

**Спецификация
экзаменационных материалов для проведения государственного
выпускного экзамена по ФИЗИКЕ (письменная форма)
для обучающихся по образовательным программам
СРЕДНЕГО общего образования**

1. Назначение экзаменационной работы

Государственный выпускной экзамен для обучающихся по образовательным программам среднего общего образования (далее – ГВЭ-11) проводится в соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования, утверждённым приказом Минобрнауки России от 26.12.2013 № 1400 (зарегистрирован Минюстом России 03.02.2014, регистрационный № 31205) (с последующими изменениями).

Экзаменационные материалы позволяют установить уровень освоения выпускниками федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по физике, базовый уровень.

2. Документы, определяющие содержание экзаменационной работы

Содержание экзаменационных материалов ГВЭ-11 в письменной форме составлено на основе федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по физике, базовый уровень (приказ Минобразования России от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования»).

3. Структура и содержание экзаменационной работы

Каждый вариант экзаменационной работы включает 21 задание, из которых 9 заданий с выбором и записью номера правильного ответа, 4 задания с кратким ответом, в которых необходимо самостоятельно записать ответ в виде числа с учётом заданных единиц физических величин, 7 заданий на установление соответствия и множественный выбор и 1 задание с развернутым ответом.

Задания 1–18 сгруппированы, исходя из тематической принадлежности заданий: механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика. Задания 19 и 20 проверяют методологические умения, а задание 21 представляет собой качественную задачу по любой из тем курса физики, в которой нужно объяснить протекание какого-либо физического процесса.

В экзаменационной работе контролируются элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики.

- **Механика** (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны).

- **Молекулярная физика** (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).
- **Электродинамика** (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика).
- **Квантовая физика** (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

Общее количество заданий в экзаменационной работе по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики. В таблице 1 приведено распределение заданий по основным содержательным разделам.

Таблица 1. Распределение заданий по основным содержательным разделам (темам) курса физики

Раздел курса физики, включенный в экзаменационную работу	Количество заданий
Механика	6–8
Молекулярная физика	4–6
Электродинамика	5–7
Квантовая физика	3–4
Итого	21

Экзаменационная работа проверяет наиболее важные умения, формируемые при изучении курса физики. В таблице 2 приведено распределение заданий по видам умений и способам действий.

Таблица 2. Распределение заданий по видам умений и способам действий

Основные умения и способы действий	Количество заданий
Знать/понимать смысл физических понятий, величин, законов, принципов, постулатов	11–14
Уметь описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов, приводить примеры практического использования физических знаний	4–7
Отличать гипотезы от научной теории, делать выводы на основе эксперимента и т.д.	2
Уметь применять полученные знания при решении физических задач	1
Итого	21

В экзаменационной работе представлены задания базового и повышенного уровней сложности. К заданиям базового уровня относится 19 заданий, из которых 9 заданий с выбором и записью номера правильного ответа и 10 заданий с кратким ответом. Это простые задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. К заданиям повышенного уровня относится 5 заданий с кратким ответом и 1 задание с развёрнутым ответом. Эти задания направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать качественные задачи. В таблице 3 представлено распределение заданий по уровню сложности.

Таблица 3. Распределение заданий по уровню сложности

Уровень сложности заданий	Коли-чество заданий	Макси-мальный балл	Процент максимального балла за задания данного уровня сложности от максимального балла за всю работу, равного 27
Базовый	16	16	59
Повышенный	5	11	41
Итого	21	27	100

4. Система оценивания выполнения отдельных заданий и экзаменационной работы в целом

Задание с кратким ответом считается выполненным, если записанный ответ совпадает с верным ответом. Задания 1–5, 7–9, 11–14, 16–19 оцениваются 1 баллом. Задания 6, 7, 15 и 20 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки.

Задание с развёрнутым ответом оценивается экспертом с учётом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задание с развёрнутым ответом составляет 3 балла. К заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл – от нуля до максимального балла. В экзаменационном варианте перед каждым типом задания предлагается инструкция, в которой приведены общие требования к оформлению ответов.

