ШИФР
(не заполнять)

000539

[√] Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области «ОРМО».

[ ] Северо-Восточная олимпиада школьников «СВОШ».

(отметить галочкой олимпиаду)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

1	2	3	4	5	Σ
12	14	20	-	20	66

Олимпиадная работа по физике (указать предмет) вариант ______

Выполнил (а)

Фамилия: ПШЕНИЧКО

Имя: ОКСАНА

Отчество: ВАЛЕРЬЕВНА

Класс: 9

Наименование школы: МБОУ Лицей N20

Город (село): Междуреченск

Район: ______

Область: Кемеровская

Дата рождения: 10 / 08 / 2000

Контактный телефон: 89236271927

E-mail: Mandrik.muska@yandex.ru

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

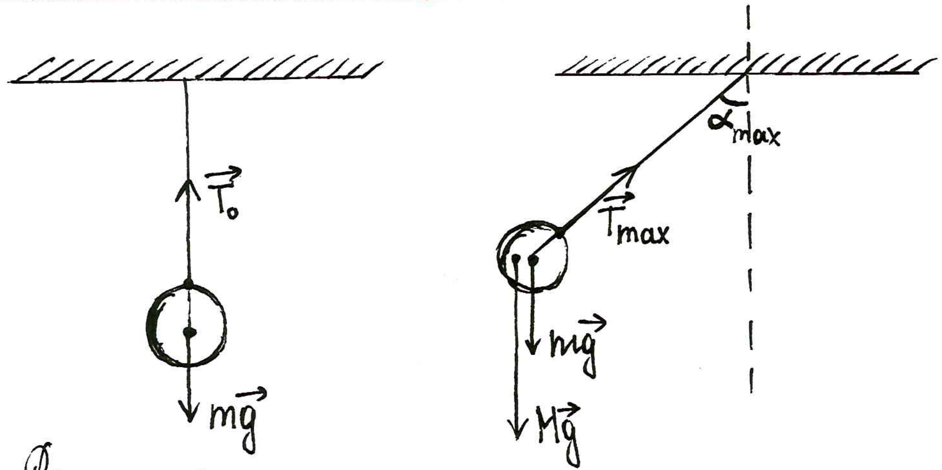
Личная подпись ______

ШИФР 000539

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
66	18.03.16	Кузьминых М.С.	[signature]

1



Дано:
$m = 10$ кг
$T_{max} = 500$ Н
$M = 25$ кг

α_{max} – ?

Решение:

На систему „люстра на цепи" в момент времени, когда нагрузка T будет максимальна, будут действовать:

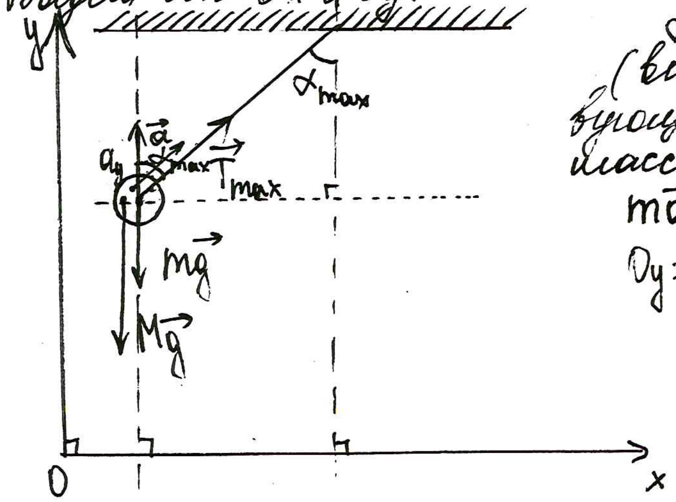
$m\vec{g}$ – сила тяжести люстры

$M\vec{g}$ – сила тяжести Карлсона

$\vec{T}_{max}$ – сила натяжения цепи в её максимально возможном значении.

Также α_{max} – максимально возможный угол отклонения.

Введём оси Ox и Oy.



