



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

4 1 2 3 7

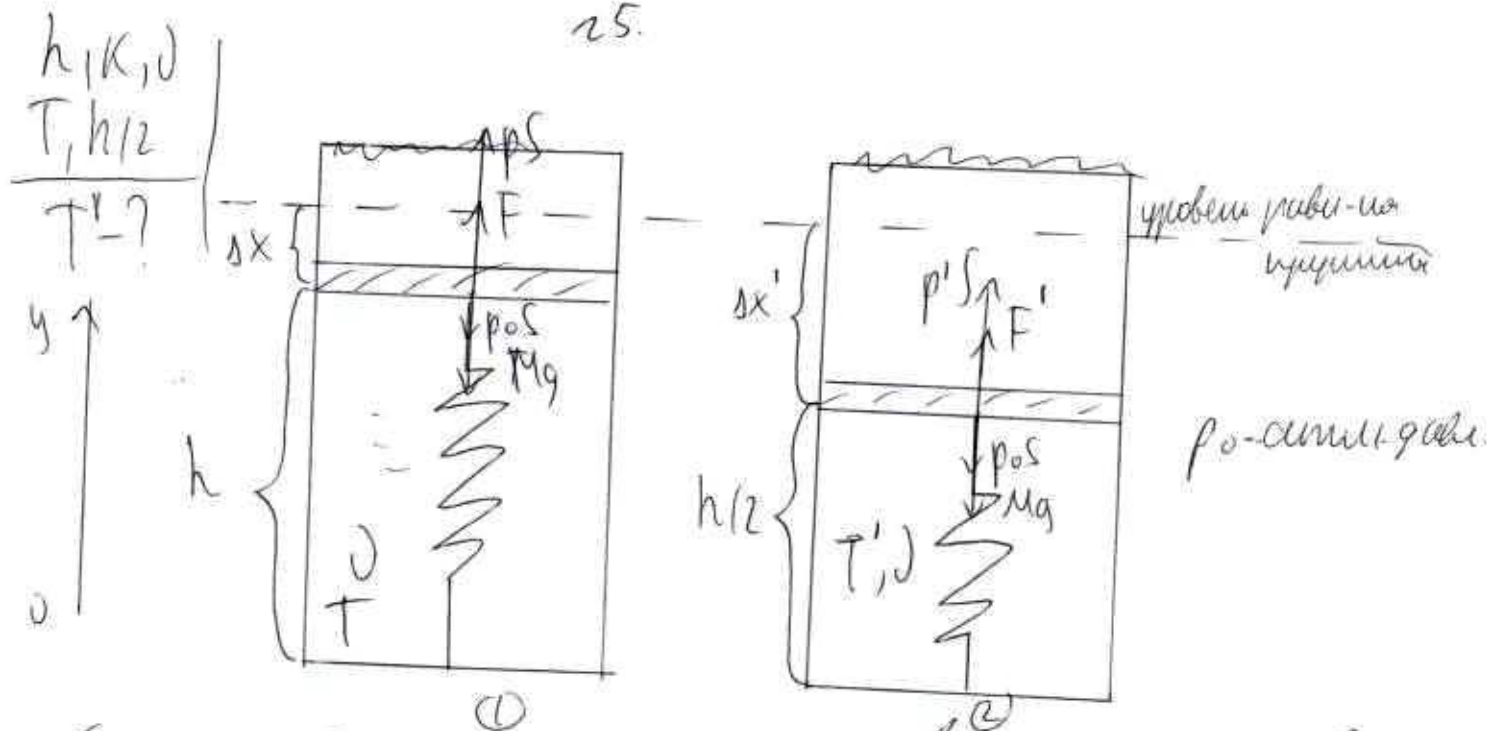
Класс 10 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.02.2019

Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ 28		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	3	5	5	5	5	5	28	двадцать восемь	

2

25.



