

Утверждено Приказом директора ФГБНУ «ФИПИ»  
от 15.11.2022 г. № 390-П

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**экзаменационных материалов для проведения в 2023 году**  
**государственного выпускного экзамена по образовательным**  
**программам среднего общего образования (письменная форма)**  
**по ФИЗИКЕ**

### 1. Назначение экзаменационной работы

Государственный выпускной экзамен (ГВЭ) представляет собой форму государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования, проводимой в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательных программ среднего общего образования соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта. ГВЭ проводится для обучающихся в специальных учебно-воспитательных учреждениях закрытого типа, а также в учреждениях, исполняющих наказание в виде лишения свободы, для обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования, получающих среднее общее образование по имеющим государственную аккредитацию образовательным программам среднего общего образования, в том числе по образовательным программам среднего профессионального образования, интегрированным с образовательными программами основного общего и среднего общего образования, для обучающихся, экстернов с ограниченными возможностями здоровья, для обучающихся, экстернов – детей-инвалидов и инвалидов, осваивающих образовательные программы среднего общего образования.

ГВЭ проводится в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования, утверждённым приказом Минпросвещения России и Рособнадзора от 07.11.2018 № 190/1512 (зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018, регистрационный № 52952).

### 2. Документы, определяющие содержание экзаменационной работы

Содержание экзаменационных материалов ГВЭ-11 в письменной форме определяется на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС) (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413 с изменениями, внесёнными приказами Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.12.2014 № 1645, от 31.12.2015 № 1578, от 29.06.2017 № 613, приказами Министерства просвещения Российской Федерации от 24.09.2020 № 519, от 11.12.2020 № 712) с учётом примерной

основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 № 2/163)).

Обеспечена преемственность между положениями ФГОС и федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки Российской Федерации от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования» с изменениями, внесёнными приказами Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.06.2008 № 164, от 31.08.2009 № 320, от 19.10.2009 № 427, от 10.11.2011 № 2643, от 24.01.2012 № 39, от 31.01.2012 № 69, от 23.06.2015 № 609, от 07.06.2017 № 506).

### 3. Структура и содержание экзаменационной работы

Каждый вариант экзаменационной работы содержит 20 заданий, из которых 19 заданий – с кратким ответом (3 задания – с выбором и записью номера правильного ответа, 12 заданий – с кратким ответом, в которых необходимо самостоятельно записать ответ в виде числа с учётом заданных единиц физических величин, двух чисел или слова, 4 задания – на установление соответствия и множественный выбор) и 1 задание – с развёрнутым ответом.

Задания 1–17 сгруппированы исходя из тематической принадлежности заданий к разделам: механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика. Задания 18 и 19 проверяют методологические умения, а задание 20 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	Количество заданий
Механика	6–8
Молекулярная физика	4–6
Электродинамика	5–7
Квантовая физика	2–3
Итого	20

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	10–13
Уметь описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов, приводить примеры практического использования физических знаний	4–7
Уметь отличать гипотезы от научной теории, делать выводы на основе эксперимента и т.д.	2
Уметь применять полученные знания при решении физических задач	1
Итого	20

#### 4. Распределение заданий экзаменационной работы по уровням сложности

В экзаменационной работе представлены задания базового и повышенного уровней сложности. К заданиям базового уровня относится 15 заданий, из которых 3 задания – с выбором и записью номера правильного ответа и 12 заданий – с кратким ответом. Это задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. К заданиям повышенного уровня относится 4 задания 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	Количество заданий	Максимальный балл	Процент максимального балла за задания данного уровня сложности от максимального балла за всю работу, равного 26
Базовый	15	15	58
Повышенный	5	11	42
Итого	20	26	100

#### 5. Продолжительность экзаменационной работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 30 минут (210 минут).

#### 6. Дополнительные материалы и оборудование

Перечень дополнительных материалов и оборудования, использование которых разрешено при проведении ГВЭ-11, утверждается приказом Минпросвещения России и Рособрназора.

При проведении ГВЭ-11 по физике в письменной форме используются непрограммируемый калькулятор (на каждого выпускника) с возможностью вычисления квадратных корней и тригонометрических функций ( $\cos$ ,  $\sin$ ,  $\operatorname{tg}$ ) и линейка.

