Hatvani István Fizikaverseny 2014-15.
3. forduló megoldások

1. kategória

1.3.1.

1. CERN
2. PET
3. elektronvolt
4. ciklotron
5. Poroszlay
6. Fizikus Napok
7. neutrínó
8. álom
9. környezetfizikai
10. Nagyerdő

A megfejtés: **SZALAY SÁNDOR**

Szalay Sándort (1954-1975) követő igazgatók:

Berényi Dénes (1976-1989)

Pálinkás József (1990-1996)

Lovas Rezső (1997-2007)

Fülöp Zsolt (2008-)

1.3.2. Lásd a 3.3.8 feladat megoldását!

1.3.3. **Schwarz Dávid** (Keszthely, 1850. december 7. – Bécs, 1897. január 13.) technikus a merev szerkezetű, könnyűfémből készült, kormányozható léghajó feltalálója. Találmányát halála után az özvegyétől vásárolta meg Zeppelin gróf, aki ezen léghajók révén vált világszerte ismertté.

A Wikipédia szócikke alapján:

Keszthelyen született, azonban élete nagy részét Zágrábban töltötte, ahol fakereskedelemmel foglalkozott. Technika iránti vonzalma szakmájában is megmutatkozott: gépeket szerkesztett fakitermeléshez. Az 1880-as években kezdett el egy kormányozható léghajó építésével foglalkozni. A léghajót vékony alumíniumlemezből tervezte megépíteni, ami az akkoriban használt gumival impregnált ballonszövetnél ellenállóbb anyag. Terveit az Osztrák–Magyar Monarchia hadügyminiszterének is bemutatta, azonban nem kapott támogatást. Ezután két évig Oroszországban, Szentpéterváron dolgozott a léghajón, de amikor a megszabott határidőig nem járt sikerrel megszüntették támogatását.

Oroszországból Berlinbe ment, ahol megismerkedett Carl Berggel, egy alumínium-feldolgozó üzem tulajdonosával. Miután meggyőzte terveiről, Bergtől anyagi és műszaki támogatást is kapott a léghajó megvalósítására. Az alumínium akkoriban még új anyag volt, viszont Carl Berg rendelkezett már tapasztalatokkal. 1895-től a Berlin melletti Tempelhofer Feld-en dolgoztak egy rácsszerkezetű, alumíniumból készülő léghajón.

A léghajó próbarepülése 1986. október 9-én volt, és felemás eredménnyel zárult. A léghajó megtöltéséhez a szállító gyenge minőségű (szennyezett) gázt adott, aminek nem volt elegendő felhajtóereje. A tesztek ugyanakkor igazolták, hogy a hajó működőképes és irányítható. A következő felszállást 1897 januárjára tervezték, azonban a feltaláló ezt már nem érte meg: 1897. január 13-án Bécsben szívelégtelenség következtében meghalt.

Halála után özvegye folytatta a munkát, annak érdekében, hogy egy bebizonyítsa a léghajó használhatóságát. A léghajó 1897. november 3-án valóban felszállt, aminek Ferdinand von Zeppelin gróf is szemtanúja volt. A repülés során az egyik propeller leállt, és a léghajó a földet érésnél komolyan megsérült, azonban a szakértők megállapították, „elgondolása bizonyítja, hogy megtalálták a fémből készült léghajó készítésének és kormányzásának módját”.

<u>A léghajó:</u> 38 méter hosszú és 12 méter átmérőjű, egyik végén kúpos, hengeres test. Rácsszerkezetű vázát 0,2 mm vastag alumíniumlapok borították, így ez volt a világon az első héjszerkezetű légi jármű.) A 12 rekeszre osztott test térfogata 3605 m³ volt, a legnagyobb az addig építettek közül. A 4 darab 2 méter átmérőjű légcsavart egy 505 kg tömegű, négyhengeres, 16 lóerős Daimler-motor hajtotta. A hajó tömege 3560 kg volt, maximális sebessége 25 km/óra lehetett, a próbarepülésen 460 méteres magasságba tudott emelkedni. Képes volt egy embert és kb. 130 kg hasznos terhet szállítani.

