

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

519614

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника БАЖЕНОВ ИВАН Микеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва. Школа №2036 (10 класс)

Регистрационный номер ШМ 2035

Вариант задания 8

Дата проведения " 19 " марта 20 17г.

Подпись участника И. Баженов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
12	20	20	2	8						62

519614

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 8

Задача 1-8

Дано:

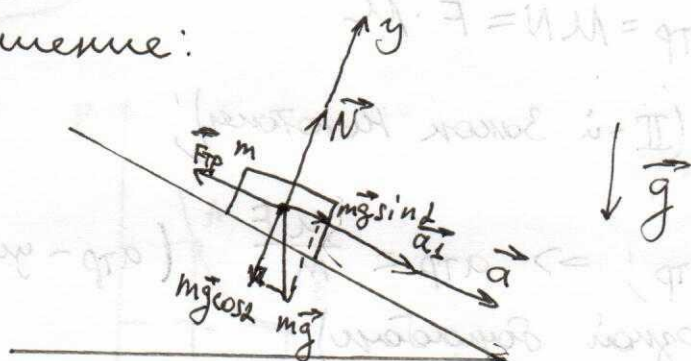
$$a = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 9,87 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu = ?$$

Решение:



$a_1$  - ускорение автомобиля, без учёта сил трения

Решить.

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{a}_1 = m\vec{a} \quad (\text{II-й Закон Ньютона})$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$

$$\text{Oy: } N = mg \cos \alpha;$$

$$\text{Ox: } mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} + ma_1 = ma; \quad (F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha)$$

$$\Rightarrow mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha + ma_1 = ma \quad | : m$$

$$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha + a_1 = a$$

Если  $a_1 = a$ , то ускорение полностью:

$$\Rightarrow g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 0 \quad \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0,58 \quad (\text{при этом } \mu \text{ это возможно})$$

$$\mu = \frac{g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0,58$$

Ответ: при коэффициенте  $\mu \approx 0,58$  возможно то, что автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $a \approx 7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

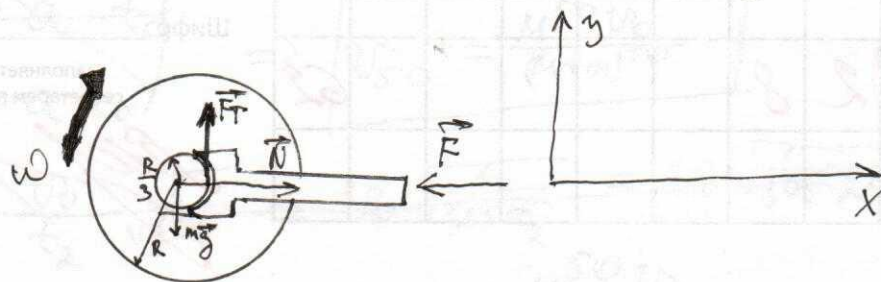


# Задача 2-8

Дано:

$$\begin{array}{l} m', R', \\ \omega', \frac{R'}{3}, \\ F, M \\ t, n-? \end{array}$$

Решение:



$$OX: N = F;$$

$$OY: F_{TP} = \mu N = F \cdot \mu$$

$$\frac{F_{TP}}{m} = a \quad (\text{II-й закон Ньютона});$$

$$\frac{F_{TP}}{m} = a_{TP}; \Rightarrow a_{TP} = \frac{\mu F}{m} \quad (\text{a}_{TP} - \text{ускорение, которое действует на тормозной барабан});$$

$$\vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{a}t; \Rightarrow 0 = v - a_{TP} \cdot t$$

$$t = \frac{v}{a_{TP}}; \quad v = \omega R/3 \quad (\text{для тормозного барабана})$$

$$\Rightarrow t = \frac{\omega R/3}{a_{TP}}; \quad \text{Найдем } \omega_T; \quad \omega_T = \omega$$

$$\Rightarrow \left| t = \frac{\omega R}{3 a_{TP}} = \frac{\omega R m}{3 \mu F} \right|$$

$$a_y = \frac{v^2}{R}; \quad v = \frac{2\pi R}{T}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{t}{n};$$

$$\Rightarrow n = \frac{t}{T}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}; \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v}; \quad v = \omega R$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi R}{\omega R} = \frac{2\pi}{\omega};$$

$$\Rightarrow \left| n = \frac{\omega R m}{3 \mu F} : \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\omega^2 R m}{6 \mu M F} \right|$$

