

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

10 класс

Задача 10.1

Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Дано:

$h = 3,48 \text{ м}$

$\alpha = 30^\circ$

СИ:

Найти: L -?

Так как криволинейное движение камешков происходит с постоянным ускорением g , то основные уравнения

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad (1)$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}, \quad (2)$$

В системе отсчёта, связанной с точкой на земле под основанием балкона для Оли:

$$x_1 = v_1 \cos \alpha t, \quad y_1 = h - v_1 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}, \quad (3)$$

для Коли: $x_2 = L - v_2 \cos \alpha t, \quad y_2 = v_2 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}. \quad (4)$

В момент встречи соответствующие координаты камешков равны: $x_1 = x_2$ и $y_1 = y_2$.

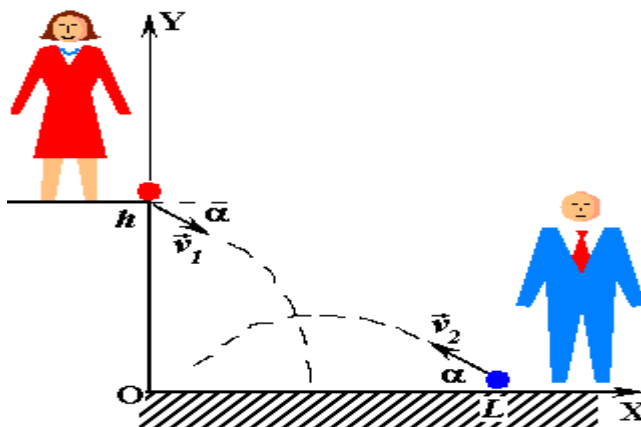
$$v_1 \cos \alpha t = L - v_2 \cos \alpha t, \quad h - v_1 \sin \alpha t = v_2 \sin \alpha t.$$

Тогда $L = (v_1 + v_2) \cos \alpha t, \quad h = (v_1 + v_2) \sin \alpha t. \quad (5)$

Поделив одно уравнение на другое, получаем

$$\frac{L}{h} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha, \quad L = h \operatorname{ctg} \alpha. \quad (6)$$

Расчёт: $L = 3,48 \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ \text{ м} = 3,48 \cdot \sqrt{3} \text{ м} = 6,03 \text{ м} \approx 6 \text{ м}.$



Примерные критерии оценивания	Баллы
Запись исходных уравнений (1) и (2)	1
Правильный рисунок	1
Получена система 4-х уравнений (3) и (4)	3
Получена система 2-х уравнений (5)	2
Получена итоговая формула (6)	2
Проведён расчёт до числового значения	1

Примечание. Возможные геометрические решения требуют соответствующих дополнительных построений, пояснений.

Возможное решение Дано: $T_1 = 270 \text{ K}$ $T_2 = 272 \text{ K}$ $T_3 = 273,15 \text{ K}$ $T_4 = 274 \text{ K}$ $Q_1 = 2100 \text{ Дж}$ $Q_2 = 69700 \text{ Дж}$ $c_1 = 2,1 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ $c_2 = 4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ $\lambda = 0,334 \text{ МДж/кг}$ $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ Найти: C_K-?		СИ $= 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$ $= 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$ $= 334 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$	Пусть масса льда m. В первом случае $Q_1 = C_K (T_2 - T_1) + c_{\text{л}} m (T_2 - T_1). \quad (1)$ Во втором случае происходит переход через точку плавления льда $Q_2 = C_K (T_4 - T_2) + c_{\text{л}} m (T_3 - T_2) + \lambda m + c_{\text{в}} m (T_4 - T_3). \quad (2)$ Имеем систему из двух уравнений с двумя неизвестными. Из (1) масса льда $m = \frac{Q_1}{c_{\text{л}} (T_2 - T_1)} - \frac{C_K}{c_{\text{л}}}. \quad (3)$ (3) $\rightarrow$ (2),
---	--	--	---

