

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

014385  
Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

1.	Предмет	Орг. документы													
2.	Вариант	Физика 9 Вариант 1 закл													
3.	Класс	9													
4.	Фамилия	С	Т	А	Р	О	Д	У	Б	О	В				
	Имя	А	Л	Е	К	С	А	Н	Д	Р					
	Отчество	Ю	Р	Ь	Е	В	И	Ч							
5.	Дата рождения	0	8			0	2			2	0	0	6		
		число		месяц		год									
6.	Страна	Россия													
7.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Челябинская обл													
8.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	Город													
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	Челябинск													
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ СОШ №99 г.Челябинска													

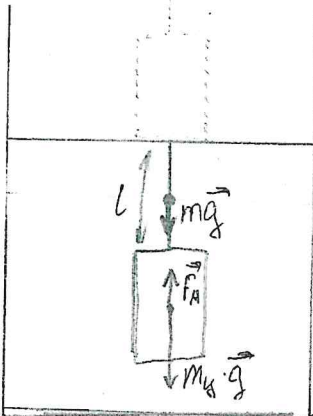
72

Евдок Д.М.

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

н/л.



Найдём  $V_{чг}$ :

$$V_{чг} = S \cdot h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h.$$

Найдём  $m_{чг}$ :

$$m_{чг} = V_{чг} \cdot \rho = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \cdot \rho$$

Найдём  $F_A$ , действующую на полностью погружённый цилиндр:

$$F_A = \rho_0 \cdot g \cdot V_{чг} = \rho_0 \cdot g \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot h.$$

Для того, чтобы поднять верхнюю часть цилиндра до уровня воды, нужно приложить силу  $\vec{F}_1$  на расстоянии  $l$ . Для того, чтобы работа, совершённая при этом, была минимальна, нужно тащить цилиндр без ускорения с силой  $F_1 = m_{чг} \cdot g - F_A + m_{чг}$ .

Тогда:

$$A_1 = F_1 \cdot L = (m_{чг} \cdot g - F_A + m_{чг}) \cdot L$$

Для того, чтобы вытаскивать цилиндр из воды, нужно приложить При вытаскивании цилиндра из воды постоянно меняется  $F_A$ , действующая на цилиндр, поскольку меняется объём его погружённой части.

1	2	3	4	5	(72)
12	0	20	20	20	

Поэтому силу  $F_2$  (минимальную), необходимую для поднятия цилиндра не рассматриваем (она будет постоянно меняться). Вместо этого найдём среднюю силу  $F_{cp}$ , которую приходится прикладывать к цилиндру на протяжении вынимания его из воды. Поскольку вытянуть необходимо без ускорения, то  $V$  погружённой части цилиндра будет изменяться линейными образом. Поэтому найдём среднее арифметическое сил, необходимых для поднятия цилиндра: ~~с~~ до вынимания и после вынимания из воды:

$$F_{cp} = \frac{(m_c \cdot g + mg) + F_1}{2}$$

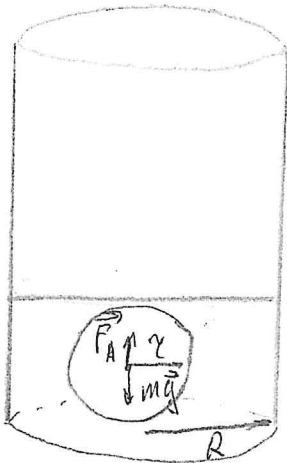
Тогда работа во время вынимания цилиндра:

$$A_2 = F_{cp} \cdot h$$

Найдём всю работу:

$$\begin{aligned} A_{об} &= A_1 + A_2 = F_1 \cdot l + F_{cp} \cdot h = F_1 \cdot l + \frac{F_1 + (m_c \cdot g + mg)}{2} \cdot h = \\ &= F_1 \cdot l + \frac{F_1 \cdot h}{2} + \frac{(m_c \cdot g + mg) \cdot h}{2} = F_1 \left( l + \frac{h}{2} \right) + \frac{m_c \cdot g (m_c + m) \cdot h}{2} = \\ &= g \left( \frac{\pi d^2}{4} \cdot h (\rho - \rho_0) + m \right) \cdot \left( l + \frac{h}{2} \right) + g \left( \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \cdot \rho + m \right) \cdot \frac{h}{2} \end{aligned}$$