1) ~~Предположим~~ Δx пар. газа при этом Δx не меняется. $\Delta x = \ell$.
 В первом сл. она сделана на Δx , во втором - $\Delta x'$
 2) Условие равновесия паров: 1) от: $p_0 S + F = p_0 S + Mg$
 $F = k \Delta x$; из уравн. Менделеева-Клапейрона: $p_0 h S = \nu R T \Rightarrow p_0 S = \frac{\nu R T}{h}$

$$\frac{\nu R T}{h} + k \Delta x = p_0 S + Mg \quad (1)$$

Аналогично рассуждая 2-ой слой:

$$p' S + F' = p_0 S + Mg, \quad p' S h = \nu R T' \Rightarrow p' S = \frac{\nu R T'}{h}$$

$$\frac{2 \nu R T'}{h} + k(\Delta x + \frac{h}{2}) = p_0 S + Mg \quad (2)$$

$$(2) - (1): \frac{\nu R}{h} (2T' - T) + \frac{k h}{2} = 0 \Rightarrow \frac{2T' \nu R}{h} = \frac{\nu R T}{h} - \frac{k h}{2} \Rightarrow$$

$$T' = \frac{T}{2} - \frac{k h^2}{4 \nu R}$$

Ответ: $T' = \frac{T}{2} - \frac{k h^2}{4 \nu R}$



$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

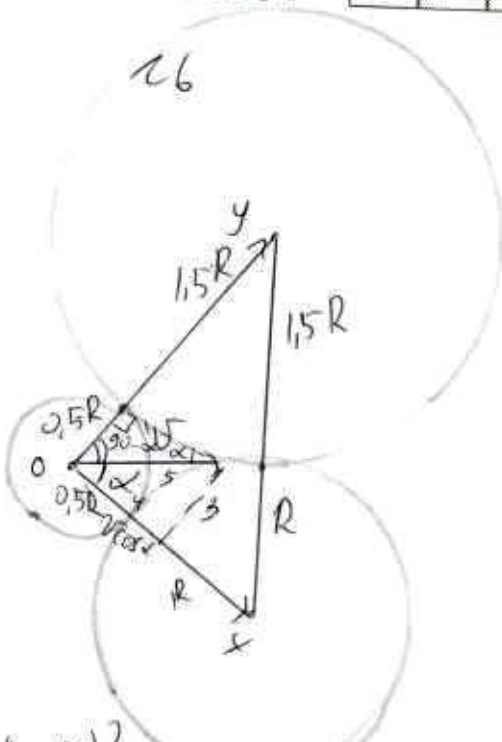
4	1	2	3	7
---	---	---	---	---

$$0,5R, R, 1,5R$$

$$\alpha = \arctg \frac{3}{4}$$

$$v_2 = ?$$

$$\Delta U_3 = ?$$



1) Заметим, что $(1,5R + R)^2 = (1,5R)^2 + (R)^2 \Rightarrow$ по т. Пифагора Δ -х шары имеют центр шаров прямоугольный.

2) П.и массы шаров одинаковы, то по ЗСЦ, шары движутся вдоль оси симметрии по оси, соединяющей все центры.

Тогда U_3 ЗСЦ на ось Ox : $mV \cos \alpha = mV_2 \Rightarrow V_2 = V \cos \alpha$, где $\cos \alpha$ можно найти из Δ -ка с катетами 3 и 4 , гипотенуза $= 5$ (как гипотенуза) $\Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$, тогда

$$V_2 = \frac{4}{5} V$$

3) Заметим ЗСЦ для всей пары шаров с центром масс, перемещаемой во внутреннюю.

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{1}{2} (16 v^2 m + m V_3^2) \quad \text{где } V_3 = V \sin \alpha \text{ (аналогично } (V_2) =$$

$$\frac{3}{5} V, \text{ тогда: } V^2 = \frac{16}{25} V^2 + \frac{9}{25} V^2 + \Delta U_1 + \Delta U_2, \text{ т.е.}$$

$$0 = \Delta U_2 + \Delta U_3 \Rightarrow U_1 + U_2 = \Delta U_3 = 0 \text{ (т.к. не может быть } < 0) \Rightarrow$$

удар пос. упругий (т.к. взаимодействуют ЗСЦ) $\Rightarrow \Delta U_3 = 0$.

