



**Я**

**сдам ЕГЭ!**



ФИПИ

М. Ю. Демидова В. А. Грибов  
А. И. Гиголо

**ФИЗИКА**



**Методика  
ПОДГОТОВКИ**

Ключи и ответы

# Я сдам ЕГЭ!

М. Ю. Демидова В. А. Грибов  
А. И. Гиголо

## ФИЗИКА

# ЕГЭ

### Модульный курс

## Методика подготовки Ключи и ответы

Учебное пособие  
для общеобразовательных  
организаций

Москва  
«Просвещение»  
2017

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22  
Д30

12+

**Демидова М. Ю.**

Д30 Я сдам ЕГЭ! Физика. Модульный курс. Методика подготовки. Ключи и ответы : учеб. пособие для общеобразоват. организаций / М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гиголо. — М. : Просвещение, 2017. — 81 с. : ил. — ISBN 978-5-09-048545-6.

Модульный курс «Я сдам ЕГЭ!» создан авторским коллективом из числа членов Федеральной комиссии по разработке контрольных измерительных материалов и экспертов ЕГЭ по физике. Он включает методическое пособие «Методика подготовки. Ключи и ответы» и учебное пособие «Практикум и диагностика». Методическое пособие предназначено для эффективной организации подготовки обучающихся 10 – 11 классов к государственной итоговой аттестации. В методическом пособии дана краткая характеристика экзаменационной работы, общие методические рекомендации по разным аспектам преподавания курса и конкретные поурочные разработки в рамках тематических модулей, которые построены в соответствии с логикой экзаменационной работы.

Пособие адресовано педагогам, школьникам и их родителям для проверки/самопроверки достижения требований образовательного стандарта к уровню подготовки выпускников.

**УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22**

**ISBN 978-5-09-048545-6**

© Издательство «Просвещение», 2017  
© Художественное оформление.  
Издательство «Просвещение», 2017  
Все права защищены

Структура и содержание контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике в 2017 г. ....	4
Программа повторительно-обобщающего курса по подготовке к ЕГЭ по физике .....	16
Материалы рабочей тетради с ответами .....	22
Диагностические работы .....	42
Ответы к заданиям для самостоятельной работы пособия «Модульный курс. Практикум и диагностика» .....	64

В 2017 году контрольные измерительные материалы по физике претерпели существенные изменения. Из вариантов полностью исключены задания с выбором одного верного ответа и добавлены задания с кратким ответом. В связи с этим предложена новая структура части 1 экзаменационной работы, а часть 2 оставлена без изменений.

При внесении изменений в структуру экзаменационной работы сохранены общие концептуальные подходы к оценке учебных достижений. Содержание экзаменационной работы определяется обязательным минимумом содержания образования и требованиями к подготовке выпускников ФК ГОС. При этом содержание всей экзаменационной работы в целом соответствует стандарту профильного уровня. Однако в работе выделены задания базового уровня, содержание которых соответствует стандарту базового уровня. Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, подтверждающее освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике, устанавливается исходя из требований освоения стандарта базового уровня.

При отборе содержания и структуры КИМ по физике учитывается основная задача ЕГЭ — дифференциация выпускников по уровню учебной подготовки для отбора абитуриентов в вузы. Объективность результатов экзамена обеспечивается процедурой экзамена, компьютерной проверкой заданий с кратким ответом и проверкой заданий с развёрнутым ответом специально подготовленными экспертами по единым критериям. Структура варианта и форма используемых заданий учитывает бланковую технологию тестирования.

Контрольные измерительные материалы валидны по отношению к содержанию профильного курса физики. Это обеспечивается тем, что

- в работе содержатся задания по всем разделам школьного курса физики и приоритет отдаётся наиболее значимым элементам содержания;
- по каждому разделу представлены задания разных уровней сложности (базового, повышенного и высокого);
- количество заданий по тематическому разделу пропорционально учебному времени на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Кроме того, экзаменационный вариант обеспечивает проверку разных видов деятельности:

- владение понятийным аппаратом (явления, понятия, величины, законы),
- методологические умения,
- объяснение физических явлений и процессов,
- решение задач.

При разработке экзаменационной модели 2017 года сохранены основные характеристики, которые позволяют обеспечивать сопоставимость результатов ЕГЭ по годам. В первую очередь это максимальный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы, который составляет 50 баллов. Не меняется распределение числа заданий по уровням сложности, т. е. сохраняются максимальные баллы, которые можно получить за выполнение всех заданий базового (22 балла), повышенного (16 баллов) и высокого (12 баллов) уровней сложности, а также примерное распределение заданий по тематическим разделам. Всё это позволяет сохранить систему перевода первичного балла в стобалльную шкалу неизменной.

Вариант экзаменационной работы 2017 года состоит из двух частей и включает в себя 31 задание (см. таблицу 1).

Таблица 1. Распределение заданий экзаменационной работы по частям работы

№	Часть работы	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данной части от максимального первичного балла за всю работу, равного 50	Тип заданий
1	Часть 1	23	32	64	С кратким ответом
2	Часть 2	8	18	36	С кратким ответом и развернутым ответом
Итого		31	50	100	

Часть 1 содержит 23 задания с кратким ответом. Из них:

- 10 заданий с записью ответа в виде числа,
- 1 задание с записью ответа в виде слова,
- 2 задания с записью ответа в виде двух чисел,
- 4 задания на множественный выбор (2 ответа из 5 возможных),
- 6 заданий на соответствие и изменение величин в физических процессах.

Часть 2 содержит 8 заданий, объединённых общим видом деятельности — решением задач. Из них 3 задания с кратким ответом (24—26) и 5 заданий (29—31), для которых необходимо привести развернутый ответ.

В работу включены задания трёх уровней сложности (см. таблицу 2).

Таблица 2. Распределение заданий по уровню сложности

Уровень сложности заданий	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данного уровня сложности от максимального первичного балла за всю работу, равного 50
Базовый	18	22	44
Повышенный	9	16	32
Высокий	4	12	24
Итого	31	50	100

Задания базового уровня включены в часть 1 работы (18 заданий, из которых 13 заданий с записью ответа в виде числа, двух чисел или слова и 5 заданий на соответствие и множественный выбор). Среди заданий базового уровня выделяются задания, содержание которых соответствует стандарту базового уровня.

Использование в экзаменационной работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности учащегося к продолжению образования в вузе. Задания повышенного уровня распределены между частями 1 и 2 экзаменационной работы: 5 заданий с кратким ответом в части 1, 3 задания с кратким ответом и 1 задание с развернутым ответом в части 2. Последние 4 задания части 2 являются заданиями высокого уровня сложности.

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

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

2. **Молекулярная физика** (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).

3. **Электродинамика и основы СТО** (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО).

4. **Квантовая физика** (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

В таблице 3 дано распределение заданий по разделам. Задания части 2 (27—31) проверяют как правило комплексное использование знаний и умений из различных разделов курса физики.

Таблица 3. Распределение заданий по основным содержательным разделам (темам) курса физики

Раздел курса физики, включённый в экзаменационную работу	Количество заданий		
	Вся работа	Часть 1	Часть 2
Механика	9—11	7—9	2
Молекулярная физика	7—8	5—6	2
Электродинамика	9—11	6—8	3
Квантовая физика	4—5	3—4	1
Итого	31	23	8

В экзаменационном варианте используются задания с разной формой записи ответа. Приведём примеры таких заданий с указанием правил оформления бланка № 1.

В 10 заданиях варианта (1—4, 8—10, 14, 15, 20, 24—26) ответ представляется в виде целого числа или конечной десятичной дроби. Это число нужно сначала записать в поле ответа в тексте работы, а затем перенести по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: 7,5 см.

<u>3</u>	7	,	5																
----------	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

При этом в части 1 работы все ответы в этих заданиях либо целые числа, либо конечные десятичные дроби, т. е. **не** используются задания, в которых после расчётов необходимо проводить округление (пример 1). В задании 1 ответом может быть и отрицательное число.

*Пример 1*

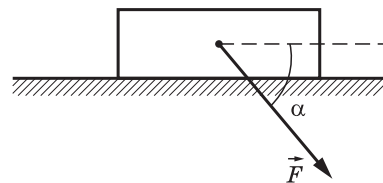
*В инерциальной системе отсчёта тело массой 2 кг движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной 3 Н. На сколько увеличится импульс тела за 5 с движения?*

Ответ: на \_\_\_\_\_ кг · м/с.

А вот в заданиях части 2 (24—26) могут требоваться округления, указание на округление и его точность указываются в тексте задачи (см. пример 2).

Пример 2

Брусок движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением  $1 \text{ м/с}^2$  под действием силы  $\vec{F}$ , направленной вниз под углом  $30^\circ$  к горизонту (рисунок). Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска о плоскость равен  $0,2$ , а  $\vec{F} = 2,7 \text{ Н}$ ? **Ответ округлите до десятых.**



Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

Во всех заданиях с ответами в виде целого числа или конечной десятичной дроби необходимо обращать внимание на единицы, которые даны после слова «Ответ». В большинстве случаев ответ указывается в основных единицах СИ, но есть случаи, когда используются кратные или дольные единицы. И здесь нужно не забывать переводить полученный ответ в заданные единицы (пример 3).

Пример 3

С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии  $4 \text{ м}$  друг от друга? Заряд каждого шарика  $8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ **мкН**.

Ответом к заданиям 5—7, 11, 12, 16—18, 21 и 23 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.

Ответ:

A	B
4	1



В заданиях на изменение физических величин в процессах и в заданиях на соответствие ответ состоит из двух цифр, для которых важен порядок их записи (пример 4).

Пример 4

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и их максимальная кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число фотоэлектронов, вылетающих в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов
1	3

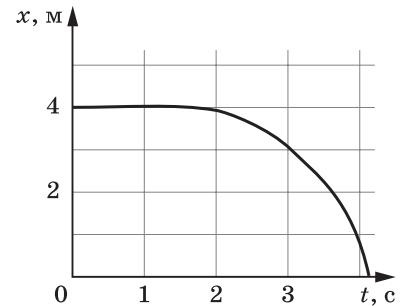
Ответ: 13.



В заданиях 5, 11 и 16 необходимо выбрать 2 ответа из 5 предложенных. При этом порядок записи цифр в ответе может быть любым (пример 5).

**Пример 5**

Шарик катится по прямому жёлобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчёта показано на графике. На основании этого графика выберите два верных утверждения и запишите в таблицу их номера.



- 1) скорость шарика постоянно уменьшалась
- 2) на шарик действовала всё увеличивающаяся сила
- 3) первые 2 с равнодействующая всех сил, действующих на шарик, равна нулю
- 4) первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем её модуль постепенно уменьшался
- 5) первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с увеличивающейся по модулю скоростью

Ответ: 

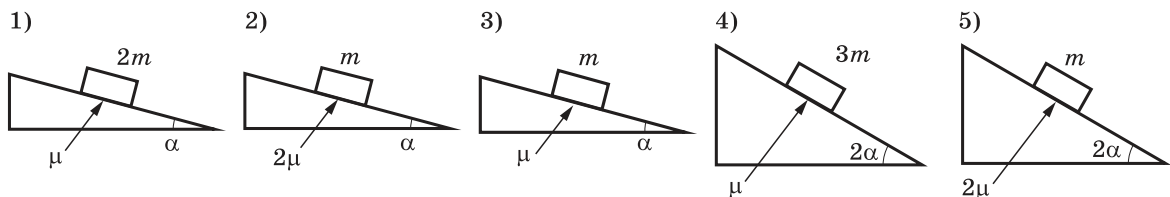
3	5
---	---

Ответ: 35 или 53.

На позиции 23 также стоит задание с множественным выбором (пример 6). Ответом к нему являются две цифры — номера установок или приборов, которые необходимы для проведения опыта по указанной гипотезе. Здесь также порядок записи цифр может быть любой. Отличием является оценивание этого задания. За верно записанные две цифры ставится 1 балл.

**Пример 6**

Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза (на всех представленных ниже рисунках  $m$  — масса тела,  $\alpha$  — угол наклона плоскости к горизонту,  $\mu$  — коэффициент трения между бруском и плоскостью). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?



Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ: 

1	3
---	---

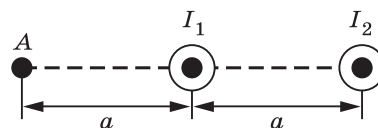
Ответ: 13 или 31.

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 (см. пример 7).

Ответ: вправо.

## Пример 7

Два параллельных длинных проводника с токами  $I_1$  и  $I_2$  расположены перпендикулярно плоскости чертежа (рисунок). Как направлен (**вверх**, **вниз**, **влево**, **вправо**, **от наблюдателя**, **к наблюдателю**) результирующий вектор магнитной индукции полей, создаваемых этими проводниками в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: вниз.

В этих заданиях для ответа необходимо выбрать слово из перечисленных в тексте задания (слова выделены полужирным курсивом).

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.

Ответ: (1,4 ± 0,2).

22 1 , 4 0 , 2

В задании 19 ответ представляет собой два целых числа, которые сначала нужно записать в таблицу, а затем перенести в бланк (пример 8).

## Пример 8

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	<b>Li</b> ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7,4</sub>	3	<b>Be</b> БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	4	5	<b>B</b> БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
3	III	<b>Na</b> НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	11	<b>Mg</b> МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	12	13	<b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
4	IV	<b>K</b> КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	19	<b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,2</sub>	20	<b>Sc</b> СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>	21
	V	29 <b>Cu</b> МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	30	30 <b>Zn</b> ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	30	31	<b>Ga</b> ГАЛЛИЙ 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого изотопа магния.

Число протонов	Число нейтронов
12	13

Ответ: 1213.

В задании 22 на снятие показаний измерений ответ записывается сначала в привычном виде, так, как обычно записывают показания приборов в лабораторной работе. А затем в бланк переносят только цифры (пример 9).

*Пример 9*



Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность изменения равна цене деления динамометра. Чему равна по результатам этих измерений сила тяжести?

Запишите в ответ показания динамометра с учётом погрешности измерений.

Ответ:  $(1,6 \pm 0,1)$  Н.

Ответ: 1,60,1

Часть 1 экзаменационной работы включает два блока заданий: первый проверяет освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а второй — овладение методологическими умениями. Первый блок включает 21 задание, которые группируются исходя из тематической принадлежности: 7 заданий по механике, 5 заданий по МКТ и термодинамике, 6 заданий по электродинамике и 3 по квантовой физике.

Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий с самостоятельной формулировкой ответа в виде числа, двух чисел или слова, затем идёт задание на множественный выбор (двух верных ответов из пяти предложенных), а в конце — задания на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками или формулами, в которых ответ записывается в виде набора из двух цифр.

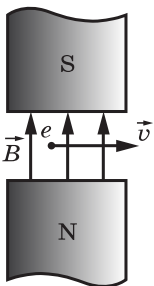
Задания на множественный выбор и на соответствие 2-балльные и могут конструироваться на любых элементах содержания по данному разделу. Понятно, что в одном и том же варианте все задания, относящиеся к одному разделу, будут проверять разные элементы содержания и относиться к разным темам данного раздела.

