

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

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

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

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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	санتي	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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 $0 \text{ }^\circ\text{С}$

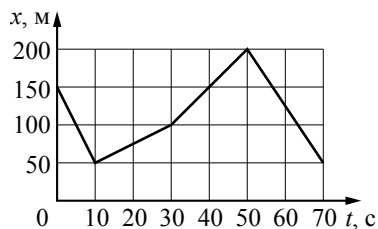
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

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

- A1** На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . На каком интервале времени проекция скорости велосипедиста на ось Ox $v_x = -10$ м/с?



- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 50 до 70 с
- 3) от 10 до 30 с
- 4) от 30 до 50 с

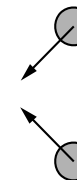
- A2** Верхнюю точку моста радиусом 100 м автомобиль проходит со скоростью 20 м/с. Центробежное ускорение автомобиля равно

- 1) 1 м/с²
- 2) 2 м/с²
- 3) 3 м/с²
- 4) 4 м/с²

- A3** Тело массой m висит на пружине жёсткости k . Если на пружину вдвое большей жёсткости подвесить тело с вдвое большей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 4 раза больше, чем у первой пружины
- 2) в 4 раза меньше, чем у первой пружины
- 3) такой же, как у первой пружины
- 4) в 2 раза меньше, чем у первой пружины

- A4** Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после их столкновения?



- 1) ↙
- 2) ←
- 3) ↓
- 4) ↘

- A5** Два груза одинаковой массы подняли в верхнюю точку гладкой наклонной плоскости: один груз – втаскивая вверх вдоль наклонной плоскости, а другой – поднимая вертикально. При этом модуль работы против силы тяжести, действующей на грузы,

- 1) зависит от угла наклона плоскости
- 2) больше при подъёме груза вдоль наклонной плоскости
- 3) одинаковый для обоих грузов
- 4) больше при подъёме груза вертикально вверх

- A6** Как надо изменить массу груза пружинного маятника, чтобы увеличить период его колебаний в 2 раза?

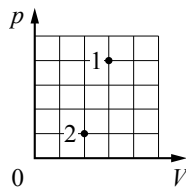
- 1) уменьшить в 2 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) увеличить в 4 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

- A7** Если толчённый мел размешать в воде, то частицы мела будут долго «висеть» в толще воды, не оседая на дно. Это явление объясняется тем, что

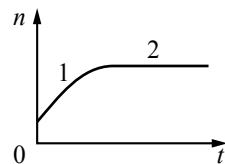
- 1) вода выталкивает их вверх согласно закону Архимеда
- 2) частицы мела совершают броуновское движение в воде
- 3) Земля не притягивает столь мелкие частицы
- 4) температура частиц мела выше температуры воды

A8 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1) $T_2 = 6T_1$
- 2) $T_2 = T_1$
- 3) $T_2 = \frac{1}{3}T_1$
- 4) $T_2 = \frac{1}{6}T_1$



A9 В стеклянную колбу налили немного воды и закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 2) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный
- 3) на обоих участках пар насыщенный
- 4) на обоих участках пар ненасыщенный

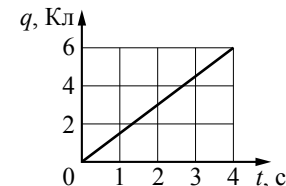
A10 Воспользовавшись таблицами, приведёнными на стр. 2, определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Al}}}$ железного и алюминиевого тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов.

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

A11 В однородном электрическом поле, вектор напряжённости которого направлен горизонтально, на шёлковых нитях одинаковой длины подвешены два шарика, заряды которых одинаковы. Масса первого шарика больше массы второго. Какое из утверждений правильно?

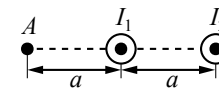
- 1) Угол отклонения нити первого шарика меньше угла отклонения второго.
- 2) Шарик не отклоняется от вертикали.
- 3) Углы отклонения нитей шариков одинаковы.
- 4) Угол отклонения нити первого шарика больше угла отклонения второго.

A12 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Сила тока в проводнике равна



- 1) 12 А
- 2) 24 А
- 3) 6 А
- 4) 1,5 А

A13 Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке А, направлены в плоскости чертежа следующим образом:

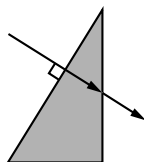


- 1) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вверх
- 2) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вниз
- 3) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вниз
- 4) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вверх

A14 Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,5 \text{ м}^2$ под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,2 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

- 1) 0,16 Тл
- 2) 0,8 Тл
- 3) 0,2 Тл
- 4) 0,4 Тл

- A15** Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред
- 2) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 3) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
- 4) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред

- A16** При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне.

В первом опыте расстояние между светлыми линиями оказалось больше, чем во втором, а во втором больше, чем в третьем.

В каком случае правильно указана возможная последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

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

- A17** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 B 10,811 Бор
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий

Укажите число электронов в атоме бора В.

- 1) 10 2) 2 3) 3 4) 5

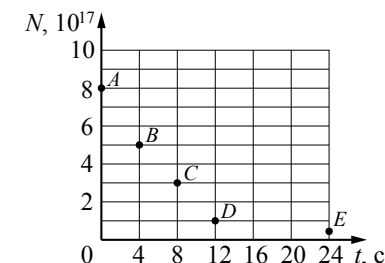
- A18** В таблице приведены значения энергии для второго и четвёртого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	-5,45
4	-1,36

Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на четвёртый?

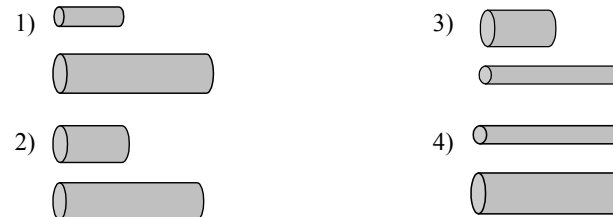
- 1) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж

- A19** Ядра радона $^{219}_{86}\text{Rn}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 4 с. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{17}$ ядер радона. Через какую из точек, кроме точки А, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного радона в образце?

