

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 201

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

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

При вычислениях 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.

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	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$	универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$	постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$	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	алюминия	2700 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	ртути	13600 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3		
Удельная теплоемкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$		
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°C			
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	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	натрия	$23 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	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–A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Мальчик на санках съезжает равноускоренно по прямой со снежной горки. Скорость санок в конце спуска 10 м/с. Время спуска 20 с. Каково ускорение движения мальчика на санках? Спуск начинается из состояния покоя.

- 1) 0,1 м/с² 2) 5 м/с² 3) 0,5 м/с² 4) 0,05 м/с²

A2 Подъёмный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны троса действует сила, равная $8 \cdot 10^3$ Н. На трос со стороны груза действует сила,

- 1) равная $8 \cdot 10^3$ Н и направленная вниз
 2) больше $8 \cdot 10^3$ Н и направленная вверх
 3) меньше $8 \cdot 10^3$ Н и направленная вниз
 4) равная $8 \cdot 10^3$ Н и направленная вверх

A3 Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1 , под действием горизонтальной силы \vec{F} . Каков коэффициент трения бруска об опору?

- 1) $\frac{3F}{mg}$ 2) $\frac{6F}{mg}$ 3) $\frac{2F}{mg}$ 4) $\frac{F}{mg}$

A4 Равнодействующая внешних сил, постоянная по величине и направлению, равна по модулю 10 Н и действует на тело в течение 5 с. Каков модуль изменения импульса тела за это время?

- 1) 500 кг·м/с 2) 15 кг·м/с 3) 50 кг·м/с 4) 5 кг·м/с

A5 Тело массой 2 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх, упало обратно. Перед ударом о землю оно имело кинетическую энергию 400 Дж. С какой начальной скоростью тело было брошено вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 30 м/с 2) 40 м/с 3) 10 м/с 4) 20 м/с

A6 Скорость тела, совершающего колебательное движение, меняется по закону: $v_x = a \cos(bt + \frac{\pi}{2})$, где $a = 5$ см/с, $b = 3$ с⁻¹. Чему равна амплитуда скорости?

- 1) $\frac{1}{2}$ π см/с 2) 2 м/с 3) 6 см/с 4) 0,05 м/с

A7 Небольшой камень бросили с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На какую максимальную высоту поднялся камень, если ровно через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально?

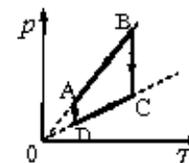
- 1) 10 м 2) $10\sqrt{2}$ м 3) 5 м 4) $5\sqrt{3}$ м

A8 Молекулы газов находятся, в среднем, на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, силы притяжения между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:

- А. они не имеют своей собственной формы,
 Б. не сохраняют своего объёма,
 В. легко сжимаются (по сравнению с жидкостями и твёрдыми веществами).
 Какие из утверждений правильны?

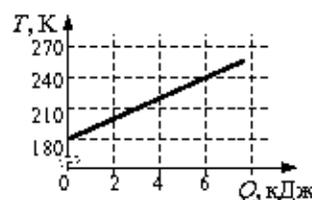
- 1) только А и Б
 2) только А и В
 3) только Б и В
 4) А, Б, В

A9 На рисунке приведён график циклического процесса, осуществляемого с идеальным газом. Масса газа постоянна. Изотермическому сжатию соответствует участок



- 1) CD
 2) AB
 3) BC
 4) DA

A10 На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 0,2 кг. Удельная теплоёмкость вещества в этом процессе равна

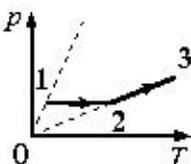


- 1) 375 Дж/(кг·К)
 2) 500 Дж/(кг·К)
 3) 330 Дж/(кг·К)
 4) 250 Дж/(кг·К)

A11 В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Следовательно, газ расширился, совершив работу

- 1) 10 кДж 2) 13 кДж 3) 16 кДж 4) 3 кДж

A12 На pT -диаграмме представлена зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры. Как изменяется объём на участках 1–2 и 2–3?

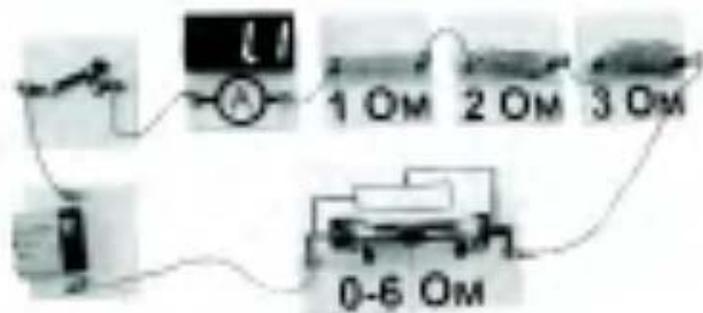


- 1) на 1–2 увеличивается, на 2–3 остается неизменным
- 2) на 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на 1–2 и 2–3 увеличивается
- 4) на 1–2 не изменяется, на 2–3 увеличивается

A13 Одно маленькое заряженное тело действует на другое с силой F . С какой силой первое тело будет действовать на второе, если заряд одного из них увеличить в 3 раза, а заряд второго увеличить в 3 раза?

