

Тренировочная работа № 1**по ФИЗИКЕ****8 октября 2012 года****9 класс****Вариант 1****Район****Город (населённый пункт).****Школа****Класс****Фамилия****Имя****Отчество****Инструкция по выполнению работы**

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 27 заданий.

Часть 1 содержит 19 заданий (1–19). К каждому из первых 18 заданий приводится четыре варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении этих заданий части 1 обведите кружком номер выбранного ответа в экзаменационной работе. Если Вы обвели не тот номер, то зачеркните этот обведённый номер крестиком, а затем обведите номер нового ответа. Ответ на задание 19 части 1 записывается на отдельном листе.

Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом (20–23). При выполнении заданий части 2 ответ записывается в экзаменационной работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Часть 3 содержит 4 задания (24–27), на которые следует дать развёрнутый ответ. Ответы на задания части 3 записываются на отдельном листе. Задание 24 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

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

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

Желаем успеха!

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

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		

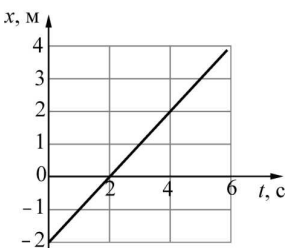
Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °C)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

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

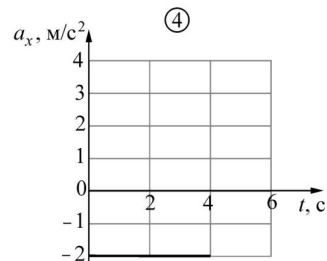
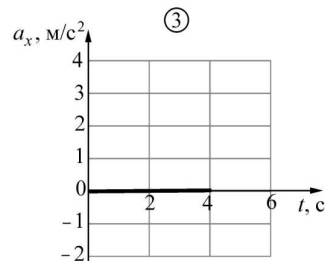
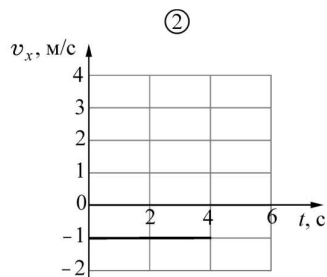
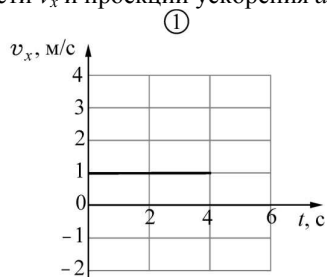
Часть 1

При выполнении заданий с выбором ответа (1–18) обведите кружком номер правильного ответа в экзаменационной работе.

1 Материальная точка движется вдоль оси Ox . На рисунке представлен график зависимости координаты x этой точки от времени t



На следующих рисунках изображены графики зависимостей от времени проекции скорости v_x и проекции ускорения a_x



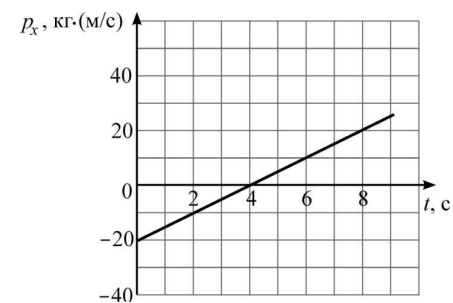
Исходному графику зависимости координаты точки от времени соответствуют графики

- 1) 1 и 4 2) 2 и 4 3) 1 и 3 4.) 2 и 3

2 | Аэростат летит равномерно и прямолинейно параллельно горизонтальной дороге, на которой находится неподвижный автомобиль. Выберите правильное утверждение.

- 1.) Система отсчёта, связанная с аэростатом, является инерциальной, а система отсчёта, связанная с автомобилем, инерциальной не является.
- 2.) Система отсчёта, связанная с автомобилем, является инерциальной, а система отсчёта, связанная с аэростатом, инерциальной не является.
- 3.) Система отсчёта, связанная с любым из этих тел, является инерциальной.
- 4.) Система отсчёта, связанная с любым из этих тел, не является инерциальной.

3 | Тело массой 5 кг движется вдоль оси Ox . На рисунке представлен график зависимости проекции p_x импульса этого тела от времени t .



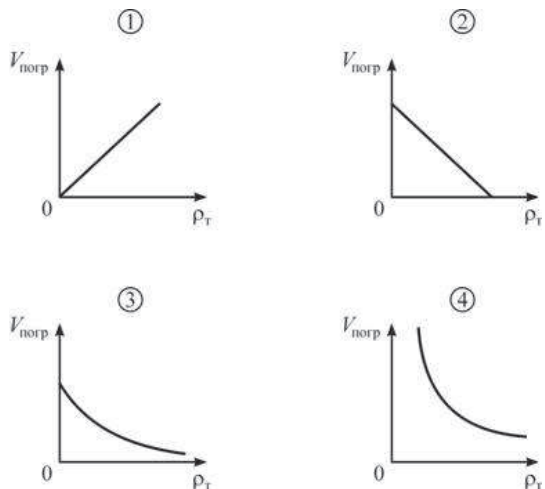
Из графика следует, что

- 1) проекция начальной скорости тела на ось Ox равна -20 м/с.
- 2.) проекция начальной скорости тела на ось Ox равна 4 м/с.
- 3) проекция ускорения тела на ось Ox равна -5 м/с².
- 4) проекция ускорения тела на ось Ox равна 1 м/с².

4 | Звук может распространяться

- 1) только в жидкостях
- 2.) только в газах
- 3) только в твёрдых телах
- 4.) в жидкостях, в газах и в твёрдых телах

5 Тело плавает в жидкости. На каком из приведённых ниже графиков правильно показана зависимость объёма $V_{\text{погр}}$ погружённой в жидкость части тела от плотности ρ_T тела?

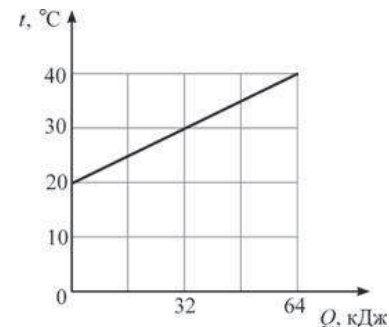


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

6 Внутри кубика имеется кубическая полость. Плотность материала, из которого сделан кубик, $2,5 \text{ г/см}^3$, длина ребра кубика 10 см, длина ребра полости внутри кубика 1 см. В жидкости плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ этот кубик

- 1) утонет
- 2) погрузится примерно на четверть своего объёма
- 3) погрузится примерно наполовину
- 4) погрузится примерно на восьмую часть своего объёма

7 На рисунке изображён график зависимости температуры t двух килограммов некоторой жидкости от сообщаемого ей количества теплоты Q .



Чему равна удельная теплоёмкость этой жидкости?

- 1) $1600 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$
- 2) $3200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$
- 3) $1562,5 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$
- 4) $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$

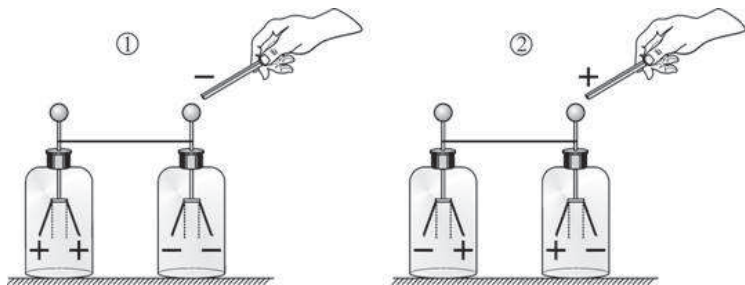
8 Три цилиндра одинаковых высоты и радиуса, сделанные из алюминия, цинка и меди, нагрели до одинаковой температуры и поставили торцами на горизонтальную поверхность льда, имеющую температуру 0 °C . Когда установилось тепловое равновесие, цилиндры проплавляли во льду цилиндрические углубления. Считая, что вся теплота, отводимая от цилиндров при их остывании, передавалась льду, определите, под каким из цилиндров углубление получилось больше.

- 1) под цинковым
- 2) под алюминиевым
- 3) под медным
- 4) под всеми тремя цилиндрами углубления получились одинаковыми

9 В тепловой машине потери энергии составляют $\frac{2}{5}$ от энергии, выделяющейся при сгорании топлива. КПД этой тепловой машины равен

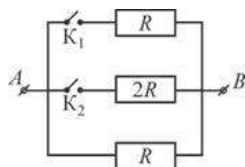
- 1) $\frac{2}{5}$
- 2) $\frac{3}{5}$
- 3) $\frac{5}{3}$
- 4) $\frac{5}{2}$

10 Два незаряженных электроскопа соединены проволокой. К одному из них подносят заряженную палочку. Заряды, которые могут находиться на палочке и на листочках электроскопов,



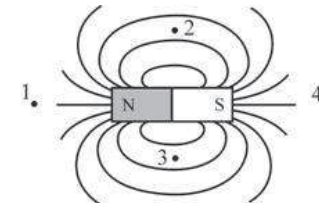
- 1) правильно показаны только на рисунке 1
- 2) правильно показаны только на рисунке 2
- 3) правильно показаны и на рисунке 1, и на рисунке 2
- 4) не показаны правильно ни на рисунке 1, ни на рисунке 2

11 На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из трёх резисторов и двух ключей K_1 и K_2 . К точкам A и B приложено постоянное напряжение. Максимальная сила тока, текущего через участок цепи AB , может быть получена



- 1) при замыкании только ключа K_1
- 2) при замыкании только ключа K_2
- 3) при замыкании обоих ключей одновременно
- 4) при обоих одновременно разомкнутых ключах

