

Шифр 129040
(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Профессия Жукский
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Карамышев Григорий Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва № 1580, 2 Ма-
кха

Регистрационный номер класс 9

Вариант задания 3

Дата проведения « 17 » февраля 201 9 г.

Подпись участника 

ММТ 1ч 2

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6	4	5	15	25	25	12				80
						34				

Шифр

129040

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

92 84

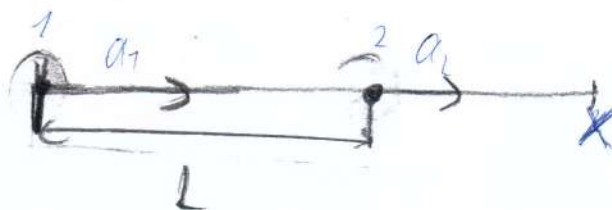
Вариант № 3

21

Дано:

L
 $a_1 = a$
 τ

$a_2 = ?$



Добавили координатную ось, нуль которой мы поставили в начале стержня в координате 0, ось не будет привязана к телам, направление оси совпадает с направлением движения стержня

уравнения движения:

1 стержень: $x_1(t) = \frac{a_1 t^2}{2}$

2 стержень: $x_2(t) = L + \frac{a_2 t^2}{2}$

для их встречи за время τ нужно их привнести к. При этом встретятся их координаты будут равны:

$$x_1(\tau) = x_2(\tau)$$

$$\frac{a_1 \tau^2}{2} = L + \frac{a_2 \tau^2}{2}$$

$$\tau^2 = \frac{2L}{a_1 - a_2}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2L}{a_1 - a_2}}$$

$$\tau = 2.5$$

Время не может быть отрицательным в нашем случае

6

2

Дано:

$$m_1 = 0,3 \text{ кг}$$

$$t_1 = 0^\circ \text{C}$$

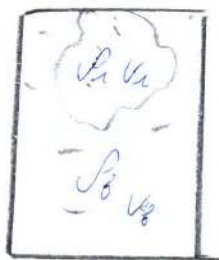
$$V_1 = 1 \text{ л}$$

$$\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$V_{ex} = ?$$

$$V_{co} = ?$$



V_{co} - об'єм води

V_{ex} - об'єм вихідної маси води

$V_{co} = V_1$, м.к. утвореної води масою m_1

$$1) V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}$$

$$V_1 = V_{co} + V_{ex} \quad | \rightarrow V_{ex} = V_1 - \frac{m_1}{\rho_1} \quad (*)$$

4

$$2) V_{ex} = V_{m.} + V_{co}$$

$$V_{m.} = \frac{m_1}{\rho_0}$$

$$V_{m.} - \text{об'єм води розрахованої за } m_1$$

$$\Rightarrow V_{ex} = \frac{m_1}{\rho_0} + V_{co} \quad (**)$$

$$3) (*), (**) \Rightarrow V_{ex} = \frac{m_1}{\rho_0} + V_1 - \frac{m_1}{\rho_1}$$

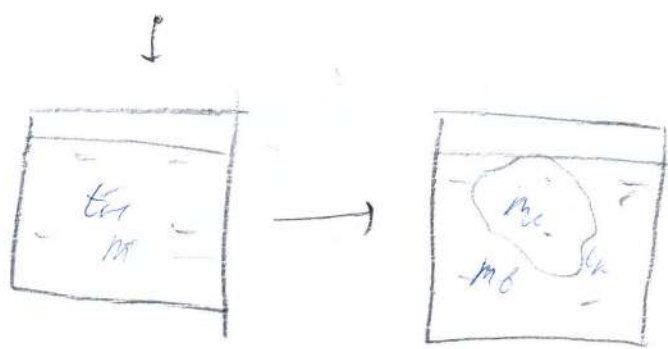
$$4) \frac{V_{ex}}{V_{co}} = \frac{\frac{m_1}{\rho_0} + V_1 - \frac{m_1}{\rho_1}}{V_1}$$

$$\frac{V_{ex}}{V_{co}} = \frac{\frac{0,3}{1000} + 1 - \frac{0,3}{900}}{1} = 0,9$$

Отже: вода, яка має масу m_1 , буде замінювати $\frac{V_{ex}}{V_{co}} = 0,9$ об'єм води.

