Задача 1. лист 1 из 7

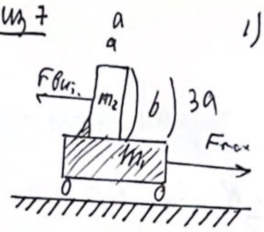
Дано: $m_1 = 3$ кг

$\frac{a}{b} = \frac{1}{3}$

$F_{max} = 30$ Н

$m_2 - ?$

$g = 9,81$ м/с^2



$\frac{a}{b} = \frac{1}{3}$

$\Rightarrow 3a = b$

1) $F_{вып.}$ - выталкивает $\boxed{m_2}$

2) По II Закону Ньютона:

$$\boxed{m\bar{a} = \bar{F}}$$

$$(m_1 + m_2)a = F_{max}$$

$$a = \frac{F_{max}}{m_1 + m_2}$$

Тогда

3) Для $\boxed{m_2}$ $m_2 \cdot a = F_{выт} \Rightarrow F_{вып} = m_2 \cdot a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F_{max}$.

4) По правилу моментов: $F_{выт} \cdot 1,5a = m_2 g \cdot 0,5a \quad |:a$

$$F_{вып} \cdot 1,5 = m_2 g \cdot 0,5 \quad |\cdot 2$$

$$3 F_{вып} = m_2 g$$

$$\frac{3 m_2 F_{max}}{m_1 + m_2} = m_2 g \quad |:m_2$$

$$\frac{3 F_{max}}{m_1 + m_2} = \cancel{m_2} g$$

$$m_1 + m_2 = \frac{3 F_{max}}{g}$$

$$m_2 = \frac{3 F_{max}}{g} - m_1$$

$m_2 = \frac{3 \cdot 30}{9,81} - 3 \approx 6,17$ ~~$m_2 = \frac{3 \cdot 30 Н}{9,81 м/с^2} - 3 кг =$~~

≈ 6 (кг)

Ответ: 6 кг

Задача 2

Дано: O_2

$C_V = 2{,}5R$

На сколько % ↑ C_1

$\left(\frac{C_2}{C_1} - 1\right) \cdot 100\%$?

1) Кислород двухатомный газ $\Rightarrow i = 5$

$C_V = \frac{i}{2}R = 2{,}5R$

2) $Q = \Delta U + A$, $A = 0$ т.к. V-const

$\nu C_V \cdot \Delta T = \frac{i}{2}\nu R \cdot \Delta T$

$C_V = \frac{i}{2}R$

$\Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta t}$

3) Если газ одноатомный т.е. $i = 3$, то $C_V = \frac{3}{2}R$

4) $C = C_V \cdot \nu \Rightarrow C_1 = C_{V_1} \cdot \nu_1$

$C_2 = C_{V_2} \cdot \nu_2$ | $\nu_2 = 2\nu_1$

т.е. $C_2 = \frac{3}{2}R \cdot 2\nu_1$ $\Rightarrow$ Тогда $\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{3}{2}R \cdot 2\nu_1}{\frac{5}{3}R \cdot \nu_1} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 2}{\frac{5}{2}} = \frac{6}{5} = 1{,}2$

а $C_1 = \frac{5}{3}R \cdot \nu_1$

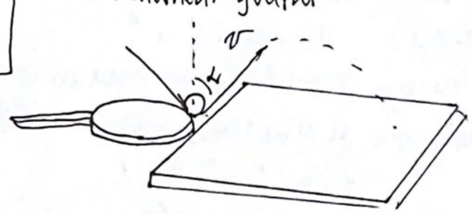
Т.о. ↑ на $(1{,}2 - 1) \cdot 100\% = 20\%$

Ответ: на 20%.

Задача 3.

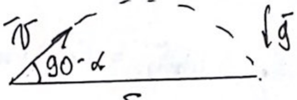
Дано:
v
α
u - ?

1) Если бы ракетка была неподвижна в момент удара:



Т.К. удар абсолют. упругий $\Rightarrow$ оттолкнется под углом α к вертикали и со скоростью $\vec{v}$.

Тогда можно рассмотреть движение, как бросок под углом.



По горизонтали:

$x = x_0 + v_x t + \frac{a_x t^2}{2}$

$S = v\cos(90-\alpha)t$

$S = v\sin\alpha\, t$

По верт-ли

$y = y_0 + v_y t + \frac{a_y t^2}{2}$

$0 = 0 + v\sin(90-\alpha)t - \frac{gt^2}{2}$

$v\cos\alpha = \frac{gt}{2}$

$t = \frac{2v\cos\alpha}{g}$

$S = v\sin\alpha \cdot \frac{2v\cos\alpha}{g} = \frac{2v^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$

2) Если бы ракета была подвижной, то к вертикальной составляющей её скорости добавится $u \Rightarrow$ по вер-ли $(v\cos\alpha + u)$

