

**Тренировочный вариант единого
государственного экзамена по ФИЗИКЕ
114**

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 30 заданий.

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 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: 7.5 см.

7, 5

Ответом к заданиям 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 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.

Бланк

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

4 1

Бланк

Ответ к заданиям 24–30 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, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике 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

$$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

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)

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

постоянная Планка

Соотношение 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		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	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды 4,2 · 10³ Дж/(кг · К)

алюминия 900 Дж/(кг · К)

льда 2,1 · 10³ Дж/(кг · К)

меди 380 Дж/(кг · К)

железа 460 Дж/(кг · К)

чугуна 500 Дж/(кг · К)

свинца 130 Дж/(кг · 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

Часть 1

Ответами к заданиям 1-23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1** Три легкие пружины с коэффициентами жесткости $k_1 = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, $k_2 = 400 \text{ Н/м}$, $k_3 = 700 \text{ Н/м}$ соединены последовательно. Каков коэффициент жесткости k всей системы?

Ответ: _____ Н/м

- 2** Груз массой 20 кг, неподвижно лежавший на поверхности земли, поднимается под действием постоянной силы 400 Н, направленной вертикально вверх. Какая часть работы силы затрачена на изменение кинетической энергии груза к моменту, когда он находится на высоте 15 м?

Ответ: _____ %

- 3** При взвешивании на неравноплечных рычажных весах масса тела на одной чашке оказалась равна 0,3 кг, а на другой 0,34 кг. Какова истинная масса тела? Ответ дать в кг и округлить до сотых.

Ответ: _____ кг

- 4** Самолет делает «мертвую петлю» радиусом 255 м.

На основании анализа условия, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

1) Скорость самолета в верхней точке петли должна быть равна 50,5 м/с, тогда летчик не повиснет на ремнях, которыми он пристегнут к креслу.

2) Скорость самолета в верхней точке петли должна быть равна 40,5 м/с, тогда летчик не повиснет на ремнях, которыми он пристегнут к креслу.

3) При скорости 50,5 м/с сила, с которой летчика вжимает в кресло в нижней точке траектории, равна удвоенной силе тяжести.

4) При скорости 50,5 м/с сила, с которой летчика вжимает в кресло в точке траектории, где его скорость направлена вертикально, равна удвоенной силе тяжести.

5) При скорости 40,5 м/с сила, с которой летчика вжимает в кресло в точке траектории, где его скорость направлена вертикально, равна силе тяжести.

Ответ: _____

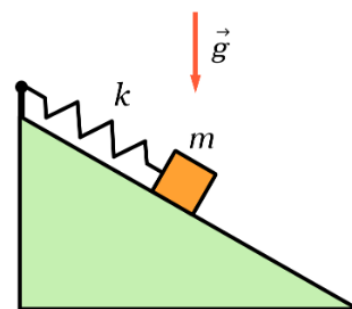
- 5 Массивный брусок находится на шероховатой поверхности, наклонённой под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Он прикреплён к концу лёгкой пружины, второй конец которой закреплён так, что ось пружины параллельна «линии падения воды» на плоскости. Если пружину сжать на некоторую величину и аккуратно отпустить брусок, то он останется в покое только в том случае, если величина деформации сжатия не будет превышать 1 см. На какую максимальную величину можно растянуть пружину перед аккуратным отпусканием бруска, чтобы брусок остался неподвижным? Как при этом изменится потенциальная энергия пружины? Как изменится сила трения? Коэффициент трения между бруском и наклонной поверхностью $\mu = 1$.

1) увеличивается

2) уменьшается

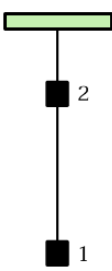
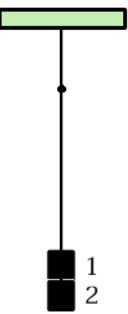
3) не изменяется

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



Потенциальная энергия пружины	Сила трения

- 6 Упругая однородная лёгкая резинка длиной 1 м под весом груза 1 растягивается на 2 см. Вторая резинка, изготовленная из того же материала и с таким же поперечным сечением, но длиной 2 м, под весом груза 2 растягивается на те же 2 см. Найдите суммарное растяжение двух резинок под весом этих двух грузов, подвешенных следующим образом: А)наверху закреплён конец короткой резинки, к другому её концу подвешен груз 2, к которому прикреплён верхний конец длинной резинки. Внизу к ней прикреплён груз 1 (см. рисунок); Б) обе резинки скреплены (последовательно) и внизу укреплены оба груза.

