

1. КИНЕМАТИКА

1.1. Два автобуса проехали один и тот же перекрёсток со скоростью 60 км/час в одном направлении с интервалом 10 минут. На дороге они обогнали движущегося в том же направлении велосипедиста. С какой скоростью ехал велосипедист, если автобусы проехали мимо него с интервалом в 15 минут?

1.2. Два поезда идут навстречу друг другу. Один со скоростью $v_1 = 10$ м/с, другой со скоростью $v_2 = 20$ м/с. Пассажир второго поезда, длина которого $l_2 = 200$ м, замечает, что первый поезд проходит мимо него в течение $t_1 = 20$ с. В течение какого времени второй поезд обогнал бы первый, если бы они шли в одном направлении?

1.3. От пристани «Школьная» до пристани «Студенческая», расположенной ниже по течению реки, ходит речной трамвайчик. При отправлении Таня уронила в речку мячик. Во сколько раз дольше, чем трамвайчик, будет плыть мячик от «Школьной» до «Студенческой»? Таня знает, что если тем же маршрутом следует буксир с тяжёлой баржей, скорость которого (относительно воды) в n раз меньше скорости трамвайчика, то он затрачивает на свой путь в k раз больше времени, чем трамвайчик.

1.4. На столбе высотой H подвешен фонарь. Мимо фонаря со скоростью v проходит человек, рост которого равен h . С какой скоростью движется по земле тень от головы человека?

1.5.* Эскалатор метро спускает идущего по нему вниз с постоянной скоростью человека за время t_1 . Если человек будет идти вдвое быстрее, то он спустится за время t_2 . Определите время t_3 спуска человека, стоящего на эскалаторе.

1.6.* По горизонтальному столу ползут четыре муравья. В некоторый момент времени скорость 1-го муравья относительно 2-го направлена на север, скорость 2-го относительно 3-го – на запад, а скорость 3-го относительно 4-го – на юг. Модули всех названных относительных скоростей одинаковы и равны $v = 1$ см/с. Чему равна и куда направлена скорость 1-го муравья (относительно стола), если скорость 4-го муравья (относительно стола) равна 1,5 см/с и направлена на восток?

1.7. Материальная точка движется из начала координат вдоль оси Ox по закону $x(t) = At - Bt^2$, где A и B – положительные постоянные. Определите координату точки, в которой её скорость равна нулю.

1.8. Уравнение траектории мяча имеет вид $y = x - kx^2$, где k – размерный коэффициент. Определите время полёта мяча.

1.9. Уравнение траектории снаряда имеет вид $y = x - kx^2$, где $k = \text{const}$. Определите дальность полета снаряда и угол к горизонту, под которым он вылетел из орудия.

1.10. Автомобиль за первый час движения проехал расстояние $S_1 = 72$ км, затем в течение $t_2 = 30$ мин он ехал со скоростью $v_2 = 60$ км/ч, а оставшиеся $S_3 = 48$ км пути со скоростью $v_3 = 96$ км/ч. Определите среднюю скорость движения автомобиля.

1.11. Самолёт при взлёте в конце разгона должен иметь скорость $v = 172,8$ км/ч. На разгон он тратит время $\tau = 6$ с. Определите ускорение и расстояние, пройденное самолетом при разгоне.

1.12. Тело начинает двигаться вдоль оси Ox с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с. Проекция ускорения тела на эту ось $a_x = -5$ м/с². Определите путь S , пройденный телом за 10 секунд.

1.13. Проекция скорости материальной точки при прямолинейном движении вдоль некоторой оси меняется со временем по закону $v_x = 2 - 2t$; все величины заданы в единицах СИ. Найдите путь, пройденный точкой за $\tau = 3$ с после начала движения.

1.14. По бикфордову шнуру пламя распространяется равномерно со скоростью $v_1 = 0,5$ см/с. Какой минимальной длины l шнур необходимо взять, чтобы человек, поджигающий его смог отбежать на безопасное расстояние $S = 120$ м, пока пламя по шнуру дойдет до взрывчатого вещества? Человек бежит с ускорением $a = 0,5$ м/с², его начальная скорость равна нулю.

1.15. Звук выстрела и пуля одновременно достигают высоты $h = 990$ м. Выстрел произведен вертикально вверх. Определите начальную

скорость пули. Средняя скорость звука в воздухе $v_{зв} = 330$ м/с. Сопротивлением воздуха при движении пули пренебречь.

1.16. С высоты $H = 10$ м над Землей вертикально вверх брошено тело со скоростью $v_0 = 5$ м/с. Определите путь, который прошло тело до соприкосновения с Землей.

1.17. Два тела брошены вертикально вверх с одинаковыми начальными скоростями с интервалом времени τ . С какой скоростью будет двигаться второе тело относительно первого?

1.18. На какую максимальную высоту поднимется камень, брошенный вертикально вверх, если через время $\tau = 1,5$ с его скорость уменьшилась вдвое?

1.19. Над колодезем глубиной $H = 10$ м бросают вертикально вверх камень с начальной скоростью $v_0 = 14$ м/с. Через какое время камень достигнет дна колодца?

1.20. По наклонной плоскости пустили снизу вверх небольшой шарик. На расстоянии $l = 0,3$ м от начала пути шарик побывал дважды: через время $t_1 = 1$ с и через время $t_2 = 2$ с после начала движения. Определите начальную скорость v_0 и ускорение a шарика.

1.21. Тело брошено с высоты H с начальной скоростью v_0 , направленной под углом α к горизонту. Определите дальность полёта тела.

1.22. Камень, брошенный под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, дважды побывал на одной высоте H : спустя время $t_1 = 3$ с и время $t_2 = 5$ с после начала движения. Определите начальную скорость v_0 камня и высоту H .

1.23. Артиллерийское орудие и цель находятся на одном уровне. Орудие способно поразить цель при двух различных углах стрельбы. В первом случае угол стрельбы α_1 и максимальная высота полёта снаряда h_1 . Найдите максимальную высоту полёта снаряда во втором случае. Сопротивлением воздуха пренебречь.

1.24. Тело брошено горизонтально с некоторой высоты с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с. Через какое время его скорость будет направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту?

1.25. Дальность полета тела равна высоте его подъема над поверхностью Земли. Под каким углом к горизонту было брошено тело?

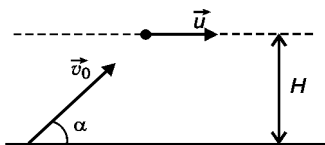
1.26. Двое играют в мяч, бросая его друг другу под некоторым углом к горизонту. Какой наибольшей высоты достигает мяч во время игры, если от одного игрока к другому он летит 2 с?

1.27. Тело бросили с обрыва высотой h со скоростью \vec{v}_0 , образующей угол α с горизонтом. Определите, через какой интервал времени t_0 модули нормального и касательного ускорений тела будут равны.

1.28. Самолёт летит горизонтально на высоте H с постоянной скоростью v . С самолета нужно сбросить груз на корабль, движущийся встречным курсом со скоростью u . На каком расстоянии S от корабля летчик должен сбросить груз? Скорость груза относительно самолета в момент сбрасывания равна нулю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

1.29. Из шланга под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту бьет струя воды с начальной скоростью $v_0 = 15$ м/с. Площадь сечения шланга $S = 1$ см². Определите массу m воды в струе, находящейся в воздухе. Плотность воды $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³. Сопротивление воздуха не учитывать.

1.30. Птица летела горизонтально с постоянной скоростью u . В нее бросил камень мальчик. В момент броска направление скорости камня (угол α к горизонту) было как раз на птицу. Модуль начальной скорости камня равен v_0 . На какой высоте H летела птица, если камень все же попал в нее?



1.31. Определите радиус вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость точки, лежащей на ободе, в $n = 2,5$ раза больше линейной скорости точки, лежащей на $\Delta r = 0,1$ м ближе к оси колеса.

1.32. Линейная скорость точек рабочей поверхности шлифовального круга не должна превышать $v = 100$ м/с. Определите предельную частоту вращения для круга диаметром $d = 40$ см. Определите при этой частоте ускорение точек круга, наиболее удаленных от центра.

1.33. Диск радиусом $R = 0,5$ м приводится во вращение с помощью намотанной на него веревки. Конец веревки тянут с ускорением $a_1 = 0,1$ м/с². Найдите модуль полного ускорения a_2 точек поверхности диска спустя $\tau = 2$ с после начала движения.

1.34. На валу, вращающемся с частотой $n = 200$ с⁻¹, на расстоянии $l = 20$ см друг от друга закреплены два диска. Пуля, летевшая параллельно оси вала, пробила оба диска на одном и том же расстоянии от оси вращения. Определите среднюю скорость пули при ее движении между дисками, если угловое смещение пробитых отверстий $\alpha = 18^\circ$.

1.35.* Материальная точка движется по плоскости XOY со скоростью $v = 2\pi$ м/с таким образом, что закон её движения в скалярном виде имеет вид:

$$\begin{cases} x = b \sin \pi t \\ y = b \cos \pi t \end{cases}.$$

Изобразите траекторию движения материальной точки и определите значение ускорения точки, если $b = 2$ м.

2. ДИНАМИКА

2.1. Тело массой m лежит на горизонтальном столе. На тело начинает действовать горизонтальная сила \vec{F} , модуль которой зависит от времени по закону $F = ct$, где $c = \text{const}$. Постройте график зависимости модуля силы трения от времени. Коэффициент трения скольжения между телом и столом μ .

2.2. Тело лежит на наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. При каком предельном коэффициенте трения μ тело начнет скользить по наклонной плоскости?

2.3. Найдите ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью $\mu = 0,3$.

2.4. В некоторый момент времени абсолютно упругого центрального удара двух тел ускорение тела массой m_1 составляет \vec{a}_1 . Определите в этот момент времени ускорение \vec{a}_2 другого тела массой m_2 .

2.5. Движение тела массой m описывается уравнением $\vec{r} = bt\vec{i} + ct^2\vec{j}$. Определите силу \vec{F} , действующую на тело.

2.6. Камень, скользящий по горизонтальной поверхности льда, останавливается, пройдя путь $S = 25$ м. Определите начальную скорость v_0 камня, если коэффициент трения камня о лед $\mu = 0,1$.

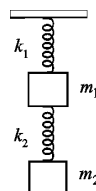
2.7. Груз массой m перемещают с ускорением a по горизонтальной плоскости с помощью троса, расположенного под углом α к горизонту. Определите силу натяжения троса, если коэффициент трения равен μ .

2.8. Стальной магнит массой m прилип к вертикально расположенной стальной плите. Для равномерного скольжения магнита вниз прикладывают силу F_1 , направленную вертикально вниз. Какую минимальную силу F_2 необходимо приложить, чтобы перемещать магнит равномерно вверх?

2.9. Парашютист массой $m_1 = 80$ кг спускается на парашюте с постоянной скоростью $v = 5$ м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте будет спускаться мальчик массой $m_2 = 40$ кг? Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости.

2.10. Какую массу балласта m_1 надо сбросить с равномерно опускающегося аэростата, чтобы он начал равномерно подниматься с той же скоростью? Масса аэростата с балластом $m_2 = 1200$ кг. Архимедова сила, действующая на аэростат, $F_A = 8000$ Н.

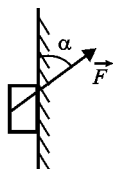
2.11. Определите удлинение каждой из пружин, если $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 3$ кг, а жесткости пружин равны соответственно $k_1 = 500$ Н/м и $k_2 = 150$ Н/м. Массой пружин пренебречь.



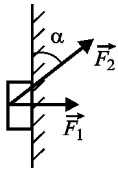
2.12. Для растяжения пружины на длину Δl требуется сила F_1 . Какая сила потребуется для растяжения на ту же длину Δl двух таких же пружин, соединенных: а) последовательно; б) параллельно.

2.13. Два бруска массами $m_1 = 0,2$ кг и $m_2 = 0,3$ кг связаны легкой нитью и лежат на гладком горизонтальном столе. К бруску массой m_2 приложена сила $F = 1$ Н, направленная параллельно плоскости стола. Определите натяжение нити и ускорение брусков.

2.14. Два тела массами $m_1 = 50$ г и $m_2 = 100$ г связаны нитью и лежат на гладкой горизонтальной поверхности. С какой горизонтальной силой F можно тянуть первое тело, чтобы нить, способная выдержать силу натяжения $T_{\max} = 5$ Н, не оборвалась?



2.15. Тело массой $m = 1$ кг движется по вертикальной стене. К телу приложена сила $F = 100$ Н, направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали. Коэффициент трения между телом и стеной $\mu = 0,1$. Определите ускорение тела.

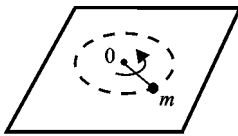


2.16. Магнит массой $m = 5$ кг движется по стальной вертикальной стене, к которой он притягивается с силой $F_1 = 5$ Н. К магниту приложена сила $F_2 = 20$ Н, линия действия которой составляет угол $\alpha = 30^\circ$ со стенкой. Коэффициент трения между магнитом и стеной $\mu = 0,2$. Определите ускорение магнита.

2.17. Определите минимальный период обращения спутника планеты, имеющей плотность $\rho = 3 \cdot 10^3$ кг/м³. Гравитационная постоянная $G = 6,7 \cdot 10^{-11}$ Н·м²·кг⁻².

2.18. Определите период обращения T искусственного спутника Земли, вращающегося по круговой орбите радиусом R . Радиус Земли R_0 , ускорение свободного падения у поверхности Земли g .

2.19. Определите наименьший радиус дуги для поворота автомашины, движущейся по горизонтальной дороге со скоростью $v = 36$ км/ч, если коэффициент трения скольжения колес о дорогу $\mu = 0,25$.



2.20. Шарик массой m , прикрепленный к резиновому шнуру, совершает вращательное движение, скользя по гладкой горизонтальной плоскости. Угловая скорость вращения шарика равна ω . Определите радиус окружности, по которой будет двигаться шарик, если жесткость шнура k . Длина нерастянутого шнура l_0 .

2.21. Автомобиль массой $m = 2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью $v = 60$ км/ч по выпуклому мосту. Радиус кривизны моста $R = 100$ м. С какой силой давит автомобиль на мост, проезжая через его середину?

2.22. Маленькая гирька подвешена к потолку на веревке. Гирьку толкнули так, что она движется в горизонтальной плоскости по окружности, отстоящей от потолка на расстоянии $h = 1,25$ м (конический маятник). Найдите период обращения гирьки.

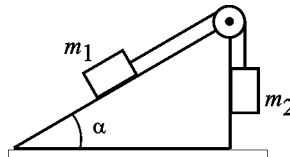
2.23.* Две звезды, суммарная масса которых M , находятся на расстоянии R друг от друга. Определите период обращения этих звезд относительно общего центра вращения.

2.24.* На однородный горизонтальный стержень длиной L действуют силы F_1 и F_2 , приложенные к его концам и направленные вдоль оси стержня в противоположные стороны. С какой силой F растянут стержень в сечении, находящемся на расстоянии l от точки приложения силы F_1 ?

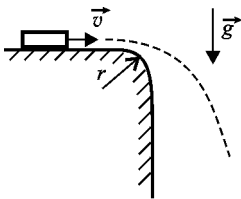
2.25. К грузу массой $m_1 = 7$ кг подвешен на канате другой груз массой $m_2 = 5$ кг. Какое усилие будет в середине каната, если всю систему поднимать вертикально вверх силой $F = 240$ Н, приложенной к грузу m_1 ? Масса каната $m_3 = 4$ кг равномерно распределена по его длине.

2.26. Маленькая корзинка с яблоками, прикреплена к штанге длиной l . Корзинка равномерно вращается в вертикальной плоскости. С каким максимальным периодом можно вращать корзинку, чтобы яблоки из нее не выпали?

2.27. Массы тел m_1 и m_2 и угол α заданы ($m_2 > m_1$). Наклонная плоскость – гладкая. Массы блока и нити пренебрежимо малы, нить нерастяжима. Определите силу давления на ось блока.



2.28.* С каким ускорением отскочит от поверхности Земли после абсолютно упругого удара теннисный мяч, упавший с очень большой высоты? Силой сопротивления воздуха не пренебрегать.

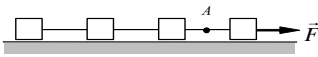


2.29. Край горизонтального стола скруглён по дуге окружности радиусом r . С какой наименьшей скоростью v нужно пустить по столу малое тело, чтобы, достигнув начала скругления, оно сразу полетело по параболе? Трение отсутствует.

2.30.* Резиновый шарик, падающий с очень большой высоты, упал на плоскую крышу, составляющую угол α с горизонтом. Определите величину ускорения шарика сразу после абсолютно упругого удара о крышу.

2.31.* Два шарика одинаковых размеров закреплены на концах длинной, невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый блок. Блок неподвижно закреплён над водой, при этом длина нити такова, что оба шарика не могут одновременно находиться в воде. Массы шариков равны m и $2m$, при этом плотность шарика массой $2m$ в 3 раза больше плотности воды. Определите отношение скорости установившегося движения системы, в случае, когда первый из шариков движется в воде, а второй в воздухе, к скорости установившегося движения в случае, когда второй шарик движется в воде, а первый в воздухе. Сила трения шарика о воду пропорциональна скорости движения шарика в воде, прочими потерями пренебречь.

2.32.* Провода ЛЭП закреплены на опорах с провисанием таким образом, что средняя точка провода между опорами находится ниже точек закрепления на расстоянии, в 32 раза меньшем, чем длина провода. Один из проводов ЛЭП массой m_0 оборвался из-за обледенения, вызванного «ледяным дождём». Максимальная сила натяжения, которую выдерживает провод, в восемь раз больше силы тяжести провода. Считая, что провод обледенел равномерно по длине, найдите массу льда, образовавшегося на проводе.

2.33. Четыре бруска одинаковых масс  связаны легкой нитью и лежат на гладком столе. К правому бруску приложена сила $F = 20$ Н, направленная параллельно плоскости стола. Определите натяжение нити в точке A .

2.34. Гибкий канат массой m подвешен к потолку за два конца. Сила натяжения каната в нижней точке равна T . Определите силу натяжения каната в точках подвеса.

