



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ТЕСТИРОВАНИЯ



Вариант по физике № 2

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 (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 задач (C1–C6), для которых требуется дать развернутые решения.

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	милли	м	10^{-3}
мега	М	10^6	микро	мк	10^{-6}
кило	к	10^3	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}
санти	с	10^{-2}	атто	а	10^{-18}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ\text{С}$
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	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа, стали	7800 кг/м^3
ацетона	790 кг/м^3		

Нормальные условия давление 10^5 Па , температура 0°С

Удельная

теплоемкость воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость олова	$230 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водяных паров	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Энергия покоя			
	электрона	0,5 МэВ	
	нейтрона	939,6 МэВ	
	протона	938,3 МэВ	
ядра водорода	${}^1_1\text{H}$	ядра бериллия	${}^9_4\text{Be}$ 8392,8 МэВ
ядра дейтерия	${}^2_1\text{H}$	ядра бора	${}^{10}_5\text{B}$ 9324,4 МэВ
ядра трития	${}^3_1\text{H}$	ядра азота	${}^{14}_7\text{N}$ 13040,3 МэВ
ядра гелия	${}^4_2\text{He}$	ядра кислорода	${}^{15}_8\text{O}$ 13971,3 МэВ
ядра лития	${}^6_3\text{Li}$	ядра кислорода	${}^{17}_8\text{O}$ 15830,6 МэВ
ядра лития	${}^7_3\text{Li}$	ядра фосфора	${}^{30}_{15}\text{P}$ 27917,1 МэВ

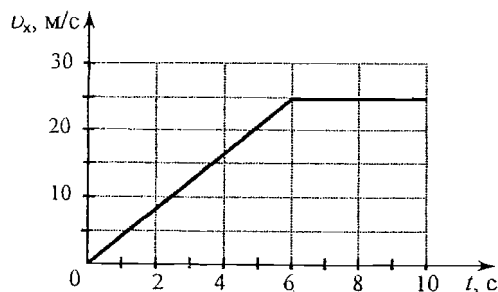
Зависимость плотности ρ насыщенного водяного пара от температуры									
$t, ^\circ\text{C}$	-5	3	6	9	12	15	18	25	50
$\rho, \text{г/м}^3$	3,2	6,0	7,3	8,8	10,7	12,8	15,4	23,0	83,0

Температура плавления				
свинца	327 $^\circ\text{C}$		олова	232 $^\circ\text{C}$

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 Автомобиль движется вдоль оси X. На рисунке приведен график зависимости проекции его скорости v_x от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за 10 с.



- 1) 125 м
- 2) 140 м
- 3) 175 м
- 4) 250 м

A2

Птица летит над поверхностью Земли с постоянной скоростью. Какое утверждение о силах, действующих в этот момент на птицу, является правильным? Систему отсчета, связанную с Землей, считайте инерциальной.

- 1) Сила тяжести, действующая на птицу со стороны Земли, пренебрежимо мала по сравнению с равнодействующей силой, действующей на птицу со стороны воздуха.
- 2) Сила тяжести, действующая на птицу со стороны Земли, равна архимедовой силе, действующей на нее со стороны воздуха.
- 3) Равнодействующая всех сил, действующих на птицу, равна 0.
- 4) На птицу не действует сила тяжести во время полета.

A3

Для определения коэффициента трения скольжения μ между горизонтальной плоскостью стола и поверхностью бруска проводят несколько экспериментов, во время которых брусок массой $M = 200$ г, нагружая сверху грузами разной массы m , равномерно перемещают с помощью динамометра по поверхности стола. Показание динамометра F и масса груза m для каждого опыта заносят в таблицу. По данным приведенной таблицы определите значение μ .

Номер опыта	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$F, \text{Н}$	0,4	0,5	0,6	0,7
$m, \text{кг}$	0,2	0,3	0,4	0,5

- 1) 0,1
- 2) 0,2
- 3) 0,5
- 4) 0,6

A4

На тело массой 2 кг, имеющее начальную скорость $v_0 = 3$ м/с, в течение 4 с действует сила \vec{F} , по модулю равная 2 Н. Определите модуль импульса тела после действия на него силы \vec{F} , если известно, что она направлена противоположно направлению начальной скорости тела \vec{v}_0 .

