

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»



Г. М. Макаренко  
О. Н. Петрович

# ФИЗИКА В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

Учебно-методическое пособие  
для студентов технических специальностей

Новополоцк  
ПГУ  
2014

УДК 53(075.8)

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией  
геодезического факультета в качестве учебно-методического пособия  
(протокол № 1 от 16.10.2013)

Кафедра физики

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. пед. наук, доц. зав. каф. общей физики и астрономии

УО «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

И. В. ГАЛУЗО;

канд. техн. наук, доц. УО «Полоцкий государственный университет»

Ю. П. ГОЛУБЕВ

© Макаренко Г. М., Петрович О. Н., 2014

© УО «ПГУ», 2014

# МЕХАНИКА

## 1. Кинематика материальной точки

**1.1.** На рис. 1 представлены графики изменения координат трех тел, движущихся прямолинейно. Написать законы движения каждого из тел и определить, какое тело имело бóльшую скорость.

**1.2.** Зависит ли форма траектории от выбора системы отсчета? Ответ проиллюстрируйте примерами.

**1.3.** Велосипедист движется со скоростью 10 м/с. Его обгоняет мотоциклист, движущийся со скоростью 54 км/ч. Какова скорость мотоциклиста относительно велосипедиста?

**1.4.** Две материальные точки движутся со скоростями  $v_1 = 4$  м/с и  $v_2 = 3$  м/с, направленными под прямым углом друг к другу. С какой скоростью удаляются материальные точки друг от друга? На сколько переместиться первая точка в системе координат, связанной со второй точкой, за время  $t = 10$  с?

**1.5.** Какие из приведенных зависимостей описывают равномерное движение:

а)  $S = 2t + 3$ ; б)  $S = 5t^2$ ; в)  $S = 3t$ ; г)  $v = 4 - t$ ; д)  $v = 7$ ,

где  $S$  – путь (м),  $v$  – скорость (м/с),  $t$  – время (с).

**1.6.** Три тела брошены следующим образом: первое – вниз без начальной скорости, второе – вниз с начальной скоростью, третье – вертикально вверх. Тела движутся в поле сил тяжести. Что можно сказать об ускорениях этих тел? Сопротивление воздуха не учитывать.

**1.7.** Из окна железнодорожного вагона свободно падает тело. Будут ли равны между собой времена падения тела, вычисленные для случаев: а) вагон неподвижен, б) вагон движется с постоянной скоростью, в) вагон движется с постоянным ускорением?

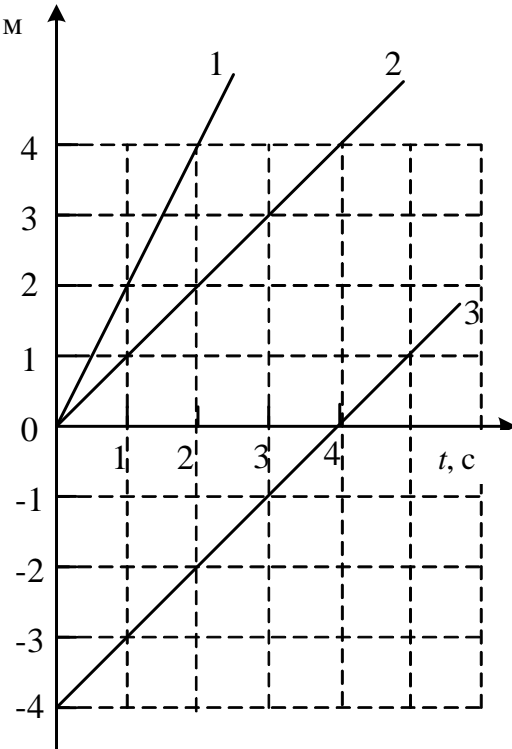


Рис. 1

**1.8.** Какие из приведенных зависимостей описывают равнопеременное движение:

а)  $v = 3 + 2t$ ; б)  $S = 3 + 2t$ ; в)  $S = 5t^2$ ; г)  $S = 4t - t^2$ ; д)  $S = 2 - 3t + 4t^2$ ,  
 где  $S$  – путь (м),  $v$  – скорость (м/с),  $t$  – время (с).

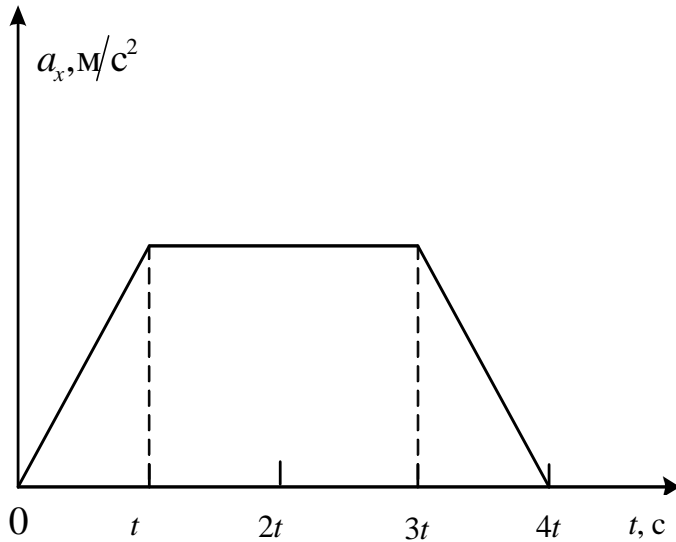


Рис. 2

**1.9.** Зависимость скорости движущегося тела от времени  $v = 5 + 4t$ . Какова зависимость от времени пройденного пути  $S(t)$ ?

**1.10.** Материальная точка движется вдоль оси  $x$ . На рис. 2 приведена зависимость проекции ускорения  $a_x$  на ось  $x$  от времени  $t$ . В какой момент времени скорость  $v_x$  достигает наибольшего значения? Начальная скорость движения равна нулю.

**1.11.** Каковы направления нормального  $\vec{a}_n$  и тангенциального  $\vec{a}_\tau$  ускорений относительно траектории, чем определяются их абсолютные значения, какова их роль в значении скорости?

**1.12.** Определить, во сколько раз численное значение нормального ускорения точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее тангенциального ускорения для того момента, когда вектор полного ускорения составляет угол  $\alpha = 30^\circ$  с вектором ее линейной скорости?

**1.13.** График зависимости скорости тела от времени имеет вид полуокружности. Максимальная скорость тела  $v_{\max}$ , время движения  $t$ . Определить путь, пройденным телом.

**1.14.** Модуль скорости  $v$  частицы меняется со временем по закону  $v = kt + b$ ,  $k$  и  $b$  – положительные постоянные. Модуль ускорения  $a = 3k$ . Найдите значения тангенциального и нормального ускорений, а также зависимость радиуса кривизны траектории от времени  $R(t)$ .

**1.15.** Зависимость радиус-вектора частицы от времени имеет вид  $\vec{r} = kt\vec{i} - bt^2\vec{j}$ , где  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – единичные орты вдоль осей  $x$  и  $y$ ;  $k$  и  $b$  – положительные постоянные. Найти: а) уравнение траектории; б) скорость  $\vec{v}$  и ускорение  $\vec{a}$  частицы.

**1.16.** Даны уравнения движения точки:  $x = 8 - t^2$ ;  $y = t^2$ . Определите проекцию ускорения  $a_y$  в момент времени, когда координата  $x = 0$ .

**1.17.** Даны графики ускорений  $a_n(t)$  и  $a_\tau(t)$  на рис. 3. Определите  $\operatorname{tg} \varphi$ , где  $\varphi$  – угол, который образует полное ускорение с направлением скорости в момент времени  $t = 2$  с.

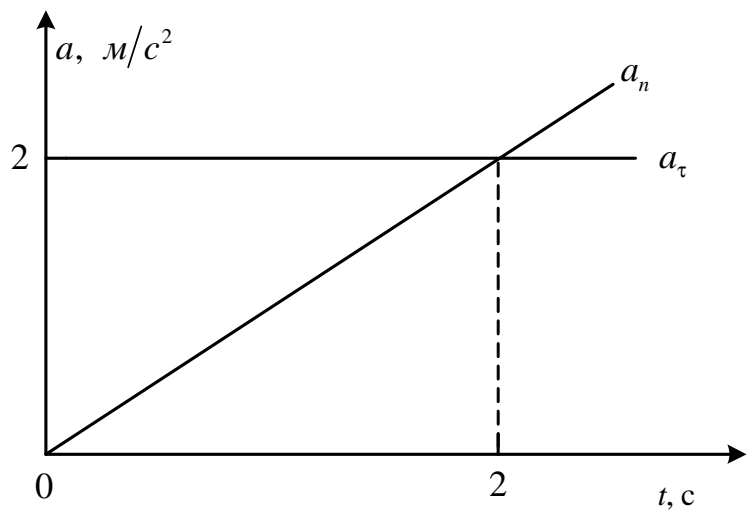


Рис. 3

**1.18.** Тело брошено вертикально вверх. Во сколько раз нужно изменить скорость тела в момент бросания, чтобы максимальная высота подъема изменилась в  $k$  раз? Сопротивлением воздуха пренебречь.

**1.19.** Какую скорость набирает тело в конце первой минуты свободного падения? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения  $g$ .

**1.20.** Под каким углом к горизонту следует бросить тело, чтобы максимальная высота подъема равнялась  $\frac{1}{4}$  дальности его полета? Сопротивлением воздуха пренебречь.

**1.21.** Две материальные точки движутся по окружностям одинакового радиуса с одинаковыми по модулю ускорениями. Однако ускорение первой точки направлено под углом  $45^\circ$  к касательной, а ускорение второй точки – по радиусу. У какой из этих точек модуль скорости больше? У какой точки модуль скорости изменяется быстрее?

**1.22.** Работая над проектом амперметра, конструкторы решили удлинить его стрелку. Как должно повлиять это удлинение на чувствительность прибора?

**1.23.** Для того чтобы подальше забросить донную удочку или петлю аркана, опытные рыбаки и ковбои раскручивают их над головой, постепенно удлиняя вращающуюся часть. В чем причина эффективности такой техники бросания?

**1.24.** Планета Сатурн окружена тонким, но широким кольцом, о строении которого долго спорили. Одни ученые считали это кольцо моно-

литным твердым телом, другие – состоящим из множества отдельных тел, спутников планеты. Но пулковские астрономы установили, что скорости отдельных частей кольца не пропорциональны их расстояниям до оси вращения. К какому выводу о структуре кольца Сатурна должно было привести это открытие?

**1.25.** Два вращающихся шкива с разными диаметрами связаны друг с другом непроскальзывающим приводным ремнем. Имеют ли точки на соприкасающихся с ремнем поверхностях большего и меньшего шкивов одинаковые по модулю ускорения?

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

## 2. Динамика материальной точки

**2.1.** В чем заключается физический смысл первого закона Ньютона? Какой смысл имеет понятие силы в механике Ньютона?

**2.2.** Может ли подвешенный на нити шарик вращаться по окружности так, чтобы нить и шарик находились в одной горизонтальной плоскости?

**2.3.** Лежащая на столе книга давит вниз на стол с силой  $F$ . Стол действует на книгу с такой же силой вверх. Можно ли найти равнодействующую этих сил?

**2.4.** К чему приложены вес тела, сила тяготения, сила тяжести?

**2.5.** Согласно третьему закону Ньютона при перетягивании каната каждая команда действует на соперника с равной силой. Чем же тогда определяется, какая команда победит?

**2.6.** Может ли коэффициент трения превышать 1,0?

**2.7.** Предложите метод измерения коэффициента трения с помощью наклонной плоскости.

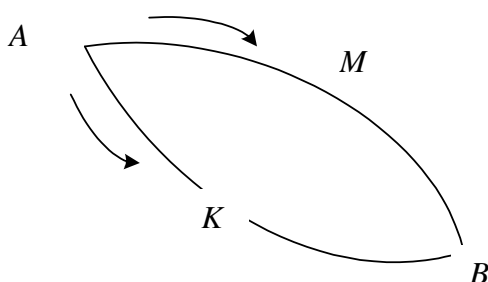


Рис. 4

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

**2.9.** Тело соскальзывает из точки  $A$  в точку  $B$  (рис. 4) один раз по дуге  $AMB$ , другой раз по дуге  $AKB$ . Коэффициент один и тот же. В каком случае скорость тела в точке  $B$  больше?

**2.10.** Чему равно численное значение равнодействующей двух сил 4 Н и 3 Н, действующих под углом а)  $90^\circ$ ; б)  $120^\circ$  друг к другу?

**2.11.** Тело покоится при наличии трех действующих на него сил (рис. 5). Какова величина равнодействующих сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ ? Численные значения сил равны соответственно  $F_1 = 4$  Н,  $F_2 = 6$  Н,  $F_3 = 5$  Н.

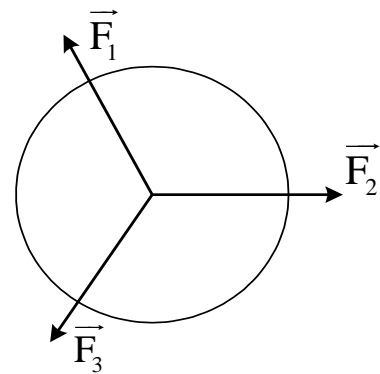


Рис. 5

**2.12.** Зачем у динамометров делают ограничители растяжения пружин?

**2.13.** Ученики спорили о том, как найти равнодействующую сил тяжести, действующих на осколки разорвавшегося снаряда. Как бы вы ответили на этот вопрос?

**2.14.** Ускорение ракеты возрастает даже в том случае, когда равнодействующая приложенных к ней сил (включая и реактивную) остается неизменной. Какова причина роста ускорения?

**2.15.** Может ли материальная точка вращаться вокруг некоторой оси, если ни одна из сил, действующих на эту точку, не направлена к оси?

**2.16.** У неопытных крановщиков бывают обрывы тросов в тех случаях, когда крановщик не обращает внимания на сильное раскачивание переносимых грузов. Случайны ли такие обрывы?

**2.17.** Тяжелый брусок лежит на куске фанеры, находящемся на полу. К бруску прикладывают в горизонтальном направлении постепенно нарастающую силу. Что надо знать для того, чтобы предсказать, будет ли смещаться фанера по полу или брусок на фанере?

**2.18.** Крупные градины достигают почвы с большей скоростью (выше подпрыгивают), чем мелкие. Почему?

**2.19.** Как, имея газету и секундомер, доказать, что средняя скорость, достигаемая движущимся в воздухе телом при неизменной силе тяги, находится в обратной зависимости от площади его поперечного сечения?

**2.20.** Мальчик высоко подпрыгнул. На каких этапах прыжка (при отталкивании от почвы, подъеме и движения вниз, торможении в момент приземления) предметы, находящиеся в карманах его костюма, находились в состоянии невесомости?

**2.21.** Пассажир автобуса держит за ручку тяжелый портфель. Кузов автобуса неожиданно подпрыгивает, и портфель, срываясь с пальцев, падает. Почему это происходит?

**2.22.** Штангист «взял» в рывке штангу весом 1000 Н. Больше или меньше этого значения был вес штанги в начале ее поднятия?

**2.23.** Переносные столы делают и на четырех ножках, и на трех. Почему бы не уменьшить число ножек до двух?

**2.24.** Каковы причины трудности ходьбы на ходулях?

**2.25.** Усилий нескольких человек достаточно, чтобы сдвинуть с места автобус (увеличить его импульс). Почему этот же автобус не сдвигается с места от попадания противотанкового снаряда, пробивающего его навывлет, т.е. действующего с силой, значительно большей силы, прилагаемой людьми?

**2.26.** Почему на скользкой дороге легковой автомобиль с пассажирами более устойчив к заносу, чем без пассажиров?

**2.27.** Почему при движении на высокой скорости не рекомендуется держать открытыми окна и форточки автомобиля?

**2.28.** Почему два человека легче разорвут веревку, если будут не тянуть ее за концы в противоположные стороны, а привяжут один конец веревки к прочной неподвижной опоре и вместе потянут за свободный конец?

**2.29.** Почему при прополке посевов вручную сорняки из почвы не следует выдергивать слишком быстро?

**2.30.** При езде в легковых автомобилях нужно обязательно пристегиваться ремнем безопасности. Почему?

**2.31.** Приближаясь на автомобиле или мотоцикле к повороту, следует снизить скорость. Почему?

**2.32.** Почему после подсечки нельзя резко выдергивать пойманную рыбу из воды, а следует медленно, не ослабляя натяжения лески, подводить ее к сачку?

**2.33.** Два мальчика растягивают динамометр. Каждый прилагает силу 100 Н. Что показывает динамометр?

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

**2.35.** Чему равно натяжение веревок гамака под действием веса вашего тела, если они образуют между собой угол в  $120^\circ$ ?

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



### 3. Законы сохранения импульса и механической энергии. Работа

**3.1.** Кинетические энергии легкого и тяжелого тел одинаковы. У какого из них больше импульс?

**3.2.** Тело бросают под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $\vec{v}_0$ . Используя закон сохранения механической энергии, определить максимальную высоту подъема.

**3.3.** Правильно ли утверждение, что камень, брошенный с некоторой начальной скоростью с вершины скалы в море, войдет в воду со скоростью, которая будет одна и та же как в случае, когда его бросают горизонтально, так и при броске под углом к горизонту? Объясните ответ.

**3.4.** Имеется наклонная плоскость высотой  $H$ . Тело массой  $m$  скользит без начальной скорости из верхней точки. Зависит ли скорость этого тела у основания наклонной плоскости от угла, который она составляет с горизонтом, если: а) трение не учитывать; б) силу трения учитывать?

**3.5.** Сохраняется ли механическая энергия тел при неупругом ударе?

**3.6.** В каком случае закон сохранения импульса можно применить к неизолированной системе?

**3.7.** Ледокол колет только тонкий лед. В иных же случаях он вползает на ледяное поле и проваливает его своей тяжестью. За счет какого вида энергии в этом случае совершается разрушение льда?

**3.8.** Если потрясти неполную корзину с картофелем, то наиболее крупные картофелины окажутся сверху. Почему?

**3.9.** Герой книги Э. Распе барон Мюнхгаузен 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?

**3.10.** 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?

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

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

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

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

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

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

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

**3.18.** 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.

**3.19.** Опытные туристы предпочитают перешагивать через упавшее дерево, а не наступив на него, спрыгивать с противоположной стороны. Объясните, почему?

**3.20.** Почему с точки зрения безопасности при возникновении перед автомобилем широкого препятствия выгоднее тормозить, не изменяя направления движения, чем поворачивать, не изменяя модуля скорости?

#### **4. Неинерциальные системы отсчета**

**4.1.** Как объяснить неодинаковое изнашивание рельсов двухколейной железной дороги?

**4.2.** Можете ли вы указать проявление сил инерции при движении тел вблизи земной поверхности?

**4.3.** Производят ли работу центробежные силы? Силы Кориолиса?

**4.4.** Может ли быть, чтобы центробежная сила инерции совпадала с направлением силы тяжести, была ей противоположна?

**4.5.** Возможен ли случай, чтобы сила инерции Кориолиса совпадала с направлением силы тяжести, была ей противоположна?

**4.6.** Одинаково ли направление векторов сил инерции и соответствующих им ускорений при сложном движении материальной точки в неинерциальной системе отсчета? Могут ли быть указаны конкретно тела, которыми обусловлено появление этих ускорений?

## 5. Движение твердого тела

**5.1.** Какую линейную скорость относительно земли имеют точки  $A$  и  $B$  (рис. 6), находящиеся на ободе катящегося без проскальзывания колеса?

**5.2.** Как движутся кабины в аттракционе «колесо обозрения»: поступательно или вращательно?

**5.3.** В какую сторону вдоль оси вращения направлен вектор угловой скорости Земли при ее суточном вращении?

**5.4.** Посмотрите на циферблат часов с секундной стрелкой. Как направлен момент импульса секундной стрелки?

**5.5.** Может ли меньшая сила создать больший момент силы?

**5.6.** Если равнодействующая всех сил, действующих на систему, равна нулю, то равен ли нулю результирующий момент сил? Если результирующий момент сил, действующих на систему равен нулю, равна ли нулю результирующая сила?

**5.7.** Частица движется с постоянной скоростью вдоль прямой линии. Как изменяется с течением времени момент импульса частицы, вычисленный относительно любой точки, не лежащей на этой прямой?

**5.8.** Два однородных диска одной толщины и одинаковой массы вращаются вокруг осей, проходящих через их центры. Если они изготовлены из материалов с различными плотностями, то у какого из них момент инерции будет больше?

