



**ФГБОУ ВО «АЛТАЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ ЦИФРОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, ЭЛЕКТРОНИКИ
И ФИЗИКИ**

**Пробный вариант для проведения
в 2021 году ЕГЭ по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа №1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Например: Ответ: 7,5 см

3 7, 5

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 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.

Например: Ответ:

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.

Например: 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 приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов №1.

Например: Ответ:

38 94

19 38 94

Например: Ответ: $(1,4 \pm 0,2) \text{ Н}$.

22 1, 40, 2

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов №2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки. При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

число π	$\pi = 3,14$
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 в законе Кулона	$k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ \text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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

		масло	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	меди	8900 кг/м^3

Удельная теплоемкость

		алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
воды	$4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$210 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$

Удельная теплота

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 Па , температура – 0°C

Молярная масса

		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	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

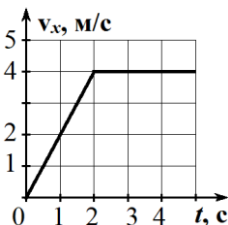
Решения и результаты смотрите на сайте: <http://phys.asu.ru/>

Часть I

Ответами к заданиям 1-24 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 измерения физических величин писать не нужно.

- 1) Материальная точка движется вдоль оси Ox . График зависимости проекции скорости точки на ось Ox от времени показан на рисунке. В момент времени $t = 0$ координата точки была равна $x(0) = 3$ м. Определите координату точки в момент времени $t = 4$ с.

Ответ: _____ м.



- 2) По круговой орбите на высоте $h_1 = 200$ км над поверхностью Земли летает спутник. На спутник действует сила гравитационного притяжения величиной $F_1 = 1225$ Н. После коррекции орбиты высота полета выросла до $h_2 = 600$ км. Определите новое значение силы гравитационного притяжения. Радиус Земли $R = 6400$ км.

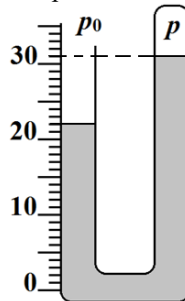
Ответ: _____ Н.

- 3) Шарик массы m движущийся со скоростью $v_1 = 12$ м/с сталкивается с шариком массы $2m$, движущимся ему навстречу со скоростью v_2 . После абсолютно неупругого удара шарики двигаются в направлении начального движения первого шарика со скоростью $v = 2$ м/с. Найдите величину скорости второго шарика v_2 .

Ответ: _____ м/с.

- 4) В трубку, один конец которой запаян, налита ртуть. Рядом с трубкой расположена шкала, значения на которой написаны в сантиметрах. Атмосферное давление в лаборатории равно $p_0 = 750$ мм рт. ст. Определите давление воздуха p над запаянным концом. Уровень ртути в каждом колене точно соответствует одному из делений шкалы.

Ответ: _____ мм рт. ст.



- 5) Тело брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 над горизонтальной плоскостью с высоты $h = 45$ см. В таблице представлены данные о координатах тела в некоторые моменты времени. Из приведённого ниже списка выберите **два верных** утверждения относительно этого движения. Сопротивление воздуха не учитывать.

x , см	20	50	110	140	170	200	260
y , см	45	80	120	125	120	105	45
t , с	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8

- 1) Тело упало на горизонтальную плоскость в момент времени $t_0 = 0,9$ с.
- 2) Проекция скорости тела v_x на ось Ox равна 5 м/с.
- 3) Тело брошено под углом 45° к горизонту.
- 4) Проекция начальной скорости на ось Oy равна 4 м/с.
- 5) В момент времени $t = 0,2$ с координата y тела равна 100 см.

Ответ: _____.

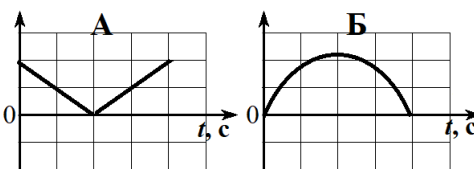
- 6) Груз массы m совершает малые колебания с амплитудой A на нити длины l (математический маятник). Как изменятся частота колебаний и максимальная кинетическая

энергия груза, если увеличить массу груза до $2m$, а длину нити и амплитуду колебаний уменьшить в два раза? 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.

