витков проволоки, а в другом увеличить вдвое величину тока? Длину и площадь поперечного сечения соленоида считать неизменной.

*Ответ:*Ориентация стрелки не изменится.

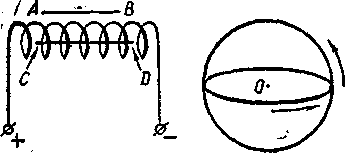


Рис. 190

1134. По двум большим кругам сферической поверхности – вертикальному и горизонтальному – идут токи одной и той же величины. Направления их указаны на рисунке 190 стрелками. Определите графически направление вектора индукции магнитного поля в центре сферы *О*.Под каким углом будет наклонен этот вектор к плоскости каждого из круговых витков? Выполните то же построение, изменив направление тока на обратное сначала в вертикальном проводе, затем в горизонтальном и, наконец, в обоих вместе.

*Ответ:*Вектор индукции поля в центре шара лежит в плоскости, перпендикулярной к плоскостям обоих витков, и образует с этими плоскостями углы в 45°.

1135. Каково расположение линий магнитной индукции поля замкнутой кольцевой катушки с током (рис. 191)?

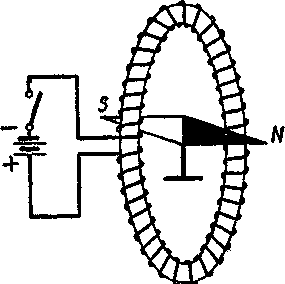


Рис. 192

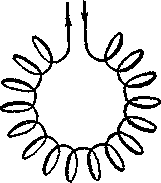


Рис. 191

*Ответ:*Если витки плотно прилегают друг к другу, то линии магнитной индукции имеют вид окружностей, находящихся внутри катушки.

1136. Почему магнитная стрелка, помещенная в центре соленоида-тороида (рис. 192), устанавливается перпендикулярно к плоскости тороида?

*Ответ:*См. ответ к задаче 1132.

1137. Начертите расположение линий магнитной индукции двух прямых магнитов, положенных параллельно друг другу разноименными полюсами, если концы их соединены брусками из мягкого железа; из меди.

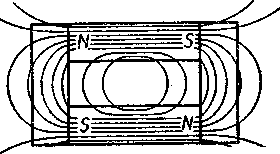
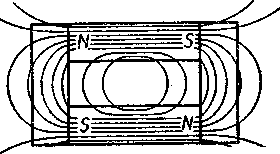
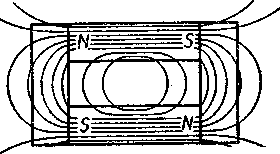


Рис. 351



*Fe*

*Fe*

*Cu*

*Cu*

*Ответ*См. рисунок 351.

1138. На заводах для выявления в стальной детали мелких трещин и внутренних дефектов намагничивают ее так, чтобы линии индукции магнитного поля замыкались внутри детали, т. е. отсутствовали магнитные полюсы всего изделия. Затем деталь поливают мыльной водой или маслом с примесью мельчайшего железного порошка. Как по расположению частиц порошка можно обнаружить дефекты детали?

*Ответ:*У краев трещины опилки будут располагаться более плотно, так как поле здесь неоднородно.

1139 Шарик, лежащий на стекле, притягивается магнитом по направлению к его полюсу. Каким будет движение шарика: равномерным или ускоренным? Сопротивлением воздуха и трением шарика о стекло пренебречь.

*Ответ:*Ускоренным. Ускорение движения шарика все время возрастает, так как возрастает сила притяжения.

1140. Намагниченная тонкая стальная полоса сгибается кольцом, так что концы ее соединяются. Будет ли место соединения концов притягивать стальной предмет?

*Ответ:*Нет. При идеальных условиях кольцо совершенно не должно действовать на железо.

Рис. 193

*А*

*В*

1141. Сильный подковообразный магнит замкнут железной пластиной *А* (рис. 193). Вес пластины подобран так, что он соответствует подъемной силе магнита. Если теперь прикоснуться сбоку к полюсам магнита другой пластиной *В,* сделанной из мягкого железа, то первая пластина упадет. Объясните явление.

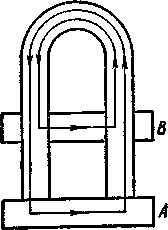


Рис. 352

*Ответ:*При прикосновении пластины *В* часть линий магнитной индукции накоротко замыкается через эту пластину (рис. 352); число линий магнитной индукции, пронизывающих пластину *А,* резко уменьшается. Поэтому уменьшается сила взаимодействия между магнитом и пластинкой *А*, и она падает.

1142. Подвесьте несколько швейных иголок за ушки к ниткам, сложенным в один пучок (рис. 194). Если снизу к иголкам медленно подносить прямой сильный магнит, ось которого вертикальна, то нижние концы иголок сначала разойдутся, а затем, когда магнит приблизится почти вплотную, соберутся вместе. Верхние же концы немного разойдутся. При удалении магнита иголки снова разойдутся, образуя своими нижними концами конусообразный пучок. Укажите причины такого поведения иголок.

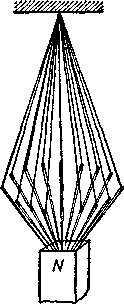


Рис. 194

*Ответ:*Сначала иголки разойдутся, так как магнит индуцирует в нижних концах иголок одноименные магнитные полюса, которые будут отталкивать друг друга. Когда магнит приблизится на достаточно малое расстояние, взаимодействие между ним и каждой из иголок станет больше, чем взаимодействие между иголками, и дни опустятся, притягиваясь к магниту и располагаясь вдоль расходящихся линий магнитной индукции. После удаления магнита иголки снова будут отталкиваться за счет их остаточного намагничивания.

1143. В книге одного из первых исследователей земного магнетизма Гильберта описан следующий опыт. Если бить молотком по железной полосе, расположенной в направлении с севера на юг, то она намагнитится. Объясните это явление. Укажите, как будут расположены северный и южный полюсы на намагнитившейся таким образом полосе.

*Ответ:*На конце полосы, обращенном к северу, возникнет северный полюс, а на другом конце – южный.

1144. Если магнитную стрелку прикрепить к пробке, плавающей в сосуде с водой, то под действием магнитного поля Земли стрелка повернется и расположится вдоль магнитного меридиана, но перемещаться к северу или к югу не будет. Если недалеко от стрелки поместить полюс прямого магнита, то стрелка под действием поля магнита не только повернется по направлению линий индукции магнитного поля, но и начнет двигаться в сторону магнита. Каковы причины различного поведения стрелки в магнитных полях Земли и магнита?

*Ответ:*Магнитное поле Земли на расстояниях, равных длине магнитной стрелки, практически однородно, т. е. вектор индукции его остается постоянным по величине и направлению. Поэтому магнитное поле Земли, действуя на магнитную стрелку, может создавать только вращающий момент, но не может создать равнодействующей силы, отличной от нуля. Поле постоянного магнита на расстояниях, равных длине стрелки, неоднородно, сильно меняется. Вектор индукции поля у одного конца стрелки оказывается больше, чем у другого. Поэтому поле магнита, действуя на стрелку, создает равнодействующую силу, не равную нулю, и вызывает не только вращение, но и поступательное движение стрелки.

1145. На чувствительных весах уравновешены железный брусок и медная гиря. Учитывая действие земного магнетизма, можно ли сказать, что массы куска железа и гири равны?

*Ответ:*Равны. См. ответ к задаче 1144.

1146. В каком месте Земли магнитная стрелка обоими концами показывает на юг?

*Ответ:*На северном географическом полюсе.

1147. Почему стальные оконные решетки с течением времени намагничиваются?

*Ответ:* Намагничивание железных вертикальных предметов в магнитном поле Земли доказывает, что индукция этого поля имеет вертикальную составляющую.

1148. Две одинаковые стальные полосы расположены на широте Москвы в плоскости магнитного меридиана: одна — горизонтально, другая — вертикально. С течением времени они намагничиваются, а) Какая из полос намагнитится сильнее? б) На каком конце вертикальной полосы возникает северный полюс и на каком южный?

*Ответ:* а) Больше намагнитится вертикальная полоса, так как вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли на широте Москвы больше, чем горизонтальная; б) внизу будет находиться северный полюс, наверху – южный.

1149. При подготовке полетов на Северный полюс много внимания уделялось обеспечению ориентации самолета вблизи полюса, так как там обыкновенные магнитные компасы работают очень плохо и практически непригодны. Почему?

*Ответ:* Вблизи полюса мала горизонтальная составляющая вектора индукции земного магнитного поля и потому мал вращающий момент, действующий на компасную стрелку.

1150. Какое положение, будет иметь стрелка наклонения, если ее установить в вертикальной плоскости, перпендикулярной к плоскости магнитного меридиана?

*Ответ:* Вертикальное.

1151. В каком направлении относительно стрелки компаса надо идти в местности с восточным магнитным склонением, равным 10°, чтобы перемещаться строго в северном направлении?

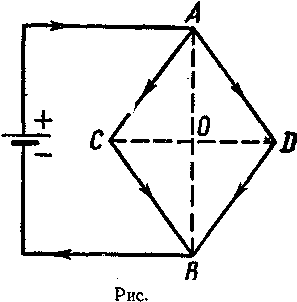
*Ответ:* Западнее на 10°.

1152. Можно ли на Луне ориентироваться с помощью магнитного компаса?

*Ответ:* На Луне нет магнитного поля.

Магнитное поле тока

1153. К вершинам *А* и *В* проволочного параллелограмма (рис. 195) подведены провода от генератора тока. Какова индукция магнитного поля в центре параллелограмма (точка *О*)? Как будет направлен вектор индукции в точке *О*, если ветвь параллелограмма *АСВ* сделать из медной, а ветвь *ADB –* из алюминиевой проволоки того же сечения?



195

*Ответ:* Если все стороны параллелограмма одинаковы, то индукция поля в точке *О* равна нулю. Во втором случае индукция поля в точке *О* перпендикулярна к плоскости параллелограмма и направлена к читателю.

1154. К двум точкам проволочного кольца подведены идущие радиально провода, соединенные с весьма удаленным источником тока. Чему равна индукция поля в центре кольца?

*Ответ:* Нулю.

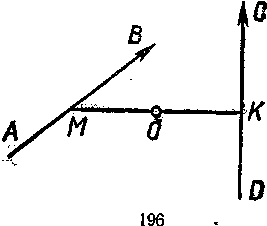


Рис.

1155. Два длинных прямолинейных проводника *А В* и *CD,* не лежащих в одной плоскости, перпендикулярны друг другу (рис. 196). Точка *О* лежит посредине отрезка *МК,* кратчайшего расстояния между этими прямыми. Токи в *АВ* и *CD* имеют указанное на рисунке направление и равны по величине. Определите графически направление вектора индукции магнитного поля в точке *О*. В какой плоскости лежит этот вектор? Какой угол образует он с плоскостью, проходящей через *АВ* и *МК*?

*Ответ:* Вектор индукции  в точке *О* лежит в плоскости *R,* параллельной обеим прямым *АВ* и *CD* (рис. 353), и образует углы в 45° с плоскостями *N* и *L,* проходящими через *МК* и каждую из прямых *АВ* и *CD.*

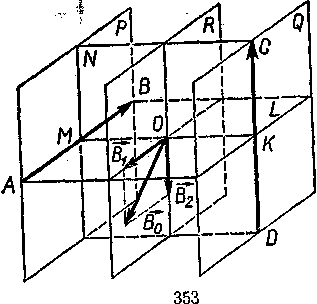


Рис.

1156. Железные опилки, посыпанные на горизонтально расположенный картон, сквозь который проходит, вертикально Протянутый провод, несущий ток, при постукивании по картону стягиваются по направлению к проводу; при этом они двигаются в направлении, перпендикулярном к линиям магнитной индукции поля тока. Почему это происходит?

1157. Имеются две катушки, входящие одна в другую, одинаковой длины с одинаковым числом витков. Если по обеим катушкам идет одинаковый ток, то плотности энергии магнитного поля в катушках равны между собой. Вставим меньшую катушку в большую так, чтобы магнитные поля их совпали. При этом внутри меньшей катушки плотность энергии учетверится (а не удвоится). За счет чего произойдет увеличение энергии в два раза? Если же перевернуть внутреннюю катушку, то магнитная энергия будет равна нулю. Куда она делась?

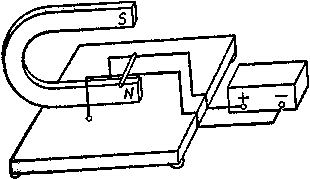


Рис. 197

Закон Ампера

1158. В какуюсторону покатится металлический' стержень, изображенный на рисунке 197?

*Ответ:* Влево.

1159. Две стеклянные *U*-образные трубки (рис. 198), наполненные ртутью, соединены отрезком толстой алюминиевой проволоки. Как должны быть расположены полюсы сильного постоянного магнита, чтобы при замыкании цепи алюминиевая проволока взлетела вверх?

*Ответ:* Вектор магнитной индукции должен быть направлен к читателю.

1160. К востоку или к западу от магнитного меридиана будет отклонен магнитным полем Земли прямолинейный ток, перпендикулярный к линиям индукции магнитного поля Земли и идущий сверху вниз?

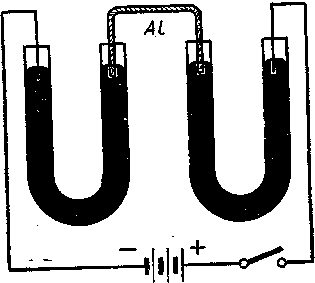


Рис. 198

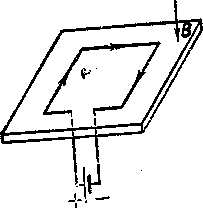
*Ответ:* К востоку.

1161. Для гашения электрической дуги, образующейся при размыкании больших токов, часто вблизи рубильника располагают электромагнит так, чтобы линии магнитной индукции были перпендикулярны возникающей дуге. Почему это приводит к цели?

*Ответ:* Ионы воздуха, образующие ток в дуге, будут отклоняться магнитным полем; дуга сместится в сторону и погаснет.

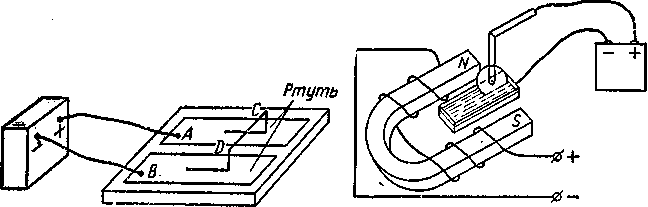
1162. В горизонтальной плоскости лежит подвижный виток из гибкой проволоки. Однородное магнитное поле направлено вертикально сверху вниз (рис. 199). Как будут направлены силы, действующие на элементы витка, если по нему пропустить ток в направлении, указанном стрелкой? в обратном направлении? Какую форму примет виток в первом и во втором случаях?

Рис. 199



*Ответ:* При направлении тока, указанном стрелкой, на элементы витка будут действовать силы, растягивающие его, и виток примет форму круга. При обратном направлении тока виток сожмется и примет вид двух параллельных соприкасающихся прямых.

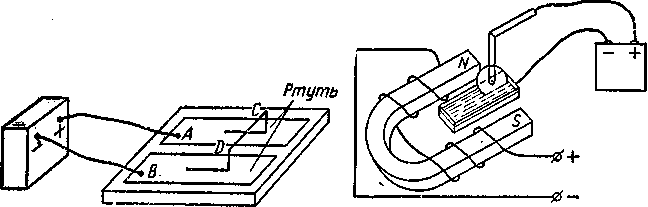
Рис. 200



1163. Полюсы батареи соединяются с двумя наполненными ртутью сосудами *А* и *В* (рис. 200), которые разделены между собой изолирующей перегородкой. Почему плавающий в ртути проводник *CD* перемещается вправо?

*Ответ:* На элемент тока, направленного от *С* к *D,* действует магнитное поле всего контура тока, линии индукции которого направлены сверху вниз.

Рис. 201



1164. Почему латунный диск (рис. 201), опущенный нижним концом в чашку со ртутью и помещенный между полюсами подковообразного магнита, начинает вращаться, если через ртуть и диск пропустить электрический ток?

*Ответ:* От оси диска к ртути идет ток, который магнитным полем будет отклоняться влево. Момент этой силы будет вращать диск по часовой стрелке.

1165. Будет ли вращаться диск (рис. 201), если изъять батарею постоянного тока, а концы проводов от диска и обмоток электромагнита подключить к генератору переменного тока? Рассмотрите параллельное и последовательное включение.

*Ответ:* Диск будет вращаться в обоих случаях.

1166. На полюс сильного магнита (можно сложить одноименными полюсами несколько прямых магнитов) поставлен стеклянный сосуд, в центре которого находится металлический цилиндр, окруженный металлическим кольцом. В сосуд налит насыщенный раствор медного купороса (рис. 202). Если цилиндр и кольцо соединить с полюсами аккумулятора, то жидкость между электродами приходит в круговое движение. Как объяснить это движение? Как заранее определить направление движения жидкости?

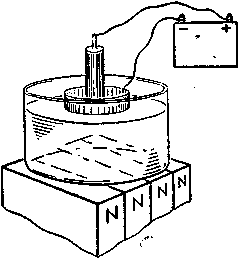


Рис. 202

*Ответ:* Направление движения жидкости определяется по правилу левой руки. В данном случае, если смотреть сверху, вращение будет происходить по часовой стрелке.

Рис. 203

*I*

*S*

*N*

*В*

*А*

*I*

*I*

1167. Около сильного длинного прямолинейного магнита расположен гибкий свободный проводник (рис. 203). Как расположится проводник, если по нему пропустить ток в направлении, указанном стрелкой?

*Ответ:* Для установления характера движения провода следует сначала определить направление линии индукции магнитного поля на участках, прилегающих к точкам *А* и *В*, а затем по правилу левой руки направление движения этих участков. Провод обовьет магнит так, чтобы линии индукции магнита и получившегося соленоида (рис. 354) совпадали.

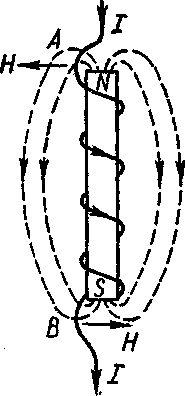


Рис. 354

Рамка с током в магнитном поле

1168. Между полюсами магнита на гибких проводах подвешена прямоугольная рамка с током. Определите положения равновесия и устойчивость рамки в этих положениях.

*Ответ:* Положения равновесия – плоскость рамки перпендикулярна вектору  индукции поля магнита. Когда направление вектора  магнитного поля, создаваемого током, совпадает с направлением вектора , равновесие устойчиво; когда эти направления противоположны – неустойчиво.

1169. Как установится под действием магнитного поля Земли легкая подвижная прямоугольная рама, обтекаемая током (каков будет угол плоскости рамы с плоскостью магнитного меридиана)? В восточной или западной ветви рамы пойдет нисходящий ток?

*Ответ:* Угол прямой; нисходящий ток пойдет в восточной ветви.

1170. Виток проволоки, помещенный в магнитное поле (рис. 204), повернулся по часовой стрелке вокруг горизонтальной оси *АВ.* Определите полюсы элемента, питающего виток током.

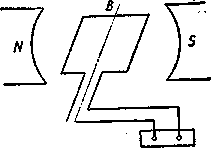


Рис. 204

*Ответ* Справа расположен положительный полюс аккумулятора.

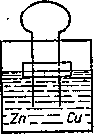


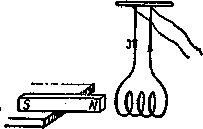
Рис. 205

1171. В широком сосуде со слабым раствором серной кислоты плавает корковая пробка, в которую вставлены две небольшие пластинки – медная и цинковая (рис. 205). Пластинки сверху замкнуты медной проволокой. Что будет происходить с такой пробкой, если поднести к ней сильный прямой магнит?

*Ответ:* Пробка будет повертываться так, чтобы плоскость витка расположилась перпендикулярно к оси магнита, и приближаться к магниту.

1172. Какое положение займет подвижный соленоид относительно магнита (рис. 206) при прохождении по соленоиду тока? Что произойдет с соленоидом, если изменить направление тока? Направление линий магнитной индукции магнитного поля?

Рис. 206



*Ответ:* Соленоид притянется к магниту, наденется на магнит и остановится на нейтральной линии магнита. При этом направление линий магнитной индукции поля тока будет совпадать с направлением линий магнитной индукции внутри магнита.

1173. Над соленоидом (рис. 207) подвешен магнит. Что произойдет с магнитом, если по соленоиду пропустить постоянный ток? Что произойдет при изменении направления тока в соленоиде?

Рис. 207



*N*

*S*

+

–

*Ответ:* Магнит поднимется вверх. Во втором случае он притянется к соленоиду (опустится вниз).

1174. На рисунке 208 изображена модель «электропушки», представляющая собой горизонтально укрепленный соленоид *L*, намотанный на медную или стеклянную трубку. У одного конца его находится железный «снаряд» (гвоздь). Если пропустить по соленоиду достаточно сильный ток, то снаряд втянется внутрь соленоида, пролетит сквозь него и вылетит с довольно значительной скоростью. В какой момент нужно выключить ток, чтобы снаряд вылетел из соленоида с наибольшей скоростью? Каково будет движение снаряда, если ток останется включенным все время?

*Ответ:* Ток нужно выключить в момент, когда снаряд приобрел максимальную скорость, т. е. тогда, когда он находится в области однородного поля, где сила, действующая на него, равна нулю. Если ток останется включенным все время, то у второго конца катушки снаряд попадет в область, где поле слабеет, так как действующие на него силы всегда стремятся втягивать его в область наибольшей индукции поля, здесь снаряд будет тормозиться, скорость его обратится в некоторой точке в нуль, и затем он начнет двигаться в обратную сторону.

Рис. 208



*n*

*L*

1175. В некоторых гальванометрах употребляется астатическая стрелка, состоящая из двух стрелок, обращенных разноименными полюсами в одну сторону (рис. 209). Объясните цель ее употребления.



Рис. 209

***S***

***N***

*Ответ:* На астатическую стрелку не действуют внешние магнитные поля (в том числе и поле Земли).

Взаимодействие параллельных токов

1176. Как взаимодействуют воздушные провода, питающие двигатель вагона троллейбуса?

*Ответ:* Отталкиваются.

1177. Почему два параллельных проводника, по которым проходят токи в одном направлении, притягиваются, а два параллельных катодных пучка отталкиваются?

*Ответ:* Объемный электрический заряд в проводнике с электрическим током равен нулю (число электронов и число положительных ионов одинаково). Действуют лишь магнитные силы, которые при одинаковом направлении токов притягивают проводники один к другому. В катодных же пучках (поток электронов) объемный электрический заряд не равен нулю. Силы взаимодействия электрических полей между пучками .вследствие одноименности их зарядов будут силами отталкивания. Магнитные же поля катодных лучей слишком слабы и не могут противодействовать силе электрического взаимодействия.

Рис. 210

*H2SO4*

*Zn*

*Cu*

*A*

*B*

*C*

*D*

*+*

*–*

1178. Что произойдет, если над проводником *АВ,* плавающим на поплавке в растворе серной кислоты (рис. 210), поместить проводник *CD* и пропустить по нему ток в направлении от *D* к *С*? От *С* к *D*?

*Ответ:* В первом случае поплавок немного всплывет, так как провода *АВ* и *CD* будут притягиваться друг к другу. Во втором случае провода оттолкнутся, поплавок повернется на 180° и притянется к проводу *CD.*

1179. Почему замкнутый подвижный проводник (рис. 199), по которому идет ток, стремится принять форму кольца, даже если он не находится в магнитном поле?

*Ответ:* Диаметрально противоположные элементы проводника, в которых текут токи в противоположных направлениях, отталкиваются друг от друга.

1180. Как будут взаимодействовать соседние витки соленоида, когда по ним потечет постоянный ток? переменный ток?

Рис. 211

*Ответ:* В обоих случаях будут притягиваться.

1181. а) Какое взаимное положение примут два подвижных контура, обтекаемые током (рис. 211, задача 1162), если контуры поставлены в одной плоскости?

б) Как изменится их положение, если изменить направление тока в правом контуре? в левом контуре? в обоих контурах?

в) Как поднести магнит к первому контуру, чтобы вызвать то же самое действие?

*Ответ:* Во всех случаях контуры располагаются так, чтобы линии магнитной индукции одного контура совпадали по направлению с линиями магнитной индукции другого.



Рис. 212

1182. Прямолинейный ток *I*2 проходит по оси кругового тока *I*1 (рис. 212). С какой силой взаимодействуют эти токи?

*Ответ:* *F = 0.* Линии индукции магнитного поля тока *I*2 представляют собой концентрические окружности. Ток *I*1 проходит вдоль одной из таких линий. Поэтому магнитное поле на ток *I1* действовать не будет. Все элементы провода с током *I*2 также всюду совпадают по направлению с осевой линией индукции магнитного поля, создаваемого током *I*1*.* На ток *I*2 также не будут действовать никакие силы со стороны магнитного поля.

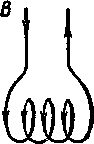
Рис. 213



*+*

*–*

***A***



1183. Как будет двигаться подвижная катушка *В* (рис. 213) относительно электромагнита *А* при данных направлениях обоих токов? При перемене направления одного из токов? и приближать к алюминиевому кольцу медное (не выпуская его из рук), то алюминиевое кольцо будет подниматься. Почему?

*Ответ:* Катушка *В* оттолкнется, повернется на 180°, притянется к катушке *A* и наденется на нее. При перемене направления одного из токов катушка *В* сразу наденется на катушку *А.*

Действие магнитного поля на движущийся заряд.

Сила Лоренца

Рис. 214

. . . . . . . .

. . . . . . . .

. . . . . . . .

. . . . . . . .

. . . . . . . .

. . . . . . . .

. . . . . . . .

. . . . . . . .