- 1) 0
- 2) 2 кг·м/с
- 3) 8 кг·м/с
- 4) 14 кг·м/с

A5

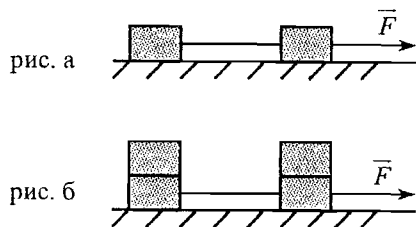
Резиновый шнур, имеющий первоначальную длину $l_0 = 40$ см, растянули до длины $l_1 = 60$ см. Как изменится потенциальная энергия растянутого шнура, если его растянуть до длины $l_2 = 50$ см? Потенциальная энергия уменьшится

- 1) в 4 раза
- 2) в 2 раза
- 3) в 1,5 раза
- 4) в 1,2 раза

A6 Тело совершает гармонические колебания вдоль оси X . Проекция ускорения тела в зависимости от времени меняется в соответствии с уравнением $a_x = -0,5 \cos 2\pi t$, где все физические величины выражены в единицах СИ. Частота колебаний равна

- 1) 0,5 Гц 2) 1,0 Гц 3) 2π Гц 4) $\frac{1}{2\pi}$ Гц

A7 Два одинаковых бруска, связанные нитью, движутся под действием внешней силы \vec{F} по гладкой горизонтальной поверхности (см. рис. а). Как изменится сила натяжения нити, если сверху на эти бруски положить 2 точно таких же бруска (см. рис. б)? Натяжение нити

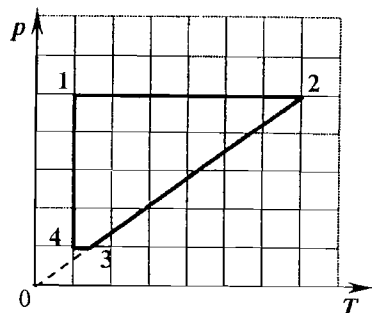


- 1) не изменится 2) возрастет в 1,5 раза
3) возрастет в 2 раза 4) возрастет в 4 раза

A8 В закрытом сосуде содержится $3,6 \cdot 10^{24}$ молекул гелия. В сосуде содержится газ в количестве

- 1) 0,6 моль 2) 1,2 моль 3) 6,0 моль 4) 12 моль

A9 Какой участок диаграммы, представленной на рисунке, соответствует изотермическому процессу в идеальном газе?

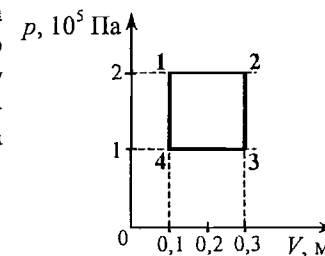


- 1) 1 – 2
2) 2 – 3
3) 3 – 4
4) 4 – 1

A10 При изохорном процессе идеальный газ нагревается. Что можно сказать о количестве теплоты, переданном газу в этом процессе? В описанном процессе

- 1) теплота подводится к газу
2) теплота отводится от газа
3) теплообмен с окружающей средой отсутствует
4) теплота может как подводиться, так и отводиться

A11 На рисунке представлена диаграмма замкнутого термодинамического цикла 1 – 2 – 3 – 4 – 1, по которому работает тепловой двигатель. Определите полезную работу газа за один цикл.



- 1) 20 кДж
2) 40 кДж
3) 50 кДж
4) 60 кДж

A12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно равна 227°C . За один цикл рабочее тело от нагревателя получает количество теплоты 40 000 Дж и совершает работу 24 000 Дж. Абсолютная температура холодильника теплового двигателя равна

- 1) 73 К 2) 200 К 3) 300 К 4) 473 К

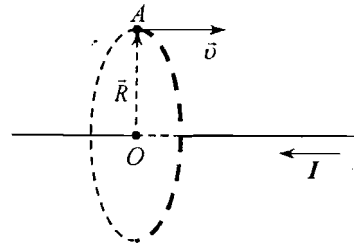
A13 Конденсатор постоянной емкости вначале подсоединили к источнику напряжения 4,5 В, а затем – к источнику 13,5 В. При этом энергия электрического поля конденсатора

- 1) уменьшилась в 3 раза
2) не изменилась
3) увеличилась в 3 раза
4) увеличилась в 9 раз

A14 Положительно заряженная частица потеряла один электрон. Изменился ли при этом заряд частицы и каким образом? Заряд частицы

- 1) увеличился
- 2) уменьшился
- 3) не изменился
- 4) мог как уменьшиться, так и увеличиться

A15 Недалеко от прямого проводника с током пролетает положительно заряженная частица. В тот момент, когда частица находится в точке A (см. рис.), вектор ее скорости параллелен проводнику, а действующая на нее сила Лоренца направлена



- 1) так же, как и радиус-вектор \vec{R}
- 2) противоположно радиус-вектору \vec{R}
- 3) по касательной к окружности радиуса R на нас
- 4) по касательной к окружности радиуса R от нас

A16 В настоящее время все электромагнитные волны разделены на семь основных диапазонов: рентгеновское, видимое, низкочастотное, инфракрасное, гамма-, ультрафиолетовое излучение и радиоволны. Какие диапазоны имеют длину волны, меньшую, чем у видимого света?

- 1) радиоволны, ультрафиолетовое и рентгеновское излучение
- 2) ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение
- 3) инфракрасное, рентгеновское и гамма-излучение
- 4) радиоволны, низкочастотное и инфракрасное излучение

A17 Направим луч света лазера из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду под углом падения, большим предельного угла полного отражения. При этом луч света после того, как окажется на границе двух сред

- 1) полностью исчезнет
- 2) пойдет вдоль границы раздела двух сред
- 3) частично отразится, а частично пойдет вдоль границы раздела двух сред
- 4) полностью возвратится в более плотную среду

A18 В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Мимо уличного фонаря проезжает автомобиль с постоянной скоростью v : подъезжает (1), оказывается рядом (2) и отъезжает (3). В системе отсчета, связанной с машиной, скорость света, попадающего в машину от фонаря в разные три промежутка времени, соответственно равна

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

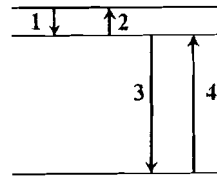
A19 Два заряженных небольших металлических шарика находятся на расстоянии 3 м друг от друга. Заряд первого шарика равен $q_1 = 10$ мкКл, заряд второго $q_2 = -20$ мкКл. Вычислите модуль силы взаимодействия между шариками.

- 1) 0,2 Н
- 2) 0,6 Н
- 3) 1,2 Н
- 4) 1,6 Н

A20 При β -распаде ядра изотопа калия ${}_{19}^{42}\text{K}$ образуется ядро изотопа

- 1) аргона ${}_{18}^{41}\text{Ar}$
- 2) аргона ${}_{18}^{42}\text{Ar}$
- 3) кальция ${}_{20}^{42}\text{Ca}$
- 4) кальция ${}_{20}^{43}\text{Ca}$

A21 На рисунке схематически представлены энергетические уровни трех стационарных состояний атома и обозначены некоторые возможные переходы между ними. Какая из стрелок обозначает переход, сопровождающийся излучением кванта с наибольшей энергией?

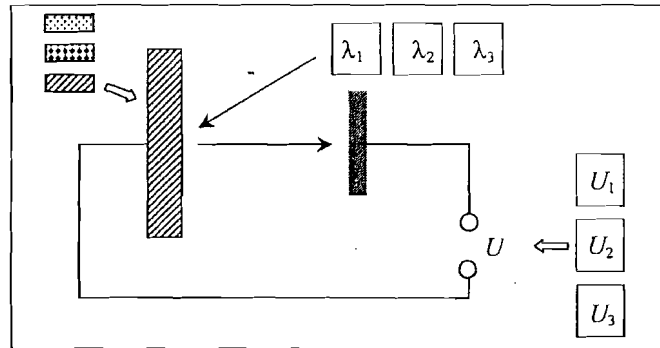


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A22 Период полураспада изотопа азота $^{13}_7N$ составляет 10,0 мин. Через какой промежуток времени останется нераспавшейся примерно четверть исходного числа ядер?

