

Тренировочная работа №2

по ФИЗИКЕ

Ноябрь, 2009

Вариант №1

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Инструкция

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 (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (B1–B5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий B1 и B2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B3–B5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (C1–C6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий B3–B5 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	санτι	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 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

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

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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 «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Две материальные точки 1 и 2 равномерно вращаются по двум окружностям радиусами $R_1 = 2$ м и $R_2 = 3$ м со скоростями $V_1 = 1$ м/с и $V_2 = 3$ м/с. Во сколько раз отличаются по величине их ускорения?

- 1) $a_2 / a_1 = 6$
- 2) $a_2 / a_1 = 3$
- 3) $a_2 / a_1 = 4$
- 4) $a_2 / a_1 = 5$

A2 Через невесомый блок перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам которой подвешены два груза массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 1,5$ кг. С каким ускорением a_2 и в каком направлении движется второй груз? Трением пренебречь.

- 1) $a_2 = 1,5$ м/с², вверх
- 2) $a_2 = 1,5$ м/с², вниз
- 3) $a_2 = 2,0$ м/с², вниз
- 4) $a_2 = 2,5$ м/с², вниз

A3 Тело массой $m = 1$ кг скатывается по гладкой наклонной плоскости вниз с ускорением $a = 5$ м/с². С какой силой F оно давит на плоскость?

- 1) $F \approx 8,1$ Н
- 2) $F \approx 8,3$ Н
- 3) $F \approx 8,5$ Н
- 4) $F \approx 8,7$ Н

A4 Рабочий тащит ящик с постоянной скоростью по горизонтальному полу, прикладывая к веревке, привязанной к ящику и составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, силу $F = 250$ Н. Чему равна величина силы трения $F_{\text{тр}}$ ящика о пол?

- 1) $F_{\text{тр}} \approx 210$ Н
- 2) $F_{\text{тр}} \approx 212$ Н
- 3) $F_{\text{тр}} \approx 216$ Н
- 4) $F_{\text{тр}} \approx 220$ Н

A5 Ящик массой $M = 100$ кг соскальзывает с наклонной плоскости, наклоненной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения ящика о плоскость равен $\mu = 0,2$, а длина плоскости $l = 10$ м. Какую кинетическую энергию E_k приобретет ящик в конце пути, если его начальная скорость $v_0 = 0$?

- 1) $E_k \approx 3270$ Дж
- 2) $E_k \approx 3170$ Дж
- 3) $E_k \approx 3370$ Дж
- 4) $E_k \approx 3470$ Дж

A6 Чему равна циклическая частота ν малых колебаний математического маятника длиной $l = 25$ м?

- 1) $\nu \approx 0,08$ Гц
- 2) $\nu \approx 0,10$ Гц
- 3) $\nu \approx 0,12$ Гц
- 4) $\nu \approx 0,11$ Гц

A7 Горизонтальный диск радиусом $R = 0,5$ м вращается вокруг своей оси с угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с. На краю диска лежит грузик. Чему равен коэффициент трения грузика о диск, если во время вращения грузик не смещается относительно диска?

- 1) не менее 0,5
- 2) не менее 0,6
- 3) не менее 0,7
- 4) не менее 0,8

A8 Сколько примерно молекул находится в 1 см³ воздуха при нормальных условиях?

- 1) $\approx 2,7 \cdot 10^{19}$
- 2) $\approx 6,0 \cdot 10^{19}$
- 3) $\approx 2,7 \cdot 10^{23}$
- 4) $\approx 6,0 \cdot 10^{23}$

A9 Давление одноатомного идеального газа, находящегося в сосуде объемом $V = 2 \cdot 10^{-2}$ м³, равно $p = 10^5$ Па. Чему равна внутренняя энергия U этого газа?

- 1) $U = 5 \cdot 10^3$ Дж
- 2) $U = 4 \cdot 10^3$ Дж
- 3) $U = 3 \cdot 10^3$ Дж
- 4) $U = 2 \cdot 10^3$ Дж

A10 Газ в некотором процессе совершил работу $\Delta A = 250$ Дж и отдал количество теплоты $\Delta Q = -350$ Дж. На какую величину ΔU изменилась при этом его внутренняя энергия?

