Széchenyi István Egyetem
Műszaki Tudományi Kar
Mechatronika és Gépszerkezettan Tanszék

Nyugvó kontinuumok (példatár)

javított és bővített változat, 2010.

Összeállította: ***Író Béla***
A javításban és a bővítésben közreműködött***: Baracskai Melinda***

☺ Példatár ☺

Ha külön nincs jelezve, akkor a feladatok megoldásánál a gravitációs gyorsulást minden esetben 10 *m/s²* értékűnek lehet venni!

NK/1. feladat

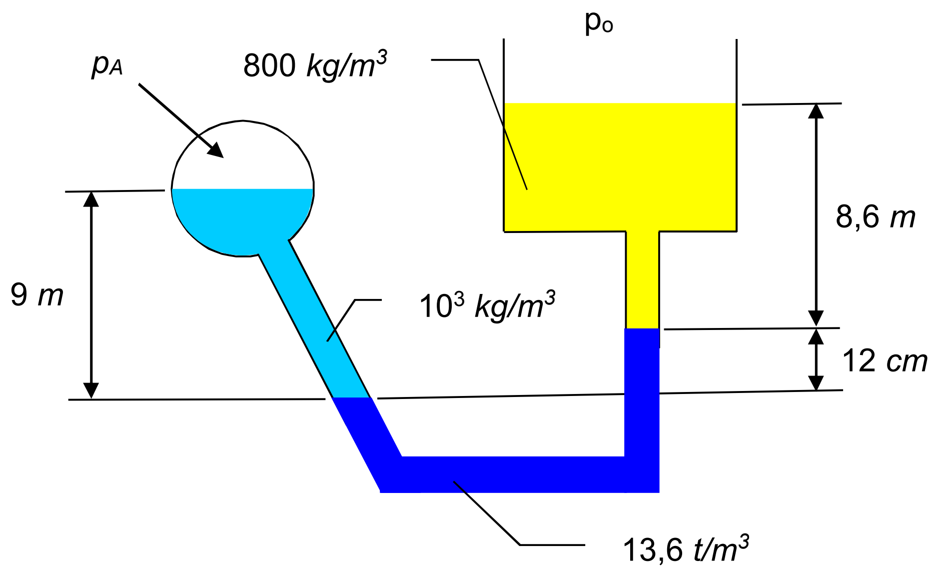
Egy bonyolult kialakítású, aranyból és ezüstből készült tömör fém ékszer súlya levegőben mérve 143,4 *N*, vízben mérve 134,2 *N*. Tudjuk, hogy a tárgy arany és ezüst ötvözete, melyek sűrűsége rendre: 19,29 kg/dm^3, illetve 10,5 kg/dm^3.
Határozzuk meg, hogy mennyi az arany súlyszázaléka és térfogatszázaléka az ékszerben! (g=10 m/s^2, a víz sűrűsége 1000 kg/m^3)

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

NK/2. feladat

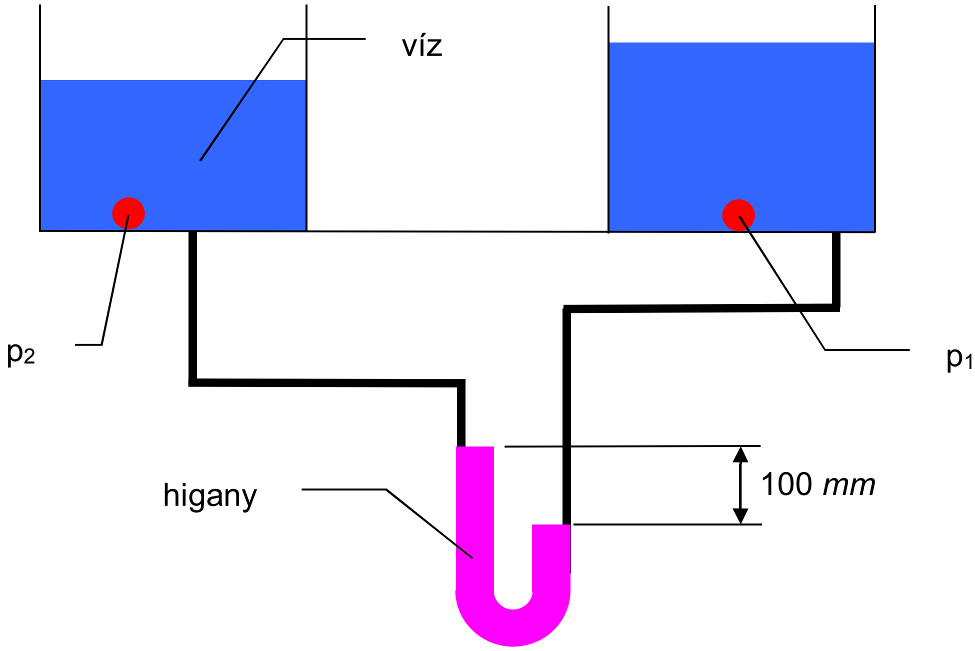
Az alábbi ábrán látható rendszerben három folyadék van egyensúlyban. Határozza meg a p_A-p_o nyomáskülönbséget!



A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

NK/3. feladat

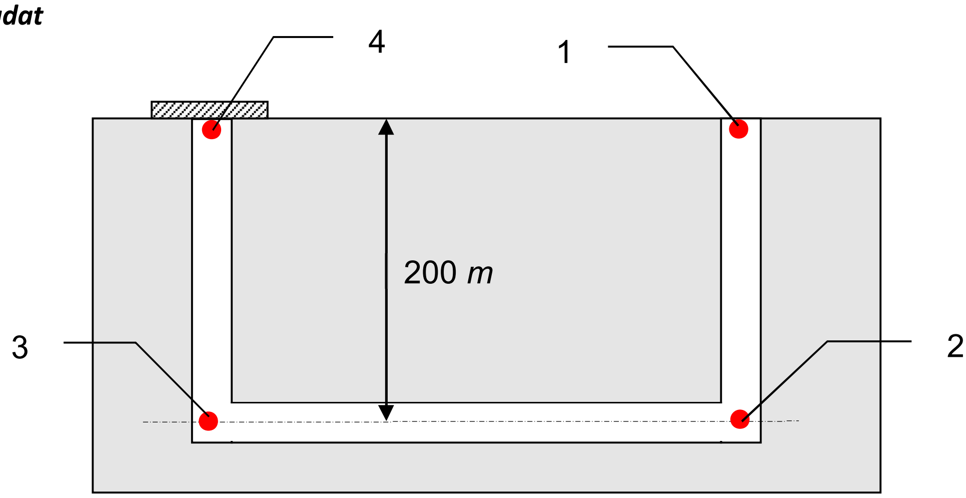


Határozzuk meg a két, azonos szinten álló nyitott tartály alján uralkodó nyomások különbségét!

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

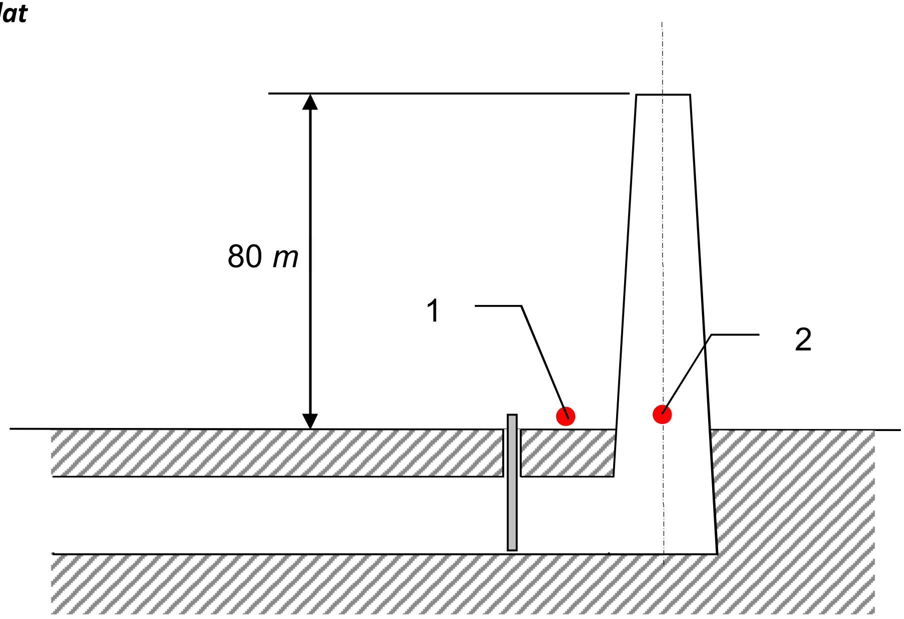
NK/4. feladat



Határozzuk meg a p_4-p_1 nyomáskülönbséget, ha tudjuk, hogy az 1-2 szakaszon a sűrűség átlagértéke 1,3 kg/m^3, a 3-4 szakaszon pedig 1,1 kg/m^3.

A megoldás ….

NK/5. feladat



Határozzuk meg az 1-es és a 2-es pontban uralkodó nyomások különbségét, az ún. statikus huzatot *vomm* mértékegységben! Hogyan helyezkednek el a kémény aljához csatlakoztatott, alkohollal (sűrűsége 875 *kg/m*^{3}) töltött nyomáskülönbség-mérőben az alkoholfelszínek?

A környezeti állapot jellemzői:

$p_1 \approx$ 760 *Hgmm*

t_1=0 °C

A kémény belsejében, a hőmérséklet közel állandó, 250 °*C* és feltételezhetjük, hogy a nyomás nem sokkal tér el a külső nyomástól.

A levegő gázállandója 287 *J/kg.K*. A füstgáz a sűrűség szempontjából levegőnek tekinthető és gázállandójáról tételezzük fel, hogy közel azonos a levegőével. Mind a levegőt mind a füstgázt ideális gáznak lehet tekinteni.

A megoldás ….

NK/6. feladat

Határozzuk meg a földi légkör vastagságát, ha feltételezzük, hogy a légkörben a hőmérséklet

- állandó (izotermikus atmoszféra),
- az adiabatikus állapotváltozás törvényei szerint csökken (adiabatikus atmoszféra).

A földi légkör felső határának tekintsük azt a pontot, ahol a nyomás a felszínen mért nyomásnak már csak 1/1000-ed része.

A föld felszínén a levegő állapota legyen a következő értékkel jellemezve:

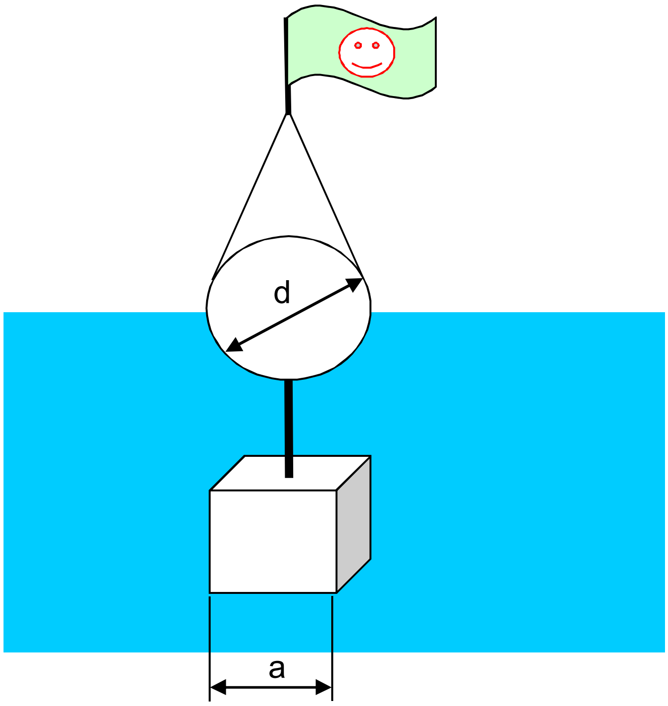
p_o=1 *bar*

t_o= 0 °*C*

A levegő gázállandója 287 *J/kg.K*, adiabatikus kitevője 1,4. Tételezzük fel, hogy a levegő jól megközelíti az ideális gáz tulajdonságait.

A megoldás ....

NK/7. feladat



Határozzuk meg a d=800 *mm* átmérőjű gömb alakú bójára akasztandó beton kocka él hosszúságát, ha azt akarjuk, hogy a bója éppen a feléig merüljön a vízbe,
A bója tömege (a beton kocka nélkül!) 45 *kg*, a beton sűrűsége 2300 kg/m^3.

