

Шифр 129013  
(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Профессор Кузовский  
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Терезиний Михаил Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, № 1580,  
класс 9.

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Вариант задания 4

Дата проведения « 17 » сентября 201 9 г.

Подпись участника Им

лист 1 из 2.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
10	10	15	0	10	12	30				87
<i>[signature]</i>	<i>[signature]</i>	<i>[signature]</i>	<i>[signature]</i>	<i>[signature]</i>	<i>[signature]</i>	<i>[signature]</i>				

129013

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 4

25

100

100%

№ 6

Дано:

$$h = 5 \text{ м}$$

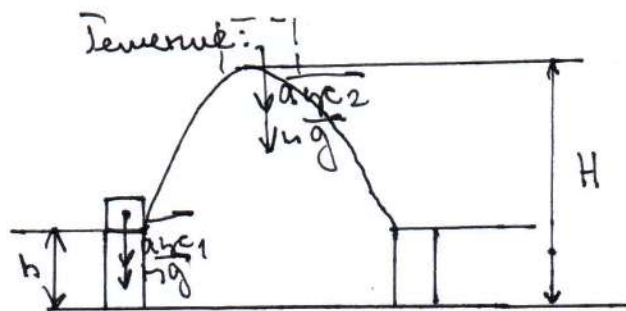
$$H = 30 \text{ м}$$

$$v = 30 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти:

$$v_1 = ?$$



П.к. на данную высоту поднимается только консервативные силы, значит ЗСЭ:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{mv_1^2}{2} + mgH$$

$$v^2 + 2gh = v_1^2 + 2gH$$

$$v_1 = \sqrt{v^2 + 2g(h-H)} = \sqrt{900 + 2 \cdot 10 \cdot (5-30)} = 20 \text{ м/с}$$

П.к. шарик пролетит весь путь в состоянии перепада и невесомости:

$a_{цс2} = a_{цс1} = g \Rightarrow$  шарик будет по-прежнему находиться в состоянии невесомости, в верхней точке, при скорости равной 20 м/с.

Ответ: 20 м/с.

125.

Задание 125. Шарик массой  $m$  движется по гладкой поверхности, состоящей из двух частей: горизонтальной и полукруглой. Высота полукруга  $H$ , радиус  $R$ . Начальная скорость  $v$ . Найти скорость  $v_1$  в верхней точке полукруга.

Решение: По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgH$$

$$v_1 = \sqrt{v^2 - 2gH}$$

Если  $v^2 < 2gH$ , то шарик не достигнет вершины.

В данном случае  $v = 30 \text{ м/с}$ ,  $H = 30 \text{ м}$ ,  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

$$v_1 = \sqrt{30^2 - 2 \cdot 10 \cdot 30} = \sqrt{900 - 600} = \sqrt{300} \approx 17.3 \text{ м/с}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10										

Шифр 129013

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

№1

Дано:

$L$

$a$

$\tau$

Найти:

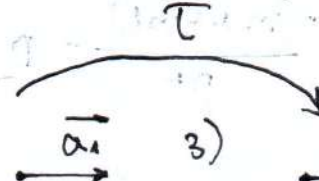
$a_1$

Решение:

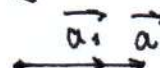
1)



2)



3)



Вторая точка будет иметь максимальное ускорение, если первая догонит ее ровно за время  $\tau$ . Тогда запишем уравнения координат для точек:

$$x_1 = \frac{a\tau^2}{2}$$

$$x_2 = L + \frac{a_1\tau^2}{2}$$

Приравняем координаты:

$$x_1 = x_2$$

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

$$a_1\tau^2 = a\tau^2 - 2L$$

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

Ответ:  $\frac{a\tau^2 - 2L}{\tau^2}$

105.

105.



N 2

Дано:

$t_0 = 0^\circ\text{C}$

$V_{\text{ам}} = 1\text{ м}$

$\eta = 0,95$

$\rho_b = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$\rho_a = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Найти:

$m_a = ?$

Решение:

Узнаем, чему равен и его процентная занятость

$\cos \varphi \Rightarrow V \cos \varphi_a = V_{\text{ам}} = V = 1\text{ м} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Потому, что море, как и его расчет:

$\frac{m_a}{\rho_a} + \frac{m_b}{\rho_b} = V$

Потому, что море, как и его расчет:

$\frac{(m_a + m_b)}{\rho_b} = \eta \cdot V$

$$\begin{cases} m_a \rho_b + \rho_a \cdot m_b = V \rho_a \rho_b \\ m_a + m_b = \eta \cdot V \cdot \rho_b \end{cases}$$

$m_b = \eta \cdot V \cdot \rho_b - m_a$

$m_a \rho_b + (\eta \cdot V \cdot \rho_b - m_a) \rho_a = V \rho_a \rho_b$

$m_a \rho_b + \eta \cdot V \cdot \rho_b \cdot \rho_a - m_a \rho_a = V \rho_a \rho_b$

$m_a (\rho_b - \rho_a) = V (\rho_a \rho_b - \rho_a \rho_b \cdot \eta)$

$m_a = \frac{V (\rho_a \rho_b - \rho_a \rho_b \cdot \eta)}{\rho_b - \rho_a} = \frac{1 \cdot 10^{-3} (1000 \cdot 900 - 1000 \cdot 900 \cdot 0,95)}{1000 - 900} = 0,45 \text{ кг}$

Ответ: 0,45 кг.

