Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

03584
Шифр

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	П У Т И Н Ц Е В
	Имя	И В А Н
	Отчество	В А Л Е Р Ь Е В И Ч
5.	Дата рождения	Число: 1 6; Месяц: 0 6; Год: 2 0 0 4
6.	Страна	Казахстан
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Павлодарская область
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Павлодар
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	СОШ №34

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ______

Шифр 03584

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
60			[signature]

1 Дано:

m

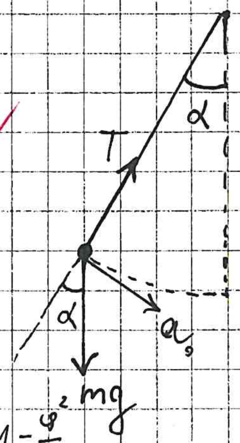
α

$T(\varphi) - ?$

Решение

В начальный момент сила натяжения

$T = mg\cos\alpha$ ✓, т.к. $a_{цс} = \frac{v^2}{R} = 0$ ✓



Далее $\begin{cases} T - mg\cos d\varphi = \frac{mv^2}{R} \\ mg\sin d\varphi = m a_\tau . \end{cases}$

При малых $d\varphi$:

$\begin{cases} mg\, d\varphi = m a_\tau \\ T - mg\sqrt{1-\varphi^2} = \frac{mv^2}{R} \end{cases}$ $\sqrt{1-\varphi^2} \approx 1 - \frac{\varphi^2}{2}$

$\begin{cases} g\cdot\varphi = \varepsilon R \quad R = \frac{g\varphi}{\varepsilon} \\ T - mg\left(1 - \frac{\varphi^2}{2}\right) = \frac{mv^2}{R} \end{cases}$

$T - mg\left(1 - \frac{\varphi^2}{2}\right) = \frac{mv^2}{g\varphi}\cdot\varepsilon$, где ε – угл. ускорение.

5,5

2 Дано:

$\mu = 120\ \frac{м^3}{ч}$	
$\Delta m = 41{,}5$ мкг	$41{,}5\cdot 10^{-9}$ кг
$a = 0{,}7$ мкм	$0{,}7\cdot 10^{-6}$ м
$\tau = 10$ мин	$\frac{1}{6}$ ч
$\eta = 85\%$	
$p_a = 105$ кПа	$105\cdot 10^3$ Па
$t = 17°C$	290 K
$M = 29\ \frac{г}{моль}$	$29\cdot 10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$
$\rho_c = 1{,}5\ \frac{г}{см^3}$	$1500\ \frac{кг}{м^3}$
$N - ?$	

Решение:

За время τ установка засосет $V_в = \mu\tau$

$V_в$ – объем воздуха.

По условию, одному кг воздуха соответствует Δm сажи: $m' = 1$ кг

$m' — \Delta m$

$m_в — m_c$ (1)

где $m_в = \rho_в V_в$. Согласно уравнению состояния идеального газа: $pV = \frac{m}{M}RT$;

Откуда $\rho_в = \frac{p_a M}{RT} \Rightarrow m_в = \frac{p_a M \mu\tau}{RT}$

Из пропорции (1): $m_c = \frac{m_в\cdot\Delta m}{m'} = \frac{p_a M\mu\tau\Delta m}{RT m'}$

Место для скобы

Шифр 03584

(2) $m_c = N m_0$; где m_0 — масса одной частицы сажи.

$\rho_c = \frac{m_0}{V_0}$; V_0 — объем частицы сажи, $V_0 = a^3$

$\rho_c = \frac{m_0}{a^3}$; $m_0 = \rho_c a^3$; Из уравнения (2): $N = \frac{m_c}{m_0}$

$N = \frac{p_a M \mu \tau s m}{R T m' \rho_c a^3}$

С учетом эф-ти установки: $N' = N\eta$

$N' = \frac{\eta\, p_a M \mu \tau s m}{R T m' \rho_c a^3}$

$N' = \frac{0{,}85 \cdot 105 \cdot 10^3\ Па \cdot 29 \cdot 10^{-3}\ \frac{кг}{моль} \cdot 120\ \frac{м^3}{ч} \cdot \frac{1}{6} ч \cdot 4{,}15 \cdot 10^{-9}\ кг}{8{,}31 \cdot 290 К \cdot 1\ кг \cdot 1500\ \frac{кг}{м^3} \cdot (0{,}7 \cdot 10^{-6})^3}$

$N' \approx 0{,}017 \cdot 10^9 \approx 2 \cdot 10^7$ Ответ: 10^7

3 Дано:

$\alpha = 30°$

$F = 0{,}1$ м

$d = 0{,}1$ м

$n_1 = 1{,}5$

n_2 — ?