Schwarz Dávid az alumíniumváz alkalmazásával és a légcsavaroknak a léghajó testén való elhelyezésével új irányt adott a léghajózásnak.

1.3.4. Az ezüst térfogata V_{Ag}, tömege $m_{Ag} = \rho_{Ag} \cdot V_{Ag}$
Az arany térfogata $V_{Au} = 9 \cdot V_{Ag}$, tömege $m_{Au} = \rho_{Au} \cdot 9 \cdot V_{Ag}$
Az ötvözet sűrűsége: $\rho = \frac{\rho_{Ag}\cdot V + \rho_{Au}\cdot 9 \cdot V_{Ag}}{10 \cdot V_{Ag}} = \mathbf{18,42\,\frac{g}{cm^3}}$

1.3.5. Az úszás ideje az uszodában: $\boldsymbol{\frac{2s}{v}}$
Az úszás ideje a folyóban: $\frac{s}{v+v_f} + \frac{s}{v-v_f} = \frac{2sv}{v^2 - v_f^2} = \frac{2s}{v} \cdot \frac{1}{1-\frac{v_f^2}{v^2}}$. Mivel a második tört nevezője mindig kisebb, mint 1, ezért a folyóban hosszabb ideig tart az úszás.

1.3.6. Legyen a vonat sebessége $v = n\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Ez azt jelenti, hogy n db oszlopot kell megszámolni, hogy megkapjuk a sebesség számértékét. A számolást nullától indítjuk, így a számolás ideje alatt a vonat $s = n \cdot 50\ \mathrm{m} = \mathrm{n} \cdot 0{,}05\ \mathrm{km}$ utat tesz meg.
Ebből a számolás ideje: $t = \frac{s}{v} = \frac{n \cdot 0{,}05\ \mathrm{km}}{n \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}} = 0{,}05\ \mathrm{h} = \mathbf{3\ min} = \mathbf{180\ s}$.

1.3.7. A jármű lassulása egyenletes és a sebességváltozás a mozgás két szakaszán megegyezik, tehát a mozgás két szakasza ugyanannyi ideig (t) tartott.

Az első szakaszon $s_1 = (v + 0{,}5v) \cdot 0{,}5t = 0{,}75vt$, a másodikon: $s_2 = 0{,}5v \cdot 0{,}5t = 0{,}25vt$.

Látható, hogy a konkrét számoktól függetlenül mindig teljesül, hogy $s_2 = \frac{s_1}{3}$, vagyis $s_2 = \mathbf{15\ m}$

A feladat megoldható grafikusan is a $v - t$ grafikon alapján.

1.3.8. A testek térfogata: $V_{Al} = \frac{m_{Al}}{\rho_{Al}} = 648{,}15\ \mathrm{cm}^3$, $V_{Fe} = \frac{m_{Fe}}{\rho_{Fe}} = 102{,}56\ \mathrm{cm}^3$.

A folyadékban a testekre ható eredő erő a gravitációs erő és a felhajtóerő különbsége. A mérleg egyensúlyban van, ezért $F_{gAl} - F_{fAl} = F_{gFe} - F_{fFe}$, vagyis $m_{Al}\mathrm{g} - \rho_{folyadék}\mathrm{g}V_{Al} = m_{Fe}\mathrm{g} - \rho_{\mathrm{folyadék}}\mathrm{g}V_{Fe}$

Ebből $\rho_{folyadék} = \mathbf{1{,}74}\,\frac{\mathbf{g}}{\mathbf{cm^3}}$.

2. kategória

2.3.1.