✓ 3



Чтобы шар протискивался на дно сосуда, необходимо, чтобы  $m\vec{g}$  компенсировалось  $\vec{F}_A$ , т.е.  $\vec{F}_A + m\vec{g} = \vec{0}$  4

Найдём  $m$ :

$$m = V \cdot \rho = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \rho$$

Тогда:  $F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_n = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \rho \cdot g$

Поскольку  $\rho_{\text{ж}} = 2\rho$ , то: 4

$$F_A = 2\rho \cdot V_n = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho$$

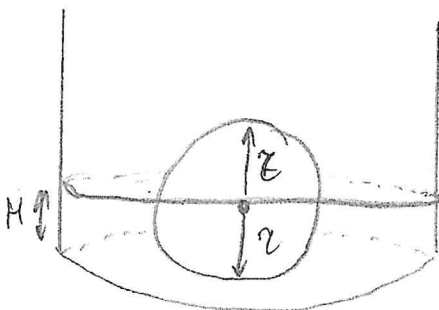
Отсюда:

$$V_n = \frac{4}{6} \pi r^3 = \frac{2}{3} \pi r^3 \quad 6$$

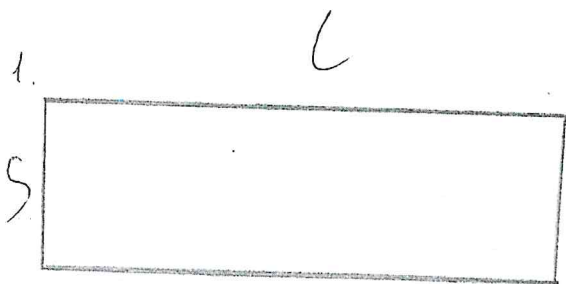
Заметим, что  $\frac{2}{3} \pi r^3$  — половина объёма шара, т.е. нужно погрузить в воду половину его объёма. Тогда я в работе нарисовал более точный рисунок. Из рисунка видно, что 2 уровень жидкости в сосуде  $H = r$ .

Тогда объём погружённой части шара равен:

$$V_{\text{погр}} = \pi R^2 \cdot r - \frac{2}{3} \pi r^3 = \pi r \left( R^2 - \frac{2}{3} r^2 \right) \quad 4$$



н 4.



Удлинение проводника вызвано тем, что часть проводника находится в магнитном поле. Поскольку объём не изменится, то:

$$\Delta V = 0$$

$$S_2 \cdot h = S \cdot x, \text{ где } S_2 - \text{площадь}$$

поперечного сечения в месте удлинения проводника (см. рисунок) (соответствие провода в 1 случае):

$$R_1 = \frac{\rho \cdot L}{S} \text{ где } \rho - \text{уд. сопротив. провода.}$$

R провода во 2 случае: находится как сопротив. при посл. соедин.

$$R_2 = \frac{\rho \cdot x_1}{S} + \frac{\rho \cdot h}{S - S_2} + \frac{\rho \cdot x_2}{S} + \frac{\rho \cdot x}{S} = \frac{\rho(L - h)}{S} + \frac{\rho \cdot h}{S - S_2} + \frac{\rho \cdot x}{S}$$

