

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: ν – 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) νT
 Б) $\frac{1}{T}$

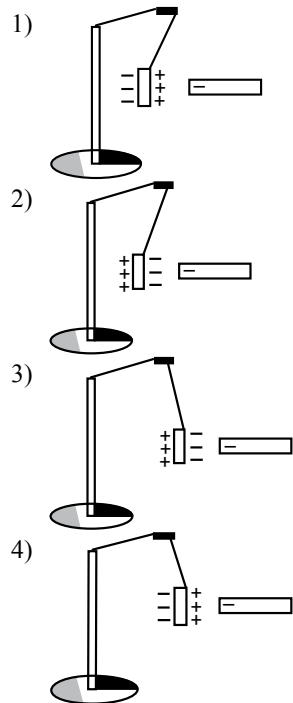
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

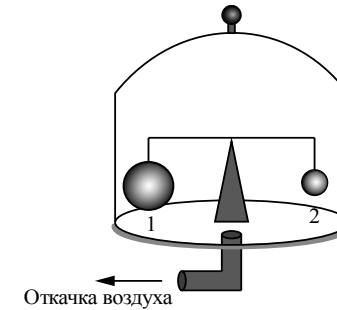
- 3 К незаряженной лёгкой металлической гильзе, подвешенной на шёлковой нити, поднесли, не касаясь, отрицательно заряженную эбонитовую палочку. На каком рисунке правильно показаны поведение гильзы и распределение зарядов на ней?



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.

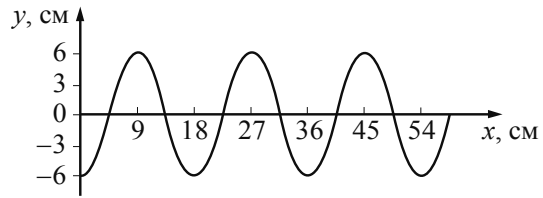
Ответ:

А	Б	В	Г

- 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°C отдаёт количество теплоты, равное 8000 Дж. Чему равна масса этого тела?

Ответ: _____ кг.

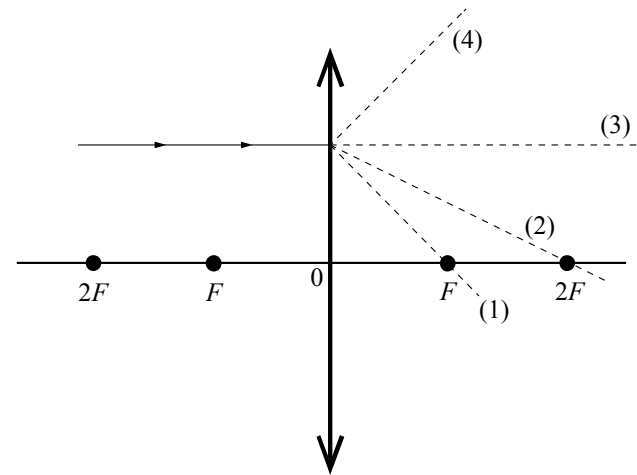
8 Результаты измерения силы тока в резисторе при разных напряжениях на его клеммах показаны в таблице.

$U, \text{В}$	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?

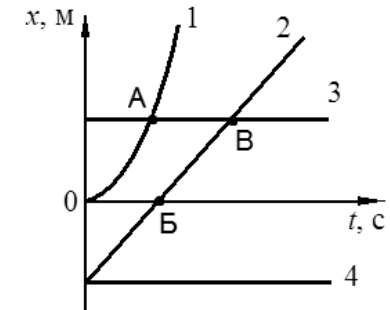
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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 .

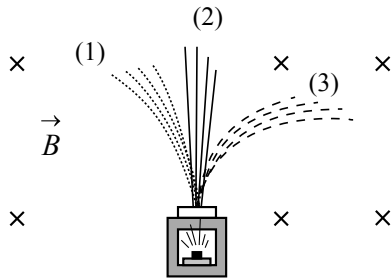


Используя рисунок, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 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 компоненты (см. рисунок). Магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости рисунка от читателя.