**5.9.** Почему легче отвернуть гайку, если на ручку гаечного ключа надеть длинный кусок прочной трубы?

**5.10.** Запомните, чем ближе груз к туловищу человека, тем легче его нести. Почему?

**5.11.** Объясните, почему гвоздь вытаскивать легче, если его согнуть и тащить, поворачивая при этом вокруг оси?

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

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

**5.14.** Почему нельзя встать со стула, не наклонив корпус вперед?

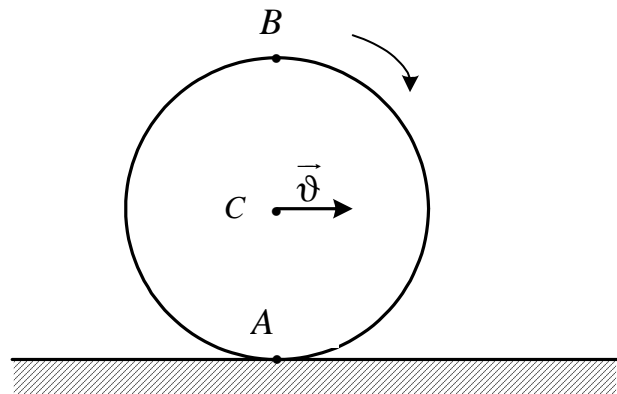


Рис. 6

## **6. Применение законов сохранения для описания вращательного движения твердого тела**

**6.1.** Как формулируется закон сохранения момента импульса? Возможно ли применение этого закона сохранения при наличии внешних сил, действующих на систему?

**6.2.** Как определяется кинетическая энергия при плоском движении твердого тела?

**6.3.** Как определяются: 1) работа силы при поступательном движении тела; 2) работа момента силы при вращении тела?

**6.4.** Обладает ли каким-либо преимуществом использование закона сохранения механической энергии при решении задач динамики по сравнению с применением уравнений движения?

**6.5.** Объясните, почему прецессионное движение гироскопа неинерциально, т.е. прецессия прекращается мгновенно, как только прекращает действовать момент внешних сил, вызывающих прецессию?

## **7. Колебания**

**7.1.** Как между собой связаны амплитуды скорости и отклонения в гармоническом колебании?

**7.2.** По какой траектории будет двигаться шарик математического маятника, если нить маятника пережечь в тот момент, когда шарик проходит положение равновесия?

**7.3.** Как следует передвинуть чечевицу маятника при отставании часов?

**7.4.** Чему равна средняя кинетическая и средняя потенциальная энергии гармонически колеблющегося точечного тела?

**7.5.** Как будет зависеть период колебаний математического маятника от географической широты места? Каким он будет в состоянии невесомости?

**7.6.** Чему равен период колебаний потенциальной энергии груза, подвешенного на пружине, если известна частота колебаний груза?

**7.7.** Как изменится период вертикальных колебаний груза, висящего на двух одинаковых пружинах, если от последовательного соединения пружин перейти к параллельному их соединению?

**7.8.** Каково условие превращения затухающих колебаний в аperiодическое?

**7.9.** Если частица совершает гармонические колебания с амплитудой  $A$ , то какой путь она проходит за один период?

**7.10.** Почему звук будильника усиливается, если поставить его на блюдце и положить туда несколько монет?

**7.11.** Расслышать далекий топот копыт крупных животных можно, если припасть ухом к поверхности Земли. Почему на большом расстоянии этот звук не слышен в воздухе?

**7.12.** Чтобы вытащить автомобиль, застрявший в грязи, его нужно «раскачать», периодически толкая. Почему толчки должны следовать через равные промежутки времени?

**7.13.** Услышать «шум моря» можно, если к уху приложить раковину. Действительно ли при этом слышен шум моря?

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА**

### **8. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Распределения Максвелла и Больцмана**

**8.1.** Чему равно число степеней свободы двухатомной молекулы?

**8.2.** Можно ли утверждать, что броуновское движение есть тепловое движение молекул?

**8.3.** На высоте нескольких сотен километров над Землей молекулы атмосферы обладают скоростями, которым соответствуют температуры в несколько тысяч градусов. Почему же не плавятся летающие на таких высотах искусственные спутники Земли?

**8.4.** В каких типах движения могут участвовать молекулы?

**8.5.** В каких слоях атмосферы воздух ближе к идеальному газу: у поверхности Земли или на больших высотах?

**8.6.** Скорости теплового движения многих молекул при комнатной температуре близки к скорости пули. Почему же запаху духов требуется заметное время, чтобы распространиться по комнате?

**8.7.** Молекулы водорода или кислорода при одинаковой температуре двигаются быстрее?

**8.8.** В прочном сосуде происходит реакция  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ . Иных реакций не происходит и непрореагировавшего вещества не остается. Что можно сказать на основании закона Авогадро о давлении в сосуде после снижения температуры до того же значения, какое имела смесь  $H_2$  и  $Cl_2$ ?

**8.9.** По данным современной молекулярно-кинетической теории среди молекул атмосферы должно быть некоторое количество таких, скорость которых должна превышать вторую космическую. К каким геофизическим последствиям должно это приводить?

**8.10.** Альпинисты на большой высоте приготавливали пищу. После положенного в обычных условиях времени кипячения они обнаружили, что продукты не сварились. Каковы причины этого явления?

**8.11.** Если опустить банку со свеженадоенным молоком в колодец, поставить ее в холодильник или погреб, то сливки на молоке образуются быстрее. Почему?

**8.12.** Соединить один кусок железа с другим можно следующим способом: нагреть оба куска в пламени добела, положить один на другой на наковальне и подвергнуть сильным ударам молота. Объясните, почему в данном случае получается прочное соединение.

**8.13.** Почему в стиральной машине нельзя одновременно стирать белое и цветное белье?

**8.14.** Почему углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) можно «перелить» как воду из одного химического стакана в другой, а водород ( $\text{H}_2$ ) нельзя?

**8.15.** Если капнуть несколько капель духов на абажур электрического светильника, то комната после его включения будет благоухать духами. Почему?

**8.16.** Лучшей тягой обладают печки, в которых труба кирпичная, а не металлическая (при одинаковой высоте и диаметре трубы дымохода). Почему?

## **9. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы**

**9.1.** Является ли макроскопическим тело, линейные размеры которого сравнимы с величиной  $10^{-10}$  м ?

**9.2.** Выполняется ли универсальный газовый закон для идеального газа, количество которого не сохраняется?

**9.3.** Почему баллоны со сжатым газом взрывоопасны, а трубы с водой под давлением нет?

**9.4.** При значительном повышении температуры газа, состоящего из многоатомных молекул, может начаться диссоциация. К каким отклонениям от закона Шарля может это привести?

**9.5.** Объем газа уменьшили в 2 раза, а температуру увеличили в 1,5 раза. Как изменилось давление?

**9.6.** Объем воздушного пузырька удваивается при подъеме со дна озера на поверхность. Какова глубина озера?

**9.7.** Почему электрическая лампочка заполняется инертным газом при давлении, значительно меньшим атмосферного?

**9.8.** Как изменяется сила, выталкивающая из воды воздушный пузырек, во время его подъема со дна на поверхность?

**9.9.** Два сосуда различных объемов, наполненные воздухом, закрывают при нормальных условиях и нагревают до  $100^{\circ}\text{C}$ . Одинаковы ли давления воздуха в сосудах после нагрева?

**9.10.** Как определить плотность газа, не измеряя его объема и массы? Химическую формулу газа считать известной.

**9.11.** Почему в микроволновых печах не рекомендуется нагревать герметически закрытые контейнеры (например, банки с детским питанием) и воздухонепроницаемые продукты (например, яйца, орехи в скорлупе, томаты и т.д.)?

**9.12.** При определении давления в шинах или газовых баллонах следует иметь в виду, что манометры в действительности определяют разность между измеряемым давлением и давлением атмосферы (избыточное давление). Определите истинное значение давления в автомобильной шине, если автомобильный манометр показывает 220 кПа.

**9.13.** Опытные рыболовы знают, что на клев рыбы очень сильно влияет атмосферное давление. Чем объясняется такая зависимость?

**9.14.** При стрельбе из артиллерийских орудий в ожидании взрыва следует открывать рот. Почему?

**9.15.** Почему по влажной глинистой почве идти намного труднее, чем по сухой твердой дороге?

**9.16.** Почему перед грозой ласточки летают близко над поверхностью земли в «стригущем полете»?

**9.17.** Для того чтобы поставить больному медицинскую банку, нужно зажечь фитиль, смоченный спиртом, прогреть банку изнутри и быстро прижать к телу человека. Почему при этом банка «присасывается» к телу больного?

**9.18.** Для того чтобы снять медицинскую банку, нужно одной рукой ее слегка наклонить, а другой нажать у ее основания на кожу. Почему при этом банка легко снимается?

## **10. Первое начало термодинамики. Тепловые машины. Энтропия. Второе начало термодинамики**

**10.1.** Может ли газ нагреваться или охлаждаться без теплообмена с окружающей средой?

**10.2.** Почему при адиабатном расширении газа его давление уменьшается резче, чем при изотермическом расширении?

**10.3.** Можно ли, передавая газу теплоту, поддерживать температуру газа постоянной?

**10.4.** Можно ли увеличить температуру газа, не передавая этому газу теплоты?

**10.5.** Одному моллю идеального газа передали одно и то же количество тепла сначала при изотермическом, затем при изобарическом процессе. В каком случае изменение внутренней энергии газа больше?

**10.6.** Будет ли работать тепловой двигатель, если температура его рабочего тела равна температуре окружающей среды?

**10.7.** Когда лед может быть нагретым?

**10.8.** С одинаковой высоты упали два тела одинаковой массы – медное и железное. Какое из них при ударе нагреется до более высокой температуры?

**10.9.** Как заставить воду кипеть без нагревания?

**10.10.** Можно ли передать некоторое количество тепла веществу, не вызывая этим повышения его температуры?

**10.11.** Воздух в комнате нагрели от температуры  $T_0$  до  $T$ . При этом давление не изменилось. Изменилась ли внутренняя энергия воздуха внутри комнаты?

**10.12.** Почему при холостых выстрелах ствол пушки нагревается сильнее, чем при стрельбе снарядами?

**10.13.** В цилиндре под поршнем содержится воздух. Его состояние меняется следующим образом: 1) при  $V = \text{const}$  увеличивается давление, 2) при  $p = \text{const}$  увеличивается объем, 3) при  $T = \text{const}$  увеличивается объем, 4) при  $p = \text{const}$  воздух возвращается в исходное состояние. Начертите диаграмму в координатах  $P$ - $V$  и укажите, где воздух получал теплоту, а где отдавал.



**10.14.** Будет ли кипеть вода в кастрюле, которая плавает в баке с кипящей водой?

**10.15.** На горячей отопительной батарее лежат мокрое и просохшее полотенце. Одинакова ли степень их нагретости, оцениваемая наощупь? Одинакова ли их температура?

**10.16.** Со дна водоема поднимается пузырек газа. Совершает ли этот газ работу?

**10.17.** Работа, совершаемая газом при его адиабатическом расширении, меньше, чем при равновеликом изотермическом расширении. Чем же можно объяснить, что двигатели с адиабатическим расширением получили широкое распространение?

**10.18.** Можно ли считать второе начало термодинамики всеобщим законом природы, если учесть существование холодильников? Ведь в них внутренняя энергия, отдаваемая холодильным шкафом путем теплопередачи, оказывается переданной в более теплую область (комнату).

**10.19.** Кристаллизация вещества сопровождается теплоотдачей, хотя температура затвердевающего вещества при этом не понижается. За счет каких видов энергии происходит эта теплоотдача?

**10.20.** Почему крышку с кастрюли, в которой кипит жидкость, рекомендуется приподнимать от себя, а не к себе?

**10.21.** Мыть эмалированную ванну или раковину холодной водой сразу после горячей и наоборот не рекомендуется. Почему?

**10.22.** Почему в систему охлаждения автомобиля, не имеющую расширительного бачка, антифриз (специальная незамерзающая охлаждающая жидкость) заливают на 92 – 95% объема системы, а воду – почти полностью?

**10.23.** Почему врачи не рекомендуют сразу после горячей пищи принимать очень холодную и наоборот?

**10.24.** Почему зубы начинают разрушаться раньше и быстрее у курящих людей, чем у некурящих?

**10.25.** В паспортах наручных механических часов рекомендуют заводить часы один раз в сутки, утром, когда часы надевают на руку. Почему не вечером, перед сном, когда часы снимают с руки?

**10.26.** Почему медицинский термометр следует держать под мышкой несколько минут?

**10.27.** Почему нагревательные батареи водяного отопления в квартирах устанавливают под окнами?

**10.28.** Если ожидаются весенние утренние заморозки, то защитить сад можно с помощью костров, создающих много дыма. Костры не согревают деревья, так зачем их разводят?

**10.29.** Почему молодые плодовые деревья и древесные ягодные кустарники зимой необходимо закрывать снегом как можно выше?

**10.30.** Свежесть куриных яиц можно определить, погружая их в сосуд с водой; долго хранившиеся куриные яйца будут всплывать со дна сосуда. Почему?

**10.31.** Для проверки степени нагрева утюга нужно намочить палец и кратковременно коснуться глядящей поверхности. Почему при этом ожога не будет?

**10.32.** Почему большая кадка с водой, поставленная в погреб, предохраняет овощи от замерзания?

**10.33.** Почему при ожидании резкого ночного понижения температуры для защиты растений рекомендуется вечером обильно полить их водой?

**10.34.** Почему в холодное время года из радиатора автомобиля надо обязательно слить воду, если работа автомобильного двигателя прекращается на длительное время?

**10.35.** Как только начинается кипение жидкости, пламя надо убавить и готовить пищу на малом огне, так как в этом случае сильное пламя лишь бесполезно увеличивает расход газа, не ускоряя приготовление пищи. Почему?

**10.36.** Почему вода закипает быстрее, если кастрюля накрыта крышкой?

## **11. Реальные газы и жидкости.**

### **Капиллярные явления. Поверхностное натяжение**

**11.1.** Чем объясняется, что вечером после жаркого дня в низине наблюдается образование тумана?

**11.2.** Почему зимой заметно выделение тумана и инея при дыхании, а летом нет?

**11.3.** Испаряются ли твердые тела?

**11.4.** Имеют ли температуру плавления аморфные тела?

**11.5.** Перечислите отличительные свойства процессов кипения и испарения. Объясните, почему температура кипения зависит от давления и почему испарение приводит к охлаждению жидкости.

**11.6.** Коэффициент поверхностного натяжения мыльной пленки почти в 2 раза меньше, чем у чистой воды. Почему же мыльная вода образует такие прочные пузыри и пленки, какие у чистой воды получить нельзя?

**11.7.** За счет какой энергии возможны капиллярные явления?

**11.8.** Чем объясняется гигроскопичность некоторых тел (ваты, тканей, почвы)?

**11.9.** Для чего почву рекомендуется вспахивать и бороновать?

**11.10.** Поверхностный слой жидкости часто уподобляют растянутой резиновой пленке. В каком отношении это аналогия не соответствует действительности?

**11.11.** Шарообразный стеклянный сосуд, на три четверти заполненный водой, привели в состояние невесомости. Что произойдет с водой? А если вместо воды взять ртуть?

**11.12.** Из некоторых сортов фильтровальной бумаги нужно выбрать тот, в котором поры меньше. Как это сделать, не используя никаких приборов?

**11.13.** В проволочное сито, все проволочки которого покрыты тонким слоем парафина, можно налить воду. Каким образом удерживается вода в сите? Почему вода протекает, если коснуться его снизу пальцем?

**11.14.** При каких условиях рост абсолютной влажности воздуха может сопровождаться уменьшением относительной влажности?

**11.15.** В какое время суток летом относительная влажность воздуха больше при одной и той же абсолютной влажности?

**11.16.** Почему жару переносить труднее при высокой влажности?

**11.17.** Из сильно кипящего чайника выбрасываются видимые клубы пара, которые появляются не у самого носика. Чем заполнен промежуток?

**11.18.** В жарких странах напитки помещают в сосуды с пористыми стенками. Зачем это делают?

**11.19.** Не прибегая к помощи таблиц, скажите: выше или ниже комнатной критическая температура воды?

**11.20.** Больному для приема прописано определенное число капель лекарства. В какую сторону следует изменить число капель (увеличить или уменьшить), если капли отсчитывают в жарко натопленном помещении?

**11.21.** Две смоченные водой и сложенные вместе пластинки (например, два покровных стеклышка) трудно разделить, пока они находятся на воздухе. Однако они разделяются без всяких усилий, если их опустить в воду. Объясните, почему так происходит?

**11.22.** Если бутылку с газированной водой перед открыванием наклонить, то газированная вода даже в жаркую погоду будет вспениваться не так сильно. Почему?

**11.23.** В сильную жару для утоления жажды лучше пить горячий чай. Почему не рекомендуют в тех же условиях пить прохладительные напитки?

**11.24.** Даже в пустыне можно добыть воду. Для этого вечером нужно расстелить на песке плотную ткань (шелк, брезент), а на рассвете из нее вылить воду. Откуда в пустыне берется вода?

**11.25.** Почему при измерении артериального давления с помощью тонометра локтевой сгиб руки следует располагать так, чтобы точка входа воздушной трубки тонометра располагалась на уровне сердца?

**11.26.** Чтобы сделать дробь, нужно, чтобы капли расплавленного свинца падали с достаточно большой высоты (2 – 2,5 м) в чан с водой. Почему при этом капли принимают форму шара?

**11.27.** Если прогладить утюгом ткань, на которой рассыпан парафин, то она становится непромокаемой. Почему?

**11.28.** Почему медные провода соединяются пайкой оловянным припоем, а алюминиевые – нет?

**11.29.** Почему свежее мясо рекомендуют резать не на сухой, а на мокрой деревянной доске?

**11.30.** Почему стена, предварительно смоченная разбавленным клеевым раствором, не впитывает много краски?

**11.31.** Почему расплавленный жир плавает на поверхности воды в виде кружков?

**11.32.** При критической температуре удельная теплота парообразования всякой жидкости равна нулю. Почему?

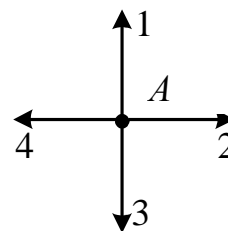
## ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

### 12. Силы в электростатическом поле

**12.1.** Электрически нейтральная капля разделилась на две. Первая из них обладает положительным зарядом  $+q$ . Каким зарядом обладает вторая капля?

**12.2.** Почему при определении напряженности электрического поля используется пробный заряд?

**12.3.** Какое направление (из указанных на рис. 7) имеет в точке  $A$  вектор напряженности электрического поля двух одинаковых точечных зарядов, расположенных на равном расстоянии относительно точки  $A$ ?



**12.4.** Какое направление (из указанных на рисунке 7) имеет вектор силы, действующей на отрицательный заряд, помещенный в точку  $A$ , расположенную на равном расстоянии относительно за-



Рис. 7

**12.5.** Два маленьких шарика с одноименными зарядами подвешены на изолирующих нитях одинаковой длины  $l$  в одной точке. Что произойдет с шариками в условиях невесомости?

**12.6.** Изменится ли напряженность однородного электрического поля между двумя разноименно заряженными плоскостями, если расстояние между ними увеличить в два раза?

**12.7.** Когда электроскоп заряжают, его листочки отталкиваются друг от друга и располагаются под углом. Какая сила компенсирует электрическое отталкивание, не давая листочкам расходиться еще дальше?

**12.8.** Почему силовые линии никогда не пересекаются?

**12.9.** Объясните, что будет происходить с электрическим диполем в неоднородном электрическом поле?

**12.10.** Отрицательный точечный заряд помещен строго посередине между двумя равными по величине положительными точечными зарядами. Крайние заряды закреплены. Отрицательный заряд может двигаться только вдоль прямой, соединяющей крайние заряды. Как он будет двигаться? Находится ли он в равновесии? Если да, то какого типа это равновесие?

**12.11.** В центре окружности радиусом  $R$  находится заряд  $+q$ . Как изменится циркуляция вектора электрической напряженности по этой окружности, если заряд сместить на расстояние  $a = R/2$ ?

**12.12.** Две бесконечные пластины расположены под прямым углом друг к другу и несут равномерно распределенные по площади положительные заряды с поверхностной плотностью  $\sigma$ . Начертить картину силовых линий.

**12.13.** Если поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность равен нулю, означает ли это, что напряженность электрического поля равна нулю во всех точках поверхности? Справедливо ли обратное: если  $E = 0$  во всех точках поверхности, то поток через замкнутую поверхность равен нулю?