В качестве примера приведём структуру тематического блока по электродинамике — 13—18.

Задание 13 базового уровня с ответом в виде числа проверяет умение определять направление для следующих элементов:

- принцип суперпозиции электрических полей (сложение кулоновских сил или напряжённостей электрических полей),
- взаимодействие магнитов,
- магнитное поле проводника с током,
- сила Ампера и сила Лоренца.

Как видно из приведённого ниже примера задания (пример 1), возможный набор слов для ответа указан в тексте задания.



*Пример 1*

Электрон  $e$  влетел в зазор между полюсами электромагнита со скоростью  $\vec{v}$ , направленной горизонтально. Вектор индукции  $\vec{B}$  магнитного поля направлен вертикально (рисунок). Куда направлена (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) действующая на электрон сила Лоренца  $\vec{F}$ ? Ответ запишите словом (словами).

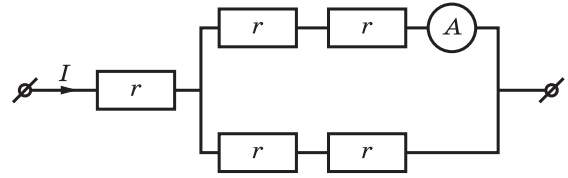
Ответ: \_\_\_\_\_.

Задания 14 и 15 базового уровня сложности с кратким ответом в виде целого числа или конечной десятичной дроби проверяют различные формулы и законы с использованием простейших расчётов (примеры 2 и 3). Задание 14 конструируется на элементах из тем «Электростатика» и «Постоянный ток» (закон Кулона, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля—Ленца). Задание № 15 проверяет закон электромагнитной индукции, закон Фарадея, закономерности, описывающие процессы в колебательном контуре, законы отражения и преломления света, а также построение хода лучей в линзе.

#### Пример 2

Через участок цепи (рисунок) течёт постоянный ток  $I = 6$  А. Чему равна сила тока, которую показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

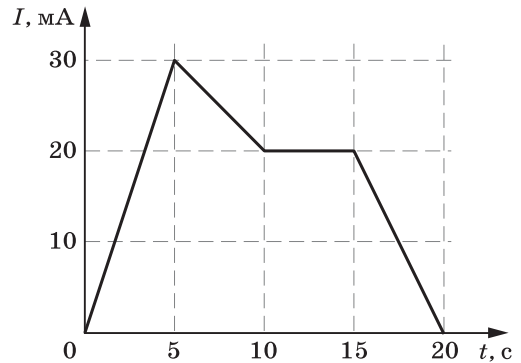
Ответ: \_\_\_\_\_ А.



#### Пример 3

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 15 до 20 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкВ.



Все эти задания оцениваются максимально в 1 балл.

Задания 16, 17 и 18 с кратким ответом в виде двух цифр оцениваются максимально в 2 балла, если обе цифры ответа указаны верно, и в 1 балл, если верно указана одна цифра из двух. В остальных случаях, в том числе и в случае, если в ответе указано более двух цифр, ответ оценивается в 0 баллов.

Задание 16 на множественный выбор оценивает умение объяснять изученные явления и процессы и интерпретировать результаты различных исследований, представленные в виде таблицы или графиков (пример 4).

#### Пример 4

Точечный источник света находится в ёмкости 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	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 2) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости.
- 3) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения.
- 4) Граница пятна движется с ускорением.
- 5) Угол полного внутреннего отражения меньше  $45^\circ$ .

Ответ:

Как правило, эти задания конструируются таким образом, что один из верных ответов соответствует распознаванию явления или простого свойства явления или процесса. А второй ответ — более сложный. Для его поиска необходимо провести какие-либо оценочные расчёты или сделать выводы по результатам исследования.

Задание 17 оценивает умение анализировать физические явления и процессы, устанавливать физические величины, характеризующие данный процесс, и определять их изменение при протекании явления или процесса (пример 5).

#### Пример 5

$\alpha$ -частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

Задание 18 — это задание на установление соответствия между физическими величинами и графиками или физическими величинами и формулами. Пример одного из таких заданий приведён ниже.

#### Пример 6

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой  $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$  (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение  $u(t)$  на конденсаторе
- Б) энергия  $W_c(t)$  электрического поля конденсатора

#### ФОРМУЛЫ

- 1)  $1 \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
- 2)  $20 \cdot \cos(5000t)$
- 3)  $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
- 4)  $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

В тематических разделах по механике и электродинамике представлены все три типа этих двухбалльных заданий; в разделе по молекулярной физике — 2 задания (одно из них на множественный выбор, а другое — либо на изменение физических величин в процессах, либо на соответствие); в разделе по квантовой физике — только 1 задание (на изменение физических величин или на соответствие). При этом в целом в варианте будет 3 задания на изменение величин и 3 задания на соответствие.

В тематических разделах самого пристального внимания заслуживают задания 5, 11 и 16, которые проверяют анализ экспериментальных данных, интерпретацию исследования и объяснение процессов и явлений. Именно эти умения относятся по результатам ЕГЭ предыдущих лет к области дефицитов, но именно эти умения являются и самыми важными результатами изучения школьного курса физики.

Следует обратить внимание и на изменение форм отдельных линий заданий. О форме задания 13 упоминалось выше. В разделе по квантовой физике хочется обратить внимание на задание 19, которое проверяет знания о строении атома, атомного ядра или ядерных реакциях. У этого задания изменилась форма. Ответ, представляющий собой два числа, необходимо сначала записать в предложенную таблицу, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и дополнительных знаков. Ниже приведён пример такой формы задания.

*Пример 7*

В результате реакции синтеза  ${}^y_xZ + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$  образуются ядро бора и нейтрон. Укажите массовое и зарядовое число ядра неизвестной частицы.

Ответ:

Зарядовое число $X$	Массовое число $Y$

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

Ответом к нему будет: 12.

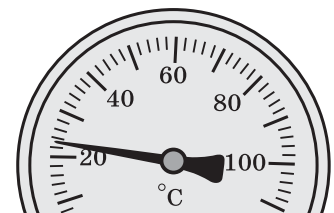
В конце части 1 предлагаются 2 задания базового уровня сложности, проверяющие различные методологические умения и относящиеся к разным разделам физики. Задание 22 с использованием фотографий или рисунков измерительных приборов направлено на проверку умения записывать показания приборов при измерении физических величин с учётом абсолютной погрешности измерений. Абсолютная погрешность измерений задаётся в тексте задания: либо в виде половины цены деления, либо в виде цены деления (в зависимости от точности прибора). Пример такого задания приведён ниже.

*Пример 8*

На производстве измеряли температуру воды. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воды по результатам этих измерений?

Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешностей измерений.

Ответ: (     ±     ) °С.



*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.*

Задание 23 проверяет умение выбирать оборудование для проведения опыта по заданной гипотезе. В этой модели изменилась форма задания, и теперь оно представляет собой задание на множественный выбор (двух элементов из пяти предложенных), но оценивается в 1 балл, если верно указаны оба элемента ответа. Могут предлагаться три различные модели заданий: на выбор двух рисунков, графически представляющих соответствующие установки для опытов; на выбор двух строк в таблице, которая описывает характеристики установок для опытов, и на выбор названия двух элементов оборудования или приборов, которые необходимы для проведения указанного опыта. Ниже приведен пример таких заданий.

*Пример 9*

*Для проведения опыта по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого сделан проводник, ученику выдали пять проводников, параметры которых указаны в таблице. Какие два проводника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?*

<b>№ проводника</b>	<b>Длина проводника</b>	<b>Диаметр проводника</b>	<b>Материал</b>
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	алюминий
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,0 мм	медь

*В ответ запишите номера выбранных проводников.*

Ответ:

Часть 2 работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы и наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В этой части в КИМ 8 различных задач: 3 расчётные задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня сложности и 5 задач с развёрнутым ответом, из которых одна качественная и четыре расчётные.

По содержанию задачи распределяются по разделам следующим образом: 2 задачи по механике, 2 задачи по молекулярной физике и термодинамике, 3 задачи по электродинамике, 1 задача по квантовой физике.

При этом, с одной стороны, в разных задачах в одном варианте не используются одинаковые не слишком значимые содержательные элементы, а с другой — применение фундаментальных законов сохранения может встретиться в двух-трёх задачах. Если рассматривать привязку тематики заданий к их позиции в варианте, то на позиции 28 всегда будет задача по механике, на позиции 29 — по МКТ и термодинамике, на позиции 30 — по электродинамике, а на позиции 31 — преимущественно по квантовой физике (если только материал квантовой физики не будет задействован в качественной задаче на позиции 27).

Сложность задач определяется как характером деятельности, так и контекстом. В расчётных задачах повышенного уровня сложности (24—26) предполагается использование изученного алгоритма решения задачи и предлагаются типовые учебные ситуации, с которыми учащиеся встречались в процессе обучения. Как правило, используются формулировки задач с явно заданными физическими моделями, в которых предпочтение отдаётся стандартным формулировкам.

Первое из заданий с развёрнутым ответом — качественная задача, решение которой представляет собой логически выстроенное объяснение с опорой на физические законы и закономерности. Здесь хочется ещё раз обратить внимание на необходимость представления полного объяснения без логических пропусков и с обязательным указанием на названия явлений, на используемые формулы и законы.

Для расчётных задач высокого уровня сложности (28—31) необходим анализ всех этапов решения, поэтому они предлагаются в виде заданий с развёрнутым ответом. Здесь используются изменённые ситуации, в которых необходимо оперировать большим, чем в типовых задачах, количеством законов и формул, вводить дополнительные обоснования в процессе решения, или совершенно новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьёзную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельному выбору физической модели для решения задачи.

Ответы на задания 1—26 обрабатываются автоматически после сканирования бланков ответов № 1. Здесь есть процедура верификации, при которой федеральная комиссия просматривает весь веер ответов учащихся и отмечает те ответы, которые можно признать верными. Кроме того верного ответа, который указывается к заданиям в данном пособии, верными признаются, например, ответы с орфографическими ошибками в задании, где ответом является слово; ответы к расчётным заданиям с использованием констант, если расчёты были проведены с другим (верным) значением этой константы (например, при значении ускорения свободного падения  $9,8$  а не  $10$  м/с<sup>2</sup>, как это приведено в справочных данных).

Задание с кратким ответом считается выполненным, если записанный в бланке № 1 ответ совпадает с верным ответом. Задания 1—4, 8—10, 13—15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 24—26 части 2 оцениваются 1 баллом.

Задания 5—7, 11, 12, 16—18 и 21 части 1 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 двумя экспертами с учётом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задания с развёрнутым ответом составляет 3 балла. К каждому 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.

На выполнение всей экзаменационной работы отводится 235 минут.

Максимальный первичный балл — 50.

На экзамене по физике используется непрограммируемый калькулятор с возможностью вычисления тригонометрических функций ( $\cos$ ,  $\sin$ ,  $\operatorname{tg}$ ) и линейка. Желательно, чтобы калькулятор давал возможность ввода данных в естественном виде и обязательно имел возможность вычисления квадратных корней и расчёта тригонометрических функций.



Предлагаемая программа элективного курса предназначена для 10—11 классов и рассчитана на 68 часов. В первую очередь она ориентирована на освоение курса физики на базовом и повышенном уровнях сложности. Элективный курс включает в себя три основные составляющие: обобщение теоретических сведений, полученных на уроках физики, выполнение заданий базового и повышенного уровня по тем моделям, которые используются в части 1 КИМ ЕГЭ по физике, и решение задач повышенного уровня сложности по всем разделам школьного курса физики, которые используются в части 2 КИМ.

Курс опирается на дидактические материалы, представленные в рабочей тетради. Для каждой темы предлагаются:

- справочные материалы, содержащие основные теоретические сведения по данной теме;
- блоки заданий базового уровня по каждому контролируемому элементу содержания;
- примеры заданий повышенного уровня сложности;
- примеры решения задач повышенного уровня сложности и задачи для самостоятельного решения по данной теме;
- проверочная работа по теме, включающая задания базового и повышенного уровня.

## **Содержание программы**

### **10—11 классы**

(68 ч)

### **МЕХАНИКА — 25 ч**

#### ***Кинематика***

Механическое движение и его относительность. Система отсчёта. Характеристики механического движения: перемещение, скорость, ускорение. Прямолинейное равномерное и равноускоренное движение. Свободное падение, движение тела, брошенного под углом к горизонту. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центростремительное ускорение.

Решение задач по кинематике.

#### ***Динамика***

Принцип суперпозиции сил. Законы динамики Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. Силы в механике: тяжести, упругости, трения. Закон всемирного тяготения.

Решение задач на применение законов динамики.

#### ***Законы сохранения в механике***

Импульс тела. Закон сохранения импульса. Работа и мощность. Работа как мера изменения энергии. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Решение задач на применение законов сохранения импульса и механической энергии.

#### ***Статика***

Момент силы. Условия равновесия твёрдого тела. Гидро- и аэростатика.

Решение задач по теме «Статика».

#### ***Механические колебания и волны***

Гармонические колебания. Амплитуда, смещение, период, частота, фаза колебаний. Динамика гармонических колебаний. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Механические волны. Длина волны. Звуковые волны.

Решение задач по теме «Механические колебания и волны».

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА — 10 ч

### **МКТ**

Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. Тепловое движение атомов и молекул вещества. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества. Модель идеального газа. Основное уравнение МКТ идеального газа.

Абсолютная температура. Связь между абсолютной температурой и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы.

Решение задач по МКТ.

### **Термодинамика**

Тепловое равновесие. Теплопередача. Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества. Уравнение теплового баланса. Изменение агрегатных состояний вещества. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха.

Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Цикл Карно и его КПД.

Решение задач по термодинамике.

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА — 25 ч

### **Электрическое поле**

Электризация тел. Закон сохранения заряда. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Потенциальность электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов.

Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Конденсатор. Энергия электрического поля конденсатора.

Решение задач по теме «Электростатика».

### **Законы постоянного тока**

Постоянный электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Соединения проводников. Закон Ома для полной цепи. Электродвижущая сила (ЭДС). Работа электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Мощность тока.

Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах.

Решение задач по теме «Постоянный ток».

### **Магнитное поле**

Взаимодействие магнитов. Магнитное поле проводника с током. Силы Ампера и Лоренца.

Решение задач по теме «Магнитное поле».

### **Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания**

Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Энергия магнитного поля катушки с током.

Электромагнитные гармонические колебания. Колебательный контур. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс. Переменный ток.

Решение задач по темам «электромагнитная индукция, электромагнитные колебания».

### **Электромагнитные волны. Оптика**

Электромагнитное поле. Свойства электромагнитных волн. Различные виды электромагнитных излучений и их применение.

Прямолинейное распространение света в однородной среде. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Линзы. Формула тонкой линзы. Оптические приборы.

Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решётка. Дисперсия света.

Решение задач по оптике.

### **КВАНТОВАЯ ФИЗИКА — 4 ч**

Энергия и импульс фотона. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Корпускулярно-волновой дуализм.

Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Линейчатые спектры.

Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции.

Решение задач по разделу «Квантовая физика».