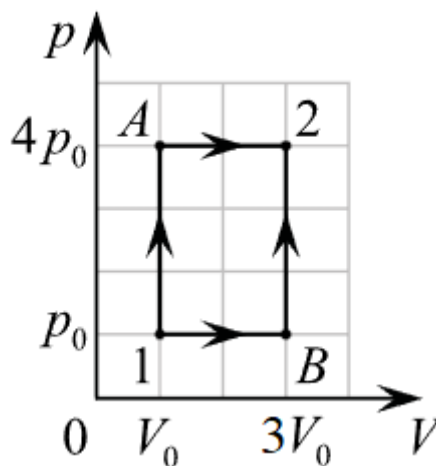
ВИД КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА	СУММАРНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ
А) 	1) 6 см 2) 7 см 3) 8 см 4) 9 см 5) 10 см
Б) 	

А	Б

- 7 Нейтронная звезда — сверхплотное сферическое космическое тело, обладающее размерами порядка 10 км и массой, в 2-3 раза превышающей массу Солнца. Состоит в основном из нейтронов. Нейтронную звезду можно рассматривать как одно гигантское атомное ядро. Чему равна атомная масса такого ядра, если радиус звезды равен 16 км, а средняя плотность $\rho = 3 \cdot 10^{14}$ г/см³? Ответ разделить на 10^{57} и округлить до десятых.

Ответ: _____

- 8 Один моль идеального одноатомного газа находится в состоянии 1, из которого может переходить в состояние 2 двумя разными способами: $1 - A - 2$ и $1 - B - 2$ (см. pV -диаграмму). Во сколько раз отличается количество теплоты Q_1 , переданное газу в процессе $1 - A$ от количества теплоты Q_2 , переданного газу в процессе $1 - B$? В качестве ответа запишите значение отношения $\frac{Q_1}{Q_2}$



Ответ: _____ кг/м³

- 9 Внутренняя энергия аргона увеличилась в некотором процессе на 600 Дж. На какое количество джоулей увеличилась бы в этом процессе энергия водорода?

Ответ: _____ Дж

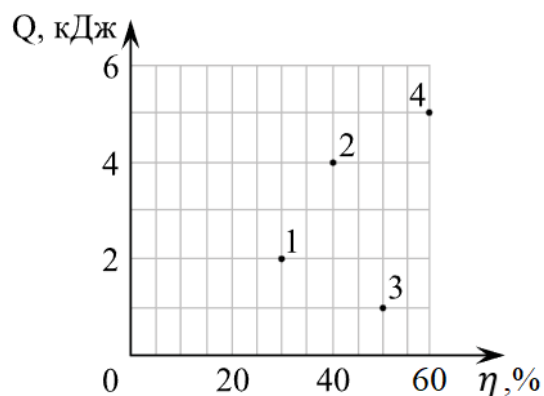
- 10 В помещение объемом 10 кубических метров внесли блюдо с 300 г воды. Никаких водяных паров изначально в помещении не было. Помещение герметично закрыли. После установления равновесия плотность водяного пара в помещении стала равна 16,7 г/м³.

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения относительно проведённого процесса.

- 1) Масса воды, оставшейся на блюде, равна 133 г.
- 2) По данным задачи можно определить температуру в помещении.
- 3) В среднем в кубе воздуха с ребром 200 нм находится примерно 4450 молекул.
- 4) В среднем в кубе воздуха с ребром 200 нм находится примерно 2200 молекул.
- 5) Когда температура в помещении увеличилась и вся вода испарилась, плотность пара стала равна 28 г/м³.

Ответ: _____

- 11** С одним молем идеального одноатомного газа последовательно проводят четыре различных циклических процесса, каждый раз измеряя совершённую за цикл работу и количество теплоты, отданное за цикл холодильнику. Этим процессам соответствуют пронумерованные точки на диаграмме. Вдоль горизонтальной оси этой диаграммы откладываются КПД η циклических процессов, а вдоль вертикальной оси — количества теплоты Q , полученной газом от нагревателя за один цикл.



Как изменится работа, совершённая газом за цикл, при переходе от цикла 1 к циклу 4? Как изменится модуль количества теплоты, отдаваемой газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 2 к циклу 3?