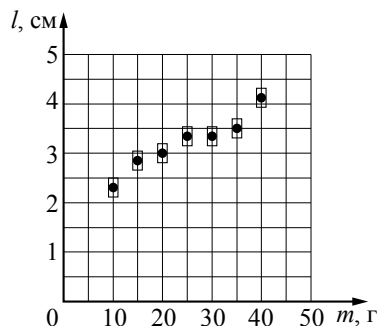


- 1) C
- 2) B
- 3) D
- 4) E

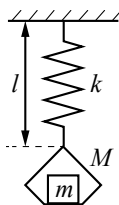
- A20** Различные проволоки изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проволок нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от её длины?



- A21** На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (см. рисунок). С учётом погрешностей измерений ($\Delta m = \pm 1$ г; $\Delta l = \pm 0,2$ см) найдите массу груза на чашке весов, при которой длина пружины равна 4,5 см.



- 1) 30 г
- 2) 80 г
- 3) 65 г
- 4) 50 г



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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

- B1** На тело, поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действовала равнодействующая постоянная сила \vec{F} в течение времени Δt . Если время Δt действия силы увеличится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела? 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.

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела	Модуль изменения импульса тела

- B2** Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного тока и внешнего сопротивления. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника тока следующие величины: сила тока во внешней цепи, напряжение на внешнем сопротивлении, общее сопротивление цепи? 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.

Сила тока во внешней цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении	Общее сопротивление цепи

В3 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . 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) КПД двигателя

Б) работа, совершаемая двигателем за цикл

1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$

2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$

3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

В4 В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор скорости \vec{v}_0 перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор скорости \vec{v}_0 такой же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

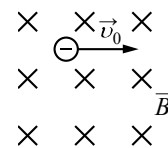


Рис. 1

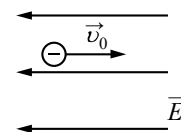


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальными установками и траекториями движения частиц в них.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

ТРАЕКТОРИЯ

А) в первой установке

Б) во второй установке

1) прямая линия

2) окружность

3) спираль

4) парабола

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 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 «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A22 Камень, брошенный с крыши дома почти вертикально вверх со скоростью 10 м/с, упал на землю через 3 с после броска. С какой высоты брошен камень? Сопротивление воздуха не учитывать.

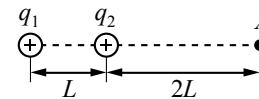
- 1) 75 м
- 2) 20 м
- 3) 30 м
- 4) 15 м

- A23 В закрытом сосуде находится 2 г водяного пара под давлением 50 кПа и при температуре 100 °С. Не изменяя температуры, объём сосуда уменьшили в 4 раза. Найдите массу образовавшейся при этом воды.

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

A24

Два точечных положительных заряда: $q_1 = 30$ нКл и $q_2 = 10$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 0,5$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии $2L$ от второго заряда (см. рисунок).



- 1) 420 Н/Кл
- 2) 105 Н/Кл
- 3) 210 Н/Кл
- 4) 375 Н/Кл

A25

Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_0 = 0,62$ мкм. Какую максимальную скорость могут иметь фотоэлектроны, вылетающие с поверхности калиевого фотокатода при облучении его светом длиной волны $\lambda = 0,42$ мкм?

- 1) 580 км/с
- 2) 58 км/с
- 3) 140 км/с
- 4) 14 км/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Конденсаторы имеют одинаковую площадь пластин, но различаются расстоянием между пластинами. В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

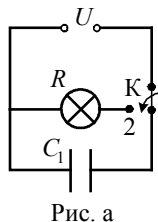


Рис. а

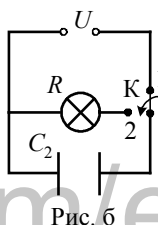
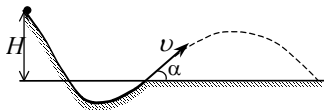


Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

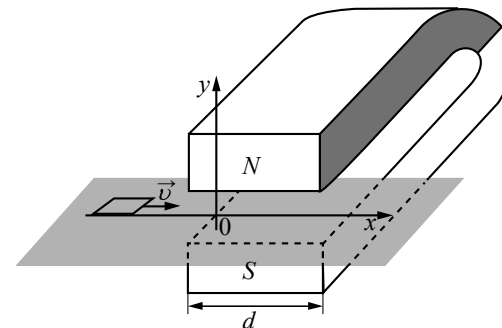
- C2** При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова дальность полёта гонщика?



- C3** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является один моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на ΔT , а работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A . Определите КПД тепловой машины.

- C4** Какую разность потенциалов приложили к однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 10 м, если за 15 с его температура повысилась на 10 К? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, плотность меди 8900 кг/м³.)

- C5** Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5$ см перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $v = 1$ м/с. Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает полностью пройти между полюсами магнита. Индукционные токи, возникающие в рамке, оказывают тормозящее действие, поэтому для поддержания постоянной скорости движения к ней прикладывают внешнюю силу F , направленную вдоль оси Ox . Чему равно сопротивление проволоки рамки, если суммарная работа внешней силы за время движения $A = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж? Ширина полюсов магнита $d = 20$ см, магнитное поле имеет резкую границу, однородно между полюсами, а его индукция $B = 1$ Тл.



- C6** Мощность излучения лазерной указки с длиной волны $\lambda = 600$ нм равна $P = 2$ мВт. Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

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

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

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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	санتي	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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 $0 \text{ }^\circ\text{С}$

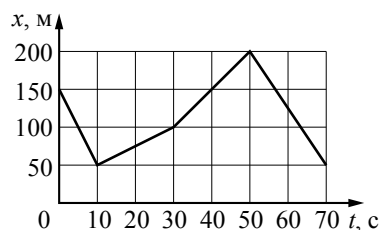
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

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

- A1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите по графику интервал времени после начала движения, когда проекция скорости велосипедиста на ось Ox равна $2,5$ м/с.



- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 50 до 70 с
- 3) от 10 до 30 с
- 4) от 30 до 50 с

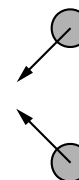
- A2 Спутник движется по круговой орбите радиусом $6,6 \cdot 10^6$ м, имея скорость $7,8$ км/с. Центробежное ускорение спутника равно

- 1) 5 м/с^2
- 2) 20 м/с^2
- 3) $18,8 \text{ м/с}^2$
- 4) $9,2 \text{ м/с}^2$

- A3 Тело массой m висит на пружине жёсткости k . Если на пружину с вдвое меньшей жёсткостью подвесить груз с вдвое меньшей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 4 раза больше, чем у первой пружины
- 2) в 4 раза меньше, чем у первой пружины
- 3) такой же, как у первой пружины
- 4) в 2 раза меньше, чем у первой пружины

- A4 Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно упруго соударяются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после их столкновения?



