



Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые следует дать краткий ответ и 4 задания повышенной трудности с выбором правильного варианта ответа (A22–A25).

Часть 3 состоит из 6 задач (C1–C6), для которых требуется дать развернутые решения.

При выполнении заданий B3–B4 части 2 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 можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

2016г.

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$= 8,31 \text{ Дж/(моль К)}$
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	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура 0°С

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

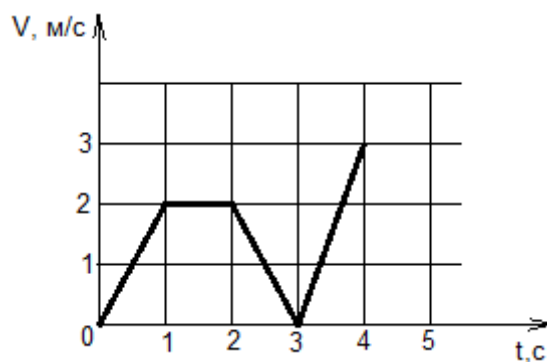


При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Если скорость материальной точки при прямолинейном движении изменяется по закону $v = 2 - 2t$ (м/с), то через 4 с после начала движения модуль вектора перемещения равен

- 1) 8 м 2) 10 м 3) 0 4) 4 м

A2 Тело массой 1 кг движется прямолинейно со скоростью, зависимость от времени которой приведена на рисунке. На каком промежутке времени модуль силы, действующий на тело, равен 3 Н?



- 1) 0 - 1 с 2) 1 с - 2 с 3) 2 с - 3 с 4) 3 с - 4 с

A3 Тело массой 500 г падает вертикально вниз с ускорением 8 м/с^2 . Чему равна средняя сила сопротивления воздуха?

- 1) 0,5 Н 2) 1 Н 3) 4 Н 4) 1000 Н

A4 При выстреле из пушки, находящейся на гладкой поверхности, вылетает снаряд массой $m=4 \text{ кг}$ со скоростью $v_1=600 \text{ м/с}$ под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту. Если за счет отдачи пушка откатывается назад со скоростью $v=4 \text{ м/с}$, то ее масса равна

- 1) 479 кг 2) 520 кг 3) 612 кг 4) 744 кг

A5 Кинетическая энергия тела 16 Дж. Если при этом импульс тела равен $8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, то масса тела равна:

- 1) 1 кг 2) 4 кг 3) 0,4 кг 4) 2 кг

A6 Циклическая частота колебаний математического маятника длиной $L=20 \text{ см}$ в некоторой точке поверхности Земли равна 7 рад/с. Каково ускорение свободного падения в этом месте?

- 1) $9,81 \text{ м/с}^2$ 2) $9,83 \text{ м/с}^2$ 3) $9,78 \text{ м/с}^2$ 4) $9,80 \text{ м/с}^2$

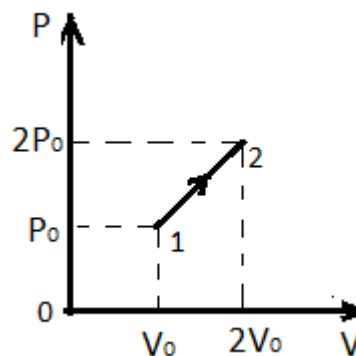
A7 Определите концентрацию молекул водорода, находящегося под давлением $2,67 \cdot 10^4 \text{ Па}$, если средний квадрат скорости поступательного движения молекул при этих условиях равен $4,0 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$. ($M=0,002 \text{ кг/моль}$).

- 1) $3,0 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$
2) $6,0 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$
3) $12,0 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$
4) $24,0 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$



A8 Если температура идеального газа в состоянии 1 была 300 К, то после осуществления процесса 1-2, изображенного на диаграмме PV , температура газа в состоянии 2 оказалась равной

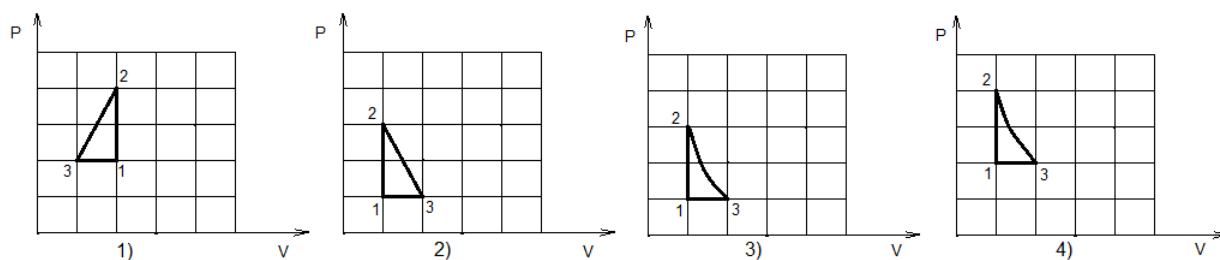
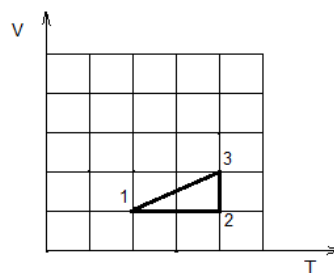
- 1) 300 К 2) 600 К
3) 900 К 4) 1200 К