2.35. Цепь лежит на столе так, что часть ее свешивается со стола. Она начинает скользить тогда, когда длина свешивающейся части

составляет половину всей ее длины. Определите коэффициент трения цепи о стол.

3. РАБОТА. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА И МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

3.1. Тело массой $m = 1$ кг равномерно движется по окружности со скоростью $v = 2$ м/с. Определите модуль изменения импульса тела за четверть периода.

3.2. Шарик массой m , движущийся со скоростью v , упруго ударяется о гладкую стенку под углом α к ней и отскакивает без потери скорости. Определите изменение импульса шарика.

3.3. Из пушки, стоящей на гладкой горизонтальной поверхности, стреляют под углом α к горизонту. Масса снаряда m , а его начальная скорость относительно Земли v_0 . Какую скорость приобретает пушка при выстреле, если ее масса M ?

3.4. Из пушки, закрепленной на платформе, которая движется со скоростью v_1 , стреляют в направлении движения под углом α к горизонту. Скорость снаряда относительно Земли v_2 , а его масса m . Масса пушки и платформы M . Определите скорость платформы после выстрела.

3.5. Мальчик массой m_1 , стоящий в конце длинной платформы массой m_2 , движущейся со скоростью v , побежал к ее началу. С какой скоростью должен бежать мальчик, чтобы платформа остановилась.

3.6. По горизонтальным рельсам без трения движется со скоростью v платформа массой M . Когда платформа проходит под мостом, с него на платформу падает груз массой m . Через некоторое время в платформе открывается люк и груз выпадает. Определите скорость платформы после выпадения груза.

3.7. Человек массой $m_1 = 80$ кг стоит на краю тележки массой $m_2 = 120$ кг и длиной $l = 3$ м. Определите расстояние, на которое сместится тележка, если человек перейдет на другой ее край. Трение между тележкой и полом, на котором она стоит, пренебрежимо мало.

3.8. Тело с высоты h бросают под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Через какое время после броска его кинетическая энергия равна потенциальной энергии?

3.9. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 25$ м/с. На какой высоте h его кинетическая энергия будет в $n = 2$ раза меньше потенциальной?

3.10. Пуля массой $m = 10$ г, выпущенная под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, в верхней точке траектории имеет кинетическую энергию $W_k = 800$ Дж. Определите начальную скорость пули. Сопротивлением воздуха пренебречь.

3.11. Тело массой m начинает движение в положительном направлении оси x из начала координат с нулевой начальной скоростью и с ускорением a . Определите зависимость кинетической энергии тела W_k от координаты x .

3.12. Покоящееся тело массой m начинает движение в положительном направлении оси x под действием силы $F = b + cx$, где $b > 0$, $c > 0$. Определите зависимость скорости тела v от пройденного пути.

3.13. Поезд массой $m = 2000$ т при торможении с ускорением $a = 0,3$ м/с² остановился спустя $\tau = 50$ с после начала торможения. Какое количество теплоты Q выделилось при торможении?

3.14. Какая мощность развивается к концу выстрела, если на снаряд массой $m = 6$ кг действует постоянная сила давления газов $F = 6 \cdot 10^4$ Н, а длина ствола $l = 1,8$ м? Трением пренебречь.

3.15. Автомобиль массой $m = 2 \cdot 10^3$ кг, двигатель которого может развить мощность $N = 40$ кВт, трогается с места и движется равноускоренно. Определите время, за которое автомобиль приобретет скорость $v = 60$ км/ч. Силой сопротивления движению автомобиля пренебречь.

3.16. Определите работу, которую необходимо совершить, чтобы поднять грунт на поверхность при рытье колодца, если его глубина H , а поперечное сечение S . Плотность грунта ρ . Земля рассыпается тонким слоем по поверхности.

3.17. Из шахты глубиной $H = 200$ м поднимается груз массой $m_1 = 500$ кг на канате, каждый метр которого имеет массу $m_0 = 1$ кг. Какую минимальную работу надо затратить на извлечение груза из шахты?

3.18. Пружину динамометра растянули на величину $\Delta x = 1$ см. Динамометр показал силу $F = 20$ Н. Какую при этом совершили работу?

3.19. Какую работу надо совершить, чтобы лежащий на палубе канат длиной $l = 2$ м поднять за один из его концов на высоту, равную длине каната? Масса каната $m = 2$ кг.

3.20. Тело массой $m = 100$ г, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 15$ м/с, достигло максимальной высоты $h = 10$ м. Определите работу сил сопротивления воздуха на этом участке.

3.21. С наклонной плоскости длиной l и углом наклона α начинает скользить тело массой m . При движении тела выделилось количество теплоты Q . Определите скорость тела у основания плоскости.

3.22. Тело массой $m = 2$ кг соскальзывает с высоты $h = 1,5$ м по наклонной плоскости, расположенной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью $\mu = 0,1$. Определите работу силы трения при движении тела по наклонной плоскости.

3.23. Тело массой $m = 1$ кг соскальзывает с наклонной плоскости длиной $l = 20$ м, которая образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Скорость тела у основания наклонной плоскости $v = 3$ м/с. Какое количество теплоты Q выделилось при трении тела о плоскость, если начальная скорость тела $v_0 = 2$ м/с?

3.24. Тело начинает скользить вниз по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. В нижней точке тело ударяется о стенку, подставленную перпендикулярно направлению его движения. Удар абсолютно упругий. Определите коэффициент трения между плоскостью и телом, если после удара тело поднялось до половины первоначальной высоты.

3.25. Тело массой $m = 0,5$ кг брошено под некоторым углом к горизонту с высоты $h = 2$ м со скоростью $v_1 = 5$ м/с. При ударе о землю его скорость оказалась равной $v_2 = 6$ м/с. Определите работу силы сопротивления воздуха.

3.26. Пуля летит с некоторой начальной скоростью v_0 . Она пробивает доску толщиной $d = 3,6$ см и продолжает полет со скоростью $v = 0,8v_0$. Какой максимальной толщины доску она может пробить?

3.27. Брусок массой $M = 1,5$ кг лежит на горизонтальной поверхности. В него попадает пуля, летящая горизонтально, и пробивает его. Масса пули $m = 9$ г, скорость перед ударом $v_1 = 800$ м/с, а после вылета из бруска $v_2 = 150$ м/с. Какой путь пройдет брусок до остановки, если коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,2$? Смещением бруска во время удара пренебречь.

3.28. Тонкий обруч массой m и радиусом R вращается равномерно относительно оси, перпендикулярной его плоскости и проходящей через его центр. Найдите кинетическую энергию обруча, если период его вращения T .

3.29. Две частицы массами m_1 и m_2 движутся с постоянными скоростями v_1 и v_2 так, что их скорости взаимно перпендикулярны. Определите кинетическую энергию частиц после их абсолютно неупругого удара.

3.30. Стальная пуля массой m , летящая со скоростью v_0 , пробивает подвешенный на тонкой нити свинцовый шар массой M . На вылете из шара скорость пули уменьшается в $n = 2$ раза. Какая доля кинетической энергии пули перешла в тепло?

3.31. Стальной шарик, упавший с высоты $H = 2$ м на стальную плиту, отскакивает от нее с потерей $\eta = 6,25\%$ кинетической энергии. Найдите время τ , которое проходит от начала движения шарика до его второго падения на плиту.

3.32. Камень массой m падает с высоты H . Определите глубину погружения камня в землю, если известна средняя сила сопротивления F , с которой земля действует на камень.

3.33. Шарик, брошенный с высоты H вертикально вниз с начальной скоростью v , погрузился в грунт на глубину h . Определите среднюю силу сопротивления грунта, если масса шарика m . Сопротивлением воздуха пренебречь.

3.34. Пуля, летевшая горизонтально со скоростью $v = 500$ м/с, попадает в шар, подвешенный на длинной нити и застревает в нем. Масса пули $m = 10$ г, масса шара $M = 5$ кг. Определите высоту h , на которую поднимается шар после удара, и убыль механической энергии системы в результате удара.

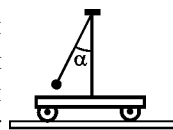
3.35. Математический маятник представляет собой деревянный шар массой m_1 , подвешенный на длинной нити. Пуля массой m_2 , летящая горизонтально, попадает в шар и застревает в нем. Шар после удара поднимается на высоту h . Определите начальную скорость пули.

3.36. Шарик массой m подвешен на невесомой и нерастяжимой нити, выдерживающей силу натяжения $T = 2mg$. На какой минимальный угол α от вертикали нужно отклонить шарик, чтобы при своем последующем движении он оборвал нить?

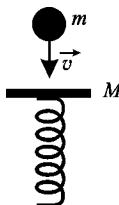
3.37. Груз массой M висит на нити длиной l , которая выдерживает максимальное натяжение $T_0 = 3Mg$. В груз попадает горизонтально летящая пуля массой m ($m \ll M$) и застревает в нем. При какой минимальной скорости пули v_0 нить сразу оборвется?

3.38.* Шарик висит на легкой нерастяжимой нити длиной l . Определите минимальную горизонтальную скорость, которую необходимо сообщить шару, чтобы он совершил полный оборот в вертикальной плоскости.

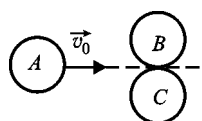
3.39. Математический маятник длиной l с грузом массой m установлен на тележке массой M , которая может двигаться без трения по горизонтальным рельсам. В первоначальный момент тележка и маятник покоились. Маятник отклонили на угол α и отпустили. Определите скорость тележки в момент прохождения маятником положения равновесия.



3.40.* Тело массой m , движущееся со скоростью v , попадает в середину однородного диска массой M и прилипает к нему. Диск лежит горизонтально на пружине жесткостью k , масса которой ничтожно мала. Определите максимальную деформацию пружины.



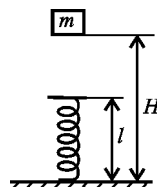
3.41.* Идеально гладкий шар A , движущийся со скоростью v_0 , одновременно упруго сталкивается с двумя такими же соприкасающимися между собой шарами B и C . Определите скорости шаров после столкновения.



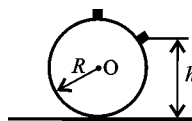
3.42. К нижнему концу вертикально висящей невесомой пружины жесткостью $k = 10$ Н/см подвесили груз массой $m = 3$ кг и отпустили без начальной скорости. Определите максимальное растяжение пружины.

3.43. Гладкий клин массой M может скользить без трения по горизонтальной поверхности. На грань клина, падает шарик массой m и отскакивает горизонтально. Скорость шарика непосредственно перед ударом v_0 . Определите скорость клина после удара. Удар считать абсолютно упругим. За время удара клин не смещается.

3.44.* Невесомая пружина жесткостью k и длиной l стоит вертикально на столе. С высоты H над столом на нее падает небольшой груз массой m . Определите максимальную скорость груза при его движении вниз. Трением пренебречь.

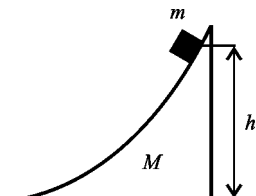


3.45. С верхней точки неподвижной цилиндрической трубы радиусом R соскальзывает небольшое тело. Определите, на какой высоте h тело оторвется от поверхности трубы. Трение между телом и поверхностью трубы отсутствует.

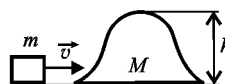


3.46. Два небольших тела, отношение масс которых $m_1/m_2 = n$ одновременно начинают соскальзывать без трения с противоположных концов внутрь полусферы радиусом R . Определите высоту, на которую поднимутся тела после их абсолютно неупругого соударения.

3.47. Клин массой M находится на абсолютно гладкой горизонтальной поверхности. Наклонная грань клина имеет плавный переход к горизонтальной поверхности. Брусок массой m первоначально находился на клине на высоте h . Брусок отпускают и он начинает скользить по поверхности клина. Трение между бруском и клином отсутствует. Определите скорость бруска после соскальзывания с клина.



3.48.* Тело массой m , двигаясь горизонтально, въезжает на горку высотой h и массой M , которая находится на горизонтальной поверхности. Определите минимальную скорость тела, при которой оно преодолеет горку. Трение между телом и горкой, горкой и горизонтальной поверхностью отсутствует.



3.49. Некоторое тело, двигаясь со скоростью v_1 , столкнулось с другим неподвижным телом и отлетело от него со скоростью v_2 в противоположном направлении. Удар центральный и абсолютно упругий. Определите отношение масс тел m_2 / m_1 .

3.50.* Математический маятник представляет собой деревянный шар массой m_1 , подвешенный на нити длиной l . Пуля массой m_2 , летящая горизонтально, попадает в шар и застревает в нем. При какой

минимальной скорости пули шар сможет сделать полный оборот в вертикальной плоскости?

3.51.* Две шайбы массой m_1 и m_2 каждая движется навстречу друг другу со скоростями v_1 и v_2 . Определите максимальное значение потенциальной энергии упругой деформации в процессе абсолютно упругого удара.

3.52.* Маленький тяжёлый шарик, подвешенный на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l=1$ м, совершает колебания в вертикальной плоскости. В момент наибольшего отклонения шарика от положения равновесия его ускорение составляет $a=3g/5$. На какую максимальную высоту (если её отсчитывать от точки равновесия) поднимается шарик?

3.53.* Два мячика брошены из одной точки так, что их импульсы \vec{p}_1 и \vec{p}_2 перпендикулярны друг другу. В некоторый момент времени импульс первого мячика становится равным нулю. Определите импульс второго мячика в этот момент времени, если его масса в два раза больше массы первого. Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

3.54.* Два мячика брошены из одной точки так, что их импульсы \vec{p}_1 и \vec{p}_2 перпендикулярны друг другу. В некоторый момент времени импульс первого мячика становится равным $\vec{p}'_1 = -\vec{p}_1$, а модуль импульса второго становится равным $p'_2 = 5p_1$. Определите отношение модулей начальных импульсов, если масса второго мячика в два раза больше массы первого. Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

3.55. Снаряд, выпущенный со скоростью V_0 из пушки, находящейся на поверхности земли, разорвался на два одинаковых осколка. Один из них полетел вертикально вверх, а второй – горизонтально, оба со скоростями $V_0 / 2$. На какой высоте произошёл взрыв?

3.56. Струя воды ударяется о гранитную стенку под углом $\alpha = \pi/3$ к нормали и абсолютно упруго отражается от нее с такой же по модулю скоростью. Найдите давление струи на стенку, если скорость воды в струе $V = 10$ м/с. Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³.

3.57. На горизонтальной поверхности лежит длинная однородная доска. Для того, чтобы равномерно переместить доску по поверхности на расстояние, равное длине доски, необходимо совершить работу в два раза большую, чем для того, чтобы поставить её вертикально на торец. Найдите коэффициент трения между доской и поверхностью.

3.58. Тонкий обруч радиусом R раскрутили вокруг его оси до угловой скорости Ω_0 и положили плашмя на горизонтальный стол. Через какое время обруч остановится, если коэффициент трения между столом и обручем равен μ ?

3.59. Прямоугольный бассейн глубиной H и площадью S наполовину заполнен водой. Воду плотностью ρ выкачивают из бассейна насосом через цилиндрическую трубу радиусом R на поверхность земли. Какую работу совершит насос, если он выкачает всю воду за время τ ?

3.60. Распалившиеся дети бросили мяч вслед проехавшему мимо грузовику. С какой скоростью v отскочит мяч от заднего борта грузовика, если скорость автомобиля $u = 9$ км/ч? Скорость мяча непосредственно перед ударом равна $v_0 = 10$ м/с и перпендикулярна поверхности борта.

3.61. Молот массой $m = 10$ кг свободно падает с высоты $h = 1,25$ м на наковальню. Определите среднюю силу удара, если его длительность $\tau = 0,01$ с. Удар считать абсолютно неупругим.

3.62.* Свернувшаяся в кольцо змея длиной l начинает равномерно со скоростью v поднимать вертикально вверх голову. Найдите массу m змеи, если в произвольный момент времени t во время подъема на змею действует реакция опоры N .

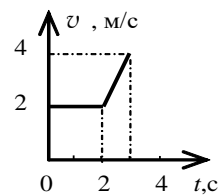
3.63.* Упругий шероховатый брусок ударяется о вертикальную

поверхности. При каком минимальном коэффициенте трения μ между бруском и поверхностью брусок отскочит перпендикулярно поверхности, если подлетел к ней под углом α ? Силой тяжести пренебречь.

3.64.* Шар массой $m = 0,1$ кг скользит по гладкой горизонтальной плоскости со скоростью $v = 5$ м/с, и абсолютно упруго взаимодействует с вертикальной стенкой, расположенной под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению движения шара. Трение между стенкой и шаром отсутствует. Определите среднюю силу, действующую на стенку, если длительность удара $\tau = 0,01$ с.

3.65.* Падающий вертикально шарик массой $m = 200$ г ударился о пол со скоростью $v = 5$ м/с и подпрыгнул на высоту $h = 40$ см. Определите среднюю силу, действующую на шарик со стороны пола, если удар длился $\tau = 0,01$ с.

3.66. На тело массой $0,5$ кг действует единственная сила \vec{F} , причем вектор силы параллелен скорости тела. График зависимости скорости тела от времени представлен на рисунке. Определите работу, совершенную этой силой к моменту времени $t = 3$ с.

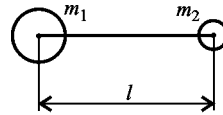


3.67. Проекция скорости тела массой 1 кг при его прямолинейном движении вдоль оси Ox меняется со временем по закону $v_x = 2 - 2t$; все величины заданы в единицах СИ. На тело действует единственная сила \vec{F} , причем вектор силы параллелен скорости тела. Найдите работу этой силы за первые 3 секунды после начала движения.

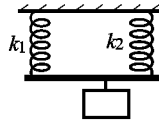
4. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

4.1. На наклонной плоскости, расположенной под углом α к горизонту, покоится тело массой m , коэффициент трения между телом и плоскостью μ . Определите силу трения $F_{\text{тр}}$.

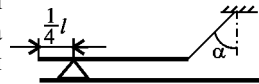
4.2. Два однородных шара массами m_1 и m_2 закреплены на концах невесомого стержня так, что расстояние между их центрами равно l . Определите положение центра тяжести системы.



