

## Основной государственный экзамен по ФИЗИКЕ

### Вариант №1

### Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Экзаменационная работа включает в себя 25 заданий.

Ответы к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16 и 18 записываются в виде последовательности цифр. Ответом к заданиям 3, 15, 19, 20 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответы к заданиям 5–10 записываются в виде целого числа или конечной десятичной дроби с учётом указанных в ответе единиц. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1. Единицы измерения в ответе указывать не надо.

К заданиям 17, 21–25 следует дать развёрнутый ответ. Задания выполняются на бланке ответов № 2. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво. Задание 17 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать линейку и непрограммируемый калькулятор.

Все бланки 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.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

**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	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	лёд	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

глицерин	$1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11\,350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		

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

Ответом к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16 и 18 является последовательность цифр. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Ответом к заданиям 3, 15, 19, 20 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 5–10 является число. Единицы измерения в ответе указывать не надо. Ответ запишите 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. Ответы на задания 17, 21–25 запишите на БЛАНКЕ ОТВЕТОВ № 2.

1

Установите соответствие между физическими понятиями и примерами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

- А) физическая величина  
Б) единица физической величины  
В) физический прибор

## ПРИМЕРЫ

- 1) оптическая ось линзы  
2) оптическая сила линзы  
3) диоптрия  
4) дисперсия  
5) оптический микроскоп

Ответ:

А	Б	В

2

Тело падает вертикально вниз из состояния покоя. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $g$  – ускорение свободного падения;  $t$  – время движения.

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

## ФОРМУЛЫ

- А)  $\frac{gt^2}{2}$   
Б)  $gt$

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тяжести, действующая на тело  
2) ускорение тела  
3) скорость тела в момент времени  $t$   
4) путь, пройденный телом за время  $t$

Ответ:

А	Б

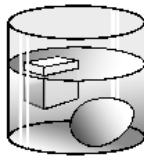
3 Одно из положений молекулярно-кинетической теории строения вещества заключается в том, что «частицы вещества (молекулы, атомы, ионы) находятся в непрерывном хаотическом движении». Что означают слова «непрерывное движение»?

- 1) Частицы всё время движутся в определённом направлении.
- 2) Движение частиц вещества не подчиняется никаким законам.
- 3) Частицы все вместе движутся то в одном, то в другом направлении.
- 4) Движение молекул никогда не прекращается.

Ответ: ☐

4 Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Сплошной кубик из льда и сырое яйцо опустили в жидкость (см. рисунок).



На кубик и яйцо со стороны жидкости действует (А)\_\_\_\_\_. Для кубика выталкивающая сила (Б)\_\_\_\_\_ силу тяжести, а плотность кубика (В)\_\_\_\_\_ плотности жидкости. Для яйца сила тяжести (Г)\_\_\_\_\_ выталкивающей силы.

**Список слов и словосочетаний:**

- 1) сила тяжести
- 2) архимедова сила
- 3) атмосферное давление
- 4) больше
- 5) меньше
- 6) уравнивает
- 7) превышает

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

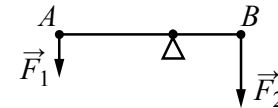
А	Б	В	Г
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ответ:

5 Автобус везёт пассажиров по прямой дороге со скоростью  $10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Пассажир равномерно идёт по салону автобуса со скоростью  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  относительно автобуса, двигаясь от задней двери к кабине водителя. Чему равен модуль скорости пассажира относительно дороги?

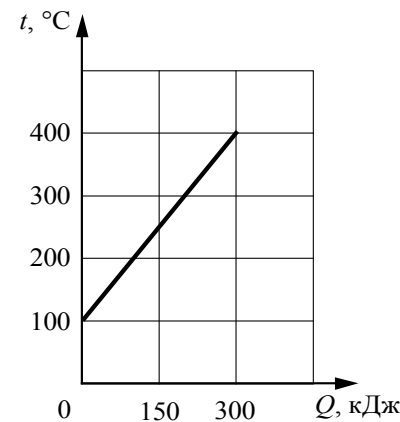
Ответ: \_\_\_\_\_  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

6 Лёгкий рычаг находится в равновесии под действием двух сил. Сила  $F_1 = 6 \text{ Н}$ . Чему равна сила  $F_2$ , если длина рычага равна 25 см, а плечо силы  $F_1$  равно 15 см?



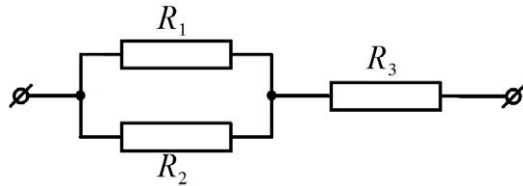
Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

7 На рисунке представлен график зависимости температуры  $t$  твёрдого тела от полученного им количества теплоты  $Q$ . Масса тела – 2 кг. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела?



Ответ: \_\_\_\_\_  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

- 8 Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, если  $R_1 = R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ ?

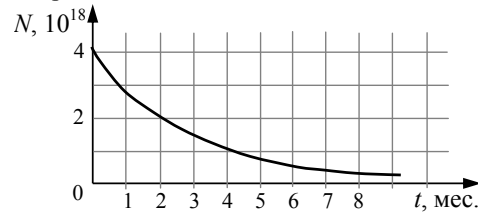


Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 9 Предмет, расположенный перед плоским зеркалом, приблизили к нему так, что расстояние между предметом и его изображением уменьшилось в 2 раза. Во сколько раз уменьшилось расстояние между предметом и зеркалом?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

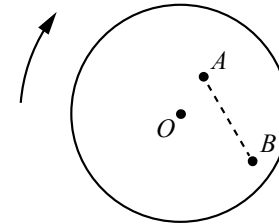
- 10 Дан график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени.



Каков период полураспада этого изотопа?

Ответ: \_\_\_\_\_ мес.

- 11 На равномерно вращающемся диске жук переместился из точки  $A$  в точку  $B$  (см. рисунок). Как при этом изменились линейная скорость жука и частота его обращения вокруг оси  $O$ ?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Скорость	Частота

- 12 В процессе трения о шерсть эбонитовая палочка приобрела отрицательный заряд. Как при этом изменилось количество заряженных частиц на эбонитовой палочке при условии, что обмен атомами при трении не происходил?

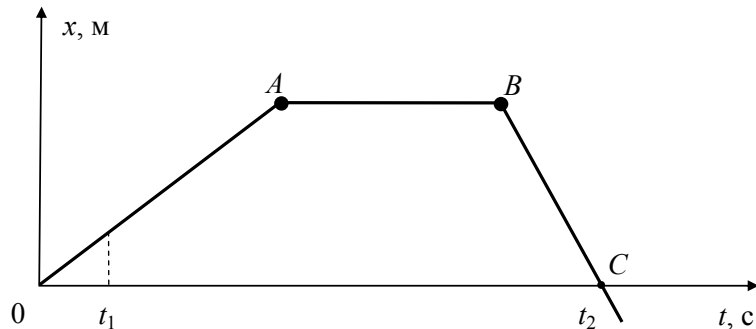
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Количество электронов на эбонитовой палочке	Количество протонов на эбонитовой палочке

- 13 На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  от времени  $t$  для тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ .



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В момент времени  $t_1$  тело имело максимальную по модулю скорость.
- 2) Участок  $BC$  соответствует ускоренному движению тела.
- 3) Участок  $AB$  соответствует состоянию покоя тела.
- 4) В момент времени  $t_2$  тело изменило направление своего движения.
- 5) Участок  $OA$  соответствует равномерному движению тела.

Ответ:

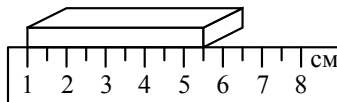
- 14 На рисунке представлена цепочка превращений урана-238 в свинец-206. Используя данные рисунка, из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

Вид излучения и энергия (МэВ)	Ядро	Период полураспада
альфа (4,15-4,2)	Уран-238	4,47 млрд лет
бета	Торий-234	24,1 суток
бета	Протактиний-234	1,17 минуты
альфа (4,72-4,78)	Уран-234	245 000 лет
альфа (4,62-4,69)	Торий-230	8 000 лет
альфа (4,60-4,78)	Радий-226	1 600 лет
альфа (5,49)	Радон-222	3,823 суток
альфа (6,0)	Полоний-218	3,05 минуты
бета	Свинец-214	26,8 минуты
бета	Висмут-214	19,7 минуты
альфа (7,69)	Полоний-214	0,000164 секунды
бета	Свинец-210	22,3 года
бета	Висмут-210	5,01 суток
альфа (5,305)	Полоний-210	138,4 суток
	Свинец-206	Стабильный

- 1) В цепочке превращений урана-238 в стабильный свинец-206 выделяется шесть ядер гелия.
- 2) Самый малый период полураспада в представленной цепочке радиоактивных превращений имеет полоний-214.
- 3) Свинец с атомной массой 206 испытывает самопроизвольный альфа-распад.
- 4) Уран-234 в отличие от урана-238 является стабильным элементом.
- 5) Самопроизвольное превращение висмута-210 в полоний-210 сопровождается испусканием электрона.

Ответ:

- 15 Длину бруска измеряют с помощью линейки (см. рисунок). Запишите результат измерения, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления шкалы линейки.



- 1)  $(4,5 \pm 0,5)$  см
- 2)  $(5,5 \pm 0,5)$  см
- 3)  $(4,50 \pm 0,25)$  см
- 4)  $(5,50 \pm 0,25)$  см

Ответ:

- 16 Ученик провёл эксперимент по изучению силы упругости, возникающей при подвешивании грузов различной массы к стальным пружинкам 1 и 2, различающимся только первоначальной длиной. Результаты экспериментальных прямых измерений массы  $m$  груза и удлинения  $(l-l_0)$  пружинки, а также косвенных измерений коэффициента жесткости  $k$  представлены в таблице.

№ опыта		$m$ , кг	$(l-l_0)$ , см	$k$ , $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$
1	пружинка 1	0,2	4,0	50
2	пружинка 1	0,4	8,0	50
3	пружинка 1	0,8	16,0	50
4	пружинка 2	0,2	4,0	100
5	пружинка 2	0,6	12,0	100

Из предложенного перечня выберите **два** утверждения, соответствующих проведённым опытам. Укажите их номера.

- 1) Жёсткость зависит от упругих свойств материала пружинки.
- 2) Жёсткость зависит от первоначальной длины пружинки.
- 3) Жёсткость прямо пропорциональна массе подвешиваемого груза.
- 4) Жёсткость не зависит от массы подвешиваемого груза.
- 5) Удлинение пружинки обратно пропорционально массе подвешиваемого груза.

Ответ:

Для ответа на задание 17 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания, а затем ответ к нему.

- 17 Используя брусок с крючком, динамометры № 1 и № 2, груз № 1, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения коэффициента трения скольжения между бруском с грузом и поверхностью рейки. Используйте поверхность рейки, обозначенную А. Абсолютная погрешность измерения силы при помощи динамометра № 1 равна  $\pm 0,02$  Н, а при помощи динамометра № 2 равна  $\pm 0,1$  Н.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта коэффициента трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения веса бруска с грузом и силы трения скольжения при движении бруска с грузом по поверхности рейки с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение коэффициента трения скольжения.

- 18 Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

#### НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ

#### УЧЁНЫЕ

- |   |                     |
|---|---------------------|
| А) движение искусственных спутников Земли | 1) К.Э. Циолковский |
| Б) волновая теория света                  | 2) И. Ньютон        |
|   | 3) С.П. Королёв     |
|   | 4) Х. Гюйгенс       |

Ответ:

А	Б

**Прочитайте текст и выполните задания 19–21.****Как ориентируются летучие мыши**

Летучие мыши обычно живут огромными стаями в пещерах, в которых они прекрасно ориентируются в полной темноте. Влетая и вылетая из пещеры, каждая мышь издает неслышимые нами звуки. Одновременно эти звуки издают тысячи мышей, но это никак не мешает им прекрасно ориентироваться в пространстве в полной темноте и летать, не сталкиваясь друг с другом. Почему летучие мыши могут уверенно летать в полнейшей темноте, не натываясь на препятствия? Удивительное свойство этих ночных животных – умение ориентироваться в пространстве без помощи зрения – связано с их способностью испускать и улавливать ультразвуковые волны.

Оказалось, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частоте около 80 кГц, а затем принимает отражённые эхо-сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых.

Для того, чтобы сигнал был отражён препятствием, наименьший линейный размер этого препятствия должен быть не меньше длины волны посылаемого звука. Использование ультразвука позволяет обнаружить предметы меньших размеров, чем можно было бы обнаружить, используя более низкие звуковые частоты. Кроме того, использование ультразвуковых сигналов связано с тем, что с уменьшением длины волны легче реализуется направленность излучения, а это очень важно для эхолокации.

Реагировать на тот или иной объект мышь начинает на расстоянии порядка 1 метра, при этом длительность посылаемых мышью ультразвуковых сигналов уменьшается примерно в 10 раз, а частота их следования увеличивается до 100–200 импульсов (щелчков) в секунду. То есть, заметив объект, мышь начинает щелкать более часто, а сами щелчки становятся более короткими. Наименьшее расстояние, которое мышь может определить таким образом, составляет примерно 5 см.

Во время сближения с объектом охоты летучая мышь как бы оценивает угол между направлением своей скорости и направлением на источник отражённого сигнала и изменяет направление полёта так, чтобы этот угол становился все меньше и меньше.

**19** Умение великолепно ориентироваться в пространстве связано у летучих мышей с их способностью излучать и принимать

- 1) только инфразвуковые волны
- 2) только звуковые волны
- 3) только ультразвуковые волны
- 4) звуковые и ультразвуковые волны

Ответ:

**20** Для ультразвуковой эхолокации мыши используют волны частотой

- 1) менее 20 Гц
- 2) от 20 Гц до 20 кГц
- 3) более 20 кГц
- 4) любой частоты

Ответ:

*Для ответов на задания 21–25 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем ответ на него. Полный ответ на задания 21 и 22 должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.*

**21** Может ли летучая мышь, посылая сигнал частотой 80 кГц, обнаружить мошку размером 1 мм? Скорость звука в воздухе принять равной  $320 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Ответ поясните.