**12.14.** Обусловлена ли напряженность электрического поля  $E$ , фигурирующая в теореме Гаусса  $\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ , только зарядом  $Q$ ? А поток?

**12.15.** Точечный заряд окружен сферической поверхностью радиусом  $R$ . Как изменится значение потока вектора напряженности через поверхность, окружающую заряд, если сферу заменить кубом со стороной  $\frac{R}{2}$ ? Заряд находится в центре куба.

**12.16.** Будут ли равны потоки вектора напряженности электрического поля  $N$  от точечного заряда  $+q$  через замкнутую сферическую поверхность радиусом  $R = 0,1$  м и через куб с ребром  $l = 0,1$  м? Почему? Заряд и поверхности расположены так, как изображено на рис. 8.

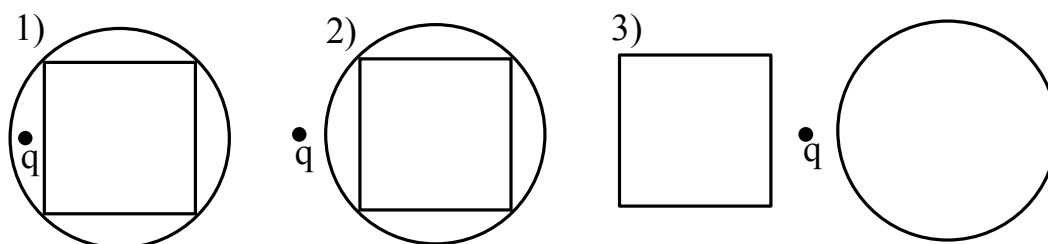


Рис. 8

**12.17.** Чему равен поток вектора напряженности электрического поля через поверхности, изображенные на рисунке 9?

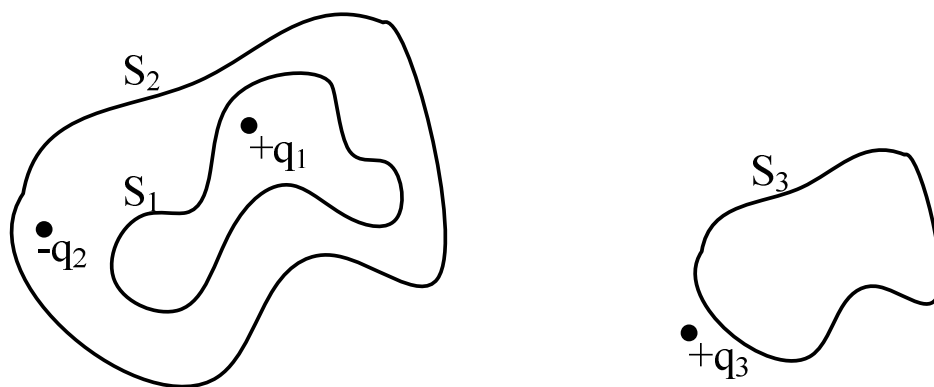


Рис. 9

**12.18.** Чему равен поток вектора напряженности электрического поля  $N$  через одну грань куба от заряда  $+q$  помещенного в центре куба?

**12.19.** В центре замкнутой сферической поверхности радиусом  $R$  расположен заряд  $+q$ . Если заряд сместить на расстояние  $a = R/2$ , то изменится ли: а) напряженность электрического поля для точек поля, принадлежащих этой поверхности; б) поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность?

**12.20.** Что вы можете сказать о величине потока вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность, окружающую электрический диполь?

**12.21.** Можно ли применить теорему Гаусса для вычисления напряженности электрического поля диполя?

**12.22.** Напряженность электрического поля  $E$  равна нулю во всех точках замкнутой поверхности. Значит ли это, что внутри нет зарядов? Ответ обоснуйте или приведите примеры.

**12.23.** Если суммарный заряд внутри замкнутой поверхности равен нулю, то обязательно ли равна нулю напряженность поля во всех точках поверхности?

**12.24.** Почему птицы слетают с проводов, когда включают высокое напряжение?

**12.25.** Положительный точечный заряд помещен строго посередине между двумя равными по величине положительными точечными зарядами. Крайние заряды закреплены. Средний заряд может двигаться только вдоль прямой, соединяющей крайние заряды. Как он будет двигаться?

**12.26.** Изменится ли напряженность однородного электрического поля между двумя разноименно заряженными плоскостями, если расстояние между ними уменьшить в два раза?

**12.27.** Между горизонтально расположенными пластинами большого плоского конденсатора подвешен на нити маленький металлический шарик, заряженный положительно. Как изменится период колебаний такого маятника, если верхнюю пластину конденсатора зарядить положительно? Отрицательно?

**12.28.** Напряженность электрического поля  $E$  равна нулю во всех точках замкнутой поверхности. Значит ли это, что внутри нее нет точечных зарядов? Ответ обоснуйте или приведите примеры.

**12.29.** Из какого опытного факта следует, что должно быть два различных вида электрических зарядов?

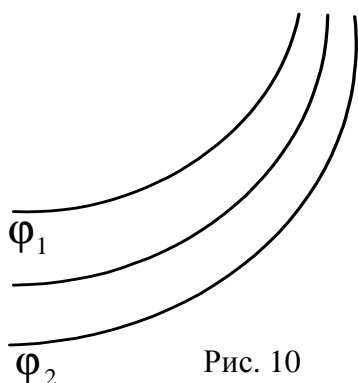
**12.30.** Электрополировка и некоторые другие направления применения электролиза основаны на том, что явления, сопровождающие электролиз, особенно интенсивно протекают у выступов на электродах. Объясните эту особенность электролиза.

**12.31.** В каком случае при сближении двух одноименно заряженных тел сила отталкивания между ними уменьшается до нуля?

**12.32.** Почему окраска небольших предметов методом разбрызгивания краски экономически выгодна, а также безвредна для здоровья работающего, если между пульверизатором и предметом создать высокое напряжение?

**12.33.** Изменится ли напряженность однородного электрического поля между двумя разноименно заряженными плоскостями, если расстояние между ними увеличится в два раза?

### 13. Работа сил электростатического поля. Потенциал



**13.1.** На рис. 10 дана картина расположения эквипотенциальных поверхностей электростатического поля. Известно также, что  $\Phi_1 > \Phi_2$ . Каково примерное направление силовых линий этого поля? Определить в какой области напряженность поля больше?



**13.2.** Электрическое поле создано точечным зарядом  $+q$ . Определите работу  $A$ , совершаемую силами поля при перемещении некоторого заряда из точки  $D$  в точку  $B$  (рис. 11). Сравните работы по перемещению того же заряда на участках  $DC$  и  $BC$ .

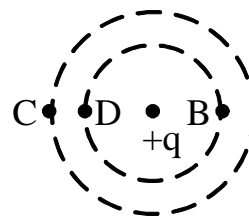


Рис. 11

**13.3.** В электрическом поле неподвижного точечного заряда  $+Q$  переносится малый заряд  $-q$  из точки  $M$  в точку  $N$  по траекториям 1, 2 и 3 (рис. 12). Точки  $M$  и  $N$  находятся на одинаковом расстоянии от заряда  $+Q$ . В каком случае работа сил электрического поля будет наибольшей?

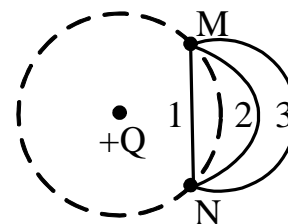


Рис. 12

**13.4.** На упругий шарик  $A$ , несущий заряд  $+q$  и закрепленный неподвижно, начинает падать с высоты  $H$  с начальной скоростью, равной нулю такой же шарик  $B$  (рис. 13). После упругого удара о шарик  $A$  шарик  $B$  подпрыгивает вверх. Как высоко поднимается шарик  $B$ , если он также заряжен зарядом  $+q$ ?

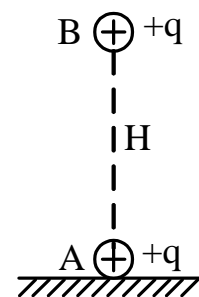


Рис. 13

**13.5.** Почему при работе с электрическими схемами рекомендуется работать одной рукой, а другую держать в кармане, а также категорически запрещается касаться заземленных предметов.

**13.6.** Если после аварии провод под высоким напряжением касается земли, то как следует удаляться с места аварии: а) уходить широкими шагами или б) отпрыгивать на одной ноге?

**13.7.** Существует ли в области между двумя равными положительными зарядами точка, в которой напряженность электрического поля равна нулю? Точка с нулевым потенциалом?

**13.8.** Если металлическим шаром, имеющим разные диаметры, сообщить равные отрицательные заряды, то будет ли ток в проводнике, которым соединяются шары после их зарядки?

**13.9.** Маленький металлический шарик заряжен до потенциала  $\varphi_1 = 1$  В. Его вносят внутрь большой полой металлической сферы, заряженной до потенциала  $\varphi_2 = 1000$  В, и касаются им поверхности большой сферы. Заряд с маленького шарика переходит на сферу. Объяснить кажущееся противоречие: переход положительного заряда произошел в направлении от более низкого к более высокому, тогда как должно происходить как раз обратное.

**13.10.** 1) Если в некоторой точке пространства  $\varphi = 0$ , то обязательно ли в этой точке  $E = 0$ ? 2) Если в некоторой точке  $E = 0$ , то всегда ли в этой точке и  $\varphi = 0$ ? Проиллюстрируйте ответ примерами.

**13.11.** Могут ли эквипотенциальные поверхности пересекаться? Ответ объясните.

**13.12.** Что можно сказать о векторе напряженности электрического поля в области пространства с одним и тем же потенциалом?

**13.13.** Из двух одинаковых проводящих шаров один нейтрален, а другой обладает зарядом  $q$ . Вначале шары изолированы друг от друга, а затем приводятся в соприкосновение. А. Что можно сказать о потенциале каждого из шаров, когда их соединили? Б. Перейдет ли заряд с одного шара на другой? Если да, то в каком количестве?

**13.14.** Две точки имеют одинаковый потенциал. В каком случае при перемещении пробного заряда из одной точки в другую силами поля не совершается работа? Верно ли, что в этом случае для перемещения заряда не надо прикладывать силу?

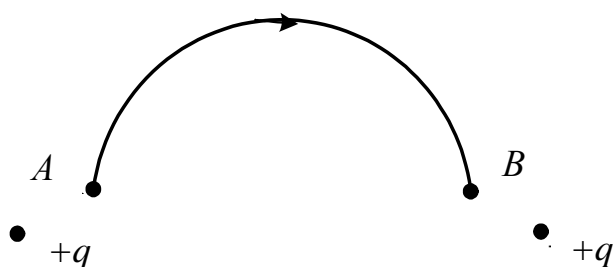


Рис. 14

**13.15.** Электрическое поле создано двумя положительными зарядами, расположенными на некотором расстоянии друг от друга (рис. 14). Известно, что потенциалы поля в точках A и B равны. Значит ли это, что при перемещении пробного заряда из точки A в точку B силами поля не совершается работа? Верно ли, что для перемещения заряда не надо прикладывать силу?

но ли, что для перемещения заряда не надо прикладывать силу?

**13.16.** Потенциал электрического поля некоторого заряда убывает по мере удаления от него. Что можно сказать о знаке этого заряда?

**13.17.** Может ли потенциальная энергия заряда в электрическом поле оставаться неизменной, если этот заряд перемещается?

## 14. Емкость. Энергия электрического поля

**14.1.** Как изменится разность потенциалов на пластинах заряженного конденсатора, если уменьшить расстояние между ними?

**14.2.** От каких факторов (форма, размеры обкладок, величина зазора между ними, диэлектрические свойства среды) зависит емкость конденсатора?

**14.3.** Изменится ли разность потенциалов между пластинами плоского воздушного конденсатора, если одну из них заземлить?

**14.4.** Три конденсатора, имеющие разные емкости, соединены параллельно и заряжены. Отличаются ли разности потенциалов между обкладками отдельных конденсаторов? Одинаковы ли заряды конденсаторов?

**14.5.** Три конденсатора, имеющие разные емкости, соединены последовательно и заряжены. Отличаются ли разности потенциалов между обкладками отдельных конденсаторов? Одинаковы ли заряды конденсаторов?

**14.6.** Большая плоскопараллельная медная пластина толщиной  $d_1$  помещена между обкладками плоского конденсатора, параллельно им. Как это повлияет на емкость конденсатора?

**14.7.** Параллельные пластины изолированного конденсатора обладают зарядами  $q$  противоположного знака. Надо ли прикладывать силу, чтобы развести пластины? Изменится ли при этом разность потенциалов? На что затрачивается работа при разведении пластин?

**14.8.** Обкладку плоского конденсатора наклонили так, что расстояние с одной стороны увеличилось до  $2d$ . Как изменится емкость?

**14.9.** Три одинаковых конденсатора подключают к батарее. В каком случае энергия, запасенная конденсаторами, больше: при последовательном или параллельном соединении конденсаторов?

**14.10.** Как изменится запасенная конденсатором энергия, если а) удвоить напряжение на конденсаторе; б) удвоить заряд на каждой из пластин; в) удвоить расстояние между пластинами при условии, что конденсатор подключен к батарее?

**14.11.** Как изменится энергия электрического поля в плоском воздушном конденсаторе, если расстояние между его пластинами уменьшить в 2 раза? Обкладки конденсатора отключены от источника ЭДС.

**14.12.** Как изменится энергия электрического поля в плоском воздушном конденсаторе, если расстояние между его пластинами уменьшить в 2 раза? Обкладки конденсатора все время подключены к источнику ЭДС.

**14.13.** Двум шарам одинакового радиуса, один из которых сплошной, а другой полый, сообщили одинаковый заряд. Будут ли равны их потенциалы?

**14.14.** Если металлическим шаром, имеющим разные диаметры, сообщить равные отрицательные заряды, то будет ли ток в проводе, которым соединят шары после их зарядки?

**14.15.** Два металлических шара с радиусами  $R$  и  $3R$  соединяют проволокой. Центры шаров расположены на расстоянии  $7R$  друг от друга. Какой вид соединения проводников представляет эта система из двух шаров?

**14.16.** Батарея из последовательно соединенных конденсаторов заряжена и отключена от источника постоянной ЭДС. Один из конденсаторов в результате пробоя разряжается. Как при этом изменяется а) емкость батареи; б) напряжение на ней?

**14.17.** Конденсатор подключен к аккумулятору. Как изменяется энергия, запасенная конденсатором, если мы раздвигаем его пластины?

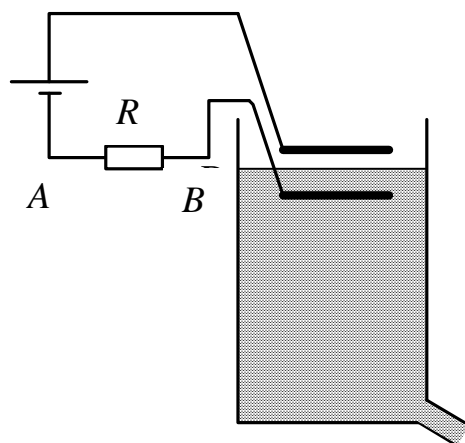


Рис. 15

**14.18.** В сосуд с диэлектрической жидкостью опущен конденсатор, соединенный с источником постоянной ЭДС. Жидкость медленно выливается. Указать направление тока через резистор  $R$  (рис. 15).

**14.19.** Металлический проводник опустили в керосин и зарядили от электрофорной машины. После зарядки проводник при помощи изоляторов вынули из керосина и перенесли в воду. Изменилась ли емкость проводника?

**14.20.** Металлический проводник опустили в керосин и зарядили от электрофорной машины. После зарядки проводник при помощи изоляторов вынули из керосина и перенесли в воду. Изменился ли потенциал на проводнике?

**14.21.** Изменится ли разность потенциалов пластин плоского воздушного конденсатора, если одну из них заземлить?

**14.22.** Изменится ли емкость плоского конденсатора, если в воздушный зазор между пластинами вдвинуть незаряженную тонкую металлическую пластину?

**14.23.** 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?

**14.24.** 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?

## 15. Проводники и диэлектрики в электрическом поле

**15.1.** Незаряженное металлическое тело внесено в электрическое поле положительного заряда  $+q$ , а затем разделено на части  $M$  и  $N$ , как это представлено на рис. 16. Какими электрическими зарядами обладают части тела  $M$  и  $N$  после разделения?

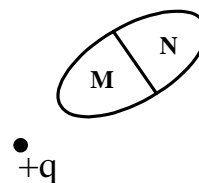


Рис. 16

**15.2.** Незаряженное тело, изготовленное из диэлектрика и состоящее из двух частей  $M$  и  $N$ , внесено в электрическое поле положительного заряда  $+q$  (рис. 17). Какими электрическими зарядами обладают части тела  $M$  и  $N$  после удаления их друг от друга?

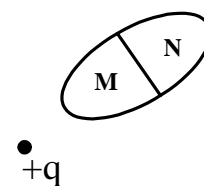


Рис. 17

**15.3.** Одинаковые по абсолютной величине заряды находятся на двух парах одинаковых металлических шариков (рис. 18). В случае а) эти заряды одноименные, в случае б) – разноименные. Расстояние между шариками в обоих случаях равны. Могут ли силы взаимодействия между зарядами в этих случаях быть не равными по модулю?

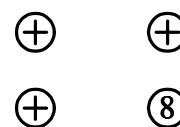


Рис. 18

**15.4.** Как полностью передать электрический заряд, находящийся на одном проводящем теле, другому проводящему незаряженному телу?

**15.5.** Внутри полого (изолированного) металлического шара находится заряд  $q_1$ . Будет ли действовать сила на точечный заряд  $q_2$ , находящийся вне шара (рис. 19)?

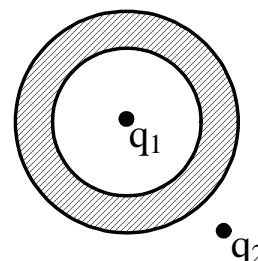


Рис. 19

**15.6.** В центре полой изолированной незаряженной металлической сферы находится положительный заряд  $+q$ . Отклонится ли подвешенный на шелковой нити грузик, заряженный зарядом  $+q_0$ , помещенный вне сферы?

**15.7.** В центре полой изолированной незаряженной металлической сферы находится положительный заряд  $+q$ . Сфера заземлена. Отклонится ли подвешенный вне сферы на шелковой нити грузик, заряженный пробным зарядом  $+q_0$ ?

**15.8.** Как изменится сила отталкивания двух одноименных точечных зарядов, если между ними поместить незаряженный металлический шар?

**15.9.** Как изменится сила, действующая на разноименные заряды, если между ними поместить незаряженный шарик из металла?

**15.10.** Как изменится сила отталкивания двух одноименных и одинаковых по величине точечных зарядов, если посередине между ними поместить тонкую металлическую пластинку? Плоскость пластинки перпендикулярна оси, соединяющей заряды.

**15.11.** Как изменится сила, действующая на разноименные точечные заряды, если между ними поместить незаряженную, бесконечно большую металлическую пластину?

**15.12.** Два шара, большой и маленький, равномерно заряжены с поверхностной плотностью  $\sigma$ . Будут ли одинаковы потенциалы шаров?

**15.13.** Заряд проводника равен  $Q$ . В проводнике имеется полость, в центре которой помещается точечный заряд  $q$ . Чему равен заряд: а) на внешней поверхности проводника; б) на внутренней поверхности проводника.

**15.14.** Точечный заряд  $q$  помещен в центре тонкой металлической незаряженной оболочки. Будет ли действовать электрическая сила на заряд  $Q$ , находящийся снаружи?

**15.15.** Точечный заряд  $Q$  окружен сферической проводящей поверхностью радиусом  $r_0$ , центр которой совпадает с  $Q$ . Затем заряд перемещают вправо на расстояние  $r_0/2$ , сфера же остается на месте. Изменится ли поток  $N_E$  через сферу? Изменится ли распределение напряженности электрического поля на поверхности сферы? Если да, то как?

**15.16.** Полый металлический шар с внутренним радиусом  $R_1$  и внешним радиусом  $R_2$  заряжен положительным зарядом  $Q$ . Как изменятся напряженность поля и потенциал на поверхности шара, если уменьшить толщину стенки полого шара за счет увеличения внутреннего радиуса  $R_1$  полости?

**15.17.** Полый металлический шар с внутренним радиусом  $R_1$  и внешним радиусом  $R_2$  заряжен положительным зарядом  $Q$ . Как изменятся напряженность поля и потенциал на поверхности шара, если уменьшить толщину стенки полого шара за счет уменьшения внешнего радиуса  $R_2$  полости?