~ 3

Дано:	m
$m = 982 \text{ г}$	$9.82 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$
$t_{\text{н}} = -2^\circ \text{C}$	
$C = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ \text{C}$	$4200 \text{ Дж/кг}^\circ \text{C}$
$\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$	$3.3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$
$m_{\text{л}} = ?$	



От кристаллики льда, всей массой которого мы можем пренебречь, т.к. она очень мала, выступает в роли зародыша, от которого начинает кристаллизоваться вода.

Предположим, что вода кристаллизовалась не в $t_{\text{н}} = -2^\circ \text{C}$, а в $t_{\text{к}} = 0^\circ \text{C}$.

В процессе кристаллизации выделяется теплота, за счёт которой некоторая масса воды $m_{\text{б}}$ нагреется до температуры $t_{\text{к}}$, после чего кристаллизация воды прекратится; запишем ур-е теплового баланса

$$Q_{\text{к}} = Q_{\text{н}}$$

$$Q_{\text{к}} = m_{\text{л}} \lambda$$

$$Q_{\text{н}} = m_{\text{б}} C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}), m_{\text{к}}$$

$$t_{\text{к}} = 0$$

$$m_{\text{л}} + m_{\text{б}} = m$$

$$\Rightarrow m_{\text{л}} \lambda = (m - m_{\text{л}}) C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})$$

$$m_{\text{л}} \lambda = m C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) - m_{\text{л}} C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})$$

$$m_{\text{л}} (\lambda + C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})) = m C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})$$

$$m_{\text{л}} = \frac{m C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}{\lambda + C (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}$$

$$m_{\text{л}} = \frac{9.82 \cdot 10^{-2} \cdot 4200 \cdot (0 - (-2))}{3.3 \cdot 10^5 + 4200 (0 - (-2))} = 0,024 \text{ кг} = 24 \text{ г}$$

Ответ: в сосуде с водой окажется 0,024 кг или 24 г льда

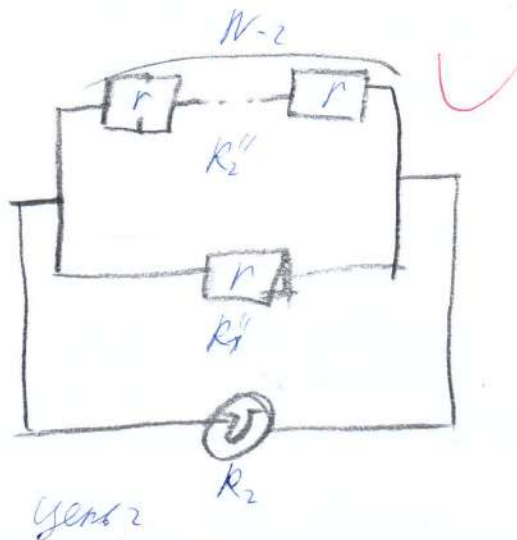
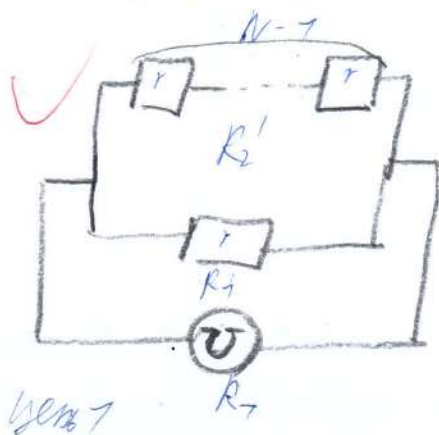
Дано:

$$R_1 = 64 \Omega$$

$$R_2 = 63 \Omega$$

$$r = ?$$

r - сопротивление
одного резистора



- 1) В первой цепи очевидно, что если мы подключим вольтметр к концам одного резистора, то остальные ^{из резисторов} в цепи ^{N-1} будут параллельны только одному, к которому мы подключаем вольтметр, и их будет $N-1$.
- 2) Во второй цепи будет полная ситуация, так как вся она будет состоять полностью из $N-2$ резисторов, т.к. если замкнем резистор, то между его концами не будет сопротивления и он вылезет из цепи, оставив ^{как бы} $N-2$ резистора.
- 3) Из условия \Rightarrow параллельно к R_1 будем $N-2$ резистора.

