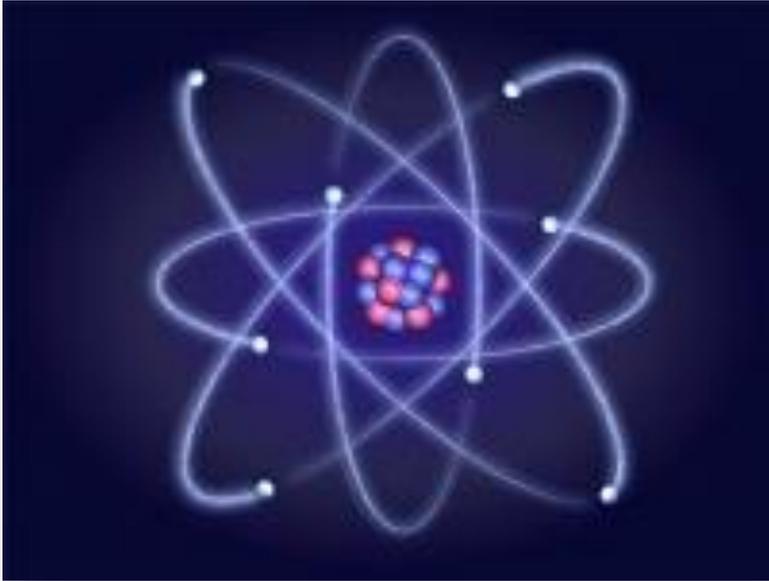




Всероссийская олимпиада школьников по физике. Муниципальный этап



# ФИЗИКА

9 класс

## Разбор олимпиадных заданий

*«Не знающие пусть научатся,  
а знающие вспомнят еще раз»*

*Античный афоризм*

Учитель: Елисеева Е.Л.  
МБОУ «Лицей № 89»  
г. Кемерово, 2017 г.

**Задача 1.** Находясь на краю глубокого обрыва, турист бросает камень вертикально вверх. При последующем движении вниз камень проходит точку бросания и падает в обрыв. Известно, что за промежуток времени  $t = 1$  с, отсчитываемый от момента броска, камень прошел путь  $S = 2,9$  м. Определите начальную скорость камня, сообщённую ему при броске.

**Дано:**

$$t = 1 \text{ с}$$

$$S = 2,9 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = ?$$

**Решение:**

Обозначим  $t_1$  – время подъема,  $t_2$  – время спуска.

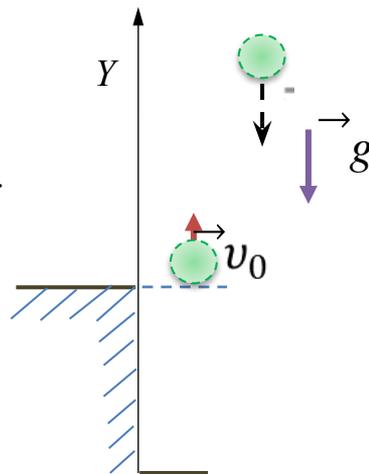
$$S_1 = \frac{gt_1^2}{2} \text{ – путь вверх; } S_2 = \frac{gt_2^2}{2} \text{ – путь вниз.}$$

$$\text{Общий путь } S = S_1 + S_2 = \frac{g}{2} (t_1^2 + t_2^2).$$

$$t = t_1 + t_2 = 1 \text{ с} \Rightarrow t_2 = t - t_1$$

$$\frac{2S}{g} = t_1^2 + (t - t_1)^2 = 2 \cdot t_1^2 - 2 \cdot t \cdot t_1 + t^2$$

$$t_1^2 - tt_1 + \frac{t^2}{2} - \frac{s}{g} = 0.$$



**Задача 1.** Находясь на краю глубокого обрыва, турист бросает камень вертикально вверх. При последующем движении вниз камень проходит точку бросания и падает в обрыв. Известно, что за промежуток времени  $t = 1$  с, отсчитываемый от момента броска, камень прошел путь  $S = 2,9$  м. Определите начальную скорость камня, сообщённую ему при броске.