- 1) $\Delta U = -500$ Дж
- 2) $\Delta U = -600$ Дж
- 3) $\Delta U = +600$ Дж
- 4) $\Delta U = +500$ Дж

A11 Тепловая машина, работающая по циклу Карно, за один рабочий цикл получает от нагревателя количество теплоты $Q^+ = 500$ Дж и производит работу $A = 200$ Дж. Каково при этом отношение T_1 / T_2 температур нагревателя и холодильника у этой машины?

- 1) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{3} \approx 1,33$
- 2) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{7}{3} \approx 2,33$
- 3) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{3} \approx 1,67$
- 4) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{2} = 2,5$

A12 Одному молю идеального одноатомного газа, находящегося в постоянном объеме, было сообщено количество теплоты $\Delta Q = 374$ Дж. На какую величину ΔT при этом повысилась температура газа?

- 1) $\Delta T \approx 12$ К
- 2) $\Delta T \approx 16$ К
- 3) $\Delta T \approx 18$ К
- 4) $\Delta T \approx 30$ К

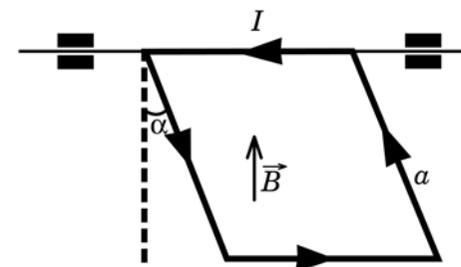
A13 Два разноименных точечных заряда величиной $q = 10^{-4}$ Кл находятся на расстоянии $R = 10$ м друг от друга. Какова напряженность \vec{E} электрического поля в точке, находящейся посередине между ними?

- 1) $|\vec{E}| \approx 72$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен от положительного заряда к отрицательному
- 2) $|\vec{E}| \approx 36$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен от положительного заряда к отрицательному
- 3) $|\vec{E}| \approx 24$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен от положительного заряда к отрицательному
- 4) $|\vec{E}| \approx 12$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен от положительного заряда к отрицательному

A14 К источнику постоянного тока с ЭДС $E = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом подключены параллельно $n = 5$ лампочек с сопротивлением $R = 2$ Ом каждая. Какова сила тока, протекающего через каждую лампочку?

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

A15 Квадратная металлическая рамка массой $m = 1$ кг со стороной $a = 1$ м шарнирно закреплена за одну из сторон так, что она может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через эту сторону (см. рисунок). Рамка находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл. На какой угол α от вертикали отклонится в состоянии равновесия плоскость рамки, если пустить по ней ток $I = 5$ А?



- 1) 30°
- 2) 60°
- 3) 45°
- 4) 90°

A16 Колебательный контур радиоприемника состоит из конденсатора емкостью $C = 5$ нФ и катушки индуктивностью $L = 10$ мкГн. На какую длину волны λ настроен приемник?

- 1) ≈ 400 м
- 2) ≈ 420 м
- 3) ≈ 440 м
- 4) ≈ 460 м

A17 Человек, идущий ночью со скоростью $V = 1$ м/с, прошел под фонарем, висящим на высоте $H = 6$ м от земли, и заметил, что скорость тени его головы на земле составляет $u = 1,5$ м/с. Каков рост h человека?

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

A18 Пучок света с длиной волны $\lambda = 500$ нм нормально падает на дифракционную решетку с периодом $d = 2 \cdot 10^{-3}$ мм. Под каким углом φ к падающему пучку наблюдается дифракционный максимум второго порядка ($m = 2$)?

- 1) 10°
- 2) 20°
- 3) 30°
- 4) 40°

A19 Мимо неподвижного наблюдателя пролетает заряженная частица. Какие виды полей он зафиксирует в момент максимального сближения с частицей?

- 1) только электрическое
- 2) только магнитное
- 3) электрическое и магнитное
- 4) никакие

A20 Чему равен импульс p одного фотона из пучка света с длиной волны $\lambda = 660 \text{ нм}$?

- 1) $p = 10^{-26} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 2) $p = 10^{-27} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 3) $p = 10^{-28} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 4) $p = 10^{-29} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

A21 Рентгеновское излучение может возникать

- 1) при торможении быстрых заряженных частиц в металлических мишенях
- 2) при переходах электронов с внешних электронных оболочек атомов на внутренние после их ионизации
- 3) при движении релятивистских заряженных частиц в сильных магнитных полях
- 4) во всех этих случаях

A22 Массовым числом атомного ядра называется

- 1) общее число нейтронов в ядре
- 2) общее число протонов, нейтронов и электронов в атоме
- 3) общее число протонов и нейтронов в ядре
- 4) общее число протонов в ядре

A23 Какова энергия фотона с длиной волны $\lambda = 589 \text{ нм}$? Ответ выразить в эВ и округлить до десятых.

