



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!

2016 г.

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

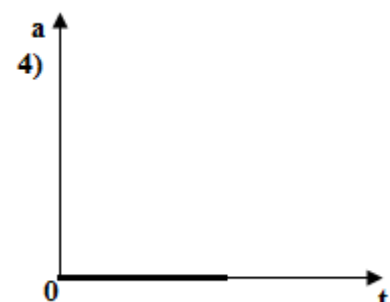
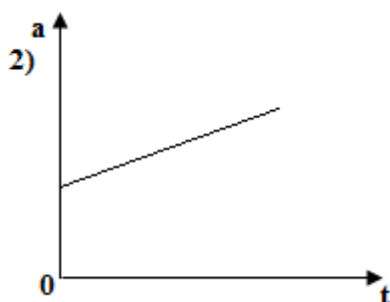
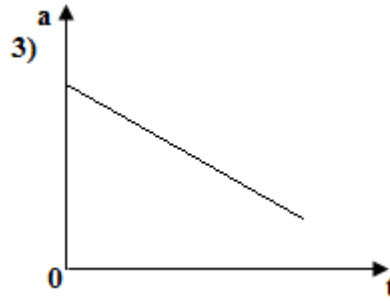
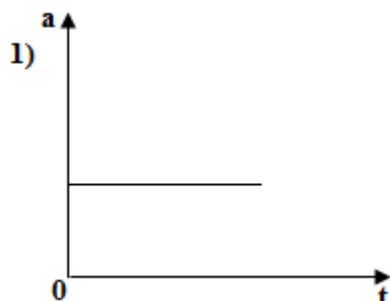
Молярная масса

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 На рисунках изображены графики зависимости модуля ускорения от времени для разных видов движения по прямой. Какой график соответствует равномерному движению?



A2 В инерциальной системе отсчета сила $\vec{F}$ сообщает телу массой m ускорение $\vec{a}$. Как надо изменить величину силы, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1) увеличить в 2 раза | 3) уменьшить в 2 раза |
| 2) увеличить в 4 раза | 4) оставить неизменной |

A3 К пружине школьного динамометра подвешен груз массой 0,1 кг. При этом пружина удлинилась на 2,5 см. Каким будет удлинение пружины при добавлении ещё двух грузов по 0,1 кг?

- | | | | |
|---------|-----------|----------|------------|
| 1) 5 см | 2) 7,5 см | 3) 10 см | 4) 12,5 см |
|---------|-----------|----------|------------|

A4 Снаряд массой $m=20$ кг, летевший горизонтально со скоростью $v=50$ м/с, попадает в платформу с песком массой $M=10$ т и застревает в песке. С какой скоростью U начнет двигаться платформа, если первоначально она покоилась?

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1) $\approx 0,5$ м/с | 2) $\approx 0,3$ м/с | 3) $\approx 0,2$ м/с | 4) $\approx 0,1$ м/с |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|

A5 Постоянная сила $F=0,5$ Н действует на тело массой $m=10$ кг в течение времени $t=2$ с. Определить конечную кинетическую энергию тела E_k , если начальная кинетическая энергия равна нулю

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| 1) 0,01 Дж | 2) 0,02 Дж | 3) 0,04 Дж | 4) 0,05 Дж |
|------------|------------|------------|------------|

A6 Массивный шарик, подвешенный на легкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы уменьшить частоту колебаний в 2 раза, достаточно жёсткость пружины

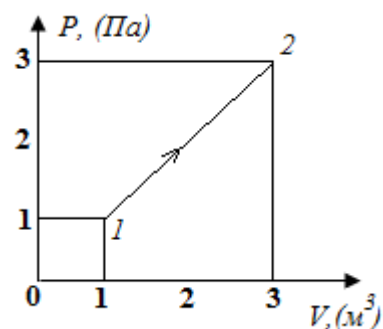
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) уменьшить в 2 раза | 3) увеличить в $\sqrt{2}$ раз |
| 2) уменьшить в $\sqrt{2}$ раз | 4) уменьшить в 4 раза |



A7 Какое давление производят пары ртути в баллоне ртутной лампы объемом $3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ при 300 К, если в ней содержится 10^{18} молекул?

- 1) 138 Па 2) 165 Па 3) 180 Па 4) 210 Па

A8 Если в состоянии 1 температура идеального газа была T_1 , то после осуществления процесса 1-2, изображенного на диаграмме (масса газа в ходе процесса не изменялась) его температура оказалась равной

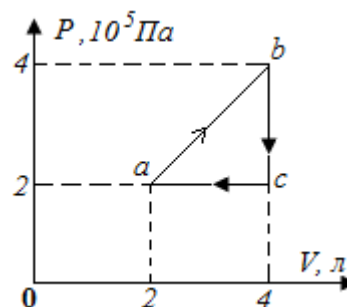


- 1) $3T_1$ 2) $2T_1$ 3) $4T_1$ 4) $9T_1$

A9 В идеальном тепловом двигателе за счет каждого килоджоуля энергии, полученной от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определите температуру нагревателя, если температура холодильника 7°C .

