+ 1 лист А. Болкхов

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

501156

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Алексеева Анна Ильинична

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, ГБОУ инженерная школа №1580 при МГТУ им. Н.Э. Баумана, 10 класс „Ж"

Регистрационный номер 2844

Вариант задания 1/10.4

Дата проведения "1" марта 2020 г.

Подпись участника ______________

39 (Тридцать девять)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	10	11	5	–	1	2				39

501156

Шифр ______

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

156

Вариант № 1/10.4

№ 4

Дано:

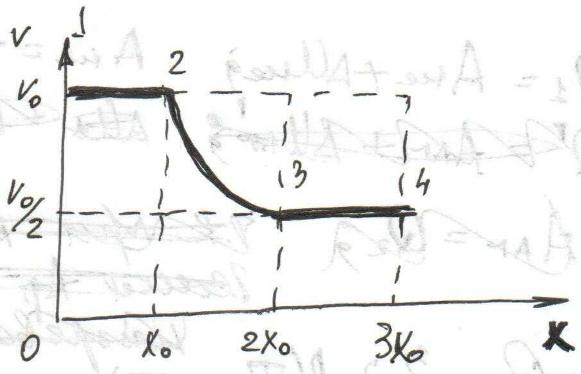
$V(x)$

$x \in [x_0; 2x_0]$:

$V \sim \frac{1}{x}$

τ – ?

Решение:



1. Уч. 1–2:

$x_0 = V_0\tau_1$; $\Rightarrow \tau_1 = \frac{x_0}{V_0}$;

2. Уч. 3–4:

$3x_0 - x_0 = \frac{V_0}{2}\tau_3 \Rightarrow \tau_3 = \frac{2x_0}{V_0}$;

3. Найдём $V(t)$:

Малый $\Delta x = V\tau$; где $V = k\frac{1}{\Delta x}$;

$\Delta x = k\frac{1}{\Delta x}\tau$;

$\frac{\Delta x^2}{k} = \tau$; ~~⇒~~ где $\Delta x = V\tau$; $\Rightarrow \frac{V^2\tau^2}{k} = \tau$;

$\Rightarrow V^2 = \frac{k}{\tau}$; $\Rightarrow V \sim \sqrt{\frac{1}{\tau}}$;

5

$x_0 = V_0\tau_2 - \frac{\tau_2^2 \int a\, \tau}{2}$;

$\int a \cdot \tau^2 - V_0\tau_2 + 2x_0 = 0$

$D = V_0^2 - 2x_0\int a$;

$\tau_2 = \frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 2x_0\int a}}{2\int a}$; $2\tau_2\int a = V_0 + \sqrt{V_0^2 - 2x_0\int a}$;

$\int a = \int V'(t) = V'(t)\Big|_{\tau_1}^{\tau_2} = \frac{k}{\sqrt{\tau}}\Big|_{\tau_1}^{\tau_2} = k\left(\frac{1}{\sqrt{\tau_1}} - \frac{1}{\sqrt{\tau_2}}\right)$; ~~$k\tau$~~ $V_0 = \frac{k}{x_0}$; $k = V_0x_0$;

$\int a = V_0x_0\left(\frac{1}{\sqrt{\tau_1}} - \frac{1}{\sqrt{\tau_2}}\right)$;

$$2\tau_2\left(V_0x_0\left(\frac{1}{\sqrt{a\tau_1}}-\frac{1}{\sqrt{a\tau_2}}\right)=V_0+\sqrt{V_0^2-2x_0^2V_0\left(\frac{1}{\sqrt{a\tau_1}}-\frac{1}{\sqrt{a\tau_2}}\right)}\right.;$$

$$\int a=V_0x_0\left(\frac{1}{\sqrt{a\tau_1}}-\frac{1}{\sqrt{a\tau_2}}\right);$$

$$\tau=\tau_1+\tau_2+\tau_3=\frac{x_0}{V_0}+\frac{2x_0}{V_0}+\tau_2=\frac{3x_0}{V_0}+\tau_2$$

№6

Дано:

He, Ar;

$\nu_{He}=2$ моль

T_0;

$\frac{V_{He0}}{V_{Ar0}}=1:2$;

$V_{He}=2V_{He0}$

Q_2

$Q_1-?$

Решение:

$\frac{V_{He0}}{V_{Ar0}}=\frac{1}{2}$; $V_{He}=2V_{He0}$; $\Rightarrow V_{He0}=\frac{V_{He}}{2}$;

$\cancel{2V_{He}}\ \frac{V_{He}}{2V_{Ar0}}=\frac{1}{2}$; $\Rightarrow V_{He}=V_{Ar0}=2V$;

$V_{He0}=V_{Ar}=V$;