1. CERN
2. PET
3. elektronvolt
4. ciklotron
5. Poroszlay
6. Fizikus Napok
7. neutrínó
8. álom
9. környezetfizikai
10. Nagyerdő

A megfejtés: **SZALAY SÁNDOR**

Szalay Sándort (1954-1975) követő igazgatók:

Berényi Dénes (1976-1989)

Pálinkás József (1990-1996)

Lovas Rezső (1997-2007)

Fülöp Zsolt (2008-)

2.3.2. Lásd az 1.3.3. feladat megoldását!

2.3.3. Az ezüst térfogata V_{Ag}, tömege $m_{Ag} = \rho_{Ag} \cdot V_{Ag}$
Az arany térfogata $V_{Au} = 9 \cdot V_{Ag}$, tömege $m_{Au} = \rho_{Au} \cdot 9 \cdot V_{Ag}$
Az ötvözet sűrűsége: $\rho = \frac{\rho_{Ag} \cdot V + \rho_{Au} \cdot 9 \cdot V_{Ag}}{10 \cdot V_{Ag}} = \mathbf{18,42} \, \frac{\mathbf{g}}{\mathbf{cm^3}}$

2.3.4. Az úszás ideje az uszodában: $\frac{2s}{v}$
Az úszás ideje a folyóban: $\frac{s}{v+v_f} + \frac{s}{v-v_f} = \frac{2sv}{v^2 - v_f^2} = \frac{2s}{v} \cdot \frac{1}{1-\frac{v_f^2}{v^2}}$. Mivel a második tört nevezője mindig kisebb, mint 1, ezért a folyóban hosszabb ideig tart az úszás.

2.3.5. $s = 2d = v \cdot t \rightarrow t = \frac{2 \cdot d}{v} = \frac{2 \cdot 2{,}88}{4{,}32} = \frac{4}{3}\,\mathrm{h} = 80\ \mathrm{perc}$

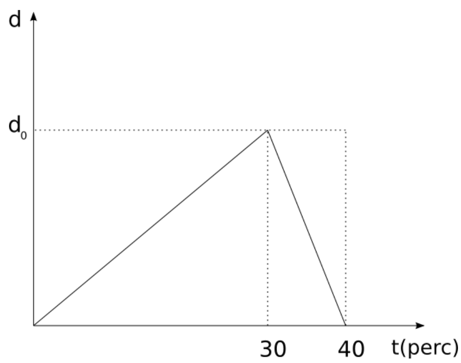
A boltba jutás ideje: $t_1 = \frac{t}{2} = 40\ \mathrm{perc}$

Az unoka ideje: $t_2 = 10\ \mathrm{perc}$

$v_2 = \frac{2{,}88\mathrm{km}}{\frac{1}{6}\mathrm{h}} = 17{,}28\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$

A kettőjük közötti legnagyobb távolság:

$$d_0 = 4{,}32 \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{1}{2}\mathrm{h} = 2{,}16\ \mathrm{km}$$



2.3.6. Lásd a 3.3.8. feladat megoldását!

2.3.7. Az alámerítéshez W_1, az 1 m mélyre történő lenyomáshoz további W_2 munka szükséges.

A kocka tömege $m = \frac{G}{\mathrm{g}} = 30\ \mathrm{kg}$, térfogata $V = \frac{m}{\rho_{parafa}} = \frac{1}{8}\ \mathrm{m}^3$. Ez alapján a kocka éle $a = \sqrt[3]{V} = 0{,}5\ \mathrm{m}$.

A kocka vízen úszásakor $F_f = G$, vagyis $\rho_{víz}\mathrm{g}a^2h_{be} = G$, ebből a bemerülés $h_{be} = 0{,}12\ \mathrm{m}$

Teljes bemerítéskor a kockára ható eredő erő maximuma $F_{emax} = a^2(a - h_{be})\rho_{víz}\mathrm{g} = 950\ \mathrm{N}$, így a teljes bemerítéshez $W_1 = (a - h_{be}) \cdot \frac{0\ \mathrm{N} + F_{emax}}{2} = 180{,}5$ J munka szükséges

A víz alatt további egy méterrel mélyebbre nyomásához pedig $W_2 = F_{emax} \cdot 1\ \mathrm{m} = 950$ J munkára van szükség.