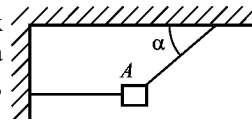
4.3. На двух вертикально расположенных пружинах одинаковой длины горизонтально подвешен невесомый стержень. Жесткость пружин $k_1 = 0,03$ Н/м и $k_2 = 0,05$ Н/м, расстояние между ними $d = 1$ м. На каком расстоянии от пружины с жесткостью k_1 к стержню нужно подвесить груз, чтобы стержень остался в горизонтальном положении?



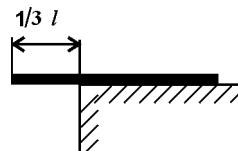
4.4. Тонкая доска длиной l и массой $m = 10$ кг удерживается в горизонтальном положении опорой и нитью. Опора поддерживает доску на расстоянии $l/4$ от одного из ее концов. Другой конец привязан к нити, образующей с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Найдите силу, с которой опора действует на балку.



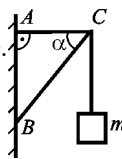
4.5. Тело массой $m = 10$ кг подвешено на двух невесомых нерастяжимых нитях, как показано на рисунке. Определите силы натяжения нитей, если $\alpha = 30^\circ$.



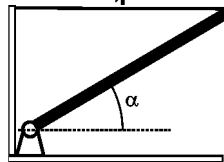
4.6. Однородная балка массой m лежит на платформе так, что ее конец свешивается на $1/3$ длины. Какую минимальную силу надо приложить к этому концу, чтобы противоположный конец балки начал подниматься?



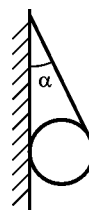
4.7. Груз массой $m = 200$ кг подвешен на кронштейне. Определите усилия в стержнях AC и BC , если угол $\alpha = 30^\circ$.



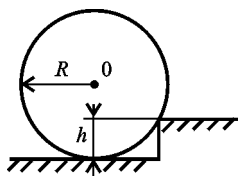
4.8. Однородная стальная балка массой m одним концом закреплена на шарнире и удерживается в наклонном положении горизонтальным тросом, прикрепленным к другому концу балки. Угол наклона балки к горизонту α . Найдите силу, действующую на балку со стороны шарнира и натяжение троса.



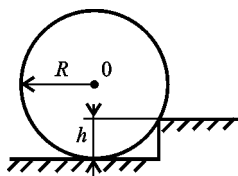
4.9. К гладкой вертикальной стене привязана нить длиной $l = 6$ см. К нити подвешен шар массой $m = 0,5$ кг и радиусом $R = 5$ см. Найдите силу давления шара на стену.



4.10. Тяжелый цилиндр подвешен за намотанную на него нить к вертикальной стене. При каком наименьшем угле α между нитью и стеной цилиндр не будет скользить по стене. Коэффициент трения между стеной и цилиндром равен μ .



4.11. Цилиндр массой m и радиусом R необходимо вкатить на ступеньку высотой h . Определите минимальную силу F , которую необходимо приложить для этого к оси, проходящей через центр масс цилиндра.

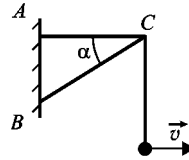


4.12. Лестница опирается на гладкую вертикальную стенку, образуя с ней угол $\alpha = 30^\circ$. Нижний конец лестницы находится на шероховатом полу. При каком коэффициенте трения между лестницей и полом, человек, взбирающийся вверх по лестнице, сможет достичь ее вершины? Масса человека в $n = 3$ раза больше массы лестницы.

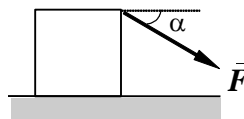
4.13. При каком минимальном угле α между лестницей и полом она сможет стоять прислоненной к вертикальной стене? Коэффициент трения между лестницей и полом, лестницей и стеной равен μ . Масса лестницы равномерно распределена по ее длине.

4.14. К стене приставлена лестница массой m под углом α к вертикали. Центр масс лестницы находится на расстоянии $1/4$ длины от ее нижнего конца. Какую минимальную силу F требуется приложить к середине лестницы, чтобы оторвать ее верхний конец от стены. Следует считать, что нижний конец лестницы не скользит.

4.15. Шарик массой $m = 100$ г подвешен на нити длиной $l = 1$ м к кронштейну. Стержень AC горизонтален, угол $\alpha = 30^\circ$. Шарик ускорили горизонтальную скорость $v = 2$ м/с, после чего он стал колебаться. Найти силы, действующие в стержнях AC и CB , когда шарик проходит положение равновесия.



4.16. На горизонтальной поверхности стоит куб массой m . С какой минимальной силой и под каким углом к горизонту α нужно тянуть куб за верхнее ребро, чтобы он опрокинулся без проскальзывания? Коэффициент трения $\mu \geq 0,5$.



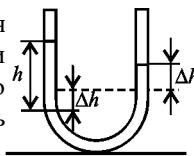
5. ГИДРОСТАТИКА

5.1. В подводной части судна образовалась пробоина площадью $S = 5 \text{ см}^2$. Отверстие находится ниже уровня воды на $h = 3 \text{ м}$. Какая минимальная сила требуется, чтобы удержать накладку, закрывающую отверстие с внутренней стороны судна?

5.2. Аквариум, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, полностью заполнен жидкостью с плотностью ρ . С какой силой жидкость давит на стенку аквариума, если ее длина l , а высота h ?

5.3. До какой высоты нужно налить жидкость в сосуд, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда с основанием в виде квадрата со стороной a , чтобы сила, с которой жидкость давит на боковую стенку сосуда, была равна силе давления на дно?

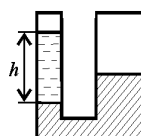
5.4. В U -образной трубке одинакового сечения находится ртуть. Определите уровень подъема ртути Δh в правом колене трубки, если в левое колено налить столбик воды высотой $h = 13,6 \text{ см}$. Плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.



5.5. Ртуть находится в U -образной трубке. Площадь сечения левого колена в два раза меньше, чем правого. Уровень ртути расположен на расстоянии $h_1 = 25 \text{ см}$ от верхнего конца трубки. На сколько поднимется уровень ртути в правом колене, если левое колено трубки полностью залить водой? Плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5.6. В двух сообщающихся цилиндрических сосудах находится ртуть. Диаметр одного сосуда в четыре раза больше диаметра второго. В левый сосуд наливают столб воды высотой $h = 0,7 \text{ м}$. На сколько поднимется уровень ртути в правом сосуде и опустится в левом по отношению к первоначальному уровню. Плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5.7. В двух сообщающихся цилиндрических сосудах находится ртуть. Диаметр одного сосуда в четыре



раза больше диаметра второго. В левый сосуд наливают столб воды высотой $h = 0,7$ м. На сколько поднимется уровень ртути в правом сосуде и опустится в левом по отношению к первоначальному уровню. Плотность ртути $\rho_{рт} = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³, $\rho_в = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³.

5.8. В узкой цилиндрической трубке, запаянной с одного конца, находится воздух, отделенный от наружного пространства столбиком ртути длиной $l = 15$ см. Когда трубка лежит горизонтально, воздух в ней занимает объем $V_1 = 240$ мм³, когда трубка устанавливается вертикально, открытым концом вверх, то воздух занимает объем $V_2 = 200$ мм³. Каково атмосферное давление во время опыта? Ответ дать в мм. рт. ст.

5.9. В запаянной с одного конца стеклянной трубке длиной $l = 90$ см находится столбик воздуха, запертый сверху столбиком ртути высотой $h = 30$ см, столбик ртути доходит до верхнего края трубки. Трубку осторожно переворачивают открытым концом вниз, причем часть ртути выливается. Какова высота столбика ртути, которая останется в трубке. Атмосферное давление $p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па. Плотность ртути $\rho_{рт} = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³.

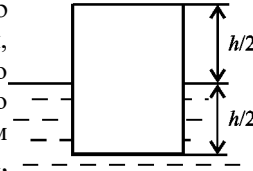
5.10. Открытую стеклянную трубку длиной $l = 1$ м наполовину погружают в ртуть. Затем трубку плотно закрывают сверху и вынимают. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление $p_0 = 750$ мм. рт. ст. Плотность ртути $\rho_{рт} = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³.

5.11. На весах уравновешены два сосуда с водой. В левый сосуд аккуратно помещают деревянный шар, а в правый опускают, не касаясь дна и стенок сосуда, железный шарик массой m , подвешенный на нити. Определите массу деревянного шара, если равновесие весов при этом не нарушилось. Плотности воды и железа известны.

5.12.* Открытую стеклянную трубку длиной $l = 1$ м наполовину погружают в ртуть. Затем трубку плотно закрывают сверху и вынимают. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление $p_0 = 750$ мм. рт. ст. Плотность ртути $\rho_{рт} = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³.

5.13. В сосуд с водой вставлена трубка, с площадью поперечного сечения $S = 2 \text{ см}^2$. В трубку налили $m = 72 \text{ г}$ масла. Плотность масла $\rho_m = 900 \text{ кг/м}^3$. Найдите разность верхних уровней масла и воды.

5.14.* На поверхности воды плотностью ρ плавает цилиндрический тонкостенный стакан, наполовину погруженный в воду. На какую глубину нужно погрузить дно перевернутого стакана, чтобы он вместе с заключенным в нем воздухом пошел ко дну? Высота стакана h , атмосферное давление p_0 . Давлением водяного пара внутри стакана пренебречь.



5.15. На какой глубине объем пузырька воздуха, поднимающегося со дна водоема, в $n = 2$ раза меньше, чем у поверхности? Атмосферное давление $p_0 = 1,05 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Температура воды в водоеме на различных глубинах одинакова. Силы поверхностного натяжения не учитывать.

5.16. Грузоподъемность баржи, имеющей форму прямоугольного параллелепипеда длиной $L = 10 \text{ м}$ и шириной $l = 60 \text{ м}$, составляет 6 т . На каком расстоянии от уровня воды находится её ватерлиния в ненагруженном состоянии? Плотность воды $\rho = 1 \text{ т/м}^3$.

5.17. При помещении в воду плавающей открытой металлической коробочки, уровень воды в сосуде повышается на $h = 5 \text{ см}$. Каким будет понижение этого уровня в дальнейшем, если коробочку утопить? Плотность металла в $n = 8$ раз больше плотности воды.

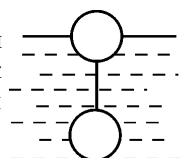
5.18. Легкий шарик поднимается со дна озера с постоянной скоростью. Найдите силу сопротивления воды F_c , если объем шарика $V = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, а массу шарика можно считать равной нулю.

5.19. Определите плотность ρ однородного тела, действующего на нить подвеса в воздухе с силой $T_1 = 2,8 \text{ Н}$, а в воде с силой $T_2 = 1,68 \text{ Н}$. Выталкивающей силой воздуха пренебречь. Плотность воды $\rho_v = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5.20. Тело в воде весит в три раза меньше, чем в воздухе. Чему равна плотность тела? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

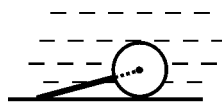
5.21. Полый шар из алюминия, находясь в воде, растягивает пружину динамометра с силой $T_1 = 0,25 \text{ Н}$, а в бензине – с силой $T_2 = 0,33 \text{ Н}$. Определите объем полости, если плотность алюминия $\rho_{\text{а}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, бензина $\rho_{\text{б}} = 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5.22. Определите силу натяжения нити, связывающей два шарика объемом V каждый, если верхний шарик плавает, наполовину погрузившись в воду. Нижний шарик в $n = 3$ раза тяжелее верхнего. Нить невесомая.

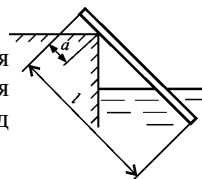


5.23. Плавающий куб погружен в ртуть на $1/3$ своего объема. Какая часть куба будет погружена в ртуть, если поверх ртути налить слой воды, полностью закрывающий куб? Плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5.24. Под водой на горизонтальном дне водоема лежит невесомый шар радиусом R с тонкой тяжелой ручкой длиной l , опирающейся о дно. Определите наименьшую массу ручки, при которой шар не отрывается от дна.



5.25. Доска длиной l верхней своей частью опирается на выступ. При этом часть доски длиной a находится выше точки опоры. Какая часть доски находится под водой? Плотность материала доски ρ , а воды $\rho_{\text{в}}$.



5.26. В сосуд с вертикальными стенками и площадью дна S налита жидкость плотностью ρ . На сколько изменится уровень воды в сосуде, если в него опустить тело произвольной формы массой m , которое не тонет?

5.27. Плоская льдина плавает, выступая над уровнем воды на $h = 3 \text{ см}$. Определите массу льдины, если площадь ее основания $S = 250 \text{ см}^2$. Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5.28. Бревно длиной $l = 3,5$ м и диаметром $d = 30$ см плавает в воде. Какова масса человека, который может стоять на бревне, не замочив ноги? Плотность дерева $\rho_d = 0,7 \cdot 10^3$ кг/м³. Плотность воды $\rho_v = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³.

5.29. На плоту, состоящем из $n = 20$ одинаковых бревен, можно перевозить максимальный груз массой $m = 1800$ кг. Определите плотность древесины ρ_d , если объем каждого бревна $V = 0,3$ м³, а плотность воды $\rho_v = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³.

5.30. На дрейфующей метеорологической станции во льду пробурили скважину для забора воды. Толщина льда оказалась равной $h = 10$ м. Какой минимальной длины нужна веревка, чтобы зачерпнуть ведро воды. Плотность льда составляет 0,9 от плотности воды.

5.31. Полый шар, наружный объем которого равен V , плавает наполовину погруженный в воду. Плотность воды равна ρ_v , плотность материала шара $\rho_{ш}$. Найдите объем полости шара $V_{п}$.

5.32.* В озере плавает плоская льдина массой $m = 36$ кг и площадью $S = 0,2$ м². Какую минимальную работу надо совершить, чтобы полностью утопить льдину? Плотность льдины $\rho_l = 900$ кг/м³, плотность воды $\rho_v = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³.

5.33. Полый шар с жесткой оболочкой, имеющей массу $m_1 = 11,6$ г, наполнен водородом. Объем, занимаемый водородом $V = 10$ л. Определите давление p водорода в шаре, если он неподвижно висит вблизи земли. Температура водорода и окружающего воздуха $t = 27^\circ$ С. Атмосферное давление $p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па. Молярная масса воздуха $\mu_1 = 0,029$ кг/моль, водорода $\mu_2 = 0,002$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Объемом оболочки можно пренебречь.

5.34. В закрытый сосуд, на дне которого лежит твердый шар, нагнетают воздух при температуре $t = 27^\circ$ С. Когда давление в сосуде стало равным $p = 20 \cdot 10^5$ Па, шар поднялся вверх. Определите массу m

шара, если его радиус $r = 5$ см. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К), молярная масса воздуха $\mu = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

5.35. Полый шар массой m и радиусом R погружают в воду на глубину h и отпускают. На какую высоту, считая от поверхности воды, подпрыгивает мяч. Сопротивлением воды и воздуха при движении пренебречь.

5.36. Шарик для игры в настольный теннис радиусом $R = 15$ мм и массой $m = 5$ г погружен в воду на глубину $h = 30$ см. Когда шарик отпустили, он выпрыгнул из воды на высоту $H = 10$ см. Определите величину механической энергии, перешедшей в тепло.

6. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

6.1. В закрытом сосуде находится идеальный газ. Во сколько раз возрастет его давление, если средняя квадратичная скорость молекул увеличится на $\eta = 20\%$?

6.2. Средняя квадратичная скорость молекул газа $v_{\text{кв}} = 400$ м/с. Определите объем V , который займет $m = 1,0$ кг газа при давлении $p = 1 \cdot 10^5$ Па.

6.3. При какой температуре среднеквадратичная скорость движения атома гелия будет равна первой космической скорости? Молярная масса гелия $M = 4$ г/моль, радиус Земли $R_3 = 6400$ км, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

6.4. Кинетическая энергия теплового движения всех молекул некоторой массы гелия при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ составляет $W = 10$ Дж. Определите число молекул гелия. Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К.

6.5.* Во сколько раз возрастет температура одноатомного газа в теплоизолированном сосуде, движущемся со скоростью, равной среднеквадратичной скорости $v_{\text{кв}}$ молекул, при его внезапной остановке?

6.6. Определите плотность ρ кислорода, находящегося в сосуде при давлении $p = 2 \cdot 10^5$ Па и температуре $T = 300$ К. Молярная масса кислорода $\mu = 0,032$ кг/моль.

6.7. Какова разница в массе воздуха, заполняющего помещение объемом $V = 100$ м³ зимой и летом, если летом температура помещения достигает $t_1 = 40^\circ\text{C}$, а зимой падает до $t_2 = 0^\circ\text{C}$? Давление остается постоянным и равным атмосферному $p = 1 \cdot 10^5$ Па. Молярная масса воздуха $\mu = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

6.8. Газ в сосуде находится под давлением $p_1 = 2,0 \cdot 10^5$ Па и при температуре $t_1 = 127^\circ\text{C}$. Определите давление p_2 газа после того, как

половина массы газа выпущена из сосуда, а температура понижена до $t_2 = 77^\circ \text{C}$.

6.9. Некоторая масса газа нагревается изобарически на $\Delta T = 200 \text{ K}$, причем, объем увеличивается в два раза. Определите конечную температуру газа. Изобразите процесс изменения параметров газа на диаграмме (V, T) .

6.10. Газ нагревается изохорно на $\Delta T = 6 \text{ K}$, при этом давление возросло на 2%. Определите первоначальную температуру газа T_1 . Изобразите процесс на диаграмме (p, T) .

6.11. Газ сжимают изотермически от объема $V_1 = 8 \text{ л}$ до объема $V_2 = 6 \text{ л}$. Давление при этом возросло на $\Delta p = 4 \text{ кПа}$. Определите первоначальное давление газа. Изобразите процесс на диаграмме (p, T) .

6.12. В баллоне емкостью $V = 4 \text{ л}$ находится $m = 0,2 \text{ кг}$ углекислого газа. Баллон выдерживает давление не более $p = 3 \cdot 10^6 \text{ Па}$. При какой температуре T возникнет опасность разрыва баллона? Молярная масса углекислого газа $\mu = 0,044 \text{ кг/моль}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$.