12 Линия магнитного поля изображённого на рисунке полосового магнита направлена строго вправо в точках



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

13 На рисунках показана тонкая собирающая линза, находящаяся на линии AA' , и её главная оптическая ось (горизонтальная пунктирная линия). Ход луча света 1 через эту линзу изображён

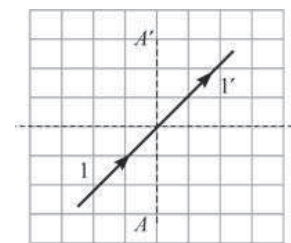


Рис. 1

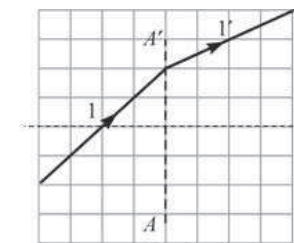


Рис. 2

- 1) правильно только на рис. 1
- 2) правильно только на рис. 2
- 3) правильно и на рис. 1, и на рис. 2
- 4) неправильно и на рис. 1, и на рис. 2

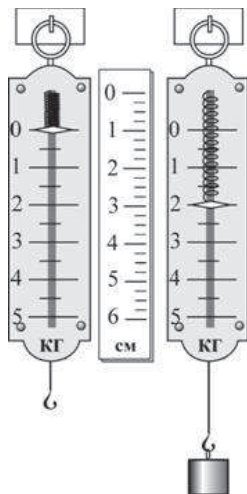
14 К источнику постоянного напряжения подключено сопротивление R . Затем последовательно с ним подключают второе такое же сопротивление. При этом мощность, выделяющаяся в цепи,

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) не изменится

15 Можно утверждать, что ядра атомов
 А. являются мельчайшими неделимыми частицами материи
 Б. имеют электрический заряд

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

16 Жёсткость пружины динамометра, изображённого на рисунке, равна



- 1) 200 Н/м 2) 1000 Н/м 3) 2000 Н/м 4) 4000 Н/м

Прочитайте текст и выполните задания 17–19.

Фазовые диаграммы

Вещества вокруг нас чаще всего находятся в одном из трёх основных агрегатных состояний – твёрдом, жидком либо газообразном. При определённых условиях, своих для каждого вещества, возможны переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое. Агрегатные состояния вещества часто называют **фазами**, а переходы между ними – **фазовыми переходами**. Например, вода при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. переходит из жидкой фазы в твёрдую (при отводе теплоты) либо из твёрдой фазы в жидкую (при подводе теплоты). При отсутствии теплообмена с окружающими телами две фазы вещества могут существовать одновременно (например, при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. лёд и вода могут находиться в тепловом равновесии друг с другом). Опыт показывает, что температура, при которой происходит тот или иной фазовый переход, зависит от давления. Например, при понижении давления температура кипения воды понижается, и поэтому высоко в горах вода кипит при температуре, меньшей $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для того чтобы определять, в какой фазе будет находиться вещество при данных условиях, а также находить, как будут происходить взаимные превращения между фазами, используются специальные графики, которые называются **фазовыми диаграммами**. В качестве примера на рисунке показана фазовая диаграмма для воды.

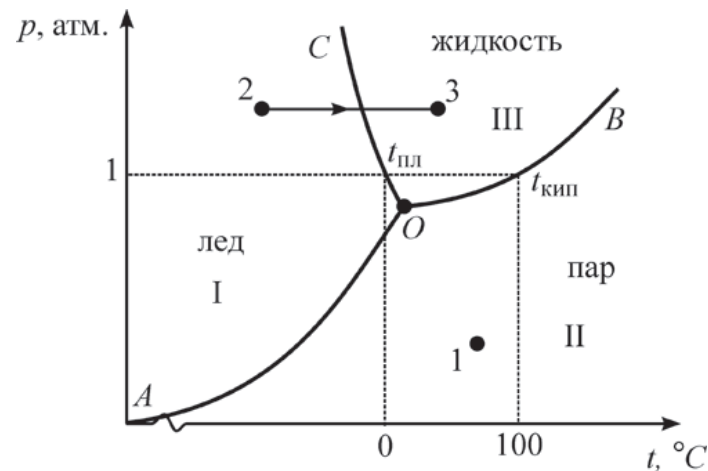


Рисунок. Фазовая диаграмма для воды

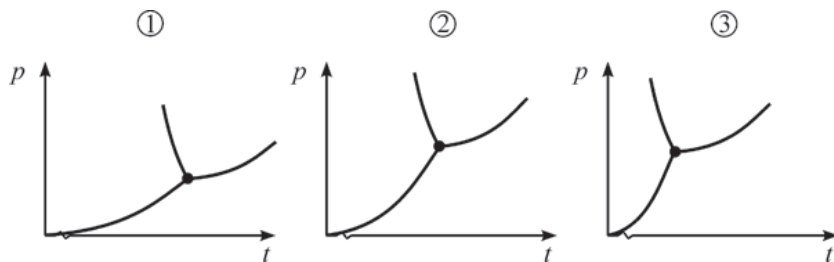
Фазовая диаграмма представляет собой график, по горизонтальной оси которого отложена температура t (в $^{\circ}\text{C}$), а по вертикальной оси – давление p (в атм.). Линиями на диаграмме показаны все возможные наборы температуры и давления, при которых происходит тот или иной фазовый переход. На нашем рисунке линия AO соответствует фазовому переходу лёд-пар (и обратно), линия BO – фазовому переходу пар-жидкость (и обратно), линия CO – фазовому переходу жидкость-лёд (и обратно). Соответственно, области I на диаграмме соответствует твёрдое состояние воды, области II – газообразное состояние, а области III – жидкое состояние. Для того чтобы определить, в каком состоянии находится вода при данных условиях, нужно выяснить, в какой из этих областей на диаграмме лежит соответствующая точка. Например, при температуре $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 0,2 атм. соответствующая точка 1 лежит на диаграмме в области II, что соответствует газообразному состоянию. Также при помощи фазовой диаграммы можно определять, какой фазовый переход будет совершать вещество при изменении одного из параметров. Например, если при постоянном давлении 1,3 атм. увеличивать температуру от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, то вода будет переходить из твёрдого состояния 2 в жидкое состояние 3. Наконец, при помощи фазовой диаграммы можно выяснить, как изменяется температура фазового перехода при изменении давления. Например, из диаграммы видно, что при повышении давления температура кипения увеличивается (кривая OB).

Из фазовой диаграммы видно, что линии AO , BO и CO сходятся в одной точке O . Это означает, что при температуре и давлении, соответствующих точке O , три фазы воды (твёрдая, жидкая и газообразная) могут одновременно существовать в равновесии друг с другом. Точка O называется **тройной точкой**.

17 Из фазовой диаграммы воды, приведённой на рисунке в тексте, следует, что температура фазового перехода лёд-жидкость (температура плавления $t_{пл}$) при увеличении давления

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) сначала увеличивается, а потом уменьшается

18 На рисунке приведены фазовые диаграммы для трёх различных веществ. У какого из веществ выше температура тройной точки? Масштабы на всех графиках одинаковые.



- 1) у первого
- 2) у второго
- 3) у третьего
- 4) у всех трёх веществ одинаковая

При выполнении задания 19 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

19 Водяной пар находится при температуре $+20\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении ниже, чем давление в тройной точке. Можно ли при этом давлении, охлаждая пар, перевести его сразу в твёрдое состояние, минуя жидкую фазу? Ответ поясните при помощи фазовой диаграммы.

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 20–23) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.

20 Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения в Международной системе единиц (СИ): к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- | | |
|--------------------------------------|---------|
| А) работа силы | 1) Н |
| Б) удельное сопротивление проводника | 2) Вт |
| В) сила Архимеда | 3) Дж |
| | 4) Ом |
| | 5) Ом·м |

Ответ:

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

21 Резиновый шарик с легко растягивающейся оболочкой, надутый у основания высокой горы, переносят от основания этой горы на её вершину. Как изменятся по мере подъёма шарика следующие физические величины: потенциальная энергия шарика относительно основания горы, давление воздуха снаружи шарика, плотность воздуха внутри шарика? Температуру воздуха везде считать постоянной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

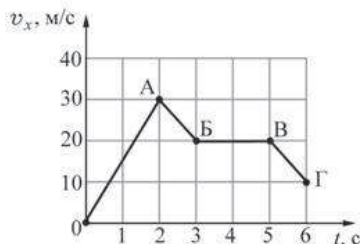
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|---|------------------|
| А) потенциальная энергия шарика относительно основания горы | 1) увеличивается |
| Б) давление воздуха снаружи шарика | 2) уменьшается |
| В) плотность воздуха внутри шарика | 3) не изменяется |

Ответ:

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

22 Тело массой 3 кг движется вдоль оси OX . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Используя график, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.



- 1) На участке OA на тело действовала равнодействующая сила, равная по модулю 90 Н.
- 2) На участке AB тело двигалось с ускорением, модуль которого равен 10 м/с^2 .
- 3) На участке BB тело покоилось.
- 4) На участке $BГ$ тело двигалось со скоростью, равной по модулю 10 м/с.
- 5) На участках AB и $BГ$ на тело действовала одинаковая по модулю и направлению равнодействующая сила.

Ответ:

23 Ученик провёл серию экспериментов по изучению процессов теплообмена. Для этого он использовал калориметр с очень маленькой удельной теплоёмкостью, в который он наливал воду при температуре $+20 \text{ }^\circ\text{C}$. Ученик опускал в воду тела разных масс, изготовленные из различных материалов и предварительно нагретые до температуры $+60 \text{ }^\circ\text{C}$, дождался установления теплового равновесия и с помощью термометра измерял (с точностью до $1 \text{ }^\circ\text{C}$), на сколько градусов повысилась температура воды в калориметре. Результаты измерений представлены в таблице.