*v*

*+ e*

1184. Пучок положительно заряженных частиц влетает с некоторой скоростью в однородное магнитное поле перпендикулярно его вектору магнитной индукции (на рисунке 214 для наглядности изображена только одна из частиц). По какой траектории будут двигаться частицы в таком магнитном поле?

*Ответ:* По окружности, так как действующая на частицы сила постоянна и в каждой точке траектории перпендикулярна к скорости.

1185. Электрон движется в однородном поле. Чему равна работа силы, действующей на электрон?

*Ответ:*Нулю, так как сила, действующая на электрон, все время перпендикулярна к его перемещению.

1186. Для чего на горловину современных телевизионных кинескопов надевают постоянный магнит?

1187. Какие из частиц катодных лучей отклоняются на больший угол одним и тем же магнитным полем: более быстрые или медленные?

*Ответ:*Более быстрые отклоняются на меньший угол.

1188. Какая разница в отклонении одним и тем же магнитным полем токов в ионизированном газе: а) ионов положительных и отрицательных; б) заряженных однократно, двукратно и более; в) ионов с большим и малым молекулярным весом?

23. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Направление индукционного тока. Правило Ленца

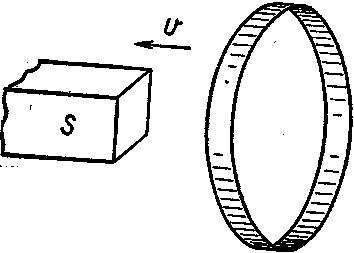


Рис. 215

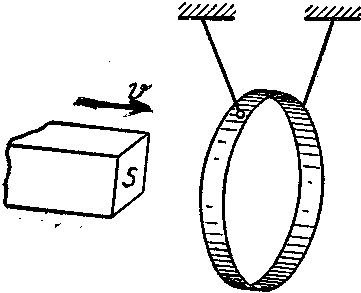
1189. Южный полюс магнита удаляется с некоторой скоростью от металлического кольца, как показано на рисунке 215. Определите направление индукционного тока в кольце.

*Ответ:*Если смотреть на кольцо с правой стороны, то ток будет направлен по часовой стрелке.

1190. В вертикальной плоскости подвешено на двух нитях медное кольцо (рис. 215). В него один раз вдвигается стальной стержень, другой раз – магнит. Влияет ли движение стержня и магнита на положение кольца?

*Ответ:*Движение стального стержня (если он не обладает остаточным магнетизмом) на положение кольца не влияет. При движении магнита в кольце по правилу Ленца возникает: индукционный ток, поле которого препятствует перемещению магнита. Магнит в свою очередь с такой же силой действует на кольцо, и оно отклоняется от вертикального положения в ту сторону, в которую движется магнит.

Рис. 216



1191. Приведем (толчком) медное сплошное кольцо (рис. 216) в колебания. Кольцо колеблется продолжительное время почти с неизменной амплитудой. Если же на его пути поместить магнит так, чтобы при колебаниях оно надевалось на магнит, то кольцо быстро останавливается. Объясните причину быстрого торможения кольца.

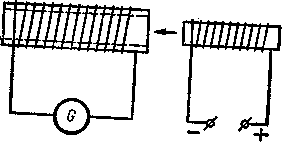
*Ответ:* При колебаниях кольца в магнитном поле в нем наводятся токи всегда такого направления, что они своим магнитным полем препятствуют его движению.

1192. На железный сердечник включенной катушки Томсона надевают алюминиевое кольцо несколько большего диаметра, чем сердечник. Кольцо держится в воздухе. Если надеть на сердечник и приближать к алюминиевому кольцу медное (не выпуская его из рук), то алюминиевое кольцо будет подниматься. Почему?

*Ответ:* Сближение колец происходит потому, что в них наводятся индукционные токи одинакового направления.

1193. Вблизи подвижного алюминиевого кольца располагают электромагнит (рис. 217). Если замкнуть цепь электромагнита, то кольцо отталкивается. Если затем привести кольцо в исходное положение и выключить ток, то оно притягивается к электромагниту. Объясните явление.

Рис. 217



*Ответ:* При замыкании цепи (при нарастании тока в обмотке электромагнита) в кольце возникает индукционный ток противоположного направления – происходит отталкивание. При размыкании (при убывании тока в обмотке электромагнита) индукционный ток в кольце имеет такое же направление, что и в обмотке.

1194. Во Франции была построена модель электрического орудия, бросавшего снаряд массой 50 *г* со скоростью 200 *м/сек.* Никакого давления, ничтожная температура, почти никакого звука. Достоинств очень много. Почему же не построить по этой модели настоящее боевое орудие?

1195. Определите направление индукционного тока в следующем опыте. Ось постоянного прямого магнита расположена вдоль магнитного меридиана. Над магнитом параллельно ему подвешен прямолинейный провод. Магнит быстро поворачивается на 90° северным полюсом на восток.

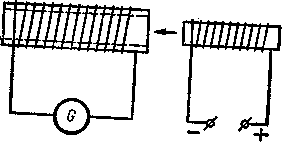


Рис. 218

*Ответ:* Ток в проводе будет направлен с юга на север.

1196. Определите направление индукционного тока в катушке при введении внутрь ее второй катушки, направление тока в которой указано на рисунке 218.

1197. Сквозь отверстие катушки падает прямой магнит. С одинаковыми ли ускорениями он движется при замкнутой и разомкнутой обмотках катушки? Сопротивлением воздуха пренебречь.

*Ответ:* При падении магнита сквозь катушку в ней возбуждается э. д. с. индукции и возникает индукционный ток. Направление этого тока по правилу Ленца таково, что магнитное поле, создаваемое им, взаимодействуя с полем падающего магнита, препятствует его движению. Поэтому падение магнита при замкнутой обмотке катушки будет происходить с ускорением меньшим, чем ускорение свободного падения.

Закон электромагнитной индукции

1198. В короткозамкнутую катушку один раз быстро, другой раз медленно вдвигают магнит.

а) Одинаковый ли заряд переносится при этом индукционным током?

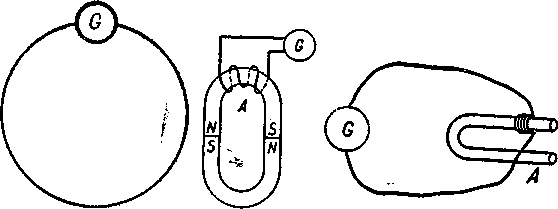
б) Одинаковую ли работу против электромагнитных сил совершает сила руки, вдвигающей магнит?

*Ответ:* а) Одинаковый; б) в первом случае больше, так как э. д. с. индукции при этом больше.

1199. Почему для обнаружения индукционного тока замкнутый проводник лучше брать в виде катушки, а не в виде прямолинейного провода?

*Ответ:* В катушке возникает большая э. д. с., так как э. д. с. индукции пропорциональна длине проводника, движущегося в магнитном поле, т. е. пропорциональна числу витков катушки.

Рис. 219



1200. Между любыми двумя точками некоторого контура разность потенциалов равна нулю, а ток в контуре существует. Когда это возможно?

*Ответ:* Например, в однородном кольце, в котором наведен индукционный ток.

1201. Проводящий контур, изображенный на рисунке 219, пронизывается переменным магнитным полем, вектор индукции которого *t* направлен перпендикулярно плоскости контура. Найти характер тока, идущего через гальванометр.

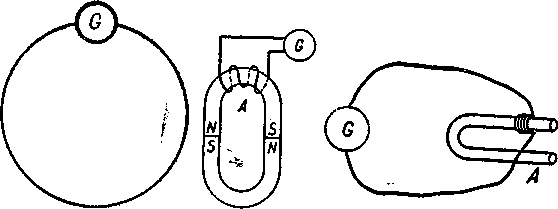
*Ответ:* Постоянный, так как индукция поля изменяется с течением времени по линейному закону.

1202. На тороид с железным сердечником надето медное широкое кольцо. По виткам тороида пропускают постоянный ток, а кольцо поворачивают и перемещают произвольным образом, не снимая с тороида. Будет ли индуцирован ток в кольце?

*Ответ:* Магнитное поле целиком сосредоточено в тороиде, и при любом положении кольца магнитный поток, пронизывающий его, изменяться не будет. Поэтому ток в кольце не будет индуцирован.

Вихревое электрическое поле

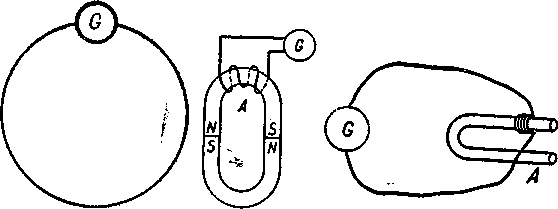
Рис. 220



1203. Два одинаковых подковообразных магнита сложены противоположными полюсами так, как показано на рисунке 220. На один из магнитов надета катушка *А,* концы которой присоединены к гальванометру. В момент отрывания одного магнита от другого и в момент их соединения стрелка гальванометра отклоняется (в противоположные стороны). Укажите причины, вызывающие отклонение стрелки гальванометра.

*Ответ:* Отрывание магнитов друг от друга и их соединение связано с резким изменением магнитного потока, проходящего внутри каждого из магнитов. Изменение магнитного потока, пронизывающего катушку *А,* создает в ней э. д. с. индукции.

Рис. 221



***В***

***С***

1204. Как получить индукционный ток, не двигая магнита *А* и мотка провода *В* (рис. 221)? *С –* кусок стали.

*Ответ:* Надо добиться изменения магнитного потока внутри мотка провода.

Это можно сделать, замыкая и размыкая полюсы магнита куском стали.

1205. Для исследования стальных балок, рельсов и т. п. на них надевают катушку изолированной проволоки, замкнутую на гальванометр, и перемещают ее вдоль балки. При всякой неоднородности строения балки (трещины, раковины и т. д.) в гальванометре возникает ток. Объясните явление.

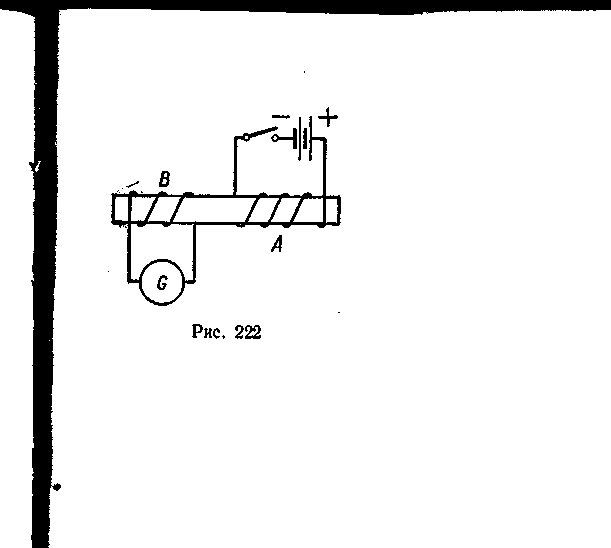
*Ответ:* Неоднородность в стальной балке изменяет магнитный поток, пронизывающий катушку дефектоскопа, а значит, создает в ней э. д. с. индукции.

1206. Усовершенствованные телефонные (радио) наушники используются как телефон и как микрофон. Объясните действие радионаушника в качестве микрофона.

*Ответ:* Вызванное звуком колебание стальной мембраны вблизи электромагнита первого телефона (используемого в качестве микрофона) изменяет магнитный поток, пронизывающий его катушки. Это наводит в цепи переменный ток звуковой частоты. Переменное намагничивание электромагнита второго телефона заставляет колебаться его мембрану с частотой звука.

1207. Почему иногда недалеко от места удара молнии могут расплавиться предохранители в осветительной сети и повредиться чувствительные электроизмерительные приборы?

*Ответ:* Магнитное поле молнии индуцирует в проводниках электроизмерительных приборов сильные направленные токи, которые повреждают приборы. Эти же токи плавят предохранители в осветительной сети.



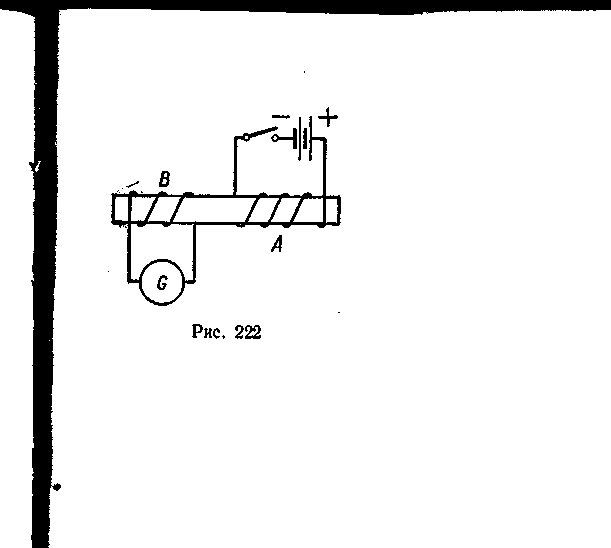
1208. Какого направления ток будет индуцироваться в катушке *В* (рис. 222), если в катушке *А:* замыкать ток? размыкать? усиливать? ослаблять?

*Ответ:* В первом и третьем случаях в катушке *В* возникает ток, направление которого противоположно направлению тока в катушке *А.* Во втором и четвертом – направления токов в обеих катушках совпадают.

1209. Внутрь короткозамкнутой катушки вставлена другая, по которой идет ток от аккумулятора. Во вторую катушку втягивается железный сердечник, вследствие чего в первой индуцируется ток, и она нагревается. За счет какой работы производится нагрев?

*Ответ:* Катушка нагревается за счет работы аккумулятора.

Рис. 223



*К*

*+*

*–*

1210. Каково направление индукционного тока в проводнике *CD* (рис. 223) при замыкании и размыкании ключа *К*?

*Ответ:* При замыкании – от *С* к *D,* при размыкании – от *D* к *С*.

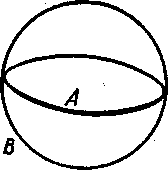


Рис. 224

1211. Два круговых проводника расположены перпендикулярно друг к другу, как показано на рисунке 224. Будет ли в проводнике *А* возникать индукционный ток при изменениях тока в контуре *В*?

*Ответ:* Не будет, так как поток магнитной индукции контура *В* не пронизывает контур *А.*

1212. Внутри однородного кругового витка, перпендикулярно его плоскости, создается переменный магнитный поток, а) Какова будет, разность потенциалов между двумя произвольно взятыми точками витка? б) Изменится ли ответ, если между этими точками подключить магнитоэлектрический вольтметр? Будет ли при этом сказываться положение проводников, к которым подключен вольтметр, на его показаниях?

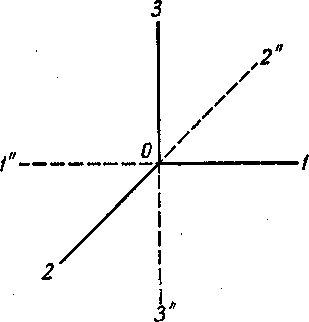


Рис. 225

*Ответ:* а) Нуль; б) да.

Э. д. с, индукции в движущихся проводниках

1213. В каком направлении надо переместить проводник *2–2",* чтобы индукционный ток имел направление *0–2,* если линии индукции магнитного поля направлены по *0–3* (рис. 225)?

*Ответ:* В направлении *0–1.*

1214. Концы сложенной вдвое проволоки присоединены к гальванометру. Проволока движется, пересекая линии индукции магнитного поля, но стрелка гальванометра остается на нуле. Чем это можно объяснить?

*Ответ:* В двух частях проволоки возникают равные по величине, но имеющие разный знак э. д. с. индукции, которые взаимно компенсируются.

1215. Поезд идет по направлению меридиана с юга на север. Так как ось вагона движется в магнитном поле Земли, в ней должна возникать (хоть ничтожная) э. д. с. индукции, а) Потенциал какого конца оси будет больше: восточного или западного? б) При каком ином направлении движения поезда э. д. с. наибольшая? в) Зависит ли величина ее от скорости поезда?

*Ответ:* а) В северном полушарии – западного конца; б) при движении с запада на восток; в) э. д. с: возрастает с увеличением скорости поезда.

1216. Можно ли использовать разность потенциалов, возникающую между концами крыльев горизонтально летящего реактивного самолета, для измерения скорости его полета?

*Ответ:* Нельзя. Если замкнуть концы крыльев на вольтметр, то получим контур, в котором при поступательном движении самолета магнитный поток остается постоянным и э. д. с. индукции равна нулю. Наличие э. д. с. можно обнаружить только при поворотах самолета (изменении угла между контуром и магнитным полем).

1217. Проволочная рамка вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, параллельной вектору индукции магнитного поля. Будет ли в ней возникать индукционный ток?

*Ответ:* Нет, не будет, потому что при любом положении рамки поток магнитной индукции сквозь рамку постоянен (или равен нулю).

1218. Проволочная прямоугольная рамка падает между полюсами электромагнита (рис. 226). Укажите направления индукционных токов в рамке при прохождении ею положений *А, В* и *С.*

Рис. 226

***v***

*S*

*N*

*A*

*B*

*C*

*Ответ:* При прохождении положения *А* ток будет направлен против часовой стрелки, в положении *В* индукционного тока не будет; при прохождении положения *С* ток будет направлен по часовой стрелке, если смотреть на рамку с правой стороны.

1219. Как будет падать в однородном магнитном поле медное кольцо, если плоскость его перпендикулярна линиям магнитной индукции?

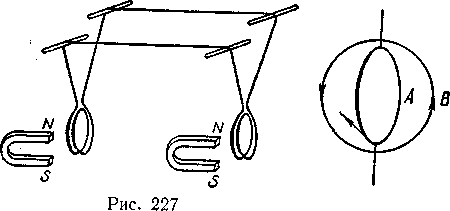
1220. Как надо перемещать в магнитном поле Земли замкнутый проволочный прямоугольник, чтобы в нем наводился ток?

*Ответ:* Так, чтобы изменялся поток магнитной индукции, пронизывающий прямоугольник; например, вращать вокруг одной из его сторон.

1221. Северный полюс магнита опускается в отверстие замкнутой катушки. Каково направление индукционного тока? Определите его по правилу правой руки и проверьте, пользуясь законом Ленца.

*Ответ:* Против часовой стрелки.

1222. Прямой магнит равномерно проходит сквозь короткозамкнутую катушку. Изобразите примерный график индукционного тока.



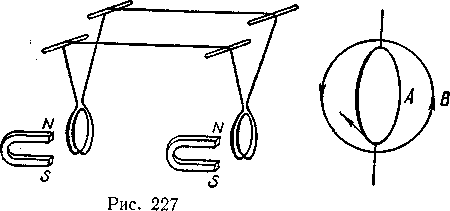
1223. Если раскачивать одну из катушек, изображенных на рисунке 227, то другая тоже начинает колебаться (концы катушек соединены между собой). Объясните почему. Можно сделать так, что при этом обе катушки будут смещаться одновременно в одну или в противоположные стороны. Укажите, как это можно осуществить.

*Ответ:* При раскачивании первой катушки в ней возникает индукционный ток, который проходит по виткам второй катушки, находящейся в магнитном поле, и раскачивает ее. Направление движения второй катушки зависит от направления тока в ней и расположения полюсов магнита .

1224. Если два одинаковых демонстрационных гальванометра Депре соединить проводами и раскачивать стрелку одного из них, то что произойдет со стрелкой другого?

*Ответ:* Она также будет раскачиваться, но в стороны, противоположные направлению отклонения стрелки первого гальванометра.

Рис. 228



1225. Определите направление индукционного тока в подвижном проводнике *А* (рис. 228), если он переводится из плоскости, перпендикулярной плоскости тока *В,* в плоскость самого контура *В* в направлении, указанном стрелкой (опыт Ленца).

*Ответ:* См. рисунок 355.

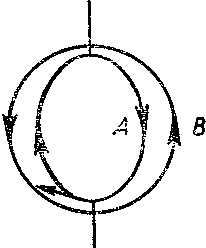


Рис. 355

1226. Покажите направления индукционных токов при сближении и удалении цепей, изображенных на рисунке 223 (задача 1210), когда верхняя цепь замкнута.

*Ответ:* При сближении цепей ток направлен от *С* к *D*; при удалении – от *D* к *С*.

1227. Одна сторона прямоугольной проволочной рамки совмещена с прямолинейным участком цепи тока. Рамка делает вокруг этой стороны полный оборот. Будет ли при этом движении индуцироваться ток в рамке?

*Ответ:* Не будет, так как не изменяется поток магнитной индукции, пронизывающий рамку.

Рис. 229

1228. Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью вокруг одной из своих сторон, параллельной расположенному рядом с рамкой прямолинейному проводу с током (рис. 229). Укажите, когда в рамке индуцируется наибольшая и наименьшая э. д. с. Индукцией магнитного поля Земли пренебречь.

*Ответ:* Э. д. с. будет иметь наименьшее значение, когда рамка будет расположена в плоскости, проходящей через прямолинейный провод. Наибольшая э. д. с. будет возникать тогда, когда рамка будет перпендикулярна к этой плоскости.

1229. Размагничивается ли постоянный магнит, если в его магнитном поле вращается виток, замкнутый на сопротивление?

*Ответ:* Нет. Магнитное поле индукционного тока противодействует перемещению проводника. Энергия сторонних сил, затраченная на выполнение работы по преодолению этого сопротивления, и обращается в энергию электрического тока. Причины размагничивания постоянных магнитов, например, в электрических машинах – тепловое движение молекул и механические толчки.

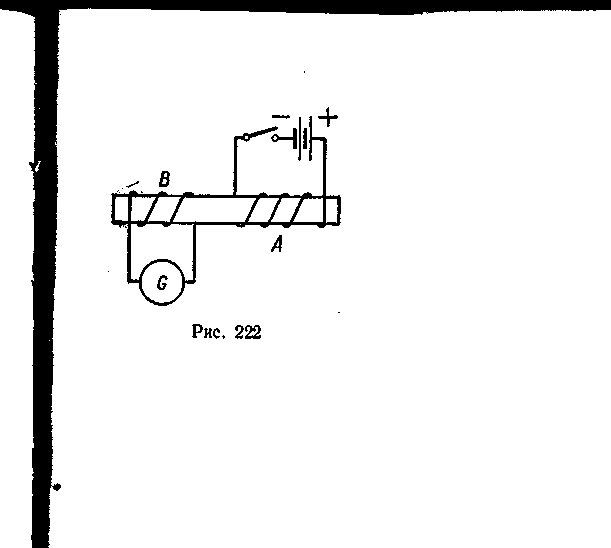
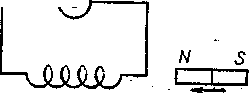
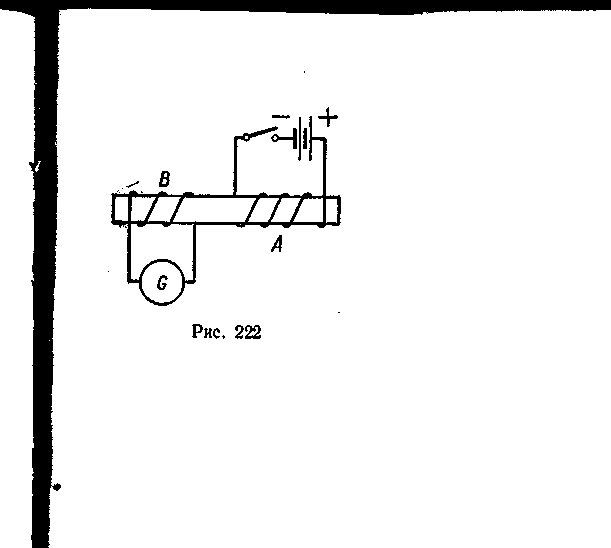
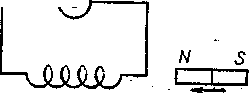
1230. Медный диск расположен между полюсами магнита (рис. 201, задачи 1164, 1165). В электрическую цепь диска вместо батареи постоянного тока включен гальванометр. В каком направлении будет протекать индукционный ток, если вращать диск по часовой стрелке?

*Ответ:* Ток будет направлен от ртути к оси диска.

1231. Наблюдатель, находящийся в северном полушарии Земли и смотрящий сверху, видит горизонтальный медный, диск вращающимся по часовой стрелке. Вследствие движения в магнитном поле Земли в диске возникает *э.* д. с. индукции. В каком месте диска – в центре или на окружности – потенциал будет больше?

*Ответ:* В северном полушарии – на окружности, в южном – в центре.

Рис. 230



***А***

***В***

***С***

***D***

1232. Два соленоида расположены соосно (рис. 230) на близком расстоянии друг от друга. В правый вдвигают магнит. Определите направление тока в обоих соленоидах на участках *А В* и *CD*.

*Ответ:* От *А* к *В* и от *D* к *С*.

1233. Медный провод, включенный в замкнутую цепь, окружен толстой железной оболочкой и вносится вместе с ней в пространство между полюсами электромагнита. Будет ли в проводе возникать э. д. с. индукции?

*Ответ:* Э. д. с. будет возникать, так как при внесении провода в пространство между полюсами магнита будет изменяться магнитный поток, пронизывающий площадь контура.

1234. В кольцо из диэлектрика вдвигают магнит. Какое возникает явление?

*Ответ:* Поляризация диэлектрика.

1235. Предположим, что в кольцо из сверхпроводника вдвигается магнит. Как изменится при этом магнитный поток, проходящий через кольцо?

*Ответ:* Магнитный поток не меняется, он остается равным нулю. В кольце индуцируется ток, магнитный поток которого таков, что в сумме с потоком индукции самого магнита через кольцо дает нуль.

Токи Фуко

1236. Почему сверхпроводящий шарик плавает в магнитном поле?

1237. Если в пространство между полюсами сильного электромагнита поместить толстостенный медный цилиндр, наполненный водой, и привести его в быстрое вращение, то цилиндр нагреется настолько, что вода быстро закипит. Объясните этот опыт. За счет какой энергии происходит нагревание цилиндра и воды?