#### 7. Система оценивания выполнения отдельных заданий и экзаменационной работы в целом

Полный правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 7–9, 11–14, 16–18 оценивается 1 баллом; неполный, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Полный правильный ответ на каждое из заданий 6, 10, 15 и 19 оценивается 2 баллами; если допущена одна ошибка – 1 баллом; если допущено две и более ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов. При записи ответа на задание 19 цифры могут быть записаны в любом порядке.

Выполнение задания с развёрнутым ответом оценивается экспертом с учётом правильности и полноты ответа на основе специально разработанных критериев. Максимальный первичный балл за выполнение задания с развёрнутым ответом – 3. В экзаменационном варианте перед каждым типом задания предлагается инструкция, в которой приведены общие требования к оформлению ответов.

Максимальный первичный балл за выполнение экзаменационной работы – 26.

Перевод первичных баллов, полученных участником экзамена за выполнение всех заданий экзаменационной работы, в пятибалльную систему оценки осуществляется с учётом приведённой ниже шкалы перевода.

*Шкала перевода первичных баллов в пятибалльную отметку*

Отметка по пятибалльной шкале	«2»	«3»	«4»	«5»
Диапазон первичных баллов	0–6	7–13	14–20	21–26

**7. Изменения в экзаменационных материалах 2023 года по сравнению с 2022 годом**

- Общее число заданий сокращено с 21 до 20.
- Изменена форма заданий 1, 2, 8, 12 и 16. Вместо заданий с выбором одного верного ответа предлагаются задания с кратким ответом в виде числа, двух чисел или слова.
- Максимальный балл за выполнение всей работы был уменьшен и стал равным 26.

**Обобщённый план варианта экзаменационных материалов  
ГВЭ-11 (письменная форма) 2023 года  
по ФИЗИКЕ**

*Уровни сложности задания: Б – базовый; П – повышенный.*

№	Проверяемые элементы содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания
1	Скорость, ускорение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, сложение скоростей	Б	1
2	Принцип суперпозиции сил, законы Ньютона	Б	1
3	Закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения, движение по окружности	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> )	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, изопроецессы	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	2
11	Электризация тел, опыт Эрстеда, явление электромагнитной индукции, дисперсия света ( <i>объяснение явлений</i> )	Б	1
12	Принцип суперпозиции электрических полей, сила Ампера, сила Лоренца ( <i>определение направления</i> )	Б	1

№	Проверяемые элементы содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания
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. Ядерные реакции	Б	1
17	Фотоны, закон радиоактивного распада	Б	1
18	Механика – квантовая физика ( <i>методы научного познания</i> )	Б	1
19	Механика – квантовая физика ( <i>методы научного познания</i> )	П	2
20	Механика – квантовая физика ( <i>качественная задача</i> )	П	3
<p>Всего заданий – <b>20</b>;  из них по типу заданий: с кратким ответом – <b>19</b>; с развёрнутым ответом – <b>1</b>;  по уровню сложности: Б – <b>15</b>; П – <b>5</b>.  Максимальный первичный балл за работу – <b>26</b>.  Общее время выполнения работы – <b>3 часа 30 минут (210 минут)</b>.</p>			

**Пояснения к образцу экзаменационного материала  
ГВЭ-11 (письменная форма)  
по ФИЗИКЕ**

При ознакомлении с образцом экзаменационного материала ГВЭ-11 (письменная форма) следует иметь в виду, что в образце представлены конкретные примеры заданий, не исчерпывающие всего многообразия возможных формулировок заданий на каждой позиции варианта экзаменационной работы.

Назначение образца экзаменационного материала заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ГВЭ составить представление о структуре будущих вариантов экзаменационных материалов, количестве заданий, об их форме и уровне сложности.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки к ГВЭ-11 по физике в 2023 г.

**Образец экзаменационного материала  
ГВЭ-11 (письменная форма) 2023 года  
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 20 заданий.

Ответы к заданиям 1–19 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)  
...  
18)  
19)

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

Ответ к заданию 20 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 и линейку.

