

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Тренировочный вариант № 1 Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

Желаем успеха!

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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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	13600 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°С

Молярная масса

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

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Тело свободно падает из состояния покоя с высоты 50 м. На какой высоте окажется тело через 3 с падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0 м 2) 5 м 3) 10 м 4) 45 м

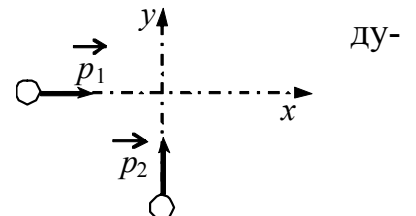
A2 Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Как изменится модуль ее центростремительного ускорения, если скорость точки будет втрое больше?

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

A3 У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который находится на расстоянии двух ее радиусов от земной поверхности?

- 1) 360 Н 2) 240 Н 3) 180 Н 4) 80 Н

A4 По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 2$ кг·м/с и $p_2 = 3$ кг·м/с, как показано на рисунке. Чему равен модуль импульса системы этих двух тел после их абсолютно неупругого удара?



- 1) $\sqrt{13}$ кг·м/с 2) 5 кг·м/с 3) $\sqrt{5}$ кг·м/с 4) 1 кг·м/с

A5

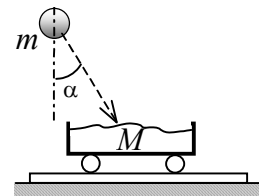
Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту через реку со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса легкового автомобиля $m_1 = 1000$ кг, а грузовика $m_2 = 4500$ кг. Каково отношение потенциальной энергии грузовика к потенциальной энергии легкового автомобиля, если отсчитывать их потенциальную энергию от уровня воды?

- 1) 0,5 2) 2 3) 4,5 4) 2,25

A6 Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?

- 1) 8 с 2) 6 с 3) 4 с 4) 2 с

A7 Камень массой $m = 4$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $M = 16$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Скорость тележки после падения в нее камня равна



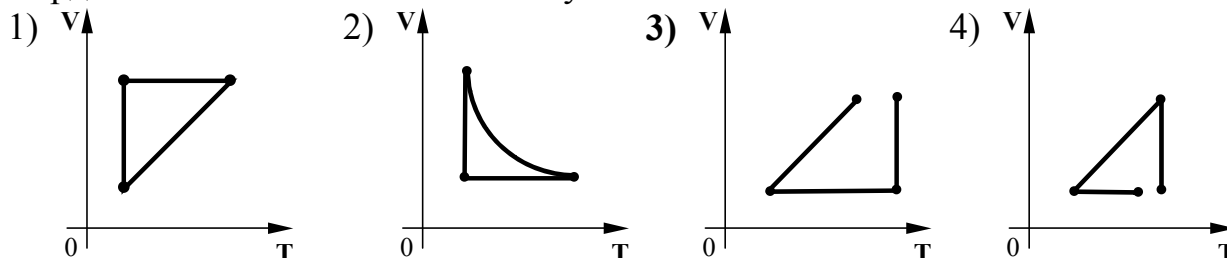
- 1) 1,0 м/с 2) 1,25 м/с 3) 1,73 м/с 4) 2,0 м/с

A8 Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул разреженного газа уменьшилась в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?

- 1) увеличилась в 4 раза
2) увеличилась в 2 раза
3) уменьшилась в 2 раза
4) уменьшилась в 4 раза

A9

Идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



A10 Температура медного образца массой 100 г повысилась с 20°C до 60°C . Какое количество теплоты получил образец?

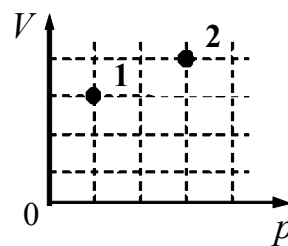
- 1) 760 Дж 2) 1520 Дж 3) 3040 Дж 4) 2280 Дж

A11 Газ получил количество теплоты 400 Дж, и его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж. При этом

- 1) над газом совершили работу 200 Дж
2) над газом совершили работу 600 Дж
3) газ совершил работу 200 Дж
4) газ совершил работу 600 Дж

A12

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



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

A13

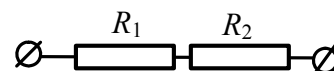
Модуль силы воздействия одного неподвижного точечного заряженного тела на другое равен F . Чему станет равен модуль этой силы, если увеличить заряд одного тела в 2 раза, а второго – в 3 раза?