Максимальный за всю работу составляет 27 баллов. Рекомендуется следующая шкала перевода суммы первичных баллов в пятибалльную систему оценивания.

Шкала пересчёта первичного балла за выполнение экзаменационной работы в отметку по пятибалльной шкале

Отметка по пятибалльной шкале	«2»	«3»	«4»	«5»
Общий балл	0–6	7–13	14–20	21–27

5. Продолжительность экзаменационной работы

На выполнение экзаменационной работы по физике дается 3,5 часа (210 минут).

6. Дополнительные материалы и оборудование

Используется непрограммируемый калькулятор (на каждого ученика) с возможностью вычисления квадратных корней и тригонометрических функций (\cos , \sin , \tg) и линейка.

В Приложении приведён обобщённый план экзаменационной работы.

*Приложение***Обобщённый план варианта экзаменационной работы ГВЭ- 2017 года по ФИЗИКЕ**

Уровни сложности задания: Б – базовый (примерный уровень выполнения – 60–90%); П – повышенный (40–60%)

№	Проверяемые элементы содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания
1	Скорость, ускорение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, (<i>графики</i>)	Б	1
2	Принцип суперпозиции сил, законы Ньютона	Б	1
3	Закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения	Б	1
4	Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, закон сохранения механической энергии	Б	1
5	Математический и пружинный маятники, механические волны, звук	Б	1
6	Механика (<i>изменение физических величин в процессах, установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами</i>)	Б, П	2
7	Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. Диффузия, броуновское движение, тепловое равновесие, теплопередача (<i>объяснение явлений</i>)	Б	1
8	Уравнение Менделеева – Клапейрона, изопроцессы	Б	1
9	Количество теплоты, первый закон термодинамики	Б	1
10	МКТ, термодинамика (<i>изменение физических величин в процессах, установление соответствия между физическими величинами и формулами</i>)	П, Б	2
11	Электризация тел, опыт Эрстеда, явление электромагнитной индукции, дисперсия света (<i>объяснение явлений</i>)	Б	1

12	Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током (<i>определение направления</i>)	Б	1
13	Закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников	Б	1
14	Законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе	Б	1
15	Электродинамика (<i>изменение физических величин в процессах, установление соответствия между физическими величинами и формулами</i>)	П	2
16	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра.	Б	1
17	Радиоактивность. Ядерные реакции.	Б	1
18	Фотоны, закон радиоактивного распада	Б	1
19	Механика – квантовая физика (<i>методы научного познания</i>)	Б	1
20	Механика – квантовая физика (<i>методы научного познания</i>)	П	2
21	Механика – квантовая физика (<i>качественная задача</i>)	П	3

**Образец экзаменационного материала
для ГВЭ-11 (письменная форма) по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 30 минут (210 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 21 задание.

Ответы к заданиям 1–20 запишите в поля ответов в работе, а затем перенесите в бланк ответов. Для этого в бланке ответов запишите номера всех заданий в столбец следующим образом:

- 1)
- 2)
- 3)
- ...
- 19)
- 20)

Ответы к заданиям 1–20 запишите в бланк ответов справа от номеров соответствующих заданий. Ответы к заданиям 1, 2, 7, 8, 11, 12, 16, 17 и 19 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответы к заданиям 3–6, 9, 10, 13–15, 18 и 20 записываются в виде числа или последовательности цифр. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Ответ к заданию 21 должен содержать подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов укажите номер задания и запишите его полное решение.