- 1) ↓
- 2) ←
- 3) ↙
- 4) ↘

- A5 Два груза одинаковой массы подняли с одинаковой исходной высоты в верхнюю точку наклонной плоскости: один груз – втаскивая вверх вдоль наклонной плоскости, а другой – поднимая вертикально. При этом модуль работы силы тяжести, действующей на грузы,

- 1) больше при подъёме груза вертикально вверх
- 2) для первого груза зависит от угла наклона плоскости
- 3) больше при подъёме груза вдоль наклонной плоскости
- 4) одинаковый для обоих грузов

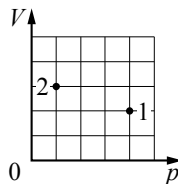
- A6 Как надо изменить массу груза пружинного маятника, чтобы уменьшить частоту его колебаний в 2 раза?

- 1) уменьшить в 2 раза
- 2) уменьшить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) увеличить в 4 раза

- A7 Частицы вещества находятся, в среднем, на таких больших расстояниях друг от друга, при которых силы взаимодействия между ними незначительны. В этом агрегатном состоянии вещество

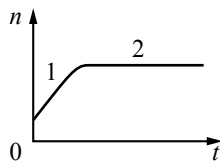
- 1) хорошо сжимается
- 2) сохраняет и форму, и начальный объём
- 3) сохраняет начальный объём
- 4) сохраняет свою начальную форму

- A8** В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



- 1) $T_2 = \frac{8}{3}T_1$
- 2) $T_2 = 3T_1$
- 3) $T_2 = \frac{3}{8}T_1$
- 4) $T_2 = T_1$

- A9** В сосуде под поршнем находятся только пары аммиака. Поршень медленно и равномерно опускают, уменьшая объём сосуда. Температура в сосуде поддерживается постоянной. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул паров аммиака внутри сосуда. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 2) на обоих участках пар ненасыщенный
- 3) на обоих участках пар насыщенный
- 4) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный

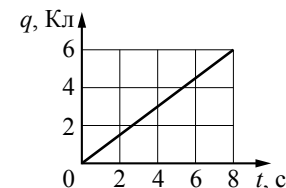
- A10** Алюминиевому и железному цилиндрам одинаковой массы сообщили одинаковое количество теплоты. Воспользовавшись таблицами, приведёнными на стр. 2, определите примерное отношение изменения температур этих цилиндров $\frac{\Delta t_{Al}}{\Delta t_{Fe}}$.

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

- A11** В однородном электрическом поле, вектор напряжённости которого направлен горизонтально, на шёлковых нитях одинаковой длины подвешены два шарика, заряды которых одинаковы. Масса первого шарика меньше массы второго. Какое из утверждений правильно?

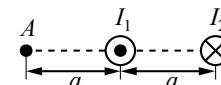
- 1) Угол отклонения первого шарика больше угла отклонения второго.
- 2) Углы отклонения шариков равны.
- 3) Шарик будут висеть вертикально.
- 4) Угол отклонения первого шарика меньше угла отклонения второго.

- A12** По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику (см. рисунок). Сила тока в проводнике равна



- 1) 24 А
- 2) 1,33 А
- 3) 48 А
- 4) 0,75 А

- A13** Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке А, направлены в плоскости чертежа следующим образом:

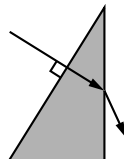


- 1) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вверх
- 2) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вверх
- 3) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вниз
- 4) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вниз

- A14** Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью 1 м^2 под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,1 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

- 1) 1,6 Тл
- 2) 0,8 Тл
- 3) 0,2 Тл
- 4) 0,4 Тл

- A15** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A16** При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне.

В первом опыте расстояние между светлыми линиями оказалось больше, чем во втором, а во втором больше, чем в третьем.

В каком случае правильно указана возможная последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

- 1) 1 – красный 2) 1 – зелёный 3) 1 – жёлтый 4) 1 – красный
 2 – жёлтый 2 – жёлтый 2 – красный 2 – зелёный
 3 – зелёный 3 – красный 3 – зелёный 3 – жёлтый

- A17** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 B 10,811 Бор
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий

Укажите число электронов в атоме алюминия Al.

- 1) 13 2) 8 3) 3 4) 27

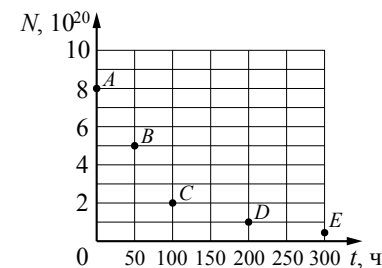
- A18** В таблице приведены значения энергии для третьего и четвёртого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
3	-2,42
4	-1,36

Какова энергия фотона, излучаемого атомом при переходе электрона с четвёртого уровня на третий?

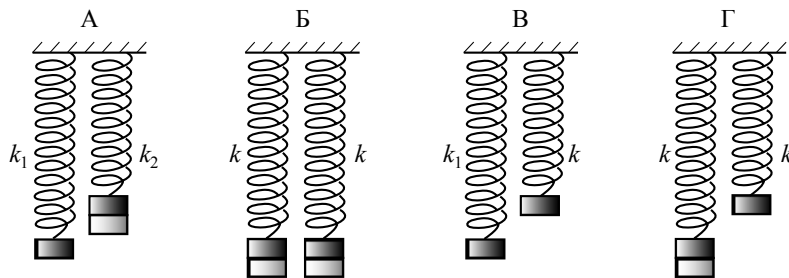
- 1) $2,42 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,06 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $3,78 \cdot 10^{-19}$ Дж

- A19** Ядра эрбия $^{172}_{68}\text{Er}$ испытывают β^- -распад с периодом полураспада 50 часов. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какую из точек, кроме точки A, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного эрбия в образце?