Поскольку  $S_2 = \frac{S \cdot x}{h}$ , то

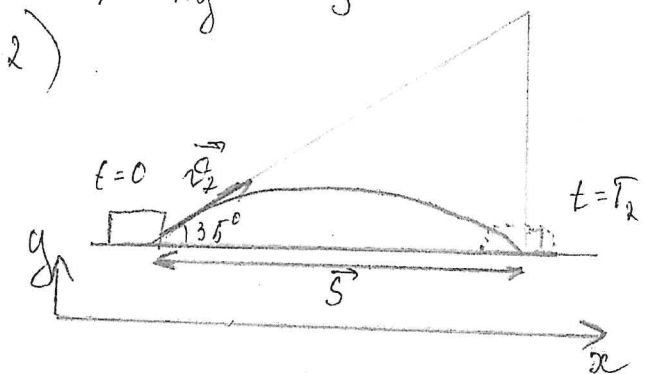
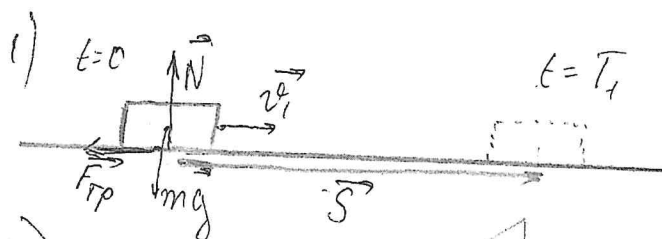
$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{\rho(L - h + x)}{S} + \frac{\rho \cdot h}{S - \frac{S \cdot x}{h}} = \frac{\rho(L - h + x)}{S} + \frac{\rho \cdot h \cdot h}{S \cdot h - S \cdot x} = \\ &= \frac{\rho(L - h + x)}{S} + \frac{\rho h^2}{S(h - x)} = \frac{\rho(L - h + x)(h - x) + \rho h^2}{S(h - x)} \end{aligned}$$

Найдём ответ:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho((L - h + x)(h - x) + h^2) \cdot S}{\rho(h - x) \cdot S} = \frac{L \cdot h - L \cdot x + 2h \cdot x - x^2}{(h - x) \cdot L}$$

$|\vec{S}| = x$

✓ 5.



1) Рассмотрим первую ситуа-  
цию:

Тело движется равнозамедленно,  
поскольку присутствует сила  
трения  $F_{тр} = \mu \cdot N$ . Обозначим  
время её действия (от начала  
движения до остановки) буквой  $t_1$ .  
Изменим ось симуляции бруска  
составим:

$\Delta \vec{r} = \vec{r}_0 - \vec{r}'_1 - \vec{r}_0$ . Поскольку

$\vec{r}'_1 = m \vec{v}'_1$ , а  $v'_1 = 0$ , то  $\vec{r}'_1 = \vec{0}$ .

$\Delta \vec{r} = -\vec{r}_0$

Поскольку движение происходит по  
горизонтальной пов-ти, то:

$\Delta \vec{r} = -m \vec{v}_1$ .

По 2-му закону Ньютона:

$\vec{F}_{неш} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$

$(\vec{F}_{тр} + \vec{N} + m\vec{g}) \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$ .

т.к.  $\vec{N} + m\vec{g} = \vec{0}$ , то:

$\vec{F}_{тр} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$

Спроектируем на ось x:

$-F_{тр} \cdot \Delta t = -m v_1$

$F_{тр} \cdot \Delta t = m \cdot v_1$

Поскольку  $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$ , а  $N = mg$ , то

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot m \cdot g.$$

$\mu \cdot m \cdot g \cdot \Delta t = m v_1$ , где  $\Delta t$  — время движения скоса,

т.е.  $\Delta t = T_1$ .