№ опыта	Удельная теплоёмкость тела, Дж/(кг·°C)	Масса тела, г	Повышение температуры воды Δt , °C
1	920	300	10
2	920	600	16
3	500	150	3
4	130	600	3

Какие утверждения соответствуют результатам проведённых экспериментальных измерений?

Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

- 1) Если, не изменяя другие величины, изменить массу тела в 2 раза, то повышение температуры воды также изменится в 2 раза.
- 2) При увеличении удельной теплоёмкости тела повышение температуры воды обязательно увеличивается
- 3) Если, не изменяя другие величины, увеличить удельную теплоёмкость тела, то повышение температуры воды увеличится.
- 4) Удельная теплоёмкость воды намного меньше удельной теплоёмкости использовавшихся тел.
- 5) Если, не изменяя другие величины, уменьшить массу тела, то повышение температуры воды уменьшится.

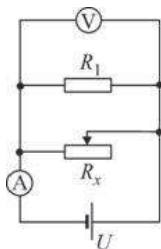
Ответ:

Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 24–27) используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24 Используя источник постоянного тока с напряжением 4,5 В, амперметр, вольтметр, соединённые параллельно резисторы $R_1 = 12$ Ом и переменный резистор (реостат) R_x , ползунок которого установлен в произвольном положении, определите силу тока I_x в реостате R_x путём измерения силы тока, текущего через источник, и напряжения на резисторе R_1 .

1. Соберите электрическую схему, показанную на рисунке.



2. Установите ползунок реостата примерно на середину.
3. Измерьте силу тока, текущего через источник.
4. Измерьте напряжение на резисторе R_1 .
5. Определите неизвестную силу тока I_x в реостате R_x .

В бланке ответов:

- 1) изобразите схему изучаемой электрической цепи и укажите на ней направления токов, протекающих через резистор R_1 и реостат R_x .
- 2) укажите результаты измерений силы тока I , текущего через источник, и напряжения U_1 на резисторе R_1 , указав примерную погрешность измерений;

- 3) запишите закон Ома для участка цепи, содержащего резистор R_1 , определите, таким образом, силу тока I_1 в резисторе R_1 ; вычислите силу тока I_1 ;
- 4) запишите правило для токов при параллельном соединении проводников;
- 5) используя п. 2–4, получите формулу для неизвестной силы тока I_x в реостате R_x и запишите её;
- 6) определите численное значение силы тока I_x , оцените погрешность её измерения.

Задание 25 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

25 Железный кубик, лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, притягивается к северному полюсу постоянного полосового магнита, скользя по этой поверхности. Как движется кубик: равномерно, равноускоренно или с постоянно возрастающим по модулю ускорением? Ответ поясните.

Для заданий 26–27 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.

- 26** Груз массой 2 кг равномерно втаскивают по шероховатой наклонной плоскости, имеющей высоту 0,6 м и длину 1 м, действуя на него силой, равной по модулю 20 Н и направленной вдоль наклонной плоскости. Чему равен КПД наклонной плоскости?
- 27** К клеммам источника постоянного напряжения подключены две последовательно соединённые проволоки одинаковой длины. Первая проволока – стальная, с площадью поперечного сечения 1 мм^2 , вторая – алюминиевая, с площадью поперечного сечения 2 мм^2 . Известно, что через некоторое время после замыкания ключа стальная проволока нагрелась на $9,2^\circ\text{C}$. На сколько градусов Цельсия за это же время нагрелась алюминиевая проволока? Удельное электрическое сопротивление стали $\lambda_{\text{ст}} = 0,1 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$. Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа.

Тренировочная работа № 1**по ФИЗИКЕ****8 октября 2012 года****9 класс****Вариант 2**

Район	_____
Город (населённый пункт).	_____
Школа	_____
Класс	_____
Фамилия	_____
Имя	_____
Отчество	_____

Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 27 заданий.

Часть 1 содержит 19 заданий (1–19). К каждому из первых 18 заданий приводится четыре варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении этих заданий части 1 обведите кружком номер выбранного ответа в экзаменационной работе. Если Вы обвели не тот номер, то зачеркните этот обведённый номер крестиком, а затем обведите номер нового ответа. Ответ на задание 19 части 1 записывается на отдельном листе.

Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом (20–23). При выполнении заданий части 2 ответ записывается в экзаменационной работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Часть 3 содержит 4 задания (24–27), на которые следует дать развёрнутый ответ. Ответы на задания части 3 записываются на отдельном листе. Задание 24 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

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

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

Желаем успеха!

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

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

Плотность			
бензин	$710 \frac{кг}{м^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{кг}{м^3}$
спирт	$800 \frac{кг}{м^3}$	парафин	$900 \frac{кг}{м^3}$
керосин	$800 \frac{кг}{м^3}$	лёд	$900 \frac{кг}{м^3}$
масло машинное	$900 \frac{кг}{м^3}$	алюминий	$2700 \frac{кг}{м^3}$
вода	$1000 \frac{кг}{м^3}$	мрамор	$2700 \frac{кг}{м^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{кг}{м^3}$	цинк	$7100 \frac{кг}{м^3}$
вода морская	$1030 \frac{кг}{м^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{кг}{м^3}$
глицерин	$1260 \frac{кг}{м^3}$	медь	$8900 \frac{кг}{м^3}$
ртуть	$13\ 600 \frac{кг}{м^3}$	свинец	$11\ 350 \frac{кг}{м^3}$

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

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

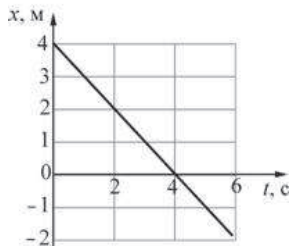
Удельное электрическое сопротивление, $\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$ (при 20 °C)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

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

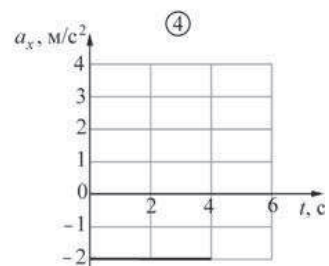
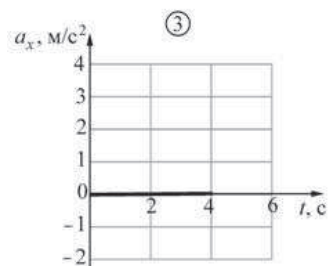
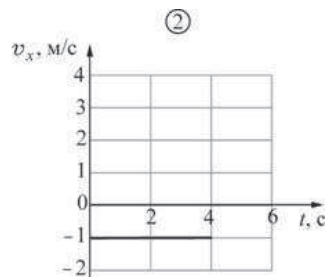
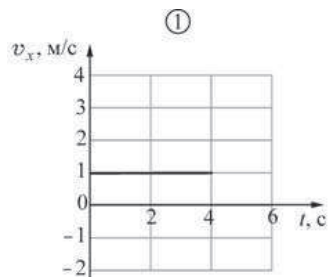
Часть 1

При выполнении заданий с выбором ответа (1–18) обведите кружком номер правильного ответа в экзаменационной работе.

1 Материальная точка движется вдоль оси OX . На рисунке представлен график зависимости координаты x этой точки от времени t .



На следующих рисунках изображены графики зависимостей от времени проекции скорости v_x и проекции ускорения a_x .



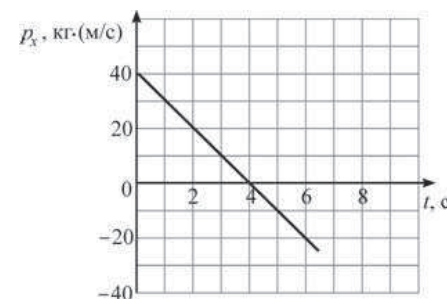
Исходному графику зависимости координаты точки от времени соответствуют графики

- 1) 1 и 4 2) 2 и 4 3) 1 и 3 4) 2 и 3

2 | Аэростат движется равномерно и прямолинейно параллельно горизонтальной дороге, по которой равноускоренно движется автомобиль. Выберите правильное утверждение.

- 1) Система отсчёта, связанная с аэростатом, является инерциальной, а система отсчёта, связанная с автомобилем, инерциальной не является.
- 2) Система отсчёта, связанная с автомобилем, является инерциальной, а система отсчёта, связанная с аэростатом, инерциальной не является.
- 3) Система отсчёта, связанная с любым из этих тел, является инерциальной.
- 4) Система отсчёта, связанная с любым из этих тел, не является инерциальной.

3 | Тело массой 5 кг движется вдоль оси OX . На рисунке представлен график зависимости проекции p_x импульса этого тела от времени t .



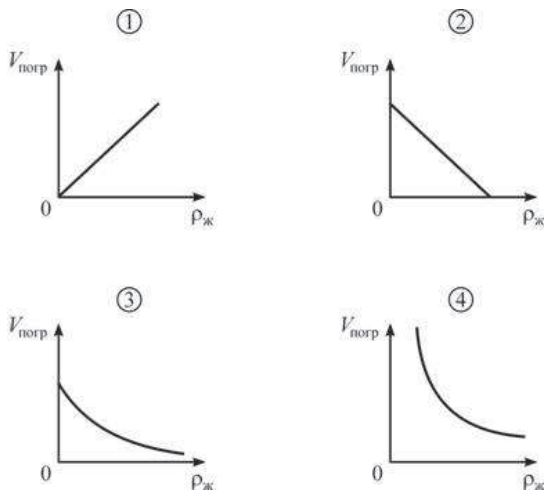
Из графика следует, что

- 1) проекция начальной скорости тела на ось OX равна 40 м/с
- 2) проекция начальной скорости тела на ось OX равна -8 м/с
- 3) проекция ускорения тела на ось OX равна -2 м/с²
- 4) проекция ускорения тела на ось OX равна 10 м/с²

4 | Звук не может распространяться

- 1) в жидкостях
- 2) в газах
- 3) в твёрдых телах
- 4) в отсутствие материальной среды (в вакууме)

5 Тело плавает в жидкости. На каком из приведённых ниже графиков правильно показана зависимость объёма $V_{\text{погр}}$ погружённой в жидкость части тела от плотности $\rho_{\text{ж}}$ жидкости?