**Дано:**

$$t = 1 \text{ с}$$

$$S = 2,9 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

---

$$v_0 = ?$$

**Решение:**

Решаем квадратное уравнение  $t_1^2 - t_1 + \frac{1}{2} - 0,29 = 0$

$$t_1 = 0,5 \pm 0,2$$

$$t_1 = 0,7 \text{ с}; t_1 = 0,3 \text{ с}$$

$v_0$  найдем из условия:  $v = v_0 - gt_1 = 0$

$$v_0 = gt_1$$

$$v_0 = 7 \text{ м/с}; v_0 = 3 \text{ м/с}$$

**Ответ:**  $v_0 = 7 \text{ м/с}; v_0 = 3 \text{ м/с}$



**Задача 1.** Находясь на краю глубокого обрыва, турист бросает камень вертикально вверх. При последующем движении вниз камень проходит точку бросания и падает в обрыв. Известно, что за промежуток времени  $t = 1$  с, отсчитываемый от момента броска, камень прошел путь  $S = 2,9$  м. Определите начальную скорость камня, сообщённую ему при броске.

### **Критерии оценивания:**

1. Верно записано выражение для пути вверх - 3 балла
2. Верно записано выражение для пути вниз - 2 балла
3. Верно записано выражение для общего пути - 1 балл
4. Правильно составлено уравнение для определения  $t_1$  - 2 балла
5. Получен правильный ответ - 2 балла

**Всего:** 10 баллов



**Задача 2.** Лодка отплыла от берега реки, текущей со скоростью, постоянной по всей ширине реки. В системе отсчета, связанной с водой, лодка все время двигалась перпендикулярно берегу, причем движение было равнозамедленным, с начальной скоростью 2 м/с. На рисунке изображен вид сверху на траекторию лодки в системе отсчета, связанной с берегом реки. Ось  $x$  направлена вдоль берега реки, ось  $y$  – перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки и модуль ускорения лодки.

**Дано:**

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$u$  - ?

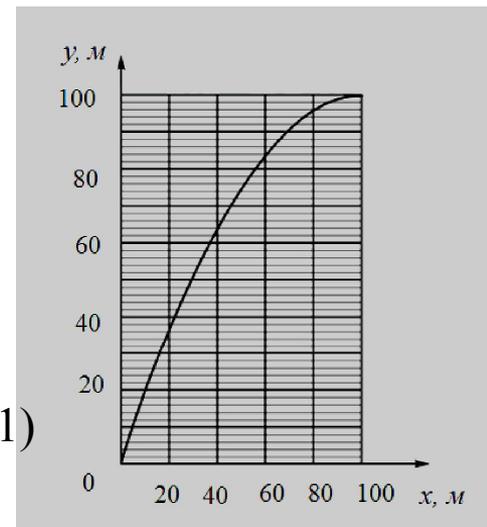
$a$  - ?

**Решение:**

Введем обозначения  $u$  – скорость течения реки;  
 $v$  – начальная скорость лодки.

Движение по оси  $X$  является равномерным  $x = ut$ , (1)

По оси  $Y$  - равнозамедленным  $y = vt - \frac{at^2}{2}$  (2)



**Задача 2.** Лодка отплыла от берега реки, текущей со скоростью, постоянной по всей ширине реки. В системе отсчета, связанной с водой, лодка все время двигалась перпендикулярно берегу, причем движение было равнозамедленным, с начальной скоростью 2 м/с. На рисунке изображен вид сверху на траекторию лодки в системе отсчета, связанной с берегом реки. Ось  $x$  направлена вдоль берега реки, ось  $y$  – перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки и модуль ускорения лодки.

**Дано:**

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$u$  - ?

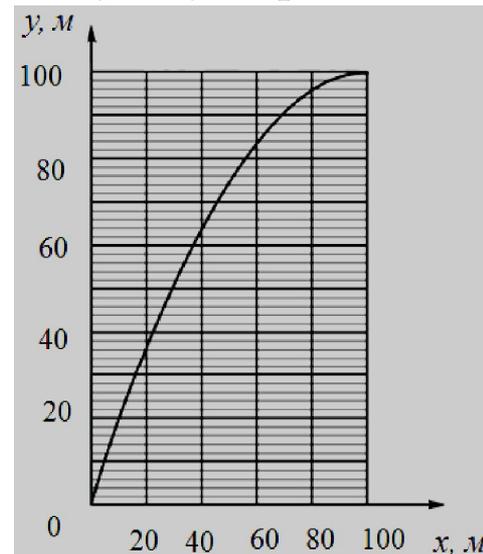
$a$  - ?