A megoldás ....

NK/8. feladat

Egy súlytalannak tekinthető 8,5 *m* átmérőjű léggömböt 75 ^oC hőmérsékletű levegővel töltünk meg. Mekkora lesz az emelő erő, ha a környező levegő hőmérséklete 0 ^oC. Tételezze fel, hogy a levegő nyomása a léggömbben körülbelül megegyezik a légköri nyomással, kb. 760 *Hgmm*.

A megoldás ....

NK/9. feladat

Milyen magasságig képes felemelkedni az a merev vázú léghajó, melynek térfogata 100 m^3, összes tömege 100 *kg*? Tételezze fel, hogy az atmoszféra izotermikus, a levegő hőmérséklete a föld felszínén 15 ^oC és a föld felszínén a légnyomás 760 *Hgmm*!

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

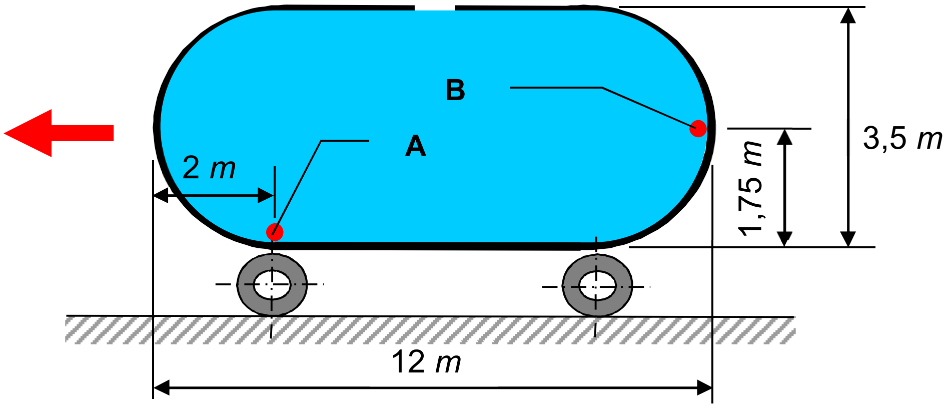
NK/10. feladat

Mekkora legyen a térfogata annak a merev vázú, elhanyagolható tömegű léghajónak, melynek egy 36 *kg* tömegű műszert kell felvinnie 5000 *m*-es magasságba? Tételezze fel, hogy az atmoszféra adiabatikus és a föd felszínén a levegő hőmérséklete 10 ^oC és a légnyomás 760 *Hgmm*! (levegő gázállandója 287 J/kg.K, adiabatikus kitevője 1,4)

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

NK/11. feladat

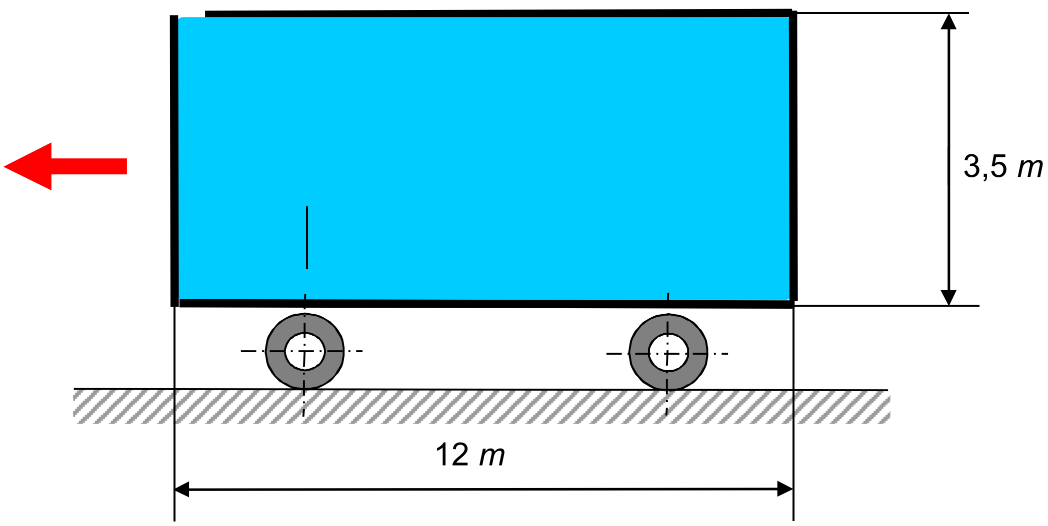


Határozzuk meg a nyíl irányában 6 m/sec^2 gyorsulással haladó, vízzel töltött vasúti tartálykocsiban az A és a B pontokban uralkodó nyomást.

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

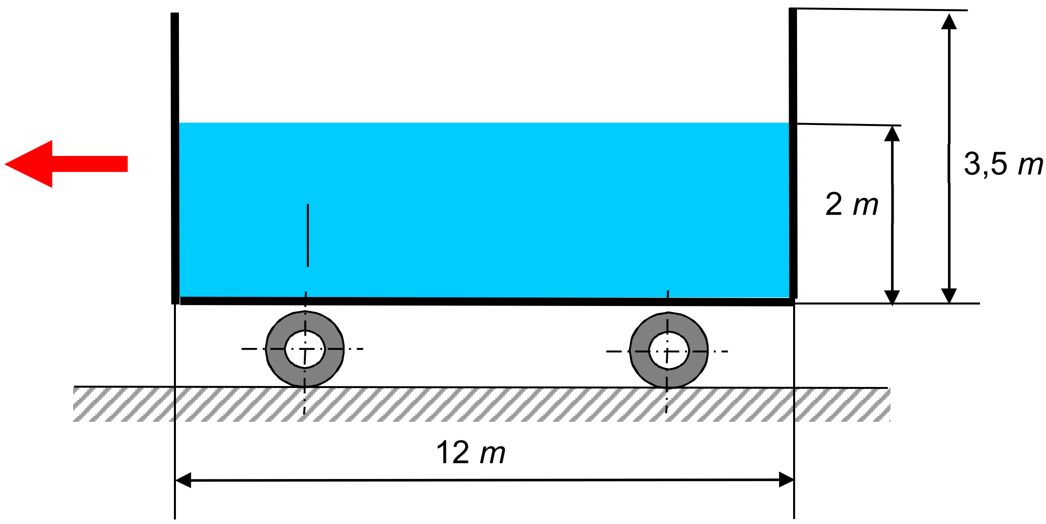
NK/12. feladat



A vízzel töltött, a rajz síkjára merőlegesen 2,5 *m* méretű tartálykocsi a jelzett irányba halad és sebessége másodpercenként 6 *m/sec*-al csökken. Legfeljebb mennyi víz tud kiömleni a tartálykocsiból, ha a víz hőmérsékletéhez tartozó telítési gőznyomás 64000 *Pa*.

A megoldás ….

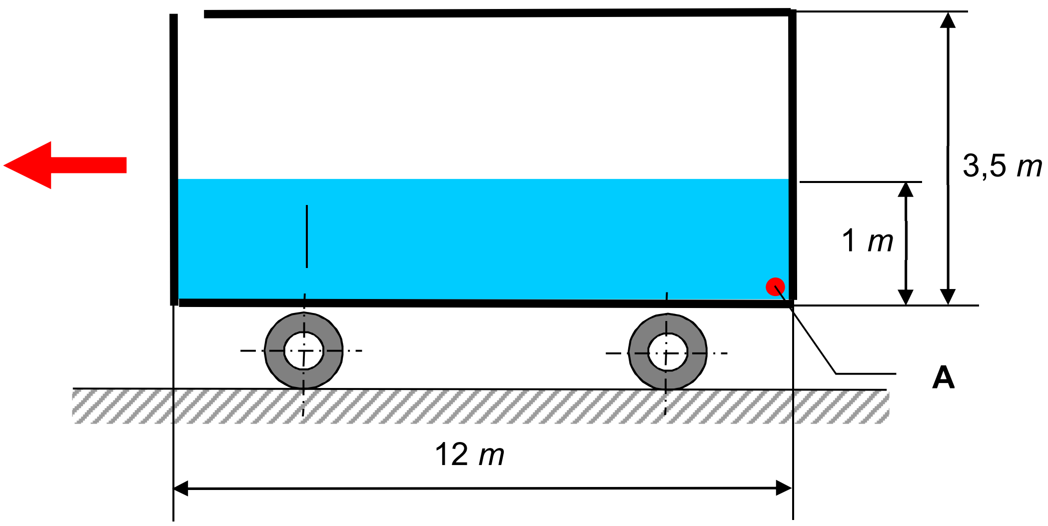
NK/13. feladat



Legfeljebb mekkora gyorsulással indulhat el a nyitott tartálykocsi, hogy a folyadék még ne ömöljön ki?

A megoldás ….

NK/14. feladat

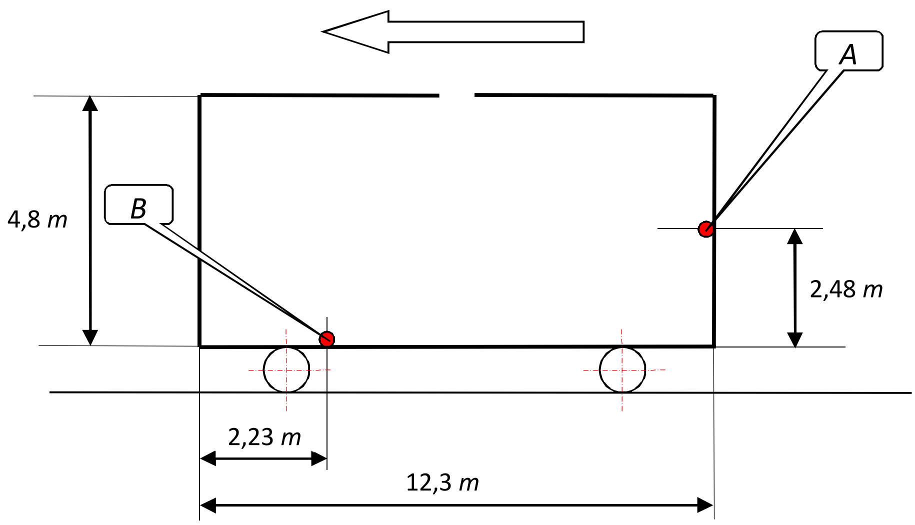


Határozza meg a nyomás értékét a jobb alsó sarokban, ha tudja, hogy a gyorsulás 16 m/sec^2! Mekkora a 2,2 m széles véglapra ható erő?

A megoldás ....

NK/15. feladat

Az alábbi ábrán látható tartály a jelzett irányban halad és benne a két megjelölt pontban a megadott túlnyomás értékeket mérték.

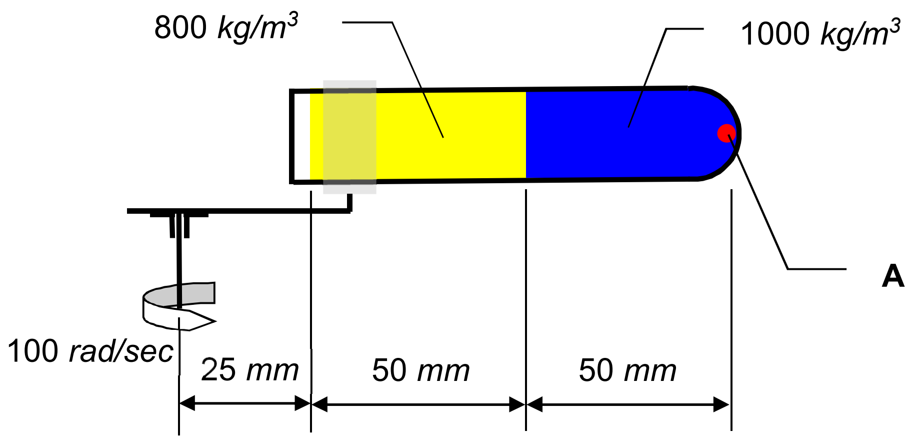


p_A=5375 *Pa*, ill. p_B=56800 *Pa*.

Határozza meg, hogy hány liter folyadék van (sűrűség 0,98 *kg/dm*^{3}) a mozgó tartályban, ha tudja, hogy annak a rajz síkjára merőleges mérete 2,8 *m*!

A megoldás ….