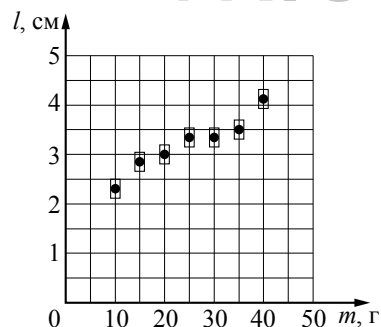
- 1) D
- 2) B
- 3) E
- 4) C

- A20** Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза. Какую пару маятников нужно использовать для этой цели?



- 1) А и Г
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г

- A21** На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (см. рисунок).



С учётом погрешностей измерений ($\Delta m = \pm 1$ г; $\Delta l = \pm 0,2$ см) найдите длину пружины, когда на чашке весов лежит груз массой 50 г.

- 1) 5,5 см
- 2) 3,5 см
- 3) 4,5 см
- 4) 3 см

Часть 2

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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

- В1** На тело, поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действовала постоянная равнодействующая сила \vec{F} в течение времени Δt . Если время Δt действия силы уменьшится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела? 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.

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела	Модуль изменения импульса тела

- В2** Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного тока и внешнего сопротивления. Как изменятся при уменьшении внутреннего сопротивления источника тока следующие величины: сила тока во внешней цепи, напряжение на внешнем сопротивлении, общее сопротивление цепи? 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.

Сила тока во внешней цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении	Общее сопротивление цепи

В3 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . 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) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику	1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
Б) КПД двигателя	2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$
	3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
	4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

В4 В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

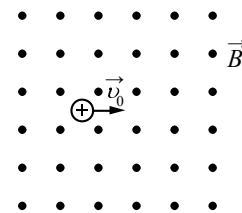


Рис. 1

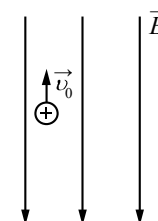


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ	ТРАЕКТОРИЯ
А) в первой установке	1) прямая линия
Б) во второй установке	2) окружность
	3) спираль
	4) парабола

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 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 «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A22** Камень, брошенный почти вертикально вверх с поверхности земли, через 3 с после броска упал на крышу дома высотой 15 м. Найдите начальную скорость камня. Сопротивление воздуха не учитывать.

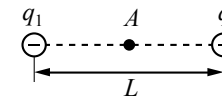
- 1) 20 м/с
- 2) 30 м/с
- 3) 10 м/с
- 4) 5 м/с

- A23** В закрытом сосуде находится 6 г водяного пара под давлением 25 кПа и при температуре 100 °С. Не изменяя температуры, объём сосуда уменьшили в 8 раз. Найдите массу пара, оставшегося после этого в сосуде.

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

A24

Два точечных отрицательных заряда: $q_1 = -20$ нКл и $q_2 = -40$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 1,5$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на одинаковом расстоянии от обоих зарядов.



- 1) 160 Н/Кл
- 2) 320 Н/Кл
- 3) 640 Н/Кл
- 4) 125 Н/Кл

A25

Металлический фотокатод освещён светом длиной волны $\lambda = 0,42$ мкм. Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода, $v = 580$ км/с. Какова длина волны красной границы фотоэффекта для этого металла?

- 1) 0,62 мкм
- 2) 0,82 мкм
- 3) 1,24 мкм
- 4) 0,42 мкм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Пластины конденсаторов имеют разную площадь, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое (см. рисунок). В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

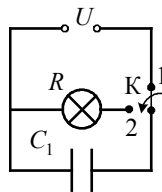


Рис. а

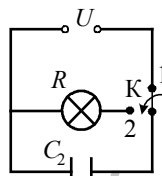
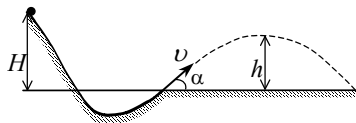


Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

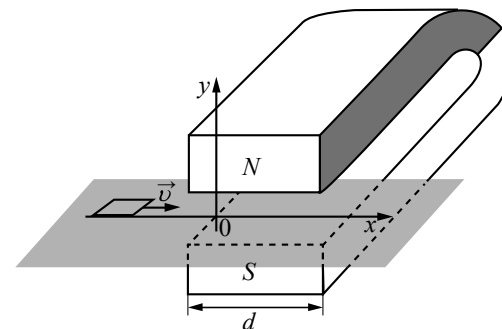
- C2** При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова максимально возможная высота полёта гонщика?



- C3** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на ΔT , а КПД тепловой машины равен η . Определите работу, совершённую газом в изотермическом процессе.

- C4** Определите силу тока, протекающего через однородный цилиндрический алюминиевый проводник сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, если за 15 с его температура повысилась на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)

- C5** Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Индукционные токи, возникающие в рамке, оказывают тормозящее действие, поэтому для поддержания постоянной скорости движения к ней прикладывают внешнюю силу F , направленную вдоль оси Ox . Чему равна суммарная работа внешней силы за время движения рамки? Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу, однородно между полюсами, а его индукция $B = 1 \text{ Тл}$.



- C6** Мощность излучения лазерной указки с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$ равна 1 мВт. Определите время, за которое лазерная указка излучает $N = 5 \cdot 10^{15}$ фотонов.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

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

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

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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	санتي	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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 $0 \text{ }^\circ\text{С}$

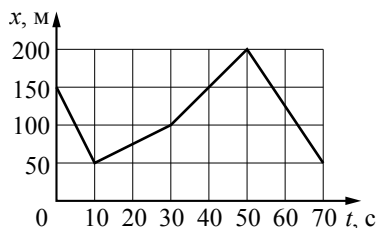
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

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

- A1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . На каком интервале времени проекция скорости велосипедиста на ось Ox $v_x = 5$ м/с?



- 1) от 10 до 30 с
- 2) от 50 до 70 с
- 3) от 30 до 50 с
- 4) от 0 до 10 с

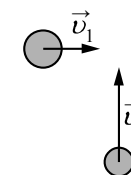
- A2 Груз, подвешенный на нити длиной 2 м, отведён в сторону и отпущен. Нижнюю точку траектории он проходит со скоростью 1,4 м/с. Центростремительное ускорение груза в нижней точке траектории примерно равно

- 1) 1 м/с²
- 2) 2 м/с²
- 3) 3 м/с²
- 4) 4 м/с²

- A3 Тело массой m висит на пружине жёсткости k . Если на пружину с вдвое большей жёсткостью подвесить тело с вдвое меньшей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 4 раза больше, чем у первой пружины
- 2) в 4 раза меньше, чем у первой пружины
- 3) такой же, как у первой пружины
- 4) в 2 раза меньше, чем у первой пружины

- A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?



