

ВАРИАНТ №8.
Тесты по физике для самостоятельной
подготовки к экзамену.

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 40 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (А1 – А30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1 – В4), на которые следует дать краткий ответ в численном виде.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1 – С6), на которые требуется дать развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий частей 2 и 3 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям вы сможете вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается от одного до нескольких баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	сан-ти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	мил	м	10^{-3}

			ли		
кило	к	10^3	мик ро	мк	10^{-6}
гек- то	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
масса Земли	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
расстояние между Землей и Солнцем	$1 \text{ а.е.} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотость			
воды	1000 кг/м ³	Паранина	900 кг/м ³
пробки	250 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7870 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная	
теплоемкость воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)
теплоемкость свинца	130 Дж/(кг·К)
теплоемкость меди	390 Дж/(кг·К)
теплоемкость чугуна	500 Дж/(кг·К)
теплоемкость железа	640 Дж/(кг·К)
теплота парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
теплота плавления свинца	2,5 Дж/кг
теплота плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия давление 10⁵ Па, температура 0°С

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
водяных паров	18·10 ⁻³ кг/моль	серебра	108·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Энергия покоя					
	электрона	0,5 МэВ			
	нейтрона	939,6 МэВ			
	протона	938,3 МэВ			
ядра водорода	^1_1H	938,3 МэВ	ядра бериллия	^9_4Be	8392,8 МэВ
ядра дейтерия	^2_1H	1875,6 МэВ	ядра бора	$^{10}_5\text{B}$	9324,4 МэВ
ядра трития	^3_1H	2809,4 МэВ	ядра азота	$^{14}_7\text{N}$	13040,3 МэВ
ядра гелия	^4_2He	3727,4 МэВ	ядра кислорода	$^{15}_8\text{O}$	13971,3 МэВ
ядра лития	^6_3Li	5601,5 МэВ	ядра кислорода	$^{17}_8\text{O}$	15830,6 МэВ

ядра лития ${}^7_3\text{Li}$ 6533,8 МэВ ядра фосфора ${}^{30}_{15}\text{P}$ 27917,1 МэВ

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A30) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Тело одну треть всего времени двигалось со скоростью 30м/с, а оставшиеся две трети – со скоростью 15м/с. Сколько составит средняя скорость для такого движения за все время ?

1) 25м/с; 2) 18м/с; 3) 22м/с; 4) 28м/с; 5) 20м/с.

A2. Тело бросили горизонтально с высоты 20м. При какой скорости бросания дальность полета будет 60м?

1) 20м/с; 2) 10м/с; 3) 30м/с; 4) 40м/с; 5) 15м/с.

A3. На два тела действуют равные силы. Первое тело массой 500 г движется с ускорением 1 м/с^2 . Чему будет равна масса второго тела, если оно движется с ускорением 1 см/с^2 ?

1) 5кг; 2) 10кг; 3) 20кг; 4) 25кг; 5) 50кг.

A4. Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 20 Н, сила трения 5 Н. Коэффициент трения скольжения равен

1) 0,8 2) 0,25 3) 0,75 4) 0,2

A5. На нити длиной 1 м, могущее выдержать натяжение до 46 Н, вращается в вертикальной плоскости в поле силы тяжести камень

массой 1 кг. При какой максимальной угловой скорости вращения камня нить еще не оборвется?

- 1) 2 рад/с; 2) 3 рад/с; 3) 4 рад/с; 4) 5 рад/с; 5) 6 рад/с.

А6. При движении корабля в воде сила сопротивления возрастает пропорционально квадрату его скорости. Во сколько раз нужно увеличить мощность судового двигателя, чтобы скорость корабля возросла в 3 раза?

- 1) 27; 2) 9; 3) 3; 4) 30; 5) 18.

А7. К маховику приложен вращательный момент 100 Н·м. Какое плечо должна иметь тормозящая сила в 500Н, чтобы маховик не вращался?

- 1) 50 см; 2) 40 см; 3) 30 см; 4) 20 см; 5) 10 см.

А8. Канал шириной 10 м и глубиной 5 м наполнен водой и перегороден плотиной. С какой силой вода давит на плотину? Плотность воды принять равной 1000 кг/м³.

- 1) $2,5 \cdot 10^6$ Н; 2) $1,25 \cdot 10^6$ Н; 3) $0,5 \cdot 10^6$ Н; 4) $5 \cdot 10^4$ Н; 5) $2,5 \cdot 10^4$ Н.

А9. По какой из формул можно рассчитать среднюю квадратичную скорость молекул газа при заданной температуре? (m_0 – масса молекулы)

$$1) V_{\text{КВ}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}; \quad 2) V_{\text{КВ}} = \frac{3kT}{m_0}; \quad 3) V_{\text{КВ}} = \sqrt{\frac{3kT}{2m_0}}; \quad 4) V_{\text{КВ}} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}};$$

$$5) V_{\text{КВ}} = \sqrt{3kTm_0}.$$

А10. Сколько молекул газа находится в сосуде вместимостью 480 см³ при температуре 17°С и давлении $2,5 \cdot 10^4$ Па?

- 1) $3 \cdot 10^{20}$; 2) $1,5 \cdot 10^{21}$; 3) $3 \cdot 10^{21}$; 4) $5 \cdot 10^{19}$; 5) $5 \cdot 10^{20}$.

A11. Чему равна плотность кислорода ($\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль) при температуре 47°C и давлении 1 МПа?

1) $1,2 \text{ кг/м}^3$; 2) $6,8 \text{ кг/м}^3$; 3) $12,0 \text{ кг/м}^3$; 4) $16,0 \text{ кг/м}^3$; 5) $68,0 \text{ кг/м}^3$.

A12. Если в некотором процессе газ совершил работу за счет убыли его внутренней энергии, т.е. $A = -\Delta U$, то как называется такой процесс?

1) изотермический; 2) адиабатический; 3) изобарический; 4) изохорический; 5) такой процесс не возможен.

A13. В идеальном тепловом двигателе за счет каждого килоджоуля энергии, полученной от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Сколько будет составлять температура нагревателя, если температура холодильника 7°C .

1) 127°C ; 2) 220°C ; 3) 200°C ; 4) 300°C ; 5) 90°C .

A14. Плотность тока в электроде, площадь которого 18 см^2 , равна 2 А/м^2 . Какова сила тока в подводящем проводе?

1) 2 А; 2) 2 мА; 3) 3,6 мА; 4) 3,6 А; 5) 6 А.

A15. Два одинаковых маленьких металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $4q$. Центры шариков находятся на расстоянии r друг от друга. Шарика привели в соприкосновение. На какое расстояние x после этого нужно развести их центры, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

1) $x = 0,80r$; 2) $x = 1,80r$; 3) $x = 2,00r$; 4) $x = 1,25r$; 5) $x = r$.

A16. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора, расстояние между которыми 4 см и напряженность электрического поля между которыми 80 В/м , равна

1) $320,0 \text{ В}$; 2) $3,2 \text{ В}$; 3) $20,0 \text{ В}$; 4) $200,0 \text{ В}$; 5) $2,0 \text{ В}$.

A17. Плоский воздушный заряженный конденсатор обладает энергией W . Если при той же разности потенциалов между пластина-

ми конденсатора все его геометрические размеры увеличить в k раз, то энергия конденсатора станет равной

- 1) $W \cdot k^2$; 2) $W \cdot k$; 3) W/k ; 4) $W \cdot (k-1)$; 5) W .

A18. На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 10 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 220 В. Какое максимальное число электрических лампочек, мощность каждой равна 200 Вт, можно одновременно включить в квартире?

- 1) 8; 2) 12; 3) 11; 4) 10.