A9 При изотермическом расширении идеальному газу сообщили 10 Дж тепла. Работа, совершенная газом, при этом равна

- 1) 5 Дж 2) 7,5 Дж 3) 2,5 Дж 4) 10 Дж

A10 На рисунке представлен график некоторого процесса, происходящего с идеальным газом, в координатах (V, T) . В координатах (p, V) график этого процесса имеет вид:



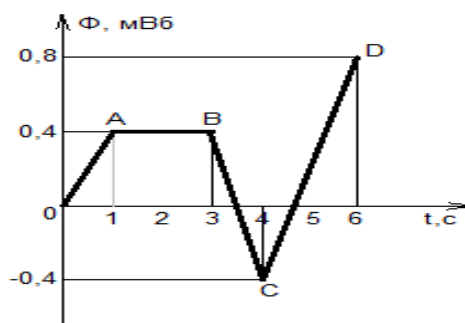
A11 Если на точечный заряд 10^{-9} Кл, помещенный в некоторую точку поля, действует сила $2 \cdot 10^{-8}$ Н, то модуль напряженности поля в этой точке равен

- 1) 10 В/м 2) 200 В/м 3) 150 В/м 4) 20 В/м

A12 Проводники с сопротивлением $R_1=6$ Ом и $R_2=4$ Ом соединены параллельно. Какова мощность тока в проводнике с сопротивлением R_2 , если сила тока в первом проводнике 1 А?

- 1) 9 Вт 2) 7 Вт 3) 5 Вт 4) 3 Вт

A13 Зависимость от времени t магнитного потока Φ , пронизывающего виток, показана на рисунке. Чему равен ток в витке в интервале В - С, если его сопротивление равно 0,2 Ом?



- 1) 4 мА 2) 6 мА 3) 8 мА 4) 2 мА

A14 Колебательный контур состоит из катушки индуктивности $L=6$ мГн и конденсатора емкостью $C=40$ пФ. Если максимальный заряд на конденсаторе равен $3 \cdot 10^{-9}$ Кл, то максимальный ток, протекающий в схеме, равен

- 1) 82 мА 2) 122 мА 3) 186 мА 4) 194 мА



A15 Длина световой волны в некоторой жидкости $6 \cdot 10^{-7}$ м, а частота $4 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите абсолютный показатель преломления этой жидкости.

- 1) 2,40 2) 1,50 3) 1,33 4) 1,25

A16 Неподвижная ракета на Земле имела длину $L=100$ м. При скорости ракеты $v=1,5 \cdot 10^8$ м/с с точки зрения наблюдателя, оставшегося на Земле, ее длина уменьшится на

- 1) 16,2 м 2) 13,4 м 3) 8,8 м 4) 1,9 м

A17 Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, равна $\lambda_{кр}=800$ нм. Если при облучении фотокатода лучами с длиной волны λ кинетическая энергия выбитых электронов оказалась равной работе выхода, то λ равна

- 1) 200 нм 2) 400 нм 3) 800 нм 4) 1600 нм

A18 Энергию электрона на n -ом уровне атома водорода можно представить в виде $\frac{-hR}{n^2}$, где h -постоянная Планка, $R=3,28 \cdot 10^{15}$ Гц. Электрон атома водорода переходит с четвертого энергетического уровня на второй, при этом излучается свет с частотой:

- 1) $0,9 \cdot 10^{14}$ Гц 2) $1,4 \cdot 10^{14}$ Гц 3) $5,4 \cdot 10^{14}$ Гц 4) $6,2 \cdot 10^{14}$ Гц

A19 При радиоактивном распаде из ядра урана ${}_{92}\text{U}^{238}$ испускается α -частица (ядро атома гелия ${}_2\text{He}^4$). В процессе распада ядро атома урана превратилось в ядро химического элемента