*Ответ:* Нагревание воды вызвано токами Фуко, возникающими в стенках цилиндра при его вращении в магнитном поле. Действие поля на стенки цилиндра тормозит его вращение. При наличии поля необходимо приложить к цилиндру больший вращающий момент, т. е. затратить большую энергию, чем при отсутствии поля. Эта дополнительная энергия и расходуется на нагревание цилиндра и воды.

1238. В металлических электродах радиолампы содержится некоторое количество воздуха, который выделяется при накаливании, снижая вакуум в лампе. Для удаления воздуха электроды лампы во время откачки нужно нагреть до красного каления, но это опасно для стеклянного баллона лампы. Каким способом можно нагреть электроды лампы, не нагревая баллона?

*Ответ:* Токами высокой частоты.

1239. В 1822 г. физик Араго заметил, что колеблющаяся около положения равновесия магнитная стрелка быстро останавливается, если она находится в футляре из меди, тогда как без медного футляра ее качания долго не прекращаются. Объясните явление.

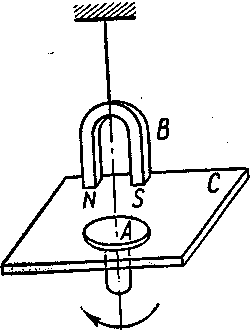


Рис. 231

*Ответ:* Качающаяся стрелка создает переменное магнитное поле, индуцирующее в медном футляре вихревые токи, направление которых согласно правилу Ленца таково, что они препятствуют движению стрелки.

1240. Араго проделал следующий опыт: на оси центробежной машины был укреплен медный диск *А,* закрытый стеклом С, над которым подвешен магнит *В* (рис. 231). При быстром вращении диска магнит приходил в движение и следовал за ним. При замене медного диска стеклянным или деревянным магнит оставался неподвижным. Магнит также оставался неподвижным, когда в медном диске были сделаны разрезы по направлению его радиусов. Когда разрезы были запаяны, магнит опять приходил в движение. Объясните эти, опыты.

*Ответ:* При вращении диска в нем возникали вихревые токи, направленные так, что поле магнита тормозит вращение диска. По третьему закону Ньютона равная и противоположно направленная сила действует на магнит и заставляет его вращаться вслед за диском. Если в диске сделать радиальные разрезы, то в нем индуцируются небольшие вихревые токи, оказывающие слабое действие на магнит.

1241. Почему колебания стрелки магнитоэлектрического прибора быстро затухают, если его клеммы замкнуты?

*Ответ:* Энергия колебаний в значительной степени расходуется на возбуждение вихревых токов в алюминиевом каркасе катушки и в цепи самой замкнутой катушки прибора.

1242. Медицинский прибор для извлечения неферромагнитных металлических опилок из глаза представляет собой сильный электромагнит, питаемый переменным током. Каков должен быть график зависимости силы тока, питающего электромагнит, от времени, чтобы прибор отвечал своему назначению?

*Ответ:* Силы, действующие на металлические опилки, возникают вследствие появления в опилках индукционных токов при изменении магнитного поля электромагнита. При нарастании тока в электромагните опилки в соответствии

***I***

***0***

***t***

Рис. 356

с правилом Ленца будут выталкиваться из поля, а при убывании тока – притягиваться. Эти силы пропорциональны скорости изменения магнитного поля и соответственно тока. Поэтому ток в электромагните должен медленно нарастать, а затем очень быстро падать до нуля. Примерная зависимость силы тока от времени изображена на рисунке 356.

1243. Верно ли утверждение, что электромагнит не действует на медную пластинку?

*Ответ:* Нет. Если по обмотке течет переменный ток, то в медной пластинке индуцируются токи Фуко, взаимодействующие с токами в обмотке в соответствии с правилом Ленца.

1244. Две катушки индуктивно связаны между собой. Первая из них замкнута на вольтметр, вторая присоединена к генератору переменного тока. Как изменится напряжение, которое показывает вольтметр, если между катушками поместить медный лист?

*Ответ:* В медном листе индуцируются тока, магнитное поле которых (по правилу Ленца) противодействует изменению магнитного поля второй катушки. Следовательно, напряжение в первой катушке уменьшится.

1245. Между полюсами электромагнита подвешен за ушко *А* кубик, сложенный из отдельных изолированных медных листов (рис. 232). Кубик вращается вокруг вертикальной оси. При включении электромагнита вращение кубика тормозится, причем тормозящее действие значительно сильнее тогда, когда кубик подвешен за ушко *В.* Объясните явление.

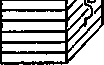
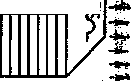
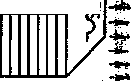
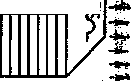
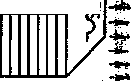
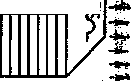
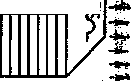
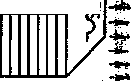
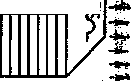


Рис. 232



*А*



*В*

*В*

*А*

***Н***

***Н***

*Ответ:* Когда кубик подвешен за ушко *А,* прослойки изоляции между медными листами препятствуют возникновению токов Фуко, тормозящих вращение.

Самоиндукция

1246. На рисунке 233 показан график изменения величины тока в катушке при замыкании и размыкании цепи. В каком случае величина тока изменяется быстрее: при замыкании или размыкании?

Рис. 233

***I***

***0***

***t***

*Ответ:* При размыкании цепи.

1247. При замыкании цепи (рис. 234) работает электрический звонок и горит неоновая лампа, а лампа накаливания не горит. Если отключить звонок, то загорается лампа накаливания, а неоновая гаснет. Почему?

*Ответ:* Когда работает звонок, происходит быстрое замыкание и размыкание цепи. Вследствие возникновения при замыкании э. д. с. самоиндукции, Направленной против э. д. с. генератора тока, и быстрого затем размыкания цепи волосок лампы накаливания не успевает раскалиться. Возникающая при частом размыкании значительная по величине э. д. с. самоиндукции поддерживает горение неоновой лампы.

Рис. 234

1248. В какой момент искрит рубильник: при замыкании или размыкании? Если параллельно рубильнику включить конденсатор, то искрение прекращается. Объясните явление.

*Ответ:* Ток самоиндукции, возникающий при размыкании, заряжает конденсатор и не проходит поэтому в виде искры через рубильник.

1249. Желая «продемонстрировать» самоиндукцию при замыкании цепи, учащийся составил ее из батареи, лампы и ключа, взяв лампу с толстой нитью накала. При замыкании ключа нить действительно раскалялась не сразу, а постепенно. В чем истинная причина постепенности накала нити лампочки?

*Ответ:* В медленном разогреве толстого волоска лампы.

1250. Если расстояние между электродами высоковольтного индуктора ИВ-100 невелико, то искры получаются и при замыкании, и при размыкании первичного тока. Если расстояние между электродами увеличить, то искры образуются только при размыкании. Объясните явление.

*Ответ:* При размыкании цепи первичной катушки индуктора величина тока в ней вследствие самоиндукции изменяется быстрее, чем при замыкании (см. задачу 1246), поэтому во вторичной катушке при размыкании цепи вследствие взаимной индукции создается более высокое напряжение, достаточное для образования искры и при большем расстоянии между электродами катушки.

1251. При электросварке применяется стабилизатор – катушка со стальным сердечником, включаемая последовательно с дугой. Почему стабилизатор обеспечивает устойчивое горение дуги?

*Ответ:* Действие стабилизатора основано на том, что при изменениях сварочного тока в катушке индуцируется э. д. с. самоиндукции, противодействующая этим изменениям.

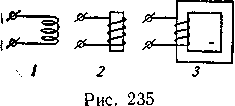
Индуктивность

1252. Объясните явления, описанные Э. X. Ленцем: «Искра при открытии цепи является сильнее тогда, когда употребляют для закрытия длинную проволоку, нежели короткую, хотя самый ток в первом случае бывает слабее по причине худой проводимости длинной проволоки. Искра при открытии цепи будет сильнее, когда длинную соединительную проволоку наматывают на цилиндр в виде спирали, а еще сильнее, когда цилиндр будет железный».

*Ответ:* Индуктивность длинной проволоки больше, чем короткой: соленоида – больше, чем прямого проводника, наибольшая индуктивность у электромагнита.

1253. К батарее аккумуляторов присоединены параллельно две цепи. Одна содержит лампы накаливавия, другая – большой электромагнит. Величина тока в обеих цепях одна и та же. При размыкании какой из цепей будет наблюдаться более сильная искра?

*Ответ:* Более сильная искра получается при размыкании электромагнита, у которого индуктивность больше, чем у ламп.



1254. Число витков в трех обмотках, а также длина их проводов одинаковы (рис. 235). Какой из этих проводников обладает наибольшей и какой наименьшей индуктивностью?

*Ответ:* Наименьшей индуктивностью обладает первый проводник, а наибольшей – третий.

1255. Как уменьшить индуктивность катушки с железным сердечником при условии, что габариты обмотки (ее длина и поперечное сечение) останутся неизменными?

*Ответ:* Уменьшить число витков; вынуть железный сердечник.

Энергия магнитного поля

1256. Прямолинейный проводник начинает двигаться с возрастающей скоростью, пересекая линии магнитной индукции однородного магнитного поля. В одном случае концы проводника замкнуты на активное сопротивление; в другом последовательно с активным сопротивлением включена катушка самоиндукции. В какие виды (в обоих случаях) превращается энергия, затрачиваемая на перемещение проводника?

*Ответ:* В первом случае энергия, затрачиваемая на перемещение проводника, превращается целиком во внутреннюю энергию нагревающегося активного сопротивления; во втором случае часть затрачиваемой энергии идет на увеличение энергии магнитного поля, возникающего вокруг катушки самоиндукции.

1257. В цепь батареи аккумуляторов последовательно включены обмотка электромагнита и лампа накаливания. В то время, когда электромагнит перемещает (притягивает к себе) груз, накал нити лампы уменьшается. Объясните явление.

*Ответ:* Во время перемещения груза часть энергии тока расходуется на совершение механической работы. Поэтому на накаливание нити лампы расходуется меньше энергии.

1258. Поясните превращения энергии, происходящие при следующих процессах:

а) Магнитная стрелка поворачивается вблизи провода, по которому пустили ток.

б) Электромагнит притягивает к себе якорь.

в) От электромагнита, по обмотке которого идет ток, отрывают якорь.

г) Постоянный магнит притягивает к себе кусок железа.

24. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА

Измерение магнитной проницаемости железа

1259. В романе Жюля Верна «Пятнадцатилетний капитан» есть такое место: «...Негоро положил под компас железный брусок. Железо притянуло к себе стрелку компаса... стрелка сместилась на четыре румба... После того как из-под нактоуза был убран железный брусок, стрелка компаса заняла вновь нормальное положение и указывала своим острием прямо на магнитный полюс». Объясните описанное явление.

Рис. 236

***S***

***N***

***N***

***S***

*Ответ:* Вследствие магнитной индукции в железном бруске на конце, ближайшем к полюсу магнитной стрелки, был наведен противоположный полюс и стрелка притянулась к бруску.

1260. Сильный магнит из сплава магнико может удерживать гирлянду, состоящую из нескольких цилиндров, сделанных из мягкого железа (рис. 236). Что будет происходить с цилиндрами, если снизу к гирлянде приближать такой же магнит (магниты обращены друг к другу одноименными полюсами)? Что будет происходить с цилиндрами, если магниты будут обращены друг к другу противоположными полюсами?

*Ответ:* В первом случае по мере приближения магнита цилиндры будут один за другим отрываться от гирлянды и притягиваться к магниту. Во втором случае «прочность» гирлянды будет возрастать по мере приближения магнита. Когда второй магнит вплотную приблизится к нижнему цилиндру, то он притянется к гирлянде и останется висеть на ней.

1261. Над соленоидом (рис. 207, задача 1173) на пружине подвешивают тонкие стержни из мягкого железа, чугуна, меди. Что произойдет с каждым из стержней, если через соленоид пропустить постоянный ток?

*Ответ:* Стержни из железа и чугуна (ферромагнетики) опустятся, а медный стержень (диамагнетик) поднимется.

1262. Какой из электромагнитов (рис. 237) имеет большую подъемную силу, если они сделаны из одинаковой стали, обмотки имеют одинаковое число витков, и по ним проходит ток равной величины?

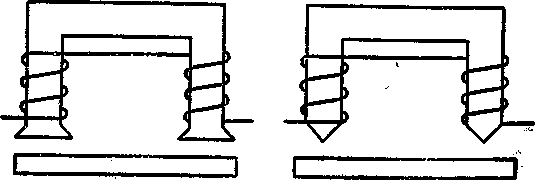


Рис. 237

*Ответ:* Электромагнит с плоскими полюсными башмаками.

1263. Начертите линии индукции поля подковообразного магнита, между полюсами которого находится стальное кольцо, плоскость которого параллельна линиям поля.

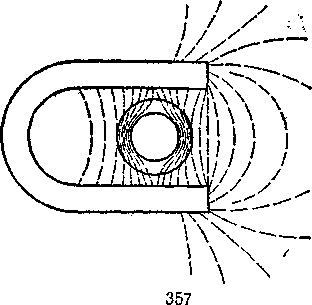


Рис.

*Ответ:* См. рисунок 357.

1264. Можно ли намагнитить шар или кольцо?

*Ответ:* Можно.

1265. Советские магнитологи сконструировали магнитный микрометр, позволяющий измерять толщину слоя лака или краски, покрывающей железный или стальной предмет. Отрывая магнит прибора от предмета, измеряют силу притяжения при отрыве. Как, зная силу, необходимую для отрыва магнита, определить толщину слоя краски?

*Ответ:* Индукция поля постоянного магнита есть функция координаты места (зависит от расстояния до полюса магнита).

1266. В некоторых специальных радиолабораториях МГУ стены, пол и потолок обиты оцинкованным железом. Для чего это сделано?

*Ответ:* Для магнитного экранирования.

Пара- и диамагнетизм

1267. В поэме «О природе вещей» древнеримский философ Лукреций Кар пишет: «Видеть случалось мне, как прыгают в медных сосудах самофракийские кольца с железа опилками вместе, бурно бушуя, когда под сосудом камень магнитный, словно скорей убежать они жаждут от этого камня». Как объяснить описанное здесь явление? Будет ли оно происходить, если сосуд взять железный, а не медный?

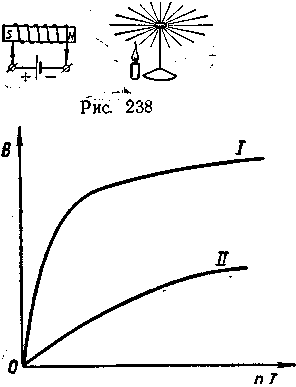
*Ответ:* При железном сосуде нет.

1268. Зачем научно-исследовательские суда для изучения магнитного поля Земли (например, «Витязь», «Заря») строят не стальные, а деревянные и для скрепления деталей применяют винты из бронзы, латуни и других немагнитных материалов?

*Ответ:* Очень точным измерениям магнитного поля Земли мешали бы стальные и железные предметы на судне.

Основные свойства ферромагнетиков

1269. Известный физик Ф. Н. Шведов предложил следующую модель электродвигателя. К вертушке, сделанной из железных проволок, поднесен сильный электромагнит. Рядом с ним под вертушкой поставлена горелка или свеча, нагревающая одну из проволок вертушки (рис. 238). Почему вертушка вращается?



*Ответ:* Электромагнит притягивает ближайшую к нему ненагретую проволоку вертушки, но вследствие нагревания горелкой эта проволока теряет свою намагниченность и магнитное взаимодействие между ней и магнитом ослабевает. После этого магнит притянет следующую ненагретую и потому сильно намагничивающуюся проволоку – явление опять повторится и т. д. Вертушка при этом будет вращаться.

1270. Как размагнитить сталь и как сохранить магнитные свойства магнита постоянными?

1271. При нагревании выше точки Кюри магнит размагничивается. В какие виды превращается при этом энергия магнитного поля?

*Ответ:* Основная часть энергии магнитного поля превращается во внутреннюю энергию тела.

1272. На рисунке 239 показано, как изменяется магнитная индукция в стальном (I) и чугунном (II) сердечнике в зависимости от количества ампер-витков катушки, намагничивающей сердечник. Объясните наличие почти горизонтальных участков у обеих кривых.

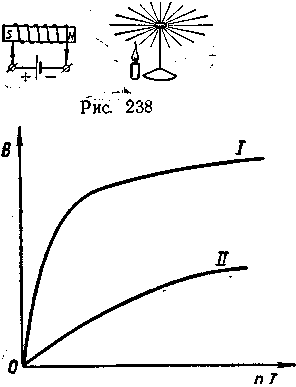


Рис. 239

***nI***

*Ответ:* Наличие горизонтальных участков объясняется наступлением магнитного насыщения.

1273. С какой целью в сердечники дросселей фильтра выпрямителя вводят воздушный зазор?

*Ответ:*. Воздушный зазор в сердечнике дросселя делает для того, чтобы избежать магнитного насыщения стали.

1274. В замкнутую накоротко катушку вставлена другая меньшего диаметра, по которой идет постоянный ток. Если в эту катушку вдвигать железный сердечник, то внешняя нагревается. Почему это происходит?

*Ответ:* При перемещении железного сердечника меняется поток магнитной индукции. В контуре внешней катушки возникает индукционный ток, энергия которого идет на ее нагревание.

1275. Перед прямым магнитом располагается катушка, имеющая те же геометрические размеры, что и магнит. В катушке создают ток *I*1 такого направления и силы, что поле в точке *А,* находящейся от катушки и магнита на равных расстояниях, исчезает. Затем катушку надевают на магнит и создают в ней такой ток *I*2, что поле в точке *А* снова исчезает. Должны ли быть равны между собой *I*1 и *I*2?

*Ответ:* *I*2 > *I*1.

1276. Для чего иногда на полюсах сердечника электромагнита делают медные напайки?

*Ответ:* Для того, чтобы якорь после прекращения тока сразу отрывался от сердечника электромагнита и не был бы задержан действием остаточного магнетизма.

1277. Чем отличаются стали, применяемые для постоянных магнитов и электромагнитов?

*Ответ:* Сталь для постоянных магнитов должна обладать большим остаточным магнетизмом.

Колебания и волны

25. механические колебания и волны. звук

Колебательное движение. Математический маятник

1278. В каких фазах колеблются маятники, изображенные на рисунке 240?

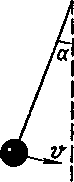


Рис. 240

1279. От звучащего камертона с помощью маленького зеркальца, прикрепленного к ветви камертона, пучка света и зеркальной вращающейся призмы получена на черном экране светлая кривая линия (график колебания). Почему эта кривая получается неравномерно светлой (рис. 241)?

*Ответ:* В местах перегибов кривая получается более светлой, так как эти места соответствуют более медленному движению ветви камертона.

1280. Как изменится период колебаний маятника, если его перенести из воздуха в воду или в вязкое масло?

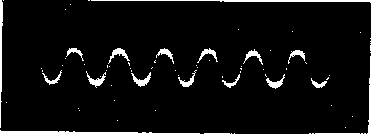


Рис. 241

*Ответ:* Увеличится.

1281. Как изменится период колебаний маятника с железным шариком, если под ним поместить электромагнит?

*Ответ:* Уменьшится.

1282. По какой траектории будет двигаться шарик математического маятника, если нить маятника пережечь в тот момент, когда шарик проходит положение равновесия?

1283. Два одинаковых полых шара заполнены один водой, другой песком и подвешены на нитях одинаковой длины. Шары отклонены на одинаковые углы. Будут ли у них одинаковыми периоды колебаний? Одинаково ли долго будут они колебаться в сосуде, из которого откачан воздух? Одинаково ли долго будут они колебаться в воздухе?

*Ответ:* Периоды колебаний шаров будут одинаковы.

В вакууме и в воздухе раньше остановится маятник с водой, так как часть его энергии будет израсходована на внутреннее трение слоев воды; кроме того, в начальный момент маятник с водой обладал меньшей потенциальной энергией, чем маятник с песком (плотность воды меньше плотности песка).

Применение маятника в часах. Физический маятник

1284. Как будут идти часы с секундным маятником, установленным для Москвы, на полюсе и на экваторе?

*Ответ:* На полюсе часы будут спешить, на экваторе – отставать.

1285. Сохранится ли период колебаний часов-ходиков, если их с Земли перенести на Луну?

*Ответ:* Не сохранится. На Луне часы будут идти медленнее, чем на Земле.

1286. Как будет изменяться ход маятниковых часов при наступлении летних жарких дней по сравнению с холодными зимними днями, если часы установлены в неутепленном помещении (стержень маятника металлический)?

*Ответ:* Летом часы будут отставать.

1287. Как надо передвинуть чечевицу маятника при отставании часов?

*Ответ:* Чечевицу маятника надо передвинуть вверх.

1288. Изменится ли период колебаний качелей, если вместо одного человека на качели сядут двое?

Сложение колебаний. Резонанс

1289. Складываются два гармонических, одинаково направленных колебания. Периоды и амплитуды колебаний равны, а фазы смещены относительно друг друга на . а) Будет ли результирующее колебание гармоническим? б) Чему равен период результирующего колебания? в) Какая разность фаз между результирующим колебанием и составляющими колебаниями? Начертите график результирующего колебания.

*Ответ:* а) Да; б) период сложного колебания равен периоду составляющих колебаний; в)  .

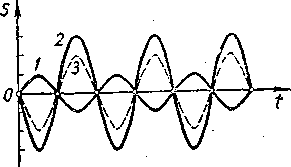


Рис. 358

1290. Сложите графически два гармонических, одинаково направленных колебания равных периодов, но смещенных по фазе друг относительно друга на . Амплитуды относятся между собой как 3:1.

*Ответ:* Результат сложения ясен из рисунка 358.

1291. Сложите графически два гармонических, одинаково направленных колебания, у которых частоты относятся между собой как 1 : 3, а амплитуды – как 2 : 1. а) Какова частота сложного колебания? б) Будет ли сложное колебание гармоническим?

*Ответ:* График сложного колебания показан на рисунке 359. а) Частота сложного колебания равна частоте более медленного колебания; б) сложное колебание будет периодическим, но не гармоническим.

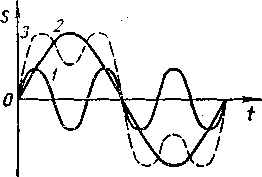
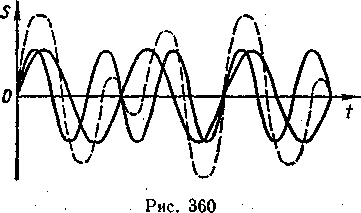


Рис. 359

1292. Складываются два одинаково направленных гармонических колебания с равными амплитудами и начальными фазами. Периоды колебаний относятся как 1 : 1,5. Начертите график сложного колебания.

*Ответ:* См. рисунок 360.



1293. В ведре несут воду. После того как сделано около десятка шагов, вода начинает расплескиваться. Почему?

1294. Если положить на воду в ведре (задача 1293) деревянный кружок, то вода при ходьбе не расплескивается. Почему?

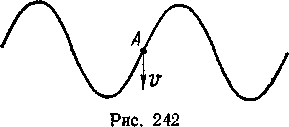
*Ответ:* Кружок, плавая в ведре, препятствует образованию стоячих волн большой амплитуды.

1295. При некоторой скорости вращения швейной машины стол, на котором она стоит, иногда сильно раскачивается. Почему?

1296. Для чего все вибрирующие установки высотных зданий в Москве (электродвигатели, дизельные установки и др.) ставятся на специальные резиновые или металлические амортизаторы?

*Ответ:* Чтобы исключить передачу вибраций каркасу здания.

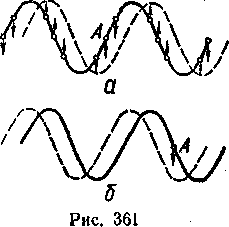
Волны



1297. В бегущей поперечной волне (рис. 242) частица *А* имеет направление скорости, указанное на рисунке. В каком направлении движется волна?

*Ответ:* Из рисунка 361, *а* ясно, что волна движется вправо.

1298. Поперечная волна (рис. 243) движется влево. Определите направление движения точки *А.*



*Ответ:* Из рисунка 361, *б* можно заключить, что скорость точки *А* направлена вниз.

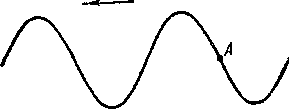


Рис. 243

***v***

**1299. Морские волны, приближаясь к берегу, увеличивают высоту, достигая иногда 43 *м.* Почему это происходит?**

*Ответ:* У берегов энергия колебаний толстых слоев воды передается более тонким слоям, поэтому амплитуда колебаний увеличивается.

1300. Когда небольшие морские волны приближаются к наклонному берегу,  
на них образуются пенистые гребни. Почему?

*Ответ:* При приближении к берегу нижние слои волн тормозятся трением о дно, а верхние, сохраняя скорость, забегают вперед, принимают такую острую форму, что их вершины срываются и, рассыпаясь, образуют пенистый гребень.

1301. Академик В. В. Шулейкин отмечает, что волны всегда подходят перпендикулярно к берегу, даже если ветер дует параллельно ему. Чем можно объяснить такое изменение направления движения волн?

*Ответ:* Скорость волн на мелком месте меньше, чем на глубоком. Происходит преломление волн.

1302. Могут ли сваи, имеющие диаметр 30–40 *см,* вбитые в дно перед берегом на расстоянии 2–3 *м* друг от друга, ослабить набегающие на берег волны?

*Ответ:* Не могут, так как размеры свай значительно меньше длины набегающих волн.

Рис. 244

1303. На рисунке 244 показано мгновенное положение частиц среды и направление их движения в стоячей поперечной волне. Начертите положение этих частиц и направление их движения через *Т* и *Т*, где *Т –* период колебания.

*Ответ:* Положение частиц изображено на рисунке 362.

1304. Где надо деформировать (колебать) резиновый шнур (в местах пучности смещения или в узле), чтобы получить стоячую поперечную волну?