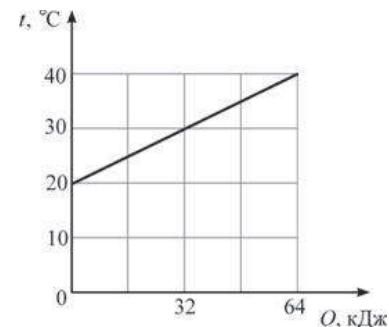


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

6 Внутри кубика имеется кубическая полость. Плотность материала, из которого сделан кубик, $2,1 \text{ г/см}^3$, длина ребра кубика 10 см , длина ребра полости внутри кубика $9,5 \text{ см}$. В жидкости плотностью $0,6 \text{ г/см}^3$ этот кубик

- 1) утонет
- 2) погрузится примерно на четверть своего объёма
- 3) погрузится примерно наполовину
- 4) погрузится примерно на восьмую часть своего объёма

7 На рисунке изображён график зависимости температуры t четырёх килограммов некоторой жидкости от сообщаемого ей количества теплоты Q .



Чему равна удельная теплоёмкость этой жидкости?

- 1) $1600 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$
- 2) $3200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$
- 3) $1562,5 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$
- 4) $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$

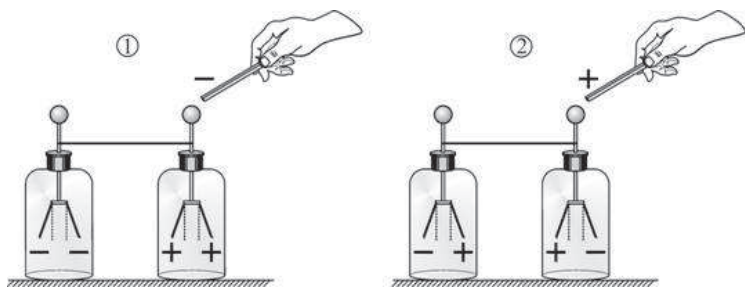
8 Три цилиндра одинаковых высоты и радиуса, сделанные из алюминия, цинка и меди, нагрели до одинаковой температуры и поставили торцами на горизонтальную поверхность льда, имеющую температуру 0 °C . Когда установилось тепловое равновесие, цилиндры проплавили во льду цилиндрические углубления. Считая, что вся теплота, отводимая от цилиндров при их остывании, передавалась льду, определите, под каким из цилиндров углубление получилось меньше.

- 1) под цинковым
- 2) под алюминиевым
- 3) под медным
- 4) под всеми тремя цилиндрами углубления получились одинаковыми

9 КПД тепловой машины равен $\frac{3}{5}$. Какая часть энергии, выделяющейся при сгорании топлива, не используется в этой тепловой машине для совершения полезной работы?

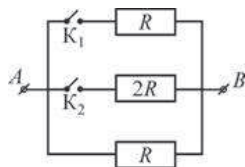
- 1) $\frac{2}{5}$
- 2) $\frac{5}{2}$
- 3) $\frac{5}{3}$
- 4) $\frac{3}{5}$

10 Два незаряженных электроскопа соединены проволокой. К одному из них подносят заряженную палочку. Заряды, которые могут находиться на палочке и на листочках электроскопов,



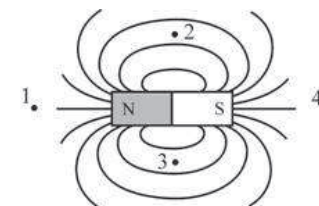
- 1) правильно показаны только на рисунке 1
- 2) правильно показаны только на рисунке 2
- 3) правильно показаны и на рисунке 1, и на рисунке 2
- 4) не показаны правильно ни на рисунке 1, ни на рисунке 2

11 На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из трёх резисторов и двух ключей K_1 и K_2 . К точкам A и B приложено постоянное напряжение. Минимальная сила тока, текущего через участок цепи AB , может быть получена



- 1) при замыкании только ключа K_1
- 2) при замыкании только ключа K_2
- 3) при замыкании обоих ключей одновременно
- 4) при обоих одновременно разомкнутых ключах

12 Линия магнитного поля изображённого на рисунке полосового магнита направлена строго влево в точках



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

13 На рисунках показана тонкая рассеивающая линза, находящаяся на линии AA' , и её главная оптическая ось (горизонтальная пунктирная линия). Ход луча света 1 через эту линзу изображён

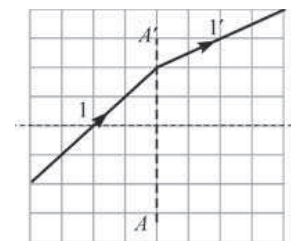


Рис. 1

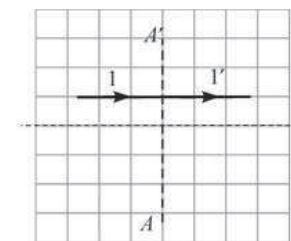


Рис. 2

- 1) правильно только на рис. 1
- 2) правильно только на рис. 2
- 3) правильно и на рис. 1, и на рис. 2
- 4) неправильно и на рис. 1, и на рис. 2

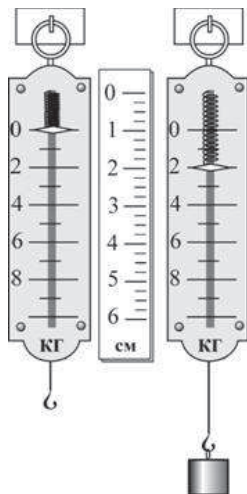
14 К источнику постоянного напряжения подключено сопротивление R . Затем параллельно с ним подключают второе такое же сопротивление. При этом мощность, выделяющаяся в цепи,

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) не изменится

15 Можно утверждать, что ядра атомов
А. состоят из более мелких частиц
Б. не имеют электрического заряда

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

16 Жёсткость пружины динамометра, изображённого на рисунке, равна



- 1) 200 Н/м 2) 1000 Н/м 3) 2000 Н/м 4) 4000 Н/м

Прочитайте текст и выполните задания 17–19.

Фазовые диаграммы

Вещества вокруг нас чаще всего находятся в одном из трёх основных агрегатных состояний – твёрдом, жидком либо газообразном. При определённых условиях, своих для каждого вещества, возможны переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое. Агрегатные состояния вещества часто называют **фазами**, а переходы между ними – **фазовыми переходами**. Например, вода при температуре 0 °С и давлении 1 атм. переходит из жидкой фазы в твёрдую (при отводе теплоты) либо из твёрдой фазы в жидкую (при подводе теплоты). При отсутствии теплообмена с окружающими телами две фазы вещества могут существовать одновременно (например, при температуре 0 °С и давлении 1 атм. лёд и вода могут находиться в тепловом равновесии друг с другом). Опыт показывает, что температура, при которой происходит тот или иной фазовый переход, зависит от давления. Например, при понижении давления температура кипения воды понижается, и поэтому высоко в горах вода кипит при температуре, меньшей 100 °С.

Для того чтобы определять, в какой фазе будет находиться вещество при данных условиях, а также находить, как будут происходить взаимные превращения между фазами, используются специальные графики, которые называются **фазовыми диаграммами**. В качестве примера на рисунке показана фазовая диаграмма для воды.

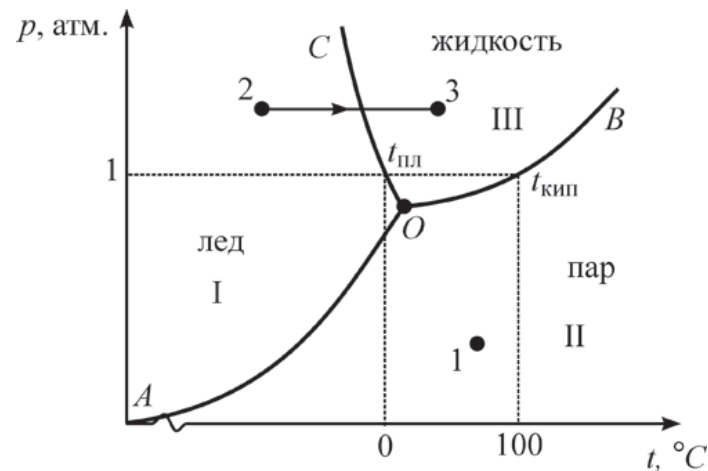


Рисунок. Фазовая диаграмма для воды

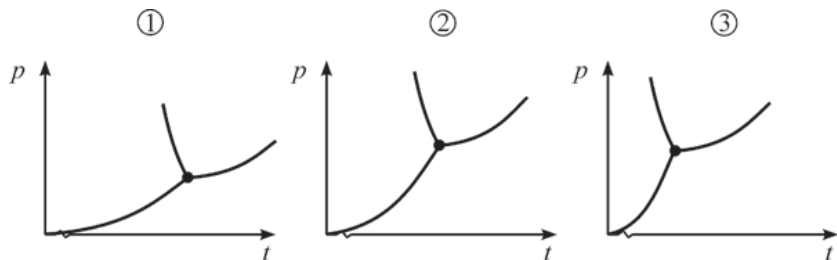
Фазовая диаграмма представляет собой график, по горизонтальной оси которого отложена температура t (в °С), а по вертикальной оси – давление p (в атм.). Линиями на диаграмме показаны все возможные наборы температуры и давления, при которых происходит тот или иной фазовый переход. На нашем рисунке линия AO соответствует фазовому переходу лёд-пар (и обратно), линия BO – фазовому переходу пар-жидкость (и обратно), линия CO – фазовому переходу жидкость-лёд (и обратно). Соответственно, области I на диаграмме соответствует твёрдое состояние воды, области II – газообразное состояние, а области III – жидкое состояние. Для того чтобы определить, в каком состоянии находится вода при данных условиях, нужно выяснить, в какой из этих областей на диаграмме лежит соответствующая точка. Например, при температуре +70 °С и давлении 0,2 атм. соответствующая точка 1 лежит на диаграмме в области II, что соответствует газообразному состоянию. Также при помощи фазовой диаграммы можно определять, какой фазовый переход будет совершать вещество при изменении одного из параметров. Например, если при постоянном давлении 1,3 атм. увеличивать температуру от –50 °С до +40 °С, то вода будет переходить из твёрдого состояния 2 в жидкое состояние 3. Наконец, при помощи фазовой диаграммы можно выяснить, как изменяется температура фазового перехода при изменении давления. Например, из диаграммы видно, что при повышении давления температура кипения увеличивается (кривая OB).