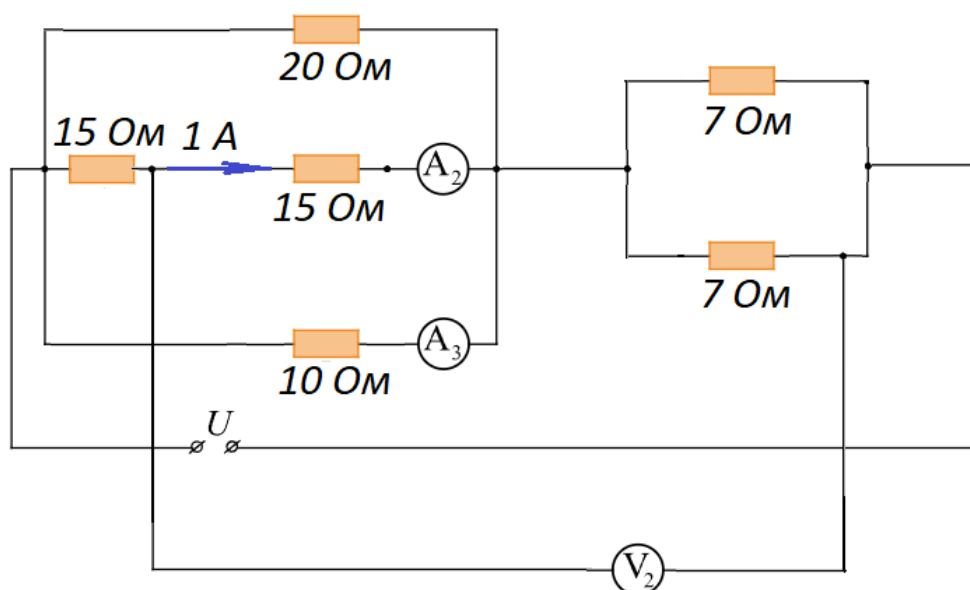
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Работа газа за цикл при переходе от цикла 1 к циклу 4	Модуль количества теплоты, отдаваемого газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 2 к циклу 3

12



В схеме на рисунке определите показания вольтметра V_2 , если амперметр A_2 показывает 1 А.

Ответ: _____ В

13 Якорь генератора переменного напряжения имеет квадратную обмотку со стороной $a = 8$ см, содержащую $N = 100$ витков. С какой частотой n следует вращать якорь генератора в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,35$ Тл, чтобы максимальная величина напряжения составляла $U_m = 12$ В?

Ответ: _____ об/мин

14 Предмет помещен на расстоянии 40 см от переднего фокуса линзы. Изображение предмета получается на расстоянии 160 см за задним фокусом. Определите фокусное расстояние линзы.

Ответ: _____ см

15 В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью $\frac{32}{\pi}$ мкФ и катушки индуктивности, происходят незатухающие колебания. Напряжение U на конденсаторе изменяется со временем t по закону $U(t) = 5 \cdot \cos \frac{\pi \cdot 10^5 \cdot t}{8}$. Выберите из предложенного перечня утверждений все верные.

1) Период изменения заряда конденсатора равен 160 мкс.

2) Круговая частота ω изменения энергии катушки равна $\frac{\pi \cdot 10^5}{4}$ рад/с.

3) Индуктивность катушки равна $\sqrt{\frac{2}{\pi}}$ мГн.

4) Максимальное значение заряда конденсатора равно $\frac{\pi}{8}$ мкКл.

5) Энергия, запасённая в конденсаторе в момент времени $t = 0$, равна $\frac{0,4}{\pi}$ мДж.

Ответ: _____

16 Дифракционная решётка освещается красным светом. На экране, установленном за решёткой параллельно ей, возникает дифракционная картина, состоящая из тёмных и светлых вертикальных полос. Как изменятся расстояние между соседними светлыми полосами и число наблюдаемых тёмных полос, если освещать эту же решётку зелёным светом?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается

2) уменьшается

3) не изменяется

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

Расстояние между соседними светлыми полосами	Число наблюдаемых тёмных полос

- 17** Шарик массой 1 г подвешен на нити в конденсаторе, обкладки которого расположены горизонтально. Период колебаний шарика в незаряженном конденсаторе $T_1 = 0,628$ с. После того, как конденсатор и шарик зарядили, период колебаний шарика уменьшился в $n = 2$ раза. С какой по величине силой F электрическое поле конденсатора действовало на шарик? Определите период T_3 колебаний шарика при перемене знака заряда на нем.
- Для каждой величины из левого столбца подберите значение из правого. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ
А) Сила, с которой поле действовало на шарик, Н	1) 0,03
Б) Период T_3 колебаний шарика при перемене знака заряда на нем, с	2) 0,05
	3) 0,12
	4) 0,24
	5) 0,44
	6) 1,35

А	Б

- 18** Какая доля радиоактивных ядер распадается через интервал времени, равный четверти периода полураспада? Ответ приведите в процентах и округлите до целых.