### **МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ — 2 ч**

Измерения, абсолютная погрешность измерений. Планирование экспериментов, интерпретация результатов исследований.

### **ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ РАБОТА — 2 ч**

Повторительно-обобщающий модульный курс обеспечен двумя пособиями:

- 1) Пособие для учащихся «Физика. ЕГЭ. Модульный курс. Практикум и диагностика».
- 2) Пособие для учителей.

Пособия предназначены для организации обобщающего повторения и подготовки к Единому государственному экзамену по физике, включая повторение основного теоретического материала и практикум по выполнению всех основных моделей заданий базового и повышенного уровней сложности, встречающихся в КИМ ЕГЭ по физике.

Пособие для учащихся построено по тематическому принципу. Весь материал в пособии разделён на блоки уроков, которые пронумерованы. Курс содержит 4 больших раздела: механика, МКТ и термодинамика, электродинамика и квантовая физика. Соответственно этот материал распределён по урокам: уроки 1—25 посвящены вопросам механики, уроки 26—35 — молекулярно-кинетической теории и термодинамике, уроки 36—60 — электродинамике, уроки 61—64 — квантовой физике, а уроки 65—66 — заданиям, проверяющим умения проводить измерения и опыты.

В каждом разделе выделены темы в соответствии со стандартной программой по физике школьного курса 10—11 классов. Например, в электродинамике — это электростатика, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция и электромагнитные колебания, оптика.

В Практикуме в каждой теме представлены следующие блоки:

- 1) справочные материалы;
- 2) блок заданий базового уровня для самостоятельной работы, который включает все модели заданий базового уровня по данной теме, встречающиеся в части 1 КИМ ЕГЭ по физике;
- 3) примеры заданий повышенного уровня сложности (с множественным выбором, на изменение физических величин и на соответствие);
- 4) примеры решения задач и задачи для самостоятельного решения части 2 КИМ ЕГЭ по физике;
- 5) проверочная работа по теме.

Справочные материалы содержат основные теоретические сведения по теме. В них включены все элементы содержания кодификатора ЕГЭ по физике, но каждая позиция кодификатора представлена более подробно: приведены определения всех понятий, формулировки законов и т. д. Эти материалы позволят организовать оперативное повторение достаточно большого объёма теоретического материала с опорой на наиболее значимые элементы, проверяемые в КИМ ЕГЭ. Однако эти справочные материалы не могут заменить параграфы учебника, так как не содержат никакого объяснительного материала. В случае обнаружения серьёзных пробелов в теоретических знаниях необходимо ориентировать учащихся на повторное изучение материала учебника.

К справочным материалам учащиеся могут обращаться при выполнении заданий для самостоятельной работы. Рекомендуется построить работу таким образом, чтобы выполнение проверочной работы по теме шло полностью самостоятельно без обращения к справочным материалам и к решённым заданиям по данной теме.

Задания для самостоятельной работы включают подборки заданий для тех линий КИМ ЕГЭ, в которых проверяются элементы содержания из данной темы. Сначала представлена наиболее подробная подборка заданий для линий заданий базового уровня. Здесь выделены подборки для каждого содержательного элемента, а внутри такой подборки приведено не менее двух заданий для каждой из моделей заданий экзаменационной работы.

Например, элементы содержания темы «Законы сохранения в механике» обязательно проверяются на базовом уровне сложности в линии заданий 3. Здесь выделены подборки заданий по каждому из элементов содержания: импульс материальной точки, закон сохранения импульса; работа силы, мощность силы; кинетическая энергия материальной точки; потенциальная энергия; закон сохранения механической энергии. Такие подборки заданий позволяют организовать подготовку по каждому элементу кодификатора, не пропустить ни одного элемента из тех, которые выносятся на ЕГЭ.

Работу по выполнению заданий целесообразно организовывать в парах или малых группах, сформированных из учащихся с примерно одинаковым начальным уровнем освоения материала. Тем самым можно обеспечить оптимальную скорость продвижения учащихся при повторении материала. Поскольку каждая модель представлена, как правило, в двух подобных заданиях, то при выполнении первого задания учащихся следует ориентировать на обсуждение и взаимопомощь, а при выполнении второго — на самостоятельную работу и осознание степени понимания и поиска собственных ошибок, если таковые обнаружались по результатам проверки ответов.

После подборок заданий базового уровня предлагаются подборки заданий на выбор двух верных ответов из пяти предложенных (5, 11 или 16 в зависимости от раздела курса физики), на анализ изменения физических величин в различных процессах (6, 12, 17 или 21) и задания на соответствие физических величин и формул, по которым их можно рассчитать, и физических величин и графиков, которые отражают изменения этих величин в различных процессах (7, 12, 18 или 21). Эти задания, как правило, повышенного уровня сложности. Здесь для каждой модели, как правило, предлагается два примера заданий. Перед их выполнением необходимо провести обобщающее повторение физических процессов и явлений, на материале которых наиболее часто конструируются эти задания. Например, движение тела, брошенного под углом к горизонту, может проверяться и в заданиях на изменение величин, и в заданиях на соответствие как графиков, так и формул соответствующим величинам. Поэтому целесообразно сначала повторить ситуацию (в данном случае характер движения тела) и все величины, при помощи которых может описываться это движение. Выполнение этих заданий может строиться аналогично повторению заданий базового уровня.

Далее в тематическом блоке идут материалы для подготовки к решению расчётных задач повышенного уровня сложности — 24, 25 и 26. Здесь по каждой теме предлагаются несколько подборок типовых задач. В начале каждой подборки имеется пример решения задачи, в котором достаточно подробно описан весь ход решения, а затем следуют несколько задач для самостоятельного решения, в которых используются те же формулы и законы.

При организации работы по решению этих задач целесообразно не ограничиваться записью только ответа в рабочей тетради (аналогично формату ответа в КИМ ЕГЭ), а требовать от учащихся полной записи решения в стандартном виде, а для слабых учащихся ещё и дополнительных пояснений, аналогичных тем, которые приведены в примере решения задачи данного типа. Полная запись решения позволит оценить типологию ошибок, допускаемых данным учеником: ошибки при переводе значений величин в СИ, при подстановках величин в формулы или при расчётах. После полного решения учащиеся должны записать ответ в рабочую тетрадь, обращая внимание на требования к форме ответа: в каких единицах необходимо представить ответ и требуется ли провести округление окончательного ответа.

В конце темы предлагается текст проверочной работы. Как правило, проверочная работа содержит задания как базового, так и повышенного уровней сложности. Задания подобраны так, чтобы работа включала хотя бы по одному заданию из каждой подборки по элементам содержания или по формам заданий. Сначала предлагаются задания базового уровня с кратким ответом в виде числа, затем задания на выбор двух ответов из пяти предложенных, на изменение физических величин в процессах и на соответствие из части 1 КИМ ЕГЭ. В конце работы приведено 3—4 расчётные задачи повышенного уровня сложности из части 2 КИМ ЕГЭ.

Работу нужно организовать таким образом, чтобы проверочную работу учащиеся выполняли полностью самостоятельно, не обращаясь к справочным материалам или к решению предыдущих заданий. Вместо учительской проверки целесообразно использовать самопроверку по представленному образцу (ответы имеются в материалах для учителя и в конце рабочей тетради). Для каждого из ошибочно выполненных заданий учащийся самостоятельно или с помощью учителя должен определить суть допущенной ошибки. Если ошибка чисто математическая (например, проведён ошибочный расчёт или округление), то следует просто её исправить, а в дальнейшем быть внимательнее при проведении математических преобразований и расчётов. Если же ошибка связана с недопониманием сути физического процесса, неверным применением закона и т. п., то учащегося необходимо ещё раз вернуть к выполнению той содержательной подборки заданий, к которой относится задание с допущенной ошибкой.

Последние два урока курса посвящены линиям заданий 22 и 23, в которых проверяются умения правильно записывать показания приборов с учётом абсолютной погрешности измерений, а также выбирать оборудование для проведения опыта по сформулированной в задании гипотезе. По каждой из этих линий приведены подборки всех основных моделей заданий.

В конце пособия приведены два варианта диагностической работы, которые аналогичны КИМ ЕГЭ по физике 2017 года, исключая пять заданий с развёрнутым ответом. Каждый вариант диагностической работы позволяет проверить готовность к выполнению заданий базового и повышенного уровней сложности по всем разделам курса физики и оценить в этой части свою готовность к Единому государственному экзамену.

В пособии для учителя приведены все материалы рабочей тетради учащихся с ответами. Кроме того, в начале каждой темы дано краткое описание основных моделей заданий, которые используются в КИМ ЕГЭ по физике по этой теме.

## Уроки 1—5. Кинематика

## ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «КИНЕМАТИКА»

Задания, построенные на элементах содержания из темы «Кинематика», расположены в КИМ на линиях 1, 5, 6, 7 и 24. Линия 1 полностью посвящена проверке умения работать с графиками равномерного и равноускоренного движения. В линиях 5, 6 и 7 элементы кинематики встречаются наряду с элементами содержания других тем механики. В линии 24 встречаются расчётные задачи по кинематике.

Рассмотрим **задание 1 части 1**. Здесь проверяются следующие элементы содержания:

- скорость материальной точки;
- ускорение материальной точки;
- равномерное прямолинейное движение;
- равноускоренное прямолинейное движение;
- свободное падение;
- движение по окружности.

Как правило, на этой позиции в КИМ используются задания с графиками зависимости координаты или скорости тела от времени, в которых проверяются перечисленные ниже умения.

1) Найти проекцию или модуль скорости тела по графику зависимости координаты (или пути) от времени для равномерно и прямолинейно движущегося тела (см. пример 1).

## Пример 1

На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  велосипедиста от времени  $t$ . Определите проекцию скорости велосипедиста в интервале времени от 0 до 10 с.

Ответ: \_\_\_\_\_  $-10$  \_\_\_\_\_ м/с.

2) Найти проекцию или модуль ускорения по графику зависимости проекции скорости от времени для равноускоренно и прямолинейно движущегося тела (см. пример 2).

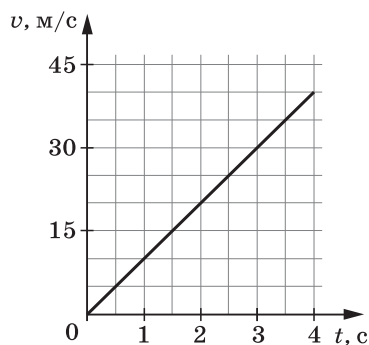
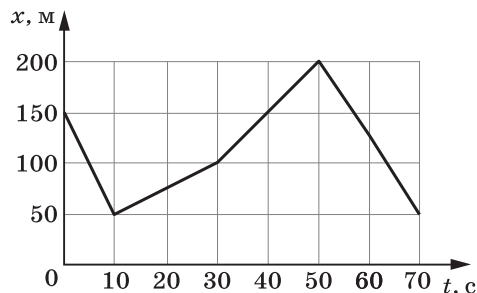
## Пример 2

На графике приведена зависимость скорости тела  $v$  от времени  $t$ . Определите ускорение тела.

Ответ: \_\_\_\_\_  $-10$  \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

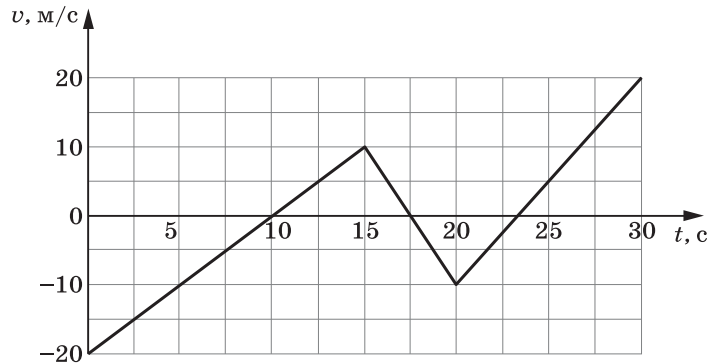
В заданиях, аналогичных примерам 1 и 2, нужно обратить внимание на то, что в случае определения проекции скорости или ускорения ответ может быть отрицательным.

3) Найти путь, пройденный телом за указанный промежуток времени, по графику зависимости скорости от времени для равноускоренно и прямолинейно движущегося тела (см. пример 3)



**Пример 3**

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени  $t$ .



Определите путь этого тела в интервале времени от 10 до 15 с.

Ответ: 25 м.

В линии 1 используются также задания, в которых проверяется умение находить проекцию или модуль скорости или ускорения по представленной зависимости координаты или скорости от времени (см. пример 4).

**Пример 4**

Координата тела  $x$  меняется с течением времени  $t$  согласно закону  $x = 2 - 4t + t^2$ , где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения  $a_x$  этого тела.

Ответ: 2 м/с<sup>2</sup>.

Знание формул для центростремительного ускорения и скорости тела при движении по окружности с постоянной по модулю скоростью проверяется при помощи заданий на подстановку данных в формулу (см. пример 5).

**Пример 5**

Верхнюю точку моста радиусом 100 м автомобиль проходит со скоростью 20 м/с. Каково центростремительное ускорение автомобиля?

Ответ: 4 м/с<sup>2</sup>.

В заданиях 5 в этой теме, как правило, в заданиях требуется определить характер движения тела (равномерное, равноускоренное) по графику зависимости координаты или скорости от времени или сравнить характер движения двух тел.

В заданиях 6 и 7 рассматриваются одни и те же ситуации: свободное падение по вертикали, движение тела, брошенного горизонтально и брошенного под углом к горизонту. Для выполнения этих заданий необходимо уметь выводить все формулы, которые описывают основные характеристики этих видов движения.

В расчётных задачах 24 рассматриваются прямолинейное равноускоренное движение, свободное падение, включая движение под углом к горизонту и движение по окружности.



## Уроки 6–10. Динамика

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ДИНАМИКА»

Задания, построенные на элементах содержания из темы «Динамика», расположены в КИМ на линиях 2, 5, 6, 7 и 24. Линия 2 посвящена только проверке основных законов и формул динамики. Поскольку формат задания предполагает ответ в виде числа, то все формулы проверяются на уровне применения в стандартных ситуациях и с использованием простейших расчётов.

В линиях 5, 6 и 7 элементы динамики встречаются наряду с элементами содержания других тем механики, а среди заданий линии 24 есть расчётные задачи по динамике.

Рассмотрим **задание 2 части 1**. Здесь проверяются следующие элементы содержания:

- второй закон Ньютона;
- третий закон Ньютона;
- сила тяжести;
- закон всемирного тяготения;
- закон Гука;
- сила трения.

1) Законы Ньютона, закон всемирного тяготения и сила тяжести проверяются при помощи заданий либо просто на расчёт по формуле, либо на сравнение двух ситуаций, на модели «изменится во столько-то раз» (см. примеры 1 и 2).

#### Пример 1

При торможении на автобус действует равнодействующая сила 450 Н. Масса автобуса 3000 кг. Определите ускорение автобуса в инерциальной системе отсчёта.

Ответ: \_\_\_\_\_ 0,15 \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

#### Пример 2

Две звезды одинаковой массы  $m$  притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю  $F$ . Во сколько раз больше будет модуль сил притяжения между двумя звездами, если расстояние между их центрами в 2 раза больше, чем в первом случае, а массы звезд равны  $3m$  и  $4m$ ?

