

Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 2,5 часа (150 минут). Работа состоит из 3 частей и включает 26 заданий.

Часть 1 содержит 18 заданий (1–18). К каждому заданию приводится 4 варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении задания части 1 обведите кружком номер выбранного ответа в экзаменационной работе. Если вы обвели не тот номер, то зачеркните обведенный номер крестиком, а затем обведите номер правильного ответа.

Часть 2 включает 4 задания с кратким ответом (19–22). Для заданий части 2 ответ записывается в экзаменационной работе в отведенном для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Часть 3 содержит 4 задания (23–26), на которые следует дать развернутый ответ. Ответы на задания части 3 записываются на отдельном листе. Задание 23 – экспериментальное, и для его выполнения необходимо использовать лабораторное оборудование.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. С целью экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у вас останется время, то вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

За каждый правильный ответ в зависимости от сложности задания дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за все выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать как можно большее количество баллов.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9
мега	М	10^6
кило	к	10^3
гекто	г	10^2
санти	с	10^{-2}
милли	м	10^{-3}
микро	мк	10^{-6}
нано	н	10^{-9}

Константы	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Плотность			
бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоемкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплоемкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
теплоемкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоемкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоемкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоемкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоемкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоемкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоемкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327°C	воды	100°C
олова	232°C	спирта	78°C
воды	0°C		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20°C)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0°C .

Часть 1

К каждому из заданий 1–18 даны 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.

- 1** С каким ускорением будет двигаться ракета, если известно, что через 158 с после старта она достигнет первой космической скорости, равной $7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$?

Движение ракеты считать равноускоренным.

- 1) $0,006 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
- 2) $0,05 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
- 3) $6,33 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
- 4) $50 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

- 2** К пружинам, жесткость которых k_1 и $k_2 = \frac{k_1}{3}$, подвешены тела одинаковой

массы. Удлинение первой пружины

- 1) равно удлинению второй пружины
- 2) в 3 раза больше удлинения второй пружины
- 3) в 3 раза меньше удлинения второй пружины
- 4) в $\sqrt{3}$ раз больше удлинения второй пружины

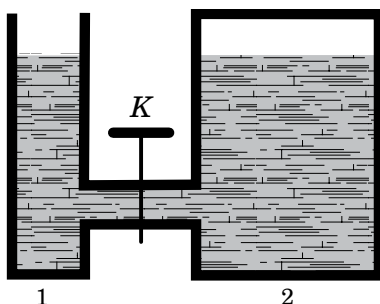
- 3** Шарик движется вниз по наклонному желобу без трения. В процессе движения

- 1) кинетическая энергия шарика увеличивается, его полная механическая энергия не изменяется
- 2) потенциальная энергия шарика увеличивается, его полная механическая энергия не изменяется
- 3) и кинетическая энергия, и полная механическая энергия шарика увеличиваются
- 4) и потенциальная энергия, и полная механическая энергия шарика увеличиваются

- 4 Мяч начинает падать на землю с высоты 20 м с начальной скоростью, равной нулю. Какую скорость приобретет мяч к моменту удара о поверхность Земли? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) $2,5 \frac{м}{с}$
- 2) $5 \frac{м}{с}$
- 3) $20 \frac{м}{с}$
- 4) $40 \frac{м}{с}$

- 5 В открытом сосуде 1 и закрытом сосуде 2 находится вода. Если открыть кран К, то

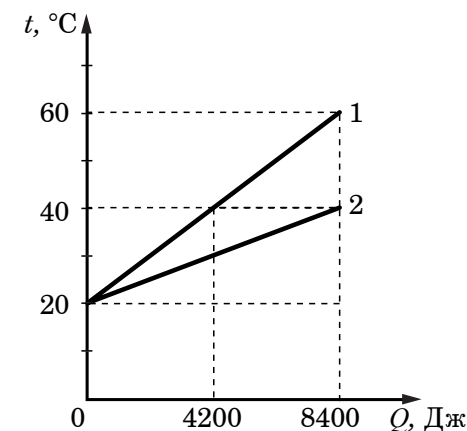


- 1) вода обязательно будет перетекать из сосуда 2 в сосуд 1
- 2) вода обязательно будет перетекать из сосуда 1 в сосуд 2
- 3) перемещение воды будет зависеть от отношения объемов воды в сосудах
- 4) перемещение воды будет зависеть от давления в воздушном зазоре сосуда 2

- 6 Как меняются частота и скорость звука при переходе звуковой волны из воздуха в воду?

