

**Тренировочная работа в формате ЕГЭ  
по ФИЗИКЕ**

**11 КЛАСС**

Дата: \_\_\_\_ \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Вариант №: \_\_\_\_

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданию 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной 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.

Вариант сгенерирован единой системой универсального образования на [esuo.ru](http://esuo.ru) и соответствует последним изменениям ЕГЭ на **текущий учебный год**.

*Желаем успеха!*

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношения между различными единицами

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

### Масса частиц

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

### Плотность

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

**Удельная теплоёмкость**

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

**Удельная теплота**

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

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

**Молярная масса**

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

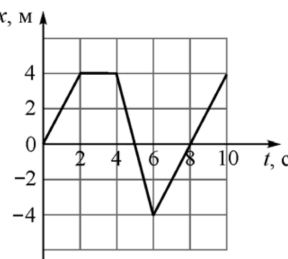
## Часть 1

*Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно*

1

Точечное тело начинает прямолинейное движение вдоль оси  $OX$ . На рисунке показана зависимость координаты  $x$  этого тела от времени  $t$ . Определите проекцию скорости этого тела на ось  $OX$  в интервале времени от 4 до 6 секунд.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.



2

В инерциальной системе отсчёта некоторая сила сообщает телу массой 2 кг ускорение, равное  $3 \text{ м/с}^2$ . Какова масса тела, которому эта же сила сообщает ускорение  $12 \text{ м/с}^2$  в этой же системе отсчёта?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

3

Шарик массой 200 г падает без начальной скорости с высоты  $H = 5 \text{ м}$  на горизонтальный пол. После отскока от пола шарик поднимается на высоту  $H/4$ . Найдите модуль изменения импульса в процессе отскока шарика от пола.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

4

В ведро глубиной 40 см налит керосин, уровень которого ниже края ведра на 3 см. Чему равно дополнительное к атмосферному давление керосина на плоское дно ведра? Ответ выразите в паскалях.

Ответ: \_\_\_\_\_ Па.

5

Пружинный маятник может совершать вынужденные колебания. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость амплитуды  $A$  установившихся вынужденных гармонических колебаний груза маятника от частоты  $\omega$ , на которой происходят эти колебания.

$\omega$ , рад/с	4	8	12	16	20	24	28	32	36
$A$ , см	2,1	2,4	2,9	4,4	11,6	10,5	3,3	1,9	1,2

Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Частота измеряется очень точно, абсолютная погрешность измерения амплитуды составляет 1 мм.

- 1) При увеличении частоты амплитуда установившихся вынужденных колебаний груза маятника всё время возрастает.
- 2) При всех значениях частоты колебаний запас механической энергии системы одинаков.
- 3) Резонансное значение амплитуды колебаний груза маятника наблюдается при величине частоты, которая лежит между 16 рад/с и 24 рад/с.
- 4) При частоте 16 рад/с максимальное значение модуля скорости груза маятника составляет приблизительно 70 см/с.
- 5) При частоте 36 рад/с максимальное значение модуля скорости груза маятника меньше, чем при частоте 4 рад/с.

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

Установите соответствие между зависимостью  $V_x(t)$  проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью  $x(t)$  координаты этого тела от времени.

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

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

КООРДИНАТА

- А)  $V_x(t) = -3$   
 Б)  $V_x(t) = 2 + 2t$

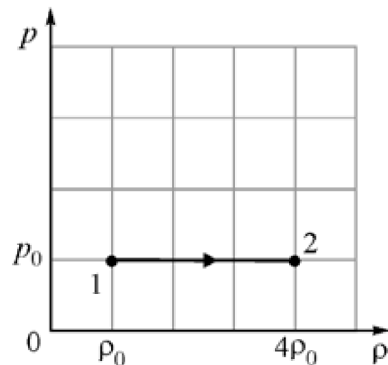
- 1)  $x(t) = 4 - 3t$   
 2)  $x(t) = 1 - 2t + 0,5t^2$   
 3)  $x(t) = 2 + 5t$   
 4)  $x(t) = 2t + t^2$

Ответ:

А	Б

7

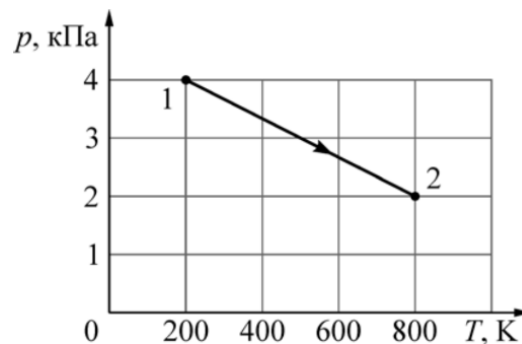
Идеальный газ находится в сосуде при температуре 800 К и давлении  $p_0 = 10^5$  Па. На графике зависимости давления  $p$  газа от его плотности  $\rho$  изображён процесс перехода этого газа из состояния 1 в состояние 2. Определите температуру газа в состоянии 2.



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

8

На рисунке показан график зависимости давления  $p$  постоянной массы одноатомного идеального газа от его абсолютной температуры  $T$ . В состоянии 1 внутренняя энергия газа равна 1,4 кДж. Чему равна внутренняя энергия газа в состоянии 2?



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

9

При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры  $t$  и давления  $p$  постоянного количества газа в различных равновесных состояниях. Какие из утверждений, приведённых ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным. Выберите все верные утверждения и укажите их номера.

№ состояния	1	2	3	4	5	6	7
$p$ , кПа	200	180	150	100	110	150	200
$t$ , °C	27	27	27	27	57	177	327

- Объём газа в состоянии 1 в два раза меньше объёма газа в состоянии 4.
- В состояниях 1, 2 и 3 объём газа был одинаковым.
- Отношение внутренней энергии газа в состоянии 6 к внутренней энергии газа в состоянии 7 равно 0,75.
- При переходе из состояния 5 в состояние 6 газ только отдавал количество теплоты без совершения работы.
- При переходе из состояния 3 в состояние 4 газ совершал работу.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**10**

Два моля идеального газа используются в качестве рабочего тела идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно. Количество идеального газа уменьшают вдвое, а температуры нагревателя и холодильника оставляют прежними.

Определите, как в результате этого изменятся работа, совершаемая над газом при адиабатическом сжатии, и КПД тепловой машины.

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.

Работа, совершаемая над газом при адиабатическом сжатии	КПД тепловой машины

**11**

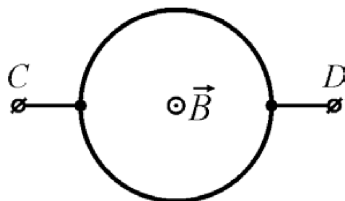
Площадь грозового облака  $2 \text{ км}^2$ , напряжённость электрического поля между облаком и землёй  $10^6 \text{ В/м}$ . Считая, что облако и поверхность Земли образуют плоский конденсатор, найдите, чему равен модуль электрического заряда этого облака? Ответ выразите в Кл и округлите до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл.



12

Кольцо, изготовленное из тонкой медной проволоки постоянного сечения, находится в однородном магнитном поле  $\vec{B}$ , линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают до нулевого значения, измеряя в ходе этого процесса напряжение  $U$  между точками  $C$  и  $D$  кольца. Во сколько раз уменьшится  $U$ , если проводить этот же эксперимент с кольцом втрое меньшего радиуса, не изменяя другие условия опыта?



Ответ: \_\_\_\_\_.

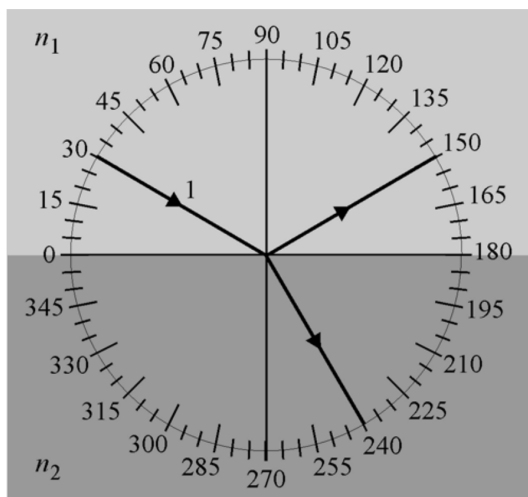
13

Непрозрачный круг освещается точечным источником света, находящимся на расстоянии 1 м от центра круга. На экране, параллельном плоскости круга, образуется круглая тень, радиус которой в 2 раза больше радиуса круга. Определите расстояние от круга до экрана.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

