

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 11-003

(заполняется секретарём)

Вариант 09-03

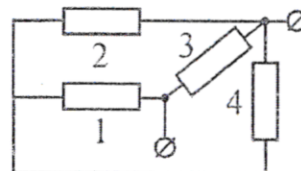
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Найдите скорость V_0 поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равнозамедленно.

2 Начальная скорость камня, брошенного под углом к горизонту, равна $V_0 = 10$ м/с, а через $\tau = 0,5$ с величина скорости камня уменьшилась до $V = 7$ м/с. Через какое время T после старта камень находился на максимальной высоте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3 Подвешенному на нити шарик соопостили начальную скорость в горизонтальном направлении. В тот момент, когда нить отклонилась на угол $\alpha = 30^\circ$ от вертикали, ускорение шарика направлено горизонтально. Какой угол α_{\max} с вертикалью будет образовывать нить в момент остановки шарика?

4 В очень легком калориметре находятся вода массой $M = 0,1$ кг и кусок льда массой $m = 0,05$ кг. Температура воды и льда $t_0 = 0^\circ\text{C}$, температура окружающей среды $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Из-за притока теплоты лед понемногу плавится – за $\tau = 5$ минут в воду превращается $m_1 = 1$ г льда. Какое время T пройдет (оценить) от момента полного плавления льда до увеличения температуры системы на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·К).

5 Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения $U = 18$ В. Сопротивление каждого резистора равно $r = 5$ Ом. Найдите мощность P_1 , рассеиваемую на резисторе 1.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

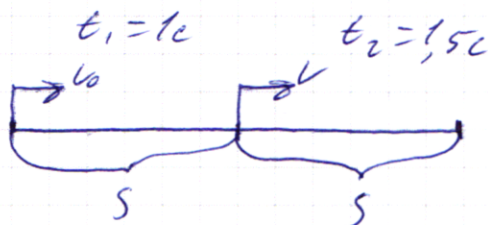
Дано:

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ с}$$

$$S = 12 \text{ м}$$

$$v_0 = ?$$



$$v = v_0 - at_1$$

$$S = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} \cdot 2$$

$$2S = 2v_0 t_1 - at_1^2$$

$$at_1^2 = 2(v_0 t_1 - S)$$

$$a = \frac{2(v_0 t_1 - S)}{t_1^2}$$

$$a = 2(v_0 - 12)$$

$$S = vt_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$S = (v_0 - (2v_0 - 24)t_1)t_2 - \frac{2(v_0 - 12)t_2^2}{2}$$

$$S = t_2 v_0 - 2t_1 t_2 v_0 + 24t_1 t_2 - t_2^2 v_0 + 12t_2^2$$

$$v_0 (2t_1 t_2 + t_2^2 - t_2) = 24t_1 t_2 + 12t_2^2 - S$$

$$v_0 = \frac{24t_1 t_2 + 12t_2^2 - S}{t_2(2t_1 + t_2 - 1)} = \frac{24 \cdot 1 \cdot 1,5 + 12 \cdot 1,5^2 - 12}{1,5(2 + 1,5 - 1)}$$

$$= 13,6 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_0 = 13,6 \text{ м/с}$

№2

Дано:

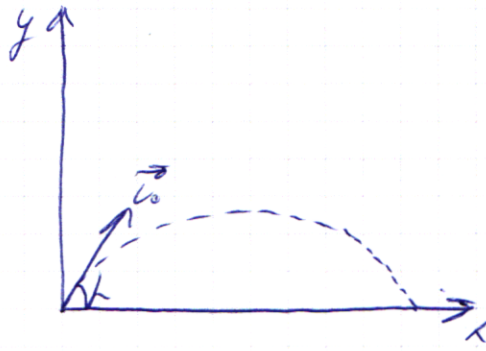
$$t = 0,5 \text{ c}$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$L = 7 \text{ м/с}$$

