



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!



ШИФР

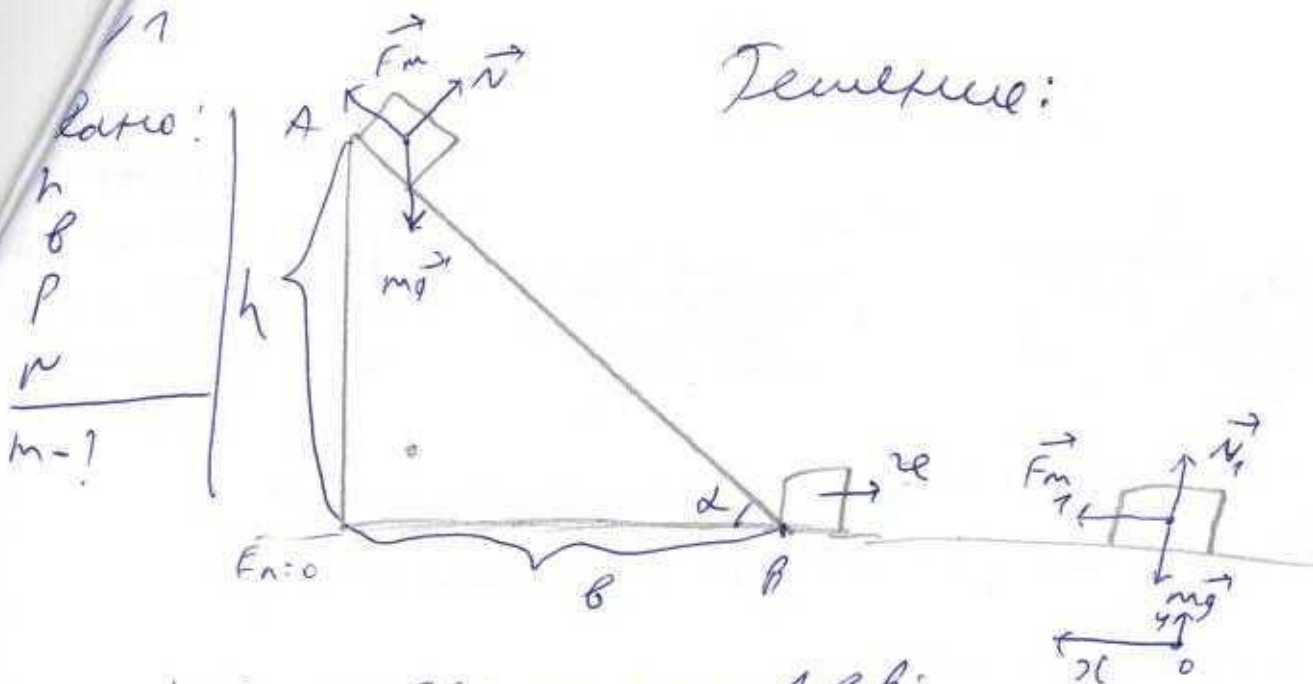
3 5 7 6 3

Класс 10 Вариант 1 Дата Олимпиады _____

Площадка написания МГТУ им. БАУМЕНА, МОСКВА

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ 30		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	5	5	5	5	5	30	тридцать	

2



Решение:

1) 3-ем 3(7) из m и $A \theta \theta$:

$$\mu mg \cos \alpha \sqrt{h^2 + \theta^2} = \frac{mv^2}{2} - \mu \rho h \quad \text{f)}$$

$$\Rightarrow \rho h - \frac{v^2}{2} = \mu g \sqrt{h^2 + \theta^2} \cdot \frac{\theta}{\sqrt{h^2 + \theta^2}} = \mu \rho \theta$$

$$\Rightarrow 2\rho h - v^2 = 2\mu \rho \theta$$

$$\Rightarrow v^2 = 2g(h - \mu \theta) \quad \text{f)}$$

2) 3-ем дим-е уравнение для движения по наклонной.