$Q_1=A_{He}+\Delta U_{He}$; $A_{He}=-A_{Ar}$;

~~$Q'=A_{Ar}+\Delta U_{Ar}$~~; ~~A_{He} + полож. аргон~~

$\cancel{A_{Ar}=Q_2}$; ~~т.к. при нагревании гелия Ar, Ar сжимается, нагреваясь~~

$$Q_2=\frac{3}{2}\nu_{Ar}R(T_{Ar}-T_0);$$

Ур. Менд.-Клап. Ar конеч. сост:

$$p_{Ar}V=\nu_{Ar}RT_{Ar};$$

$$T_{Ar}=\frac{p_{Ar}V}{\nu_{Ar}R};$$

He конеч. сост:

$$p_{He}V=\nu_{He}RT_{He};$$

$$T_{He}=\frac{p_{He}V}{\nu_{He}R};$$

$\vec{F}_{pHe}$, $\vec{F}_{pAr}$

$$p_{Ar}S=p_{He}S;\ \ =p;$$

$$Q_2=\frac{3}{2}\left(\frac{pV}{\nu_{Ar}R}-T_0\right)\nu_{Ar}R;$$

Ур. Менд.-Клап

1

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

501156

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

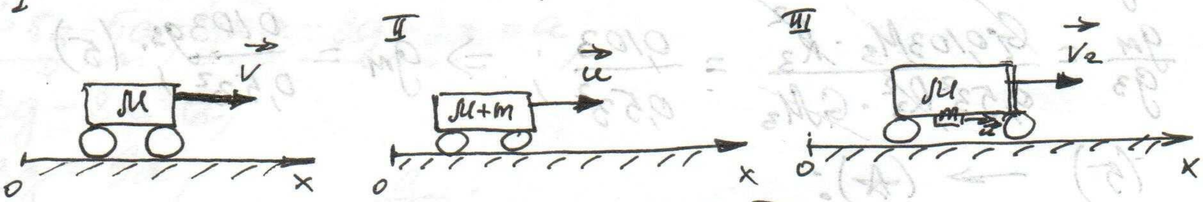
Вариант № 1/10.4

№1.

Дано:
$v = 0,4\ \frac{м}{с}$
$\tau = 10\ с$
$M = 3m$
$v_2 - ?$

Решение:

M – масса тележки; m – масса кирпича



З.С.И. на ox для случая I–II:

$Mv = (M+m)u$; где $M = 3m$;

$3mv = (3m+m)u$;

$3\cancel{m}v = 4\cancel{m}u$;

$u = \frac{3}{4}v$;

З.С.И. на ox для случая II–III:

$(M+m)u = mu + Mv_2$;

$Mu + \cancel{mu} = \cancel{mu} + Mv_2$;

$\cancel{M}v_2 = \cancel{M}u$; $\Rightarrow v_2 = u = \frac{3}{4}v = \frac{3 \cdot 0,4}{4} = 0,3\ \frac{м}{с}$

Ответ: $0,3\ \frac{м}{с}$

10

№2.

Дано:
CO_2;
$\mu = 44 \cdot 10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$
$T = 300K$
$M_м = 0,103\ M_з$
$R_м = 0,53 R_з$
$h - ?$

Решение:

1. С одной стороны:

$p = \rho g_м h$; (1)

2. С другой стороны:

Ур. Менд.-Клапейрона:

$pV = \nu RT$; $|\cdot \rho$;

$pm = \nu RT\rho$ $|:\nu$;

$p\mu_{CO_2} = RT\rho$; $\Rightarrow$ $p = \frac{RT\rho}{\mu_{CO_2}}$; (2)

ρ – плотность АТМ.
p – давление АТМ у марсовой поверхности
$g_м$ – ускорение свободного падения на Марсе.

Приравняем (1) и (2):

$$\cancel{\rho} g_м h = \frac{RT\cancel{\rho}}{M_{CO_2}};$$

$$h = \frac{RT}{g_м M_{CO_2}}; \quad (А)$$

3. Вблизи земной поверхности:

$$\cancel{m} g_з = G\frac{M_з \cancel{m}}{R_з^2}; \Rightarrow g_з = G\frac{M_з}{R_з^2}; \quad (3)$$

Вблизи поверхности Марса:

$$\cancel{m} g_м = G\frac{M_м \cancel{m}}{R_м^2} = G\frac{0,103 M_з m}{(0,53R_з)^2}; \Rightarrow g_м = G\frac{0,103 M_з}{0,53^2 R_з^2}; \quad (4)$$

10

Поделим (4) на (3):

$$\frac{g_м}{g_з} = \frac{\cancel{G}\cdot 0,103 \cancel{M_з}\cdot \cancel{R_з^2}}{0,53^2 \cancel{R_з^2}\cdot \cancel{G}\cancel{M_з}} = \frac{0,103}{0,53^2}; \Rightarrow g_м = \frac{0,103 g_з}{0,53^2}; \quad (5)$$