При выполнении работы разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Бланк ответов заполняется яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в работе и 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.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наимено- вание	Обозначение	Множитель	Наимено- вание	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}
дэци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$

Соотношение между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

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

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	$500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$		

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

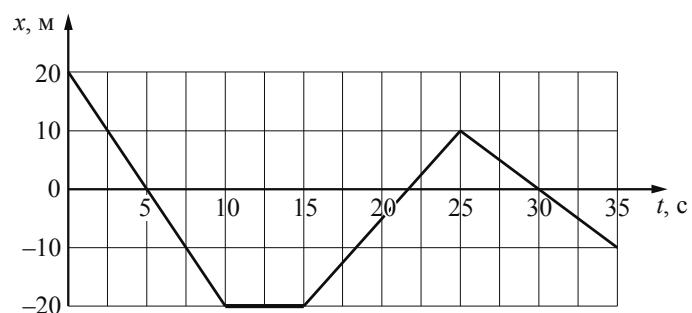
Молярная масса

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

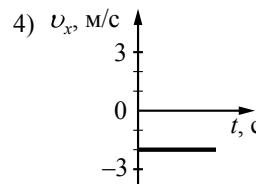
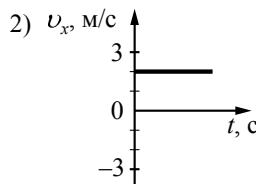
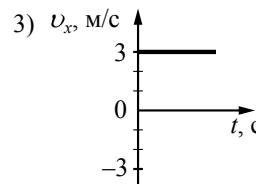
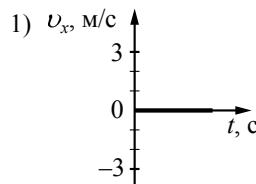
Ответами к заданиям 1–20 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ справа от номера соответствующего задания. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при его прямолинейном движении по оси x .



Какой из указанных ниже графиков совпадает с графиком зависимости от времени для проекции скорости этого тела v_x в промежутке времени от 30 до 35 с?

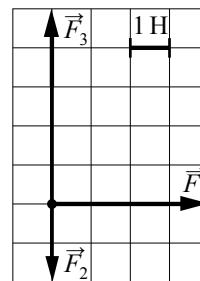


Ответ:

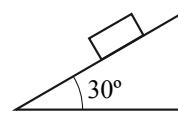
- 2 На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Модуль равнодействующей этих сил равен

- 1) $2\sqrt{3}$ Н
- 2) 5 Н
- 3) $4\sqrt{3}$ Н
- 4) 11 Н

Ответ:



- 3 Деревянный брускок массой 0,2 кг поконится на деревянной наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Какова сила трения, действующая на брускок?



Ответ: _____ Н.

- 4 Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 20 Н, импульс тела уменьшился от $80 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ до $20 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Сколько времени потребовалось для этого?

Ответ: _____ с.

- 5 Скорость звука в среде $v = 1500 \text{ м/с}$. Какова длина волны λ в этой среде для звука частотой 300 Гц?

Ответ: _____ м.

- 6 Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются модуль ускорения камня и модуль его скорости при движении камня вверх?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Модуль ускорения камня	Модуль скорости камня
_____	_____

- 7 В одном сосуде в термодинамическом равновесии друг с другом находятся гелий и неон. Можно утверждать, что у них равны

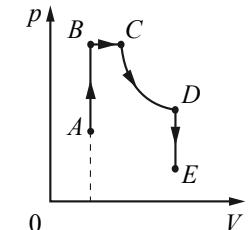
- 1) скорости движения частиц
- 2) парциальные давления
- 3) концентрации
- 4) температуры

Ответ:

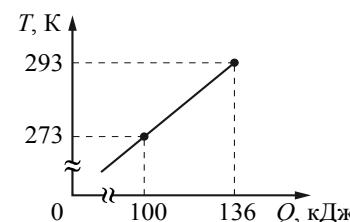
- 8 На рисунке приведён график зависимости давления неизменной массы газа от объёма. Изменения происходят в направлении, указанном стрелкой. Какой процесс происходит с газом на участке BC?

