Вариант задания 2 Лист работы 1 из 2

№3

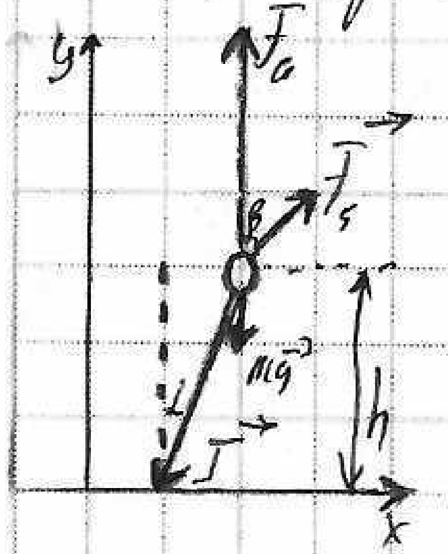
Тепл. м-ть Нагревателей $P_{об} = nP = nUI = \frac{nU^2}{R}$; смесь получает $\frac{\eta n U^2}{R}$ (η - КПД)

Пусть за $\tau = 1$ мин $= 60$с смесь изм-т температуру на $\Delta t = 0,5°C$

Тогда пол-с за минуту тепло р-но $(C_m + m_{xa} c_{xa})\Delta t$; с друг. стор. $P_{об}\cdot\tau$

Тогда $(C_м + m_{xa}\cdot c_{xa})\Delta t = \frac{\eta n U^2 \tau}{R} \Rightarrow C_m = \frac{\eta n U^2 \tau}{R\Delta t} - m_{xa} c_{xa}$; $C_м = 3969600 \frac{Дж}{К}$

№6 (Ситуационная задача)



По II з. Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F_a} + m\vec{g} + \vec{F_s} + \vec{T}$

O_x: $F_s \sin\beta - T\sin\alpha = 0$ (1)

O_y: $F_a - mg + F_s \cos\beta - T\cos\alpha = 0$ (2)

$R = \frac{d}{2} = 1,5$ м

$F_a = \rho_в V_ш g = \frac{4\rho_в R^3 \pi}{3} g$

$F_a \approx 163$ Н; $mg = 10$ Н

Т.к. $\sin\beta = \cos\beta$, м-но вычесть из (1) (2):

$-T\sin\alpha - \underbrace{\rho_в V_ш g}_{F_a} + mg + T\cos\alpha = 0$

$T = \frac{F_a - mg}{\cos\alpha - \sin\alpha} = 112$ Н; $F_s = \frac{S C_x \rho v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 F_s}{\rho S C_x}}$; $S = \pi R^2$

$F_s = \frac{T\sin\alpha}{\sin\beta} = 54$ Н $\Rightarrow v \approx 5 \frac{м}{с}$

~~Если ветер стихнет, шар держится вниз по напр. троса, т.к. $F_{ay} < F_s + mg$~~

Т.к. F_s под 45°, то равн-я ост. х сил под 45° вниз налево $\Rightarrow$ денется под 45° вниз

Далее взлетит на высоту, р-ю длине троса, р-ю $\frac{h}{\cos\alpha} \approx 100$ м

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

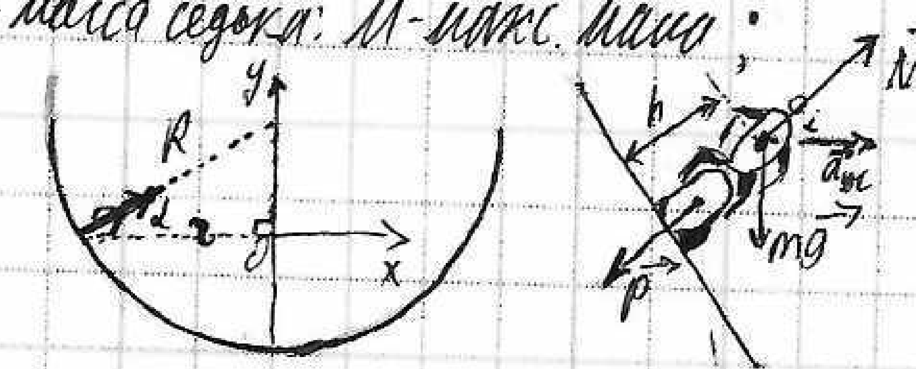
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 2