Частота колебаний груза	Максимальная кинетическая энергия груза

- 7) Небольшое тело запустили вверх вдоль оси Ox по гладкой наклонной плоскости в момент времени $t = 0$. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение тела. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости v_x на ось Ox
- 2) потенциальная энергия тела E_p
- 3) модуль импульса тела p
- 4) путь, пройденный телом S

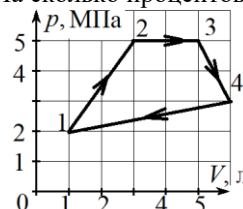
Ответ: _____

- 8) В сосуде находится идеальный газ. Образовалась трещина, и треть газа вышла наружу. Температура газа при этом выросла от -23°C до $+27^\circ\text{C}$. На сколько процентов уменьшилось давление газа в сосуде?

Ответ: _____ %.

- 9) На pV -диаграмме приведен цикл тепловой машины. Определите работу, совершаемую газом в ходе одного цикла.

Ответ: _____ кДж.



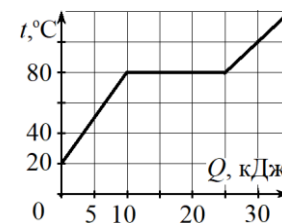
- 10) В цилиндре под поршнем находится идеальный газ. Начальные значения объема и давления газа равны p_0 и V_0 . В ходе некоторого процесса давление выросло до значения $p = 3p_0$, а объем уменьшился на 40%. Во сколько раз возросла внутренняя энергия газа?

Ответ: _____.

- 11) На рисунке дан график зависимости температуры t тела массой $m = 0,5$ кг от сообщенного ему количества теплоты Q . Первоначально тело находилось в твердом агрегатном состоянии. Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **два верных** утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура тела в начале процесса равна 273 К.
- 2) Теплоемкость тела в твердом агрегатном состоянии равна 250 Дж/(кг $\cdot$ °C).
- 3) Теплоемкость тела в жидком агрегатном состоянии равна 500 Дж/(кг $\cdot$ °C).
- 4) Для охлаждения тела от 60°C до 0°C надо отвести от него 10 кДж теплоты.
- 5) Удельная теплота плавления тела равна 25 кДж/кг.

Ответ: _____.



- 12] Температуры холодильника и нагревателя в тепловом цикле, состоящем из пяти участков, равны T_1 и T_2 , соответственно. Работа, совершаемая газом за цикл, равна A . Теплота, отданная холодильнику, равна Q_2 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

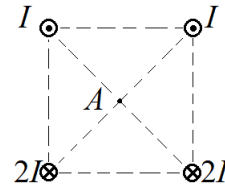
ФОРМУЛЫ

- А) КПД цикла
Б) теплота, полученная за цикл от нагревателя

- 1) $(T_1 - T_2)/T_1$
2) $A/(A + Q_2)$
3) $Q_2 - A$
4) $Q_2 + A$

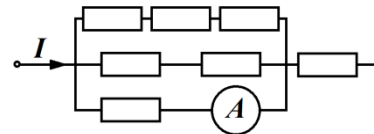
Ответ: _____

- 13] На рисунке показаны четыре длинных прямых провода с токами, расположенных перпендикулярно плоскости рисунка. Определите направление вектора магнитной индукции в точке A (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя).



Ответ: _____

- 14] По цепи, показанной на рисунке, течет ток $I = 11$ А. Все резисторы в цепи имеют одинаковые сопротивления R . Какой ток показывает идеальный амперметр?

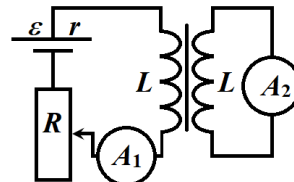


Ответ: _____ А.

