ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(ab)c = a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 |

Класс 10 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 03.02.2019

Площадка написания МГТУ им. Н. Э. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ 23 Цифрой	Прописью	Подпись
Оценка	5	1	5	5	5	2	23	двадцать три	

№2

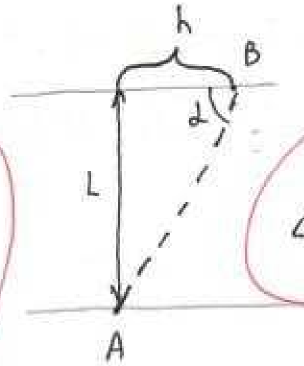
Дано:

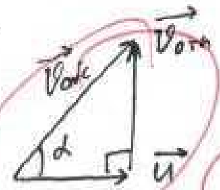
$L = 400\,м = 0{,}4\,км$

$h = 300\,м = 0{,}3\,км$

$u = 2\,\frac{км}{ч}$

$v_{отн} - ?$





$\vec{v}_{абс} = \vec{u} + \vec{v}_{отн}$

?

$v_{отн} = ?$ —

$$\begin{cases} tg\,\alpha = \frac{v_{отн}}{u} \\ tg\,\alpha = \frac{L}{h} \end{cases} \qquad v_{отн} = \frac{L}{h}\cdot u = \frac{0{,}4}{0{,}3}\cdot 2 = 2{,}67$$

Ответ: $v_{отн} = 2{,}67\,\frac{км}{ч}$

№3

Дано:

$m = 500\,кг$

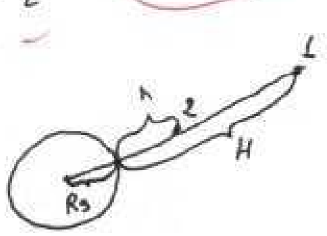
$H = 200\,км$

$h = 10\,км$

$g = 10\,\frac{м}{с^2}$

$R_з = 6400\,км$

$Q - ?$



M - масса Зем

$$\begin{cases} F_{тяжести} = G\frac{mM}{R_з^2} \\ F_{тяжести} = mg \end{cases} \Rightarrow G\frac{mM}{R_з^2} = mg \qquad GM = gR_з^2 \quad +$$

$$\begin{cases} Q = \Delta E_п \\ \Delta E_п = E_{п2} - E_{п1} \\ E_{п2} = -G\frac{mM}{R_з + h} \\ E_{п1} = -G\frac{mM}{R_з + H} \end{cases} +$$

$$Q = \Delta E_п = -G\frac{mM}{R_з + h} + G\frac{mM}{R_з + H} =$$

$$= GMm\left(\frac{1}{R_з + H} - \frac{1}{R_з + h}\right) =$$

$$= gR_з^2 m\left(\frac{1}{R_з + H} - \frac{1}{R_з + h}\right) =$$

$$= 10\cdot 6400^2\cdot 500\left(\frac{1}{6400 + 200} - \frac{1}{6400 + 10}\right) = -919774{,}97\,Дж$$

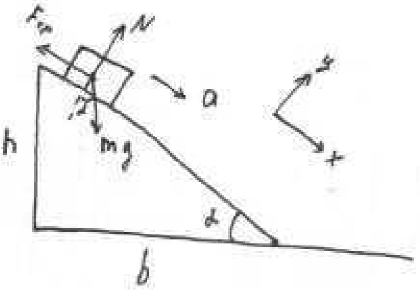
число?!

Ответ: в результате взаимодействия спутника с атмосферой выделится 919774,97 Дж тепла.

ТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 |



Дано: h, b, P, μ

Найти: m - ?