**Решение:**

Исключая  $t$  из уравнений (1) и (2), получим уравнение параболы:

$$y(x) = -\frac{a}{2u^2}x^2 + \frac{v}{u}x$$

или 
$$y(x) = x \left( \frac{v}{u} - \frac{a}{2u^2}x \right) \quad (4)$$



Для равнозамедленного движения запишем зависимость скорости от времени:



**Задача 2.** Лодка отплыла от берега реки, текущей со скоростью, постоянной по всей ширине реки. В системе отсчета, связанной с водой, лодка все время двигалась перпендикулярно берегу, причем движение было равнозамедленным, с начальной скоростью 2 м/с. На рисунке изображен вид сверху на траекторию лодки в системе отсчета, связанной с берегом реки. Ось  $x$  направлена вдоль берега реки, ось  $y$  – перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки и модуль ускорения лодки.

**Дано:**

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$u$  - ?

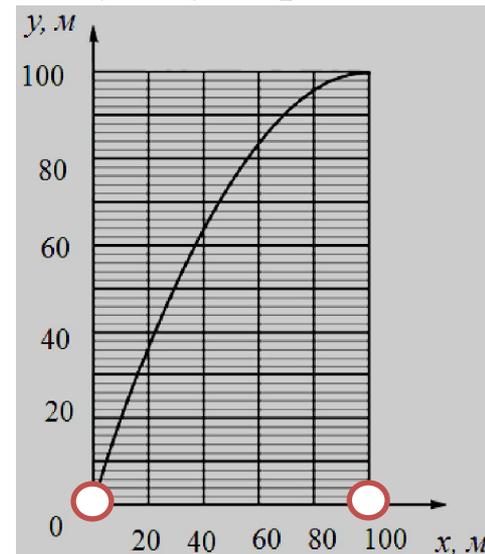
$a$  - ?

**Решение:**

$$v_y = v_{0y} - at = v - at. \quad (5)$$

Из рисунка видно, что парабола имеет точки пересечения с осью  $X$ :  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = 200$  м.

$$\frac{v}{u} - \frac{a}{2u^2}x = 0 \quad x = \frac{2uv}{a} = 200$$



**Задача 2.** Лодка отплыла от берега реки, текущей со скоростью, постоянной по всей ширине реки. В системе отсчета, связанной с водой, лодка все время двигалась перпендикулярно берегу, причем движение было равнозамедленным, с начальной скоростью 2 м/с. На рисунке изображен вид сверху на траекторию лодки в системе отсчета, связанной с берегом реки. Ось  $x$  направлена вдоль берега реки, ось  $y$  – перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки и модуль ускорения лодки.

**Дано:**

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$u$  - ?

$a$  - ?

**Решение:**

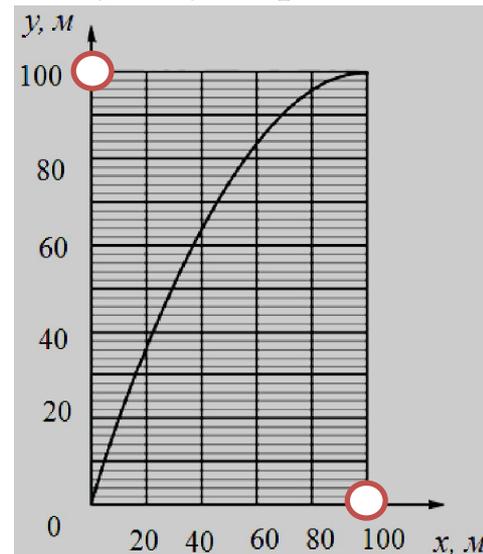
Так как  $v = 2 \text{ м/с}$ , получаем  $u = 50a$ .

При  $x = 100 \text{ м}$  из рисунка видно, что  $y = 100 \text{ м}$ .

Подставим эти значения в уравнение параболы

или 
$$y(x) = x \left( \frac{v}{u} - \frac{a}{2u^2} x \right) \quad (4),$$

заменим  $a = u/50$  и получим



**Задача 2.** Лодка отплыла от берега реки, текущей со скоростью, постоянной по всей ширине реки. В системе отсчета, связанной с водой, лодка все время двигалась перпендикулярно берегу, причем движение было равнозамедленным, с начальной скоростью 2 м/с. На рисунке изображен вид сверху на траекторию лодки в системе отсчета, связанной с берегом реки. Ось  $x$  направлена вдоль берега реки, ось  $y$  – перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки и модуль ускорения лодки.

