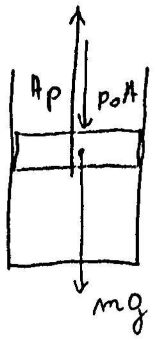
Református Középiskolák III. Országos Fizikai Feladatmegoldó Versenye
1999. március 20.
Megoldások

1. $m = 0{,}8$ kg $A = 5\ cm^2$ $p_0 = 10^5$ Pa $f = 3$ $v = 1$ mm/s
$Q/t = ?$



v = áll. Ez csak akkor lehetséges, ha a dugattyúra ható erők eredője 0:
$p_0A + mg - pA = 0$

$p = p_0 + \frac{mg}{A} = \underline{1{,}16 \cdot 10^5\ Pa}$

Az állandó nyomáson vett állapotváltozásra V_1, T_1 kezdeti értékkel írhatjuk, hogy:

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V}{T} \Rightarrow T = \frac{V}{V_1} \cdot T_1$

A térfogat változására egyszerű geometriai megfontolásokból:
$V = V_1 + vAt.$

T-re: $T = \left(1 + \frac{vAt}{V_1}\right) . T_1.$

Állandó nyomáson t ideig közölt hő:

$Q = \frac{f+2}{2} Nk(T-T_1)$, ahol $Nk = \frac{pV_1}{T_1}$.

Innen: $Q = \frac{5}{2} pvAt \Rightarrow \frac{Q}{t} = \frac{5}{2} pvA = \underline{\underline{0{,}145\ W}}$

2. $\beta_t = 8 \cdot 10^{-5}$ 1/°C $\beta_f = 10\text{-}3$ 1/°C 0°C-on $V' = 0{,}95\ V$

A folyadékba merülő testre a súlyerő és a felhajtóerő hat: $mg = F_f$
0°C-on: $\rho_t Vg = \rho_f V'g \Rightarrow \underline{\rho_t = 0{,}95\rho_f}$
t hőmérsékleten: $\rho_t' Vg = \rho_f' Vg$

A sűrűség a hőmérséklettel $\rho' = \frac{\rho_0}{1+\beta\Delta t}$ szerint változik.

($m = \rho_0 V_0 = \rho' V_0(1 + \beta\Delta t)$ összefüggésből következik.)

Tehát $\frac{\rho_t}{1+\beta_t\Delta t} = \frac{\rho_f}{1+\beta_f\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{0{,}05}{0{,}95\beta_f - \beta_t} = \underline{\underline{57{,}47°C}}$.

Tehát 57,47°C-on merül el teljesen a test.

3. $x = 21\%\ O_2$ $p = 0{,}37p_0$ $h = 8000$ m
Legyen a belélegzett térfogat V, a hőmérséklet T, azonos a tengerszinten és 8 ezer méteren.
A tengerszinten $p_0V = NkT$, itt az O_2 molekulák száma xN, 8000 m magasan $pV = N'kT$, itt az O_2 molekulák száma yN'.

A feltétel szerint $xN = yN' \Rightarrow y = x\frac{N}{N'} = x\frac{p_0}{p} = 0{,}57$.

Tehát a hegymászó 57% O_2 tartalmú levegőt lélegezzen.

Megjegyzés: a $p = 0{,}37p_0$ a barometrikus magasságformulából ($p = p_0 e^{-\frac{\rho_0 g}{p_0}h}$) h = 8 km segítségével kiszámolható.

4. $V_1 = 1\ m^3$ $m_1 = 12$ g $m_2 = \rho \cdot V_1 = 9{,}4$ g $p_1 = 1{,}2257$ kPa
$T_1 = ?$ (áll.) $V_2 = 5V_1$ $p_2 = ?$

Legyen V_k az a közbülső térfogat, amelynél az edényben <u>csak</u> telített gőz van:

$V_k = \frac{m_1 + m_2}{\rho} = \frac{21{,}4g}{9{,}4\frac{g}{m^3}} = \underline{2{,}28\ m^3}$

Ebből az állapotból tágul a gáz, hogy közben T_1 = áll., N = áll.