A19. У электрической плитки, содержащей две одинаковые спирали, возможны два режима работы. В первом режиме спирали соединены последовательно, а во втором режиме – параллельно. Как при этом изменяется электрическая мощность плитки?

- 1) $P_1=4P_2$; 2) $P_2=4P_1$; 3) $P_1=2P_2$; 4) $P_1=P_2$.

A20. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,2$ м, по которому течет ток $I = 2$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл и расположен перпендикулярно вектору B . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?

- 1) 0,2Н; 2) 0,24Н; 3) 0,32Н; 4) 0,12Н.

A 21. На рисунке 1 изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

- 1) вертикально вверх \uparrow ; 2) вертикально вниз \downarrow ; 3) горизонтально вправо \rightarrow ; 4) горизонтально влево \leftarrow .

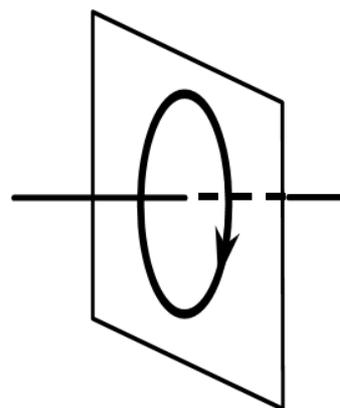


Рис. 1

A22. Два первоначально покоившихся электрона ускоряются в электрическом поле: первый в поле с разностью потенциалов U ,

второй – $2U$. Ускорившиеся электроны попадают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны скорости движения электронов. Отношение радиусов кривизны траекторий первого и второго электронов в магнитном поле равно :

- 1) 0,25; 2) 0,5; 3) 0,705; 4) 1,41.

A23. На рисунке2 приведен график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза меньше, то период колебаний станет равен

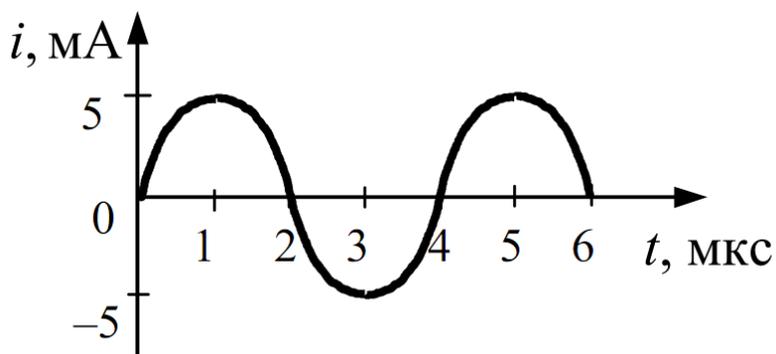


Рис. 2

- 1) 1 мкс 2) 2 мкс 3) 4 мкс 4) 8 мкс

A24. Сравните индуктивности L_1 и L_2 двух катушек, если при одинаковой силе тока энергия магнитного поля, создаваемого током в первой катушке, в 9 раз больше, чем энергия магнитного поля, создаваемого током во второй катушке.

- 1) L_1 в 9 раз больше, чем L_2 ; 2) L_1 в 9 раз меньше, чем L_2 ;
3) L_1 в 3 раза больше, чем L_2 ; 4) L_1 в 3 раза меньше, чем L_2 .

A25. Изображением предмета АВ (рис.3) в тонкой линзе с фокусным расстоянием F служит

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

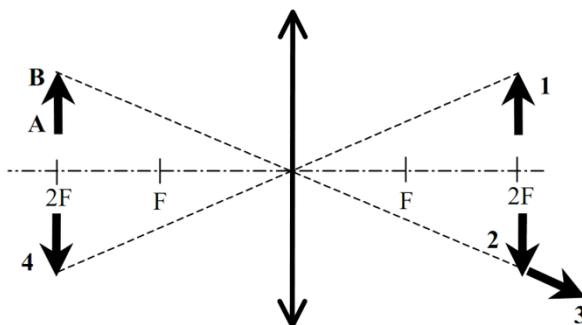


Рис. 3

A26. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло – воздух равен $8/13$. Какова скорость света в стекле?

- 1) $4,88 \cdot 10^8$ м/с ; 2) $2,35 \cdot 10^8$ м/с ; 3) $1,85 \cdot 10^8$ м/с ; 4) $3,82 \cdot 10^8$ м/с .

A27. В некотором спектральном диапазоне угол преломления лучей на границе воздух-стекло падает с увеличением частоты излучения. Ход лучей для трех основных цветов при падении белого света из воздуха на границу раздела показан на рисунке 4. Цифрам соответствуют цвета :

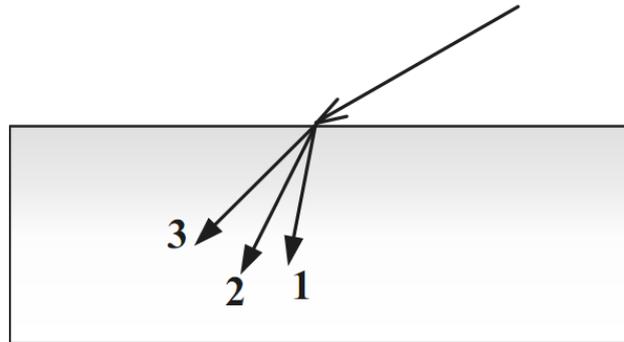


Рис. 4

- 1) 1 – красный 2 – зеленый 3 – синий; 2) 1 – синий 2 – красный 3 – зеленый; 3) 1 – красный 2 – синий 3 – зеленый; 4) 1 – синий 2 – зеленый 3 – красный.

A28. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с:

- 1) увеличилось в 1,5 раза; 2) стало равным нулю; 3) уменьшилось в 2 раза; 4) уменьшилось более чем в 2 раза.

A28. Какая доля от большого количества радиоактивных атомов остается не распавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25% ; 2) 50% ; 3) 75% ; 4) 0% .

A29. В результате серии радиоактивных распадов уран ${}_{92}\text{U}^{238}$ превращается в свинец ${}_{82}\text{Pb}^{206}$. Какое количество α - и β - распадов он испытывает при этом?

- 1) 8 α и 6 β ; 2) 6 α и 8 β ; 3) 10 α и 5 β ; 4) 5 α и 10 β .

A30. Радиоактивный свинец ${}_{82}\text{Pb}^{212}$, испытав один α -распад и два β -распада, превратился в изотоп:

- 1) висмута ${}_{83}\text{Bi}^{211}$; 2) полония ${}_{84}\text{Po}^{212}$; 3) свинца ${}_{82}\text{Pb}^{208}$; 4) таллия ${}_{81}\text{Tl}^{208}$.

Часть В

B1. Летящий снаряд разрывается на два осколка. По отношению к направлению движения снаряда первый осколок летит под углом 90° со скоростью 50 м/с, а второй – под углом 30° со скоростью 100 м/с. Найдите отношение массы первого осколка к массе второго осколка.

B2. 10 моль одноатомного идеального газа сначала охладил, уменьшив давление в 3 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок 5). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?

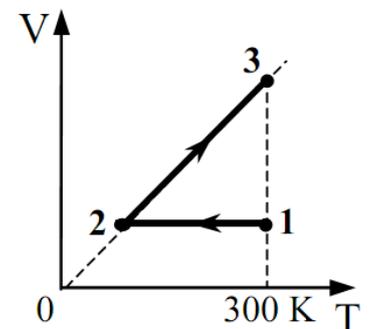
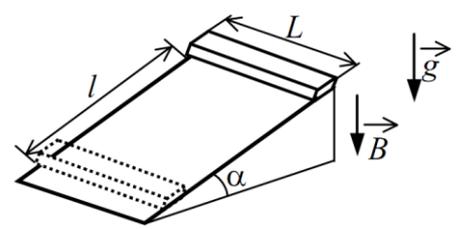


Рис. 5

B3. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ заливают $m = 1$ кг воды с температурой $t_2 = 44^\circ\text{C}$. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

B4. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5$ м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой



наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рисунок 6). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6$ м.

