

Ф 10-1-16

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
В 2021 ГОДУ ПО ФИЗИКЕ**

(указывается общеобразовательный предмет)

Фамилия Попов

Имя Виталий

Отчество Сергеевич

Дата рождения 29.11.2004 г.

Школа Муниципальное казенное общеобразовательное
учреждение «Преображенская средняя школа»

Класс 10

Шифр *						
--------	--	--	--	--	--	--

* заполняется участником олимпиады при его наличии

Волгоградская область

№ 1.10.1

Дано:

$$a = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$u = 4 \text{ м/с}$$

τ - ?

S_0 - ?

Решение:

Пусть 1 клетка - 1 метр

Поезд движется равноускоренно, его путь выразится формулой $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

Пусть S_I - путь при $t = \tau$, S_{II} при $t = 2\tau$, S_{III} при $t = 3\tau$

$$S_{III} = S_{II} + 10 \text{ клеток} = S_{II} + 10 \text{ м. } S_{II} = S_I + 6 \text{ м}$$

Пусть $S_I = x$.

$$v_0 = 0 \Rightarrow S_I = x = \frac{a\tau^2}{2}$$

$$S_{II} = x + 6 \text{ м} = \frac{a(2\tau)^2}{2} = \frac{a \cdot 4\tau^2}{2} = 2 \cdot a \cdot \tau^2$$

$$S_{III} = x + 16 \text{ м} = \frac{a(3\tau)^2}{2} = \frac{9 \cdot a \cdot \tau^2}{2} = 4,5a \cdot \tau^2$$

$$S_{II} - S_I = x + 6 \text{ м} - x = 2a \cdot \tau^2 - \frac{a\tau^2}{2}$$

$$6 \text{ м} = \frac{3}{2} \cdot a \cdot \tau^2$$

$$4 \text{ м} = a \cdot \tau^2$$

$$\tau^2 = \frac{4 \text{ м}}{a} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{4 \text{ м}}{a}} = \sqrt{\frac{4 \text{ м}}{0,4 \text{ м/с}^2}} = \sqrt{10 \text{ с}} = \sqrt{10} \text{ с}$$

Р/и движение дыма:

Дым, вылетевший из трубы паровоза в момент 2τ в момент 3τ за время τ переместился на 8 клеток $\Rightarrow 8 \text{ м}$

$$v_{\text{дым}} = \frac{S}{\tau}$$

$$\tau = \frac{S}{v_g} = \frac{8 \text{ м}}{4 \text{ м/с}} = 2 \text{ с}$$

$$\tau = \sqrt{10} \text{ с} = 2 \text{ с} \Rightarrow \sqrt{10} \text{ с} = 2 \text{ с}$$

$$10k = \frac{1}{2}k^2 \quad 1: k (k \neq 0)$$

$$10 = \frac{1}{2}k$$

$$k = 20$$

$$\tau = 2kc = 5c$$

$$S_I = \frac{at^2}{2} = \frac{0.4 \text{ м/с}^2 \cdot 25 \text{ с}^2}{2} = 5 \text{ м} = 2 \text{ км}$$

$$S_0 = 5 \text{ км} - S_I = 5 \text{ км} - 2 \text{ км} = 3 \text{ км} = 3.5 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } \tau = 5 \text{ с}, S_0 = 3.5 \text{ м}$$

Решение:

Расставим силы

Mg и mg - силы тяжести

F_1 - сила с которой груз действует на стержень

F_2 - сила с которой шарик действует на стержень

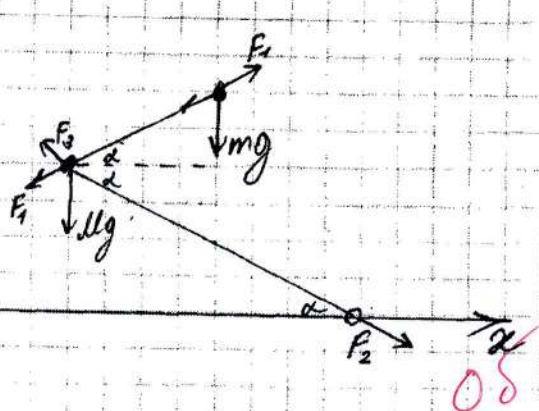
Запишем второй закон Ньютона для груза m в проекциях на оси x и y