(5) → (А):

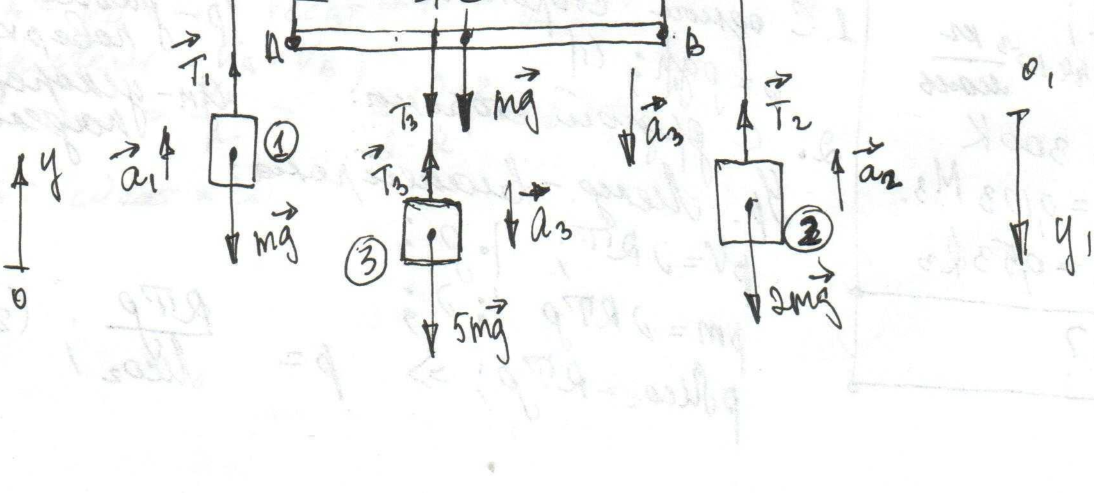
$$h = \frac{RT\cdot 0,53^2}{M_{CO_2}\cdot 0,103 g_з} = \frac{0,53^2\cdot 8,31\cdot 300}{0,044\cdot 0,103\cdot 10} \approx 15452 \text{ м} \approx 15,45 \text{ км}$$

Ответ: 15,45 км.

№3

Дано:	СИ
$L = 30$ см	0,3 м
$m, 2m, 5m$	
x – ?	
С какой стороны от середины – ?	

Решение:
Чтобы брусок оставался горизонтальным нужно, чтобы оба его конца двигались с одним и тем же ускорением.
⇒ грузики 1 и 2 будут двигаться с одинаковыми ускорениями.



$a_1 = a_2 = a_3 = a$;

Дин. ур. движ. 1-й груз на оу:

$T_1 - mg = ma$; $\Rightarrow T_1 = m(g+a)$;

Дин. ур. движ. 2-й груз на оу:

$T_2 - 2mg = 2ma$; $\Rightarrow T_2 = 2m(g+a)$;

Дин. ур. движ. 3-й груз на ~~оу~~ O_1y_1:

$5mg - T_3 = 5ma$; $\Rightarrow T_3 = 5m(g-a)$;

Дин. ур. движ. для бруска на O_1y_1:

$mg + T_3 - T_1 - T_2 = ma$;

С учётом T_1, T_2, T_3:

$\cancel{m}g + 5\cancel{m}(g-a) - \cancel{m}(g+a) - 2\cancel{m}(g+a) = \cancel{m}a$;

$\cancel{g} + 5g - 5a - \cancel{g} - a - 2g - 2a = a$;

$3g - 8a = a$;

$3g = 9a$;

$g = 3a$; $\Rightarrow a = \frac{g}{3}$;

Подставим ~~в в~~ a в выражения для T_1, T_2, T_3:

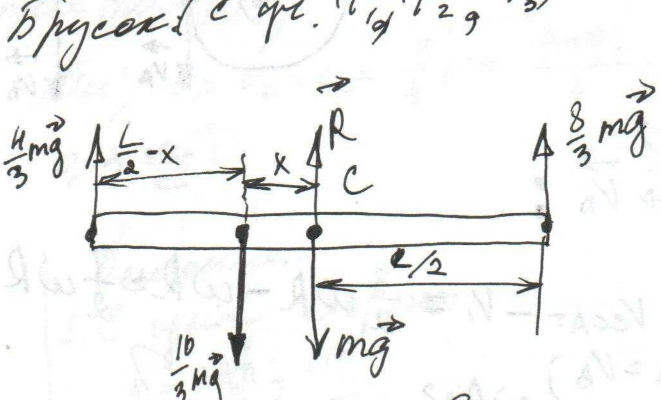
$T_1 = m(g + \frac{g}{3}) = \frac{4}{3}mg$;

