

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

519623

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

РООР ДАНИИЛ АМИТРИЕВИЧ

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Москва, лицей №1581, 10 КЛАСС

Регистрационный номер

ШМ 0673

Вариант задания

8

Дата проведения

“ 19 ”

МАРТА

20 17г.

Подпись участника



Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
20	20	8	4	20						72

Вариант №

8

ЗАДАЧА 1.

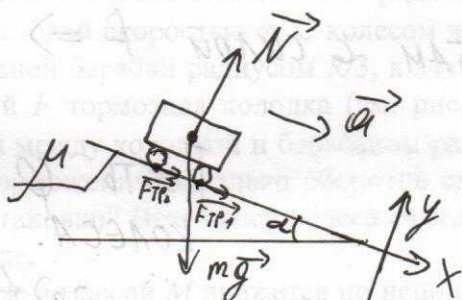
ДАНО:

$$a = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

НАЙТИ:

РЕШЕНИЕ:



На рисунке колёса вращаются слева направо, и поэтому силы трения колёс направлены вниз по наклонной плоскости (противоположно вращению колёс)

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

$$Ox: F_{тр} + mg \sin \alpha = ma$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = ma$$

$$\mu \cos \alpha + \sin \alpha = \frac{a}{g}$$

$$\mu = \frac{a}{g \cos \alpha} - \tan \alpha$$

$$\text{ОТВЕТ: } \mu = 0,23$$

20

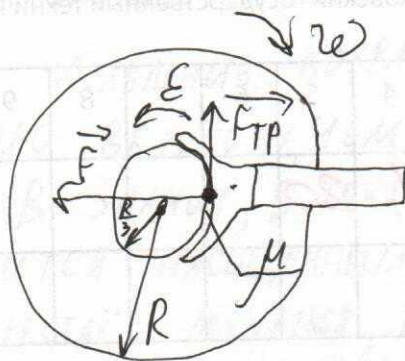
ЗАДАЧА 2.

Дано:

m, R, ω, F, μ

Найти:

t - время торможения
 n - число оборотов
 до остановки



Решение:

Колодка давит на барабан с силой $F \Rightarrow F_{тр} = \mu F$, где $F_{тр}$ - сила трения между ними

Для колеса:

$$\Sigma M = I \varepsilon$$

$$F_{тр} \cdot \frac{R}{3} = I \varepsilon$$

Масса колеса

сосредоточена в центре $\Rightarrow I = m R^2$ (момент инерции)

$$\frac{\mu F R}{3} = m R^2 \varepsilon$$

$$\varepsilon = \frac{\mu F}{3 m R} \quad \text{— угловое ускорение колеса}$$

Пусть φ - угловое перемещение колеса. Тогда:

$$\varphi = \frac{\omega t}{2} = \frac{\omega^2}{2 \varepsilon}, \quad \text{т.к.}$$

колесо движется до полной остановки, т.е. $\omega_k = 0$

$$\frac{\omega t}{2} = \frac{\omega^2}{2 \varepsilon}$$

$$t = \frac{\omega}{\varepsilon} = \frac{3 \omega m R}{\mu F}$$

Полный оборот соответствует угловому перемещению в $2\pi = \varphi$

$$\Rightarrow n = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{\omega t}{4\pi} = \frac{3 \omega^2 m R}{4\pi \mu F}$$

$$\text{Ответ: } t = \frac{3 \omega m R}{\mu F}; \quad n = \frac{3 \omega^2 m R}{4\pi \mu F}$$

ЗАДАЧА 3.

Дано:

M, v_0

$m = 0,01 \text{ М}$

Найти: v_1 (через 100 секунд)

Решение:

Опускание заготовки и её сброс происходит быстро, т.е. $t \rightarrow 0 =$

\Rightarrow выполняется ЗСИ:

$Mv_0 = (M+m)v$, где v - скорость сразу после опускания 1 заготовки

$(M+m)v = Mv'$, где v' - скорость сразу после её сброса (через 1 секунду)

$$v = \frac{M}{M+m} v_0 = \frac{100}{101} v_0$$

8

$$v' = v_0$$

Скорость будет уменьшаться при опускании и возвращаться к прежнему значению при сбросе заготовки, и этот процесс будет повторяться постоянно.