*Ответ:* В узле.

Источники звука

***Для t = T***

Рис. 362

***Для t = T***

1305. Почему при выстреле из ружья слышен звук?

1306. Если по краю стакана, в котором наполовину налита вода, провести смычком, то на воде появляются мелкие волны. Объясните явление.

1307. При полете большинство насекомых издают звук. Чем он вызывается?

*Ответ:* Колебаниями крыльев насекомого.

1308. Если провести влажным пальцем по стеклу, то получается звук. Почему?

1309. Почему при проверке колес вагонов во время стоянки поезда их обстукивают молотком?

*Ответ:* Удар молотка по колесу вызывает колебание колеса, при этом появляется звук. Целое колесо и колесо с трещиной дают различные звуки, что и используется при осмотре.

1310. Для чего смычок перед игрой натирают канифолью?

*Ответ:* Чтобы увеличить трение смычка о струну и этим улучшить условия возбуждения колебаний струны.

1311. Высота звука циркулярной пилы понижается, когда к пиле прижимают доску. Почему?

*Ответ:* Уменьшается скорость вращения пилы.

1312. Как изменяется высота тона струны или камертона при повышении температуры?

*Ответ:* Понижается.

1313. Настройщики аккордеонов изменяют тон звучания того или иного язычка (пластинки), утончая язычок либо у свободного конца, либо у закрепленного. Как при этом изменяется тон?

*Ответ:* В первом случае тон повышается, во втором – понижается.

1314. Опытные шоферы оценивают давление воздуха в баллоне колеса автомашины по звуку, получаемому при ударе по баллону металлическим предметом. Как зависит звук, издаваемый баллоном, от давления воздуха в нем?

*Ответ:* Чем больше давление воздуха в баллоне, тем выше тон.

1315. Кто в полете быстрее машет крыльями: муха, шмель или комар? Как это можно определить?

*Ответ:* Быстрее машет крыльями комар, медленнее – шмель. Определить это можно по высоте звука, который издают насекомые.

1316. Если дуть около отверстия ключа, получается звук определенной высоты. Как рассчитать частоту звука?

*Ответ:* Частоту можно определить по длине волны, а она приблизительно равна учетверенной длине воздушного столбика внутри ключа.

1317. В бутылку льют воду. Струя воды производит при этом шум, в котором все-таки можно уловить некоторый определенный тон. По мере наполнения бутылки водой этот тон становится выше. Объясните явление.

*Ответ:* Полость бутылки служит резонатором, выделяющим из шума тон определенной высоты. По мере наполнения бутылки длина резонирующего воздушного столба уменьшается, поэтому растет высота слышимого тона.

1318. Основные тоны двух труб, из которых одна открыта с обеих сторон, а другая – с одной, одинаковы. Какие тоны будут общими для обеих труб?

Рис. 363

***А***

***С***

***В***

***D***

*Ответ:* Общими будут те тоны, которые могут возникать во второй трубе (рис. 363), в точках *А* и *В –* узлы, в точках *С* и *D –* пучности.

1319. Изменится ли высота основного тона прямой трубы, если трубу сделать изогнутой?

*Ответ* Не изменится.

1320. Рассмотрите детскую игрушку «поющий волчок». Объясните, как при вращении волчка возникает звук. Какие из величин, характеризующих звук (высота тона, громкость), зависят от скорости вращения волчка?

*Ответ:* Винт, находящийся внутри волчка, через нижние отверстия всасывает воздух, а через верхние – выталкивает. Воздух, проходя через нижние отверстия, приводит в колебания тонкие пластинки. Высота тона зависит от длины и массы пластинок и не зависит от скорости вращения волчка. От скорости вращения волчка зависит громкость тона.

1321. Почему изданный звук с течением времени исчезает?

*Ответ:* Энергия звуковых колебаний превращается в энергию теплового движения молекул воздуха и предметов, находящихся в воздухе.

Распространение звуковыхволн

1322. В воду погружен вибратор, мембрана которого создает музыкальные звуки. Будет ли находящийся под водой пловец слышать мелодию такой же, какой он слышал бы ее на поверхности земли?

*Ответ:* Мелодия будет звучать одинаково, так как частота звука в любой среде одна и та же. При переходе звуковой волны из одной среды в другую изменяются скорость распространения звука и длина волны.

1323. Наблюдатель удаляется от колокола, по которому производятся удары через каждую секунду. Сначала видимые и слышимые наблюдателем удары совпадают. Потом они не совпадают. Затем на некотором расстоянии наблюдателя от колокола видимые и слышимые удары снова совпадают. Объясните явление.

1324. Может ли звук сильного взрыва на Луне, например извержения вулкана, быть слышен на Земле?

1325. Как могут космонавты переговариваться на Луне?

*Ответ:* Люди на Луне могут находиться только в специальных скафандрах. Переговариваться они могут, если образуют между собой среду, способную передавать звуковые волны (например, натянуть нить или проволоку, концы которой прикрепят к шлемам скафандров). Кроме того, можно переговариваться и по радио.

1326. Игрушечный «телефон» состоит из двух коробок, соединенных натянутой ниткой или проволокой (рис. 245). Такое устройство позволяет переговариваться тихим голосом и даже шепотом на расстоянии в несколько десятков метров. Объясните явление.

Рис. 245

1327. Если ударить молотком по одному концу длинной металлической трубы (например, водопроводной), то стоящий у другого конца трубы услышит двойной удар. Почему?

*Ответ:* Первый удар – это звуковая волна, распространившаяся по металлической трубе. Второй удар – это звуковая волна, распространившаяся в воздухе. Скорость звука в металле больше, чем в воздухе.

1328. Механики, проверяя работу двигателя автомашины или трактора, иногда прикладывают к уху один конец ручки молотка, а другой конец – к разным частям двигателя. Для чего они это делают?

*Ответ:* Механики используют свойства звука лучше распространяться по твердому телу (дереву), чем по воздуху.

Прикладывая ручку молотка к определенной части двигателя, механик слышит звуки, которые возникают именно в этой части, что позволяет обнаружить во время работы двигателя неисправность отдельных частей.

1329. Как воспринималась бы музыка, если бы низкие и высокие, сильные и слабые звуки распространялись с различными скоростями?

*Ответ:* То, что было бы гармонично вблизи оркестра, звучало .бы дисгармонией вдали от него.

1330. Может ли снаряд, выпущенный из орудия, опередить звук выстрела?

*Ответ:* Может.

1331. Почему при стрельбе пуля вылетает из ружья со свистом, а брошенная рукой летит бесшумно?

*Ответ:* Пуля, пущенная из ружья, движется со скоростью, превышающей скорость звука в воздухе. Вследствие этого образуется ударная волна, создающая звук высокого тона.

1332. Герой одного из рассказов О. Генри ударил поросенка с такой силой, что тот полетел, «опережая звук собственного визга». С какой наименьшей скоростью должен был бы лететь поросенок, чтобы описанный случай произошел в действительности?

1333. Если наблюдать с Земли полет скоростного самолета, то создается впечатление, что шум мотора исходит не от самолета, а из точек, находящихся на значительном расстоянии позади самолета. Объясните явление.

*Ответ:* За время, пока звук от самолета дойдет до наблюдателя, самолет переместится на значительное расстояние.

1334. Голос слышен на большом расстоянии, но слов иногда разобрать нельзя. Чем это объясняется?

*Ответ:* Коэффициент поглощения звука в воздухе различен для разных частот (для высоких частот больше, чем для низких). Поэтому речь на большом расстоянии становится неразборчивой.

1335. Может ли возникнуть эхо в степи?

*Ответ:* Не может, так как нет предметов, от которых звук мог бы отражаться.

1336. Почему в горах эхо многократное?

*Ответ:* Вследствие многократного отражения звука.

1337. На открытом воздухе музыка, пение, речь оратора звучат менее громко, чем в помещении. Почему?

*Ответ:* В помещениях наблюдается отражение звуковых волн от стен, пола и потолка.

1338. Почему в комнате обычных размеров не бывает эха?

1339. Поезд входит в коробкообразный пролет железнодорожного моста. В это время пассажиры слышат шумовые удары при каждом мелькании перед окном стальных балок фермы. Объясните явление.

*Ответ:* Балки моста, колеблясь, звучат; кроме того, они отражают шум поезда.

1340. В зале, заполненном публикой, музыка звучит менее громко, чем в пустом. Почему?

1341. Как объяснить звуковой «мираж» – явление, когда звук представляется идущим от «мнимого» источника?

*Ответ:* Отражением звуковой волны.

1342. На высоте более 3000 *м* над поверхностью Земли нельзя воспринять ни одного звука, источник которого находится на поверхности Земли. Почему?

*Ответ:* Звуковые волны с поверхности Земли не распространяются на высоту более чем 2,5–3 *км;* переходя в воздух меньшей плотности, они преломляются и, загибаясь, возвращаются снова на Землю.

1343. Почему суфлерскую будку обивают войлоком?

*Ответ:* Чтобы исключить распространение речи суфлера в зрительный зал.

1344. Для борьбы с уличным шумом в стенах высотных зданий в Москве вмонтирован асбестоцементно-пористый материал. Почему это препятствует проникновению звука в здание?

*Ответ:* Асбестоцементно-пористый материал – неоднородное тело и сильно рассеивает звуковые волны.

1345. Почему в туман гудки паровозов, пароходов слышны на более далеком расстоянии, чем в солнечную погоду?

*Ответ:* В туманную погоду воздух более однороден (отсутствуют конвекционные потоки – акустические облака).

1346. Имеются два камертона с одинаковой собственной частотой. Один из них некоторое время подержали в руке, а затем оба камертона возбудили. Почему при этом слышны биения?

*Ответ:* От нагревания в руке длина ветвей камертона увеличилась и его собственная частота колебаний изменилась. Поэтому при сложении колебаний возникли биения.

1347. Две одинаковые струны звучат в унисон. У одной из них чуть-чуть изменяют натяжение. Что будет слышно при этом?

*Ответ:* Биения, так как у одной из струн изменилась собственная частота колебаний.

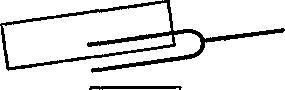


Рис. 246

Звуковой резонанс

1348. Звучащий камертон помещают над отверстием сосуда (рис. 246), который служит резонатором. Если на одну из ветвей камертона, не касаясь ее, надеть картонную трубку, то звук заметно усилится. Почему?

*Ответ:* Устраняется противоположное действие закрытой ветви.

1349. Когда прислушиваются к отдаленному шуму, то невольно раскрывают рот. Почему?

*Ответ:* Полость рта служит резонатором для звуков.

1350. Если чашку, стакан или раковину морского моллюска приблизить к уху, то слышен звук, который напоминает отдаленный шум моря. Чем объясняется происхождение этого звука?

*Ответ:* Усилением слабых звуков, поступающих из окружающей среды, частота колебаний которых совпадает с собственной частотой колебаний воздуха в названных предметах.

1351. Почему неполный чайник перед закипанием воды «шумит» сильнее, чем полный?

1352. Колеблющийся камертон в руке звучит тихо, а если поставить его ножку на стол, он звучит громко. Объясните явление.

*Ответ:* Ножка камертона возбуждает в крышке стола вынужденные колебания, которые создают громкий звук.

1353. Если звучащий камертон поставить на деревянный ящик, звук заметно усиливается. Почему?

*Ответ:* Звук становится громче вследствие резонанса воздушного столба, находящегося в ящике.

1354. Почему телеграфные столбы гудят при ветре?

Запись звука. Инфра– и ультразвук

1355. В начале и в конце звуковой дорожки патефонной пластинки записаны несколько тактов одной и той же мелодии. Чем отличается запись этой мелодии на различных местах пластинки?

*Ответ:* В конце звуковой дорожки запись займет меньшую длину, так как линейная скорость точек дорожки в конце записи меньше, чем в начале.

1356. Почему старая патефонная пластинка плохо звучит?

*Ответ:* Бороздки, сделанные при записи звука, стерлись от долгого употребления.

1357. Зачем меняют иглу в патефоне?

*Ответ:* Игла должна быть достаточно острой, чтобы ее конец во время движения пластинки следовал по всем неровностям звуковой дорожки.

1358. Академик В. В. Шулейкин открыл интересное явление: на берегу моря резиновый шар-зонд, приближенный к уху, вызывает сильную боль в ухе, если где-то в море бушует шторм. Чем объясняется это явление? Какое практическое значение может оно иметь?

*Ответ:* Далекий шторм образует инфразвуки. Усиленные шаром-зондом инфразвуковые колебания до боли давят на барабанную перепонку уха. Явлением можно воспользоваться для устройства прибора, предупреждающего о приближении шторма.

1359. Случайно залетая в окно, летучая мышь иногда садится людям на головы. Почему?

*Ответ:* Волосы поглощают излучаемый летучей мышью ультразвук, а поэтому  
мышь, не воспринимая отраженных волн, не чувствует преграды и летит прямо  
на голову.

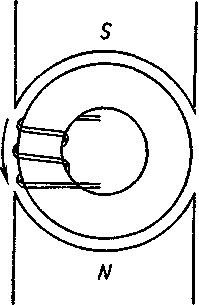


Рис. 247

26. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Получение переменного тока

1360. На якоре генератора имеются две одинаковые обмотки, расположенные близко друг к другу (рис. 247). а) Начертите график изменения э. д. с. в каждой обмотке за один полный оборот якоря, б) Начертите график изменения суммарной э. д. с., если обе обмотки соединены последовательно, параллельно.

Рис. 364

*Е*

*Е*

*Е*

*Е*

*0*

*t*

*a*

*б*

*I обмотка*

*II обмотка*

*Ответ:* См. рисунок 364.

1361. Почему генераторы, приводимые в движение гидротурбинами, делают многополюсными, а турбогенераторы – двухполюсными?

*Ответ:* Переменный ток в СССР имеет частоту 50 *гц.* При быстроходных машинах (паровые турбины), вращающихся со скоростью 50 *об/сек,* генератору достаточно иметь одну пару полюсов (один оборот ротора даст один период). Генератор же, работающий от тихоходной гидротурбины, должен иметь во столько раз большее число пар полюсов, во сколько раз его скорость меньше скорости паровой турбины. Тогда частота создаваемого им тока будет тоже 50 *гц.*

1362. На рисунке 248 показан поперечный разрез ротора двухполюсного турбогенератора. В пазах ротора имеется обмотка проводов, питаемая постоянным током указанного на рисунке направления. Укажите расположение магнитных полюсов этого ротора. По всей ли поверхности ротора плотность магнитного потока одна и та же?

*Ответ:* Наверху – южный полюс, внизу – северный. Наибольшая плотность магнитного потока в областях *А* и *С* поверхности ротора.

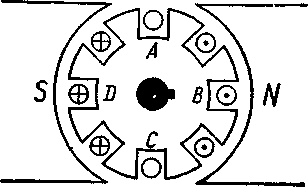


Рис. 248

1363. Почему не применяют для освещения переменный ток с частотой 10–15 *гц*?

1364. Можно ли одновременно по одной и той же цепи передавать постоянный и высокочастотный переменный токи?

*Ответ:*Можно.

Действующее значение напряжения и тока. Сопротивление при переменном токе

1365. Можно ли измерить чувствительным электрометром напряжение в цепи переменного тока?

*Ответ:* Можно. В случае переменного тока в течение обоих полупериодов силы взаимодействия между листочками и корпусом будут направлены в одну сторону а потому среднее за период значение силы будет отлично от нуля и листочки разойдутся.

1366. Чтобы не слепить зрителей резким переходом от темноты к свету, во многих театрах и кинотеатрах свет после окончания акта или сеанса включают постепенно. Это можно осуществить либо с помощью реостата, либо с помощью катушки с выдвигающимся железным сердечником. Какой способ избрать?

*Ответ:* Второй способ увеличивает безваттное сопротивление.

1367. В электрическую цепь включена катушка, по которой пропускают сначала постоянный, а затем переменный ток того же напряжения. В каком случае катушка нагреется больше?

1368. Почему эталоны сопротивления изготовляются способом бифилярной намотки?

*Ответ:* При такси форме намотки катушка не образует вокруг себя магнитного поля, поэтому не возникает экстратоков самоиндукции, которые мешают измерению сопротивлений.

1369. Лампа и конденсатор включены последовательно в осветительную сеть переменного тока (рис. 249). Как изменится накал лампы, если включить еще один конденсатор параллельно первому?

*Ответ:* Увеличится.

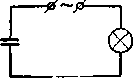


Рис. 249

1370. Как изменится накал лампы, если конденсатор будет пробит и цепь в этом месте замкнется (рис. 249)?

*Ответ:* Увеличится.

1371. В подводящих проводах текут постоянный и переменный токи. Какой ток будет в ветвях *С*, *R* и *L* (рис. 250)? Индуктивность считать значительной.

*Ответ:* В ветви С – переменный, в *L –* постоянный, в *R –* постоянный и переменный .



***R***

***С***

Рис. 250

1372. Звуковой генератор служит для получения синусоидального напряжения, частоту которого можно изменять в широких пределах (обычно от 20 *гц* до 150 *кгц).* Если собрать цепь по схеме рисунка 251 и постепенно увеличивать частоту тока в цепи, то будет наблюдаться следующее: лампа *А* сначала горит ярко, затем все слабее и, наконец, гаснет; лампа *В* сначала не горит, затем начинает светиться, а по мере увеличения частоты яркость свечения ее увеличивается. Объясните явление.

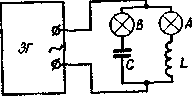


Рис. 251

*Ответ:* Величины индуктивного и емкостного сопротивлений зависят от частоты переменного тока.

Выпрямление переменного тока

1373. На генераторах постоянного тока указывается направление вращения ротора. Почему не следует пускать машину в обратную сторону?

*Ответ* Индуцируемый ток создаст магнитное поле, противоположное остаточному намагничиванию индуктора. Индуктор размагнитится, и машина не будет работать.

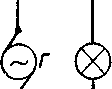
1374. Что надо сделать, если индуктор генератора постоянного тока размагнитился?

*Ответ:* Пропустить через обмотки возбуждения ток от постороннего генератора (батареи аккумуляторов), позаботившись о том, чтобы ток этот намагничивал индуктор в том направлении, которое соответствует указанному направлению вращения якоря машины.

1375. Почему в генераторах постоянного тока с последовательным возбуждением обмотка возбуждения состоит из относительно небольшого числа витков толстой проволоки, а обмотка генератора с параллельным возбуждением – из большого числа витков тонкой проволоки?

1376. Если при постоянной скорости вращения якоря генератора постоянного тока с последовательным возбуждением уменьшить сопротивление внешней цепи, то э. д. с. машины увеличится. Объясните явление.

*Ответ:* При уменьшении внешнего сопротивления величина тока, идущего через обмотку электромагнита, увеличивается. Усиление магнитного поля индуктора машины приводит к увеличению э. д. с. машины.



*1*

*2*

*В*

*А*

Рис. 252

1377. На рисунке 252 схематически изображена цепь переменного тока. *Г –* генератор переменного тока, с помощью которого заряжается аккумулятор *А*; *В –* выпрямитель, а) Укажите цепь переменного и выпрямленного токов, б) Какой ток проходит через лампу – переменный или частично выпрямленный?

*Ответ:* а) Замкнутая цепь переменного тока состоит из генератора тока *Г,* соединительных проводов и лампы. Замкнутая цепь выпрямленного тока состоит из генератора *Г,* соединительных проводов, выпрямителя *В* иаккумулятора *А;* б) цепь выпрямителя замыкается только при одном направлении тока. Следовательно, разность потенциалов в точках *1* и *2* уменьшается только при этом направлении, обратный же ток протекает при нормальной разности потенциалов. Отсюда следует, что токи одного направления, проходящие через лампу, имеют меньшее значение, чем токи обратного направления. Следовательно, через лампу проходит частично выпрямленный ток.

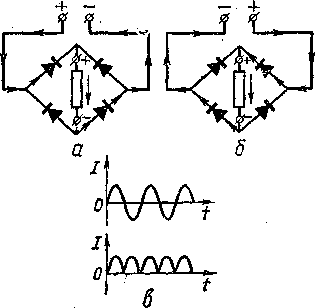


Рис. 365

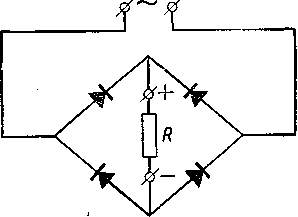


Рис. 253

1378. Полупроводниковые (селеновые, купроксные, германиевые) выпрямители для двухполупериодного выпрямления однофазного тока чаще всего включаются по мостовой схеме (рис. 253). Покажите при помощи двух рисунков путь тока за каждый полупериод. Начертите графики тока до выпрямления и после выпрямления.

*Ответ:* См. рисунок 365.

Электродвигатели постоянного тока

1379. Почему электродвигатель с последовательным возбуждением нельзя пускать вхолостую или с очень малой нагрузкой, а с параллельным возбуждением можно?

*Ответ:* При пуске двигателя вхолостую или с малой нагрузкой величина тока в якоре очень мала и индуцированная в якоре э. д. с. почти равна напряжению сети. В двигателе с последовательным возбуждением через обмотки возбуждения проходит ток якоря; для того чтобы при таком малом токе в якоре могла индуцироваться большая э. д. с., якорь двигателя должен вращаться с очень большим числом оборотов, т. е. он идет «вразнос». В двигателе с параллельным возбуждением этого не может случиться, потому что величина тока в обмотках возбуждения и магнитный поток в машине мало зависят от тока в якоре и необходимая э. д. с. индуцируется при умеренном числе оборотов двигателя.

1380. Почему электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением можно питать не только постоянным, но и переменным током?

*Ответ:* Изменение направления тока в якоре происходит одновременно с изменением направления тока в обмотках возбуждения, что не отражается на направлении вращения якоря двигателя.

1381. Для регулирования скорости вращения якоря двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением можно включить реостат или последовательно со всем двигателем, или только с его обмоткой возбуждения. Какой из способов экономически более выгоден?

*Ответ:* Второй способ, так как ток через реостат будет меньшим.

1382. В цепь школьного электродвигателя постоянного тока включили амперметр для измерения величины тока. Если вращающийся якорь двигателя задержать тормозом, величина тока возрастет. Как объяснить явление?

*Ответ:* Величина тока в якоре пропорциональна разности между приложенным напряжением и э. д. с. индукции, наводимой при вращении обмотки якоря в магнитном поле. При уменьшении угловой скорости якоря уменьшается э. д. с. индукции и увеличивается величина тока в якоре.

1383. Если два генератора постоянного тока соединить последовательно и якорь одного из них внешней силой привести во вращение, то будет вращаться и другой. Почему?

*Ответ:* При вращении якоря первого генератора в системе возникает индукционный ток. Последний приводит во вращение якорь второй машины.

1384. Докажите, что если из двух машин постоянного тока одинакового типа одна работает в качестве двигателя и при этом токи в якорях и обмотках индукторов обеих машин имеют одинаковое направление, то якори машин будут вращаться в противоположные стороны.

1385. Двигатели электропоезда потребляют энергию из сети, но в некоторых случаях, наоборот, отдают ее обратно в сеть (рекуперация энергии). Какие это случаи?

*Ответ:* При движении под уклон. Рекуперация энергии широко используется на горных железных дорогах, в метрополитене.

1386. В трамвайном вагоне два двигателя; водитель может включить их и последовательно и параллельно. В каких случаях применяется каждое соединение?

*Ответ:* При последовательном соединении каждый электродвигатель получает лишь часть (половину) напряжения, при параллельном — полное. Во втором случае скорость будет больше.

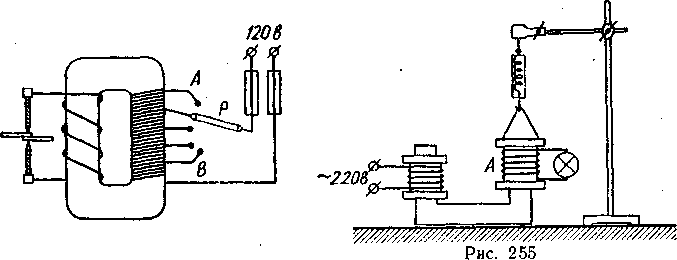


Рис. 254

Трансформаторы

1387. На рисунке 254 изображена схема устройства трансформатора для точечной сварки. Повышается или понижается напряжение на зажимах вторичной обмотки, если ручку переключателя *Р* передвигать от контакта *А* к контакту *В*?

*Ответ:* Повышается, так как уменьшается коэффициент трансформации.

1388. Изменится ли соотношение между напряжениями на зажимах первичной и вторичной обмоток трансформатора, если железный сердечник заменить медным? алюминиевым?

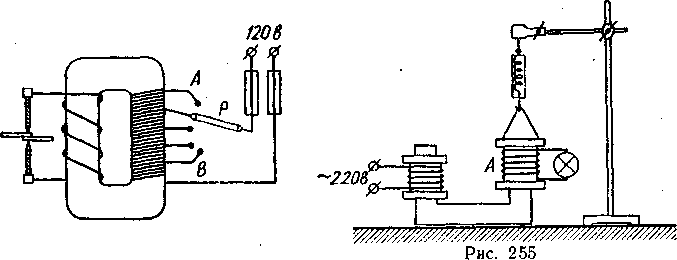
1389. Для демонстрации опытов употребляется небольшой трансформатор с разъемным сердечником. Допустимо ли длительное включение трансформатора при незамкнутом сердечнике под напряжение, указанное на первичной катушке?

1390. В первичную обмотку трансформатора на 220 *в* включается электрическая лампа мощностью 100 *вm*. Во вторичную обмотку включаются несколько ламп напряжением 12 *в* каждая, соединенных параллельно. Как будет изменяться накал 100-ваттной лампы при замыкании вторичной цепи и увеличении числа 12-вольтных ламп?

1391. Почему трансформатор выходит из строя, когда в нем замыкаются накоротко хотя бы два соседних витка?