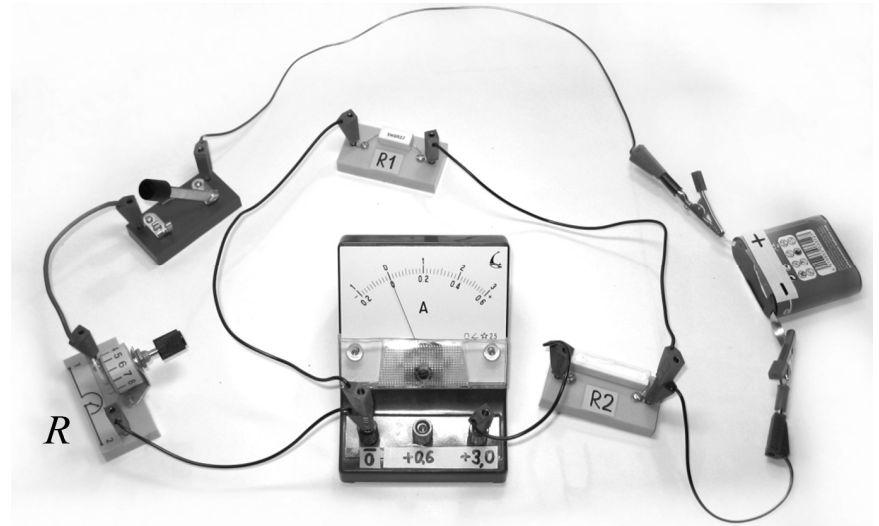


Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 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 фехралевые 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 ²	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 ± 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

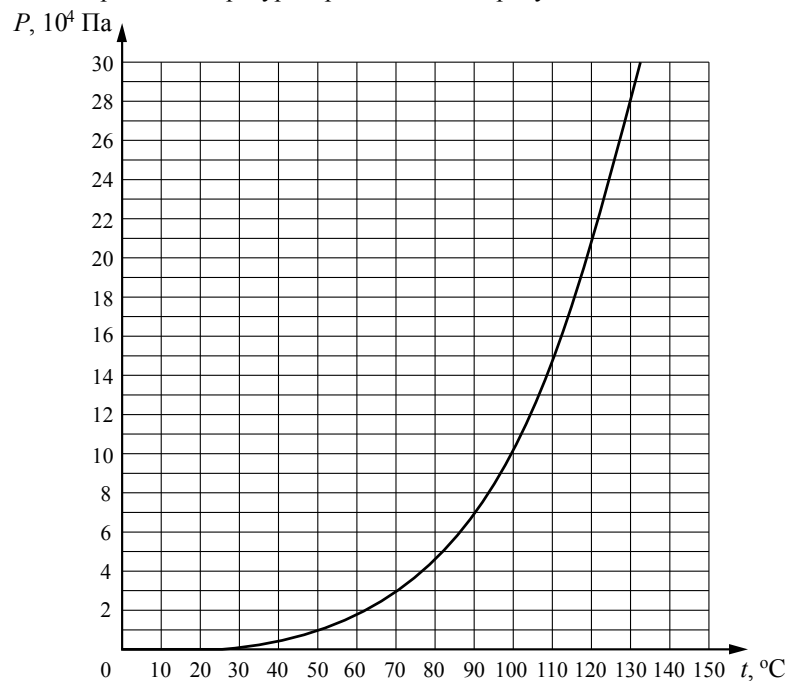
Прочитайте текст и выполните задания 19–21.

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 $1,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. 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 $0,2 \text{ Па}$. Это означает, что

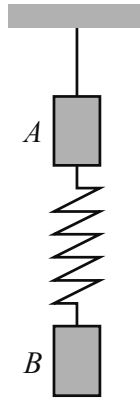
- 1) кипение воды при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ невозможно
- 2) кипение ртути при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ невозможно
- 3) взаимодействие между молекулами воды сильнее взаимодействия между молекулами ртути
- 4) взаимодействие между молекулами ртути сильнее взаимодействия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

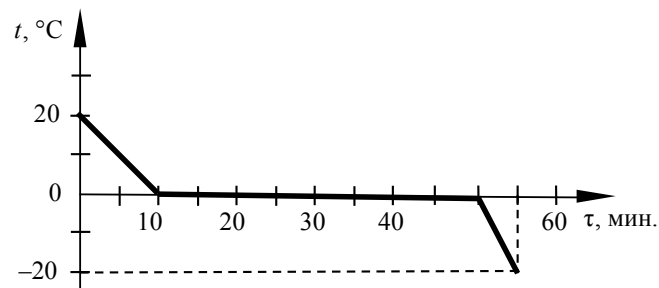
- 21 Можно ли наблюдать процесс пузырькового кипения воды на космической станции в условиях невесомости? Ответ поясните.

- 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 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 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	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 ± 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

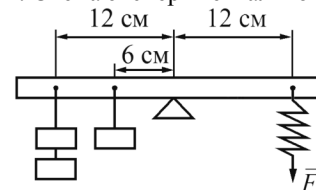
При выполнении задания используется комплект оборудования № 6 в составе.