$ma_x = F_1 \cos \alpha$. Сила F_1 вызвана воздействием силы mg на стержень и равна проекции этой силы на стержень

$$F_1 = mg \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = mg \cdot \sin \alpha \Rightarrow ma_x = mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$ma_y = -mg + F_1 \cdot \sin \alpha = -mg + mg \cdot \sin^2 \alpha = mg(\sin^2 \alpha - 1)$$

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha, \quad a_y = g(\sin^2 \alpha - 1)$$



$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(g \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha)^2 + |g \cdot (\sin^2 \alpha - 1)|^2} = \sqrt{g^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + g^2 (1 - \sin^2 \alpha)^2} =$$

$$= \sqrt{g^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + g^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)} = g \cdot \cos \alpha$$

Для шарнира (второй закон Ньютона в проекциях)

$$M a_x = \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = -Mg \cdot \sin^2 \alpha + \vec{F}_3$$

Сила F_3 равна силе с которой сила F_2 действует на стержень $\Rightarrow$

$\Rightarrow F_3 = F_2 \cdot \sin \alpha$. F_2 вызвана силой Mg на стержень и рав-

на проекции этой силы на стержень $\Rightarrow F_2 = Mg \cdot \sin \alpha \Rightarrow$

$$M a_x = -Mg \cdot \sin^2 \alpha - Mg \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha = -g \cdot \sin^2 \alpha \cdot (m - M \cdot \sin \alpha)$$

$$M a_y = -Mg + Mg \cdot \sin^3 \alpha - mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = -g \cdot (M - M \cdot \sin^3 \alpha + m \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha)$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{\dots}$$

№ 1.10.3

Дано:

$\sigma, r, M_{\text{ж}}, M_{\text{в}}$

P_0, T

$m - ?$

Решение:

На шар действуют сила тяжести и сила Архимеда.

Чтобы шар поднимался, нужно, чтобы сила Архимеда

была больше силы тяжести. $F_A \geq (m_{\text{ш}} + m)g$

$m_{\text{ш}}$ - масса шара

$$F_A = g \rho_{\text{ж}} V_m$$

$$\rho_{\text{ж}} V_m = \frac{m_{\text{ш}}}{\rho_{\text{ж}}} \cdot R \cdot T$$

$$\rho_0 = \frac{m_{\text{ш}} R \cdot T}{V_m \rho_{\text{ж}}}$$

$$\rho_0 = \rho_{\text{ж}} \cdot \frac{R T}{V_m}$$

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{\rho_0 V_m}{R T}$$

$$V_m = 4\pi r^3 \cdot \frac{1}{3}$$

$$m_{\text{ш}} = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 4\pi r^2$$

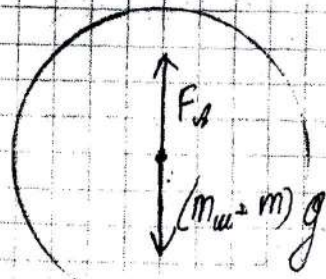
$$g \cdot \frac{\rho_0 \cdot M_{\text{ж}}}{R T} \cdot 4\pi r^3 \cdot \frac{1}{3} \geq g(m + \sigma \cdot 4\pi r^2)$$

$$\frac{\rho_0 \cdot M_{\text{ж}}}{R T} \cdot 4\pi r^3 \cdot \frac{1}{3} \geq \sigma \cdot 4\pi r^2 + m$$

$$\frac{\rho_0 \cdot M_{\text{ж}}}{R T} \cdot 4\pi r^3 \cdot \frac{1}{3} - \sigma \cdot 4\pi r^2 \geq m$$

$$4\pi r^2 \left(\frac{\rho_0 M_{\text{ж}}}{3 R T} \cdot r - \sigma \right) \geq m$$

Параметры шара - σ и r



(4)

№10.4

Решение:

Время T_1 соответствует моменту прохождения узкой части конуса через лазер 13, а T_3 - через лазер 10.

