Профиль: Физика („Профессор Жуковский")

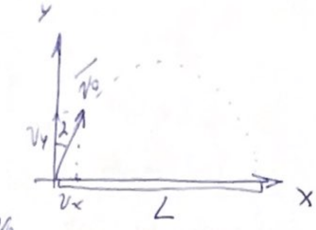
Вариант 5 Класс 10

лист 1 из 5

№3

Дано: v, α

Найти: u



Решение.

Бросок под углом.

$v = v_0$

Без ракеты:
$$\begin{cases} v_x = v_0 \sin\alpha \\ v_y = v_0\cos\alpha - gt \end{cases} \text{ скорость}$$
$$\begin{cases} x = v_x t = v_0 \sin\alpha\, t \\ y = v_y t - \frac{gt^2}{2} = v_0\cos\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \text{ координаты}$$

в конечной точке $v_0\cos\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} = 0$

$t_{полёта} = \frac{2v_0\cos\alpha}{g}$ – время всего полета

$L = v_x \cdot t_{полёта} = v_0\sin\alpha \cdot \frac{2v_0\cos\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

С ракетой:
$$\begin{cases} v_y = v_0\cos\alpha + u - gt \\ v_x = v_0\sin\alpha \end{cases}$$
(еще вертикальная u)

$y = v_0\cos\alpha \cdot t + ut - \frac{gt^2}{2}$

$(v_0\cos\alpha + u)t - \frac{gt^2}{2} = 0$

$t_{пол} = \frac{2(v_0\cos\alpha + u)}{g}$ – время полета

$L_2 = v_x \cdot t_{полёта} = \frac{2(v_0\cos\alpha + u)}{g} \cdot v_0 \sin\alpha$

из условия

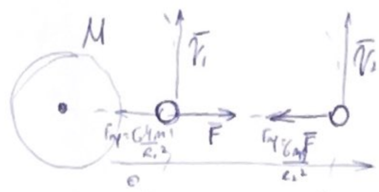
$L_2 = 2L \Rightarrow \frac{v_0\sin\alpha \cdot 2(v_0\cos\alpha + u)}{g} = 2\frac{v_0 \sin 2\alpha}{g}$

$v_0\cos\alpha + u = 2v_0\cos\alpha$

$u = v_0\cos\alpha$ т.е. $u = v\cos\alpha$

Ответ: $\boxed{v\cos\alpha}$

№4



Дано: T, v_1, v_2

Найти: M

Решение:

$v_1 = \omega R_1$; $v_2 = \omega R_2$ $\left(\omega_1 = \omega_2 = \frac{2\Pi}{T}\right)$

$a_1 = \omega^2 R_1$ $a_2 = \omega^2 R_2$

~~[illegible]~~ Ox: $\begin{cases} G\frac{Mm}{R_1^2} = m\omega^2 R_1 + F & (1) \\ G\frac{Mm}{R_2^2} = m\omega^2 R_2 + F & (2) \end{cases}$

(1)+(2):

$$GM\left(\frac{1}{R_1^2}+\frac{1}{R_1^2}\right)=\omega^2(R_1+R_2)$$

т.к. $R_1 = \frac{v_1}{\omega}$; $R_2 = \frac{v_2}{\omega}$ то

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

$$M = \frac{\omega(v_1+v_2)}{G\left(\frac{\omega^2}{v_1^2}+\frac{\omega^2}{v_2^2}\right)}, \quad \omega = \frac{2\Pi}{T}$$

$$M = \frac{T}{2\Pi G}\frac{(v_1+v_2)\cdot v_1^2\cdot v_2^2}{(v_1^2+v_2^2)}$$

Ответ: $\boxed{\frac{T}{2\Pi G}\frac{(v_1+v_2)\,v_1^2\cdot v_2^2}{(v_1^2+v_2^2)}}$

N 7 (Ситуационная задача)

Дано:

