

Единый государственный экзамен 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 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число 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. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух 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

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: вправо 13 В П Р А В О Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 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. 22 1 , 4 0 , 2 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 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, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 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	санتي	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)	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
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 эквивалента	931 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 теплоёмкость
 воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ алюминия $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 льда $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ меди $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 железа $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ чугуна $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 свинца $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
Удельная теплота
 парообразования воды $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/К}$
 плавления свинца $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/К}$
 плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

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

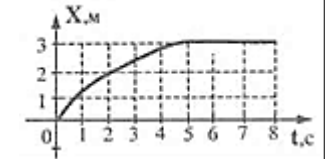
Молярная масса

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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке изображен график изменения координаты тела с течением времени. Какой путь прошло тело за последние три секунды?

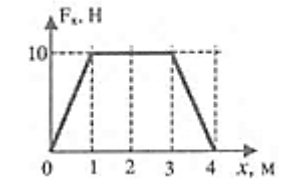


Ответ: _____ м

2 Брусок массой $0,5 \text{ кг}$ прижат к вертикальной стене с силой 10 Н . Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен $0,4$. Какой величины силу надо приложить к бруску, чтобы равномерно поднимать его вертикально вверх?

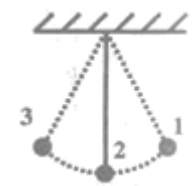
Ответ: _____ Н

3 Тело движется под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на рисунке. Работа силы на пути 4 м равна



Ответ: _____ Дж

4 Груз на нити совершает свободные колебания между точками 1 и 3 с периодом колебаний T . Груз начинает движение из положения 1 с начальной скоростью равной нулю. Через какое время (в долях периода) после этого кинетическая энергия во второй раз достигнет максимума

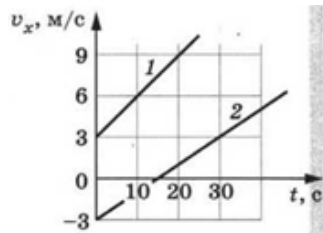


Ответ: _____



5

Два тела движутся вдоль оси X. На рисунке для обоих тел приведены графики зависимости проекции скорости их от времени t.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) проекция на ось X ускорения тела 1 меньше проекции ускорения тела 2
- 2) проекция на ось X ускорения тела 1 равна $0,3 \text{ м/с}^2$
- 3) тело 2 в момент времени 15 с находилось в начале отсчёта
- 4) первые 15 с тела двигались в разные стороны
- 5) проекция на ось X ускорения тела 2 равна $0,1 \text{ м/с}^2$

Ответ:

--	--

6

При переходе с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и период его обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

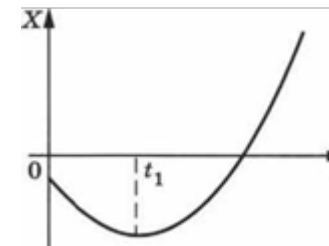
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

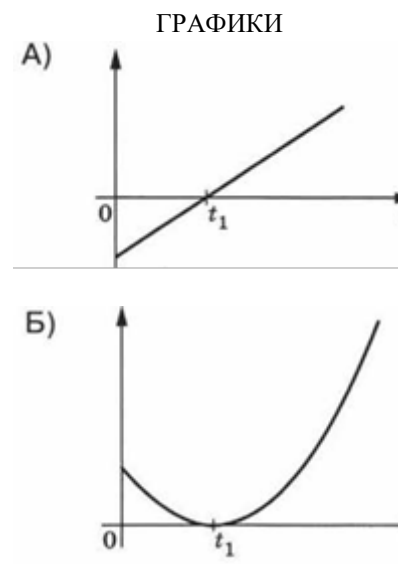
Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

7

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 второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль импульса тела
- 2) проекция скорости тела на ось OX
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) модуль ускорения тела

Ответ:

А	Б

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190304



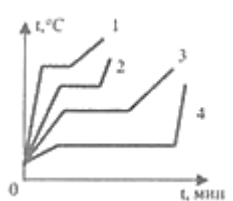
8 В баллоне находится $3 \cdot 10^{25}$ молекул газа. Какое примерно количество молекул находится в баллоне?