Решение:

1) $\begin{cases} x: \ ma = mg\sin\alpha - F_{тр} \\ y: \ N = mg\cos\alpha \\ F_{тр} = \mu N \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} ma = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha \\ a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) \end{array}$

$v_к^2 - v_0^2 = 2aS$, а т.к. $v_0 = 0$ =>

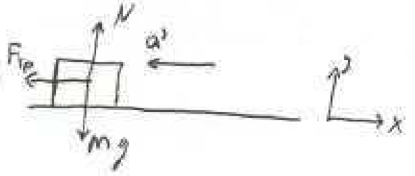
=> $v_к = \sqrt{2aS}$, где $S = \sqrt{h^2+b^2}$ =>

=> $v_к = \sqrt{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)\cdot\sqrt{h^2+b^2}}$, где

$\sin\alpha = \frac{h}{S}$

$\cos\alpha = \frac{b}{S}$

$v_к = \sqrt{2gS\frac{h}{S} - 2gS\mu\frac{b}{S}} = \sqrt{2g(h-\mu b)}$

2) 

$\begin{cases} x: \ ma' = F_{тр} \\ y: \ N = mg \\ F_{тр} = \mu N \end{cases} \Rightarrow a' = \mu g$

$v_к' = v_0' - a't$, где $v_к' = 0$, а $v_0' = v_к$ =>

$t = \frac{v_0'}{a'} = \frac{\sqrt{2g(h-\mu b)}}{\mu g}$.

$P = \frac{A_{F_{тр}}}{t}$ => $A_{F_{тр}} = P\cdot t = \frac{P\sqrt{2g(h-\mu b)}}{\mu g}$

$P = \vec{F}\vec{v}$

3) З-н сохранения энергии: $mgh = \frac{mv_к^2}{2} + A_{F_{тр}}$

$m\left(\frac{v_к^2}{2} - gh\right) = -A_{F_{тр}}$ => $m\left(\frac{v_к^2 - 2gh}{2}\right) = -A_{F_{тр}}$

$m = \frac{-2A_{F_{тр}}}{v_к^2 - 2gh} =$

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

Ответ: $m = \frac{P\sqrt{2g(h-\mu b)}}{g^2\mu^2 b}$

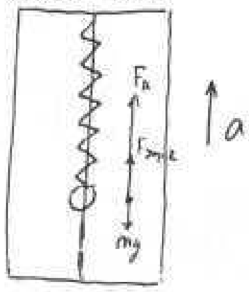
...ТРАСЛЕВАЯ
...ОЛИМПИАДА
...ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 |

Нач. сост.:

Конеч. сост.:



Дано:
$\rho;\ V;\ \rho_{шар} = \frac{2}{3}\rho;\ k;\ a$

Найти: h - ?

Решение.

~~Условие равновесия: $F_A + F_{упр} = mg$~~ $m = \rho_{шар} V = \frac{2}{3}\rho V$

Нач. сост.: $mg = F_A + F_{упр1}$

$$\frac{2}{3}\rho V g = \rho g V + F_{упр1}$$

Конеч. сост.: $ma = F_A + F_{упр2} - mg$

$$\frac{2}{3}\rho V(a+g) = \rho g V + F_{упр2}.$$

Допустим, что пружина растянута => она стремится сжаться => => $F_{упр}$ направлена перпендикулярно вверх. За длину пружины в состоянии покоя возьмем x, ~~тогда $F_{упр1}$~~ за длину пружины в нач. сост. − l, тогда длина пружины в конеч. состоянии − $l+h$ => $F_{упр1} = k\cdot(l-x)$; $F_{упр2} = k(l+h-$

$$\begin{cases} \frac{2}{3}\rho V g = \rho g V + k(l-x) \\ \frac{2}{3}\rho V g + \frac{2}{3}\rho V a = \rho g V + k(l-x) + kh \end{cases}$$

$$\frac{2}{3}\rho V a = kh$$

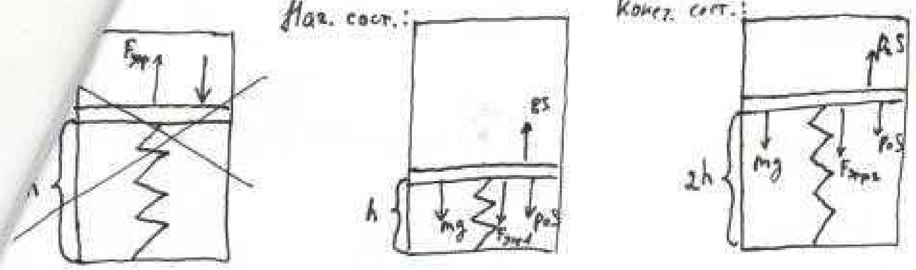
$$h = \frac{2\rho V a}{3k}$$ => $h > 0$ => шарик сместится вниз на расстояние h.