- 1) 127°C 2) 220°C 3) 200°C 4) 300°C

A10 Вычислить работу идеального газа при совершении им кругового процесса a-b-c-a, который изображен на графике (см. рис.)



- 1) 200 Дж 2) 300 Дж 3) 400 Дж 4) 600 Дж

A11 Два заряда по $4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, разделенные слюдой толщиной 1 см, взаимодействуют с силой $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$. Определить диэлектрическую проницаемость слюды

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

A12 Батарея аккумуляторов имеет ЭДС 12 В. Сила тока в цепи равна 4 А, а напряжение на клеммах 11 В. Определите ток короткого замыкания.

- 1) 24 А 2) 48 А 3) 72 А 4) 84 А

A13 Определить индукцию магнитного поля, в котором на прямой провод длиной 10 см, расположенный под углом 30° к линиям индукции, действует сила 0,2 Н, когда по проводнику проходит ток 8 А.

- 1) 0,1 Тл 2) 0,3 Тл 3) 0,5 Тл 4) 0,7 Тл

A14 Проводник, сопротивление которого равно 2 Ом, пронизывается магнитным потоком. Определить изменение магнитного потока, если за 0,4 с в проводнике возник индукционный ток 0,5 А.

- 1) 0,4 Вб 2) 0,3 Вб 3) 0,2 Вб 4) 0,1 Вб



A15 Если предмет расположить перед собирающей линзой на расстоянии 3 м, то получается его действительное изображение на расстоянии 0,6 м от линзы. На каком расстоянии от этой линзы надо расположить предмет, чтобы его мнимое изображение находилось на расстоянии 0,5 м от линзы?

- 1) 0,45 м 2) 0,35 м 3) 0,25 м 4) 0,15 м

A16 Какое время пройдет на Земле, если в космическом корабле, движущемся со скоростью 0,8 с (с-скорость света), пройдет 21 год?

- 1) 21 год 2) 28 лет 3) 32 года 4) 35 лет

A17 На дифракционную решетку с периодом 0,7 мкм нормально падает белый свет. Угол между максимумами первого порядка для синего излучения ($\lambda=497\text{ нм}$) и нулевого порядка для желтого света ($\lambda=580\text{ нм}$) равен

- 1) 30° 2) 45° 3) 60° 4) 90°

A18 Какой длины волны электромагнитного излучения поглотил атом водорода, если он при этом перешел со второго на третий энергетический уровень? Энергия атома водорода в нормальном состоянии $E_1 = -13,58\text{ эВ}$.

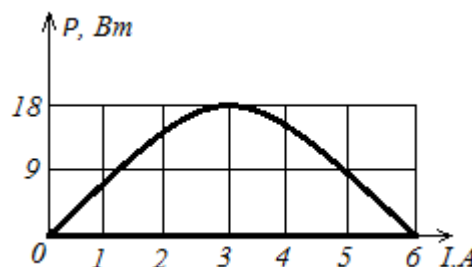
Указание. Энергия электрона на n -ом энергетическом уровне у атома водорода определяется по формуле $E_n = E_1/n^2$;

- 1) 660 нм 2) 690 нм 3) 720 нм 4) 760 нм

A19 Имелось некоторое количество радиоактивного изотопа серебра. Масса радиоактивного серебра уменьшилась в 8 раз за 810 суток. Определить период полураспада радиоактивного серебра.

- 1) 125 суток 2) 250 суток 3) 270 суток 4) 320 суток

A20 Ученик исследовал зависимость тепловой мощности P , выделяющейся на реостате R , от силы тока в цепи. При проведении опыта реостат был подключен к источнику постоянного тока. График полученной зависимости приведена на рисунке.



Какое из утверждений соответствует результатам опыта?

А) при коротком замыкании в цепи сила тока будет равна 6 А.

Б) при силе тока в цепи 3 А на реостате выделяется минимальная мощность.

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

A21 Идеальный газ в количестве ν -молей при температуре T и давлении P занимает объем V . Какую константу можно определить по этим данным?

- 1) постоянную Больцмана k 3) газовую постоянную R
2) постоянную Планка h 4) число Авогадро N_A

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) 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.