**15.18.** Обкладки плоского заряженного изолированного конденсатора расположены горизонтально. Если между пластинами чуть-чуть вдвинуть лист тонкого диэлектрика и затем отпустить его, как он будет двигаться?

**15.19.** Две незаряженные пластины, сделанные из веществ с разными работами выхода, привели в контакт друг с другом. Можно ли предсказать,

которая из них окажется наэлектризованной отрицательно, предполагая, что концентрация свободных электронов одинакова в обоих веществах?

**15.20.** Кусок металла, ударяясь о жесткую преграду, электризуется. Какова причина этой электризации? Заряд какого знака появляется на куске металла?

## 16. Постоянный электрический ток

**16.1.** Какой проводник представляет большее сопротивление для постоянного тока – сплошной медный стержень или медная трубка, имеющая внешний диаметр, равный диаметру стержня? Длину обоих проводников считать одинаковой.

**16.2.** Для того чтобы проверить, нет ли в двухпроводной линии электропередачи разрыва, в нее включили вольтметр. Что должен показать вольтметр, если линия исправна, а напряжение в ней равно 220 В?

**16.3.** В схеме, изображенной на рис. 20, сопротивления всех резисторов одинаковы и равны  $R$ . Показания какого вольтметра будет больше? Почему?

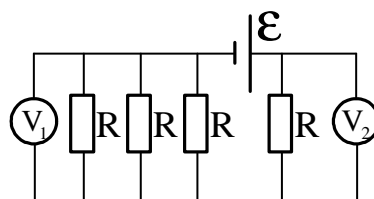


Рис. 20

**16.4.** Как следует включать реостат в схему, чтобы он работал а) как сопротивление; б) как потенциометр (делитель напряжения)?

**16.5.** Как связаны между собой удельное сопротивление  $\rho$  и электрическое сопротивление  $R$ ?

**16.6.** От чего зависит сила тока: а) для замкнутой цепи; б) для однородного участка цепи; в) для неоднородного участка цепи? Как определяется сила тока в системе СИ?

**16.7.** Чему равно общее сопротивление при последовательном соединении сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ ? Из каких соображений выводится эта формула?

**16.8.** Чему равно общее сопротивление при параллельном соединении сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ ? Из каких соображений выводится эта формула?

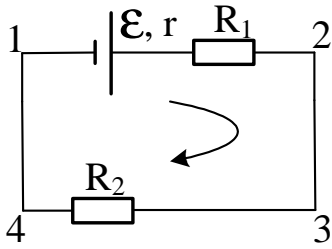


Рис. 21

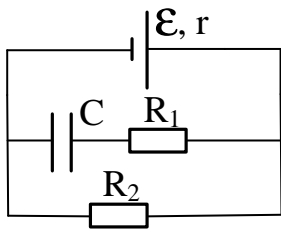


Рис. 22

**16.14.** Какая физическая величина численно равна работе сил стороннего поля? Зависит ли эта величина от пути интегрирования?

**16.15.** Какая физическая величина численно равна суммарной работе кулоновских и сторонних сил? Зависит ли эта величина от пути интегрирования?

**16.16.** Чему равно напряжение на зажимах источника при условии, что: а) цепь замкнута на внешнее сопротивление  $R$ ; б) цепь разомкнута.

**16.17.** При какой величине внешнего сопротивления  $R$  возникает ток короткого замыкания  $I_k$ ? Чему он равен?

**16.18.** По двум медным проводникам одинаковой длины протекают одинаковые токи. Сечение второго проводника вдвое больше сечения первого:  $S_2 = 2S_1$ . Сравните напряженности электрических полей  $E_2/E_1$  в проводниках.

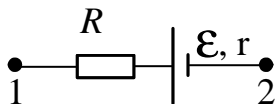


Рис. 23

**16.9.** На рис. 21 представлена электрическая цепь. Какие силы совершают работу над зарядами на участках 1-2, 3-4 цепи и в замкнутой цепи 1-2-3-4-1?

**16.10.** Чему равны работы над зарядом на всех участках 1-2, 3-4 цепи и в замкнутой цепи 1-2-3-4-1, представленной на рисунке 21.

**16.11.** Запишите закон Ома для участка 1-2 цепи, изображенной на рис. 21.

**16.12.** Конденсатор  $C$  включен в цепь постоянного тока, как показано на рис. 22. Чему равна сила тока через сопротивление  $R_1$  в установившемся режиме?

**16.13.** Какая физическая величина численно равна работе кулоновских сил? Зависит ли эта величина от пути интегрирования?

**16.19.** Разность потенциалов между точками 1 и 2 цепи, изображенной на рис. 23, равны  $\varphi_1 - \varphi_2 = 9$  В. ЭДС источника  $\varepsilon = 6$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 1$  Ом. Внешнее сопротивление участка  $R = 2$  Ом. Определить величину и направление тока  $I$ ?

**16.20.** Что представляет для человека большую опасность: большой ток или высокое напряжение?



**16.21.** Когда дуга трамвайного вагона замыкает цепь, то по верхнему проводу и по рельсу идет одинаковый ток. Почему же, стоя на земле и касаясь проволоки, соединенной с верхним проводом, мы будем поражены током, а прикосновение к рельсу безопасно?

**16.22.** Елочная гирлянда сделана из 30 электрических лампочек, соединенных последовательно и питаемых от городской сети. После того, как одна лампочка перегорела, оставшиеся 29 лампочек снова соединили последовательно и включили в сеть городского тока. В каком случае в комнате было светлее, когда горело 30 лампочек или 29?

**16.23.** В полупроводниках концентрация заряженных частиц много меньше, чем в металлах. За счет чего же в случае последовательного соединения полупроводника с металлическим проводником сила тока в них одинакова? Поперечные сечения считать также одинаковыми.

**16.24.** Вольтамперная характеристика металлического проводника представляет собой прямую. От какого свойства проводника зависит угол наклона этой прямой к оси разности потенциалов?

**16.25.** Ток, порождаемый молнией, «ударившей» в дерево, может поразить человека, даже не соприкасающегося с этим деревом. Как это может произойти? Как уберечься от поражения током в таких случаях?

**16.26.** 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?

**16.27.** Вследствие испарения и распыления материала с поверхности нити накала лампы нить с течением времени становится тоньше. Как это влияет на мощность, потребляемую лампой?

**16.28.** При каких условиях от заданного элемента можно получить самый большой ток?

**16.29.** Для чего к корпусу самоходного комбайна прикрепляется массивная металлическая цепь, десяток звеньев которой волочатся по земле?

**16.30.** Почему говорят, что молния может находить зарытые под землей клады?

## **17. Магнитное поле токов**

**17.1.** Что такое электронвольт?

**17.2.** Изобразите положение витка с током в магнитном поле, при котором он будет находиться в состоянии неустойчивого равновесия.

**17.3.** Магнитный момент кругового витка с током сонаправлен с силовыми линиями однородного магнитного поля. Что произойдет с витком, если его немного отклонить от первоначального положения?

**17.4.** Магнитный момент кругового витка с током антипараллелен силовым линиям однородного магнитного поля. Что произойдет с витком, если его немного отклонить от первоначального положения?

**17.5.** Плоскость кругового витка с током расположена перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля. Что произойдет с витком, если его немного отклонить от первоначального положения?

**17.6.** Каково должно быть расположение прямолинейного проводника с током в однородном магнитном поле, чтобы а) сила Ампера была минимальной; б) сила Ампера была максимальной?

**17.7.** Какое направление имеет вектор силы  $\vec{F}$ , действующей со стороны магнитного поля на движущийся положительный электрический заряд, если направление вектора скорости  $\vec{v}$  заряда совпадает с направлением вектора индукции магнитного поля  $\vec{B}$ ?

**17.8.** Каким образом электрон должен влетать в магнитное поле, чтобы его траектория представляла собой а) прямую линию; б) окружность; в) винтовую линию?

**17.9.** Воображаемая поверхность сферы радиусом  $R$  пересекает проводник с током, расположенный по диаметру сферы. Изменится ли поток вектора магнитной индукции через эту сферу, если проводник с током переместить параллельно себе на расстояние  $a = \frac{R}{2}$ ?

**17.10.** Как расположится магнитная стрелка, помещенная в центре кругового тока  $I_k$  радиусом  $a$ , если на расстоянии  $a$  от центра витка параллельно плоскости витка поместить прямолинейный проводник с током  $I_n$ , причем  $I_n = \pi I_k$ ?

**17.11.** По двум бесконечно длинным прямолинейным проводникам, находящимся на расстоянии  $a$  друг от друга, текут одинаковые токи  $I$  в одном направлении. Определить индукцию магнитного поля  $B$  в точке, лежащей в плоскости токов на равном расстоянии от них.

**17.12.** По двум бесконечно длинным прямолинейным проводникам, находящимся на расстоянии  $a$  друг от друга текут одинаковые токи  $I$  в противоположных направлениях. Определить индукцию магнитного поля  $B$  в точке, лежащей посередине между проводами.

**17.13.** Два бесконечно длинных прямолинейных проводника лежат в одной плоскости перпендикулярно друг другу. По ним текут токи одинаковой силы  $I$  в направлениях, указанных на рис. 24. Определить индукцию магнитного поля  $B$  вдоль биссектрис, лежащих в 1 – 4 четвертях плоскости.

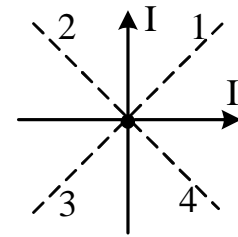


Рис. 24

**17.14.** Как изменится радиус траектории движения заряженной частицы в однородном магнитном поле при увеличении ее энергии в 4 раза?

**17.15.** Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции. Во сколько раз радиус кривизны  $R_1$  траектории протона больше радиуса кривизны  $R_2$  траектории электрона?

**17.16.** Почему два проводника, по которым текут параллельные токи, притягиваются, а два пучка катодных лучей отталкиваются?

**17.17.** Центры двух одинаковых витков с одинаковыми по величине токами  $I$  расположены на одной оси  $OO'$  на некотором расстоянии друг от друга. Плоскости витков параллельны. Направления токов показаны на рис. 25. Определить направление магнитного поля в точке  $M$ , расположенной на одинаковом расстоянии от центров витков.

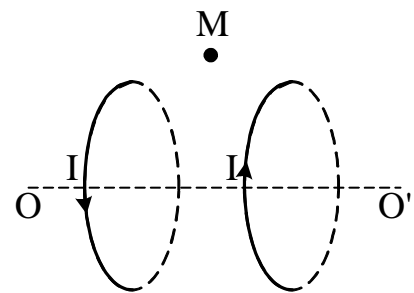


Рис. 25

**17.18.** Центры двух одинаковых круговых витков с одинаковыми по величине токами  $I$  расположены на одной оси  $OO'$  на некотором расстоянии друг от друга. Плоскости витков параллельны. Направления токов показаны на рис. 26. Определить направление магнитного поля в точке  $M$ , расположенной на одинаковом расстоянии от центров витков.

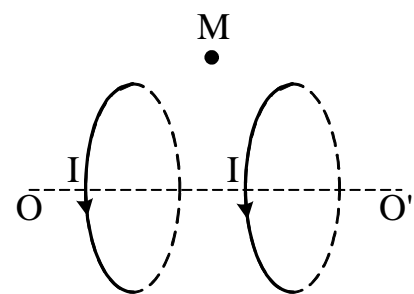


Рис. 26

**17.19.** В однородном магнитном поле, вектор индукции которого равен  $\vec{B}$ , расположен прямоугольный контур со сторонами  $a$  и  $b$ . Рассчитать циркуляцию вектора  $\vec{B}$  по данному контуру с указанным на рис. 27 направлением обхода.

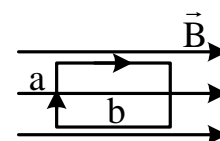


Рис. 27

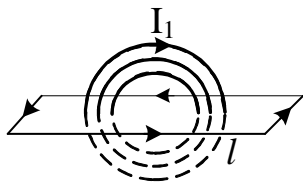


Рис. 28

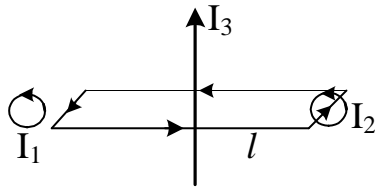


Рис. 29

Изобразите качественную зависимость индукции магнитного поля  $B$  от расстояния  $r$  до оси проводника.

**17.24.** По толстостенной трубе с внутренним радиусом  $R_1$  и внешним  $R_2$  течет ток  $I$ , равномерно распределенный по сечению трубы. Качественно изобразите качественную зависимость величины индукции магнитного поля  $B$  от расстояния  $r$  до оси проводника.

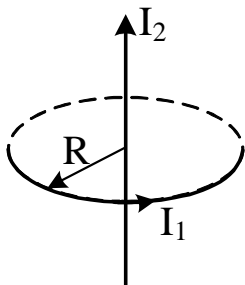


Рис. 30

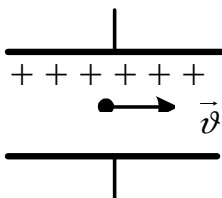


Рис. 31

**17.20.** Рассчитать полный ток  $I$ , охватываемый контуром  $l$ . Катушка содержит  $N$  витков с током  $I_1$ . Направление обхода контура указано на рис. 28.

**17.21.** Рассчитать полный ток  $I$ , охватываемый контуром  $l$ . Направление обхода контура показано стрелкой на рис. 29.

**17.22.** По тонкой цилиндрической трубе радиусом  $R$  протекает ток  $I$ . Нарисуйте график зависимости индукции магнитного поля  $B$  от расстояния  $r$  до оси проводника.

**17.23.** По цилиндрическому проводнику радиусом  $R$  протекает постоянный ток  $I$ , равномерно распределенный по сечению проводника.

**17.25.** Определите силу, действующую на проводник с током  $I_1$  в форме окружности радиусом  $R$ , через центр которой проходит бесконечно длинный проводник с током  $I_2$  (рис. 30).

**17.26.**  $\alpha$ -частица, летящая со скоростью  $\vec{v}$ , попадает в плоский заряженный конденсатор так, что скорость ее движения параллельна пластинам (рис. 31). Одновременно в пространстве между пластинами создано магнитное поле  $\vec{B}$ . Каким должно быть его направление, чтобы траектория  $\alpha$ -частицы в полях могла остаться прямолинейной?

**17.27.** Известно, что магнитное поле тока в электропроводке квартиры может отклонять стрелку компаса. 1. В случае какого тока (постоянного или переменного) имеет место это явление? 2. Как этот эффект зависит от а) увеличения силы тока; б) увеличения расстояния от проводника?

**17.28.** Пусть длинный цилиндрический проводник, по которому течет ток, имеет полость в виде концентрического цилиндра, т.е. имеет вид трубы. Чему равна индукция магнитного поля  $\vec{B}$  внутри полости?

**17.29.** Два длинных проводника, по которым текут токи одинаковой силы  $I$ , пересекаются, не соприкасаясь, под прямым углом. Чему равна сила, с которой один проводник действует на элемент тока другого проводника, расположенный на линии кратчайшего расстояния между проводниками?

**17.30.** Два длинных проводника, по которым текут токи одинаковой силы  $I$ , пересекаются, не соприкасаясь, под прямым углом. А. Чему равна сила, с которой один проводник действует на другой? Б. Как изменится эта сила, если по одному из проводников пустить ток силой  $2I$ ?

**17.31.** По горизонтальному проводнику течет большой ток. Ниже подвешен второй проводник, по которому также течет ток. В каком направлении должен идти ток в нижнем проводнике, чтобы верхний проводник удерживал нижний во взвешенном состоянии?

**17.32.** Горизонтальный проводник с током может свободно передвигаться и находиться во взвешенном состоянии непосредственно над другим, параллельным проводником с током. А. Как направлен ток в нижнем проводнике? Б. Может ли верхний проводник находиться в устойчивом равновесии благодаря магнитным силам со стороны нижнего? Объясните.

**17.33.** Ток силой  $I$  течет по полой тонкостенной трубе радиусом  $R_2$  и возвращается по тонкому сплошному проводнику радиусом  $R_1$ , проложенному по оси трубы (рис. 32). Чему равен магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий площадь ограниченную контуром  $ABCD$ , причем  $AD = BC = l$  – единичная длина всей системы. Всю систему считать бесконечно длинной. Полем внутри металла пренебречь.

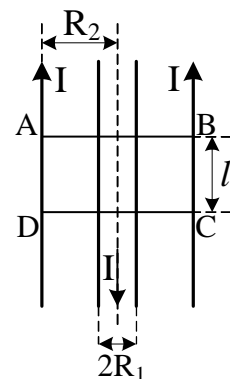


Рис. 32

**17.34.** Изобразите силовые линии постоянного магнита.

**17.35.** По длинному прямому металлическому проводу течет электрический ток. Можно ли избавиться от его магнитного поля, устремившись вдоль провода со скоростью, равной средней скорости упорядоченного движения электронов в нем?

**17.36.** Вблизи длинной трубки, внутри которой проходит электронный пучок, магнитная стрелка отклоняется. Как бы вела себя эта стрелка, если бы она двигалась с такой же скоростью, с какой движутся электроны в пучке?

**17.37.** Искровой разряд может иметь форму тонкого шнура (особенно при большой силе тока). Какие же силы удерживают от расширения заполняющую канал искры горячую плазму?

**17.38.** Калий, кислород и многие другие вещества сохраняют свои магнитные свойства и после испарения. Почему не сохраняют свои магнитные свойства после перехода в парообразное состояние железо и другие ферромагнетики?

**17.39.** Можно ли транспортировать раскаленные стальные болванки в цехе металлургического завода при помощи электромагнитного крана?

**17.40.** В каком месте Земли магнитная стрелка обоими концами показывает на юг?

**17.41.** Почему стальные оконные решетки с течением времени намагничиваются?

**17.42.** Можно ли на Луне ориентироваться с помощью магнитного компаса?

**17.43.** Электрон движется в однородном поле. Чему равна работа силы, действующей на электрон?

## 18. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Взаимоиндукция

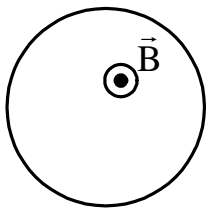


Рис. 33

**18.1.** На рис. 33 изображен плоский контур, помещенный в однородное магнитное поле  $\vec{B}$ , линии индукции которого направлены “на нас”. Укажите направление индукционного тока  $I$ , возникающего в контуре, если величина индукции магнитного поля: а) возрастает, б) убывает.

**18.2.** На рис. 33 изображен плоский контур, помещенный в однородное магнитное поле  $\vec{B}$ , линии индукции которого направлены “на нас”. Укажите направление индукционного тока  $I$ , возникающего в контуре, в случае, если: а) контур растягивается, б) контур сжимается.

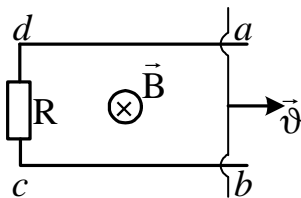


Рис. 34

**18.3.** Проволочный стержень, двигаясь вправо со скоростью  $\vec{v}$ , замыкает контакт между рельсами  $ad$  и  $bc$ , отстоящими друг от друга на расстоянии  $l$ . Однородное магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$  направлено перпендикулярно плоскости чертежа (“от нас”). Укажите направление тока, протекающего через сопротивление  $R$  (рис. 34).

**18.4.** Квадратная проволочная рамка с длиной стороны  $a$  падает между полюсами магнита, при этом плоскость рамки перпендикулярна силовым линиям магнитного поля, создаваемого магнитом. Будем считать, что положение  $I$  соответствует моменту, когда рамка входит в магнитное поле;

II – рамка находится в области однородного поля, III – рамка выходит из магнитного поля. Укажите направление индукционного тока для I, II и III положений рамки (рис. 35).

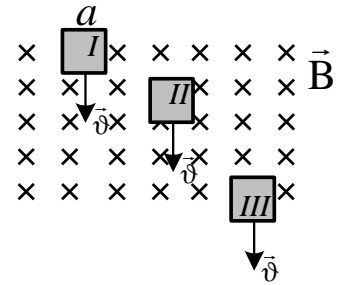


Рис. 35

**18.5.** Держа в руке замкнутое проволочное кольцо в вертикальной плоскости, вы резко вводите южный полюс магнита в центр кольца перпендикулярно его плоскости: а) возбуждается ли в кольце электрический ток? б) будет ли возбуждаться ток, если магнит держать неподвижно внутри кольца? в) изменятся ли ответы, если магнит вводить северным полюсом?

