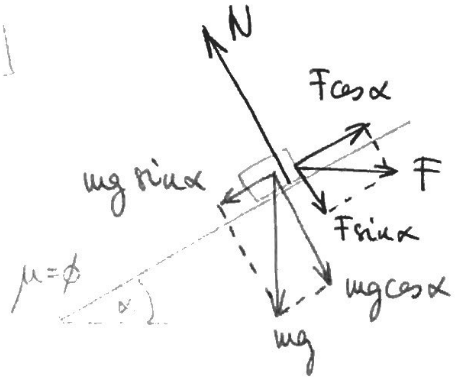
BProf – 10. gyakorlat

F1



a) Az erőket felbontva lejtőirányú komponensekre:

$$F\cos\alpha - mg\sin\alpha = m\cdot\varnothing$$

gyorsulás = ∅

$$\Downarrow$$

$$F = mg\tan\alpha = \underline{\underline{11{,}5\ \mathrm{N}}}$$

b)

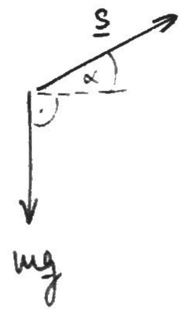
$$W_F = \underline{F}\cdot\underline{s} = F\cdot s\cdot\cos\alpha = mg\tan\alpha\cdot s\cdot\cos\alpha = mgs\cdot\sin\alpha$$

az erő és az elmozdulás által bezárt szög

$$W_F = 2\cdot 10\cdot 10\cdot\sin 30^\circ = \underline{\underline{100\ (J)}}$$

c)

$$W_g = m\underline{g}\cdot\underline{s} = mg\cdot s\cdot\cos(90^\circ+\alpha) = -mgs\cdot\sin\alpha$$

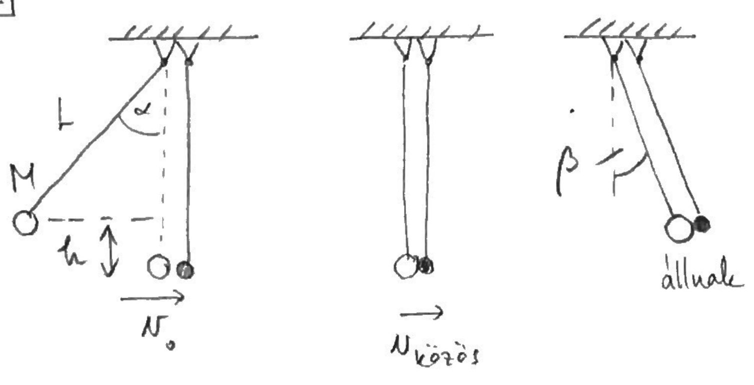


$$W_g = \underline{\underline{-100\ J}},$$

ami nem meglepő, mert a munkatétel szerint:

$$\sum W_{külső} = \underset{100\,J}{W_F} + \underset{-100\,J}{W_g} = \Delta E_{mozg} = \varnothing$$

F2



a) A nagy test sebessége lent a mechanikai energiamegmaradásból kapható:

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv_0^2,$$

ahol $h = L - L\cos\alpha = L(1-\cos\alpha)$,

innen

$$v_0 = \sqrt{2gL(1-\cos\alpha)} = \underline{\underline{2{,}16\ \frac{m}{s}}}$$

b) Az ütközés utáni közös sebesség az impulzusmegmaradásból határozható meg:

$$M v_0 = (M+m)\, v_{közös} \rightarrow \quad v_{közös} = \frac{M}{M+m} v_0 = \frac{2}{3} v_0 .$$

Az ütközés után ezzel a sebességgel indul el a rendszer. A kilendülés új magassága:

$$\frac{1}{2}\cancel{(M+m)}\, v_{közös}^2 = \cancel{(M+m)}\, g\, h',$$

azaz

$$h' = \frac{v_{közös}^2}{2g} = \frac{4}{9}\,\frac{v_0^2}{2g} = \frac{4}{9} h .$$

A kilendülés szögét a $h' = L(1-\cos\beta)$ összefüggésből kaphatjuk meg:

$$\cancel{L}(1-\cos\beta) = \frac{4}{9}\cancel{L}(1-\cos\alpha)$$

$$\downarrow$$

$$\cos\beta = 1 - \frac{4}{9}(1-\cos\alpha) = 0{,}87$$

$$\underline{\underline{\beta = 29{,}6^\circ}}$$

c.)

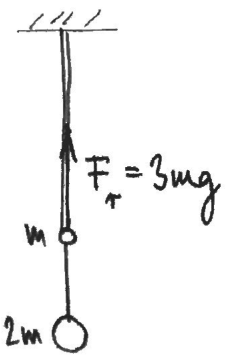
A hővé alakult energia:

$$Q = \frac{1}{2} M v_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)\, v_{közös}^2 = \frac{1}{2} M v_0^2 - \frac{1}{2}\,\frac{M^2}{M+m} v_0^2 = \frac{1}{2}\,\frac{Mm}{M+m} v_0^2$$

Ez a kezdeti energiának ekkora hányada:

$$\eta = \frac{Q}{\frac{1}{2} M v_0^2} = \frac{m}{M+m} = \underline{\underline{\frac{1}{3}}}$$

F3.