**Дано:**

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$u$  - ?

$a$  - ?

**Решение:**

$$u = 1 \text{ м/с}; \quad a = \frac{u}{50} = 0,02 \text{ м/с}^2$$

**Ответ:**  $u = 1 \text{ м/с}; \quad a = 0,02 \text{ м/с}^2$



**Задача 2.** Лодка отплыла от берега реки, текущей со скоростью, постоянной по всей ширине реки. В системе отсчета, связанной с водой, лодка все время двигалась перпендикулярно берегу, причем движение было равнозамедленным, с начальной скоростью 2 м/с. На рисунке изображен вид сверху на траекторию лодки в системе отсчета, связанной с берегом реки. Ось  $x$  направлена вдоль берега реки, ось  $y$  – перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки и модуль ускорения лодки.

**Критерии:**

1. Верно записано выражение для движения по оси  $X$  - 2 балла
2. Верно записано выражение для движения по оси  $Y$  - 2 балла
3. Верно записано выражение для зависимости  $y(x)$  - 2 балла
4. Получено верное соотношение  $u = 50a$  - 2 балла
5. Получен правильный ответ - 2 балла

**Всего:** 10 баллов



**Задача 3.** В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а во второй бочке  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура  $t = 50^\circ\text{C}$ . Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершенной при переливании воды, пренебречь.

**Дано:**

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$t = 50^\circ\text{C}$$

$$t_x - ?$$

**Решение:**

Количество теплоты, которое идет на нагревание некоторой массы воды из первой бочки до температуры  $t = 50^\circ\text{C}$

$$Q_1 = c_v \cdot m_x (t - t_1),$$

где  $m_x$  – масса перелитой воды.

Количество теплоты, которое отдает вода при остывании во второй бочке до температуры  $t = 50^\circ\text{C}$



**Задача 3.** В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а во второй бочке  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура  $t = 50^\circ\text{C}$ . Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершенной при переливании воды, пренебречь.

**Дано:**

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$t = 50^\circ\text{C}$$

---


$$t_x - ?$$

**Решение:**

$$Q_2 = c_B \cdot m(t_1 - t).$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$c_B \cdot m_x(t - t_1) = c_B \cdot m(t_1 - t),$$

откуда

$$m_x = m \frac{(t_2 - t)}{(t - t_1)} = \frac{m}{3}.$$



**Задача 3.** В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а во второй бочке  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура  $t = 50^\circ\text{C}$ . Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершенной при переливании воды, пренебречь.

**Дано:**

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$t = 50^\circ\text{C}$$

$$t_x - ?$$

**Решение:**

После переливания в первой бочке осталось воды  $m - m_x = \frac{2}{3} m$ .

Количество теплоты, которое отдает вода, перелитая из второй бочки в первую

$$Q_3 = c_v \cdot m_x (t - t_x),$$

где  $t_x$  – равновесная температура в первой бочке.



**Задача 3.** В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а во второй бочке  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура  $t = 50^\circ\text{C}$ . Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершенной при переливании воды, пренебречь.

**Дано:**

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$t = 50^\circ\text{C}$$

---

$$t_x - ?$$

**Решение:**

Количество теплоты, которое идет на нагревание воды в первой бочке до температуры  $t_x$

$$Q_4 = c_B \cdot \frac{2}{3} m(t_x - t_1).$$

$$Q_3 = Q_4$$



**Задача 3.** В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а во второй бочке  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура  $t = 50^\circ\text{C}$ . Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершенной при переливании воды, пренебречь.

**Дано:**

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$t = 50^\circ\text{C}$$

$$t_x - ?$$

**Решение:**

$$c_B \cdot \frac{m}{3} (t - t_x) = c_B \cdot \frac{2}{3} m \cdot (t_x - t_1),$$

откуда

$$t_x = \frac{t + 2t_1}{3} = 30^\circ\text{C}$$

**Ответ:**  $30^\circ\text{C}$



**Задача 3.** В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а во второй бочке  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура  $t = 50^\circ\text{C}$ . Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершенной при переливании воды, пренебречь.

