

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

501109

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Сапронов С. А. Сергей Алексеевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

г.о. Электросталь, МОУ "Лицей №8"

Регистрационный номер

530

Вариант задания

2/10.4

Дата проведения

" 1 "

марта

20 20 г.

Подпись участника

Ca

43 (сорок три) Бун

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
2	10	12	16	0	2	1				43 Бун

501109

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

501109

Вариант № 2/10.4

№1.

Дано:

$$u = 0,5 \text{ м/с}$$

Найти:

$v = ?$

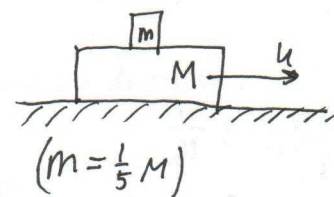
Решение

По Закону сохранения импульса:

$$Mv = (M+m)u$$

$$v = \frac{6}{5} u = 0,6 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 0,6 \text{ м/с}$



$$(m = \frac{1}{5} M)$$

№2.

Дано:

$$T = 800 \text{ К}$$

$$M_{\text{Венера}} = 2 M_{\text{Земля}}$$

$$\alpha = 0,815$$

$$D_B = \beta D_3$$

$$\beta = 0,96$$

$$\mu = 44 \cdot 10^{-3} \text{ км/мин}$$

$h = ?$

Решение

3-он Менделеева-Клапейрона:

$$PV = \nu RT$$

$$P \cdot S \cdot h = \frac{m}{\mu} RT$$

$$h = \frac{mRT}{\mu PS} = \frac{mRT}{\mu F} \Rightarrow h = \frac{RT}{\mu a}$$

$$F = ma$$

$$g = G \frac{M_3}{r_3^2} \Rightarrow a = g \cdot \frac{\alpha}{\beta^2}$$

3-он Всемирного тяготения

$$\Rightarrow h = \frac{RT \beta^2}{\mu g \alpha} \approx 17,3 \text{ км}$$

Ответ: $h = \frac{\beta^2 RT}{\mu g} \approx 17,3 \text{ км}$

№3.

Дано:

$$L = 40 \text{ см}$$

+ см. картинку

Найти:

$x = ?$

Решение

$$2ma = T_1 - 2mg \quad \text{II 3-он Ньютона для грузика.}$$

$$3ma = T_2 - 3mg$$

II 3-он Ньютона для системы тел бруска-груз:

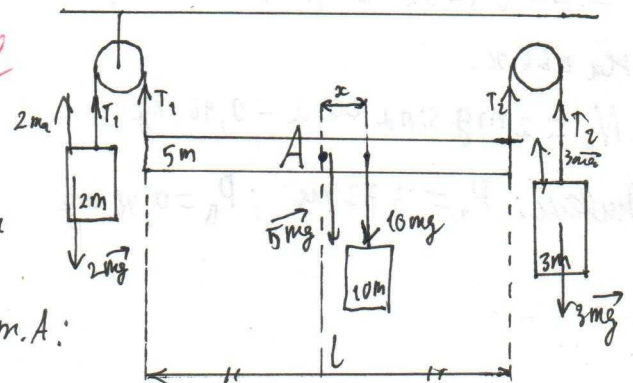
$$(5m + 10m)a = (5m + 10m)g - T_1 - T_2 = 15mg - 5mg - 3mg$$

$$a = g/2 \Rightarrow T_1 = 2m(g + g/2) = 3mg; T_2 = 4,5mg$$

Рассмотрим действия моментов сил вокруг т.А:

$$T_1 l/2 + 10mg x = T_2 l/2 \Rightarrow x = \frac{3}{40} l = 3 \text{ см}$$

Ответ: $x = 3 \text{ см}$



№4.

Дано:

$v_0; x_0$

на интервале

$[x_0; 3x_0]; v \sim \frac{1}{x}$

Найти:

t - ?

Решение

Разобьем путь на 3 интервала:

$[0; x_0]: t_1 = x_0/v_0$

$[x_0; 3x_0]:$

$v \sim \frac{1}{x} \Rightarrow v = \frac{k}{x}, \text{ где } k = \text{const}$

$v_0 = \frac{k}{x_0} \Rightarrow k = v_0 x_0$ — в первой точке интервала.

$$t_2 = \int_{x_0}^{3x_0} \frac{x}{v_0 x_0} dx = \frac{9x_0^2}{2v_0 x_0} - \frac{x_0^2}{2v_0 x_0} = 4 x_0 x_0 / v_0$$

$$\frac{1}{v} = \frac{x}{k} = \frac{x}{x_0 v_0}$$

$[3x_0; 4x_0]$

$$t_3 = \frac{4x_0 - 3x_0}{v_0/3} = 3 \frac{x_0}{v_0}$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{x_0}{v_0} + 4 \frac{x_0}{v_0} + 3 \frac{x_0}{v_0} = 8 \frac{x_0}{v_0}$$

$$\text{Ответ: } t = 8 \frac{x_0}{v_0}$$

16

№5.