14

На рисунке изображён ход светового луча 1, падающего из среды с показателем преломления  $n_1$  на плоскую поверхность среды с показателем преломления  $n_2$ . На рисунке также показаны отражённый и преломлённый лучи



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Угол падения луча на границу раздела сред равен  $60^\circ$ .
- 2) Угол отражения луча равен  $150^\circ$ .
- 3) Угол между отражённым и преломлённым лучами равен  $90^\circ$ .
- 4) Показатель преломления среды 1 меньше показателя преломления среды 2.
- 5) Скорость распространения света в среде 1 меньше скорости распространения света в среде 2.

Ответ: \_\_\_\_\_.



15

Плоский воздушный конденсатор всё время подключён к аккумулятору. Внутри конденсатора параллельно его обкладкам помещают металлическую пластинку, площадь которой равна площади обкладок конденсатора, а толщина в 3 раза меньше расстояния между обкладками. Как при этом изменятся ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

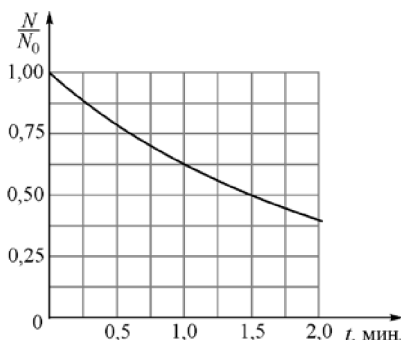
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Ёмкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

16

На рисунке изображён фрагмент графика зависимости относительного числа  $N/N_0$  нераспавшихся ядер от времени  $t$  для некоторого изотопа ( $N_0$  – начальное число ядер,  $N$  – число ядер, не распавшихся к моменту времени  $t$ ).



Пользуясь графиком, определите период полураспада этого изотопа.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

17

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался красный светофильтр, а во второй — жёлтый. В каждом опыте измеряли запирающее напряжение. Как изменились длина световой волны и запирающее напряжение?

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.

Длина световой волны	Запирающее напряжение

18

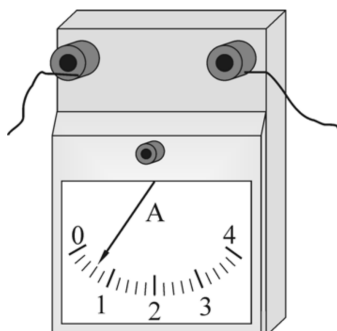
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Центростремительное ускорение, действующая на материальную точку, всегда направлено касательно к траектории движения.
- 2) В идеальной тепловой машине КПД определяется температурой нагревателя и температурой холодильника.
- 3) В процессе электризации трением два тела приобретают разноимённые по знаку, но одинаковые по модулю заряды.
- 4) Явление радуги обусловлено исключительно особыми свойствами солнечного света, поэтому её можно наблюдать не только на Земле, но и на Луне, и на Марсе.
- 5) Фотоэффект в металлах вызывается исключительно видимым светом, явление не возникает при действии ультрафиолетового излучения.

Ответ: \_\_\_\_\_.

19

Последовательно с резистором, сопротивление которого равно 15 Ом и известно с высокой точностью, включён амперметр (см. рисунок). Чему равно напряжение на этом резисторе, если абсолютная погрешность амперметра равна половине цены его деления?



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

20

Школьник решил собрать экспериментальную установку с целью измерения физических величин, необходимых для вычисления количества теплоты, которое выделяется в резисторе за 5 минут. Для этого школьник взял батарейку с неизвестными параметрами, резистор с неизвестным сопротивлением и соединительные провода. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования ему необходимо дополнительно использовать для сборки установки?