20



Ответ:  $t = \frac{\omega R m}{3 M F}$ ,  $n = \frac{\omega^2 R m}{6 \pi M F}$

### Задача 3-8

Дано:

$$M, m = 0,01 M$$

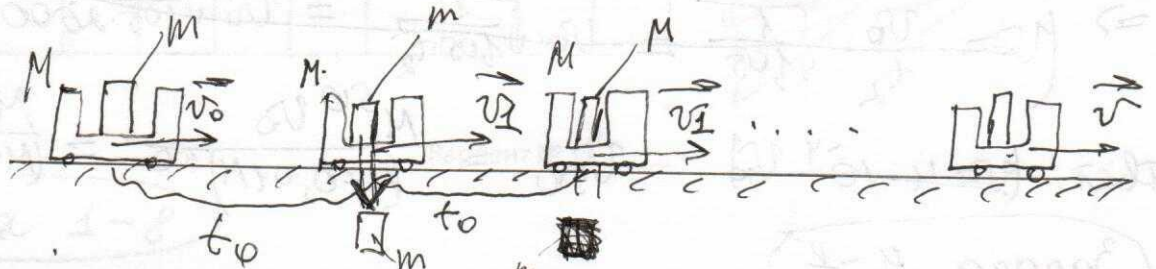
$$v_0$$

$$t = 100 \text{ сек.}$$

$$t_0 = 1 \text{ сек}$$

$$v = ?$$

Решение:



$F \Delta t = m v$  - Закон сохранения импульса;

Назовём одним «качаданием» ~~время~~ один цикл конвейера (с того момента как погрузили груз и до того момента, как снова станет тот же груз).

$t = 100 \text{ сек.}$ ; время одного «качадания»  $= 2 t_0 = 2 \text{ (сек)}$   $\Rightarrow$  таких «качаданий» в цикле  $n = 50$ ,  $t_2 = 50 \text{ с.}$

Запишем Закон сохранения энергии для одного «качадания»:

$$\frac{M v_0^2}{2} = \frac{M v_1^2}{2} - \Delta E \quad (\Delta E - \text{потерянная энергия})$$

для первого  $t_0$ : 3.с.и.  $M v_0 = (M + m) v_1$ ;  $v_1 = \frac{M v_0}{M + m}$ .

$$(3.с.и.) \quad \frac{M v_0^2}{2} = \frac{(M + m) v_k^2}{2} \quad (\text{т.к. потери энергии нет})$$

$$\text{Откуда } v_k^2 = \frac{M v_0^2}{M + m} = \frac{M v_0^2}{M + 0,01 M} = 1,01 v_0^2$$

$$\Rightarrow v_k = \sqrt{1,01 v_0^2}$$

$$v_k = v_{0m} + a \cdot t_0 \quad (v_{0m} = 0 - \text{скорость начальная } m)$$

$$\Rightarrow a = \frac{v_k}{t_0} = \frac{v_0}{t_0} \sqrt{1,01}$$

$$(3.с.и.): \quad M v_0 = M v_1 + m a t_0$$

$$a = \frac{v_{km} - v_{0m}}{t} \Rightarrow M v_0 = M v_1 + m v_{km} - v_{0m} \quad (v_{0m} = 0)$$



$$Mv_1 = Mv_2 + m v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{M v_1}{(M+m)^2} = \frac{M^2 v_0}{(M+m)^2} \cdot \frac{2}{2}$$

$$\left( \begin{array}{l} a = \frac{v_0}{t_0} \sqrt{\frac{1}{1.05}} \\ v_0 - v_1 = a t_0 \\ v_1 - v_2 = a t_0 \end{array} \right) \Rightarrow v_{50} = \frac{M^{50} v_0}{(M+m)^{50}}$$

$$\Rightarrow \boxed{v_{50} = \frac{M^{50} v_0}{(M+m)^{50}}}$$

20

$$\Rightarrow \left( v = \frac{v_0}{t_2} \sqrt{\frac{1}{1.05}} = v_0 \sqrt{\frac{1}{1.05 \cdot t_2^2}} = v_0 \sqrt{\frac{1}{1.05 \cdot 2500}} \approx 4 \cdot 10^{-4} v_0 \right)$$

Ответ:  $v = 4 \cdot 10^{-4} v_0$   $v_{50} = \frac{M^{50} v_0}{(M+0,01M)^{50}} = \frac{M^{50} v_0}{(M \cdot 1,01)^{50}}$

Задача 4-б

Дано:  
 $P_A = 10^5 \text{ Па}$   
 $N = 100$   
 $F = 250 \text{ Н}$   
 $S = 25 \text{ см}^2$