П.к. конус движется равномерно, равнодействующая сил равна нулю. На конус действует сила тяжести и сила сопротивления. Они равны по модулю и противоположны по направлению. $k v^n = mg$

$v = \frac{s}{\Delta t}$. Конус (его узкая часть) за время $T_3 - T_1$ проходит расстояние $\approx 23 \text{ см} = 0,23 \text{ м}$

Из таблицы возьмём значения: $m_1 = 533 \text{ мг}$, $T_{11} = 161 \text{ мс}$,
 $T_{31} = 372 \text{ мс}$, $m_2 = 990 \text{ мг}$, $T_{12} = 120 \text{ мс}$, $T_{32} = 257 \text{ мс}$

$$v_1 = \frac{s}{\Delta t_1} = \frac{0,23 \text{ м}}{372 \text{ мс} - 161 \text{ мс}} \approx 0,11 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{s}{\Delta t_2} = \frac{0,23 \text{ м}}{257 \text{ мс} - 120 \text{ мс}} \approx 0,17 \text{ м/с}$$

$$k v_1^n = m_1 g, \quad k v_2^n = m_2 g$$

$$k = \frac{m_1 g}{v_1^n}, \quad k = \frac{m_2 g}{v_2^n}$$

$$\frac{m_1 g}{v_1^n} = \frac{m_2 g}{v_2^n} \Rightarrow m_1 g v_2^n = m_2 g v_1^n \Rightarrow m_1 v_2^n = m_2 v_1^n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln(m_1) + n \ln(v_2) = \ln(m_2) + n \ln(v_1)$$

$$n \ln(v_2) - n \ln(v_1) = \ln(m_2) - \ln(m_1)$$

$$n = \frac{\ln(m_2) - \ln(m_1)}{\ln(v_2) - \ln(v_1)} \approx 1,42 \approx \sqrt{2}$$

Ответ: $n \approx 1,42 \approx \sqrt{2}$

10.4

1) 0
2) 0
3) 1
4) 0
5) 0
6) 0
7) 0
8) 0

15

Ф21022

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
В 2021 ГОДУ ПО ФИЗИКЕ

(указывается общеобразовательный предмет)

Фамилия Попов

Имя Виталий

Отчество Сергеевич

Дата рождения 29.11.2004 г.

Школа Муниципальное казенное общеобразовательное
учреждение «Преображенская средняя школа»

Класс 10

Шифр *						
--------	--	--	--	--	--	--

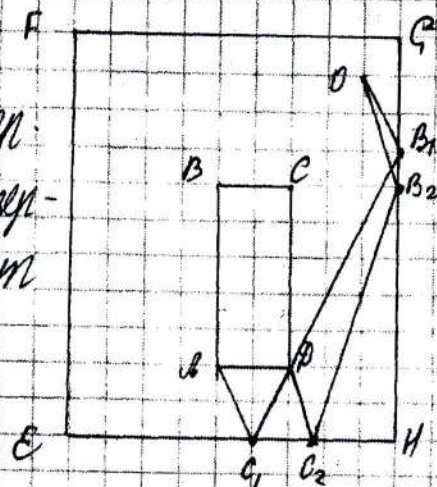
* заполняется участником олимпиады при его наличии

Волгоградская область

02/10/22

7 2 3 4 5
4 0 10 0 14

4) за одно зеркало увидеть всю стену невозможно. Если расположить зеркала, как показано на рисунке (зеркала B_1B_2 и C_1C_2), через них будет видна вся стена.