$T = ?$



$$H = v_0 t \cos \alpha$$

$$1,25 = 10 \cdot 0,5 \cos \alpha$$

$$1,25 = 2,5 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t^2 = \frac{2H}{g}$$

$$0,25 = \frac{2H}{10}$$

$$2,5 = 2H$$

$$H = 1,25 \text{ м}$$

$$H_{\max} = v_0 T \cos \alpha$$

$$H_{\max} = v_0 \sqrt{\frac{2H_{\max}}{g}} \cos \alpha$$

$$H_{\max}^2 = 100 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{H_{\max}}{5}$$

$$H_{\max}^2 = 5 H_{\max}$$

$$H_{\max}^2 - 5 H_{\max} = 0$$

$$H_{\max} (H_{\max} - 5) = 0$$

$$H_{\max} = 5 \text{ м}$$

$$T = \sqrt{\frac{2H_{\max}}{g}} = 1 \text{ c}$$

Ответ: 1 c



11-003

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

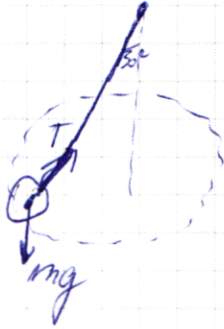
Ответ: $\alpha_{\max} = 30^\circ$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$L = v_0 t \sin \alpha = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$L = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

~~H~~

$$1,25 = v_0 t \cos \alpha$$

$$L = v_0 t \cos \alpha$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad \begin{matrix} 1,25 = \frac{2H}{g} \\ 2,5 = 2H \end{matrix}$$

$$\cos \alpha = \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{5} = \frac{1}{2}$$

$$L = \frac{2H}{g}$$

$$2,5 = 2H$$

$$H = 1,25 \text{ м}$$

$$H = 1,25 \text{ м}$$

$$H = 10 \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{2}$$

$$H^2 = \frac{5}{25} \cdot \frac{2H}{105}$$

$$H^2 = 5H$$

$$H(H-5) = 0$$

$$H = 5 \text{ м}$$

$$L = v_0 t \cos \alpha$$

$$1,25 = 2,5 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{5} = \frac{1}{2}$$

$$H = v_0 T \cos \alpha \quad T = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$H = 5 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$H^2 = 25 \cdot \frac{H}{5}$$

$$H^2 = 5H$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v = v_0 - at_1$

$S = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} \cdot 2$

$2S = 2v_0 t_1 - at_1^2$

$at_1^2 = 2(v_0 t_1 - S)$

$a = \frac{2(v_0 t_1 - S)}{t_1^2} = 2(v_0 - v_2) \quad \text{---}$

$51 \cdot \frac{15}{4}$

$24 \cdot \frac{3}{8} = 36 \quad \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{2} = \frac{15}{4}$

$27 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} = 27$

$2 + 1,5 - 1 = 2,5$

$S = \cancel{2v_0} 24$

$S = (v_0 - (2v_0 - 24)t_1) t_2 - \frac{2(v_0 - v_2)t_2^2}{2}$

$S = t_2 v_0 - t_1 t_2 2v_0 + t_1 t_2 24 - t_2^2 v_0 + t_2^2 v_2$

$v_0 (2t_1 t_2 + t_2^2 - t_2) = t_1 t_2 24 + t_2^2 v_2 - S$

$v_0 = \frac{t_1 t_2 24 + t_2^2 v_2 - S}{t_2 (2t_1 + t_2 - 1)} = \frac{36 + 27 - 12}{2(2 + \frac{3}{2} - 1)} = 51$

$t_1 = 1 \quad t_2 = 1,5$

$S = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} \cdot 2$

$2S = 2v_0 t_1 - at_1^2$

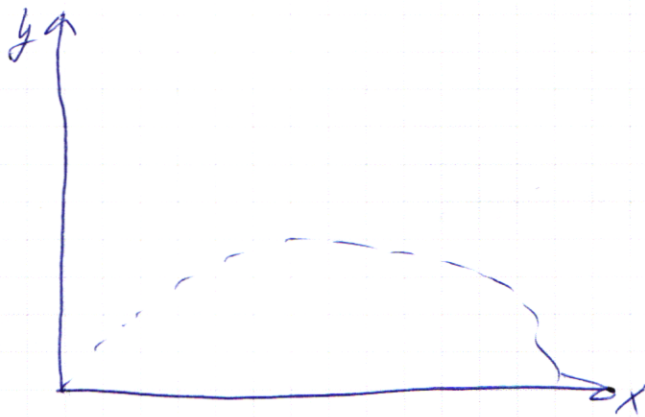
$a = \frac{2(v_0 t_1 - S)}{t_1^2} = 2v_0 - 24$