*Ответ:* Короткозамкнутый виток создает для трансформатора чрезмерно большую нагрузку. По этому витку проходит недопустимо большой ток, в результате чего весь трансформатор перегревается.

1392. На катушку школьного универсального трансформатора в 220 *в* кратковременно подается напряжение, а катушка на 12 *в* подвешивается на динамометре к штативу. Отмечают показания динамометра при разомкнутой вторичной обмотке *А* (рис. 255).



а) Замыкают катушку *А* накоротко проволокой, при этом наблюдается сжатие пружины динамометра и уменьшение его показаний. Почему?

б) Замыкают катушку *А* через лампу – динамометр почти не уменьшает своих показаний. Почему?

*Ответ:* а) Так как токи в обмотках сдвинуты по фазе на 180°, то вследствие их взаимодействия обмотки должны отталкиваться, поэтому показание динамометра, на котором подвешена катушка, уменьшается; б) при замыкании вторичной обмотки через лампу (вследствие увеличения активного сопротивления) ток в обмотке уменьшается и уменьшается сила отталкивания катушек.

1393. Почему нагруженный трансформатор гудит? Какова частота звука трансформатора, включенного в сеть тока промышленной частоты?

*Ответ:* Сталь при перемагничивании в местах неплотного соединения вибрирует. Частота звука 100 *гц.*

27. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Колебательный контур

1394. Как изменится частота электромагнитных (колебаний в закрытом колебательном контуре, если в катушку его ввести железный стержень? если увеличить расстояние между пластинами конденсатора?

*Ответ:* В первом случае – уменьшится, во втором – увеличится.

1395. Могут ли в контуре, состоящем из конденсатора и активного сопротивления, возникать свободные колебания?

*Ответ:* Не могут.

1396. Чем отличаются друг от друга свободные колебания в двух контурах с одинаковыми параметрами, если конденсаторы контуров были заряжены от батарей с неодинаковой э. д. с.?

*Ответ:* Амплитудой колебаний.

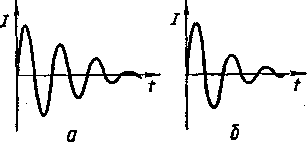


Рис. 256

1397. На рисунке 256, *а, б* показаны графики затухающих колебаний в двух колебательных контурах. В чем их отличие?

*Ответ:* Активное сопротивление контуров неодинаково. Колебания затухают быстрее в контуре с большим активным сопротивлением.

1398. Какова энергия конденсатора в колебательном контуре в моменты максимумов тока в катушке в случае, когда сопротивление ничтожно мало?

*Ответ:* Равна нулю.

1399. Где сосредоточена энергия при свободных колебаниях в колебательном контуре через  периода после начала разряда конденсатора?

*Ответ:* В конденсаторе и катушке; в катушке; в конденсаторе; в катушке.

1400. Совпадают ли по фазе напряжение на обкладках конденсатора и ток в колебательном контуре?

*Ответ:* Между напряжением и током существует сдвиг фаз, равный 90°.

Электромагнитные волны

1401. Как объяснить следующее наблюдение Г. Герца: «Изучая искры во вторичном проводнике на больших расстояниях от первичного, где, разумеется, искры должны быть очень слабыми, я замечал, что в некоторых положениях контура, например при приближении к стене, искры снова делаются вполне отчетливыми, но в непосредственной близости к стене они внезапно исчезают»?

*Ответ:* Г. Герц наблюдал пучность стоячей волны, образовавшейся от сложения волны, излучаемой вибратором, и волны, отраженной от стены.

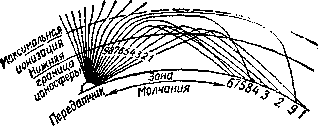


Рис. 366

1402. Почему при связи на коротких волнах получаются зоны молчания?

*Ответ:* См. рисунок 366.

1403. Почему замирает или совсем прекращается радиоприем в автомобилях при проезде их под мостом или в тоннеле?

*Ответ:* Мост и тоннель экранируют (отражают и частично поглощают) электромагнитные волны.

Радиоприем

1404. Радиоприемник может настраиваться на прием радиоволн различной длины от 25 до 2000 *м.* Что нужно для перехода к приему более длинных волн: сближать или раздвигать пластины конденсатора колебательного контура?

1405. Какой приемник супергетеродинного типа может принять больше радиостанций: имеющий усилитель высокой частоты или не имеющий его?

*Ответ:* Имеющий усилитель высокой частоты.

1406. При резонансе длина антенны должна быть в четыре раза меньше длины принимаемой электромагнитной волны. Почему же на практике пользуются антеннами значительно меньшей длины?

*Ответ* Прием короткими антеннами дает слабый сигнал, который затем усиливается в блоке усилителя высокой частоты. Таким образом, недостаток антенны компенсируется высокими качествами усилителя радиоприемника.

1407. Почему нельзя добиться большого усиления радиосигнала увеличением количества ламп в приемнике?

*Ответ:* Усиление принимаемого сигнала неизбежно связано с усилением помех (шумов) самого приемника.

1408. Почему при включении сетевого приемника звук появляется через 1–3 *мин,* а батарейного – почти мгновенно?

*Ответ:* В батарейных приемниках применяются лампы прямого накала, в сетевых – лампы косвенного накала.

1409. Для чего серебрят провод, идущий на изготовление коротковолновых и ультракоротковолновых контурных катушек?

*Ответ:* Так как при высоких частотах ток протекает по поверхности провода – скин-эффект и серебро имеет меньшее удельное сопротивление, чем медь, то, покрывая им провод, тем самым уменьшают его сопротивление.

1410. Какова причина помех радиоприему от проходящего вблизи трамвая?

1411. Если включать или выключать свет в комнате, где находится работающий радиоприемник, то в громкоговорителе его слышатся щелчки. Чем они вызваны?

1412. Если включить приемник, настроенный на волну определенной радиостанции, то в приемнике слышен своеобразный шум («фон»). Каково происхождение этого шума? (Учтите, что частота электромагнитного излучения радиопередатчика лежит за пределами восприятия человеческого уха.)

*Ответ:* Любой передатчик имеет собственные внутренние шумы (фон переменного тока и магнитных наводок и шумы ламп), которые модулируют колебания высокой частоты, излучаемые радиопередатчиком, и принимаются радиоприемником.

1413. Почему телефонные наушники соединяются последовательно? Для чего сопротивление телефонных наушников делают большим (порядка нескольких тысяч ом)?

*Ответ:* Наушники включают как нагрузочное сопротивление в анодную цепь. Они должны иметь большое сопротивление, чтобы не изменять режима работы электронных ламп.

1414. Почему динамический громкоговоритель подключают к выходной лампе через трансформатор?

*Ответ:* Для нормальной работы выходной лампы в ее анодную цепь должно быть включено сопротивление в несколько тысяч (а иногда сотен) ом, а звуковая катушка громкоговорителя имеет сопротивление несколько ом. Выходной трансформатор позволяет создать в анодной цепи лампы необходимое сопротивление нагрузки при использовании низкоомного громкоговорителя.

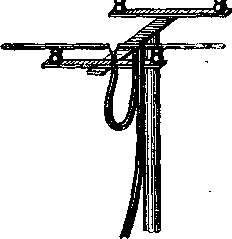


Рис. 257

1415. Иногда параллельно приемной антенне для ультракоротких волн (для телевизора) позади нее располагают другой проводник, изолированный от основной антенны, – «холостую» антенну (рис. 257). Каково назначение этого проводника? На каком расстоянии он должен быть расположен, если длина принимаемой телевизором волны равна **?

*Ответ:*«Холостая» антенна является зеркалом для электромагнитных волн, она способствует усилению принимаемого сигнала. Она должна находиться на расстоянии примерно четверти длины волны.

ОПТИКА

28. СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

Скорость света

1416. Галилей предложил следующий способ для определения скорости света. На вершинах двух удаленных друг от друга холмов располагаются ночью наблюдатели с зажженными, но закрытыми фонарями. Наблюдатель на первом холме быстро открывает фонарь; то же делает наблюдатель на втором холме, как только заметит свет фонаря с первого холма. Первый наблюдатель измеряет промежуток времени между моментом, когда он открыл свой фонарь, и моментом, когда заметил свет фонаря с другого холма. Как можно вычислить скорость света из результатов этого опыта? Можно ли таким путем определить скорость света?

*Ответ:*Скорость света равна отношению удвоенного расстояния между наблюдателями ко времени между моментами пуска и приема светового сигнала первым наблюдателем. Определить скорость света так, как описано в задаче, можно, если, иметь часы, измеряющие указанный ваше ничтожно малый промежуток времени.

1417. Вследствие того что скорость света – конечная величина, мы видим Солнце на небосводе на том месте, какое оно занимало 8 *мин* 16 *сек* тому назад. Так ли это?

*Ответ:* Так**.**

Интерференция света

1418. При помощи зеркал Френеля получили интерференционные полосы, пользуясь красным светом. Как изменится картина интерференционных полос, если воспользоваться фиолетовым светом?

*Ответ:* Полосы будут располагаться ближе друг к другу.

1419. Как объяснить радужные полосы, наблюдаемые в тонком слое керосина на поверхности воды?

*Ответ:* Радужные полосы в тонких пленках возникают в результате интерференции световых волн, отраженных от верхней и нижней границ пленки. Волна, отраженная от нижней границы, отстает по фазе от волны, отраженной от верхней границы. Величина этого отставания зависит от толщины пленки и от длины световых волн в пленке. Вследствие интерференции будет происходить гашение одних цветов спектра и усиление других. Поэтому места пленки, обладающие разной толщиной, будут окрашены в различные цвета.

1420. Нагрейте на спиртовке лезвие безопасной бритвы. Вы увидите на поверхности металла так называемые «цвета побежалости» – радужную окраску, появляющуюся при нагревании стали до температуры 220–350°С. Объясните явление.

*Ответ:* При температуре 220–350°С сталь покрывается тонким прозрачным слоем окисла. Толщина этого слоя (следовательно, и цвет побежалости) зависит от температуры. Например, температуре 220°С соответствует светло-желтый цвет, температуре 285°С – фиолетовый.

1421. Если мыльную пленку расположить вертикально, то цветные горизонтальные полосы будут с течением времени перемещаться вниз, несколько изменяя свою ширину. Через некоторое время в верхней части пленки возникнет быстро увеличивающееся черное пятно, а затем пленка разорвется. Объясните явление.

*Ответ:* Вода во внутреннем слое пленки постепенно стекает вниз, нижняя часть пленки утолщается, а верхняя становится тоньше. Места, соответствующие определенной толщине пленки, перемещаются, вместе с ними перемещаются и соответствующие интерференционные полосы. Через некоторое время толщина пленки в верхней части становится меньше четверти длины волны самых коротких волн падающего на пленку света. В этих местах пленки при интерференции отраженных от пленки лучей будет происходить гашение волн всех длин.

1422. Чем объясняется расцветка крыльев стрекоз, жуков и прочих насекомых?

*Ответ:* Интерференцией солнечного света в прозрачной пленке, покрывающей крылья насекомого и имеющей разную толщину в разных местах.

1423. Почему меняется окраска крыльев насекомого, если его рассматривать под разными углами?

*Ответ:* При падении лучей на тонкую пленку образуются интерференционные полосы равного наклона, положение которых меняется, если смотреть на пленку под разными углами.

1424. Какова будет форма полос интерференции, если цилиндрическую собирающую линзу положить на плоскую стеклянную пластинку?

*Ответ:* Полосы будут параллельны линии касания линзы с плоской пластинкой.

1425. Каково отличие интерференционных картин, полученных в отраженном и проходящем свете?

1426. Свет отражается от пластинки, помещенной в среду с показателем преломления, большим показателя преломления самой пластинки. Будет ли для каких-либо лучей происходить отражение с потерей полволны?

*Ответ:* С потерей полуволны отражается луч от задней грани пластинки.

1427. Для уменьшения потерь света на отражение в оптических приборах широко применяется «просветление оптики» (метод разработан академиками И. В. Гребенщиковым, А. А. Лебедевым и А. Н. Терениным): поверхность стекла покрывают тонкой прозрачной пленкой, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла и толщина равна четверти длины волны падающего света. Интенсивность света, отраженного от такого стекла, равна нулю – свет почти целиком проходит сквозь стекло.

Почему при нанесении пленки поверхность стекла перестает отражать свет?

Почему толщина пленки должна быть равна четверти длины волны падающего света?

Почему показатель преломления пленки должен быть меньше показателя преломления стекла?

*Ответ:* Свет отражается от передней и задней поверхностей пленки. Условия отражения одинаковы. Поэтому после выхода из пленки отраженные лучи имеют разность хода, равную половине длины волны, и при интерференции полиостью гасят друг друга.

Дифракция света

1428. Почему частицы размером 0,3 *мк* в микроскоп неразличимы.

*Ответ:* Свет огибает такие частицы (дифракция).

1429. Диаметр зрачка человеческого глаза может меняться от 2 до 8 *мм.* Чем объяснить, что максимальная острота зрения имеет место при диаметре зрачка 3–4 *мм*?

*Ответ:* При большом диаметре зрачка острота зрения уменьшается из-за большой сферической аберрации. При малом диаметре зрачка сказывается искажение изображения дифракционными явлениями.

1430. Если, прищурив глаз, смотреть на нить лампочки накаливания, то нить кажется окаймленной светлыми бликами. Почему?

*Ответ:* Имеет место дифракция на щели, образованной веками прищуренного глаза, и на решетке, образованной ресницами.

Рис. 258

1431. Источник света, глаз наблюдателя и непрозрачное тело расположены так, как показано на рисунке 258 (расстояние от глаза наблюдателя до источника света большое – десятки метров). При небольшом вертикальном смещении глаза у края тела можно заметить изменение цвета лучей. Объясните явление.

*Ответ:* Наблюдается явление дифракции и интерференции света. Поскольку условия интерференции для разных длин волн различны, то белый свет распадается на цветные лучи.

1432. На поверхности грампластинки, рассматриваемой под небольшим утлом, видны цветные полосы. Как объяснить это явление?

*Ответ:* Пластинка играет роль дифракционной решетки, дающей спектр в отраженных лучах.

1433. При изготовлении искусственных перламутровых пуговиц на их поверхность наносится мельчайшая штриховка. Почему после такой обработки пуговица имеет радужную окраску?

*Ответ:* См. ответ к задаче 1432.

1434. В морозный вечер подышите на кусок стекла. Через образовавшуюся тонкую пленку кристалликов льда посмотрите на светящиеся уличные фонари. Почему фонари оказываются при этом окруженными радужными кругами (ближе к источнику – сине-голубой свет, дальше от источника – оранжево-красный)?

*Ответ:* Наблюдается дифракция света в неоднородной среде.

1435. Если человек видит радужные кольца в чистом воздухе вокруг источника света, то доктора считают это признаком помутнения прозрачных сред глаза (началом возникновения катаракты). Почему?

*Ответ:* Свет, проходя через мутную среду, дает дифракционную картину.

29. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Прямолинейное распространение света

1436. На какой угловой высоте находится Солнце, если тень от предмета равна высоте предмета?

1437. Как получить от одной и той же палки тень разной длины?

*Ответ:* Необходимо наклонять палку под разными углами к направлению лучей солнца.

1438. Как следует расположить точечный источник света, плоский предмет и экран, чтобы контур тени на экране был подобен контуру предмета?

*Ответ:* На одной прямой так, чтобы предмет и экран были параллельны друг другу.

1439. На расстоянии 50 *см* от электрической лампы с прямой нитью накала поместите белый экран. На половине расстояния между лампой и экраном поместите карандаш параллельно нити лампы. На экране получается четкая тень карандаша. Почему не получается такой тени, если поместить карандаш перпендикулярно нити?

1440. При каком условии непрозрачный предмет дает тень без полутени?

*Ответ:* Когда источник света точечный.

1441. При каких условиях от предмета получается лишь полутень?

*Ответ:*Источник света должен быть больше предмета, а экран должен находиться от предмета дальше, чем вершина конуса полной тени.

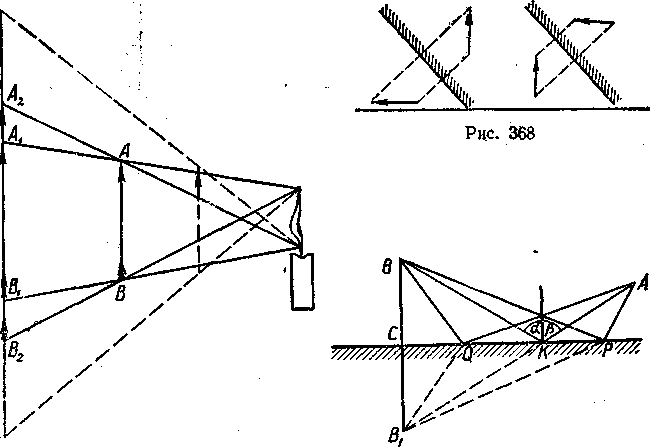


Рис. 367

1442. Во время хирургических операций тень от рук хирурга закрывает операционное поле. Как устранить такое неудобство?

*Ответ:*Надо установить несколько ламп.

1443. Размеры тени увеличиваются при приближении тела к лампе. Почему? (Поясните ответ чертежом.) Как изменяется при этом величина полутени?

*Ответ:*См. рисунок 367. Увеличиваются размеры не только тени, но и полутени.

1444. Что больше: облако или его полная тень?

*Ответ:*Облако отбрасывает суживающийся к земле конус полной тени, но высота конуса из-за значительных размеров облака весьма велика. Поэтому полная тень облака на Земле практически мало отличается по размерам от самого облака.

1445. Может ли человек бежать быстрее своей тени?

*Ответ:*Может, если тень образуется на стене, параллельно которой бежит человек, а источник света движется быстрее человека в том же направлении, что и человек.

1446. Как следует расположить глаз относительно небольшого отверстия, чтобы получить сравнительно большое поле зрения?

*Ответ:*Глаз следует помещать возможно ближе к отверстию.

1447. С помощью маленького отверстия, сделанного в листе картона, получите на экране изображение источника света (окна, пламени свечи). Выясните, зависят ли размеры изображения от расстояния между отверстием и экраном?

*Ответ:*Чем ближе отверстие к экрану, тем изображение получается меньшим.

1448. В темное помещение коридора свет проникает только через замочную скважину двери. Когда в комнате мимо двери кто-нибудь проходит, на стене коридора против замочной скважины движется тень. В каком направлении перемещается тень по отношению к направлению движения человека?

*Ответ:*В противоположном.

1449. Над стулом висит электрическая лампа. Нить лампы имеет форму полукольца, В фанерном сиденье стула просверлены маленькие отверстия. В тени, отбрасываемой сиденьем, видны небольшие светлые полукольца. Количество полуколец соответствует числу отверстий в сиденье. Объясните явление. Как ориентированы полукольца по отношению к положению нити лампы?

1450. Под деревом, покрытым густой листвой, в солнечный день можно видеть круглые светлые пятна. Как они образуются? Какая будет форма пятен в лунную ночь?

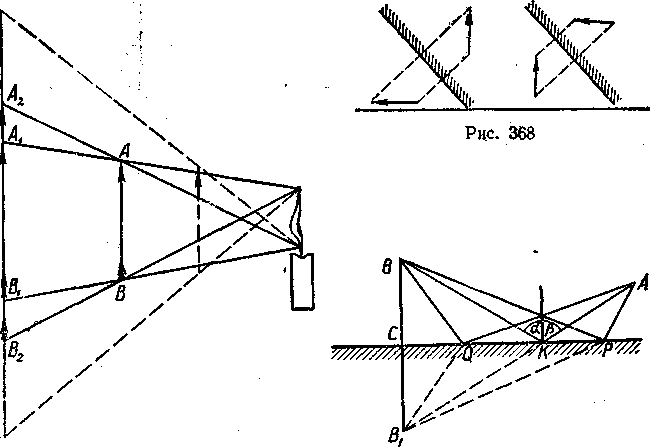
Законы отражения

1451. Человек, стоящий на берегу озера, видит на .гладкой поверхности воды изображение Солнца. Как будет перемещаться это изображение при удалении человека от озера?

*Ответ:*Изображение будет приближаться к берегу.

1452. Луч падает на зеркало перпендикулярно. На какой угол отклонится отраженный луч от падающего, если зеркало повернуть на угол **?

*Ответ:*На угол 2******** .



1453. Постройте изображение горизонтально расположенного предмета в зеркале, наклоненном под углом 45° к горизонту; сделайте то же для вертикально расположенного предмета.

*Ответ:*См. рисунок 368.

1454. При каком положении плоского зеркала шар, катящийся прямолинейно по поверхности стола, будет казаться в зеркале поднимающимся вертикально вверх?

*Ответ:*Если плоскость зеркала наклонена к плоскости стола под углом 45° и линия пересечения этих плоскостей перпендикулярна к траектории движения шара.

1455. Можно ли в воде глубокого колодца увидеть отражение Солнца?

*Ответ:*Можно в экваториальных странах.

1456. Для чего у вагонов трамвая, троллейбуса и автобуса справа и слева от водителя помещаются небольшие зеркала?

*Ответ:*Чтобы водитель мог наблюдать за тем, что происходит у правого и у левого бортов вагона.

1457. При каком условии плоское зеркало может дать действительное изображение?

*Ответ:*Если на зеркало падает сходящийся пучок лучей.

1458. Луч, исходящий из точки *А,* отражается от плоского зеркала в точке *К* и проходит в точку *В.* Докажите, что путь *АКВ* самый короткий из всех возможных путей от *А* к зеркалу и оттуда в точку *В.*

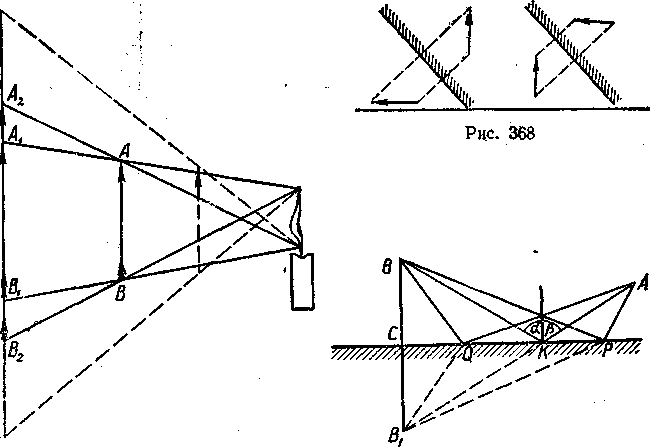


Рис. 369

*Ответ:*Построим точку *В1* симметричную точке *В* (рис. 369). Так как *BСK* = *B1СK* и = , то *В1А* есть прямая. Всякий иной путь (*АРВ* и *AQB*),очевидно, больше *АКВ.*

1459. Как изменится расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение?

*Ответ:*Увеличится в два раза.

1460. Человек идет по направлению к плоскому зеркалу со скоростью 2 *м/сек.* С какой скоростью он приближается к своему изображению?

*Ответ:*Со скоростью 4 *м!сек.*

1461. Встаньте перед плоским зеркалом, закройте левый глаз и налепите на зеркало бумажку так, чтобы не видеть изображения закрытого глаза. Не меняя положения головы, откройте левый глаз и закройте правый. Почему опять не видно изображения закрытого глаза? Поясните явление, сделав чертеж.

*Ответ:***1461.** Соответствующие лучи не отражаются от зеркала.

Рис. 259

***S***

***A***

***B***

1462. Постройте в плоском зеркале *АВ* (рис. 259) изображение светящейся точки *S*. Найдите область видения изображения. Какие будут наблюдаться изменения, если зеркало постепенно закрывать непрозрачным экраном?

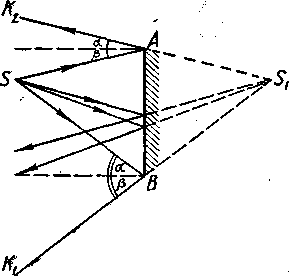


Рис. 370

*Ответ:*Область видения находится между лучами *BK1* и *АК2* (рис. 370). Если зеркало закрывать, то область видения будет уменьшаться.

1463. Перед зеркалом (рис. 260) воткнуты булавки *А* и*.В.* Какое расположение изображений булавок будет видеть наблюдатель при различных положениях глаза? Как надо расположить глаз, чтобы изображения булавок накладывались друг на друга?

Рис. 260



***A***

***B***

Рис. 371



***A***

***B***

***C***

***D***

***A*1**

***B*1**

*Ответ:* Если наблюдатель будет смотреть вдоль линии *A*1*B*1(рис. 371), то изображения окажутся наложенными друг на друга. Из положения *С* наблюдатель увидит *B*1 справа от *А*1*.* Из положения *D* он увидит *В*1слева от *A*1.

Рис. 261

***A***

***B***

***C***

***D***

1464. Постройте изображение предмета *CD* (рис. 261) в плоском зеркале *АВ.* Найдите область, в которой глаз будет видеть изображение всего предмета.

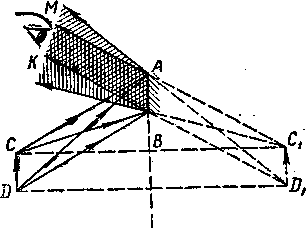


Рис. 372

*Ответ:***1464.** Изображение всего предмета будет видно в области наложения двух пучков, в области *М А В К* (рис. 372).

1465. Можно ли в плоском зеркале небольшого размера увидеть полное изображение большого здания?

*Ответ:*Можно, если расположить глаз близко к поверхности зеркала.

1466. Чтобы видеть свое изображение во весь рост в плоском вертикальном зеркале, высота зеркала должна быть не меньше половины роста человека. Докажите.

*Ответ:*Так как изображение *А*1*В*1 в плоском зеркале *MN* (рис. 373) симметрично предмету *АВ,* то в ** *А*1*В*1*О* (в точке *О* глаз наблюдателя) *MN* – средняя линия, равная половине *А*1*В*1.