$$R_2' = r + r + \dots + r = (N-1)r$$

т.к. R_1 и R_2' параллельно соединены:

$$R_1 = \frac{R_1 \cdot R_2'}{R_1 + R_2'} = \frac{(N-1)r \cdot r}{(N-1)r + r} = \frac{(N-1)r}{N} \quad (*)$$

4) Услов 2:

$$R_2'' = r + r + \dots + r = (N-2)r$$

т.к. R_2'' и R_1'' соединены параллельно:

$$R_2 = \frac{R_1'' \cdot R_2''}{R_1'' + R_2''} = \frac{(N-2)r \cdot r}{(N-2)r + r} = \frac{(N-2)r}{N-1} \quad (**)$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

129040

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

№ 4 (продолжение)

5) $\otimes, \otimes \otimes =$

$$R_1 \cdot R_2 = \frac{(N-1)r}{N} \cdot \frac{(N-2)r}{N-1}$$

$$R_1 \cdot R_2 = \frac{(N-2)r^2}{N} \quad | \cdot N$$

$$NR_1 \cdot R_2 = Nr^2 - 2r^2$$

$$N = \frac{2r^2}{r^2 - R_1 \cdot R_2} \quad \otimes \otimes$$

6) \otimes режимом № 6 $\otimes =$

$$R_1 = \frac{(N-1)r}{N} = \frac{Nr - r}{N} = r - \frac{r}{N} = r - \frac{r}{\frac{r^2 - R_1 \cdot R_2}{r^2}} = r - \frac{r^2 R_1 R_2}{2r}$$

$$R_1 = r - \frac{r^2 R_1 R_2}{2r} \quad | \cdot 2$$

$$2rR_1 = 2r^2 - r^2 R_1 R_2$$

$$r^2 - 2R_1 r + R_1 R_2 = 0$$

$$D = R_1^2 - 4R_1 R_2 > 0$$

$$\text{т.к. } R_1 > R_2 \Rightarrow R_1 \cdot R_1 > R_1 \cdot R_2 \Rightarrow R_1^2 - R_1 R_2 > 0$$

$$r = \frac{R_1 + \sqrt{R_1^2 - R_1 R_2}}{1}$$

$$r = \frac{64 + \sqrt{64^2 - 16 \cdot 63}}{1} = 64 + \sqrt{64} = 72 \text{ В}$$

Ответ: напряжение одного резистора $r = 72 \text{ В}$

Дано:

$T = 80000 \text{ Ватт}$

$\eta = 20\%$

уменьш. м?

Пусть Q - теплота, которую необходимо передать, для заморозки жидкости \rightarrow

за первую половину ηQ , а остаток передать:

$$Q_{ост} = Q - \eta Q = Q(1 - \eta)$$

за вторую половину аналогично отнес. $Q_{ост}$:

$$Q_{ост2} = Q_{ост1}(1 - \eta) = Q(1 - \eta)(1 - \eta) = Q(1 - \eta)^2$$

$Q_{ост3}$ - то же:

$$Q_{ост3} = Q_{ост2}(1 - \eta) = Q(1 - \eta)^3$$

Видно, что за n промежутков времени, значение $Q = \frac{Q_{остn}}{1 - \eta} = Q(1 - \eta)^n$

$$Q_{остn} = Q(1 - \eta)^n$$

$$Q_{ост(n-1)} = \frac{Q(1 - \eta)^n}{1 - \eta} = \frac{Q(1 - \eta)^n}{1 - \eta} = Q(1 - \eta)^{n-1}$$

подтверждено, что за n промежутков - $Q_{остn}$ - значение Q

Пусть этот процесс будет рассматриваться (Q_n) , где $Q_1 = Q$, тогда:

$$Q_n = Q(1 - \eta)^n$$

График (кривая)

$$Q(1 - \eta)^n \rightarrow 0$$

$$n \rightarrow \infty \Rightarrow 1 - \eta > 0 \Rightarrow (1 - \eta)^n > 0$$

$Q(1 - \eta)^n > 0 \Rightarrow$ жидкость в сосуде при данных параметрах никогда не заморозится, т.к. никогда не передаст всю теплоту.