**18.6.** Представьте, что прямо перед вами один за другим расположены два проволочных витка (не соединенные между собой), так что вы смотрите вдоль линии, соединяющей их центры. В какой-то момент к первому витку подключается батарея и по нему в направлении по часовой стрелке течет ток. А. Возникнет ли ток во втором витке? Б. Если да, то в какой момент он возникнет? В. Когда он прекратится? Г. В каком направлении будет течь ток во втором витке? Д. Действует ли между двумя витками сила взаимодействия? Е. Если да, то в каком направлении?

**18.7.** Представьте, что прямо перед вами один за другим расположены два проволочных витка (не соединенные между собой), так что вы смотрите вдоль линии, соединяющей их центры. В какой-то момент к первому витку подключается батарея и по нему в направлении по часовой стрелке течет ток. Затем батарею отсоединяют от витка. А. Возникнет ли ток во втором витке? Б. Если да, то в какой момент он возникнет? В. Когда он прекратится? Г. В каком направлении будет течь ток во втором витке? Д. Действует ли между двумя витками сила взаимодействия? Е. Если да, то в каком направлении?

**18.8.** Прямоугольную рамку двигают влево, выводя ее из магнитного поля, которое направлено “от нас” (рис. 36). В каком направлении по рамке течет ток?

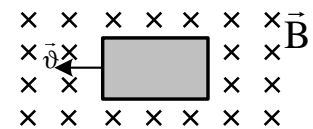


Рис. 36

**18.9.** В каком случае ЭДС индукции, возникающая между концами крыльев самолета, будет больше: когда самолет летит вдоль меридиана или вдоль параллели?

**18.10.** Определите направление индукционного тока  $I$  и знак ЭДС индукции в случае, если в плоскости, перпендикулярной линиям индукции

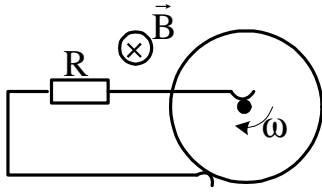


Рис. 37

однородного магнитного поля  $\vec{B}$  (вектор  $\vec{B}$  направлен “от нас”), находится сплошной медный диск, вращающийся вокруг своей оси по часовой стрелке с постоянной скоростью  $\omega$ . Скользящие контакты, подведенные к центру и ободу диска, замкнуты на внешнее сопротивление  $R$  (рис. 37).

**18.11.** Как изменится индуктивность  $L$  соленоида при внесении в него магнитного сердечника?

**18.12.** В соленоид, по которому течет постоянный ток, вдвигают магнитный сердечник. Изменится ли показание амперметра, подключенного последовательно этому соленоиду, при движении сердечника? Почему?

**18.13.** Из соленоида, по которому течет постоянный ток, вынимают магнитный сердечник. Изменится ли показание амперметра, подключенного к этому соленоиду, при движении сердечника? Почему?

**18.14.** Какую форму следует придать отрезку провода заданной длины, чтобы его индуктивность была: а) максимальной, б) минимальной?

**18.15.** Из двух проволок одинаковой длины свернули два контура: окружность и эллипс. Индуктивность  $L$  какого контура будет больше?

**18.16.** Почему два провода, по которым течет переменный ток, стараются располагать близко друг к другу?

**18.17.** Как следует расположить две круглые плоские катушки, не разнося их на большое расстояние, чтобы их взаимная индукция была а) максимальной, б) минимальной?

**18.18.** Если бы две катушки, расположенные как показано на рис. 38, были соединены проводом, обладали бы они взаимной индуктивностью?

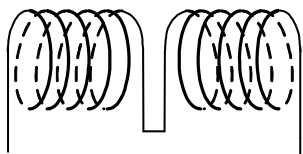


Рис. 38

**18.19.** Для передачи слабого сигнала на расстояние используют экранированную кабель, в котором токонесущая жила закрыта изоляцией, а затем цилиндрическим проводником. Для чего необходим этот экран?

**18.20.** В ясную погоду два одинаковых самолета летят горизонтально с одинаковыми скоростями. Один летит вблизи экватора, а другой – у полярного круга. У которого из них должна возникнуть большая разность потенциалов на концах крыльев?

**18.21.** Можно ли считать индуктивность соленоида с железным сердечником постоянной для этого соленоида величиной?



**18.22.** 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 это явление.

**18.23.** Предположим, что в кольцо из сверхпроводника вдвигается магнит. Как изменится при этом магнитный поток, проходящий через кольцо?

**18.24.** В какой момент искрит рубильник: при замыкании или размыкании? Если параллельно рубильнику включить конденсатор, то искрение прекращается. Объясните это явление.

**18.25.** Объясните явления, описанные Э.Х. 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».

**18.26.** Чем отличаются стали, применяемые для постоянных магнитов и электромагнитов?

## **19. Электромагнитные колебания. Переменный ток. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла**

**19.1.** Записать уравнение свободных незатухающих колебаний и изобразить график его решения.

**19.2.** Записать уравнение свободных затухающих колебаний и изобразить график его решения.

**19.3.** Записать уравнение вынужденных колебаний и изобразить график его решения при установившихся колебаниях.

**19.4.** Нарисовать графики для резонанса токов и резонанса напряжений в колебательном контуре.

**19.5.** Можно ли, зная коэффициент мощности  $\cos \varphi$ , определить, опережает по фазе ток в  $RLC$  – цепочке напряжение или отстает?

**19.6.** Зависит ли коэффициент мощности  $\cos \varphi$  от частоты?

**19.7.** Для какой цепочки, состоящей из активного, емкостного и индуктивного сопротивления, коэффициент мощности  $\cos\varphi$  может принимать нулевое значение?

**19.8.** От каких факторов зависит емкостное сопротивление контура?

**19.9.** От каких факторов зависит индуктивное сопротивление катушки?

**19.10.** Равно ли амплитудное значение напряжения источника  $\varepsilon_m$  сумме амплитудных значений напряжений на активном сопротивлении  $U_{mR}$ , катушке индуктивности  $U_{mL}$  и емкости  $U_{mC}$  в последовательной  $RLC$  – цепочке?

**19.11.** В случае, когда напряжение постоянного тока равно эффективному значению напряжения переменного тока, какой из них представляет большую опасность для человека? Как вы считаете, зависит ли опасность от частоты переменного тока?

**19.12.** От каких факторов зависит тяжесть поражения электрическим током?

**19.13.** Объясните тот факт, что поток вектора магнитной индукции через замкнутую поверхность равен нулю.

**19.14.** Чем отличаются силовые линии напряженности электростатического поля от силовых линий индукции магнитного поля?

**19.15.** Объясните, что представляют собой гром и молния во время грозы. Какими физическими явлениями можно объяснить возникновение молнии и происхождение грома?

**19.16.** Изобразите плоскую монохроматическую электромагнитную волну в пространстве в фиксированный момент времени.

**19.17.** Известно, что подобно распространяющимся волнам на воде или в натянутом шнуре, электромагнитные волны являются поперечными. Что “колеблется” в этих волнах?

**19.18.** По бесконечному прямолинейному проводнику, расположенному на расстоянии  $d$  от наблюдателя, течет постоянный ток силой  $I$ . Какое поле, по мнению этого наблюдателя, возникнет вокруг проводника (электрическое магнитное или электромагнитное)?

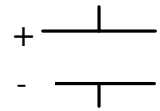
**19.19.** По бесконечному прямолинейному проводнику течет переменный ток  $I$ . Какое поле распространяется вокруг проводника (электрическое, магнитное или электромагнитное)?

**19.20.** Положительный заряд  $q$  движется к наблюдателю с постоянной скоростью  $v$ . Какое поле, по мнению этого наблюдателя, распространяется вокруг заряда (электрическое, магнитное или электромагнитное)?

**19.21.** От чего зависит скорость распространения электромагнитной волны в вакууме?

**19.22.** Может ли различие в длине проводов, соединяющих звуковые колонки, со стереоусилителем, привести к запаздыванию звука, излучаемого одной из колонок? Ответ объясните.

**19.23.** Как направлен ток смещения в конденсаторе при условии, что конденсатор разряжается (рис. 39)?



**19.24.** Представьте, что вы смотрите вдоль вектора напряженности электрического поля  $\vec{E}$  в момент, когда напряженность возрастает. Как направлены силовые линии индукции магнитного поля: по часовой стрелке или против?

Рис. 39

**19.25.** Представьте, что вы смотрите вдоль вектора индукции магнитного поля  $\vec{B}$  в момент, когда индукция возрастает. Как направлены силовые линии напряженности вихревого электрического поля: по часовой стрелке или против?

**19.26.** Двигатели электропоезда потребляют энергию из сети, но в некоторых случаях, наоборот, отдают ее обратно в сеть (рекуперация энергии). Назовите эти случаи?

## ОПТИКА. ФИЗИКА АТОМА

### 20. Элементы геометрической оптики

**20.1.** Может ли рассеивающая линза создать действительное изображение? Почему?

**20.2.** На какой угол повернется луч от плоского зеркала при повороте последнего на угол  $60^\circ$ ?

**20.3.** Человек, стоящий на берегу озера, видит на гладкой поверхности воды изображение солнца. Как будет перемещаться это изображение при удалении человека от озера?

**20.4.** Может ли угол преломления светового луча быть больше угла падения? Если да, то в каких случаях?

**20.5.** Может ли луч света иметь криволинейную форму?

**20.6.** Как идет после преломления в линзу луч, падающий параллельно главной оптической оси линзы?

**20.7.** Чем отличается построение изображений в рассеивающей и собирающей линзах?

**20.8.** В каком случае собирающая линза дает мнимое, прямое и увеличенное изображение?

**20.9.** С помощью линзы на экране получили изображение предмета, что произойдет с изображением, если половину линзы закрыть ширмой?

**20.10.** Луч света падает на однородный прозрачный шар и проникает в него. Проходя внутри шара, он достигает поверхности раздела шар–воздух. Может ли в этой точке произойти полное внутреннее отражение?

**20.11.** Аквалангист, плавающий под водой, всегда может видеть рыбака, находящегося на берегу. Рыбак же, сидящий на берегу, лишь в редких случаях может увидеть аквалангиста, плавающего под водой. Почему?

**20.12.** В каком случае – при дальнозоркости или близорукости – очки увеличивают освещенность зрачка?

**20.13.** Получено небольшое количество нового вещества и нужно определить в нем скорость света. Прямой метод измерения времени распространения света нельзя применить. Какую характеристику вещества достаточно определить, чтобы можно было узнать скорость света в данном веществе?

**20.14.** Для каких лучей – красных или фиолетовых – будет больше главное фокусное расстояние а) собирающей линзы; б) рассеивающей линзы?

**20.15.** При определении на глаз глубины водоема и положения предметов, лежащих на его дне, следует помнить, что дно находится гораздо дальше от поверхности воды, чем это кажется. Почему?

**20.16.** Почему летом растения лучше поливать поздно вечером, а не утром или днем?

**20.17.** Врачи не советуют загорать с мокрой кожей. Почему?

## **21. Волновая оптика**

**21.1.** Могут ли интерферировать между собой лучи, посланные двумя различными лампочками накаливания?

**21.2.** Чем объясняется расцветка крыльев стрекоз?

**21.3.** Почему частицы размером менее 0,3 мкм в оптическом микроскопе не видны?

**21.4.** При помощи зеркал Френеля получили интерференционные полосы, пользуясь красным светом. Как изменится картина интерференционных полос, если воспользоваться фиолетовым светом?

**21.5.** Каким волновым свойством обладают поперечные волны и не обладают продольные?

**21.6.** Какое явление света доказывает, что напряженность электрического поля и вектор индукции магнитного поля совершают колебания в направлении, перпендикулярном скорости распространения электромагнитных волн и, в частности, света, т.е. электромагнитные волны поперечны?

**21.7.** Как изменится количество максимумов, наблюдаемых от дифракционной решетки, если уменьшить число штрихов решетки на 1 мм?

**21.8.** Пучок белого света разлагается в спектр с помощью дифракционной решетки и призмы. В каком из спектров красные лучи отклоняются больше, чем фиолетовые?

**21.9.** Из доменной печи течет расплавленный чугун. К какому виду излучений следует отнести испускаемый им свет?

**21.10.** Каков вид излучения, испускаемого светящейся нитью электрической лампы?

**21.11.** Лица альпинистов на большой высоте за короткое время сильно загорают. Почему?

**21.12.** Почему не следует смотреть на электрическую дугу, возникающую при работе сварочного аппарата, без защиты глаз темным стеклом?

**21.13.** Почему быстрее всего можно загореть на берегу водоема и находясь высоко в горах?

## **22. Квантовая оптика**

**22.1.** Зависит ли энергия фотона от длины волны света?

**22.2.** Металлическая пластинка под действием рентгеновских лучей зарядилась. Каков знак заряда?

**22.3.** Чему равно отношение давления света, производимого на идеально белую поверхность, к давлению света, производимому на идеально черную поверхность? Все прочие условия в обоих случаях одинаковы.

**22.4.** Свободный атом излучает фотон. Выполняется ли при этом закон сохранения энергии? Выполняется ли при этом закон сохранения импульса? Выполняется ли при этом закон сохранения массы?

**22.5.** Во что преобразуется при внешнем фотоэффекте энергия падающего на тело света?

**22.6.** Способен ли свободный электрон поглотить квант света?

**22.7.** Фотон и электрон обладают одинаковой кинетической энергией. Который из них имеет большую длину волны?

**22.8.** Освещают две нейтральные пластинки, одну – металлическую, другую – полупроводниковую. Останутся ли пластинки нейтральными при возникновении фотоэффекта?

**22.9.** Когда свет падает на поглощающую его поверхность, фотоны перестают существовать. Не противоречит ли это закону сохранения импульса?

**22.10.** Бак садового душа лучше окрасить в черный цвет. Для чего?

### **23. Атомная и ядерная физика**

**23.1.** И атом водорода, и нейтрон могут распадаться на протон и электрон. Почему же атом водорода не считают элементарной частицей, а нейтрон причисляют к ним?

**23.2.** Электрон при встрече с позитроном активно «реагирует» с ним, и они превращаются в  $\gamma$ -кванты, однако такого процесса никогда не происходит при встрече электрона с электроном или позитрона с позитроном. Почему?

**23.3.** Почему, находясь на территории, где выпали радионуклиды, бульоны (отвары) желательно реже употреблять в пищу?

**23.4.** Почему на территории, загрязненной радионуклидами, для топки печей предпочтительней пользоваться дровами из хорошо ошкуренных (без коры) стволов деревьев и нежелательно употреблять для топки ветки, особенно хвою?

**23.5.** Почему проветривание и влажная уборка позволяют значительно уменьшить радиоактивность помещений?

**23.6.** Почему при радиоактивном загрязнении участков тела их нужно обмывать водой с мылом при температуре не выше, чем 30°C, а не горячей водой?

**23.7.** Почему человек, который курит, получает бóльшую дозу радиоактивного облучения, чем некурящий?

**23.8.** В настоящее время можно осуществить мечту алхимиков средневековья – превратить ртуть в золото. Каким образом?

**23.9.** Почему при прочих одинаковых условиях радиоактивный фон в доме, построенном из дерева, меньше, чем в доме, построенном из кирпича или железобетона?

## ОТВЕТЫ

1.1.  $x_1 = 2t$ ;  $x_2 = t$ ;  $x_3 = -4+t$ ; первое.

1.2. Да.

1.3.  $\vartheta_{\text{отн}} = 5$  м/с.

1.4.  $\vartheta_{\text{отн}} = 5$  м/с,  $S = 50$  м.

1.5. а), в), д).

1.6.  $\vec{a} = \vec{g}$ .

1.7. Да.

1.8. а), в), г), д).

1.9.  $S(t) = 5t + 2t^2$ .

1.10.  $t^* = 4t$ .

1.11. Вектор ускорения  $\vec{a}_n$  направлен перпендикулярно вектору скорости к центру кривизны траектории, определяет изменение скорости по направлению; вектор  $\vec{a}_\tau$  направлен вдоль скорости (или противоположно направлению скорости) и определяет изменение численного значения скорости.

1.12.  $a_n/a_\tau = \text{tg } 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$ .

1.13. Пройденный путь  $s$  – это площадь фигуры, ограниченной графиком скорости и осью  $t$  (см. рис. 40):

$$s = \frac{\pi \vartheta_{\text{max}}^2}{2} = \frac{\pi \left(\frac{\tau}{2}\right)^2}{2} = \frac{\pi \tau^2}{8}.$$

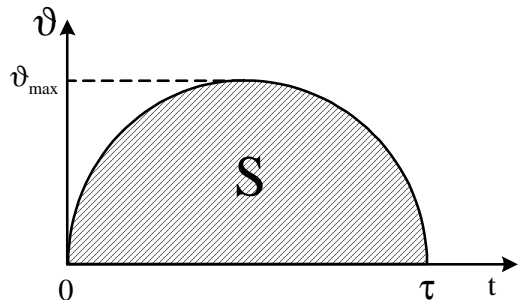


Рис. 40

1.14.  $a_\tau = k$ ,  $a_n = k\sqrt{8}$ ,  $R = \frac{(kt + b)^2}{k\sqrt{8}}$ .

1.15. а)  $y = -b \frac{x^2}{k^2}$ , б)  $\vec{\vartheta} = k\vec{i} - 2bt\vec{j}$ ,  $\vec{a} = -2b\vec{j}$ .

1.16.  $a_y = 2 + \cos\sqrt{8}$ .

1.17.  $\text{tg } \varphi = 1$ .

1.18. в  $\sqrt{k}$  раз.

1.19.  $\vartheta = 60g$ .

1.20.  $\alpha = 45^\circ$ .

1.21. У второй точки радиальное ускорение больше. Следовательно, больше и модуль скорости.

**1.22.** Чувствительность должна возрасти, так как при определенном угловом перемещении стрелки, соответствующем данной силе тока, линейное перемещение должно расти прямо пропорционально длине стрелки.

**1.23.** Дальность полета прямо пропорциональна квадрату линейной скорости раскручиваемого груза к моменту его отпускания. Линейная же скорость определяется формулой  $v_0 = \omega_0 R$ .

**1.24.** В случае монолитного твердого кольца все его точки должны иметь одинаковые угловые скорости, а линейные скорости должны быть прямо пропорциональны расстояниям от оси вращения. Поскольку такой пропорциональности нет, то кольцо Сатурна не может быть твердым и сплошным.

**1.25.** Нет. Точки на ободе шкива большего диаметра имеют меньшее ускорение.

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

**2.1.** В определении инерциальной системы отсчета. Сила – векторная мера воздействия одного тела на другое.

**2.2.** Нет.

**2.3.** Нет.

**2.4.** Вес тела – к опоре или нити, сила тяжести – к центру тяжести тела.

**2.5.** Силой трения.

**2.6.** Да.

**2.7.** Коэффициент трения  $\mu = \operatorname{tg} \alpha$  при равномерном движении по наклонной плоскости.

**2.8.** Нет.

**2.9.** Скорость тела в точке  $B$  зависит от силы трения. Так как поверхность  $AMB$  выпуклая, а  $AKB$  вогнутая, сила нормального давления на  $AMB$  меньше, чем на  $AKB$ . Следовательно, и сила трения на  $AMB$  меньше, чем на  $AKB$ . Потому скорость тела в точке  $B$  больше в том случае, когда тело скользит по кривой  $AMB$ .

**2.10.** а) 5 Н; б)  $\sqrt{13}$  Н.

**2.11.**  $F = 5$  Н.

**2.12.** Ограничители делают потому, что в случае действия сил, превышающих по модулю паспортные значения, деформации становятся неупругими и динамометр портится.

**2.13.** Из определения понятия равнодействующей силы следует, что ее в данном случае просто не существует: нельзя даже представить себе такую



силу, которая сообщила бы ускорения нескольким не связанным друг с другом телам.

**2.14.** Ускорение увеличивается вследствие уменьшения массы ракеты.

**2.15.** Может. Нужно только, чтобы равнодействующая сила имела составляющую, направленную к этой оси. Так, вагон может двигаться в горизонтальной плоскости, хотя ни сила реакции рельсов, ни сила тяжести вагона не лежат в этой плоскости.

**2.16.** Обрывы не случайны. Вес качающегося груза в нижней точке траектории  $P = m \left( g + \frac{v^2}{R} \right)$ , где  $R$  – длина троса. Если раскачивание сильное

(скорость груза велика), вес груза может превысить предел прочности троса, и он неминуемо разорвется.

**2.17.** Нужно знать коэффициенты трения бруска о фанеру и фанеры о пол. Если первый окажется больше второго, то фанера должна смещаться относительно пола; если же большим будет второй из коэффициентов трения, то двигаться будет брусок по фанере.