Így összesen **1130,5 J** munkát kell végezni.

2.3.8. A toronyba feljutáshoz $W = F_g \cdot h = 239400$ J munkát kell végezni, ezért az ember teljesítménye $P = \frac{W}{t} = 469{,}41\ \mathrm{W}$.

Figyelembe véve a hatásfokot az ehhez a munkához szükséges energia $E = \frac{W_h}{\eta} = 665000$ J.

Ehhez $m = \frac{E}{L_p} = 0{,}095\ \mathrm{kg} = 95\ \mathrm{g}$ babra van szükség.

3. kategória

3.3.1. $s = 2d = v \cdot t \rightarrow t = \frac{2 \cdot d}{v} = \frac{2 \cdot 2{,}88}{4{,}32} = \frac{4}{3}\ \mathrm{h} = 80\ \mathrm{perc}$

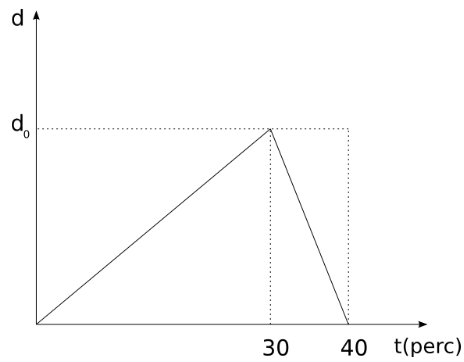
A boltba jutás ideje: $t_1 = \frac{t}{2} = \mathbf{40\ perc}$

Az unoka ideje: $t_2 = 10\ \mathrm{perc}$

$v_2 = \frac{2{,}88\mathrm{km}}{\frac{1}{6}\mathrm{h}} = \mathbf{17{,}28\ \frac{km}{h}}$

A kettőjük közötti legnagyobb távolság:

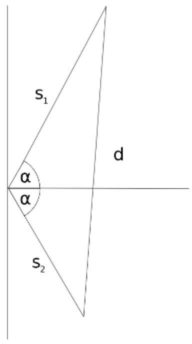
$$d_0 = 4{,}32\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{1}{2}\mathrm{h} = 2{,}16\ \mathrm{km}$$



3.3.2. A munkatétel alapján felírható, hogy

$\frac{1}{2}mv_0^2 = \mu mg(s_1 + s_2) \ \rightarrow\ s_1 + s_2 = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \mathbf{2{,}6\ m}$

Mivel az ütközés 45 °-os, ezért az $s_1$és s_2 szakaszok által bezárt szög 90°, így $d = \sqrt{(s_1^2 + s_2^2)} = \sqrt{(1{,}2^2 + 2{,}4^2)} = \mathbf{1{,}84\ m}$



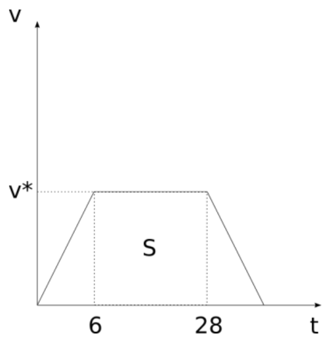
3.3.3. A trolibusz sebessége: $v = a \cdot t = 15\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

A trapéz területe egyenlő a megtett úttal:

$s = \frac{t+22}{2 \cdot 15} = 425\ \mathrm{m} \Rightarrow t = 34{,}66$ s ideig tartott az út a két megálló között

A fékezés ideje így 6,66 s, vagyis a trolibusz lassulása $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15}{6{,}66} = 2{,}25\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

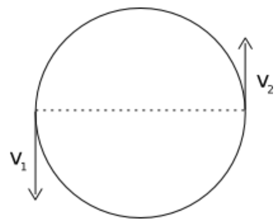
Előjelesen: $a_2 = -2{,}25\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$



3.3.4. $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{rv_1}{rv_2} = \mathbf{0{,}8}$