- 1) секундомер
- 2) вольтметр
- 3) реостат
- 4) амперметр
- 5) конденсатор

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: 

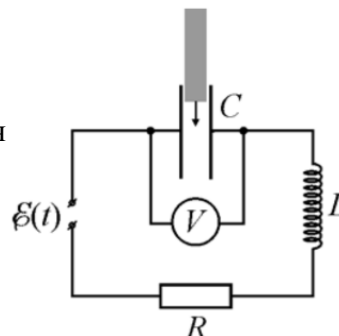
--	--

## Часть 2

*Для записи ответов на задания 21–26 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

21

Катушка индуктивности, плоский воздушный конденсатор и резистор с небольшим сопротивлением соединены последовательно. Эта электрическая цепь подключена к источнику переменного напряжения, ЭДС которого изменяется по гармоническому закону  $\mathcal{E}(t) = E_0 \sin \omega t$ . Параллельно конденсатору подключён вольтметр, измеряющий амплитудное значение переменного напряжения. Индуктивность катушки  $L$ , электрическая ёмкость конденсатора  $C$  и сопротивление резистора  $R$  подобраны так, что в цепи наблюдается резонанс. В пространство между обкладками конденсатора начали медленно вносить диэлектрическую пластину. Как будут изменяться показания вольтметра в процессе заполнения пространства между обкладками диэлектриком?



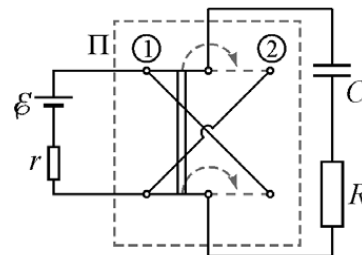
Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

22

Невесомая недеформированная пружина жёсткостью  $k = 1000 \text{ Н/м}$  лежит на горизонтальном столе. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой  $M$ , находящегося на том же столе. Брусок сдвигают вдоль оси пружины, сжимая пружину на  $\Delta x = 1 \text{ см}$ , и отпускают. При последующем движении брусок приобретает максимальную скорость равную  $1 \text{ м/с}$ . Определите массу бруска  $M$ . Трение не учитывать. Ответ укажите в килограммах с точностью до одного знака после запятой.

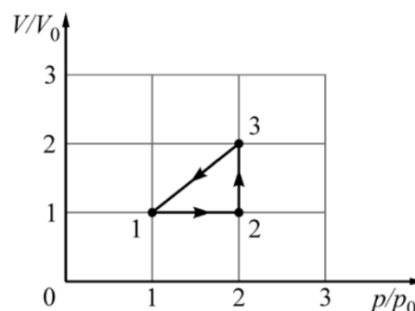
23

На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из батареи с ЭДС  $\mathcal{E} = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,8$  кОм, конденсатора ёмкостью  $C = 5$  мкФ, резистора с сопротивлением  $R = 4,2$  кОм и переключателя  $\Pi$  полярности источника питания. Вначале переключатель был в положении 1, а конденсатор был полностью заряжен от батареи, и ток в цепи отсутствовал. Какое количество теплоты  $Q_r$  выделится во внутреннем сопротивлении  $r$  батареи за большое время после перевода переключателя в положение 2?



24

В цикле теплового двигателя, изображённом на диаграмме, используется в качестве рабочего тела  $\nu = 1$  моль одноатомного идеального газа ( $p$  и  $V$  – давление и объём газа,  $p_0$  и  $V_0$  – постоянные величины). Чему равен КПД этого цикла?



25

Параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda = 440$  нм падает на дифракционную решётку, содержащую  $n = 100$  штрихов на мм, под углом  $\theta = 30^\circ$  между нормалью к плоскости решётки и пучком, а затем попадает на тонкую линзу, главная оптическая ось которой направлена вдоль пучка. В фокальной плоскости этой линзы с фокусным расстоянием  $F = 25$  см расположен экран, на котором наблюдаются дифракционные максимумы. Найдите расстояние на экране между максимумами  $\pm 1$  порядка.

26

Снаряд массой  $2m$  разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину  $\Delta E$ . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен  $v_1$ , а модуль скорости второго осколка равен  $v_2$ . Найдите  $\Delta E$ .  
Какие законы Вы используете для описания взрыва снаряда? Обоснуйте их применение к данному случаю.