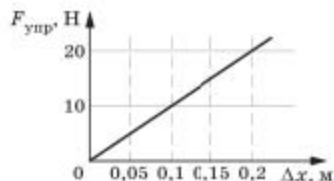
Ответ: в \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ раз(а).

2) Закон Гука и формула для силы трения проверяются при помощи заданий либо на расчёт одной из физических величин по формуле, либо с использованием представления данных в виде таблицы или графика (см. примеры 3 и 4).

#### Пример 3

На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от величины её деформации. Чему равна жёсткость этой пружины?

Ответ: \_\_\_\_\_ 100 \_\_\_\_\_ Н/м.



#### Пример 4

При исследовании зависимости силы трения скольжения  $F_{тр}$  от силы нормального давления  $F_{д}$  были получены следующие данные:

$F_{\text{тр}}, Н$	0,2	0,4	0,6	0,8
$F_{\text{д}}, Н$	1,0	2,0	3,0	4,0

Каков по результатам исследования коэффициент трения скольжения?

Ответ: 0,2.

В линии 5 в этой теме, как правило, встречаются задания на интерпретацию данных исследований движения тел под действием силы трения и силы упругости, выраженных в виде графика. Необходимо обратить внимание на определение равнодействующих сил.

В заданиях 6 и 7 с разных сторон рассматриваются одни и те же ситуации: движение тела по окружности под действием силы тяготения (движение спутников), движение по наклонной плоскости. Для этих ситуаций необходимо подробно разобрать все величины, характеризующие эти движения, и формулы, по которым их можно рассчитать.

## Уроки 11–15. Законы сохранения в механике

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ»

Задания, проверяющие знание законов сохранения в механике, расположены в КИМ на линиях 3, 5, 6, 7 и 24. Линия 3 полностью посвящена только проверке основных формул и законов этой темы. Формат заданий 3, так же как и формат предыдущих заданий, предполагает ответ в виде числа, и все формулы проверяются на уровне применения в стандартных ситуациях с использованием простейших расчётов.

В линиях 5, 6 и 7 элементы этой темы встречаются наряду с элементами содержания других тем механики, а среди заданий; 24 есть расчётные задачи на законы сохранения импульса и закон сохранения энергии, которые в этом случае, как правило, используются совместно.

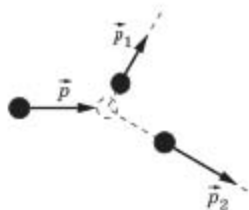
В заданиях **линии 3** части 1 проверяются следующие элементы содержания:

- импульс материальной точки;
- закон сохранения импульса;
- работа силы;
- мощность силы;
- кинетическая энергия материальной точки;
- потенциальная энергия;
- закон изменения и сохранения механической энергии.

Импульс материальной точки проверяется, как правило, заданиями на определение отношения импульсов двух тел. Среди заданий на закон сохранения импульса есть простые задания на равенство изменения импульса силы изменению импульса тела. Встречаются ситуации применения закона сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе. Затруднения в ЕГЭ вызывают задания на расчёт импульсов тел при соударении, представленных при помощи рисунков векторов импульсов. На этот тип заданий следует обратить особое внимание (см. пример 1).

## Пример 1

На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же шар. Налетевший шар имел до удара импульс  $p = 0,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . После удара шары разлетелись под углом  $90^\circ$  так, что импульс одного  $p_1 = 0,3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$  (см. рисунок). Каков импульс другого шара после соударения?



Ответ: 0,4 кг · м/с.

Задания на определение работы силы и кинетической энергии построены на простой проверке знания формул. При выполнении заданий на проверку мощности силы следует обратить внимание на то, что используется формула для определения мощности через силу и скорость равномерного движения для случая сонаправленности векторов силы и скорости (см. пример 2).

## Пример 2

Какую мощность развивает сила тяги трактора, перемещающая прицеп со скоростью  $18 \text{ км/ч}$ , если она составляет  $16,5 \text{ кН}$ ?

Ответ: 82 500 Вт.

При проверке потенциальной энергии используются задания как на расчёт потенциальной энергии в поле тяжести земли, так и на расчёт потенциальной энергии пружины (см. примеры 3 и 4).

## Пример 3

Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля  $m = 1000 \text{ кг}$ . Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

Ответ: 4000 кг.

## Пример 4

Первая пружина имеет жесткость  $20 \text{ Н/м}$ , вторая —  $40 \text{ Н/м}$ . Обе пружины растянуты на  $1 \text{ см}$ . Определите отношение потенциальных энергий пружин  $\frac{E_2}{E_1}$ .

Ответ: 2.

Закон изменения и сохранения механической энергии проверяется преимущественно для свободного падения тел как без потерь энергии, так и с потерями энергии за счёт сопротивления воздуха (см. пример 5).

## Пример 5

Мячик массой  $200 \text{ г}$  падает с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю его кинетическая энергия равна  $24 \text{ Дж}$ . С какой высоты падал мячик, если потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила  $20\%$ ?

Ответ: 15 м.

В заданиях 5—7 используются те же сюжеты, которые были описаны в разделах по кинематике и динамике, но в анализ ситуации добавляются и данные об

изменении импульса и энергии тел. Например, в заданиях на соответствие между графиками и физическими величинами рассматривается равноускоренное движение тел, в том числе и свободное падение, но добавляются графики кинетической, потенциальной и полной энергии тела, а также графики зависимости проекции или модуля импульса от времени.

В линии 24 предлагается большой блок задач на применение закона сохранения импульса к неупругому удару, закона сохранения энергии, а также определение КПД различных процессов.

## Уроки 16–20. Статика

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «СТАТИКА»

Задания, проверяющие элементы содержания темы «Статика», расположены в КИМ на линиях 4, 6 и 24. Линия 4 посвящена проверке основных формул и законов этой темы, а также механическим колебаниям и волнам. Формат заданий 4 предполагает ответ в виде числа, и все формулы проверяются на уровне применения в стандартных ситуациях с использованием простейших расчётов.

В линиях 5 и 7 элементы этой темы пока в КИМ ЕГЭ не встречались.

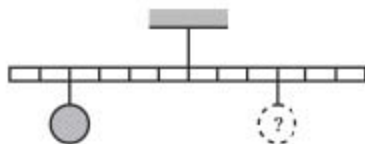
В **линии 4 части 1** проверяются следующие элементы содержания:

- условие равновесия твёрдого тела;
- давление в жидкости, покоящейся в ИСО;
- сила Архимеда.

Проверка условия равновесия твёрдого тела ограничена проверкой правила равновесия рычага. Здесь используются как только текстовые задания, так и задания с использованием табличных данных и рисунков рычагов. В этих заданиях часть информации для расчётов необходимо выделить из рисунка (см. пример 1).

#### Пример 1

Тело массой  $0,3$  кг подвешено к невесомому рычагу так, как показано на рисунке. Груз какой массы надо подвесить к третьей метке в правой части рычага для достижения равновесия?



Ответ: 0,4 кг.

В заданиях на определение давления в жидкости необходимо обращать внимание на то, нужно ли учитывать атмосферное давление, т. е. требуется ли определить только давление столба жидкости (см. пример 2) или полное давление с учётом атмосферного давления (например, в водоёме на заданной глубине).

#### Пример 2

В сосуд высотой  $20$  см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на  $2$  см. Чему равно давление воды на дно сосуда, если площадь дна  $0,01$  м<sup>2</sup>? Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: 1800 Па.

Задания на вычисление архимедовой силы зачастую формулируются с использованием избыточных данных и требуют поиска необходимых плотностей в таблице на первой странице варианта (см. пример 3).

**Пример 3**

Шар плотностью  $2,5 \text{ г/см}^3$  и объёмом  $400 \text{ см}^3$  целиком опущен в воду. Определите архимедову силу, действующую на шар.

Ответ:           4           Н.

Задания 6, как правило, проверяют понимание плавания тел. Здесь нужно обратить внимание на понимание того, что при плавании тела на поверхности жидкости сила Архимеда равна силе тяжести. Если тело переносит в другую жидкость и оно продолжает плавать, то архимедова сила не изменяется, а изменяется глубина погружения тела в жидкость.

Среди расчётных задач линии 24 можно выделить задачи на расчёт рычагов и на равновесие жидкостей в сообщающихся сосудах.

**Уроки 21—25. Механические колебания****ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ****«МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ»**

Задания, проверяющие элементы содержания темы «Механические колебания и волны», расположены в КИМ на линиях 4, 5, 6, 7 и 24. В линии 4 проверяются основные формулы этой темы на уровне применения в стандартных ситуациях с использованием простейших расчётов.

В **линии 4 части 1** проверяются следующие элементы содержания:

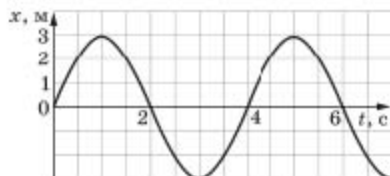
- свободные и вынужденные колебания;
- математический маятник;
- пружинный маятник;
- механические волны;
- звук, скорость звука.

При проверке свободных колебаний в большинстве заданий используются графики зависимости координаты от времени для колеблющегося тела, по которым и необходимо определять основные характеристики (см. пример 1). Кроме того, используются таблицы, в которых представлены данные о положении колеблющегося тела и символическая запись колебаний. Все три способа представления должны быть отработаны и использоваться для определения периода, частоты и амплитуды колебаний.

**Пример 1**

На рисунке дан график зависимости координаты тела от времени. Определите период колебаний тела.

Ответ:           4           с.

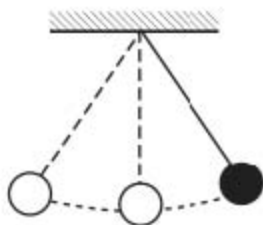


Следующую группу представляют задания на проверку знаний формул для периода (частоты) математического и пружинного маятников. Здесь используются одинаковые модели заданий, проверяющие зависимость периода (частоты) от длины для математического маятника и от массы и жёсткости пружины для пружинного маятника. Необходимо обратить внимание на задания, в которых проверяется понимание независимости периода колебаний математического маятника от массы его груза.

Ещё одна важная группа заданий — на изменение энергии при колебаниях маятника (см. пример 2), которые также используются как для математического, так и для пружинного маятников.

#### Пример 2

Математический маятник с периодом колебаний 2 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости (см. рисунок). Через какое время после этого кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: \_\_\_\_\_ 0,5 \_\_\_\_\_ с.

В заданиях на механические волны, звук и скорость звука проверяются знания формулы для длины волны через частоту (период) и скорость волны. Для звуковых волн нужно обратить внимание на задания на распространение отражённого звукового сигнала (эхо).

В линии 5 предлагается провести комплексный анализ колебательного процесса, данные о котором представлены в виде описания, графика или таблицы. Как правило, каждый ответ описывает либо значение одной из величин, либо её изменение в процессе колебаний. В заданиях 6 используются те же сюжеты, но анализируется изменение только двух величин. В заданиях 7 используются прежде всего графики зависимости от времени для всех величин: координаты, скорости, ускорения, импульса, кинетической, потенциальной и полной механической энергии маятника. Большой блок заданий в линии 7 проверяет умение представлять аналитические формулы для искомых величин, описывающих колебательное движение тела.

В расчётных задачах в линии 24 приоритет в этой теме отдаётся заданиям на применение закона сохранения энергии в процессе колебаний.

## Уроки 26—30. Молекулярная физика

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»

Задания, проверяющие элементы содержания темы «Молекулярная физика», расположены в КИМ на линиях 8, 10, 11, 12 и 25. В линиях 8 и 10 проверяют основные формулы этой темы на уровне применения в стандартных ситуациях с использованием простейших расчётов.

В линии 8 части 1 проверяются следующие элементы содержания:

- связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);
- связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц;
- уравнение  $p = nkT$ ;
- уравнение Менделеева—Клапейрона.

Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа, связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц и уравнение  $p = nkT$  проверяются примерно одинаковыми моделями заданий, преимущественно с использованием сравнения величин (изменится во столько-то раз). Обратите внимание на необходимость перевода температуры в абсолютную шкалу (см. пример 1).

*Пример 1*

Температура гелия увеличилась с 27 до 177 °С. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия его молекул?

Ответ: в 1,5 раз(а).

Наиболее сложными здесь являются задания на уравнение Менделеева—Клапейрона, так как в них используются графики или таблицы. Для проведения математических расчётов необходимо определить отношения величин (см. пример 2).

*Пример 2*

Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре  $T$  и давлении  $p$  равен  $V_1$ . Объём 3 моль водорода при том же давлении и температуре  $2T$  равен  $V_2$ . Чему равно отношение  $V_2/V_1$ ? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: 6.

В линии 10 проверяется относительная влажность. Типовые задания требуют считать относительную влажность. При этом предполагается, что выпускники должны знать о том, что давление насыщенных паров воды при температуре кипения (100 °С) равно атмосферному давлению, значение которого приведено в справочных материалах (см. пример 3).

*Пример 3*

Парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе при температуре 100 °С, равно 65 кПа. Определите относительную влажность воздуха.

Ответ: 65 %.

Затруднения в этой линии вызывают задания на определение относительной влажности при условии частичной конденсации пара, понимание того факта, что относительная влажность не бывает больше 100% (см. пример 4).

*Пример 4*

Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 60%. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: 100 %.

В заданиях 11 рассматривается какой-либо процесс и требуется его комплексный анализ. При этом каждый ответ предполагает определение характера изменения или оценки значения какой-либо величины. В линии 12 встречаются как задания на анализ изменения величин в различных процессах, так и задания на определение формул изопроцессов или зависимости данной величины от температуры или объёма с учётом заданных значений остальных величин.

В заданиях 25 используются расчётные задачи на применение уравнения Менделеева—Клапейрона и на применение газовых законов.

## Уроки 31–35. Термодинамика

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ТЕРМОДИНАМИКА»

Задания, проверяющие элементы содержания темы «Термодинамика», расположены в КИМ на линиях 9, 10, 11, 12 и 25. В линиях 8 и 10 проверяются основные формулы этой темы на уровне применения в стандартных ситуациях с использованием простейших расчётов.

В линии 9 части 1 проверяются следующие элементы содержания:

— элементарная работа в термодинамике, вычисление работы по графику процесса на  $pV$ -диаграмме;

— первый закон термодинамики;

— КПД тепловой машины, максимальное значение КПД.

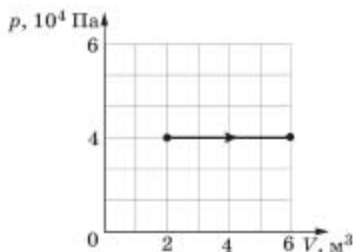
Для определения работы газа в заданиях предлагаются графики изобарных процессов (см. пример 1) либо сочетания изобарного и изохорного (в котором работа не совершается) процессов. Самым сложным случаем для заданий базового уровня является определение работы как площади соответствующей трапеции на графике  $p(V)$ .

#### Пример 1

Какую работу совершает идеальный газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

Ответ: 120 кДж.