- 1) 2,5 мин 2) 12,5 мин 3) 17,5 мин 4) 20 мин

A23 При проведении экспериментальных исследований по изучению фотоэффекта были использованы: различное напряжение U на электродах, разнообразные материалы для фотокатода и монохроматическое освещение (различной длины волны λ в различных экспериментах). Во время исследований было установлено, что величина работы выхода электронов из вещества фотокатода находится в прямо пропорциональной зависимости от числового значения

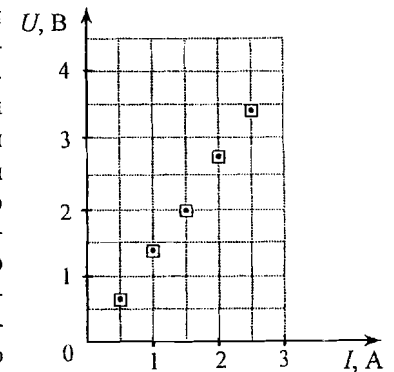


- 1) максимальной энергии электронов, покидающих фотокатод
 2) энергии фотонов света, попадающих на фотокатод
 3) красной границы вещества, из которой изготовлен фотокатод
 4) величины напряжения U , приложенного к электродам

A24 Необходимо экспериментально установить, зависит ли сопротивление проводящего провода от материала, из которого он сделан. Для этой цели в эксперименте необходимо использовать базовый набор оборудования (источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, устройство с зажимами для проводника) и дополнительный: несколько отрезков проводов

- 1) различного диаметра, различной длины и изготовленных из различных материалов
- 2) различного диаметра и различной длины, но изготовленных из одного материала
- 3) различного диаметра, но одинаковой длины и изготовленных из одного материала
- 4) одинакового диаметра и одинаковой длины, но изготовленных из различных материалов

A25 На рисунке показаны результаты измерения напряжения на резисторе от силы тока, текущего через него. Погрешность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,1$ В, силы тока $\Delta I = \pm 0,1$ А. По результатам эксперимента, представленного на рисунке, определите приблизительное значение удельного сопротивления вещества, из которого изготовлен резистор. Известно, что площадь поперечного сечения резистора равна $0,5 \text{ мм}^2$, а длина 50 см.



- 1) $0,8 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
- 2) $1,3 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
- 3) $8 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
- 4) $13 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

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 Груз одной и той же массы рабочий поднимает с поверхности земли на второй этаж вначале с помощью неподвижного блока (прикрепленного выше второго этажа), а затем – с помощью подвижного блока, стоя на втором этаже и выбирая веревку. Как при этом изменяются такие характеристики, как: совершаемая полезная механическая работа, прилагаемая рабочим, сила и длина веревки, которую он должен выбрать при поднятии груза? 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). Затем получившуюся последовательность цифр запишите в бланк ответов № 1 справа от номера задания В1.

Полезная механическая работа	Сила	Длина выбираемой веревки

В2 Движение частиц в проводнике мы непосредственно не видим. О наличии электрического тока приходится судить по тем действиям или явлениям, которые его сопровождают. Установите соответствие между техническими устройствами и различными действиями электрического тока, которые лежат в основе принципа их работы.

ПРИБОР (УСТРОЙСТВО)	ДЕЙСТВИЕ ТОКА
А) устройство для получения чистой меди из раствора медного купороса	1) тепловое
Б) гальванометр	2) магнитное
В) школьный вольтметр	3) химическое
	4) световое

Каждому элементу левого столбца подберите позицию из правого столбца и впишите выбранные цифры в таблицу. Затем получившуюся последовательность цифр запишите в бланк ответов № 1 справа от номера задания В2.