Ответ: _____ моль

9 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя 50 Дж и совершает полезную работу 100 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %

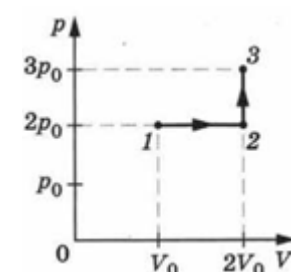
10 На рисунке приведены графики изменения со временем температуры четырех веществ. В начале нагревания все эти вещества находились в жидком состоянии.



По графику определите, какое из веществ имеет наибольшую температуру кипения?

Ответ: _____

11 10 моль идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объема V (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

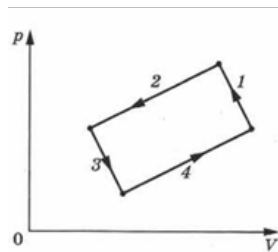
- 1) абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3
- 2) в процессе 1—2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза
- 3) в процессе 2—3 абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 1,5 раза
- 4) плотность газа минимальна в состоянии 1
- 5) в ходе процесса 1—2—3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается в 3 раза

Ответ:

--	--



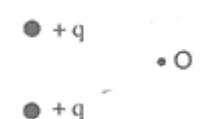
- 12 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшими положительными значениями работы газа и работы внешних сил? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А) работа газа положительна и минимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и минимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

- 13 Какое направление имеет вектор напряжённости E электрического поля, созданного двумя разноименными зарядами, равными по модулю, в точке O (см. рис.). Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.**



Ответ: _____

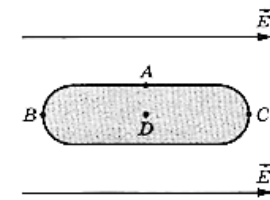
- 14 Чему равно внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС, равной 10 В, если при подключении к нему резистора сопротивлением 4 Ом, по электрической цепи протекает ток 2 А?

Ответ: _____ Ом

- 15 Чему равна площадь рамки, если однородное магнитное поле индукцией 0,1 Тл, пронизывающее эту рамку, создаёт магнитный поток 0,04 Вб? Рамка расположена перпендикулярно вектору магнитной индукции.

Ответ: _____ м²

- 16 Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью E. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело, и укажите их номера.



- 1) напряжённость электрического поля в точке D не равна нулю
- 2) потенциалы в точках A и C равны
- 3) концентрация свободных электронов в точке B наибольшая
- 4) в точке A индуцируется положительный заряд
- 5) в точке D индуцируется отрицательный заряд

Ответ:

--	--



17 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника сила тока во внешней цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

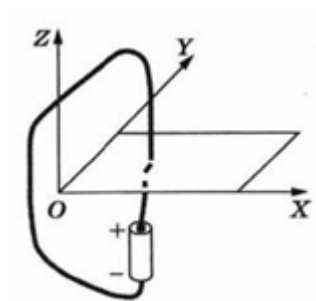
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока во внешней цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении

Ответ:

--	--

18 При подключении проводника к полюсам гальванического элемента на поверхности проводника появляются заряды: положительные вблизи положительного полюса, отрицательные вблизи отрицательного полюса — и возникает электрический ток. Заряды на поверхности проводника создают в пространстве электрическое поле, а ток — магнитное поле. Проводник, подключённый к



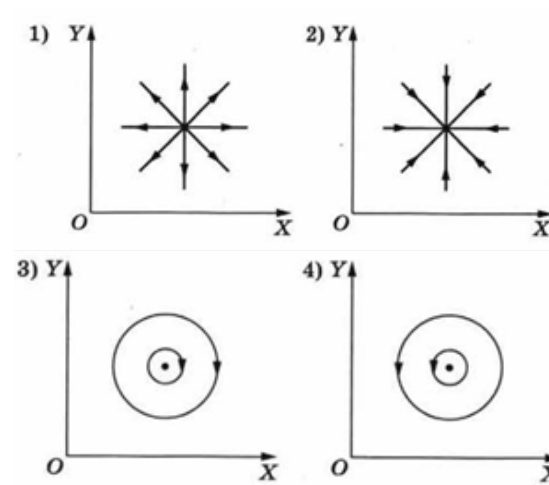
гальваническому элементу, проходит через отверстие в доске. На рисунках 1—4 при помощи линий поля изображены электрическое и магнитное поля, создаваемые проводником в плоскости доски (вид сверху). Установите соответствие между видами поля и рисунками, изображающими линии поля.