Рис.6

В5. Предмет высотой 6 см расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от ее оптического центра. Оптическая сила линзы 5 дптр. Найдите высоту изображения предмета. Ответ выразите в сантиметрах (см).

Часть С

С1. Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E(1)$. Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

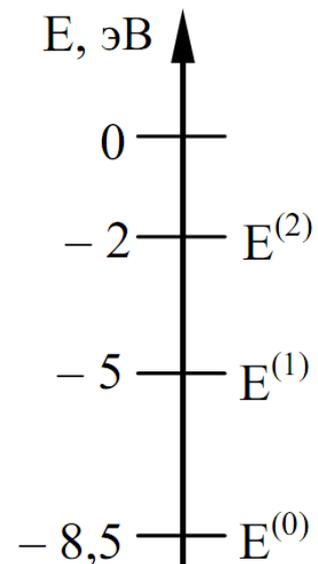


Рис. 7

Возможный вариант решения:

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние $E(0)$. Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной $E = E_0 + 3,5$ эВ, где E_0 – энергия электрона до столкновения; отсюда: $E_0 = E -$

3,5 эВ. Импульс p электрона связан с его кинетической энергией соотношением $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$, или $E = p^2/2m$, где m – масса электрона. Следовательно, $E_0 = p^2/2m = 3,5 \text{ эВ} = (1,44 \cdot 10^{-48} / 2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}) = 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$.

Ответ: $2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

С2. Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок 8). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом R . Если в точке А скорость шайбы превосходит $v_0 = 4 \text{ м/с}$, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1 \text{ м}$, угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0,2$. Найдите внешний радиус трубы R .

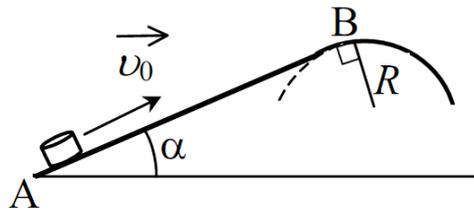


Рис. 8

Образец возможного решения

Изменение полной механической энергии шайбы равно работе силы трения: $mv_B^2/2 + mgL \sin \alpha - mv_0^2/2 = \mu mg L \cos \alpha$ (1)

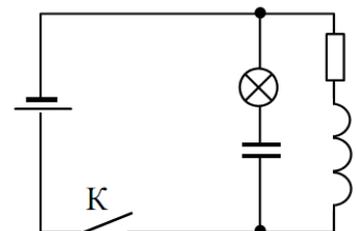
В точке В условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения величине нормальной составляющей ускорения силы тяжести: $v_B^2/R = g \cos \alpha, \Rightarrow v_B^2 = g R \cos \alpha$ (2)

Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы R :

$$R = v_0^2 / g \cos \alpha - 2L(\mu - \tan \alpha) \approx 0,3 \text{ м.}$$

Ответ: 0,3 м.

С3. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В, емкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, а также сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, а также сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

Образец возможного решения

Пока ключ замкнут, через катушку L течет ток I , определяемый сопротивлением резистора: $I = \varepsilon/R$, конденсатор заряжен до напряжения: $U = \varepsilon$. Энергия электромагнитного поля в катушке L : $LI^2/2$.

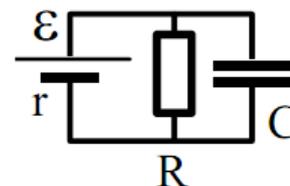
Энергия электромагнитного поля в конденсаторе $C\varepsilon^2/2$

После размыкания ключа начинаются электромагнитные колебания, и вся энергия, запасенная в конденсаторе и катушке, выделяется в лампе и на резисторе: $E = C\varepsilon^2/2 + LI^2/2 = C\varepsilon^2/2 + \varepsilon^2/2 R^2 \cdot L = 0,184$ Дж.

Согласно закону Джоуля–Ленца, выделяемая на резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия $0,184$ Дж выделяется в лампе и на резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится $E_{\text{л}} = 5/8E = 0,115$ Дж.

Ответ: $E_{\text{л}} = 0,115$ Дж.

С4. К источнику тока с ЭДС $\varepsilon = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?



Возможный вариант решения:

Образец возможного решения Закон Ома для полной цепи:

$I = \varepsilon / (R + r)$. Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U = IR$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Следовательно, $E = U/d = IR/d = \varepsilon R / d (R + r) = 4$ кВ/м.

Ответ: $E = 4$ кВ/м.

С5. π^0 -мезон массой $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг распадается на два γ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π^0 -мезон покоится.

Образец возможного решения

Согласно закону сохранения импульса, фотоны от распада покоящегося π^0 -мезона разлетаются в противоположные стороны с равными по величине импульсами: $p_1 = p_2 = p$. Энергия каждого фотона связана с величиной его импульса соотношением $E = p \cdot c$.

Согласно релятивистскому закону сохранения энергии, в распаде $mc^2 = 2pc$. Следовательно, $|p_1| = mc/2$.

Ответ: $p_1 = mc/2 = 3,6 \cdot 10^{20} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

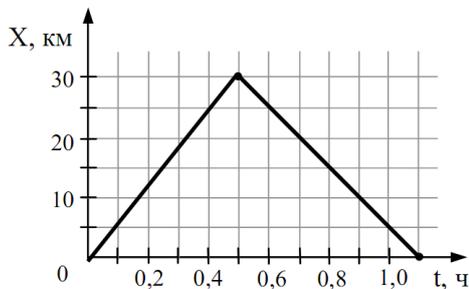


Рис. 1.1

A1. На рисунке 1.1 представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б – в точке $x = 30$ км. Чему равна максимальная скорость автобуса на всем пути следования туда и обратно?

- 1) 40 км/ч
- 2) 50 км/ч
- 3) 60 км/ч
- 4) 75 км/ч

A2 На рисунке 1.2 приведены условные изображения Солнца и Земли, а также вектор F_3 силы притяжения Солнца Землей. Известно, что масса Земли примерно в 81 раз больше массы Солнца.

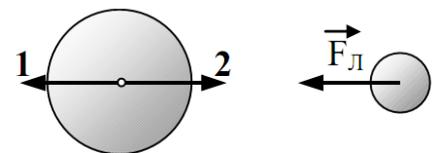


Рис. 1.2

Вдоль какой стрелки (1 или 2) направлена F_3

и чему равна по модулю сила,
ны Солнца?

действующая на Землю со сторо-

- 1) вдоль 1, равна F_3
- 2) вдоль 2, равна F_3
- 3) вдоль 1, равна $81F_3$
- 4) вдоль 2, равна $F_3/81$

A3 Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 20 Н, сила трения 5 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,8
- 2) 0,25
- 3) 0,75
- 4) 0,2

A5

При выполнении лабораторной работы ученик установил наклонную плоскость под углом 60° к поверхности стола. Длина плоскости равна 0,6 м. Чему равен момент силы тяжести бруска массой 0,1 кг относительно точки О при прохождении им середины наклонной плоскости?

- 1) 0,15 Н·м
- 2) 0,30 Н·м
- 3) 0,45 Н·м
- 4) 0,60 Н·м

A6.

Шары одинаковой массы движутся так, как показано на 1.4 рисунке, и абсолютно неупруго соударяются.

Как будет направлен импульс шаров после соударения?