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

A24 Тело брошено с небольшой скоростью под углом к горизонту. Какие из ниже перечисленных факторов оказывают наибольшее влияние на отклонение траектории его движения от параболической?

- 1) сопротивление воздуха
- 2) изменение ускорения свободного падения с высотой
- 3) вращение Земли
- 4) все эти факторы в равной степени

A25 Мальчик пустил солнечный «зайчик» от прямоугольного зеркальца на стену дома, которая находится в нескольких десятках метров от него. Форма и размеры «зайчика» на стене определяются в первую очередь

- 1) дифракцией света
- 2) интерференцией света
- 3) угловыми размерами солнечного диска
- 4) формой зеркальца

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 Материальная точка начала движение вдоль оси Ox из точки $x = 0$ с начальной скоростью $v = 10 \text{ м/с}$ и с постоянным ускорением $a = -1 \text{ м/с}^2$. Как будут меняться с течением времени после начала движения физические величины, перечисленные в первом столбце?

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|----------------------------|---|
| А) перемещение точки | 1) все время увеличивается |
| Б) путь, пройденный точкой | 2) сначала увеличивается, а потом уменьшается |
| В) модуль скорости точки | 3) сначала уменьшается, а потом увеличивается |

Ответ:

А	Б	В
□	□	□

В2 Точечный источник света находится на расстоянии $d = 0,5$ м от линзы с фокусным расстоянием $F = 25$ см и отстоит на $a = 2$ см от ее оптической оси. Как будут меняться физические величины, перечисленные в первом столбце, если начать перемещать источник ближе к линзе и к ее оси, в направлении ее переднего фокуса?

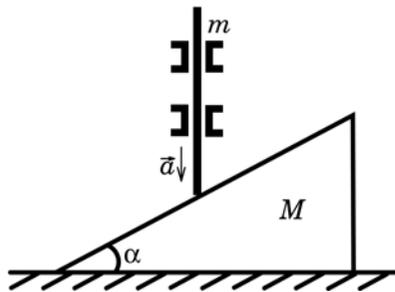
- | | |
|--|------------------|
| А) расстояние f от линзы до изображения источника | 1) уменьшается |
| Б) расстояние b от оптической оси линзы до изображения источника | 2) увеличивается |
| В) линейное увеличение линзы b/a | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

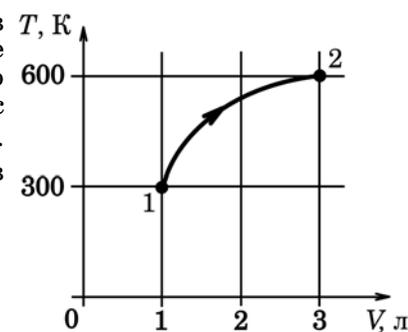
Ответом к каждому из заданий В3 – В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы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

В3 На горизонтальной плоскости стоит клин массой $M = 3$ кг с углом при основании $\alpha = 45^\circ$. Сверху в наклонную плоскость клина упирается вертикальный стержень массой $m = 1$ кг, который может опускаться в вертикальном направлении благодаря двум неподвижно закрепленным втулкам, через которые он пропущен. Трение отсутствует. Найти модуль ускорения a клина. Ответ выразить в м/с^2 и округлить до десятых.



Ответ:

В4 На графике изображен процесс, в результате которого некоторое количество идеального одноатомного газа переходит из состояния 1 с давлением $p_1 = 1$ атм в состояние 2. Чему равна внутренняя энергия газа в состоянии 2?



Ответ:

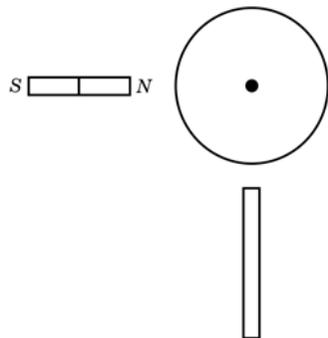
В5 Батарея конденсаторов общей емкостью $C = 5$ мкФ заряжена до напряжения $U = 80$ кВ. Батарею разрядили через резистор, находящийся в сосуде с жидким гелием. Сколько литров жидкого гелия при этом выкипело? Считать, что вся запасенная энергия выделяется в резисторе. Теплота испарения жидкого гелия равна $r \approx 20,6$ Дж/г, а его плотность $\rho \approx 114$ г/литр. Ответ округлите до десятых.