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= C_K (T_4 - T_2) + m [c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)] = \\
 &= C_K (T_4 - T_2) + \left[\frac{Q_1}{c_L (T_2 - T_1)} - \frac{C_K}{c_L} \right] [c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)].
 \end{aligned} \quad (4)$$

Получаем одно уравнение с одной неизвестной величиной. Выполняем преобразования

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= C_K (T_4 - T_2) + \left[\frac{Q_1}{c_L (T_2 - T_1)} - \frac{C_K}{c_L} \right] [c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)] = \\
 &= C_K \left[(T_4 - T_2) - \frac{c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)}{c_L} \right] + Q_1 \frac{c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)}{c_L (T_2 - T_1)}, \\
 Q_2 - Q_1 \frac{c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)}{c_L (T_2 - T_1)} &= C_K \left[(T_4 - T_2) - \frac{c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)}{c_L} \right]. \\
 \text{В итоге} \quad C_K &= \frac{Q_2 - Q_1 \frac{c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)}{c_L (T_2 - T_1)}}{(T_4 - T_2) - \frac{c_L (T_3 - T_2) + \lambda + c_B (T_4 - T_3)}{c_L}}.
 \end{aligned} \quad (5)$$

Расчёт

$$\begin{aligned}
 C_K &= \frac{69,7 \cdot 10^3 - 2,1 \cdot 10^3 \frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 1,15 + 334 \cdot 10^3 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 0,85}{2,1 \cdot 10^3 \cdot 2}}{2 - \frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 1,15 + 334 \cdot 10^3 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 0,85}{2,1 \cdot 10^3}} = \\
 &= \frac{69,7 \cdot 10^3 - 2,1 \cdot 10^3 \frac{2,415 + 334 + 3,57}{4,2}}{2 - \frac{2,415 + 334 + 3,57}{2,1}} = \frac{69,7 \cdot 10^3 - 2,1 \cdot 10^3 \cdot 80,949}{2 - 161,898} = \\
 &= \frac{69,7 - 169,993}{-159,898} 10^3 = 627 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.
 \end{aligned}$$

Примечание. Если считать, что $T_3 = 273 \text{ К}$, то

$$\begin{aligned}
 C_K &= \frac{69,7 \cdot 10^3 - 2,1 \cdot 10^3 \frac{2,1 + 334 + 4,2}{2,1 \cdot 2}}{2 - \frac{2,1 + 334 + 4,2}{2,1}} = \frac{69,7 \cdot 10^3 - 2,1 \cdot 10^3 \frac{340,3}{4,2}}{2 - \frac{340,3}{2,1}} = \\
 &= \frac{69,7 \cdot 10^3 - 2,1 \cdot 10^3 \cdot 81,02}{2 - 162,05} = \frac{69,7 - 170,15}{-160,05} 10^3 = 627,6 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}, \text{ что вполне допустимо.}
 \end{aligned}$$

Если считать, что теплота плавления льда намного больше теплоты нагревания воды, льда и калориметра, то

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= C_K (T_2 - T_1) + c_L m (T_2 - T_1), \quad Q_2 = \lambda m, \quad Q_1 = C_K (T_2 - T_1) + \frac{c_L}{\lambda} Q_2 (T_2 - T_1). \\
 C_K &= \frac{Q_1}{T_2 - T_1} - \frac{c_L}{\lambda} Q_2 = \frac{2,1 \cdot 10^3}{2} - \frac{2,1 \cdot 10^3}{334 \cdot 10^3} 69,7 \cdot 10^3 = 1,05 \cdot 10^3 - 0,438 \cdot 10^3 = 612 \text{ К}.
 \end{aligned}$$

Ошибка велика. Формула годится только для оценки величины.