По Второму закону Ньютона (векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы этого тела на его ускорение):

$$m\vec{a} = m\vec{g} + M\vec{g} + \vec{T}_{max}$$

$$Oy:\ m a_y = -mg - Mg + T_{max\,y}.$$

$$\frac{a_y}{a} = \cos\alpha \Rightarrow a_y = a\cdot\cos\alpha$$

$$\frac{T_{max\,y}}{T_{max}} = \cos\alpha \Rightarrow T_{max\,y} = T_{max}\cdot\cos\alpha.$$

$$ma\cdot\cos\alpha = -mg - Mg + T_{max}\cdot\cos\alpha$$

$$ma\cdot\cos\alpha - T_{max}\cdot\cos\alpha = -mg - Mg$$

$$\cos\alpha\,(T_{max} - ma) = mg + Mg$$

$$\cos\alpha = \frac{mg + Mg}{T_{max} - ma}$$

$a = \frac{v^2}{R}$ ← центростремительное, но т.к. при максимальном угле отклонения достигается амплитудное значение для мостра, то $v = 0 \Rightarrow a = 0$.

$$\cos\alpha = \frac{mg + Mg}{T_{max}}$$

$$\cos\alpha = \frac{10\,кг \cdot 9{,}8\,\frac{Н}{кг} + 25\,кг \cdot 9{,}8\,\frac{Н}{кг}}{500\,Н} = \frac{98\,Н + 245\,Н}{500\,Н} = \frac{343}{500} = 0{,}686$$

$\alpha \approx$

Ответ: $\alpha \approx$

12

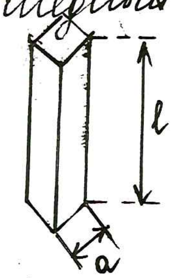
---

② Дано:
$d = 2a$
a
l
$\rho_м$
$\rho_р$

$\frac{R_2}{R_1}$ – ?

Решение:

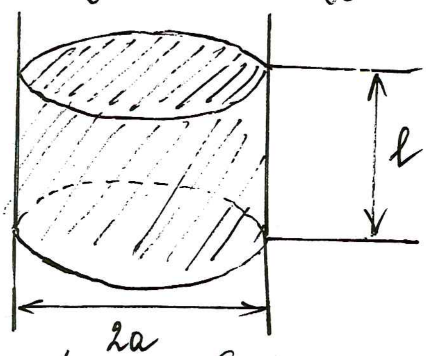
1. Медный стержень.



$R = \frac{\rho l}{S}$, где ρ – удельное сопротивление
l – длина проводника
S – площадь поперечного сечения

$$R_м = \frac{\rho_м l}{a^2} \quad (1)$$

2. Ртуть в сосуде

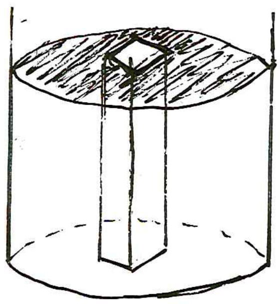


Т.к. ртуть заливалась до уровня стержня, то её высота – l

$S = \pi r^2 = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$ (как площадь круга в основании цилиндрического сосуда)

$$R_{р0} = \frac{\rho_р l}{\frac{\pi \cdot 4a^2}{4}} = \frac{\rho_р l}{\pi a^2} \quad (2)$$

3. Медный стержень в сосуде с ртутью



Т.к. уровни граней медного стержня и поверхности ртути совпадают, то площадь поперечного сечения ртутного проводника (по всей его длине) уменьшилась на площадь поперечного сечения медного проводника

$$S_{р1} = S_{р0} - a^2 = \pi a^2 - a^2 = a^2(\pi - 1) \quad (3)$$

Отсюда $R_р = \frac{\rho_р l}{a^2(\pi - 1)}$ (4)

$$R_м = \frac{\rho_м l}{a^2} \quad (5)$$

Если ток будет пропускаться через данную систему, то ввиду разности потенциалов эту систему можно рассматривать как 2 проводника, подключенных параллельно.

