

**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 30 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**

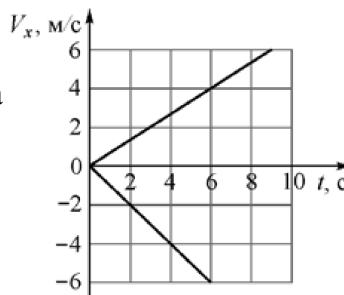
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

Два точечных тела начинают двигаться из одной точки вдоль оси  $OX$  в противоположных направлениях. На рисунке показаны графики зависимостей проекций их скоростей  $V_x$  на ось  $OX$  от времени  $t$ . Чему будет равно расстояние между этими телами через 6 секунд после начала движения?



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

**2**

Брусок равномерно двигают по горизонтальному столу, прикладывая к нему силу, направленную вдоль поверхности стола и равную по модулю 2 Н. Если увеличить модуль приложенной к этому бруску силы до 5 Н, не меняя её направления, то брусок будет двигаться с ускорением 6 м/с<sup>2</sup>. Чему равна масса этого бруска?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

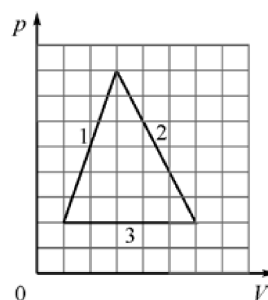
**3**

Из незакреплённой пушки стреляют снарядом массой 20 кг, который вылетает из ствола в горизонтальном направлении со скоростью 102 м/с относительно пушки. Пушка при этом откатывается, приобретая относительно земли скорость 2 м/с. Чему равна масса пушки, если массой сгоревшего порохового заряда можно пренебречь?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

**4**

На  $pV$ -диаграмме показан циклический процесс, совершаемый с постоянным количеством идеального газа. На каком участке процесса работа, которую совершает газ, равна по модулю работе, совершаемой газом за весь цикл?



Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Школьник прочитал в научно-популярной книге, что ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше ускорения свободного падения на поверхности Земли, масса Земли равна  $6 \cdot 10^{24}$  кг, а радиус Земли примерно в 3,7 раз больше радиуса Луны. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, относящиеся к Земле и Луне. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Если подбросить тело массой 1 кг вертикально вверх с одинаковой начальной скоростью на Земле и Луне, то на Земле, без учёта сопротивления воздуха, максимальная высота подъёма этого тела будет в 6 раз меньше, чем на Луне.
- 2) Средняя плотность Земли равна средней плотности Луны.
- 3) Масса Луны примерно равна  $7,3 \cdot 10^{22}$  кг.
- 4) Радиус Земли примерно равен 9000 км.
- 5) Вес покоящегося тела на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли.

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

Тело массой  $m$ , прикрепленное к пружине жёсткостью  $k$ , совершает свободные гармонические колебания вдоль горизонтальной прямой по закону  $x = A \cos \omega t$ . Как изменятся максимальная энергия деформации пружины и максимальная скорость тела, если увеличить жёсткость пружины, не изменяя массу тела и амплитуду его колебаний. 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.

Максимальная энергия деформации пружины	Максимальная скорость тела

7

При некотором значении среднеквадратичной скорости хаотического движения молекул идеального газа средняя кинетическая энергия его молекул равна  $56 \cdot 10^{-22}$  Дж. На сколько увеличится средняя кинетическая энергия молекул этого газа после увеличения средней квадратичной скорости его молекул в 2 раза? В качестве ответа приведите целое число, которое должно умножаться на  $10^{-22}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{-22}$  Дж.

8

В изобарном процессе теплоёмкость одного моля кислорода равна 29,085 Дж/(моль·К). Определите удельную теплоёмкость кислорода в этом процессе. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(моль·К).