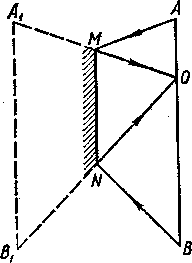


Рис. 373

1467. Перед плоским вертикальным зеркалом стоит человек и замечает, что он не может увидеть свое отражение полностью. Увидит ли человек больше, если отойдет дальше или подойдет ближе к зеркалу?

*Ответ:*Человек будет видеть ровно столько же.

1468. Как надо расположить два зеркала, чтобы человек, стоящий у северной стороны дома, увидел человека, стоящего у южной стороны дома?

*Ответ:*См. рисунок 374.

1469. Определите направление луча, отраженного сначала одним, а потом другим зеркалом, расположенным параллельно первому.



Рис. 374

***A***

***B***

*Ответ:*Отраженный от зеркала луч будет направлен параллельно первоначальному лучу.

1470. Поставьте параллельно друг другу плоское зеркало и стеклянную пластинку. Между ними поместите горящую свечу. Почему в зеркале виден  
ряд горящих свечей? Сколько получается при этом изображений?

*Ответ:*Лучи многократно отражаются в зеркале и стекле. Изображений получается бесконечно большое число.

1471. Как с помощью двух плоских зеркал можно увидеть свой профиль или свой затылок?

1472. Сколько изображений даст предмет в двух зеркалах, поставленных под углом 90° друг к другу? под углом 60° друг к другу? Как располагаются эти изображения? Сделайте чертеж.

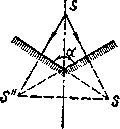


Рис. 375

*Ответ:*3 и 5 изображений. Изображения располагаются на окружности.

1473. Точечный источник света и два его изображения, даваемые двумя зеркалами, лежат в вершинах равностороннего треугольника. Определите расположение зеркал относительно источника и угол между ними.

*Ответ:*См. рисунок 375;  = 120°.

1474. На горизонтальном плоском зеркале стоит шахматная фигура. Если сбоку фигуру осветить лучами, наклонными к зеркалу, то на вертикальном экране можно заметить двойную тень фигуры – прямую и перевернутую. Объясните явление.

*Ответ:*См. рисунок 376.

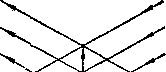


Рис. 376

1475. На поверхности реки или озера против Солнца видна сверкающая дорожка. Как она образуется? Будет ли наблюдаться явление при идеально спокойной поверхности воды? Почему дорожка всегда ориентирована на наблюдателя?

*Ответ:*Дорожка на поверхности воды возникает вследствие отражения света от мелких волн, которые ориентированы в различных направлениях. Поэтому при самых различных положениях наблюдателя отраженные лучи попадают к нему в глаз. Каждый наблюдатель видит «свою» дорожку.

1476. Луч прожектора хорошо виден в тумане, а хуже в ясную погоду. Почему?

*Ответ:* Вследствие рассеяния (отражения) света мелкими капельками воды.

1477. Почему блестит полированная поверхность?

*Ответ:* Световые лучи отражаются от такой поверхности зеркально.

1478. Иногда классная доска отсвечивает. Почему это происходит? При каких условиях явление будет наблюдаться?

*Ответ:* Черная лакированная доска отражает зеркально, хотя и с небольшим коэффициентом отражения; коэффициент отражения возрастает по мере приближения угла падения к прямому.

1479. Почему хорошо видны фигуры, нарисованные на запотевшем оконном стекле?

*Ответ:* Запотевшее стекло рассеивает свет и кажется молочно-белым, а в тех местах, где стерты капельки воды, стекло видно либо темным (если фон темный), либо светлым (если фон светлый), либо зеркально блестящим.

Рис. 262

***S***

***S*1**

1480. Если белый лист бумаги расположить так, как показано на рисунке 262, то можно увидеть изображение Si источника света S. Если угол падения лучей значительно уменьшить, то изображения не получается. Объясните явление.

*Ответ:* Коэффициент отражения заметно возрастает по мере приближения угла падения к прямому.

1481. В летний солнечный день асфальтовое шоссе кажется блестящим, если смотреть на него вдаль. Почему?

*Ответ:* См. ответ к задаче 1480.

1482. Почему розыски подводных лодок или больших косяков рыбы удобно производить с самолета?

*Ответ:* При уменьшении угла падения лучей интенсивность отраженных от воды лучей, слепящих человека, уменьшается.

1483. С берега хорошо видно дно реки у берега, но не видно дна реки на ее середине, хотя глубина там может быть меньше, чем у берега. Почему?

*Ответ:* См. ответ к задаче 1482.

1484. Зимой, когда земля покрыта снегом, лунные ночи бывают светлее, чем летом. Почему?

1485. Неровности дороги днем видны хуже, чем ночью при освещении дороги фарами автомобиля. Почему?

*Ответ:* При освещении дороги фарами неровности дороги дают тени, хорошо заметные издали.

Сферические зеркала

1486. Существует легенда, что при защите Сиракуз от нападения римлян Архимед поджигал римские корабли солнечными лучами, наводя их на корабли при помощи зеркала. Впоследствии в Сиракузах был поставлен памятник, изображающий Архимеда с зеркалом, направленным в сторону моря. Зеркало это сделано в виде сегмента с радиусом кривизны меньше 1 *м* и с радиусом отверстия 30 *см.* Могло ли такое зеркало служить Архимеду для поджигания кораблей?

*Ответ:* Таким зеркалом можно было бы поджечь что-нибудь лишь на расстоянии около 50 *см*, так как главный фокус зеркала находится на расстоянии, равном половине радиуса кривизны.

1487. Куда нужно поместить электрическую дугу прожектора, чтобы им можно было осветить наиболее удаленные предметы?

1488. Лампочка в автомобильной фаре имеет две независимые нити накала. Нить накала, дающая так называемый дальний свет, и нить накала, дающая ближний свет. Чем отличаются световые пучки ближнего и дальнего света? Где помещены нити лампы?

*Ответ:* Пучок лучей ближнего света широкий и направлен вниз, так как нить смещена от фокуса немного вверх и расположена ближе к зеркалу.

1489. Постройте дальнейший ход луча *SA* (рис. 263). Центр кривизны зеркала находится в точке *С*.

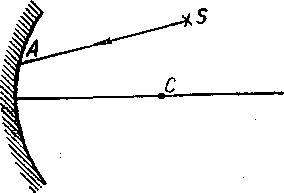


Рис. 263

1490. На вогнутое зеркало падает параллельный пучок лучей. Что представляется наблюдателю, если его глаз находится в фокусе зеркала?

*Ответ:* Вся поверхность зеркала кажется светящейся.

1491. Светящаяся точка перемещается по главной оси вогнутого зеркала из бесконечности до поверхности зеркала. На каком расстоянии от зеркала светящаяся точка совмещается со своим действительным изображением? На каком расстоянии от зеркала светящаяся точка совмещается со своим мнимым изображением?

*Ответ:* Светящаяся точка совмещается с действительным изображением на расстоянии радиуса от зеркала, с мнимым – на поверхности зеркала.

1492. Может ли изображение светящейся точки в вогнутом зеркале быть на оси между зеркалом и его главным фокусом? Решите тот же вопрос для выпуклого зеркала.

*Ответ:* Может, если светящаяся точка мнимая, т. е. на зеркало падает сходящийся пучок лучей.

Рис. 264

***A***

***A***

***A*1**

***A*1**

*а*

*б*

*М*

*М*

*М*

*М*

1493. На рисунке 264, *а, б* показаны положения оси *ММ* сферического зеркала, светящейся точки *А* и ее изображения *A*1. Найдите построением положения вершины зеркала и его центра для обоих случаев.

*Ответ:* Строим точку *А*2, симметричную точке *А*1(рис. 377, *а, б),* и проводим линии *АА*1и *АА*2*.* Пересечение этих линий с осью зеркала определяет положение

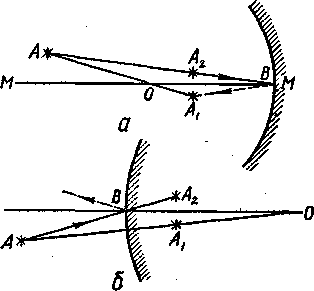


Рис. 377

вершины зеркала *В* и его центра *О.*

1494. Пламя свечи помещается на оси вогнутого зеркала так, что на экране получается увеличенное действительное изображение пламени. Как изменится изображение, если половину зеркала закрыть непрозрачным экраном?

*Ответ:* Изображение будет вдвое менее ярким.

1495. Вогнутое зеркало имеет форму полусферы. На каком расстоянии от зеркала надо поместить светящуюся точку, чтобы изображение ее получалось без сферической аберрации?

*Ответ:* На расстоянии, равном радиусу зеркала.

1496. В качестве зеркала, описанного в задаче 1456, лучше всего применять выпуклое зеркало. Почему?

*Ответ:* Выпуклое зеркало дает наибольшее поле зрения по сравнению с другими зеркалами.

1497. В глазу собеседника можно увидеть свое изображение в прямом и уменьшенном виде. Как возникает это изображение?

*Ответ:* Изображение возникает на поверхности роговицы глаза, как в выпуклом зеркале.

1498. После отражения от выпуклого зеркала лучи идут пучком, параллельным оси зеркала. Как направлены падающие лучи?

*Ответ:* Лучи падают пучком, сходящимся в направлении главного фокуса зеркала.

1499. Можно ли от выпуклого зеркала получить сходящийся пучок лучей?

1500. Если поверхность воды колеблется, то изображения предметов в воде принимают причудливые формы. Почему?

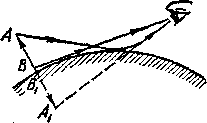
*Ответ:* Колеблющаяся поверхность воды представляет собой ряд вогнутых и выпуклых зеркал самой разнообразной формы, дающих разнообразные изображения.

Преломление света. Рассеяние

1501. В каком случае угол преломления луча равен углу падения?

*Ответ:* Если показатели преломления обеих сред одинаковы, а также когда луч перпендикулярен к поверхности раздела сред.

Рис. 378



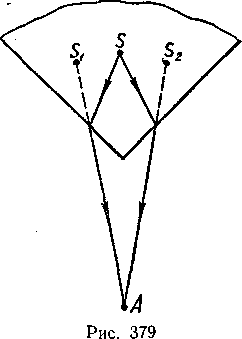
***О***

1502. Нарисуйте луч света, идущий от некоторой точки внутри воды в глаз наблюдателя, находящегося в воздухе.

*Ответ:* См. рисунок 378.

1503. Почему, находясь в лодке, трудно попасть копьем (острогой) в рыбу, плавающую невдалеке?

*Ответ:* Изображение рыбы в воде мнимое, приподнятое к поверхности. Поэтому целиться острогой следует так, чтобы между рыбой и острием был просвет.



1504. Любой водоем, дно которого хорошо видно, всегда кажется мельче, чем в действительности. Почему?

1505. Стеклянный аквариум с непрозрачными ребрами просматривается по направлению его диагонали. При этом наблюдается удвоение противоположного ребра. Удваивается также изображение рыбки, если она находится вблизи этого ребра. Объясните явление.

*Ответ:* В результате преломления лучей на гранях аквариума (рис. 379 – вид сверху) в глаз попадают два потока лучей.

1506. Почему изображение предмета в воде всегда менее ярко, чем сам предмет?

*Ответ:* На границе сред воздух – вода свет частично отражается, частично преломляется.

1507. Если поверхность воды не совсем спокойна, то предметы, лежащие на дне, кажутся колеблющимися. Объясните явление.

*Ответ:* Угол, под которым световые лучи от предметов падают на границу вода – воздух, постоянно изменяется. Вследствие этого меняется и угол преломления. Поэтому наблюдатель видит предметы в воде колеблющимися.

1508. Существуют организмы (личинка перистоусого комара и др.), которых в воде не видно из-за их прозрачности. Но глаза у таких существ-невидимок хорошо заметны в виде черных точек. Почему этих существ не видно в воде? Почему глаза у них непрозрачны? Останутся ли они невидимыми в воздухе?

*Ответ:* Показатель преломления тела насекомого близок к показателю преломления воды, а показатель преломления глаз отличен. Через прозрачные глаза свет проходил бы, не преломляясь, и на сетчатке не получались бы изображения. В воздухе личинки видны.

1509. Чем объяснить мерцание звезд?

*Ответ:* Конвекционные потоки различно нагретого воздуха вызывают колебание луча света, идущего от звезды.

1510. Религиозные люди утверждают, что лишь в день пасхи солнце при восходе «играет» (диск солнца колеблется, меняет свою форму и цвет). Как объяснить видимое колебание диска восходящего солнца?

*Ответ:* Весной почва в разных местах нагрета по-разному и воздух над этими местами имеет различную плотность, разный показатель преломления. Воздух вследствие конвекции движется, лучи света проходят через слои воздуха с меняющимся показателем преломления. Это вызывает колебание видимого диска солнца. «Игра» солнца наблюдается в любой день, когда возникает температурная, а следовательно, и оптическая неоднородность воздуха.

1511. Невидимые пары эфира в теневой проекции становятся видимыми. Почему?

1512. Чем ближе к поверхности Земли, тем больше оптическая плотность воздуха. Как скажется это на ходе луча, падающего в атмосферу Земли из космоса?

*Ответ:* Луч в атмосфере искривляется, видимое положение светила не совпадает с действительным положением светила (атмосферная рефракция).

1513. Как изменилось бы видимое расположение звезд на небе, если бы вдруг исчезла земная атмосфера?

*Ответ:* Видимое положение каждой звезды несколько сместилось бы в направлении от зенита. Звезды, которые видны вблизи линии горизонта, стали бы невидимыми.

1514. Почему Солнце и Луна у горизонта кажутся овальными?

*Ответ:* Вследствие атмосферной рефракции.

1515. Каким должен быть показатель преломления среды, на Границе которой наблюдается полное отражение луча, идущего из пустоты?

*Ответ:* Показатель преломления должен быть меньше единицы. Примерами могут служить некоторые металлы (золото, серебро).

1516. Шарик густо покрыт сажей и опущен в воду. Почему при освещении шарик кажется блестящим?

*Ответ:* Вследствие полного отражения света от слоя воздуха, образующегося между сажей и водой.

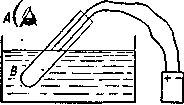


Рис. 265

1517. В пробирке, опущенной в воду (рис. 265), горит одноваттная электрическая лампочка. Увидит ли ее при дневном свете наблюдатель, смотрящий на пробирку в направлении *АВ*?

*Ответ:* Не увидит, так как поверхность пробирки будет казаться зеркальной.

1518. Если поместить свечу, стакан с водой и глаз так, как показано на рисунке 266, то увидим зеркальную границу воды и воздуха и в ней изображение *С* свечи. Если смотреть на воду сверху вдоль линии *ВА,* то свечи не увидим. Объясните явление.

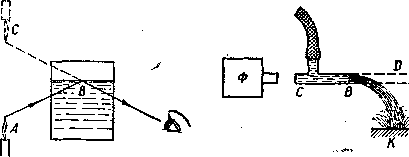


Рис. 266

*Ответ:* Лучи полностью отражаются на границе вода – воздух.

1519. В знойное время в пустыне наблюдается мираж: появляется двойное изображение предметов – прямое (сверху) и перевернутое (снизу). Как объяснить это явление? Почему над морем мираж выглядит иначе – сверху наблюдается перевернутое изображение предмета, а снизу – прямое?

*Ответ:* Когда солнце сильно нагревает землю, нижний слой воздуха становится менее плотным, чем верхние. Лучи, идущие вниз от верхних слоев воздуха и составляющие с вертикалью углы, большие предельного, отражаются кверху. Поэтому наблюдатель видит прямое изображение предмета, созданное лучами, идущими параллельно горизонту, и обратное – отраженными лучами (рис. 380). Над морем мираж наблюдается вследствие отражения лучей от верхних слоев воздуха.

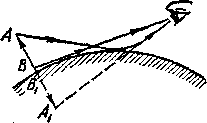


Рис. 380

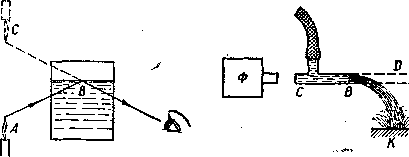


Рис. 267

1520. Если из трубки *СВ* (рис. 267) не вытекает вода, то свет от фонаря *Ф* наблюдается на экране в точке *D.* Если через трубку пропустить струю воды, то луч *BD* исчезает, а место падения струи оказывается освещено. Объясните явление.

*Ответ:* Струя воды, вытекающая из трубки, имеет форму параболы. Луч касается вершины параболы и падает на границу вода – воздух под углом, большим предельного. В результате он испытывает полное отражение и снова падает на поверхность струи под углом, большим предельного. Многократные полные отражения луча внутри струи приводят к тому, что луч выходит из струи лишь в месте ее падения, т. е. в точке *К.*

1521. Почему в затемненной комнате струя воды (рис. 267) видна, хотя свет из нее не должен бы выходить? Почему видимость струи улучшается, если в воду подмешать зубного порошка?

*Ответ:* Течение струи турбулентное, вследствие этого в некоторых ее местах луч падает на поверхность под углом, меньшим предельного. Зубной порошок в струе рассеивает свет, поэтому струя видна лучше.

1522. В средних широтах после заката солнца темнеет не сразу, а наступают сумерки. Почему?

*Ответ:* Солнце, находясь за горизонтом, освещает атмосферу. Воздух рассеивает лучи и создает сумеречный свет.

1523. Почему днем не видно звезд?

*Ответ:* Рассеянный атмосферой солнечный свет значительно ярче света звезд, поэтому звезды не видны.

1524. Почему на горизонте звезды менее ярки?

*Ответ:* Свет от этих звезд проходит в атмосфере больший путь, чем свет от звезд, расположенных вблизи зенита, и больше рассеивается.

1525. Почва, бумага, дерево, песок кажутся более темными, если они смочены. Почему?

*Ответ:* У сухого материала поверхность шероховата. Поэтому отраженный свет оказывается рассеянным. Если материал смочить, то шероховатость уменьшится. Кроме того, в тонкой пленке воды свет испытывает многократное полное отражение и поглощается.

1526. Через тонкую белую бумагу можно ясно прочесть чертеж, если бумагу плотно прижать к чертежу. Если эта бумага удалена от чертежа хотя бы на расстояние 1 *см,* то прочесть чертеж нельзя. Почему?

*Ответ:* Когда бумага плотно наложена на чертеж, разные ее участки «испускают» по всем направлениям различные световые потоки. Поэтому чертеж виден. Если бумагу удалить от чертежа, то вследствие того, что свет от чертежа идет рассеянный, любое место ее будет освещено примерно одинаково, и чертеж не будет виден.

1527. Для освещения комнаты лучше употреблять электрическую лампочку с матовым баллоном. Почему?

*Ответ:* Матовый баллон, не изменяя величины светового истока, уменьшает яркость нити накала лампочки.

Ход луча через пластинку с параллельными гранями и через призму

1528. При каком угле падения луч света, проходя в плоскопараллельной пластинке, не смещается?

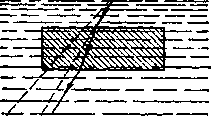


Рис. 381

*Ответ:* При угле, равном 0°.

1529. В воде находится горизонтально расположенная стеклянная пластинка. Начертите ход луча, идущего из воздуха через воду и пластинку.

*Ответ:* См. рисунок 381.

1530. Предметы, наблюдаемые через оконное стекло, иногда кажутся искривленными. Почему?

*Ответ:* Оптическая плотность и толщина стекла в разных местах различны, это создает видимые смещения частей предметов.

1531. В зеркале из толстого стекла видно одно яркое и несколько бледных изображений свечи. Почему?

*Ответ:* Изображение свечи получается при отражении лучей света от задней (посеребренной) и от передней граней стекла. Кроме того, многократное отражение от обеих граней лучей, идущих внутри стекла, создает ряд дополнительных изображений свечи.

1532. Параллельные монохроматические лучи падают на треугольную призму. Останутся ли они параллельными, если пройдут сквозь призму?

*Ответ:* Лучи останутся параллельными.

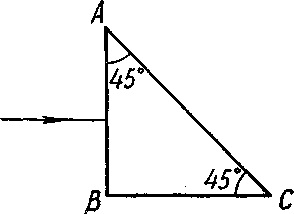


Рис. 268

1533. Начертите ход луча в стеклянной призме (рис. 268). Луч падает перпендикулярно грани *АВ.*

*Ответ:* На грани *АС* луч испытывает полное отражение.

1534. Внутри стекла находится воздушная полость, имеющая форму треугольной призмы. Начертите ход луча через такую призму, если в стекле он направлен параллельно одной из ее граней.

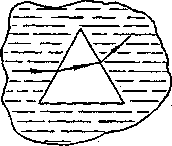


Рис. 382

*Ответ:* См. рисунок 382.

1535. Можно ли использовать смежные грани стеклянного кубика в качестве треугольной призмы?

*Ответ:* Нельзя, так как луч не может пройти через призму, преломляющий угол которой больше двойного предельного угла.

***A*1**

***B***

***A***

***C***

***D***

***D*1**

***С*1**

***В*1**

Рис. 269

1536. Рассмотрите стеклянный куб (можно использовать соответствующей формы стеклянную чернильницу) в направлении *D*1*B* (рис. 269).

а) Почему ребро *АВ* кажется примерно вдвое короче ребра *DC?*

б) Почему грани *AА*1*В*1*B*, *ВВ*1*С*1*С* и *ABCD* блестят?

в) Почему не виден карандаш,  
помещенный за гранью *AА*1*В*1*B,*если смотреть через грань *AА*1*D*1*D*?

*Ответ:* а) Изображением отрезка *АВ* служит отрезок *AВ*2 (рис. 383); б) на этих гранях свет испытывает полное отражение; в) свет от карандаша *К* не пройдет через грань *AА*1*D*1*D*, так как полностью отражается этой гранью.

Рис. 383

***A***

***К***

***B***

***В*2**

Изображения в линзах

1537. Если куску льда придать форму выпуклого стекла, то посредством его можно в ясный зимний день зажечь спичку. Почему?

1538. В комнате, освещенной электрической лампой, надо определить какая из двух собирающих линз имеет большую оптическую силу? Как это сделать?

*Ответ:* Надо получить на стене резкое изображение нити лампы. Та линза, которая при этом будет расположена ближе к стене, имеет большую оптическую силу.

1539. Как изменится фокусное расстояние линзы, если температура ее повысится?

*Ответ:* Фокусное расстояние увеличится от увеличения радиусов кривизны и от уменьшения показателя преломления.

1540. Как изменится главное фокусное расстояние линзы в бензоле, имеющем такой же показатель преломления, что и стекло линзы?

*Ответ:* Главное фокусное расстояние линзы будет бесконечно большое.

1541. Из двух часовых стекол склеили «выпуклую линзу». Как будет действовать эта линза на пучок лучей в воде?

*Ответ:* Как рассеивающая линза.

1542. С помощью толстой линзы на экране получено изображение светящейся точки в виде светлого пятнышка – результат сферической аберрации. Чтобы уменьшить аберрацию, применена круглая диафрагма, а) Куда надо переместить экран, чтобы получить резкое изображение точки? б) Куда надо переместить экран, если будет закрыта центральная часть линзы?

*Ответ:* а) Дальше от линзы; б) ближе к линзе.

1543. Имеются собирающая и рассеивающая линзы. Каким образом, не измеряя фокусных расстояний, можно сравнить оптические силы линз?

*Ответ:* Надо положить одну линзу на другую так, чтобы совпали главные оптические оси. Если система линз будет собирать лучи, то оптическая сила собирающей линзы больше, чем рассеивающей; если система линз будет рассеивать лучи, то оптическая сила собирающей линзы меньше, чем рассеивающей. Оптические силы линз одинаковы, если система будет преломлять лучи как плоскопараллельная пластинка.

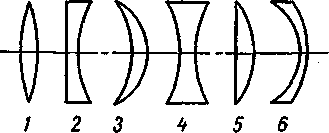


Рис. 270

1544. Укажите, которые из линз, изображенные на рисунке 270, непригодны для получения действительных изображений предметов.

*Ответ:* Вторая, четвертая, шестая.

1545. Линза дает на экране изображение пламени свечи. Изменится ли величина изображения на экране, если линзу заменить тонкой непрозрачной пластинкой с малым отверстием? Сделайте соответствующий чертеж.

*Ответ:* Величина изображения не изменится.

1546. Какова роль экрана при наблюдении действительного изображения, полученного с помощью линзы или зеркала?

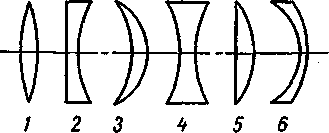
*Ответ:* Без экрана изображение можно видеть лишь из ограниченной части пространства, в пределах которой распространяются лучи от изображения. Экран, диффузно отражая свет, позволяет значительно расширить границы видимости изображения.

1547. Почему в тонкостенном стакане с водой ложечка кажется увеличенной?

*Ответ:* Вода в стакане играет роль цилиндрической собирающей линзы.

1548. Как построить изображение светящейся точки, находящейся на главной оптической оси линзы?

*Ответ:* Необходимо провести вспомогательную побочную оптическую ось и рассматривать данную точку как находящуюся вне проведенной оптической оси.



***A***

***B***

***F***

***F***

***2F***

***2F***

Рис. 271

1549. Пересекутся ли после прохождения линзы лучи, исходящие из точки *А*? из точки *В* (рис. 271)? Начертите ход лучей.

*Ответ:* Лучи, исходящие из точки *А,* пересекутся, исходящие из точки *В –* нет.

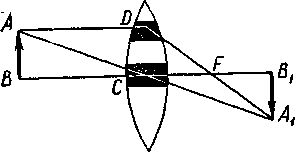
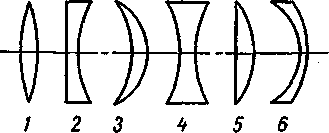


Рис. 272

1550. Получится ли изображение предмета *АВ* (рис. 272), если в линзе места *С* и *D* непрозрачны?