- 1) ${}_{90}\text{Th}^{234}$ 2) ${}_{91}\text{Pa}^{233}$ 3) ${}_{92}\text{U}^{238}$ 4) ${}_{93}\text{Np}^{237}$

A20 Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений её температуры с течением времени

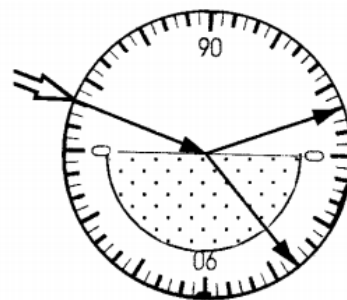
Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, $^{\circ}\text{C}$	95	88	81	80	80	80	77	72

В стакане через 7 мин после начала измерений находилось вещество

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

A21 На рисунке опыт, проведенный учащимися по преломлению света в стеклянной пластине, находящейся в воздухе. Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^{\circ}}{\sin 40^{\circ}}$ 2) $\frac{\sin 40^{\circ}}{\sin 20^{\circ}}$
3) $\frac{\sin 40^{\circ}}{\sin 70^{\circ}}$ 4) $\frac{\sin 70^{\circ}}{\sin 40^{\circ}}$





Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Кубик объемом V полностью погружен в жидкость плотностью ρ так, что его нижняя грань находится на глубине h под поверхностью жидкости, но не касаясь дна сосуда. Установите соответствие между физическими величинами и формулами по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) гидростатическое давление жидкости на нижнюю грань кубика
Б) выталкивающая сила, действующая на кубик со стороны жидкости

- 1) $\rho g V$
2) $\rho g V^{2/3}$
3) $\rho g h$
4) $\rho g V/h^3$

А	Б

В2 Одноатомный идеальный газ в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Масса газа постоянна. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия газа?

Для каждого этапа определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого этапа. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа	Давление газа	Внутренняя энергия газа

В3 Неподвижный положительный точечный заряд Q создает в вакууме электрическое поле. На расстоянии r от него помещают пробный точечный заряд q .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) сила, действующая на пробный заряд
Б) напряженность электростатического поля в точке, где расположен пробный заряд

- 1) kq^2/r^2
2) kQ/r^2
3) kQq/r
4) kQq/r^2

А	Б



В4 При настройке колебательного контура радиопередатчика ёмкость, входящего в него конденсатора, увеличили. Как при этом изменились частота колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась
2) Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

Задания этой части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22 Определите расстояние между двумя точками, колеблющимися в одинаковой фазе, если волна распространяется со скоростью 325 м/с, а частота её колебаний равна 250 Гц.

- 1) 1,3 м 2) 81250 м 3) 0,65 м 4) 40625 м

A23 Смешали 2 кг воды при температуре 90°C и 3 кг воды при температуре 10°C. Если пренебречь потерями тепла, то температура смеси станет равна

- 1) 42 К 2) 42°C 3) 40°C 4) 50°C

A24 Два точечных заряда + 4 нКл и – 8 нКл находятся в воздухе на расстоянии 4 см друг от друга. С какой силой они будут действовать на заряд + 5нКл, находящийся посередине между ними?

- 1) 1,35 мН 2) 0,45 мН 3) 0,2 мН 4) 0,4 мН

A25 Протон и нейтрон, движущиеся со скоростями v и $4v$, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Сравните радиусы кривизны траекторий этих частиц.

- 1) $R_p/R_n=4$ 2) $R_p/R_n=2$ 3) $R_p/R_n=16$ 4) $R_p/R_n=0$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

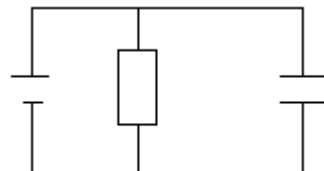
C1 Почему зимой редко бывают грозы?



С2 Санки массой 80 кг съезжают из состояния покоя с горы длиной 200 м и высотой 20 м. Найти скорость в конце горы, если средняя сила сопротивления равна 60 Н.

С3 Манометр на баллоне с газом в помещении с температурой $t_1=17^\circ\text{C}$ показывает давление $P=240$ кПа. На улице показание манометра уменьшилось на $\Delta p=40$ кПа. Найдите температуру наружного воздуха, если атмосферное давление $P_0=100$ кПа.

С4 К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E}=9$ 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.



С5 Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось ОХ, перпендикулярную плоскости рамки, медленно меняется от $B_{1x} = 3$ Тл до $B_{2x} = -1$ Тл. За время изменения поля по рамке протекает заряд 1,6 Кл. Определите площадь рамки.

С6 Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0=290$ нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda=220$ нм. При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается?