

контрольных измерительных материалов
для проведения в 2024 году пробного экзамена
по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ

Ответ: -2,5 м/с².

-	2	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

4	1																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

1	,	4	0	,	2														
---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(элементарный электрический заряд)	
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

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

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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	$2,3 \cdot 10^6$	Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$	Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$	Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

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

ВАРИАНТ 20

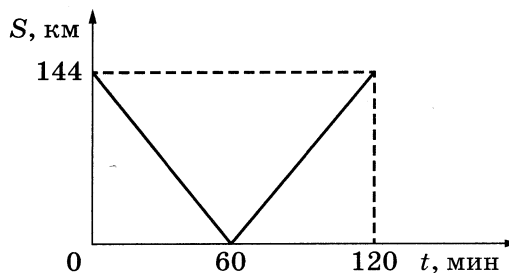
Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость второго автомобиля равна 30 м/с. Какова скорость первого автомобиля?

Ответ: _____ м/с.



2

Две планеты обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Масса первой планеты в 4 раза меньше массы второй, а отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет равно 2,5. Каково отношение сил притяжения первой и второй планет к звезде $\frac{F_1}{F_2}$?

Ответ: _____.

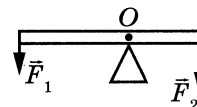
3

В инерциальной системе отсчёта тело движется по прямой под действием постоянной силы, равной по модулю 10 Н и направленной вдоль этой прямой. Сколько времени потребуется для того, чтобы под действием этой силы импульс тела изменился на 50 кг·м/с?

Ответ: _____ с.

4

Невесомый рычаг находится в равновесии (см. рисунок). Сила $F_1 = 8$ Н, её плечо равно 30 см. Какова длина рычага, если сила $F_2 = 12$ Н?



Ответ: _____ см.

5

На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составлена таблица зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью, не превышающей 0,01 Н. На основании данных, приведённых в таблице, используя закон сухого трения, выберите все верные утверждения.

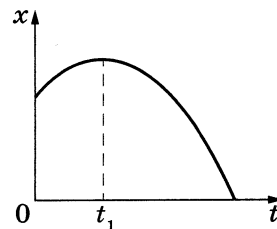
α , рад	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$F_{\text{тр}}$, Н	0	1,0	2,0	3,86	3,76	3,63	3,46	3,25	3,01	2,75	2,45	2,13

- 1) Модуль силы трения скольжения уменьшается при увеличении угла наклонной плоскости к горизонту.
- 2) Сила трения покоя не зависит от угла α .
- 3) С ростом угла наклона модуль силы трения покоя уменьшается.
- 4) Коэффициент трения скольжения меньше 0,4.
- 5) Когда угол наклона меньше 0,1 рад, брусок скользит по наклонной плоскости.

Ответ: _____.

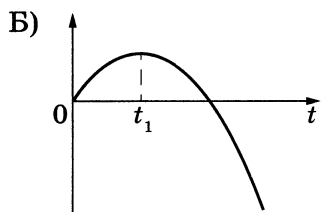
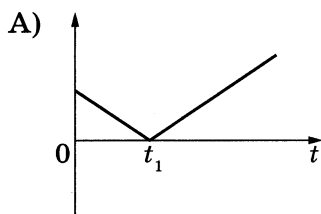
6

На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция перемещения тела на ось x
- 2) проекция ускорения тела на ось x
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) модуль скорости тела

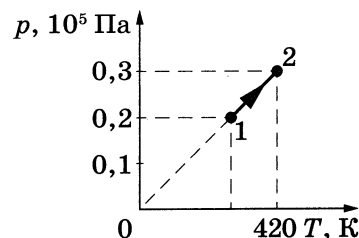
Ответ:

А	Б

7

На рисунке показано изменение состояния идеального газа в количестве 0,5 моль. Какая температура соответствует состоянию 1?

Ответ: _____ К.



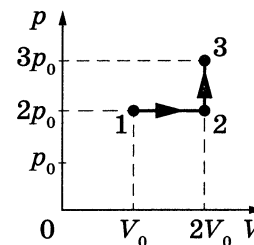
8

Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж, и совершает работу 40 Дж. Каков КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %.

9

Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа p от объёма V . Масса газа в процессе не изменяется. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие отражённые на графике процессы.

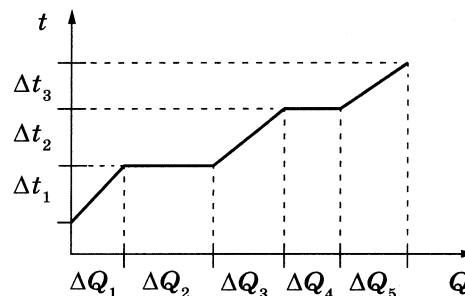


- 1) Плотность газа максимальна в состоянии 1.
- 2) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается в 3 раза.
- 3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 1,5 раза.
- 4) В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза.
- 5) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.

Ответ: _____.

10

В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{\Delta Q_4}{m}$

Б) $\frac{\Delta Q_5}{m\Delta t_3}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) удельная теплоёмкость жидкости
- 2) удельная теплота плавления
- 3) удельная теплоёмкость газообразного вещества
- 4) удельная теплота парообразования

Ответ:

А	Б

11

Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +4$ нКл и $q_2 = -8$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и затем раздвинуть на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

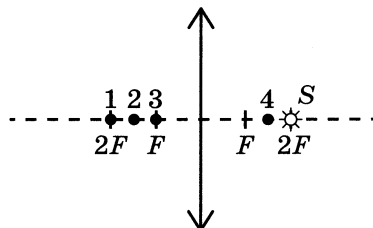
12

Катушку индуктивностью 8 мГн пронизывает магнитный поток 0,05 Вб. Ток какой силы протекает в катушке?

Ответ: _____ А.

13

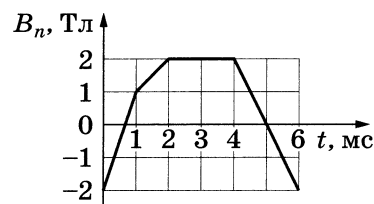
Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки S , создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F (см. рисунок)?



Ответ: точка _____.

14

Проволочная рамка площадью 60 см² помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции $\vec{B}$. Проекция B_n индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени t согласно графику на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

- 1) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
- 2) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 2 до 4 мс равен 6 мВб.
- 3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 мс равен 12 В.
- 4) Модуль скорости изменения магнитного потока через рамку максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
- 5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, максимален в интервале времени от 1 до 2 мс.

Ответ: _____.

15

В первом опыте частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Во втором опыте та же частица движется в том же магнитном поле по окружности меньшего радиуса. Как при переходе от первого опыта ко второму изменились кинетическая энергия частицы и частота её обращения?

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.

Кинетическая энергия частицы	Частота её обращения

16

В результате реакции некоторого ядра A_ZX и α -частицы ${}^4_2\text{He}$ образуются нейтрон и ядро азота ${}^{14}_7\text{N}$. Определите массовое число исходного ядра A_ZX .

Ответ: _____.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

17

На установке, представленной на фотографиях (рис. а — общий вид, рис. б — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — пропускающий только жёлтый.

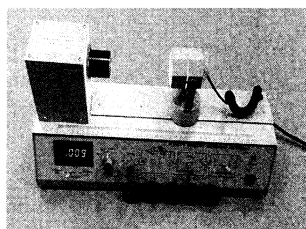


Рис. а

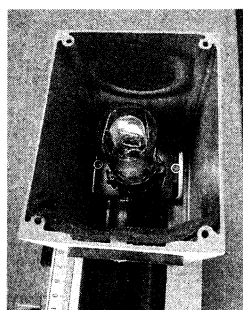


Рис. б

Как изменялись при переходе от первой серии опытов ко второй длина волны падающего света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличивалась 2) уменьшалась 3) не изменялась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны падающего света	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