№2.10.1

Решение:

S равно разности координат A и B . $A(r; r)$; $B(R \cos \alpha; R \sin \alpha)$, r

$$S = \sqrt{(r - R \cos \alpha)^2 + (r - R \sin \alpha)^2} =$$

$$= \sqrt{r^2 - 2rR \cos \alpha + R^2 \cos^2 \alpha + r^2 - 2rR \sin \alpha + R^2 \sin^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{2r^2 - 2rR(\cos \alpha + \sin \alpha) + R^2(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)} =$$

$$= \sqrt{2r^2 - 2rR(\cos \alpha + \sin \alpha) + R^2}$$

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{2S}{a}, \quad a = g \cdot \cos \beta$$

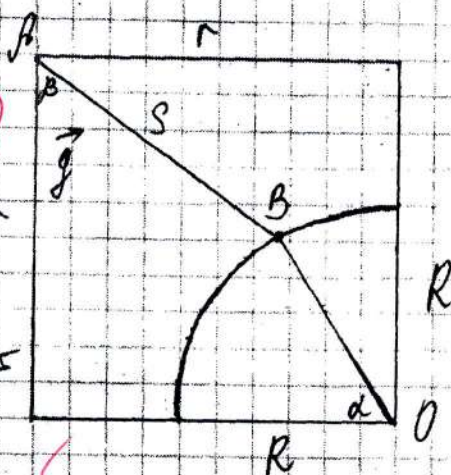
Найдем связь между α и β

$$\tan \beta = \frac{r - R \cos \alpha}{r - R \sin \alpha} \Rightarrow \cos \beta = \frac{r - R \sin \alpha}{S}$$

$$t^2 = \frac{2S}{g \cdot \frac{r - R \sin \alpha}{S}} = \frac{2S^2}{g(r - R \sin \alpha)} = \frac{2 \cdot (2r^2 - 2rR(\cos \alpha + \sin \alpha) + R^2)}{gr - gR \sin \alpha}$$

Время минимально, когда $\sin \alpha$ максимален, а $(\sin \alpha + \cos \alpha)$ минимален. Пусть угол α оптимален, тогда

$$t_{\min} = \sqrt{\frac{2(2r^2 - 2rR(\cos \alpha + \sin \alpha) + R^2)}{gr - gR \sin \alpha}}$$



Как строили?

1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	2

3) F_1 - крайняя точка, которую можно увидеть из O через зеркало на EM (далее увидит стена DC) $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ точки от F_1 до A через одно зеркало из точки O увидеть нельзя

10.2
0б.

√2. 10.2.

$$\begin{aligned} I &= \frac{U}{R}, \quad I_{\text{посл}} = I_1 + I_2 + I_3 \dots, \quad U_{\text{посл}} = U_1 + U_2 + U_3 \dots, \quad R_{\text{посл}} = R_1 + R_2 + R_3 \dots, \\ I_{\text{пар}} &= I_1 + I_2 + I_3 \dots, \quad U_{\text{пар}} = U_1 = U_2 = U_3 \dots, \quad R_{\text{пар}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad U = \varphi_1 - \varphi_2 \end{aligned}$$

√2. 10.4

$$d_{\text{внеш}} = \frac{1}{2\pi} = \frac{89\text{см}}{2\pi} \approx 1,42\text{см}$$

$$d_{\text{внутр}}: V = 1 \cdot S = 1 \cdot \pi \cdot r^2 = 1 \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$d_{\text{внутр}} = \sqrt{\frac{4V}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8\text{см}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000008\text{м}^3}{\pi \cdot 0,08\text{м}}} \approx \sqrt{0,00013} \text{м} \approx 0,0114\text{м} = 1,14\text{см}$$

$$V_k = V - V_m = V - \pi \frac{d^2}{4} \cdot l \approx V - l$$

V_k - объём воды в коробке, V - объём воды, залитый из шприца,
 l - высота столба в трубке

l пренебрежимо мало по сравнению с $V \Rightarrow V_k \approx V$

Из столба V_1 можно понять,
что на участке $A_1 A_2 A_3 A_4$ пере-
градок нет. Из столба V_2 можно
понять, что на участке $A_1 A_5$ пе-
реградка