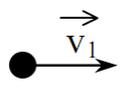
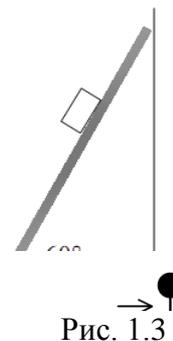


Рис.1.4

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

A7

Если и длину математического маятника, и массу его груза увеличить в 4 раза, то период свободных гармонических колебаний маятника

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 4 раза

4) уменьшится в 2 раза

A8

После толчка брусок скользит вверх по наклонной плоскости. В системе отсчета, связанной с плоскостью, направление оси Ox показано на левом рисунке. На каком из рисунков правильно показаны направления векторов скорости v бруска, его ускорения a и равнодействующей силы F ?

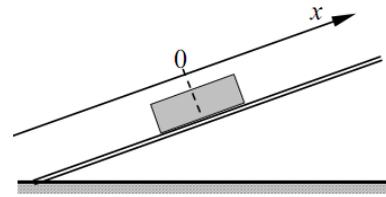
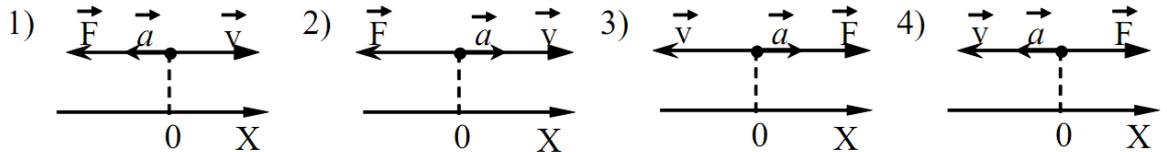


Рис. 1.5



A9

Пластилиновый шар массой $0,1$ кг имеет скорость 1 м/с. Он налетает на неподвижную тележку массой $0,1$ кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке (см. рисунок 1.6). Чему равна полная механическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях? Трением пренебречь.

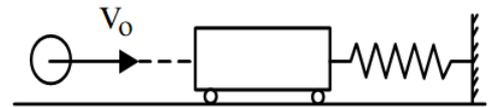


Рис. 1.6

1) $0,1$ Дж 2) $0,5$ Дж 3) $0,05$ Дж 4) $0,025$ Дж

A10

Постоянная масса идеального газа участвует в процессе, показанном на рисунке 1.7. Наибольшее давление газа в процессе достигается

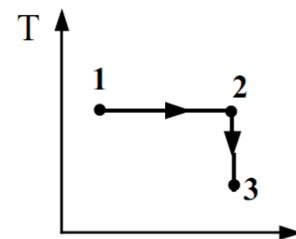


Рис. 1.7

- 1) в точке 1
- 2) в точке 3
- 3) на всем отрезке 1–2
- 4) на всем отрезке 2–3

A 11

При постоянной температуре объем данной массы идеального газа возрос в 4 раза. Давление газа при этом

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 4 раза
- 3) уменьшилось в 2 раза
- 4) уменьшилось в 4 раза

A12

На рисунке 1.8 представлен график зависимости абсолютной температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость льда по результатам этого опыта?

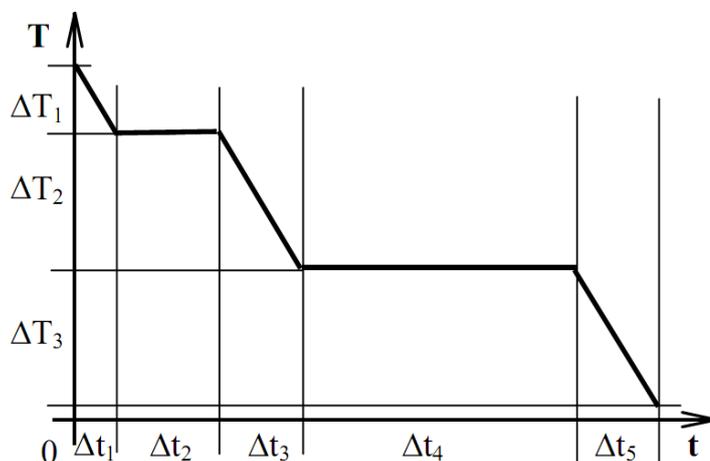


Рис. 1.8

- 1) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m}$
- 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$
- 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$
- 4) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$

A13

Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна

- 1) 0,5 кДж
- 2) 1,0 кДж
- 3) 1,5 кДж
- 4) 2,0 кДж

A14

Тепловая машина имеет КПД 25%. Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе ее работы составляет 3 кВт. Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10 с?

- 1) 0,4 Дж
- 2) 40 Дж
- 3) 400 Дж
- 4) 40 кДж

A15

Как изменится сила электростатического взаимодействия двух электрических зарядов при перенесении их из вакуума в среду с диэлектрической проницаемостью 81, если расстояние между ними останется прежним?

- 1) увеличится в 81 раз
- 2) уменьшится в 81 раз
- 3) увеличится в 9 раз
- 4) уменьшится в 9 раз

A16

На рисунке 1.9 показано расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+2q$ и $-q$. Модуль вектора напряженности электрического поля этих зарядов имеет

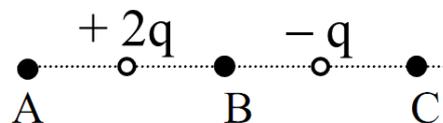


Рис. 1.9

- 1) максимальное значение в точке А
- 2) максимальное значение в точке В
- 3) одинаковые значения в точках А и С
- 4) одинаковые значения во всех трех точках

A17

В участке цепи, изображенном на рисунке 1.10, сопротивление каждого из резисторов равно 2 Ом. Полное сопротивление участка равно

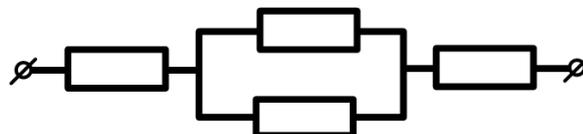


Рис. 1.10

- 1) 8 Ом
- 2) 6 Ом
- 3) 5 Ом
- 4) 4 Ом

A18

На рисунке 1.21 показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При напряжении 30 В мощность тока в лампе равна

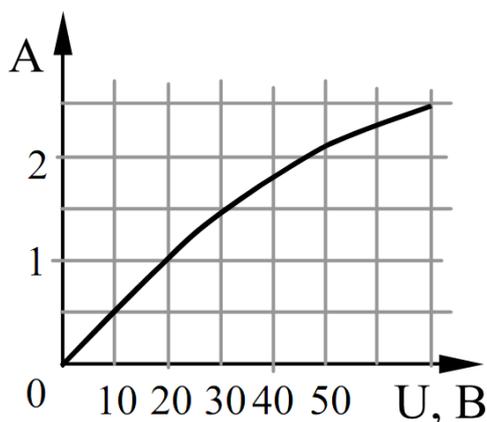


Рис. 1.21

- 1) 135 Вт

- 2) 67,5 Вт
- 3) 45 Вт
- 4) 20 Вт

A19

Сравните индуктивности L_1 и L_2 двух катушек, если при одинаковой силе тока энергия магнитного поля, создаваемого током в первой катушке, в 9 раз больше, чем энергия магнитного поля, создаваемого током во второй катушке.