Ответ: $V_2 = \frac{4}{5} V; \Delta U_3 = 0$

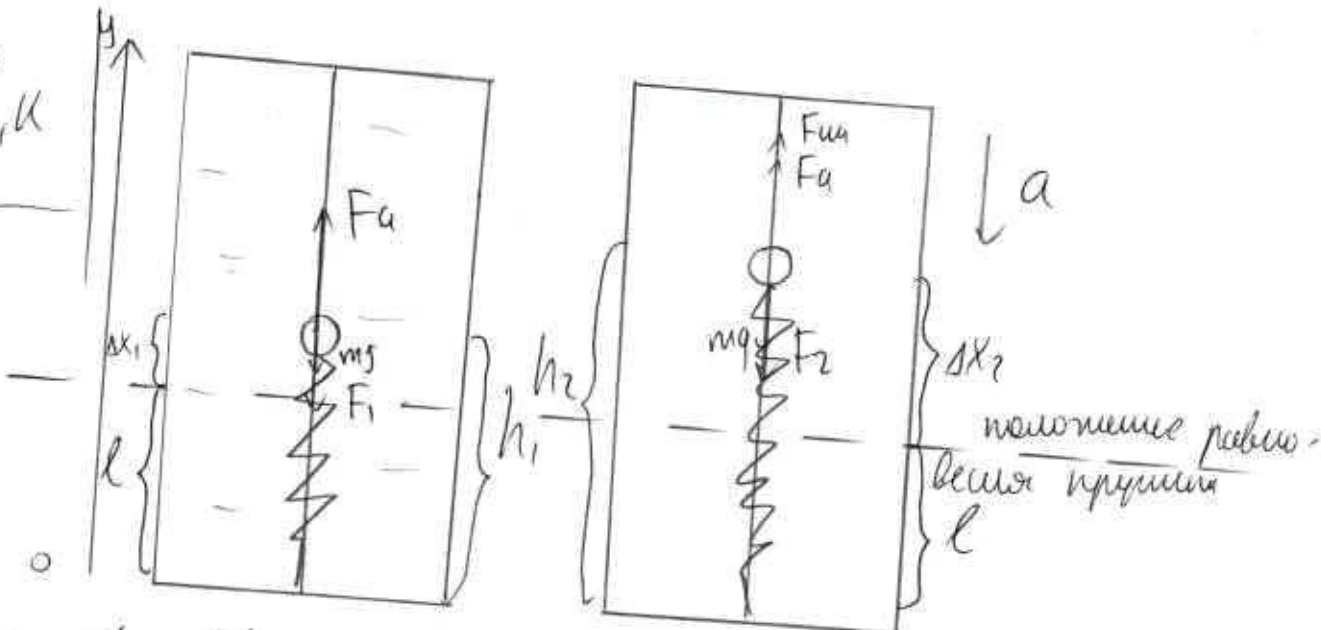
Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

4	1	2	3	7
---	---	---	---	---

24

$\rho, V, \frac{2}{3}\rho, k, a, h-?$



1) Дана ур-е для Δx_1 и ур-е для Δx_2 в исходном состоянии l .
В первом случае она растянулась на Δx_1 , во втором - Δx_2 .
 $h = h_2 - h_1 = l + \Delta x_2 - l + \Delta x_1 = \Delta x_2 - \Delta x_1$ (*)

2) Дана ур-е для Δx_1 и ур-е для Δx_2 в исходном состоянии

1) $F_a = mg + F_i$, где $F_a = \frac{2}{3}\rho g V$; $mg = \frac{1}{3}\rho g V$; $F_i = \frac{2}{3}\rho g V = k\Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{2}{3} \frac{\rho g V}{k}$ (1)

2) Дана ур-е с учетом силы инерции $F_{ин} = -ma$

$F_{ua} + F_a = F_2 + mg$

$\frac{1}{3}\rho g V + \rho g V = \frac{1}{3}\rho g V + k\Delta x_2 = 1 \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{\rho V(2g+a)}{3k}$ (2)

(1), (2) \rightarrow (*): $h = \frac{\rho V}{3k} (2g+a-2g) = \frac{\rho V a}{3k}$