Решение:

Из рисунка:

$\varphi_2 = \gamma_2 - \alpha$

$tg\,\varphi_2 = d_2 / F \Rightarrow d_2 = F\,tg\,\varphi_2$

Аналогично и для случая 1

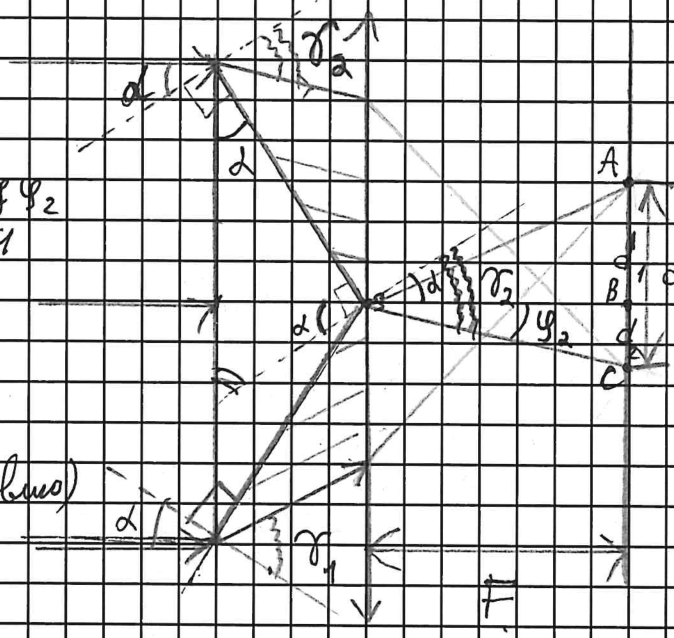
$d_1 + d_2 = d$

$F\,(tg\,\varphi_1 + tg\,\varphi_2) = d$

т.к. $F = d$ (по условию)

$tg\,\varphi_1 + tg\,\varphi_2 = 1$

$tg\,\varphi_2 = 1 - tg\,\varphi_1$



$tg(\gamma_2 - \alpha) = 1 - tg(\gamma_1 - \alpha)$; Согласно закону преломления:

$n_i \sin\alpha = n_0 \sin\gamma_i$; где α — угол падения;

$n_0 = 1$ (показатель преломления воздуха

$\sin\gamma_1 = n_1\sin\alpha$, $\sin\gamma_1 = n_1\sin\alpha$ $\gamma_1 = \arcsin(n_1\sin\alpha) \approx 48{,}6^\circ$

$\sin\gamma_2 = n_2\sin\alpha$ $\gamma_2 = \arcsin(n_2\sin\alpha)$

$tg[\arcsin(n_2\sin\alpha)] = 1 - tg(48{,}6^\circ - 30^\circ) \approx 0{,}663$

$\arcsin(n_2\sin\alpha) = arctg\, 0{,}663 \approx 33{,}56^\circ$

$n_2\sin\alpha = \sin 33{,}56^\circ = 0{,}553$

$n_2 = \frac{0{,}553}{0{,}5} \approx 1{,}1$

Ответ: 1,1. 1,5

4 Дано:

$L = 50$ м

$h_1 = 1{,}5$ м

$H = 3$ м

$h_2 = 1{,}6$ м

$\alpha = 12^\circ$

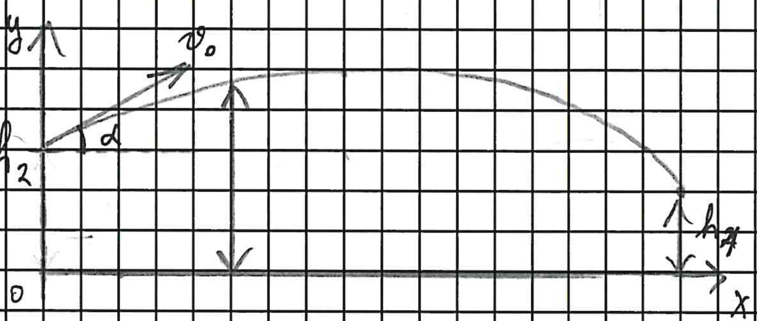
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

l – ?

Решение:

Для начала найдем макс. высоту подъема стрелы:

$h_m = \frac{v_y^2}{2g} + h_2$ (1).



Пусть τ – время полета.