- 1) L_1 в 9 раз больше, чем L_2
- 2) L_1 в 9 раз меньше, чем L_2
- 3) L_1 в 3 раза больше, чем L_2
- 4) L_1 в 3 раза меньше, чем L_2

A20

Среди приведенных примеров электромагнитных волн максимальной длиной волны обладает

- 1) инфракрасное излучение Солнца
- 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
- 3) излучение γ -радиоактивного препарата
- 4) излучение антенны радиопередатчика

A21

Какой из образов 1 – 4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

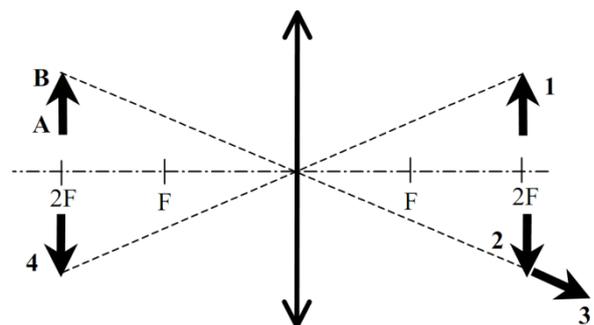


Рис. 1.22

A22

Два первоначально покоившихся электрона ускоряются в электрическом поле: первый в поле с разностью потенциалов U , второй – $2U$. Ускорившиеся электроны попадают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны скорости движения электронов. Отношение радиусов кривизны траекторий первого и второго электронов в магнитном поле равно

- 1) $\frac{1}{4}$ 2) $\frac{1}{2}$ 3) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 4) $\sqrt{2}$

A23

Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло – воздух равен $8/13$. Какова скорость света в стекле?

- 1) $4,88 \cdot 10^8$ м/с
2) $2,35 \cdot 10^8$ м/с
3) $1,85 \cdot 10^8$ м/с
4) $3,82 \cdot 10^8$ м/с

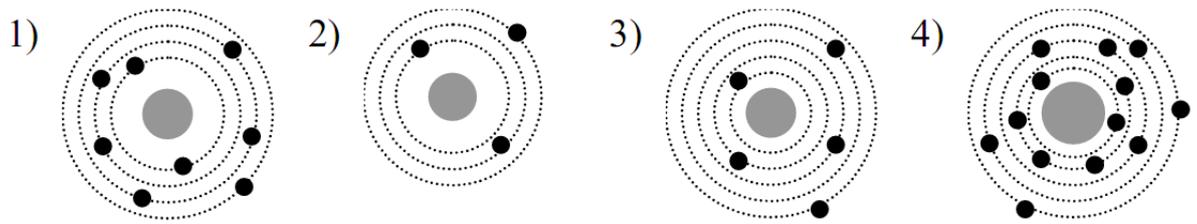
A24

Один ученый проверяет закономерности колебания пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой ученый – в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут

- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
2) разными, так как на корабле время течет медленнее
3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала
4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

A25

На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Какая схема соответствует атому ${}_{13}^{5}\text{B}$?



A26

Какая доля от большого количества радиоактивных атомов остается нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 0%

A27

В результате серии радиоактивных распадов уран ${}_{92}\text{U}^{238}$ превращается в свинец ${}_{82}\text{Pb}^{206}$. Какое количество α - и β -распадов он испытывает при этом?

- 1) 8 α и 6 β 2) 6 α и 8 β 3) 10 α и 5 β 4) 5 α и 10 β

A28

В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) увеличилось в 1,5 раза
 2) стало равным нулю
 3) уменьшилось в 2 раза
 4) уменьшилось более чем в 2 раза

A29

На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (рисунок 1.23).

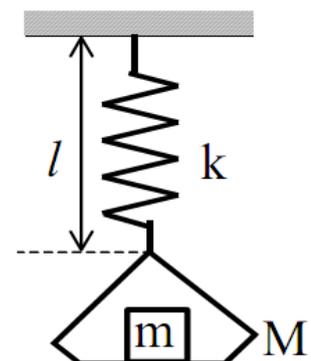
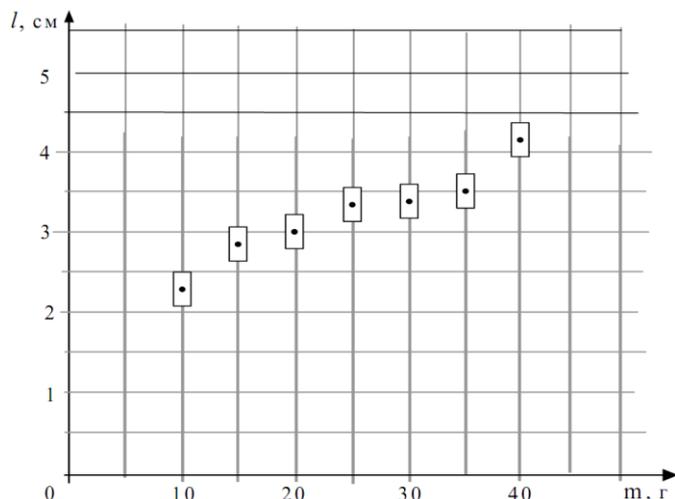


Рис. 1.23

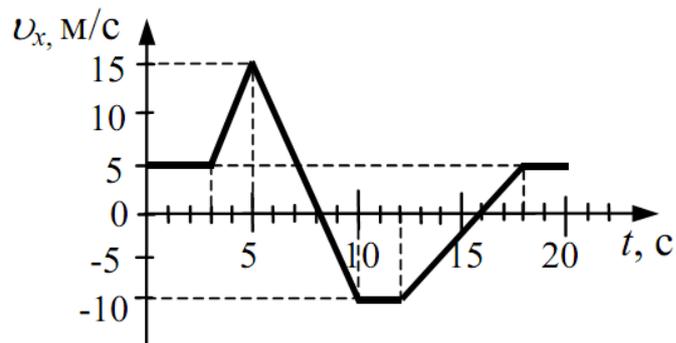


С учетом погрешностей измерений ($\Delta m = \pm 1$ г, $\Delta l = \pm 0,2$ см) жесткость пружины k приблизительно равна

- 1) 7 Н/м
- 2) 10 Н/м
- 3) 20 Н/м
- 4) 30 Н/м

А1

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени. График зависимости проекции ускорения тела a_x от времени в интервале времени от 12 до 16 с совпадает с графиком



1) $a_x, \text{M/c}^2$



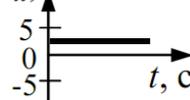
2) $a_x, \text{M/c}^2$



3) $a_x, \text{M/c}^2$



4) $a_x, \text{M/c}^2$



А2

Полосовой магнит массой m поднесли к массивной стальной плите массой M . Сравните силу действия магнита на плиту F_1 с силой действия плиты на магнит F_2 .

- 1) $F_1 = F_2$
- 2) $F_1 > F_2$
- 3) $F_1 < F_2$
- 4) $F_1 / F_2 = m / M$

А3

При движении по горизонтальной поверхности на тело массой 40 кг действует сила трения скольжения 10 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 5 раз, если коэффициент трения не изменится?

- 1) 1 Н
- 2) 2 Н
- 3) 4 Н
- 4) 8 Н

A4

Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

- 1) 3000 кг
- 2) 4500 кг
- 3) 1500 кг
- 4) 1000 кг

A5

Санки массой m тянут в гору с постоянной скоростью. Когда санки поднимутся на высоту h от первоначального положения, их полная механическая энергия

- 1) не изменится
- 2) увеличится на mgh
- 3) будет неизвестна, так как не задан наклон горки
- 4) будет неизвестна, так как не задан коэффициент трения

A6

Принято считать, что женский голос сопрано занимает частотный интервал от $\nu_1 = 250$ Гц до $\nu_2 = 1000$ Гц. Отношение граничных длин звуковых волн λ_1/λ_2 этого интервала равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 1/4
- 4) 4

A6

При понижении абсолютной температуры одноатомного идеального газа в 1,5 раза средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул

- 1) увеличится в 1,5 раза
- 2) уменьшится в 1,5 раза

- 3) уменьшится в 2,25 раза
- 4) не изменится

A7

Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

В стакане через 7 мин после начала измерений находилось вещество

- 1) только в жидком состоянии
- 2) только в твердом состоянии
- 3) и в жидком, и в твердом состояниях
- 4) и в жидком, и в газообразном состояниях

A8

Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3 (см.рисунок)?