**22** В каком климате (влажном или сухом) человек легче переносит жару? Ответ поясните.

*Для заданий 23–25 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.*

**23** В таблице приведена зависимость заряда  $q$ , протёкшего через резистор сопротивлением 2 Ом, от времени  $t$ . Какое количество теплоты выделится в резисторе за первые 4 секунды, если сила протекающего тока постоянна?

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5
$q, \text{Кл}$	0	2	4	6	8	10

**24** Маленький свинцовый шарик объёмом  $0,02 \text{ см}^3$  равномерно падает в воде. На какой глубине оказался шарик, если в процессе его движения выделилось количество теплоты, равное  $12,42 \text{ мДж}$ ?

**25** Имеются два электрических нагревателя мощностью по  $800 \text{ Вт}$  каждый. Сколько времени потребуется для нагревания  $1 \text{ л}$  воды на  $80^\circ\text{C}$ , если нагреватели будут включены параллельно? Потерями энергии пренебречь.



***Не забудьте перенести все ответы в бланки ответов № 1 и № 2 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.  
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***



## Основной государственный экзамен по ФИЗИКЕ

### Вариант №2

### Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Экзаменационная работа включает в себя 25 заданий.

Ответы к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16 и 18 записываются в виде последовательности цифр. Ответом к заданиям 3, 15, 19, 20 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответы к заданиям 5–10 записываются в виде целого числа или конечной десятичной дроби с учётом указанных в ответе единиц. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1. Единицы измерения в ответе указывать не надо.

К заданиям 17, 21–25 следует дать развёрнутый ответ. Задания выполняются на бланке ответов № 2. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво. Задание 17 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать линейку и непрограммируемый калькулятор.

Все бланки 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.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

**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	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	лёд	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

глицерин	$1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11\,350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		

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

Ответом к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16 и 18 является последовательность цифр. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Ответом к заданиям 3, 15, 19, 20 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 5–10 является число. Единицы измерения в ответе указывать не надо. Ответ запишите 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. Ответы на задания 17, 21–25 запишите на БЛАНКЕ ОТВЕТОВ № 2.

1

Установите соответствие между физическими понятиями и примерами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

- А) физическая величина  
Б) единица физической величины  
В) прибор для измерения физической величины

## ПРИМЕРЫ

- 1) барометр  
2) гектопаскаль  
3) невесомость  
4) удельная теплота плавления  
5) хаотичность движения молекул

Ответ:

А	Б	В

2

Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $\nu$  – скорость волны;  $T$  – период колебаний.

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

## ФОРМУЛЫ

- А)  $\nu T$   
Б)  $\frac{1}{T}$

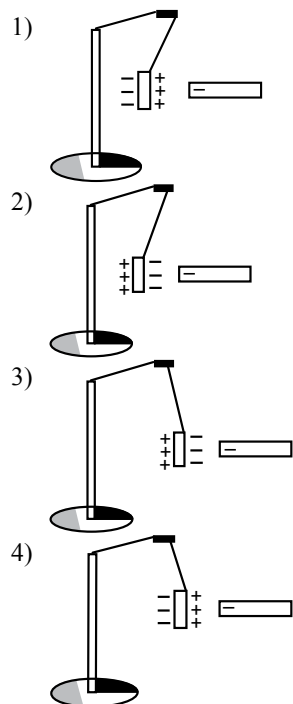
## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) частота колебаний  
2) период колебаний  
3) длина волны  
4) амплитуда колебаний

Ответ:

А	Б

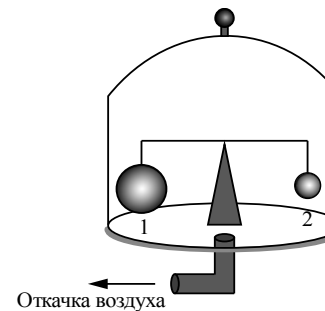
- 3 К незаряженной лёгкой металлической гильзе, подвешенной на шёлковой нити, поднесли, не касаясь, отрицательно заряженную эбонитовую палочку. На каком рисунке правильно показаны поведение гильзы и распределение зарядов на ней?



Ответ: ☐

- 4 Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

На весах (см. рисунок) установлен герметично закрытый стеклянный колпак, заполненный воздухом. Внутри колпака на рычажных весах уравновешены два шара разного объёма ( $V_1 > V_2$ ). На каждый из шаров действуют три силы: сила тяжести, (А) \_\_\_\_\_ и сила Архимеда.



С помощью насоса откачивают воздух из-под колпака, при этом равновесие весов нарушается и перевешивает (Б) \_\_\_\_\_. По мере откачки воздуха (В) \_\_\_\_\_, действующая на каждый из шаров, не изменяется, (Г) \_\_\_\_\_ уменьшается.

**Список слов и словосочетаний:**

- 1) шар 1
- 2) шар 2
- 3) атмосферное давление
- 4) гидростатическое давление
- 5) сила тяжести
- 6) выталкивающая сила
- 7) сила упругости
- 8) равновесие

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

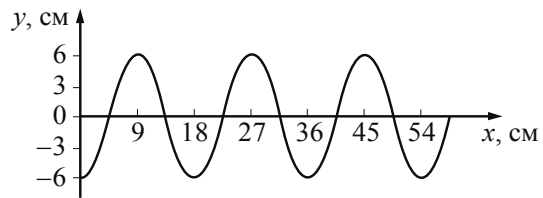
А	Б	В	Г
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ответ:

- 5 Груз массой 100 г подвесили на упругую пружину жёсткостью 40 Н/м. Чему при этом равно растяжение пружины?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

6 На рисунке показан профиль волны.



Какова длина волны?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

7 Медное тело при охлаждении на  $10^\circ\text{C}$  отдаёт количество теплоты, равное 8000 Дж. Чему равна масса этого тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

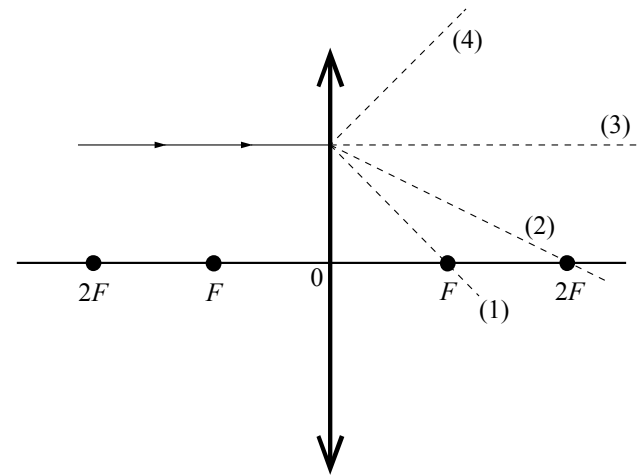
8 Результаты измерения силы тока в резисторе при разных напряжениях на его клеммах показаны в таблице.