Из фазовой диаграммы видно, что линии AO , BO и CO сходятся в одной точке O . Это означает, что при температуре и давлении, соответствующих точке O , три фазы воды (твёрдая, жидкая и газообразная) могут одновременно существовать в равновесии друг с другом. Точка O называется **тройной точкой**.

17 Из фазовой диаграммы воды, приведённой на рисунке в тексте, следует, что температура фазового перехода лёд-жидкость (температура плавления $t_{пл}$) при уменьшении давления

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) сначала уменьшается, а потом увеличивается

18 На рисунке приведены фазовые диаграммы для трёх различных веществ. У какого из веществ ниже температура тройной точки? Масштабы на всех графиках одинаковые.



- 1) у первого
- 2) у второго
- 3) у третьего
- 4) у всех трёх веществ одинаковая

При выполнении задания 19 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

19 Вода находится в твёрдом состоянии при температуре $-20\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении выше, чем давление в тройной точке. Можно ли при этом давлении, нагревая лёд, перевести его сразу в газообразное состояние, минуя жидкую фазу? Ответ поясните при помощи фазовой диаграммы.

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 20–23) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.

20 Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения в Международной системе единиц (СИ): к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ**

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| А) сила трения | 1) Дж |
| Б) кинетическая энергия | 2) дптр |
| В) удельная теплота плавления | 3) Дж/(кг·°C) |
| | 4) Дж/кг |
| | 5) Н |

Ответ:

А	Б	В

21 Резиновый шарик с легко растягивающейся оболочкой, надутый на вершине высокой горы, переносят от вершины этой горы к её основанию. Как изменятся по мере спуска шарика следующие физические величины: потенциальная энергия шарика относительно основания горы, давление воздуха снаружи шарика, плотность воздуха внутри шарика? Температуру воздуха везде считать постоянной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

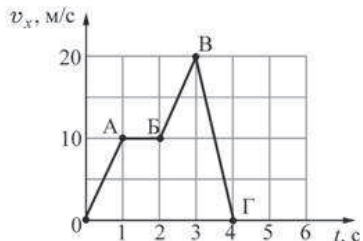
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- | | |
|---|------------------|
| А) потенциальная энергия шарика относительно основания горы | 1) увеличивается |
| Б) давление воздуха снаружи шарика | 2) уменьшается |
| В) плотность воздуха внутри шарика | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

22 Тело массой 2 кг движется вдоль оси OX . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Используя график, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.



- 1) На участках OA и BB на тело действовала одинаковая по модулю и по направлению равнодействующая сила.
- 2) На участке AB тело двигалось со скоростью, равной по модулю 1 м/с.
- 3) На участке $BГ$ ускорение тела равно по модулю 10 м/с^2 .
- 4) Модуль равнодействующей силы на участке $BГ$ равен 40 Н.
- 5) На участке BB тело двигалось с ускорением, равным по модулю 2 м/с^2 .

Ответ:

23 Ученик провёл серию экспериментов по изучению процессов теплообмена. Для этого он использовал калориметр с очень маленькой удельной теплоемкостью, в который он наливал различное количество воды при температуре $+20^\circ\text{C}$. Ученик опускал в воду тела одинаковых масс, изготовленные из различных материалов и предварительно нагретые до температуры $+80^\circ\text{C}$, дожидаясь установления теплового равновесия и с помощью термометра измерял (с точностью до 1°C), на сколько градусов повысилась температура воды в калориметре. Результаты измерений представлены в таблице.

№ опыта	Удельная теплоёмкость тела, Дж/(кг·°C)	Масса воды, г	Повышение температуры воды Δt , °C
1	920	200	18
2	920	400	11
3	130	100	7
4	500	400	6

Какие утверждения соответствуют результатам проведённых экспериментальных измерений?

Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

- 1) Если, не изменяя другие величины, изменить массу воды в 2 раза, то повышение температуры воды также изменится в 2 раза.
- 2) При увеличении удельной теплоёмкости тела повышение температуры воды обязательно увеличивается
- 3) Если, не изменяя другие величины, увеличить удельную теплоёмкость тела, то повышение температуры воды увеличится.
- 4) Удельная теплоёмкость воды намного меньше удельной теплоёмкости использовавшихся тел.
- 5) Если, не изменяя другие величины, увеличить массу воды, то повышение температуры воды уменьшится.

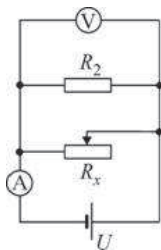
Ответ:

Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 24–27) используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24] Используя источник постоянного тока с напряжением 4,5 В, амперметр, вольтметр, соединённые параллельно резисторы $R_2 = 6$ Ом и переменный резистор (реостат), ползунок которого установлен в произвольном положении, определите силу тока I_x в реостате R_x путём измерения силы тока, текущего через источник, и напряжения на резисторе R_2 .

1. Соберите электрическую схему, показанную на рисунке.



- Установите ползунок реостата примерно на середину.
- Измерьте силу тока, текущего через источник.
- Измерьте напряжение на резисторе R_2 .
- Определите неизвестную силу тока I_x в реостате R_x .

В бланке ответов:

- изобразите схему изучаемой электрической цепи и укажите на ней направления токов, протекающих через резистор R_2 и реостат R_x ;
- укажите результаты измерений силы тока I , текущего через источник, и напряжения U_2 на резисторе R_2 , указав примерную погрешность измерений;
- запишите закон Ома для участка цепи, содержащего резистор R_2 , определив, таким образом, силу тока I_2 в резисторе R_2 ; вычислите силу тока I_2 ;
- запишите правило для токов при параллельном соединении проводников;
- используя п. 2–4, получите формулу для неизвестной силы тока I_x в реостате R_x и запишите её;

- определите численное значение силы тока I_x , оцените погрешность её измерения.

Задание 25 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

- 25] Железный кубик, лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, притягивается к южному полюсу постоянного полосового магнита, скользя по этой поверхности. Как движется кубик: равномерно, равноускоренно или с постоянно возрастающим по модулю ускорением? Ответ поясните.

Для заданий 26–27 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.

- 26] Груз массой 1 кг равномерно втаскивают по шероховатой наклонной плоскости, имеющей высоту 0,6 м и длину 1 м, действуя на него силой F , направленной вдоль наклонной плоскости. Коэффициент полезного действия наклонной плоскости равен $\eta = 0,5$. Определите модуль силы F , действующей на груз.
- 27] К клеммам источника постоянного напряжения подключены две параллельно соединённые проволоки одинаковой длины и одинакового поперечного сечения. Первая проволока медная, вторая – алюминиевая. Известно, что через некоторое время после замыкания ключа медная проволока нагрелась на 23 °С. На сколько градусов Цельсия за это же время нагрелась алюминиевая проволока? Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа.

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Фазовые диаграммы

Вещества вокруг нас чаще всего находятся в одном из трёх основных агрегатных состояний – твёрдом, жидком либо газообразном. При определённых условиях, своих для каждого вещества, возможны переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое. Агрегатные состояния вещества часто называют **фазами**, а переходы между ними – **фазовыми переходами**. Например, вода при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. переходит из жидкой фазы в твёрдую (при отводе теплоты) либо из твёрдой фазы в жидкую (при подводе теплоты). При отсутствии теплообмена с окружающими телами две фазы вещества могут существовать одновременно (например, при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. лёд и вода могут находиться в тепловом равновесии друг с другом). Опыт показывает, что температура, при которой происходит тот или иной фазовый переход, зависит от давления. Например, при понижении давления температура кипения воды понижается, и поэтому высоко в горах вода кипит при температуре, меньшей $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для того чтобы определять, в какой фазе будет находиться вещество при данных условиях, а также находить, как будут происходить взаимные превращения между фазами, используются специальные графики, которые называются **фазовыми диаграммами**. В качестве примера на рисунке показана фазовая диаграмма для воды.