- 15] На поверхность воды из воздуха падает тонкий луч света. Угол падения равен α , а угол преломления равен β ($\sin \alpha = 0,8$ и $\sin \beta = 0,6$). Определите угол между преломленным и отраженным лучами.

Ответ: _____ °.

- 16] На рисунке приведена схема электрической цепи, состоящая из источника, реостата, двух амперметров и двух одинаковых катушек индуктивности, надетых на общий магнитопровод. В начальный момент ползунок реостата находится в среднем положении. Ползунок передвинули в крайнее нижнее положение. Выберите **два верных** утверждения об изменении величин в опыте.



- 1) Показания амперметра A_1 возросли в два раза в ходе процесса.
- 2) После окончания движения ползунка показания амперметров A_1 и A_2 одинаковы.
- 3) Обе катушки индуктивности пронизывает одинаковый магнитный поток.
- 4) Напряжение на реостате в итоге уменьшилось.
- 5) В течение всего процесса перемещения ползунка показания амперметра A_2 отличны от нуля.

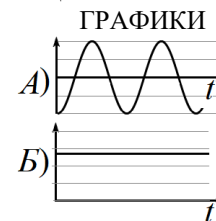
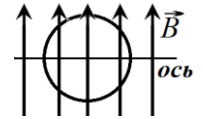
Ответ: _____

- 17] Человек с нормальным зрением рассматривает предмет, находящийся на некотором расстоянии от его глаз. Затем он отодвигает предмет на вдвое большее расстояние и снова начинает наблюдать. Как изменились оптическая сила хрусталика и освещенность изображения на сетчатке? Для каждой величины определите характер изменения:

- 1) увеличится, 2) уменьшится, 3) не изменится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Оптическая сила хрусталика	Освещенность изображения

- 18] Круглый виток проводника вращается в однородном магнитном поле. Ось вращения перпендикулярна силовым линиям. В момент времени $t = 0$ плоскость витка параллельна силовым линиям (см. рис.). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) магнитный поток через виток
- 2) сила индукционного тока в витке
- 3) сопротивление провода витка
- 4) сила Ампера, действующая на виток

Ответ: _____

- 19] Реакция, происходящая при бомбардировке ядра X ядрами гелия, записана ниже.

Определите число нейтронов и число нуклонов ядра X : ${}_Z^AX + {}_2^4He \rightarrow {}_{12}^{30}Si + {}_1^1p$

Число нейтронов	Число нуклонов

- 20] Импульсы фотонов первого источника в 4 раза больше, чем импульсы фотонов второго. Определите отношение частоты излучения второго источника к частоте излучения первого.

Ответ: _____

- 21] Атом водорода, находящийся в возбужденном состоянии, испускает фотон. Как изменились в ходе процесса энергия атома и радиус орбиты 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.

Энергия атома	Радиус орбиты электрона

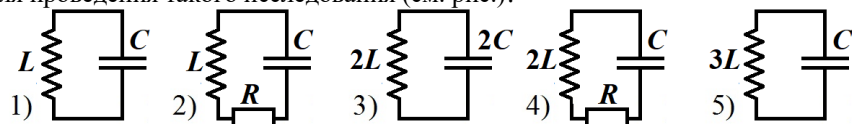
- 22] На рисунке приведен фрагмент шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление, если погрешность измерения составляет половину цены деления шкалы? В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

Ответ: (_____ ± _____) кПа.



- 23] Для экспериментальной проверки зависимости частоты колебаний тока в идеальном колебательном контуре

от индуктивности катушки провели исследование. Какие **две** схемы следует использовать для проведения такого исследования (см. рис.)?



Ответ: _____.