9

На дно сосуда, в котором находился сухой воздух, налили немного воды, после чего герметично закрыли сосуд крышкой и оставили его на продолжительное время. Начальные температуры воздуха и воды были одинаковыми. Содержимое сосуда не может обмениваться теплотой с окружающей средой. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Температура содержимого сосуда останется неизменной.
- 2) Температура содержимого сосуда понизится.
- 3) Температура содержимого сосуда повысится.
- 4) В установившемся состоянии средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул водяного пара меньше средней кинетической энергии хаотического теплового движения молекул кислорода, входящего в состав воздуха.
- 5) В установившемся состоянии молекулы водяного пара и молекулы азота, входящего в состав воздуха, обладают одинаковыми средними кинетическими энергиями хаотического теплового движения.

Ответ: \_\_\_\_\_.

10

В результате некоторого процесса концентрация молекул идеального одноатомного газа повышается. При этом среднеквадратичная скорость молекул остаётся прежней. Как в результате этого процесса изменяются давление газа и внутренняя энергия газа? 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.

Давление газа	Внутренняя энергия газа

11

Точки А, О и В расположены в вакууме на одной прямой. Расстояние  $ОВ = 2 \cdot ОА$  (см. рисунок). В точку А поместили неподвижный точечный электрический заряд  $20 \text{ нКл}$ . Какой заряд нужно поместить в точку В, чтобы напряжённость электрического поля в точке О была равна нулю?

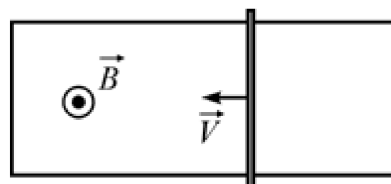


Ответ: \_\_\_\_\_ нКл

12

По гладким горизонтальным проводящим рельсам, находящимся в однородном вертикальном магнитном поле, движется прямая медная перемычка (см. рисунок – вид сверху). Концы рельсов соединены проводом.

Определите, как направлен внутри контура, образованного рельсами, проводом и перемычкой, вектор индукции магнитного поля, создаваемого индуцированным током. Направление определите относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя). Ответ запишите словом (словами)



Ответ: \_\_\_\_\_.

13

Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе минерал–воздух равен  $0,666$ . Определите показатель преломления этого минерала. Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_.

14

Металлическое кольцо, обладающее электрическим сопротивлением, находится в однородном магнитном поле. Линии индукции этого поля перпендикулярны плоскости кольца, а модуль изменяется по гармоническому закону с частотой  $\omega$ . Индуктивность кольца пренебрежимо мала.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) В кольце действует постоянная ЭДС индукции.
- 2) Сила протекающего в кольце индукционного тока не зависит от сопротивления кольца.
- 3) Средняя тепловая мощность, выделяющаяся в кольце, пропорциональна квадрату частоты ( $\sim \omega^2$ ).
- 4) Амплитуда протекающего в кольце электрического тока пропорциональна частоте  $\omega$ .
- 5) Амплитуда действующей в кольце ЭДС индукции не зависит от радиуса кольца.

Ответ: \_\_\_\_\_.

15

В идеальном колебательном контуре совершаются гармонические колебания. Контур состоит из катушки индуктивностью 25 мГн и воздушного конденсатора, расстояние между пластинами которого равно 2 мм, а площадь каждой пластины 1000 мм<sup>2</sup>. В момент времени  $t = 0$  пластины конденсатора начинают равномерно раздвигать со скоростью 0,2 мм/с. При этом пластины остаются всё время параллельными друг другу.

Установите соответствие между событиями и соответствующими им моментами времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## СОБЫТИЕ

## МОМЕНТ ВРЕМЕНИ (секунд)

А) Момент времени, в который электроёмкость конденсатора будет отличаться от исходного значения в 2 раза.

1) 5

2) 7,5

3) 10

Б) Момент времени, в который частота электромагнитных колебаний в контуре будет отличаться от исходного значения в 2 раза.

4) 30

Ответ:

А	Б

16

Ядро некоторого элемента бомбардируется протонами. В результате ядерной реакции поглощаются протоны и образуются  $\alpha$ -частицы и ядро нового элемента. У образовавшегося ядра массовое число меньше массового числа исходного ядра на 3, а зарядовое число больше зарядового числа исходного ядра на 5. Определите минимальное число протонов и минимальное число  $\alpha$ -частиц, участвующих в этой ядерной реакции.