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

ВИДЫ ПОЛЯ

- А) электрическое поле
- Б) магнитное поле

ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИНИЙ ПОЛЯ



Ответ:

А	Б

19 Период полураспада стронция ${}_{38}^{90}\text{Sr}$ равен $T = 29$ лет. Через сколько лет произойдет распад $7/8$ от первоначального числа радиоактивных ядер?

Ответ: _____ лет

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



20) Длина волны света лазерной указки равна 600 нм в воздухе и 400 нм в стекле. Чему равен показатель преломления стекла?

Ответ: _____

21) Точечный источник света находится в сосуде с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	10	20	30	40	50	60	70

- 1) показатель преломления жидкости больше 1,5
- 2) образование пятна на поверхности обусловлено интерференцией света в жидкости
- 3) угол полного внутреннего отражения равен 45°
- 4) граница пятна движется с ускорением
- 5) конечные размеры пятна на поверхности обусловлены явлением полного внутреннего отражения

Ответ:

--	--

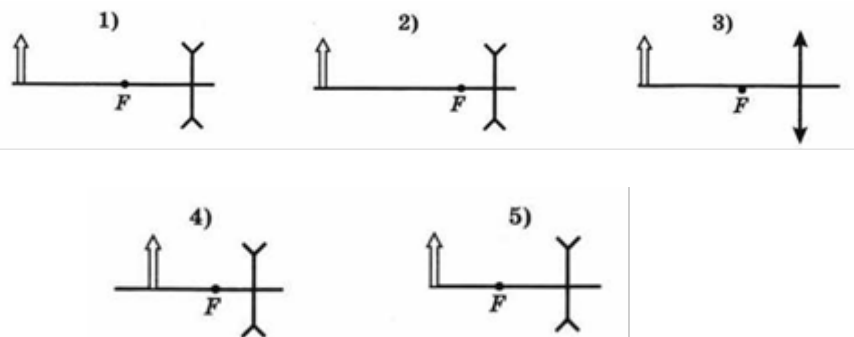
22) Ученик измерял вес груза с помощью динамометра. Показания динамометра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления динамометра. Запишите в ответ показания динамометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: (____ ± ____) Н

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

23) Была выдвинута гипотеза, что размер создаваемого рассеивающей линзой мнимого изображения предмета зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



Запишите в таблицу номера выбранных опытов

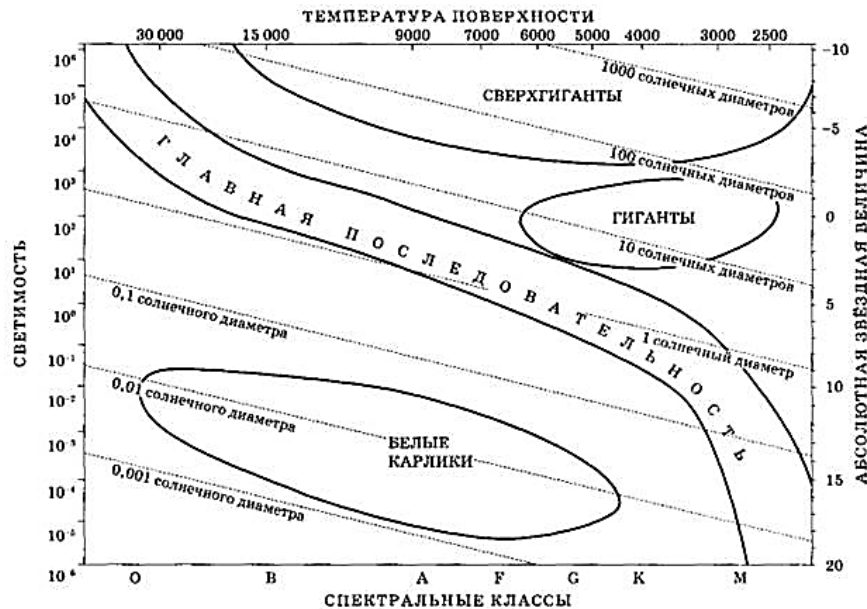
Ответ:

--	--



24

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.



