

**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 °С

**Молярная масса**

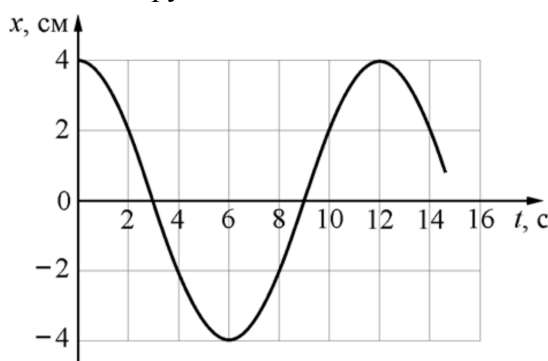
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

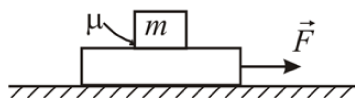
Материальная точка равномерно движется по окружности, центр которой находится в начале  $O$  прямоугольной системы координат  $XOY$ . На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  этой точки от времени  $t$ . Чему равен модуль  $V$  скорости этой точки? Ответ выразите в см/с и округлите до целого числа.



Ответ: \_\_\_\_\_ см/с.

**2**

На гладком горизонтальном столе находится доска, на которой сверху лежит брусок массой  $m = 0,2$  кг. На доску начинает действовать некоторая горизонтально направленная сила  $\vec{F}$ , в результате чего доска начинает двигаться с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ . При этом брусок движется вместе с доской, не проскальзывая по ней (см. рисунок). Чему равен модуль силы трения, действующей при этом на брусок? Коэффициент трения между бруском и доской равен  $\mu = 0,2$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**3**

Тяжёлый ящик тянут по горизонтальному полу со скоростью  $0,3 \text{ м/с}$  при помощи троса, модуль силы натяжения которого постоянен и равен  $160 \text{ Н}$ . Трос всё время составляет с полом угол  $60^\circ$ . Какую работу совершит сила натяжения троса за  $10$  секунд, если ящик не отрывается от пола?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

**4**

Куб из материала плотностью  $1500 \text{ кг/м}^3$  и объёмом  $500 \text{ см}^3$  полностью погружён в воду. Определите модуль силы Архимеда, действующей на этот куб.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5

В таблице представлены результаты измерения избыточного (по сравнению с атмосферным) давления  $p$  воды в зависимости от времени  $t$ . Измерения проводились при помощи датчика, установленного на подводном аппарате, который совершал экспедицию в пресном водоёме, находясь на разных глубинах.

$t$ , мин.	30	60	90	120	160	195	250
$p$ , кПа	150	300	450	600	550	500	400

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Глубина погружения аппарата всё время увеличивалась.
- 2) Аппарат при погружении достиг глубины 60 м.
- 3) Максимальная глубина погружения аппарата составила 50 м.
- 4) При погружении от глубины 15 м до глубины 45 м средняя скорость аппарата вдоль вертикали была равна 0,5 м/мин.
- 5) Аппарат всё время двигался вдоль вертикали с постоянным по модулю ненулевым ускорением.

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

Звуковая волна переходит из одной однородной среды в другую однородную среду. При этом длина волны увеличивается. Определите, как при этом изменяются скорость и частота звуковой волны.

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.

Скорость распространения звуковой волны	Частота звуковой волны

7

В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моля. Во сколько раз уменьшится давление газа в этом сосуде, если выпустить из него 2 моля газа, а абсолютную температуру газа уменьшить в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_.

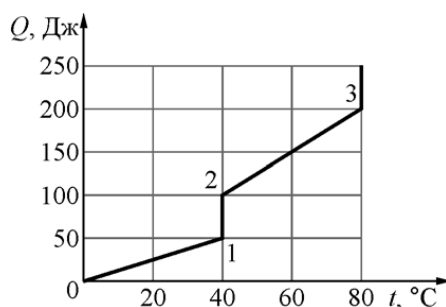
8

Порция идеального одноатомного газа обладала внутренней энергией 400 Дж. В некотором процессе давление этой порции газа уменьшилось в 2,5 раза, а объём увеличился в 5 раз. Чему стала равна внутренняя энергия газа в конце данного процесса?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

9

Образец вещества нагревают в печи. На графике представлена зависимость поглощённого этим образцом количества теплоты  $Q$  от температуры образца  $t$ . Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. В начале процесса образец находился в твёрдом состоянии.