$v_x\tau = L$

$\tau v_0\cos\alpha = L \Rightarrow \tau = \frac{L}{v_0\cos\alpha}$

$y(\tau) = h_1 = v_0\sin\alpha\,\tau - g\frac{\tau^2}{2}$

$\cancel{y(\tau)} \cdot h_1 = \frac{v_0\sin\alpha L}{v_0\cos\alpha} - \frac{gL^2}{2v_0^2\cos^2\alpha}$

$\frac{gL^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} = L\,tg\alpha - h_1$ $v_0 = L\sqrt{\frac{g}{2\cos^2\alpha(L\,tg\alpha - h_1)}}$

$h_m = \frac{v_0^2\sin^2 12^\circ}{2g} + h_2 \approx 71{,}55\cdot 0{,}043 + 1{,}6 \approx 4{,}7$ м $v_0 \approx 50\cdot\sqrt{\frac{10}{10{,}26\cdot 0{,}957}} \approx 37{,}9$

$h_m > H$.

Пусть t_0 – время до перелета преграды.

$$\begin{cases} y(t_0) = H = h_2 + v_0\sin\alpha\, t_0 - g\frac{t_0^2}{2} \quad (1) \\ l_{min} = v_0\cos\alpha \cdot t_0. \end{cases}$$

Место для скобы

Шифр 03584

Решим уравнение (1) $3 = 1{,}6 + 7{,}88\, t_0 - 5 t_0^2$

$$5 t_0^2 - 7{,}88 t_0 + 1{,}4 = 0$$

$$t_0 = \frac{7{,}88 \pm \sqrt{7{,}88^2 - 4 \cdot 5 \cdot 1{,}4}}{10}$$

$$\left[\begin{array}{l} t_0 = 1{,}372 \text{ с} \\ t_0 = 0{,}204 \text{ с} \end{array}\right.$$

Стрела в первый раз окажется на высоте $H = 3$ м через $t_0 = 0{,}204$ с. $l_{min} = v_0 \cos\alpha\, t_0 \approx 7{,}6$ м

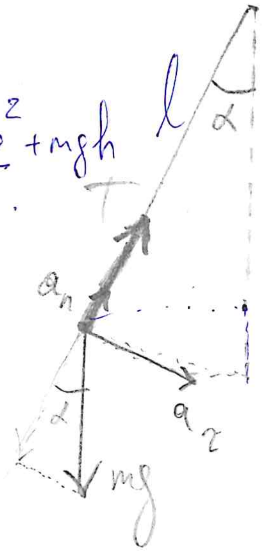
Ответ: 7,6 м

1. m
α
$T(\alpha)$

$1)\begin{cases} T = mg\cos\alpha \\ ma = mg\sin\alpha \end{cases}$

$T = mg\cos\alpha$

$mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh$



$\alpha \quad \alpha \quad \varphi$

$T - mg\cos\varphi = \frac{mv^2}{R}$

2. $\mu = 120\ \frac{м^3}{ч}$
$\Delta m = 41{,}5$ мкг
$a = 0{,}7$ мкм
$\tau = 10$ мин
$\eta = 85\ \%$
$p_a = 105$ кПа
$t = 17^\circ C$
$M = 29\ \frac{г}{моль}$
$\rho_c = 1{,}5\ г/см^3$

$N' - ?$

За τ: $V_в = \mu\tau$

1 кг возд — 41,5 мкг соли

$m_в$ — m_c

$m_c = m_в \cdot \frac{\Delta m}{1\ кг}$

$m_в = \rho_в V_в = \rho_в \cdot \mu\tau$; $pV = \frac{m}{M}RT$

$m_в = \frac{p_a M}{RT}\mu\tau$ $\qquad p = \rho\frac{RT}{M}$

$\rho_в = \frac{pM}{RT}$

$m_c = \frac{p_a M\mu\tau}{RT} \cdot \frac{\Delta m}{кг}$.

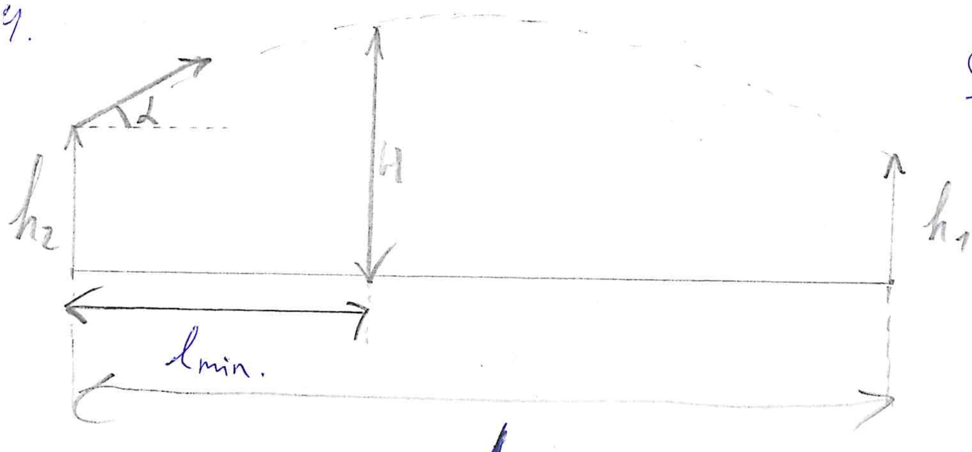
$m_c = N m_0$, где m_0 – масса частицы. $\qquad m_0 = \rho_c V_0$; $V_0 = a^3$