**2.18.** Сопротивление воздуха прямо пропорционально площади поперечного сечения, т.е. квадрату радиуса градины. Сила же тяжести пропорциональна кубу радиуса, поэтому отношение равнодействующей силы к массе тем больше, чем больше радиус градины.

**2.19.** Следует определить время падения слегка смятой газеты с определенной высоты, а затем – время падения с той же высоты газеты, сжатой в плотный комок.

**2.20.** При подъеме и падении.

**2.21.** Увеличивается вес портфеля.

**2.22.** В начале поднятия вес штанги был больше 1000 Н.

**2.23.** Равновесие стало бы неустойчивым.

**2.24.** Подъем человека на ходули сильно повышает центр тяжести; кроме того, уменьшается площадь опоры.

**2.25.** Снаряд действует с большей силой, но очень кратковременно. Поэтому он сообщает очень малый импульс. Люди же действуют длительное время и могут сообщить автобусу большой импульс.

**2.26.** Из-за увеличения силы трения, пропорциональной силе, прижимающей тело к поверхности (в данном случае – силе тяжести).

**2.27.** Увеличиваются аэродинамическое сопротивление движению и расход топлива.

**2.28.** В первом случае сила натяжения веревки – это сила, с которой более слабый человек действует на веревку. Во втором сила натяжения равна сумме приложенных сил со стороны каждого человека.

**2.29.** При быстром выдергивании корни сорняка из-за инертности не успевают начать движение с той же скоростью, что и рука, и стебель растения обрывается.

**2.30.** При резком торможении на большой скорости из-за явления инерции происходит выбрасывание человека из сиденья, что приводит к тяжелым травмам и даже гибели. Применение ремней увеличивает безопасность.

**2.31.** Может произойти сбрасывание автомобиля или мотоцикла в кювет из-за того, что при большой скорости сила трения колес о дорогу будет недостаточной для создания необходимого центростремительного ускорения.

**2.32.** В воде на рыбу действует выталкивающая сила, уменьшающая результирующую силу, действующую на леску и удилище.

**2.33.** 100 Н.

**2.34.** Нет. В спутнике тела невесомы.

**2.35.** Натяжение равно весу тела.

**2.36.** Время столкновения пули со стеклом очень мало. За это время деформация, вызываемая давлением пули, не успевает распространиться на большие расстояния. Поэтому импульс, теряемый пулей, передается небольшому участку стекла, и пуля пробивает в нем круглое отверстие.

**3.1.** У тяжелого.

**3.2.** 
$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

**3.3.** Да.

**3.4.** а) Нет б) Да.

**3.5.** Нет.

**3.6.** Если  $\sum F_{x_{\text{внеш}}} = 0$ , то  $p_x = \text{const}$

**3.7.** За счет потенциальной энергии, приобретенной в процессе вползания ледокола на лед.

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

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

**3.10.** Будет.

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

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

**3.13.** Когда сила перпендикулярна к перемещению.

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

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

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

**3.17.** Да. За счет этой работы вагонетке сообщена кинетическая энергия.

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

**3.19.** Часть энергии теряется, переходя во внутреннюю энергию дерева (неупругая деформация).

**3.20.** При торможении автомобиля его кинетическая энергия расходуется

на работу против силы трения:  $\frac{mv^2}{2} = Fx$ , где  $F$  – сила трения,  $x$  – путь,

который пройдет автомобиль после выключения тормоза. Очевидно, чтобы

автомобиль не разбился, должно быть  $x = \frac{mv^2}{2F} \leq a$  или  $F \geq \frac{mv^2}{2a}$ , где  $a$  –

расстояние до препятствия. В случае поворота автомобиля та же сила трения будет играть роль центростремительной силы, заставляющей автомо-

биль двигаться по окружности:  $F = \frac{mv^2}{R}$ . Чтобы автомобиль не разбился,

должно быть  $R = \frac{mv^2}{F} \leq a$  или  $F \geq \frac{mv^2}{a}$ . Чтобы избежать столкновения с

препятствием, при торможении нужна сила трения, вдвое меньше, чем при повороте, т.е. тормозить выгоднее, чем поворачивать.

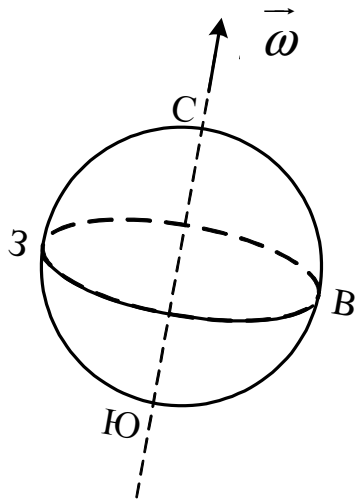


Рис. 41

4.1. Действием силы Кориолиса.

4.2. Если пристрелять прицел пушки в северном полушарии, а потом этой пушкой стрелять в южном, то в цель попасть не удастся.

4.3. Да. Нет.

4.4. Нет. Да.

4.5. Да. Нет.

4.6. Нет. Нет.

5.1.  $\vartheta_B = 2\vartheta_C$ ;  $\vartheta_A = 0$ .

5.2. Поступательно.

5.3. См. рисунок 41.

5.4. Момент импульса секундной стрелки перпендикулярен плоскости часов и направлен «от нас».

5.5. Да.

5.6. В общем случае нет.

5.7.  $L = m\vartheta d$ ,  $d$  – перпендикуляр, опущенный из точки на прямую.

$$5.8. \frac{I_1}{I_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

5.9. Увеличивается вращательный момент из-за увеличения плеча силы.

5.10. Уменьшается плечо силы тяжести.

5.11. Из-за увеличения плеча силы. Выигрыш в силе получается также из-за того, что гвоздь при вращении ведет себя как винт.

5.12. Чтобы не создавать опрокидывающего машину в вертикальной плоскости и поворачивающего его в горизонтальной плоскости моментов сил, которые могут возникнуть при торможении передних колес.

5.13. Лодка начнет поворачиваться под действием пары сил.

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

6.1. Если результирующий момент внешних сил, приложенных к системе, равен нулю, то момент импульса системы есть величина постоянная.

$$6.2. E_k = \frac{m\vartheta_C^2}{2} + \frac{I_C\omega^2}{2};$$

$$6.3. 1) A = Fs \cos(\widehat{F, s}); 2) A = M\varphi.$$

**6.4.** Да, упрощает решение задач.

**6.5.** Момент сил  $\vec{M}$  изменяет угловую скорость прецессии, а не ускорение. Поэтому мгновенное устранение момента сил  $\vec{M}$  приводит к мгновенному исчезновению прецессии.

**7.1.**  $\vartheta_{\max} = -A\omega$ .

**7.2.** По параболе.

**7.3.** Чечевицу маятника надо передвинуть вверх.

**7.4.**  $\langle E_k \rangle = \langle E_{\text{п}} \rangle = \frac{mA^2\omega^2}{4}$ .

**7.5.** Так же, как зависит ускорение свободного падения от широты. Если часы с секундным маятником, установленным для Минска, поместить на полюс, то часы будут спешить, на экваторе – отставать. В состоянии невесомости колебаний маятника нет.

**7.6.**  $T = \frac{\pi}{\omega_0}$ .

**7.7.** Уменьшиться вдвое.

**7.8.**  $\beta > \omega_0$ , где  $\omega_0$  – собственная частота свободных колебаний,  $\beta$  – коэффициент затухания.

**7.9.** 4А.

**7.10.** Явление вибрации и акустического резонанса. Блюдце играет роль резонатора.

**7.11.** В почве звуковые волны меньше поглощаются.

**7.12.** Для создания условий, необходимых для возникновения резонанса.

**7.13.** Окружающие звуки, в том числе и слабое движение воздуха рядом с устьем раковины, возбуждают в ней резонансные колебания. Возбуждение и затухание этих колебаний создает всего лишь иллюзию морского прибоя.

**8.1.** Жесткая двухатомная молекула имеет три поступательных степени свободы и две вращательных степени свободы. Нежесткая молекула имеет дополнительно две колебательных степени свободы.

**8.2.** Нет. Броуновское движение – это движение отдельных частиц вещества под воздействием ударов молекул, совершающих тепловое движение.

**8.3.** Из-за большой разреженности атмосферы число молекул в единице объема оказывается недостаточным для того, чтобы передать при соударениях со спутником достаточное количество энергии.

**8.4.** В поступательном, вращательном и колебательном (когда атомы внутри молекулы колеблются друг относительно друга или молекулы колеблются в поле соседних молекул).

**8.5.** На больших высотах, так как там воздух разрежен.

**8.6.** Частые соударения молекул приводят к тому, что пути, пройденные ими, намного протяженнее перемещений – движение происходит по зигзагообразным траекториям.

**8.7.** Молекулы водорода, поскольку у них меньшая масса.

**8.8.** Из уравнения реакции видно, что число молекул вещества не изменяется. Значит, окончательное давление тоже должно быть равно первоначальному.

**8.9.** При критической температуре удельная теплота парообразования всякой жидкости равна нулю.

**8.10.** При пониженном атмосферном давлении кипение воды происходит при температуре, значительно меньшей  $100^{\circ}\text{C}$ . Размягчение же продуктов происходит не вследствие самого процесса кипения, а под действием повышенной температуры.

**8.11.** При низкой температуре броуновское движение капелек масла замедляется.

**8.12.** Ударами молота достигается тесное сближение деталей. При температуре белого каления взаимная диффузия частиц происходит с большой скоростью.

**8.13.** Вследствие явления диффузии может произойти изменение окраски стираемой одежды.

**8.14.** Плотность воздуха больше плотности водорода и ниже плотности углекислого газа при постоянных давлении и температуре.

**8.15.** С повышением температуры увеличивается скорость испарения жидкости и ускоряется процесс перемешивания ее молекул с молекулами воздуха.

**8.16.** В кирпичной трубе дым не так быстро остывает, как в металлической. Разность давлений у входа в трубу и на выходе из нее (тяга) будет больше.

**9.1.** Размер атома сравним с величиной  $10^{-10}$  м. Тело размеры которого сравнимы с размером атома, не является макроскопическими.

**9.2.** Не выполняется, поскольку величина давления, умноженного на объем и деленного на температуру, пропорциональна количеству газа.

**9.3.** Вода по сравнению с газом практически несжимаема.

- 9.4.** Рост давления по мере повышения температуры ускорится по сравнению с ростом, предсказываемым законом Шарля.
- 9.5.** Увеличилось в 3 раза.
- 9.6.** Если считать что температура пузырька не менялась при подъеме, то глубина озера порядка 10,3 м.
- 9.7.** При работе лампы газ внутри нее сильно нагревается, что приводит к увеличению давления. Поэтому, если бы первоначальное давление не было бы низким, баллон лампы мог бы взорваться.
- 9.8.** Возрастает, так как объем пузырька увеличивается, а вода практически несжимаема.
- 9.9.** Одинаковы.
- 9.10.** Следует воспользоваться уравнением Менделеева – Клапейрона, из которого следует, что  $\rho = \frac{p\mu}{RT}$ . Плотность может быть вычислена, если измерить температуру газа и его давление.
- 9.11.** При возрастании температуры внутри герметически закрытых контейнеров и воздухонепроницаемых продуктов увеличивается давление воздуха, что может привести к взрыву.
- 9.12.** 320 кПа .
- 9.13.** Рыбы чувствуют самые незначительные колебания атмосферного давления из-за наличия у них плавательного пузыря. При постоянной температуре воды изменение атмосферного давления приводит к изменению объема пузыря.
- 9.14.** Для того, чтобы защитить барабанные перепонки. Если рот открыт, то давление перед барабанной перепонкой и за ней одинаково. Если рот закрыт, то наружное давление может оказаться значительно выше и привести к разрыву перепонки.
- 9.15.** При ходьбе по твердой сухой дороге атмосферное давление под подошвой обуви и над обувью человека (под подошвой ноги и над ступней при ходьбе босиком) одинаковое. При ходьбе по глинистой почве воздух не проникает к подошве обуви (подошве ноги) и атмосферное давление действует только сверху на обувь (на ступню ноги). Человеку приходится прикладывать большее усилие для отрыва обуви (ног) от поверхности.
- 9.16.** Перед грозой понижается атмосферное давление вследствие увеличения влажности воздуха, следовательно, уменьшается его плотность и выталкивающая сила, действующая на насекомых. Кроме того, во влажном воздухе вес мошек становится больше и они не могут подняться на большую высоту.

**9.17.** При уменьшении температуры воздуха в банке его давление уменьшается и становится меньше атмосферного.

**9.18.** Через образовавшуюся щель выравнивается давление воздуха внутри банки и снаружи ее.

**10.1.** Согласно первому закону термодинамики без теплообмена с окружающей средой  $Q = 0$  и  $\Delta U = -A$ . Следовательно, газ может нагреться без теплообмена за счет совершения работы.

**10.2.** При адиабатном расширении газа его температура уменьшается за счет внутренней энергии, так как в соответствии с первым законом термодинамики  $\Delta U + A = 0$ . При изотермическом расширении  $T = \text{const}$ , поэтому по формуле  $p = nkT$  видно, что давление при адиабатическом расширении уменьшается быстрее. Концентрация газа при этом изменяется одинаково, так как не зависит от объема.

**10.3.** Согласно первому закону термодинамики  $Q = A + \Delta U$ . Изменение внутренней энергии зависит от изменения температуры. Если температура газа постоянна, то  $\Delta U = 0$ . Тогда теплоту газу можно передать за счет совершения работы:  $Q = A$ .

**10.4.** Согласно первому закону термодинамики  $Q = A + \Delta U$ . Если теплота газу не передается, то  $Q = 0$ . Значит, температуру газа можно увеличить за счет совершения работы  $A$ :  $A = -\Delta U$ .

**10.5.** Изменение внутренней энергии одного моля идеального газа  $\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T$ . При изотермическом процессе  $T = \text{const}$ , поэтому  $\Delta U = 0$ . Значит, изменение внутренней энергии газа больше при изобарическом процессе.

**10.6.** Для теплового двигателя работа  $A = Q_1 - Q_2$ , где  $Q_1$  – количество теплоты, полученное от нагревателя,  $Q_2$  – количество теплоты, отданное холодильнику. При равенстве температур рабочего тела и окружающей среды  $Q_1 = Q_2$  и  $A = 0$ . Тепловой двигатель работать не будет.

**10.7.** Когда температура нагреваемого льдом тела меньше температуры самого льда.

**10.8.** Изменения температур меди и железа обратно пропорциональны их удельным теплоемкостям, поэтому сильнее нагревается медное тело.

**10.9.** Понижать давление в сосуде с водой до давления насыщенного пара при данной температуре.

**10.10.** Да, если тело будет совершать работу или переходить в иное агрегатное состояние.



**10.11.** Изменение внутренней энергии равно  $\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$ . Значит, при изменении температуры внутренняя энергия воздуха изменится.

**10.12.** При стрельбе снарядами часть тепла отдается снаряду, и ствол пушки греется меньше, чем при холостых выстрелах, где нет отдачи тепла снаряду.

**10.13.** см. рис. 42.

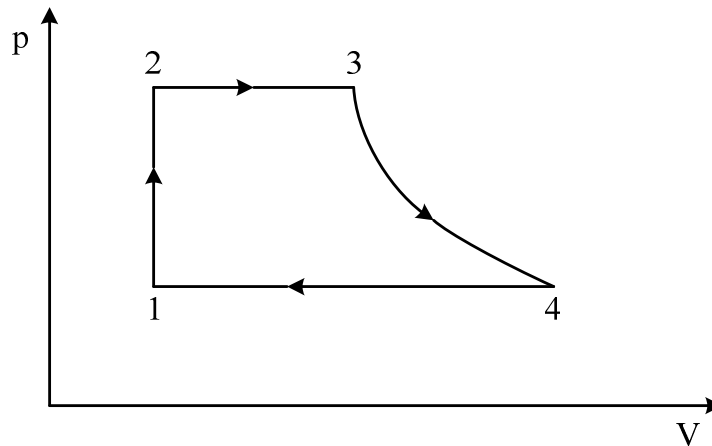


Рис. 42

**10.14.** Из-за потерь тепла в окружающую среду температура воды в кастрюле не достигнет температуры кипения, поэтому вода кипеть не будет.

**10.15.** За длительное время температуры полотенца и батареи выровнялись. Однако на ощупь ткань будет казаться менее горячей из-за меньшей удельной теплоемкости и малой теплопроводности.

**10.16.** По мере поднятия уменьшается весовое давление воды на пузырек, поэтому он расширяется и совершает работу.

**10.17.** Современная техника требует мощных двигателей. Мощность неразрывно связана с быстротой, а все быстропротекающие процессы адиабатны (за малое время не может произойти заметного теплообмена).

**10.18.** Существование холодильников не противоречит второму началу термодинамики, так как в них передача теплоты из холодильной камеры окружающему воздуху происходит не сама собой, а в связи с совершением работы электрическим током.

**10.19.** За счет потенциальной энергии взаимодействия молекул, убывающей вследствие изменения их расположения в процессе кристаллизации.

**10.20.** Водяной пар, отразившись от поверхности крышки, может попасть на тело человека и вызвать ожог.

- 10.21.** Ванны и раковины изготавливают из чугуна, покрытого эмалью. Температурный коэффициент линейного расширения этих материалов неодинаков. При резких колебаниях температуры может произойти растрескивание эмали.
- 10.22.** Коэффициент объемного расширения антифриза больше, чем воды.
- 10.23.** Из-за различия в коэффициентах объемного расширения внутренних и внешних частей зуба может произойти растрескивание эмали, покрывающей его поверхность.
- 10.24.** Температура табачного дыма на 35 – 40 °С выше температуры вдыхаемого воздуха. Во рту возникает резкий перепад температур. За время выкуривания одной сигареты возникает до 20 таких перепадов, что приводит к растрескиванию зубной эмали.
- 10.25.** Если полностью заведенные часы сразу попадут в холодное место (после снятия с руки), то при охлаждении натянутая пружина будет сокращаться и может лопнуть.
- 10.26.** Для установления теплового равновесия между термометром и телом человека.
- 10.27.** Для обеспечения свободной конвекции и равномерного нагрева воздуха в условиях квартиры.
- 10.28.** Костры разводят в конце дня, когда почва уже прогрета. Дым костров создает искусственное препятствие для излучения энергии.
- 10.29.** Снежный покров обладает малой теплопроводностью и потому надежно защищает корни растений от вымерзания.
- 10.30.** При хранении часть содержимого яйца испаряется, масса яйца уменьшается при неизменном его объеме.
- 10.31.** Вследствие кратковременности контакта и того, что у воды малая теплопроводность и большая удельная теплоемкость. Кроме того, часть энергии расходуется на испарение воды.
- 10.32.** У воды большая удельная теплоемкость. При ее охлаждении выделяется большое количество теплоты.
- 10.33.** У воды большая удельная теплоемкость. Постепенно остывая, вода будет отдавать энергию окружающей среде.
- 10.34.** Замерзая, вода расширяется и разрывает трубы радиатора.
- 10.35.** При кипении температура воды не изменяется. Энергия пламени должна расходоваться лишь на компенсацию потерь теплоты в окружающую среду, а они незначительны.

**10.36.** Молекулы водяного пара обладают большей энергией, чем молекулы воды. Если кастрюля открыта, то водяные пары уносятся воздушными потоками и внутренняя энергия оставшейся воды увеличивается медленно.

**11.1.** Вечером после жаркого дня температура воздуха понижается. Водяной пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным и частично превращается в воду в виде тумана.

**11.2.** Температура выдыхаемого воздуха  $36^{\circ}\text{C}$ . Водяной пар, находящийся в нем, зимой охлаждается ниже точки росы и частично конденсируется в виде тумана и инея. Летом температура окружающего воздуха выше точки росы.

**11.3.** Твердые тела испаряются (возгонка или сублимация).

**11.4.** Нет.

**11.5.** Кипение происходит во всем объеме жидкости и при определенной температуре. Испарение происходит при любой температуре и только с поверхности жидкости. Испарение жидкости приводит к ее охлаждению потому, что молекулы с большей кинетической энергией покидают жидкость, понижая тем самым ее температуру.

**11.6.** Устойчивость мыльной пленки обусловлена большей вязкостью мыльного раствора.

**11.7.** За счет энергии взаимодействия молекул.

**11.8.** Эти тела имеют пористую структуру. Жидкость легко проникает в них по капиллярам (порам).

**11.9.** Со временем в верхнем слое почвы образуются мелкие капилляры, по которым влага проникает в воздух, обезвоживая почву. Что бы этого не происходило, капилляры нужно разрушать. Это достигается вспахиванием верхнего слоя почвы.