*Ответ:* Изображение получится, только оно будет менее ярким.

1551. Как построить изображение предмета *АВ* (рис. 273)?



***A***

***B***

***F***

***F***

***2F***

***2F***

Рис. 273

*Ответ:* Надо построить изображения точек *А* и *В*. Получившиеся точки *А*1и *В*1 соединить прямой.

1552. Как построить в линзе изображение отрезка, наклоненного к главной оптической оси под углом 45°?

*Ответ:* Следует построить изображения нескольких точек, лежащих на отрезке, и соединить найденные точки сплошной линией.

1553. От светящихся букв, составляющих слово *«СОН»,* получено действительное изображение с помощью двояковыпуклой линзы. Нарисуйте это изображение.

1554. Как построить изображение предмета, если он значительно больше линзы?

1555. На каком расстоянии надо поместить предмет перед собирающей линзой, чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим?

*Ответ:* На расстоянии, равном удвоенному фокусному расстоянию.

1556. На рисунке 264, *а, б* (задача 1493) показаны положения оптической оси *ММ* тонкой линзы, светящейся точки *А* и ее изображения *А*1.Найдите построением положения центра линзы и ее фокуса для обоих случаев.

*Ответ:* Проводим линию *А А*1(рис. 384, а, б). Пересечение ее с осью *ММ* дает точку *С* – оптический центр линзы. Проводим линию *АВ* параллельно оси *ММ.* Пересечение ее с изображением линзы даст точку *В.* Проводим линию *BА*1пересечение которой с *ММ* определяет положение фокуса.

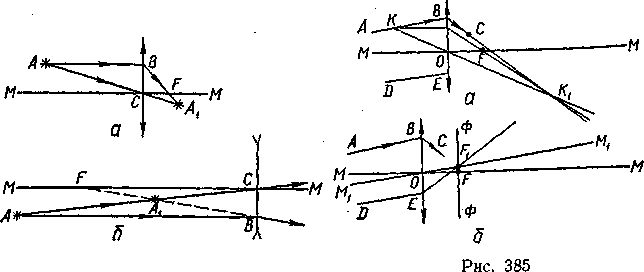


Рис. 384

Рис. 274

*М*

*М*

*L*

*0*

*E*

*A*

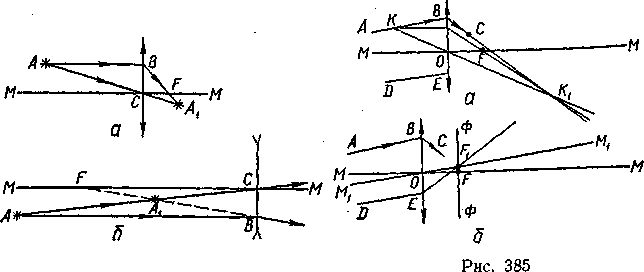
*B*

*C*

*D*

1557. На рисунке 274 показано положение оптической оси *ММ* тонкой линзы *L* и ход луча *ABC.* Точка *О –* оптический центр линзы, а) Найдите построением положение главных фокусов линзы, б) Найдите построением ход произвольного луча *DE.*

*Ответ:* а) Берем произвольную точку *К* на луче *АВ* (рис. 385, *а*) и находим ее изображение *К*1*.* Для этого продолжим луч *ВС* до пересечения его с оптической осью *КО.* Из точки *К* проводим также луч, параллельный главной оптической оси. Этот луч после преломления проходит через точку *К*1*.* Пересечение луча с главной оптической осью дает местоположение главного фокуса *F;* б) через точку *F* проводим фокальную плоскость *ФФ* и побочную оптическую ось *М*1*М*1параллельную лучу *DE* (рис. 385, *б*). Получаем побочный фокус *F*1,через который должен пройти луч *DE.*



1558. Даны точки *А* и *А*1на оси линз неизвестной формы (рис. 275). Определите вид линз (собирающая или рассеивающая).

Рис. 275

*L*1

*A*

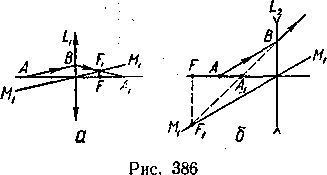
*A*1

*L*2

*A*

*A*1

*Ответ:* Из основных свойств линз следует, что линза *L*1 собирающая, линза *L*2 рассеивающая. Главный фокус *F* определяется при помощи побочной оси *М*1*М*1 (рис. 386), где *АВ* – произвольный луч, падающий из точки *А* на линзу.



1559. Даны положения точки *А*1 и фокуса *F* на главной оси собирающей линзы (рис. 276). Определите положение точки *А*, сопряженной точке *А*1*.*

*Ответ:* Задача имеет два решения, так как точка *А*1может быть действительной или мнимой. В первом случае сопряженную точку находим, воспользовавшись принципом обратимости луча. Во втором случае предполагаем, что искомая точка *А* лежит на оси. Проведем произвольный луч *А*1*BС* из *А*1 (рис. 387), а затем обычным способом определим ход луча *АВ* до линзы с помощью побочной оптической оси. Точка пересечения *F*1*В* с главной осью и является искомой точкой *А.*

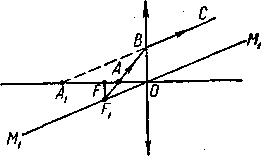


Рис. 387

Рис. 276

*F*

*A*1

1560. Как должна быть расположена лампочка в карманном фонаре относительно главных фокусов собирающей линзы и вогнутого зеркала, чтобы фонарь давал параллельный пучок лучей?

*Ответ:* Лампочка должна находиться в оптическом центре зеркала и одновременно в главном фокусе линзы.

1561. Постройте изображение предмета в оптической системе, состоящей из собирающей линзы и плоского зеркала, расположенного в фокальной плоскости линзы. Предмет находится перед линзой между фокусом и двойным фокусным расстоянием линзы.

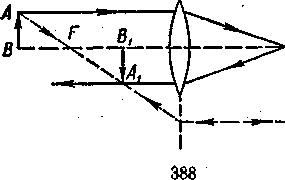


Рис.

***F***

*Ответ:* Изображение *А*1*В*1будет действительным и расположено между линзой и ее фокусом (рис. 388).

1562. Между глазом и двояковыпуклой (толстой) линзой расположим светящийся предмет. Увидим два изображения предмета – одно за линзой (уменьшенное и прямое), другое перед линзой. Объясните происхождение обоих изображений.

*Ответ:* Первое изображение образуют лучи, отразившиеся от передней поверхности стекла, как от выпуклого зеркала, второе – лучи, проникшие в стекло и отразившиеся от задней его поверхности, как от вогнутого зеркала.

1563. Двояковыпуклая линза составлена из двух одинаковых половин. Через линзу рассматривают квадрат, центр которого лежит на главной оси линзы и глаза. Линия разреза линзы параллельна стороне квадрата. Как изменится изображение, если сместить половины линзы так, чтобы между ними образовалась щель? Как изменится изображение, если одну половину линзы приблизить к глазу?

*Ответ:* В первом случае изображение примет форму прямоугольника. Стороны квадрата, параллельные линии разреза линзы, останутся неизменными, две другие – сократят свои размеры. Во втором случае изображение дает два неравных прямоугольника. В ближней к глазу половине линзы прямоугольник имеет большие размеры.

Оптика глаза

1564. В книге Э. Распе «Приключения барона Мюнхаузена» есть такое место: «...Вдруг мне пришла в голову блестящая мысль. Изо всей силы я ударил себя кулаком по правому глазу. Из глаза, конечно, так и посыпались искры, и порох в то же мгновение вспыхнул». Какой физический смысл имеет выражение: «Из глаз посыпались искры»?

*Ответ:* При любом раздражении зрительного нерва возникает ощущение света.

1565. Может ли на сетчатке невооруженного глаза образоваться изображение предмета, равное по величине самому предмету?

*Ответ:* Не может.

1566. В рассказе В. Одоевского «Городок в табакерке» есть такое место: «Тут Миша заметил, что над ними был свод... Перед ними был другой свод, только поменьше; потом третий, еще меньше; четвертый, еще меньше и так все другие своды, чем дальше, тем меньше...» Почему одинаковые по размерам своды казались мальчику неодинаковыми?

*Ответ:* Чем дальше находится предмет от наблюдателя, тем под меньшим углом зрения рассматривает его глаз, тем меньшим он представляется.

1567. Когда оптическая сила глаза больше: при рассматривании близких или далеких предметов?

*Ответ:* При рассматривании близких предметов.

1568. Близорукий глаз может различать более мелкие детали (например, читать более мелкий шрифт), чем нормальный глаз. Почему?

*Ответ:* Близорукий глаз видит близкие предметы под большим углом зрения, чем нормальный глаз.

1569. Чтобы лучше видеть, близорукие люди щурят глаза. Как это объяснить?

*Ответ:* При «диафрагмировании» изображение делается более резким.

1570. Очки имеют оптическую силу +1,5 диоптрии. Какие линзы в этих очках? Какой дефект зрения исправляют эти очки?

*Ответ:* Линзы собирающие. Дальнозоркость.

1571. Рассматривая предмет через лупу, глаз лучше располагать ближе к лупе. Почему?

*Ответ:* С удалением глаза от лупы уменьшается поле зрения.

1572. В каких случаях имеет смысл применять лупу?

*Ответ:* Если предмет может быть на расстоянии, меньшем расстояния наилучшего зрения.

1573. Два наблюдателя – один близорукий, другой дальнозоркий – рассматривают предмет при помощи одинаковых луп. Которому из наблюдателей, приходится помещать предмет ближе к лупе, если расстояние от лупы до глаза у обоих наблюдателей одинаково?

*Ответ:* Близорукому.

1574. Почему нелегко вдеть нитку в иголку, если смотреть одним глазом?

*Ответ:* Зрение одним глазом не обеспечивает правильной оценки расстояний.

1575. Почему в воде мы видим окружающие предметы весьма неясно?

*Ответ:* При переходе из воды в глаз лучи мало преломляются и не могут дать резкого изображения на сетчатке.

1576. Почему хрусталик рыбьего глаза имеет почти сферическую форму?

*Ответ:* Относительный показатель преломления хрусталика рыбьего глаза, находящегося в воде, невелик. Поэтому увеличение оптической силы хрусталика достигается большой кривизной его поверхности.

1577. Чтобы яснее видеть под водой, пловец надевает двояковыпуклые очки из сильно преломляющего стекла (*п* = 1,96). Почему не нужны такие очки пловцу, на лицо которого надета герметическая маска с плоским стеклом?

*Ответ:* Линзы очков увеличивают оптическую силу глаза, находящегося в воде. Если глаза пловца закрывает герметическая маска, то очки не нужны, так как глаза находятся не в воде, а в воздухе.

1578. Зачем световые сигналы часто делают мигающими (например, у маяков)?

*Ответ:* Во-первых, чтобы выделить их среди других сигналов. Во-вторых, чтобы меньше утомлять глаза: свет, непрерывно падающий на одно и то же место сетчатки, уменьшает ее чувствительность.

1579. Зачем водители при встрече машин выключают фары?

*Ответ:* Чтобы не ослеплять водителей встречных машин.

1580. В темноте при быстром движении раскаленного уголька видна красная светящаяся полоса. Как это объяснить?

*Ответ:* Глаз способен сохранять некоторое время зрительное впечатление.

1581. Ночью при свете молнии движущиеся тела кажутся остановившимися. Почему?

*Ответ:* Свет молнии так краток, что движущиеся предметы не успевают сместиться настолько, чтобы глаз заметил это смещение.

1582. В туман лампа на фонарном столбе кажется висящей выше, чем обычно. Почему?

*Ответ:* Обман зрения. Все предметы, которые видны неясно, человек представляет расположенными далеко. Так как угол зрения для фонарной лампы относительно велик, человек мысленно увеличивает размеры лампы и считает лампу висящей высоко.

1583. Почему лунный серп кажется имеющим больший поперечник, чем видимый одновременно с ним пепельно-серый диск Луны?

*Ответ:* Явление объясняется иррадиацией: раздражение, если оно достаточно

сильное (от светлого и яркого предмета), распространяется по сетчатке и на соседние ее участки. Поэтому белые предметы кажутся всегда большими, чем их истинные размеры.

1584. Почему ночью источник света кажется ближе, чем он находится от нас в действительности?

*Ответ:* Вследствие иррадиации источник света представляется больших размеров, чем это есть в действительности. Поэтому он будет казаться ближе расположенным.

1585. Как объяснить прием, применяемый в живописи: предметы, которые должны нам казаться далекими, изображаются размытыми, без четких контуров и более бледными, чем близлежащие предметы?

*Ответ:* См. ответ к задаче 1582.

1586. Солнечные лучи, пробивающиеся сквозь тучи, представляются радиально расходящимися во все стороны. Между тем солнечные лучи, падающие на Землю, параллельны. Как объяснить такое противоречие?

*Ответ:* Расхождение лучей объясняется перспективным эффектом схождения удаляющихся параллельных прямых.

1587. Если слегка нажать пальцем на глаз, увидим удвоенное изображение предметов. Почему?

*Ответ:* В двух глазах получаются два изображения, которые воспринимаются головным мозгом как одно лишь тогда, когда они лежат в идентичных точках сетчаток глаз.

Оптические приборы

1588. Фотограф, желая уменьшить светосилу аппарата, закрыл во время съемки часть объектива картоном. Как это отразилось на негативе?

*Ответ:* Изображение стало менее ярким.

1589. а) Как надо изменить расстояние от объектива фотоаппарата до фотопленки при уменьшении расстояния от объекта до объектива? б) Как надо изменить отверстие диафрагмы, чтобы одновременно с изображением снимаемого человека отчетливо вышли изображения далеких деревьев?

*Ответ:* а) Увеличить; б) уменьшить.

1590. Можно ли устроить фотографический аппарат без объектива?

*Ответ:* Вместо объектива можно сделать маленькое отверстие, как в простейшей камере-обскуре.

1591. Почему без дополнительных линз аппаратами «ФЭД», «Любитель», «Турист» нельзя получить снимок в натуральную величину с предмета, размеры которого чуть меньше размеров фотопленки? Почему это можно сделать аппаратом «Фотокор»?

*Ответ:* В аппаратах «ФЭД», «Любитель», «Турист» нельзя пленку удалить от объектива на расстояние, равное удвоенному фокусному расстоянию, а в аппарате «Фотокор» – можно.

1592. Световые лучи от киноаппарата падают на экран, отражаются и попадают в глаза зрителей. Какое это отражение – зеркальное или рассеянное? Можно ли вместо белого полотна (экрана) использовать плоское зеркало?

*Ответ:* Отражение рассеянное. Зеркало использовать нельзя, так как зритель не увидел бы изображения.

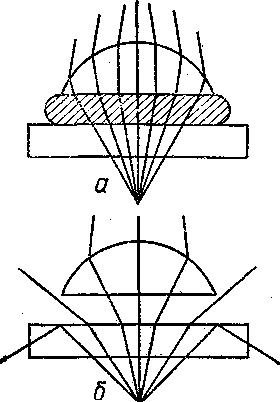
1593. Почему с увеличением изображения его освещенность уменьшается?

*Ответ:* Прежний световой поток распределяется на большую площадь.

1594. В микроскопах с большим увеличением в пространство между объективом и покровным стеклом вводят кедровое масло, имеющее показатель преломления такой же, как и у покровного стекла. Для чего это делается?

*Ответ:* Чтобы увеличить освещенность поля зрения; ход лучей в микроскопе с каплей кедрового масла дан на рисунке 389, *а. без* капли – на рисунке 389,6.

Рис. 389



1595. Наблюдатель с нормальным зрением установил микроскоп на ясное видение предмета. Что должен будет сделать близорукий наблюдатель, чтобы в этот микроскоп ясно увидеть предмете: опустить тубус микроскопа или поднять его?

*Ответ:* Поднять.

1596. В очках или без очков должны смотреть в микроскоп люди, имеющие дефект зрения?

*Ответ:* Возможны оба варианта.

1597. Как нужно расположить две собирающие линзы, чтобы параллельные лучи, пройдя обе линзы, остались параллельными?

1598. Как надо расположить собирающую и рассеивающую линзы, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, остались параллельными? При всяких ли линзах возможно решение этой задачи?

*Ответ:* Линзы надо расположить так, чтобы совпали их главные фокусы. Решение невозможно, если фокусное расстояние собирающей линзы меньше фокусного расстояния рассеивающей.

1599. В любой телескоп звезды видны как светящиеся точки. В чем же преимущество наблюдения звезд в телескопы перед наблюдением невооруженным глазом?

*Ответ:* Увеличивается яркость точечного изображения звезды, так как в объектив телескопа попадает больший световой поток, чем в зрачок невооруженного глаза

1600. Почему в телескоп можно днем видеть яркие звезды?

*Ответ:* Яркость звезд увеличивается (см. ответ к задаче 1599), а яркость неба не возрастает (с увеличением светового потока увеличиваются и размеры изображения участка неба). Поэтому звезды становятся видимыми.

1601. Во время полнолуния большие темные пятна на Луне видны в верхней части ее диска. Почему же на картах Луны эти пятна расположены внизу лунного диска?

*Ответ:* Луна на картах изображается так, как она видна в телескоп.

1602. Можно ли в телескоп увидеть муху, севшую на его объектив?

1603. Как надо перестроить оптику телескопа (микроскопа), чтобы можно было фотографировать наблюдаемое?

*Ответ:* В простейшем случае для этого достаточно выдвинуть окуляр настолько, чтобы получилось действительное изображение объекта.

30. ИЗЛУЧЕНИЕ И СПЕКТРЫ

Дисперсия света

1604. В стакан с тонкими стенками налейте немного воды. Наклоните стакан и сквозь воду (смотрите внутрь стакана перпендикулярно дну) наблюдайте иголку, положенную на кусок черной бумаги. Почему видна при этом радужная полоса?

*Ответ:* Вода, ограниченная плоским дном стакана и горизонтальной поверхностью, заполняет двугранный угол. Поэтому свет, проходя через воду, диспергирует.

1605. В опыте по разложению света в качестве источника света берется узкая светящаяся щель. Почему?

*Ответ:* Чтобы получившиеся цветные полосы не накладывались друг на друга.

1606. Почему при рассматривании предмета через призму вокруг него виден радужный ободок?

*Ответ:* Призма дает большое число монохроматических изображений предмета, сдвинутых относительно друг друга. Вследствие их наложения в средней части предмета глаз воспринимает сумму всех цветов, а по краям предмета суммируются не все цвета: с одной стороны видна голубовато-фиолетовая полоса, а с другой – оранжево-красная.

1607. На экране получен непрерывный спектр от узкой щели при помощи призмы. Как будет меняться спектр, если ширину щели постепенно увеличивать?

*Ответ:* Сначала исчезнет ряд цветов (останутся красный, оранжевый, зеленый, фиолетовый). Затем в средней, части появится белая полоса, ширина которой будет увеличиваться. Наконец получится белая полоса с цветной окантовкой (с одной стороны синий, с другой – оранжево-красный цвет).

1608. Наблюдатель рассматривает сквозь стеклянную призму черную черту на белой бумаге. Что видит наблюдатель?

*Ответ:* Спектральную полосу.

1609. Наблюдатель смотрит через треугольную призму на квадрат, нарисованный черными линиями на белой стене. Преломляющее ребро призмы параллельно горизонтальным сторонам квадрата. Почему наблюдатель видит спектр от горизонтальных сторон квадрата и не видит его от вертикальных? Как располагаются цвета спектра по отношению к горизонтальным сторонам квадрата? Почему поле между сторонами квадрата кажется наблюдателю неокрашенным?

*Ответ:* Разделим наблюдаемое поле на узкие горизонтальные полоски. Свет от каждой полоски разлагается призмой в спектр. Спектры от полосок накладываются друг на друга, и пространство между горизонтальными сторонами квадрата кажется неокрашенным. В непосредственной близости от горизонтальных сторон квадрата наложение и смещение цветов не полное, и там наблюдается спектр. Цвета располагаются: у верхней стороны квадрата – красный, оранжевый, желтый, у нижней стороны – голубой, синий, фиолетовый. Около вертикальных сторон квадрата спектр не наблюдается потому, что лучи в горизонтальном направлении не отклоняются.

1610. Узкая фиолетовая полоска продолжена красной. Что видит наблюдатель, смотрящий на полоски через стеклянную призму, если преломляющее ребро призмы параллельно полоскам?

*Ответ:* Обе полоски окажутся смещенными, причем фиолетовая смещена больше красной.

1611. Луч света, преломляясь, переходит из стекла в воздух. Как расположатся преломленные лучи различных цветов относительно перпендикуляра к границе сред в точке преломления луча?

*Ответ:* Ближе к перпендикуляру расположится красный луч, дальше остальных – фиолетовый.

1612. Почему призма полного отражения дает неокрашенные изображения?

*Ответ:* В призме полного отражения (рис. 390) отраженный луч *DO'* падает на грань *ВС* под тем же углом *i',* под которым луч, вошедший в призму, преломляется (∠*i'*= ∠*r*)- Поэтому ∠*r' = ∠ i* для всех лучей, т. е. лучи различного цвета выходят параллельным пучком. Кроме того, если луч падает на грань *АВ* в пределах угла *AON'*, то в точке *D* обеспечено полное отражение (для стекла с *п =* 1,5), следовательно, невозможно и относительное изменение яркости составных частей белого пучка.

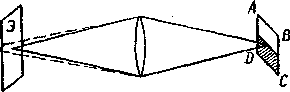
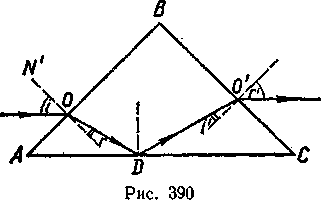


Рис. 277

1613. Линза дает изображение прямоугольника *ABCD* (рис. 277). Одна половина прямоугольника выкрашена в красный цвет, другая – в синий. Почему не удается найти такое положение экрана *Э,* чтобы на нем было одновременно резкое изображение обеих половин прямоугольника?

*Ответ:* Изображение синей половины прямоугольника получается ближе к линзе, чем изображение красной половины.

1614. При фотографировании предварительно получают на матовом стекле отчетливое изображение снимаемых предметов. Затем на место матового стекла ставят пластинку, светочувствительный слой которой помещают несколько ближе к объективу, чем была поверхность матового стекла. Почему?

*Ответ:* Фотографическая пластинка наиболее чувствительна к фиолетово-синим лучам, которые сильнее преломляются в линзах, чем лучи желто-зеленые, наиболее воспринимаемые глазом.

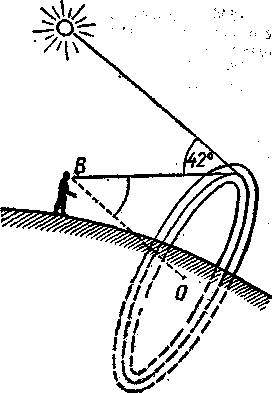


Рис. 391

1615. Почему радуга имеет форму дуги?

*Ответ:* Радуга возникает вследствие полного отражения и дисперсии лучей в дождевых каплях. При этом цветные лучи рассеиваются с наибольшей интенсивностью в направлении, образующем угол около 42° с направлением солнечных лучей (рис. 391). Геометрическое место точек, дающих лучи, направленные под углом 42° к линии OS, представляет дугу окружности.

1616. Можно ли в полдень 22 июня увидеть радугу в Москве?

*Ответ:* Радуга видна лишь тогда, когда высота Солнца над горизонтом не превышает 42°. Высота же полуденного Солнца 22 июня на широте Москвы равна 57,5°.

1617. Можно ли увидеть радугу, находясь у одного ее конца?

*Ответ:* Нельзя. Глаз наблюдателя всегда находится в плоскости, проходящей через центр радуги и центр солнечного диска (рис. 391).

1618. В какой части неба может появиться радуга ранним утром?

*Ответ:* В западной.

1619. Когда радуга бывает выше: в 4 или в 5 ч пополудни?

*Ответ:* В 5 ч, так как, чем ниже опускается Солнце, тем выше поднимается точка *О* (рис. 391). Следовательно, радуга все большей дугой поднимается над горизонтом, а при заходе Солнца она становится полукруглой.

1620. В рассказе А. И. Куприна «Черная молния» написано: «Глубокой зимою, в день ужасного мессинского землетрясения, утром... часов в десять-одиннадцать на совершенно безоблачном небе вдруг расцвела радуга. Она обоими концами касалась горизонта, была необыкновенно ярка и имела в ширину градусов сорок пять, а в высоту двадцать – двадцать пять. Под ней, такой же аркой, изгибалась другая радуга, но несколько слабее цветом, а дальше третья, четвертая, пятая, и все бледнее и бледнее — какой-то сказочный семицветный коридор. Это продолжалось минут пятнадцать. Потом радуги растаяли, набежали... тучи и повалил сплошной снежище». Возможно ли описанное явление?

*Ответ:* Описанное явление возможно. «Когда бы радуга ни возникала, она всегда образуется игрой света на каплях воды. Обычно это дождевые капли, изредка – мелкие капли тумана. Если вы когда-нибудь услышите, что кто-то видел радугу в падающем снеге или на совершенно чистом небе, будьте уверены, что снег был полурастаявшим или радуга была видна на том моросящем дожде, который временами идет без всяких туч» (М. Мин нарт. Свет и цвет в природе. М., «Наука», 1969, стр. 181.).Возникает сомнение относительно расположения радуг второго, третьего и высших порядков. Для радуги второго порядка теория дает угол 51°, т. е. эта радуга должна быть вне первой яркой радуги, а не внутри ее.

1621. Как искусственным путем получить радугу?

1622. Длина волны красного света в воде равна длине волны зеленого света в воздухе. Какой цвет увидит человек под водой, если вода освещена красным светом?

*Ответ:* Красный, так как при переходе из одной среды в другую частота света не изменяется, а она и определяет цвет лучей.