Первый закон термодинамики проверяется либо типовыми заданиями с описанием процесса (см. пример 2), либо при помощи заданий с графиками изопроцессов. Здесь, как правило, одна из величин (работа или внутренняя энергия) остаётся неизменной.



#### Пример 2

Внутренняя энергия 2 молей одноатомного идеального газа уменьшилась на 800 Дж, при этом внешние силы совершили над ним работу 400 Дж. Какое количество теплоты отдал газ?

Ответ: 1200 Дж.

Задания на проверку знаний расчёта КПД тепловой машины выполняются с использованием разных формул, включая формулу для максимального КПД (см. пример 3). Наиболее сложными здесь являются задания, в которых температуры холодильника и нагревателя задаются по шкале Цельсия и нуждаются в переводе в кельвины.

#### Пример 3

У идеальной тепловой машины Карно температура нагревателя равна 700 К. Какой должна быть температура её холодильника, чтобы КПД машины был равен 50%?

Ответ: 350 К.

В линии 10 части 1 проверяются следующие элементы содержания:

— количество теплоты, удельная теплоемкость вещества;

— удельная теплота парообразования, удельная теплота плавления;

— уравнение теплового баланса.



Здесь используются расчётные задания, в которых часть данных требуется найти в справочных таблицах (см. пример 4), а также задания с использованием графиков как нагревания (охлаждения) тела (см. пример 5), так и изменения агрегатного состояния вещества.

#### Пример 4

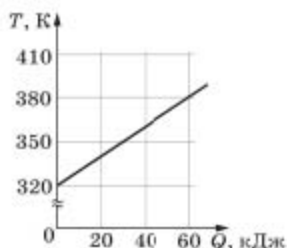
На нагревание текстолитовой пластинки массой 0,2 кг от 30 до 90 °С потребовалось затратить 18 кДж энергии. Какова удельная теплоёмкость текстолита?

Ответ: 1,5 кДж/(кг · К).

#### Пример 5

На рисунке изображён график зависимости температуры тела массой 2,5 кг от подводимого к нему количества теплоты. Определите удельную теплоёмкость этого вещества тела.

Ответ: 400 Дж/(кг · К).



В заданиях 11 рассматриваются циклические процессы в газах, в них, как правило, один из ответов описывает какой-либо изопроцесс, а другой требует применения первого закона термодинамики к какому-либо из процессов заданного цикла. Кроме того, здесь используются ситуации анализа графиков, описывающих изменение температуры при изменении агрегатных состояний вещества. В заданиях 12 используются те же сюжеты, но требуют либо записи формул, по которым можно рассчитать соответствующие величины, либо анализа графиков с указанием характера изменения различных величин для процессов, описанных при помощи этих графиков.

В линии расчётных задач 25 можно выделить блоки заданий на применение первого закона термодинамики к изобарному процессу, на расчет КПД процесса с использованием графиков и на уравнение теплового баланса.

## Уроки 36–40. Электростатика

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОСТАТИКА»

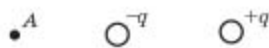
Задания, проверяющие элементы содержания этой темы, расположены в КИМ на линиях 13, 16, 17, 18 и 26.

В **линии 13** проверяется умение определять направление векторных величин: силы Кулона и вектора напряжённости электростатического поля (принцип суперпозиции электрических полей). В этой линии затруднения вызывают задания на определение результирующего вектора напряжённости, так как учащиеся не помнят направление вектора напряжённости вблизи положительного и отрицательного зарядов (см. пример 1).

#### Пример 1

На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $-q$  и  $+q$ . Куда направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор напряжённости результирующего электрического поля  $\vec{E}$  в точке А, расположенной на одной прямой с зарядами? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: вправо.



В линии 14 проверяется знание основных законов и формул этой темы по следующим элементам содержания:

- закон Кулона;
- электроёмкость конденсатора;
- энергия заряженного конденсатора.

Здесь используются простые расчётные ситуации, сложности возникают лишь в случае расчёта кулоновских сил, поскольку необходимо использовать дольные единицы (например, выразить ответ в мкН).

В линии 17 следует уделить внимание заданиям на изменение геометрии плоского конденсатора для двух случаев:

- а) конденсатор остаётся подключённым к аккумулятору и напряжение между его пластинами остаётся неизменной величиной;
- б) конденсатор заряжен и отключён от источника, в этом случае постоянной величиной остаётся заряд конденсатора.

В линии 18 затруднения вызывают задания на определение модуля напряжённости электростатического поля внутри и вне проводящих уединённых тел.

В линии заданий 24 выделяются блоки задач на применение закона Кулона, на расчёт модуля вектора напряжённости и на расчёт характеристик движения частицы в электрическом поле.

## Уроки 41—45. Постоянный ток

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ПОСТОЯННЫЙ ТОК»

Задания, проверяющие элементы содержания этой темы, расположены в КИМ на линиях 14, 16, 17, 18 и 26. В линии 14 проверяется знание основных законов и формул этой темы по следующим элементам содержания:

- сила тока;
- закон Ома для участка цепи;
- последовательное и параллельное соединение проводников;
- работа и мощность, закон Джоуля—Ленца.

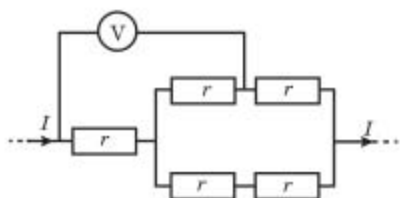
В блоке заданий на проверку формулы для силы тока необходимо больше внимания уделить заданиям, в которых по графику зависимости силы тока от времени необходимо определить заряд, прошедший по проводнику.

В блоке заданий на закон Ома для участка цепи выделяются задания на расчёт сопротивления по графику зависимости силы тока от напряжения, задания на одно-временное применение формулы для сопротивления проводника (через удельное сопротивление, длину и площадь поперечного сечения) и закона Ома, а также большая группа заданий с использованием схем. Здесь более серьёзного внимания требуют задания, в которых нужно найти показания вольтметра в схеме со смешанным соединением проводников (см. пример 1).

#### Пример 1

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением  $1\ \text{Ом}$  соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток  $A$  (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{В}$ .



В блоке заданий на расчёт цепей с использованием формул для последовательного и параллельного соединения проводников наиболее сложными для участников экзамена оказываются задания, в которых один из резисторов закорачивают. Здесь целесообразно сначала изобразить новую схему, а затем уже рассчитывать общее сопротивление.

В заданиях на проверку закона Джоуля—Ленца рекомендуется обратить внимание на вопросы, требующие расчёта отношения количества теплоты, выделяющегося на разных элементах цепи, поскольку здесь используются дополнительно формулы для расчёта сопротивлений или закон Ома для участка цепи.

В линиях 17 и 18 рассматриваются различные электрические цепи, для которых необходимо либо найти формулы для расчёта искомых величин, либо проанализировать изменение величин при изменении характеристик цепи, используя приведённые выше законы и формулы.

В линии заданий 26 выделяется три блока расчётных задач: на расчёт цепей с использованием закона Ома для участка цепи и формул для соединений проводников, на применение закона Ома для полной цепи (включая цепь с конденсатором) и на применение закона Джоуля—Ленца.

## Уроки 46—50. Магнитное поле

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «МАГНИТНОЕ ПОЛЕ»

Задания, проверяющие элементы содержания этой темы, расположены в КИМ на линиях 13, 17, 18 и 26. В линии 13 проверяется умение определять направление векторных величин по следующим элементам содержания:

- магнитное поле проводника с током;
- сила Ампера;
- сила Лоренца.

Для всех заданий на определение направления необходимо объяснить учащимся формат записи ответа. Слова **вверх**, **вниз**, **влево**, **вправо** описывают направления в плоскости листа, чтобы не путали с ответами **от наблюдателя**, **к наблюдателю**.

Среди заданий на определение магнитного поля проводника с током рекомендуется обратить внимание на задания, в которых нужно определить направление суммарного вектора магнитной индукции для двух проводников с током. В заданиях на силу Ампера — на группу заданий, проверяющих взаимодействие проводников с током, поскольку здесь нужно знать не только как взаимодействуют проводники с сонаправленными и противоположно направленными токами, но и то, что модуль вектора магнитной индукции зависит от расстояния от проводника (см. пример 1).

#### Пример 1

Как направлена (**вверх**, **вниз**, **влево**, **вправо**, **от наблюдателя**, **к наблюдателю**) сила Ампера, действующая на проводник №3 со стороны двух других проводников (см. рисунок)? Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы,  $I$  — сила тока.

Ответ: \_\_\_\_\_ **вверх** \_\_\_\_\_.

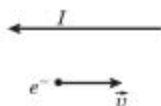
В группе заданий на силу Лоренца (частица движется в однородном магнитном поле между полюсами магнита) следует обратить внимание на задания с электронами. Здесь наиболее



часты ошибки участников экзамена, которые забывают, что правило левой руки для силы Лоренца формулируется для направления движения положительно заряженных частиц. В задании из примера 2 электрон можно рассматривать как ток, направление которого противоположно скорости электрона, а сонаправленные токи притягиваются.

### Пример 2

Электрон  $e^-$  имеет горизонтальную скорость  $\vec{v}$ , направленную вдоль прямого длинного проводника с током  $I$  (см. рисунок). Куда направлена (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) действующая на электрон сила Лоренца  $\vec{F}$ ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: вверх.

В заданиях 17 и 18 проверяется, как правило, движение заряженных частиц в магнитном поле (изменение величин, формулы, по которым можно рассчитать различные величины).

В линии 26 выделяются два блока расчётных задач: на применение формулы для силы Ампера и на движение заряженных частиц в магнитном поле.

## Уроки 51–55. Электромагнитная индукция и электромагнитные колебания

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ»

Задания, проверяющие элементы содержания этих тем, расположены в КИМ на линиях 15, 16, 17, 18 и 26. В линии 15 представлено большое число заданий базового уровня на основные формулы этой темы по следующим элементам содержания:

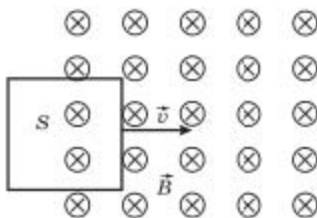
- поток вектора магнитной индукции;
- закон электромагнитной индукции Фарадея, ЭДС индукции в движущихся проводниках;
- индуктивность, ЭДС самоиндукции;
- энергия магнитного поля катушки с током;
- колебательный контур.

Поток вектора магнитной индукции проверяется как для случая рамки, перпендикулярной вектору магнитной индукции, так и для случая расположения под углом (как правило,  $30^\circ$  для получения целочисленного ответа).

Наиболее сложными в этой группе оказываются задания на ЭДС индукции в движущихся проводниках (см. пример 1).

### Пример 1

В некоторой области пространства создано вертикальное однородное магнитное поле. Горизонтальная квадратная металлическая рамка площадью  $S$  движется через границу этой области с постоянной скоростью  $\vec{v}$ , направленной перпендикулярно стороне рамки и вектору магнитной индукции  $\vec{B}$  (см. рисунок, вид сверху). ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна  $E$ .



Во сколько раз меньше будет ЭДС в металлической квадратной рамке, если она будет двигаться в этом поле точно с вдвое меньшей скоростью?

Ответ: в 2 раз(а).

В группе заданий на проверку ЭДС самоиндукции необходимо обратить внимание на задания с использованием графиков зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени, в которых ЭДС находится как площадь под соответствующим отрезком прямой.

Задания на колебательный контур проверяют, как правило, формулу Томсона. Здесь встречаются задания на сравнение в модели «изменится во столько-то раз», задания с использованием схемы, в которых данные об индуктивности или ёмкости необходимо выделить из схемы, задания с использованием графиков, в которых из графика необходимо определить период колебаний. Кроме того, встречается ряд заданий, требующих понимания процессов изменения заряда, силы тока и соответствующих энергий в колебательном контуре (см. пример 2).

*Пример 2*

*Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом 10 мкс. Максимальная сила тока в катушке индуктивности равна 6 мА. Какой будет сила тока в катушке в момент времени  $t = 5$  мкс, если в начальный момент времени сила тока равна нулю?*

Ответ: 0 мА.

Задания 16—18, как правило, посвящены электромагнитным колебаниям в контуре: комплексному анализу процесса колебаний (задание 16), изменению отдельных величин при изменении характеристик колебательного контура (задание 17), формулам и графикам, отражающим изменения соответствующих величин (задание 18).

Среди расчётных задач 26 большой класс заданий на закон электромагнитной индукции, движение проводников в магнитном поле, а также группа заданий на применение формул для колебаний в колебательном контуре.

## Уроки 56—60. Электромагнитные волны. Оптика

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ. ОПТИКА»

Задания, проверяющие элементы содержания темы «Оптика», расположены в КИМ на линиях 15, 16, 17, 18 и 26. В линии 15 проверяются основные формулы этой темы на уровне применения в стандартных ситуациях с использованием простейших расчётов.

В линии 15 части 1 проверяются следующие элементы содержания:

- закон отражения света;
- закон преломления света;
- ход лучей в линзе.

Проверка закона отражения света возможна как напрямую, через расчёт углов падения или отражения, так и через построение изображения в зеркале. Здесь само изображение строить не нужно, требуется лишь понимать равенство расстояний между предметом и зеркалом и изображением и зеркалом.

Закон преломления света проверяется преимущественно в заданиях повышенного уровня, а в заданиях базового уровня встречаются ситуации расчёта показателя преломления через отношение скоростей или отношение длин волн в разных средах (см. пример 1).

*Пример 1*

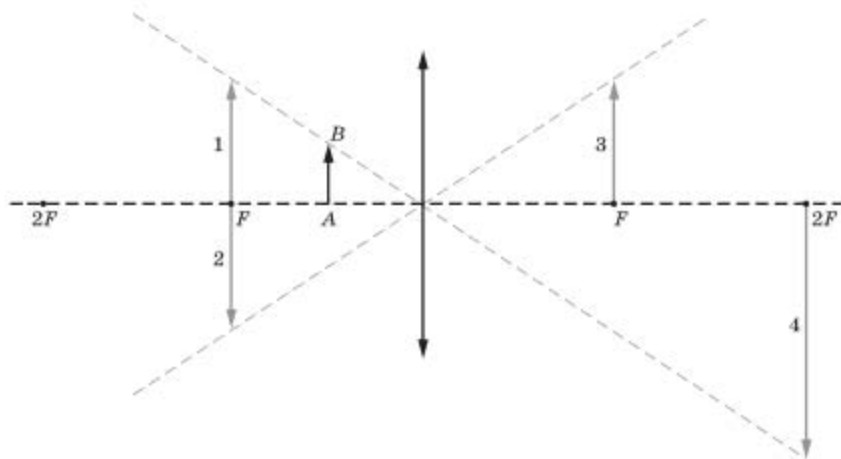
*Длина волны света лазерной указки равна 532 нм в воздухе и 400 нм в воде. Каков показатель преломления стекла?*

Ответ: 1,33.

Большой класс заданий на проверку построения изображения в собирающей линзе. В заданиях с рисунками требуется либо определить изображение по заданному положению предмета (см. пример 2), либо рассчитать фокусное расстояние или оптическую силу линзы по заданному ходу лучей. Есть также группа заданий на применение формулы линзы.