Ответ: $h = \frac{\rho V a}{3k}$

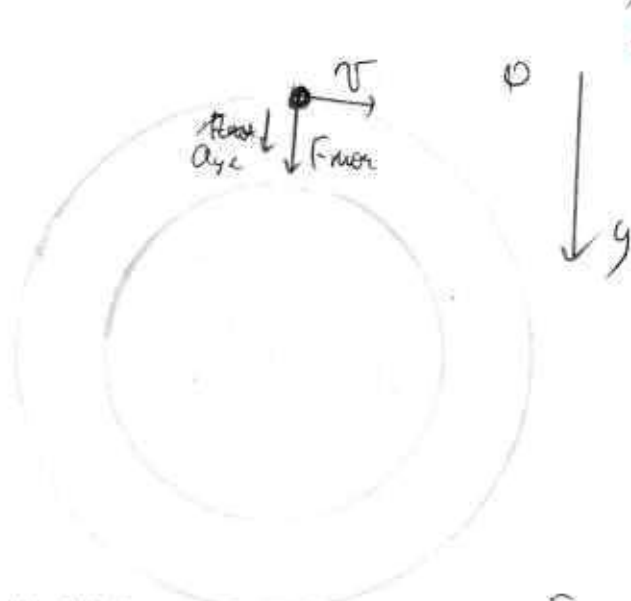
23

$m = 1 \text{ T}$
 $H = 300 \text{ км}$
 $h = 10 \text{ км}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $R = 6400 \text{ км}$

A-?

$$A = -\Delta E_{\text{спутника}}, \text{ где } -\delta E = E_{\text{кон}} - E_{\text{нач}} =$$

$$= (E_{k1} + E_{n1}) - (E_{k2} + E_{n2}) \quad (\Delta)$$



Реш. ур-ие ф-лы для спутника на оу: $F_{\text{центр}} = m a_{\text{ц.с.}}$

$$G \frac{Mm}{R_0^2} = \frac{mv^2}{R_0} \Rightarrow v^2 = G \frac{M}{R_0}, \text{ тогда для 1-го слоя:}$$

$$v_1^2 = G \frac{M}{R+H} \Rightarrow E_{k1} = G \frac{Mm}{2(R+H)} \text{ где } GM = gR^2, \text{ т.е. } E_{k1} = \frac{gR^2 m}{2(H+h)}$$

Аналогично $E_{k2} = \frac{gR^2 m}{2(R+H-h)}$

Затем потенциалы энергии ур-е взаимодействия тел:

$$E_{n1} = -\frac{gR^2 m}{(R+H)}; E_{n2} = -\frac{gR^2 m}{(R+H-h)}$$

$$\text{И.о. } A = -\frac{gR^2 m}{2(H+R)} + \frac{gR^2 m}{2(H+R-h)} = \frac{gR^2 m}{2} \left(\frac{1}{H+R-h} - \frac{1}{H+R} \right) =$$

$$= \frac{10 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \cdot 1000}{2} \left(-\frac{1}{6,4 \cdot 10^6} + \frac{1}{669 \cdot 10^6} \right) \approx +45,7 \text{ МДж}$$

Ответ: +45,7 МДж.

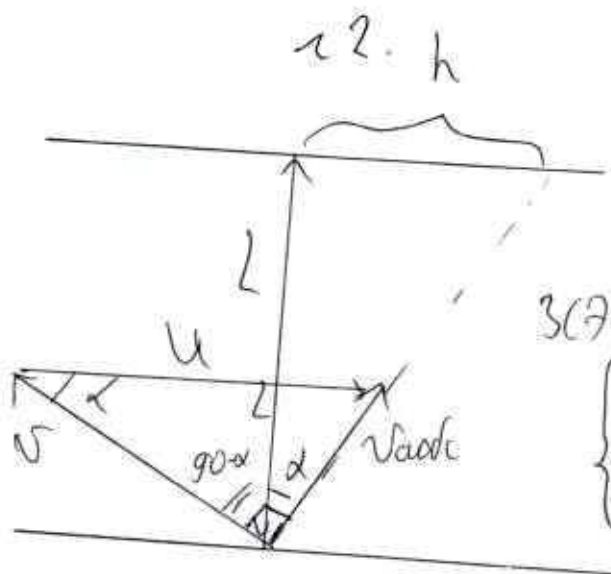


Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР

4 1 2 3 7

$h = 600 \text{ м}$
 $v = 0,8 \text{ км/ч}$
 $u = 1 \text{ км/ч}$
 $L = ?$

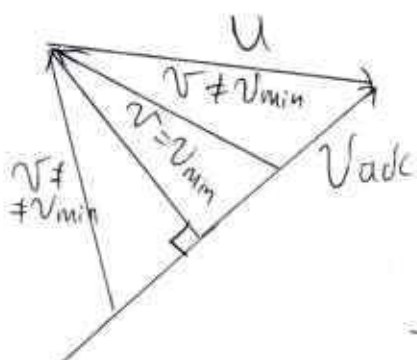


0) Умова $v = v_{\min}$,
 прямо, умова v довшо

$\perp v_{ade}$

3(7) $\vec{v}_{ade} = \vec{v} + \vec{u}$ (см. рисунок)