6.13. В баллоне емкостью $V = 20 \text{ л}$ находятся $m_1 = 0,44 \text{ кг}$ углекислого газа и $m_2 = 0,32 \text{ кг}$ кислорода. Баллон выдерживает давление не более $p = 3 \cdot 10^6 \text{ Па}$. При какой температуре возникнет опасность разрыва баллона? Молярная масса углекислого газа $\mu_1 = 0,044 \text{ кг/моль}$, молярная масса кислорода $\mu_2 = 0,032 \text{ кг/моль}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$.

6.14. В закрытом сосуде емкостью $V = 2 \text{ м}^3$ находится $m_1 = 1,4 \text{ кг}$ азота ($\mu_1 = 0,028 \text{ кг/моль}$) и $m_2 = 2 \text{ кг}$ кислорода ($\mu_2 = 0,032 \text{ кг/моль}$). Температура смеси $t = 27^\circ \text{C}$. На сколько изменится давление смеси, если температура повысится до $t_2 = 57^\circ \text{C}$? Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$.

6.15. В баллоне находится газ, плотность которого $\rho_1 = 2 \text{ кг/м}^3$ и давление $p_1 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Из баллона откачали часть газа, при этом масса его уменьшилась на $\Delta m = 4 \text{ г}$, давление упало до $p_2 = 0,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$, а температура осталась прежней. Определите объем V баллона.

6.16.* Один моль идеального газа переходит из состояния $V_1 = 32 \text{ л}$ и $p_1 = 4,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ в состояние с $V_2 = 9 \text{ л}$ и $p_2 = 15,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ так, что давление меняется по закону $p = -aV + b$, где a и b – некоторые неизвестные константы. При каком объеме газа температура достигает максимального значения?

6.17.* В закрытом баллоне объемом $V = 1,5 \text{ л}$ находилось $m_1 = 0,6 \text{ г}$ молекулярного водорода и $m_2 = 1,6 \text{ г}$ молекулярного кислорода. Смесь газов подожгли. Определите конечное давление p в баллоне, если после реакции установилась температура $t = 100^\circ \text{ С}$.

6.18. Балластный резервуар подводной лодки объемом $V = 5000 \text{ л}$ целиком заполнен водой. Какое давление воздуха должно быть в баллоне емкостью $V = 200 \text{ л}$, чтобы при подсоединении баллона к балластному резервуару подводная лодка полностью освободилась от балласта на глубине $H = 100 \text{ м}$? Температуру воздуха считать постоянной.

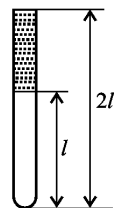
6.19. Цилиндр длиной $l = 80 \text{ см}$ разделен на две части подвижным поршнем. Одна часть цилиндра заполнена кислородом, а другая – водородом. При каком положении поршня давление в обеих частях цилиндра будет одинаковым? Молярные массы кислорода и водорода $\mu_2 = 0,032 \text{ кг/моль}$ и $\mu_1 = 0,002 \text{ кг/моль}$ соответственно. Температуры и массы газов одинаковы.

6.20. Два одинаковых стеклянных шара соединены трубкой. При $t = 0^\circ \text{ С}$ капелька ртути находится посередине трубки. Объем воздуха в каждом шаре и присоединенной к нему части трубки $V = 200 \text{ см}^3$. На какое расстояние l сместится капелька, если один шар нагреть до $t_1 = 2^\circ \text{ С}$, а другой – охладить до $t_2 = -2^\circ \text{ С}$? Поперечное сечение трубки $S_{\text{тр}} = 20 \text{ мм}^2$.

6.21. Посередине закрытой с обоих концов трубки длиной $l = 1$ м, расположенной горизонтально, находится в равновесии подвижная перегородка. Слева от нее температура газа $t_1 = 100^\circ\text{C}$, справа температура такого же газа $t_2 = 0^\circ\text{C}$. На каком расстоянии от левого конца трубки установится перегородка, если после теплообмена температура газа в обеих частях трубки станет одинаковой?

6.22. Сосуд с газом разделен подвижной перегородкой на две части, отношение объемов которых $V_1/V_2 = n = 3/4$. Температура газа в меньшем и большем объемах $t_1 = 27^\circ\text{C}$ и $t_2 = 127^\circ\text{C}$ соответственно. Каково будет отношение объемов при выравнивании температур? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

6.23.* В вертикальной узкой трубке длиной $2l$ нижний конец запаян, а верхний соединен с атмосферой. В нижней половине трубки находится газ при температуре T_0 , а верхняя половина заполнена до конца ртутью. До какой минимальной температуры надо нагреть газ в трубке, чтобы он вытеснил всю ртуть? Атмосферное давление равно l мм.рт.ст. Поверхностное натяжение не учитывать.



6.24.* Сколько ходов должен сделать поршень откачивающего насоса, чтобы откачать воздух из сосуда объемом V от атмосферного давления p_0 до давления p , если при одном ходе насос захватывает объем V_0 ? Процесс откачки считать изотермическим.

6.25. Два сосуда, наполненные азотом при давлениях $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па и $p_2 = 1 \cdot 10^5$ Па, имеют объемы $V_1 = 2$ л и $V_2 = 6$ л. Сосуды соединяют трубкой, объемом которой можно пренебречь. Найдите установившееся давление p в сосудах. Температуру считать постоянной.

6.26. Три баллона емкостью $V_1 = 3$ л, $V_2 = 7$ л и $V_3 = 5$ л наполнены соответственно кислородом ($p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па), азотом ($p_2 = 3 \cdot 10^5$ Па) и углекислым газом ($p_3 = 6 \cdot 10^4$ Па) и находятся при одной и той же температуре. Баллоны соединяют между собой. Определите давление смеси, если температура остается постоянной.

6.27. В вертикально расположенном цилиндрическом сосуде находится газ массой m с молярной массой μ . Газ отделен от атмосферы поршнем, соединенным с дном сосуда пружиной жесткости k . При температуре T поршень расположен на расстоянии h от дна сосуда. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы поршень поднялся до высоты $H = 2h$? Поршень считать невесомым.

6.28. В вертикально стоящем сосуде со свободно двигающимся (без трения) поршнем массой m и площадью S находится некоторое количество идеального газа. При нагреве газа на ΔT градусов его объем увеличивается на ΔV . Определите массу газа, если атмосферное давление p_0 . Молярная масса газа μ .

6.29. Закрытый цилиндрический сосуд высотой h разделен на две равные части невесомым поршнем, скользящим без трения. При застопоренном поршне обе половины сосуда заполнены газом, причем в одной из них давление газа в n раз больше, чем в другой. Определите перемещение поршня после снятия стопора. Температуру считать постоянной.

6.30. В цилиндре под тяжелым поршнем находится $m = 40$ г углекислого газа. Определите работу газа при нагревании его от температуры $t_1 = 10^\circ \text{C}$ до $t_2 = 98^\circ \text{C}$. Молярная масса газа $\mu = 0,044$ кг/моль; универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

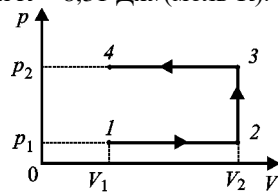
6.31. При изобарном расширении газом совершена работа A . Определите изменение температуры газа, если первоначально газ при давлении p_1 и температуре T_1 занимал объем V_1 .

6.32. В двух вертикальных цилиндрах находятся при одной температуре две равные массы одного и того же газа. Подвижный поршень первого цилиндра в n раз тяжелее, чем во втором цилиндре. Оба цилиндра нагрели до одной и той же температуры. В первом цилиндре газ совершил работу A . Какую работу совершил газ во втором цилиндре?

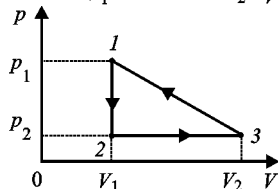
6.33. В цилиндре компрессора адиабатически сжимают $\nu = 4$ моля идеального одноатомного газа. Определите изменение температуры

газа за один ход поршня, если при этом совершается работа $A = 500$ Дж? Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

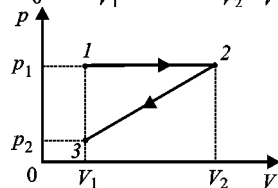
6.34. Некоторая масса газа совершает процесс $1-2-3-4$, изображенный на диаграмме (p, V) . Определите работу газа, если параметры p_1, p_2, V_1, V_2 известны.



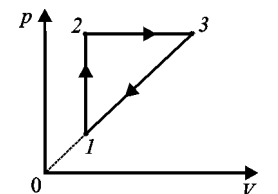
6.35. На диаграмме (p, V) (см. рис.) представлен замкнутый процесс $1-2-3-1$, происходящий с идеальным газом. Определите работу, которую совершает газ за один цикл. Параметры p_1, p_2, V_1, V_2 считать заданными.



6.36. Некоторая масса газа совершает процесс $1-2-3$, изображенный на диаграмме (p, V) (см. рис.). Определите работу газа в этом процессе, если параметры p_1, p_2, V_1, V_2 заданы.

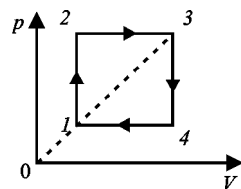


6.37.* Определите работу, совершенную одним молем газа в цикле $1-2-3$, приведенном на диаграмме (p, V) (см. рис.), если температура газа в состояниях 1 и 2 соответственно T_1 и T_2 .



6.38. Идеальный газ расширяется по закону $p = kV$, где k – некоторая константа. Определите работу, произведенную газом при увеличении объема от V_1 до V_2 .

6.39.* Идеальный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Температура газа в состояниях 1 и 3 соответственно T_1 и T_3 . Определите работу, совершаемую ν молями газа за цикл, если известно, что температуры газа в состояниях 2 и 4 одинаковы.



6.40. Кислород массой $m = 0,3$ кг с начальной температурой $T_0 = 320$ К охладили изохорно, при этом давление его уменьшилось в $n = 3$ раза. Затем газ изобарно нагрели до первоначальной температуры. Молярная масса кислорода $\mu = 0,032$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Определите работу газа.

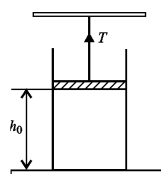
6.41. Одноатомный идеальный газ расширяется вдвое по закону

$$p = \frac{\alpha}{V^2},$$

где p – давление, V – объём, α – некоторая постоянная. В

начале процесса внутренняя энергия газа равнялась 300 Дж. Чему равна внутренняя энергия газа в конце процесса?

6.42.* Цилиндрический сосуд сечением S закрыт подвижным поршнем массой M . Поршень удерживается на расстоянии h_0 от дна сосуда веревкой, натяжение которой T . Вербка обрывается, после чего поршень движется без трения. На каком расстоянии от дна поршень будет иметь наибольшую скорость? Атмосферное давление p_0 . Считать, что температура газа постоянна.



6.43. Определите удельную теплоемкость гелия в изобарном процессе. Молярная масса гелия $\mu = 0,004$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

6.44. При изобарическом расширении одного моля одноатомного газа ему было сообщено количество теплоты равное Q . Давление газа равно p_1 , температура – T_1 , Определите конечный объём газа.

6.45.* В вертикальном цилиндре под тяжелым поршнем находится одноатомный газ массой $m = 2$ кг. При повышении температуры газа на $\Delta T = 5$ К его внутренняя энергия увеличилась на $\Delta U = 3120$ Дж. Определите удельную теплоемкость газа.

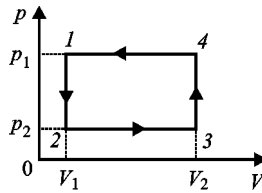
6.46.* Одноатомный газ совершил работу $A = p_1V_1 - p_2V_2$. Определите теплоемкость одного моля газа в этом процессе.

6.47. При изобарическом расширении одного моля одноатомного, идеального газа совершена работа A . Определите изменение внутренней энергии ΔU и количество сообщенной газу теплоты Q .

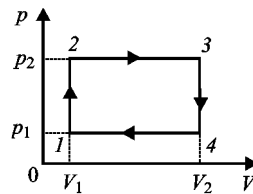
6.48. В сосуде емкостью $V = 2$ л находится гелий под давлением $p_1 = 1$ МПа. Стенки сосуда могут выдержать максимальное давление $p_2 = 2$ МПа. Какое наибольшее количество тепла можно сообщить газу, чтобы сосуд не взорвался?

6.49. Какое количество тепла отводится от газа при изобарном охлаждении $m = 0,1$ кг гелия от температуры $t_1 = 200^\circ \text{C}$ до $t_2 = 27^\circ \text{C}$? Молярная масса гелия $\mu = 0,004$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

6.50.* На диаграмме (p, V) представлен замкнутый процесс (цикл), происходящий с одноатомным, идеальным газом. Определите количество тепла, отведенного от газа за один цикл, если параметры p_1, p_2, V_1, V_2 известны.



6.51.* Идеальный газ совершает прямоугольный цикл. В процессе $1-2-3$ газу сообщается количество теплоты Q_1 . Определите, какое количество теплоты Q_2 отводится от газа в процессе $3-4-1$. Параметры p_1, p_2, V_1, V_2 считать заданными.



6.52.* В вертикальном цилиндре под поршнем сечением S и массой m находится идеальный одноатомный газ. Газ нагревается нагревателем мощностью N . Определите скорость движения поршня. Трение отсутствует. Атмосферное давление равно p_0 .

6.53. В вертикальном цилиндре под тяжелым поршнем находится кислород массой $m = 2$ кг. Для повышения температуры кислорода на $\Delta T = 5$ К ему было сообщено количество тепла $Q = 9,16$ кДж. Определите изменение внутренней энергии газа. Универсальная

газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$; молярная масса кислорода $\mu = 0,032 \text{ кг}/\text{моль}$.

6.54.* Одноатомный газ в количестве $\nu = 1 \cdot 10^3$ молей сжимается так, что объем его уменьшается в два раза ($V_1 / V_2 = 2$). Сжатие происходит по закону $pV^2 = \text{const}$. Определите изменение внутренней энергии ΔU . Начальная температура газа $T_1 = 300 \text{ К}$.

6.55. Для повышения температуры газа с молярной массой $\mu = 0,028 \text{ кг}/\text{моль}$ и массой $m = 20 \text{ кг}$ на $\Delta T = 50 \text{ К}$ при постоянном давлении необходимо затратить количество теплоты $Q_1 = 0,5 \text{ МДж}$. Какое количество теплоты Q_2 следует отвести от этого газа при постоянном объеме, чтобы его температура понизилась на $\Delta T = 50 \text{ К}$? Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$.

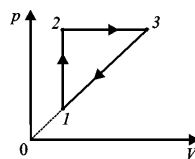
6.56. Кислород массой $m = 0,3 \text{ г}$, имеющий начальную температуру $T = 320 \text{ К}$, охладили изохорно, вследствие чего его давление уменьшилось в $n = 3$ раза. Затем газ изобарно расширили так, что температура его стала равной первоначальной. Какое количество теплоты было подведено к газу? Молярная масса кислорода $\mu = 0,032 \text{ кг}/\text{моль}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$.

6.57. Определите коэффициент полезного действия η теплового двигателя, работающего по циклу Карно. Температура нагревателя $T_1 = 400 \text{ К}$, температура холодильника $T_2 = 300 \text{ К}$.

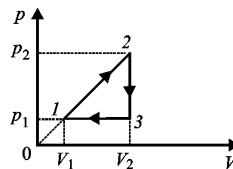
6.58. В идеальной тепловой машине абсолютная температура нагревателя в три раза больше температуры холодильника. Какую работу совершила машина, если она получила от нагревателя тепло $Q = 42 \text{ кДж}$?

6.59. Тепловая машина имеет коэффициент полезного действия $\eta_1 = 40\%$. Каким станет КПД машины, если количество тепла, получаемого машиной за цикл, увеличить на 20% , а отдаваемое холодильнику – уменьшить на 10% .

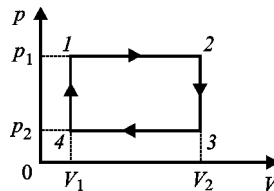
6.60. Значение работы, совершенной газом за цикл в $n = 10$ раз меньше значения теплоты, отданной газом в процессе (3–1) (см. рис.). Определите КПД цикла.



6.61. Тепловая машина работает по замкнутому циклу (см. рис.). В качестве рабочего тела используется одноатомный, идеальный газ. Определите КПД тепловой машины, если $p_2 = 2p_1$; $V_2 = 2V_1$.



6.62. Замкнутый процесс (цикл), происходящий с рабочим телом (одноатомный идеальный газ) представлен на диаграмме (p, V) (см. рис.). Определите КПД тепловой машины, если параметры p_1, p_2, V_1, V_2 известны.



6.63. Относительная влажность воздуха в аудитории $\phi_1 = 40\%$ при температуре $t = 20^\circ \text{C}$. Сколько надо испарить в этой аудитории воды, чтобы поднять влажность до $\phi_2 = 60\%$? Объем аудитории $V = 50 \text{ м}^3$, давление насыщенных паров при этой температуре $p_n = 2,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$, молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$.

6.64. В закрытом сосуде объемом $V = 0,1 \text{ м}^3$ при температуре $t = 147^\circ \text{C}$ содержится $m = 0,5 \text{ кг}$ воды. На какую величину ΔV следует изменить объем сосуда, чтобы в нем содержались только насыщенные пары воды? Давление насыщенных паров при заданной температуре $p_n = 4,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

6.65. В сосуд объемом $V = 10 \text{ л}$, наполненный сухим воздухом при нормальных условиях ($p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $t_0 = 0^\circ \text{C}$), вводят $m = 3 \text{ г}$ воды и нагревают сосуд до $t = 100^\circ \text{C}$. Определите давление влажного воздуха в сосуде при этой температуре.

6.66. Устройство, в котором выделяется мощность $N = 30$ кВт, охлаждается проточной водой, текущей по трубе диаметром $d = 15$ мм. В установившемся режиме проточная вода нагревается на $\Delta t = 15^\circ \text{C}$. Определите скорость воды, предполагая, что вся выделяемая устройством мощность идет на нагрев воды. Удельная теплоемкость воды $C = 4,2$ кДж/(кг·К), плотность воды $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³.