Ответ:

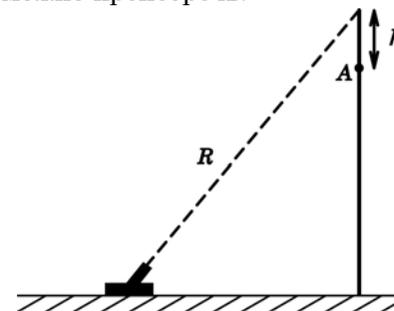
Часть 3

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

- С1** Пучок электронов движется вдоль горизонтальной оси электронно-лучевой трубки и создает в центре ее круглого экрана яркое пятно (на рисунке пучок движется «на нас»). К трубке слева медленно подносят полосовой постоянный магнит, северный полюс которого направлен в сторону трубки перпендикулярно ее оси. Затем, не убирая магнита, к трубке снизу медленно подносят конец стеклянной палочки, натертой шелком. Опишите, как будет вести себя пятно на экране в течение всего процесса, и поясните свой ответ, сославшись на необходимые физические законы.

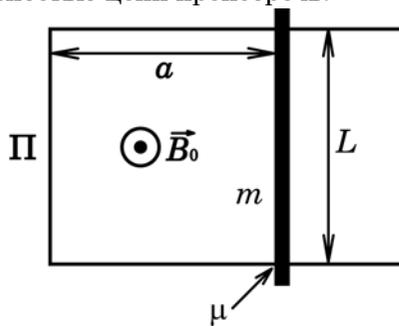


- С2** На горизонтальном полу стоит вертикальная прямоугольная плоская стенка, верхний край которой горизонтален. На некотором расстоянии от стенки на полу установлена маленькая игрушечная пушка, которая стреляет шариками. Школьник направляет ствол пушки прямо на верхний край стенки (вдоль пунктирной линии) и производит выстрел. При этом шарик летит так, что плоскость его траектории перпендикулярна стенке, и попадает в стенку в точке А, которая находится на расстоянии $h = 5$ см от ее верхнего края. Чему равна начальная скорость v_0 шарика, если ствол пушки находится на расстоянии $R = 70$ см от верхнего края стенки? Считать, что пушка маленькая по сравнению с высотой стенки, а влиянием воздуха на движение шарика можно пренебречь.



- С3** Вертикальный цилиндрический сосуд с теплопроводящими стенками закрыт тонким тяжелым горизонтальным поршнем массой $m = 5$ кг, который может двигаться без трения. В сосуде под поршнем находится одноатомный идеальный газ. Сначала в сосуд, поддерживая температуру его содержимого постоянной, добавили некоторое количество такого же газа, вследствие чего поршень поднялся на высоту $H = 20$ см. Затем сосуд и его содержимое медленно охладили так, что поршень вернулся на прежнее место. Найти модуль количества теплоты $|Q|$, отведенной от газа при охлаждении сосуда.

- С4** На горизонтальных параллельных металлических рельсах, концы которых соединены закрепленной проводящей перемычкой П, лежит металлический стержень массой $m = 100$ г. Перемычка и стержень перпендикулярны рельсам. Расстояние от перемычки до стержня $a = 1$ м, расстояние между рельсами $L = 1$ м, коэффициент трения между рельсами и стержнем $\mu = 0,4$. Вся система помещена в однородное вертикальное магнитное поле, индукция которого равна $B_0 = 0,2$ Тл. Модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают до нулевого значения за некоторое время t . При каком максимальном значении t стержень при выключении магнитного поля сдвинется с места? Электрическое сопротивление рельс, перемычки и стержня при протекании тока $R = 1$ Ом. Влиянием воздуха и индуктивностью цепи пренебречь.



- С5** На оптической скамье установлены две тонкие линзы: первая – с оптической силой $D_1 > 0$, и вторая – с оптической силой $D_2 = +2$ дптр. Главные оптические оси линз совпадают. Известно, что узкий пучок света, распространяющийся вдоль главной оптической оси линз, после падения на первую линзу выходит из второй линзы, оставаясь параллельным. Расстояние между линзами увеличили на $\Delta L = 10$ см. На каком расстоянии от второй линзы сфокусируется пучок?