**11.10.** При растяжении упругой резиновой пленки сила натяжения зависит от величины деформации пленки. Сила же поверхностного натяжения жидкости определяется только свойствами самой жидкости и не меняется с увеличением ее поверхности.

**11.11.** Вода растечется по всей внутренней поверхности сосуда, а в центре образуется пузырек воздуха. Ртуть же образует в центре большую сферическую каплю.

**11.12.** Вырезав из всех сортов бумаги узкие полоски, следует погрузить их концы в воду. В той полоске, где поры меньше, вода поднимается на большую высоту.

- 11.13.** Парафин не смачивается водой, поэтому отверстия в сите, которые являются капиллярами, не пропускают воду. Прикосновение пальцем приводит к нарушению несмачиваемости пор и проникновению через них воды.
- 11.14.** При повышении температуры.
- 11.15.** Когда температура воздуха наименьшая – обычно около 5 часов утра.
- 11.16.** При высокой влажности затруднен отвод тепла за счет испарения влаги, поэтому возможен перегрев тела, нарушающий жизнедеятельность организма.
- 11.17.** Ненасыщенным паром.
- 11.18.** Жидкость просачивается через поры на наружную поверхность сосуда и испаряется. Вследствие испарения происходит охлаждение сосуда.
- 11.19.** Выше. Иначе вода не существовала бы вокруг нас в жидком состоянии.
- 11.20.** Коэффициент поверхностного натяжения убывает при повышении температуры вещества, поэтому масса капли, отрывающейся в жарко натопленной комнате, меньше, чем в прохладной. Следовательно, для получения прописанной дозы лекарства нужно увеличить количество капель.
- 11.21.** Причина сцепления пластинок – образование между ними водяной «лепешки» с вогнутой боковой поверхностью. Погружение пластинок в воду приведет к исчезновению этой поверхности, а вместе с ней – и стягивающего усилия.
- 11.22.** Давление газа в бутылке больше атмосферного давления. При вертикальном расположении бутылки свободная поверхность жидкости самая малая. При наклоне свободная поверхность увеличивается, и пузырькам газа легче покидать жидкость.
- 11.23.** Горячий чай стимулирует выделение пота и его испарение, что предохраняет организм от перегрева.
- 11.24.** Пары воды содержатся в атмосферном воздухе и из-за перепадов температуры конденсируются на ткани.
- 11.25.** Для обеспечения точности измерений. Кровь – жидкость, поэтому при опускании локтевого сгиба руки создается дополнительное давление столба жидкости. При опускании локтевого сгиба руки относительно уровня сердца на 1,5 см значение верхнего давления увеличивается на 10 мм рт. ст. и, наоборот, при подъеме на такую высоту – уменьшается на 10 мм рт. ст. ( $P = \rho gh$ ).
- 11.26.** В состоянии невесомости (частный случай – свободное падение) жидкость принимает форму шара (естественная форма жидкости). Чтобы свинцовые капли не расплющились, падая на твердую поверхность, подставляют чан с водой.

**11.27.** Проникая между волокнами ткани, парафин делает ткань несмачиваемой.

**11.28.** Алюминий в отличие от меди не смачивается расплавленным оловом.

**11.29.** Сухое дерево из-за наличия в нем капилляров впитывает мясной сок.

**11.30.** Клей закупоривает капилляры, и краска не впитывается по ним в стену. Расход краски уменьшается.

**11.31.** Под действием силы поверхностного натяжения жир собрался бы в шарики. Однако сила тяжести сплющивает их в диски.

**11.32.** Потому что нет различия между жидкостью и ее паром.

**12.1.** Зарядом « $-Q$ ».

**12.2.** Чтобы не исказить картину силовых линий поля, создаваемого основными зарядами.

**12.3.** Вектор  $\vec{E}$  направлен вверх.

**12.4.** Вектор  $\vec{F}$  направлен вниз.

**12.5.** Шарики разойдутся на расстояние, равное  $2l$ .

**12.6.** Не изменится.

**12.7.** Сила натяжения, сила тяжести.

**12.8.** Касательная к силовой линии совпадает с направлением вектора напряженности  $\vec{E}$ . Каждая точка поля характеризуется только одним вектором напряженности. Поэтому не может быть пересечения силовых линий, т.е. двух касательных для данной точки пространства.

**12.9.** В неоднородном поле сила  $\vec{F}_1 = q\vec{E}_1$  действует на положительный заряд диполя, а сила  $\vec{F}_2 = -q\vec{E}_2$  – на отрицательный заряд. Результирующая сила  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 \neq 0$ , поэтому диполь будет двигаться.

**12.10.** Отрицательный заряд находится в состоянии неустойчивого равновесия. Будучи выведен из положения равновесия, он притянется к одному из положительных зарядов.

**12.11.** Не изменится, циркуляция останется равной нулю.

**12.12.** См. рис. 43.

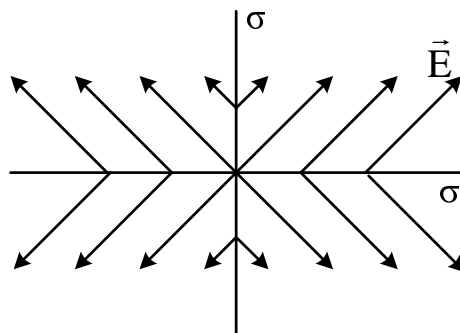


Рис. 43

12.13. Нет. Да.

12.14. Нет. Да.

12.15. Не изменится.

12.16.  $N_{1сф} \neq 0, N_{1к} = 0; N_{2сф} = N_{2к} = 0; N_{3сф} = N_{3к} = 0.$

12.17.  $N_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0}; N_2 = \frac{(q_1 - q_2)}{\epsilon_0}; N_3 = 0.$

12.18.  $N_E = \frac{q}{6\epsilon_0}$

12.19. а) Напряженность для точек поля, принадлежащих заданной сфере, изменится; б) поток вектора напряженности электрического поля через

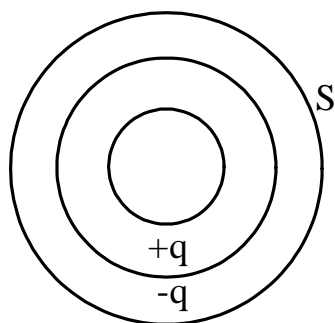


Рис. 44

замкнутую поверхность не изменится.

12.20. Поток напряженности электрического поля через поверхность, окружающую диполь, равен нулю.

12.21. Нет, нельзя.

12.22. Нет, не обязательно, см. рис. 44.

12.23. Нет, не обязательно. Пример: диполь.

12.24. При включении высокого напряжения на перьях птиц возникает статический электрический

заряд и перья птиц расходятся. Это действие статического заряда и побуждает птиц улетать.

12.25. Будучи выведен из положения устойчивого равновесия, средний заряд вернется в это положение и двигаться к другим зарядам не будет.

12.26. Не изменится.

12.27. В первом случае за счет появления кулоновской силы, направленной вертикально вниз (как и сила тяжести), ускорение шарика увеличится; таким образом, период колебаний уменьшится. Во втором случае – ускорение уменьшится, а период увеличится.

12.28. Да, значит, внутри нет точечных зарядов.

12.29. Существование двух видов электрических зарядов следует из того, что кулоновское взаимодействие зарядов проявляется как в виде их взаимного притяжения, так и в виде их взаимного отталкивания.

12.30. У выступов создается повышенная напряженность электрического поля. Электролиз и сопутствующие ему процессы идут интенсивнее там, где напряженность поля больше.

12.31. Такими телами являются, например, заряженные одноименно кольцо и маленький шарик, находящийся на оси кольца, перпендикулярной к его плоскости.

**12.32.** Заряженные частицы краски не разбрызгиваются беспорядочно во все стороны, а под действием сил электрического поля ложатся только на окрашиваемый предмет.

**12.33.** Не изменится, если однородность поля не нарушится.

**13.1.** Силовые линии проходят перпендикулярно эквипотенциальным поверхностям и направлены в сторону убывания потенциала. Напряженность больше там, где эквипотенциальные поверхности располагаются ближе друг к другу (рис. 45).

**13.2.** В первом случае работы равны нулю. Во втором случае работы равны.

**13.3.** Работа по всем траекториям одинакова и равна нулю.

**13.4.** Так как поле силы тяжести и поле электрическое являются потенциальными, то по закону сохранения энергии шарик должен подняться на ту же высоту  $H$ .

**13.5.** Потому что не стоит допускать возникновения разности потенциалов между руками.

**13.6.** Отпрыгивать на одной ноге.

**13.7.** В области между двумя равными положительными зарядами существует точка, в которой напряженность электрического поля равна нулю, а точки с нулевым потенциалом нет.

**13.8.** Ток будет направлен от большего шара к меньшему.

**13.9.** При внесении внутрь большой сферы маленького шарика совершается работа, в результате которой маленький шарик заряжается до потенциала  $\varphi_1 + \varphi_2 = 1001$  В.

**13.10.** 1) Нет, не обязательно. Пример: в середине отрезка, соединяющего одинаковые по величине положительный и отрицательный заряды, потенциал поля равен нулю, а напряженность электрического поля – нет. 2) Нет, не

всегда, так как  $\varphi_A = \int_A^{\infty} \vec{E} d\vec{r} + const$ . Пример: напряженность внутри металлического шара равна нулю, а потенциал постоянен и не равен нулю.

**13.11.** Нет, не могут.

**13.12.** Напряженность электрического поля в этой области равна нулю.

**13.13.** А. Потенциалы шаров станут равны. Б. Половина заряда с заряженного шара перейдет на незаряженный шар.

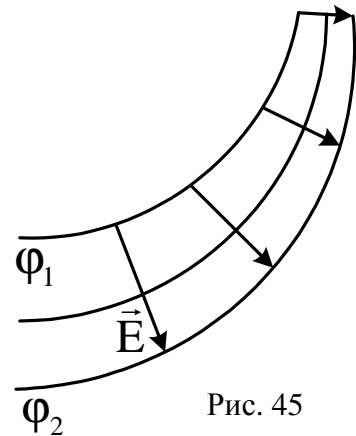


Рис. 45

**13.14.** В случае перемещения по эквипотенциальной поверхности. Неверно, так как надо приложить силы, чтобы, во-первых, заряду сообщить скорость, а во-вторых, затормозить его.

**13.15.** Совершается работа внешними силами и силами поля. Надо прикладывать внешние силы на одном участке пути, а силы электрического поля совершают работу на другом участке.

**13.16.** Заряд положителен.

**13.17.** Может, если заряд движется перпендикулярно к силовым линиям, вдоль поверхности равного потенциала.

**14.1.** Уменьшится.

**14.2.** От формы, размеров обкладки, величины зазора между ними и от диэлектрических свойств среды.

**14.3.** Не изменится.

**14.4.** Разности потенциалов одинаковы. Заряды различны.

**14.5.** Разности потенциалов отличаются. Заряды одинаковы.

**14.6.** Емкость конденсатора возрастает, так как уменьшается расстояние

между обкладками:  $C' = \frac{\epsilon_0 S}{d - d_1}$ .

**14.7.** Чтобы развести пластины, надо приложить силу. При этом возрастает разность потенциалов между пластинами. Затраченная работа пойдет на увеличение энергии электрического поля, запасенной конденсатором.

**14.8.** Емкость уменьшится.

**14.9.** При параллельном соединении конденсаторы запасают больше энергии.

**14.10.** а) увеличится в 4 раза; б) увеличится в 4 раза; в) уменьшится в 2 раза.

**14.11.** Уменьшится в 2 раза.

**14.12.** Увеличится в 2 раза.

**14.13.** Потенциалы будут равны.

**14.14.** Ток будет направлен от большего шара к меньшему.

**14.15.** Параллельное соединение.

**14.16.** а) емкость не изменится, б) напряжение увеличится.

**14.17.** Уменьшается.

**14.18.** От точки  $A$  до точки  $B$  – конденсатор разряжается.

**14.19.** Изменилась.

**14.20.** Изменился.



**14.21.** Не изменится, хотя абсолютное значение потенциала каждой пластины изменится.

**14.22.** Не изменятся, так как введение незаряженной тонкой металлической пластины в конденсатор не меняет распределение потенциала и поля в нем.

**14.23.** 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 их раздвижения. Поэтому при одинаковом перемещении пластин работа во втором случае будет больше.

**14.24.** При раздувании пузыря энергия заряда убывает; считая пузырь сферическим, можно написать:  $W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon\epsilon_0 R}$ . 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.

**15.1.**  $M$  – отрицательным,  $N$  – положительным.

**15.2.**  $M$  и  $N$  – нейтральны.

**15.3.** Это возможно, если имеет место отступление от точности взаимодействующих тел, т.е. если размеры шариков соизмеримы с расстоянием между ними. Одноименные заряды, отталкиваясь, располагаются на внешних частях шариков, и расстояние между ними оказывается больше, чем между разноименными, которые, притягиваясь, располагаются на их внутренних частях. В случае а) сила взаимодействия по модулю меньше, чем в случае б).

**15.4.** Если просто привести тела в соприкосновение, заряды начнут переходить с одного тела на другое до тех пор, пока на них действуют электрические силы. После выравнивания потенциалов тел переход зарядов прекратится. При этом как первое, так и второе тело будут заряженными.

Для полного перехода заряда с одного тела на другой можно воспользоваться тем обстоятельством, что внутри проводника нет электрического поля. Если внутри незаряженного тела имеется полость с отверстием, то в эту полость нужно внести заряженное тело. Внутри полости напряженность электрического поля равна нулю, и после прикосновения заряженного тела к стенке полости весь заряд беспрепятственно стечет с этого тела и расположится на внешней поверхности ранее незаряженного тела.

**15.5.** Будет. Заряд  $Q_1$  индуцирует на поверхности шара электрические заряды, которые воздействуя на заряд  $Q_2$ , будут создавать электрическую силу.

**15.6.** Грузик отклонится.

**15.7.** Грузик не отклонится.

**15.8.** Сила отталкивания уменьшается за счет притяжения к зарядам индуцированным на металлическом шаре.

**15.9.** Сила взаимодействия увеличится за счет зарядов, индуцированных на металлическом шаре.

**15.10.** Сила станет равной нулю. По методу зеркального изображения зарядов на металлической пластинке заряды перераспределятся так, что поле системы окажется тождественным полю, создаваемому данными зарядами и их зеркальным изображением в проводящей плоскости – равными по модулю и противоположными по знаку зарядами, которые скомпенсируют действие данных зарядов.

**15.11.** Сила взаимодействия возрастает в 4 раза. Указание: воспользоваться методом зеркального изображения зарядов.

**15.12.**  $U = \frac{kq}{r} = 4\pi k\sigma r$ . Потенциал большего шара больше.

**15.13.** На внешней поверхности проводника заряд  $Q + q$ ; на внутренней поверхности проводника заряд  $-q$ .

**15.14.** Будет действовать сила.

**15.15.** Поток  $N_E$  через сферу не изменится. На внутренней поверхности сферы произойдет перераспределение зарядов. Внутри металлической сферы напряженность равна нулю, а на внешней поверхности сферы расположение зарядов остается неизменными, следовательно, и напряженность поля не изменится.

**15.16.** Напряженность и потенциал не изменятся.

**15.17.** Напряженность и потенциал увеличатся.

**15.18.** Диэлектрик будет вдвигаться в конденсатор.

**15.19.** Заряженным отрицательно окажется то вещество, у которого работа выхода электронов больше.

**15.20.** При ударе свободные электроды продолжают свое движение по инерции и оставляют кусок металла, который вследствие этого электризуется положительно.

**16.1.** Медная трубка.

**16.2.** 220 В.

**16.3.** Большее напряжение будет показывать вольтметр  $V_2$ .

16.4. Смотри рис. 46.

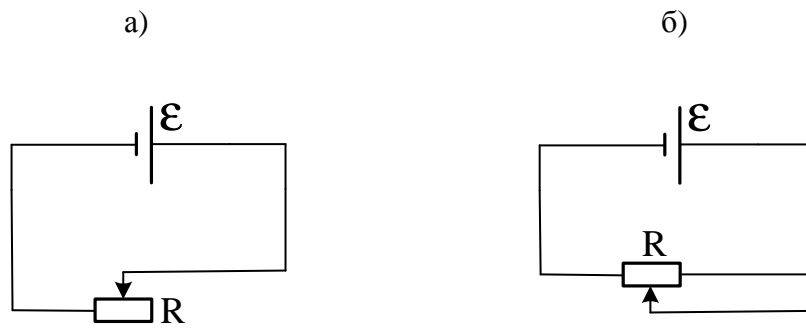


Рис. 46

16.5.  $R = \frac{\rho \ell}{S}$ .

16.6. а)  $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ; б)  $I = \frac{U}{R}$ ; в)  $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon}{R}$ ,  $I = \frac{q}{t}$ .

16.7.  $R = R_1 + R_2 + R_3$ ;  $I = I_1 = I_2 = I_3$ ;  $U = U_1 + U_2 + U_3$ .

16.8.  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ;  $I = I_1 + I_2 + I_3$ ;  $U = U_1 = U_2 = U_3$ .

16.9. 1-2 – электрические и сторонние, 3-4 – электрические, 1-2-3-4-1 – сторонние.

16.10.  $A_{12} = e(\varepsilon + \varphi_1 - \varphi_2)$ ;  $A_{34} = e(\varphi_3 - \varphi_4)$ ;  $A_{12341} = e\varepsilon$ .

16.11.  $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon}{R_1 + r}$ .

16.12. Сила тока равна нулю.

16.13. Разность потенциалов  $\varphi_1 - \varphi_2$ . Зависит.

16.14. Электродвижущая сила  $\varepsilon$ . Зависит.

16.15. Напряжение  $U$ . Зависит.

16.16. а)  $U = IR$ ; б)  $U = \varepsilon$ .

16.17.  $R = 0$ ;  $I_k = \frac{\varepsilon}{r}$ .

16.18.  $E_2 = \frac{E_1}{2}$ .

16.19. Ток течет от точки 2 к точке 1, величина силы тока  $I = 1 \text{ A}$ .

16.20. Большой ток.

16.21. Между телом человека, который стоит на земле, и верхним проводом имеется высокое напряжение, а между телом и рельсом почти нет напряжения, так как оба они находятся на одном и том же проводнике – земле.

**16.22.** При заданном напряжении на концах цепи выделяемая в ней мощность равна  $\frac{U^2}{R}$ , т.е. она тем больше, чем меньше сопротивление  $R$ . Следова-

тельно в цепи из 29 лампочек, общее сопротивление которой меньше, будет выделяться большая мощность. Поэтому при 29 лампочках в комнате будет светлее, чем при 30.

**16.23.** Средние скорости упорядоченного движения носителей заряда в полупроводнике будут бóльшими, чем в соединенном с ним последовательно металлическом проводнике.

**16.24.** От сопротивления: чем больше сопротивление, тем меньше угол наклона.

**16.25.** Поражение человека происходит от того, что ток, возникающий в стволе пораженного молнией дерева, растекается в земле в радиальных направлениях, создавая при этом падение напряжения. Часть этого тока может ответвляться (через ступни) в тело человека. Сила ответвляющегося тока по закону Ома равна  $\frac{\Phi_1 - \Phi_2}{R}$  (где  $R$  – сопротивление ног и части ту-

ловища, а  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  – потенциалы тех точек почвы, с которыми соприкасаются ступни). Опасность поражения можно уменьшить, если ставить ноги на одной окружности, охватывающей дерево, т.е. вдоль эквипотенциальной поверхности.

**16.26.** 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.

**16.27.** Мощность уменьшается.

**16.28.** При коротком замыкании.

**16.29.** Таким образом комбайн заземляется. Это предохраняет его от повреждений во время грозы.

**16.30.** Молния чаще «ударяет» в то место, где находится металл – хороший проводник, на котором в большей мере образуется индуцированный грозовым облаком заряд.

**17.1.** Под электронвольтom подразумевается работа, совершаемая силами поля над зарядом, равном заряду электрона, при прохождении им разности потенциалов в 1 В.

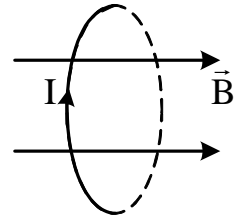


Рис. 47

17.2. Смотри рис. 47

17.3. Виток вернется в первоначальное положение.

17.4. Виток продолжит движение до тех пор, пока его магнитный момент не станет параллелен вектору магнитной индукции поля.

17.5. Движение витка зависит от направления его магнитного момента: см. задачи 17.3 и 17.4.

17.6. Проводник должен быть расположен по отношению к линиям индукции магнитного поля: а) параллельно; б) перпендикулярно.

17.7. Сила отсутствует,  $\vec{F} = 0$ .

