ШИФР
(не заполнять)

000305

☒ **Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области «ОРМО».**

☐ **Северо-Восточная олимпиада школьников «СВОШ».**

(отметить галочкой олимпиаду)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Олимпиадная работа по Физика вариант ____
(указать предмет)

Выполнил (а)

Фамилия: Никитина

Имя: Наталья

Отчество: Константиновна

Класс: 10

Наименование школы: МБОУ лицей при ТПУ

Город (село): г. Томск

Район: ~~Томский~~

Область: Томская

Дата рождения: 16 / 05 / 1999

Контактный телефон: 89039539940

E-mail: nikitinanatasha@outlook.com

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 ________

1	2	3	4	5	Σ
9	6	20	12	20	67

ШИФР 000305

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

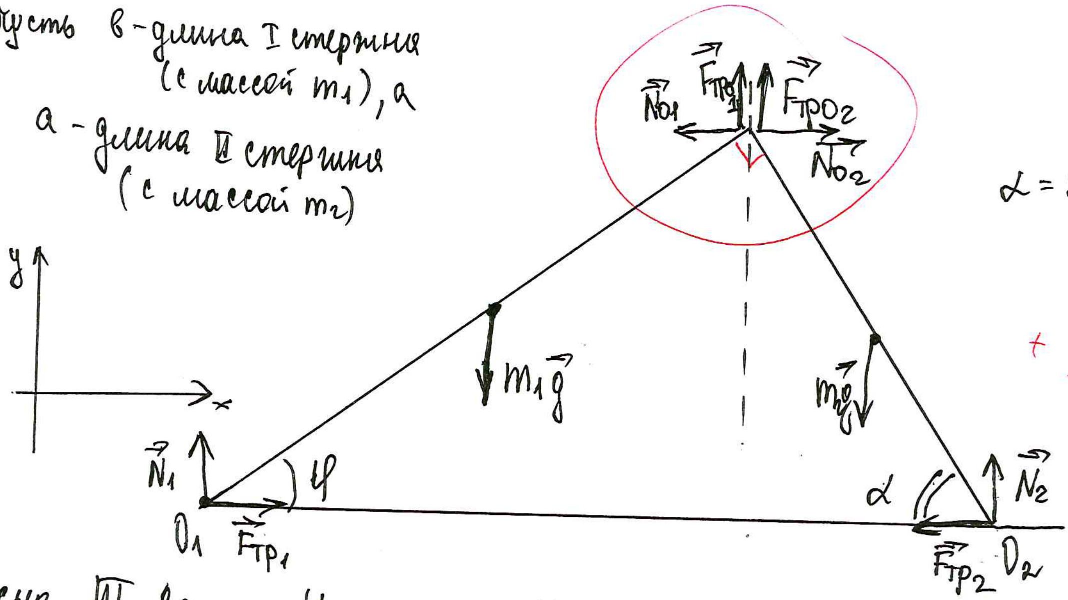
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
67	14.03.16	Енов О.М.	

1

m_1
m_2
φ

$\mu - ?$

Пусть b – длина I стержня (с массой m_1), а a – длина II стержня (с массой m_2)



+3

- Согласно III закону Ньютона: $N_{0_1} = N_{0_2} = N_0$

Соотв. $F_{тр0_1} = F_{тр0_2} = F_{тр0} = \mu N_0$ 3

- Запишем условие равновесия для I стержня отн. (·) O_1: 3

$$m_1 g \cdot \frac{b}{2} \cdot \sin(90 - \varphi) - N_0 \cdot l \cdot \sin\varphi - F_{тр0}\, l \sin(90 + \varphi) = 0.$$

$(b \neq 0) \Rightarrow$

$$\frac{m_1 g \cos\varphi}{2} = N_0 (\sin\varphi + \mu\cos\varphi) \Rightarrow N_0 = \frac{m_1 g \cos\varphi}{2(\sin\varphi + \mu\cos\varphi)}$$

- Аналогично, для второго стержня:

$$N_0 = \frac{m_2 g \cos\alpha}{2(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

т.к. $\alpha = 90 - \varphi$, то:

$$N_0 = \frac{m_2 g \sin\varphi}{2(\cos\varphi + \mu\sin\varphi)}$$

000905

$$N_0 = N_0 \Rightarrow \frac{m_1 g \cos\varphi}{2(\sin\varphi + \mu\cos\varphi)} = \frac{m_2 g \sin\varphi}{2(\cos\varphi + \mu\sin\varphi)}$$

$$\frac{m_1 \cos\varphi}{\sin\varphi + \mu\cos\varphi} = \frac{m_2 \sin\varphi}{\cos\varphi + \mu\sin\varphi}$$

$$m_1\cos\varphi(\cos\varphi + \mu\sin\varphi) = m_2\sin\varphi(\sin\varphi + \mu\cos\varphi)$$

$$m_1\cos^2\varphi + \mu\cos\varphi\sin\varphi\, m_1 = m_2\sin^2\varphi + \mu\sin\varphi\cos\varphi\, m_2$$

$$\mu\cos\varphi\sin\varphi(m_1 - m_2) = m_2\sin^2\varphi - m_1\cos^2\varphi.$$

$$\mu = \frac{m_2\sin^2\varphi - m_1\cos^2\varphi}{\cos\varphi\sin\varphi(m_1 - m_2)}$$

ответ.

