

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

501175

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника АНАШКИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСЕЕВНА

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Саров, МБОУ Лицей №3,
10 КЛАСС

Регистрационный номер 7954

Вариант задания 2/10.5

Дата проведения " 1 " марта 20 20 г.

Подпись участника

Анашкин

47 (сорок семь) баллов Мухомов

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
										Σ
0	10	7	8	16	2	4				47

501175

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Мухомов

Вариант № 2/10.5

$pV = \frac{M}{R} RT$ - ур-ие Менделеева-Клапейрона.

$g = G \frac{M}{R^2}$ - ускорение на Земле $g = G \frac{M \cdot H}{D^2}$

g' - ускорение свободного падения на Венере:

$$g' = G \frac{M \cdot H}{D^2} = G \frac{0,815 M \cdot 4}{0,96 \cdot 0,96 D^2} = \frac{0,815}{0,96 \cdot 0,96} \cdot g$$

Пусть h - крайняя точка анисерв Венеры (высота полёта точки).

Из ур-ия Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{M}{R} RT \quad | : V$$

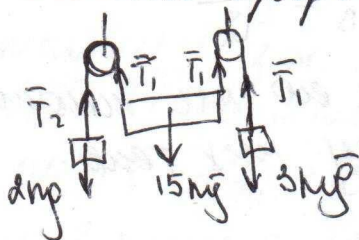
$$p = \frac{M}{V} \cdot RT \quad p = g g' h \text{ по закону Паскаля}$$

$$\frac{M}{V} \cdot RT = g g' h \Rightarrow h = \frac{RT}{M g'} = \frac{RT \cdot 0,96 \cdot 0,96}{M \cdot 0,815 \cdot g}$$

$$h = \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 800 \text{ К} \cdot 0,96 \cdot 0,96}{44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 0,815 \cdot 9,87 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 17,3 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } h = 17,3 \cdot 10^3 \text{ м} = 17,3 \text{ км}$$

Рассмотрим движение системы с ускорением ~ 3 и ускорением ~ 7 . К системе относительной, то систему с грузом 10 м можно представить как единое тело 15 м.



Ускорение нового тела приравнивая тогда, т.к. в системе 2 неподвижных блока, то у тел 2м и 3м ускорение равно $\frac{a}{2}$?

Для большого тела:

$$\begin{cases} 15ma = 15mg - T_1 - T_2 \\ \frac{3ma}{2} = T_1 - 3mg \\ \frac{2ma}{2} = T_2 - 2mg \end{cases}$$

$$15ma = 15mg - 3\left(\frac{ma}{2} + mg\right) - 2\left(\frac{ma}{2} + mg\right)$$

$$15ma = 15mg - 5\left(\frac{ma}{2} + mg\right)$$

$$3ma = 3mg - \left(\frac{ma}{2} + mg\right)$$

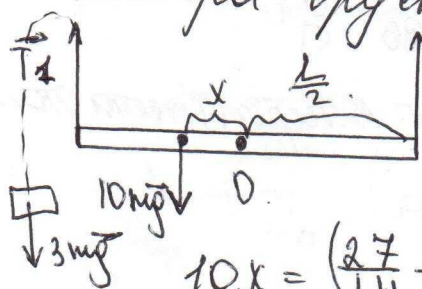
$$\frac{7}{2}ma = 2mg$$

$$a = \frac{4}{7}g$$

Тогда $T_1 = \frac{3ma}{2} + 3mg = 3m\left(\frac{a}{2} + g\right) = 3m\left(\frac{2}{7}g + g\right) = \frac{27}{7}mg$

$$T_2 = 2m\left(\frac{a}{2} + g\right) = \frac{18}{7}mg$$

По условию, брусок должен находиться в равновесии \Rightarrow примем равно моментов относительно центра бруса



$$D: T_1 \cdot \frac{l}{2} - 10mg \cdot x = T_2 \cdot \frac{l}{2}$$

$$\frac{27}{14}mg \cdot \frac{l}{2} - 10mgx = \frac{18}{14}mg \cdot \frac{l}{2}$$

$$10x = \left(\frac{27}{14} - \frac{18}{14}\right)l = \frac{9}{14}l$$

$$x = \frac{9}{140}l; x = \frac{9 \cdot 20 \text{ см}}{140} = \frac{18}{7} \text{ см} \approx 2,57 \text{ см}$$

Отвѣт: груз необходимо прикрепить на расстоянии 2,57 см ~~слева~~ от центра бруса (т.к. моменты относительно центра бруса должны быть равны).