$U, \text{В}$	0,4	0,6	1,0	1,4	2,0
$I, \text{А}$	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0

Чему равно сопротивление резистора?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

9 На рисунке изображён ход падающего на линзу луча.



Какая из линий – 1, 2, 3 или 4 – соответствует ходу прошедшего через линзу луча?

Ответ: \_\_\_\_\_.

10 В ядре нейтрального атома с массовым числом  $A = 58$  содержится 32 нейтрона. Сколько электронов содержится в электронной оболочке этого атома?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 11** Спиртовой термометр вынесли из тёплого помещения на улицу в прохладный день. Как при этом изменились средняя скорость теплового движения молекул спирта и плотность спирта?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Средняя скорость теплового движения молекул спирта	Плотность спирта

- 12** Человек переводит взгляд с самолёта, летящего высоко в небе, на стрелки часов на руке. Как при этом меняются фокусное расстояние и оптическая сила хрусталика глаза человека?

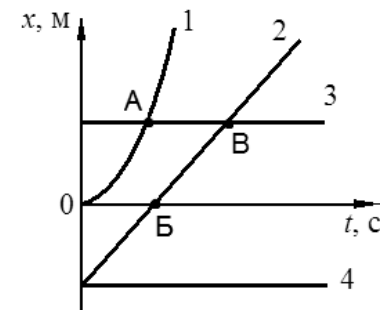
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Фокусное расстояние хрусталика	Оптическая сила хрусталика

- 13** На рисунке представлены графики зависимости координаты  $x$  от времени  $t$  для четырёх тел, движущихся вдоль оси  $Ox$ .



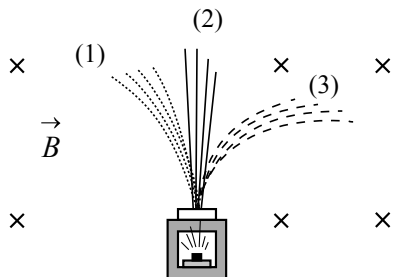
Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Точка В соответствует встрече тел 2 и 3.
- 2) В точке В направление скорости тела 2 изменилось на противоположное.
- 3) Тело 2 движется равноускоренно.
- 4) Тело 3 движется равномерно прямолинейно.
- 5) В начальный момент времени тела 2 и 4 имели одинаковые координаты.

Ответ:

--	--

- 14** Контейнер с радиоактивным веществом помещают в магнитное поле, в результате чего пучок радиоактивного излучения распадается на три компонента (см. рисунок). Магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости рисунка от читателя.

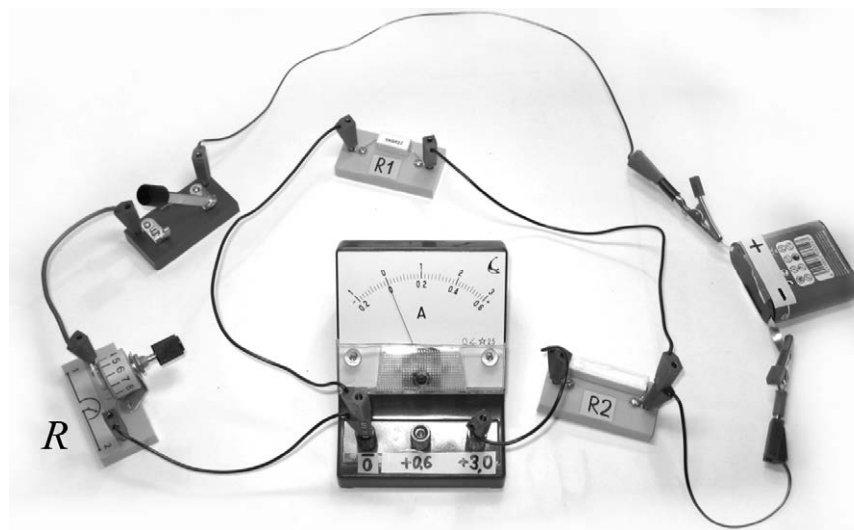


Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Компонента 3 представляет собой поток положительно заряженных частиц.
- 2) Компонента 2 не имеет электрического заряда.
- 3) Если магнитное поле направить вертикально вверх, то разделить пучок радиоактивного излучения на компоненты не получится.
- 4) В магнитном поле изменяется модуль скорости движения заряженных частиц.
- 5) Компонента 1 представляет собой поток электронов.

Ответ:

- 15** Ученик собрал электрическую цепь, представленную на рисунке.



Какое утверждение верное?

- 1) При замыкании ключа амперметр покажет силу электрического тока, протекающего через реостат  $R$ .
- 2) При замыкании ключа амперметр покажет силу электрического тока, протекающего через резистор  $R1$ .
- 3) При замыкании ключа амперметр покажет общую силу электрического тока, протекающего через резисторы  $R1$  и  $R2$ .
- 4) Амперметр включён в электрическую цепь с нарушением полярности подключения.

Ответ:

- 16** Ученик провёл эксперимент по изучению электрического сопротивления металлического проводника, причём в качестве проводника он использовал никелиновые и фехрелевые проволоки разных длины и толщины.

Результаты экспериментальных измерений площади поперечного сечения  $S$  и длины  $l$  проволоки, а также электрического сопротивления  $R$  представлены в таблице.

№ опыта	Материал	$S$ , мм <sup>2</sup>	$l$ , м	$R$ , Ом
1	никелин	0,4	2	2,0
2	никелин	0,8	8	4,0
3	никелин	0,8	4	2,0
4	фехраль	0,4	2	6,0

Из предложенного перечня выберите **два** утверждения, соответствующих проведённым измерениям. Укажите их номера.

- 1) При увеличении длины проводника его электрическое сопротивление увеличивается.
- 2) Электрическое сопротивление проводника увеличивается при увеличении толщины проводника.
- 3) Электрическое сопротивление проводника зависит от материала, из которого изготовлен проводник.
- 4) Электрическое сопротивление проводника уменьшается при увеличении площади поперечного сечения проводника.
- 5) Удельное электрическое сопротивление никелина больше, чем фехрала.

Ответ:

--	--

Для ответа на задание 17 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания, а затем ответ к нему.

- 17** Используя рычаг, три груза, штатив и динамометр, соберите установку для исследования равновесия рычага. Три груза подвесьте слева от оси вращения рычага следующим образом: два груза на расстоянии 12 см и один груз на расстоянии 6 см от оси. Определите момент силы, которую необходимо приложить к правому концу рычага на расстоянии 12 см от оси вращения рычага для того, чтобы он оставался в равновесии в горизонтальном положении. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов № 2:

- 1) зарисуйте схему экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта момента силы;
- 3) укажите результаты измерений приложенной силы и длины плеча с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение момента силы.