Смотреть продолжение 2

Тогда из формулы $\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

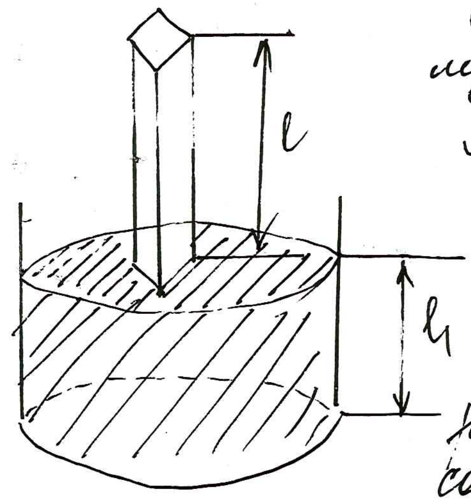
000539

$$R_{общ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = \frac{\frac{\rho_p l}{a^2(\Pi-1)} \cdot \frac{\rho_м l}{a^2}}{\frac{\rho_p l}{a^2(\Pi-1)} + \frac{\rho_м l}{a^2}} = \frac{\frac{\rho_p \rho_м l^2}{a^4(\Pi-1)}}{\frac{\rho_p l + \rho_м l(\Pi-1)}{a^2(\Pi-1)}} = \frac{\rho_p\rho_м l^2}{a^4(\Pi-1)} \cdot \frac{a^2(\Pi-1)}{\rho_p l + \rho_м l(\Pi-1)} =$$

$$= \frac{\rho_p \rho_м l^{\cancel{2}} \cdot \cancel{a^2} \cancel{(\Pi-1)}}{\cancel{a^4}(\cancel{\Pi-1}) \cdot \cancel{l}(\rho_p + \rho_м(\Pi-1))} = \frac{\rho_p\rho_м l}{a^2(\rho_p + \rho_м(\Pi-1))}.$$

4. Медный стержень над сосудом с ртутью.



Заметно, что когда из ртути достали медный стержень, её высота уменьшилась.

$$\underbrace{\Pi a^2 \cdot l_1}_{V_p} = \underbrace{\Pi a^2 l}_{V_{p+м}} - \underbrace{a^2 l}_{V_м}$$

$$\Pi a^2 l_1 = a^2 l(\Pi - 1)$$

$$l_1 = \frac{a^2 l(\Pi-1)}{\Pi a^2} = \frac{l(\Pi-1)}{\Pi}$$

Теперь данную систему можно рассматривать как 2 проводника, соединённых последовательно

$R_{общ} = R_1 + R_2$, учитывая, что $R_p = \frac{\rho_p l_1}{\Pi a^2} = \frac{\rho_p \cdot \frac{l(\Pi-1)}{\Pi}}{\Pi a^2} = \frac{\rho_p l(\Pi-1)}{\Pi^2 a^2}$

$$R_2 = \frac{\rho_p l(\Pi-1)}{\Pi^2 a^2} + \frac{\rho_м l}{a^2} = \frac{\rho_p l(\Pi-1) + \rho_м l \Pi^2}{\Pi^2 a^2} = \frac{l(\rho_p(\Pi-1) + \rho_м \Pi^2)}{\Pi^2 a^2}.$$

5. Отношение сопротивлений.

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{l(\rho_p(\Pi-1)+\rho_м\Pi^2)}{\Pi^2 a^2}}{\frac{\rho_p\rho_м l}{a^2(\rho_p+\rho_м(\Pi-1))}} = \frac{l(\rho_p(\Pi-1)+\rho_м\Pi^2)}{\Pi^2 a^2} \cdot \frac{a^2(\rho_p+\rho_м(\Pi-1))}{\rho_p\rho_м l} =$$

$$= \frac{(\rho_p\Pi - \rho_p + \rho_м\Pi^2)\cdot(\rho_p + \rho_м\Pi - \rho_м)}{\rho_p\rho_м\Pi^2} = \frac{\rho_p^2\Pi + \rho_p\rho_м\Pi^2 - \rho_p\rho_м\Pi - \rho_p^2 - \rho_p\rho_м\Pi + \rho_p\rho_м + \rho_p\rho_м\Pi^2 + \rho_м^2\Pi^3 - \rho_м^2\Pi^2}{\rho_p\rho_м\Pi^2}$$