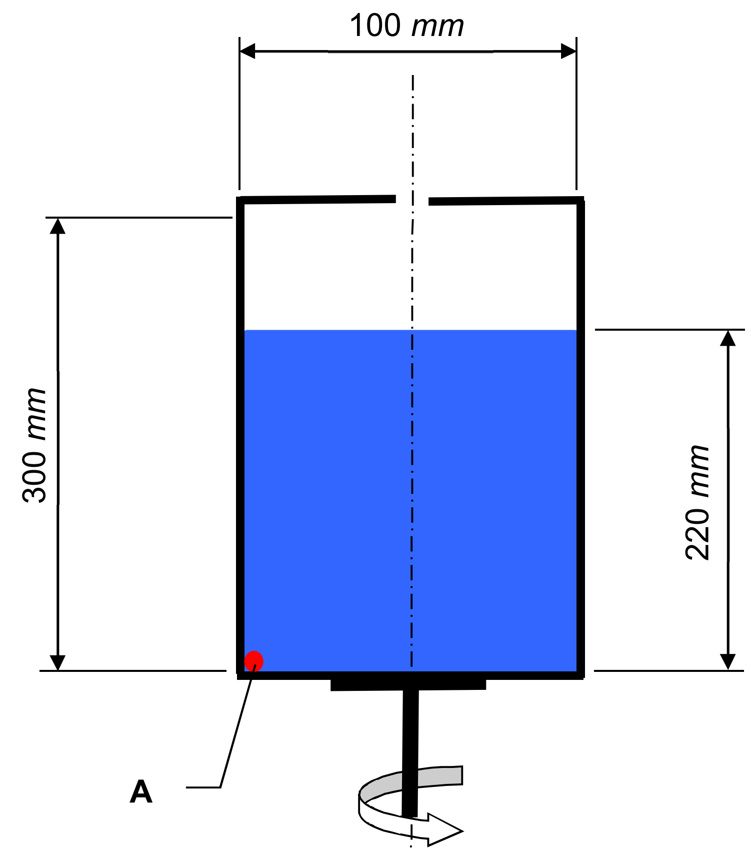
NK/16. feladat



Határozzuk meg az 'A' pontban a túlnyomás értékét!

A megoldás ….

NK/17. feladat

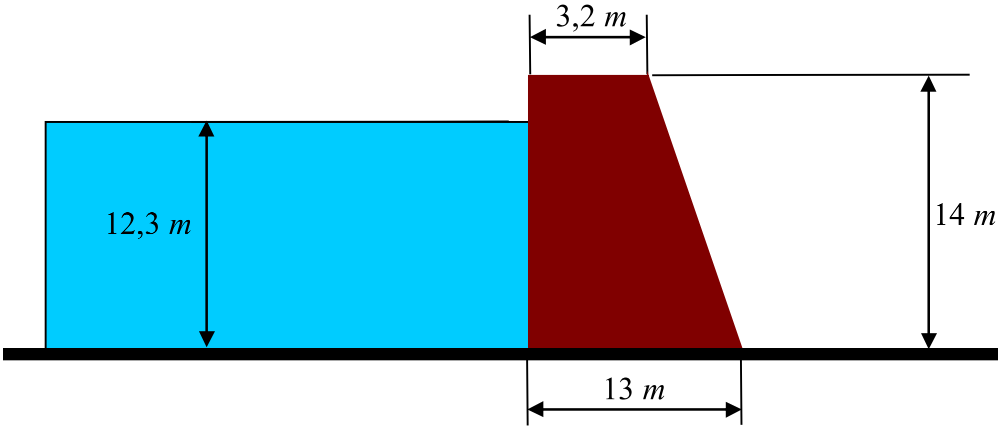


Határozzuk meg a víz sűrűségű folyadékot tartalmazó forgó edényben, az 'A' pontban a túlnyomás értékét! Az ábra a nyugalmi állapotot mutatja!

A megoldás ….

NK/18. feladat

Ellenőrizzük le, hogy az ábrán látható keresztmetszeti méretekkel bíró, 75 m hosszú gát pusztán saját súlyából adódóan képes-e ellenállni a víz által kifejtett erőhatásnak. A gát és a talaj között a súrlódási tényezőt 0,8-nek tekintsük! Határozzuk meg a terhelő erő támadáspontjának helyét!

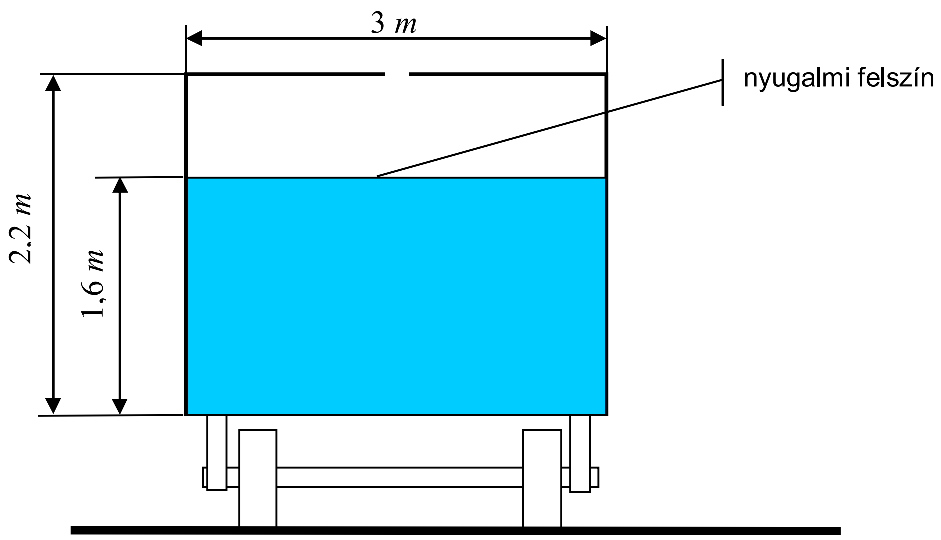


Vegyük figyelembe, hogy a víz sűrűsége 1000 kg/m^3, a gát anyagáé pedig kb. 1,93 t/m^3.

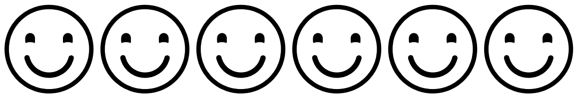
A megoldás ….

NK/19. feladat

Mekkora erő hat az ábrán látható, 7 *m* hosszú tartálykocsi oldallemezére, ha a kocsi egy 100 *m* görbületi sugarú íven halad kb. 70 *km/h* sebességgel? Hol van az erő támadáspontja?

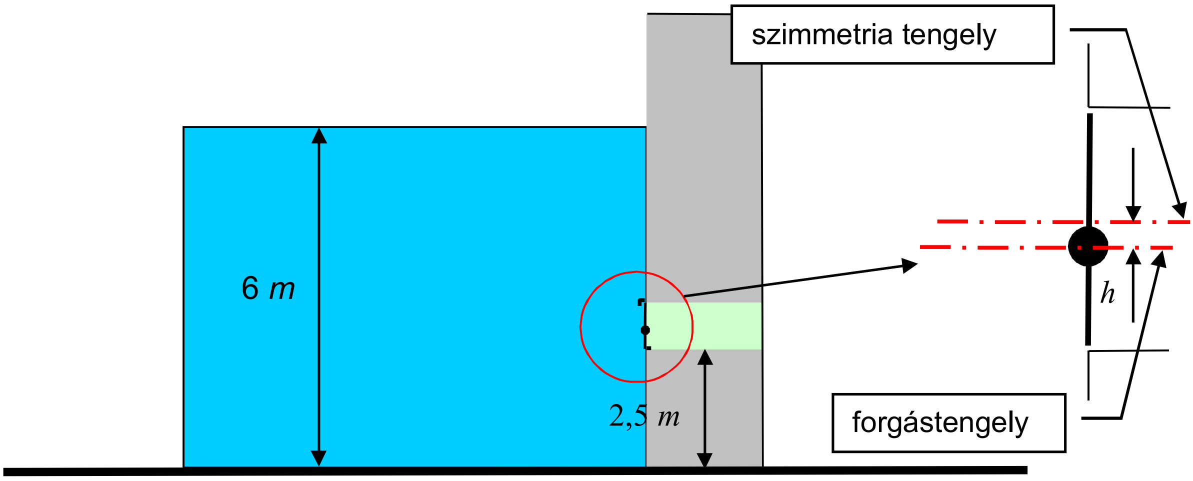


A megoldás ….



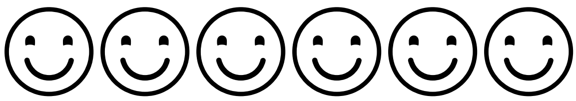
NK/20. feladat

Egy gát oldalában egy 800x800 *mm* méretű vízleeresztő nyílás található.



Milyen távolság legyen a nyílást elzáró zsiliplap szimmetria tengelye és a lap forgástengelye között, ha azt szeretnénk, hogy az ábrán megadott magasság fölé a vízszint ne emelkedhessen.

A megoldás ….



NK/21. feladat

Mekkora a túlnyomás egy közel gömb alakú, 2 *mm* átmérőjű vízcseppben? A víz felületi feszültsége a levegőre vonatkoztatva 0,074 *N/m*.

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

NK/22. feladat

Mekkora a túlnyomás egy közel gömb alakú 3 *cm* átmérőjű szappanbuborékban? A szappanos víz felületi feszültsége a levegőre vonatkoztatva 0,025 *N/m*.

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

NK/23. feladat

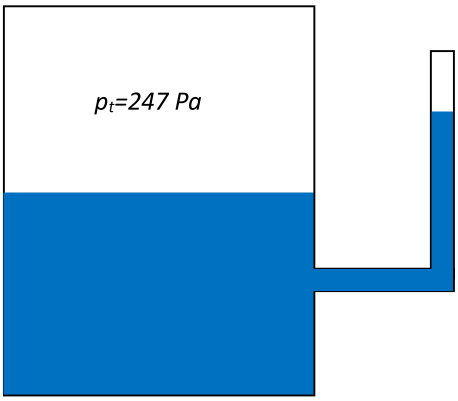
Határozzuk meg a higany levegőre vonatkoztatott felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a higanyba merített 1 *mm* átmérőjű üvegcsőben a higanyfelszín a csövön kívüli higanyfelszínnél 9,1 *mm*-el lejjebb található! Tételezzük fel, hogy a higanynak az üvegre vonatkoztatott nedvesítési szöge 155^o.

A megoldás ….

☺☺☺☺☺☺

NK/24. feladat

Egy nyomás alatti tartályban lévő folyadék egy üvegcsőben a tartályban lévő folyadékszint fölé emelkedik az ábra szerint.



Mekkora a mérés relatív hibája, ha az üvegcső 8 *mm* átmérőjű, a folyadék sűrűsége 1,035 *kg/dm^3*, a levegőre vonatkoztatott felületi feszültsége 0,087 *N/m* és teljes nedvesítést tételezhetünk fel.

A megoldás ….

☺ Példatár vége ☺

☺ Megoldások ☺

NK/1. feladat megoldása

A két módszerrel történ súlymeghatározás különbsége nem más mint a felhajtóerő, ami ezek szerint 9,2 *N*. A felhajtóerő Arkhimédész törvénye szerint egyenlő a kiszorított víz súlyával, ami lehetővé teszi az ékszer térfogatának kiszámítását, ami természetesen megegyezik a kiszorított víz térfogatával:

$$V = \frac{F_f}{\rho_{víz} \cdot g} = \frac{9,2}{1000 \cdot 10} = 920\, cm^3 .$$

Ezt követően már egyszerű dolgunk van felírva a teljes súlyt, mint az alkotók súlyának összegét:

$$G_l = (V - x) \cdot \rho_{Au} \cdot g + x \cdot \rho_{Ag} \cdot g$$

Az összefüggésben *'x'* az ezüst térfogata. A behelyettesítésnél vigyázni kell a mértékegységekre!

$$143,4 = \left(920 \cdot 10^{-6} - x\right) \cdot 19,29 \cdot 10^3 \cdot 10 + x \cdot 10,5 \cdot 10^3 \cdot 10$$

Az ezüst térfogata: 387,6 *cm³*

Az arany térfogata: 532,4 *cm³*

Az arany térfogatszázaléka: $r_{Au} = \frac{V_{Au}}{V} = \frac{532,4}{532,4 + 387,6} = 0,5787$ azaz kb. 57,9 %

Az arany súlyszázaléka: $s_{Au} = \frac{G_{Au}}{G} = \frac{532,4 \cdot 10^{-6} \cdot 19,29 \cdot 10^3 \cdot 10}{143,4} = 0,7162$ azaz kb. 71,6 %

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/2. feladat megoldása

A sötétebb kék színű, legalul elhelyezkedő folyadéknak a baloldali szárban észlelhető felszíne alatti része önmagával egyensúlyban van, azaz ugyanezen szinten mindkét szárban biztosan azonos a nyomás. Ebből következően felírható a baloldali és a jobboldali szárakban a nyomások összegének egyenlősége:

$$p_A + 9 \cdot 10^3 \cdot g = p_o + 8,6 \cdot 800 \cdot g + 0,12 \cdot 13600 \cdot g$$

Ebből az egyenletből a keresett p_A-p_o nyomáskülönbség -4880 *Pa*. Ez azt jelenti, hogy a gömb alakú térben vákuum (depresszió) van, azaz a nyomás a légköri nyomásnál a kiszámított értékkel kisebb.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/3. feladat megoldása

A hidrosztatikai egyensúly egyenletét kell felírni az alsó higanyszintre (jobb oldali szár). Nem szabad elfelejteni, hogy a tartályok aljától az U-csőhöz vezető csövekben víz van!

$$p_1 - p_2 = \Delta h \cdot \left(\rho_{Hg} - \rho_v\right) \cdot g = 0,1 \cdot (13,6 - 1) \cdot 10^3 \cdot 10 = 12600\, Pa$$

A keresett nyomáskülönbség: 12600 Pa.