- 1) \rightarrow
- 2) \nearrow
- 3) \searrow
- 4) \uparrow

- A5 Лыжник поднимается на подъёмнике на вершину горы и затем скатывается по склону горы вниз. При этом модуль работы силы тяжести, действующей на лыжника,

- 1) одинаковый на обоих участках пути
- 2) больше при движении на подъёмнике
- 3) зависит от угла крутизны склона
- 4) больше при движении по склону горы

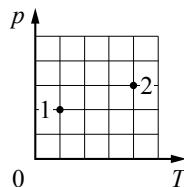
- A6 Как надо изменить жёсткость пружины маятника, чтобы уменьшить период его колебаний в 2 раза?

- 1) увеличить в 4 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) уменьшить в 4 раза
- 4) уменьшить в 2 раза

- A7 В процессе нагревания кристаллического тела при температурах, далёких от температуры его плавления, почти вся поступающая энергия идёт на

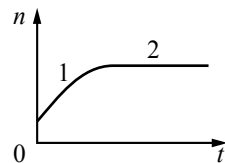
- 1) расширение атомов вещества
- 2) постепенное разрушение кристаллической решётки
- 3) постепенное расширение вещества
- 4) увеличение энергии движения атомов в узлах кристаллической решётки

- A8** В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится объём газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



- 1) $V_2 = \frac{8}{3}V_1$
- 2) $V_2 = 8V_1$
- 3) $V_2 = V_1$
- 4) $V_2 = \frac{4}{3}V_1$

- A9** В сосуде под поршнем находятся только пары воды. Поршень медленно опускают, уменьшая объём сосуда. Температура в сосуде поддерживается постоянной. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул паров воды внутри сосуда. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный
- 2) на обоих участках пар ненасыщенный
- 3) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 4) на обоих участках пар насыщенный

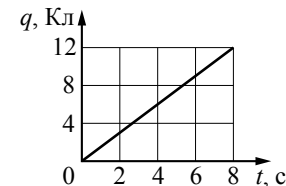
- A10** Алюминиевому и железному цилиндрам одинаковой массы сообщили одинаковое количество теплоты. Воспользовавшись таблицами, приведёнными на стр. 2, определите примерное отношение изменений температур этих цилиндров $\frac{\Delta t_{\text{Fe}}}{\Delta t_{\text{Al}}}$.

- 1) 0,5
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 0,15

- A11** На двух одинаковых по длине шёлковых нитях, закреплённых в одной точке, подвешены два одинаковых шарика, заряженных одноимённым зарядом. Заряд первого шарика в 2 раза больше заряда второго. Какое из утверждений правильно?

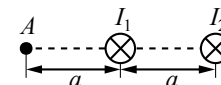
- 1) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза меньше угла отклонения второго.
- 2) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза больше угла отклонения второго.
- 3) Угол отклонения нити первого шарика в 4 раза больше угла отклонения второго.
- 4) Углы отклонения нитей шариков одинаковы.

- A12** По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, растёт с течением времени согласно графику, представленному на рисунке. Сила тока в проводнике равна



- 1) 0,67 А
- 2) 96 А
- 3) 1,5 А
- 4) 48 А

- A13** Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке А, направлены в плоскости чертежа следующим образом:

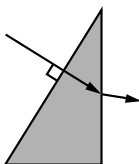


- 1) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вниз
- 2) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вниз
- 3) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вверх
- 4) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вверх

A14 Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,6 \text{ м}^2$ под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,3 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

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

A15 Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих гранях призмы
- 3) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 4) ошибся при изображении хода луча на обеих гранях призмы

A16 При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне.

В первом опыте расстояние между светлыми линиями оказалось больше, чем во втором, а во втором – больше, чем в третьем.

В каком из ответов правильно указана последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

- | | | | |
|---------------|----------------|----------------|--------------|
| 1) 1 – жёлтый | 2) 1 – красный | 3) 1 – красный | 4) 1 – синий |
| 2 – синий | 2 – синий | 2 – жёлтый | 2 – жёлтый |
| 3 – красный | 3 – жёлтый | 3 – синий | 3 – красный |

A17 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 B 10,811 Бор
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий

Укажите число электронов в атоме Mg.

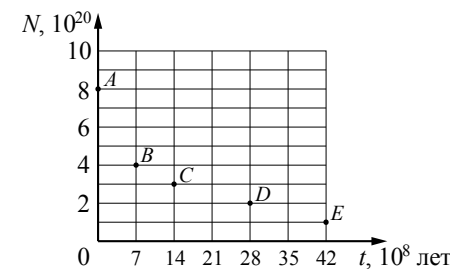
- 1) 12 2) 2 3) 8 4) 24

A18 На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения атомарных паров известных элементов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы

				Mg
				N
				raz

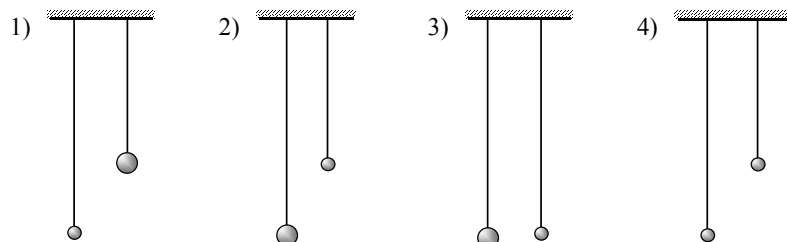
- 1) только азота (N)
- 2) азота (N), магния (Mg) и другого неизвестного вещества
- 3) только магния (Mg)
- 4) только магния (Mg) и азота (N)

A19 Ядра урана $^{235}_{92}\text{U}$ испытывают α -распад с периодом полураспада $7 \cdot 10^8$ лет. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер урана. Через какую из точек, кроме точки A , пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного урана в образце?