Бланк ответов заполняется яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

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

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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$0 \text{ K} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
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	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоёмкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$		

**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  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ **Молярная масса**

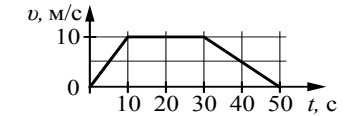
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20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

**Часть 1**

Ответами к заданиям 1–19 являются цифра, число, слово или последовательность цифр. Ответ запишите 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 представлен график зависимости модуля скорости  $v$  автобуса от времени  $t$ . Автобус движется прямолинейно. Определите модуль ускорения автобуса в интервале времени от 30 до 50 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2

Грузовик массой 10 т движется с постоянной по модулю скоростью по выпуклому мосту. Грузовик действует на мост в верхней его точке с силой  $F = 90 \text{ кН}$ . Определите силу, с которой мост действует на грузовик в верхней точке.

Ответ: \_\_\_\_\_ кН.

3

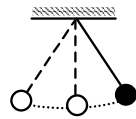
Камень массой 200 г брошен под углом  $30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v = 10 \text{ м/с}$ . Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в верхней точке траектории.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4 Тело массой 2 кг движется по прямой. Начальный импульс тела равен 20 кг·м/с. Под действием постоянной силы величиной 5 Н, сонаправленной со скоростью тела, за 10 с импульс тела увеличился. Определите конечный импульс тела.

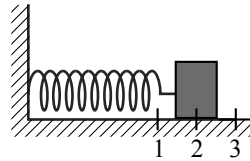
Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

5 Математический маятник с периодом колебаний 1 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю (см. рисунок). Через какое время после этого кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: \_\_\_\_\_ с.

6 Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 3 к точке 2? 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.

Кинетическая энергия груза маятника	Жёсткость пружины

7 Частицы газа находятся в среднем на таких расстояниях друг от друга, при которых силы притяжения между ними незначительны. Это объясняет

- 1) распространение в газе звуковых волн
- 2) способность газов к неограниченному расширению
- 3) большую скорость частиц газа
- 4) значение скорости звука в газе

Ответ:

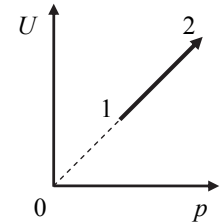
8 Объём постоянной массы аргона уменьшился в 4 раза, а давление увеличилось в 2 раза. Во сколько раз при этом уменьшилась абсолютная температура аргона?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

9 Какое количество теплоты необходимо сообщить алюминиевому бруску массой 250 г, чтобы его температура увеличилась с 20 °С до 120 °С?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10 На рисунке показан процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа ( $U$  – внутренняя энергия газа;  $p$  – его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём газа и его абсолютная температура?



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.

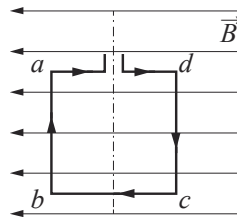
Объём газа	Абсолютная температура газа

**11** Какой из перечисленных ниже процессов объясняется явлением электромагнитной индукции?

- 1) взаимное отталкивание двух параллельных проводников с током, по которым токи протекают в противоположных направлениях
- 2) самопроизвольный распад ядер химических элементов
- 3) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника при пропускании по нему электрического тока
- 4) возникновение тока в металлической рамке, находящейся в постоянном магнитном поле, при изменении формы рамки

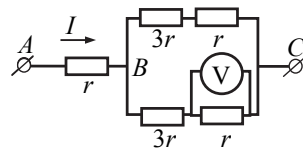
Ответ:

**12** Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на сторону  $cd$  рамки со стороны внешнего магнитного поля? *Ответ запишите словом (словами).*



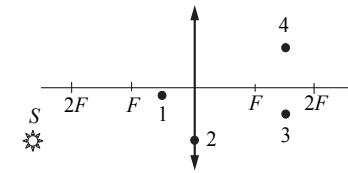
Ответ: \_\_\_\_\_.

**13** На рисунке показана схема участка электрической цепи. По участку  $AB$  течёт постоянный ток  $I = 5$  А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр, если сопротивление  $r = 4$  Ом?



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**14** Какая из указанных на рисунке точек служит изображением точки  $S$ , которое даёт тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_.

**15** Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения:  $I$  – сила тока;  $U$  – напряжение;  $R$  – сопротивление резистора.

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

ФОРМУЛЫ

- А)  $\frac{U}{I}$
- Б)  $\frac{U^2}{R}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протёкший через резистор
- 2) сила тока через резистор
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сопротивление резистора

Ответ: 

А	Б



- 16 В результате ядерной реакции синтеза  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_1\text{p}$  образуется ядро химического элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Каковы заряд образовавшегося ядра  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

Заряд ядра $Z$	Массовое число ядра $A$

**В бланк ответов перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

- 17 Во сколько раз энергия фотона красного света с длиной волны 800 нм меньше энергии фотона ультрафиолетового излучения с длиной волны 100 нм?