Коэффициенты излучения и поглощения

1623. Если черный предмет поглощает падающие на него лучи, то почему он виден?

*Ответ:* Черный предмет виден как контраст со светлыми предметами.

1624. С какой целью внутренние стенки оптических инструментов покрывают черной краской?

*Ответ:* Чтобы поглощать «боковые» лучи, идущие от посторонних источников света.

1625. Какого цвета бумага (синяя, красная, черная) скорее зажигается солнечными лучами, собранными при помощи вогнутого зеркала или линзы?

*Ответ:* Черная, так как она поглощает все падающие на нее лучи.

1626. Почему грязный снег скорее тает, чем чистый?

*Ответ:* Коэффициент поглощения лучей у грязного снега больше, чем у чистого.

1627. Спектр белого света проецируется на совершенно черную матовую поверхность. Будет ли виден спектр?

1628. Почему зрачок кажется черным?

1629. Почему не видно лица человека, закрывшегося частой сеткой, хотя сам человек через сетку видит хорошо?

1630. Лопасти винта самолета со стороны, обращенной к кабине летчика, окрашивают в черный цвет. Почему?

*Ответ:* Белый винт, отражая солнечные лучи, ослеплял бы летчика.

1631. Лучи света падают на непрозрачное тело и поглощаются этим телом. Исчезает ли энергия этих лучей?

*Ответ:* Энергия лучей превращается чаще всего во внутреннюю энергию тела (тело нагревается).

1632. Почему темные печи быстрее нагревают комнату, чем белые?

*Ответ:* Темные поверхности лучше излучают инфракрасные лучи, чем белые.

1633. Пожарники носят на голове металлические блестящие каски. Чем это вызвано?

*Ответ:* Каски служат для защиты от механических воздействий во время пожара, а также для защиты от интенсивного инфракрасного излучения.

1634. С какой целью наружную поверхность кипятильника «Титан» никелируют?

*Ответ:* Никелированная поверхность уменьшает инфракрасное излучение. Экономичность кипятильника возрастает.

1635. Почему корабль, отправляющийся в тропические страны, обычно окрашивают в светлый тон?

*Ответ:* Чтобы поверхность его не сильно нагревалась лучами тропического солнца.

1636. Если радиометр Крукса несколько минут действовал на прямом солнечном свету, то после удаления его в тень мельничка начинает вращаться в обратном направлении. Почему?

*Ответ:* Зачерненные поверхности крыльев начинают излучать так быстро, что охлаждаются ниже температуры блестящих поверхностей; физические условия становятся противоположными начальным; мельнйчка вращается в обратном направлении.

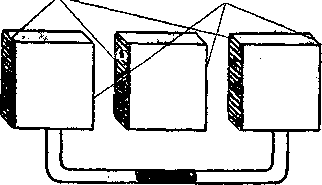


Рис. 278

*Черные*

*Полированные*

1637. Между двумя сосудами дифференциального термоскопа помещают третий сосуд, содержащий горячую воду (рис. 278). Если полированные и чёрные поверхности сосудов расположены так, как показано на рисунке, то ртуть в соединяющей сосуды трубке не перемещается. Почему?

*Ответ:* Поверхности, хорошо излучающие инфракрасные лучи, хорошо и поглощают их, а поверхности, плохо излучающие, плохо поглощают. Поэтому в рассматриваемом случае наблюдается равновесие.

1638. По закону Джоуля–Ленца количество теплоты, выделяемой током, пропорционально времени прохождения тока по проводнику. Почему же провода, по которым целый вечер идет ток, не накаливаются?

*Ответ:* Вследствие теплоотдачи в окружающее пространство. Когда количество теплоты, отданное окружающей среде, сравняется с количеством теплоты, выделенным в проводнике, наступает тепловое динамическое равновесие между проводником и окружающей средой и повышение температуры проводника прекращается.

1639. Спираль электрической плитки, навитая крупным шагом, нагревается до меньшей температуры, чем спираль, навитая мелким шагом. Почему?

*Ответ:* Спираль, навитая крупным шагом, имеет большую поверхность теплоотдачи в окружающую среду.

1640. Мы можем смотреть на солнце, когда оно близ горизонта, и не можем, когда оно высоко. Почему?

*Ответ:* Интенсивность солнечных лучей при закате или восходе Солнца много меньше, чем днем, так как лучи проходят в это время более толстый слой воздуха и больше поглощаются.

1641. Пламя свечи, рассматриваемое сквозь пар, кажется красного цвета. Почему?

*Ответ:* Потому что пар рассеивает лучи, имеющие меньшую длину волны (фиолетовые, синие, голубые, зеленые, желтые).

1642. Пламя электрической дуги безвредно для зрения, если дугу зажечь в воде. Почему?

*Ответ:* Вода поглощает ультрафиолетовые лучи.

Спектры испускания и поглощения

1643. Электрическую лампу накаливают постепенно. Какие изменения в спектре лампы при этом наблюдаются?

*Ответ:* Сначала появится красная часть спектра, а за ней по мере нагревания нити все остальные.

1644. При каком свете (дневном, электрическом или свете керосиновой лампы) быстрее утомляются Глаза при работе? (При прочих равных условиях.)

*Ответ:* При свете керосиновой лампы, так как спектр ее света отличается от солнечного. Максимум энергии излучения керосиновой лампы (температура 1000–1500° С) приходится на инфракрасную область спектра. Поэтому в спектре ее света больший процент энергии приходится на красные и оранжевые лучи и ничтожный – на синие и фиолетовые.

1645. Наблюдая за искрой, проскакивающей между электродами из неизвестных сплавов, можно определить химический состав этих сплавов. Каким образом?

*Ответ:* Светящиеся пары металлов дают линейчатый спектр. По спектру определяют состав вещества, из которого сделан электрод.

1646. Исследуя спектр света Луны, можно судить о составе ее поверхности. Почему это возможно?

*Ответ:* Луна отражает свет Солнца, и спектр ее света подобен спектру Солнца. Однако в этом спектре наблюдаются слабые линии поглощения, появляющиеся в результате поглощения определенных длин волн химическими элементами поверхности Луны.

1647. Какие изменения наблюдаются в солнечном спектре во время полного затмения, когда все лучи от фотосферы задерживаются Луной, а Земли достигают только лучи от атмосферы Солнца?

*Ответ:* Линии поглощения становятся линиями испускания.

1648. Как можно узнать о существовании линий поглощения в невидимых частях спектра?

*Ответ:* Надо поместить в невидимые части спектра соответствующие индикаторы.

1649. Одна половина круга окрашена в красный, а другая – в зелено-голубой цвет. Какой получится цвет, если быстро вращать круг?

*Ответ:* Круг будет представляться серым.

1650. Одна часть круга окрашена в зеленый цвет, другая – в фиолетовый. Какой получится цвет, если быстро вращать круг?

*Ответ:* Голубовато-синий.

1651. Какую окраску принимают предметы при освещении их монохроматическим светом натриевой лампы?

*Ответ:* Желтую или черную.

1652. М. В. Ломоносов в одной из своих записей ставит такой вопрос: «Любой цвет от смачивания водой делается гуще. Почему? Надо подумать». Как ответить на этот вопрос?

*Ответ:* Цвет поверхности определяется спектральным составом лучей, отражаемых ею. Когда поверхность сухая, то к лучам, соответствующим окраске поверхности, добавляется рассеянный белый свет от неровностей поверхности. Поэтому цвет поверхности оказывается менее ярким. Когда поверхность пропитана водой, неровности затягиваются поверхностной пленкой воды и рассеянное излучение исчезает. Поэтому основной тон окраски поверхности воспринимается нами как более темный.

1653. Лента, имеющая при дневном свете светло-синий цвет, кажется при свете свечи зеленой. Почему?

*Ответ:* Светло-синяя краска отражает зеленые, голубые и синие лучи. В свете свечи преобладают оранжевые, желтые и зеленые лучи (пламя свечи кажется желтым). Поэтому из всех лучей света свечи лента будет отражать лишь зеленые лучи.

1654. Красный платок осветили синим светом. Какой будетцвет платка теперь?

*Ответ:* Платок будет казаться почти черным.

1655. В магазинах, где продаются ткани, устанавливают не лампы накаливания, а лампы дневного света. Почему?

1656. Для защиты от солнечных лучей наиболее практичны белые и красные зонты. Почему?

*Ответ:* Эти зонты хорошо отражают оранжевые, красные и инфракрасные лучи.

1657. Какого цвета кажутся красные (синие) цветы через зеленое стекло?

*Ответ:* Красный (синий) цветок через зеленое стекло будет казаться черным.

1658. На белом фоне написан текст синими буквами. Через стекло какого цвета нельзя увидеть надпись?

*Ответ:* Синего. Цвет стекла должен совпадать с цветом букв.

1659. Красное и зеленое (зеленое и фиолетовое, красное и фиолетовое) стекла сложены вместе. Какие лучи проходят через эту пару стекол?

*Ответ:* Эти пары стекол видимых лучей не пропускают.

1660. Каким будет казаться раствор медного купороса при освещении его красным светом? зеленым? фиолетовым?

*Ответ:* Фиолетовым (почти черным), зеленым, синим.

1661. Одно стекло пропускает желтые, зеленые, голубые, другое – красные, желтые, зеленые, третье – зеленые, голубые, синие лучи. Какие лучи пройдут через эти стекла, сложенные вместе?

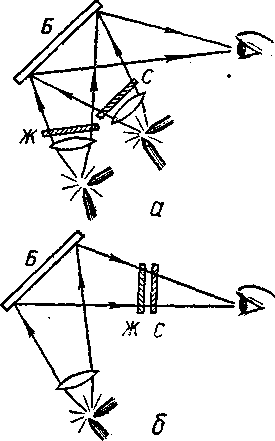


Рис. 279

*Ответ:* Зеленые.

1662. Лист белой бумаги *Б* освещен одновременно двумя электрическими дугами. Перед одной из дуг стоит желтое стекло, перед другой – синее (рис. 279, *а*). Желтое стекло поглощает голубую, синюю и фиолетовую части спектра, а синее – красную, оранжевую и желтую. Какого цвета будет казаться бумага наблюдателю? Изменится ли цвет бумаги, если ее рассматривать так, как указано на рисунке 279, *б*?

*Ответ:* Бумага будет казаться в первом случае белой (аддитивный цвет), во втором – зеленой (субтрактивный цвет).

1663. Почему небо днем голубое? Почему заходящее солнце красного цвета?

1664. Объясните происхождение цвета синего стекла, синей бумаги, синего моря.

*Ответ:* Синее стекло пропускает фиолетовые, синие, голубые лучи, задерживая все остальные.

Синяя краска бумаги отражает фиолетовые, синие, голубые лучи, поглощая все остальные.

Синие лучи, как более короткие, более остальных рассеиваются в воде.

1665. Почему в мелких местах морская вода имеет зеленый цвет?

*Ответ:* В мелких местах рассеяние световых волн происходит не столько молекулами воды, сколько более крупными частицами (песок, ил, пузырьки воздуха, живые организмы), способными рассеивать и более длинные (зеленые) волны.

1666. Почему виднеющийся на горизонте лес кажется не зеленым, а подернутым голубоватой дымкой?

*Ответ:* Сильнее других воздухом рассеиваются синие и голубые лучи. Поэтому слой воздуха между наблюдателем и далеким лесом кажется, как и небо, голубоватым.

1667. При фотографировании на открытом воздухе полезно закрывать объектив фотоаппарата желтым светофильтром. Почему?

*Ответ:* Чтобы поглотить рассеянные синие лучи, которые дают на пленке вуаль.

1668. Почему на транспорте сигнал опасности красного цвета?

*Ответ:* Красные лучи распространяются с меньшими потерями. Поэтому красный сигнал дальше виден.

1669. Во время полных лунных затмений Луна немного освещена красным светом. Почему?

*Ответ:* Луна окрашивается в красноватый цвет лучами Солнца, преломленными в земной атмосфере.

1670. Грозовые облака чаще всего имеют синий цвет, а кучевые – светло-серый. Почему?

*Ответ:* Грозовые облака состоят из мельчайших капелек, рассеивающих синие лучи, а кучевые – из крупных капель, рассеивающих лучи всех длин волн.

1671. Если на толстое оконное стекло смотреть с торца, то оно кажется зеленым. Если на его поверхности провести царапину, то в ней стекло кажется молочно-белым. Почему?

*Ответ:* Стекло рассеивает зеленые лучи, но это заметно лишь в значительной толще стекла. Царапина на стекле вследствие неровности поверхности рассеивает все длины волн видимого света и представляется нам молочно-белой.

1672. Почему дорожные знаки делаются не на белом, а на желто-зеленом фоне? Почему сигнальные флажки проводников железнодорожного транспорта желтого, а не белого цвета?

*Ответ:* Глаз человека наиболее чувствителен к лучам света, находящимся в средней части сплошного спектра (желтым и зеленым).

Инфракрасное и ультрафиолетовое излучение

1673. Почему в пустотной электрической лампе стеклянный баллон нагревается равномерно, а в газонаполненной сильно нагревается часть лампы, обращенная при горении вверх, и почти не нагревается нижняя часть лампы?

*Ответ:* Стекло пустотной лампы нагревается лучами, а стекло газонаполненной – газом, наполняющим баллон лампы. Наиболее нагретый газ сосредоточивается в верхней части баллона.

1674. Комнатный электрический нагреватель состоит из накаливаемой спирали и вогнутой хорошо полированной металлической поверхности. Каково назначение последней?

*Ответ:* Отражать инфракрасные лучи, испускаемые спиралью.

1675. Испускает ли красные лучи кусок железа, нагретый до белого каления?

*Ответ:* Излучает. Это вытекает из графика распределения энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.

1676. На фотографиях, полученных в инфракрасных лучах, четко видны все предметы до самого горизонта. Почему?

*Ответ:* Инфракрасные лучи не рассеиваются в воздухе.

1677. Почему зимой облачные дни теплее солнечных?

1678. При безоблачном небе ночи обыкновенно холоднее, чем при облачном. Почему?

1679. Какие почвы лучше прогреваются солнечными лучами и быстрее отдают лучеиспусканием энергию: черноземные или подзолистые?

*Ответ:* Темные почвы лучше прогреваются солнечными лучами и больше охлаждаются ночью вследствие излучения.

1680. Почему в тени дерева всегда прохладнее?

*Ответ:* Листва не пропускает солнечных лучей, поэтому воздух в тени дерева не нагревается за счет излучения.

1681. В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

*Ответ:* Воздух нагревается в основном за счет излучения почвы. Излучение почвы возрастает с повышением ее температуры. Наивысшей температуры почва достигает после полудня, поэтому и воздух нагревается в это время сильнее всего.

1682. Почему на фотографиях местности, сделанных с самолета, явственно выделяются маскировки под зелень, которые не обнаруживаются при непосредственном наблюдении?

*Ответ:* Ультрафиолетовое излучение от естественной зелени и предметов маскировки различно. Поэтому различно действие их на фотопластинку.

Рентгеновское излучение

1683. Электроны в катодном луче телевизионной трубки, достигнув экрана, внезапно останавливаются. Не возникает ли при этом рентгеновское излучение? Не опасно ли в связи с этим смотреть телевизионные передачи?

*Ответ:* Рентгеновское излучение возникает, но оно слабое и поглощается стеклом трубки.

1684. Металлическая пластинка под действием рентгеновских лучей зарядилась. Каков знак заряда?

*Ответ:* Положительный, так как из пластинки под действием рентгеновских лучей вырываются электроны.

1685. Для чего врачи-рентгенологи пользуются при работе перчатками, фартуками и очками, в которые введены соли свинца?

*Ответ:* Свинец и соли свинца поглощают рентгеновские лучи.

1686. Для получения рентгеновских лучей, применяемых в медицине и в технике, необходимо, чтобы поток электронов ударял в одну точку антикатода, а не падал бы на него широким пучком. Почему?

*Ответ:* Чтобы получить точечный источник рентгеновских лучей, дающих на экране резкие очертания просвечиваемых тел.

1687. В каком отношении находится величина рентгеновского изображения к величине предмета?

*Ответ:* Изображение всегда больше предмета, так как пучок рентгеновских лучей расходящийся.

1688. При рентгенодиагностике желудочно-кишечного тракта больному дают «бариеву кашу». Для чего это делается?

*Ответ:* Сернокислая соль бария поглощает рентгеновское излучение и делает видимыми мягкие ткани тела человека (желудок, кишечник).

1689. Чем выше напряжение прикладывается к рентгеновской трубке, тем более жесткие лучи она испускает. Почему?

*Ответ:* Электроны приобретают в трубке большую кинетическую энергию, вследствие чего при их ударе об антикатод возникают кванты рентгеновских лучей, обладающих большей энергией.

1690. Изменится ли «жесткость» излучения рентгеновской трубки, если изменить накал нити катода?

*Ответ:* Изменится число квантов рентгеновских лучей, а их «жесткость», определяемая величиной квантов, сохраняется прежней.

31. КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

1691. Ученик, объясняя уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, сказал: «Энергия падающего света равна работе выхода электронов и кинетической энергии их движения». В чем неточность ответа?

*Ответ:* Уравнение Эйнштейна написано для одного поглощаемого кванта. Не каждый квант света, падающего на поверхность металла, обладает достаточной энергией для совершения работы выхода и сообщения электрону кинетической энергии. Поэтому говорить об энергии света в целом нельзя.

1692. Можно ли фотографировать предметы в совершенно темной комнате?

*Ответ:* Можно в ультрафиолетовых или инфракрасных лучах.

1693. Почему фотоснимки проявляют при красном освещении?

*Ответ:* Красный свет не действует на фотоэмульсию малой чувствительности.

1694. Почему перекись водорода сохраняют в склянках из желтого стекла?

*Ответ:* Лучи, близкие к фиолетовому концу спектра, химически более активны, они хуже проходят через желтое стекло.

1695. Синий цветок на обычном фотографическом снимке выходит светлее желтого, а красный цветок получается черным. Почему?

*Ответ:* На фотоэмульсию синие лучи действуют сильнее, чем желтые, а красные почти не действуют.

1696. Почему на снимках, сделанных в инфракрасных лучах, зеленая растительность получается белой?

*Ответ:* Зеленая растительность не поглощает инфракрасных лучей, а отражает и рассеивает их.

1697. В физиотерапевтическом кабинете поликлиники при горении кварцевых ламп ощущается запах озона. Почему?

*Ответ:* Кварцевые лампы дают ультрафиолетовое излучение, действие которого на кислород воздуха приводит к образованию озона.

1698. Замечено, что выцветание красок происходит главным образом от лучей, цвет которых является дополнительным к цвету краски. Объясните это.

*Ответ:* Лучи дополнительных цветов лучше поглощаются веществом.

1699. Почему высоко в горах легко получить ожоги солнечными лучами?

*Ответ:* Пройдя меньший слой воздуха, ультрафиолетовые лучи Солнца обладают большей интенсивностью.

1700. Вода, подкрашенная флуоресцеином, налита в пробирку и в широкий сосуд. Если часть пробирки погрузить в сосуд и установку осветить ультрафиолетовыми лучами, то в погруженной части пробирки флуоресценции не наблюдается (рис. 280). Почему?

*Ответ:* Вода в сосуде поглощает всю энергию ультрафиолетовых лучей.

1701. На заводах применяется способ контроля целости поверхности деталей из немагнитных материалов, основанный на свойстве некоторых жидкостей флуоресцировать под действием ультрафиолетовых лучей. Предложите технологию такой дефектоскопии.

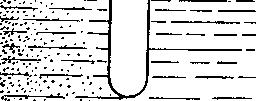


Рис. 280

*Ответ:* Деталь опускают в ванну с флуоресцирующей жидкостью. Потом смывают эту жидкость с поверхности детали и в темном помещении пускают на деталь ультрафиолетовые лучи. Жидкость, оставшаяся в щелях, ярко светит.

1702. Произведите опыт: на внутренние стенки горлышка стеклянного пузырька положите немного сахарного песку, вставьте в горлышко пришлифованную стеклянную пробку и поворачивайте ее (последнее надо делать в темноте). Объясните наблюдаемое при этом явление.

*Ответ:* Наблюдается триболюминесценция – холодное свечение, возникающее при трении или раздавливании многих кристаллических тел.

1703. Какое основное преобразование энергии происходит в телевизоре?

*Ответ:* Электрическая энергия преобразуется в энергию люминесцентного излучения.

1704. Давление света на черную поверхность в два раза меньше, чем на белую. Почему?

1705. Свет падает на плоскую пластинку. Угол падения отличен от нуля. В каком направлении будет отталкиваться пластинка, если ее поверхность поглощает весь свет? То же, если поверхность зеркально отражает свет?

*Ответ:* Если свет поглощается, то пластинка будет двигаться по. направлению падения света, если отражается – по направлению нормали к поверхности.

1706. Если комета видна на небе с вечера, то в какую сторону направлен ее хвост?

ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

32. АТОМНОЕ ЯДРО

Способы наблюдения частиц

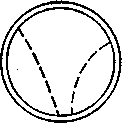


Рис. 281

1707. Скорость -частицы в среднем в 15 раз меньше скорости -частицы. Почему -частицы (жирный трек на рисунке 281) слабее отклоняются магнитным полем?

*Ответ:* Масса -частицы примерно в 7000 раз больше массы -частицы.

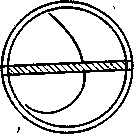
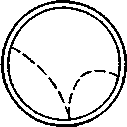


Рис. 282

1708. В камере Вильсона, перегороженной твердой пластинкой, замечен след частицы (рис. 282). В какую сторону двигалась частица? Каков знак ее заряда, если линии индукции магнитного поля направлены перпендикулярно плоскости чертежа, к читателю?

*Ответ:* Пересекая пластинку, частица теряет часть своей энергии на ионизацию и возбуждение атомов среды. Ввиду этого скорость ее уменьшается и траектория сильнее искривляется магнитным полем. Следовательно, частица двигалась сверху вниз и заряжена положительно.

Рис. 283



1709. На рисунке 283 представлены следы электрона и позитрона, полученные в камере Вильсона. Камера находилась в магнитном поле, направленном от читателя перпендикулярно рисунку. Какой из следов принадлежит электрону, а какой – позитрону? Какая частица имеет бóльшую кинетическую энергию?

1710. Чем отличаются ядра изотопов хлора: 17С135 и 17С137?

*Ответ:* 17Cl37 имеет на два нейтрона больше, чем 17Cl35.

Состав ядра атома

1711. На рисунке 284 приведена схема следов частиц в камере Вильсона при захвате -частицы ядром азота, а) Какие частицы образуют прямолинейные следы? б) Какой ядерной реакции соответствует образование «вилки» на конце следа -частицы и какие частицы создают тонкую (и длинную) и жирную (и короткую) ветви вилки?

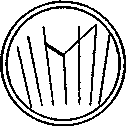


Рис. 284

*Ответ:* а) -частицы; б) превращение ядра азота (при захвате им -частицы) в ядро изотопа кислорода с выбрасыванием протона. Ветви вилки образуют протон и ядро изотопа кислорода.

1712. При захвате нейтрона ядром 13А127 образуется радиоактивный изотоп 11Na24. Какие частицы испускаются при этом ядерном превращении?

*Ответ:* 13А27 + оn1 → 11Na24 + 2He4.

1713. При захвате нейтрона ядром 12Mg24 образуется радиоактивный изотоп 11Na24. Какие частицы испускаются при этом ядерном превращении?

*Ответ:* 12Mg24 + on1 → 11Na24 + 1H1.

1714. «Радионатрий» (11Na24) бетарадиоактивен (испускает электроны), а) Ядро какого атома образуется при его распаде? б) Сколько протонов и нейтронов в ядрах 11Na24 и 12Mg24?

*Ответ:* а) Ядро магния.

1715. Бомбардируя бор 5В11 быстро движущимися протонами, получили в камере Вильсона три почти одинаковых следа частиц, направленных в разные стороны. Какие это частицы?

*Ответ:* -частицы; 5В11 + 1H1 → 32He4.

1716. В настоящее время можно осуществить мечту алхимиков средневековья – превратить ртуть в золото. Каким образом?

*Ответ:*. Осуществляя ядерную реакцию: 80Hg198 + on1 → 80Hg199 → 79Au198 + 1H1.

Вследствие редкого попадания нейтронов в ядра ртути количество полученного золота ничтожно мало. Так как затрата энергии огромна, то процесс экономически

невыгоден.

1717. Почему -частицы, испускаемые радиоактивными препаратами, не могут вызвать ядерных реакций в тяжелых элементах?

*Ответ:* Энергия -частиц недостаточна, чтобы преодолеть силу отталкивания ядра тяжелого элемента и проникнуть в него.

1718. В результате одинакового числа ядерных расщеплений получены два радиоактивных препарата с периодами полураспада, равными 1 *мин* и 1 *ч*. Какой из препаратов дает более интенсивное излучение?

*Ответ:* Первый.

1719. Как изменится атомный вес и номер элемента при *К*-захвате? (*К*-захватом называется поглощение ядром атома электрона из ближайшего к ядру электронного слоя *К*.)

*Ответ:* Порядковый номер уменьшится на единицу, атомный вес не изменится.

1720. Можно ли лучи Рентгена, применяемые в металлургии для обнаружения дефектов изделий, заменить гамма-лучами, испускаемыми элементом с искусственной радиоактивностью?

*Ответ:* Можно.

1721. По нефтепроводу течет бензин, а вслед за ним нефть. Как определить момент, когда через данное сечение трубопровода проходит граница раздела бензина и нефти? (Пробу из трубопровода не брать.)

*Ответ:* На границе бензин – нефть в горючее надо ввести радиоактивный препарат, а вблизи необходимого сечения нефтепровода поместить счетчик Гейгера. Можно использовать также «Радиоактивный индикатор уровня». По изменению плотности жидкости прибор отметит границу раздела жидкостей.

<http://sheba.spb.ru/shkola/index.htm>

[= Школьные учебники СССР =](http://sheba.spb.ru/shkola/index.htm)