Выберите **два** утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Плотность белых карликов существенно больше средней плотности звёзд главной последовательности.
- 2) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса О главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса М главной последовательности.
- 3) Звезда Сириус В, имеющая радиус 0,02 радиусов Солнца, относится к звёздам главной последовательности.
- 4) Температура поверхности звёзд спектрального класса К в 2 раза выше температуры поверхности звёзд спектрального класса В.
- 5) Звезда Альтаир, имеющая радиус 1,9 радиусов Солнца, относится к звёздам главной последовательности.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

25

С высоты $h = 5,0$ м бросают вертикально вверх тело массой $m = 0,20$ кг с начальной скоростью $v_0 = 2,0$ м/с. При падении на землю тело углубляется в грунт на глубину $l = 5,0$ см. Найдите среднюю силу сопротивления грунта движению тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____

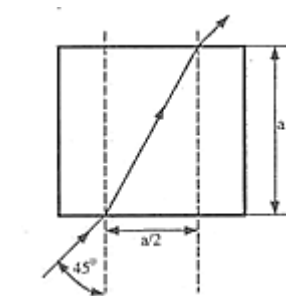
26

В электрический кофейник налили 0,45 л воды при температуре 30°C и включили нагреватель. Через какое время после включения выкипит вся вода, если мощность нагревателя 1 кВт, КПД нагревателя 0,9?

Ответ: _____

27

Определите коэффициент преломления n кристалла кубической формы, если луч проходит по сечению, параллельному одной из его граней так, как показано на рисунке. Ответ округлите до десятых, запишите в бланк ответов число $10 \cdot n$.



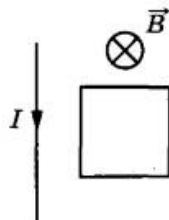
Ответ: _____

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



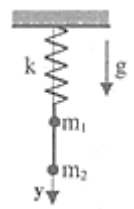
Для записи ответов на задания 28–32 используйте **БЛАНКОТВЕТОВ** № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Прямолинейный проводник с током и проводящая рамка лежат в плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Опираясь на законы физики, укажите направление силы, действующей на рамку, когда величина магнитной индукции B уменьшается.



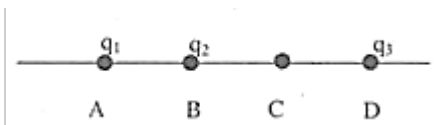
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 К нижнему концу легкой пружины подвешены связанные невесомой нитью грузы: верхний массой $m_1 = 0,2$ кг и нижний массой $m_2 = 0,1$ кг (см. рис.). Нить, соединяющую грузы, пережигают. С каким ускорением начнет двигаться верхний груз?



30 Теплоизолированный сосуд объемом $V = 2$ м³ разделен теплоизолирующей перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 2 моль He, а в другой - такое же количество моль Ar. Температура гелия $T_1 = 300$ К, а температура аргона $T_2 = 600$ К. Определите парциальное давление аргона в сосуде после удаления перегородки.

31 Точки A, B, C и D расположены на прямой и разделены равными промежутками длины L (см, рис.). В точке A помещен заряд $q_1 = 8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке B - заряд $q_2 = -5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D, чтобы напряженность поля в точке C была равна нулю?



32

На оси x в точке $x_1 = 0$ находится тонкая рассеивающая линза с фокусным расстоянием $f_1 = -20$ см, а в точке $x_2 = 20$ см - тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $f_2 = 30$ см. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси x . Свет от точечного источника S , расположенного в точке $x < 0$, пройдя данную оптическую систему, распространяется параллельным пучком. Найдите координату x точечного источника.