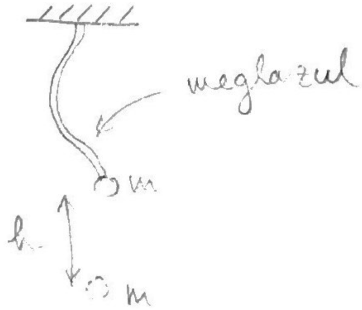
Kezdetben a testek egyensúlyban vannak, ezért:

$$F_r = D \cdot \Delta l = 3mg,$$

inhen

$$D = \frac{3mg}{\Delta l} = \frac{3 \cdot 0{,}2\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}}{0{,}1\,\mathrm{m}} = 60\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} .$$

Mechanikai energiamegmaradás:



$$\frac{1}{2} D \cdot \Delta l^2 = mgh,$$

azaz

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{3mg}{\cancel{\Delta l}} \cdot \Delta l^{\cancel{2}} = mgh$$

$$\downarrow$$

$$h = \frac{3}{2} \Delta l = \underline{\underline{15\ \text{cm}}}$$ (tényleg meglazul a gumiszál!)

F4.

$V = 7 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$

$n = 3{,}5\ \text{mol}$

$p = 1{,}6 \cdot 10^5\ \text{Pa}$

$f = 5$

$\sqrt{\langle v^2 \rangle} = 185\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

a.) Az ideális gázok állapotegyenlete szerint.

$$pV = nRT \longrightarrow T = \frac{pV}{nR} = \underline{\underline{38{,}5\ \text{K}}}$$

b.)

$$\varepsilon_{\text{teljes}} = \frac{f}{2} kT = \underline{\underline{1{,}33 \cdot 10^{-21}\ \text{J}}}$$

$$\varepsilon_{\text{haladási}} = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{5} \varepsilon_{\text{teljes}},$$

$$\varepsilon_{\text{forgási}} = \frac{f-3}{2} kT = \frac{2}{5} \varepsilon_{\text{teljes}}.$$

c.)

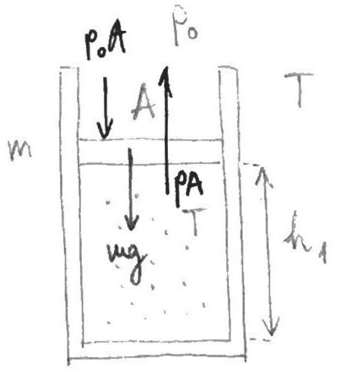
$$\underbrace{\varepsilon_{\text{haladási}}}_{\frac{3}{2}kT} = \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle \longrightarrow m = \frac{3kT}{\langle v^2 \rangle} = 4{,}657 \cdot 10^{-26}\ \text{kg}$$

1db részecske tömege

A gáz moláris tömege: $M = m \cdot N_A \approx 27{,}9 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \approx \underline{\underline{28\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$.

A gáz tehát lehet N_2 vagy CO (szén-monoxid) például.

F5.



a.) A dugattyú egyensúlya:

$$mg + p_0A - pA = 0,$$

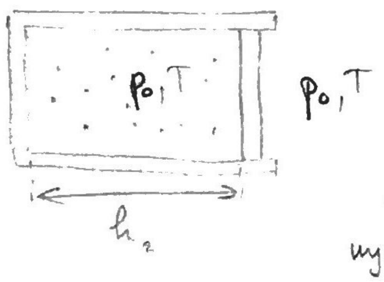
ebből

$$p = p_0 + \frac{mg}{A} = 1{,}20 \cdot 10^5\ \text{Pa}.$$

A gáz hőmérséklete $T = 27\,^\circ\text{C} = 300\ \text{K}$, így anyagmennyisége:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{pAh_1}{RT} = 9{,}6 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}$$

b.)



A folyamat állandó hőmérsékletű (izoterm):

$$\left.\begin{aligned} p \cdot Ah_1 &= nRT \\ \text{az új nyomás } p_0 \rightarrow p_0Ah_2 &= nRT \end{aligned}\right\} \quad ph_1 = p_0h_2$$

A gázoszlop új hossza: $h_2 = \frac{p}{p_0} h_1 = 24\ \text{cm}$

c.) Izoterm tágulás: $\Delta E_b = 0 = Q + W_{körny}$,

ahol

$$W_{körny} = -p_0V_0 \ln\frac{V}{V_0} = -p_0Ah_1 \ln\frac{h}{h_1}$$

$$W_{körny} = -20 \cdot \ln\left(\frac{24}{20}\right) = -3{,}65\ \text{J}$$

$$Q = 3{,}65\ \text{J}$$