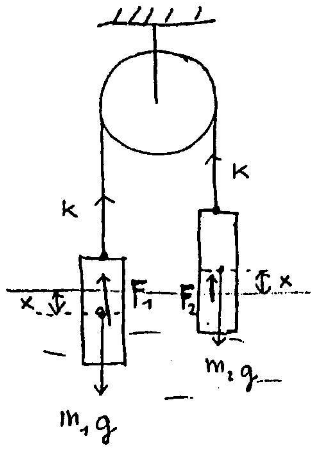
$p_1V_k = p_2V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1V_k}{V_2} = \underline{0{,}558\ kPa}$

Táblázatból: $\underline{\underline{T_1 = 10°C}}$.
Az állapotegyenletből:

$$p_1V_1 = \frac{m_2}{M} N_A kT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1V_1M}{m_2N_Ak} = 282{,}3\ K \approx 9{,}2°C$$

$\underline{T_1 \approx 10°C}$

5. $A = 8\ cm^2$ $h = 10\ cm$ $\rho_1 = 2{,}7\ g/cm^3$ $\rho_2 = 2{,}3\ g/cm^3$ $\rho = 1\ g/cm^3$

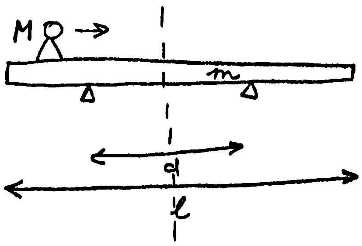


$m_1 = \rho_1 Ahg$
$m_2 = \rho_2 Ahg$
Legyen x a fele magasságtól való süllyedés, ill. emelkedés. A felhajtóerők:
$F_1 = \rho\cdot(h/2 + x)Ag$
$F_2 = \rho\cdot(h/2 - x)Ag$
Amikor a testek egyensúlyban vannak:
$\{m_1 g = K + F_1 \quad m_2 g = K + F_2\} \Rightarrow (m_1 - m_2)g = F_1 - F_2$

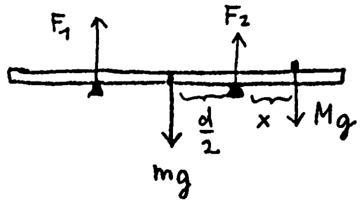
$x = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2\rho}\cdot h = \underline{\underline{2\ cm}}$

Tehát az 1. henger 7 cm mélyen, a 2. henger 3 cm mélyen merül a vízbe.

6.
$m = 80\ kg$
$M = 64\ kg$
$l = 14\ m$
$d = 5\ m$
$g = 9{,}81\ m/s^2$



Rajzoljuk fel a pallóra ható erőket:



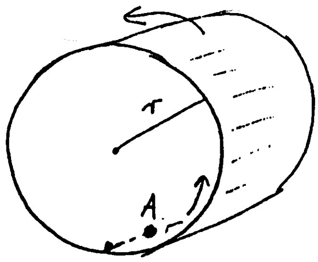
Határesetben (éppen nem billen fel a palló) $F_1 = 0$.
$F_2 = mg + Mg = 1412{,}6\ N$ (nem volt kérdés)
A forgatónyomatékok egyensúlya a jobboldali ékre:

$mg\frac{d}{2} = Mgx \Rightarrow x = \frac{d}{2}\cdot\frac{m}{M} = \underline{\underline{3{,}125\ m}}$

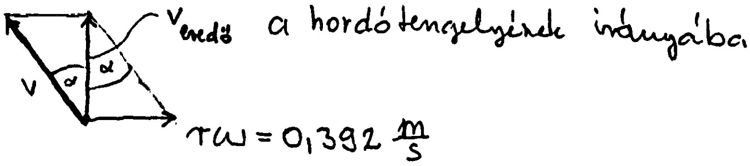
Tehát 3,125 m-rel mehet felbillenés nélkül a másik éken túl.

Megjegyzés: Az ember még nem ért a palló végére, mikor az megbillen: $\frac{l}{2} - \frac{d}{2} - x = 1{,}375$ m-re van a palló végétől.

7.
$d = 2{,}5\ m \Rightarrow r = d/2 = 1{,}25\ m$
$f = 3\ 1/perc \Rightarrow \omega\ 2\Pi f$
$l = 6\ m$
$v = 4\ km/h = 1{,}111\ m/s$



Tegyük fel, hogy az ember a Földhöz képest egyenes vonalban halad előre a hordó tengelyével párhuzamosan. Ekkor a sebességvektorokra pl. az A pontban fennáll:

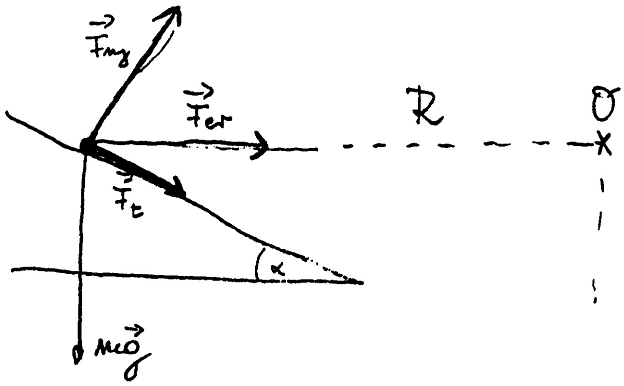


$\sin\alpha = r\omega/v \Rightarrow \alpha = \underline{\underline{20{,}70°}}$ szöget bezárva kell haladnia a hordó tengelyéhez képest.