О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: https://vk.com/topic-10175642_39008096

(также доступны другие варианты для скачивания)

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

ФИО:	Швецова Анна Николаевна
Предмет:	Физика
Стаж:	14 лет
Регалии:	Курсы подготовки школьников к ЕГЭ и ОГЭ
Сайт и доп. информация:	http://shvecova/jimdo.com/



Список источников:

- варианты ЕГЭ прошлых лет
- Физика. ЕГЭ-2018. Типовые экзаменационные варианты под ред. Демидовой
- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- Варианты контрольных измерительных материалов. Москва 2002
- Я сдам ЕГЭ. Демидова М.Ю. Москва 2018

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово. Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

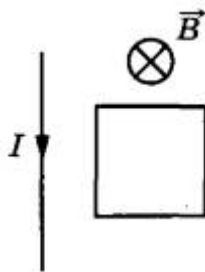
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	0	15	0,4
2	9	16	23 32
3	30	17	22
4	0,75	18	14
5	24 42	19	87
6	21	20	1,5
7	23	21	35
8	50	22	8,500,25
9	50	23	12 21
10	1	24	15 51
11	12 21	25	208
12	24	26	1275
13	вверх	27	16
14	1		



Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

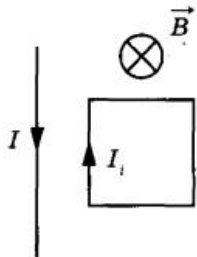
Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

28 Прямолинейный проводник с током и проводящая рамка лежат в плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Опираясь на законы физики, укажите направление силы, действующей на рамку, когда величина магнитной индукции B уменьшается.



Возможное решение

1. При изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную проводящим контуром, в контуре возникает индукционный ток I_1 , направление которого определяется правилом Ленца (см. рис.)



2. В однородном магнитном поле на каждую сторону рамки действует

сила Ампера. Её направление находится по правилу левой руки, а величина — по формуле $F_A = I_1 B l \sin \alpha$, где α — угол между направлением проводника и вектором B . Так как рамка прямоугольная, а угол во всех случаях равен 90° , то силы, приложенные к противоположным сторонам рамки, равны по модулю и направлены взаимно противоположно. Результирующая сил, действующих на рамку со стороны однородного магнитного поля, равна нулю.

3. Прямолинейный проводник с током создаёт неоднородное магнитное поле, которое вблизи проводника сильнее, чем на отдалении от него. Направление линий индукции этого поля в каждой точке рамки одинаково, оно определяется по правилу буравчика. В проводнике протекает постоянный ток, поэтому поле проводника постоянно и не влияет на индукционный ток в рамке.

4. В магнитном поле проводника на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Стороны рамки, перпендикулярные проводнику, расположены на одинаковом расстоянии от проводника. На них действуют силы, равные по модулю и направленные противоположно друг другу. Их сумма равна нулю. Силы, действующие на параллельные проводнику стороны рамки, направлены тоже противоположно друг другу. Из-за неоднородности поля проводник с током отталкивает ближнюю сторону рамки сильнее, чем притягивает более удалённую от него сторону. Результирующая этих сил отталкивает рамку от проводника.

5. Согласно принципу суперпозиции, однородное магнитное поле и поле проводника с током действуют на рамку независимо друг от друга. Поэтому результирующая сил, приложенных к рамке, направлена вправо от проводника с током.



29

К нижнему концу легкой пружины подвешены связанные невесомой нитью грузы: верхний массой $m_1 = 0,2$ кг и нижний массой $m_2 = 0,1$ кг (см. рис.). Нить, соединяющую грузы, пережигают. С каким ускорением начнет двигаться верхний груз?