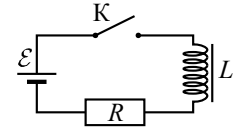
Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 18 Ученик изучает в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать частоту малых колебаний математического маятника?

- 1) массы маятника  $m$ , а также знание табличного значения ускорения свободного падения  $g$
- 2) амплитуды колебаний маятника  $A$  и его массы  $m$
- 3) длины нити маятника  $l$ , а также знание табличного значения ускорения свободного падения  $g$
- 4) амплитуды колебаний маятника  $A$ , а также знание табличного значения ускорения свободного падения  $g$

Ответ:

- 19 Катушка индуктивности подключена к источнику постоянного напряжения через резистор  $R=40$  Ом (см. рисунок). В момент  $t=0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью  $\pm 0,01$  А, представлены в таблице. Внутренним сопротивлением источника и катушки пренебречь.



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30

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

- 1) Напряжение на резисторе в интервале времени с 0 до 7 с убывает.
- 2) ЭДС источника равна 12 В.
- 3) Напряжение на резисторе в момент времени 3 с равно 1,16 В.
- 4) Через 3 с от начала наблюдения энергия магнитного поля катушки достигла своего минимума.
- 5) ЭДС самоиндукции в момент времени 2 с равна 1,6 В.

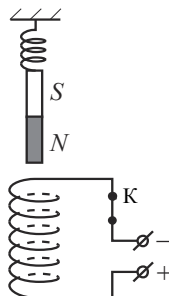
Ответ:

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

## Часть 2

Для записи ответа на задание 20 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ. Запишите сначала номер задания, а затем решение. Ответ записывайте чётко и разборчиво.

- 20 Непосредственно над неподвижно закреплённой проволочной катушкой, подключённой к источнику постоянного напряжения, вдоль её оси на пружине подвешен полосовой магнит (см. рисунок). Куда начнёт двигаться магнит сразу после размыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



## Система оценивания экзаменационной работы по физике

## Часть 1

Полный правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 7–9, 11–14, 16–18 оценивается 1 баллом; неполный, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Полный правильный ответ на каждое из заданий 6, 10, 15 и 19 оценивается 2 баллами; если допущена одна ошибка – 1 баллом; если допущено две и более ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов. При записи ответа на задание 19 цифры могут быть записаны в любом порядке.

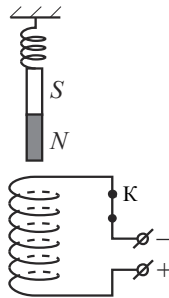
Номер задания	Правильный ответ
1	0,5
2	90
3	2
4	70
5	0,25
6	13
7	2
8	2
9	22,5
10	31
11	4
12	от наблюдателя
13	10
14	4
15	43
16	13
17	8
18	3
19	25

## Часть 2

## Критерии оценивания выполнения задания с развёрнутым ответом

20

Непосредственно над неподвижно закреплённой проволочной катушкой, подключённой к источнику постоянного напряжения, вдоль её оси на пружине подвешен полосовой магнит (см. рисунок). Куда начнёт двигаться магнит сразу после размыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



## Возможное решение

1. Магнит начнёт двигаться вверх.
2. Когда ключ замкнут, в катушке протекает электрический ток. Согласно правилу буравчика вектор индукции магнитного поля катушки (вблизи её оси) направлен вертикально вниз, а значит, катушка с током аналогична полосовому магниту, северный полюс которого в данном случае расположен у её нижнего торца, а южный – у верхнего. Магнит притягивается к катушке. Действующие на магнит сила тяжести, сила упругости и сила притяжения к катушке уравниваются друг друга, следовательно, магнит висит неподвижно на растянутой пружине.
3. После размыкания ключа ток в катушке исчезнет, а с ним – и сила взаимодействия с магнитом.
4. Равновесие нарушится, и магнит начнёт подниматься вверх

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>n. 1</i> ) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>правило буравчика, условие равновесия магнита, взаимодействие катушки и магнита</i> )	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.  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.)	2

И (ИЛИ)

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения

Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.

Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибку (ошибки).

ИЛИ

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

1

0

Максимальный балл

3