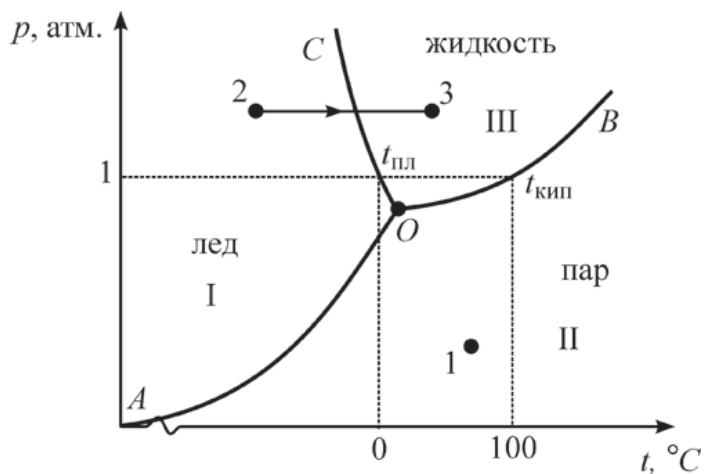


Рисунок. Фазовая диаграмма для воды

Фазовая диаграмма представляет собой график, по горизонтальной оси которого отложена температура t (в $^{\circ}\text{C}$), а по вертикальной оси – давление p (в атм.). Линиями на диаграмме показаны все возможные наборы температуры и давления, при которых происходит тот или иной фазовый переход. На нашем рисунке линия AO соответствует фазовому переходу лёд-пар (и обратно), линия BO – фазовому переходу пар-жидкость (и обратно), линия CO – фазовому переходу жидкость-лёд (и обратно). Соответственно, области I на диаграмме соответствует твёрдое состояние воды, области II – газообразное состояние, а области III – жидкое состояние. Для того чтобы определить, в каком состоянии находится вода при данных условиях, нужно выяснить, в какой из этих областей на диаграмме лежит соответствующая точка. Например, при температуре $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 0,2 атм. соответствующая точка 1 лежит на диаграмме в области II, что соответствует газообразному состоянию. Также при помощи фазовой диаграммы можно определять, какой фазовый переход будет совершать вещество при изменении одного из параметров. Например, если при постоянном давлении 1,3 атм. увеличивать температуру от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, то вода будет переходить из твёрдого состояния 2 в жидкое состояние 3. Наконец, при помощи фазовой диаграммы можно выяснить, как изменяется температура фазового перехода при изменении давления. Например, из диаграммы видно, что при повышении давления температура кипения увеличивается (кривая OB).

Из фазовой диаграммы видно, что линии AO , BO и CO сходятся в одной точке O . Это означает, что при температуре и давлении, соответствующих точке O , три фазы воды (твёрдая, жидкая и газообразная) могут одновременно существовать в равновесии друг с другом. Точка O называется **тройной точкой**.

- 19 Водяной пар находится при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении ниже, чем давление в тройной точке. Можно ли при этом давлении, охлаждая пар, перевести его сразу в твёрдое состояние, минуя жидкую фазу? Ответ поясните при помощи фазовой диаграммы.

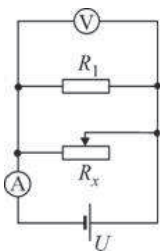
Образец возможного ответа

- Да, можно.
- Процесс охлаждения пара при постоянном давлении изображается на фазовой диаграмме горизонтальным отрезком, направленным из области II влево. Из фазовой диаграммы следует, что при давлении ниже, чем давление в тройной точке, этот отрезок пересечет кривую AO , и его конечная точка будет лежать в области I, которая соответствует твёрдой фазе.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

24 Используя источник постоянного тока с напряжением 4,5 В, амперметр, вольтметр, соединённые параллельно резисторы $R_1 = 12$ Ом и переменный резистор (реостат) R_x , ползунок которого установлен в произвольном положении, определите силу тока I_x в реостате R_x путём измерения силы тока, текущего через источник, и напряжения на резисторе R_1 .

1. Соберите электрическую схему, показанную на рисунке.



- Установите ползунок реостата примерно **на середине**.
- Измерьте силу тока, текущего через источник.
- Измерьте напряжение на резисторе R_1 .
- Определите неизвестную силу тока I_x в реостате R_x .

В бланке ответов:

- изобразите схему изучаемой электрической цепи и укажите на ней направления токов, протекающих через резистор R_1 и реостат R_x .
- укажите результаты измерений силы тока I , текущего через источник, и напряжения U_1 на резисторе R_1 , указав примерную погрешность измерений;
- запишите закон Ома для участка цепи, содержащего резистор R_1 , определив, таким образом, силу тока I_1 в резисторе R_1 ; вычислите силу тока I_1 ;
- запишите правило для токов при параллельном соединении проводников;
- используя п. 2–4, получите формулу для неизвестной силы тока I_x в реостате R_x и запишите её;
- определите численное значение силы тока I_x , оцените погрешность её измерения.

Характеристика оборудования

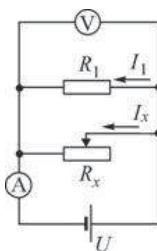
При выполнении задания используется комплект оборудования № 5 из лабораторного набора «L-микро» в составе:

- источник питания постоянного тока 4,5 В;
- вольтметр 0–6 В, $C = 0,2$ В;
- амперметр 0–2 А, $C = 0,1$ А;
- переменный резистор (реостат) сопротивлением 10 Ом;
- резистор $R_1 = 12$ Ом, обозначаемый R_1 ;
- соединительные провода;
- ключ;
- рабочее поле.

Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания. В частности, при применении комплекта «ГИА-лаборатория» следует использовать резистор $R_5 = 8,2$ Ом.

Образец возможного выполнения

1) Схема электрической цепи:



2) $I = 1,00 \pm 0,05 \text{ A}$; $U_1 = 4,2 \pm 0,1 \text{ B}$;

3) $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4,2 \text{ B}}{12 \text{ Ом}} = 0,35 \text{ A}$;

4) $I = I_1 + I_x$;

5) $I_x = I - I_1 = I - \frac{U_1}{R_1}$;

6) $I_x = 1,00 - 0,35 = 0,65 \text{ A}$.

Погрешность измерения силы тока I_x можно оценить методом границ. Так как значение напряжения лежит в интервале от 4,1 В до 4,3 В, а значение силы тока I лежит в интервале от 0,95 А до 1,05 А, то I_x может изменяться в пределах от

$$(I_x)_{\min} = 0,95 - (4,3/12) \approx 0,6 \text{ A}$$

до

$$(I_x)_{\max} = 1,05 - (4,1/12) \approx 0,7 \text{ A}.$$

Поэтому результат имеет погрешность $\approx 0,05 \text{ A}$, то есть

$$I_x = 0,65 \pm 0,05 \text{ A}.$$

Указание экспертам

Показания вольтметра U_1 и амперметра I зависят как от положения движка реостата, так и от состояния батарейки (её ЭДС и внутреннего сопротивления). Поэтому значение силы тока I_x , найденное экспериментально, может заметно отличаться от приведённого в образце выполнения задания.

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) схему изучаемой электрической цепи с правильно указанными направлениями токов, протекающих через резистор R_1 и реостат R_x ; 2) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае – определение величины напряжения на резисторе R_1 и величины силы тока I , протекающего через источник) с указанием погрешности измерений; 3) правильно записанные формулы для расчёта искомой величины; 4) получение правильного числового значения искомой величины (сила тока I_x в реостате R_x) с указанием погрешности её определения.	4
Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но допущена ошибка в единицах измерения при представлении результатов измерения физической величины. ИЛИ Допущена ошибка при указании интервала возможных значений физической величины с учётом погрешности её определения. ИЛИ Допущена ошибка в рисунке схемы изучаемой электрической цепи, или рисунок отсутствует.	3
Сделан рисунок схемы изучаемой электрической цепи, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записаны правильные формулы и не получен ответ. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений величин, записаны правильные формулы, но не сделан рисунок схемы изучаемой электрической цепи и не получен ответ. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений, приведён правильный ответ, но отсутствуют рисунок схемы изучаемой электрической цепи и формулы для расчёта искомой величины.	2
Записаны только правильные значения прямых измерений. ИЛИ Представлены только правильно записанные формулы для расчёта искомой величины. ИЛИ Приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок схемы изучаемой электрической цепи.	1

Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.	0
<i>Максимальный балл</i>	4

25 Железный кубик, лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, притягивается к северному полюсу постоянного полосового магнита, скользя по этой поверхности. Как движется кубик: равномерно, равноускоренно или с постоянно возрастающим по модулю ускорением? Ответ поясните.

1. *Ответ.* Кубик движется с постоянно возрастающим по модулю ускорением.
2. *Обоснование.* Так как сила притяжения со стороны полюса постоянного магнита возрастает по мере приближения железного кубика к полюсу, то согласно второму закону Ньютона ускорение кубика будет возрастать по мере его приближения к этому полюсу.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

26 Груз массой 2 кг равномерно втаскивают по шероховатой наклонной плоскости, имеющей высоту 0,6 м и длину 1 м, действуя на него силой, равной по модулю 20 Н и направленной вдоль наклонной плоскости. Чему равен КПД наклонной плоскости?

Возможный вариант решения	
<p><i>Дано:</i> $m = 2 \text{ кг}$ $h = 0,6 \text{ м};$ $l = 1 \text{ м};$ $F = 20 \text{ Н}.$</p>	$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\%;$ $A_{\text{пол}} = mgh;$ $A_{\text{затр}} = Fl;$ $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\% =$ $= \frac{2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6 \text{ м}}{20 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}} \cdot 100\% = 60\%.$
$\eta = ?$	<i>Ответ:</i> $\eta = 60\%.$

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (в данном решении – определение КПД, выражения для полезной работы и для затраченной 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). Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.	3
ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.	2
ИЛИ Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно 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 одной из них допущена ошибка.	0
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	
<i>Максимальный балл</i>	3

27 К клеммам источника постоянного напряжения подключены две последовательно соединённые проволоки одинаковой длины. Первая проволока – стальная, с площадью поперечного сечения 1 мм^2 , вторая – алюминиевая, с площадью поперечного сечения 2 мм^2 . Известно, что через некоторое время после замыкания ключа стальная проволока нагрелась на $9,2^\circ \text{C}$. На сколько градусов Цельсия за это же время нагрелась алюминиевая проволока? Удельное электрическое сопротивление стали $\lambda_{\text{ст}} = 0,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$. Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа.