Следств. сопротивление станицы препятствует передаче тепла за единицу до ее заморозки

Дано:

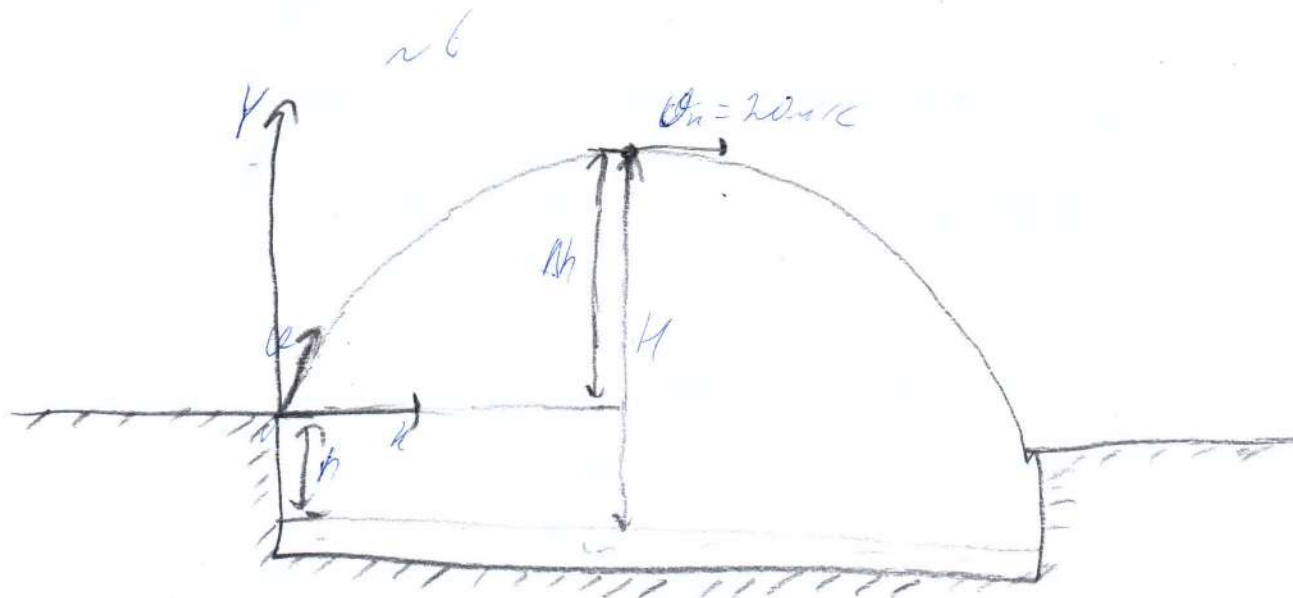
$$h = 5 \text{ м}$$

$$\mu = 3 \text{ м/с}$$

$$v_n = 20 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v = ?$$



$$1) \Delta h = H - h$$

Заведём систему координат, привязанную к оси Z, где точкой отсчёта которой будет точка старта машины. Будем сразу считать все векторные величины, проецируя на оси.

2) Т.к. нужно, чтобы водитель уверовал себя в безопасности на протяжении всего моста, а его траектория - парабола, как и у камня, брошенного в небо в сторону, то можно представить, что автомобиль как камень g должен прервать, как прыгает камень, т.е. при взлёте не мост g автомобиля больше не будет самостоятельно набирать скорость от взлёта, а прервет не камень на g раз, тогда можно записать его камень.

3) v_n - горизонтальная скорость камня (автомобиля), достаточная, чтобы прервать по мосту в безопасности, т.к. в верхней точке моста, скорость камня (автомобиля) как и в верхней точке траектории броска камня будет горизонтальной.

