

### 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, 18 и 19 записываются в виде последовательности цифр. Ответом к заданиям 3 и 15 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 20–25 следует дать развёрнутый ответ. Задания выполняются на бланке ответов № 2. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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        | $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$     | алюминий          | $2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    |
| масло машинное | $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$     | мрамор            | $2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    |
| вода           | $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    | цинк              | $7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    |
| молоко цельное | $1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    | сталь, железо     | $7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    |
| вода морская   | $1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    | медь              | $8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$    |
| ртуть          | $13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | 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.

### Вариант № 2

Ответом к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16, 18 и 19 является последовательность цифр. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Ответом к заданиям 3 и 15 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 20–25 запишите на БЛАНКЕ ОТВЕТОВ № 2.

1

Установите соответствие между физическими величинами и размерностями в системе СИ.

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

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

#### РАЗМЕРНОСТИ

- А) кинетическая энергия тела
- Б) сила
- В) давление

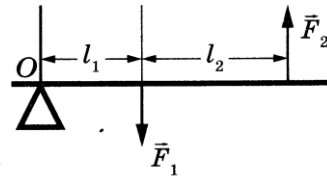
- 1) кг
- 2) Дж
- 3) Н
- 4) Па
- 5) Н·м

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

2

Рычаг находится в равновесии под действием двух сил (см. рисунок). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым они определяются.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

РАЗМЕРНОСТИ

А) Момент силы  $F_1$  относительно оси O1)  $F_1 l_1$ Б) Плечо силы  $F_2$  относительно оси O2)  $l_2$ 3)  $l_1 + l_2$ 4)  $F_1 l_2$ 

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

3

Вода в газообразном состоянии имеет во много раз меньшую плотность, чем вода в жидком состоянии при той же температуре. Чем объясняется этот факт?

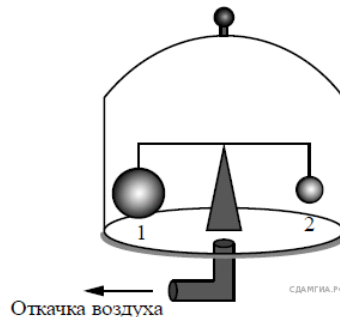
- 1) Молекулы жидкости имеют большие размеры, чем молекулы газа.
- 2) Молекулы жидкости имеют большую массу, чем молекулы газа.
- 3) Молекулы жидкости расположены ближе друг к другу, чем в газе.
- 4) Молекулы жидкости имеют меньшие размеры, чем молекулы газа.

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. Цифры могут повторяться.

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

5

На брусок, лежащий на шероховатом горизонтальном столе, начали действовать горизонтально направленной силой 4 Н, в результате чего брусок приобрёл ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Коэффициент трения бруска о стол равен 0,2. Чему равна масса бруска (в кг)?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

6

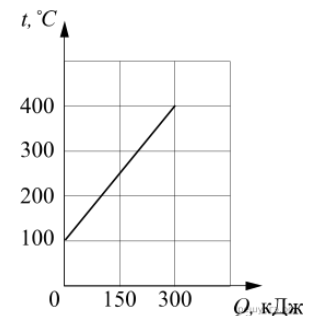
На какую длину волны нужно настроить радиоприемник, чтобы слушать радиостанцию, которая вещает на частоте 98,5 МГц? Ответ округлите до тысячных.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

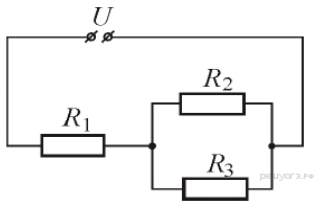
7

На рисунке представлен график зависимости температуры  $t$  твёрдого тела от полученного им количества теплоты  $Q$ . Масса тела — 2 кг. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела? *Ответ запишите в джоулях на килограмм на градус Цельсия.*

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг·°C).

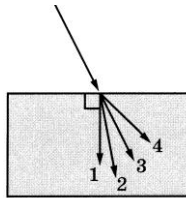


**8** Резисторы  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 40 \text{ Ом}$  подключены к источнику постоянного напряжения  $U = 120 \text{ В}$  так, как показано на рисунке. Какая мощность выделяется в резисторе  $R_1$ ? *Ответ запишите в Вт.*



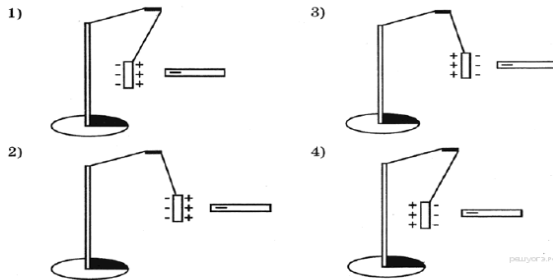
Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

**9** Луч света переходит из воздуха в стекло, преломляясь на границе раздела двух сред. Какое из направлений 1-4 соответствует преломлённому лучу?