- 1) $\frac{F}{9}$
- 2) $9F$
- 3) $\frac{F}{3}$
- 4) F

A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания включённого в цепь амперметра даны в амперах.



Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 3 Ом?

- 1) 1,1 В
- 2) 3,3 В
- 3) 2,2 В
- 4) 6,6 В

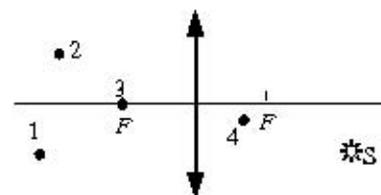
A15 Прямолинейный проводник длиной L , по которому протекает ток I , помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза?

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

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если и электроёмкость конденсатора, и индуктивность катушки увеличить в 5 раз?

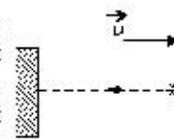
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 5 раз
- 3) уменьшится в 5 раз
- 4) увеличится в 25 раз

A17 Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



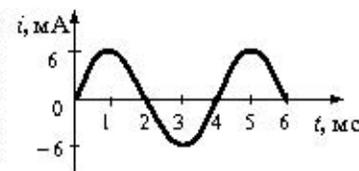
- 1) точка 1
- 2) точка 2
- 3) точка 3
- 4) точка 4

A18 На неподвижное зеркало перпендикулярно поверхности падает свет от источника, который удаляется от зеркала со скоростью v (см. рисунок). Какова скорость отражённого света в инерциальной системе отсчёта, связанной с источником? (В инерциальной системе отсчёта свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c .)



- 1) c
- 2) $c + v$
- 3) $c - v$
- 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A19 На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн. Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно



- 1) $1,8 \cdot 10^{-6}$ Дж
- 2) $5,4 \cdot 10^{-6}$ Дж
- 3) $1,08 \cdot 10^{-4}$ Дж
- 4) $3 \cdot 10^{-3}$ Дж

A20 Два источника излучают пучки монохроматического света с длинами волн $\lambda_1 = 500$ нм и $\lambda_2 = 700$ нм. Отношение энергий фотонов в этих пучках равно

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

A21 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	5	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	21	Sc СЦИНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	32	Ga ГАЛЛИЙ 69 ₈₀ 71 ₂₀

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа меди равно

- 1) 36 протонов, 29 нейтронов
- 2) 29 протонов, 63 нейтрона
- 3) 29 протонов, 34 нейтрона
- 4) 31 протон, 33 нейтрона

A22 Радиоактивный полоний ${}_{84}^{218}\text{Po}$, испытав один α -распад и два β -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца ${}_{82}^{214}\text{Pb}$
- 2) полония ${}_{84}^{214}\text{Po}$
- 3) висмута ${}_{83}^{214}\text{Bi}$
- 4) радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$

A23 В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии E_{max} фотоэлектронов при облучении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны λ .

λ	λ_0	?
E_{max}	E_0	$7E_0$

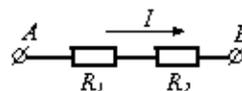
Работа выхода $A_{\text{вых}}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода равна $2E_0$. Чему равно пропущенное в таблице значение λ ?

- 1) $\frac{1}{3}\lambda_0$
- 2) $\frac{1}{5}\lambda_0$
- 3) $\frac{1}{6}\lambda_0$
- 4) $\frac{1}{7}\lambda_0$

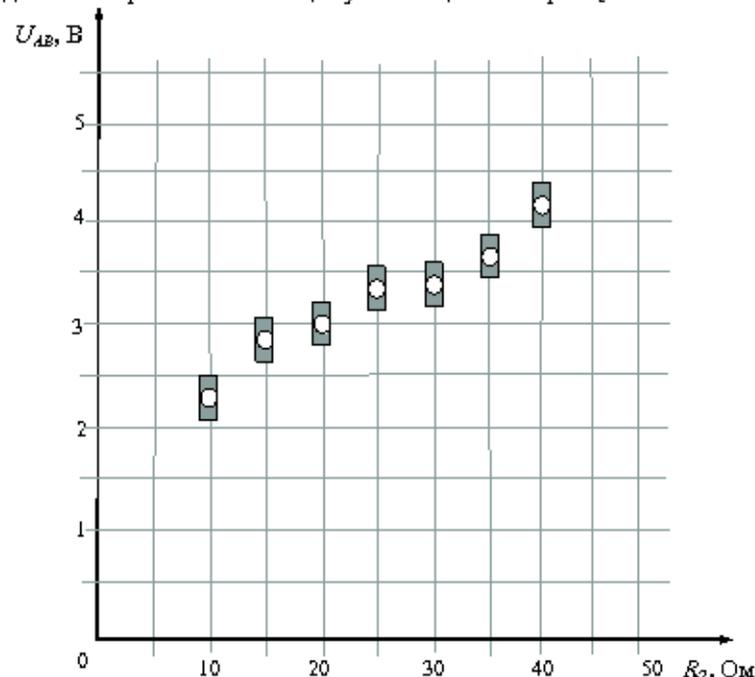
A24 В опыте измерили напряжение между обкладками плоского конденсатора ёмкостью C . Оно оказалось равным U . Какую из перечисленных ниже величин можно определить по этим данным?