6.67. Определите массу m воды, поступающей за сутки в отопительную систему дома, если $t_1 = 97^\circ \text{C}$ – температура воды на входе; $t_2 = 47^\circ \text{C}$ – температура воды на выходе отопительной системы. Для обогрева дома требуется $Q = 2,1 \cdot 10^5$ кДж в сутки. Удельная теплоемкость воды $C = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К).

6.68. Нагретое до $t_1 = 100^\circ \text{C}$ тело опустили в сосуд с водой, при этом температура воды повысилась с $t_2 = 20^\circ \text{C}$ до $t_3 = 30^\circ \text{C}$. Какой станет температура воды, если в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое до $t_4 = 80^\circ \text{C}$? Теплоемкостью сосуда и тепловыми потерями пренебречь.

6.69. В алюминиевую кастрюлю массой $m_1 = 0,5$ кг налит $V = 1$ л воды. Кастрюля довольно долго стоит на газовой плите, которая каждую секунду выделяет $Q = 100$ Дж тепла, а температура воды в ней не становится больше $t_1 = 95^\circ \text{C}$. Затем плиту выключают. Через какое время температура воды станет равной $t_2 = 94^\circ \text{C}$? Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельные теплоемкости воды и алюминия соответственно равны $C_v = 4,2$ кДж/(кг·К) и $C_a = 0,9$ кДж/(кг·К).

6.70. Спутник площадью поперечного сечения $S = 3$ м² движется по круговой орбите со скоростью $v = 8$ км/с. Давление воздуха на высоте орбиты $p = 1,38 \cdot 10^{-4}$ Па, температура $T = 120$ К. Определите число столкновений молекул воздуха со спутником за время $t = 1$ с. Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К.

6.71. Найдите давление газа свободных электронов в германиевом полупроводнике, если известно, что в объеме полупроводника $V = 1$ см³ содержится $N = 10^{15}$ свободных электронов, движущихся со средней квадратичной скоростью $v = 100$ км/с. Число Авогадро $N_A = 6 \cdot 10^{23}$,

отношение массы протона к массе электрона $m_p/m_e=1836$, молярная масса атомарного водорода $M = 1$ г/моль.

6.72. Оцените число молекул в атмосфере Земли. Эффективная молярная масса воздуха $M = 29$ г/моль, радиус Земли $R_3 = 6400$ км, атмосферное давление на поверхности Земли $p_0 = 10^5$ Па, число Авогадро $N_A=6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹. Справка: площадь поверхности сферы радиуса R равна $4\pi R^2$.

6.73. Одноатомный идеальный газ сжимают в полтора раза по закону $p = \alpha \cdot \sin\left(\frac{\pi V_0}{6V}\right)$, где p – давление, V – объём, V_0 – первоначальный объём, α – некоторая постоянная. В начале процесса внутренняя энергия газа равнялась 30 Дж. Чему равна внутренняя энергия газа в конце процесса?

7. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

7.1. Определите силу взаимодействия между двумя маленькими шариками с зарядами $Q_1 = 1 \cdot 10^{-6}$ Кл и $Q_2 = 5 \cdot 10^{-6}$ Кл, находящимися на расстоянии $l = 0,1$ м друг от друга. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Шарика находятся в керосине с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$.

7.2. Точечные заряды $Q_1 = 1 \cdot 10^{-8}$ Кл и $Q_2 = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл закреплены на расстоянии $l = 1$ м друг от друга в вакууме. На линии, соединяющей заряды, на одинаковом расстоянии от каждого из них помещено маленькое тело с зарядом $Q_3 = -3 \cdot 10^{-9}$ Кл. Определите модуль и направление силы, действующей на тело? Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

7.3. Два положительных точечных заряда $Q_1 = 1 \cdot 10^{-8}$ Кл и $Q_2 = 4 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены на расстоянии $l = 2$ м друг от друга. Когда в некоторой точке на линии, проходящей через заряды Q_1 и Q_2 поместили заряд Q_0 , то все три заряда оказались в равновесии. Определите заряд Q_0 и расстояние между зарядами Q_1 и Q_0 .

7.4. Два одинаково заряженных шарика, подвешенных на непроводящих нитях одинаковой длины, опускают в керосин ($\epsilon = 2$). Какова должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и в керосине был один и тот же? Плотность керосина $\rho_k = 0,8$ г/см³.

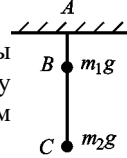
7.5. Точечный заряд $Q_0 = 1 \cdot 10^{-7}$ Кл помещен в центр равностороннего треугольника со стороной $a = 10$ см, в вершинах которого находятся точечные заряды $Q_1 = 2 \cdot 10^{-7}$ Кл, $Q_2 = -4 \cdot 10^{-7}$ Кл, $Q_3 = -2 \cdot 10^{-7}$ Кл. Определите силу, действующую на заряд Q_0 .

7.6. Два одинаковых металлических шарика имеют заряды $Q_1 = Q$ и $Q_2 = -5Q$. Шарика привели в соприкосновение и раздвинули на

прежнее расстояние. Во сколько раз изменится сила взаимодействия между шариками?

7.7. Два одинаковых металлических шарика, заряды которых отличаются в n раз, находятся на некотором расстоянии друг от друга. Во сколько раз нужно изменить расстояние между шариками, после того как их привели в соприкосновение, чтобы сила взаимодействия между ними не изменилась? Шарика были заряжены разноименно.

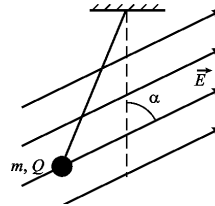
7.8. Шарика малых размеров массами m_1 и m_2 подвешены на невесомых непроводящих нитях. Определите силу натяжения нитей на участках AB и BC , если шарикам сообщили одинаковые заряды Q . Длина нити BC равна l .



7.9. Два точечных заряда $Q_1 = 1 \cdot 10^{-8}$ Кл и $Q_2 = -5 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены на расстоянии $l = 0,6$ м друг от друга. Определите напряженность электрического поля в средней точке между зарядами. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

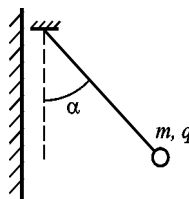
7.10. Плоский воздушный конденсатор, обкладки которого расположены горизонтально, заряжен до разности потенциалов $U = 450$ В. Расстояние между обкладками $d = 1,5$ см. Между обкладками находится в равновесии заряженная пылинка массой $m = 3 \cdot 10^{-7}$ кг. Определите заряд пылинки.

7.11. В однородном электрическом поле напряженностью E , силовые линии которого направлены вверх под углом α к вертикали, висит на непроводящей невесомой нити заряженный шарик массой m и зарядом Q . Определите силу T натяжения нити.

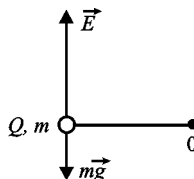


7.12. На какой угол от вертикали отклонится нить, на которой висит шарик массой $m = 25 \cdot 10^{-3}$ кг, если поместить шарик в горизонтальное однородное электростатическое поле напряженностью $E = 35 \cdot 10^3$ В/м, сообщив ему заряд $Q = 1 \cdot 10^{-5}$ Кл?

7.13. Вблизи вертикальной стены на непроводящей и невесомой нити висит маленький шарик массой $m = 2$ г. Поверхность стены и шарик заряжены одноименно. Заряд шарика $q = 3 \cdot 10^{-9}$ Кл. Шарик отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 45^\circ$. Определите поверхностную плотность σ заряда стены. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.



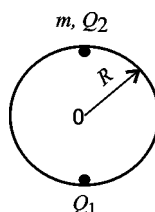
7.14. Шарик массой $m = 2 \cdot 10^{-3}$ кг и зарядом $Q = 3 \cdot 10^{-7}$ Кл, закрепленный в точке 0 на невесомой и нерастяжимой нити, находится в однородном, вертикально направленном, электрическом поле напряженностью $E = 1 \cdot 10^5$ В/м. Нить отводят в горизонтальное положение и отпускают. Определите натяжение нити при прохождении шариком положения равновесия. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



7.15. Шарик массой m , заряженный зарядом Q и подвешенный на нити длиной l , вращается в горизонтальной плоскости вокруг неподвижного заряда $-Q$. Угол между нитью и вертикалью α . Определите угловую скорость равномерного вращения шарика.

7.16. Тонкое проволочное кольцо радиусом R , по которому равномерно распределён заряд с линейной плотностью τ , находится в неоднородном электростатическом поле. Вектор напряжённости электростатического поля в каждой точке кольца направлен под углом α к оси кольца, а его модуль во всех точках кольца одинаков и равен E . При какой массе кольца оно может неподвижно висеть без опоры или подвеса в горизонтальной плоскости?

7.17. Какой минимальный заряд Q_1 , закрепленный в нижней точке сферической непроводящей полости радиусом R , удержит устойчиво в ее верхней точке маленький шарик массой m , заряженный зарядом Q_2 ?

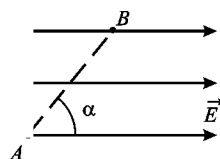


7.18. Два одинаково заряженных шарика, расположенных друг от друга на расстоянии $r = 0,2$ м, взаимодействуют с силой $F = 1$ мкН. До какого потенциала заряжены шарики, если их диаметр $d = 1$ см?

7.19. Сфера равномерно заряжена по поверхности. Потенциал центра сферы $\varphi_1 = 120$ В, а потенциал на расстоянии $r = 36$ см от центра сферы $\varphi_2 = 20$ В. Определите радиус R сферы.

7.20. В некоторых двух точках электрического поля точечного заряда напряженность отличается в $n = 4$ раза. Во сколько раз отличаются потенциалы электрического поля в этих точках?

7.21. Определите разность потенциалов между точками A и B , если $AB = 8$ см, $\alpha = 30^\circ$ и напряженность однородного электрического поля $E = 50$ кВ/м.



7.22. Точечный заряд $q = 3 \cdot 10^{-7}$ Кл находится на расстоянии $l = 5$ см от поверхности незаряженного проводящего шара радиусом $R = 3$ см. Определите потенциал поверхности шара.

7.23. Определите заряд заземленного металлического шара радиусом R , если на расстоянии l от его поверхности находится точечный заряд Q .

7.24. В однородном электрическом поле напряженностью $E = 1 \cdot 10^3$ В/м перемещается заряд $Q = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл на расстояние $l = 12$ см под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям напряженности. Определите работу электрического поля A по перемещению этого заряда.

7.25. Постоянные потенциалы двух проводников относительно Земли соответственно равны $\varphi_1 = 24$ В и $\varphi_2 = -6$ В. Какую работу необходимо совершить, чтобы перенести заряд $Q = 1 \cdot 10^{-7}$ Кл со второго проводника на первый?

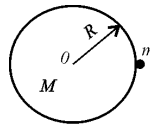
7.26. Два заряда Q_1 и Q_2 по $1 \cdot 10^{-6}$ Кл каждый находятся на расстоянии $l_1 = 50$ см друг от друга. Какую работу A нужно совершить, чтобы сблизить их до расстояния $l_2 = 5,0$ см?

7.27. Заряды $Q_1 = 1 \cdot 10^{-7}$ Кл и $Q_2 = 1 \cdot 10^{-6}$ Кл находятся на расстоянии $r = 10$ см друг от друга. Какова потенциальная энергия этой системы?

7.28. Положительный заряд q находится в центре кольца радиусом R , заряженного положительным зарядом Q (неустойчивое положение равновесия). Масса заряда $- m$, масса кольца $- M = 10m$. Заряд незначительно смещается вдоль оси, перпендикулярной плоскости кольца, и система приходит в движение. Определите скорость точечного заряда на большом удалении от кольца.

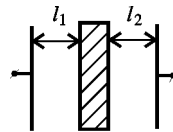
7.29. Три одинаковых заряда Q закреплены в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Определите работу сил электростатического поля после освобождения зарядов.

7.30. От поверхности металлического шара массой M и радиусом R , заряженного зарядом Q , отрывается одноименно заряженный точечный заряд q массой m . Определите скорость точечного заряда на большом удалении от шара.



7.31. Две частицы одинаковой массой $m_1 = m_2$, заряженные зарядами Q_1 и Q_2 ($Q_1 \neq Q_2$), движутся навстречу друг другу из бесконечности с одинаковыми начальными скоростями ($v_1 = v_2$). Определите наименьшее расстояние, на которое сблизятся частицы.

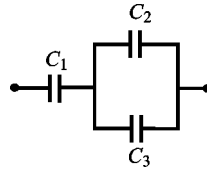
7.32. В пространство между обкладками незаряженного плоского конденсатора вносят металлическую пластину, имеющую заряд Q , так, что между пластиной и обкладками конденсатора остаются зазоры l_1 и l_2 . Площадь S пластины и площади обкладок конденсатора одинаковы. Электрические поля в зазорах можно считать однородными. Определите разность потенциалов между обкладками конденсатора.



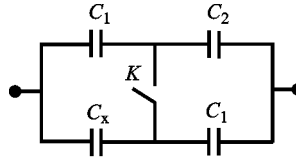
7.33. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 0,2$ мм, площадь пластины $S = 30 \cdot 10^{-4}$ м². Конденсатор заполнен

диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2,5$. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Определите емкость конденсатора.

7.34. Определите емкость батареи из трех конденсаторов с емкостями $C_1 = 5$ мкФ, $C_2 = 12$ мкФ и $C_3 = 8$ мкФ.



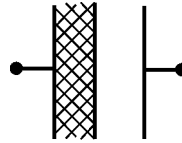
7.35. Емкость системы конденсаторов, изображенной на рисунке, не изменяется при замыкании ключа K . Определите емкость конденсатора C_x , если $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ.



7.36. Во сколько раз изменится емкость плоского конденсатора, если расстояние между его пластинами уменьшить в n раз, а пространство между ними заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ ?

7.37. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $U = 100$ В и отключен от источника питания. Какой станет разность потенциалов на конденсаторе, если его опустить в жидкий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$?

7.38. Внутри плоского воздушного конденсатора емкостью C вставлена диэлектрическая пластина толщиной, равной половине расстояния между обкладками. Диэлектрическая проницаемость диэлектрика ϵ . Определите емкость конденсатора с диэлектриком.



7.39. В пространстве между горизонтально расположенными обкладками плоского воздушного конденсатора с зарядом $Q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл и площадью пластин $S = 100$ см² каждая находится в равновесии пылинка, несущая заряд $q = 5 \cdot 10^{-14}$ Кл. Определите массу m пылинки. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

7.40. В конденсаторе электроемкостью $C = 1 \cdot 10^{-6}$ Ф в качестве диэлектрика используется пропитанная парафином бумага толщиной $d = 0,15$ мм с напряженностью пробоя $E = 10$ кВ/мм. Каким максимальным зарядом Q можно зарядить конденсатор?

7.41. Какое максимальное напряжение может выдержать батарея из двух последовательно соединенных конденсаторов электроемкостью $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 1$ мкФ, если каждый из них пробивается при напряжении $U_{пр} = 1000$ В.

7.42. Два проводящих шара радиусами R_1 и R_2 расположены на большом расстоянии друг от друга. На шаре радиусом R_1 помещен заряд Q . Определите заряды на шарах после их соединения проводником. Электроемкостью соединяющего проводника пренебречь.

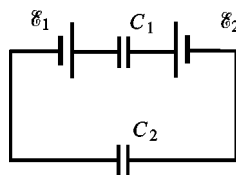
7.43. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно, заряжены до некоторой общей разности потенциалов Δu и отключены от источника. Расстояние между обкладками конденсаторов равно d . Пространство между пластинами одного конденсатора заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Определите напряженность электростатического поля в этом конденсаторе.

7.44. Конденсаторы электроемкостью $C_1 = 1$ мкФ и $C_2 = 2$ мкФ заряжены до разности потенциалов $U_1 = 20$ В и $U_2 = 50$ В соответственно. После зарядки конденсаторы соединены одноименными полюсами. Определите разность потенциалов на конденсаторах после их соединения. Какое количество тепла выделится в результате соединения конденсаторов?

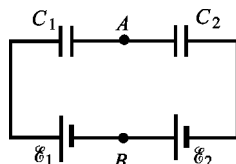
7.45. Конденсатор электроемкостью $C_1 = 3$ мкФ, заряженный до разности потенциалов $U_1 = 100$ В, и конденсатор электроемкостью $C_2 = 4$ мкФ, заряженный до разности потенциалов $U_2 = 50$ В, соединили параллельно разноименно заряженными обкладками.

Определите заряды Q_1 и Q_2 на каждом конденсаторе после их соединения.

7.46. Определите разность потенциалов между обкладками каждого из конденсаторов, емкости которых $C_1 = 4 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 1 \text{ мкФ}$, если ЭДС источников $\mathcal{E}_1 = 2 \text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 6 \text{ В}$.



7.47. Определите разность потенциалов между точками A и B . Параметры электрической цепи \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 , C_1 , C_2 заданы.



7.48. Плоский воздушный конденсатор емкостью $C = 1 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$ заряжен зарядом $Q = 1 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$, расстояние между пластинами $d = 2 \text{ мм}$. Определите напряженность электростатического поля и энергию электростатического поля в конденсаторе.

7.49. Пластины заряженного плоского воздушного конденсатора притягиваются с силой F , расстояние между пластинами d . Определите энергию конденсатора.

7.50. Расстояние между обкладками заряженного плоского воздушного конденсатора $d = 0,1 \text{ мм}$, а его энергия $W = 1 \cdot 10^{-8} \text{ Дж}$. Определите силу взаимодействия между обкладками.

7.51. Определите энергию, приходящуюся на единицу объема плоского конденсатора заряженного до разности потенциалов $U = 1000 \text{ В}$. Расстояние между обкладками конденсатора $d = 10 \text{ мм}$, диэлектрическая проницаемость среды $\epsilon = 2$. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.

7.52. Пластины плоского конденсатора присоединены к батарее, ЭДС которой $\mathcal{E} = 100 \text{ В}$. Определите работу, которую необходимо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами

конденсатора от $d_1 = 1$ мм до $d_2 = 2$ мм. Площадь пластин $S = 100$ см². Выделением тепла в батарее и в подводящих проводах пренебречь.