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

A14

По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 2$ кОм и $R_2 = 4$ кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 100$ мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1$ мин?

- 1) 3,6 кДж
- 2) 60 кДж
- 3) 360 Дж
- 4) 60 Дж

**A15**

Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции \mathbf{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 3 раза?

- 1) уменьшится в 1,5 раза
- 2) уменьшится в 6 раз
- 3) увеличится в 1,5 раза
- 4) увеличится в 6 раз

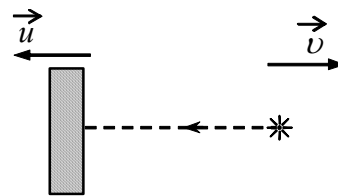
A16

Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме вдоль оси Oz . На каком минимальном расстоянии друг от друга (выраженном в единицах длины волны λ) находятся точки, для которых разность фаз колебаний вектора магнитной индукции составляет $\frac{\pi}{2}$?

- 1) $\frac{1}{4}\lambda$
- 2) $\frac{3}{4}\lambda$
- 3) 2λ
- 4) $\frac{1}{2}\lambda$

- A17** Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и отраженным увеличили на 30° . Угол между зеркалом и отраженным лучом
- 1) увеличился на 30°
 - 2) увеличился на 15°
 - 3) уменьшился на 30°
 - 4) уменьшился на 15°

- A18** В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Источник света движется в этой системе отсчета со скоростью v , а зеркало – со скоростью u в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется в этой системе отсчета свет, отраженный от зеркала?



- 1) $c + v + u$
- 2) c
- 3) $c + v$
- 4) $c - v$

- A19** Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая – в поле с индукцией B_1 , вторая – в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение времен $\frac{T_2}{T_1}$, затраченных частицами на один

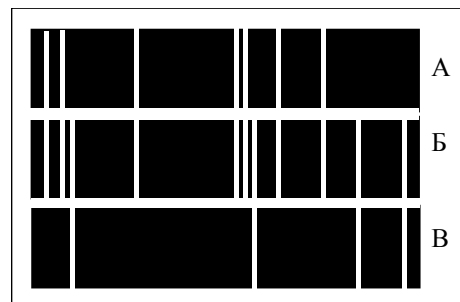
оборот, если радиус их траекторий одинаков, а отношение индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

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

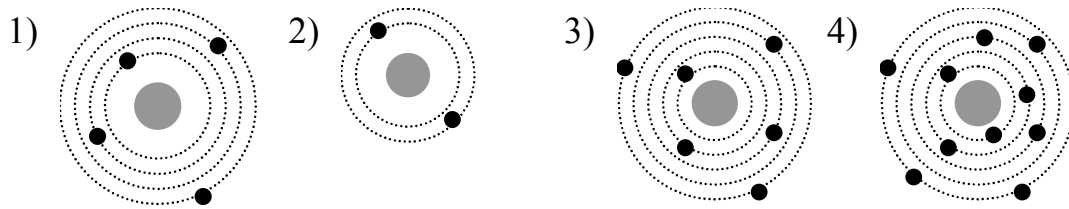
A20

На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения атомарных газов А и В и газовой смеси Б. На основании анализа этих участков спектров можно сказать, что смесь газов содержит

- 1) только газы А и В
- 2) газы А, В и другие
- 3) газ А и другой неизвестный газ
- 4) газ В и другой неизвестный газ



- A21** На рисунке изображены схемы четырех атомов, составленные в соответствии с теорией Резерфорда. Черными точками обозначены электроны. Атому ${}^4_2\text{He}$ соответствует схема



A22

Ядро изотопа урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ после нескольких радиоактивных распадов превратилось в ядро изотопа ${}_{92}^{234}\text{U}$. Какие это были распады?