- 1) заряд q обкладок конденсатора
- 2) площадь S обкладок конденсатора
- 3) напряжённость электрического поля E между обкладками конденсатора
- 4) расстояние d между обкладками конденсатора

A25 На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка AB цепи постоянного тока, состоящей из двух последовательно соединённых резисторов, при различных значениях сопротивления резистора R_2 и неизменной силе тока I (см. рисунок).



С учётом погрешностей измерений ($\Delta R = \pm 1 \text{ Ом}$, $\Delta U = \pm 0,2 \text{ В}$) найдите ожидаемое напряжение на концах участка цепи AB при $R_2 = 50 \text{ Ом}$.



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

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

В1 Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются с набором высоты модуль ускорения камня, его потенциальная энергия в поле тяжести и горизонтальная составляющая его скорости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Модуль ускорения камня	Потенциальная энергия камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

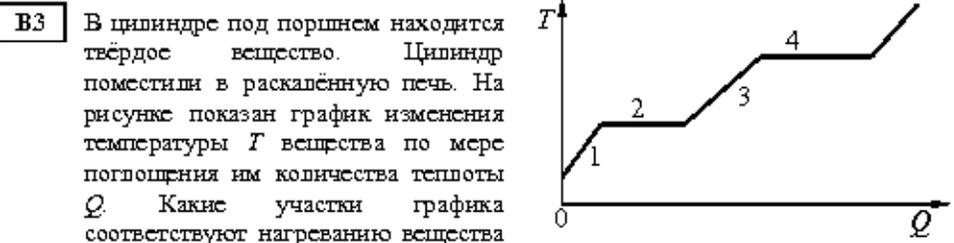
В2 Объём сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Давление	Плотность	Внутренняя энергия

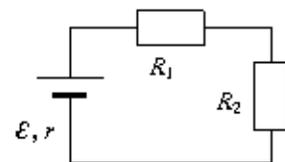


ПРОЦЕСС	УЧАСТОК ГРАФИКА
А) нагревание твёрдого вещества	1) 1
Б) кипение жидкости	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

В4 Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Сопротивление первого резистора равно R_1 , напряжение на нём равно U_1 . Напряжение на втором резисторе равно U_2 . Чему равны сопротивление второго резистора и внутреннее сопротивление источника тока?



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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) сопротивление резистора R_2	1) $R_1 \cdot \frac{U_1}{U_2}$
Б) внутреннее сопротивление источника тока r	2) $R_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$
	3) $R_1 \cdot \frac{E - U_1 - U_2}{U_2}$
	4) $R_1 \cdot \frac{E - U_1 - U_2}{U_1}$

Ответ:

А	Б

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1 Тонкая линза Л даёт чёткое действительное изображение предмета АВ на экране Э (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона К (см. рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

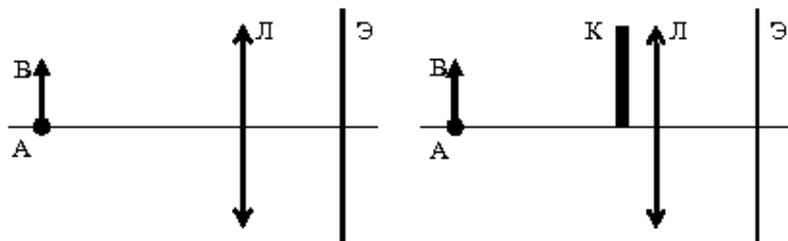
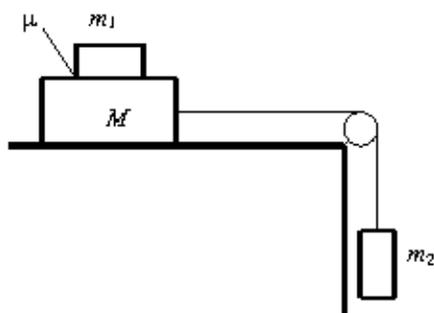


Рис. 1

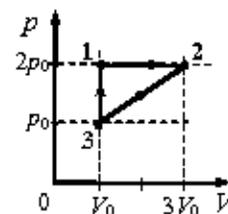
Рис. 2

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 Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,2$. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 1,2$ кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое?

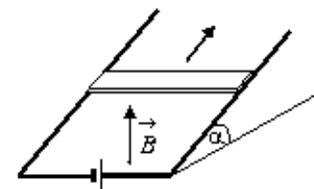


C3 С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{\text{цикл}} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



C4 Польный шарик массой $m = 0,4$ г с зарядом $q = 8$ нКл движется в горизонтальном однородном электрическом поле, напряжённость которого $E = 500$ кВ/м. Какой угол α образует с вертикалью траектория шарика, если его начальная скорость равна нулю?

C5 На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле \vec{B} находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой $m = 20$ г. Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Расстояние между рельсами $L = 40$ см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику протекает постоянный ток $I = 11$ А. При этом проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,2$. Чему равен модуль индукции магнитного поля B ?



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокаатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокаатода, $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?