Vissza a feladathoz ...

NK/4. feladat megoldása

Értelemszerűen, a 2-3 pontok szintjében a nyomásnak állandónak kell lennie. Ide írható fel a hidrosztatikai egyensúly egyenlete.

$$p_4 + 200 \cdot \rho_{3-4} \cdot g = p_1 + 200 \cdot \rho_{1-2} \cdot g$$

Ebből a keresett nyomáskülönbség 400 Pa, azaz a 4-es pontban a nyomás 400 Pa-al nagyobb, mint a légköri nyomás

Vissza a feladathoz ...

NK/5. feladat megoldása

A kémény tetejénél a levegő nyomása és a füstgáz nyomása egymással meg kell egyezzen. Ide felírva a „hidrosztatikai" egyensúly egyenletét:

$$p_1 - 80 \cdot \rho_{levegő} \cdot g = p_2 - 80 \cdot \rho_{füstgáz} \cdot g$$

A levegő és a füstgáz sűrűsége egyaránt az ideális gázokra érvényes általános gáztörvény segítségével lehet kiszámítani:

$$\rho_{levegő} = \frac{p}{R \cdot T} = \frac{760 \cdot 10^{-3} \cdot 13{,}6 \cdot 10^{3} \cdot g}{287 \cdot 273} = 1{,}32 \frac{kg}{m^3} \text{ és}$$

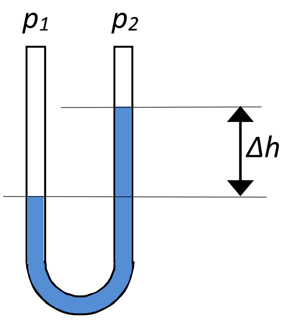
$$\rho_{füstgáz} = \frac{p}{R \cdot T} = \frac{760 \cdot 10^{-3} \cdot 13{,}6 \cdot 10^{3} \cdot g}{287 \cdot (273 + 250)} = 0{,}689 \frac{kg}{m^3}$$

A keresett statikus huzat,

$$p_1 - p_2 = h \cdot g \cdot \left(\rho_{levegő} - \rho_{füstgáz}\right) = 80 \cdot 10 \cdot (1{,}32 - 0{,}689) = 504{,}8 \quad (Pa)$$

ami egyenértékű kb. 50,5 *vomm*-el, azaz 50,5 *mm* magas vízoszlop nyomásával.

Mivel a nyomás a kéményen kívül nagyobb, így a kémény aljánál elkészített furatra rákötött alkohol töltésű U-csöves manométernek a környezettel kapcsolatban lévő szárában az alkoholszint lejjebb lesz.



A hidrosztatikai egyensúlyt kifejező egyenlet szerint:

$$p_1 = p_2 + \Delta h \cdot \rho_a \cdot g$$

tehát, $\Delta h = \dfrac{p_1 - p_2}{\rho_a \cdot g} = \dfrac{504{,}8}{875 \cdot 10} = 0{,}05769 \quad (m)$ azaz kb. 57,69 *mm*-el

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/6. feladat megoldása

A hidrosztatika alaptörvényét ezúttal differenciális formában kell felírnunk: $dp = -\rho \cdot g \cdot dz$ (ha a 'z' koordinátatengelyt a föld felszínéről felfelé mutatóan tekintjük pozitívnak!)

Az első esetben a sűrűség változását a Boyle-Mariotte törvényből lehet levezetni, mely $\frac{p_o}{\rho_o} = \frac{p}{\rho}$. Ebből a keresett függvény: $\rho = \rho_o \frac{p}{p_o}$.

Ezt behelyettesítve a hidrosztatika alaptörvényébe és a rendezés után az egyenlet integrálását kijelölve

$$\int_{p_o}^{p_h} \frac{dp}{p} = -\frac{\rho_o}{p_o} \cdot g \cdot \int_0^H dz$$

Az integrálás után az ún. izotermikus atmoszféra vastagsága:

$$H_i = -\frac{p_o}{\rho_o \cdot g} \cdot \ln\left(\frac{p_h}{p_o}\right) = -\frac{10^5}{1{,}276 \cdot 10} \cdot \ln\left(\frac{1/1000}{1}\right) = 54136\ m \approx 54\ km$$

Az adiabatikus atmoszféra esetében a sűrűségfüggvény $\frac{p_o}{\rho_o^\kappa} = \frac{p}{\rho^\kappa}$ alapösszefüggésből rendezhető ki.

A hidrosztatika alaptörvényébe történő behelyettesítés, rendezés és az integrálás kijelölése után

$$\int_{p_o}^{p_h} \frac{dp}{p^{\frac{1}{\kappa}}} = -\frac{\rho_o}{p_0^{\frac{1}{\kappa}}} \cdot g \cdot \int_0^H dz$$

Az integrálás után az ún. adiabatikus atmoszféra vastagsága:

$$H_a = -\frac{p_o}{\rho_o \cdot g} \cdot \frac{\kappa}{\kappa - 1} \cdot \left(\left(\frac{p_h}{p_o}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1\right) = -\frac{10^5}{1{,}276 \cdot 10} \cdot \frac{1{,}4}{1{,}4 - 1} \cdot \left(\left(\frac{1/1000}{1}\right)^{\frac{1{,}4-1}{1{,}4}} - 1\right) = 23618\ m \approx 23{,}6\ km$$

Megjegyzés: a földi légkör sem nem izotermikus sem nem adiabatikus, ami gyakorlatilag és matematikailag azt jelenti, hogy a sűrűség változását leíró függvényben a hatványkitevő az eddigiekben feltételezett értékektől eltérőtől eltérően, de a mérések alapján végzett számítások szerint legfeljebb szakaszonként vehető állandónak.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/7. feladat megoldása

A hidrosztatikai egyensúly úgy érvényesül, hogy az eredő súlyerő megegyezik az eredő felhajtó erővel.

$$G_{bója} + G_{kocka} = \frac{V_{bója} \cdot \rho_{víz} \cdot g}{2} + V_{kocka} \cdot \rho_{víz} \cdot g$$

A kocka él hosszúsága 409 *mm* legyen!

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/8. feladat megoldása

Az emelőerő a felhajtóerő és a léggömb súlyának különbsége. Tehát a léggömb által „kiszorított” levegő súlyából (felhajtóerő) csak a léggömbben lévő levegő súlyát kell levonnunk, hiszen a léggömb súlytalannak tekinthető.

$$F_e = V_{\lg} \cdot \rho_{kl} \cdot g - V_{\lg} \cdot \rho_{bl} \cdot g$$

A környezeti levegő és a léggömbben lévő melegebb levegő sűrűsége az általános gáztörvény segítségével számítható ki.

$$\rho_{kl} = \frac{p_o}{R \cdot T_o} = \frac{0{,}76 \cdot 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot g}{287 \cdot 273} = 1{,}319 \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_{bl} = \frac{p_o}{R \cdot T_o} = \frac{0{,}76 \cdot 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot g}{287 \cdot (273 + 75)} = 1{,}035 \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

Így az emelőerő

$$F_e = \frac{4 \cdot r^3 \cdot \pi}{3} \cdot g \cdot (\rho_{kl} - \rho_{bl}) = \frac{4 \cdot \left(\frac{8{,}5}{2}\right)^3 \cdot \pi}{3} \cdot g \cdot (1{,}319 - 1{,}035) = 913{,}2\ N$$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/9. feladat megoldása

A léghajó addig fog felfelé emelkedni, amíg a felhajtóerő egyenlővé nem válik a teljes súllyal. Ekkor meg fog állni. Tehát

$$F_f = G = V \cdot \rho \cdot g$$

Az egyenletből kiszámítható, hogy a megállás ott következik be, ahol a külső levegő sűrűsége éppen

$$\rho = \frac{G}{V \cdot g} = \frac{100 \cdot g}{100 \cdot g} = 1\ \ \frac{kg}{m^3}$$

Az izotermikusnak feltételezett atmoszférában ekkor a légnyomás

$$p_H = \frac{p_o}{\rho_o} \cdot \rho = \frac{0{,}76 \cdot 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot g}{1{,}25} \cdot 1 = \frac{103360}{1{,}25} \cdot 1 = 82688\,Pa$$

<u>Megjegyzés</u>: a föld felszínén érvényes sűrűséget a szokásos módon, a nyomás és a hőmérséklet segítségével az általános gáztörvényből lehet kiszámítani és ebben az esetben ez

$$\rho_o = \frac{p_o}{R \cdot T_o} = \frac{0{,}76 \cdot 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot g}{287 \cdot (15 + 273)} = \frac{103360}{82656} = 1{,}25 \left(\frac{kg}{m^3}\right).$$

A keresett magasság az NK/6 feladat megoldásánál tárgyalt összefüggés segítségével

$$H = -\frac{p_o}{\rho_o \cdot g} \cdot \ln\left(\frac{p_H}{p_o}\right) = -\frac{103360}{1{,}25 \cdot 10} \cdot \ln\left(\frac{82688}{103360}\right) \approx 1845\,m$$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/10. feladat megoldása

Ezúttal először azt tudjuk kiszámítani, hogy az 5000 m-es magasságban mekkora a nyomás, ha az atmoszférát adiabatikusnak tekintjük.

$$\int_{p=p_o}^{p=p_H} p^{-\frac{1}{\kappa}} \cdot dp = -\frac{\rho_o}{p_o^{\frac{1}{\kappa}}} \cdot g \cdot \int_{z=0}^{z=H} dz$$

Az integrálás után

$$\frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot \left(p_H^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - p_o^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right) = -\frac{\rho_o}{p_o^{\frac{1}{\kappa}}} \cdot g \cdot H$$

Innen a helyettesítés után

$$\frac{1{,}4}{1{,}4-1} \cdot \left(p_H^{\frac{1{,}4-1}{1{,}4}} - 103360^{\frac{1{,}4-1}{1{,}4}} \right) = -\frac{1{,}27}{103360^{\frac{1}{1{,}4}}} \cdot g \cdot 5000$$

$$3{,}5 \cdot \left(p_H^{0{,}2857} - 27{,}08 \right) = -16{,}64$$

$$p_H = \left(-\frac{16{,}64}{3{,}5} + 27{,}08 \right)^{\frac{1}{0{,}2857}} = 52608\ Pa$$

<u>Megjegyzés</u>: a föld felszínén érvényes sűrűséget a szokásos módon, a nyomás és a hőmérséklet segítségével az általános gáztörvényből lehet kiszámítani és ebben az esetben 1,27 kg/m^3.