- Меню - вода
- КСО - вода
- КСО - Земля



1) Мова по П. Пифагора:

$$v_{ade} = \sqrt{u^2 - v^2}$$

Уз s-но с-мери: $\text{ctg} \alpha = \frac{v}{v_{ade}} = \frac{v}{\sqrt{u^2 - v^2}}$

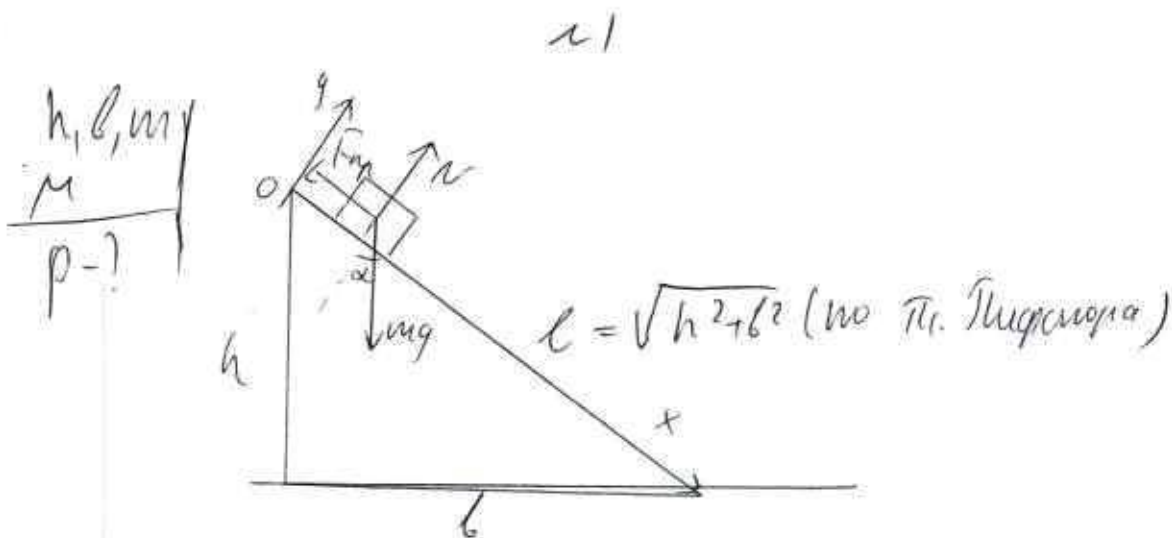
$$= \frac{v}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$

2) Уз s-но рассмотрим

$$L = h \text{ctg} \alpha = \frac{h v}{\sqrt{u^2 - v^2}} = \frac{600 \cdot 0,8}{\sqrt{1 - 0,64}} = 800 \text{ (м)}$$

Ответ: $L = 800 \text{ м}$.

f



1) Выберем-ие гвм для друска:

оx: $mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma$ (1) ρ

оy: $N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \rightarrow$ (1):

$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$; $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

$$a = \frac{g(h - \mu b)}{\sqrt{h^2 + b^2}} \quad (2)$$

2) Из кинематики: $l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{h^2 + b^2}}{g(h - \mu b)}}$

$$= \frac{2\sqrt{h^2 + b^2}}{\sqrt{g(h - \mu b)}}$$

3) По выр-им мощности: $P_{\text{тр}} = \frac{A_{\text{тр}}}{t} = \frac{\mu mg \cos \alpha (g(h - \mu b))}{\sqrt{h^2 + b^2}}$

$P_{\text{тр}} = \vec{F} \vec{v}$

$$= \frac{\mu mg^2 (h - \mu b) \cdot b}{h^2 + b^2} = \frac{\mu mg b \sqrt{g(h - \mu b)}}{\sqrt{2(h^2 + b^2)}}$$

Ответ: $P_{\text{тр}} = \frac{\mu mg b \sqrt{g(h - \mu b)}}{\sqrt{2(h^2 + b^2)}}$