Возможный вариант решения

Дано:	Через проволоки течёт одинаковый ток I:
$\Delta t_{\text{ст}} = 9,2^\circ \text{C};$	$I = I_{\text{ст}} = I_{\text{ал}}$
$S_{\text{ст}} = 1 \text{ мм}^2;$	По закону Джоуля-Ленца, для нагревания стальной проволоки за время τ , необходимо количество теплоты:
$S_{\text{ал}} = 2 \text{ мм}^2;$	$Q_{\text{ст}} = I^2 R_{\text{ст}} \tau$, где $R_{\text{ст}} = \lambda_{\text{ст}} \frac{l}{S_{\text{ст}}}$, а l – длина проволок.
$\lambda_{\text{ст}} = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}};$	Эта теплота целиком тратится на нагревание стальной проволоки:
$\lambda_{\text{ал}} = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}};$	$Q_{\text{ст}} = c_{\text{ст}} m_{\text{ст}} \Delta t_{\text{ст}} = c_{\text{ст}} \rho_{\text{ст}} I S_{\text{ст}} \Delta t_{\text{ст}} = I^2 R_{\text{ст}} \tau$, (1)
$c_{\text{ст}} = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}};$	где $m_{\text{ст}} = \rho_{\text{ст}} I S_{\text{ст}}$ – масса стальной проволоки.
$\rho_{\text{ст}} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$	Аналогичное уравнение можно записать для алюминиевой проволоки:
$\rho_{\text{ал}} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$	$Q_{\text{ал}} = c_{\text{ал}} m_{\text{ал}} \Delta t_{\text{ал}} = c_{\text{ал}} \rho_{\text{ал}} I S_{\text{ал}} \Delta t_{\text{ал}} = I^2 R_{\text{ал}} \tau$, (2)
	где $R_{\text{ал}} = \lambda_{\text{ал}} \frac{l}{S_{\text{ал}}}$, $m_{\text{ал}} = \rho_{\text{ал}} I S_{\text{ал}}$.
	Разделив уравнение (1) на уравнение (2), получаем
$\Delta t_{\text{ал}} = ?$	$\frac{\lambda_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ал}}}{S_{\text{ст}} \cdot \lambda_{\text{ал}}} = \frac{c_{\text{ст}} \rho_{\text{ст}} S_{\text{ст}} \Delta t_{\text{ст}}}{c_{\text{ал}} \rho_{\text{ал}} S_{\text{ал}} \Delta t_{\text{ал}}}$

откуда	$\Delta t_{\text{ал}} = \frac{\lambda_{\text{ал}} c_{\text{ст}} \rho_{\text{ст}} S_{\text{ст}}^2}{\lambda_{\text{ст}} c_{\text{ал}} \rho_{\text{ал}} S_{\text{ал}}^2} \Delta t_{\text{ст}} =$ $= \frac{0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (1 \text{ мм}^2)^2}{0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (2 \text{ мм}^2)^2} \cdot 9,2^\circ \text{C} \approx 1^\circ \text{C}.$
	Ответ: $\Delta t_{\text{ал}} = 1^\circ \text{C}$.

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 – формула для силы тока при последовательном соединении проводников; формула для расчёта количества теплоты, выделяющейся при протекании тока; формулы для расчёта сопротивлений стальной и алюминиевой проволоками; формулы, выражающие массы проволок через их плотности и объёмы); 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
<i>Максимальный балл</i>	
	3

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1.	3
2	3
3	4
4	4
5	1
6.	1
7.	1
8.	3
9.	2
10.	4
11.	3

№ задания	Ответ
12	2
13.	3
14.	2
15	2
16	2
17.	2
18.	1
20.	351
21.	122
22	25
23	35

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	4
2	1
3	3
4	4
5	4
6	3
7	4
8	2
9	1
10	1
11	4

№ задания	Ответ
12	1
13	4
14	1
15	1
16	3
17	1
18	3
20	514
21	211
22	14
23	35

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Фазовые диаграммы

Вещества вокруг нас чаще всего находятся в одном из трёх основных агрегатных состояний – твёрдом, жидком либо газообразном. При определённых условиях, своих для каждого вещества, возможны переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое. Агрегатные состояния вещества часто называют **фазами**, а переходы между ними – **фазовыми переходами**. Например, вода при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. переходит из жидкой фазы в твёрдую (при отводе теплоты) либо из твёрдой фазы в жидкую (при подводе теплоты). При отсутствии теплообмена с окружающими телами две фазы вещества могут существовать одновременно (например, при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. лёд и вода могут находиться в тепловом равновесии друг с другом). Опыт показывает, что температура, при которой происходит тот или иной фазовый переход, зависит от давления. Например, при понижении давления температура кипения воды понижается, и поэтому высоко в горах вода кипит при температуре, меньшей $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для того чтобы определять, в какой фазе будет находиться вещество при данных условиях, а также находить, как будут происходить взаимные превращения между фазами, используются специальные графики, которые называются **фазовыми диаграммами**. В качестве примера на рисунке показана фазовая диаграмма для воды.

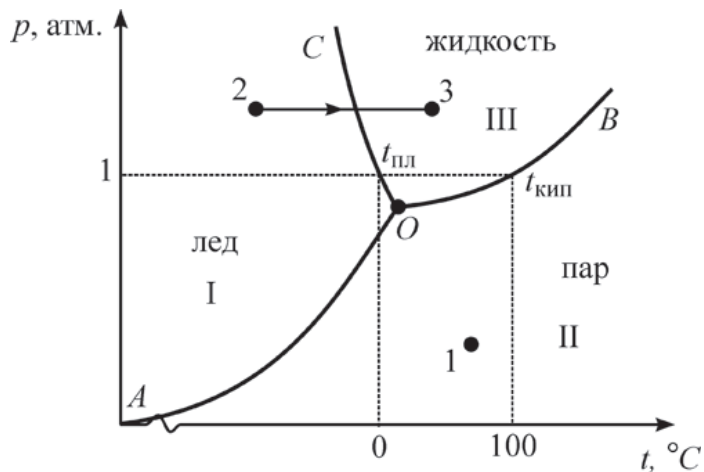


Рисунок. Фазовая диаграмма для воды

Фазовая диаграмма представляет собой график, по горизонтальной оси которого отложена температура t (в $^{\circ}\text{C}$), а по вертикальной оси – давление p (в атм.). Линиями на диаграмме показаны все возможные наборы температуры и давления, при которых происходит тот или иной фазовый переход. На нашем рисунке линия AO соответствует фазовому переходу лёд-пар (и обратно), линия BO – фазовому переходу пар-жидкость (и обратно), линия CO – фазовому переходу жидкость-лёд (и обратно). Соответственно, области I на диаграмме соответствует твёрдое состояние воды, области II – газообразное состояние, а области III – жидкое состояние. Для того чтобы определить, в каком состоянии находится вода при данных условиях, нужно выяснить, в какой из этих областей на диаграмме лежит соответствующая точка. Например, при температуре $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 0,2 атм. соответствующая точка 1 лежит на диаграмме в области II, что соответствует газообразному состоянию. Также при помощи фазовой диаграммы можно определять, какой фазовый переход будет совершать вещество при изменении одного из параметров. Например, если при постоянном давлении 1,3 атм. увеличивать температуру от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, то вода будет переходить из твёрдого состояния 2 в жидкое состояние 3. Наконец, при помощи фазовой диаграммы можно выяснить, как изменяется температура фазового перехода при изменении давления. Например, из диаграммы видно, что при повышении давления температура кипения увеличивается (кривая OB).

Из фазовой диаграммы видно, что линии AO , BO и CO сходятся в одной точке O . Это означает, что при температуре и давлении, соответствующих точке O , три фазы воды (твёрдая, жидкая и газообразная) могут одновременно существовать в равновесии друг с другом. Точка O называется **тройной точкой**.

- 19 Вода находится в твёрдом состоянии при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении выше, чем давление в тройной точке. Можно ли при этом давлении, нагревая лёд, перевести его сразу в газообразное состояние, минуя жидкую фазу? Ответ поясните при помощи фазовой диаграммы.

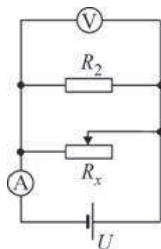
Образец возможного ответа

- Нет, нельзя.
- Процесс нагревания льда при постоянном давлении изображается на фазовой диаграмме горизонтальным отрезком, направленным из области I вправо. Из фазовой диаграммы следует, что при давлении выше, чем давление в тройной точке, этот отрезок пересечёт кривую OC , и его конечная точка будет лежать в области III, которая соответствует жидкой фазе.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

24 Используя источник постоянного тока с напряжением 4,5 В, амперметр, вольтметр, соединённые параллельно резисторы $R_2 = 6$ Ом и переменный резистор (реостат), ползунок которого установлен в произвольном положении, определите силу тока I_x в реостате R_x путём измерения силы тока, текущего через источник, и напряжения на резисторе R_2 .

1. Соберите электрическую схему, показанную на рисунке.



2. Установите ползунок реостата примерно на середину.

3. Измерьте силу тока, текущего через источник.

4. Измерьте напряжение на резисторе R_2 .

5. Определите неизвестную силу тока I_x в реостате R_x .