- С6** Космический зонд с площадью поперечного сечения $S = 0,66$ м² свободно движется в просторах космоса вдали от небесных тел с постоянной скоростью $V = 100$ км/с. Неожиданно зонд попадает в неподвижное пылевое облако, состоящее из одинаковых пылинок массой $m_0 = 1$ мг. Пылинки равномерно распределены по объему облака, их концентрация составляет $n = 1$ см⁻³. Пылинка, ударившись о зонд, прилипает к нему. Для того чтобы сохранить начальную постоянную скорость движения зонда, управляющий им оператор включает фотонный двигатель, который испускает фотоны, имеющие длину волны $\lambda = 1$ мкм. Сколько фотонов за одну секунду испускает двигатель, если они вылетают в направлении, противоположном направлению движения зонда?

Тренировочная работа №2

по ФИЗИКЕ

Ноябрь, 2009

Вариант №2

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Инструкция

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 (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (B1–B5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий B1 и B2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B3–B5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (C1–C6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий B3–B5 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 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

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

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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 «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка движется по окружности радиусом $R = 2$ м с постоянной по модулю скоростью. Какова скорость точки, если ее ускорение равно $a = 2$ м/с²?
- 1) 1 м/с 2) 2 м/с 3) 3 м/с 4) 4 м/с
- A2** Тело брошено под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $V_0 = 20$ м/с. Чему будет равен модуль его скорости через $t = 1,5$ с после броска? Влиянием воздуха пренебречь. Ответ округлить до целых.
- 1) 20 м/с 2) 16 м/с 3) 14 м/с 4) 18 м/с
- A3** Тело массой $m = 1$ кг, скользящее по гладкой горизонтальной плоскости со скоростью $V = 10$ м/с, попало на шероховатый участок плоскости и остановилось через $t = 2$ с. Чему был при этом равен коэффициент трения тела о плоскость?
- 1) 0,4 2) 0,5 3) 0,6 4) 0,2
- A4** Вагон массой $m = 25$ т катился по горизонтальным железнодорожным путям со скоростью $V = 6$ м/с, а затем столкнулся с неподвижно стоящей частью состава, имеющей массу $M = 100$ т, и сцепился с ней. С какой скоростью будут двигаться вагоны после сцепки?
- 1) 1,4 м/с 2) 1,3 м/с 3) 1,2 м/с 4) 1,1 м/с
- A5** Ящик массой $M = 100$ кг соскользнул с наклонной плоскости длиной $l = 10$ м, наклоненной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Начальная скорость ящика равнялась нулю, а в конце плоскости его кинетическая энергия была равна $E_k = 3000$ Дж. Каков коэффициент трения ящика о плоскость? Ответ округлить до сотых.
- 1) 0,20 2) 0,25 3) 0,27 4) 0,23
- A6** Чему равен период малых колебаний груза массой $m = 1$ кг на пружине жесткостью $k = 36$ Н/м? Ответ округлить до сотых.
- 1) 1,00 с 2) 1,05 с 3) 1,10 с 4) 1,15 с

- A7** На краю горизонтального диска радиусом $R = 0,3$ м лежит грузик. Коэффициент трения грузика о диск равен $\mu = 0,75$. С какой максимальной угловой скоростью ω может вращаться вокруг своей оси диск, чтобы грузик с него не свалился?
- 1) 3 рад/с 2) 4 рад/с 3) 5 рад/с 4) 6 рад/с
- A8** Каково давление газа, если концентрация его молекул равна $n = 2,7 \cdot 10^{19}$ см⁻³, а температура $T = 0^\circ\text{C}$?
- 1) 10^5 Па 2) 10^6 Па 3) 10^4 Па 4) 10^3 Па
- A9** Чему равна внутренняя энергия 2 молей идеального одноатомного газа при температуре 200 К? Ответ округлить до сотен Дж.
- 1) 2000 2) 3000 3) 4000 4) 5000
- A10** Газ в некотором процессе получил количество теплоты $\Delta Q = 1000$ Дж, а его внутренняя энергия изменилась на $\Delta U = -250$ Дж. Какую работу он совершил?
- 1) 1000 Дж 2) 1250 Дж 3) 1500 Дж 4) 1750 Дж
- A11** Холодильная машина, работающая по циклу Карно с температурами холодильника и нагревателя 250 К и 350 К соответственно, за один цикл отнимает от холодильника количество теплоты, равное $Q^- = 250$ Дж. Какая механическая мощность подводится к машине, если длительность цикла равна $t = 1$ с?
- 1) 100 Вт 2) 150 Вт 3) 200 Вт 4) 350 Вт
- A12** Идеальный одноатомный газ в количестве 2 моль в процессе, проводившемся при постоянном объеме, отдал количество теплоты, равное $\Delta Q = 250$ Дж. На сколько изменилась при этом температура газа? Ответ округлить до целых.
- 1) + 15 К 2) - 15 К 3) - 10 К 4) + 20 К