7.53. Внутри плоского конденсатора с площадью обкладок $S = 200$ см² и расстоянием между ними $d = 0,1$ см находится стеклянная пластина, целиком заполняющая пространство между обкладками конденсатора. Какую работу необходимо совершить, чтобы удалить стеклянную пластину? Конденсатор постоянно подсоединен к батарее с электродвижущей силой $\mathcal{E} = 200$ В. Диэлектрическая проницаемость стекла $\varepsilon = 5$. Силами трения и массой стеклянной пластины пренебречь.

7.54. Два одинаковых заряженных шарика соединены идеальной нитью. В некоторый момент времени среднюю точку нити (сердину нити) начинают перемещать в направлении, перпендикулярном линии, соединяющей заряды, равномерно со скоростью v_0 . До какого минимального расстояния в дальнейшем сблизятся шарики? Длина нити l , масса m и заряд q каждого шарика известны.

8. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

8.1. Сила тока в проводнике изменяется по закону $I = kt$, где $k = 10 \text{ А/с}$. Определите заряд, прошедший по проводнику в интервале времени от $t_1 = 2 \text{ с}$ до $t_2 = 5 \text{ с}$.

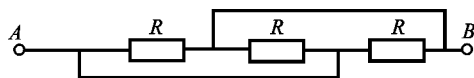
8.2. Определите плотность тока в проводнике, если за время $\tau = 100 \text{ с}$ через поперечное сечение проводника проходит заряд $Q = 150 \text{ Кл}$. Площадь поперечного сечения проводника $S = 5 \text{ мм}^2$.

8.3. Сила тока в проводнике $I = 10 \text{ А}$. Определите массу электронов, проходящих через поперечное сечение этого проводника за время $\tau = 1,0 \text{ ч}$. Отношение заряда электрона к его массе $e/m = 1,7 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$.

8.4. Какие электрические сопротивления можно получить, имея в распоряжении три резистора сопротивлением $R = 60 \text{ Ом}$ каждый?

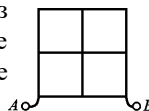
8.5. Электрическое сопротивление двух последовательно соединенных резисторов $R_{\text{посл}} = 5,0 \text{ Ом}$, а параллельно соединенных $R_{\text{пар}} = 1,2 \text{ Ом}$. Определите электрические сопротивления каждого проводника.

8.6. Определите электрическое сопротивление участка AB электрической цепи, схема которой приведена на рисунке.

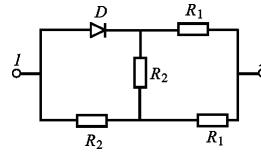


8.7.* В деревянную доску забито 2018 гвоздей. Каждый гвоздь соединен с каждым из оставшихся 2017 гвоздей проводниками, сопротивления которых равны R_0 . Определите сопротивление между любыми двумя гвоздями.

8.8. На рисунке представлена фигура, сваренная из одинаковых кусков проволоки, электрическое сопротивление каждого из которых $R = 1,0 \text{ Ом}$. Определите электрическое сопротивление R_0 между точками A и B .



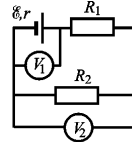
8.9. Определите электрическое сопротивление цепи R_{12} и R_{21} для двух направлений тока (от 1 к 2 – сопротивление R_{12} , от 2 к 1 – сопротивление R_{21}). В цепь включен идеальный диод D . Электрические сопротивления резисторов R_1 и R_2 заданы.



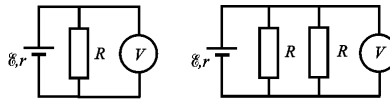
8.10. К аккумулятору, ЭДС которого $\mathcal{E} = 12$ В и внутреннее сопротивление $r = 0,1$ Ом, подключена нагрузка электрическим сопротивлением $R = 1$ Ом. Что покажет вольтметр, подключенный к клеммам аккумулятора?

8.11. В электрической цепи, состоящей из источника ЭДС $\mathcal{E} = 8$ В с внутренним сопротивлением $r = 1,5$ Ом и внешнего резистора сопротивлением R , сила тока $I_1 = 0,6$ А. Определите силу тока I_2 при уменьшении внешнего сопротивления R в $n = 2$ раза?

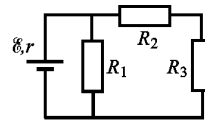
8.12. В электрической цепи параметры \mathcal{E} , r , R_1 и R_2 заданы. Определите показания идеальных вольтметров V_1 и V_2 . Идеальный вольтметр обладает бесконечно большим внутренним сопротивлением.



8.13. Определите показания идеальных вольтметров в электрических цепях, схемы которых приведены на рисунке.



8.14. Определите силу тока через резистор R_2 в электрической цепи, схема которой приведена на рисунке. Параметры цепи: $r = 1,0$ Ом, $R_1 = 4,0$ Ом, $R_2 = 1,0$ Ом, $R_3 = 3,0$ Ом, $\mathcal{E} = 6$ В.



8.15. Электрическая цепь состоит из аккумулятора с внутренним сопротивлением $r = 5$ Ом и нагрузки $R = 15$ Ом. При подключении к нагрузке некоторого резистора R_1 параллельно, а затем последовательно сила тока через этот резистор не меняется. Определите сопротивление резистора R_1 .

8.16. Сила тока короткого замыкания батареи равна I_1 . Сила тока в цепи батареи, нагруженной на резистор сопротивлением R , равна I_2 . Определите ЭДС батареи \mathcal{E} и ее внутреннее сопротивление r .

8.17. Аккумулятор, внутренним сопротивлением которого можно пренебречь, поочередно замыкали на два разных резистора. В первом случае сила тока была I_1 , во втором – I_2 . Определите силу тока I при замыкании аккумулятора на эти резисторы, соединенные последовательно.

8.18. Аккумулятор, ЭДС которого $\mathcal{E} = 25$ В и внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, заряжается от сети напряжением $U = 40$ В через дополнительное сопротивление $R = 5$ Ом. Определите показание U_1 идеального вольтметра, подключенного к клеммам аккумулятора.

8.19. Вольтметр, соединенный последовательно с резистором сопротивлением $R_1 = 10$ кОм, при включении в сеть с напряжением $U = 220$ В показывает разность потенциалов $U_1 = 70$ В, а соединенный последовательно с неизвестным резистором R_2 показывает $U_2 = 20$ В. Найдите сопротивление резистора R_2 .

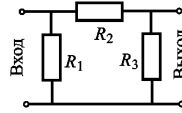
8.20. В электрическую цепь, состоящую из аккумулятора и подключенного к нему резистора сопротивлением $R = 20$ Ом, подключили вольтметр сначала последовательно, затем параллельно резистору. Показания вольтметра в обоих случаях одинаковы. Сопротивление вольтметра $R_v = 500$ Ом. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора r .

8.21. Амперметр, накоротко присоединенный к элементу с ЭДС $\mathcal{E} = 1,6$ В и внутренним сопротивлением r , показывает силу тока $I = 4$ А. Определите показания амперметра, если последовательно с ним включить резистор сопротивлением $R = 0,4$ Ом.

8.22.* К батарее последовательно подсоединены переменный резистор и вольтметр. Если сопротивление резистора уменьшить втрое, то показания вольтметра возрастут вдвое. Во сколько раз изменятся

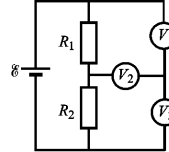
показания вольтметра, если сопротивление резистора уменьшить до нуля? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

8.23.* Если на вход электрической цепи подать напряжение $U_1 = 100$ В, то напряжение на выходе $U_2 = 40$ В. Если на выход цепи подать напряжение $U_3 = 60$ В, то напряжение на входе окажется $U_4 = 15$ В. Сопротивление резистора $R_2 = 60$ Ом.

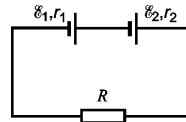


Определите электрические сопротивления резисторов R_1, R_3 .

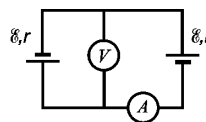
8.24.* В электрической цепи все вольтметры одинаковы. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 9$ В, ее внутреннее сопротивление мало. Вольтметр V_1 показывает $U_1 = 4$ В. Определите показания вольтметров V_2 и V_3 .



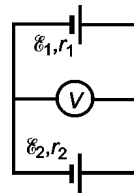
8.25. Два элемента с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 8$ В и $\mathcal{E}_2 = 6$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,8$ Ом и $r_2 = 1$ Ом соединены последовательно. Определите силу тока через резистор сопротивлением $R = 3$ Ом.



8.26. Два одинаковых источника тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r соединены так, как показано на рисунке. Определите показания приборов. Принять сопротивление амперметра равным нулю, а сопротивление вольтметра бесконечно большим.



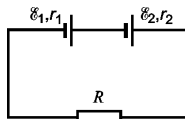
8.27. Два аккумулятора с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 57$ В и $\mathcal{E}_2 = 32$ В соединены, как показано на рисунке. Что покажет вольтметр с бесконечно большим сопротивлением, если отношения внутренних сопротивлений аккумуляторов $r_2/r_1 = 1,5$?



8.28. Сила тока через аккумулятор в конце зарядки $I_1 = 4$ А. При этом разность потенциалов на его клеммах $U_1 = 12,36$ В. Сила тока короткого замыкания аккумулятора $I_{к.з} = 305$ А. Определите разность

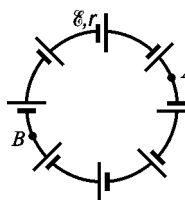
потенциалов U_2 на клеммах аккумулятора при его разряде током $I_2 = 6$ А.

8.29. Два источника тока с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 4$ В и $\mathcal{E}_2 = 6$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,1$ Ом и $r_2 = 0,4$ Ом соединены последовательно и замкнуты на резистор. При каком сопротивлении резистора разность потенциалов между зажимами одного из источников будет равна нулю?

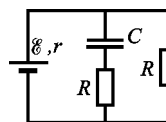


8.30. Определите разность потенциалов между точками A и B электрической цепи, схема которой приведена на рисунке. ЭДС каждого элемента \mathcal{E} , внутреннее сопротивление r .

8.31. Когда параллельно конденсатору, подключенному к зажимам батареи, подключили резистор сопротивлением $R = 15$ Ом, заряд конденсатора уменьшился в $n = 1,2$ раза. Определите внутреннее сопротивление батареи.



8.32. Какова должна быть ЭДС батареи, включенной в электрическую цепь, чтобы напряженность электрического поля в плоском конденсаторе была $E = 2,5 \cdot 10^3$ В/м? Внутреннее сопротивление батареи $r = 0,5$ Ом, сопротивление резистора $R = 4,5$ Ом; расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 0,2$ см.



8.33. Две электрические лампы имеют одинаковую мощность. Одна из них рассчитана на напряжение $U_1 = 36$ В, другая – на напряжение $U_2 = 120$ В. Во сколько раз отличаются сопротивления ламп?

8.34. Источник ЭДС замыкается один раз на резистор сопротивлением $R_1 = 4$ Ом, а другой раз – сопротивлением $R_2 = 9$ Ом. В том и другом случае количество тепла, выделяемое на каждом резисторе за одно и то же время, одинаково. Определите внутреннее сопротивление r источника ЭДС.

8.35. Два нагревательных элемента, подключенные в сеть с напряжением U , выделяют мощности N_1 и N_2 соответственно. Какую мощность будут выделять эти нагреватели, если их включить в ту же сеть последовательно? Зависимостью сопротивления от температуры пренебречь.

8.36. Найдите мощность, выделяемую во внешней цепи, состоящей из двух одинаковых резисторов, если известно, что в резисторах выделяется одна и та же мощность, как при последовательном, так и при их параллельном соединении. Источником тока служит элемент с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 2,0$ Ом. Зависимостью сопротивления от температуры пренебречь.

8.37. К аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,5$ Ом подсоединен нагревательный прибор, в котором выделяется в виде тепла мощность $N = 20$ Вт. Определите электрическое сопротивление нагревательного прибора.

8.38. Электрический чайник имеет две спирали. При включении одной из них вода в чайнике закипает через $t_1 = 10$ мин, при включении другой – через $t_2 = 5$ мин. Через сколько времени закипит вода, если спирали соединить последовательно?

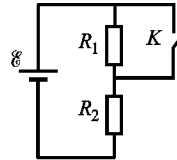
8.39. Электрический чайник имеет две спирали. При включении одной из них вода в чайнике закипает через $t_1 = 15$ мин, при включении другой – через $t_2 = 30$ мин. Через сколько времени закипит вода в чайнике, если спирали включить параллельно?

8.40. Определите силу тока короткого замыкания аккумуляторной батареи, если при силе тока нагрузки $I_1 = 5$ А она отдает во внешнюю цепь мощность $N_1 = 9,5$ Вт, а при силе тока нагрузки $I_2 = 8$ А – мощность $N_2 = 14,4$ Вт.

8.41. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,08$ Ом при силе тока $I_1 = 4$ А отдает во внешнюю цепь мощность $N_2 = 8$ Вт. Какую мощность N_2 отдаст он во внешнюю цепь при силе тока $I_2 = 6$ А?

8.42. Зарядка аккумулятора с ЭДС \mathcal{E} осуществляется от источника питания напряжением U . Внутреннее сопротивление аккумулятора r . Определите полезную мощность N_1 , расходуемую на зарядку аккумулятора, и мощность N_2 , идущую на выделение в нем тепла.

8.43. К источнику тока подключены два резистора. На первом резисторе выделяется мощность $N_1 = 1$ Вт, на втором – $N_2 = 2$ Вт. Какая мощность будет выделяться на втором резисторе, если первый резистор замкнуть с помощью ключа K . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



8.44. Батарея состоит из параллельно соединенных элементов с ЭДС $\mathcal{E} = 1,5$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом. При силе тока во внешней цепи $I = 2$ А потребляемая мощность $N = 2$ Вт. Сколько элементов имеет батарея?

8.45. Определите мощность N электропечи, которая установлена в конце двухпроводной линии, имеющей электрическое сопротивление $R = 20$ Ом, если источник ЭДС развивает мощность $N_0 = 100$ кВт при напряжении $U = 2000$ В.

8.46. На какое расстояние L можно передавать электрическую энергию от источника с электродвижущей силой \mathcal{E} при помощи проводов, чтобы на нагрузке сопротивлением R выделялась мощность N . Провода сечением S выполнены из металла с удельным сопротивлением ρ .

8.47. Определите электрическое сопротивление линии электропередачи, если электростанция мощностью $N = 5$ МВт при напряжении $U = 60$ кВ передает потребителю $\eta = 95\%$ энергии.

8.48. Потребитель мощностью $N = 1000$ кВт подключен через линию электропередачи сопротивлением $R = 0,1$ Ом к шинам подстанции. Какое напряжение U должно быть на шинах подстанции, чтобы потери мощности в линии электропередачи не превышали 5% от потребляемой мощности?

8.49. До какого значения необходимо повысить напряжение в линии электропередачи сопротивлением $R = 36 \text{ Ом}$, чтобы от электростанции мощностью $N = 5 \text{ МВт}$ было передано $\eta = 95\%$ энергии?

8.50. Во сколько раз следует повысить напряжение источника, чтобы потери мощности (в линии передачи) снизить в 100 раз при условии постоянства отдаваемой генератором мощности?

8.51. При подключении к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 15 \text{ В}$ резистора сопротивлением $R = 15,0 \text{ Ом}$ КПД источника составляет $\eta = 75\%$. Какую максимальную мощность во внешней цепи может выделить данный источник?

8.52. Потребитель получает мощность $N = 100 \text{ кВт}$. Сопротивление линии электропередачи $R = 5 \text{ Ом}$, а напряжение на шинах электростанции $U = 2 \text{ кВ}$. На сколько изменится КПД линии электропередачи, если напряжение на шинах увеличить в $n = 3$ раза, а получаемую мощность оставить неизменной?

8.53. Электродвигатель питается от батареи с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$. Какую мощность N развивает двигатель при силе тока $I = 2 \text{ А}$, если при полном затормаживании якоря сила тока в цепи $I_0 = 3 \text{ А}$?

8.54. Чему равен КПД электродвигателя постоянного тока, если в момент его включения в сеть сила тока $I_0 = 15 \text{ А}$, а в установившемся режиме сила тока $I = 9 \text{ А}$?

8.55. Электродвигатель с сопротивлением обмоток $R = 2 \text{ Ом}$ подключен к генератору с ЭДС $\mathcal{E} = 240 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 4 \text{ Ом}$. При работе двигателя сила тока через его обмотки $I = 10 \text{ А}$. Определите КПД электродвигателя. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

8.56. Воду, налитую в кастрюлю объемом $V = 1 \text{ л}$, никак не удастся довести до кипения при помощи нагревателя мощностью $N = 100 \text{ Вт}$. Определите, за какое время вода остынет на один градус, если

отключить нагреватель? Удельная теплоемкость воды
 $c = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.

9. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

9.1. Прямой провод с током $I = 10$ А находится в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,1$ Тл. Угол между направлением тока и магнитной индукцией $\alpha = 60^\circ$. На проводник со стороны магнитного поля действует сила $F = 1$ Н. Определите длину проводника l и направление действия силы.

9.2. На проводник с током со стороны однородного магнитного поля действует сила, величина которой в два раза меньше максимально возможной. Определите угол α между проводником и вектором магнитной индукции.

9.3. Проводник с током $I = 20$ А и длиной $l = 0,10$ м перемещается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл на расстояние $S = 0,02$ м. Определите максимальную работу, которую надо совершить при таком перемещении проводника. Как при этом должен двигаться проводник?

9.4. Квадратная рамка со стороной $a = 2$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Линии магнитной индукции перпендикулярны одной стороне рамки, а с другой составляют угол $\alpha = 30^\circ$. Сила тока в рамке $I = 0,1$ А. Определите момент сил, действующих на рамку.

9.5. Между полюсами электромагнита находится прямолинейный проводник, расположенный горизонтально и перпендикулярно вектору магнитной индукции. Какой ток должен идти через проводник, чтобы сила натяжения в поддерживающих его гибких проводах стала равна нулю. Магнитная индукция $B = 0,01$ Тл, масса единицы длины проводника $m/l = 0,01$ кг/м.