$\frac{a_{cp_1}}{a_{cp_2}} = \frac{\frac{v_1^2}{r}}{\frac{v_2^2}{r}} = \mathbf{0{,}64}$

$v_1 t + r\pi = v_2(t - 0{,}5) \Rightarrow t = \mathbf{15{,}06s}$



3.3.5. $Q = c_v m \Delta T_v + L_o m + c_j m \Delta T_j \Rightarrow Q = 102{,}82\mathrm{kJ}$

A hűtés teljesítménye: $P_k = \frac{Q}{t} = 19{,}04\mathrm{W}$

$\eta = \frac{P_h}{P_ö} = \frac{19{,}04}{40} = 0{,}476$ η(%)= 47,6%

3.3.6. $v_0 = 5\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}} \rightarrow v_{tkp} = 2{,}5\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}$ a tömegközéppont sebessége

$s_{tkp} = v_{tkp} \cdot t = 7{,}5\mathrm{cm}$

A mágnes útja: $s_m = \frac{d}{2 + s_{tkp}} = 10\mathrm{cm} + 7{,}5\mathrm{cm} = 17{,}5\mathrm{cm}$

A vasdarab útja: $s_v = \frac{d}{2 - s_{tkp}} = 2{,}5\mathrm{cm}$

3.3.7. A rugó a rátett test hatására eleve összenyomódik:

$mg = \Delta l_0 \rightarrow \Delta l_0 = \frac{mg}{D} = \frac{1}{30}\mathrm{m}$

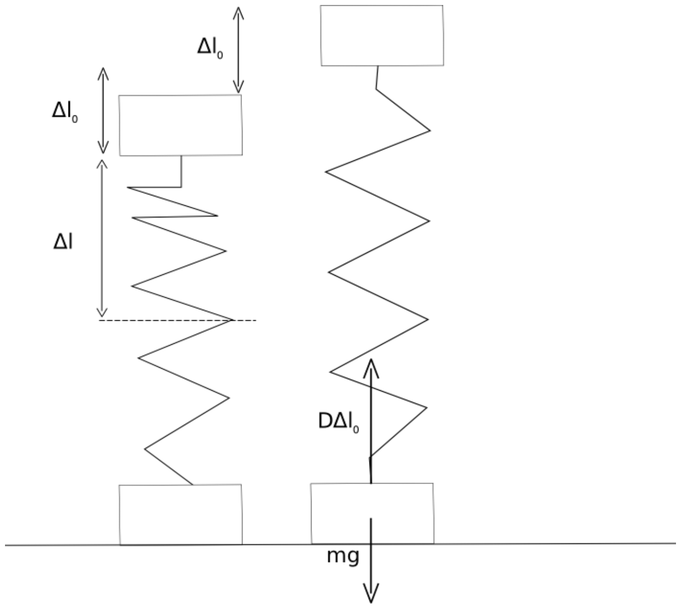
Δl-lel kell még összenyomni, hogy amikor innen „kirugózik”, éppen $D\Delta l_0$ erő hasson az alsó testre.

Energiamegmaradás:

$\frac{1}{2}D(\Delta l_0 + \Delta l)^2 = mg(\Delta l + 2\Delta l_0) + \frac{1}{2}D\Delta l_0^2 \Rightarrow \Delta l = 2\Delta l_0$