*Пример 2*

*Какой из образов 1—4 служит мнимым изображением предмета AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F?*



Ответ: 1.

Задания 16—18 конструируются преимущественно на следующих элементах содержания: преломление света (опыты по преломлению и формулы), полное внутреннее отражение света, построение изображений в линзах (собирающей и рассеивающей) и характеристики линзы с учётом соотношения показателей преломления среды и материала линзы, дифракционная решётка.

В расчётных задачах 26 большинство сюжетов базируется на построении изображения в линзах с учётом увеличения линзы, кроме того, есть классы задач на преломление света, интерференцию и расчёт максимумов дифракционной решётки.

## Уроки 61–64. Квантовая физика

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ ПО КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

Задания, построенные на элементах содержания из темы «Квантовая физика», расположены в КИМ на линиях 19, 20, 21 и 26.

В **линии 19** проверяются следующие элементы содержания:

- планетарная модель атома;
- нуклонная модель ядра;
- радиоактивность (альфа-, бета-распад и гамма-излучение);
- ядерные реакции.

Для проверки строения атома и строения ядра используются две модели заданий. В первой задаётся символическая запись (например:  $^{216}_{84}\text{Po}$ ), а во второй необходимый элемент и его характеристики нужно найти во фрагменте таблицы Менделеева (см. пример 1).

#### Пример 1

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	<b>Li</b> ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7,4</sub>	3	<b>Be</b> БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	4	5	<b>B</b> БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
3	III	<b>Na</b> НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	11	<b>Mg</b> МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	12	13	<b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
4	IV	<b>K</b> КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	19	<b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	20	21	<b>Sc</b> СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>
	V	29 <b>Cu</b> МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	30	<b>Zn</b> ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	30	31	<b>Ga</b> ГАЛЛИЙ 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>

Определите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого изотопа кальция.

Ответ:	Число протонов	Число нейтронов
	20	24

При проверке ядерных реакций используются две модели. В первой нужно самостоятельно записать реакцию альфа- или бета-распада. Во второй модели приводится реакция с одним неизвестным элементом. Зарядовое и массовое число искомых элементов необходимо записать в таблицу, а затем перенести в бланк ответов без пробела.

В **линии 20** проверяются следующие элементы содержания:

- энергия фотона;
- импульс фотона;
- излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня на другой;
- закон радиоактивного распада.

Энергия и импульс фотона проверяются, как правило, заданиями на нахождение отношений величин (см. пример 2).

*Пример 2*

Отношение импульсов двух фотонов  $\frac{p_1}{p_2} = 0,5$ . Определите отношение длин волн этих фотонов  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ .

Ответ:           2          .

Излучение и поглощение фотонов атомом проверяется при помощи заданий с использованием схемы энергетических уровней атома. А для проверки закона радиоактивного распада используются преимущественно несколько моделей заданий: с графиком зависимости числа ядер от времени при радиоактивном распаде, с символической записью закона и задания, в которых необходимо определить число ядер или массу изотопа через определённые промежутки времени, кратные периоду полураспада.

Среди заданий повышенного уровня в **линии 21** необходимо обратить особое внимание на задания по проверке уравнения Эйнштейна для фотоэффекта (изменение запирающего напряжения, максимальной скорости фотоэлектронов или их максимальной кинетической энергии и неизменность работы выхода при изменении характеристик падающего на фотоэлемент излучения), а также на задания на установление соответствия между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы в соответствующей схеме энергий атома.

Для **линии 26** по квантовой физике предлагаются несколько групп задач: на мощность излучения, на применение законов фотоэффекта и на ионизацию атома водорода.

## Уроки 65—66

### ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ЗАДАНИЙ 22 И 23

**Задание 22** проверяет умение записывать показания приборов с учётом абсолютной погрешности измерений. В большинстве случаев используются фотографии или рисунки следующих приборов: линейка, мензурка, термометр, барометр, манометр, амперметр, вольтметр. Есть задания, в которых нужно рассчитать значение величины, измеренное методом рядов.

Погрешность измерения указывается в тексте задания (в виде цены деления, половины цены деления прибора или заданного значения). Типичная модель задания с использованием фотографии приведена в примере 1.



## Пример 1

Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Чему равна по результатам этих измерений сила тяжести?

Запишите в ответ показания динамометра с учётом погрешности измерений.

Ответ:  $(1,6 \pm 0,1)$  Н.

Следует обратить внимание на следующие моменты:

1) правила включения амперметра и вольтметра в электрическую цепь;

2) снятие показаний барометра и двухпредельных амперметров и вольтметров с учётом выбора шкалы для данного измерения;

3) запись всех значащих цифр в значении величины (см. пример 2).

## Пример 2

Для того чтобы более точно измерить массу одного винта, на электронные весы положили 50 винтов. Весы показали 25 г. Погрешность весов равна  $\pm 1$  г. Чему равна масса одного винта по результатам этих измерений?

Запишите ответ с учётом погрешностей измерений.

Ответ:  $(0,50 \pm 0,02)$  г.

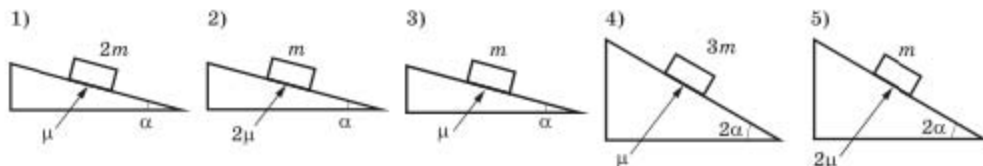
Хотя пока запись ответа в виде  $(0,5 \pm 0,02)$  г. при проверке результатов ЕГЭ не считается ошибкой, но всё-таки целесообразно научиться записывать показания правильно.

**Задание 23** проверяет умение выбирать оборудование для проведения опыта с учётом сформулированной гипотезы. Здесь встречаются три разные модели заданий:

- с использованием рисунков экспериментальных установок (пример 1);
- с использованием таблиц, в строках которых перечислены характеристики экспериментальных установок (см. пример 2);
- с выбором двух недостающих элементов (приборов или материалов) для сборки экспериментальной установки (см. пример 3).

## Пример 1

Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза (на всех представленных ниже рисунках  $m$  — масса тела,  $\alpha$  — угол наклона плоскости к горизонту,  $\mu$  — коэффициент трения между бруском и плоскостью). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?



Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ: 

1	3
---	---



**Пример 2**

Ученику необходимо провести исследование зависимости частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора. Параметры колебательных контуров приведены в таблице. Какие два колебательных контура из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

Номер колебательного контура	Электроёмкость конденсатора	Индуктивность катушки
1	14 пФ	1,2 мГн
2	0,6 мкФ	1,4 мГн
3	12 пФ	1,2 мГн
4	14 пФ	1,3 мГн
5	0,6 мкФ	1,0 мГн

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ: 

1	3
---	---

**Пример 3**

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой определить сопротивление лампочки. Для этого школьник взял соединительные провода, реостат, ключ, лампочку и вольтметр. Какие две позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) ключ
- 2) амперметр
- 3) резистор
- 4) вольтметр
- 5) аккумулятор

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: 

2	5
---	---



### Инструкция по выполнению работы

На выполнение диагностической работы отводится 1,5 ч (90 мин). Работа включает в себя 26 заданий.

В заданиях 1—4, 8—10, 14, 15, 20, 24—26 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 физических величин писать не нужно.

Ответ: 7,5 см.

3 7, 5

Ответом к заданиям 5—7, 11, 12, 16—18, 21 и 23 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.

Ответ:

А	Б
4	1

7 4 1

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.

Ответ: вправо

13 В П Р А В О

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.

Ответ: (1,4 ± 0,2) н.

22 1, 4 0, 2

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки 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.

**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	$10^6$	мили	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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 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 <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

**Удельная теплоёмкость**

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

**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**

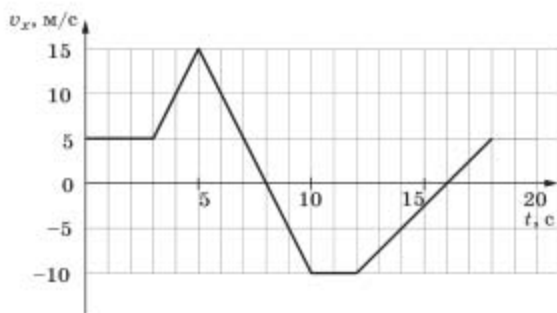
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20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

## ВАРИАНТ 1

## ЧАСТЬ 1

Ответами к заданиям 1—23 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 физических величин писать не нужно.

- 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени  $t$ .



Определите путь тела за первые 5 с движения.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 2 Пружина под действием силы 15 Н растянулась на 5 см. Чему равна жёсткость пружины?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

- 3 Тело массой 0,1 кг вращается в горизонтальной плоскости на нити длиной 1 м. Чему равна работа силы тяжести за один оборот вращения тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 4 Мужской голос бас занимает частотный интервал от  $\nu_1 = 80$  Гц до  $\nu_2 = 320$  Гц. Чему равно отношение длин звуковых волн  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ , соответствующих границам этого интервала?

Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 5 На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составили таблицу зависимости модуля силы трения  $F_{\text{тр}}$  от угла наклона плоскости к горизонту  $\alpha$  с погрешностью не более 0,01 Н. Основываясь на данных, приведённых в таблице, и используя закон сухого трения, выберите два верных утверждения и укажите их номера.

$\alpha$ , рад	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Н	0	1,0	2,0	3,86	3,76	3,63	3,46	3,25	3,01	2,75	2,45	2,13

- 1) сила трения скольжения не зависит от угла наклона плоскости
- 2) при увеличении угла наклона от 0 до 0,1 рад сила трения покоя увеличивается
- 3) в случае когда угол наклона плоскости составляет 0,1 рад, сила реакции опоры больше 10 Н
- 4) коэффициент трения скольжения равен 0,5
- 5) брусок покоится, когда угол наклона плоскости составляет 0,6 рад

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 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 Один конец лёгкой пружины жёсткостью  $k$  присоединён к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону  $x(t) = A \sin \omega t$ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) проекция  $F_x(t)$  равнодействующей силы на ось  $X$

Б) потенциальная энергия пружины  $E_{\text{п}}(t)$

ФОРМУЛЫ

1)  $kA^2 \sin \omega t$

2)  $-kA^2 \sin \omega t$

3)  $-kA^2 \sin^2 \omega t$

4)  $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

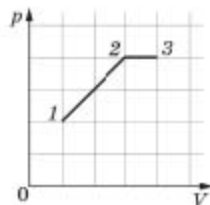
Ответ:

А	Б

- 8 В сосуде содержится аргон под давлением 150 кПа. Концентрацию аргона увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию его молекул уменьшили в 3 раза. Определите установившееся давление газа.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

- 9 На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Чему равно отношение работ газа  $\frac{A_{12}}{A_{23}}$  при этих переходах?



Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 10 Относительная влажность воздуха при температуре 100 °С равна 70%. Определите парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

- 11 Горячее вещество в жидком состоянии медленно охлаждалось в плавильной печи с постоянной мощностью. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	250	242	234	232	232	232	230	216

Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) температура плавления вещества в данных условиях равна 232 °C
- 2) через 20 мин после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии
- 3) теплоёмкость вещества в жидком и твёрдом состоянии одинакова
- 4) через 30 мин после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии
- 5) процесс кристаллизации вещества занял более 25 мин

Ответ:

--	--

- 12 При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный разреженным криптоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру криптона в нём неизменной. Как изменяются при этом давление криптона в сосуде и его внутренняя энергия?

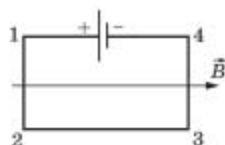
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

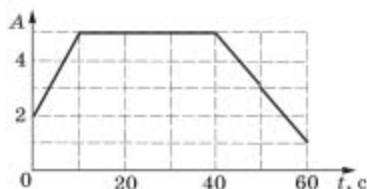
Давление криптона в сосуде	Внутренняя энергия криптона в сосуде

- 13 Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных проводников (1—2, 2—3, 3—4, 4—1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого  $\vec{B}$  направлен горизонтально вправо (см. рисунок). Как направлена относительно рисунка (**вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя**) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3—4? Ответ запишите словом (словами).



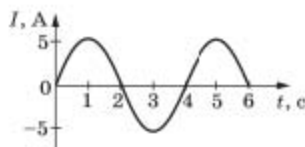
Ответ: \_\_\_\_\_.

- 14 На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через проводник за  $\Delta t = 60$  с с момента начала отсчёта времени.



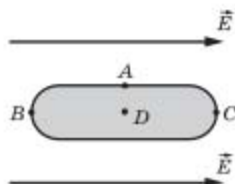
Ответ: \_\_\_\_\_ Кл.

- 15 На рисунке приведён график зависимости силы тока  $i$  от времени  $t$  при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза меньше?



Ответ: \_\_\_\_\_ мкс.

- 16 Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью  $\vec{E}$ .



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

Ответ:

--	--

- 17 Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Что произойдёт с радиусом орбиты и периодом обращения частицы, если её скорость не изменится, а заряд увеличится?

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.

Радиус орбиты частицы	Период обращения частицы

- 18 Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Скорость света в воде —  $v$ ; скорость света в воздухе —  $c$ ; длина световой волны в воде —  $\lambda$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) длина световой волны в воздухе

1)  $\frac{v}{c}$

Б) показатель преломления воды относительно воздуха

2)  $\frac{c}{v}$

3)  $\frac{v \cdot \lambda}{c}$

4)  $\frac{\lambda \cdot c}{v}$

Ответ:

А	Б

- 19 Радиоактивный изотоп висмута  ${}_{83}^{212}\text{Bi}$  претерпевает  $\alpha$ -распад. Укажите число протонов и число нейтронов в образовавшемся ядре.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

- 20 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают  $\alpha$ -распад с периодом полураспада 11,4 сут. Определите число моль **гелия** в сосуде через 22,8 сут., если образец в момент помещения в сосуд содержал  $2,4 \cdot 10^{23}$  атомов радия.

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

- 21 Выберите среди приведённых во втором столбце ядерных реакций те, которые являются примерами реакций  $\alpha$ - и  $\beta$ -распада.

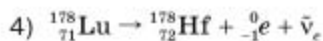
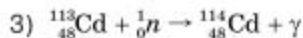
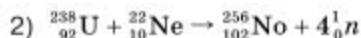
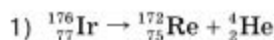
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

А)  $\alpha$ -распад

Б)  $\beta$ -распад

ЯДЕРНАЯ РЕАКЦИЯ



Ответ:

А	Б

- 22 Чему равно атмосферное давление в момент измерения барометром (см. рисунок), если погрешность прямого измерения давления равна цене деления барометра?



Ответ: \_\_\_\_\_ мм рт. ст.

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

- 23 Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из сосудов с различными жидкостями и сплошных шариков различного объёма, сделанных из разного материала (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объёма тела?