- 1) Частота не изменяется, скорость увеличивается.
- 2) Частота не изменяется, скорость уменьшается.
- 3) Частота увеличивается, скорость не изменяется.
- 4) Частота уменьшается, скорость не изменяется.

- 7 На рисунке представлены графики зависимости температуры t воды, находящейся в двух одинаковых сосудах, от количества теплоты Q , полученного от нагревателя. Проанализируйте графики и выберите верное утверждение.

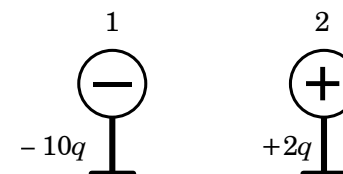


- 1) В первом сосуде было в 2 раза больше воды.
- 2) В первом сосуде было в 2 раза меньше воды.
- 3) Удельная теплоемкость воды во втором сосуде в 2 раза больше.
- 4) Вода в первом сосуде получила в 2 раза больше энергии от нагревателя.

- 8 Чему равна масса водяного пара, если при его конденсации при температуре 100°C выделяется количество теплоты 460000 Дж?

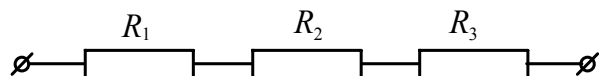
- 1) 0,002 кг
- 2) 0,2 кг
- 3) 13,9 кг
- 4) 109 кг

- 9 Одному из двух одинаковых шариков сообщили заряд $-10q$, другому — заряд $+2q$. Затем шарики соединили тонким проводником. Заряды шариков после соединения станут одинаковыми и равными



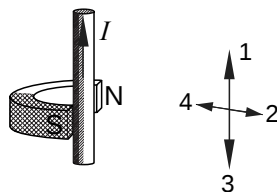
- 1) $-4q$
- 2) $-6q$
- 3) $-12q$
- 4) $-8q$

- 10 Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов общим сопротивлением 12 Ом. Сопротивление $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 6$ Ом. Чему равно сопротивление R_3 ?



- 1) 2 Ом 2) 4 Ом 3) 9 Ом 4) 10,5 Ом

- 11 Между полюсами постоянного магнита помещен проводник с током, направление которого показано на рисунке. По какой из стрелок: 1, 2, 3 или 4 — направлена сила, действующая на проводник с током?

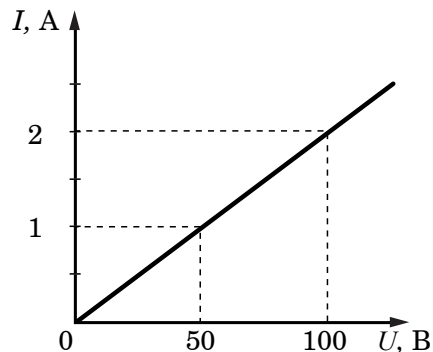


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- 12 Изображение предметов на сетчатке глаза является

- 1) мнимым прямым 2) мнимым перевернутым
3) действительным прямым 4) действительным перевернутым

- 13 На рисунке приведен график зависимости силы тока в реостате от напряжения на его концах. Обмотка реостата изготовлена из железной проволоки площадью поперечного сечения 1 мм^2 . Чему равна длина проволоки?