Через 100 секунд после начала движения на тележку опустится очередная заготовка, значит, скорость в этот момент примет меньшее значение

ОТВЕТ: $v_1 = \frac{100}{101} v_0$

ЗАДАЧА 4

ДАНО:

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$N = 100$$

$$F = 250 \text{ Н}$$

$$S = 0,0025 \text{ м}^2$$

НАЙТИ:

$$\frac{V_k}{V_{\max}}$$

V_k - ОБЪЁМ КАМЕРЫ

V_{\max} - МАКС. ОБЪЁМ НАСОСА

РЕШЕНИЕ:

Для воздуха поступающего в камеру насоса при обратном ходе:

$$p_0 V_{\max} = NRT \quad (1)$$

После N накачиваний в камере колеса окажется N молей воздуха при давлении p => УРАВНЕНИЕ для воздуха в камере колеса в конечном состоянии:

$$p V_k = NRT \quad (2)$$

~~Разделим~~ Разделим уравнение (2) на (1):

$$\frac{p V_k}{p_0 V_{\max}} = N$$

4

$$\frac{V_k}{V_{\max}} = \frac{N p_0}{p}$$

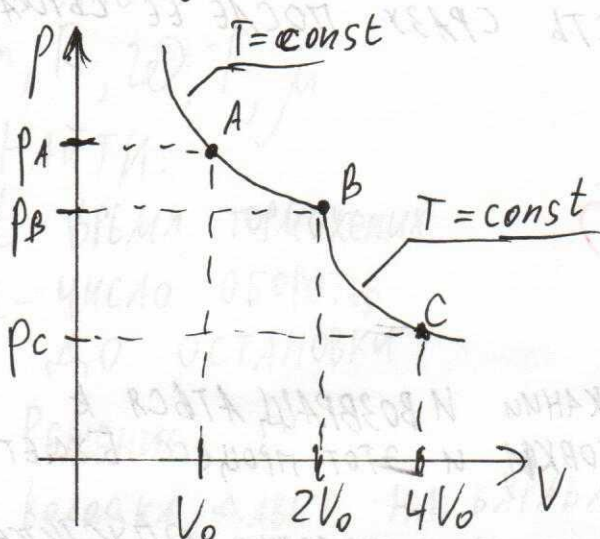
$$p = \frac{F}{S}$$

$$\frac{V_k}{V_{\max}} = \frac{N p_0 S}{F}$$

ОТВЕТ: $\frac{V_k}{V_{\max}} = 100$

ЗАДАЧА 5.

Дано:



Найти:

$\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$

Решение:

^{одинакова} При уменьшении объема на отрезке

ВА давление возрастает на меньшую величину, чем на отрезке СВ. Значит, в точке В пар становится насыщенным, и его давление перестает меняться, т.к. температура постоянна. На участке СВ меняются давление и пара, и воздуха, на ВА — только воздуха, чем и объяснить меньшее увеличение давления на отрезке ВА при одинаковом изменении объема. Температура же одинакова на обоих участках.

Значит, $\varphi_A = \varphi_B = 100\% \Rightarrow$

$\Rightarrow p_A = p_B = p_{\text{нп}}$, где p_A, p_B — давление соответственно в точках А и В, а $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара при температуре T всей смеси.

В точке В для пара:

$$2 p_{\text{нп}} V_0 = \nu_{\text{п}} R T$$

В точке С:

$$4 \varphi_C \cdot p_{\text{нп}} V_0 = \nu_{\text{п}} R T$$

$$2 p_{\text{нп}} V_0 = 4 \varphi_C \cdot p_{\text{нп}} V_0$$

$$\varphi_C = \frac{1}{2}$$

Ответ: $\varphi_A = \varphi_B = 100\%; \varphi_C = 50\%$

20