В бланке ответов:

1) изобразите схему изучаемой электрической цепи и укажите на ней направления токов, протекающих через резистор R_2 и реостат R_x ;

2) укажите результаты измерений силы тока I , текущего через источник, и напряжения U_2 на резисторе R_2 , указав примерную погрешность измерений;

3) запишите закон Ома для участка цепи, содержащего резистор R_2 , определив, таким образом, силу тока I_2 в резисторе R_2 ; вычислите силу тока I_2 ;

4) запишите правило для токов при параллельном соединении проводников;

5) используя п. 2–4, получите формулу для неизвестной силы тока I_x в реостате R_x и запишите её;

6) определите численное значение силы тока I_x , оцените погрешность её измерения.

Характеристика оборудования

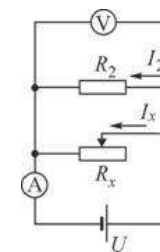
При выполнении задания используется комплект оборудования № 5 из лабораторного набора «Л-микро» в составе:

- источник питания постоянного тока 4,5 В;
- вольтметр 0–6 В, $C = 0,2$ В;
- амперметр 0–2 А, $C = 0,1$ А;
- переменный резистор (реостат) сопротивлением 10 Ом;
- резистор $R_2 = 6$ Ом, обозначаемый R_2 ;
- соединительные провода;
- ключ;
- рабочее поле.

Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания. В частности, при применении комплекта «ГИА-лаборатория» следует использовать резистор $R_3 = 4,7$ Ом.

Образец возможного выполнения

1) Схема электрической цепи:



$$2) I = 2,00 \pm 0,05 \text{ A}; U_2 = 4,2 \pm 0,1 \text{ В};$$

$$3) I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{4,2 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 0,7 \text{ А};$$

$$4) I = I_2 + I_x;$$

$$5) I_x = I - I_2 = I - \frac{U_2}{R_2};$$

$$6) I_x = 2,00 - 0,7 = 1,30 \text{ А};$$

Погрешность измерения силы тока I_x можно оценить методом границ. Так как значение напряжения лежит в интервале от 4,1 В до 4,3 В, а значение силы тока I лежит в интервале от 1,95 А до 2,05 А, то I_x может изменяться в пределах от

$$(I_x)_{\min} = 1,95 - (4,3/6) \approx 1,23 \text{ А}$$

до

$$(I_x)_{\max} = 2,05 - (4,1/6) \approx 1,37 \text{ А}.$$

Поэтому результат имеет погрешность $\approx 0,07 \text{ А}$, то есть

$$I_x = 1,30 \pm 0,07 \text{ А}.$$

Указание экспертам

Показания вольтметра U_2 и амперметра I зависят как от положения движка реостата, так и от состояния батарейки (её ЭДС и внутреннего сопротивления). Поэтому значение силы тока I_x , найденное экспериментально, может заметно отличаться от приведённого в образце выполнения задания.

Содержание критерия	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) схему изучаемой электрической цепи с правильно указанными направлениями токов, протекающих через резистор R_1 и реостат R_x; 2) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае – определение величины напряжения на резисторе R_1 и величины силы тока I, протекающего через источник) с указанием погрешности измерений; 3) правильно записанные формулы для расчёта искомой величины; 4) получение правильного числового значения искомой величины (сила тока I_x в реостате R_x) с указанием погрешности её определения. 	4
<p>Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но допущена ошибка в единицах измерения при представлении результатов измерения физической величины.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка при указании интервала возможных значений физической величины с учетом погрешности её определения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка в рисунке схемы изучаемой электрической цепи, или рисунок отсутствует.</p>	3
<p>Сделан рисунок схемы изучаемой электрической цепи, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записаны правильные формулы и не получен ответ.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Правильно приведены значения прямых измерений величин, записаны правильные формулы, но не сделан рисунок схемы изучаемой электрической цепи и не получен ответ.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Правильно приведены значения прямых измерений, приведён правильный ответ, но отсутствуют рисунок схемы изучаемой электрической цепи и формулы для расчёта искомой величины.</p>	2
<p>Записаны только правильные значения прямых измерений.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлены только правильно записанные формулы для расчёта искомой величины.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок схемы изучаемой электрической цепи.</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	4

25 Железный кубик, лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, притягивается к южному полюсу постоянного полосового магнита, скользя по этой поверхности. Как движется кубик: равномерно, равноускоренно или с постоянно возрастающим по модулю ускорением? Ответ поясните.

1. *Ответ.* В первом эксперименте, когда железный брусок подносят торцом к одному из полюсов магнита, брусок притягивается к магниту. Во втором эксперименте, когда брусок подносят торцом к середине магнита, притяжения не будет.
 2. *Обоснование.* Так как сила притяжения со стороны полюса постоянного магнита возрастает по мере приближения железного кубика к полюсу, то согласно второму закону Ньютона, ускорение кубика будет возрастать по мере его приближения к этому полюсу.

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 оба элемента правильного ответа или 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, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

26 Груз массой 1 кг равномерно втаскивают по шероховатой наклонной плоскости, имеющей высоту 0,6 м и длину 1 м, действуя на него силой F , направленной вдоль наклонной плоскости. Коэффициент полезного действия наклонной плоскости равен $\eta = 0,5$. Определите модуль силы F , действующей на груз.

Возможный вариант решения	
<p><i>Дано:</i> $m = 1$ кг; $h = 0,6$ м; $l = 1$ м; $\eta = 0,5$.</p>	<p>$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\%$; $A_{\text{пол}} = mgh$; $A_{\text{затр}} = Fl$; $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\%$. Отсюда $F = \frac{mgh \cdot 100\%}{l\eta} = \frac{1\text{кг} \cdot 10\text{ м / с}^2 \cdot 0,6\text{ м} \cdot 100\%}{1\text{ м} \cdot 50\%} = 12\text{ Н}$.</p>
$F = ?$	<i>Ответ:</i> $F = 12$ Н.

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 (<i>в данном решении – определение КПД; выражения для полезной работы и затраченной работы</i>); 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, применение которых необходимо и достаточно 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
<i>Максимальный балл</i>	3

27 К клеммам источника постоянного напряжения подключены две параллельно соединённые проволоки одинаковой длины и одинакового поперечного сечения. Первая проволока медная, вторая – алюминиевая. Известно, что через некоторое время после замыкания ключа медная проволока нагрелась на 23 °С. На сколько градусов Цельсия за это же время нагрелась алюминиевая проволока? Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа.

Возможный вариант решения

<p><u>Дано:</u></p> <p>$\Delta t_{\text{меди}} = 23 \text{ }^\circ\text{C};$</p> <p>$\lambda_{\text{меди}} = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}};$</p> <p>$\lambda_{\text{ал}} = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}};$</p> <p>$c_{\text{меди}} = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}};$</p> <p>$c_{\text{ал}} = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}};$</p> <p>$\rho_{\text{меди}} = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$</p> <p>$\rho_{\text{ал}} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$</p> <p>$\Delta t_{\text{ал}} = ?$</p>	<p>Проволоки находятся под одинаковым напряжением U:</p> <p>$U = U_{\text{меди}} = U_{\text{ал}}.$</p> <p>По закону Джоуля-Ленца, для нагревания медной проволоки за время τ, необходимо количество теплоты:</p> <p>$Q_{\text{меди}} = \frac{U^2 \tau}{R_{\text{меди}}}$, где $R_{\text{меди}} = \lambda_{\text{меди}} \frac{l}{S}$, где l и S – длина и площадь поперечного сечения проволок.</p> <p>Эта теплота тока целиком тратится на нагревание медной проволоки:</p> <p>$Q_{\text{меди}} = c_{\text{меди}} m_{\text{меди}} \Delta t_{\text{меди}} = c_{\text{меди}} \rho_{\text{меди}} l S \Delta t_{\text{меди}} = \frac{U^2 \tau}{R_{\text{меди}}}, (1)$</p> <p>где $m_{\text{меди}} = \rho_{\text{меди}} l S$ – масса медной проволоки.</p> <p>Аналогичное уравнение можно записать для алюминиевой проволоки:</p> <p>$Q_{\text{ал}} = c_{\text{ал}} m_{\text{ал}} \Delta t_{\text{ал}} = c_{\text{ал}} \rho_{\text{ал}} l S \Delta t_{\text{ал}} = \frac{U^2 \tau}{R_{\text{ал}}}, (2)$</p> <p>где $R_{\text{ал}} = \lambda_{\text{ал}} \frac{l}{S}$, $m_{\text{ал}} = \rho_{\text{ал}} l S$.</p> <p>Разделив уравнение (1) на уравнение (2), получаем</p> <p>$\frac{\lambda_{\text{ал}}}{\lambda_{\text{меди}}} = \frac{c_{\text{меди}} \rho_{\text{меди}} \Delta t_{\text{меди}}}{c_{\text{ал}} \rho_{\text{ал}} \Delta t_{\text{ал}}},$</p>
--	---

<p>откуда</p> <p>$\Delta t_{\text{ал}} = \frac{\lambda_{\text{меди}} c_{\text{меди}} \rho_{\text{меди}} \Delta t_{\text{меди}}}{\lambda_{\text{ал}} c_{\text{ал}} \rho_{\text{ал}}} =$</p> <p>$= \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 23 \text{ }^\circ\text{C}}{0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 20 \text{ }^\circ\text{C}.$</p> <p>Ответ: $\Delta t_{\text{ал}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}.$</p>

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 – формула для напряжения при параллельном соединении проводников; формула для расчёта количества теплоты, выделяющейся при протекании тока; формулы для расчёта сопротивлений проводников; выражения для количеств теплоты, полученных медной и алюминиевой проволоками, формулы, выражающие массы проволок через их плотности и объёмы);</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> <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 style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p>	3
<p>Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3