- 1) изохорное нагревание
- 2) изобарное охлаждение
- 3) изобарное нагревание
- 4) изотермическое расширение

Ответ:



- 9** На рисунке показана зависимость температуры металлической детали массой 2 кг от переданного ей количества теплоты. Чему равна удельная теплоёмкость металла?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

- 10** Установите соответствие между газовым законом и типом изопроцесса в разреженном газе, к которому можно применить данный закон. Считаем, что в ходе процесса количество вещества газа не меняется.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

- А) закон Бойля – Мариотта: $pV = \text{const}$
Б) закон Гей-Люссака: $\frac{V}{T} = \text{const}$

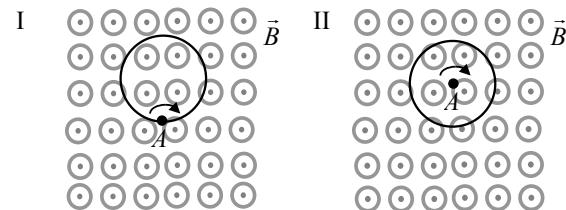
ИЗОПРОЦЕССЫ

- 1) изохорное охлаждение
2) изотермическое сжатие
3) адиабатное сжатие
4) изобарное нагревание

Ответ:

A	B

- 11** На рисунке показаны два способа вращения витка провода в плоскости рисунка в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рисунка. Вращение происходит вокруг неподвижной точки A.



В каком(-их) случае(-ях) в витке возникает ЭДС индукции?

- 1) в обоих случаях
- 2) только в первом случае
- 3) только во втором случае
- 4) не возникает ни в одном из случаев

Ответ: _____

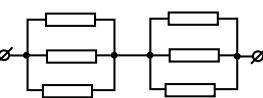
- 12** На каком рисунке правильно изображена картина линий напряжённости однородного электростатического поля?

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

Ответ: _____

13

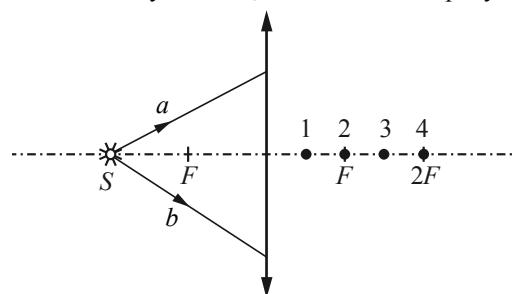
На рисунке приведена схема участка цепи. Сопротивление каждого резистора 3 Ом. Каково сопротивление всего участка цепи?



Ответ: _____ Ом.

14

От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F на расстоянии $2F$ от неё, распространяются два луча: a и b , как показано на рисунке.



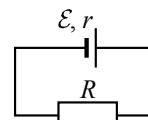
В какой точке: 1, 2, 3 или 4 – пересекутся эти лучи после преломления линзой?

Ответ: в точке _____.

15

Замкнутая электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и резистора R (см. рисунок). Как изменятся сила тока через источник и количество теплоты, выделяющееся в источнике в единицу времени, если параллельно резистору подключить ещё один такой же резистор?

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 через источник	Количество теплоты, выделяющееся в источнике в единицу времени

16

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li литий $7_{93} 6_{7}$	3	Be бериллий 9_{100}	4	5	B бор $11_{80} 10_{20}$
3	III	Na натрий 23_{100}	11	Mg магний $24_{79} 26_{11} 25_{10}$	12	13	Al алюминий 27_{100}
	IV	K калий $39_{93} 41_{6,7}$	19	Ca кальций $40_{97} 44_{2,1}$	20	21	Sc скандий 45_{100}
4	V	Cu медь $63_{69} 65_{31}$	29	Zn цинк $64_{49} 66_{28} 68_{19}$	30	31	Ga галлий $69_{60} 71_{40}$

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа калия.