НН. $\left(\frac{1}{2}\right)$

Пусть $[O; x_0] = AC$

$[x_0; 3x_0] = CD$

$[3x_0; 4x_0] = DB$

на участках AC и DB движение равномерно:

$$t_{AC} = \frac{x_0}{v_0}; t_{DB} = \frac{3x_0}{v_0}$$

Рассмотрим участок CD: Разобьем его на множество маленьких участков так, что на каждом из них тело движется равнозамедленно.

$$v_0 = a \cdot \frac{l}{x_0} \Rightarrow a = v_0 \cdot x_0$$

В неподвижном графика можно разбить СД на два участка.

Для общего случая: $v_0 + \Delta v = \alpha \cdot \frac{1}{x_0 + \Delta x} = \frac{v_0 x_0}{x_0 + \Delta x}$

$$x = \frac{v_k + v_0}{2} \cdot t = \Delta t = \frac{2x}{v_k + v_0} \quad ; \quad \Delta t = \frac{2(x_0 + \Delta x_0 - x_0)}{v_0 + 2\Delta v} = \frac{2\Delta x_0}{v_0 + 2\Delta v}$$

$$v_0 = \frac{\Delta v (x_0 + \Delta x)}{\Delta x}$$

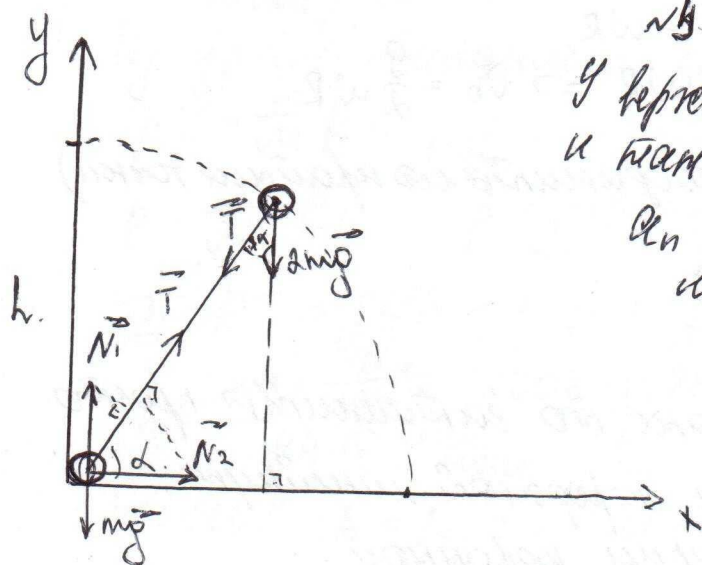
$$\Delta t = \frac{2\Delta x \cdot \Delta x}{\Delta v x_0 + \Delta v \Delta x + 2\Delta v \cdot \Delta x} = \frac{2\Delta x^2}{\Delta v x_0 + 3\Delta v \cdot \Delta x}$$

Чтобы найти время на СД надо сложить все Δt .

$$t_{CD} = \frac{2 \cdot 4 x_0^2}{\frac{2}{3} v_0 \cdot x_0 + 3 \cdot \frac{2}{3} v_0 \cdot 2 x_0} = \frac{8 x_0 \cdot 3}{14 v_0} = \frac{12 x_0}{7 v_0}$$

$$t_{AB} = t_{AC} + t_{DB} + t_{CD} = \frac{x_0^{1/3}}{v_0} + \frac{3 x_0^{1/3}}{v_0} + \frac{12 x_0}{7 v_0} = \frac{(7 + 21 + 12) x_0}{7 v_0} = \frac{40}{7} \frac{x_0}{v_0} \approx 5,7 \frac{x_0}{v_0}$$

Ответ: $t_{AB} = \frac{40}{7} \frac{x_0}{v_0}$



$\sqrt{5} \oplus$

У вертеного шарика будет нормальное и тангенциальное ускорение:

a_n направлено к центру шарика.