18

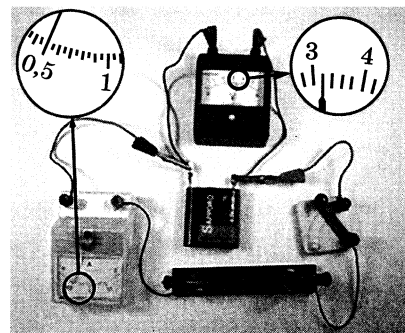
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Работа внешней силы по растяжению пружины прямо пропорциональна её удлинению.
- 2) При постоянной температуре работа идеального газа при расширении возрастает с увеличением его объёма.
- 3) При сближении пластин воздушного конденсатора его электрическая ёмкость увеличивается.
- 4) При преломлении электромагнитных волн на границе двух сред частота колебаний в волне увеличивается при переходе в среду с большим показателем преломления.
- 5) Число протонов в ядре атома определяет основные химические свойства элемента.

Ответ: _____.

19

На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Какова по результатам этих измерений сила тока, протекающего через источник?



Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20

Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от электроёмкости конденсатора?

№ контура	Максимальное напряжение на конденсаторе, В	Электроёмкость конденсатора C , мкФ	Индуктивность катушки L , мГн
1	14	6	4
2	8	5	6
3	14	6	12
4	10	10	4
5	8	12	6

Запишите в ответе номера выбранных контуров.

Ответ:



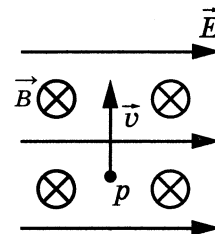
**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.**

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$ и магнитное поле индукцией $\vec{B}$. Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен $\vec{E}$ и $\vec{B}$, как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Куда отклонится протон на начальном участке траектории, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать 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.

22

В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Чему была равна начальная скорость тела?

23

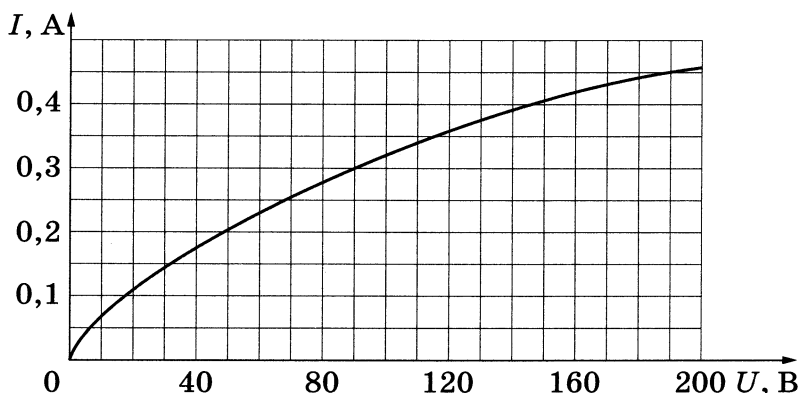
В калориметре находятся в тепловом равновесии 50 г воды и 5 г льда. Какой должна быть минимальная удельная теплоёмкость материала болта, имеющего массу 50 г и температуру 339 К, чтобы после опускания его в калориметр весь лёд растаял?

24

В закрытом сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух с относительной влажностью 60 % под давлением 100 кПа. Объём сосуда изотермически уменьшили в 2,5 раза. Во сколько раз надо вместо этого увеличить абсолютную температуру без изменения объёма сосуда, чтобы получить такое же конечное давление? Объёмом сконденсировавшейся воды пренебречь.

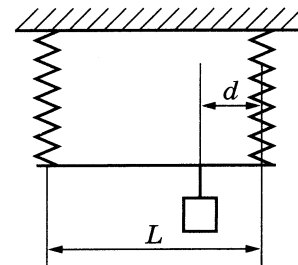
25

На рисунке изображена зависимость силы тока в лампе накаливания от приложенного к ней напряжения. Найдите мощность, выделяющуюся на резисторе, включённом последовательно с лампой в сеть напряжением 120 В, если сила тока в цепи равна 0,3 А.



26

К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 40$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, а растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 3 раза меньше, чем у правой. Чему равна масса M стержня? Сделайте рисунок с указанием сил, использованных в решении задачи.



Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.