• Мое примечание к первой задаче:

Если $m_1 = m_2$, то:

По I закону Ньютона: $\vec{N_1} + \vec{F}_{тр_1} + m_1\vec{g} + \vec{N_0} + \vec{F_0} = 0.$

ox: $F_{тр_1} = N_0$, oy: $m_1 g = N_1 + F_{тр_0}$.

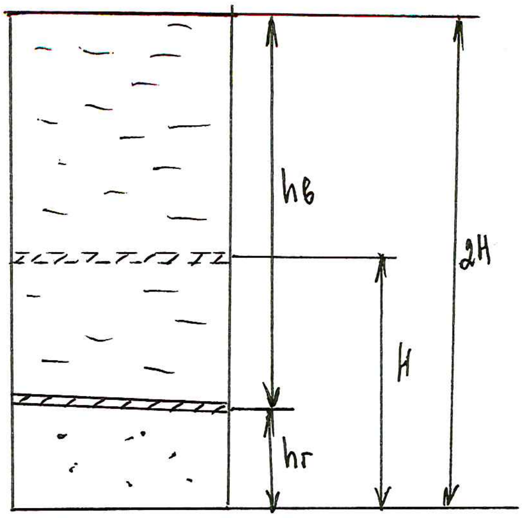
Аналогично, $F_{тр_2} = N_0$, $m_2 g = N_2 + F_{тр_0}$ $\Rightarrow$

$F_{тр_1} = F_{тр_2}$, $N_1 = N_2$, $m_1 g = m_2 g$, а значит, что система будет в равновесии при любом μ, т.к. все силы уравновешивают друг друга.

2

H, S, ρ, P_0

$V_г - ?$



Пусть $h_г \cdot S = V_г$, т.е

$h_г$ - высота на которой в итоге окажется поршень.

$h_в$ - высота столба жидкости под поршнем, причем

$h_г + h_в = H \cdot 2$

• Т.к. процесс происходит медленно, то для газа: $PV = const$. (изотермический) ?

~~Пусть PV для~~ Пусть $PV = a$, тогда до воды:

$P_0 V_0 = a$, где $V_0 = HS$ $\Rightarrow$ $a = P_0 HS$.

• После залития воды: ✓1 2 6/20

$P_н = (P_0 + \rho g h_в) = \cancel{\rho g 2H} - \rho g h_г + P_0$ $\quad P = \frac{F}{S}$ 2

$V_н = S h_г$

тогда $P_н V_н = a \Rightarrow (P_0 + \rho g 2H - \rho g h_г) \cdot S h_г = SHP_0 \Rightarrow$ +

$P_0 h_г + \rho g 2H h_г - \rho g h_г^2 = HP_0$

$\rho g \cdot h_г^2 - (P_0 + \rho g 2H) h_г + HP_0 = 0$.

$D = P_0^2 + \rho^2 g^2 4H^2 + 4P_0 \rho g H - 4\rho g H P_0 = P_0^2 + 4\rho^2 g^2 H^2 > 0$

$h_{г_1} = \frac{P_0 + 2H\rho g + \sqrt{P_0^2 + 4\rho^2 g^2 H^2}}{2\rho g} = H + \frac{P_0 + \sqrt{P_0^2 + 4\rho^2 g^2 H^2}}{2\rho g} > H$, что противоречит задаче.

$h_{г_2} = \frac{P_0 + 2H\rho g - \sqrt{P_0^2 + 4\rho^2 g^2 H^2}}{2\rho g} > 0$, т.к $a + b > \sqrt{a^2 + b^2}$ для $a, b \geq 0$

$\Rightarrow$ подходит)

• $V_г = h_г \cdot S = S \frac{P_0 + 2H\rho g - \sqrt{P_0^2 + 4\rho^2 g^2 H^2}}{2\rho g}$

ответ

(3)

$V_1 = V_2 = V$

$\frac{T_1}{T_2} = n$

$\frac{P_1}{P_2} = k$

$\frac{m}{m_0} - ?$

• запишем закон Менделеева-Клапейрона для идеального газа:

$$P_1 V = \frac{m}{M} R T_1$$

$$P_2 V = \frac{m_0}{M} R T_2$$

• Разделим первое на второе:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{m}{m_0} \cdot \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{k}{n}$$

20

ответ.