По гориз-ли: $S' = v\sin\alpha\, t$

По вер-ли: $v_y t = \frac{gt^2}{2}$

$t = \frac{2(v\cos\alpha + u)}{g}$

$\Rightarrow S' = \frac{v\sin\alpha \cdot 2(v\cos\alpha + u)}{g}$

3) По усл-ю: $S' = 2S \Rightarrow$

$\frac{\cancel{v\sin\alpha \cdot 2} \cdot (v\cos\alpha + u)}{\cancel{g}} = \frac{2 \cdot \cancel{2v^2\sin\alpha}\cos\alpha}{\cancel{g}}$

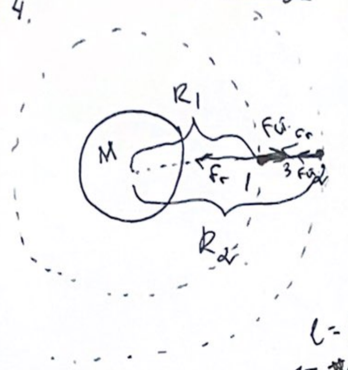
$v\cos\alpha + u = 2v\cos\alpha$

$u = v\cos\alpha$

Ответ: $v\cos\alpha$

Задача 4. лист 4 из 7

Дано:
v_1
v_2
M - ?

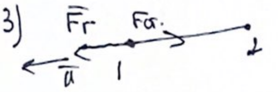


1) Пусть расстояние от центра планеты до $\cdot_1$ R_1, а до $\cdot_2$ R_2
(R_1, R_2 - радиусы орбит, по которым они вращаются) m - масса $\cdot_1$ и $\cdot_2$

2) $1 \overset{3}{—} 2$ всегда остаётся на линии центра ⇒ периоды и угловые скорости $\cdot_1$ и $\cdot_2$ один. (

$l = v \cdot T$
$v = l/T$
$\Rightarrow v = \frac{2\pi R}{T}$

$v_1 = \omega R_1$
$v_2 = \omega R_2$, длина окр-ти $l = 2\pi R$ ⇒
$v_1 = \frac{2\pi R_1}{T} \Rightarrow R_1 = \frac{v_1 T}{2\pi}$
$v_2 = \frac{2\pi R_2}{T} \Rightarrow R_2 = \frac{T v_2}{2\pi}$

3) 

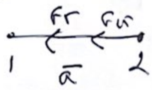
По II Закону Ньютона для $\cdot_1$

$\boxed{m\bar a = \bar F}$

$m\bar a_1 = \bar F_г + \bar F_{ст}$

$\frac{m v_1^2}{R_1} = \frac{GmM}{R_1^2} - F_{ст}$ (1)

для $\cdot 2$:



$m\bar a_2 = \bar F_г + \bar F_{ст}$

$\frac{m v_2^2}{R_2} = \frac{GmM}{R_2^2} + F_{ст}$ (2)

Fст - сила, возникающая из-за того, что $\cdot_1$ и $\cdot_2$ скреплены жест. стержнем.

(1) + (2): $\frac{m v_1^2}{R_1} + \frac{m v_2^2}{R_2} = \frac{GmM}{R_1^2} - F_{ст} + \frac{GmM}{R_2^2} + F_{ст}$ $\mid : m$

$\frac{v_1^2}{R_1} + \frac{v_2^2}{R_2} = GM\left(\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{R_2^2}\right)$ из п. 2: $R_1 = \frac{v_1 T}{2\pi}$; $R_2 = \frac{T v_2}{2\pi}$

$\frac{v_1^2 2\pi}{v_1 T} + \frac{v_2^2 2\pi}{v_2 T} = GM\left(\frac{(2\pi)^2}{(v_1 T)^2} + \left(\frac{2\pi}{v_2 T}\right)^2\right)$ $\mid : 2\pi$

$\frac{v_1 + v_2}{T} = GM \frac{2\pi}{T^2}\left(\frac{1}{v_1^2} + \frac{1}{v_2^2}\right)$ $\mid \cdot T^2$

$(v_1 + v_2) T = GM 2\pi \left(\frac{v_2^2 + v_1^2}{v_1^2 v_2^2}\right)$

$M = \frac{T(v_1 + v_2) v_1^2 v_2^2}{G 2\pi (v_1^2 + v_2^2)}$, где π - число Пи ($\approx 3{,}14$)
G - Гравитационная постоянная.

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²

Ответ: $\frac{T(v_1 + v_2) v_1^2 v_2^2}{2\pi G (v_1^2 + v_2^2)}$

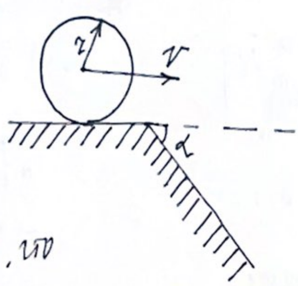
лист 5 из 7

Задача 5.

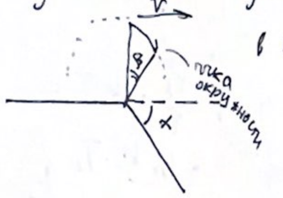
Дано: $\alpha = 30^\circ$

$r = 24$ см $= 0{,}24$ м

V_{min} - ?