A13 Два одноименных точечных заряда величиной $q = 10^{-4}$ Кл находятся на расстоянии $R = 5$ м друг от друга. Какова напряженность \vec{E} электрического поля в точке, находящейся на равных расстояниях $R = 5$ м от обоих зарядов?

- 1) $|\vec{E}| \approx 72$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен перпендикулярно линии, соединяющей заряды
- 2) $|\vec{E}| \approx 62$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен перпендикулярно линии, соединяющей заряды
- 3) $|\vec{E}| \approx 62$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен параллельно линии, соединяющей заряды
- 4) $|\vec{E}| \approx 72$ кВ/м, вектор \vec{E} направлен параллельно линии, соединяющей заряды

A14 К источнику постоянного тока с ЭДС $E = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом подключены последовательно $n = 5$ лампочек с сопротивлением $R = 2$ Ом каждая. Какая мощность выделяется на каждой из лампочек?

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

A15 Медный стержень массой $m = 0,1$ кг и длиной $l = 0,1$ м висит в горизонтальном положении в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл. Стержень подвешен за концы при помощи двух легких и жестких вертикальных проводников, которые шарнирно закреплены за верхние концы и через которые к нему можно подводить ток. На какой угол от вертикали отклонятся проводники, если пустить по стержню ток $I = 10$ А и дождаться, когда система придет в состояние равновесия?

- 1) 30°
- 2) 45°
- 3) 60°
- 4) 90°

A16 Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 420$ м. Емкость конденсатора контура равна $C = 2,5$ нФ. Какова индуктивность L катушки контура? Ответ выразить в мкГн и округлить до единиц.

- 1) 20
- 2) 15
- 3) 10
- 4) 5

A17 Человек идет со скоростью $V = 1$ м/с. Вектор его скорости составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с поверхностью плоского зеркала. Какова скорость сближения человека и его отражения в зеркале?

- 1) 0,5 м/с
- 2) 1,0 м/с
- 3) 1,5 м/с
- 4) 2,0 м/с

A18 Пучок света нормально падает на дифракционную решетку с периодом $d = 1 \cdot 10^{-3}$ мм. Под углом $\varphi = 30^\circ$ к падающему пучку наблюдается дифракционный максимум первого порядка ($m = 1$). Чему равна длина волны света?

- 1) 400 нм
- 2) 500 нм
- 3) 600 нм
- 4) 700 нм

A19 Спектр излучения Солнца, наблюдаемый с поверхности Земли, является

- 1) линейчатым
- 2) полосатым
- 3) непрерывным
- 4) непрерывным с темными линиями

A20 Чему равна энергия E фотона с длиной волны $\lambda = 200$ нм?

- 1) $E \approx 4 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 2) $E \approx 3 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) $E \approx 2 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 4) $E \approx 10^{-18}$ Дж

A21 γ -излучение возникает

- 1) при ядерных реакциях
- 2) при переходах электронов с внешних электронных оболочек атомов на внутренние после их ионизации
- 3) при торможении быстрых заряженных частиц в металлических мишенях
- 4) в мощных ускорителях

A22 Нуклонами называются

- 1) протоны, входящие в состав атомных ядер
- 2) нейтроны, входящие в состав атомных ядер
- 3) протоны и нейтроны, входящие в состав атомных ядер
- 4) кварки, входящие в состав атомных ядер

A23 Каков импульс фотона с длиной волны $\lambda = 550$ нм? Ответ выразить в единицах 10^{-27} кг·м/с и округлить до десятых.

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

A24 Пуля выпущена вертикально вверх из винтовки. Какие из ниже перечисленных эффектов оказывают наименьшее влияние на ее движение?

- 1) наличие сопротивления воздуха
- 2) наличие вращения Земли
- 3) изменение ускорения свободного падения с высотой.
- 4) первый и второй эффекты.