Дано:

m

$x = 0,8L$

Найти:

P_2 - ?

P_B - ?

Решение

На ось y :

$$N_2 + mg = 2mg$$

$$N_2 = P_2 = mg$$

по об-ку наклонки:

$$N_0 \sin \alpha + N_2 \cos \alpha = mg \cos \alpha + 2mg \cos \alpha$$

$$2ma = 2mg \sin \alpha$$

$$a = g \sin \alpha$$

На ось x :

$$N_2 = mg + 2mg + 2mg \sin \alpha \cdot \cos \alpha \sin \alpha$$

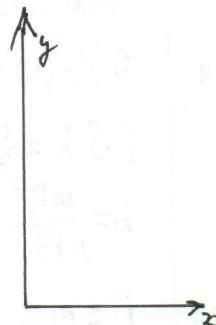
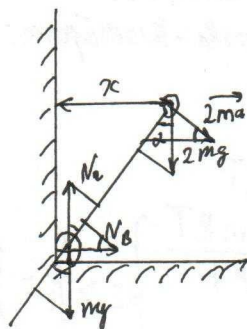
$$\cos \alpha \sin \alpha = \frac{x}{L} = \frac{0,8L}{L} = 0,8$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6 \quad (\text{основное триг. тождество})$$

На ось x :

$$P_B = N_B = 2mg \sin \alpha \cos \alpha = 0,96 mg$$

$$\text{Ответ: } P_2 = 3,72 mg; P_B = 0,96 mg$$



$$\Rightarrow N_2 = P_2 = 3,72 mg$$

(III закон Ньютона)

№ 6.

Дано:

$$V_{Ar} = 9 \text{ мм/с}$$

$$V_{He}/V_{Ar} = 1:3$$

T_0 - нач. темп.

Найти: Q_2

Найти:

Q_1 - ?

Решение.

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= \Delta U_{He} + A \\ A &= \Delta U_{Ar} + Q_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_2 = \Delta U_{He} + \Delta U_{Ar} + Q_2$$

по 3-ому Менд.-Клар.-гуз начальной картинке:

$$\left. \begin{aligned} p_1 V &= V_{He} R T_0 \\ 3 p_1 V &= V_{Ar} R T_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{He} = \frac{1}{3} V_{Ar} = 3 \text{ мм/с}$$

V	H _e	3V	Ar
T ₀	P ₁	P ₁	J = 3 мм/с T ₀

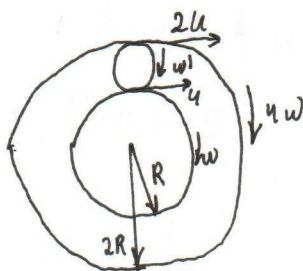
3V	H _e	V	Ar
T _{He}	P ₂	P ₂	T _{Ar}

2

№ 10.4.

а) Даны на рисунке:

Найти: ω' - ?



Решение

Пусть $\omega R = V$, тогда скорость вращения:

Самой шестерни: $\omega R = V$

Второй шестерни: $4\omega \cdot 2R = 8V$

Знаем, что скорость дальней точки сателлита в 2 раза больше скорости ближней точки к центру, т.к. это отношение равно отношению радиусов.

Т.к. $8V - 2u = V - u$ (вращ. с одинаков. ω)

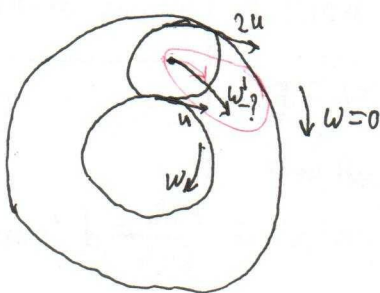
$$u = 7V = 7\omega R$$

$2u - u = u$ (в счете с к.о в центре сателлита)

$$\text{Ответ: } \omega' = \frac{u}{R/2} = 3,5 \omega R$$

б) даны на рис.

Найти: ω' - ?



Решение.

$$0 - 2u = V - u$$

$u = \omega R$ - в другую сторону вращается. $\Rightarrow u = \omega R$

$$\omega' = \frac{u}{R} = \omega$$

$$\text{Ответ: } \omega' = \omega$$

1