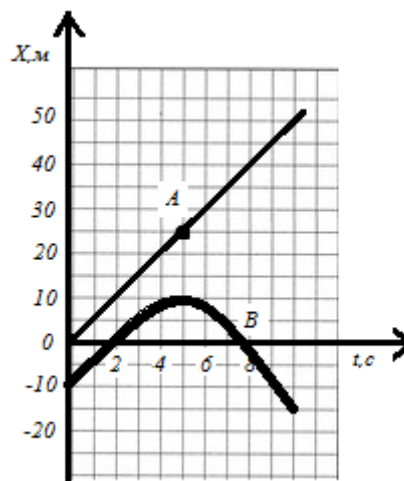
В1 В первой серии опытов исследовались малые колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закреплен на нити большей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые. Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся период колебаний, частота и амплитуда колебаний груза? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Частота колебаний	Амплитуда колебаний

В2 На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось ОХ. Выберите два верных утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело А движется равноускорено.
- 2) Интервал между моментами прохождения телом В начала координат составляет 6 с.
- 3) Тело В меняет направление движения в моменты времени $t_1=2$ с и $t_2=8$ с.
- 4) В тот момент, когда тело В остановилось, расстояние от него до тела А составляет 15 м.
- 5) В момент $t=2$ с тело В покоится.

--	--

В3 Как изменяется при α -распаде следующие характеристики атомного ядра: массовое число ядра, заряд ядра, число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра	Число протонов в ядре

В4 Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ПРИБОР ДЛЯ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ



А) сила

1) калориметр

Б) относительная влажность воздуха

2) манометр

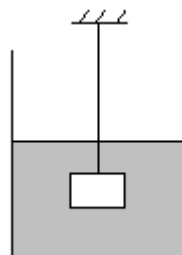
3) психрометр

4) динамометр

А	Б

Задания этой части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22 Груз массой $m=2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения $T=13$ Н. Найдите объем груза.



1) 700 см^3

2) 7000 м^3

3) 3400 м^3

4) 2000 м^3

А23 В одном кубическом метре воздуха в комнате при температуре 24°C находится $1,6 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Определите относительную влажность в комнате, если плотность насыщенных паров при данной температуре равна $2,18 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$.

1) 100 %

2) 73 %

3) 67 %

4) 53 %

А24 Колебательный контур состоит из катушки индуктивности с $L=0,20$ мГн и двух конденсаторов с $C_1=C_2=4$ мкФ соединенных последовательно. Определить период свободных колебаний в контуре.

1) $6,28 \cdot 10^{-5} \text{ с}$

2) $12,56 \cdot 10^{-5} \text{ с}$

3) $24,12 \cdot 10^{-5} \text{ с}$

4) $36,05 \cdot 10^{-5} \text{ с}$

А25 Найдите работу выхода электронов из освещенной пластины, если запирающее напряжение U , при котором прекращается фототок, составляет 3 В, а длина волны света, падающего на фотокатод $3 \cdot 10^{-7}$ м.

1) $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

2) $1,8 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

3) $5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

4) $11 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания С1–С6 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 (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

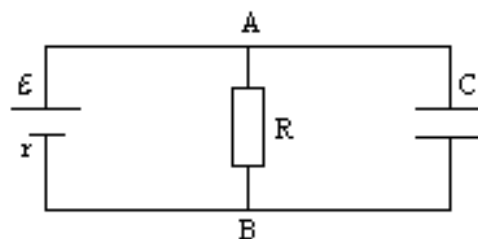


С1 Две электрические лампы, рассчитанные на одинаковое напряжение, включены в цепь последовательно. Мощность первой лампы 40 Вт, второй - 100 Вт. Каков будет их накал?

С2 В последнюю секунду свободного падения с высоты 45 м тело прошло путь в n -раз больший, чем в предыдущую. Найдите n , если начальная скорость тела была равна нулю.

С3 Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В одной части находится гелий, а в другой - аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона 900 К, объёмы занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Во сколько раз изменится объём, занимаемый гелием, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения. Теплоемкостью цилиндра и поршня пренебречь.

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. Напряженность электрического поля между пластинами конденсатора $E=4\frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Определите расстояние между пластинами конденсатора.



С5 Протон проходит ускоряющую разность потенциалов 2160 В. Затем он влетает в однородное магнитное поле и движется по дуге окружности радиуса 20 см в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Каков модуль вектора индукции магнитного поля? Начальной скоростью протона в электрическом поле пренебречь.

С6 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачен воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью E . Пролетев путь $S=5\cdot 10^{-4}$ м, он приобретает скорость $v=3\cdot 10^6$ м/с. Какова напряженность электрического поля? Релятивистские эффекты не учитывать.