

ЗАДАНИЯ И РЕШЕНИЯ
для проведения II муниципального (районного) этапа
Всероссийской олимпиады школьников по физике 2024 - 2024
8 класс

Задача 1.



Дед Мороз собирает посылку с подарками для маленьких детей. Он хочет рассчитать стоимость почтовой пересылки, а для этого ему нужно знать массу посылки. Но в домике Деда Мороза оказались только неравноплечные весы. Масса посылки при взвешивании на одной стороне оказалась равной 81 кг, а на другой 36 кг. Помогите Деду Морозу вычислить реальную массу посылки.

Решение:

Пусть длина одного плеча l_1 , второго плеча l_2 . Обозначим искомую реальную массу m .

Условие равновесия, когда посылка на одной стороне: $m_1 \cdot l_1 = m \cdot l_2$

Условие равновесия, когда посылка на другой стороне: $m \cdot l_1 = m_2 \cdot l_2$

Выразим m из обоих уравнений и приравняем:

$$m = \frac{m_1 \cdot l_1}{l_2} \quad \text{и} \quad m = \frac{m_2 \cdot l_2}{l_1} \quad \text{следовательно,} \quad \frac{m_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{m_2 \cdot l_2}{l_1}$$

отсюда $\frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2$ т.е. $\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$

Т.о. $m = \frac{m_1 \cdot l_1}{l_2} = m_1 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{m_1 \cdot m_2}$

Подставляем численные значения: $m = \sqrt{(8 \cdot 36)} = 54 \text{ кг}$.

Критерии оценивания:

Верно составлены уравнения для условий равновесия – 4 балла

Верно получено выражение для определения истинной массы посылки – 5 баллов

Верно найдено численное значение истинной массы посылки – 1 балл

Задача 2.

В термос вливают ложку горячей воды, при этом его температура возросла на 5°C .

После этого в него влили опять ложку горячей воды и температура поднялась еще на 3°C . На сколько градусов возрастет температура в термосе, если в него влить еще **48** ложек горячей воды. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Решение.

Обозначим C_T – теплоемкость термоса, C_B – теплоемкость одной ложки воды, t_B – температура горячей воды и t_0 – начальная температура в термосе. Запишем уравнение теплового баланса после вливания одной ложки

$$C_T(t_0 + 5 - t_0) = C_B(t_B - (t_0 + 5)), \quad (1)$$

После вливания второй ложки

$$C_T(t_0 + 8 - t_0) = 2C_B(t_B - (t_0 + 8)), \quad (2)$$

Разделим второе уравнение на первое

$$(t_B - t_0 - 8)/(t_B - t_0 - 5) = 4/5. \quad (3)$$

Откуда $t_B - t_0 = 20$.

Из уравнения теплового баланса (1)

$$5C_T = 15C_B \text{ и } C_T = 3C_B.$$

После вливания еще **48** ложек горячей воды

$$C_T(t_T - t_0) = 50C_B(t_B - t_T),$$

Откуда

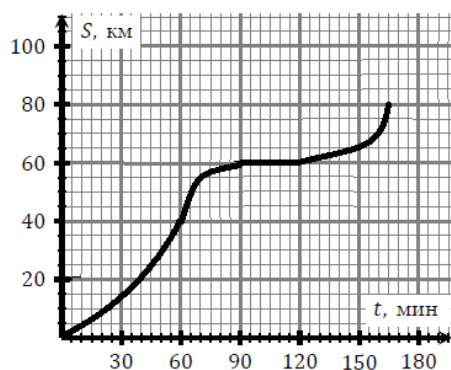
$$53t_T = 50t_B + 3t_0 = 53t_B - 3(t_B - t_0) \text{ или } t_T = t_B - (3/53) \times (t_B - t_0).$$

Искомая разность температур $t_T - t_0 = t_B - t_0 - (3/53) \times (t_B - t_0) = (50/53) \times (t_B - t_0) \approx 8,9^{\circ}\text{C}$.

Критерии оценивания

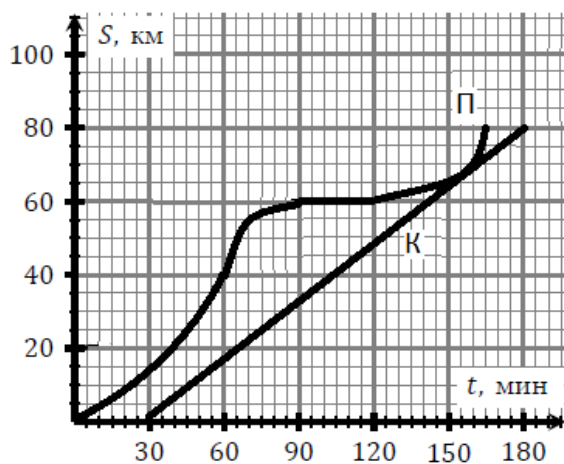
- 1) Записано уравнение теплового баланса после вливания одной ложки - **2 балла**
- 2) Записано уравнение теплового баланса после вливания второй ложки - **2 балла**
- 3) Записано уравнение теплового баланса после вливания сорок восьмой ложки - **2 балла**
- 4) Найдена искомая разность температур - **4 балла**

Задача 3.