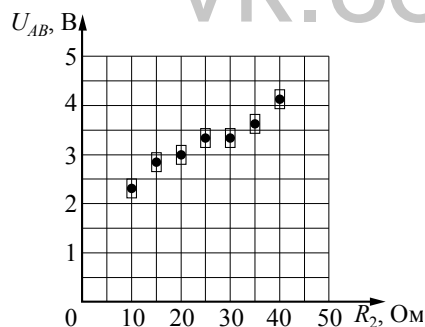
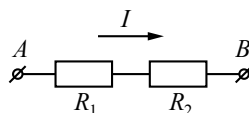


- 1) B 2) C 3) E 4) D

- A20** Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода малых колебаний маятника от массы, подвешенного к нити груза. Какую пару маятников нужно использовать для такой проверки?



- A21** На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка AB цепи постоянного тока, состоящего из двух последовательно соединённых резисторов, при различных значениях сопротивления резистора R_2 и неизменной силе тока I (см. рисунок). С учётом погрешностей измерений ($\Delta R = \pm 1$ Ом; $\Delta U = \pm 0,2$ В) найдите силу тока в цепи.



- 1) 120 мА
- 2) 20 мА
- 3) 35 мА
- 4) 50 мА

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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

- B1** На тело массой m , поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действует постоянная равнодействующая сила \vec{F} в течение времени Δt . Если действующая на тело сила увеличится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела в течение того же промежутка времени Δt ?
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.

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела	Модуль изменения импульса тела

- B2** Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при уменьшении внутреннего сопротивления источника следующие величины: сила тока во внешней цепи; мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении, и электродвижущая сила источника?

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.

Сила тока во внешней цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении	Электродвижущая сила источника

- В3** Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . 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

А) КПД двигателя

Б) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$

3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$

4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

- В4** В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор скорости \vec{v}_0 перпендикулярен вектору напряжённости поля \vec{E} (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор скорости \vec{v}_0 такой же частицы перпендикулярен индукции магнитного поля \vec{B} (рис. 2).

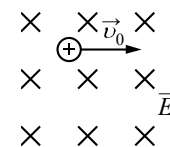


Рис. 1

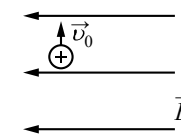


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

А) в первой установке

Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

1) прямая линия

2) окружность

3) спираль

4) парабола

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 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 «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

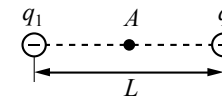
A22 Камень, брошенный с поверхности земли почти вертикально вверх, упал со скоростью 15 м/с на крышу дома, находящуюся на высоте 20 м. Найдите время полёта камня. Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 1,33 с
- 4) 4 с

A23 В сосуде под поршнем при температуре 100 °С находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объём сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу воды, перешедшей при этом в пар.

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

A24 Два точечных отрицательных заряда: $q_1 = -20$ нКл и $q_2 = -40$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 1,5$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на одинаковом расстоянии от обоих зарядов.



- 1) 125 Н/Кл
- 2) 320 Н/Кл
- 3) 160 Н/Кл
- 4) 640 Н/Кл

A25 Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda = 0,62$ мкм. Какова длина волны света, падающего на калиевый фотокатод, если максимальная скорость фотоэлектронов $v = 580$ км/с?

- 1) 0,51 мкм
- 2) 0,33 мкм
- 3) 0,62 мкм
- 4) 0,42 мкм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Конденсаторы имеют одинаковую площадь пластин, но различаются расстоянием между пластинами. В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

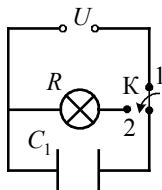


Рис. а

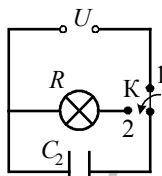
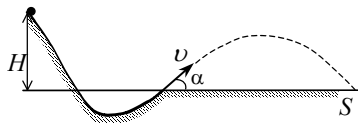


Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

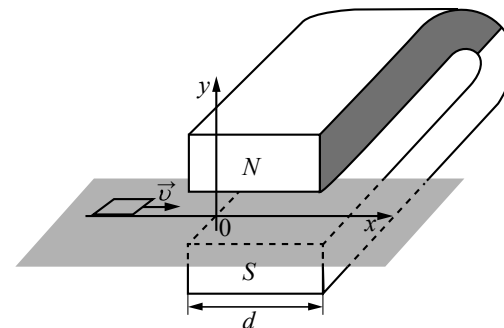
- C2** При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземлился на горизонтальный стол на той же высоте, что и край трамплина. Дальность полёта гонщика равна S . На какой высоте H над краем трамплина находится стартовая точка?



- C3** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A , а КПД тепловой машины равен η . Определите модуль изменения температуры $|\Delta T|$ в изохорном процессе.

- C4** По однородному цилиндрическому алюминиевому проводнику сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ пропустили ток 10 А. Определите изменение его температуры за 15 с. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)

- C5** Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Индукционные токи, возникающие в рамке, оказывают тормозящее действие, поэтому для поддержания постоянной скорости движения к ней прикладывают внешнюю силу F , направленную вдоль оси Ox . Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами. Чему равна индукция B магнитного поля между полюсами, если суммарная работа внешней силы за время движения рамки $A = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$?



- C6** Число фотонов, излучаемых лазерной указкой за $t = 5 \text{ с}$, $N = 6 \cdot 10^{16}$. Длина волны излучения указки равна $\lambda = 600 \text{ нм}$. Определите мощность P излучения указки.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

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

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

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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	санتي	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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 $0 \text{ }^\circ\text{С}$

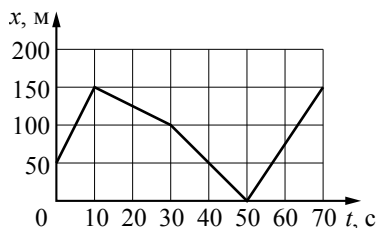
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

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

- A1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . На каком интервале времени проекция скорости велосипедиста на ось Ox $v_x = -2,5$ м/с?



- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 10 до 30 с
- 3) от 50 до 70 с
- 4) от 30 до 50 с

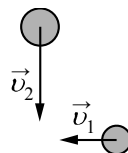
- A2 Автомобиль движется по окружности радиусом 100 м со скоростью 10 м/с. Центробежное ускорение автомобиля равно

- 1) 1 м/с²
- 2) 5 м/с²
- 3) 0,1 м/с²
- 4) 10 м/с²

- A3 Тело массой m висит на пружине жёсткости k . Если взять пружину с вдвое меньшей жёсткостью и подвесить к ней тело с вдвое большей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 2 раза больше, чем у первой пружины
- 2) такой же, как у первой пружины
- 3) в 4 раза меньше, чем у первой пружины
- 4) в 4 раза больше, чем у первой пружины

- A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно неупругий?



- 1) ↗
- 2) ↘
- 3) ↓
- 4) ←

- A5 Лыжник поднимается на подъёмнике на вершину горы, затем скатывается по склону горы вниз и вновь подъезжает к подъёмнику по горизонтальной лыжне. При этом суммарная работа силы тяжести, действующей на лыжника на всей траектории его движения,

- 1) равна работе, которую совершает сила трения при движении по горизонтальному участку
- 2) равна работе, которую совершает сила тяжести при движении на подъёмнике
- 3) равна работе, которую совершает сила тяжести при движении по склону горы
- 4) равна нулю

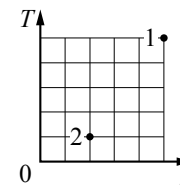
- A6 Как надо изменить жёсткость пружины маятника, чтобы увеличить частоту его колебаний в 2 раза?

- 1) уменьшить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

- A7 Плотность воды при температуре 100 °С равна 950 кг/м³, а наибольшая плотность водяного пара при 100 °С равна 0,59 кг/м³. Такое различие плотностей связано с тем, что

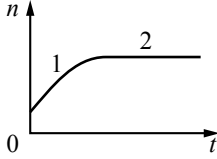
- 1) молекулы жидкости и пара движутся с разными скоростями
- 2) при переходе молекул из жидкости в пар уменьшается энергия их взаимодействия
- 3) число молекул в 1 м³ пара меньше чем в 1 м³ воды
- 4) молекулы жидкости и пара имеют разные массы

- A8 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится объём газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



- 1) $V_2 = 0,5V_1$
- 2) $V_2 = V_1$
- 3) $V_2 = 2V_1$
- 4) $V_2 = 0,2V_1$

A9 В сосуд налили жидкого аммиака и закрыли его. Аммиак постепенно испарялся. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул паров аммиака внутри сосуда. Температура в сосуде в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в сосуде ещё оставался жидкий аммиак. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный
- 2) на обоих участках пар ненасыщенный
- 3) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 4) на обоих участках пар насыщенный

A10 Алюминиевому и железному цилиндрам сообщили одинаковое количество теплоты, что привело к увеличению температуры цилиндров, причём увеличение температуры алюминиевого цилиндра оказалось в 2 раза больше, чем железного: $\Delta t_{\text{Al}} = 2\Delta t_{\text{Fe}}$. Воспользовавшись таблицами, приведёнными

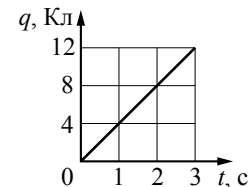
на стр. 2, определите отношение масс этих цилиндров $\frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Fe}}}$.

- 1) 1
- 2) 0,26
- 3) 0,34
- 4) 4,9

A11 На двух одинаковых по длине шёлковых нитях, закреплённых в одной точке, подвешены два одинаковых шарика, заряженных одноимённым зарядом. Заряд первого шарика в 2 раза меньше заряда второго. Какое из утверждений правильно?

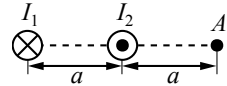
- 1) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза больше угла отклонения второго.
- 2) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза меньше угла отклонения второго.
- 3) Углы отклонения нитей шариков одинаковы.
- 4) Угол отклонения нити первого шарика в 4 раза меньше угла отклонения второго.

A12 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, растёт с течением времени согласно представленному графику. Сила тока в проводнике равна



- 1) 4 А
- 2) 0,25 А
- 3) 36 А
- 4) 12 А

A13 Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке А, направлены в плоскости чертежа следующим образом:

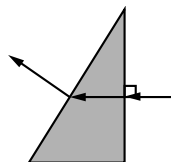


- 1) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вниз
- 2) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вверх
- 3) \vec{B}_1 – вниз; \vec{B}_2 – вниз
- 4) \vec{B}_1 – вверх; \vec{B}_2 – вверх

A14 Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,25 \text{ м}^2$ под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,1 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

- 1) 0,4 Тл
- 2) 0,1 Тл
- 3) 0,5 Тл
- 4) 0,8 Тл

- A15** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха на одну из граней стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
- 2) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред
- 3) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 4) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред

- A16** При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне. В первом опыте расстояние между светлыми линиями оказалось больше, чем во втором, а во втором – больше, чем в третьем. В каком из ответов правильно указана возможная последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

- 1) 1 – жёлтый 2) 1 – фиолетовый 3) 1 – зелёный 4) 1 – жёлтый
 2 – зелёный 2 – зелёный 2 – жёлтый 2 – фиолетовый
 3 – фиолетовый 3 – жёлтый 3 – фиолетовый 3 – зелёный

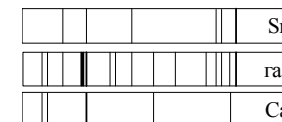
- A17** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий 1/2	4 Be 9,0122 Бериллий 2/2	5 B 10,811 Бор 3/2
3	11 Na 22,9898 Натрий 1/8 2	12 Mg 24,312 Магний 2/8 2	13 Al 26,9815 Алюминий 3/8 2

Укажите число электронов в атоме натрия Na.

