

8 класс

Максимальное время решения 180 минут

Задача 1

Неравнозначные жидкости (10 баллов)

В распоряжении экспериментатора Коли имеются две жидкости. Одна из них – вода, про которую Коля многое знает. Он знает, что ее удельная теплоемкость равна $c_v=4200$ Дж/(кг*С). Температура кипения воды $T_k=100^{\circ}\text{C}$. Также он знает, что если поставить нагреваться воду $m_v=1$ кг и температурой $T_0=25^{\circ}\text{C}$ в чашке на имеющуюся в его лаборатории плитку, то через $t_1=210$ секунд она закипит. А вот про вторую жидкость он ничего не знает, но придумал способ как найти ее удельную теплоемкость. Для этого Коля налил в ту же чашку (пустую) 1 килограмм исследуемой жидкости и снял зависимость изменения температуры жидкости от времени нагревания. Результаты, полученные Колей приведены в таблице.

Время, t	0	10 с	20 с	30 с	40 с	50 с	60 с	70 с	80 с
Температура, T	25°C	33	35	43	50	52	58	60	66

Используя полученные измерения, определите удельную теплоемкость исследуемой жидкости. Удельную теплоемкость чашки считать пренебрежимо малой. Тепло от плитки идет только на нагрев жидкости.

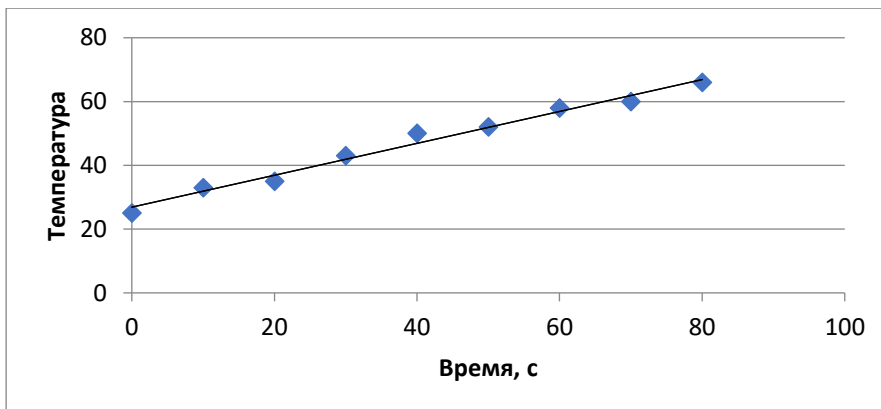
Вариант решения

Плитка «вырабатывает» одинаковое количество теплоты за одинаковые промежутки времени. Используя данные о закипании воды в чайнике, определим мощность P плитки (ежесекундное выделение теплоты):

$$P = c_v m_v (T_k - T_0) / t_1 = 4200 * 1 * (100 - 25) / 210 = 1500 \text{ Дж/с.}$$

Удельную теплоемкость исследуемой жидкости, при условии, что ее масса 1 кг, определим как отношение сообщенного количества теплоты к изменению температуры.

Построим график зависимости температуры исследуемой жидкости от времени по экспериментальным данным. Проведем прямую линию так, чтобы количество точек с обеих сторон было примерно одинаково.



Возьмем две точки наиболее приближенных к проведенной прямой (лежащих на прямой). Например, начальную точку и точку, соответствующую времени 50 с. Тогда сообщенное количество теплоты: $Q = P * t = 1500 * 50 = 75000$ Дж. Изменение температуры $\Delta T = 52 - 25 = 27^{\circ}\text{C}$

Искомая удельная теплоемкость равна $c = 75000 / 27 = 2778$ Дж/(кг*С)

Критерии оценивания

Определена мощность плитки	4 балла
Построим график зависимости температуры исследуемой жидкости от времени	2 балла
При работе с графиком правильно выбраны необходимые интервалы	2 балла
Полученный числовой ответ лежит в диапазоне 2778 ± 130 Дж/(кг*С)	2 балла

Задача 2

Погружение на глубину (10 баллов)

Коля пытается сделать из деревянного бруска подводную лодку. Для этого он прикрепляет к бруску кнопки из железа. Какое минимальное количество кнопок n необходимо воткнуть в брусок, чтобы он смог погрузиться на дно емкости наполненной водой. Масса бруска $m_b=5$ гр, масса кнопки $m_k=0,2$ гр, плотность дерева, $\rho_d=800$ кг/м³, плотность воды $\rho_v=1000$ кг/м³, плотность железа $\rho_{ж}=7800$ кг/м³?