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

В3 Пружину, предварительно растянутую на 5 см, дополнительно растягивают еще на 15 см. Жесткость пружины 40 Н/м. Чему равна работа внешних сил при дополнительном растягивании? Считать, что при растяжении упругость пружины сохраняется.

В4 В теплоизолированный сосуд, содержащий воду массой 200 г при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, опускают нагретый до $t = 300^\circ\text{C}$ железный предмет массой $m = 100$ г. Определите температуру (в $^\circ\text{C}$) воды в сосуде после установления теплового равновесия. Ответ округлите до целых.

B5

Квадратный контур со стороной 10 см расположили в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл так, чтобы угол между нормалью к плоскости контура и вектором магнитной индукции составил 60° . Затем в течение 1,2 с осуществили поворот контура на 30° так, что плоскость контура стала параллельной вектору магнитной индукции. Чему равна ЭДС, возникшая при этом в контуре, если изменение магнитного потока через контур происходило равномерно? Ответ выразите в милливольтгах (мВ).

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

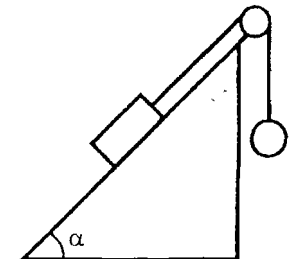
C1

Объясните: почему в сильные морозы появляются ледяные узоры на стеклах оконных рам? Где и почему эти узоры возникают – изнутри или снаружи оконных рам? Выскажите гипотезу о том, почему современные стеклопакеты (пластиковые окна) позволяют избежать этого явления.

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, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

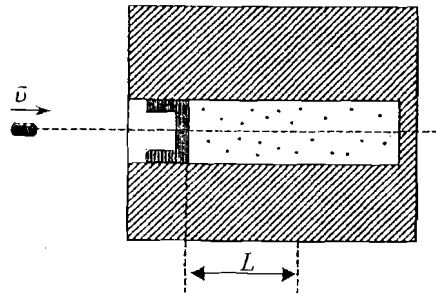
C2

Брусок массой $M = 1,8$ кг и шарик массой m связаны между собой невесомой и нерастяжимой нитью как показано на рисунке. Брусок находится на плоскости, составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонталью. Коэффициент трения между поверхностью и телом равен $\mu = 0,2$. Чему равно максимальное значение массы m , при котором брусок с нулевой начальной скоростью начинает движение вниз?



С3

На рисунке изображен горизонтально расположенный цилиндр с подвижным поршнем, заполненный инертным одноатомным газом неонем массой 2 г. Масса поршня $M = 110$ г. В центр поршня попадает пуля массой $m = 10$ г, летящая со скоростью 300 м/с и застревающая в нем. За время удара поршень смещается в крайнее правое положение на расстояние L . Определите, как при этом изменится температура газа. Трением поршня о сосуд и теплообменом с окружающей средой следует пренебречь.



С4

В классе все столы имеют одинаковую длину 1 м 20 см. Ученик собрал экспериментальную установку для изучения свойств линзы. В одном из опытов с помощью тонкой линзы с фокусным расстоянием 15 см ученик получил на экране, расположенном на главной оптической оси линзы, четкое изображение предмета с шестикратным увеличением. Удалось ли при этом ученику разместить экспериментальную установку на одном столе или ему пришлось сдвинуть два стола вместе?

С5

В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе 8 мВ, а амплитуда колебаний силы тока в катушке 2,0 мА. В определенный момент времени t сила тока в катушке составляет 1,2 мА. Определите напряжение на конденсаторе в момент времени t .

С6

На рисунке приведены четыре линии спектра излучения водорода, соответствующие переходу электронов в атоме водорода с более высоких энергетических уровней на второй. Определите, переходу с какого уровня на второй соответствует самая левая линия спектра? Энергию электрона на n -ом уровне атома водорода с хорошей точностью можно определить по формуле $E_n = \frac{-hR}{n^2}$, где R – постоянная Ридберга. Изобразите этот переход атома водорода из одного энергетического состояния в другое схематически.