$\sum \Delta l = \Delta l_0 + \Delta l = 3\Delta l_0 = \frac{3}{30}m$

$\Rightarrow \sum \Delta l = 10cm$



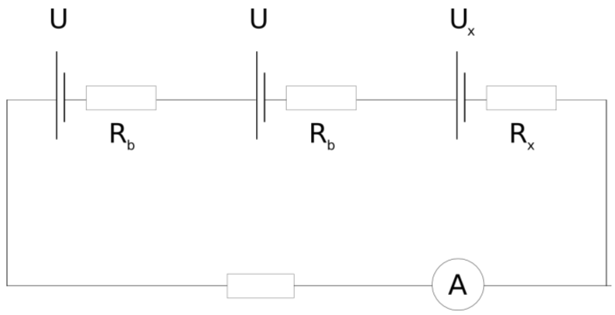
3.3.8. Magyarország legnagyobb energiás részecskegyorsítója a debreceni Atomkiben található, ahol 1985-ben állították üzembe. Protonokat, deuteronokat és alfa-részecskéket lehet vele gyorsítani kb. 20 MeV energiáig. Atommagfizikai kutatások mellett orvosi célra is alkalmazzák, diagnosztikai célú izotópok előállítására. A ciklotronban az elektromosan töltött részecskéket spirális pályán gyorsítják fel, úgy, hogy egy állandó frekvenciás váltóáram elektromos terével minden egyes körbefordulás alatt kétszer gyorsítják őket addig, amíg a mágneses térben kialakuló körpályájuk átmérője el nem éri a ciklotron maximális méretét. Ekkor a részecskenyalábot kivezetik a céltárgyra.

4. kategória

4.3.1. $R_1 = \rho \cdot \frac{l}{A}$

$R_2 = \rho \cdot \frac{4l}{\frac{A}{4}}$ $\quad \frac{R_2}{R_1} = \mathbf{16}$

4.3.2. $2U + U_x = I(2R_b + R_x + R)$



$2U - U_x = \frac{I}{2}(2R_b + R_x + R)$

$2U + U_x = 4U - 2U_x$

$3U_x = 2U$

$U_x = \mathbf{3V}$

Vagy: az is lehetséges, hogy $U_x > 2U$ekkor polaritás cserével az áram iránya is megfordul ugyan, de csak az a kikötés volt, hogy legyen $\frac{1}{2}$!

Így a megoldás: $2U + U_x = I(2R_b + R_x + R)$

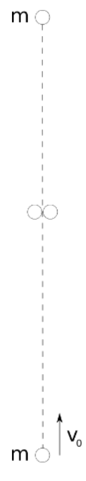
$U_x - 2U = \frac{1}{2}(2R_b + R_x + R)$/*2

$2U + U_x = 2U_x - 4U$

$6U = U_x$

$U_x = \mathbf{27V}$

4.3.3. $\frac{h}{2} = \frac{1}{2}\mathrm{g}t^2 \rightarrow t = 2$ s a találkozásig eltelt idő.



Ekkor az alulról indított test sebessége $(v = v_0 - \mathrm{g}t)$ éppen 0 lesz, a szabadon esőé pedig $(v = \mathrm{g}t)$ $20\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Az egyenlő tömegek és a rugalmatlan ütközés miatt a közös sebesség $v_k = 10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Ezzel a kezdősebességgel szabadon esik még 20m-t.

$v^2 - v_k^2 = 2\mathrm{g}\frac{h}{2} \rightarrow v = \sqrt{(gh + v_k^2)} = 22{,}36\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ a leérkezés sebessége

$\frac{h}{2} = \frac{v+v_k}{2t} \rightarrow t_2 = \frac{h}{v+v_k}$

$t_2 = 1{,}24\ \mathrm{s}$

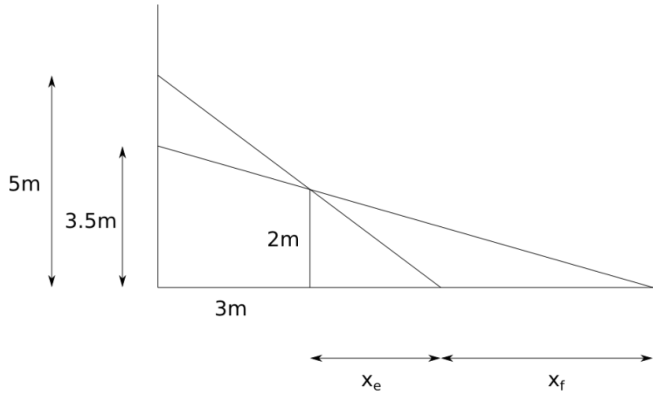
$t_ö = t_1 + t_2 = 3{,}24\ \mathrm{s}$

4.3.4. A megoldáshoz a hasonlóságot használjuk fel:

$\frac{5}{3+x_e} = \frac{2}{x_e} \Rightarrow x_e = 2\ \mathrm{m}$

$\frac{3{,}5}{3+x_e+x_f} = \frac{2}{x_e+x_f} \Rightarrow x_f = 2\ \mathrm{m}$

Vagyis egyforma nagyok.