- 18** Установите соответствие между техническими устройствами и физическими закономерностями, лежащими в основе принципа их действия. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

- А) амперметр  
Б) электрометр

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

- 1) зависимость силы, действующий на проводник с током в магнитном поле, от силы тока в проводнике
- 2) зависимость силы отталкивания одноименных зарядов от их величины
- 3) зависимость сопротивления проводника от его длины
- 4) зависимость силы тока в цепи от её сопротивления

Ответ:

А	Б

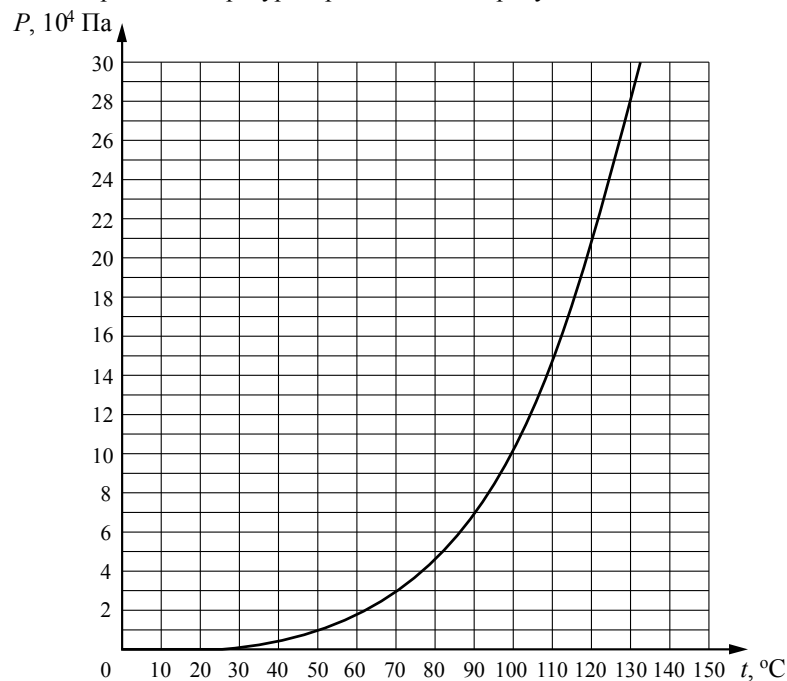
**Прочитайте текст и выполните задания 19–21.**

**Кипение**

Ежедневно мы наблюдаем, как вода и её пар переходят друг в друга. Лужи на асфальте после дождя высыхают, а водяной пар в воздухе по утрам часто превращается в мельчайшие капельки тумана.

Что произойдёт, если сосуд с некоторым объёмом жидкости закрыть крышкой? Каждую секунду поверхность жидкости по-прежнему будут покидать самые быстрые молекулы, её масса будет уменьшаться, а концентрация молекул пара – увеличиваться. Одновременно с этим в жидкость из пара будет возвращаться часть его молекул, и чем больше будет концентрация пара, тем интенсивней будет процесс конденсации. Наконец наступит такое состояние, когда число молекул, возвращающихся в жидкость в единицу времени, в среднем станет равным числу молекул, покидающих её за это время. Такое состояние называют *динамическим равновесием*, а соответствующий пар – *насыщенным паром*.

Давление насыщенного пара зависит от вида жидкости и температуры. Чем тяжелее оторвать молекулы жидкости друг от друга, тем меньше будет давление её насыщенного пара. Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры представлена на рисунке.



Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры

*Кипением* называется процесс образования большого числа пузырьков пара, происходящий по всему объёму жидкости и на её поверхности при нагревании. На самом деле эти пузырьки присутствуют в жидкости всегда, но их размеры растут и они становятся заметны только при кипении. Пузырьки расширяются и под действием выталкивающей силы Архимеда отрываются от дна, всплывают и лопаются на поверхности.

Кипение начинается при той температуре, когда пузырьки газа имеют возможность расширяться, а это происходит, если давление насыщенного пара вырастет до атмосферного давления. Таким образом, температура кипения – это температура, при которой давление насыщенного пара данной жидкости равно атмосферному давлению (давлению над поверхностью жидкости).

**19**

В кастрюле-скороварке имеется предохранительный клапан, который открывается при давлении  $1,4 \cdot 10^5$  Па. Температура кипения воды в скороварке

- 1) равна  $100\text{ }^\circ\text{C}$
- 2) равна примерно  $110\text{ }^\circ\text{C}$
- 3) равна примерно  $80\text{ }^\circ\text{C}$
- 4) зависит от атмосферного давления

Ответ:

**20**

Давление насыщенного пара воды при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  составляет около 2 кПа, а давление насыщенного пара ртути при  $20\text{ }^\circ\text{C}$  – лишь 0,2 Па. Это означает, что

- 1) кипение воды при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  невозможно
- 2) кипение ртути при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  невозможно
- 3) взаимодействие между молекулами воды сильнее взаимодействия между молекулами ртути
- 4) взаимодействие между молекулами ртути сильнее взаимодействия между молекулами воды

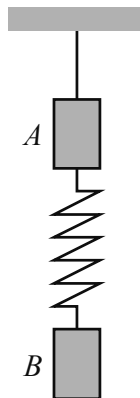
Ответ:



Для ответов на задания 21–25 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем ответ на него. Полный ответ на задания 21 и 22 должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

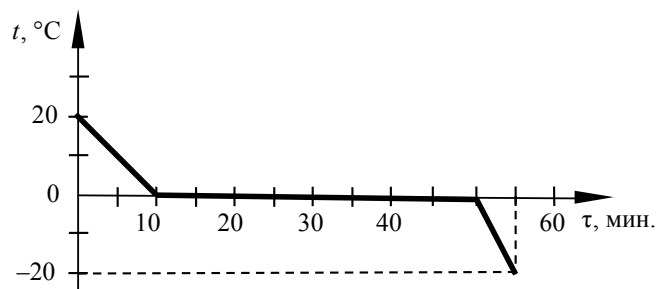
- 21 Можно ли наблюдать процесс пузырькового кипения воды на космической станции в условиях невесомости? Ответ поясните.

- 22 К невесомой нити (см. рисунок) подвешен груз *A*. К нему на пружине прикрепляют груз *B* и затем нить пережигают. Какой из грузов в начале падения имеет относительно Земли большее ускорение? Ответ поясните.



Для заданий 23–25 необходимо записать полное решение, включающее запись кратко условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

- 23 Зависимость температуры 1 кг воды от времени в процессе охлаждения представлена на графике. Какое количество теплоты выделилось за 55 мин. охлаждения?



24

Автомобиль массой 1 т трогается с места и движется с ускорением  $1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Определите работу силы тяги на первых 10 м пути, если сила сопротивления равна 200 Н.

25

Имеются два одинаковых электрических нагревателя мощностью 600 Вт каждый. На сколько градусов можно нагреть 2 л воды за 7 мин., если нагреватели будут включены последовательно в электросеть с напряжением, на которое рассчитан каждый из них? Потерями энергии пренебречь.



Не забудьте перенести все ответы в бланки ответов № 1 и № 2 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

**Ответы к заданиям**

№ задания	Ответ
1	235
2	43
3	4
4	2654
5	11
6	9
7	500
8	5,5
9	2
10	2
11	13
12	13
13	35*
14	25*
15	1
16	24*
18	34
19	3
20	3

\* Цифры в ответе могут быть приведены в любой последовательности

**Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом****17**

Используя брусок с крючком, динамометры № 1 и № 2, груз № 1, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения коэффициента трения скольжения между бруском с грузом и поверхностью рейки. Используйте поверхность рейки, обозначенную А. Абсолютная погрешность измерения силы при помощи динамометра № 1 равна  $\pm 0,02$  Н, а при помощи динамометра № 2 равна  $\pm 0,1$  Н.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта коэффициента трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения веса бруска с грузом и силы трения скольжения при движении бруска с грузом по поверхности рейки с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение коэффициента трения скольжения.