Most már nincs akadálya a 5000 m-es magasságban érvényes sűrűség kiszámításának

$$\rho_H = \left(\frac{p_H}{p_o} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \cdot \rho_o = \left(\frac{52608}{103360} \right)^{\frac{1}{1{,}4}} \cdot 1{,}27 = 0{,}784\ \frac{kg}{m^3}$$

Végezetül a szükséges térfogat

$$V = \frac{G}{\rho_H \cdot g} = \frac{36 \cdot 10}{0{,}784 \cdot 10} \approx 45{,}9\ m^3$$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/11. feladat megoldása

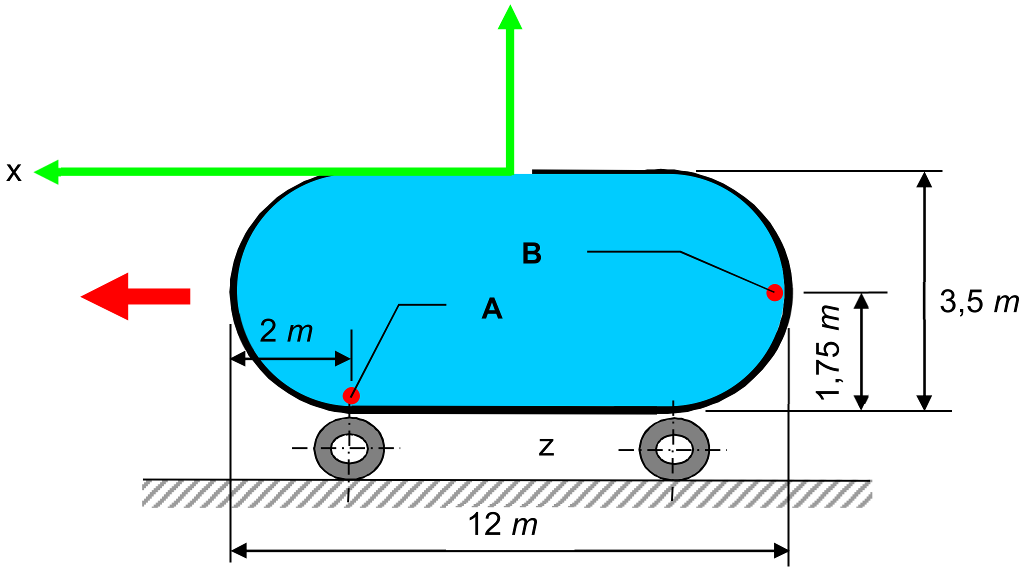
A hidrosztatika alaptörvényét kell alkalmazni a magadott gyorsulással mozgó víztömegre:

$$dp = -\rho \cdot dU$$

A ’z’ koordináta tengely mutasson az általános szokások szerint felfelé!

Ekkor a gravitációs erőtér potenciálja $g \cdot z$, a gyorsulásból származó tehetetlenségi erőtér potenciálja pedig $a \cdot x$, ha a haladási irányt tekintjük az 'x' tengely irányának, ugyanis ekkor a térerősség vektor azzal éppen ellentétes.

A koordináta tengely kezdőpontját a tartálykocsi felül középütt található nyílásához tesszük, ahol ismert a nyomás, az atmoszférikus nyomás.



A jelölt koordinátarendszerben kell alkalmazni kétszer egymás után a hidrosztatika alaptörvényét.

$p_A = p_o - [g \cdot z_A + a \cdot x_A] \cdot \rho = 10^5 - [-10 \cdot 3{,}5 + 6 \cdot 4] \cdot 1000 = 10^5 + 1{,}1 \cdot 10^4 = 1{,}11\,bar$ ill.

$p_B = p_o - [g \cdot z_B + a \cdot x_B] \cdot \rho = 10^5 - [-10 \cdot 1{,}75 - 6 \cdot 6] \cdot 1000 = 10^5 + 4{,}15 \cdot 10^4 = 1{,}53\,bar$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/12. feladat megoldása

A tartálykocsiból, figyelembe véve kialakítását a mozgás és a lassulás irányát az ideális folyadék kiömleni nem tud, hiszen semmilyen módon sem tud levegő bejutni a kiömlő folyadék helyére.
A valóságos folyadék kiömlése lehetséges, ekkor azonban a kiömlött folyadék helyét a folyadék saját gőze foglalja el, azaz a kiömlés csak akkor lehetséges, ha a nyomás a tartálykocsiban valahol eléri a telítési gőznyomást.
Ennek eldöntéséhez a hidrosztatika alaptörvényét kell alkalmazni ismét:

$$p - p_o = -\rho \cdot (g \cdot z - a \cdot x)$$

(Figyelem! A gravitációs erőtér potenciálja változatlanul pozitív, de ezúttal a lassulás miatt a tehetetlenségi erőtér térerőssége megegyezik a haladási iránnyal, minek következtében ennek potenciálja negatív)

A fenti összefüggés egy egyenes egyenlete, mely a tartálykocsi vetületét két ponton metszheti el. Ez az egyenes az ún. ekvipotenciális felület irányát adja meg. Ha a '*p*' nyomás helyébe a 'p_g' telítési gőznyomást írjuk be akkor azt a folyadékfelszínt kapjuk, amely mentén a nyomás éppen a telítési gőznyomás. Értelemszerűen a felszín felett is a telítési gőznyomás uralkodik, azaz ez a tér az, mely kiürülhet.

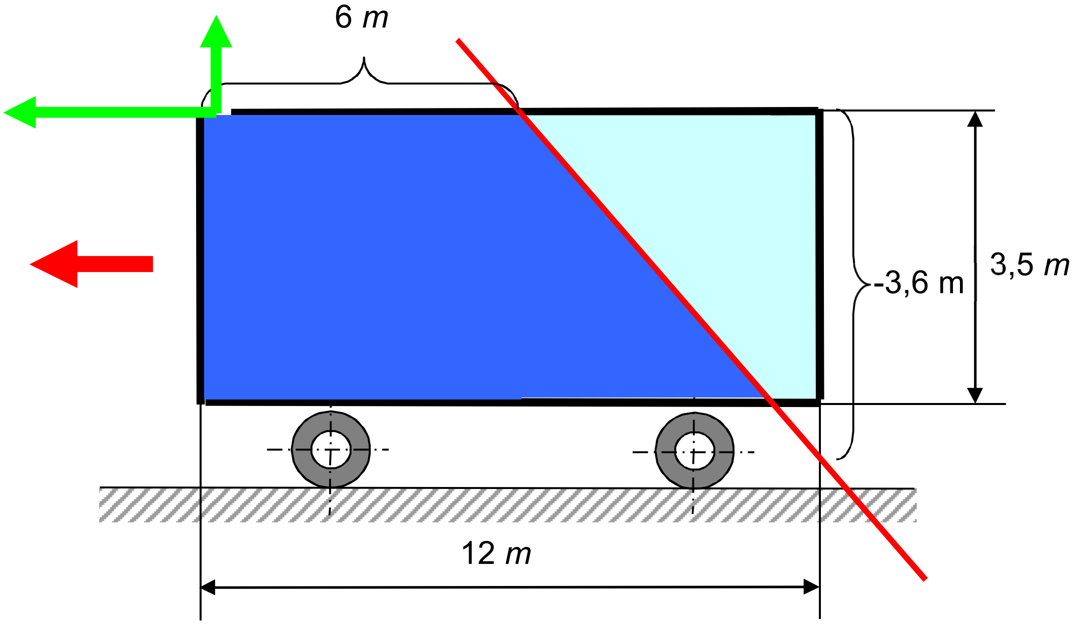
A metszéspontok értelemszerűen úgy kaphatóak meg, hogy előbb a *z=0*, majd pedig az *x=-12* koordinátákkal keressük a megoldást. Az első esetben

$$x = \frac{64000 - 100000}{1000 \cdot 6} = -6\, m\,,$$

a másodikban

$$z = \left[-\frac{(64000 - 100000)}{1000} - 6 \cdot 12 \right] \cdot \frac{1}{10} = -3{,}6 \quad (m).$$

Ez utóbbi azt jelenti, hogy az egyenes a tartálykocsi jobboldali függőlegesét a felső peremtől mért 3,6 *m*-el metszi, ahogy az az ábrán látható.



Innen a jól ismert síkgeometriai összefüggésekkel a világoskék színű terület (ill. térfogat!) nagysága

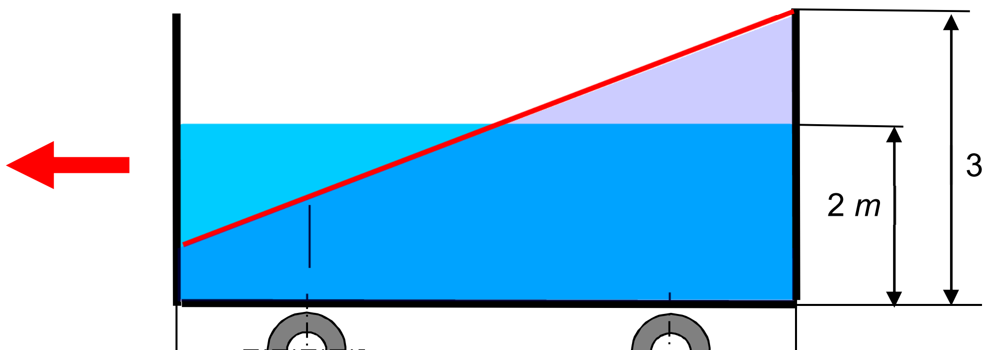
$$A = \frac{(12-6)\cdot 3{,}6}{2} - \frac{(3{,}6-3{,}5)}{2} \cdot \frac{(3{,}6-3{,}5)}{3{,}6} \cdot (12-6) = 10{,}8 - 0{,}00833 \approx 10{,}8 \ (m^2)$$, ill. *V=27 m³*

A tartálykocsiban lévő víztömegre ható eredő térerősség az ábrán megjelölt egyenesre éppen merőleges, a függőlegessel $\alpha = arctg\frac{a}{g} = arctg\frac{6}{10} \approx 31°$-os szöget zár be (balra lefelé mutat!), ami éppen megegyezik az ekvipotenciális felület vízszintes síkkal bezárt szögével.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

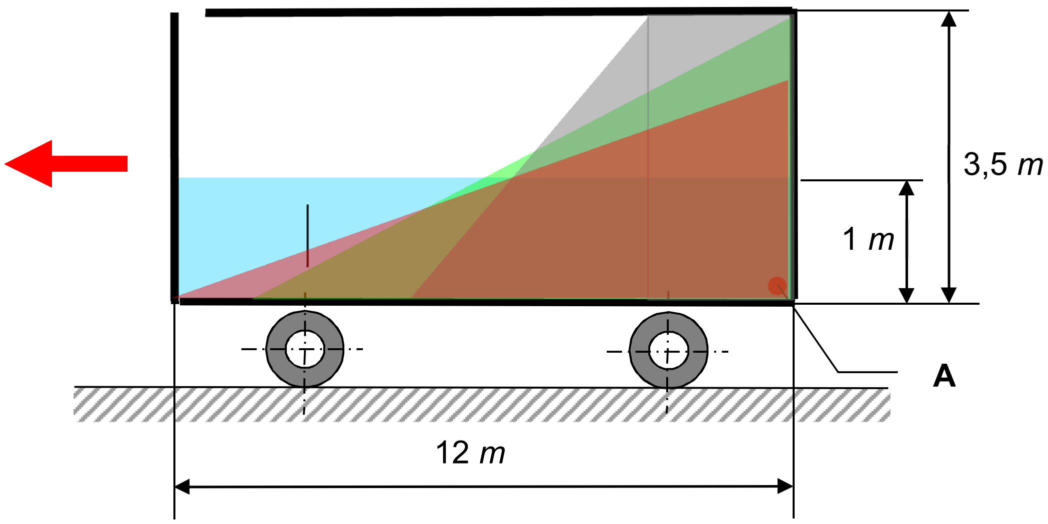
NK/13. feladat megoldása



A folyadék felszíne merőleges lesz az eredő térerősségre és a kritikus pillanatban éppen eléri a tartálykocsi felső peremét. Mivel még semmi sem ömlött ki, a trapéz terület és a korábbi téglalap terület éppen megegyezik egymással. Ebből a két megállapításból következik, hogy $\frac{a}{g}=\frac{3}{12}$, azaz a keresett gyorsulás 2,5 m/sec^2.

Vissza a feladathoz …

NK/14. feladat megoldása



Elvileg három típus szerint helyezkedhet el a folyadék a tartálykocsiban, ahogy az az ábrán látható.
Mivel tudjuk, hogy az eredő térerősség függőlegeshez mért hajlásszöge meg kell egyezzen az ekvipotenciális felület vízszinteshez mért hajlásszögével, könnyen betájolhatjuk, hogy az adott esetben a három lehetséges „típus” közül melyik valósul meg.