Минимальное число протонов	Минимальное число $\alpha$ -частиц

17

При переходе электрона в атоме с  $(n + 1)$ -го энергетического уровня на  $n$ -й энергетический уровень испускается фотон. Как изменятся следующие физические величины при уменьшении  $n$  на единицу: энергия испускаемого фотона, длина волны испускаемого фотона.

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.

А	Б

18

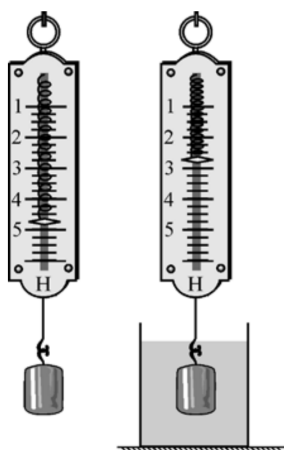
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При колебаниях пружинного маятника ускорение груза максимально по модулю в момент наибольшего удаления груза от положения равновесия.
- 2) При постоянной температуре давление насыщенных паров вещества уменьшается при увеличении объёма пара.
- 3) Если диэлектрик помещён во внешнее электростатическое поле, то напряжённость поля внутри диэлектрика такая же, как и снаружи.
- 4) Собирающая линза может формировать только действительное изображение.
- 5) При увеличении массы частицы её длина волны де Бройля уменьшается.

Ответ: \_\_\_\_\_.

19

Определите модуль силы Архимеда, действующей на тело, погруженное в жидкость, учитывая, что погрешность измерений равна цене деления шкалы динамометра.



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

20

Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного бруска. Площадь соприкосновения бруска с опорой при проведении всех опытов одинакова. Параметры установок приведены в таблице. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от материала опоры?

№ установки	Материал опоры	Объём бруска	Материал, из которого сделан брусок
1	Сталь	20 см <sup>3</sup>	Стекло
2	Сталь	45 см <sup>3</sup>	Стекло
3	Сталь	20 см <sup>3</sup>	Алюминий
4	Алюминий	20 см <sup>3</sup>	Стекло
5	Алюминий	45 см <sup>3</sup>	Медь

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ: 

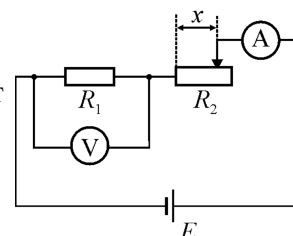
--	--

## 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

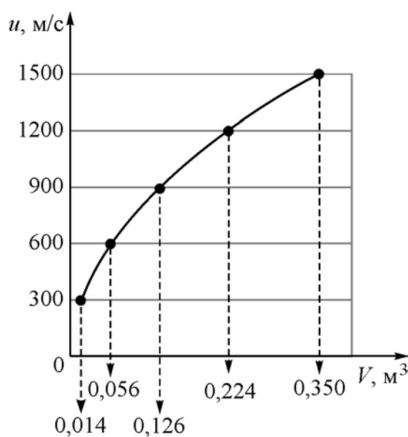
В цепи, схема которой изображена на рисунке, идеальный источник питания с ЭДС  $E$  присоединён к цепочке из двух последовательно соединённых резисторов. Левый резистор имеет постоянное сопротивление  $R_1$ , а правый резистор представляет собой реостат с полным сопротивлением  $R_2 = R_1$ . Сопротивление  $R_x$  реостата между его левым контактом и «ползунком» прямо пропорционально расстоянию  $x$  между ними (см. рис.).



Амперметр и вольтметр также идеальные. Объясните, как и почему будет изменяться сила тока, текущего через амперметр, если перемещать ползунок от правого до левого конца реостата? Определите, во сколько раз при этом изменится сила тока. Постройте график зависимости напряжения  $U$ , регистрируемого вольтметром, от сопротивления  $R_x$ . На этом графике поставьте точку, которая соответствует середине реостата, и определите показание вольтметра при данном значении  $R_x$ .