**Критерии:**

1. Верно записано выражение теплового баланса в 1 случае - 3 балла
2. Верно определено соотношение между массами воды - 2 балла
3. Верно записано выражение теплового баланса во 2 случае - 3 балла
4. Получен правильный ответ - 2 балла

**Всего:** 10 баллов



**Задача 4.** Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $\frac{2}{3}$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

**Дано:**

$$V = 1\text{ дм}^3$$

$$t_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_x - ?$$

**Решение:**

Обозначим объем куба  $V = S \cdot h$ ,

где  $S$  – площадь основания куба;  $h$  – ребро куба.

Количество теплоты, которое может отдать вода, взятая при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , остывая до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_1 = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} \frac{V}{3} \Delta t = 4200 \cdot 10^3 \cdot \frac{10^{-3}}{3} \cdot 10^2 = 1,4 \cdot 10^5\text{ Дж.}$$



**Задача 4.** Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $\frac{2}{3}$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

**Дано:**

$$V = 1\text{ дм}^3$$

$$t_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_x = ?$$

**Решение:**

Оценим количество теплоты необходимое для плавления всего льда

$$Q_2 = \lambda \cdot \rho_{\text{л}} \cdot \frac{2}{3} V = 3,35 \cdot 10^5 \cdot 9 \cdot 10^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 10^{-3} = 2,01 \cdot 10^5\text{ Дж.}$$

Анализ значений  $Q_1$  и  $Q_2$  позволяет сделать следующий **ВЫВОД:**  
лед растает не весь, а температура смеси будет  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Задача 4.** Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $\frac{2}{3}$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

**Дано:**

$$V = 1\text{ дм}^3$$

$$t_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_x - ?$$

**Решение:**

Определим количество растаявшего льда  $m_x$  из уравнения теплового баланса:

$$\lambda \cdot m_x = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} \frac{V}{3} \Delta t,$$

$$m_x = \frac{c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V \Delta t}{3 \cdot \lambda}.$$



**Задача 4.** Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $\frac{2}{3}$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

**Дано:**

$$V = 1\text{ дм}^3$$

$$t_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_x - ?$$

**Решение:**

Тогда оставшаяся масса льда:

$$m_{\text{л}} = \frac{2}{3} \rho_{\text{л}} V - \frac{c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V \Delta t}{3 \cdot \lambda}$$

Объем этого льда:

$$V_{\text{л}} = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}}} = \frac{V}{3} \left( 2 - \frac{c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} \Delta t}{\rho_{\text{л}} \cdot \lambda} \right).$$



**Задача 4.** Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $\frac{2}{3}$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

**Дано:**

$$V = 1\text{ дм}^3$$

$$t_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

---


$$t_x - ?$$

**Решение:**

Толщина этого слоя льда:

$$h_{\text{л}} = \frac{V_{\text{л}}}{S} = \frac{h}{3} \left( 2 - \frac{c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V \Delta t}{3 \cdot \lambda} \right).$$

Аналогично проведем расчет для полученной воды:

$$m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} \frac{V}{3} + \frac{c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V \Delta t}{3 \cdot \lambda},$$



**Задача 4.** Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $\frac{2}{3}$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100\text{ }^\circ\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^\circ\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^\circ\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

**Дано:**

$$V = 1\text{ дм}^3$$

$$t_2 = 60\text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 50\text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_x - ?$$

**Решение:**

$$V_B = \frac{V}{3} \left( 1 + \frac{c_B \Delta t}{\lambda} \right),$$

$$h_B = \frac{h}{3} \left( 1 + \frac{c_B \Delta t}{\lambda} \right).$$

Изменение уровня воды в сосуде

$$\Delta h = h - h_{\text{л}} - h_B = \frac{c_B \Delta t}{3\lambda} \left( \frac{\rho_B}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right).$$

**Ответ:**  $\Delta h = 4,6\text{ мм}$



**Задача 4.** Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $\frac{2}{3}$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг} \times \text{ }^{\circ}\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

**Критерии:**

1. Определено, что растает не весь лёд, а вода охладится до  $0^{\circ}\text{C}$  2 балла
2. Найдена масса растаявшего льда 2 балла
3. Найден объём растаявшего льда 2 балла
4. Найден объём воды, получившейся из растаявшего льда 2 балла
5. Найдено изменение уровня 2 балла

**Всего:** 10 баллов



**Задача 5.** Ученица Маша проводила опыты с электрической цепью, схема которой изображена на рисунке. Когда Маша подключила выводы А и В цепи к батарейке и замкнула ключ К, она заметила, что амперметр  $A_1$  показывает значение силы тока  $I_1 = 1$  мА, а амперметр  $A_2$  – значение  $I_2 = 3$  мА. Какими будут показания амперметров, когда Маша разомкнет ключ? Приборы считайте идеальными.