- 1) один α и один β
- 2) один α и два β
- 3) два α и один β
- 4) такое превращение невозможно

A23

В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, называется задерживающим напряжением. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов, в ходе которого при освещении одной и той же пластины светом разной частоты было получено значение $h = 5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Задерживающее напряжение U , В		0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

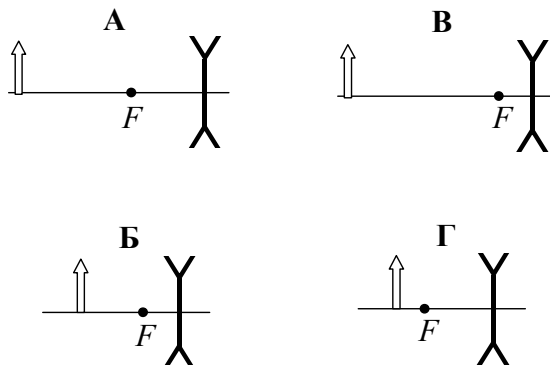
Каково опущенное в таблице первое значение задерживающего напряжения?

- 1) 0,8 В
- 2) 0,7 В
- 3) 0,5 В
- 4) 0,4 В

A24

Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы.

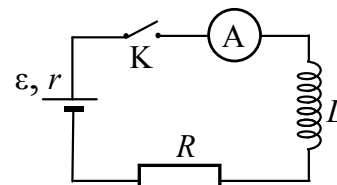
Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



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

A25

В схеме, показанной на рисунке, ключ K замыкают в момент времени $t = 0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице.



t , мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
I , мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Определите ЭДС источника, если сопротивление резистора $R = 100$ Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.

- 1) 1,5 В 2) 3 В 3) 6 В 4) 7 В

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Одноатомный идеальный газ в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия газа, если его масса остается неизменной?

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.

Объем газа	Давление газа	Внутренняя энергия газа

В2. Фотон с энергией E движется в вакууме. Пусть h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона?

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

А) Частота фотона

Б) Импульс фотона

Формула

1) hc/E

2) E/c^2

3) E/c

4) E/h

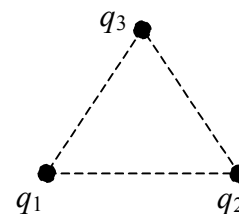
А	Б

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

В3. Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с. Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением 3 м/с². На каком расстоянии от остановки мотоциклист догонит грузовик?

В4. Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

В5. Три медных шарика диаметром 1 см каждый расположены в воздухе в вершинах правильного треугольника со стороной 20 см. Первый шарик несет заряд $q_1 = 4$ нКл, второй $q_2 = 3$ нКл, а третий $q_3 = 2$ нКл. С какой силой второй шарик действует на первый? Ответ выразите в микроニュтонах (мкН), округлив до десятых.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

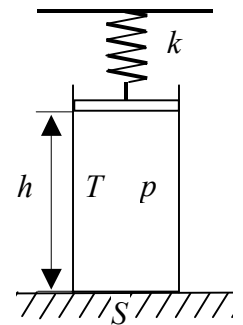
Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 напишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.

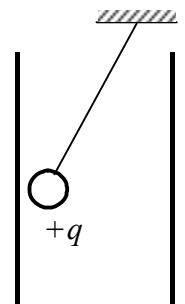
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{\text{пл}} = 15$ м/с и $v_{\text{бр}} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

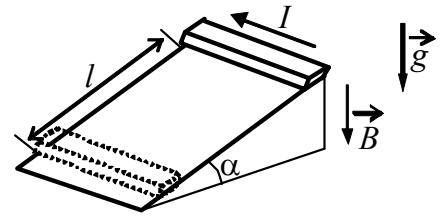
С3. Газ с температурой $T = 300$ К и давлением $p = 2 \cdot 10^5$ Па находится в цилиндрическом сосуде с сечением $S = 0,1$ м² под невесомым поршнем, который удерживается пружиной с жесткостью $k = 1,5 \cdot 10^4$ Н/м на высоте $h = 2$ м над дном сосуда (см. рис.). Температуру газа увеличили на $\Delta T = 15$ К. Чему равно при этом смещение поршня Δh ?



С4. Маленький шарик с зарядом q и массой m , подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости k , находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора d . Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити Δl ?



С5. Тонкий металлический брусок прямоугольного сечения, имеющий длину L и массу m , соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости в вертикальном магнитном поле индукцией B . По стержню протекает электрический ток I в направлении, указанном на рисунке. Плоскость наклонена к горизонту под углом α . Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите время, в течение которого брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние l .



С6. В вакууме находятся две покрытые кальцием пластинки, к которым подключен конденсатор емкостью $C = 8000$ пФ. При длительном освещении одной из пластинок светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны λ света, освещающего пластинку.