- 1) 5 м 2) 20 м 3) 500 м 4) 2000 м

- 14 Атом станет положительно заряженным ионом, если

- 1) он потеряет электроны
2) к нему присоединятся электроны
3) он потеряет протоны
4) к нему присоединятся нейтроны

- 15 В таблице приведены результаты измерений силы трения и силы нормального давления при исследовании зависимости между этими величинами.

$N_{\text{норм.давл.}}, \text{ Н}$	0,5	1,5	2,5	2,7	3	3,5	4,5
$F_{\text{трения}}, \text{ Н}$	0,1	0,3	0,5	0,54	0,6	0,8	1,2

Закономерность $\mu = \frac{F_{\text{трения}}}{N} = \text{const}$ выполняется для значений силы нормального давления

- 1) только от 0,5 Н до 2,5 Н
2) только от 0,5 Н до 3 Н
3) от 0,5 Н до 4,5 Н
4) только от 2,7 Н до 4,5 Н

Прочтите текст и выполните задания 16–18.

Пьезоэлектричество

В 1880 году французские ученые — братья Пьер и Поль Кюри — исследовали свойства кристаллов. Они заметили, что если кристалл кварца сжать с двух сторон, то на его гранях, перпендикулярных направлению сжатия, возникают электрические заряды: на одной грани — положительные, на другой — отрицательные. Таким же свойством обладают кристаллы турмалина, сегнетовой соли, даже сахара. Заряды на гранях кристалла возникают и при его растяжении. Причем если при сжатии на грани накапливался положительный заряд, то при растяжении на этой грани будет накапливаться отрицательный заряд, и наоборот. Это явление было названо *пьезоэлектричеством* (от греческого слова "пьеzo" — давить). Кристалл с таким свойством называют *пьезоэлектриком*.

В дальнейшем братья Кюри обнаружили, что пьезоэлектрический эффект обратим: если на гранях кристалла создать разноименные электрические заряды, он либо сожмется, либо растянется, в зависимости от того, к какой грани приложен положительный и к какой — отрицательный заряд.

На явлении пьезоэлектричества основано действие широко распространенных пьезоэлектрических зажигалок. Основной частью такой зажигалки является пьезоэлемент — керамический пьезоэлектрический цилиндр с металлическими электродами на основаниях. При помощи механического устройства производится кратковременный удар по

пьезоэлементу. При этом на двух его сторонах, расположенных перпендикулярно направлению действия деформирующей силы, появляются разноимённые электрические заряды. Напряжение между этими сторонами может достигать нескольких тысяч вольт. По изолированным проводам напряжение подводится к двум электродам, расположенным в наконечнике зажигалки на расстоянии 3–4 мм друг от друга. Возникающий между электродами искровой разряд поджигает смесь газа и воздуха.

Несмотря на очень большие напряжения (~10 кВ) опыты с пьезозажигалкой совершенно безопасны, так как даже при коротком замыкании сила тока оказывается такой же ничтожно малой и безопасной для здоровья человека, как при электростатических разрядах при снятии шерстяной или синтетической одежды в сухую погоду.

16 Пьезоэлектричество – это явление

- 1) возникновения электрических зарядов на поверхности кристаллов при их деформации
- 2) возникновения деформации растяжения и сжатия в кристаллах
- 3) прохождения электрического тока через кристаллы
- 4) прохождения искрового разряда при деформации кристаллов

17 Пьезоэлектрический кристалл сжали в вертикальном направлении. При этом на левой грани образовался положительный заряд. Если теперь на правой грани того же недеформированного кристалла создать положительный заряд, а на левой — отрицательный, то кристалл

- 1) сожмется в вертикальном направлении
- 2) приобретет отрицательный заряд на верхней грани
- 3) растянется в вертикальном направлении
- 4) приобретет отрицательный заряд на нижней грани

18 В начале 20-го века французский ученый Поль Ланжевен изобрел излучатель ультразвуковых волн. Заряжая грани кварцевого кристалла электричеством от генератора переменного тока высокой частоты, он установил, что кристалл совершает при этом колебания с частотой, равной частоте изменения напряжения. В основе действия излучателя лежит