- 1) 10 кДж
- 2) 20 кДж
- 3) 30 кДж
- 4) 40 кДж

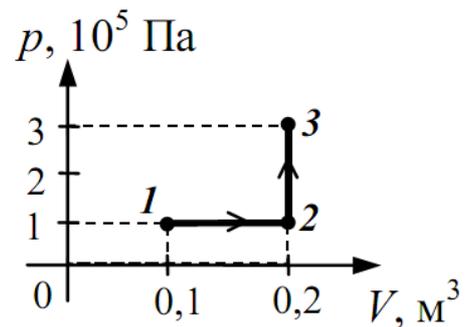


Рисунок 1

A9

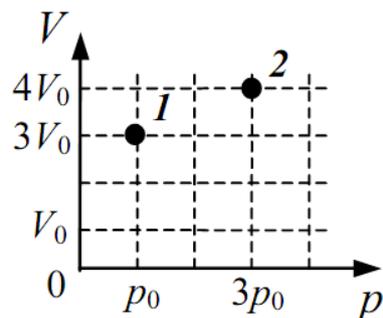
В тепловой машине температура нагревателя 600 К, температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя. Максимально возможный КПД машины равен

- 1) 3/4
- 2) 2/3
- 3) 1/2
- 4) 1/3

A10

В сосуде находится постоянное количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1) $T_2 = 4T_1$
- 2) $T_2 = 1/4T_1$
- 3) $T_2 = 4/3T_1$
- 4) $T_2 = 3/4T_1$



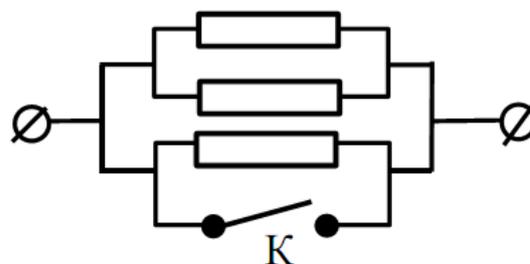
A11

Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, а один из зарядов увеличили в 3 раза. Силы взаимодействия между ними

- 1) не изменились
- 2) уменьшились в 3 раза
- 3) увеличились в 3 раза
- 4) увеличились в 27 раз

A12

Каким будет сопротивление участка цепи (см. рисунок), если ключ К замкнуть? (Каждый из резисторов имеет сопротивление R.)



- 1) R
- 2) 2R
- 3) 3R
- 4) 0

Рис. 2.24

A13

На рисунке 1.24 изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

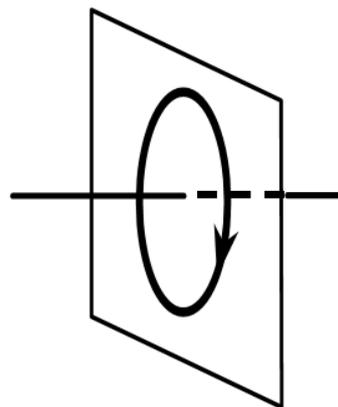
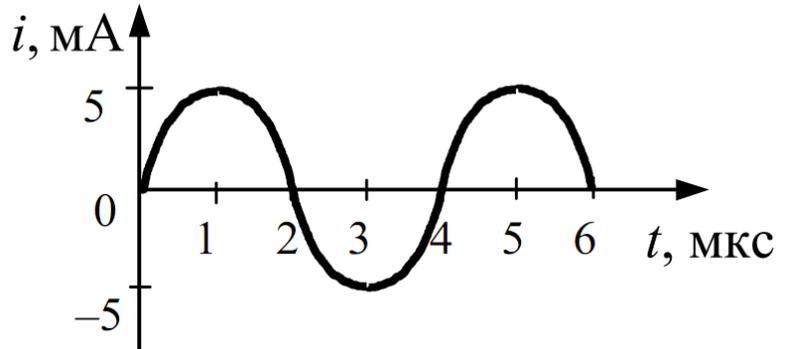


Рис. 1.24

- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

A14

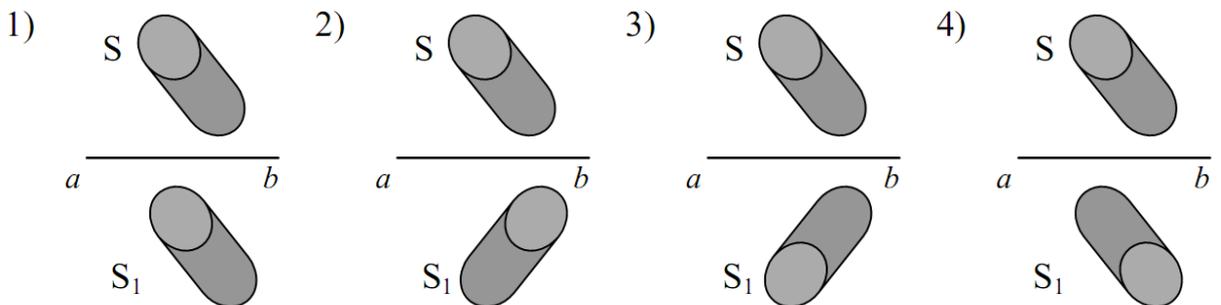
На рисунке приведен график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза меньше, то период колебаний станет равен



- 1) 1 мкс
- 2) 2 мкс
- 3) 4 мкс
- 4) 8 мкс

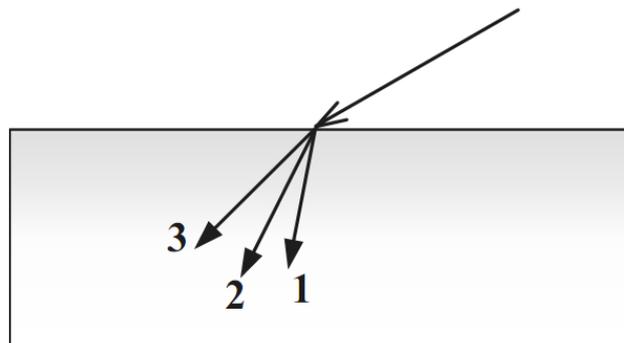
A15

Источник света S отражается в плоском зеркале ab. Изображение S₁ этого источника в зеркале показано на рисунке



A16

В некотором спектральном диапазоне угол преломления лучей на границе воздух-стекло падает с увеличением частоты излучения. Ход лучей для трех основных цветов при падении белого света из воздуха на границу раздела



показан на рисунке. Цифрам соответствуют цвета

- 1) 1 – красный 2 – зеленый 3 – синий
- 2) 1 – синий 2 – красный 3 – зеленый
- 3) 1 – красный 2 – синий 3 – зеленый
- 4) 1 – синий 2 – зеленый 3 – красный

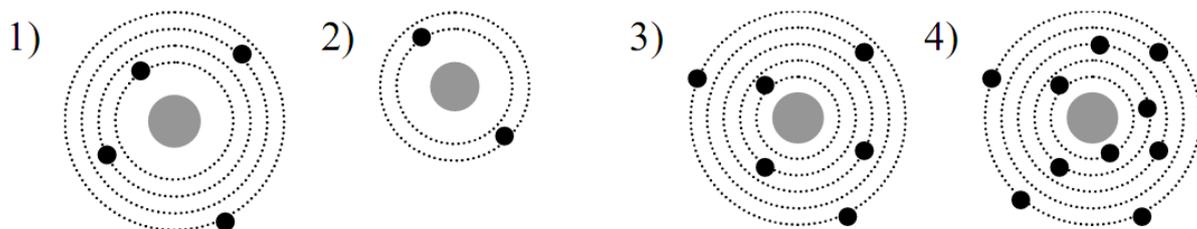
A17

На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 10 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 220 В. Какое максимальное число электрических лампочек, мощность каждой равна 200 Вт, можно одновременно включить в квартире?