Ковбой Джо на полчаса опоздал на станцию, поезд ушёл без него и ковбой сразу же решил догнать его на дрезине. С какой минимальной скоростью должен ехать ковбой, чтобы догнать поезд до того, как тот попадёт в город? Между городом и станцией — 80 км. График движения поезда (его время в пути от положения в пути) показан на рисунке. Дрезина движется с постоянной скоростью.

Решение



Нарисуем график (К) зависимости расстояния от станции до дрезины, на которой едет Джо, от времени. Ковбой прибыл на станцию на полчаса позже отправления поезда, поэтому зависимость, которую будем строить описывается

$$x_{\text{ковбой}} = v_{\text{дрезины}} \cdot (t - 30 \text{ мин}).$$

Ковбой догонит поезд, если график (П) зависимости расстояния от поезда до станции и ковбоя до станции (К) имеют общую точку. То

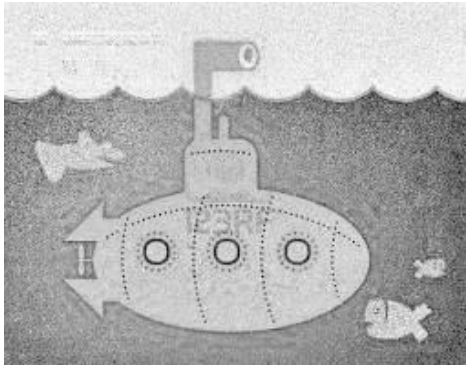
есть в какой-то момент времени поезд и дрезина с ковбоем находятся на одинаковом расстоянии от станции. Величина скорости определяет коэффициент наклона прямой (К), таким образом, надо изобразить самую пологую прямую, проходящую через точку (30,0), которая имеет общую точку с графиком (П).

Скорости дрезины в таком случае составляет 32 км/ч.

Критерии оценивания

- 1) В решении учтено, что начальное время движения дрезины смещено на 30 минут – 3 балла
- 2) Получен верный ответ – 7 баллов

Задача 4



Некий изобретатель построил прогулочную подводную лодку массой $M=8$ тонн и внутренним объёмом $V=6$ м³. После этого для испытаний он поместил её в круглый бассейн, не полностью заполненный водой, радиусом $R=5$ м. Он загружал её балластом, пока лодка не погрузилась в воду по самый верхний люк. Масса балласта оказалась равна $m=1200$ кг. Плотность воды 1000 кг/м³. Определите среднюю плотность

материала конструкции подводной лодки и вычислите, на какую высоту при испытании поднялся уровень воды в бассейне. Воздухом внутри лодки пренебречь.

Решение:

Условие плавания для подводной лодки после загрузки балласта ($V_{\text{лодки}}$ — внешний объём лодки)

$$\begin{aligned}F_{\text{Архимеда}} &= F_{\text{тяжести}} \\F_{\text{Архимеда}} &= \rho_{\text{воды}} g V_{\text{лодки}} \\F_{\text{тяжести}} &= (m + M)g \\ \rho_{\text{воды}} g V_{\text{лодки}} &= (m + M)g \\ V_{\text{лодки}} &= \frac{m + M}{\rho_{\text{воды}}}\end{aligned}$$

Плотность материала конструкции подводной лодки

$$\begin{aligned}\rho_{\text{лодки}} &= \frac{M}{V_{\text{лодки}} - V} = \frac{M}{\frac{m + M}{\rho_{\text{воды}}} - V} \\ \rho_{\text{лодки}} &= M : \frac{m + M - \rho_{\text{воды}} V}{\rho_{\text{воды}}} = \frac{M \rho_{\text{воды}}}{m + M - \rho_{\text{воды}} V}\end{aligned}$$

Итого плотность материала конструкции подводной лодки

$$\rho_{\text{лодки}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 8000 \text{ кг} / (1200 \text{ кг} + 8000 \text{ кг} - 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 6 \text{ м}^3) = 2500 \text{ кг/м}^3.$$

Рассчитаем высоту подъёма уровня воды в бассейне за время испытания. Столб воды увеличился строго на внешний объём лодки.

$$\begin{aligned}
 V_{\text{столба воды}} &= V_{\text{лодки}} \\
 S_{\text{дна бассейна}} \Delta h &= V_{\text{лодки}} \\
 \pi R^2 \Delta h &= V_{\text{лодки}} \\
 \pi R^2 \Delta h &= \frac{m + M}{\rho_{\text{воды}}} \\
 \Delta h &= \frac{m + M}{\rho_{\text{воды}} \pi R^2}
 \end{aligned}$$

Итого $\Delta h = (8000 + 1200) / (1000 \cdot 3,14 \cdot 5^2) = 0,117$ метра или 11,7 сантиметров

Критерии оценивания

Верно выведено условия плавания — 3 балла

Верно рассчитан внешний объём лодки — 2 балла

Верно рассчитана плотность — 2 балла

Верно рассчитан подъём воды — 3 балла

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

ЖЕЛАЕМ УСПЕХОВ!