ог: $N_1 = mg$; $\Rightarrow F_{m1} = \mu N_1 = \mu mg$

$$\Rightarrow P = F_{\text{тр}} \Rightarrow P = \mu m g v \Rightarrow m = \frac{P}{\mu g v} \quad \text{f)}$$

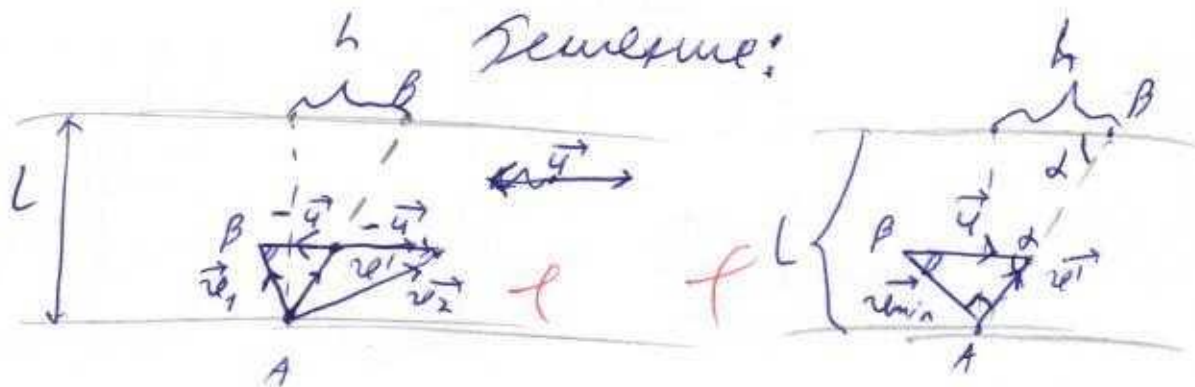
3) Подг-м (1) в (2): $m = \frac{P}{\mu g \sqrt{2g(h - \mu \theta)}}$

ответ: $m = \frac{P}{\mu g \sqrt{2g(h - \mu \theta)}}$ f)

2

дано:
 $h = 400 \text{ м}$
 $h = 300 \text{ м}$
 $u = 2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

 $v_{\text{min}} = ?$



1) Определим наим-е пер-я дна v_{min} :
 Из рисунка $\Rightarrow v_2 > v_1 \Rightarrow$ перемещим ~~вправо~~.

2) З-ем обратную ф-лу для v_1 по т-е кос-в:

$$v^2 = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos \beta$$

$$\Rightarrow v_1^2 - 2u \cos \beta v_1 + (u^2 - v^2) = 0 - \text{кв. д. зов-м}$$

$$\Rightarrow v_1 = \text{min, при } \beta = 0 \Rightarrow \beta = 4u^2 \cos^2 \beta - 4u^2 + 4v^2 = 0$$

$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{4^2 - v^2}}{4} \Rightarrow \text{можно сделать вывод, что}$$

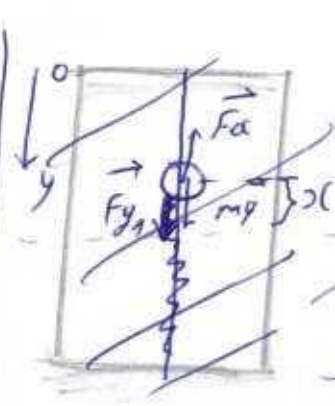
$$\text{угол } \angle(\vec{v}_{\text{min}}, \vec{v}^{\uparrow}) = 90^\circ, \text{ где } v_{\text{min}} = \sqrt{4^2 - v^2}$$

$$\Rightarrow 3) \sin \alpha = \frac{L}{\sqrt{L^2 + h^2}} = \frac{v_{\text{min}}}{4} \Rightarrow \boxed{v_{\text{min}} = \frac{4L}{\sqrt{L^2 + h^2}}}$$

$$v_{\text{min}} = \frac{2 \cdot 400}{\sqrt{(400)^2 + (300)^2}} = 1,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$\text{Ответ: } v_{\text{min}} = 1,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Дано:
 $m = \frac{2}{3}\rho$
 $\rho_{mc} = \rho$
 K
 0
 $h - ?$



Решение:



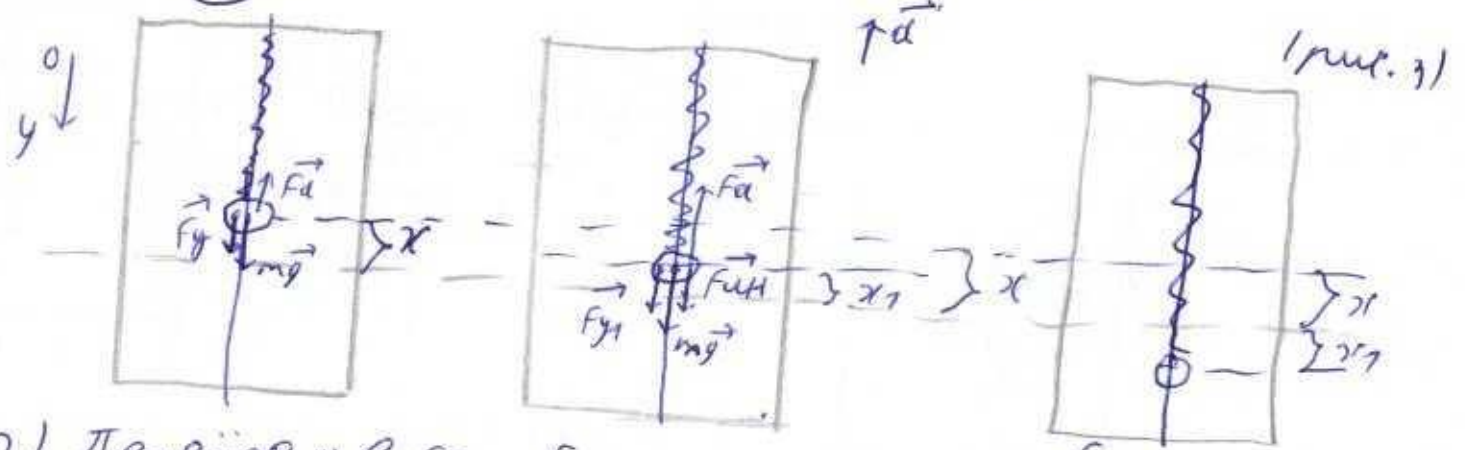
$\downarrow y$
уровень центра - \bar{y}
пружина

1) 3-им условиям -е упр-ие на Oy для макс.

баланса сил: $m \cdot a_c. \rho_m < \rho_{mc} \Rightarrow \vec{F}_y \uparrow \uparrow \vec{m}g \Rightarrow$

$\Rightarrow Oy: \cancel{mg} + kx + \frac{2}{3}\rho gV = \rho gV \Rightarrow kx = \frac{\rho gV}{3}$

$x = \frac{\rho gV}{3k} > 0 \Rightarrow$ выше центра - \bar{y} пружина



2) Переидем в O точка \Rightarrow на ш-ик будем g -то $4-я$

сила инерции. Запишем уравнение упр-ие на Oy :

$\rho gV = \frac{2}{3}\rho gV + \frac{2}{3}\rho gVd + kx_1 \Rightarrow kx_1 = \rho gV - \frac{2}{3}\rho gVd$

$\Rightarrow kx_1 = \frac{\rho gV}{3}(3-d) \Rightarrow x_1 = \frac{\rho gV}{3k}(3-d) \Rightarrow$ можно сделать

упр-ие на d ; при $d < \frac{3}{2} \Rightarrow x_1 > 0$ и при $d > \frac{3}{2} \Rightarrow x_1 < 0$

м.р. если $d > \frac{3}{2} \Rightarrow x_1 < 0$ и \bar{y} уровень центра - \bar{y} пружины.

\Rightarrow будет рис. 3, $mg \vec{F}_{y2} \uparrow \uparrow \vec{F}_{y1}$

1) при $d > \frac{g}{2} \Rightarrow \Delta x = x_1 + x_2 \Rightarrow \Delta x = \frac{\rho V}{3k} |g - 2d + g| =$
 $= \frac{2\rho V(g-d)}{3k} \Rightarrow$ при $d > g \Rightarrow x_1 > x_2 \Rightarrow \Delta x$ покаяя пер.