Лист работы 2 из 2

N 1

m - масса седока; M - макс. масса; R - радиус полусферы; h - от сферы до ц.м. седока



$a_{цс} = \frac{V_{max}^2}{r} = \frac{V_{max}^2}{(R-h)\cos\alpha}$

Пусть $P = P_{max} = Mg \Rightarrow N$ (по III з. Ньютона) $= Mg$

По II з. Ньютона $m\cdot\vec{a}_{цс} = m\vec{g} + \vec{N}$

O_x: $ma_{цс} = N\cos\alpha$

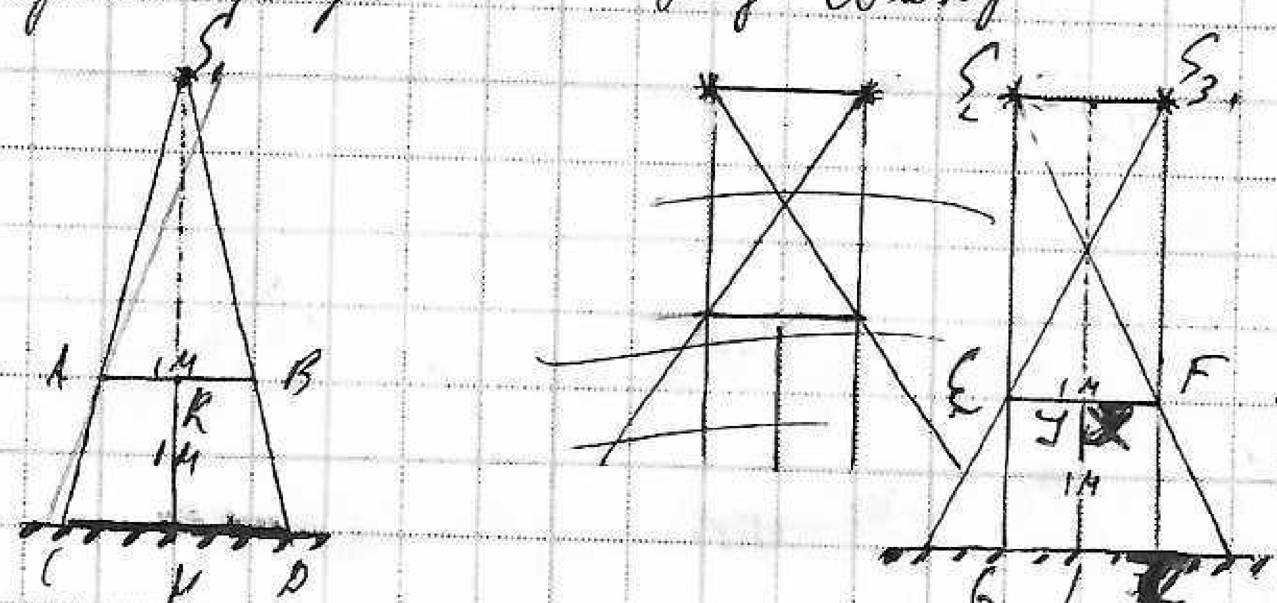
O_y: $0 = N\sin\alpha - mg \Rightarrow Mg\sin\alpha = mg \Rightarrow \sin\alpha = \frac{m}{M} \Rightarrow \sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{m^2}{M^2}}$

Из Ox: $a_{цс} = \frac{Mg\cos\alpha}{m} = \frac{V_{max}^2}{(R-h)\cos\alpha} \Rightarrow V_{max} = \sqrt{\frac{Mg(R-h)}{m}}\cdot\sqrt{1 - \frac{m^2}{M^2}}$ $V_{max} \approx 17{,}25\ \frac{м}{с} \approx 64\ \frac{км}{ч}$

N 2

вид спереди

вид сбоку



Рассмотрим предельные случаи: вид спереди и вид сбоку

$\triangle ABS \sim_\triangle CDS$ (по 2 ∠) $\Rightarrow$

$\frac{AB}{CD} = \frac{SK}{SH} = \frac{3-1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow CD = 1{,}5AB = 1{,}5м$