**Характеристика оборудования**

При выполнении задания используется комплект оборудования № 2 в следующем составе.

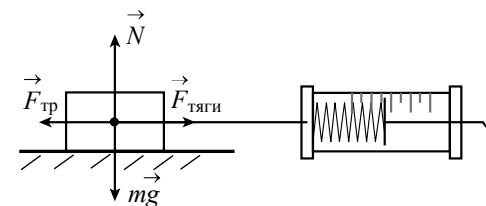
Комплект № 2	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• штатив лабораторный с держателем для динамометра	
• динамометр 1	предел измерения 1 Н ( $C = 0,02$ Н)
• динамометр 2	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• пружина 1 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(50 \pm 2)$ Н/м
• пружина 2 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(10 \pm 2)$ Н/м
• три груза, обозначить № 1, № 2 и № 3	массой по $(100 \pm 2)$ г каждый
• наборный груз или набор грузов, обозначить № 4, № 5 и № 6	наборный груз, позволяющий устанавливать массу грузов: № 4 массой $(60 \pm 1)$ г, № 5 массой $(70 \pm 1)$ г и № 6 массой $(80 \pm 1)$ г, или набор отдельных грузов

• линейка и транспортир	длина 300 мм, с миллиметровыми делениями
• брусок с крючком и нитью	масса бруска $m = (50 \pm 5)$ г
• направляющая длиной не менее 500 мм. Должны быть обеспечены разные коэффициенты трения бруска по направляющей, обозначить А и Б	поверхность А – приблизительно 0,2; поверхность Б – приблизительно 0,6; или две направляющие с разными коэффициентами трения

**Внимание!** При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

**Образец возможного выполнения**

1. Схема экспериментальной установки:



2.  $F_{\text{тяги}} = F_{\text{тр}}$  (при равномерном движении).

$$F_{\text{тр}} = \mu N; N = P = mg, \text{ следовательно, } F_{\text{тр}} = \mu P, \text{ следовательно, } \mu = \frac{F_{\text{тяги}}}{P}.$$

3. Для измерения веса бруска с грузом используем динамометр № 2:

$$P = (1,5 \pm 0,1) \text{ Н.}$$

4. Для измерения силы тяги используем динамометр № 1:

$$F_{\text{тяги}} = (0,30 \pm 0,02) \text{ Н.}$$

5.  $\mu \approx 0,2$ .

**Указание экспертам**

Численное значение прямого измерения силы тяги должно попасть в интервал  $F = (0,30 \pm 0,04)$  Н; веса  $P = (1,5 \pm 0,3)$  Н

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: <i>для коэффициента трения скольжения через вес бруска с грузом и силу трения скольжения (силу тяги)</i> ); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае: <i>результаты измерения веса бруска с грузом и силы трения скольжения (силы тяги)</i> ); 4) полученное правильное значение искомой величины	3
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	2
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют. ИЛИ Записан правильный результат с учётом заданной абсолютной погрешности измерения только для одного из прямых измерений. В элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
Максимальный балл	3

### Как ориентируются летучие мыши

Летучие мыши обычно живут огромными стаями в пещерах, в которых они прекрасно ориентируются в полной темноте. Влетая и вылетая из пещеры, каждая мышь издает неслышимые нами звуки. Одновременно эти звуки издают тысячи мышей, но это никак не мешает им прекрасно ориентироваться в пространстве в полной темноте и летать, не сталкиваясь друг с другом. Почему летучие мыши могут уверенно летать в полной темноте, не натываясь на препятствия? Удивительное свойство этих ночных животных – умение ориентироваться в пространстве без помощи зрения – связано с их способностью испускать и улавливать ультразвуковые волны.

Оказалось, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частоте около 80 кГц, а затем принимает отражённые эхо-сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых.

Для того, чтобы сигнал был отражён препятствием, наименьший линейный размер этого препятствия должен быть не меньше длины волны посылаемого звука. Использование ультразвука позволяет обнаружить предметы меньших размеров, чем можно было бы обнаружить, используя более низкие звуковые частоты. Кроме того, использование ультразвуковых сигналов связано с тем, что с уменьшением длины волны легче реализуется направленность излучения, а это очень важно для эхолокации.

Реагировать на тот или иной объект мышь начинает на расстоянии порядка 1 метра, при этом длительность посылаемых мышью ультразвуковых сигналов уменьшается примерно в 10 раз, а частота их следования увеличивается до 100–200 импульсов (щелчков) в секунду. То есть, заметив объект, мышь начинает щелкать более часто, а сами щелчки становятся более короткими. Наименьшее расстояние, которое мышь может определить таким образом, составляет примерно 5 см.

Во время сближения с объектом охоты летучая мышь как бы оценивает угол между направлением своей скорости и направлением на источник отражённого сигнала и изменяет направление полёта так, чтобы этот угол становился все меньше и меньше.

- 21** Может ли летучая мышь, посылая сигнал частотой 80 кГц, обнаружить мошку размером 1 мм? Скорость звука в воздухе принять равной  $320 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .  
Ответ поясните.

Образец возможного ответа	
1) Нет. 2) Минимальный размер мошки должен быть не менее 4 мм. Чтобы сигнал был отражён, размер препятствия не должен быть меньше длины волны сигнала	
Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержится логический недочёт. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
Максимальный балл	2

- 22** В каком климате (влажном или сухом) человек легче переносит жару? Ответ поясните.

Образец возможного ответа	
1. В сухом климате жара переносится легче. 2. При жаркой погоде охлаждение тела человека регулируется испарением воды с поверхности тела (потоотделением). Однако в условиях высокой влажности испарение идёт менее интенсивно. Кроме того, охлаждению за счёт испарения препятствует обратный процесс – конденсация на поверхности тела горячего водяного пара, находящегося в воздухе, сопровождаемая выделением теплоты	
Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
Максимальный балл	2

- 23** В таблице приведена зависимость заряда  $q$ , протёкшего через резистор сопротивлением 2 Ом, от времени  $t$ . Какое количество теплоты выделится в резисторе за время наблюдения, если сила протекающего тока постоянна?

$t$ , с	0	1	2	3	4	5
$q$ , Кл	0	2	4	6	8	10

Возможный вариант решения	
Дано:	
$R = 2 \text{ Ом}$	$Q = I^2 R t$
$\tau = 4 \text{ с}$	$I = \frac{q}{t}$
$q = 10 \text{ Кл}$	$Q = \frac{q^2 R \tau}{t^2} = \frac{10^2 \cdot 2 \cdot 4}{5^2} = 32 \text{ Дж}$
$t = 5 \text{ с}$	
$Q = ?$	Ответ: $Q = 32 \text{ Дж}$

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон Джоуля – Ленца, формула определения силы тока); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

- 24** Маленький свинцовый шарик объёмом  $0,02 \text{ см}^3$  равномерно падает в воде. На какой глубине оказался шарик, если в процессе его движения выделилось количество теплоты, равное 12,42 мДж?