9.6. Проводник длиной l и массой m подвешен на тонких гибких проволочках. При пропускании по нему тока I он отклонился в вертикальном однородном магнитном поле так, что проволочки образовали угол α с вертикалью. Какова магнитная индукция поля и какое направление имеют линии магнитной индукции?

9.7. Проводник длиной $l = 10$ см с током $I = 5$ А находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл. Угол между

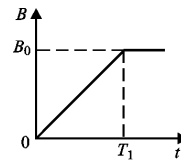
направлением тока и магнитной индукцией $\alpha = 60^\circ$. Определите работу магнитного поля при перемещении проводника на расстоянии $S = 10$ см в направлении действия силы Ампера.

9.8.* Определите величину силы, действующей на проводник с током I согнутый под углом $\pi/2$. Расстояние между концами проводника равно l . Проводник находится в однородном магнитном поле с индукцией B . Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости, в которой лежит проводник.

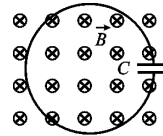
9.9. Медная квадратная рамка со стороной $a = 10$ см находится в нестационарном однородном магнитном поле, магнитная индукция которого меняется от $B_1 = 0,1$ Тл до $B_2 = 0,05$ Тл в течение $\Delta t = 5$ с. Определите ЭДС электромагнитной индукции \mathcal{E}_i в рамке, если она лежит в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции.

9.10. Виток медного провода помещен в изменяющееся во времени однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Радиус витка $R = 10$ см, диаметр провода $d = 2$ мм. Определите скорость изменения магнитной индукции, если сила индукционного тока в витке $I = 5$ А. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

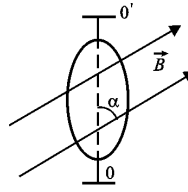
9.11. В магнитном поле расположена катушка площадью S , содержащая N витков, причем угол между магнитной индукцией и плоскостью витков α . Определите ЭДС электромагнитной индукции \mathcal{E}_i в катушке, если зависимость магнитной индукции от времени имеет вид, приведенный на рисунке. Постройте график $\mathcal{E}_i(t)$.



9.12.* Проводящий контур площадью $S = 400$ см², в который включен конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ, расположен в однородном поле, перпендикулярно к линиям магнитной индукции. Магнитная индукция возрастает по закону $B = (2+5t) \cdot 10^{-2}$ Тл. Определите энергию электрического поля конденсатора. Какая обкладка конденсатора заряжена положительно?



9.13.* Виток проволоки равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Определите амплитудное значение ЭДС \mathcal{E}_{im} электромагнитной индукции, наводимой в витке, если период вращения витка $T = 314$ с, площадь витка $S = 0,2$ м². Ось вращения витка находится в плоскости витка и составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с направлением магнитной индукции.

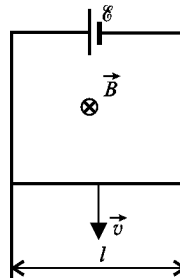


9.14. Определите частоту вращения прямоугольной рамки в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл, если амплитуда ЭДС магнитной индукции $\mathcal{E}_0 = 10$ В. Площадь рамки $S = 200$ см², число витков $N = 20$. Линии магнитной индукции перпендикулярны оси вращения рамки.

9.15. Магнитный поток через поперечное сечение соленоида, содержащего $N = 300$ витков, убывает со скоростью $\Delta\Phi/\Delta t = -50$ мВб/с. Определите ЭДС электромагнитной индукции, наводимой в соленоиде.

9.16. Плоскость замкнутой прямоугольной проволочной рамки, расположенной горизонтально, перпендикулярна вектору магнитной индукции однородного магнитного поля. По двум параллельным сторонам рамки скользит равномерно без трения и без нарушения контакта перемычка длиной $l = 10$ см и сопротивлением $R = 5$ Ом. Магнитная индукция $B = 0,8$ Тл. Определите скорость перемычки, если к ней приложена горизонтальная сила $F = 0,01$ Н. Электрическим сопротивлением и массой рамки можно пренебречь.

9.17. По двум параллельным рельсам, расположенным горизонтально, скользит без трения и нарушения контакта перемычка длиной $l = 10$ см. Скорость перемычки $v = 10$ м/с. Сопротивление перемычки $R = 5$ Ом. Вектор магнитной индукции однородного магнитного поля, $B = 0,6$ Тл, направлен перпендикулярно плоскости, в которой лежат рельсы. Определите величину и направление силы F , необходимой для осуществления такого движения,



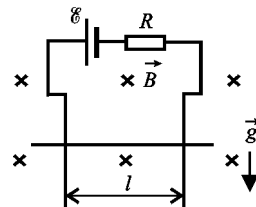
если к рельсам подключен источник $\mathcal{E} = 1$ В. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением рельс пренебречь.

9.18. На двух горизонтальных рельсах, расстояние между которыми $l = 1,0$ м, лежит проводник сопротивлением $R = 1,0$ Ом и массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,1$. Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, вектор которой направлен вертикально. Рельсы подключают к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В. Пренебрегая внутренним сопротивлением источника и сопротивлением рельсов, определите установившуюся скорость движения проводника.

9.19.* В однородном магнитном поле индукцией $B = 1 \cdot 10^{-3}$ Тл, вектор который направлен горизонтально, начинает падать проводник длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 0,1$ кг, скользящий без трения и без потери контакта по двум вертикальным параллельным шинам. Шины замкнуты на резистор сопротивлением $R = 0,5$ Ом. Параллельно резистору включен конденсатор емкостью $C = 400$ пФ. Определите максимальную энергию электрического поля, запасенную в конденсаторе. Силовые линии магнитного поля перпендикулярны плоскости шин.

9.20.* В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл вектор которой направлен горизонтально, по вертикально расположенным рельсам, замкнутым на резистор сопротивлением $R = 1$ Ом, свободно скользит без нарушения контакта проводник длиной $l = 50$ см и массой $m = 1,0$ г. Определите установившуюся скорость движения проводника. Сопротивлением направляющих рельс и проводника пренебречь.

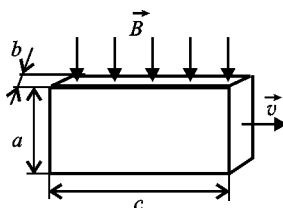
9.21.* В однородном магнитном поле с магнитной индукцией B по вертикально расположенным рельсам, замкнутым через последовательно соединенные резистор сопротивлением R и источник с ЭДС \mathcal{E} , свободно скользит без нарушения контакта проводник длиной l и массой m . Найдите значение и направление скорости



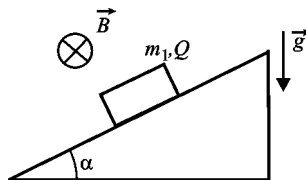
установившегося движения проводника. Сопротивления рельс, проводника и источника ЭДС пренебречь.

9.22.* На горизонтальные рельсы положили две перемычки массами m и M . Система находится на однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которой направлен вертикально. Правую перемычку массой M толкнули вправо вдоль рельсов со скоростью v_0 . Сколько тепла выделится в этой системе за время, спустя которое движение перемычек станет равномерным, если трение отсутствует?

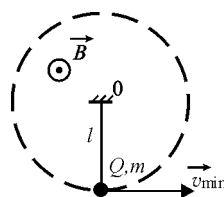
9.23.* Металлический брусок, размеры которого $a \times b \times c$ ($b \ll a, c$), движется со скоростью v в магнитном поле с индукцией B . Определите разность потенциалов между боковыми гранями бруска и поверхностную плотность зарядов на них.



9.24.* Определите, какую максимальную скорость разовьет тело массой m , заряженное зарядом $Q > 0$, скользящее по наклонной плоскости в магнитном поле с индукцией B . Направление вектора магнитной индукции показано на рисунке. Угол наклона плоскости к горизонту α . Коэффициент трения тела о плоскость μ .



9.25.* Небольшое заряженное тело массой m и зарядом Q , прикрепленное к изолированной нити длиной l , может вращаться в вертикальной плоскости. Вектор магнитной индукции \vec{B} перпендикулярен этой плоскости. При какой наименьшей скорости тела в нижней точке оно сможет совершить полный оборот?

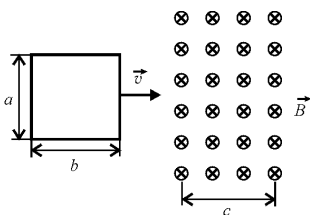


9.26. Проволочное кольцо радиусом $r = 0,1$ м лежит на столе. Какой заряд протечет по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Сопротивление кольца $R = 1$ Ом. Вертикальная составляющая магнитного поля Земли $B = 0,5 \cdot 10^{-4}$ Тл.

9.27. Проводящий контур сопротивлением R , имеющий форму квадрата со стороной a , находится в однородном магнитном поле с магнитной индукцией B . Линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости контура. Какой заряд протечет по контуру, если его преобразовать в круг?

9.28. Проволочный виток радиусом $r_0 = 0,1$ м находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Вектор магнитной индукции составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с плоскостью витка. Определите, какой заряд пройдет по витку, если поле выключить? Площадь сечения проволоки $S = 1 \cdot 10^{-6}$ м², удельное сопротивление проволоки $\rho = 2 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

9.29.* Прямоугольная рамка сопротивлением R , двигаясь поступательно с постоянной скоростью v , пересекает область однородного магнитного поля. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рамки. Размеры рамки $a \times b$. Протяженность области с магнитным полем c . Определите магнитную индукцию B , если в рамке за время пролета через магнитное поле выделилось количество тепла Q .



9.30. Определите индуктивность катушки с железным сердечником, если за время $\Delta t = 0,5$ с ток в цепи изменился от $I_1 = 10$ А до $I_2 = 5$ А, а возникшая при этом ЭДС самоиндукции равна $\mathcal{E}_c = 25$ В?

9.31. В неподвижной катушке энергия магнитного поля равномерно уменьшилась в $n = 4$ раза за время $t = 0,01$ с. Определите величину ЭДС \mathcal{E} самоиндукции в катушке, если ее индуктивность $L = 100$ мГн, а первоначальный ток $I = 2$ А.

9.32. Электрон движется по направлению силовых линий однородного электрического поля напряженностью $E = 1500$ В/м. Какое расстояние S пролетает электрон до остановки, если его начальная скорость $v_0 = 5 \cdot 10^5$ м/с? Отношение заряда электрона к его массе $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

9.33. К электродам плоского электровакуумного диода приложено напряжение U . С какой максимальной скоростью будут подлетать электроны к аноду лампы, если электроны покидают катод с максимальной скоростью v_0 , а расстояние между электродами d ? С каким ускорением a будут двигаться электроны? Электрическое поле между электродами считать однородным. Отношение заряда электрона к его массе e/m считать известным.

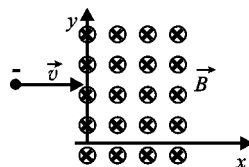
9.34.* В электрическое и магнитное однородные поля напряженностью \vec{E} и магнитной индукцией \vec{B} соответственно, совпадающие по направлению, влетает электрон под углом α к векторам \vec{E} и \vec{B} . Определите максимальное расстояние, на которое сместится электрон в направлении электрического поля. Отношение заряда электрона к его массе равно e/m считать известным. Радиус спирали, по которой движется электрон R .

9.35. Электрон со скоростью v движется в однородном магнитном поле с магнитной индукцией B в плоскости перпендикулярной линиям магнитной индукции. Определите радиус траектории электрона. Отношение заряда электрона к его массе e/m известно.

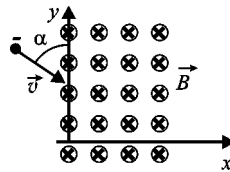
9.36. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью $v = 1 \cdot 10^7$ м/с в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл перпендикулярно линиям индукции? Заряд протона $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Нарисуйте траекторию движения протона. На рисунке укажите векторы \vec{F} и \vec{B} .

9.37. Найдите отношение радиусов траекторий двух электронов с кинетическими энергиями W_{k1} и W_{k2} , если частицы движутся в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого перпендикулярна их скоростям.

9.38. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией B перпендикулярно к границе поля. Определите время пребывания электрона в магнитном поле, если в направлении осей x и y поле безгранично? Удельный заряд электрона e/m известен.

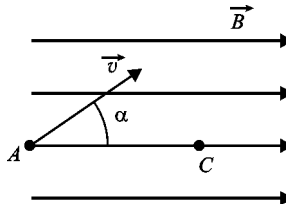


9.39. Электрон влетает в однородное магнитное поле индукцией $B = 1 \cdot 10^{-3}$ Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции и под углом $\alpha = \pi/4$ к границе поля. Скорость электрона $v = 1 \cdot 10^6$ м/с. В направлении осей x и y магнитное поле безгранично. На каком расстоянии от точки влета электрона вылетит из поля? Отношение заряда электрона к его массе $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.



9.40. Электрон начинает двигаться со скоростью v_0 в однородном магнитном поле с индукцией B . Угол между магнитной индукцией и направлением скорости электрона равен α . Определите параметры траектории электрона. Удельный заряд электрона e/m известен. Параметрами траектории являются: h – шаг, R – радиус кривизны.

9.41.* Электрон влетает в однородное магнитное поле. В точке A он имеет скорость v , которая составляет с направлением поля угол α . При какой индукции магнитного поля электрон окажется в точке C ? Отношение заряда электрона к его массе e/m , расстояние $AC = l$.



9.42. Напряженность однородного электрического поля перпендикулярна магнитной индукции однородного магнитного поля. Электрон влетает в эти поля перпендикулярно к векторам \vec{E} и \vec{B} . При какой скорости электрон будет двигаться в этих полях прямолинейно? Значение напряженности $E = 100$ В/см, значение магнитной индукции $B = 0,02$ Тл. Сделайте рисунок и укажите на рисунке направление скорости.

9.43. Электрон движется в однородном магнитном поле по винтовой линии радиусом R с шагом h . Определите угол между скоростью электрона и магнитной индукцией.

9.44. Определите кинетическую энергию протона, если его траектория в однородном магнитном поле с индукцией B представляет собой винтовую линию радиусом R и шагом h . Массу протона m и электрический заряд e считайте известными.

9.45. Плоская квадратная рамка массой m со стороной a , выполненная из тонкого жесткого провода, неподвижно лежит на горизонтальной поверхности. По рамке течет постоянный ток силой I . Рамку помещают в однородное магнитное поле, линии индукции которого направлены горизонтально и параллельны двум сторонам рамки. При какой минимальной магнитной индукции рамка начнет двигаться?

9.46. Частица с зарядом q и массой m в момент времени $t=0$ начинает движение в магнитном поле таким образом, что её координаты (x, y, z) в любой момент времени удовлетворяют условиям: $x^2 + y^2 = b^2$, $z = k \cdot t$, где b и k – известные постоянные. Скорость частицы в любой момент времени направлена под углом 45° к линиям магнитной индукции. Определите величину магнитной индукции. Силой тяжести можно пренебречь.

9.47. Тонкое проволочное кольцо радиусом R , по которому течет ток силой I , находится в неоднородном магнитном поле. Модуль магнитной индукции во всех точках кольца одинаков и равен B , а вектор магнитной индукции в каждой точке кольца направлен под углом α к оси кольца. При какой массе кольца оно может неподвижно висеть без опоры или подвеса в горизонтальной плоскости?

10. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ПЕРЕМЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

10.1. При подвешивании груза пружина в положении равновесия удлинилась на $\Delta x = 1$ см. С каким периодом будет совершать колебания этот груз на пружине после смещения его по вертикали из положения равновесия?

10.2. Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время τ один из них совершает $N_1 = 10$, а второй $N_2 = 30$ колебаний?

10.3. При колебаниях математического маятника амплитуда колебаний равна 10 см, а максимальная высота подъема маятника от положения равновесия $h = 0,5$ см. Определите период колебаний T маятника.

10.4. Грузик массой $m = 10$ г совершает колебания на нити длиной $l = 1$ м. Энергия колебаний составляет $W = 0,015$ Дж. Определите угловую амплитуду φ_0 колебаний грузика.

10.5. Тело массой m , подвешенное на пружине, совершает колебания. Амплитуда колебаний равна x_0 , а максимальная скорость тела равна v_0 . Определите жесткость k пружины.

10.6. Рыбак вышел в лодке на середину озера, бросил якорь и закинул удочку. Поплавок удочки, качаясь на волнах, переходит из верхнего положения в нижнее за время $\tau = 1$ с. Рыбак заметил, что гребень волны проходит расстояние от носа лодки до кормы за время $T = 2$ с. Найдите интервал времени T_1 между ударами волн о нос лодки, если она начнет движение навстречу волнам со скоростью $v = 5$ м/с, а длина лодки $L = 2$ м.

10.7. При какой скорости поезда рессоры его вагонов будут колебаться особенно сильно под действием толчков колес о стыки рельс? Длина рельса $L = 12,5$ м, а на одну рессору приходится нагрузка $\Delta m = 5,5 \cdot 10^3$ кг. Известно, что рессора прогибается на $\Delta l = 16$ мм при действии на нее силы $F = 1 \cdot 10^4$ Н.

10.8. Частота собственных вертикальных колебаний железнодорожного вагона равна ν_0 . На стыках рельсов вагон получает периодические удары, которые служат причиной вынужденных колебаний вагона. При какой скорости v поезда возникает резонанс? Длина каждого рельса между стыками равна l .

10.9. В лифте находится математический маятник. Во сколько раз изменится период колебаний маятника, если лифт будет опускаться с ускорением $a = 0,25g$?

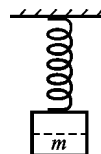
10.10. Математический маятник длиной $l = 0,5$ м колеблется в кабине самолета. Самолет движется горизонтально с ускорением $a = 6,5 \text{ м/с}^2$. Определите положение равновесия и период колебаний маятника.

10.11. Определите период колебаний полярной молекулы в однородном электрическом поле, напряженность которого $E = 300 \text{ В/см}$. Полярную молекулу можно представить в виде гантели длиной $l = 1 \cdot 10^{-8} \text{ см}$, на концах которой находятся две материальные точки массы $m = 10^{-24} \text{ г}$, несущие на себе заряды Q и $-Q$ ($Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$). Гравитационными силами пренебречь.