Ответ:

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



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

Ответ:

**11** Вода, охлаждённая предварительно до температуры кристаллизации, начинает кристаллизоваться. Установите соответствие между физическими величинами «температура смеси вода-лёд», «внутренняя энергия смеси» и их

возможными изменениями в процессе кристаллизации. Для каждой физической 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.

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Температура смеси вода-лёд | Внутренняя энергия смеси |
| <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> |

**12** Предмет, находящийся на расстоянии  $2F$  от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ , удаляют от линзы на расстояние  $3F$ . Как при этом меняются оптическая сила линзы и размер изображения предмета? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

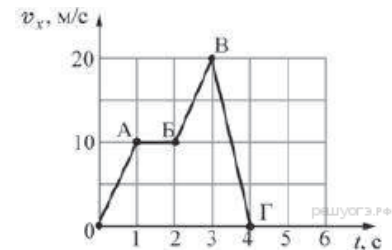
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Оптическая сила линзы    | Размер изображения       |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**13**

Тело массой  $2 \text{ кг}$  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 BV на тело действовала одинаковая по модулю и по направлению равнодействующая сила.
- 2) На участке AB тело двигалось со скоростью, равной по модулю  $1 \text{ м/с}$ .
- 3) На участке VG ускорение тела равно по модулю  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 4) Модуль равнодействующей силы на участке VG равен  $40 \text{ Н}$ .
- 5) На участке BV тело двигалось с ускорением, равным по модулю  $2 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**14** В справочнике физических свойств различных материалов представлена следующая таблица.

| Вещество           | Плотность в твёрдом состоянии, г/см <sup>3</sup> | Удельное электрическое сопротивление (при 20 °С), |
|--------------------|--|---|
| Алюминий           | 2,7  | 0,028   |
| Железо             | 7,8  | 0,1   |
| Константан (сплав) | 8,8  | 0,5   |
| Латунь             | 8,4  | 0,07  |
| Медь               | 8,9  | 0,017   |
| Никелин (сплав)    | 8,8  | 0,4   |
| Нихром (сплав)     | 8,4  | 1,1   |
| Серебро            | 10,5   | 0,016   |

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

- 1) При равных размерах проводник из латуни будет иметь меньшую массу и меньшее электрическое сопротивление по сравнению с проводником из меди.
- 2) При равных размерах проводник из серебра будет иметь самую маленькую массу.
- 3) Проводники из константана и никелина при одинаковых размерах будут иметь одинаковые электрические сопротивления.
- 4) При замене спирали электроплитки с никелиновой на нихромовую такого же размера электрическое сопротивление спирали увеличится.
- 5) При последовательном включении проводников из железа и никелина, имеющих одинаковые размеры, потребляемая мощность у никелина будет в 4 раза больше.

Ответ:

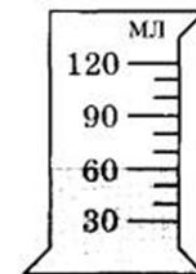
|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**15** В мензурку налита вода. Укажите значение объёма воды, учитывая, что погрешность измерения равна половине цены деления шкалы прибора.

- 1) 60 мл
- 2)  $(60 \pm 15)$  мл
- 3)  $(60 \pm 5)$  мл
- 4)  $(70 \pm 15)$  мл

Ответ:

|  |
|--|
|  |
|--|



**16** Электрическая схема содержит источник тока, проводник АВ, ключ и реостат. Проводник АВ помещён между полюсами постоянного магнита (см. рисунок). Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения.

Укажите их номера.

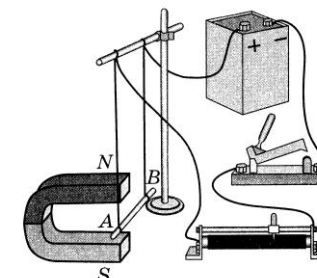
- 1) При замкнутом ключе электрический ток в проводнике имеет направление от точки А к точке В.
- 2) Магнитные линии поля постоянного магнита в области расположения проводника АВ направлены вертикально вниз.
- 3) Электрический ток, протекающий в проводнике АВ, создаёт неоднородное магнитное поле.
- 4) При замкнутом ключе проводник будет втягиваться в область магнита влево.
- 5) При перемещении ползунка реостата влево сила Ампера, действующая на проводник АВ, уменьшится.

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**17**

.....



**18**

Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат.