Номер установки	Жидкость, налитая в сосуд	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	керосин	30 см <sup>3</sup>	сталь
2	вода	20 см <sup>3</sup>	дерево
3	керосин	20 см <sup>3</sup>	дерево
4	подсолнечное масло	30 см <sup>3</sup>	сталь
5	вода	30 см <sup>3</sup>	дерево

В ответ запишите номера выбранных установок.

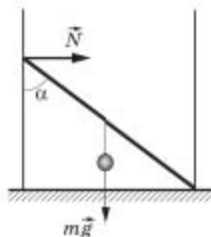
Ответ:

--	--

## ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям 24—26 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 физических величин писать не нужно.

- 24 Невесомый стержень, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол  $45^\circ$  с вертикалью (см. рисунок). К середине стержня подвешен на нити шарик массой 1 кг. Чему равен модуль силы упругости  $\vec{E}$ , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 25 Температура куска свинца массой 1 кг равна  $37^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты надо передать ему, чтобы расплавилась половина его массы? Температура плавления свинца  $327^\circ\text{C}$ . Ответ выразите в килсджоулях (кДж). Тепловыми потерями можно пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 26 Энергия фотона в потоке фотонов, падающих на поверхность металла, в 2 раза превышает работу выхода электронов из металла. Во сколько раз надо увеличить частоту падающего излучения, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, увеличилась в 2 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.**

## ВАРИАНТ 2

## ЧАСТЬ 1

Ответами к заданиям 1—23 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- 1 Материальная точка равномерно движется по окружности радиуса 2 м с центростремительным ускорением, равным  $2 \text{ м/с}^2$ . Определите скорость точки.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 2 Сила трения, действующая на скользящие по горизонтальной ледяной дорожке стальные санки массой 8 кг, равна 16 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стали по льду?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 3 Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы 6 Н за 8 с импульс тела увеличился и стал равен  $56 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Чему равен первоначальный импульс тела?

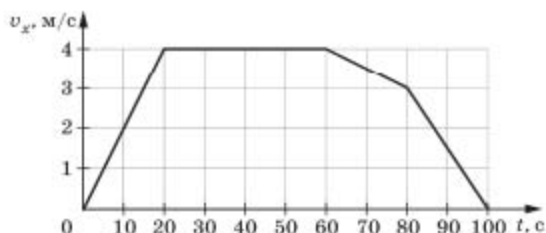
Ответ: \_\_\_\_\_ кг · м/с.

- 4 Через какое время после выстрела придёт к охотнику эхо от звука выстрела, если расстояние до преграды, от которой отразится звук, равно 850 м? Скорость звука в воздухе считать равной  $340 \text{ м/с}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ с.



- 5 В инерциальной системе отсчёта вдоль оси  $O_x$  движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $V_x$  этого тела от времени  $t$ . Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.



- 1) модуль ускорения тела в промежутке времени от 0 до 20 с в 2 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с
- 2) в промежутке времени от 0 до 10 с тело переместилось на 20 м
- 3) в момент времени 40 с равнодействующая сил равна 0
- 4) в промежутке времени от 80 до 100 с импульс тела уменьшился на  $60 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 5) кинетическая энергия тела в промежутке времени от 10 до 20 с увеличилась в 2 раза

Ответ:

--	--

- 6 Мальчик бросил мячик вертикально вверх. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к поверхности земли модуль ускорения мячика и его кинетическая энергия.

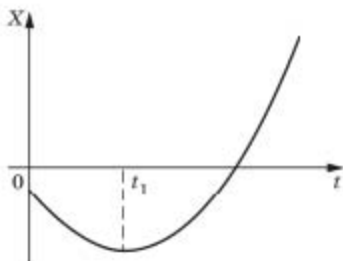
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль ускорения мячика	Кинетическая энергия мячика

- 7 На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $O_x$ , от времени  $t$  (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени  $t$ . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

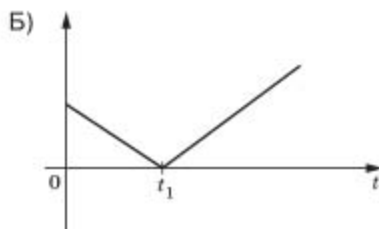


ГРАФИК

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА



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



Ответ:

А	Б

- 8 Температура неона увеличилась с 27 до 177 °С. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия его молекул?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 9 У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя 400 К, температура холодильника 300 К. За один цикл двигатель совершает работу 16 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 10 Кусок алюминия массой 3 кг нагрели от 20 °С до 100 °С. Какое количество теплоты было затрачено на его нагрев?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 11 В понедельник и вторник температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в понедельник было меньше, чем во вторник.

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

- 1) масса водяных паров, содержащихся в 1 м<sup>3</sup> воздуха, в понедельник была больше, чем во вторник
- 2) относительная влажность воздуха в понедельник была меньше, чем во вторник
- 3) концентрация молекул водяного пара в воздухе в понедельник и вторник была одинаковой
- 4) давление насыщенных водяных паров в понедельник было больше, чем во вторник
- 5) плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в понедельник была меньше, чем во вторник

Ответ:

--	--

- 12 Аргон помещают в открытый сверху сосуд под лёгкий подвижный поршень и начинают охлаждать. Давление воздуха, окружающего сосуд, равно 10<sup>5</sup> Па. Начальный объём газа 9 л, начальная температура 450 К. Масса газа в сосуде остаётся неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда можно пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими аргон, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры  $T$  газа в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) объём газа  $V(T)$   
 Б) внутренняя энергия газа  $U(T)$

ФОРМУЛЫ

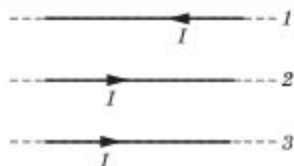
- 1)  $at$ ,  $a = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{К}}$
- 2)  $\frac{b}{T}$ ,  $b = 4050 \text{ м}^3 \cdot \text{К}$
- 3)  $cT$ ,  $c = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$
- 4)  $dT$ ,  $d = 3 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

Ответ:

А	Б

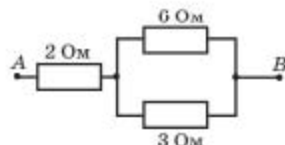
- 13 Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на проводник

2 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? ( $I$  — сила тока.) Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 14 Определите сопротивление между точками  $A$  и  $B$  для участка цепи, изображённого на схеме.

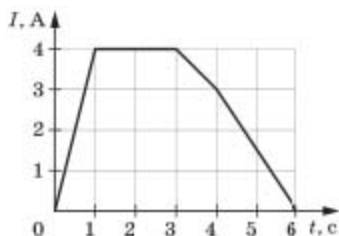


Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 15 Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью  $2 \cdot 10^{-4}$  Гн при силе тока в ней 3 А.

Ответ: \_\_\_\_\_ мДж.

- 16 В катушке индуктивностью 6 мГн сила тока  $I$  зависит от времени  $t$ , как показано на графике (см. рисунок). Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке, и укажите их номера.



- 1) модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 до 1 с
- 2) энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 1 до 3 с оставалась равной 12 мДж
- 3) модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 с равен 9 мВ
- 4) модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален в интервале времени от 3 до 4 с
- 5) скорость изменения тока в катушке была максимальна в интервале времени от 4 до 6 с

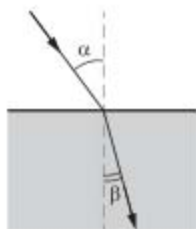
Ответ:

--	--

- 17 Световой пучок входит из воздуха в воду (см. рисунок). Что происходит при переходе света из воздуха в воду с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения?

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.

Частота	Скорость

- 18 Протон массой  $m$  и зарядом  $q$  движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля  $\vec{B}$  по окружности со скоростью  $v$ . Действием силы тяжести можно пренебречь.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль ускорения протона  
Б) период обращения протона по окружности

ФОРМУЛЫ

- 1)  $qvB$   
2)  $\frac{mv}{qB}$   
3)  $\frac{2\pi m}{qB}$   
4)  $\frac{qvB}{m}$

Ответ:

А	Б

- 19 Определите число протонов и число нейтронов в ядре  ${}_{83}^{212}\text{Bi}$ .

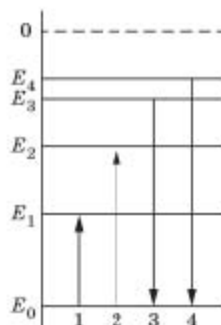
Число протонов	Число нейтронов

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.**

- 20 Длина волны красного света в 2 раза больше длины волны фиолетового света. Во сколько раз импульс фотона красного света меньше импульса фотона фиолетового света?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов



связан с поглощением света наибольшей длины волны, а какой — с излучением света наибольшей частоты?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

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

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение света наибольшей длины волны  
Б) излучение света наибольшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

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

Ответ:

А	Б

- 22 Чему равно атмосферное давление в момент измерения барометром (см. рисунок), если погрешность прямого измерения давления равна цене деления барометра?



Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.**

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность алюминия. Для этого школьник взял стакан с водой и алюминиевый шарик. Какие две позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) электронные весы
- 2) мензурка
- 3) линейка
- 4) термометр
- 5) пружина

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

--	--

## ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям 24–26 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.

- 24 Сталкиваются и слипаются два разных по массе пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением направлены навстречу друг другу и одинаковы по модулю:  $v_1 = v_2 = 1$  м/с. Во сколько раз масса тяжёлого шарика больше, чем лёгкого, если сразу после столкновения их скорость стала равной (по модулю) 0,5 м/с?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 25 В двух идеальных колебательных контурах с одинаковой индуктивностью происходят свободные электромагнитные колебания, причём период колебаний в первом контуре  $9 \cdot 10^{-8}$  с, во втором  $3 \cdot 10^{-8}$  с. Во сколько раз амплитудное значение силы тока во втором контуре больше, чем в первом, если максимальный заряд конденсаторов в обоих случаях одинаков?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 26 Красная граница фотоэффекта для натрия  $\lambda_{кр} = 540$  нм. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещённого светом с длиной волны  $\lambda = 400$  нм? Ответ округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.**



### УРОКИ 1–5

#### Задание 1 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	5; 0; 2,5; 7,5	2,5	10	5	-5	1,5	50	2; 4; 3	5; -5; 2,5	6
<b>Задание</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Ответ</b>	7,5	-10	7,5	1	2	100; 50; 100; 125	350	350	25	
<b>Задание</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
<b>Ответ</b>	60	-2	4	-10	6	6	10	4,8	4	8
<b>Задание</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>						
<b>Ответ</b>	3	9	4	2						

#### Задание 5 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	
<b>Ответ</b>	3	5	2	4	3	5

#### Задание 6 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	3	2	3	3	1	3	2	2	3	1	2	3

#### Задание 7 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		<b>7</b>	
<b>Ответ</b>	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
	1	4	2	4	4	1	3	1	1	3	2	1	2	4

#### Задание 25 части 2

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Ответ</b>	4	3	100	10	8	9	15	5	14	80	40	2	4

### Проверочная работа по теме «Кинематика»

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		<b>7</b>	
<b>Ответ</b>	0,5	2,5	50	1	5	3	4	3	3	A	B
										2	3
<b>Задание</b>	<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>		
<b>Ответ</b>	A	B	A	B	A	B	10	10	1200		
	1	3	4	1	1	2					

### УРОКИ 6—10

#### Задание 1 части 1

Второй закон Ньютона

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	2	3	1	2	4	8	6	10

Третий закон Ньютона

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Ответ</b>	5	100	8000	20

Сила тяжести. Закон всемирного тяготения

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>Ответ</b>	500	1	5	4	2	8	12	3	4	64	1	0,25	9	280	160	13

Сила упругости

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Ответ</b>	10	750	0,1	40	4,5	250	250	2	5	100	16	450	1,5	3

Сила трения

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ответ</b>	0,2	14	2	16	0,32	0,12	0,5	0,2	16	50	1	5

#### Задание 5 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		
<b>Ответ</b>	2	5	4	5	1	1	3	4	2	4	2	5

### Задание 6 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	2	1	2	1	1	2	1	2	1	3	1	3
<b>Задание</b>	<b>7</b>		<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>	
<b>Ответ</b>	2	3	2	3	3	1	3	2	3	1	3	2

### Задание 7 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б
	3	2	2	1	1	4	4	3	4	3	1	2

### Задание 25 части 2

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ответ</b>	5000	3	10	5	2,5	2	0,5	2	12	4	4	0,6

### Проверочная работа по теме «Динамика»

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	
<b>Ответ</b>	500	30	2	4	319	—	2	0,3	
<b>Задание</b>	<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Ответ</b>	3	4	1	1	A	Б	6,2	3	1,2
					1	3			

## УРОКИ 11–15

### Задание 3 части 1

Импульс материальной точки, закон сохранения импульса

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Ответ</b>	6	0,16	0,5	3000	6	8	10	15	1	1	5
<b>Задание</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	
<b>Ответ</b>	0,5	0,3	2	1	0	10	0	0,5	60	0,15	

Работа силы. Мощность силы

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	60	100	0	—	48	25	100	1200	30	3000

## Кинетическая энергия материальной точки

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Ответ</b>	0,9	5	6	16	2	16	256	36	500

## Потенциальная энергия

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	2500	3	1500	1,5	0,2	0,08	3	1

## Закон изменения и сохранения механической энергии

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Ответ</b>	30	200	20	20	30	36	9

## Задание 5 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	3	5	4	5	4	5	1	2	3	4	2	5
<b>Задание</b>	<b>7</b>		<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>			
<b>Ответ</b>	2	5	3	4	1	3	2	3	1	3		

## Задание 6 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	1	1	2	2	3	1	3	2	1	2	1	2

## Задание 7 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	2	3	2	4	1	4	2	4	2	3	4	1

## Задание 25 части 2

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Ответ</b>	2,5	0,25	1	2	2	150	5	960	0,5	2500	400	1	2
<b>Задание</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
<b>Ответ</b>	0,5	6,4	0,5	6000	10	7	6	2,5	0	0,02	60	0,05	70

### Проверочная работа по теме «Законы сохранения в механике»

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>		<b>9</b>	
<b>Ответ</b>	1000	5	20	0,45	1,5	0,024	5	2	3	3	3
<b>Задание</b>	<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>			
<b>Ответ</b>	A	Б	A	Б	14	5	85	18			
	1	3	1	1							

### УРОКИ 16–20

#### Задание 4 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Ответ</b>	6	0,2	0,4	0,75	4	2	2,5	0,5	3	2	2000
<b>Задание</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
<b>Ответ</b>	8000	200	18	320	5	—	1	10	10	12,9	0,7

#### Задание 6 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		<b>7</b>		<b>8</b>	
<b>Ответ</b>	2	3	1	3	2	2	3	3	2	3	1	1	2	3	2	1

#### Задание 25 части 2

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	1,2	15	3	20	60	800	90	250

### Проверочная работа по теме «Статика»

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>		<b>7</b>		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	2	30	20	4	240	1	3	1	2	0,75	45	0,7

### УРОКИ 21–25

#### Задание 4 части 1

Свободные и вынужденные колебания

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
<b>Ответ</b>	3	4	0,25	0,2	20	250	0,05	3	2	4	0,25	5	0,05	0,03	0,5	5	10