$V_б = 201$ см^3

$d = 0{,}8$ мм

$l = 200$ мм

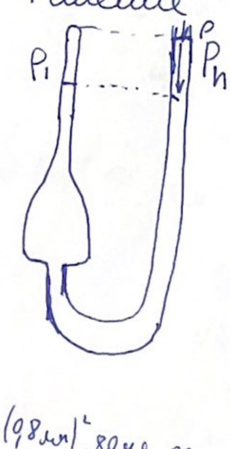
$\rho_р = 13600$ кг/м^3

$p_1 \gg p$

$h = 80$ мм

Найти: p

Решение



$V_к = \Pi R^2 \cdot l = \underbrace{\Pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot l}$ $<\!\!< V_б$

Следствие ур-я Менделеева-Клапейрона при $T = const$ (изотермический процесс)

$$p_1 \underbrace{\frac{\Pi d^2}{4} h}_{V} = p\Big(V_б + \underbrace{\frac{\Pi d^2}{4} l}_{V_к}\Big)$$

$p_1 = p + p_h \Rightarrow$

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

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

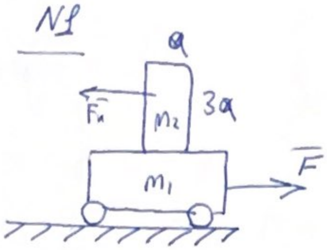
$$p = \frac{p_h\cdot\frac{\Pi d^2}{4}h}{V_б + \underbrace{\frac{\Pi d^2}{4}(l-h)}_{\text{пренебрегаем}}} \approx \frac{\frac{3{,}14\cdot(0{,}8\,мм)^2}{4}\cdot 80\,мм\cdot 80\,мм\ рт\ ст}{201\cdot 10^3\,мм^3} \approx$$

$\approx 16{,}08\cdot 10^{-3}$ мм рт ст $\approx 1{,}61\cdot 10^{-3}\cdot 13600\cdot 9\cdot 10^{-3}$ Па $\approx$

$\approx 2{,}14$ Па

Ответ: $\boxed{2{,}14\text{ Па}}$

N1



Дано: $a:b = 1:5$; $m_1 = 3$ кг, $F = 30$ Н

Найти: m_2

1. $a = \dfrac{F}{m_1+m_2}$ $\quad b = 3a$

$F_п = m_2 \cdot a = \dfrac{m_2}{m_1+m_2} \cdot F$

2. По правилу моментов

$F_п \cdot 1{,}5a = m_2 g \cdot 0{,}5a$

$\dfrac{m_2}{m_1+m_2} F \cdot 3 = m_2 g$

$m_2 + m_1 = \dfrac{3F}{g}$

$m_2 = \dfrac{3F}{g} - m_1 =$

$= \dfrac{90}{10} - 3 \approx 6$ (кг)

Ответ: $\boxed{6\text{ кг}}$

N2

Дано:

$i = 5$ - двухатомный O_2

$i = 3$ - одноатомный

$C_V = 2{,}5R$

Найти: $\dfrac{C_2}{C_1}$ в %

Решение: „диссоциировали на атомы" $\Rightarrow$ газ стал одноатомный ($i = 3$)

① $\underbrace{C_V = \dfrac{iR}{2}}$ - где R - универсальная газовая постоянная

изначально двухатомный $\Rightarrow i = 5$

$C_V = \dfrac{iR}{2} = 2{,}5R$

$Q = C_V \Delta T \Rightarrow C_V = \dfrac{Q}{\Delta T}$

$Q = \Delta U + A$ при изохоре ($V = const$) $A = 0 \Rightarrow$

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

$\underbrace{C_V = \dfrac{i}{2} R}$

② т.е. для одноатомного

$C_V = \dfrac{3}{2} R$

$\nu_2 = 2\nu_1$ $\quad C_1 = C_{V_1} \cdot \nu_1$

$C_2 = C_{V_2} \cdot \nu_2$

$\dfrac{C_2}{C_1} = \dfrac{\frac{3}{2} R \cdot 2\nu_1}{\frac{5}{2} R \nu_1} = \dfrac{6}{5} = 1{,}2$