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ**

- А) экспериментальное открытие магнитного действия электрического тока  
 Б) экспериментальное открытие явления электромагнитной индукции

**ИМЕНА УЧЕНЫХ**

- 1) Г. Герц  
 2) А. С. Попов  
 3) Х. К. Эрстед  
 4) М. Фарадей

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

**Прочитайте текст и выполните задания 19 и 20**

**Молния и гром**

Атмосферное электричество образуется и концентрируется в облаках — образованиях из мелких частиц воды, находящейся в жидком или твёрдом состоянии. При дроблении водяных капель и кристаллов льда, при столкновениях их с ионами атмосферного воздуха крупные капли и кристаллы приобретают избыточный отрицательный заряд, а мелкие — положительный. Восходящие потоки воздуха в грозовом облаке поднимают мелкие капли и кристаллы к вершине облака, крупные капли и кристаллы опускаются к его основанию.

Заряженные облака наводят на земной поверхности под собой противоположный по знаку заряд. Внутри облака и между облаком и Землёй создаётся сильное электрическое поле, которое способствует ионизации воздуха и возникновению искровых разрядов (молний) как внутри облака, так и между облаком и поверхностью Земли.

Гром возникает вследствие резкого расширения воздуха при быстром повышении температуры в канале разряда молнии. Вспышку молнии мы видим практически одновременно с разрядом, так как скорость распространения света очень велика ( $3 \cdot 10^8$  м/с). Разряд молнии длится всего 0,1–0,2 с. Звук распространяется значительно медленнее. В воздухе его скорость равна примерно 330 м/с. Чем дальше от нас произошёл разряд молнии, тем длиннее пауза между вспышкой света и громом. Гром от очень

далёких молний вообще не доходит: звуковая энергия рассеивается и поглощается по пути. Такие молнии называют зарницами. Как правило, гром слышен на расстоянии до 15–20 километров; таким образом, если наблюдатель видит молнию, но не слышит грома, то гроза находится на расстоянии более 20 километров.

Гром, сопровождающий молнию, может длиться в течение нескольких секунд. Существует две причины, объясняющие, почему вслед за короткой молнией слышатся более или менее долгие раскаты грома. Во-первых, молния имеет очень большую длину (она измеряется километрами), поэтому звук от разных её участков доходит до наблюдателя в разные моменты времени. Во-вторых, происходит отражение звука от облаков и туч — возникает эхо. Отражением звука от облаков объясняется происходящее иногда усиление громкости звука в конце грозовых раскатов.

**19**

Выберите *два* верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

- Для того чтобы оценить, приближается к нам гроза или нет, необходимо измерить время, соответствующее паузе между вспышкой молнии и сопровождающими её раскатами грома.
- Для того чтобы оценить, приближается к нам гроза или нет, необходимо измерить время между двумя вспышками молнии.
- Для того чтобы оценить, приближается к нам гроза или нет, необходимо измерить время двух последовательных пауз между вспышками молнии и сопровождающими их раскатами грома.
- Гром возникает в результате удара одного облака о другое.
- Облака, находящиеся непосредственно над землей, заряжены положительно.

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**Для ответов на задания 20–25 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (20, 21 и т.д.), а затем ответ на него. Полный ответ на задания 20, 21 и 22 должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.**

**20**

Как направлен (сверху вниз или снизу вверх) электрический ток разряда внутриоблачной молнии при механизме электризации, описанном в тексте? Ответ поясните.

**21**

На двух чашах рычажных весов находятся в равновесии два одинаковых сосуда, доверху наполненные водой. В одно ведро опускают деревянный брусок. Изменится ли при этом (и если изменится, то как) равновесие весов?

**22**

Отрицательно заряженная эбонитовая палочка притягивает подвешенную на нити легкую гильзу из алюминиевой фольги. Имеет ли гильза электрический заряд? 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**

Сколько граммов спирта нужно сжечь в спиртовке, чтобы нагреть на ней воду массой 580 г на 80 °С? КПД спиртовки (с учётом потерь теплоты) равен 20%. (Удельная теплота сгорания спирта  $2,9 \cdot 10^7$  Дж/кг, удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·°С)).

**24**

Летящая пуля пробивает тонкую деревянную стенку. В момент удара

о стенку скорость пули была равна  $400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , в момент вылета из стенки

–  $300 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . На сколько градусов нагреется пуля, если считать, что всё количество теплоты, выделяемое при торможении в стенке, поглощается пулей? Удельная теплоёмкость вещества, из которого изготовлена пуля, равна  $140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$ .

**25**

Электрочайник мощностью 2,4 кВт, рассчитанный на максимальное напряжение 240 В, включают в сеть напряжением 120 В. За какое время 600 г воды с начальной температурой 18 °С можно довести до кипения, если КПД чайника в этом случае 82 %.

**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.**