A25 Рабочая поверхность компакт-диска при ее освещении солнечным светом переливается всеми цветами радуги. Это явление связано с влиянием следующих факторов:

- 1) дифракции света на близко расположенных дорожках диска
- 2) интерференции света в тонкой защитной пленке, покрывающей диск
- 3) сложного спектрального состава солнечного света
- 4) первого и третьего факторов вместе

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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

B1 Альпинисты поднимаются на высокую гору, делая привалы, во время которых они готовят пищу. Как будут меняться по мере подъема следующие физические величины, перечисленные в первом столбце?

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|-----------------------------|------------------|
| А) давление воздуха | 1) увеличивается |
| Б) температура кипения воды | 2) уменьшается |
| В) время приготовления пищи | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

B2 Точечный источник света находится на расстоянии $d = 1$ м от собирающей линзы с оптической силой $D = 2$ дптр и отстоит на $a = 5$ см от ее оптической оси. Как будут меняться физические величины, перечисленные в первом столбце, если начать перемещать источник дальше от линзы параллельно ее оптической оси?

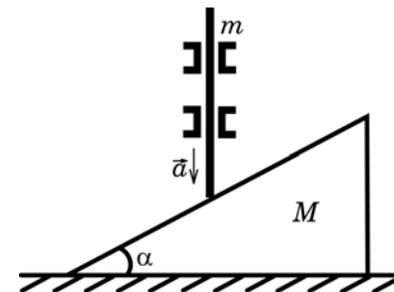
- | | | |
|--|------------------|------------------|
| А) расстояние f от линзы до изображения источника | 1) уменьшается | 2) увеличивается |
| Б) расстояние b от оптической оси линзы до изображения источника | 3) не изменяется | |
| В) линейное увеличение линзы b/c | | |

Ответ:

А	Б	В

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) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

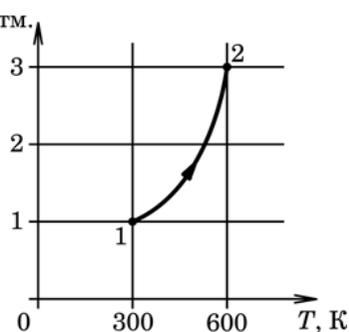
B3 На горизонтальной плоскости находится массивный клин с углом при основании $\alpha = 45^\circ$. Сверху в наклонную плоскость клина упирается вертикальный стержень массой $m = 1$ кг, который может опускаться в вертикальном направлении благодаря двум неподвижно закрепленным втулкам, через которые он пропущен. Трение отсутствует. Стержень опускается с ускорением $a = 2$ м/с². Чему равна масса M клина?



Ответ:

--

В4 На $p - T$ -диаграмме изображен процесс, в результате которого некоторое количество идеального одноатомного газа переходит из состояния 1 с объемом $V_1 = 1$ л в состояние 2. Чему равна внутренняя энергия газа в состоянии 2?



Ответ:

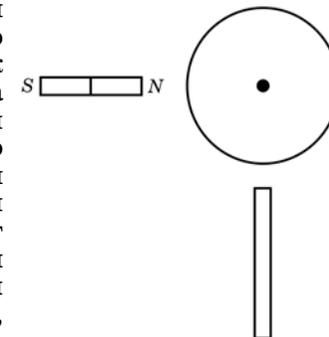
В5 Батарея конденсаторов была заряжена до напряжения $U = 50$ кВ. Батарею разрядили через резистор, находящийся в сосуде с жидким гелием. В результате выкипело $V = 2,7$ литра жидкого гелия. Теплота испарения жидкого гелия равна $r \approx 20,6$ Дж/г, а его плотность $\rho \approx 114$ г/литр. Чему равна суммарная емкость C батареи конденсаторов? Считайте, что вся запасенная энергия выделилась в резисторе. Ответ выразите в мкФ и округлите до целых.

Ответ:

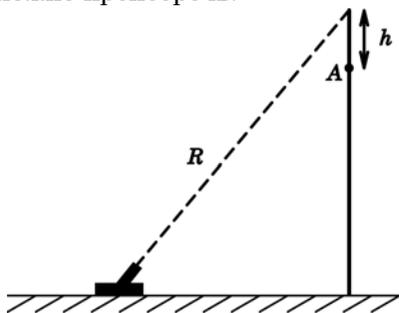
Часть 3

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

С1 Пучок электронов движется вдоль горизонтальной оси электронно-лучевой трубки и создает в центре ее круглого экрана яркое пятно (на рисунке пучок движется «на нас»). К трубке слева медленно подносят полосовой постоянный магнит, северный полюс которого направлен в сторону трубки перпендикулярно ее оси. Затем, не убирая магнита, к трубке снизу медленно подносят конец стеклянной палочки, натертой шелком. Опишите, как будет вести себя пятно на экране в течение всего процесса, и поясните свой ответ, сославшись на необходимые физические законы.