A piros derékszögű háromszög esetében $\frac{a}{g}=\frac{16}{10}=1{,}6\ >\ \frac{2}{12}=0{,}167$, azaz az ekvipotenciális felület „meredekebb”.
A zöld háromszög esetében a döntés nem ennyire egyszerű. Fel kell használnunk azt a tényt, hogy a tartálykocsiból víz nem ömlött ki, így az eredeti téglalap terület és a zöld háromszög területe egymással meg kell egyezzen (ez egyébként az előbb is teljesült!).

$\frac{e \cdot 3{,}5}{2} = 12 \cdot 1 \quad \Rightarrow \quad e = 6{,}86 \quad (m)$, ahol ’e’ a zöld három szög alapja.

Ebből $\frac{a}{g} = \frac{16}{10} = 1{,}6 \;>\; \frac{3{,}5}{6{,}86} = 0{,}51$, azaz az ekvipotenciális felület még meredekebb kell legyen, tehát a folyadék a szürke trapéznak megfelelően fog elhelyezkedni. A konkrét méreteket a térfogat azonosság és az ekvipotenciális felület helyzetére vonatkozó összefüggés együttes alkalmazásával határozható meg.

$\frac{e+f}{2} \cdot 3{,}5 = 12 \cdot 1$ ill. $\frac{3{,}5}{e-f} = \frac{a}{g} = \frac{16}{10} = 1{,}6$. Itt ’e’ a derékszögű trapéz hosszabbik alapja és ’f’ a rövidebbik!

Innen $e + f = 6{,}86$ ill. $e\text{-}f = 2{,}19$, azaz e=4,5 *m* ill. f=2,36 *m*.

A kérdéses nyomás kiszámításához most már csak a koordinátarendszer kezdőpontját kell rögzíteni, mely praktikus okok miatt a folyadékfelszín valamelyik pontjában, tehát pl. a tartály alsó síkja és a folyadékfelszín találkozásánál legyen. Így

$$p_A = p_o - \rho \cdot (g \cdot z + a \cdot x) = p_o + 1000 \cdot 16 \cdot 4{,}5 = 1{,}72 \; bar$$

Értelemszerűen, ha például a tartálykocsi felső síkja és a vízfelszín találkozási pontjába helyezzük a koordinátarendszer kezdőpontját, akkor

$$p_A = p_o - \rho \cdot (g \cdot z + a \cdot x) = p_o + 1000 \cdot 10 \cdot 3{,}5 + 1000 \cdot 16 \cdot 2{,}36 = 1{,}728 \; bar$$

Az eredmény azonos, az eltérés a számítások során végzett kerekítésekből adódik!

A véglapra ható erő kiszámításához ismernünk kell a nyomás értékét a véglap felső pereménél is (’*B*’ pont).

$$p_B = p_o - \rho \cdot (g \cdot z + a \cdot x) = p_o + 1000 \cdot 10 \cdot 0 + 1000 \cdot 16 \cdot 2{,}36 = 1{,}38 \; bar$$

A keresett erő a két nyomás átlagértékével számítható, figyelemmel arra, hogy a véglap másik oldalán a légköri nyomás jelen van, így csak a túlnyomásértékekkel kell számolnunk.

$$F = \frac{p_{tA} + p_{tB}}{2} \cdot 10^5 \cdot h \cdot b = \frac{0{,}724 + 0{,}38}{2} \cdot 10^5 \cdot 3{,}5 \cdot 2{,}2 = 425 \; kN$$

Megjegyzés: az ’*A*’ pontban a két értékből képzett átlagot vettük a helyes értéknek.

[Vissza a feladathoz …]

☺☺☺☺☺☺

NK/15. feladat megoldása

Először tisztázni kell, hogy a jelölt irányba haladó tartály gyorsul vagy lassul! A tartály jobboldalán az ’*A*’ pont alatt a tartály alján a túlnyomás

$$p'_A = p_A + h_A \cdot \rho \cdot g = 5375 + 2{,}48 \cdot 988 \cdot 10 = 29877{,}4 \; Pa$$

Mivel ez a túlnyomás kisebb, mint a ’*B*’ pontban adott, ennek következtében biztos, hogy a tartálykocsi lassulva mozog, tehát az ekvipotenciális felületek jobbra lejtenek.

Ha gondolatban a tartály jobb alsó sarkában elhelyezzük egy koordináta rendszer kezdőpontját, akkor e pont és a ’*B*’ pont között felírva a hidrosztatika alaptörvényét, kiszámíthatjuk a lassulást.

$$p_B - p_{A'} = -\rho \cdot (g \cdot z - a \cdot x)$$

Mivel ebben a koordinátarendszerben a ’*B*’ pont koordinátái (12,3-2,23;0), azaz (10,07;0)

$$p_B - p_{A'} = \rho \cdot a \cdot x = 988 \cdot a \cdot 10{,}07 = 9949{,}2 \cdot a = 56800 - 29877{,}4 = 26922{,}6 \quad Pa$$

$$a = \frac{26922{,}6}{9949{,}2} = 2{,}71 \quad \frac{m}{s^2}$$

A jobbra lejtő ekvipotenciális felületek vízszintessel bezárt szögének tangense *a/g=0,271*.

Mivel a folyadék felszínén a túlnyomás zérus, a folyadék felszínének egyik pontja az *'A'* pont felett ott lesz, ahol a túlnyomás zérus, azaz

$h'_A = \dfrac{p_A}{\rho \cdot g} = \dfrac{5375}{988 \cdot 10} = 0{,}544\ m$ -el az *'A'* pont felett, a tartály aljától tehát 3,024 m-re.

Az e pontból kiinduló ekvipotenciális felület a tartály felső síkját a tartály jobb szélétől

$$\Delta x = \frac{(4{,}8 - 3{,}024)}{0{,}271} = 6{,}55\ \ m$$

távolságban metszi el.

Ellenőrzésként határozzuk meg a 'B' pontban uralkodó túlnyomást úgy, hogy a koordinátarendszer kezdőpontját gondolatban a most meghatározott pontba, azaz a tartály felső síkjában a jobb szélétől 6,55 *m*-re helyezzük el. Ebben a koordinátarendszerben a *'B'* pont koordinátái (12,3-6,55-2,23;-4,8) azaz (3,52;-4,8)

$$p_B - p_o = -\rho \cdot (g \cdot z - a \cdot x) = -988 \cdot (-10 \cdot 4{,}8 - 2{,}71 \cdot 3{,}52) = 56849\ \ Pa$$

Az eltérés egészen minimális:

$$\frac{|56800 - 56849|}{56800} = 0{,}09\ \%$$

ami nyilván a kerekítésekből adódik.

A tartályban lévő folyadék mennyisége pedig éppen a légtérfogattal kevesebb a tartálytérfogatánál

$$V = (12{,}3 \cdot 4{,}8 \cdot 2{,}8) - \left(\frac{(4{,}8 - 3{,}024) \cdot 6{,}55}{2} \cdot 2{,}8 \right) = 149\ \ m^3$$

tehát 149000 *liter*.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/16. feladat megoldása

Ezúttal a gravitációs erőtér mellett a centrifugális (tehetetlenségi) erőtér is hat. Tekintettel arra, hogy a sugár irányú mérethez képest a függőleges irányú méretek nem számottevőek, mégis csak az utóbbi hatását kell figyelembe vennünk.

$$\int_{p_o}^{p_A} dp = -\rho \int_{U_o}^{U_A} dU = -\rho_{olaj} \int_{r=0,25}^{r=0,075} (-r \cdot \omega^2)\,dr - \rho_{víz} \int_{r=0,75}^{r=0,125} (-r \cdot \omega^2)\,dr$$

Behelyettesítve a keresett túlnyomás:

$$p_A - p_o = p_{tA=} = \rho_{olaj} \left(\frac{0{,}075^2 \cdot 100^2}{2} - \frac{0{,}025^2 \cdot 100^2}{2} \right) + \rho_{víz} \left(\frac{0{,}125^2 \cdot 100^2}{2} - \frac{0{,}075^2 \cdot 100^2}{2} \right) = 70000\ Pa$$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

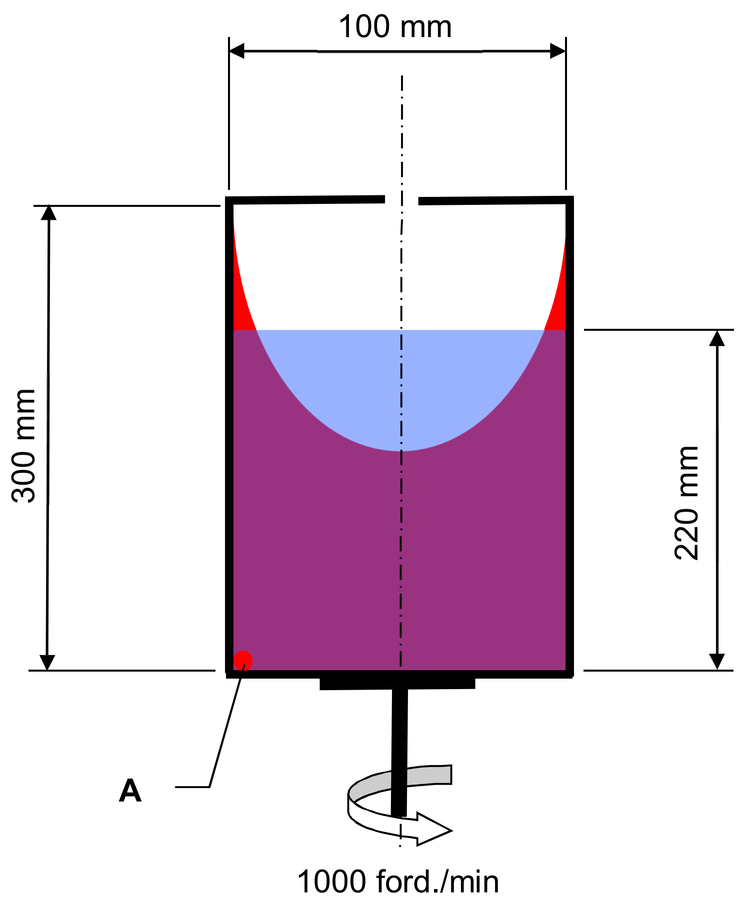
NK/17. feladat megoldása

A forgó edényben a folyadék a ható két erőtér (a gravitációs és a centrifugális) együttes hatásának megfelelően fog elhelyezkedni. Alakját (egyenletét) a hidrosztatika alaptörvényéből kaphatjuk meg, ha azt a felszínen található két pontra írjuk fel. Ekkor a nyomáskülönbség éppen 0, tehát $0 = -\rho \cdot \left(-gz - \dfrac{r^2 \cdot \omega^2}{2} \right)$

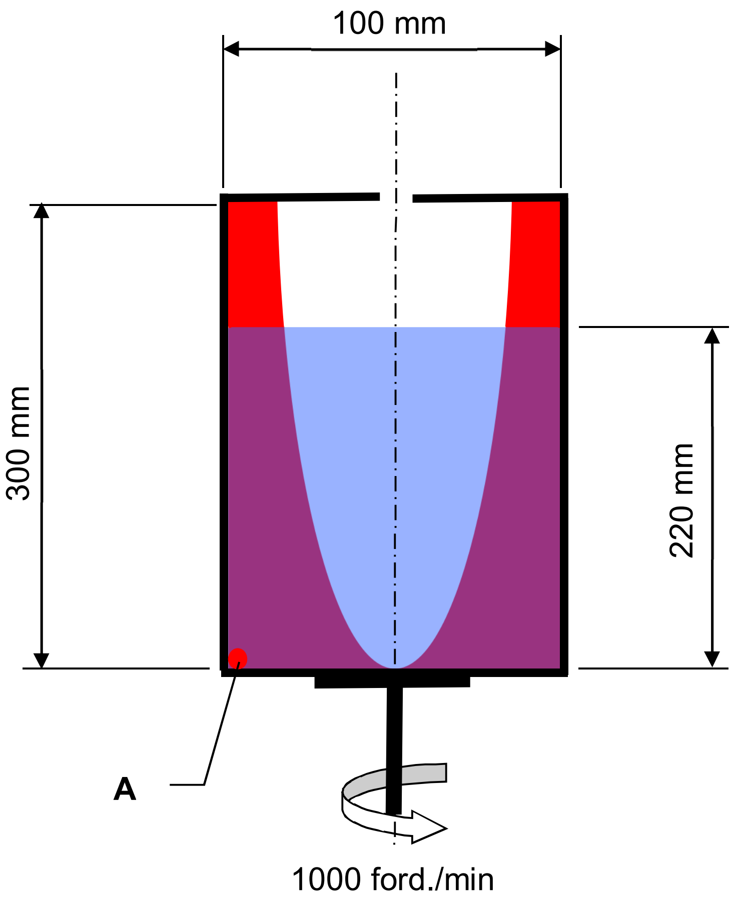
, ahonnan $z = -\frac{r^2 \cdot \omega^2}{2 \cdot g}$, tehát az ekvipotenciális felület (maga a felszín is az!) egy forgási paraboloid alakját fogja követni.
Megjegyzés: ne feledkezzünk el arról, hogy a ’z’ tengely változatlanul lefelé mutat!