$t = \frac{l}{v_{eredő}} = \frac{l}{v\cdot\cos\alpha} = \underline{\underline{5{,}77\ s}}$

Tehát ha pontosan tartja az irányt, akkor 5,77 s alatt ér keresztül a hordón.

8.



Az autó a kanyarban egyenletes körmozgást végez, az eredő erő vízszintes és O-ba mutat:

$F_{ny}\sin\alpha + F_t\cos\alpha = m\dfrac{v^2}{R}$,

a függőleges komponensek összege 0:

$F_{ny}\cos\alpha - F_t\sin\alpha - mg = 0$

Innen: $F_{ny} = m\dfrac{v^2}{R}\sin\alpha + mg\cos\alpha$,

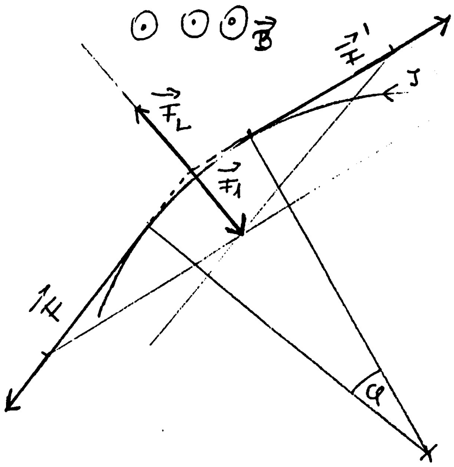
$F_t = m\dfrac{v^2}{R}\cos\alpha - mg\sin\alpha$. (*)

A tapadás feltétele, hogy $\mu_0 F_{ny} \geq F_t$ teljesüljön, így

$$\underline{\mu_0} \geq \frac{m\dfrac{v^2}{R}\cos\alpha - mg\sin\alpha}{m\dfrac{v^2}{R}\sin\alpha + mg\cos\alpha} = \underline{\underline{0{,}54}}.$$

Megjegyzés: Az autóval együtt forgó koordinátarendszerben az autó egyensúlyban van. Rajzoljuk be az $F_{cf} = m\dfrac{v^2}{R}$ vízszintesen kifelé mutató centrifugális erőt, és tekintsük az erők lejtővel párhuzamos, ill. arra merőleges komponenseinek összegét. Rövid úton (*)-hoz jutunk.

9. Rajzoljuk fel az áramjárta körív egy kicsi részét és a ható erőket:



$\vec{F}, \vec{F}'$ az érintő-irányba mutató feszítőerők, eredőjük $F_1 = 2F\sin(\varphi/2)$.

Az áramjárta vezető egyensúlya miatt: $\vec{F}_1 + \vec{F}_L = 0$.

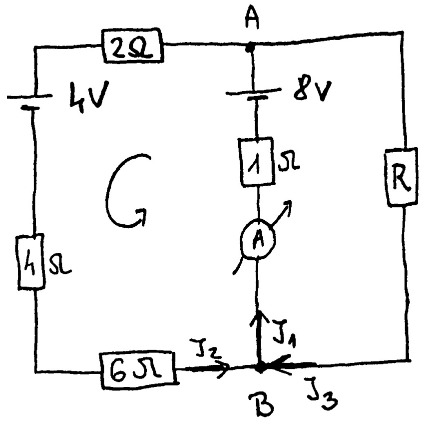
$F_L = BIl$, és $l = R\cdot\varphi$

$2F\sin(\varphi/2) = BIR\varphi$.

Ha kicsi a vezeték - akkor helyes az F_L számítása is – akkor $\sin(\varphi/2) \approx \varphi/2$, ahonnan:

$\underline{R = \dfrac{F}{BI}}$. ($\vec{B}$ kifele mutat!)

10.



Számoljuk ki az A és B pontok közötti feszültséget:

$U_{AB} = 8\text{ V} - 1\Omega\cdot 1{,}75\text{ A} = \underline{6{,}25\text{ V}}$

Írjuk fel a bal oldali hurokra a K. II. törvényt:

$I_2\cdot(2\,\Omega + 4\,\Omega + 6\,\Omega) + I_1\cdot 1\,\Omega = 8\text{ V} - 4\text{ V}$,

innen $\underline{I_2 = 0{,}1875\text{ A}}$.

A B pontra felírva a K. I. csomóponti törvényt:

$I_2 + I_3 = I_1 \Rightarrow \underline{I_3 = 1{,}5625\text{ A}}$.

A jobb oldali ágra tekintettel:

$U_{AB} = I_3 R \Rightarrow \underline{\underline{R}} = \dfrac{U_{AB}}{I_3} = \underline{\underline{4\,\Omega}}$.