22

Два моля азота изобарно нагревают. На рисунке изображён график зависимости величины среднеквадратичной скорости  $u$  молекул газа от его объёма  $V$ . Чему равно давление газа в сосуде?



23

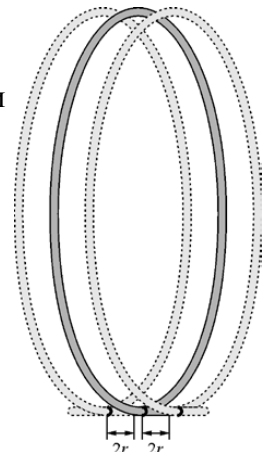
Входной колебательный  $LC$ -контур радиоприёмника, служащий для выделения из радиоэфира сигналов с определёнными длинами волн  $\lambda$ , состоит из конденсатора и катушки индуктивности, содержащей  $N_1$  одинаковых параллельных витков. Модуль вектора индукции магнитного поля каждого витка прямо пропорционален силе тока, протекающего через виток. Витки расположены так близко друг к другу, что линии индукции поля, создаваемого одним витком, пронизывают всю катушку. Вначале контур был настроен на приём радиопередач с длиной волны  $\lambda_1 = 32$  м. Затем часть витков катушки закоротили, и полное число её витков уменьшилось до  $N_2 = N_1/2$ . Как и на сколько при этом изменилась длина волны принимаемых сигналов? Можно считать, что в катушке индуктивности магнитные поля каждого витка с током одинаковы, и полный магнитный поток проходит через каждый виток.

24

Жёсткий горизонтальный цилиндр с теплоизолирующими стенками разделён на две части с объёмами  $V_1 = 2$  дм<sup>3</sup> и  $V_2 = 3$  дм<sup>3</sup> не проводящим теплоту поршнем, который может двигаться без трения, но вначале был закреплён. В начальном состоянии в первой части цилиндра находится идеальный одноатомный газ под давлением  $p_1 = 200$  кПа, а во второй – такой же газ под давлением  $p_2 = 300$  кПа. Какое равновесное давление установится в цилиндре после освобождения поршня?

25

Длинная медная проволока диаметром  $2r = 0,3$  мм намотана плотно, виток к витку, на очень лёгкий цилиндрический каркас диаметром  $D = 20$  мм. Число витков равно  $N = 800$ , толщиной изоляции проволоки можно пренебречь. Получившаяся катушка подвешена на одинаковых жёстких вертикальных проводящих выводах, присоединённых к концам обмотки. В исходном положении ось каркаса горизонтальна, плоскости витков вертикальны. Выводы могут присоединяться к идеальной батарее с ЭДС  $\varepsilon = 12$  В через ключ. Плоскость, в которой лежит ось катушки с выводами, после замыкания ключа отклоняется после установления равновесия на угол  $\alpha = 45^\circ$  от вертикали. Чему равен модуль  $B$  вектора магнитной индукции? Удельное сопротивление меди  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м, плотность меди  $\rho = 8,92 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.



Указание: Каждый виток катушки на самом деле не является плоским. Но его можно модельно представить в виде круглого плоского кольца, перпендикулярного оси катушки. Это кольцо разрезано в некоторой точке и соединено слева и справа с такими же соседними разрезанными кольцами при помощи коротких отрезков провода длиной  $\Delta l = 2r$ , причём все эти отрезки провода направлены вдоль оси катушки (см. рисунок, в нижней части которого показаны места разрезов колец и короткие горизонтальные участки провода, соединяющие соседние кольца).

26

Имеется недеформированная пружина длиной  $L = 30$  см и жёсткостью  $k = 30$  Н/м, груз массой  $m = 1$  кг, а также вращающийся с частотой  $\nu = 0,5$  Гц массивный диск. На каком минимальном расстоянии от центра диска можно положить на него груз, прикрепив его пружиной к центру диска, чтобы груз оставался неподвижным относительно диска? Коэффициент трения между грузом и диском 0,5. Размерами груза пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на груз. Какие законы Вы использовали для описания движения бруска? Обоснуйте их применимость к данному случаю.