- 1) 8
- 2) 12
- 3) 11
- 4) 10

A18

На рисунке изображены схемы четырех атомов, соответствующие модели атома Резерфорда. Черными точками обозначены электроны. Атому ${}^6_2\text{Be}$ соответствует схема



A19

Период полураспада ядер атомов радия Ra^{226} составляет 1620 лет. Это означает, что в образце, содержащем большое число атомов радия, 88

- 1) за 1620 лет атомный номер каждого атома радия уменьшится вдвое
- 2) одно ядро радия распадается каждые 1620 лет
- 3) половина изначально имевшихся ядер радия распадается за 1620 лет
- 4) все изначально имевшиеся ядра радия распадутся через 3240 лет

A20

Радиоактивный свинец ${}_{82}\text{Pb}^{212}$, испытав один α -распад и два β -распада, превратился в изотоп

- 1) висмута ${}_{83}\text{Bi}^{211}$
- 2) полония ${}_{84}\text{Po}^{212}$
- 3) свинца ${}_{82}\text{Pb}^{82}$
- 4) таллия ${}_{81}\text{Tl}^{208}$

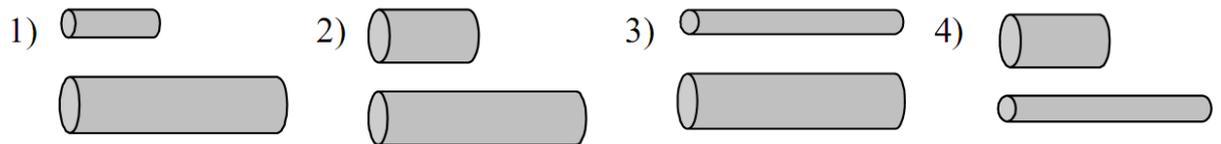
A21

Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом фиксированной частоты. При этом задерживающая разность потенциалов равна U . После изменения частоты света задерживающая разность потенциалов увеличилась на $\Delta U = 1,2 \text{ В}$. На сколько изменилась частота падающего света?

- 1) $1,8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$
- 2) $2,9 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$
- 3) $6,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$
- 4) $1,9 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$

A22

Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее диаметра?



A23

Исследовалась зависимость напряжения на обкладках воздушного конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице.

q , мкКл	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
U , кВ	0	0,5	1,5	3,0	3,5	3,5

Погрешности измерений величин q и U равнялись соответственно $0,05 \text{ мкКл}$ и $0,25 \text{ кВ}$. Емкость конденсатора примерно равна

- 1) 250 пФ

- 2) 10 нФ
- 3) 100 пФ
- 4) 750 мкФ

В задании В1 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

Плоский воздушный конденсатор отключили от источника тока, а затем увеличили расстояние между его пластинами. Что произойдет при этом с зарядом на обкладках конденсатора, электроемкостью конденсатора и напряжением на его обкладках?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Заряд конденсатора
- Б) Электроемкость
- В) Напряжение на обкладках

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В2 – В4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В2

Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания. Максимальное ускоре-

ние груза при этом равно 10 м/с^2 . Какова максимальная скорость груза?

В3

В баллоне находятся 20 кг азота при температуре 300 К и давлении 105 Па. Каков объем баллона? Ответ округлите до целых.

В4

Прямолинейный проводник длиной $l = 0,2 \text{ м}$, по которому течет ток $I = 2 \text{ А}$, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6 \text{ Тл}$ и расположен перпендикулярно вектору B . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?

В5

Груз массой m , подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с максимальной потенциальной энергией пружины, периодом и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде уменьшить массу груза?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) период колебаний
- Б) частота колебаний
- В) максимальная потенциальная энергия пружины

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

Используя первый закон термодинамики, установите соответствие между описанными в первом столбце особенностями изопроцесса в идеальном газе и его названием.

ОСОБЕННОСТИ ИЗОПРОЦЕССА

- А) Все переданное газу количество теплоты идет на совершение

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

- 1) изотермический
- 2) изобарный

работы, а внутренняя энергия
газа остается неизменной.

- 3) изохорный
- 4) адиабатный

Б) Изменение внутренней энергии
газа происходит только за счет
совершения работы, так как
теплообмен с окружающими
телами отсутствует.

А	Б

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

Ответом к каждому заданию В3–В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В6

Летающий снаряд разрывается на два осколка. По отношению к направлению движения снаряда первый осколок летит под углом 90° со скоростью 50 м/с , а второй – под углом 30° со скоростью 100 м/с . Найдите отношение массы первого осколка к массе второго осколка.

В7

В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ заливают $m = 1 \text{ кг}$ воды с температурой $t_2 = 44^\circ\text{C}$. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

В8

Предмет высотой 6 см расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от ее оптического центра. Оптическая сила линзы 5 дптр . Найдите высоту изображения предмета. Ответ выразите в сантиметрах (см).

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания С1 – С5 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1

Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{пл} = 15$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

С2

10 моль одноатомного идеального газа сначала охладил, уменьшив давление в 3 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок 1.24). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?

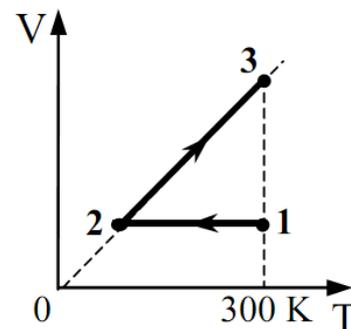


Рис. 1.24

С3

К источнику тока с ЭДС $\varepsilon = 9$ В

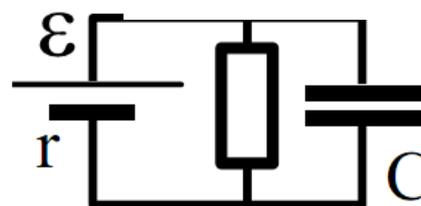


Рис. 1.24

и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?

С4

На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Определите глубину тени под плотом. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $4/3$.

С5

Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E(1)$. Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

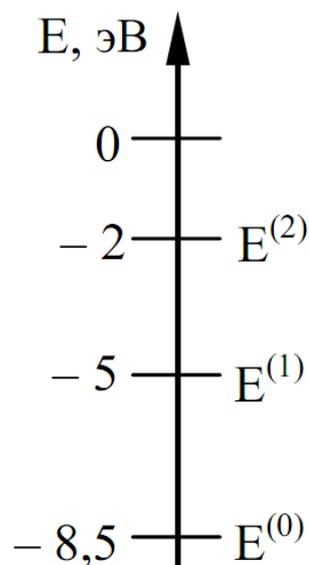


Рис. 1.25

С6

Человек в очках вошел с улицы в теплую комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдалось это явление? В комнате температура воздуха 22°C , а относительная влажность воздуха 50%. Поясните, как вы получили ответ.

(При ответе на этот вопрос воспользуйтесь таблицей для давления насыщенных паров воды.)

Давление насыщенных паров воды при различных температурах

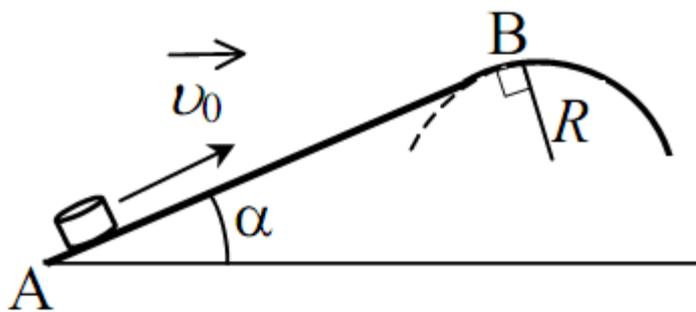
$t, ^\circ\text{C}$ 8 9 10 11 12 13 14 15
 $p, \text{кПа}$ 1,07 1,15 1,23 1,31 1,40 1,50 1,60 1,70

$t, ^\circ\text{C}$ 16 17 18 19 20 21 22 23
 $p, \text{кПа}$ 1,82 1,94 2,06 2,20 2,34 2,49 2,64 2,81

Полное правильное решение каждой из задач С2–С5 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

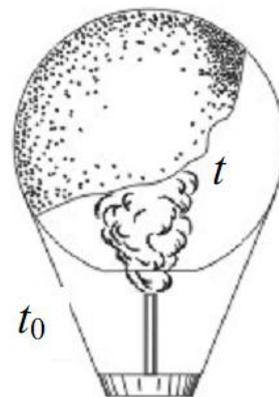
С7

Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом R . Если в точке А скорость шайбы превосходит $v_0 = 4$ м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1$ м, угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0,2$. Найдите внешний радиус трубы R .