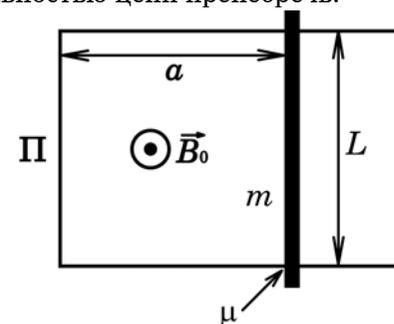


- С2** На горизонтальном полу стоит вертикальная прямоугольная плоская стенка, верхний край которой горизонтален. На некотором расстоянии от стенки на полу установлена маленькая игрушечная пушка, которая стреляет шариками. Школьник направляет ствол пушки прямо на верхний край стенки (вдоль пунктирной линии) и производит выстрел. При этом шарик летит так, что плоскость его траектории перпендикулярна стенке, и попадает в стенку в точке A , которая находится на расстоянии $h = 5$ см от ее верхнего края. Чему равна начальная скорость v_0 шарика, если ствол пушки находится на расстоянии $R = 70$ см от верхнего края стенки? Считать, что пушка маленькая по сравнению с высотой стенки, а влиянием воздуха на движение шарика можно пренебречь.



- С3** Вертикальный цилиндрический сосуд с теплопроводящими стенками закрыт тонким тяжелым горизонтальным поршнем массой $m = 5$ кг, который может двигаться без трения. В сосуде под поршнем находится одноатомный идеальный газ. Сначала в сосуд, поддерживая температуру его содержимого постоянной, добавили некоторое количество такого же газа, вследствие чего поршень поднялся на высоту $H = 20$ см. Затем сосуд и его содержимое медленно охладили так, что поршень вернулся на прежнее место. Найти модуль количества теплоты $|Q|$, отведенной от газа при охлаждении сосуда.

- С4** На горизонтальных параллельных металлических рельсах, концы которых соединены закрепленной проводящей перемычкой Π , лежит металлический стержень массой $m = 100$ г. Перемычка и стержень перпендикулярны рельсам. Расстояние от перемычки до стержня $a = 1$ м, расстояние между рельсами $L = 1$ м, коэффициент трения между рельсами и стержнем $\mu = 0,4$. Вся система помещена в однородное вертикальное магнитное поле, индукция которого равна $B_0 = 0,2$ Тл. Модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают до нулевого значения за некоторое время t . При каком максимальном значении t стержень при выключении магнитного поля сдвинется с места? Электрическое сопротивление рельса, перемычки и стержня при протекании тока $R = 1$ Ом. Влиянием воздуха и индуктивностью цепи пренебречь.



- С5** На оптической скамье установлены две тонкие линзы: первая – с оптической силой $D_1 > 0$, и вторая – с оптической силой $D_2 = +2$ дптр. Главные оптические оси линз совпадают. Известно, что узкий пучок света, распространяющийся вдоль главной оптической оси линз, после падения на первую линзу выходит из второй линзы, оставаясь параллельным. Расстояние между линзами увеличили на $\Delta L = 10$ см. На каком расстоянии от второй линзы сфокусируется пучок?
- С6** Космический зонд с площадью поперечного сечения $S = 0,66$ м² свободно движется в просторах космоса вдали от небесных тел с постоянной скоростью $V = 100$ км/с. Неожиданно зонд попадает в неподвижное пылевое облако, состоящее из одинаковых пылинок массой $m_0 = 1$ мг. Пылинки равномерно распределены по объему облака, их концентрация составляет $n = 1$ см⁻³. Пылинка, ударившись о зонд, прилипает к нему. Для того чтобы сохранить начальную постоянную скорость движения зонда, управляющий им оператор включает фотонный двигатель, который испускает фотоны, имеющие длину волны $\lambda = 1$ мкм. Сколько фотонов за одну секунду испускает двигатель, если они вылетают в направлении, противоположном направлению движения зонда?