$T_2 = 2m(g + \frac{g}{3}) = \frac{8}{3}mg$;

$T_3 = 5m(g - \frac{g}{3}) = \frac{10}{3}mg$;

Предположим, что брусок подвешен левее центра

Брусок: (с уч. T_1, T_2, T_3)



Уравновесим силы, приложив к центру масс силу

$\vec R = -(m\vec g + \vec T_1 + \vec T_2 + \vec T_3)$

Правило моментов отн. т. C:

$-\frac{4}{3}mg \cdot \frac{L}{2} + \frac{10}{3}mgx + \frac{8}{3}mg\frac{L}{2} = 0$

$-2L + 10x + 4L = 0$;

$2L = -10x$; $x = -\frac{2}{10}L = -0{,}2L = -0{,}2 \cdot 0{,}3 = -0{,}06 м = -6 см$

$\Rightarrow$ т.к. x вышел < 0 $\Rightarrow$ груз справа от центра на расстоянии 6 см от него

$\boxed{\text{Ответ: справа; } x = 6 \text{ см}}$

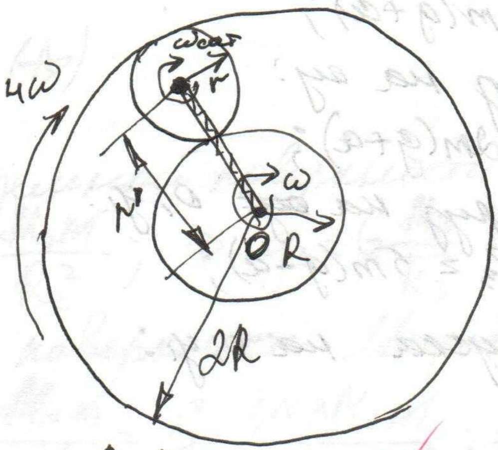
11

№7

Дано:
$R_c = R$
$R_K = 2R$
$\omega_c = \omega$
$\omega_K = 4\omega$

$\omega_{сат}$ — ?
ω_B — ?
(при $\omega_c = \omega$; $\omega_K = 0$)

Решение:



Чтобы ~~сател~~ коронная и солнечная шестерни вращались в одном направлении, нужно, чтобы и сателлиты вращались в том же направлении.

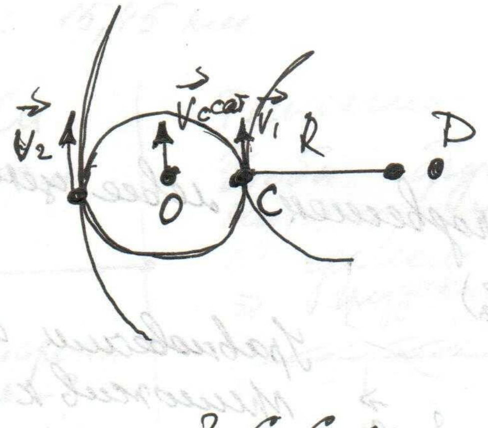
r – внутренний радиус ~~од~~ сателлита
r' – расстояние от центра солн. шестерни до центра сателлита.

$r = \frac{2R - R}{2} = \frac{R}{2}$;

$r' = R + r = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R$;

~~$V_{c.сат}$~~ Т.к. центр сателлита жёстко связан с солн. шестернёй => он будет двигаться с такой же угловой скоростью ω по окружности радиусом $r' = \frac{3}{2}R$;

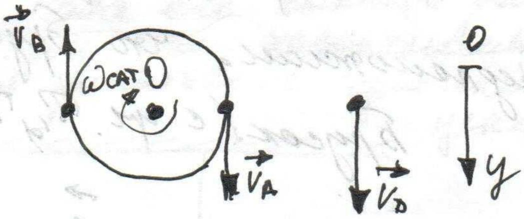
=> $V_{cсат} = \omega r' = \frac{3}{2}\omega R$; – скорость центра сателлита.



$V_2 = 2\omega R$; $V_1 = \omega R$;

НСО – точка O
ПСО – точка D
тело – точка A

$\vec{V_D} = -\vec{V_{cсат}}$; $V_D = V_{cсат}$



З.С.С.:

$\vec{V_A} = \vec{V_1} + \vec{V_D}$;

На oy:

$V_A = V_D - V_1 = V_{cсат} - V_1 = \frac{3}{2}\omega R - \omega R = \frac{1}{2}\omega R$;

причём $V_A = V_B$,

$\omega_{сат} = \frac{V_A}{r} = \frac{\omega R \cdot 2}{2 \cdot R} = \omega$;

Ответ: $\omega_{сат} = \omega$.

?

2б