4.3.5. $n_{He} = \frac{m_{He}}{M_{He}} = 15 \text{ mol}; n_{N_2} = 5 \text{ mol}; n_{ö} = n_{He} + n_{N_2} = 20 \text{ mol}$

$\frac{n_{He}}{n_{ö}} = 75\ \%; \frac{n_{N_2}}{n_{ö}} = 25\ \%$

A gázelegy együttes belső energiája változatlan:

$\frac{5}{2} n_{N_2} \mathrm{R} T_1 + \frac{3}{2} n_{He} \mathrm{R} T_2 = \left(\frac{5}{2} n_{N_2} + \frac{3}{2} n_{He}\right) \mathrm{R} T_k \Rightarrow T_k = 312{,}28 \text{ K}$

A keveredés utáni nyomás és az ezen a hőmérsékleten számított részleges (parciális) nyomások összege:

$pV_{ö} = (n_{He} + n_{N_2}) \mathrm{R} T_k \rightarrow p = (n_{He} + n_{N_2}) \cdot \frac{\mathrm{R} T_k}{V_{ö}}$

$p = \mathbf{6{,}92 \cdot 10^5\ Pa}$

4.3.6. Lásd a 3.3.7. feladat megoldását!

4.3.7. Akkor tudja elhúzni, ha $F_x \geq F_{s_1}$, ahol $F_{s_1} = \mu_1 F_{ny}$ és $F_{ny} = mg - F_y$ és $F_x = F_y = F\frac{\sqrt{2}}{2}$

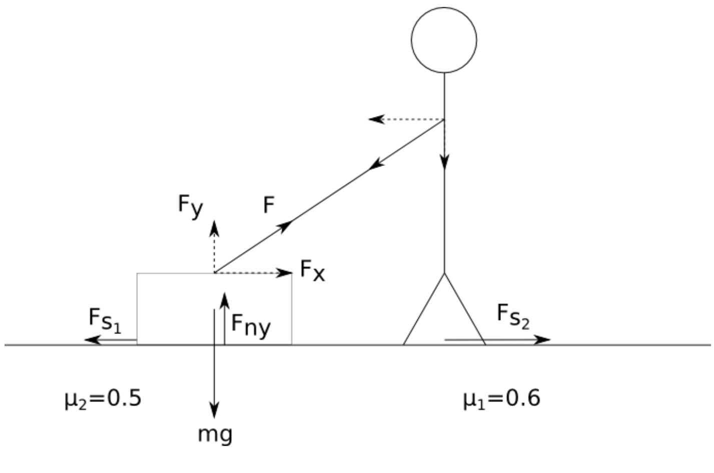
$F\frac{\sqrt{2}}{2} \geq \mu_1 mg - \mu_1 F\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow F \geq 530{,}33 \text{ N}$

Másrészt meg kell nézni, hogy ekkora alkalmazása esetén a cipő és a talaj között mekkora tapadási tényezőnek kell lenni, hogy ne csússzon meg.

$F_{s_2} \geq F_x \rightarrow \mu(mg + F_{ny}) \geq F_x \rightarrow \mu\left(mg + F\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \geq F\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\mu \geq \frac{F\frac{\sqrt{2}}{2}}{mg + F\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{375}{700+375} \Rightarrow \mu \geq 0{,}35$

Mivel $\mu_2 > \mu$, az ember nem fog elcsúszni, **a ládát el tudja húzni**.



4.3.8. Lásd a 3.3.8. feladat megoldását!