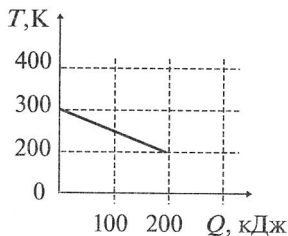


## Примеры заданий с выбором ответа

1. На рисунке приведён график зависимости температуры твёрдого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?



- 1) 0,002 Дж/(кг·К)
- 2) 0,5 Дж/(кг·К)
- 3) 500 Дж/(кг·К)
- 4) 40 000 Дж/(кг·К)

**Проверь себя:** Для вычисления удельной теплоёмкости воспользуемся её определением:  $c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$ .

Из графика зависимости температуры твёрдого тела от отданного им количества теплоты видно, что при выделении количества теплоты, равного 200 000 Дж, температура тела уменьшается на 100 К, следовательно:

$$c = \frac{200\,000 \text{ Дж}}{4 \text{ кг} \cdot 100 \text{ К}} = 500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

**Ответ:** 3.

2. Для нагревания кирпича массой 2 кг от 20 до 85 °С затрачено такое же количество теплоты, как для нагревания такой же массы воды на 13 °С. Теплоёмкость кирпича равна

- 1) 840 Дж/(кг·°С)                      3) 2100 Дж/(кг·°С)  
 2) 21 кДж/(кг·°С)                    4) 1680 Дж/(кг·°С)

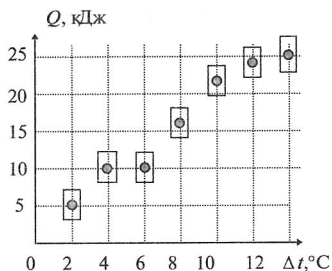
**Проверь себя:** Воспользуемся равенством количества теплоты, затраченного на нагревание кирпича, и количества теплоты, затраченного на нагревание воды:  $Q_K = c_K m(t_{K2} - t_{K1})$  и  $Q_B = c_B m(t_{B2} - t_{B1})$ . Для вычислений потребуется табличное значение удельной теплоёмкости воды:  $c_B = 4200$  Дж/(кг·°С). Так как массы кирпича и воды равны, удельная теплоёмкость кирпича:

$$c_K = c_B \frac{\Delta t_B}{t_{K2} - t_{K1}} = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С} \frac{13 \text{ °С}}{85 \text{ °С} - 20 \text{ °С}} = 840 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С} .$$

**Ответ:** 1.

3. Ученик исследовал зависимость количества теплоты, получаемого твёрдым телом массой 1 кг, от изменения его температуры. Результаты измерений указаны на графике точками с учётом погрешностей. Чему примерно равна удельная теплоёмкость данного вещества?

- 1) 200 Дж/(кг·К)  
 2) 500 Дж/(кг·К)  
 3) 1 кДж/(кг·К)  
 4) 2 кДж/(кг·К)



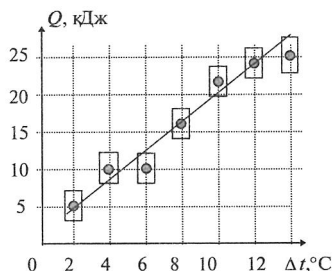
**Проверь себя:** Количество теплоты и соответствующее изменение температуры нужно определить из графика.

Количество теплоты, переданное телом при охлаждении:  $Q = cm\Delta t$ . Следовательно, экспериментальные точки можно аппроксимировать прямой, проходящей наиболее близко ко всем экспериментальным точкам, через каждый из прямоугольников.

Выберем на прямой точку, координаты которой удобно определить, например: 20 кДж; 10 °С.

$$\text{Вычислим искомую теплоёмкость: } c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} = \frac{2 \cdot 10^4 \text{ Дж}}{1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ °С}} = 2 \cdot 10^3 \text{ Дж} .$$

**Ответ:** 4.



## Примеры заданий с развёрнутым ответом

4. Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при температуре 0 °С. Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30 °С. Сколько целых кубиков льда надо бросить в лимонад, чтобы его температура стала 15 °С? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоёмкость лимонада такая же, как у воды.

