



Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
100		Червинская НС	АЧР

Задача №1

Дано:

Решение:

$m$

$\alpha$

$T$

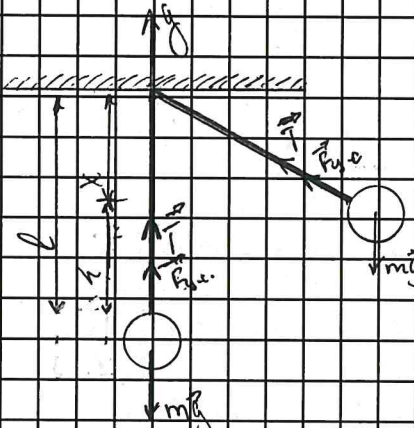
$d = ?$

Запишем закон сохранения энергии:

$$E_k = E_n$$

$$\frac{m v^2}{2} = m g h$$

$$v^2 = 2 g h$$



$$\begin{aligned} x &= l \cos \alpha \\ h &= l - x = \\ &= l - l \cos \alpha = \\ &= l(1 - \cos \alpha) \end{aligned}$$

$$\alpha = \arccos \left( \frac{3mg - T}{2mg} \right)$$

Запишем закон II закона Ньютона для O2:

$$m a_{y.O2} = T - mg$$

$$\frac{m v^2}{R} = T - mg, \text{ где } R = l$$

$$\frac{m \cdot 2gh}{l} = T - mg$$

$$\frac{2gl(1 - \cos \alpha)}{l} = T - mg$$

$$\cos \alpha = 1 - \frac{T - mg}{2mg} = \frac{3mg - T}{2mg}$$

Ответ:  $\alpha = \arccos \left( \frac{3mg - T}{2mg} \right)$  ✓

100

Задача №2

Дано:

$N = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$

$n = 41,5 \cdot 10^{-3}$

$\eta = 0,85$

$\Delta m = 20 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$p_a = 105 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$T = 290 \text{ К}$

$M = 23 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$t = ?$

Решение:

$N = \frac{V}{t}$

Т.к. вентиляционная установка за час пропускает воздух объемом  $120 \text{ м}^3$ , то  $V = 120 \text{ м}^3$

Запишем ур-е Клапейрона - Менделеева:

$p_a V = \frac{m}{M} R T$

Вычислим массу, которую пропускает установка

$$m = \frac{p_a V M}{R T} = \frac{105 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 120 \text{ м}^3 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 290 \text{ К}}$$
  
 $\approx 151,62 \text{ кг}$

Исходя из массы уловим части  $\delta$  фильтров:

$m_c = m \cdot n = 151,62 \text{ кг} \cdot 41,5 \cdot 10^{-3} \approx 6,29 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$

$m_1 = m_c - m_c \cdot \eta = 0,15 \cdot m_c = 0,15 \cdot 6,29 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \approx 9,435 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$

$m_2 = 0,15 \cdot m_1 = 0,15 \cdot 9,435 \cdot 10^{-7} \text{ кг} \approx 1,42 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$

$m_{\text{фило}} = m_c + m_1 + m_2 = 6,29 \cdot 10^{-6} \text{ кг} + 9,435 \cdot 10^{-7} \text{ кг} + 1,42 \cdot 10^{-7} \text{ кг} \approx 7,38 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$

$t = \frac{m}{m_{\text{фило}}} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{7,38 \cdot 10^{-6} \text{ кг}} \approx 2710 \text{ ч} \approx 113 \text{ (сутки)}$

Ответ: 113 суток

Задача №3

Дано:

$\alpha = 30^\circ$

$n_1 = 1,5$

$n_2 = 1,8$

$d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

$F = ?$

Решение:

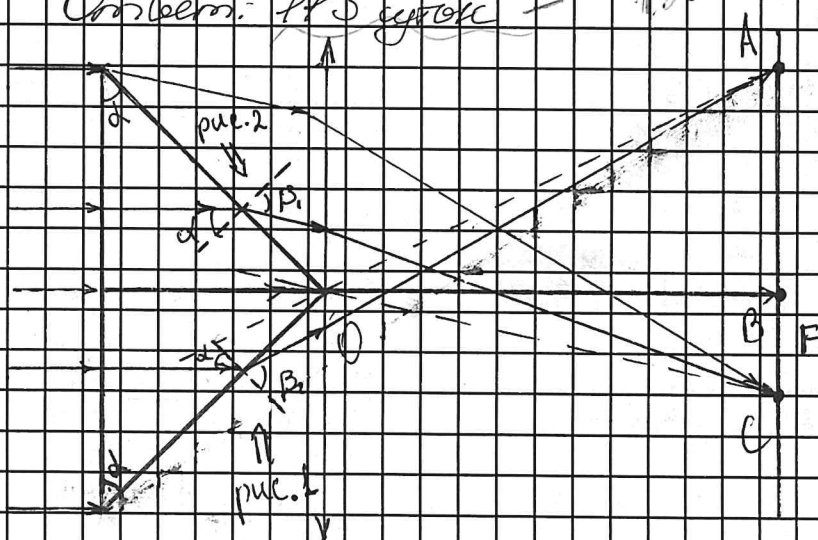
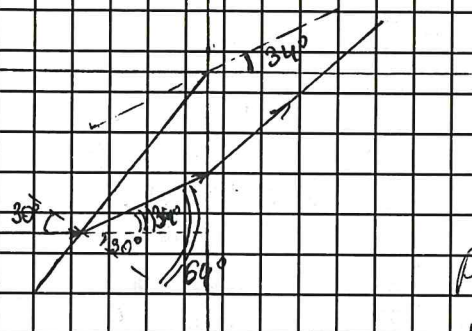