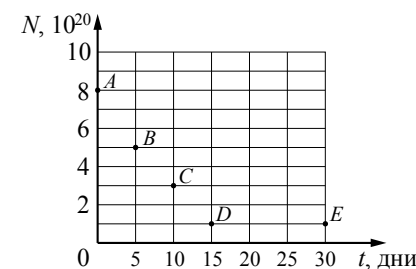
- 1) 8 2) 12 3) 23 4) 11

- A18** На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения атомарных паров известных металлов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы



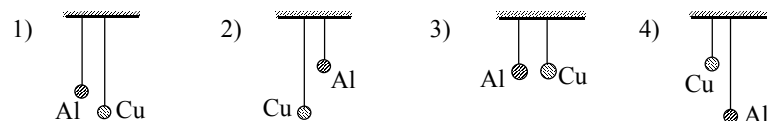
- 1) только стронция (Sr)
- 2) стронция (Sr), кальция (Ca) и другого вещества
- 3) только стронция (Sr) и кальция (Ca)
- 4) только кальция (Ca)

- A19** Ядра висмута $^{210}_{83}\text{Bi}$ испытывают β^- -распад с периодом полураспада 5 дней. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер висмута. Через какую из точек, кроме точки A, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного висмута в образце?

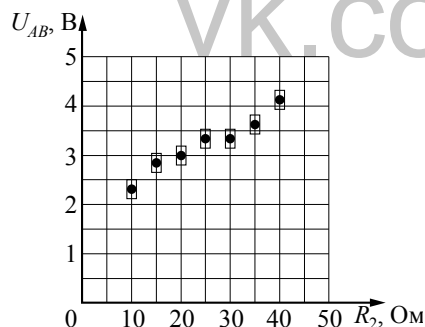


- 1) C 2) E 3) B 4) D

- A20** Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какую пару маятников можно взять для этой цели? Грузы маятников – полые шарики из меди и алюминия одинаковой массы и одинакового внешнего диаметра.



- A21** На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка AB цепи постоянного тока, состоящего из двух последовательно соединённых резисторов, при различных значениях сопротивления резистора R_2 и неизменной силе тока I (см. рисунок). С учётом погрешностей измерений ($\Delta R = \pm 1$ Ом; $\Delta U = \pm 0,2$ В) найдите сопротивление резистора R_2 , при котором напряжение на концах участка цепи AB равно 4,5 В.



- 1) 50 Ом
- 2) 80 Ом
- 3) 65 Ом
- 4) 40 Ом

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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

- B1** На тело массой m , поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действует постоянная равнодействующая сила \vec{F} в течение времени Δt . Если действующая на тело сила уменьшится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела в течение того же промежутка времени Δt ?
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.

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела	Модуль изменения импульса тела

- B2** Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника следующие величины: общее сопротивление цепи; мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении, и электродвижущая сила источника?

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.

Общее сопротивление цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении	Электродвижущая сила источника

В3

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . 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

- А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл
Б) КПД двигателя

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

В4

В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен напряжённости электрического поля \vec{E} (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен индукции магнитного поля \vec{B} (рис. 2).

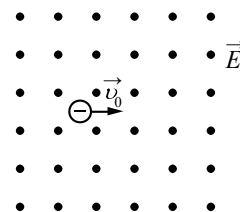


Рис. 1

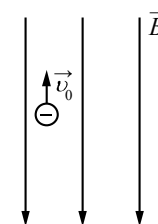


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке
Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) прямая линия
2) окружность
3) спираль
4) парабола

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания части 3 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 «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Камень, брошенный почти вертикально вверх с крыши дома высотой 15 м, упал на землю со скоростью 20 м/с. Сколько времени летел камень? Сопротивление воздуха не учитывать.

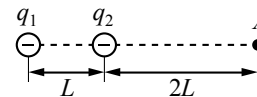
- 1) 1 с
- 2) 1,33 с
- 3) 3 с
- 4) 5 с

A23 В сосуде под поршнем при температуре 100 °С находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объем сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу пара в сосуде после изменения объема.

- 1) 2,5 г
- 2) 2 г
- 3) 3 г
- 4) 4 г

A24

Два точечных отрицательных заряда: $q_1 = -30$ нКл и $q_2 = -10$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 0,5$ м друг от друга. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии $2L$ от второго заряда (см. рисунок).



- 1) 105 Н/Кл
- 2) 420 Н/Кл
- 3) 210 Н/Кл
- 4) 375 Н/Кл

A25

Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda = 0,62$ мкм. Какова максимальная скорость фотоэлектронов при облучении калиевого фотокатода светом частотой $\nu = 8 \cdot 10^{14}$ Гц?

- 1) 680 км/с
- 2) 16 км/с
- 3) 160 км/с
- 4) 68 км/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковому источнику постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Пластины конденсаторов имеют разную площадь, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое (см. рисунок). В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

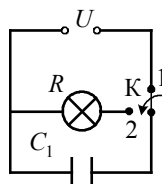


Рис. а

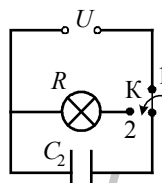
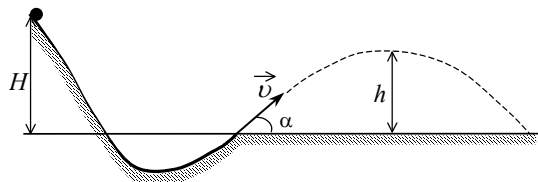


Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

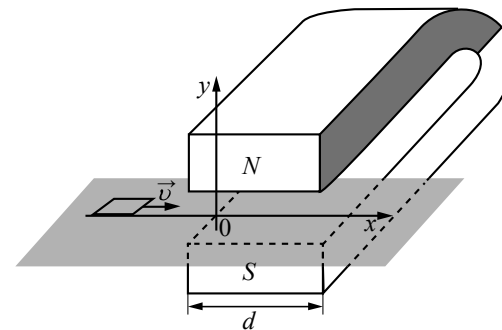
- C2** При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, поднявшись в полёте на высоту h над краем трамплина. С какой высоты H начинал движение гонщик?



- C3** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A , а КПД тепловой машины равен η . Максимальная температура в этом цикле равна T_0 . Определите минимальную температуру T в этом циклическом процессе.

- C4** По однородному цилиндрическому алюминиевому проводнику сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ пропустили ток 10 А. Определите промежуток времени, в течение которого температура проводника повысится на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)

- C5** Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью v . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция $B = 1 \text{ Тл}$. Возникающие в рамке индукционные токи нагревают проволоку. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты $Q = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$?



- C6** Число фотонов, излучаемых лазерной указкой мощностью $P = 2 \text{ мВт}$ за 1 с, равно $4 \cdot 10^{15}$. Определите длину волны λ излучения лазерной указки.