т.е. 120% $\Rightarrow$ увеличилось на

120% - 100% = 20%

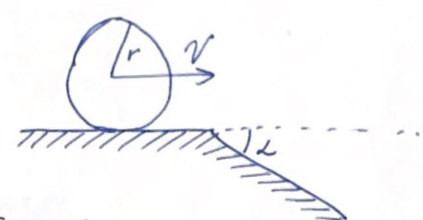
Ответ: $\boxed{\text{на } 20\%}$

N5

Дано: $\alpha = 30°$

$r = 24 см = 0,24 м$

Найти: v



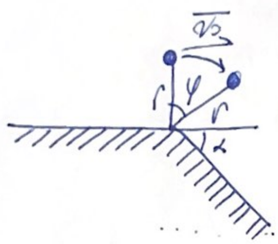
$\underline{\varphi = \alpha = 30°}$

Решение: $a = \frac{v_1^2}{r}$. Перекатывание колесной пары без отрыва

$a \le g\cos\varphi$

$\frac{v_1^2}{r} \le g\cos\varphi$

$v^2 \le g\cos\varphi\, r$



Составим ЗСЭ: $mv_1^2 + mgh = mv^2 + mgr$

$mv_1^2 + mg \cdot r\cos\varphi = mv^2 + mgr$

$v_1^2 = v^2 + 2gr(1 - \cos\varphi)$

$v^2 + 2gr(1-\cos\varphi) \le g\cos\varphi\, r$

$v^2 \le 3g\cos\varphi\, r - 2gr =$

$= gr(3\cos\varphi - 2)$

$\cos\varphi$ минимальный при

$\varphi = \alpha = 30°$ т.е.

$v^2 \le gr(3\cos\alpha - 2)$

$v = \sqrt{gr(3\cos\alpha - 2)} =$

$= \sqrt{9,8 м/с^2 \cdot 0,24 м \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} - 2\right)}$

$\approx 1,19$ м/с

$v_1^2 + gr\cos\varphi = v^2 + gr$

$v_1^2 = v^2 + gr - gr\cos\varphi$

$v^2 + gr - gr\cos\varphi \le g\cos\varphi\, r$

$v^2 \le 2g\cos\varphi\, r - gr = gr(2\cos\varphi - 1)$

Т.е. минимальное значение при $\underline{\varphi = \alpha = 30°}$ т.е.

$v^2 \le gr(2\cos\alpha - 1)$

$v = \sqrt{gr(2\cos\alpha - 1)}$

$v = \sqrt{9,8 м/с^2 \cdot 0,24 м (2\cos 30° - 1)} \approx$

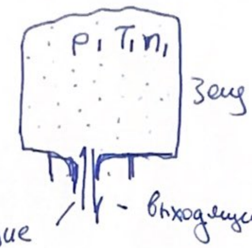
$\approx 1,3$ м/с

Ответ: $\boxed{1,19 м/с}$

№6

Дано:
$T_1 > T$
p_1
Найти: p

Решение



входящие потоки воздуха

— выходящие потоки воздуха

$T_1 > T$

$$n_1 v_1 = n_2 v_2$$

$$n_1\sqrt{\frac{3kT_1}{m}} = n_2\sqrt{\frac{3kT_2}{m}} \quad \left(\text{где } n_2 = n, \; T_2 = T\right)$$

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

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

$$= n_1 k\sqrt{T_1}\cdot\sqrt{T} = \underbrace{n_1 k\cdot T_1}_{p_1}\frac{\sqrt{T}}{\sqrt{T_1}} = p_1\sqrt{\frac{T}{T_1}}$$

Ответ: $\boxed{p_1\sqrt{\frac{T}{T_1}}}$