Обозначим такой угол β, что



в каждый момент времени

$a_y \le g\cos\beta$

т.е. $\frac{V^2}{r} \le g\cos\beta$

т.е. $V^2 \le g\cos\beta\, r$

По закону сохранения энергии: $\frac{mV^2}{2} + mgh = \frac{mV_0^2}{2} + mgr$

$V^2 + 2gr\cos\beta = V_0^2 + gr\cdot 2$

$V^2 = V_0^2 + 2gr - 2gr\cos\beta$ $\quad V^2 = V_0^2 + 2gr(1-\cos\beta)$

$V_0^2 + 2gr(1-\cos\beta) \le g\cos\beta\cdot r$

$V_0^2 \le 3g\cos\beta\, r - 2gr = gr(3\cos\beta - 2)$

$\cos\alpha$ убывает от 0° до 90°

т.к. у нас угол от 0° до 30° $\Rightarrow$ минимум будет в 30°

Тогда $\cos\beta$ минимален при $\beta = \alpha = 30^\circ$, т.е.

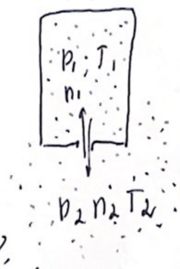
$\Rightarrow$ при $V_0^2 = gr(3\cos\alpha - 2)$

$V_0 = \sqrt{gr(3\cos\alpha - 2)} = \sqrt{9{,}81\,м/с^2 \cdot 0{,}24\,м\,(3\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - 2)} \approx 1{,}19$ м/с

Ответ: 1,19 м/с

Задача №6.

Дано: T, $T_1 > T$
p_1
p - ?



Рассмотрим ситуацию, как два потока: внутрь и наружу. (Т.к. молекулы не ударяются друг о друга) то поток внутрь равен потоку наружу

$\rho_1 = \rho_2 \Rightarrow$ т.о. $n_1 v_1 = n_2 v_2$

$\rho_1 = \rho_2$

$n_1 v_1 = n_2 v_2$

$n_1 \sqrt{\frac{3kT_1}{m}} = n_2 \sqrt{\frac{3kT_2}{m}}$

$n_1 \sqrt{T_1} = n_2 \sqrt{T_2}$

$n = n_1 \sqrt{\frac{T_1}{T}}$

$\boxed{p = nkT}$

$\Rightarrow p = n_1 \sqrt{\frac{T_1}{T}} \cdot k \cdot T =$

$= n_1 k \sqrt{T_1} \cdot \sqrt{T} = n_1 k \cdot T_1 \cdot \sqrt{\frac{T}{T_1}} =$

$= p_1 \sqrt{\frac{T}{T_1}}$

Ответ: $p_1 \sqrt{\frac{T}{T_1}}$

Ситуационная задача

Задача 7.

Дано: $V_б = 201 см^3 = 201\cdot10^3 мм^3$

$d = 0,8$ мм

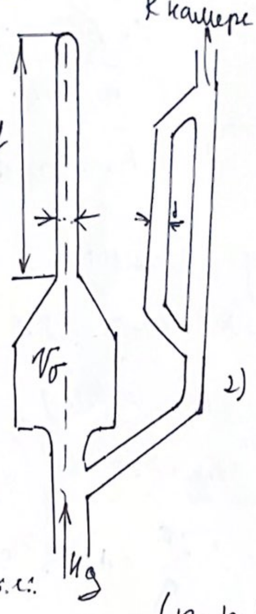
$\rho_{рт} = 13600$ кг/м³

$l = 200$ мм

$p_1 >> p$

$h = 80$ мм

p - ?



$P_h = 80$ мм рт.ст.

1)

$P_1 = P + P_h$

$V_б >> V_k$ ⇒

$V_k = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot l$

$(S = \pi R^2$ ⇒ $V = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 l)$

очень мал ⇒ им можно пренебречь.

2) По следствию из ур-я Менделеева - Клапейрона

$pV = \nu RT$

$$p_1 \frac{\pi d^2}{4} h = p\left(V_б + \frac{\pi d^2}{4} l\right)$$

$$(p + p_h) \frac{\pi d^2}{4} h = p\left(V_б + \frac{\pi d^2}{4} l\right)$$

$$p\left(V_б + \frac{\pi d^2}{4} l - \frac{\pi d^2}{4} h\right) = P_h \frac{\pi d^2}{4} h$$

$$p = \frac{P_h \frac{\pi d^2}{4} h}{V_б + \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{80 \text{ мм рт.ст.} \cdot \frac{3,14\cdot(0,8 мм)^2}{4} \cdot 80 мм}{201\cdot10^3 мм^3}$$

$= 16,08\cdot10^{-3}$ мм рт.ст.

$\Rightarrow 1,16\cdot10^{-3}\cdot13600\cdot9\cdot10^{-2} \approx 2,14$ Па

Ответ: 2,14 Па