$S = (v_0 - (2v_0 - 24)t_1) t_2 - \frac{2(v_0 - v_2)t_2^2}{2}$

$S = t_2 v_0 - 2t_1 t_2 v_0 + 24 t_1 t_2 - t_2^2 v_0 + t_2^2 v_2$

$v_0 (2t_1 t_2 + t_2^2 - t_2) = 24 t_1 t_2 + t_2^2 v_2 - S$

$v_0 = \frac{24 t_1 t_2 + t_2^2 v_2 - S}{t_2 (2t_1 + t_2 - 1)} = \frac{36 + 27 - 12}{2(2 + \frac{3}{2} - 1)} = 51 \cdot \frac{4}{15} = 136 \text{ км/ч}$



$$h_{\max} = v_0 t \cos \alpha$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$0,25 = \frac{2H}{10}$$

$$2,5 = 2H$$

$$H =$$

$$\begin{array}{r} 25/20 \\ \underline{20} \\ 50 \\ \\ \underline{40} \\ 100 \end{array}$$

$$1,25 = 5 \cos t$$

$$\cos t = \frac{1,25}{5} = \frac{1}{4}$$

$$2,5$$

$$\begin{array}{r} 250/50 \\ \underline{250} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1250/500 \\ \underline{1000} \\ 2500 \\ \underline{2500} \\ 0 \end{array}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t^2 = \frac{2H}{g}$$

$$2,5 = 2H$$

$$H = \frac{g t^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 250/20 \\ \underline{200} \\ 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25/20 \\ \underline{20} \\ 50 \\ \\ \underline{40} \\ 100 \\ \underline{100} \\ 0 \end{array}$$

$$h = 5$$

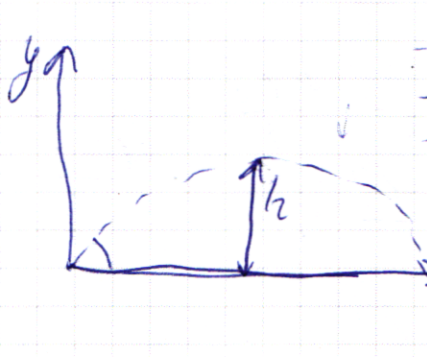
$$\begin{aligned} v &= v_0 - at \\ v &= 0,5 \end{aligned}$$

$$1,25 = 5 \cos t \quad a = 2 \cdot 2,5 \text{ m/s}^2 \quad | - t = 1,25 \text{ m}$$

$$\cos t = \frac{5}{5} = \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{4}$$

$$H_{\max} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$y = v_0 t \cos \alpha - \frac{a t^2}{2}$$

$$x = v_0 t \sin \alpha$$

$$v = v_0 - at$$

$$S = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2}$$

$$S = (v_0 - at_1) t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$2S = 2v_0 t_1 - at_1^2$$

$$at_1^2 = 2(v_0 t_1 - S)$$

$$a = \frac{2(v_0 t_1 - S)}{t_1^2}$$

$$S = t_2 v_0 - at_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$S = t_2 (v_0 - a t_1)$$

$$S = t_2 (v_0 - \frac{2(v_0 t_1 - S)}{t_1} \cdot t_1) - \frac{t_2^2 (v_0 t_1 - S)}{t_1^2}$$

$$S = t_2 v_0 - 2t_2 (v_0 t_1 - S) - \frac{t_2^2 (v_0 t_1 - S)}{t_1^2}$$

$$S = t_2 (v_0 - 2(v_0 t_1 - S) t_1) - \frac{t_2^2 (v_0 t_1 - S)}{t_1^2}$$

$$S = t_2 v_0 - 2t_2 v_0 t_1 + 2t_2^2 v_0 t_1 - \frac{t_2^2 v_0 t_1 - S}{t_1^2}$$