Вариант ответа

Тело будет тонуть в воде если выполняется условие: $M \geq \rho_v V$

где M - масса погруженного в воду тела, V - объем этого тела

$$M = m_d + n m_k \quad V = \frac{m_d}{\rho_d} + \frac{n m_k}{\rho_{ж}}$$

Отсюда следует, что:

$$n = \frac{m_d \rho_{ж} (\rho_v - \rho_d)}{m_k \rho_d (\rho_{ж} - \rho_v)} \approx 7,17$$

Чтобы брусок погрузился на дно, необходимо воткнуть минимум $n=8$ кнопок.

Критерии оценивания

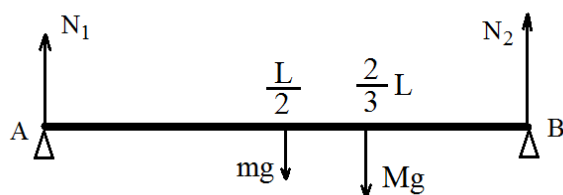
Записано условие погружения тела	2 балла
Записано выражения для нахождения массы погружаемого тела	2 балла
Записано выражения для нахождения объема погружаемого тела	2 балла.
Получено выражение для расчета количества кнопок	2 балла
Приведен правильный ответ	2 балла

Задача 3

Один груз на двоих (10 баллов)

На стройке двое рабочих переносят мешок цемента массой 30 кг с помощью лома массой 10 кг, положив концы лома к себе на плечи. Мешок подвешен на расстоянии $1/3$ длины лома от одного из концов. Какие силы прикладывают к концам лома рабочие? Ускорение свободного падения принять равным $g=10$ м/с².

Вариант решения



На рисунке N_1 и N_2 – сила, действующая на концы лома со стороны плеч рабочих. Mg и mg силы тяжести, действующие на мешок цемента и лом. Система находится в равновесии при условии, например, относительно точка А

$$N_2 L = mg \frac{L}{2} + Mg \frac{2}{3} L$$

Где L – длина лома. Отсюда

$$N_2 = \frac{mg}{2} + \frac{2}{3} Mg = 250 \text{ Н}$$

Записав условие равновесия относительно точки В, получим аналогично:

$$N_1 L = mg \frac{L}{2} + Mg \frac{1}{3} L$$

Откуда

$$N_1 = \frac{mg}{2} + \frac{1}{3} Mg = 150 \text{ Н}$$

Критерии оценивания

Построен рисунок с правильным указанием всех действующих сил	2 балла
Записано правило моментов относительно одной оси	2 балла
Записано правило моментов относительно второй оси	2 балла

Определена сила, действующая на один конец лома	2 балла
Определена сила, действующая на второй конец лома	2 балла

Задача 4

Сдвоенная работа (10 баллов)

В лаборатории экспериментатора Коли имеются два разных кипятильника. Коля заметил, что если взять два одинаковых стакана с водой (одинаковой температуры) и поместить в них кипятильники, а затем одновременно включить, то один кипятильник нагревает воду до кипения за $t_1=2$ минуты, а второй за $t_2=4$ минуты. Если Коля захочет поместить в один стакан с водой сразу два кипятильника и одновременно их включить, то за какое время вода нагреется до кипения?

Вариант решение

Во всех трех случаях для закипания воды необходимо сообщать одинаковое количество теплоты

$$Q=P_1t_1$$

$$Q=P_2t_2$$

$$Q=(P_1+P_2)t_3 \quad \text{где } P_1 \text{ и } P_2 \text{ мощность выдаваемая первым и вторым кипятильником соответственно.}$$

Решая систему, получим $t_3=1,33$ минуты (1 минута 20 секунд)

Критерии оценивания

Оговорено условие о равенстве сообщаемого количества теплоты	2 балла
Составлена система уравнений	3 балла
Приведен правильный ответ на основании решения системы	3 балла