$m_0 = \rho_c a^3$

$N = \frac{m_c}{m_0} = \frac{p_a M\mu\tau\Delta m}{RT \cdot 1\ кг} \cdot \frac{1}{\rho_c a^3}$

с учетом эф-ти: $N' = \eta N$.

4.



$\begin{cases} y(t_0) = H = h_2 + v_0\sin\alpha\, t_0 - \frac{gt_0^2}{2} \\ l_{min} = v_0\cos\alpha\, t_0 \end{cases}$

$1ч = 60 \cdot 60 = 3600$

L

$H_{max} = h_2 + \frac{v_{0y}^2}{2g} = h_2 + \frac{(v_0\sin\alpha)^2}{20} =$

τ - время полета

$v_0\cos\alpha = L$ $\qquad \tau = \frac{L}{v_0\cos\alpha}$

$\frac{gL^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} = L\,tg\alpha + h_2 - h_1 \Rightarrow v_0 = L\sqrt{\frac{g}{2\cos^2\alpha\,(L\,tg\alpha + h_2 \ldots}}$

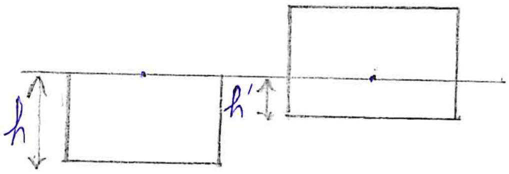
$y(t) = v_0 t - \frac{g\tau^2}{2} = h \quad \ldots + \sin\alpha\,\frac{L}{\ldots} - g\frac{L^2}{\ldots}$

$S:\ \rho_1;\ \rho_2$ $\quad \cancel{mg} \quad ma = mg - \rho g V = mg - \rho g h S\ ;\ S = \pi R^2$

$a = g - \frac{\rho g S}{m} h$

$R_1;\ R_2$

ρ



$\frac{E_1}{E_2} - ?$ $\quad \cancel{mgh_0 = mgh + \frac{mv^2}{2}}$

$g(l - l\cos\varphi_0) = g(l - l\cos\varphi_1) + \frac{v^2}{2}$

$\frac{v^2}{2} = gl\cos\varphi_1 - gl\cos\varphi_0 = gl(\cos\varphi_1 - \cos\varphi_0)$

$gl(1-\cos\varphi_0) = gl(1-\cos\varphi_1) + \frac{v^2}{2}$ $\quad v^2 = 2gR(1 - \frac{\varphi_0^2}{2} - 1 + \frac{\varphi_1^2}{2}) = gR(\varphi_0^2 - \varphi_1^2)$

$gl - gl\cos\varphi_0 = gl - lg\cos\varphi_1 + \frac{v^2}{2}$ $\quad \frac{v^2}{2} = gl\cos\varphi_1 - gl\cos\varphi_0$ $\quad gR(\varphi_0 - \varphi_1)(\varphi_0$

$\frac{mv^2}{g\varphi} \cdot \frac{\Delta\varphi}{\Delta t^2} = \frac{m\Delta\varphi}{g\varphi} a_\tau$ $\quad v^2 \cdot \varepsilon = \omega^2 \cdot R^2 \cdot \varepsilon = \frac{\varepsilon^3}{\omega_0 R^2}$ $\quad \varepsilon = \omega_0 \omega$ $\quad \omega = \frac{\varepsilon}{\omega_0}$ $\quad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{R}}$

62,1 — 28

$\omega \approx 5{,}84$

1) $\begin{cases} T = \frac{mv^2}{R} + mg\cos\varphi \\ mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh \end{cases}$

$2gh_0 = v^2 + 2mgh$

$a_m = v\omega = x\omega^2$

$\varepsilon_m = \omega_m \omega = \alpha_m \omega^2$