тогда  $T_1 = \frac{v_1}{\mu \cdot g}$

Найдём ускорение бруска:

$a = \frac{v - v_0}{T_1}$  По II з-му Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = m \cdot \vec{a}$$

т.к.  $\vec{N} + m\vec{g} = \vec{0}$ , то

$$\vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

Ох:  $-F_{\text{тр}} = +ma$ .

$$-\mu \cdot m \cdot g = ma$$

$$a = -\mu \cdot g.$$

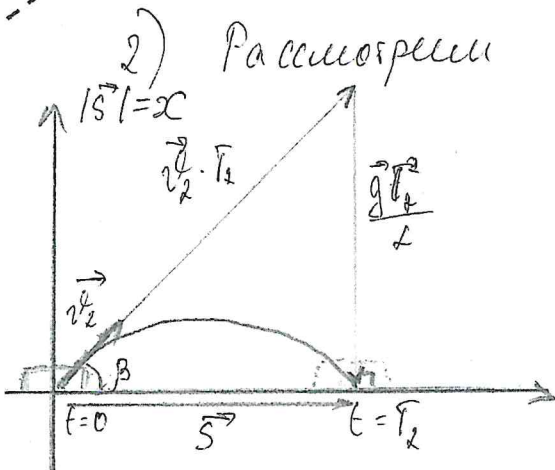
Теперь рассмотрим перемещение бруска:

$$\vec{x} = \vec{v}_1 \cdot T_1 + \frac{\vec{a} T_1^2}{2}$$

Ох:  $x = v_1 \cdot T_1 - \frac{\mu g T_1^2}{2}$

т.к.  $T_1 = \frac{v_1}{\mu \cdot g}$ , то:

$$x = \frac{v_1^2}{\mu \cdot g} - \frac{\mu \cdot g \cdot v_1^2}{\mu^2 \cdot g^2 \cdot 2} = \frac{2v_1^2 - v_1^2}{2\mu \cdot g} = \frac{v_1^2}{2\mu \cdot g} \quad \text{б}$$



Движение бруска по наклонной можно описать пусть  $T_2$  - время похода бруска. Перемещение бруска является

суперпозицией двух перемещений: одно перемещение направлено в сторону напр.  $v_2$  (так было бы,

если бы на брусок не действовала сила тяжести); второе перемещение направлено вниз под углом  $\beta$  и горизонту (по напр. к силе тяжести).

Модули данных перемещений будут равны соответственно  $v_2 \cdot T_2$  и  $\frac{gT_2^2}{2}$ .

Тогда:

$$\frac{gT_2^2}{2} = v_2 \cdot T_2 \cdot \sin \beta.$$

$$\text{Отсюда: } T_2 = \frac{2v_2 \cdot \sin \beta}{g}$$

$$x = v_2 \cdot T_2 \cdot \cos \beta = \frac{v_2^2 \cdot 2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g} \quad \text{⑧}$$

Поскольку расстояние похода и перемещение по модулю одинаковы и равны  $x$ , то:

$$\frac{v_1^2}{2\mu \cdot g} = \frac{2v_2^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g}$$

$$4v_2^2 \cdot \mu \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta = v_1^2$$



$$2 \mathcal{V}_2 \cdot \sqrt{\mu \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta} = \mathcal{V}_1$$

$$\frac{\mathcal{V}_2}{\mathcal{V}_1} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\mu \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}}$$

$$\frac{\mathcal{V}_2}{\mathcal{V}_1} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{0,03 \cdot \sin 35^\circ \cdot \cos 35^\circ}} \approx 4,2.$$

Ответ: во втором случае брусу была сообщена скорость в 4,2 раза больше, чем в первом случае.

v 2.

Во время таяния льда и испарения азота температура в гермесе не изменяется. Это означает, что кол-во подводимого к сосуду тепла постоянно не будет. ( $t_0 = \text{const}$ ). Но когда лёд закончил таять, он начал нагреваться и в течение до полного испарения азота будет изменяться разность температур снаружи и внутри гермеса. Т.к. лёд полностью растает через

22,5 ч, ~~то~~ за 24 ч ~~и~~ испаряется  $V_1 = 10^{-3} \text{ м}^3$ , то

$$m_a = \rho \cdot V = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 0,8 \text{ кг}.$$

Т.к. 0,8 кг <sup>азота</sup> испаряется за 24 ч, то за 22,5 ч — 0,75 кг.