На основании анализа представленного графика выберите два верных утверждения.

- 1) Температура плавления вещества равна 40 °C.
- 2) Для того чтобы нагреть полностью расплавленное вещество до температуры кипения необходимо передать ему количество теплоты 100 Дж.
- 3) В состоянии 2 вещество находится в твёрдой фазе.
- 4) В процессе 2–3 внутренняя энергия вещества уменьшается.
- 5) В процессе 0–1 часть вещества находится в твёрдой фазе, а часть – в жидкой фазе.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**10**

Для исследования изопроцессов используют закрытый сосуд переменного объёма, заполненный гелием и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно увеличивают, сохраняя температуру гелия в нём неизменной. Как изменяются при этом внутренняя энергия гелия в сосуде и плотность гелия?

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.

Внутренняя энергия гелия	Плотность гелия

**11**

Первый резистор обладает сопротивлением  $R$ , напряжение на нём равно  $U$ . Сопротивление второго резистора равно  $2R$ , а напряжение на нём равно  $4U$ . Чему равно отношение мощностей  $P_2/P_1$ , выделяющихся во втором и в первом резисторах?

Ответ: \_\_\_\_\_ .

**12**

По прямолинейному проводнику течёт постоянный электрический ток силой 0,5 А. Проводник расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Чему равна длина проводника, если на проводник действует сила Ампера, равная 4 мН, а модуль индукции магнитного поля равен 0,05 Тл?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

**13**

Магнитный поток, пронизывающий катушку индуктивностью 2 мГн, уменьшился от 3 мВб до 1 мВб. Найдите модуль изменения энергии магнитного поля, запасенной в катушке.

Ответ: \_\_\_\_\_ мДж.

**14**

Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых идеальной батареи с ЭДС  $E$ , катушки сопротивлением  $R$  и индуктивностью  $L$ , а также ключа, который сначала разомкнут. Затем ключ замыкают.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Сразу после замыкания ключа сила электрического тока в цепи будет равна нулю.
- 2) Сразу после замыкания ключа напряжение на катушке будет равно нулю.
- 3) После замыкания ключа сила тока в цепи будет неограниченно возрастать.
- 4) После замыкания ключа сила тока в цепи сначала начнёт возрастать, а затем уменьшится до нуля.
- 5) Через очень большое время после замыкания ключа в резисторе будет выделяться постоянная тепловая мощность  $E^2/R$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

**15**

В опыте по проверке закона Кулона используются крутильные весы, в которых друг к другу притягиваются два маленьких разноимённо заряженных шарика. После установления равновесия коромысла весов заряд положительно заряженного шарика уменьшили и снова дождались установления равновесия коромысла. Никаких других изменений в экспериментальной установке не проводили. Определите, как изменятся в состоянии равновесия расстояние между шариками и модуль напряжённости электростатического поля вблизи поверхности положительно заряженного шарика. 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.

Расстояние между шариками	Модуль напряжённости электростатического поля вблизи поверхности положительно заряженного шарика

**16**

В результате распада ядра тория  ${}_{90}^{230}\text{Th}$  образуются  $\alpha$ -частица и ядро некоторого элемента. Определите число протонов и число нейтронов в ядре этого элемента.

Число протонов	Число нейтронов

17

Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. Как изменяются масса ядра и число протонов в ядре при захвате ядром электрона?

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.

Масса ядра	Число протонов в ядре

18

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

- 1) Работа силы тяжести по перемещению тела между двумя заданными точками зависит от соединяющей их траектории.
- 2) В ходе процесса кипения жидкости её температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость и её пар» уменьшается.
- 3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален модулю каждого из зарядов.
- 4) Энергия магнитного поля катушки индуктивностью  $L$  увеличивается прямо пропорционально увеличению силы тока в катушке.
- 5) Атом излучает свет при переходе из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией.

Ответ: \_\_\_\_\_.

19

Для измерения освещённости используют приборы, называемые люксметрами (единица освещённости в СИ – люкс). На рисунке показана фотография современного цифрового люксметра, сделанная во время его использования. Чему равна измеренная с помощью этого люксметра освещённость, если в паспорте прибора указано, что он обеспечивает погрешность измерения 10 %?