10.12. Определите период T колебаний математического маятника массой $m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ и длиной $l = 0,5 \text{ м}$, если его зарядить зарядом $q = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ и поместить в направленное вертикально вверх однородное электрическое поле напряженностью $E = 1 \cdot 10^5 \text{ В/м}$?

10.13. Определите период колебаний математического маятника массой m и длиной l , если его зарядить зарядом $q > 0$ и поместить в направленное вертикально вниз электрическое однородное поле напряженностью E ?

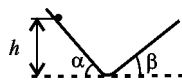
10.14. От груза, висящего на пружине с жесткостью k , отрывается часть массой m . На какую максимальную высоту h , относительно первоначального положения, поднимется после этого оставшаяся часть груза?



10.15. Небольшое тело совершает малые колебания в вертикальной плоскости, двигаясь без трения по внутренней поверхности сферической чаши радиусом R . Чаша опускается вниз с ускорением $a = g/2$. Определите период колебаний тела.

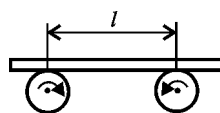
10.16.* Груз массой m покоится, подвешенный на пружине жесткостью k . Грузу сообщили скорость v_0 , направленную вертикально вниз. Через какое минимальное время после этого на груз можно положить перегрузок, чтобы колебания мгновенно прекратились? Какова масса этого перегрузка?

10.17.* Две идеально гладкие плоскости, наклоненные под углами α и β к горизонту, имеют плавный переход. На одну из них на высоте h поместили шарик. С каким периодом T будет колебаться шарик, скользя по плоскостям.



10.18.* Посередине сосуда находится поршень массой m . Справа и слева от поршня находится газ при давлении p_0 . Определите период T колебаний поршня, если длина сосуда равна $2l$, а его площадь S . Трением поршня о стенки пренебречь, температура газа в процессе колебания не меняется.

10.19.* Доска лежит на двух цилиндрах, которые вращаются в противоположных направлениях. Расстояние между осями цилиндров $l = 1$ м, коэффициент трения между доской и цилиндрами $\mu = 0,05$. Доску смещают в направлении одного из цилиндров и отпускают. Определите период возникших при этом колебаний.



10.20. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и двух одинаковых конденсаторов, включенных параллельно. Период собственных колебаний контура $T_1 = 20$ мкс. Чему будет равен период, если конденсаторы включить последовательно?

10.21. Напряжение на конденсаторе в идеальном колебательном контуре изменяется по закону $U_C = 50 \cos(1 \cdot 10^5 t)$ и при этом

максимальное значение заряда конденсатора $Q_0 = 5 \cdot 10^{-6}$ Кл. Определите индуктивность L контура.

10.22. Колебательный контур, содержащий конденсатор электроемкостью $C = 20$ пФ, настроен на длину волны $\lambda = 5$ м. Найдите индуктивность катушки L контура и частоту его колебания ν . Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

10.23. Конденсатор электроемкостью $C = 100$ пФ зарядили от источника с $\mathcal{E} = 6$ В, а затем отсоединив от источника, подключили к катушке с индуктивностью $L = 10$ мкГн. Определите частоту колебаний и максимальную силу тока в контуре.

10.24. Какой интервал длин волн может перекрыть один из диапазонов радиоприемника, если индуктивность колебательного контура $L = 1$ мкГн, а его емкость изменяется от $C_1 = 50$ пФ до $C_2 = 200$ пФ? Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

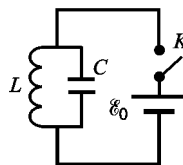
10.25. Определите электроемкость конденсатора идеального колебательного контура, если он настроен в резонанс на электромагнитные колебания с длиной волны $\lambda = 300$ м. Индуктивность контура $L = 50$ мкГн. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

10.26. В колебательном контуре происходят свободные незатухающие колебания. Максимальный заряд конденсатора $Q_0 = 1 \cdot 10^{-6}$ Кл, а максимальная сила тока в контуре $I_0 = 10$ А. Определите длину волны λ , на которую настроен контур. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

10.27. На какую длину волны λ настроен колебательный контур, если он состоит из катушки индуктивностью $L = 2 \cdot 10^{-3}$ Гн и плоского конденсатора? Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1$ мм, площадь пластин $S = 80$ см², диэлектрическая проницаемость вещества, заполняющего пространство между пластинами $\varepsilon = 11$. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

10.28.* Заряженный конденсатор электроемкостью C подключили к катушке индуктивностью L . Спустя какое время τ от момента подключения катушки энергия электрического поля конденсатора будет равна энергии магнитного поля катушки?

10.29.* Колебательный контур, состоящий из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L и сопротивлением R , через ключ K подключен к источнику с ЭДС равной \mathcal{E}_0 . Какое количество тепла Q выделится в контуре после размыкания ключа K ? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



10.30. Электромагнитные волны распространяются в однородной среде со скоростью $v = 2 \cdot 10^8$ м/с. Какую длину волны имеют электромагнитные колебания в этой среде, если их частота в вакууме была $\nu = 1$ МГц?

10.31. Длина линии электропередачи $S = 600$ км. Чему равна разность фаз напряжения на этом расстоянии? Частота переменного тока $\nu = 50$ Гц.

10.32. Радиолокатор работает в импульсном режиме. Частота повторения импульсов $f = 1500$ Гц, длительность импульсов $\tau = 1,2$ мкс. Найдите минимальную и максимальную дальность обнаружения цели. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

10.33. Радиолокатор работает в импульсном режиме. Минимальная и максимальная дальность обнаружения цели составляет соответственно $l_1 = 120$ м, $l_2 = 90$ км. Определите частоту повторения f и длительность τ импульсов. Скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

10.34. В сеть переменного тока с действующим напряжением $U = 120$ В последовательно включены резистор сопротивлением $R = 15$ Ом и катушка индуктивностью $L = 50$ мГн. Найдите частоту ν , если амплитуда тока в цепи $I_0 = 7$ А.

10.35. Определите полное сопротивление цепи, состоящей из последовательно включенных конденсаторов емкостью $C = 0,2 \text{ мкФ}$ и катушки индуктивностью $L = 1 \text{ Гн}$ при частоте тока $\nu = 2 \text{ кГц}$. При какой частоте ν_0 полное сопротивление цепи равно нулю.

10.36. Первичная обмотка трансформатора имеет $n_1 = 1000$ витков, вторичная $n_2 = 50$ витков. Какое напряжение U_2 будет на концах вторичной обмотки, если первичную обмотку подключили к источнику переменного тока напряжением $U_1 = 100 \text{ В}$?

10.37. Трансформатор повышает напряжение с $U_1 = 100 \text{ В}$ до $U_2 = 6000 \text{ В}$. На одну из обмоток надели виток провода, концы которого подсоединены к вольтметру. Вольтметр показал напряжение $U = 0,4 \text{ В}$. Определите число витков каждой из обмоток трансформатора.

10.38. Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации $K = 10$ включен в сеть с напряжением $U = 220 \text{ В}$. Каково напряжение на выходе трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки $r = 2 \text{ Ом}$, а сопротивление полезной нагрузки $R = 2 \text{ Ом}$?

10.39.* Мощность, потребляемая трансформатором $N = 100 \text{ Вт}$, а напряжение на зажимах вторичной обмотки $U = 50 \text{ В}$. Определите сопротивление r вторичной обмотки, если коэффициент полезного действия трансформатора $\eta = 0,8$. Потери в первичной обмотке пренебечь.

10.40. Первичная обмотка понижающего трансформатора с коэффициентом трансформации $K = 10$ включена в сеть с напряжением $U_1 = 220 \text{ В}$. Сопротивление вторичной обмотки $r = 2 \text{ Ом}$, ток во вторичной обмотке $I_2 = 3 \text{ А}$. Определите напряжение U_2 на зажимах вторичной обмотки. Потери в первичной обмотке пренебечь.

10.41. Сила тока в первичной обмотке трансформатора $I_1 = 2 \text{ А}$, напряжение на ее концах $U_1 = 220 \text{ В}$. Напряжение на концах вторичной

обмотки $U_2 = 22$ В. КПД трансформатора $\eta = 0,9$. Определите ток I_2 во вторичной обмотке трансформатора.

10.42. Мощность потерь в трансформаторе $P = 40$ Вт, напряжение на зажимах вторичной обмотки $U = 50$ В. Определите силу тока I во вторичной обмотке, если КПД трансформатора $\eta = 0,9$.

10.43. При передаче электроэнергии на большое расстояние используется трансформатор, нагруженный до номинальной мощности $P = 1 \cdot 10^6$ Вт. При этом разность показаний счетчиков электроэнергии, установленных на трансформаторной подстанции и в приемном пункте, увеличивается ежедневно на $W = 216$ кВт·ч. Во сколько раз необходимо повысить напряжение, чтобы при передаче потери электроэнергии не превышали $\eta = 0,1$ %.

11. ОПТИКА. АТОМНАЯ ФИЗИКА

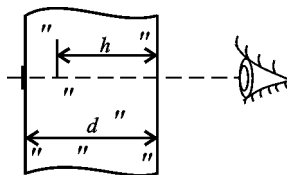
11.1. При падении на плоскую границу двух сред с абсолютными показателями преломления n_1 и n_2 луч света частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отраженный луч перпендикулярен к преломленному лучу?

11.2. Два плоских зеркала расположены под углом $\alpha = 90^\circ$ друг к другу. Источник света помещен симметрично зеркалам на расстоянии $l = 10$ см от линии пересечения. Определите расстояние между мнимыми изображениями источника S в зеркалах.

11.3. Точечный источник света находится на дне водоема глубиной h . На поверхности водоема плавает диск. Определите минимальный радиус R диска, при котором нельзя будет увидеть источник света из любой точки над поверхностью водоема. Абсолютный показатель преломления воды n .

11.4. На тонкую сферическую колбу, наполненную жидкостью, падает узкий параллельный пучок света так, что ось пучка проходит через центр колбы. На противоположной стороне колбы пучок света имеет диаметр в три раза меньше диаметра пучка, падающего на колбу. Определите показатель преломления жидкости n .

11.5. На какой глубине h увидит изображение чернильного пятна, находящегося на стеклянной пластине толщиной d человек, смотрящий прямо с противоположной стороны пластины? Абсолютный показатель преломления стекла n .



11.6. Определите фокусное расстояние F проекционного аппарата, если с его помощью на экране создается изображение слайда, увеличенное в $\Gamma = 15$ раз. Расстояние от экрана до объектива проекционного аппарата $f = 4$ м. В качестве объектива используется тонкая линза.

11.7. Изображение миллиметрового деления шкалы, расположенной перед линзой на расстоянии $d = 12,5$ см, имеет на экране длину $L = 8$ см. На каком расстоянии от линзы находится экран? Чему равна оптическая сила линзы?

11.8. Мнимое изображение предмета находится на расстоянии $f = 1$ м от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 0,25$ м. На каком расстоянии d от линзы расположен предмет? Выполните необходимые построения на рисунке.

11.9. Предмет находится на расстоянии $l_1 = 0,1$ м от переднего фокуса собирающей линзы, а экран, на котором получается четкое изображение предмета, расположен на расстоянии $l_2 = 0,4$ м от второго фокуса линзы. Определите фокусное расстояние F линзы.

11.10. Расстояние между предметом и экраном $L = 1$ м. На каком расстоянии f от экрана надо расположить линзу с фокусным расстоянием $F = 90$ мм, чтобы на экране наблюдалось четкое изображение?

11.11. На каком расстоянии от тонкой рассеивающей линзы надо поместить предмет, чтобы получить изображение, уменьшенное в два раза? Фокусное расстояние линзы $F = 50$ см.

11.12. Оптическая сила тонкой собирающей линзы равна D . Определите расстояние до предмета, если изображение получается прямое и увеличенное в Γ раз.

11.13. На экране, отстоящем от объектива проекционного аппарата на расстоянии $f = 4$ м, получено четкое изображение диапозитива. Объектив представляет собой тонкую линзу с оптической силой $D = 5$ дптр. Экран отодвинули на $l = 20$ см. На какое расстояние и куда надо отодвинуть диапозитив, чтобы восстановить четкость изображения?

11.14. С помощью фотографического аппарата, размер кадра которого 24×36 мм, а фокусное расстояние объектива $F = 50$ мм, фотографируют человека ростом $h = 1,8$ м. На каком минимальном расстоянии d от человека надо установить аппарат, чтобы сфотографировать человека во весь рост?

11.15. Точечный источник света описывает окружность в плоскости, перпендикулярной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Изображение источника наблюдается на экране, расположенном на расстоянии $f = 0,35$ м от линзы. Ускорения, с которыми движутся изображение и источник, отличаются в 4 раза. Определите фокусное расстояние линзы.

11.16.* Расстояние между двумя точечными источниками света $a = 20$ см. На каком расстоянии от первого источника надо разместить собирающую линзу с оптической силой $D = 12,5$ дптр, чтобы изображения обоих источников получились в одной и той же точке? Линза располагается между источниками.

11.17.* Расстояние между источником света и экраном L . Линза, помещенная между ними, дает четкое изображение при двух положениях, расстояние между которыми l . Определите фокусное расстояние.

11.18. С помощью собирающей линзы на экране получено уменьшенное в два раза действительное изображение предмета. Размер предмета a . Оставляя предмет и экран неподвижными, линзу перемещают в сторону предмета и получают на экране второе четкое изображение. Определите его размер.

11.19.* Тонкая собирающая линза, расположенная между предметом и экраном, дает два четких изображения в двух положениях. Определите размер предмета, если размер первого изображения h_1 , а размер второго h_2 .

11.20. Две когерентные световые волны достигают некоторой точки с разностью хода $\delta = 2,0$ мкм. Что произойдет в этой точке: усиление или ослабление волн? Рассмотреть три случая, когда свет:

- 1) красного цвета ($\lambda_1 = 733$ нм);
- 2) желтого цвета ($\lambda_2 = 550$ нм);
- 3) фиолетового цвета ($\lambda_3 = 440$ нм).

11.21. При помощи дифракционной решетки с периодом $d = 0,02$ мм на экране, находящемся на расстоянии $l = 1,8$ м от решетки, получена дифракционная картина, у которой первый главный максимум

находится на расстоянии $x_1 = 3,6$ см от центрального. Определите длину световой волны λ .

11.22. Определите период решетки d , если дифракционный максимум первого порядка получен на расстоянии $x = 2,43$ см от центрального, а расстояние от решетки до экрана $l = 1,00$ м. Решетка была освещена светом с длиной волны $\lambda = 486$ нм.

11.23. На дифракционную решетку с периодом $d = 1,2 \cdot 10^{-3}$ см нормально падает монохроматическая волна. Оцените длину волны λ , если угол между спектрами второго и третьего порядка $\Delta\varphi = 2^\circ 30'$.

11.24. Определите массу и импульс фотона для излучения с длиной волны $\lambda = 1$ мкм. Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

11.25. Определите энергию фотона для света с длиной волны $\lambda = 400 \cdot 10^{-9}$ м, распространяющегося в среде с абсолютным показателем преломления $n = 1,5$. Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

11.26. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 240$ нм для вещества фотокатода, который облучают светом с длиной волны $\lambda = 200$ нм. Какое напряжение необходимо приложить между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился? Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

11.27. При воздействии на катод фотоэлемента излучения с длиной волны $\lambda_1 = 4,25 \cdot 10^{-7}$ м фототок насыщения $I_1 = 1 \cdot 10^{-6}$ А. Определите фототок насыщения I_2 при воздействии на катод излучения с длиной волны $\lambda_2 = 5,1 \cdot 10^{-7}$ м. Работа выхода электрона из материала катода $A = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Мощность излучения не меняется.

11.28. Какую максимальную скорость могут получить вырванные из калия электроны при облучении его светом с длиной волны $\lambda = 0,4$ мкм? Работа выхода электрона из калия $A = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

11.29. До какого максимального заряда можно зарядить металлический шар радиусом $R = 1$ см, облучая его фотонами с энергией $E = 6 \cdot 10^{-19}$ Дж? Заряд электрона $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; работа выхода электрона из металла $A = 2 \cdot 10^{-19}$ Дж; электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

11.30. Одна из пластин плоского конденсатора, изготовленная из материала с работой выхода A , освещается излучением частоты ν , причем каждую секунду с каждого квадратного сантиметра площади вырывается N электронов. Фотоэлектроны собираются на второй пластине. Через какое время τ фототок прекратится? Расстояние между пластинами d .

11.31. В сосуде, из которого откачен воздух, имеются два электрода из цинка. К ним подключен конденсатор $C = 3,5 \cdot 10^{-6}$ Ф. Один из электродов освещается светом с длиной волны $\lambda = 0,25$ мкм. Какой величины заряд будет находиться на конденсаторе при его длительном освещении? Работа выхода электрона из цинка $A = 6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

11.32. Одна из пластин плоского незаряженного конденсатора освещается рентгеновскими лучами, вырывающими из нее электроны со скоростью $v = 1 \cdot 10^6$ м/с. Электроны собираются на другой пластине. Через какое время фототок между пластинами прекратится, если с каждого квадратного сантиметра площади вырывается каждую секунду $N = 1 \cdot 10^{13}$ электронов? Расстояние между пластинами $d = 10$ мм. Удельный заряд электрона $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

11.33. Свет падает перпендикулярно на поверхность зеркала площадью $S = 0,5$ м², освещая всю поверхность. При какой энергии излучения фотоны, упавшие на зеркало за время $t = 2$ с, оказывают на него давление $p = 10^{-5}$ Па?

11.34. Вследствие радиоактивного распада ядро урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ превращается в ядро свинца ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Сколько при этом совершается α – и β – распадов?

11.35. Какая масса радиоактивного вещества останется по истечении одних, двух, трех и четырех суток, если вначале его было 100 г? Период полураспада вещества равен двум суткам.

11.36. Какое количество урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ расходуется в сутки на атомной электростанции мощностью $N = 5000$ кВт? Принять КПД $\eta = 0,17$; считать что при каждом акте распада ядра выделяется энергия $E_0 = 200$ МэВ, число Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ 1/моль, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.