рис. 1



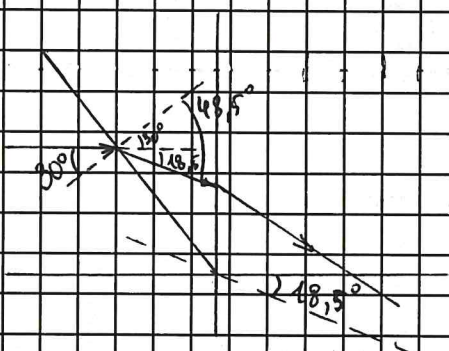
Запишем закон преломления:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_2} = \frac{1}{n_2} \quad \beta_2 = \arcsin(\sin 34^\circ \cdot 1,8) \approx 64^\circ$$

Р/М  $\triangle OBA$  - р/у, где  $x = AB$  и  $OB = F$

$$\operatorname{tg} \angle AOB = \frac{x}{F} \Rightarrow F = \frac{x}{\operatorname{tg} \angle AOB} \quad (1)$$

рис. 2



Запишем закон преломления:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_1} = \frac{1}{n_1} \quad \beta_1 = \arcsin(\sin 30^\circ \cdot 1,5) \approx 48,5^\circ$$

Р/М  $\triangle OBC$  - р/у, где  $BC = 10 - x$  и  $OB = F$

$$\operatorname{tg} \angle COB = \frac{10-x}{F} \Rightarrow F = \frac{10-x}{\operatorname{tg} \angle COB} \quad (2)$$

$$(1) = (2): \quad \frac{x}{\operatorname{tg} \angle AOB} = \frac{10-x}{\operatorname{tg} \angle COB} \Rightarrow x = \frac{10 \operatorname{tg} \angle AOB}{\operatorname{tg} \angle COB + \operatorname{tg} \angle AOB} = \frac{10 \cdot \operatorname{tg} 34^\circ}{\operatorname{tg} 48,5^\circ + \operatorname{tg} 34^\circ} \approx 6,7 \text{ см}$$

$$F = \frac{6,7 \text{ см}}{\operatorname{tg} 34^\circ} \approx 9,93 \text{ см}$$

Ответ: 9,93 см

Задача 13

Дано:

$h = 50 \text{ м}$

$h_1 = 15 \text{ м}$

$h = 3 \text{ м}$

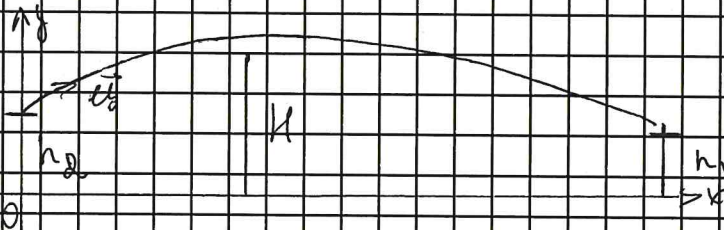
$h_2 = 1,6 \text{ м}$

$d = 12^\circ$

$l = 8 \text{ м}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Решение:



Кинематическая: 1)  $x = l \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{l \cos \alpha}$

$$2) y = l \sin \alpha \cdot t + \frac{g t^2}{2} \Rightarrow y = l \sin \alpha \cdot \frac{x}{l \cos \alpha} + \frac{g x^2}{2 l^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g x^2}{2 l^2 \cos^2 \alpha} + x \operatorname{tg} \alpha$$

т.к.  $h_2 = 1,6 \text{ м}$  и  $h = 3 \text{ м} \Rightarrow y > 1,4 \text{ м}$

Значит,  $x \operatorname{tg} \alpha \neq \frac{gx^2}{2l_0^2 \cos^2 \alpha} > 1,4$

$$\frac{x \operatorname{tg} \alpha \cdot 2l_0^2 \cos^2 \alpha - gx^2 - 2,8l_0^2 \cos^2 \alpha}{2l_0^2 \cos^2 \alpha} > 0 \quad | \cdot 2l_0^2 \cos^2 \alpha$$

$$l_0^2 (2x \operatorname{tg} \alpha \cos^2 \alpha - 2,8l_0^2 \cos^2 \alpha) > gx^2$$

$$l_0 = \sqrt{\frac{gx^2}{2x \operatorname{tg} \alpha \cos^2 \alpha - 2,8 \cos^2 \alpha}} \quad \text{где } x = 8 \text{ м}$$

$$l_0 = \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 64 \text{ м}^2}{2 \cdot 8 \text{ м} \cdot \operatorname{tg} 12^\circ \cdot \cos^2 12^\circ - 2,8 \cdot \cos^2 12^\circ}} \approx \frac{16,68 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1} = 33,36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

т.к.  $h = l_1 + l_2$ , но неизвестны  $l_1$  и  $l_2$

$$l_1 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}; \quad l_2 = v_0 t_2 = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\text{где } h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} + (h_2 - h_1) =$$

$$= \frac{(33,36 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot (\sin 12^\circ)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + (4,6 \text{ м} - 1,5 \text{ м}) \approx 2,5 \text{ м}$$

$$= \frac{(33,36 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot (\sin 12^\circ)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + (4,6 \text{ м} - 1,5 \text{ м}) \approx 2,5 \text{ м}$$

$$h = l_1 + l_2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} + v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{(33,36 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot \sin^2 12^\circ}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + 33,36 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} \approx$$

$\approx 9,7 \text{ м}$

т.к. минимальное расстояние, на которое можно попасть от горизонтали стрелы равно  $h' = 9,7 \text{ м}$ , значит при скорости большей  $33,36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  лучник сможет поразить цель через препятствие. Ответ: лучник сможет поразить цель

*минимальное расстояние от горизонтали стрелы и препятствия равно 9,7 м*