Az edényben lévő folyadék mennyiségétől és a fordulatszámtól függően a folyadékfelszín a következő három lehetséges formát mutathatja:

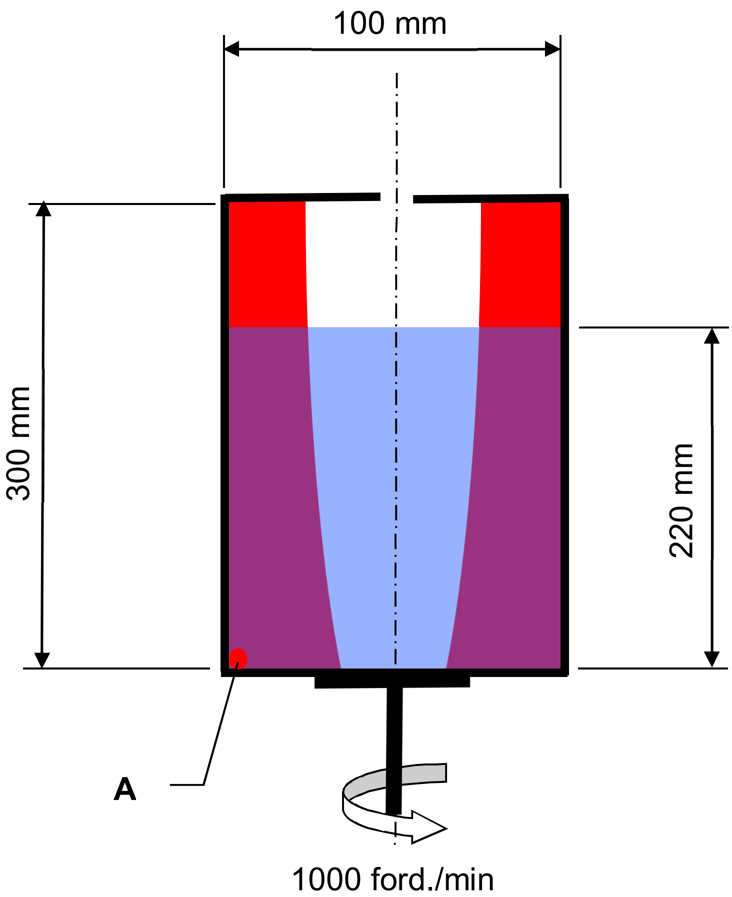
A eset



B eset


100 mm
300 mm
220 mm
A
1000 ford./min

C eset


100 mm
300 mm
220 mm
A
1000 ford./min

Mivel a tartályból folyadék nem ömölhet ki a fehér színű terület nagysága (légtérfogat) meg kell egyezzen a nyugalomban lévő tartály esetében a fehér területtel (légtérfogat)!
Felhasználva azt a geometriai szabályt, hogy a forgási paraboloid térfogata éppen fele akkora mint az azonos alapkör átmérőjű és azonos magasságú egyenes körhenger térfogata meghatározható, hogy mekkora az a fordulatszám mely az 'A' illetve a 'B' esethez tartozik.

$$z = -\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0{,}16}{0{,}05^2}} = 35{,}8\,\frac{rad}{s} \quad \Rightarrow \quad n = 342\,\frac{ford.}{perc}$$

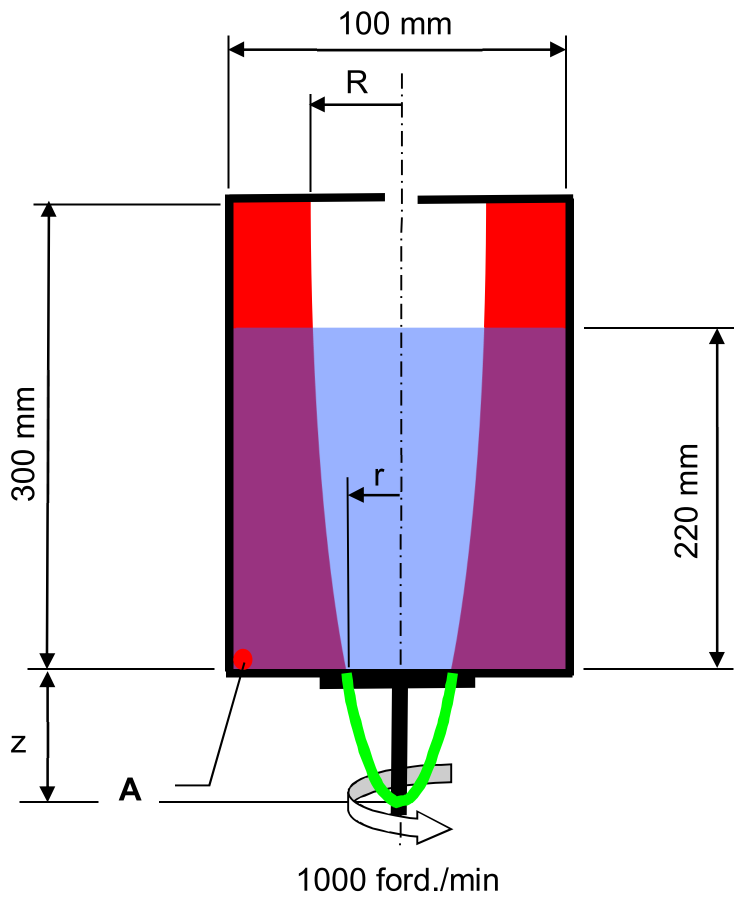
ill.

$$z = -\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0{,}3}{0{,}0365^2}} = 67{,}1\,\left(\frac{rad}{s}\right) \quad \Rightarrow \quad n = 641\,\left(\frac{ford.}{perc}\right)$$

Tehát a '*C*' esettel van dolgunk, hiszen a fordulatszám nagyobb, mint 641 *ford/perc*.

Ekkor az egyenletek felírásához, gondolatban ki kell egészítenünk a folyadékfelszínt alkotó csonka forgási paraboloidot a zöld vonallal jelzett kicsiny forgási paraboliddal. Ezt követően három egyenlet írható fel:

$z + 0{,}3 = -\frac{R^2 \cdot \omega^2}{2 \cdot g}$ a kiegészített forgási paraboloidra $z = -\frac{r^2 \cdot \omega^2}{2 \cdot g}$ a kicsinyke (zöld) forgási paraboloidra.



A keresett nyomás kiszámításához a hidrosztatika alapegyenletét kell felhasználni. Koordinátarendszer origóját a folyadékfelszínre kell helyezni, akár a legfelső, akár a legalsó pontba.

$$p_A - p_o = -\rho \int\limits_{z=0;r=0,0365}^{z=0,3;r=0,05} \left[-g \cdot z - \frac{r^2\omega^2}{2} \right] dzdr = 11570\ Pa \text{ ill.}$$
$$p_A - p_o = -\rho \int\limits_{z=0;r=0,0198}^{z=0;r=0,05} \left[-g \cdot z - \frac{r^2\omega^2}{2} \right] dzdr = 11550\ Pa$$

(Megjegyzés: az eltérés a kerekítésekből adódik)

Tehát az A pontban a nyomás 111560 Pa, ha a két érték számtani közepét fogadjuk el helye értéknek.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/18. feladat megoldása

A gát mentén a nyomás lineárisan növekszik felülről lefelé haladva. Mivel nyilvánvaló, hogy csak a túlnyomással kell számolnunk:

$$p - p_o = -\rho \cdot g \cdot z = 10^3 \cdot 10 \cdot 12{,}3 = 1{,}23 \cdot 10^5\ Pa$$

A folyadék nyomásából származó erő

$$F = \frac{p - p_o}{2} \cdot h \cdot b = \frac{1{,}23 \cdot 10^5}{2} \cdot 12{,}3 \cdot 75 = 56{,}7\ MN$$

A gát súlya

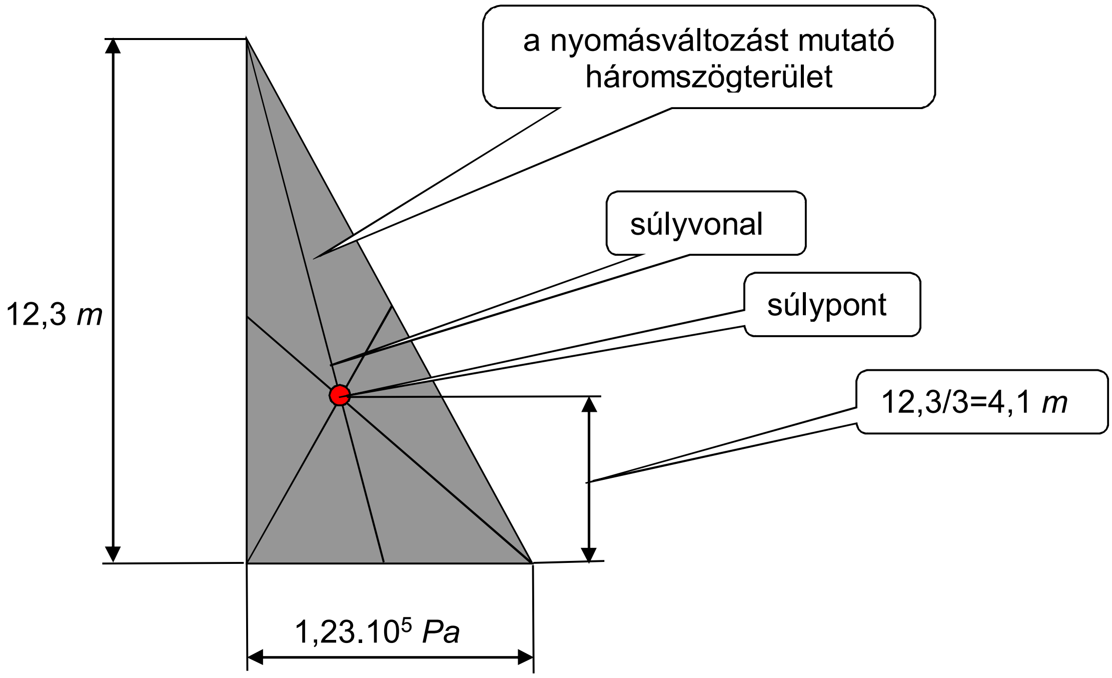
$$G = \frac{13 + 3{,}2}{2} \cdot 14 \cdot 75 \cdot 1930 \cdot g = 164\ (MN),$$

a súrlódási erő pedig $F_s = G \cdot \mu = 164 \cdot 0{,}8 = 131{,}2 \quad (MN)$

Tehát a gát pusztán saját súlyánál fogva képes ellenállni a víz nyomásának.

A terhelő erő támadáspontjának meghatározásához figyelembe kell venni, hogy a gátat egy háromszög alakú megoszló erőrendszer terheli, ugyanis a nyomás lineárisan nő lefelé haladva. Ennek ismeretében a terhelő erő támadáspontja az alábbi ábra tanulmányozása után könnyen meghatározható.

A súlypont harmadolja a súlyvonalakat és az oldalhoz közelebb eső harmadoló pontnál található!