Возможный вариант решения	
Дано:	
$V_{\text{ш}} = 0,02 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$	$F_A + F_c = mg$ , откуда $F_c = mg - F_A$ .
$Q = 12,42 \text{ мДж} = 12,42 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$	$A = F_c h$
$\rho_{\text{ш}} = 11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$A = Q$
$\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$Q = (mg - F_A)h$ , где $F_A = \rho_{\text{в}} g V_{\text{ш}}$ , а $m = \rho_{\text{ш}} V_{\text{ш}}$ .
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$Q = V_{\text{ш}} g h (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}})$ , $h = \frac{Q}{V_{\text{ш}} g (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}})}$ ;
	$h = \frac{12,42 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot (11350 - 1000)} = 6 \text{ м}$
$h = ?$	Ответ: $h = 6 \text{ м}$

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон сохранения энергии, формула для расчёта массы тела по его объёму и плотности, второй закон Ньютона, формула для расчёта механической работы, формулы для силы тяжести и силы Архимеда); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2

Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.	1
ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

25

Имеются два электрических нагревателя мощностью по 800 Вт каждый. Сколько времени потребуется для нагревания 1 л воды на 80 °С, если нагреватели будут включены параллельно? Потерями энергии пренебречь.

Возможный вариант решения	
<u>Дано:</u> $P = 800 \text{ Вт}$ $V = 1 \text{ л} = 0,001 \text{ м}^3$ $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ $c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$ $\Delta t = 80 \text{ °C}$	$m = \rho \cdot V$ , значит, $m = 1 \text{ кг}$ $P = \frac{U^2}{R}$ , отсюда сопротивление одного нагревателя: $R = \frac{U^2}{P}$ . Закон сохранения энергии при нагревании воды при параллельном соединении двух спиралей: $Q = P_{\text{двух}} \tau$ , или $cm\Delta t = \frac{U^2}{R_{\text{общее}}} \tau = \frac{2U^2}{R} \tau = 2P\tau$ $\tau = \frac{cm\Delta t}{2P} = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 80}{2 \cdot 800} = 210 \text{ с}$
$\tau - ?$	Ответ: $\tau = 210 \text{ с}$

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон сохранения энергии, формула расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания воды, формула для расчёта сопротивления системы проводников при параллельном соединении, формула мощности тока, формула расчёта массы тела по его объёму и плотности); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3

Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.	2
ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.	
ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	1
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.	
ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка	0
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	
Максимальный балл	3

**Ответы к заданиям**

№ задания	Ответ
1	421
2	31
3	4
4	7156
5	2,5
6	18
7	2
8	2
9	1
10	26
11	21
12	21
13	15*
14	23*
15	4
16	13*
18	12
19	2
20	4

\* Цифры в ответе могут быть приведены в любой последовательности



## Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

17

Используя рычаг, три груза, штатив и динамометр, соберите установку для исследования равновесия рычага. Три груза подвесьте слева от оси вращения рычага следующим образом: два груза на расстоянии 12 см и один груз на расстоянии 6 см от оси. Определите момент силы, которую необходимо приложить к правому концу рычага на расстоянии 12 см от оси вращения рычага для того, чтобы он оставался в равновесии в горизонтальном положении. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов № 2:

- 1) зарисуйте схему экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта момента силы;
- 3) укажите результаты измерений приложенной силы и длины плеча с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение момента силы.

## Характеристика оборудования

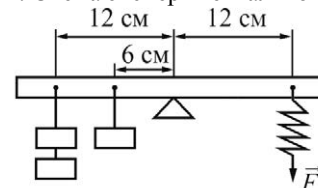
При выполнении задания используется комплект оборудования № 6 в составе.

Комплект № 6	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• штатив лабораторный с держателями	
• рычаг	длиной не менее 40 см, с креплениями для грузов
• блок подвижный	
• блок неподвижный	
• нить	
• три груза	массой по $(100 \pm 2)$ г каждый
• динамометр	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• линейка	длиной 300 мм, с миллиметровыми делениями
• транспортир	

**Внимание!** При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

## Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки:



2.  $M = FL$ .

3.  $F = (2,5 \pm 0,1)$  Н.

4.  $L = (0,120 \pm 0,002)$  м.

5.  $M = 2,5 \cdot 0,12 = 0,30$  Н·м.

## Указание экспертам

Значения прямых измерений силы упругости считаются верными, если они укладываются в границы  $F_{\text{упр}} = (2,5 \pm 0,3)$  Н

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: для момента силы через силу и её плечо); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае: результаты измерения плеча силы и силы); 4) полученное правильное значение искомой величины	3
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	2

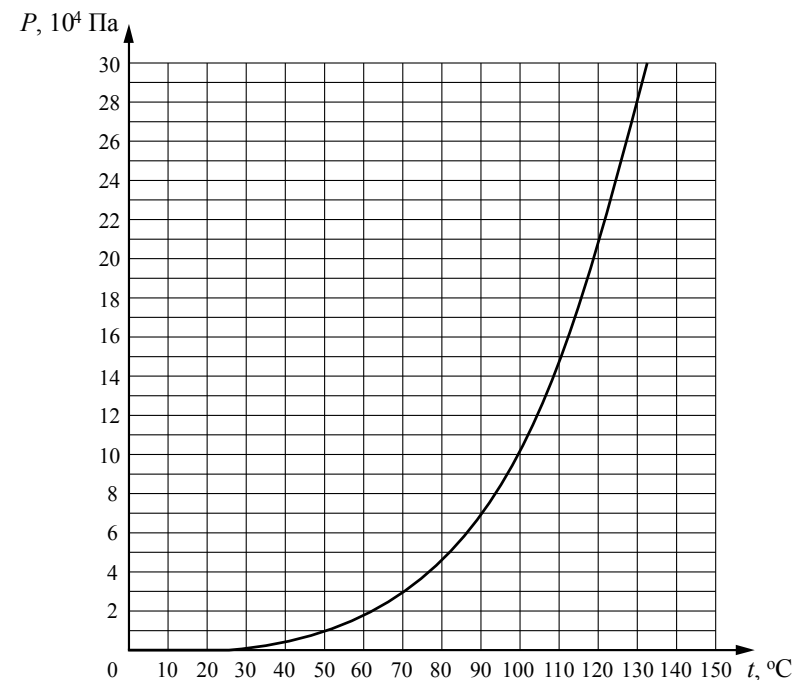
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.	1
ИЛИ Записан правильный результат с учётом заданной абсолютной погрешности измерения только для одного из прямых измерений. В элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют	
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
Максимальный балл	3

### Кипение

Ежедневно мы наблюдаем, как вода и её пар переходят друг в друга. Лужи на асфальте после дождя высыхают, а водяной пар в воздухе по утрам часто превращается в мельчайшие капельки тумана.