Возможное решение

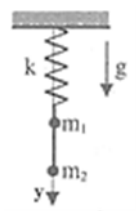
Указано, что до пережигания нити сила упругости равна сумме сил тяжести грузов: $F_{упр} = (m_1 + m_2)g$. (1)
Эта же сила натяжения будет действовать на груз m_1 после

пережигания нити. Кроме того, на него действует сила тяжести m_1g . Из второго закона Ньютона в проекции на ось OY: $-m_1g + F_{упр} = m_1a$ (2)

Решена система уравнений (1) и (2) и получено $a = m_2g/m_1$.

Получен численный ответ $a = 5 \text{ м/с}^2$. Указано, что ускорение направлено вниз.

Ответ: $a = 5 \text{ м/с}^2$



30

Теплоизолированный сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен теплоизолирующей перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 2 моль He, а в другой - такое же количество моль Ar. Температура гелия $T_1 = 300 \text{ К}$, а температура аргона $T_2 = 600 \text{ К}$. Определите парциальное давление аргона в сосуде после удаления перегородки.

Возможное решение

После удаления перегородки температура газов станет одинаковой и равной T .

Парциальное давление аргона определяется на основе закона Дальтона из уравнения Клапейрона-Менделеева: $P_{Ar}V = \nu RT$, где ν - число молей аргона.

Температура системы после удаления перегородки определяется из закона сохранения энергии: $\frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2) = \frac{3}{2}2\nu RT$. Отсюда

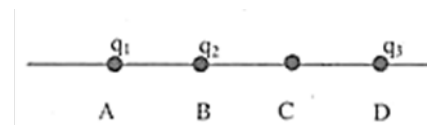
$$T = (T_1 + T_2)/2.$$

Подставляя температуру в уравнение Клапейрона-Менделеева, получим: $P_{Ar} = \nu R(T_1 + T_2)/2V = 3735 \text{ Па}$.

Ответ: $P_{Ar} = 3735 \text{ Па}$.

31

Точки А, В, С и D расположены на прямой и разделены равными промежутками длины L (см, рис.). В точке А помещен заряд $q_1 = 8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке В заряд $q_2 = -5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D, чтобы напряженность поля в точке С была равна нулю?



Возможное решение

Указано, что модуль напряженности электрического поля точечного Заряда определяется по формуле $E = kq/L^2$

Записан принцип суперпозиции электрических полей.

Записано условие равенства нулю напряженности поля в точке С.

Вектора напряженности электрических полей, создаваемых зарядами q_1 , q_2 и q_3 в точке С, направлены вдоль прямой и равны

$E_1 = kq_1/(2L)^2$ и $E_2 = kq_2/(L)^2$ и $E_3 = -kq_3/(L)^2$ соответственно. Для, чтобы в этой точке напряженность полей обратилась в ноль, должно выполняться равенство $q_1/4 + q_2 = q_3$ и получен численный ответ: $q_3 = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$

Ответ: $q_3 = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$

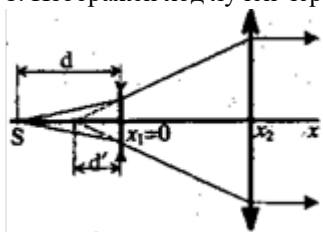


32

На оси x в точке $x_1 = 0$ находится тонкая рассеивающая линза с фокусным расстоянием $f_1 = -20$ см, а в точке $x_2 = 20$ см - тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $f_2 = 30$ см. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси x . Свет от точечного источника S , расположенного в точке $x < 0$, пройдя данную оптическую систему, распространяется параллельным пучком. Найдите координату x точечного источника.

Возможное решение

1. Изображен ход лучей через систему линз.



2. Найдено расстояние d от линзы до изображения источника света

$$(x_2 - x_1) + d' = f_2, \quad d' = 10 \text{ см}$$

3. Записана формула для рассеивающей линзы с учетом правила знаков

и найдено искомое значение $x = -d$,

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{d'} = \frac{1}{f_1}, \quad \frac{1}{d} = \frac{f_1 - d'}{d' f_1}; \quad d = \frac{d' f_1}{f_1 - d'}$$

$$4. \quad d = 20 \text{ см. } x = -20 \text{ см.}$$

Ответ: $d = 20 \text{ см. } x = -20 \text{ см}$