$$= \frac{2\rho_p\rho_м\Pi^2 - 2\rho_p\rho_м\Pi + \rho_p^2\Pi - \rho_p^2 + \rho_p\rho_м + \rho_м^2\Pi^3 - \rho_м^2\Pi^2}{\rho_p\rho_м\Pi^2} = \frac{2\rho_p\rho_м\Pi(\Pi-1) + \rho_p^2(\Pi-1) + \rho_м^2\Pi^2(\Pi-1) + \rho_p\rho_м}{\rho_p\rho_м\Pi^2} =$$

$$= \frac{(\Pi-1)(2\rho_p\rho_м\Pi + \rho_p^2 + \rho_м^2\Pi^2) + \rho_p\rho_м}{\rho_p\rho_м\Pi^2} = \frac{(\Pi-1)(\rho_p+\rho_м\Pi)^2 + \rho_p\rho_м}{\rho_p\rho_м\Pi^2}$$

Ответ: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{(\Pi-1)(\rho_p+\rho_м\Pi)^2 + \rho_p\rho_м}{\rho_p\rho_м\Pi^2}$.

14

3 **Дано:**

R

ρ_0

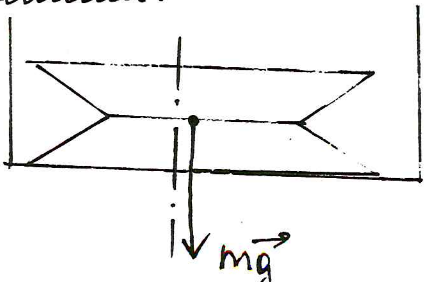
h

$\rho_1 > \rho_2$

ρ_2 - ?

Решение:

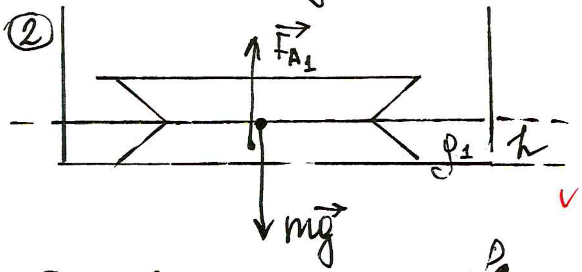
1



$mg = \rho_0 V g$

$p = \frac{F}{S} = \frac{F_T}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho_0 V g}{S} = \frac{\rho_0 V g}{\pi R^2}$.

2

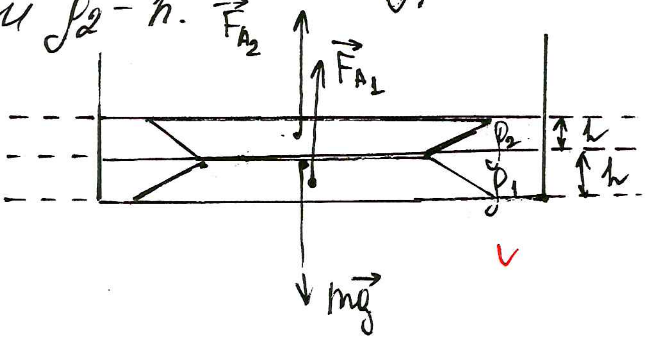


$mg = \rho_0 V g$

$F_{A_1} = \rho_1 V_{\Pi} g = \rho_1 \cdot \frac{1}{2} V g$ (т.к. деталь симметричная)

$p_1 = \frac{F_1}{S} = \frac{mg - F_{A_1}}{S} = \frac{\rho_0 V g - \frac{1}{2}\rho_1 V g}{\pi R^2}$.

3 Т.к. жидкость ρ_2 менее плотная, то она займет некоторый объем над уже налитой жидкостью ρ_1. Т.к. эта жидкость наливалась до уровня верхней грани, то высота жидкости ρ_2 - h.