С8

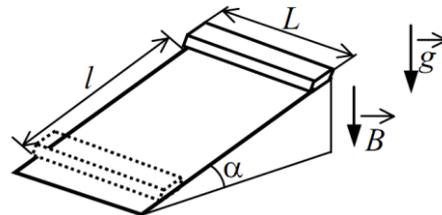
Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объем $V = 230$ м³, наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Какую минимальную температуру t должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет



в нижней части небольшое отверстие.

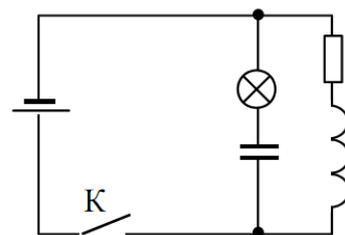
С9

Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5$ м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6$ м.



С10

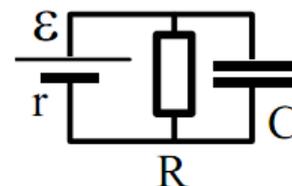
В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В, емкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, а также сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



С11

π^0 -мезон массой $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг распадается на два γ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π^0 -мезон покоится.

К источнику тока с ЭДС $\varepsilon = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?



Возможный вариант решения:

Образец возможного решения Закон Ома для полной цепи:

$I = \varepsilon / (R + r)$. Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U = IR$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Следовательно, $E = U/d = IR/d = \varepsilon R / d (R + r) = 4$ кВ/м.

Ответ: $E = 4$ кВ/м.

С5

Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E(1)$. Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

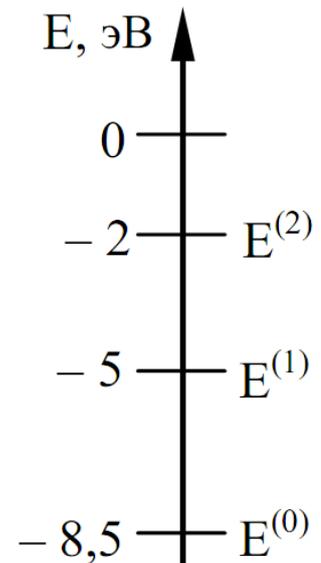


Рис. 1.25

Возможный вариант решения:

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние $E(0)$. Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной $E = E_0 + 3,5$ эВ, где E_0 — энергия электрона до столкновения; отсюда: $E_0 = E - 3,5$ эВ. Импульс p электрона связан с его кинетической энергией соотношением $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$, или $E = p^2 / 2m$, где m — масса электрона. Следовательно, $E_0 = p^2 / 2m - 3,5$ эВ = $(1,44 \cdot 10^{-48} / 2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}) - 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,3 \cdot 10^{-19}$ (Дж).

Ответ: $2,3 \cdot 10^{-19}$ Дж.

С1

Человек в очках вошел с улицы в теплую комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдалось это явление? В комнате температура воздуха 22°C , а относительная влажность воздуха 50%. Поясните, как вы получили ответ.

(При ответе на этот вопрос воспользуйтесь таблицей для давления насыщенных паров воды.)

Давление насыщенных паров воды при различных температурах $t, ^\circ\text{C}$ 8 9 10 11 12 13 14 15

$p, \text{кПа}$ 1,07 1,15 1,23 1,31 1,40 1,50 1,60 1,70

$t, ^\circ\text{C}$ 16 17 18 19 20 21 22 23

$p, \text{кПа}$ 1,82 1,94 2,06 2,20 2,34 2,49 2,64 2,81

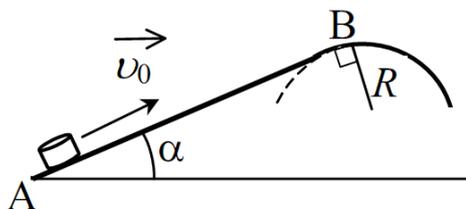
Образец возможного решения

Когда человек входит в дом, температура стекол его очков практически равна температуре на улице. Очки запотевают, если температура стекол удовлетворяет условию выпадения росы при заданном парциальном давлении водяного пара в комнате.

Если относительная влажность воздуха в комнате 50%, то парциальное давление водяных паров составляет половину давления насыщенного пара при комнатной температуре, т.е. 1,32 кПа. Очки запотеют, если температура на улице соответствует такому (или ниже) давлению насыщенного водяного пара. По таблице находим, что температура на улице не выше 11°C .

C2

Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом R .



Если в точке А скорость шайбы превосходит $v_0 = 4 \text{ м/с}$, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1 \text{ м}$, угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0,2$. Найдите внешний радиус трубы R .

Образец возможного решения

Изменение полной механической энергии шайбы равно работе силы трения: $mv_B^2/2 + mgL \sin \alpha - mv_0^2/2 = \mu mg L \cos \alpha$ (1)

В точке В условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения величине нормальной составляющей ускорения силы тяжести: $v_B^2/R = g \cos \alpha, \Rightarrow v_B^2 = g R \cos \alpha$ (2)

Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы R:
 $R = v^2_0 / g \cos \alpha - 2L(\mu - \operatorname{tg} \alpha) \approx 0,3 \text{ м.}$

С6

π^0 -мезон массой $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг распадается на два γ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π^0 -мезон покоится.

Образец возможного решения

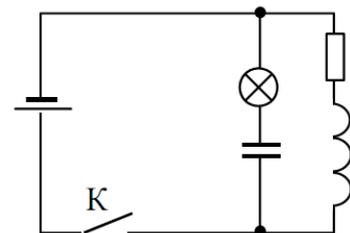
Согласно закону сохранения импульса, фотоны от распада покоящегося π^0 -мезона разлетаются в противоположные стороны с равными по величине импульсами: $p_1 = p_2 = p$. Энергия каждого фотона связана с величиной его импульса соотношением $E = p \cdot c$.

Согласно релятивистскому закону сохранения энергии, в распаде $mc^2 = 2pc$. Следовательно, $|p_1| = mc/2$.

Ответ: $p_1 = mc/2 = 3,6 \cdot 10^{20} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

С10

В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В, емкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, а также сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



Образец возможного решения

Пока ключ замкнут, через катушку L течет ток I, определяемый сопротивлением резистора: $I = \varepsilon / R$, конденсатор заряжен до напряжения: $U = \varepsilon$. Энергия электромагнитного поля в катушке L: $LI^2/2$.

Энергия электромагнитного поля в конденсаторе $C\varepsilon^2/2$

После размыкания ключа начинаются электромагнитные колебания, и вся энергия, запасенная в конденсаторе и катушке, выделяется в лампе и на резисторе: $E = C\varepsilon^2/2 + LI^2/2 = C\varepsilon^2/2 + \varepsilon^2/2 R^2 \cdot L = 0,184 \text{ Дж.}$

Согласно закону Джоуля–Ленца, выделяемая на резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия

0,184 Дж выделяется в лампе и на резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится $E_{\text{л}} = 5/8E = 0,115$ Дж.

Ответ: $E_{\text{л}} = 0,115$ Дж.