$\Rightarrow \Delta x = \frac{2\rho V |g-d|}{3k}$

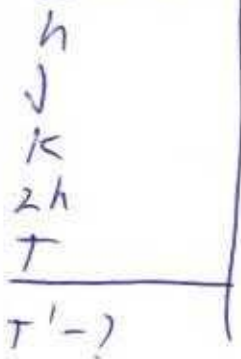


2) при $d < \frac{g}{2} \Rightarrow \Delta x = x - x_2 \Rightarrow \frac{\rho V}{3k} |g - g + 2d| = \frac{2\rho V d}{3k}$

Ответ:
 при $d > \frac{g}{2} \Rightarrow \Delta x = \frac{2\rho V |g-d|}{3k}$ сместится вверх
 при $d < \frac{g}{2} \Rightarrow \Delta x = \frac{2\rho V d}{3k}$ сместится вверх

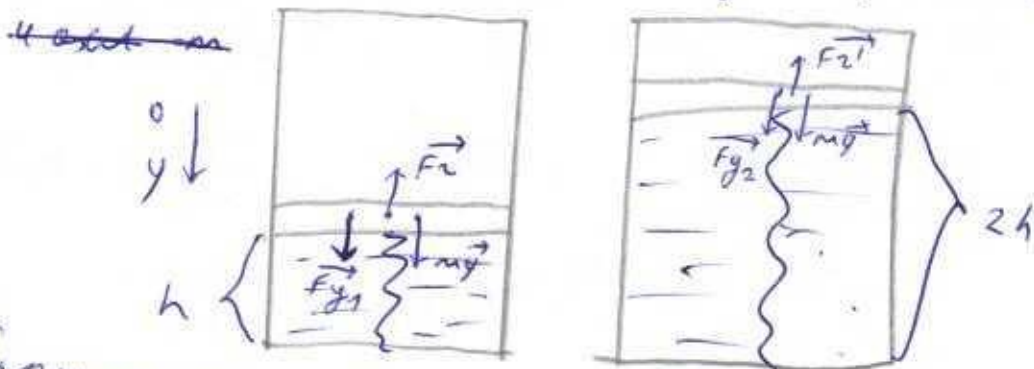
5

Вариант:



Температура:

1) Тасм. и случай, если газ нагреватом $\Rightarrow T - T'$



Температура газа и температура газа по уравнению состояния:

по y : $mg + kh = p_2 S$, где по y -уто Менделеева \Rightarrow :

$p_2 S h = \frac{\nu R T}{1} \Rightarrow p_2 S = \frac{\nu R T}{h} \Rightarrow mg = \frac{\nu R T}{h} - kh$ (1)

2) 3-ем газам и y -уто и y -уто Менделеева для кон. и-я:

$mg + k \cdot 2h = p_1' S$, где $p_1' S h \cdot 2 = \frac{\nu R T'}{1} \Rightarrow p_1' S = \frac{\nu R T'}{2h}$

$\Rightarrow mg + 2kh = \frac{\nu R T'}{2h} \neq 1$

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

3	5	7	6	3
---	---	---	---	---

$$\text{из } v/c(2) \Rightarrow \frac{\sqrt{RT'}}{2h} \approx 2kh = \frac{\sqrt{RT}}{h} - kh$$

$$\Rightarrow \boxed{T' = 2 \left(T + \frac{kh^2}{JR} \right)} \Rightarrow \frac{\sqrt{RT'}}{2h} = \frac{\sqrt{RT}}{h} + kh$$

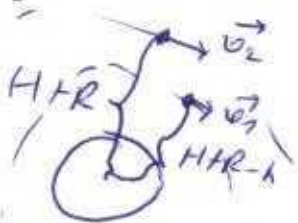
Ответ: $T' = 2 \left(T + \frac{kh^2}{JR} \right)$

✓ 3

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 500 \text{ кг} \\ H &= 200 \text{ км} \\ h &= 10 \text{ км} \\ R &= 6400 \text{ км} \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ a &= ? \end{aligned}$$

Решение:



1) Измерение вел-ва
момента будет равно
измерению термич ур-во
взаим-ия:

$$a = E_0 - E_k \quad \uparrow$$

$$\text{где } GM_3 = gR_3^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_c = - \frac{GM_3 m}{H+R-h}$$

$$\Rightarrow E_k = - \frac{gR_3^2 m}{H+R-h}$$

$$E_0 = - \frac{gR_3^2 m}{H+R}$$

$$\Rightarrow a = \frac{gR_3^2 m}{H-h+R} - \frac{gR_3^2 m}{H+R} = \boxed{gR_3^2 m \left(\frac{1}{H-h+R} - \frac{1}{H+R} \right)} =$$

$$= 10 \cdot (6400)^2 \cdot (1000)^2 \cdot 500 \left(\frac{1}{6400 \cdot 1000 + 200 \cdot 1000 - 10 \cdot 1000} - \frac{1}{6400 + 200 - 1000} \right) =$$

$$= 44 \text{ МДжс} = 44 \cdot 10^6 \text{ Джс}$$

Ответ: $a = 44 \cdot 10^6 \text{ Джс}$

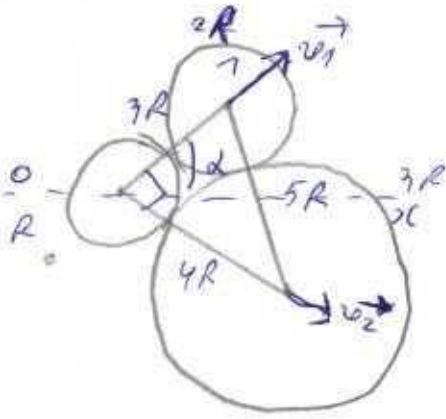
ШИФР

3	5	7	6	3
---	---	---	---	---

56

Решение:

Р
2R
3R
v₀
α = arctg $\frac{4}{3}$
ΔU = ?
v₁ = ?



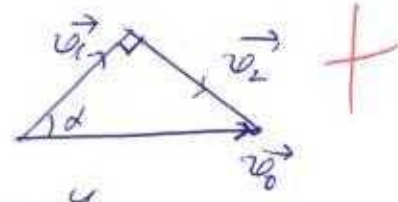
Решение:

- 1) По условию - ч. см. е
⇒ ∠(3R; 4R) = 90°
н.к. 3² + 4² = 5²
- 2) В ходе см. -ия шар 1
преобразуется в к-т. в. движ.

Система дей-ия сил на шар, акт. нос 3-м шаром ⇒
⇒ шар см. -м упр. α с ОИ.

3) 3-ий шар в век-н виде:

⇒ см. с-а $m\vec{v}_0 = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$
 $\vec{v}_0 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$



Косинусей ⇒ tg α = $\frac{4}{3} = \frac{v_2}{v_1}$ ⇒ v₂ = $\frac{4}{3}v_1$

⇒ сум-н. Т.м.ф-а: $v_0^2 = v_1^2 + \frac{16v_1^2}{9} = \frac{25}{9}v_1^2$

⇒ $v_0 = \frac{5}{3}v_1$ ⇒ $v_1 = \frac{3}{5}v_0$ ⇒ $v_2 = \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{5}v_0 = \frac{4}{5}v_0$

4) Закон сохранения энергии:

~~$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_1 v_2^2}{2} + Q'$~~
⇒ $Q' = \frac{m}{2} (v_0^2 - \frac{9v_0^2}{25} - \frac{16v_0^2}{25}) = \frac{m}{2} (\frac{225v_0^2 - 90v_0^2 - 160v_0^2}{225}) = \frac{-119m v_0^2}{450}$

5) м.в. тем-н шаров сг-ые и массы шаров ⇒ $Q_1 = Q_2 = \frac{Q'}{2}$

⇒ ΔU = $\frac{Q'}{2} = \frac{-119m v_0^2}{900}$ Ответ: $v_1 = \frac{3}{5}v_0$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

3	5	7	6	3
---	---	---	---	---

1) З-тик, что удар упругий \Rightarrow 317 вел-я $\Rightarrow a=0$
 $\Rightarrow \Delta\mathcal{U}=0$

Ответ: $\Delta\mathcal{U}=0$

$$v_1 = \frac{4v_0}{5}$$

f