**Дано:**

**Решение:**

$$I_1 = 1 \text{ мА}$$

$$I_2 = 3 \text{ мА}$$

$$I_1' = ?$$

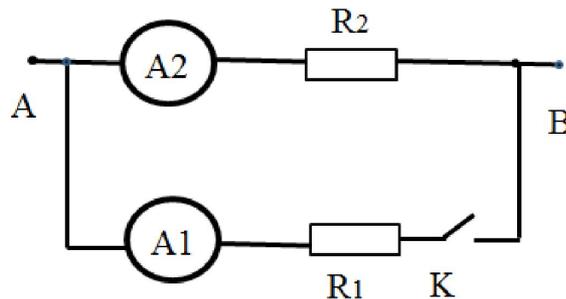
$$I_2' = ?$$

$$I_{\text{общая}} = I_1 + I_2 = 4 \text{ мА} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{3} \quad \Rightarrow \quad 3 \cdot R_2 = R_1$$

При параллельном соединении:

$$R_{\text{общее}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot R_2 \cdot R_2}{3 \cdot R_2 + R_2} = \frac{3 \cdot R_2^2}{4 \cdot R_2} = \frac{3}{4} \cdot R_2 = 0,75 \cdot R_2$$



**Задача 5.** Ученица Маша проводила опыты с электрической цепью, схема которой изображена на рисунке. Когда Маша подключила выводы А и В цепи к батарейке и замкнула ключ К, она заметила, что амперметр  $A_1$  показывает значение силы тока  $I_1 = 1$  мА, а амперметр  $A_2$  – значение  $I_2 = 3$  мА. Какими будут показания амперметров, когда Маша разомкнет ключ? Приборы считайте идеальными.

**Дано:**

**Решение:**

$$I_1 = 1 \text{ мА}$$

$$U_{\text{общее}} = I_{\text{общая}} \cdot R_{\text{общее}}$$

$$I_2 = 3 \text{ мА}$$

$$U_{\text{общее}} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,75 \cdot R_2 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot R_2 \quad \Rightarrow$$

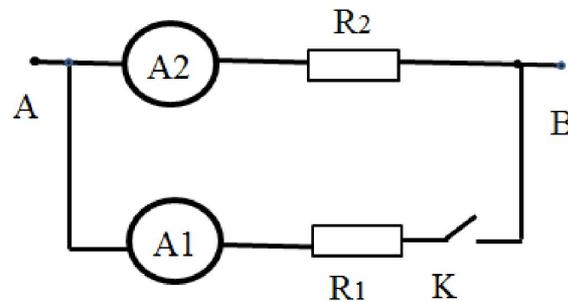
$$I_1' = ?$$

$$\text{Амперметр } A_2 \text{ покажет: } I_2' = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$I_2' = ?$$

Амперметр  $A_1$  покажет отсутствие тока.

**Ответ:** 0,  $I_2' = 3 \text{ мА}$



**Задача 5.** Ученица Маша проводила опыты с электрической цепью, схема которой изображена на рисунке. Когда Маша подключила выводы А и В цепи к батарее и замкнула ключ К, она заметила, что амперметр  $A_1$  показывает значение силы тока  $I_1 = 1$  мА, а амперметр  $A_2$  – значение  $I_2 = 3$  мА. Какими будут показания амперметров, когда Маша разомкнет ключ? Приборы считайте идеальными.

**Критерии:**

1. Получено правильное соотношение между  $R_1$  и  $R_2$  -3 балла
2. Правильный учет падения напряжения в обоих случаях - 2 балла
3. Правильно определено показание амперметра  $A_1$  - 2 балла
4. Получено правильное показание амперметра  $A_2$  -3 балла

**Всего:** 10 баллов



**Спасибо за внимание!**

**Удачи вам!**