## Математический маятник

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Ответ</b>	2	3	2	1	2	1	4	1	1	0,5	1

## Пружинный маятник

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Ответ</b>	4	9	—	—	8	2	0,1	0,04	1600	2	4	8	4

## Механические волны

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Ответ</b>	10	2	2	2,5

## Звук. Скорость звука

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	550	250	600	0,75	0,68	1600	15	1,2	4	4

## Задание 5 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Ответ</b>	1	2	4	5
			1	2
			3	4

## Задание 6 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Ответ</b>	2	2	1	2	2	2
			1	2	1	2
<b>Задание</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ответ</b>	2	2	1	1	1	1
			1	1	3	1
			1	3	1	3
			3	1	1	3

## Задание 7 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Ответ</b>	А	Б	А	Б	А	Б
	А	Б	А	Б	А	Б
	3	4	3	1	2	3
	4	1	2	3	4	1
	1	1	3	1	1	3
	1	3	1	2	3	4
<b>Задание</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	
<b>Ответ</b>	А	Б	А	Б	А	Б
	А	Б	А	Б	А	Б
	2	3	4	1	4	1
	4	1	3	2	3	4

**Задание 25 части 2**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	550	250	600	0,75	0,68	1600	15	1,2

**Проверочная работа по теме  
«Механические колебания и волны»**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	0,004	0,6	6	1	8	40	850	2 5
<b>Задание</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	
<b>Ответ</b>	2 3	A Б	A Б	A Б	0,4	6	2	
		1 4	4 1	2 1				

**УРОКИ 26–30****Задание 8 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	4	2	4	1,5	—	—	—	—	—	—
<b>Задание</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Ответ</b>	2	4	2	1,6	6	2	750	200	800	800
<b>Задание</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
<b>Ответ</b>	900	1000	250	3	2	6	8	6	300	4

**Задание 10 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Ответ</b>	20	50	560	600	100	100	25	30	60	100	22

**Задание 11 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Ответ</b>	1 5	2 4	2 5	1 4	3 4	1 2	1 2
<b>Задание</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	
<b>Ответ</b>	3 1	3 4	1 2	1 2	1 4	2 5	

**Задание 12 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Ответ</b>	1   1	2   1	3   2	1   3	1   3	2   3	2   2	1   1	2   3
<b>Задание</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>Ответ</b>	3   3	3   1	2   3	3   2	3   3	A   Б	A   Б	A   Б	A   Б
						1   4	2   3	2   3	3   1

**Задание 25 части 2**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ответ</b>	600	400	1,5	2,4	0,2	249	0,5	2	25	40	4	5

**Проверочная работа по теме «Молекулярно-кинетическая теория»**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Ответ</b>	200	2,5	300	15	40	100	100	2   4	2   3
<b>Задание</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>		
<b>Ответ</b>	2   3	3   2	A   Б	A   Б	500	0,5	231		
			4   2	2   1					

**УРОКИ 31–35****Задание 9 части 1**

Вычисление работы по графику процесса на  $PV$ -диаграмме

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	4	2	2	10	1	1	2,5	10

Первый закон термодинамики

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ответ</b>	5	200	5	10	2100	2800	30	40	8	30	20	500

КПД теплового двигателя

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Ответ</b>	60	150	25	100	3,5	—	500	40	70



**Задание 10 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	360	250	4	1700	500	3000	500	2500	800	1500

**Задание 11 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>	
<b>Ответ</b>	3	4	2	3	3	5	1	4	1	4
<b>Задание</b>	<b>6</b>		<b>7</b>		<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>	
<b>Ответ</b>	1	4	1	3	3	5	3	5	2	4

**Задание 12 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		<b>7</b>	
<b>Ответ</b>	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	2	2
	3	4	2	1	3	1	2	4	4	2	3	4		
<b>Задание</b>	<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>		<b>13</b>		<b>14</b>	
<b>Ответ</b>	1	1	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б
			2	3	1	2	4	1	2	4	2	3	4	1

**Задание 25 части 2**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>Ответ</b>	300	200	150	2	9	5,6	15	25	40	15	10	7	330	56	0	1

**Проверочная работа по теме «Термодинамика»**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>		<b>9</b>	
<b>Ответ</b>	1600	4	800	5	100	25	2	4	5	2	4
<b>Задание</b>	<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>		<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	
<b>Ответ</b>	A	Б	A	Б	A	Б	160	200	5,3	0	
	1	3	4	1	1	4					

**УРОКИ 36—40****Задание 13 части 1**

Принцип суперпозиции электрических полей

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	влево	вниз	вправо	вверх	вправо	вверх	вправо	вверх

**Задание 14 части 1**

Взаимодействие зарядов. Закон Кулона

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Ответ</b>	1,5	180	3,6	36	3

Емкость конденсатора. Энергия заряженного конденсатора

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Ответ</b>	3	2	8	4	3

**Задание 16 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>								
<b>Ответ</b>	3	4	2	5	—	—	—	—	3	4	1	2	2	3	4	5

**Задание 17 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>				
<b>Ответ</b>	1	3	2	1	1	1	2	2

**Задание 18 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			
<b>Ответ</b>	A	Б	A	Б	A	Б
	1	4	2	1	—	—

**Задание 26 части 2**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Ответ</b>	3	0,72	9	250	325	-15	8	0,5	750	2	25	0,4	3,34	1

### Проверочная работа по теме «Электростатика»

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	
<b>Ответ</b>	вниз	вверх	3	4	4	9	2	4
<b>Задание</b>	<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Ответ</b>	2	4	1	1	400	-2	14	1

### УРОКИ 41–45

#### Задание 14 части 1

Сила тока

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	4	1,5	1	4	0,00125	20	180	225

Закон Ома

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>Ответ</b>	250	4	4	2	3	2,5	3	3	30	5	6	2	1	2	3	3,3

Последовательное и параллельное соединение проводников

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Ответ</b>	4	4,5	10	8	16	5	14	18	300	2	10	200	2

Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	50	900	360	45	5700	600	3,6	2

#### Задание 16 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		
<b>Ответ</b>	2	4	2	4	3	4	1	3	3	2	1	5

#### Задание 17 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		<b>7</b>		<b>8</b>		
<b>Ответ</b>	2	2	2	3	2	2	3	2	1	1	1	2	1	2	2	1

### Задание 18 части 1

Задание	1		2		3		4		5	
Ответ	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
	1	3	1	3	3	4	2	1	2	1

### Задание 26 части 2

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	4,5	12	0,5	8	40	120	2,5	30	2,5	2,2	3	760

### Проверочная работа по теме «Постоянный ток»

Задание	1	2	3	4	5	6	7		8	
Ответ	0,4	8	2,4	7	—	1500	1	2	2	1
Задание	9		10		11		12	13	14	15
Ответ	1	1	А	Б	А	Б	0,5	0,3	100	0,48
			4	3	2	4				

### УРОКИ 46—50

#### Задание 15 части 1

Магнитное поле проводника с током

Задание	1	2	3	4
Ответ	к наблюдателю	от наблюдателя	к наблюдателю	к наблюдателю
Задание	5	6	7	8
Ответ	вниз	—	к наблюдателю	от наблюдателя

#### Сила Ампера

Задание	1	2	3	4	5
Ответ	к наблюдателю	от наблюдателя	вправо	вниз	влево
Задание	6	7	8	9	10
Ответ	вправо	от наблюдателя	к наблюдателю	от наблюдателя	к наблюдателю
Задание	11	12	13		
Ответ	вниз	вверх	вверх		

## Сила Лоренца

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Ответ</b>	к наблюдателю	от наблюдателя	от наблюдателя	от наблюдателя	от наблюдателя
<b>Задание</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	вверх	вверх	к наблюдателю	от наблюдателя	вверх

## Задание 17 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Ответ</b>	1   3	2   2	1   2	1   2

## Задание 18 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
	1	4	2	3	1	2	4	1	2	3	1	3

## Задание 26 части 2

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	12	0,05	0,06	16	3	0,25	2	4	1,5	2,5

## Проверочная работа по теме «Магнитное поле»

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>		<b>7</b>	
<b>Ответ</b>	вправо	вправо	вниз	к наблюдателю	вверх	1	2	1	1
<b>Задание</b>	<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Ответ</b>	А	Б	А	Б	0,3125	0,1	3	3	0,2
	4	2	2	3					

**УРОКИ 51–55****Задание 15 части 1**

Поток вектора магнитной индукции

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Ответ</b>	0,06	0,4	0,8

Закон электромагнитной индукции Фарадея.

ЭДС индукции в движущихся проводниках

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Ответ</b>	5	4	2	32	4	4	2	0,25

Индуктивность. ЭДС самоиндукции

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Ответ</b>	12	6	1	9	6	4	10

Энергия магнитного поля катушки с током

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Ответ</b>	1,25	0,9	2	8	5	0,8

Колебательный контур

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ответ</b>	3	2	8	2	1	6	2	9	4	4	3	2

**Задание 16 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>					
<b>Ответ</b>	3	5	2	4	1	2	3	4	2	3

**Задание 17 части 1**

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
<b>Ответ</b>	2	2	1	2

**Задание 18 части 1**

Задание	1		2		3		4		5	
Ответ	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б
	2	1	4	3	1	3	1	4	3	2

**Задание 26 части 2**

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответ	0,01	0,2	3	2	2,5	0,4	2	4	4	200	10	0,25	30	0,4	80

**Проверочная работа по теме «Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания»**

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ответ	0,2	4	1	3	2	4	12	2	0	2	4
Задание	11		12		13		14		15	16	17
Ответ	2	5	1	1	A	Б	A	Б	0,5	10	1,6
					1	3	3	4			

**УРОКИ 56—60****Задание 15 части 1**

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	60	60	70	0,4	70	1,5	1,5	2	1	3	50	30

**Задание 16 части 1**

Задание	1		2		3		4		5	
Ответ	3	4	2	3	3	1	4	5	1	4

**Задание 17 части 1**

Задание	1		2		3		4		5		6		7	
Ответ	1	3	2	3	3	2	3	2	1	3	3	1	2	2

### Задание 18 части 1

Задание	1		2		3		4		5	
Ответ	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б
	2	3	4	1	3	2	4	2	2	1

### Задание 26 части 2

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ответ	1,8	4	2	15	180	2	12,5	6	2,5
Задание	10	11	12	13	14	15	16	17	
Ответ	1,88	110	625	720	750	4	3	2	

### Проверочная работа по теме «Оптика»

Задание	1	2	3	4	5	6	7		8		9	
Ответ	50	—	200 000	4	9	20	1	2	3	5	3	2
Задание	10		11		12		13		14	15	16	
Ответ	1	3	3	2	A	Б	A	Б	40	1,25	600	
					1	2	3	4				

### УРОКИ 61–64

#### Задание 19 части 1

Задание	1		2		3		4		5		6		7		8	
Ответ	4	—	8	13	18	2	11	13	14	16	13	14	19	20	12	13
Задание	9		10		11		12		13		14		15			
Ответ	12	24	84	212	86	220	5	10	99	253	0	1	4	10		

#### Задание 20 части 1

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	2	0,5	0,5	4000	1	1	1,8	0,3	750	1,5	20	2
Задание	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ответ	1	2	2	20	75	20	30	25	4	37,2	5	0,1



## Задание 21 части 1

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
<b>Ответ</b>	2	1	2	2	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б
					1	4	1	3	3	2	2	3
<b>Задание</b>	<b>7</b>		<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>	
<b>Ответ</b>	2	3	3	1	2	1	1	2	1	3	3	2
<b>Задание</b>	<b>13</b>		<b>14</b>		<b>15</b>		<b>16</b>					
<b>Ответ</b>	2	2	2	3	3	1	A	Б				
							2	3				

## Задание 26 части 2

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Ответ</b>	$5 \cdot 10^{14}$	600	8,8	4,8	1,2	3	1,8	1,83	0,3
<b>Задание</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	
<b>Ответ</b>	0,41	1,3	2,7	0,69	0,6	3,5	91	0,1	

## Проверочная работа по разделу «Квантовая физика»

<b>Задание</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	20	28	30	38	220	86	36	94	2	1	4	4	20	0,3
<b>Задание</b>	<b>11</b>		<b>12</b>		<b>13</b>		<b>14</b>		<b>15</b>		<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	
<b>Ответ</b>	2	3	1	2	—	—	A	Б	A	Б	4	600	16,4	
							2	4	3	1				

## УРОКИ 65—68

## Задание 22

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Ответ</b>	$4,3 \pm 0,1$	$8,50 \pm 0,25$	$37,5 \pm 2,5$	$125 \pm 5$	$23 \pm 1$
<b>Задание</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	$42,0 \pm 0,5$	$180 \pm 5$	$1019 \pm 2$	$746 \pm 1$	$1010 \pm 1$
<b>Задание</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Ответ</b>	$1,00 \pm 0,05$	$3,2 \pm 0,1$	$0,22 \pm 0,02$	$4,6 \pm 0,2$	$0,40 \pm 0,05$
<b>Задание</b>	<b>16</b>	<b>17</b>			
<b>Ответ</b>	$0,100 \pm 0,002$	$2,10 \pm 0,05$			

## Задание 23

Задание	1		2		3		4		5		6		7	
Ответ	3	4	2	4	1	5	3	5	3	4	2	4	1	2
Задание	8		9		10		11		12		13		14	
Ответ	2	5	1	5	2	5	2	4	2	5	1	5	2	3

## Диагностическая работа

## ВАРИАНТ 1

Задание	1	2	3	4	5		6		7		
Ответ	35	300	0	4	2	3	2	1	2	4	
Задание	8	9	10	11		12		13		14	15
Ответ	100	1,5	70	1	4	1	3	от наблюдателя		245	2
Задание	16		17		18		19		20		
Ответ	1	2	2	2	4	2	81	127		0,3	
Задание	21		22	23		24	25	26			
Ответ	1	4	748 $\pm 1$	2	5	5	50,2	2,5			

## ВАРИАНТ 2

Задание	1	2	3	4	5		6		7		
Ответ	2	0,2	8	5	3	4	3	1	A	B	
									1	2	
Задание	8	9	10	11		12		13		14	15
Ответ	1,5	64	216	2	5	A	B	вниз		4	0,9
						1	4				
Задание	16		17		18		19		20		
Ответ	1	3	3	2	A	B	83	129		2	
					3	2					
Задание	21		22	23		24	25	26			
Ответ	A	B	99,8 $\pm 1$	1	2	3	3	0,8			
	4	3									



Учебное издание

**Демидова** Марина Юрьевна  
**Грибов** Виталий Аркадьевич  
**Гиголо** Антон Иосифович

**Я сдам ЕГЭ!**  
**Физика**  
**Модульный курс**  
**Методика подготовки. Ключи и ответы**

Руководитель издательского проекта *Н. И. Волынчук*  
Компьютерная вёрстка и техническое редактирование *О. А. Карловой*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93—953000,  
Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 06.12.16. Формат 84 × 108 /<sub>16</sub>.  
Гарнитура PragmaticaC. Уч.-изд. л. 00.

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».  
127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.