Ответ: _____ %

- 19** При проведении опытов по наблюдению фотоэффекта пластину из металла облучали светом с длиной волны λ и измеряли для фотоэлектронов модуль запирающего напряжения U .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче. Модуль заряда электрона равен e , его масса m , постоянная Планка h , скорость света в вакууме c .

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Максимальная скорость фотоэлектронов
Б) Модуль импульса падающих фотонов

ФОРМУЛА

- 1) $\sqrt{\frac{eU}{2m}}$
2) $\frac{hc}{\lambda}$
3) $\frac{h}{\lambda}$
4) $\sqrt{\frac{2eU}{m}}$

А	Б

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

1) При колебаниях пружинного маятника ускорение груза максимально по модулю в момент прохождения грузом положения равновесия.

2) При постоянной температуре давление насыщенных паров вещества возрастает при уменьшении объёма пара.

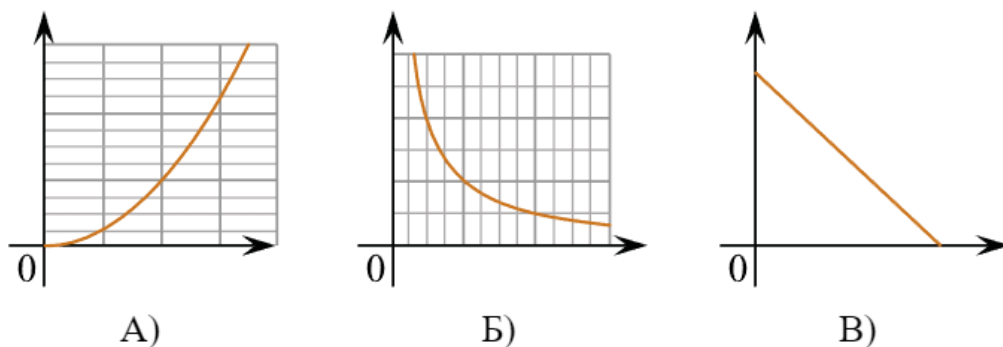
3) Если диэлектрик помещён во внешнее электростатическое поле, то напряжённость поля внутри диэлектрика больше, чем снаружи.

4) Собирающая линза может формировать как действительное, так и мнимое изображение.

5) При увеличении скорости частицы её длина волны де Бройля уменьшается.

Ответ: _____

21 На рисунке изображены три графика:



Установите соответствие между этими графиками А), Б) и В) и зависимостями физических величин, обозначенных цифрами 1–5. Для каждого графика А–В выберите соответствующую зависимость и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

1) зависимость потенциальной энергии материальной точки от высоты её поднятия над уровнем земли (который принят за начало отсчёта потенциальной энергии)

2) зависимость кинетической энергии материальной точки массой m от её импульса

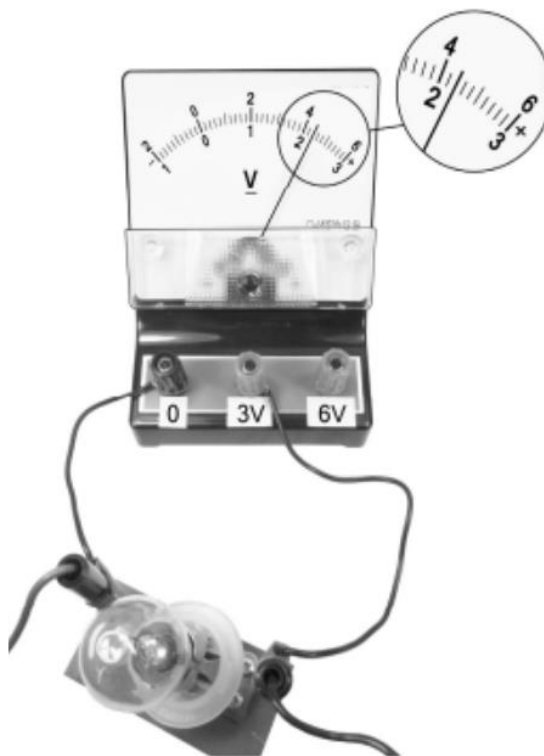
3) зависимость модуля силы гравитационного взаимодействия двух материальных точек от расстояния между ними

4) зависимость энергии фотона от длины его волны

5) зависимость модуля скорости камня, брошенного вертикально вверх, от времени (при движении от момента броска до момента подъёма на максимальную высоту)

А	Б	В

- 22 Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) В

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

- 23 Ученику необходимо выяснить, как давление идеального газа зависит от его массы. В его распоряжении пять сосудов разного объема, в которых находятся разные массы одного и того же газа при разных температурах. Какие два сосуда нужно выбрать, чтобы установить эту зависимость?