17.8. а) скорость электрона должна быть параллельна или антипараллельна линиям индукции магнитного поля; б) скорость электрона должна быть перпендикулярна линиям индукции магнитного поля; в) электрон должен влетать в магнитное поле со скоростью  $\vec{v}$ , при этом скорость не должна быть параллельна, антипараллельна или перпендикулярна линиям индукции магнитного поля  $\vec{B}$ .

17.9. Не изменится: поток останется равен нулю.

17.10. Стрелка расположится под углом  $45^\circ$  относительно плоскости витка.

17.11.  $B = 0$ .

17.12. 
$$B = \frac{2\mu_0 I}{\pi a}$$

17.13. Во II и IV  $B = \frac{\mu_0 I}{\pi a}$ , в I и III  $B = 0$ .

17.14. Увеличивается в 2 раза.

17.15. 
$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

17.16. Сила электростатического отталкивания между зарядами в двух катодных пучках больше силы притяжения, действующей со стороны магнитного поля первого луча на движущиеся заряды второго луча. В проводниках сила электростатического отталкивания отсутствует, так как суммарный заряд каждого равен нулю.

17.17. Вектор индукции магнитного поля  $\vec{B}$  направлен вверх.

17.18. Вектор индукции магнитного поля  $\vec{B}$  направлен вправо.

17.19. Циркуляция вектора  $\vec{B}$  равна нулю.

17.20. Полный ток  $I$  равен нулю.

17.21.  $I = I_3 - I_2$ .

17.22. См. рис. 48

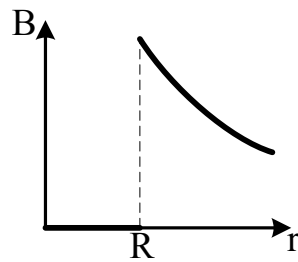


Рис. 48

17.23. См. Рис. 49

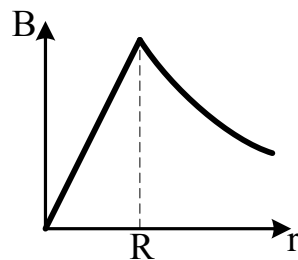


Рис. 49

17.24. См. рис. 50.

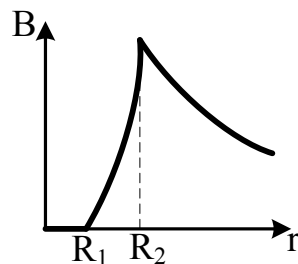


Рис. 50

17.25.  $F = 0$ .

17.26. Вектор  $\vec{B}$  направлен «от нас».

17.27. 1. Для постоянного тока. 2. Возрастает с увеличением силы тока; б) уменьшается.

17.28. Индукция  $\vec{B}$  равна нулю.

17.29. Сила равна нулю.

17.30. А. Сила равна нулю. Б. Останется равной нулю.

17.31. Ток по нижнему проводнику должен течь в том же направлении, что и в верхнем.

17.32. А. Токи в нижнем и в верхнем проводниках направлены в противоположные стороны. Б. Не может, так как сила тяжести постоянна, а сила магнитного взаимодействия уменьшается при удалении верхнего проводника от нижнего.

**17.33.** Поток  $\Phi$  равен нулю.

**17.34.** см. рис. 51.

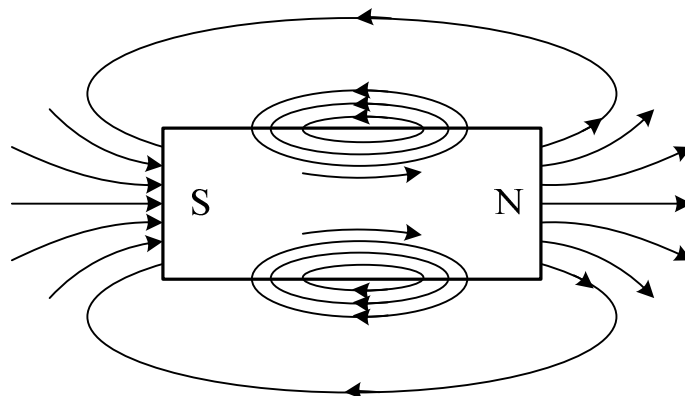


Рис. 51

**17.35.** Нет, нельзя. Относительно наблюдателя, движущегося вслед за электронами, будут совершать упорядоченное движение положительные ионы кристаллической решетки проводника; это движение приведет к появлению такого же магнитного поля, какое наблюдал неподвижный относительно проводника исследователь.

**17.36.** Такая стрелка была бы неподвижной относительно электронов и не обнаруживала бы магнитного поля.

**17.37.** Силы магнитного притяжения между отдельными узкими параллельными шнурами тока.

**17.38.** Потому что ферромагнетизм связан со свойствами довольно протяженных структур (доменов), которые, в отличие от отдельных атомов, могут существовать только в твердых телах.

**17.39.** Можно, если температура стальных болванок ниже точки Кюри ( $753^{\circ}\text{C}$ ). В противном случае стальные болванки потеряют свои ферромагнитные свойства и применять электромагнитный кран будет нельзя.

**17.40.** На северном географическом полюсе.

**17.41.** Намагничивание железных вертикальных предметов в магнитном поле Земли доказывает, что индукция этого поля имеет вертикальную составляющую.

**17.42.** На Луне нет магнитного поля.

**17.43.** Нулю, так как сила, действующая на электрон, все время перпендикулярна к его перемещению.

**18.1.** Ток  $I$  пойдет а) по часовой стрелке; б) против часовой стрелки.

**18.2.** Ток  $I$  пойдет а) по часовой стрелке; б) против часовой стрелки.

**18.3.** Ток через сопротивление  $R$  протекает от  $d$  к  $c$ .

- 18.4.**  $I$  – ток течет против часовой стрелки,  $\Pi$  – ток равен нулю,  $\text{III}$  – ток течет по часовой стрелке.
- 18.5.** а) да, по часовой стрелке; б) нет; в) да, против часовой стрелки; г) в случае положительных ответов изменится направление токов.
- 18.6.** А. Ток возникнет. Б. В момент подключения батареи. В. Когда сила тока станет постоянной. Г. Против часовой стрелки. Д. Да. Е. Между витками возникнет сила отталкивания.
- 18.7.** А. Да. Б. В момент отключения батареи. В. Когда прекратится ток в первом витке. Г. В том же направлении, по часовой стрелке. Д. Да. Е. Между витками возникнет сила притяжения.
- 18.8.** По часовой стрелке.
- 18.9.** ЭДС будет больше, когда самолет летит вдоль параллели.
- 18.10.** Индуцируемый ток  $I$  потечет по часовой стрелке. В центре диска будет отрицательный полюс ЭДС.
- 18.11.** Увеличится.
- 18.12.** Изменится.
- 18.13.** Изменится.
- 18.14.** а) свернуть в кольцо; б) вытянуть вдоль прямой линии.
- 18.15.** Индуктивность контура в форме окружности будет больше.
- 18.16.** Чтобы уменьшить коэффициент взаимной индукции между проводами.
- 18.17.** а) плоскости катушки должны быть параллельны; б) плоскости катушек должны быть перпендикулярны.
- 18.18.** Да, так как ток будет зависеть как от самоиндукции в катушке, так и от расстояния между катушками.
- 18.19.** Чтобы исключить индуктивные наводки со стороны окружающих кабель проводов.
- 18.20.** Большую разность потенциалов на концах крыльев можно ожидать при полетах вблизи полюсов Земли.
- 18.21.** Нельзя. Индуктивность зависит от магнитной проницаемости сердечника, которая при различной силе тока в соленоиде (различной напряженности магнитного поля) неодинакова.
- 18.22.** Неоднородность в стальной балке изменяет магнитный поток, пронизывающий катушку дефектоскопа, а значит, создает в ней ЭДС индукции.
- 18.23.** 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.
- 18.24.** Ток самоиндукции, возникающий при размыкании, заряжает конденсатор и не проходит поэтому в виде искры через рубильник.
- 18.25.** Индуктивность длинной проволоки больше, чем короткой; соленоида – больше, чем прямого проводника; наибольшая индуктивность у электромагнита.



**18.26.** Сталь для постоянных магнитов должна обладать большим остаточным магнетизмом.

**19.1.**  $q'' + \omega_0^2 q = 0$  (рис. 52)

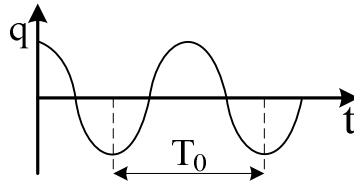


Рис. 52

**19.2.**  $q'' + 2\beta q' + \omega_0^2 q = 0$  (рис. 53)

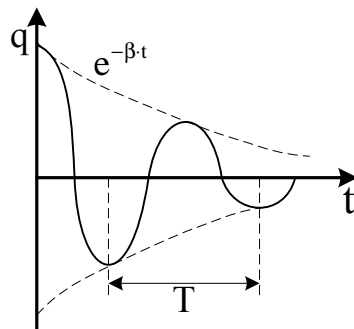


Рис. 53

**19.3.**  $q'' + 2\beta q' + \omega_0^2 q = q_0 \cos \Omega t$ , где  $T = \frac{2\pi}{\Omega}$

**19.4.** См. рис. 54.

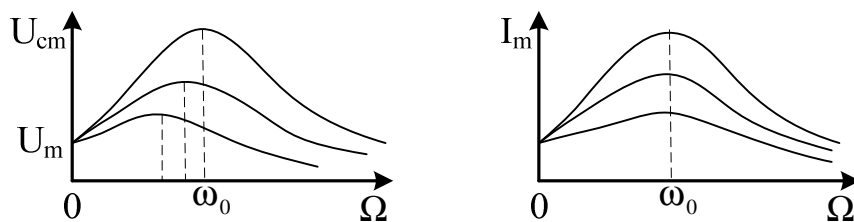


Рис. 54

**19.5.** Нет, нельзя, так как  $\cos \varphi = \cos(-\varphi)$ .

**19.6.** Да.

**19.7.** Для  $LC$  – цепочки, когда  $R = 0$ .

**19.8.**  $X_C$  уменьшается с повышением частоты:  $X_C = \frac{1}{\omega C}$ .

**19.9.**  $X_L$  увеличивается с повышением частоты:  $X_L = \omega L$ .

**19.10.** Нет, не равно.

**19.11.** Постоянный ток идет только через активное сопротивление человека электрическому току. Переменный же ток идет через активное и емкостное сопротивления, поскольку они параллельны, то полный импеданс меньше только активного сопротивления, и сила тока при данном  $U_{\text{эф}}$  будет больше, чем в случае постоянного тока. Сопротивление человеческого тела переменному току с частотой 50 Гц может быть вдвое меньше, чем постоянному. Поэтому переменный ток более опасен.

**19.12.** От силы тока, продолжительности его воздействия и от того, по какому пути ток протекает в теле человека.

**19.13.** Магнитных зарядов не существует.

**19.14.** Силовые линии индукции магнитного поля могут быть только замкнутыми. Силовые линии электрического поля начинаются и заканчиваются на зарядах или проходят из бесконечности и уходят в бесконечность.

**19.15.** Из-за разного потенциала между обкладками возникает электрический разряд молнии. Возникший электрический ток порождает звуковую волну, распространение энергии которой в упругой среде (воздухе) и воспринимается в виде грома.

**19.16.** См. рис. 55.

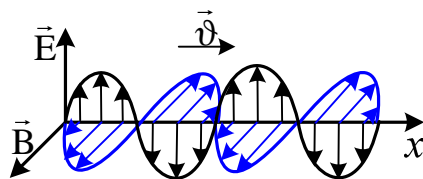


Рис. 55

**19.17.** В электромагнитной волне происходят колебания векторов напряженности полей, а не вещества, как у волн на воде или шнуре.

**19.18.** Магнитное.

**19.19.** Электромагнитное.

**19.20.** Электромагнитное.

**19.21.**  $\vartheta = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$  – постоянная и, в частности, не зависит от частоты.

**19.22.** Нет, так как длина провода невелика и время  $\Delta t = \frac{l_1 - l_2}{c} \sim 10^{-8} \text{ с}$

очень мало, чтобы это запаздывание можно было заметить.

**19.23.** Ток смещения направлен вверх.

**19.24.** По часовой стрелке.

**19.25.** Против часовой стрелки.

**19.26.** При движении под уклон. Рекуперация энергии широко используется на горных железных дорогах, в метрополитене.

**20.1.** Нет, поскольку после прохождения рассеивающей линзы лучи всегда рассеиваются, то изображение получается на пересечении продолжения этих лучей, т.е. изображение всегда мнимое.

**20.2.**  $120^\circ$ .

**20.3.** Изображение будет перемещаться в ту же сторону, куда удаляется человек.

**20.4.** Да, при переходе из среды оптически более плотной в оптически менее плотную.

**20.5.** Может, если свет распространяется в среде с неоднородным показателем преломления.

**20.6.** Луч проходит через фокус линзы.

**20.7.** Луч, параллельный оптической оси собирающей линзы, после преломления пройдет через фокус, в рассеивающей линзе луч рассеится так, что его продолжение будет проходить через фокус линзы.

**20.8.** Когда предмет находится между фокусом и линзой.

**20.9.** Несмотря на то, что закрыта половина линзы, изображение существует, только яркость его уменьшается.

**20.10.** Не может. Луч света, упав на шар под углом  $\alpha$  преломляется под углом  $\beta$  и вследствие обратимости световых лучей, выходит из шара под тем же углом  $\alpha$  (рис. 56).

**20.11.** Свет, отраженный от аквалангиста при больших углах падения лучей, испытывает полное отражение от границы вода – воздух. Свет же, отраженный от рыбака при любом угле падения, проходит в воду.

**20.12.** Увеличивать освещенность может только собирающая линза. Это имеет место в случае дальновзоркости.

**20.13.** Достаточно определить показатель преломления исследуемого вещества относительно воздуха.

**20.14.** Главное фокусное расстояние любой линзы больше (по модулю) для красных лучей.

**20.15.** Из-за явления преломления света.

**20.16.** Капельки воды представляют собой небольшие собирающие линзы. Под действием солнечных лучей в жаркую погоду может произойти прожигание листьев растений.

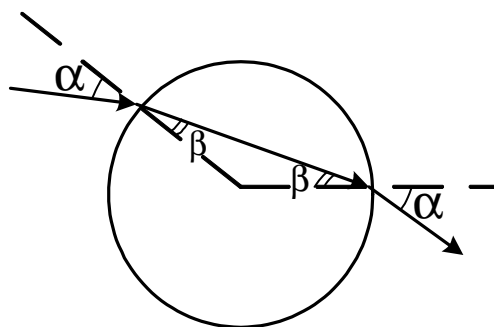


Рис. 56

**20.17.** Капельки воды играют роль собирающих линз, усиливающих воздействие солнечного излучения на кожу.

**21.1.** Не могут, поскольку не выполняются условия когерентности, в первую очередь, постоянство разности фаз световых лучей, приходящих от лампочек.

**21.2.** Крылья насекомых покрыты прозрачной тонкой пленкой, имеющей различную толщину, и при падении на пленку солнечных лучей образуются цветные интерференционные полосы.

**21.3.** Начинают сказываться дифракционные явления.

**21.4.** Расстояние между интерференционными полосами уменьшится.

**21.5.** Поляризацией.

**21.6.** Поляризация.

**21.7.** Количество максимумов увеличится.

**21.8.** В спектре от дифракционной решетки.

**21.9.** К тепловому излучению.

**21.10.** Тепловое.

**21.11.** Воздух сильно рассеивает ультрафиолетовые лучи. На большой же высоте, где воздух разрежен, ультрафиолетовая радиация весьма интенсивна.

**21.12.** Ультрафиолетовое излучение вредно для зрения человека. Стекло не пропускает ультрафиолетовое излучение, а темное стекло не пропускает не только его, но и яркое световое излучение пламени электрической дуги сварочного аппарата.

**21.13.** На берегу водоема на тело человека одновременно действуют прямые и отраженные от поверхности воды ультрафиолетовые солнечные лучи. Высоко в горах, пройдя меньший слой воздуха, ультрафиолетовые лучи обладают большей интенсивностью.

**22.1.** Да,  $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ .

**22.2.** Положительный, так как из пластинки выбиваются фотоэлектроны вследствие фотоэффекта.

**22.3.** Давление на белую поверхность в 2 раза больше, чем на черную.

**22.4.** При излучении свободным атомом фотона выполняются законы сохранения энергии, закон сохранения импульса и закон сохранения массы.

**22.5.** В электростатическую энергию системы “тело–электроны” и в кинетическую энергию электронов.

**22.6.** Нет, так как в этом случае не могут одновременно выполняться законы сохранения импульса и энергии.

**22.7.** Фотон.

**22.8.** Металлическая пластинка зарядится отрицательно, полупроводниковая останется нейтральной.

**22.9.** Нет. Свет оказывает давление, а это значит, что фотоны передают свои импульсы преграде. Расчет светового давления на основе закона сохранения импульса полностью подтверждается опытами.

**22.10.** Для лучшего нагрева воды. Черные поверхности поглощают солнечное излучение.

**23.1.** Нейтрон не содержит в себе протона и электрона в готовом виде (раздельно) подобно тому, как это имеет место в атоме водорода.

**23.2.** Закон сохранения заряда.

**23.3.** При приготовлении бульонов (отваров) радионуклиды переходят из продуктов в воду. (Из свеклы, картофеля, грибов, щавеля – до 85 % цезия, из костей животных и птиц – до 50 % стронция.)

**23.4.** Деревья всасывают питательные вещества (в том числе радиоактивные) главным образом по внешнему годовому слою (кора, листья, хвоя). Из-за медленной смены хвои она дольше сохраняет радиоактивные элементы.

**23.5.** Основным источником облучения в помещениях является радон и продукты его распада. Регулярное проветривание и влажная уборка позволяют значительно уменьшить нагрузку на проживающих (работающих) в помещении людей.

**23.6.** При мытье горячей водой (температура которой выше температуры тела человека) открываются поры кожи и в них возможно попадание радиоактивных веществ. После охлаждения поры закрываются, и радиоактивные вещества остаются в коже человека.

**23.7.** За счет дополнительного внутреннего радиоактивного облучения человека. Табачный дым содержит радиоактивные элементы, которые при вдохе попадают в легкие человека.

**23.8.** При осуществлении ядерной реакции  ${}_{80}\text{Hg}^{198} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow {}_{80}\text{Hg}^{199} \rightarrow {}_{79}\text{Au}^{198} + {}_1\text{H}^1$  вследствие редкого попадания нейтронов в ядра ртути количество полученного золота ничтожно мало. Так как затрата энергии огромна, то процесс экономически невыгоден.

**23.9.** Природные материалы также создают радиоактивный фон. Наименьшие дозы в деревянных домах – до 0,5 мЗв/год, в кирпичных и железобетонных зданиях – до 1 мЗв/год и 1,7 мЗв/год соответственно.

## СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИКА .....	1
1. Кинематика материальной точки .....	1
2. Динамика материальной точки .....	4
3. Законы сохранения импульса и механической энергии. Работа .....	7
4. Неинерциальные системы отсчета .....	8
5. Движение твердого тела .....	9
6. Применение законов сохранения для описания вращательного движения твердого тела .....	10
7. Колебания .....	10
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА .....	11
8. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Распределения Максвелла и Больцмана .....	11
9. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы .....	12
10. Первое начало термодинамики. Тепловые машины. Энтропия. Второе начало термодинамики .....	14
11. Реальные газы и жидкости. Капиллярные явления. Поверхностное натяжение .....	16
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ .....	19
12. Силы в электростатическом поле .....	19
13. Работа сил электростатического поля. Потенциал .....	22
14. Емкость. Энергия электрического поля .....	24
15. Проводники и диэлектрики в электрическом поле .....	27
16. Постоянный электрический ток .....	29
17. Магнитное поле токов .....	31
18. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Взаимоиндукция .....	36
19. Электромагнитные колебания. Переменный ток. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла .....	39
ОПТИКА. ФИЗИКА АТОМА .....	41
20. Элементы геометрической оптики .....	41
21. Волновая оптика .....	42
22. Квантовая оптика .....	43
23. Атомная и ядерная физика .....	44
ОТВЕТЫ .....	45

*Учебное издание*

МАКАРЕНКО Геннадий Макарович  
ПЕТРОВИЧ Ольга Николаевна

**ФИЗИКА  
В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов технических специальностей

Редактор *Д. М. Севастьянова*

Подписано в печать 27.11.14. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 4,41. Уч.-изд. л. 3,26. Тираж 30 экз. Заказ 1572.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/494255 от 08.05.2014.

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.