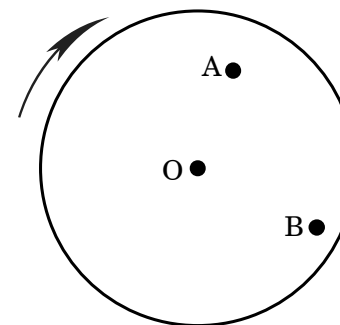
- 1) прямой пьезоэлектрический эффект
- 2) обратный пьезоэлектрический эффект
- 3) явление электризации под действием внешнего электрического поля
- 4) явление электризации при ударе

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 19–22) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.

Ответом к каждому из заданий 19–20 будет некоторая последовательность цифр. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

- 19** Жук переместился на равномерно вращающемся диске из точки А в точку В (см. рисунок). Как при этом изменятся кинетическая энергия вращающегося жука, период его вращения и центростремительное ускорение?



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| А) кинетическая энергия | 1) увеличится |
| Б) период вращения | 2) уменьшится |
| В) центростремительное ускорение | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

- 20 Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин в системе СИ.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

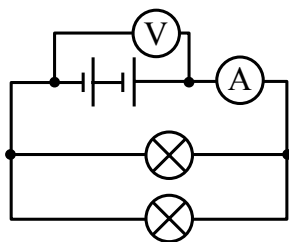
- | | |
|-------------------------------------|--|
| А) удельная теплоемкость вещества | 1) джоуль (1 Дж) |
| Б) количество теплоты | 2) джоуль на килограмм ($1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$) |
| В) удельная теплота парообразования | 3) джоуль на килограмм-градус Цельсия ($1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$) |
| | 4) джоуль на градус Цельсия ($1 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$) |
| | 5) джоуль-килограмм (1 Дж·кг) |

Ответ:

А	Б	В

При выполнении заданий 21–22 ответ (число) надо записать в отведенном месте после слова «Ответ», выразив его в указанных единицах. Единицы физических величин писать не нужно.

- 21 К источнику постоянного тока подсоединили две лампы (см. рисунок), имеющие одинаковое электрическое сопротивление. Чему равна мощность, выделяемая на каждой из ламп, если показания идеального амперметра и вольтметра равны, соответственно, 2 А и 3 В?



Ответ: _____ (Вт)

- 22 Стальной брусок массой 9,36 кг, взятый при температуре 0°C , погрузили в сосуд, содержащий 24 кг воды, температура которой 90°C . На сколько градусов нагреется брусок к моменту установления теплового равновесия в сосуде? Потерями энергии на нагревание сосуда и окружающего воздуха пренебречь. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ ($^\circ\text{C}$)

Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 23–26) используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.

- 23 Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и один груз, соберите экспериментальную установку для измерения жесткости пружины. Определите жесткость пружины, подвесив к ней один груз. Для измерения веса груза воспользуйтесь динамометром. В бланке ответов:
- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
 - 2) запишите формулу для расчета жесткости пружины;
 - 3) укажите результаты измерения веса груза и удлинения пружины;
 - 4) запишите числовое значение жесткости пружины.

Для заданий 24–25 необходимо записать полное решение, которое включает запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчеты, приводящие к числовому ответу.

- 24 Троллейбус массой 11 т движется равномерно прямолинейно со скоростью $36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Найдите потребляемое напряжение, если сила тока в обмотке электродвигателя составляет 40 А. Коэффициент трения равен 0,02. Тепловыми потерями в электродвигателе пренебречь.
- 25 Воду массой 1,5 кг доводят до кипения в чайнике мощностью 2 кВт, имеющем КПД 84%. Сколько времени потребуется на нагревание, если начальная температура воды равна 20°C ?

Задание 26 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развернутое, логически связанное обоснование.

- 26 Капля маслянистой жидкости попадает на поверхность воды и растекается, образуя тонкую пленку. Обязательно ли эта пленка закроет всю поверхность воды? Ответ поясните.