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

20

Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью мощность электрического тока, потребляемую резистором. Для этого школьник взял соединительные провода, ключ, аккумулятор и резистор. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) лампочка;
- 2) катушка индуктивности;
- 3) конденсатор;
- 4) амперметр;
- 5) вольтметр.

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**

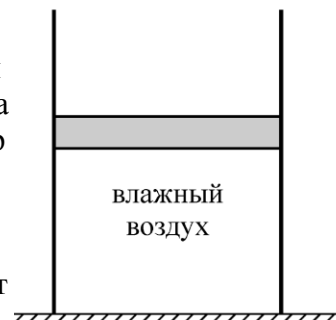
Гонщик на мощном «болиде» стартует по горизонтальному прямому треку, вдавив педаль газа «в пол». Вначале ведущие колеса пробуксовывают, резина «горит», болид ускоряется, и пробуксовка в некоторый момент заканчивается. Далее мощность двигателя уже расходуется, кроме ускорения, на преодоление потерь на трение о дорогу и о воздух. Проанализируйте физические процессы, происходящие при ускорении этого автомобиля из состояния покоя до максимально возможной скорости при существующих условиях, оцените эту максимальную скорость и постройте примерный график зависимости скорости автомобиля от времени. Считайте, что максимальная мощность двигателя  $P = 1200$  л.с. (1 лошадиная сила = 736 Вт), доля «мощности, подводимой к колёсам» (КПД трансмиссии) –  $\eta = 0,8$ , а сила трения о воздух определяется «скоростным напором»  $F_B = \rho S V^2$ , где плотность воздуха  $\rho \approx 1,27$  кг/м<sup>3</sup>, эффективная площадь поперечного сечения «болида»  $S \approx 0,9$  м<sup>2</sup>.

**22**

Школьник, изучая механические колебания, изготовил два маятника – математический с периодом малых колебаний  $T_1 = 1$  с и пружинный с периодом колебаний  $T_2 = T_1/2$ . Второй маятник был подвешен в вертикальном положении за свободный конец пружины. Найдите деформацию  $x_0$  пружины для второго маятника в состоянии равновесия.

23

На столе стоит вертикальный цилиндрический сосуд, закрытый сверху герметичным подвижным поршнем, который вначале удерживают в неподвижном состоянии. Внутри сосуда под поршнем находятся влажный воздух, термометр, барометр и гигрометр. Установившиеся показания термометра, барометра и гигрометра равны  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $100\text{ кПа}$  и  $100\%$  соответственно, при этом на дне и внутренних стенках сосуда присутствуют небольшие капли воды. Стенки сосуда обладают хорошей теплопроводностью, температура воздуха снаружи цилиндра поддерживается постоянной. Как будут изменяться показания приборов, если начать медленно смещать поршень вверх? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

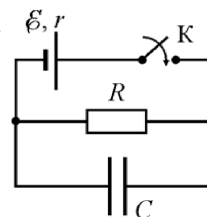


24

В сосуде под поршнем находился насыщенный водяной пар при температуре кипения воды. В результате перемещении поршня весь пар сконденсировался, и получилась жидкая вода объёмом  $V_{\text{в}} = 1\text{ л}$ . Найдите изменение  $\Delta U_{12}$  внутренней энергии данной порции воды в процессе её конденсации, если этот процесс происходил при нормальном атмосферном давлении. Пары воды при температуре кипения можно считать идеальным газом, объём которого намного больше конечного объёма воды. Ответ дайте с учётом знака.

25

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, сила тока через источник сразу после замыкания ключа в  $n = 2$  раза больше силы тока, установившейся спустя большое время после этого замыкания. Установившийся заряд на конденсаторе ёмкостью  $C = 1\text{ мкФ}$  равен  $q = 1,75\text{ мкКл}$ . Найдите ЭДС  $\mathcal{E}$  источника.



26

Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На границе этих частей находится кубик массой  $m = 100\text{ г}$ . Со стороны гладкой части на него по горизонтали налетает металлический шар массой  $M = 300\text{ г}$ , движущийся со скоростью  $v_0 = 2\text{ м/с}$ . Определите расстояние  $L$ , которое пройдёт кубик до остановки после абсолютно упругого центрального соударения с шаром. Коэффициент трения кубика о поверхность  $\mu = 0,3$ . Какие законы Вы используете для описания взаимодействия кубика и шарика? Обоснуйте их применение к данному случаю.