10

N 3

Дано:

$m_b = 0,982 \text{ м}$

$m_a = 0,025 \text{ м}$

$C_b = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

$d = 330.000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Найти:

$t_H = ?$

Решение:

Составим уравнение теплового баланса:

$m_b \cdot C_b \cdot (0 - t_H) - m_a \cdot d = 0$

$-t_H \cdot m_b \cdot C_b = m_a \cdot d$

$t_H = \frac{m_a \cdot d}{-m_b \cdot C_b} = \frac{0,025 \cdot 330.000}{-0,982 \cdot 4200} = -2^\circ\text{C}$

Ответ:  $-2^\circ\text{C}$ .

15

№4

Дано:  
 $R_1 = 64 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 63 \text{ Ом}$   
Найти:  
 $N = ?$

Решение:  
В 1 случае ~~коммутационное~~ <sup>коммутационное</sup> , ~~нагреваемое~~ <sup>нагреваемое</sup> сопротивление:  
 $R_1 = \frac{U_1}{I}$ , где  $U_1 = \frac{U}{N} \Rightarrow R_1 = \frac{U}{IN}$ .

Во 2 случае ~~коммутационное~~ <sup>коммутационное</sup> , ~~нагреваемое~~ <sup>нагреваемое</sup> сопротивление:  
 $R_2 = \frac{U_2}{I}$ , где  $U_2 = \frac{U}{N-1} \Rightarrow R_2 = \frac{U}{I(N-1)}$

$$\begin{cases} R_1 = \frac{U}{IN} \\ R_2 = \frac{U}{I(N-1)} \end{cases}$$

Получим:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{N}{N-1}$$

$$R_1 N - R_1 = R_2 N \quad 64N - 64 = 63N$$
$$N = 64$$

Ответ: 64.

№5

Дано:  
 $\tau = 4 \text{ мин}$   
 $\eta = 0,2$   
 $\eta_1 = 0,6$

Решение:  
Пускай  $Q$  - это количество мембран, которое необходимо  
открыть для полной кристаллизации содержимого сосуда.  
Получа, если  $Q_k > Q \cdot (1 - \eta_1)$ ; ~~тогда~~ (где  $Q_k$  - к-во  
мембран, которое останется после переноса сосуда), то содержание  
успешно перенесет сосуда, не заморозив содержимого.

Исходные  $Q_0$ :  $Q_0 = Q$

$n$  - шаг

1)  $t \in [0; 1 \text{ мин}]$   
 $\Delta Q = Q_0 \cdot \eta$   
 $Q_1 = Q_0(1 - \eta)$

2)  $t \in [1; 2 \text{ мин}]$   
 $\Delta Q = Q_1 \cdot \eta$   
 $Q_2 = Q_0(1 - \eta) - Q_1 \cdot \eta = Q_0(1 - \eta) - Q_0(1 - \eta) \cdot \eta =$

3)  $t \in [2; 3 \text{ мин}]$   
 $\Delta Q = Q_2 \cdot \eta = Q_0(1 - \eta)(1 - \eta) \cdot \eta$   
 $Q_3 = Q_0(1 - \eta)(1 - \eta)(1 - \eta)$

4)  $t \in [3; 4 \text{ мин}]$   
 $\Delta Q = Q_3 \cdot \eta =$   
 $= Q_0(1 - \eta)(1 - \eta)(1 - \eta) \cdot \eta$   
 $Q_n = Q_0(1 - \eta)(1 - \eta)(1 - \eta)(1 - \eta)$



$$Q_n = Q_4 = Q(1-\eta)^4 = 0,4096 Q$$

$$Q_n > Q(1-\eta_1)$$

$0,4096 Q > 0,4 Q \Rightarrow$  скомпенсированный усредненный переносный сосуд, не загроможденный содержимым.

Ответ: да, усреднено.

Суммарная нагрузка.

Данные:

$$\rho_b = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$m_2 = 500 \text{ кг}$$

$$g = 9,82 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V = 0,55 \text{ м}^3$$

$$S_n = 0,01 \text{ м}^2$$

$$C_y = 0,5$$

$$C_x = 0,15$$

$$S_n = 0,05 \text{ м}^2$$

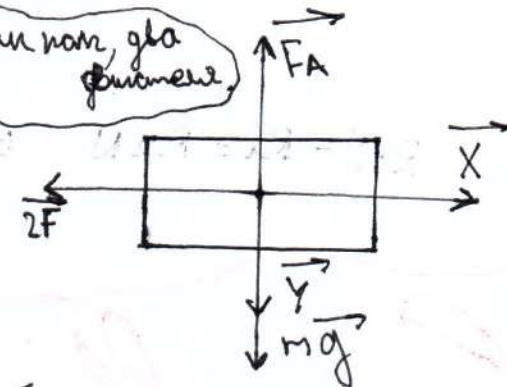
$$\eta = 2$$

Найти:

$\sigma = ?$

$F = ?$

2F-матрица, глобальная



Условие равновесия:

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{Y} + \vec{X} + 2\vec{F} = 0$$

$$OY: F_A = Y + mg$$

$$Y = F_A - mg$$

$$OX: 2F = X$$

$$2F = \frac{C_x S_n \rho_b V^2}{2}$$

$$F = \frac{C_x S_n \rho_b V^2}{4}$$

$$F = \frac{0,15 \cdot 0,05 \cdot 1000 \cdot 14,05^2}{4}$$

$$= 370,13 \text{ Н}$$

$$\frac{C_y S_n \rho_b V^2}{2} = \rho_b g V - mg$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \rho_b g V - 2mg}{C_y S_n \rho_b}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 9,82 \cdot 0,55 - 2 \cdot 500 \cdot 9,82}{0,5 \cdot 0,01 \cdot 1000}} = 14,05 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $V = 14,05 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;

$$F = 370,13 \text{ Н}$$