(5)

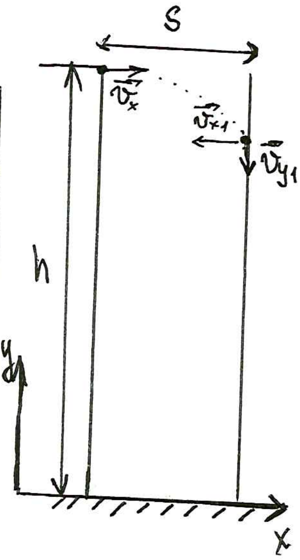
$v = 12$ м/с

$S = 2$м

$h = 5$м

$g = 10$ м/с²

$n - ?$



• Рассмотрим движение пули до первого удара. По оси OX она движется равномерно. Найдем t_1 - время между запуском и ударом:

$$t_1 = \frac{S}{v}$$

• Т.к. удары считаем упругими и $|v_x| = const$ на всем пути пули, то

$$t_1 = t_2 = t_n = t$$

, т.е. удары будут происходить ч/з равные промежутки времени.

• Теперь рассмотрим движение тела вдоль оси OY. Заметим, что удары о стенки не влияют ни на модуль, ни на направление $\vec{v}_y$ $\Rightarrow$ движение вдоль OY можно рассматривать как одно целое, тогда:

$$H = \frac{gT^2}{2}$$, где T - время падения.

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

$$n = \frac{1}{t} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{v}{S}$$

$$n = \sqrt{\frac{10}{10}} \cdot \frac{12}{2} = 6$$

ответ.

10

④

$m = \frac{5}{2}a$

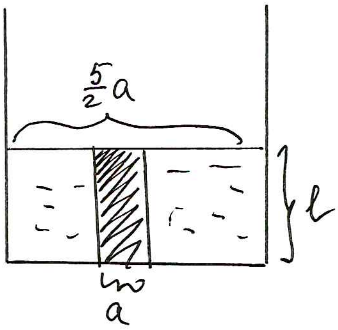
$d = a$

l

$\rho_м$

$\rho_р$

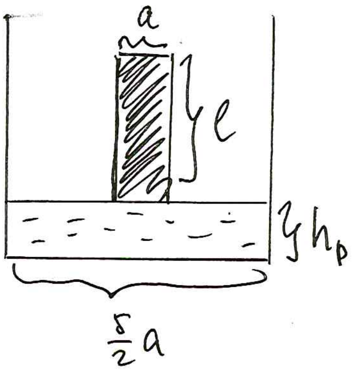
$\frac{R_2}{R_1}$ – ?



$S = \frac{25a^2}{4}$

$S_м = \frac{\pi a^2}{4}$

$S_р = \frac{a^2}{4}(25-\pi)$



• $R_1 = R_м + R_р$

$R_м = \frac{4\rho_м l}{\pi a^2}$ 2

$R_р = \frac{4\rho_р l}{(25-\pi)a^2}$ 2

$$R_1 = \frac{4\rho_м l}{\pi a^2} + \frac{4\rho_р l}{(25-\pi)a^2} =$$

$$= \frac{4\rho_м l(25-\pi) + 4\rho_р l\pi}{(25-\pi)\pi a^2} = \frac{4l}{a^2}\left(\frac{\rho_м(25-\pi)+\pi\rho_р}{(25-\pi)\pi}\right)$$

• Найдем $h_р$:

$$V_р = V - V_м = \frac{25a^2}{4} l - \frac{\pi a^2}{4} l =$$

$$= \frac{(25-\pi)a^2 l}{4} \quad 1$$

$$h_р = \frac{V_р}{S} = \frac{(25-\pi)a^2 l}{4} \cdot \frac{4}{25a^2} = \frac{25-\pi}{25} l \quad 1$$

2

• $R_2 = R_м + R_р$

$R_м = \frac{4\rho_м l}{\pi a^2}$

$R_р = \frac{4\rho_р}{(25-\pi)a^2} \cdot \frac{(25-\pi)l}{25} =$ 2 ?

$= \frac{4\rho_р l}{25a^2}$

2

$$R_2 = \frac{4\rho_м l}{\pi a^2} + \frac{4\rho_р l}{25a^2} = \frac{100\rho_м l + 4\pi\rho_р l}{25\pi a^2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{100\rho_м l + 4\pi\rho_р l}{25\pi a^2} \cdot \frac{(25-\pi)\pi a^2}{4\rho_м l(25-\pi) + 4\rho_р l\pi} =$$

$$= \frac{(25\rho_м + \pi\rho_р)(25-\pi)}{25\rho_м(25-\pi) + 25\rho_р\pi}$$

ответ.

10/20

+2