Ответ: вниз, $h = \frac{2\rho V a}{3k}$

ТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 |



Дано: $h, \nu, k, T, 2h$

Найти: T' - ?

…ние:

Допустим, что пружина растянута => она стремится сжаться => $F_{упр}$ направлена перпендикулярно вниз. За нормальную длину (в состоянии покоя) пружины возьмем x, тогда $F_{упр1} = k(h-x)$, $F_{упр2} = k(2h-x)$.

1) Условие равновесия поршня:

Нач. сост.: $p_1 S = mg + k(h-x) + p_0 S$

Конеч. сост.: $p_2 S = mg + k(2h-x) + p_0 S$

$\ominus$ => $\underline{S(p_2 - p_1) = kh}$

2) Уравнение состояния: $(V_1 = hS,\ V_2 = 2hS)$

Нач.: $p_1 V_1 = \nu RT$

Конеч.: $p_2 V_2 = \nu RT'$

$\begin{cases} p_1 hS = \nu RT \\ p_2 \cdot 2hS = \nu RT' \end{cases}$ => $\underline{p_1 S = \frac{\nu RT}{h}}$

$\begin{cases} p_2 S - p_1 S = kh \\ p_1 S = \frac{\nu RT}{h} \\ 2hp_2 S = \nu RT' \end{cases}$

$\begin{cases} p_2 S = kh + p_1 S = kh + \frac{\nu RT}{h} \\ 2hp_2 S = \nu RT' \end{cases}$

$2h\left(kh + \frac{\nu RT}{h}\right) = \nu RT'$

$2h^2 k + 2\nu RT = \nu RT'$

$T' = \frac{2(h^2 k + \nu RT)}{\nu R}$

+

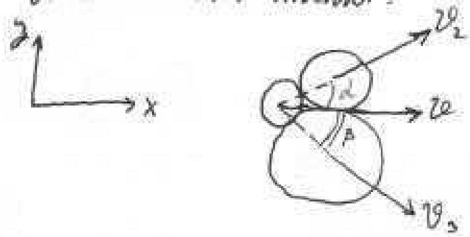
Ответ: $T' = \frac{2(h^2 k + \nu RT)}{\nu R}$

ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 |

Момент столкновения:



Дано:

~~R1R2R3~~

$R_1 = R$; $R_2 = 2R$; $R_3 = 3R$

$m_1 = m_2 = m_3 = m$

v; $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{4}{3}$

Найти: ΔU_3 - ?

v_2 - ?

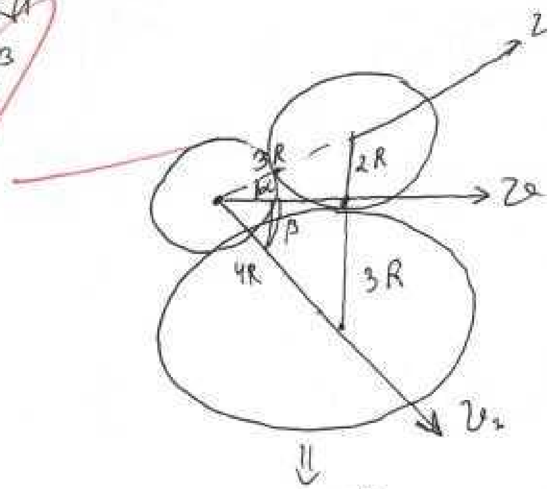
Решение:

З-н сохранения импульса: $m\vec{v} = m\vec{v_2} + m\vec{v_3}$ ~~+ mU~~

$x: mv = mv_2 \cdot \cos\alpha + mv_3 \cdot \cos\beta$

$y: mv_2 \sin\alpha = mv_3 \sin\beta$

$\Delta U_3 = \frac{mv_3^2}{2}$



⇓

$\sin\alpha = \frac{2R}{3R} = \frac{2}{3}$

~~$\cos\alpha$~~

$\sin\beta = \frac{3R}{4R} = \frac{3}{4}$