**Проверь себя:** Тепловыми потерями по условию можно пренебречь, следовательно, энергией обмениваются только лёд и лимонад. За счёт энергии, выделившейся при охлаждении лимонада от  $t^{\circ}_{\text{лим}} = 30^{\circ}\text{С}$  до  $t^{\circ} = 15^{\circ}\text{С}$ , лёд плавится при температуре 0 °С, а затем вода, получившаяся после плавления, нагревается от  $t^{\circ}_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{С}$  до температуры  $t^{\circ} = 15^{\circ}\text{С}$ .

Уравнение теплового баланса имеет вид:

$$Q_{\text{пл. льда}} + Q_{\text{нагр. воды}} + Q_{\text{охл. лим}} = 0.$$

$Q_{\text{пл. льда}} = \lambda N m_1$ , где  $N$  — искомое количество кубиков льда, а  $m_1$  — масса одного кубика.

С учётом равенства удельной теплоёмкости лимонада и удельной теплоёмкости воды, количество теплоты, полученное при нагревании воды:

$$Q_{\text{нагр. воды}} = c_{\text{в}} N m_1 (t^{\circ} - t^{\circ}_{\text{в}}).$$

При охлаждении лимонада выделяется энергия:

$$Q_{\text{охл. лим}} = c_{\text{в}} m_{\text{лим}} (t^{\circ} - t^{\circ}_{\text{лим}}).$$

Уравнение теплового баланса принимает вид:

$$\lambda N m_1 + c_{\text{в}} N m_1 (t^{\circ} - t^{\circ}_{\text{в}}) + c_{\text{в}} m_{\text{лим}} (t^{\circ} - t^{\circ}_{\text{лим}}) = 0.$$

Откуда находим выражение для расчёта количества кубиков льда:

$$N = - \frac{c_{\text{в}} m_{\text{лим}} (t^{\circ} - t^{\circ}_{\text{лим}})}{m_1 (\lambda + c_{\text{в}} (t^{\circ} - t^{\circ}_{\text{в}}))}.$$

Для вычислений необходимо обратиться к справочным материалам:

удельная теплота плавления льда:  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг,

удельная теплоёмкость воды:  $c = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·°С).

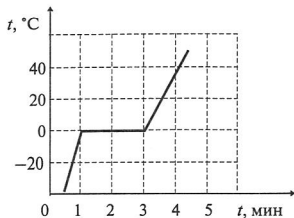
Произведём расчёт:

$$N = - \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (15^{\circ}\text{С} - 30^{\circ}\text{С})}{8 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \left( 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} (15^{\circ}\text{С} - 0^{\circ}\text{С}) \right)} = 4.$$

**Ответ:** 4 кубика.

5. На рисунке представлен график изменения температуры вещества в калориметре с течением времени. Теплоёмкостью калориметра и тепло-

выми потерями можно пренебречь и считать, что подводимая к сосуду мощность постоянна. Рассчитайте удельную теплоёмкость вещества в жидком состоянии. Удельная теплота плавления вещества равна  $100 \text{ кДж/кг}$ . В начальный момент времени вещество находилось в твёрдом состоянии.



**Проверь себя:** Тепловыми потерями и теплоёмкостью calorimetra можно пренебречь, значит, теплообмена с окружающей средой нет. Всё подводимое тепло передаётся веществу, находящемуся в calorimetre.

На графике горизонтальный участок (от 1 до 3 минут) соответствует процессу плавления, на котором мощность, подводимая к веществу,

$$\text{равна: } P_1 = \frac{Q_{\text{пл}}}{\Delta t_1} = \frac{m\lambda}{\Delta t_1}.$$

На интервале времени  $\Delta t_2$  от 3 до 4 минут нагревается жидкость, её температура за это время изменяется на  $\Delta t^\circ = 40^\circ \text{C}$ . Мощность, подводимая к жидкости на этом временном интервале:

$$P_2 = \frac{Q_{\text{нагр}}}{\Delta t_2} = \frac{cm\Delta t^\circ}{\Delta t_2}.$$

По условию мощность, подводимая к сосуду, постоянна. Приравнивая мощности на двух участках, для удельной теплоёмкости вещества

$$\text{в calorimetre получаем: } c = \frac{\lambda \Delta t_2}{\Delta t^\circ \Delta t_1} = \frac{10^5 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \cdot 60 \text{ с}}{40^\circ \text{C} \cdot 2 \cdot 60 \text{ с}} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}).$$

**Ответ:**  $1,25 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$ .