Что произойдёт, если сосуд с некоторым объёмом жидкости закрыть крышкой? Каждую секунду поверхность жидкости по-прежнему будут покидать самые быстрые молекулы, её масса будет уменьшаться, а концентрация молекул пара – увеличиваться. Одновременно с этим в жидкость из пара будет возвращаться часть его молекул, и чем больше будет концентрация пара, тем интенсивней будет процесс конденсации. Наконец наступит такое состояние, когда число молекул, возвращающихся в жидкость в единицу времени, в среднем станет равным числу молекул, покидающих её за это время. Такое состояние называют *динамическим равновесием*, а соответствующий пар – *насыщенным паром*.

Давление насыщенного пара зависит от вида жидкости и температуры. Чем тяжелее оторвать молекулы жидкости друг от друга, тем меньше будет давление её насыщенного пара. Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры представлена на рисунке.



Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры

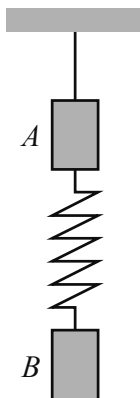
*Кипением* называется процесс образования большого числа пузырьков пара, происходящий по всему объёму жидкости и на её поверхности при нагревании. На самом деле эти пузырьки присутствуют в жидкости всегда, но их размеры растут и они становятся заметны только при кипении. Пузырьки расширяются и под действием выталкивающей силы Архимеда отрываются от дна, всплывают и лопаются на поверхности.

Кипение начинается при той температуре, когда пузырьки газа имеют возможность расширяться, а это происходит, если давление насыщенного пара вырастет до атмосферного давления. Таким образом, температура кипения – это температура, при которой давление насыщенного пара данной жидкости равно атмосферному давлению (давлению над поверхностью жидкости).

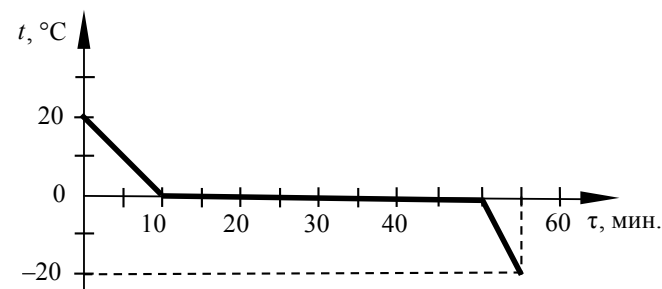
- 21 Можно ли наблюдать процесс пузырькового кипения воды на космической станции в условиях невесомости? Ответ поясните.

Образец возможного ответа	
1. Нельзя. 2. При пузырьковом кипении сила Архимеда выталкивает растущие пузырьки пара к поверхности. Сила Архимеда возникает из-за разности гидростатического давления воды на разных глубинах. В условиях невесомости гидростатическое давление внутри жидкости отсутствует, и сила Архимеда равна нулю	
Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержится логический недочёт. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
Максимальный балл	2

- 22 К невесомой нити (см. рисунок) подвешен груз  $A$ . К нему на пружине прикрепляют груз  $B$  и затем нить пережигают. Какой из грузов в начале падения имеет относительно Земли большее ускорение? Ответ поясните.



- 23 Зависимость температуры 1 кг воды от времени в процессе охлаждения представлена на графике. Какое количество теплоты выделилось за 55 мин. охлаждения?



Образец возможного ответа	
1. Груз $A$ . 2. В начале падения пружина растянута. Сила упругости, действующая со стороны пружины на груз $A$ , будет сообщать ему дополнительное ускорение, направленное вертикально вниз, а сила упругости, действующая со стороны пружины на груз $B$ , будет сообщать ему дополнительно ускорение, направленное вертикально вверх. Поэтому относительно земли груз $A$ будет падать с ускорением большим, а груз $B$ – с меньшим, чем ускорение свободного падения	
Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны, или неверны, или отсутствуют	0
Максимальный балл	2

Возможный вариант решения	
Дано: $m = 1 \text{ кг}$ $c_1 = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ $c_2 = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_3 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ $Q_1 = c_1 \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$ $Q_2 = \lambda \cdot m$ $Q_3 = c_2 \cdot m \cdot (t_2 - t_3)$  $Q = c_1 \cdot m \cdot (t_1 - t_2) + \lambda \cdot m + c_2 \cdot m \cdot (t_2 - t_3) =$ $= 4200 \cdot 1 \cdot 20 + 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1 + 2100 \cdot 1 \cdot 20 =$ $= 456 \text{ 000 Дж} = 456 \text{ кДж}$
$Q = ?$	Ответ: $Q = 456 \text{ 000 Дж} = 456 \text{ кДж}$

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: формула для количества теплоты при нагревании вещества, формула для количества теплоты при плавлении вещества); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

24

Автомобиль массой 1 т трогается с места и движется с ускорением  $1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Определите работу силы тяги на первых 10 м пути, если сила сопротивления равна 200 Н.

Возможный вариант решения	
Дано: $m = 1000 \text{ кг}$ $S = 10 \text{ м}$ $a = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $F_{\text{сопр.}} = 200 \text{ Н}$ $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$m\vec{a} = \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{сопр.}}$ $ma = F_T - F_{\text{сопр.}}$ $F_T = ma + F_{\text{сопр.}}$ $A = F_T S$ $A = (ma + F_{\text{сопр.}}) \cdot S$ $A = (1000 \cdot 1,2 + 200) \cdot 10 = 14000 \text{ Дж}$
$A = ?$	Ответ: $A = 14000 \text{ Дж}$

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: второй закон Ньютона, формула для расчёта механической работы); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2

Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.	1
ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

- 25** Имеются два одинаковых электрических нагревателя мощностью 600 Вт каждый. На сколько градусов можно нагреть 2 л воды за 7 мин., если нагреватели будут включены последовательно в электросеть с напряжением, на которое рассчитан каждый из них? Потерями энергии пренебречь.

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u>  <math>P = 600 \text{ Вт}</math>  <math>V = 2 \text{ л} = 0,002 \text{ м}^3</math>  <math>\rho = 1000 \text{ кг/м}^3</math>  <math>c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}</math>  <math>\tau = 420 \text{ с}</math></p>	<p><math>m = \rho \cdot V</math>, значит <math>m = 1000 \cdot 0,002 = 2 \text{ кг}</math></p> <p><math>P = \frac{U^2}{R}</math>, отсюда сопротивление одного нагревателя равно <math>R = \frac{U^2}{P}</math></p> <p>Закон сохранения энергии при нагревании воды при последовательном соединении двух спиралей:</p> $Q = P_{\text{двух}} \tau \text{ или } cm\Delta t = \frac{U^2}{R_{\text{общее}}} \tau = \frac{U^2}{2R} \tau = \frac{P}{2} \tau.$ $\Delta t = \frac{P\tau}{2cm} = \frac{600 \cdot 420}{2 \cdot 4200 \cdot 2} = 15 \text{ °C}$
$\Delta t - ?$	Ответ: $\Delta t = 15 \text{ °C}$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон сохранения энергии, формула расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания воды, формула для расчёта сопротивления системы проводников при последовательном соединении, формула мощности тока, формула расчёта массы тела по его объёму и плотности);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
Максимальный балл	3