

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	20	15	4	4					

519626

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Крымов Александр Павлович

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Королёв, МБОУ СОШ №1

9 класс

Регистрационный номер

ШМ 2200

Вариант задания

№7

Дата проведения " 19 " марта 20 17 г.

Подпись участника

Кр

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
20	20	15	4	4						63

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Ср

626

Вариант № 7

№2

Дано

$$V = 0,25 (\text{м}^3)$$

$$v = 5,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F_{\text{тр}} = kv^2$$

$$k = 0,003 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$\rho_{\text{ж}} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

или

$$0,25 \cdot 10^{-2} (\text{м}^3)$$

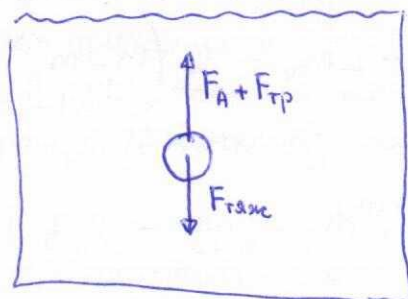
$$5,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

—

$$0,003 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Найти: $\frac{\rho_0}{\rho_{\text{ж}}}$



Решение:

$v = \text{const} \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$ силы находятся в равновесии

(шар опускается силой тяжести, его поднимает сила архимеда и $F_{\text{тр}}$.)

$$\Rightarrow F_{\text{грав}} = F_A + F_{\text{тр}};$$

$$F_{\text{грав}} = mg$$

$$F_A = \rho_{\text{ж}} V g$$

$$F_{\text{тр}} = kv^2$$

$$m = \rho V; g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$mg = \rho_0 V g + kv^2$$

$$\rho_0 V g = mg - kv^2;$$

подставим массу шара через $\rho_{\text{ж}}$ и V :

$$\rho_0 V g = \rho_{\text{ж}} V g - kv^2$$

$$\rho_0 = \frac{\rho_{\text{ж}} V g - kv^2}{V g} = \frac{7800 \cdot 0,25 \cdot 10^{-2} - 0,003 \cdot 5,5^2}{0,25 \cdot 10^{-2} \cdot 10} = \frac{19,4835}{0,025}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_0}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{779,34}{7800} \approx \frac{1}{10}$$

Ответ: $\frac{\rho_0}{\rho_{\text{ж}}} \approx \frac{1}{10} \Rightarrow \rho_0 < \rho_{\text{ж}}$ в 10 раз. (9,9915)

20

№5

Дано

CU

$$t_1 = 115^\circ\text{C}$$

$$388\text{ K}$$

$$\frac{m_{\text{испар}}}{m_{\text{исх}}} = ? (\%)$$

$$c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

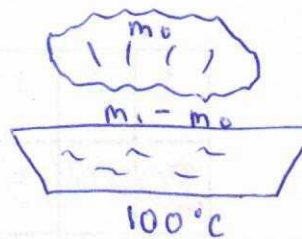
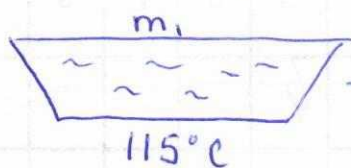
$$4200 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$r = 2,3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$$

$$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \approx L$$

$$Q = cm\Delta t$$

$$Q = Lm$$



Решение:

пусть m_0 - испарилось
 m_1 - было

$$t_{\text{кипения}} = 100^\circ\text{C} = 373\text{ K}$$

Запишем уравнение теплового баланса

$$cm_1 t_1 - Lm_0 = c(m_1 - m_0) \cdot 100^\circ\text{C} \quad (\text{далее } 100^\circ\text{C} \text{ будут переведены в } 373\text{ K})$$

Подставим значения:

$$4200 \cdot m_1 \cdot 388 - 2,3 \cdot 10^6 \cdot m_0 = 4200 \cdot 373 (m_1 - m_0)$$

$$1629600 m_1 - 2300000 m_0 = 1566600 m_1 - 1566600 m_0$$

$$63000 m_1 = 733400 m_0$$

$$630 m_1 = 7334 m_0$$

$$\frac{m_0}{m_1} \cdot 100\% = \frac{630}{73340} \cdot 100 \approx 0,859\%$$

Ответ: масса испаряется $\approx 0,859\%$

№3

Дано: $m; d; T; \mu; g$

Найти: F

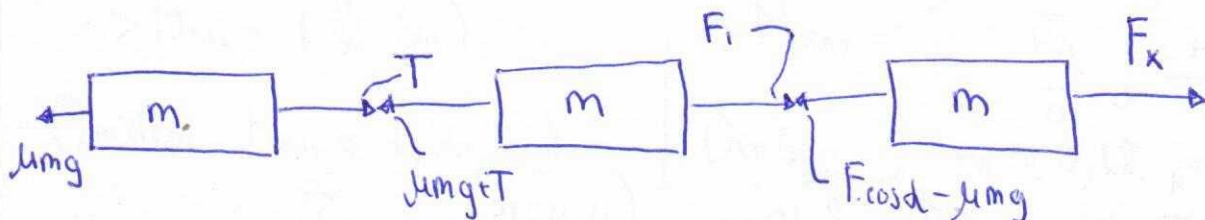
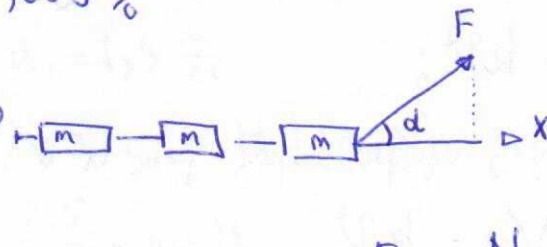
Решение:

процурим все на ось горизонталь OX;

$$\Rightarrow F_x = F \cos d$$

$$F_{\text{тр}} = N\mu = \mu mg$$

$$F_{\text{тяги}} - F_{\text{тр}} = ma$$



Запишем уравнения согласно 2-му и 3-му Закону Ньютона.
 Каким разбор с последнего блока системы. Ускорение у всех блоков
 одинаковое (по условию о
 неразрывности)

$$① \quad T - \mu mg = ma$$

$$\Rightarrow T = mg + \mu mg$$

$$\Rightarrow T = mg(1 + \mu) \Rightarrow mg = \frac{T}{1 + \mu}$$

② Для второго блока верно:

$$F_1 - ma + 2\mu mg = ma$$

$$\Rightarrow F_1 = 2\mu mg$$

③ Для третьего блока верно:

$$ma = F_x - \mu mg = F \cos d - \mu mg$$

$$F_1 = ma \Rightarrow F_1 = F \cos d - \mu mg$$

Решим систему:

$$\begin{cases} F_1 = F \cos d - \mu mg \\ F_1 = 2\mu mg \end{cases}$$

15

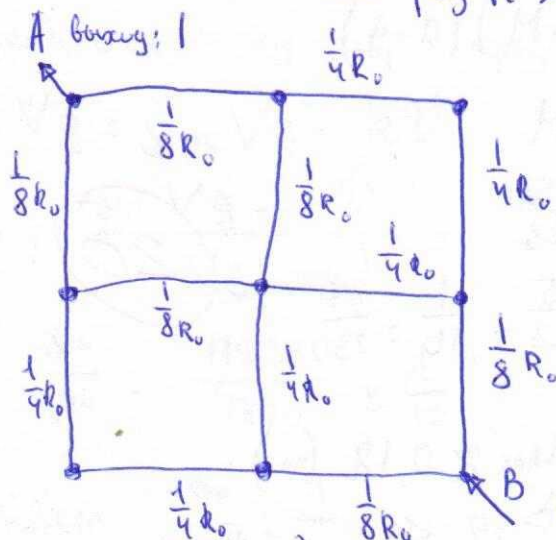
$$\Rightarrow F \cos d = 3\mu mg$$

$$\Rightarrow F = \frac{3\mu mg}{\cos d}$$

$$\Rightarrow F = \frac{3\mu \cdot \frac{T}{1 + \mu}}{\cos d}$$

Ответ: $F = \frac{3\mu mg}{\cos d}$ или через напряжение $F = \frac{3\mu \cdot \frac{T}{1 + \mu}}{\cos d}$

ЗР4) Дано: кубический элемент r
 Найти: во сколько раз $R > r$



$$U_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 V \Rightarrow R = 3r$$

9

Решение:

Запишем закон Кирхгофа для
 цепи AB:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \dots I_n = I$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 \dots I_n R_n = U$$

так как кубический элемент, то имеем
 из-за симметрии получаем

$R_0 = r$; по рисунку (исходя из формулы)

$$\text{внешн: } U_0 = \frac{1}{8} V; \Rightarrow R = 3r$$

Ответ: $R = 3r$

№1

Дано

CU

$$m = 100 \text{ (г.)}$$

$$0,1 \text{ (м.)}$$

$F_{\text{тр. макс.}}$

$$t = 0,2 \text{ (с.)}$$

$$0,2 \text{ (с.)}$$

$$v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t_1 = 0,2 \text{ (с.)}$$

$$0,2 \text{ (с.)}$$

$$v_1 = 30 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$M = ?$

Решение:

Найдем ускорение

в случае движения по наклонной поверхности.

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{5}{0,2} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_{\text{тр. макс}} = ma = 0,1 \cdot 25 = 2,5 \text{ Н} \quad (\text{законы Ньютона})$$

$F_{\text{тр. макс}}$ для пальцев и стакана будет максимальной контактной, при которой сила трения покоя пальцев и стакана не даст ему соскользнуть из рук.

Запишем уравнение для ^{случая} с поднятием стакана;

$$F_{\text{тр. макс}} = (m+M)a_1$$

$$a_1 = \frac{0,3}{0,2} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$2,5 = 1,5(m+M)$$

$$1 \frac{2}{3} = m+M$$

$$0,1 + M = 1 \frac{2}{3}$$

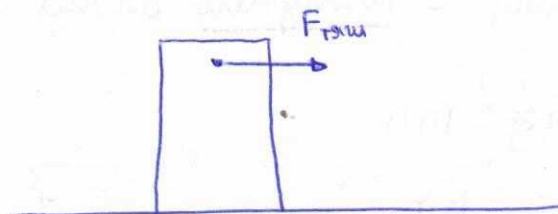
$$\Rightarrow M_{\text{max}} = 1 \frac{17}{30} \text{ (кг.)}$$

$$\text{Ответ: } M_{\text{max}} \approx 1,56 \text{ (кг.)}$$

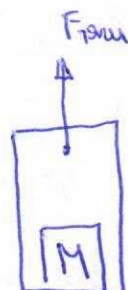


в невесомости

a)



б)



$$F = mg$$

$$F_{\text{тр. макс}} - F_{\text{тр. макс}} = Ma$$

$$F_{\text{тр. макс}} - (m+M)g = (m+M)a_1$$

$$a_1 = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$2,5 = (m+M)(a+g)$$

$$\frac{2,5}{11,5} = m+M$$

$$M + 0,1 = \frac{5}{23}$$

$$\Rightarrow M_{\text{max}} = \frac{5}{23} - \frac{1}{10} = \frac{27}{230}$$

$$\text{Ответ: } M_{\text{max}} \approx 0,12 \text{ (м.)}$$



на земле, при $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

20