4) Камень (автомобиль) должен подняться в нашей системе координат на высоту Δh :

$$\Delta h = v_y t - \frac{g t^2}{2}$$

$$-g = \frac{v_n - v_y}{t}, \text{ где } v_n = 0 \Rightarrow t = \frac{v_y}{g} \Rightarrow \Delta h = \frac{v_y^2}{2g} \Rightarrow v_y^2 = 2\Delta h g$$

5) т.к. мы рассматриваем движение в двумерной системе координат.

$$5) v = \sqrt{v_n^2 + v_y^2} \Rightarrow v = \sqrt{v_n^2 + 2\Delta h g} \quad v = \sqrt{20^2 + 2 \cdot 10 \cdot 5} = \sqrt{400 + 200} = \sqrt{600} \approx 24.5 \text{ м/с}$$

5) н.к. не радиобетонное изделие и в прямоугольном
 шланге рассогласован.

$$U = \sqrt{U_n^2 + U_g^2} \Rightarrow U = \sqrt{U_n^2 + 2(H-h)g} \quad U = \sqrt{20^2 + 2 \cdot (30-5) \cdot 10} = 30 \text{ м/с} \quad \oplus$$

Ответ: скорость движения груза будет равна
 $U = 30 \text{ м/с}$ в начале пути

Циркуляционная задача

Дано:

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\rho_g = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$m = 1000 \text{ кг}$$

$$V_{\text{вн}} = 0,55 \text{ м}^3$$

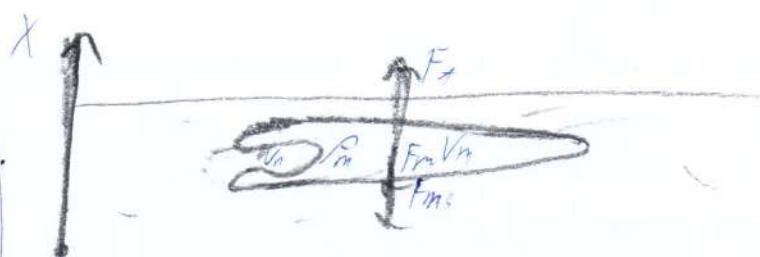
$$V_{\text{вн}} = 0,05 \text{ м}^3$$

$$S = 0,7 \text{ м}^2$$

$$C_g = 0,8$$

$$F_{\text{нг}} = C_g S \frac{\rho_g U^2}{2}$$

$$U = ?$$



$$F_m = mg$$

н.к. движение совершается с отв. скоростью
 при этом заперкиваются борта при перемещении

$$2) V_n = V_{\text{вн}} - V_{\text{вн}} \quad V_{\text{вн}} = V_n + V_{\text{вн}} \Rightarrow V_n = V_{\text{вн}} - V_{\text{вн}}$$

$$F_m = \frac{m}{V_n} = \frac{m}{V_{\text{вн}} - V_{\text{вн}}}$$

$$F_n = \rho_g V_n g = \rho_g (V_{\text{вн}} - V_{\text{вн}}) g$$

3) для того, чтобы аппарат начал перемещаться:

$$F_n + F_m + F_{\text{нг}} = 0 \Rightarrow \text{проецируем по ОХ:}$$

$$F_n = F_m + F_{\text{нг}} \Rightarrow \rho_g g (V_{\text{вн}} - V_{\text{вн}}) = mg + C_g S \frac{\rho_g U^2}{2}$$

$$U = \sqrt{\frac{2(\rho_g g (V_{\text{вн}} - V_{\text{вн}}) - mg)}{C_g S \rho_g}}$$

$$U = \sqrt{\frac{2 \cdot (1000 \cdot 10 \cdot (0,55 - 0,05) - 1000 \cdot 10)}{0,8 \cdot 0,7 \cdot 1000}} = \sqrt{70,5} \approx 8,4 \text{ м/с}$$

причем было показано, что $F_m > F_n$

или можно, но $1000 \cdot 10 > 1000 \cdot 10 \cdot 0,5 \Rightarrow 7 > 0,5 \Rightarrow$ аппарат будет двигаться