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 ± 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 $F_{\text{впр}} = (2,5 \pm 0,3)$ 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

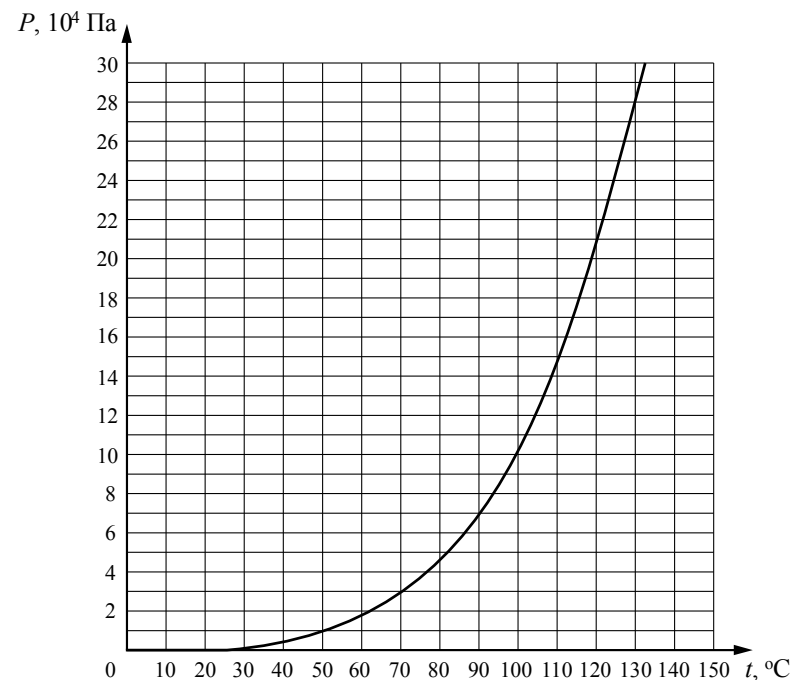
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.	1
ИЛИ	
Записан правильный результат с учётом заданной абсолютной погрешности измерения только для одного из прямых измерений. 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
<i>Максимальный балл</i>	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

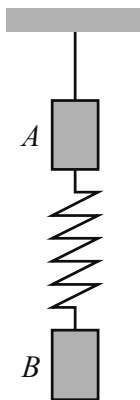
Кипением называется процесс образования большого числа пузырьков пара, происходящий по всему объёму жидкости и на её поверхности при нагревании. На самом деле эти пузырьки присутствуют в жидкости всегда, но их размеры растут и они становятся заметны только при кипении. Пузырьки расширяются и под действием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

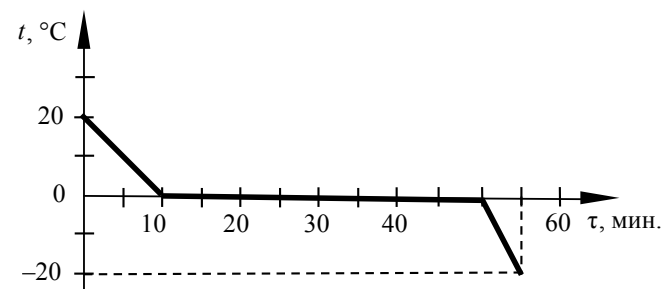
- 21 Можно ли наблюдать процесс пузырькового кипения воды на космической станции в условиях невесомости? Ответ поясните.

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
<i>Максимальный балл</i>	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 бóльшим, 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
<i>Максимальный балл</i>	2

Возможный вариант решения	
Дано: $m = 1 \text{ кг}$ $c_1 = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$ $c_2 = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$ $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ $t_1 = 20 \text{ °C}$ $t_2 = 0 \text{ °C}$ $t_3 = -20 \text{ °C}$	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ $Q_1 = c_1 \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$ $Q_2 = \lambda \cdot m$ $Q_3 = c_2 \cdot m \cdot (t_2 - t_3)$ $Q = c_1 \cdot m \cdot (t_1 - t_2) + \lambda \cdot m + c_2 \cdot m \cdot (t_2 - t_3) =$ $= 4200 \cdot 1 \cdot 20 + 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1 + 2100 \cdot 1 \cdot 20 =$ $= 456 \text{ 000 Дж} = 456 \text{ кДж}$
$Q = ?$	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. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> 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
<i>Максимальный балл</i>	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> $P = 600 \text{ Вт}$ $V = 2 \text{ л} = 0,002 \text{ м}^3$ $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$ $\tau = 420 \text{ с}$</p>	<p>$m = \rho \cdot V$, значит $m = 1000 \cdot 0,002 = 2 \text{ кг}$ $P = \frac{U^2}{R}$, отсюда сопротивление одного нагревателя равно $R = \frac{U^2}{P}$ Закон сохранения энергии при нагревании воды при последовательном соединении двух спиралей: $Q = P_{\text{двух}} \tau$ или $cm\Delta t = \frac{U^2}{R_{\text{общее}}} \tau = \frac{U^2}{2R} \tau = \frac{P}{2} \tau$. $\Delta t = \frac{P\tau}{2cm} = \frac{600 \cdot 420}{2 \cdot 4200 \cdot 2} = 15 \text{ °C}$</p>
$\Delta t - ?$	<i>Ответ:</i> $\Delta t = 15 \text{ °C}$

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 последовательном 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. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. <p style="text-align: center;">ИЛИ</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	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> 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 <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0 3