Т.к. в момент, когда 2 жидкость была налита давление, оказываемое телом на дно сосуда оказалось равным 0 $\Rightarrow$ площадь соприкосновения тела и дна стала равной „0" $\Rightarrow$ тело плавает.

Условие плавания тел:

$mg = \sum F_A$

$\sum F_A = F_{A1} + F_{A2}$

$mg = pS = p\pi R^2$; $F_{A_1} = \pi R^2 (p - p_1)$

$p\pi R^2 = \pi R^2 (p - p_1) + \frac{1}{2}\rho_2 \frac{2\pi R^2 (p - p_1)}{\rho_1}$

$p = (p - p_1) + \frac{\rho_2}{\rho_1}(p - p_1)$.

$p - p + p_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1}(p - p_1)$

$p_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1}(p - p_1)$

$\rho_2 = \frac{p_1 \rho_1}{(p - p_1)}$,

$\rho_2 = \frac{\frac{\rho_0 V g - \frac{1}{2}\rho_1 V g}{\pi R^2} \cdot \rho_1}{\left(\frac{\rho_0 V g}{\pi R^2} - \frac{\rho_0 V g - \frac{1}{2}\rho_1 V g}{\pi R^2}\right)}$

$\rho_2 = \frac{\cancel{\rho_1}(\rho_0 V g - \frac{1}{2}\rho_1 V g)}{\cancel{\pi R^2}} \cdot \frac{\cancel{\pi R^2}}{\frac{1}{2}\cancel{\rho_1} V g}$.

$\rho_2 = (\rho_0 - \frac{1}{2}\rho_1) \cdot 2$

$\rho_2 = 2\rho_0 - \rho_1$.

Ответ: $\rho_2 = 2\rho_0 - \rho_1$.

20

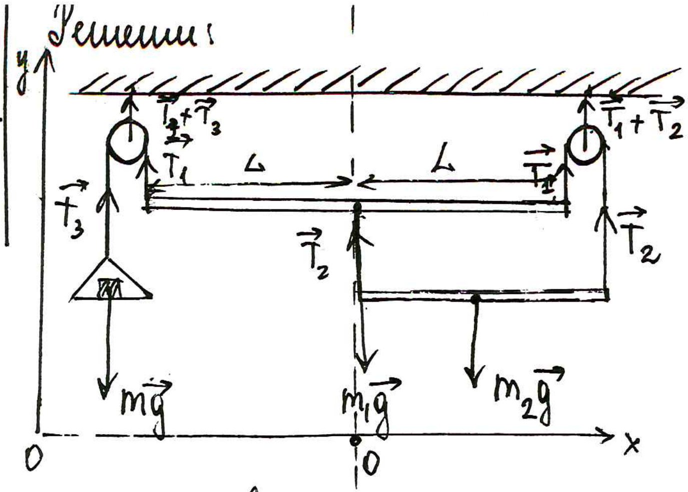
Смотреть продолжение

5) Дано:

$m_2 = 100$ кг

m - ?

Решение:



Чтобы вся система была в равновесии, силы натяжения нитей на блоках должны быть равны, т.е.

$$\vec T_1 + \vec T_2 = \vec T_1 + \vec T_3$$

В проекции на Oy:

$$T_1 + T_2 = T_1 + T_3 \Rightarrow T_2 = T_3.$$

Запишем уравнение моментов сил относительно т. O. Т.к. нижняя балка прикреплена к центру верхней балки, а блоки одинаковы по своим размерам, то ~~спроецируем~~ ~~спроецируем все силы, действующие на систему на ось Ox~~, ~~примем при этом~~ плечо силы за x для сил $m\vec g$ и за ~~примем~~ k для сил $\vec T_1 + \vec T_3$ и $\vec T_1 + \vec T_2$:

$$m_2 g \cdot \frac{1}{2} x + (T_1 + T_3) k = (T_1 + T_2) k + mg \cdot x.$$

$$\frac{1}{2} m_2 g x - mg x = 0$$

$$\frac{1}{2} m_2 = m$$

$$m = 50 \text{ (кг)}$$

20

Ответ: $m = 50$ кг.