- 1) $V = 6$ л, $T = 350$ К, $m = 10$ г.
- 2) $V = 5$ л, $T = 320$ К, $m = 10$ г.
- 3) $V = 4$ л, $T = 340$ К, $m = 10$ г.
- 4) $V = 4$ л, $T = 320$ К, $m = 7$ г.
- 5) $V = 4$ л, $T = 340$ К, $m = 5$ г.

Запишите номера выбранных сосудов.

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

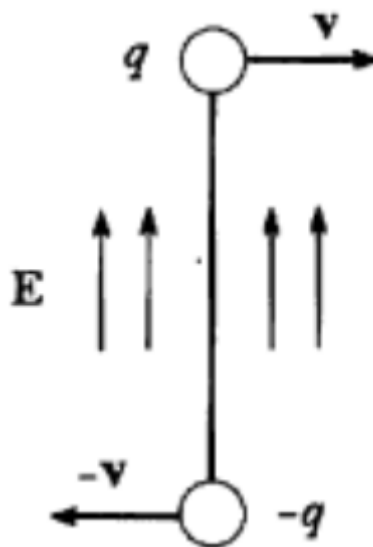
Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24 Муравей ползет по соломинке, которая свободно падает, находясь в вертикальном положении. Сравнить время падения соломинки с муравьем, если он: а) ползет вверх; б) ползет вниз; в) неподвижен относительно соломинки. Ответ поясните.

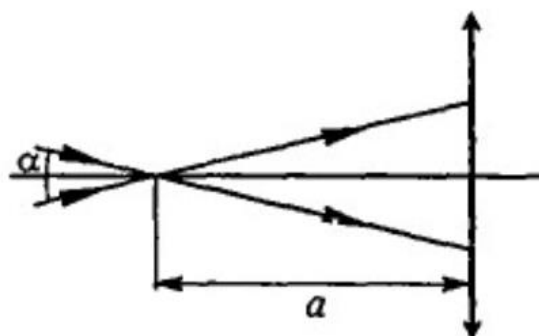
Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 25 На сколько градусов нужно было бы нагреть медную проволоку сечением 1 мм^2 , чтобы она приняла ту же длину, что и под действием растягивающей нагрузки в 50 Н ? Коэффициент линейного расширения меди $\alpha = 16 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$, модуль Юнга для меди $E = 120 \text{ ГПа}$.
- 26 В замкнутой цепи при уменьшении внешнего сопротивления на $\eta_1 = 20\%$ ток увеличился на $\eta_2 = 20\%$. На сколько $\% \eta_4$ увеличился бы ток, если бы внешнее сопротивление уменьшили на $\eta_3 = 40\%$?
- 27 При достижении температуры 910°С в железе происходит полиморфное превращение: элементарная ячейка его кристаллической решетки из кубической объемноцентрированной превращается в кубическую гранецентрированную — железо из α -фазы переходит в γ -фазу. При этом плотность железа уменьшается на $\varepsilon \approx 2\%$. Найдите отношение постоянных решеток железа в α и γ — фазах. *Примечание. Постоянной a кубических решеток называют длину ребра куба элементарной ячейки. В объемноцентрированной решетке ионы железа находятся в вершинах и в центре куба, а в гранецентрированной — в вершинах куба и в центрах каждой из его граней.*

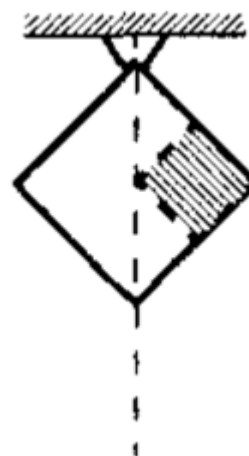
- 28 В однородное электростатическое поле с напряженностью E поместили легкий жесткий стержень, на концах которого закреплены маленькие шарики массой m каждый. Шарики заряжены зарядами $+q$ и $-q$. В начальный момент стержень ориентирован по полю. Шарики получают скорости $+v_0$ и $-v_0$, направленные перпендикулярно стержню (рис. а). На какой максимальный угол повернется стержень? Длина стержня $2l$, сила тяжести отсутствует.



- 29 Два луча симметрично пересекают главную оптическую ось собирающей линзы на расстоянии $a = 7,5$ см от линзы под углом $\alpha = 4^\circ$ (см. рис.). Определить угол между этими лучами после прохождения ими линзы, если фокусное расстояние линзы $F = 10$ см.



- 30 Определить, на какой угол α повернется квадрат, подвешенный за вершину, если из него изъять $\frac{1}{4}$ часть, отмеченную на рисунке штриховкой.



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