24 В таблице содержатся некоторые характеристики всех планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Радиус орбиты (а. е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1,9	1
Меркурий	0,38	0,055	0,39	0,24	58,6
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41

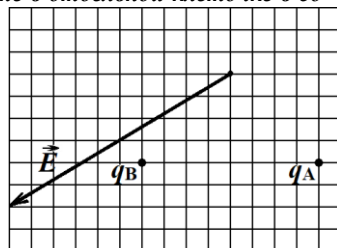
Выберите **все верные** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Линейная скорость движения по орбите у Земли больше, чем у Венеры.
- 2) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет примерно $3,8 \text{ м/с}^2$.
- 3) Угловая скорость вращения Нептуна вокруг собственной оси больше, чем у Урана.
- 4) Средняя плотность Марса почти в 10 раз меньше средней плотности Сатурна.
- 5) Вторая космическая скорость для Юпитера примерно равна 60 км/с .

Ответ: _____.

Часть 2

Ответом к заданиям 25 и 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.



25 На рисунке изображён вектор напряжённости E электрического поля в точке С, которое создано двумя точечными зарядами: q_A и q_B . Каков заряд q_B , если заряд q_A равен $+2 \text{ нКл}$? Ответ укажите со знаком.

Ответ: _____ нКл.

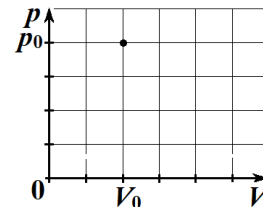
26 Поток фотонов выбивает из металла электроны. Энергия фотона равна 2 эВ . Если длину волны падающего излучения уменьшить в $2,5$ раза, то максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, увеличится в 2 раза. Определите работу выхода электронов из металла.

Ответ: _____ эВ.

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

Для записи ответов на задания 27–32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

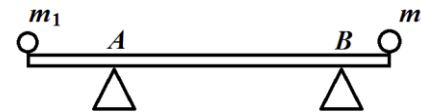
27 В цилиндре под поршнем при комнатной температуре t_0 длительное время находятся только вода и её пар. Масса пара в 2 раза больше массы жидкости. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV -диаграмме. Медленно перемещая поршень, состояние системы изотермически изменяют так, что конечное давление пара в 2 раза меньше начального. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V для всего процесса. Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

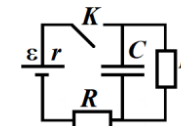
28 Пуля массой $m = 9 \text{ г}$, летящая со скоростью $v_0 = 150 \text{ м/с}$, пробивает закреплённую доску толщиной $h = 50 \text{ мм}$. На вылете из доски ее скорость снижается до значения $v_0 = 100 \text{ м/с}$. Могла ли пуля при тех же исходных условиях пробить доску толщины $2h$? Силу сопротивления при движении пули в доске считать постоянной.

29 На однородный стержень длины $L = 1 \text{ м}$ и массы $M = 3 \text{ кг}$ прикрепили по краям два небольших груза массами $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$. Затем положили его на опоры A и B , расстояние между которыми $l = 0,6 \text{ м}$. Оказалось, что давление стержня на опору A на 20% меньше, чем давление стержня на опору B . Определите расстояния от концов стержня до ближайших опор.



30 Цикл тепловой машины состоит из двух изобар и двух адиабат. Рабочее вещество – идеальный одноатомный газ. Работа, совершённая над газом при изобарическом сжатии, на 35% меньше работы газа при изобарическом расширении. Найдите КПД тепловой машины.

31 В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, сила тока через источник сразу после замыкания ключа в $n = 1,5$ раза больше силы тока, установившейся в цепи спустя большое время после этого замыкания. Установившийся заряд на конденсаторе ёмкостью $C = 2 \text{ мкФ}$ равен $q = 1,6 \text{ мКл}$. Найдите ЭДС источника.



32 Параллельный пучок белого света падает нормально на дифракционную решётку, содержащую $n = 200$ штрихов на мм, а затем попадает на тонкую линзу, плоскость которой параллельна решетке. В фокальной плоскости этой линзы с фокусным расстоянием $F = 40 \text{ см}$ расположен экран, на котором наблюдается дифракционная картина. Найдите ширину спектральной полосы второго порядка на экране. Видимым считать свет в диапазоне длин волн от $\lambda_1 = 400$ до $\lambda_2 = 760 \text{ нм}$.

Решения и результаты смотрите на сайте: <http://phys.asu.ru/>