И:

$$S = 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

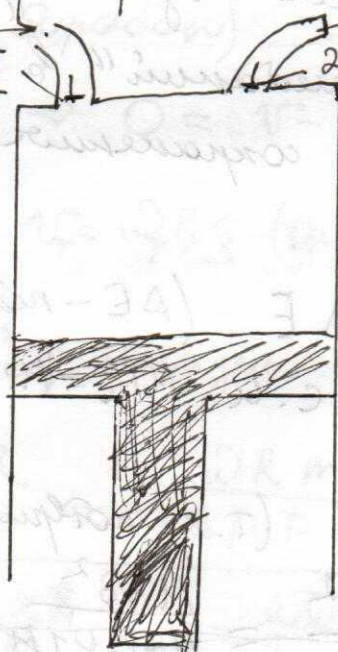
$$\frac{V_k}{V_n} = ?$$

Решение

$$P_k = \frac{F}{S} = \frac{250}{2,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{250 \cdot 10^3}{2,5} = 10^5 \text{ Па}$$

$$\Rightarrow P_k = P_A$$

атм. давление 1



$T = \text{const}$

2

$PV = \nu RT$  (Закон Менделеева-Клапейрона),  $PV = \text{const}$

$\Rightarrow$  в первом раз, когда насос качает воздух

в камере  $V_{\text{воздуха}} = \frac{P_A \cdot V_1}{P_{k1}}$ , т.к. камера расширяется

равномерно, то  $P_{k1} = \frac{P_k}{N} \Rightarrow V_{\text{возд}} = \frac{N \cdot P_A \cdot V_1}{P_k} = N \cdot V_1$  (то есть

камера "выкачивает"  $V_{\text{возд}} = N V_{\text{выкачивание}}$ .

$$\Rightarrow \frac{V_k}{V_n} = N^2 = 10^4 \text{ раз}$$

Ответ:  $\frac{V_k}{V_n} = 10^4 \text{ раз}$ .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

519614

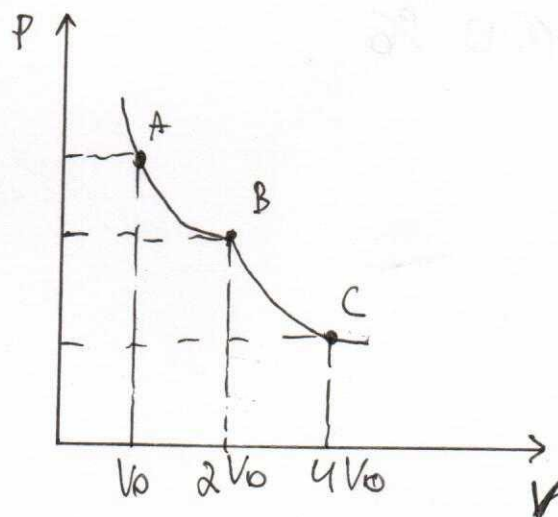
Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 8

Задача 5-8

Определить:  
 $\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$ ?



$T = \text{const.}$

$PV = \nu RT$  (Закон Менделеева-Клапейрона)

$PV = \text{const}$  (т.к.  $T = \text{const}$ )

$$\varphi = \frac{P}{P_n} \cdot 100\%$$

$$P \frac{m}{\mu} = \frac{m}{\mu} RT \quad (P = \frac{m}{V})$$

$$\Rightarrow P = \frac{PRT}{\mu}; \quad (m; \mu; R; T = \text{const})$$

$$\Rightarrow P \sim \rho \Rightarrow \rho \sim \frac{1}{V}$$

$$\Rightarrow \varphi_B = \frac{\varphi_A}{2}; \quad \varphi_C = \frac{\varphi_B}{2}$$

Т.В.: Резко начало падать  $\rho$  — ~~возрастать~~;  
 $\Rightarrow$  агрегатное состояние резко измениться резко начало падать давление (из-за внешних причин).



$$\eta = \frac{P}{P_H} \cdot 100\%$$

$$\mu_b = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Т.А:  $\eta_A = \frac{P_A}{P_H} 100\% = \frac{1}{\frac{V_0}{P_H}} 100\%$

$$\eta_B = \frac{1}{\frac{2V_0}{P_H}} 100\%$$

$$\eta_C = \frac{1}{\frac{4V_0}{P_H}} 100\%$$

8

ответы  $\eta_A = \frac{P_H}{V_0} 100\%$ ;  $\eta_B = 0,5 \frac{V_0}{P_H} 100\%$   
 $\eta_C = 0,25 \frac{V_0}{P_H} 100\%$