$$a_n = \frac{v^2}{R}, \text{ где } R = h.$$

$$\text{ЗПЗ: } 2mgh = 2mg \cdot \sin \alpha \cdot l + \frac{2mv^2}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{x_0 l}{l} = 0,6$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$2mgh = 2mg \cdot 0,8 l + mv^2$$

$$v^2 = 0,4 hg \quad a_n = \frac{0,4 \cdot hg}{h} = 0,4g$$

Запишем 2й з-м. Ньютона для движущегося шара:

$$y: N_1 + T \cdot \sin \alpha = mg$$

$$x: N_2 = T \cdot \cos \alpha$$

Для вертеного шара: Проекция на ось, направленную по касательной: $2ma = 2mg \cdot \sin \alpha - T$

Отсюда $T = 2mg \sin \alpha - 2ma$

$$T = 2mg \cdot 0,8 - 2 \cdot m \cdot 0,4 \cdot g = 0,8mg$$

$$N_1 = mg + 0,8mg \cdot 0,8 = 1,64mg$$

$$N_2 = 0,8mg \cdot 0,6 = 0,48mg$$

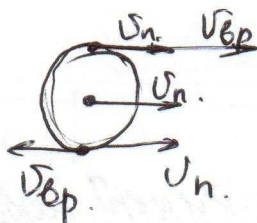
Отвѣт: сила давления шарика на горизонтальную м-ть равна $N_1 = 1,64mg$; сила давления на вертикальную м-ть равна $N_2 = 0,48mg$.

7. \oplus

1) Коронная шестерня передает сателлитам линейную скорость $4\omega \cdot 2R = 8\omega R$.

Семечная шестерня передает скорость ωR .

Линейная скорость верха равна конструктивной скорости сателлитов (скорости их центров).



$$\begin{cases} v_n + v_{br} = 8\omega R \\ v_n - v_{br} = \omega R \end{cases}$$

$$2v_n = 9\omega R \Rightarrow v_n = \frac{9}{2}\omega R$$

Радиус водила (если соединить ее крайние точки) равен $1,5R$

$$\omega_0 = \frac{v_n}{1,5R} = \frac{9\omega R \cdot 2}{2 \cdot 3R} = 3\omega$$

Отвѣт: $\omega_0 = 3\omega$

2) Т.к. водило зафиксировано, то сателлиты вращаются на месте, т.е. передают линейную скорость семечной шестерни коронной:

$$v_{сеп} = \omega \cdot R = v_{кор}$$

$$\omega_{кор} = \frac{v_{кор}}{2R} = \frac{\omega R}{2R} = \frac{1}{2}\omega$$

Отвѣт: $\omega_{кор} = \frac{1}{2}\omega$

т.к. сила трения пренебрежимо мала, то 3 см:

1) когда человек с киркой: $r_1 = 6 \text{ м}$ до.

2) когда без кирки: $r_2 = 5 \text{ м}$

$$r_1 = r_2 \Rightarrow \omega_0 = \frac{5}{6} \text{ и}$$

Отвѣт: $\omega_0 = \frac{5}{6} \text{ и}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

501175

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2/10.5.

№ 6. \oplus

$V T_0$	$3V T_0$ 9 моль
---------	--------------------

$3V$	$T_0 V$ 9 моль
------	-------------------

Т.к. в отсосе с аргонном $T = \text{const} \neq T_0$.

$$Q_2 = A.$$

Т.к. объём "поменялся", т.е. аргон приобрёл объём меньше и наоборот,

$$T_0 A_{\text{не}} = A_{\text{арг}} = Q_2.$$

$$Q_1 = A_{\text{не}} + \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{3}{2} \nu R (T_K - T_0)$$

$$\frac{\nu_{\text{не}}}{\nu_{\text{арг}}} = \frac{M_{\text{не}}}{M_{\text{арг}}} = \frac{1}{10} \Rightarrow \nu_{\text{не}} = \frac{9}{10} \text{ моль. ?}$$

Ур-ие Менделеева-Клапейрона для He :

$$p_1 V = \nu R T_0. \quad \nu R (T_K - T_0) = p_2 \cdot 3V - p_1 V = A_{\text{не}} = Q_2.$$

$$p_2 \cdot 3V = \nu R T_K. \quad T_K - T_0 = \frac{Q_2}{\nu R} ?$$

$$\Delta H = \frac{3}{2} \nu R (T_K - T_0) = \frac{3}{2} Q_2$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} Q_2 + Q_2 = \frac{5}{2} Q_2$$

$$\text{Итого: } Q_1 = \frac{5}{2} Q_2.$$