$$t_1 t_2 v_0 + t_2^2 v_0 - t_2 v_0 = 2t_1 t_2 + 6t_2^2 - S$$

$$v_0 (t_1 t_2 + t_2^2 - t_2) = 2t_1 t_2 + 6t_2^2 - S$$

$$v_0 = \frac{2t_1 t_2 + 6t_2^2 - S}{t_2 (t_1 + t_2 - 1)} = \frac{18 + 1,5 - 12}{1,25} = 18 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,2 \\ 1,5 \\ \hline 18,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ 1,5 \\ \hline 2,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,25 \\ 1,5 \\ \hline 1,875 \end{array}$$

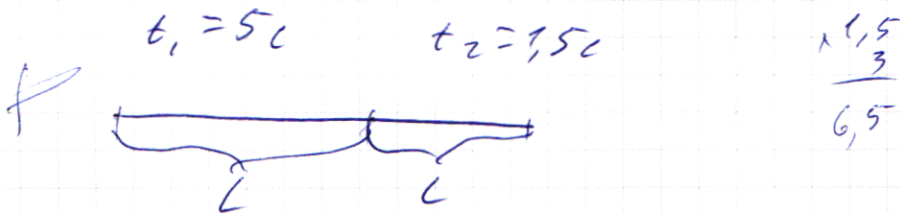
$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ 1,5 \\ \hline 2,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,25 \\ 1,5 \\ \hline 1,875 \end{array}$$

$$12 \cdot \frac{3}{4} = 36$$

$$11 \cdot \frac{2}{4} = 27$$

$$\frac{5}{2} \cdot \frac{5}{2} = \frac{25}{4}$$



$$L = v_0 - at_1 \qquad v_0 - 2v_0 + 24 = 24 - v_0$$

$$L = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} \cdot 2$$

$$2L = 2v_0 t_1 - at_1^2$$

$$2v_0 t_1 = 2L + at_1^2$$

$$at_1^2 = 2(v_0 t_1 - L)$$

$$a = \frac{2(v_0 t_1 - L)}{t_1^2}$$

СИ

$$L = (v_0 - at_1)t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$L = \left(v_0 - \frac{2(v_0 t_1 - L)}{t_1} \cdot t_1 \right) t_2 - \frac{\frac{2(v_0 t_1 - L)}{t_1} \cdot t_2^2}{2}$$

$$L = \left(v_0 - \frac{2(v_0 t_1 - L)}{t_1} \right) t_2 - \frac{2t_2^2(v_0 t_1 - L)}{t_1}$$

$$L = t_2 v_0 - \frac{2t_2(v_0 t_1 - L)}{t_1} - \frac{2t_2^2 v_0 t_1 - 2t_2^2 L}{t_1}$$

$$L t_1^2 = t_2 t_1^2 v_0 - 2t_2 t_1^2 v_0 - 2t_2 t_1 L - 2t_2^2 v_0 t_1 + 2t_2^2 L$$

$$2t_2 t_1^2 v_0 + 2t_2^2 v_0 t_1 - t_2 t_1^2 v_0 = -(2t_2 t_1 L + 2t_2^2 L - 2t_2^2 L)$$

$$v_0 = \frac{-(2t_2 t_1 L + 2t_2^2 L + L t_1^2)}{2t_2 t_1^2 + 2t_2^2 t_1 - t_2 t_1^2}$$

$$\frac{72 \cdot 15}{60 \cdot 4,8} \times \frac{4,8}{14,2}$$

$$a = \frac{2(v_0 - 12)}{1} = 2(v_0 - 12)$$

$$s = v_0 t - at$$

$$\frac{24}{48} - \frac{3}{8} = 72$$

$$s = (v_0 - at_1)t_2 - (v_0 t_1 - s)t_2^2$$

$$s = \cancel{t_2 v_0} - (24 - v_0)t_2 - v_0 t_2^2 + 12t_2^2$$

$$v_0(t_2^2 + t_2) = 24t_2 + 12t_2^2$$

$$v_0 = \frac{12t_2(t_2 + 1)}{t_2(t_2 + 1)} = \frac{12}{1} = 12$$