Примерные критерии оценивания	Баллы
Составлено уравнение теплового баланса для 1-го случая с учётом всех количеств теплоты	1
Учтено, что происходит переход через точку плавления	1
Составлено уравнение теплового баланса для 2-го случая с учётом всех количеств теплоты	2
Выполнены преобразования и получено выражение для теплоёмкости калориметра (5)	3
Выполнен расчёт и получен верный результат	3

Задача 10.4

Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Возможное решение

Дано:

L

R

I_0

U

По закону Джоуля-Ленца мощность при заданном напряжении тем больше, чем меньше сопротивление.

$$P = \frac{U^2}{R}, \quad (1)$$

Минимальное возможное сопротивление куска проволоки при заданных

Найти: $P_{\max}$

условиях равно

$$R_{\min} = \frac{U}{I_0}, \quad (2)$$

Длина этого куска проволоки

$$l = \frac{R_{\min}}{R} L = \frac{UL}{I_0 R}, \quad (3)$$

Если разрезать всю проволоку на такие куски и соединить их параллельно, то к каждому из них будет приложено максимальное напряжение и протекать максимальный ток, поэтому на каждом будет выделяться максимальная мощность, и во всей цепи также.

$$P_{\max} = nP_{1\max} = nI_0 U, \quad (4)$$

где n – наибольшее целое число кусков проволоки

$$n = \text{int}\left(\frac{L}{l}\right) = \text{int}\left(\frac{I_0 R}{U}\right), \quad (5)$$

Функция $\text{int}(x)$ означает взятие ближайшего целого числа снизу от величины x (операция может быть пояснена словами).

$$\text{Тогда максимальная мощность} \quad P_{\max} = \text{int}\left(\frac{I_0 R}{U}\right) I_0 U, \quad (6)$$

Если проволока не делится на куски длиной l нацело, то оставшаяся часть должна быть отброшена, так как при параллельном включении она перегорит, а при добавлении к одному из участков, мощность на нём будет меньше.

Примерные критерии оценивания	Баллы
Применяется закон Джоуля-Ленца	1
Определено минимальное сопротивление куска проволоки (2)	1
Определена длина куска проволоки (3)	1
Сделан вывод о необходимости параллельного соединения	1
Определено число кусков проволоки (5)	2
Получена формула (или описана словами) максимальной мощности (6)	2
Указано, что делать с оставшейся частью проволоки	2

Задача 10.5

Возможное решение

(В работах учащихся могут быть предложены и другие правильные способы решения)

Дано:

$H = 2 \text{ м}$

$n = 4/3$

Найти: h'

Рыба видит комара, если существует световой луч от него, который, преломившись на границе раздела воздух – вода, попадёт ей в глаз. Вода – среда оптически более плотная чем воздух, поэтому угол преломления всегда меньше, чем угол падения. По закону Снеллиуса

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{\text{воздуха}}}{n_{\text{воды}}} = \frac{1}{n}. \quad (1)$$

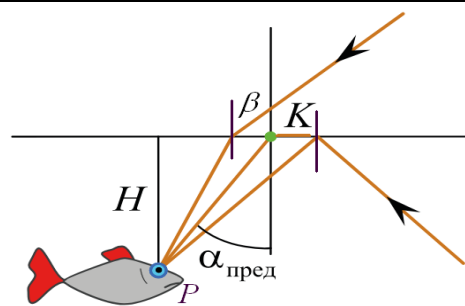
Т.к. как комар находится над самой водой, максимальное расстояние между комаром и рыбой определяется предельным углом преломления $\beta_{\text{max}} = 90^\circ$, $\sin \beta_{\text{max}} = 1$. (2)

Отсюда
$$\sin \alpha_{\text{пред}} = \frac{1}{n}. \quad (3)$$

Из рисунка и тригонометрии видно, что расстояние между комаром и глазом рыбы равно

$$|PK| = \frac{H}{\cos \alpha_{\text{пред}}} = \frac{H}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_{\text{пред}}}} = \frac{H}{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}}. \quad (4)$$

Расчёт $|PK| = \frac{2}{\sqrt{1 - \frac{9}{16}}} = \frac{2 \cdot 4}{\sqrt{7}} = 3,02 \text{ м} \approx 3 \text{ м}.$



Примерные критерии оценивания	Баллы
Сделан правильный рисунок с указанием параметров задачи	2
Записан закон Снеллиуса	1
Объяснено и записано выражение для предельного угла (3)	2
Получено итоговое выражение для расстояния (4)	3
Выполнен расчёт и получен правильный ответ	2