- 1) 19 протонов, 20 нейтронов
- 2) 19 протонов, 19 нейтронов
- 3) 29 протонов, 29 нейтронов
- 4) 39 протонов, 39 нейтронов

Ответ:

17

Ниже записаны уравнения четырёх ядерных реакций. Закону сохранения массового числа не противоречит реакция

- 1) ${}^6_3\text{Li} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{H}$
- 2) ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$
- 3) ${}^2_1\text{H} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^8_4\text{Be}$
- 4) ${}^7_3\text{Li} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$

Ответ:

18

Период T полураспада изотопа калия $^{42}_{19}\text{K}$ равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 1 мкмоль этого изотопа. Сколько мкмоль этого изотопа останется через 37,2 ч?

Ответ: _____ мкмоль.

19

Ученик изучает закономерности колебаний маятников. В его распоряжении имеется маятник, состоящий из нити длиной 1,5 м и сплошного стального шарика объёмом 5 см^3 , закреплённого на нити. Какой из маятников нужно дополнительно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

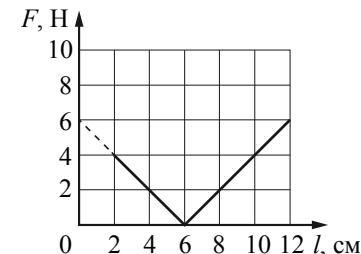
№ маятника	Длина маятника	Объём сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см^3	сталь
2	1,5 м	5 см^3	сталь
3	2,0 м	5 см^3	алюминий
4	1,0 м	8 см^3	сталь

- 1) маятник № 1
- 2) маятник № 2
- 3) маятник № 3
- 4) маятник № 4

Ответ:

20

При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 – длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведён на рисунке. Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



- 1) При действии силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 3) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 4 Н.
- 4) Жёсткость пружины равна 100 Н/м.
- 5) В процессе опыта жёсткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

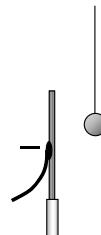
Ответ:

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2.

Для записи ответа на задание 21 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ.
Запишите сначала номер задания, а затем решение. Ответ записывайте чётко и разборчиво.

- 21** Около небольшой металлической пластины, укреплённой на изолирующей подставке, подвесили на шёлковой нити лёгкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластину подсоединили к клемме источника высокого напряжения, подав на неё отрицательный заряд, шарик пришёл в движение. Опишите и объясните движение шарика. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

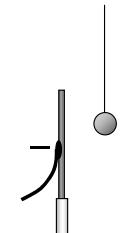
За правильный ответ на задания 1–5, 7–9, 11–14, 16–19 ставится по 1 баллу.

Задания 6, 10, 15 и 20 оцениваются 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	4	13	2
2	2	14	4
3	1	15	11
4	3	16	1
5	5	17	1
6	32	18	0,125
7	4	19	1
8	3	20	24
9	900		
10	24		
11	4		
12	4		

Критерии оценивания задания с развёрнутым ответом**21**

Около небольшой металлической пластины, укреплённой на изолирующей подставке, подвесили на длинной шёлковой нити лёгкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластину подсоединили к клемме источника высокого напряжения, подав на неё отрицательный заряд, шарик пришёл в движение. Опишите и объясните движение шарика. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

**Возможное решение**

Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в шарике, и произойдёт вследствие явления электростатической индукции разделение зарядов в пределах шарика: та сторона, которая ближе к пластине, будет иметь положительный заряд, а противоположная сторона – отрицательный.

Поскольку сила взаимодействия заряженных тел убывает с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны шарика будет больше отталкивания от неё его правой стороны, и шарик будет двигаться к пластине, пока не коснется её.

В момент касания часть электронов перейдёт с пластины на шарик, он приобретёт отрицательный заряд и оттолкнётся от одноименно заряженной пластины. В результате шарик отклонится вправо от вертикали и зависнет в положении, в котором равнодействующая всех сил равна нулю.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: описание движения шарика) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: электростатическая индукция, взаимодействие заряженных тел, условие равновесия)	3

<p>Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p>	2
<p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p>	
<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	
<p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p>	
<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	
<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p>	
<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	
<p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p>	1
<p>Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p>	
<p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	
<p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p>	
<p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	
<p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p>	
<p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	
<p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0