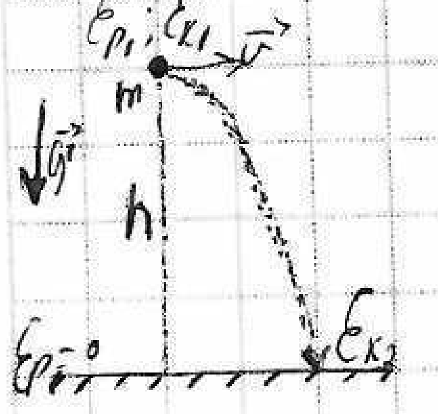
$S_2S_3 = EF$; $S_2S_3 \parallel EF \Rightarrow S_2S_3FE$ - // $\Rightarrow$

т.к. центры на ⊥ перп. к пл-ти пола, S_2GIS_3 - прям-к $\Rightarrow GI = 1м$

Ответ: мин 1м и макс 1,5м

№4

$R_з$ - рад. Земли; $R_к$ - рад. Каллисто и т.д., кроме g: g - Земля; g' - Калл.



ТИ ЗСЭ: $E_{p_1} + E_{k_1} = E_{k_2}$

$$\left.\begin{aligned} &\frac{mv^2}{2} + mg'h = E_{k_2} \\ &\text{т.к. } V \text{ гориз-на, } h = \frac{g'\tau^2}{2} \end{aligned}\right\} \frac{mv^2}{2} + \frac{mg'^2\tau^2}{2} = E_{k_2} \Rightarrow$$

$$g' = \sqrt{\frac{2E_{k_2} - mv^2}{m\tau^2}}$$

$$\rho = \frac{M}{\cancel{V}} = \frac{3M}{4\pi R^3}$$

С другой стороны, $g' = \frac{GM_к}{R_к^2} = \frac{3G\rho_к}{4\pi}R_к = \frac{3G\rho_к \cdot R_з}{4\pi \cdot 2,6} \Rightarrow$ $\cancel{\rho_к = \frac{2,6\sqrt{\frac{2E_{k_2} - mv^2}{m\tau^2}}}{G R_з}}$

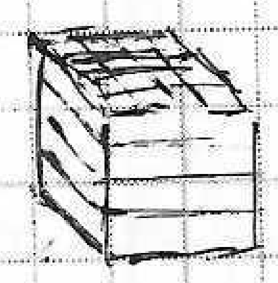
~~Если считать $R_з$ неизвестным, его можно найти~~

$$\frac{g'}{g} = \frac{3\cdot 4\pi G \rho_к \cdot R_к}{3\cdot 4\pi \cancel{G} \rho_з R_з} \Rightarrow \frac{\rho_к}{\rho_з} = \frac{2,6\sqrt{\frac{2E_{k_2} - mv^2}{m\tau^2}}}{g} = \frac{1}{3}$$

Ответ: в 3 раза меньше

№5

$m = \frac{M}{n} \approx 2,8$ г - масса 1 кубика; сторона - a



Пусть самое короткое ребро вертикально (для удобства описания),

тогда в коробке 4 „плоскости" „среза" и т.д. по $\frac{240}{4} = 60$ кубиков

$60 = 2^2 \cdot 3 \cdot 5 \Rightarrow$ есть 6 случаев раскладки кубиков в пл-ти (сначала меньш. стор)

$1 \cdot 60$ - $1 < 4 \Rightarrow 4$ - не мин - ✗

$2 \cdot 30$ - по аналог - ✗

$3 \cdot 20$ - по аналог - ✗

$4 \cdot 15$ - $a = \frac{15 см}{15} = 1 см \Rightarrow \rho = 2,8 \frac{г}{см^3} > 1 \Rightarrow$ тонет $\Rightarrow$ ✗

$5 \cdot 12$ - $a = \frac{15 см}{12} = 1,25 см \Rightarrow \rho = \frac{2,8 г}{1,25^3 см^3} = 1,4 \frac{г}{см^3} > 1 \Rightarrow$ тонет - ✗

$6 \cdot 10$ - $a = \frac{15 см}{10} = 1,5 см \Rightarrow \rho = \frac{2,8 г}{1,5^3 см^3} \approx 0,83 \frac{г}{см^3} < 1 \Rightarrow$ плавает

больше раскладок нет $\Rightarrow 830 \frac{кг}{м^3}$ - ед. ответ

Ответ: $0,83 \frac{г}{см^3}$ или $830 \frac{кг}{м^3}$