Tehát a terhelő erő hatásvonala a gát alapjától 4,1 m-re található és vízszintes irányú. A támadáspont pedig értelemszerűen a gát felületén van.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

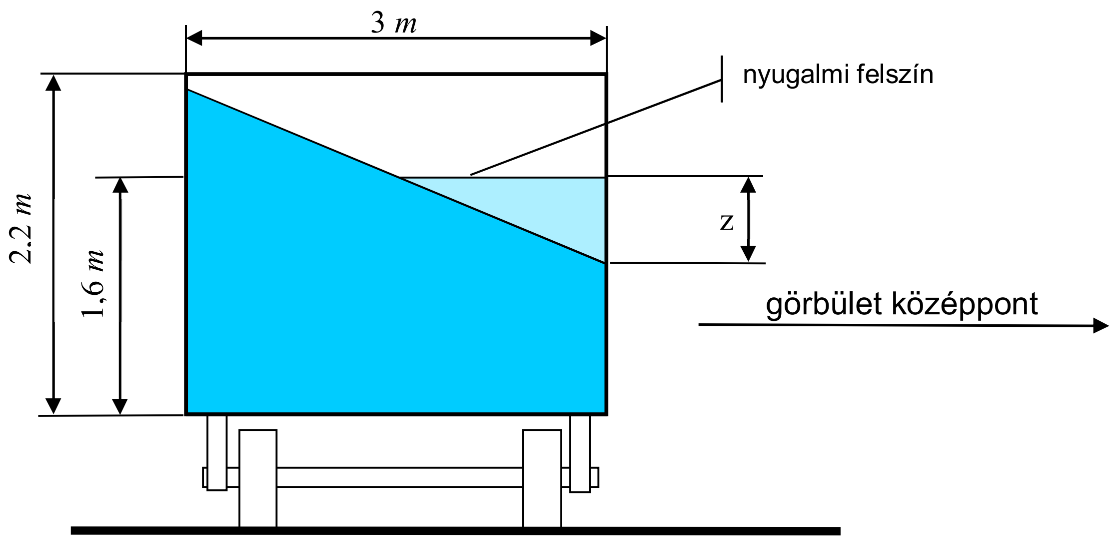
NK/19. feladat megoldása

Jóllehet a kocsi körív mentén történő mozgása miatt a centrifugális erőtér hat a benne lévő folyadékra, azonban a körív sugara olyan nagy (100 m) a kocsi sugárirányú méretéhez (3 m) képest, hogy jó közelítésként állandó térerősséggel számolhatunk, mely a kocsi központvonalára számolva

$$a_{cf} = \frac{v^2}{\left(r + \frac{3}{2}\right)} = \frac{\left(\frac{70}{3{,}6}\right)^2}{(100 + 1{,}5)} = \frac{19{,}4^2}{101{,}5} = 3{,}71\,\frac{m}{s^2}$$

A fenti feltételezés elfogadása együtt jár azzal, hogy innen kezdve úgy tekinthetjük a kocsit, mintha az a görbületi középpont felé gyorsulna. Tehát az ekvipotenciális felületek, melyek párhuzamosak a folyadék felszínével ferde síkok lesznek. Valójában egy forgási paraboloid felületének egy darabjáról van szó!

Megvizsgálva azt a különleges esetet, amikor a folyadék éppen eléri a tartálykocsi felső lapját, $tg\alpha = \frac{0{,}6}{1{,}5} = \frac{a_{cf}}{g}$, ahonnan a centrifugális gyorsulás 4 m/s^2. Mivel az imént kiszámított tényleges térerősség (centrifugális gyorsulás) ennél kisebb, a tartálykocsiban a folyadék az ábra szerint fog elhelyezkedni:



$$tg\alpha = \frac{z}{1{,}5} = \frac{a_{cf}}{g} \text{ ahonnan } z = \frac{1{,}5 \cdot 3{,}71}{g} = 0{,}56\, m$$

Az ábra szerinti bal oldali lap alján a túlnyomás

$$p - p_o = \rho \cdot g \cdot h_b = 1000 \cdot 10 \cdot (1{,}6 + 0{,}56) = 2{,}16 \cdot 10^4\ Pa$$

Az erre a lapra ható erő $F = \frac{2{,}16 \cdot 10^4}{2} \cdot 2{,}16 \cdot 7 = 163{,}3\, kN$. Támadáspontja a lap felületén a tartálykocsi aljától számítva 2,16/3=0,72 *m*-re van.

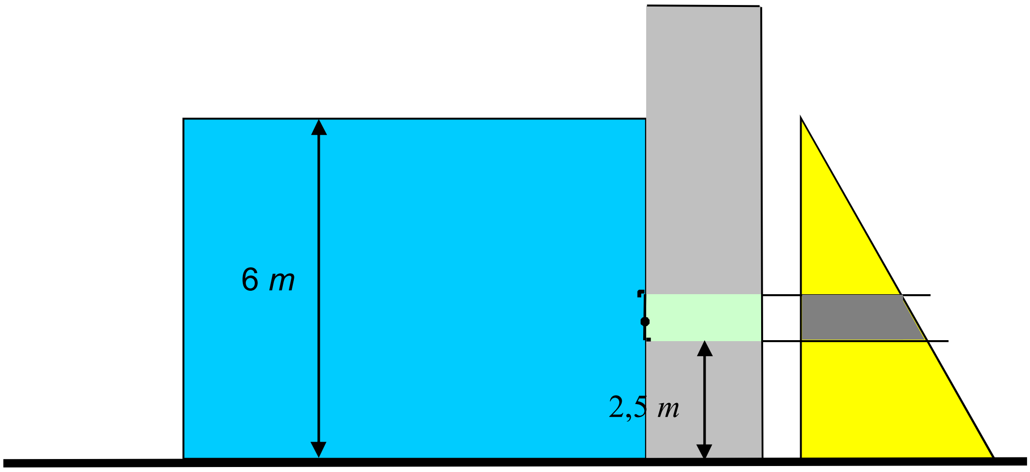
Teljesen hasonló módon a szemközti lapon az erő nagysága 37,9 *kN* és a hatásvonal a tartálykocsi aljától számítva 1,04/3=0,35 *m*-re van.

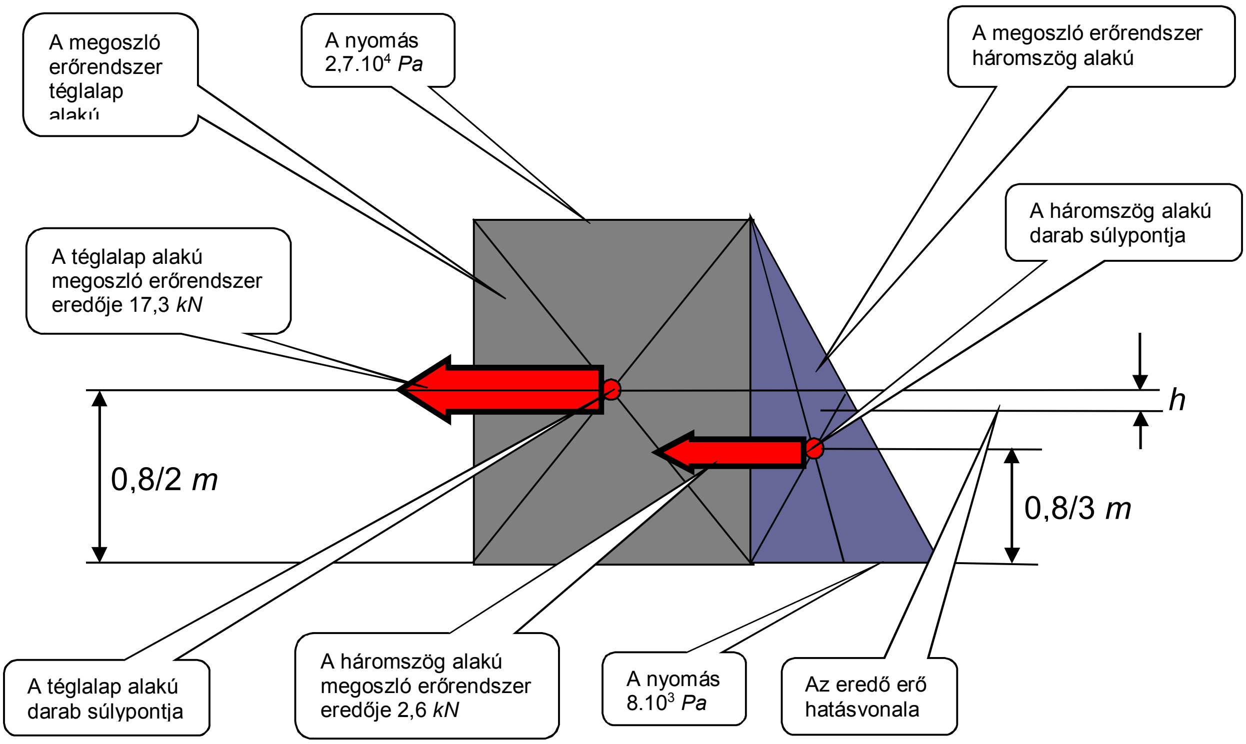
[Vissza a feladathoz …]

☺☺☺☺☺☺

NK/20. feladat megoldása

A gát felülete mentén lefelé haladva a nyomás lineárisan nő.





Amint az az ábrán látható a vízleeresztő nyílást elzáró lapra egy trapéz alakú megoszló erőrendszer hat. Mivel ez két részből, egy téglalapból és egy háromszögből rakható össze, a súlypont biztosan a szimmetriatengely alatt lesz. A következő ábra mutatja ezt

A trapéz alakú megoszló erőrendszer eredőjének a helye egy egyszerű nyomatéki egyensúlyi egyenletből számítható ki:

$17{,}3\cdot 10^4\cdot h = 0{,}256\cdot 10^4\cdot\left(\frac{0{,}8}{6}-h\right)$, ahol *'h'* az eredő erő szimmetriatengelytől mért távolsága.

Ennek értéke kb. 17,4 *mm*.
Természetesen itt kell legyen a forgástengely is.

Alkalmas kialakítás esetén csökkenő vízszintnél az eredő erő hatásvonala lefelé mozdul el és a forgástengely alá kerülve a forgó lap bezáródik. Emelkedő vízszint esetén az eredő erő hatásvonala felfelé mozdul el és a forgástengely fölé kerülve automatikusan nyitja a vízleeresztő nyílást.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/21. feladat megoldása

A felületi feszültség általános összefüggése

$$\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)\cdot C\cdot\cos\alpha=(\rho_1-\rho_2)\cdot g\cdot z\quad (Pa)$$

közelítőleg gömb alakot és teljes nedvesítést feltételezve, valamint elhanyagolva a levegő sűrűségét a vízé mellett

$$\frac{2\cdot C}{R}=\rho_{víz}\cdot g\cdot z=\Delta p\quad (Pa)$$

Innen a túlnyomás értéke

$$\Delta p=\frac{2\cdot 0{,}074}{1\cdot 10^{-3}}=148\quad (Pa)$$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/22. feladat megoldása

A megoldáskor szem előtt kell tartanunk, hogy ezúttal egy hártyáról van szó melynek két felszíne van. Ezért

$$2\cdot\frac{2\cdot C}{R}=\rho_{víz}\cdot g\cdot z=\Delta p\quad (Pa)$$

A szappanbuborékban uralkodó túlnyomás

$$\Delta p=2\cdot\frac{2\cdot C}{R}=\frac{4\cdot 0{,}025}{1{,}5\cdot 10^{-2}}=6{,}67\quad (Pa)$$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/23. feladat megoldása

Ismét feltételezve, hogy az alak közel gömb és elfogadva, hogy a levegő sűrűsége elhanyagolható a higanyé mellett

$$\frac{2}{R}\cdot C\cdot\cos\alpha=\rho_{Hg}\cdot g\cdot z\quad (Pa)$$

ahonnan a keresett felületi feszültség

$$C=R\cdot\frac{\rho_{Hg}\cdot g\cdot z}{2\cdot\cos\alpha}=-0{,}5\cdot 10^{-3}\cdot\frac{13{,}6\cdot 10^{3}\cdot 10\cdot 9{,}1\cdot 10^{-3}}{2\cdot\cos 155^{o}}=0{,}483\quad \left(\frac{N}{m}\right)$$

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺

NK/24. feladat megoldása

A megmért nyomás egyenértékű

$$h = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{247}{1035 \cdot 10} 0{,}02386 \quad (m)$$

azaz 23,86 *mm*-el.

A mérést a kapilláris felemelkedés „meghamisítja”, azaz az üvegcsőben a folyadék nem a kiszámított 23,86 *mm*-el lesz a tartályban lévő folyadékszint felett, hanem a kapilláris felemelkedés értékével magasabban. Ez

$$\Delta h = \frac{2 \cdot C}{R \cdot \rho \cdot g} = \frac{2 \cdot 0{,}087}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 1035 \cdot 10} = 0{,}004203 \quad (m)$$

A hiba és a megmért túlnyomással egyenértékű magasság hányadosa a relatív hiba

$$r = \frac{\Delta h}{h} \cdot 100 = \frac{4{,}203}{23{,}86} \cdot 100 = 17{,}62 \quad (\%)$$

A relatív hiba jelentősen csökkenthető, ha nagyobb átmérőjű üvegcsövet használunk. Pl. 20 mm esetében a relatív hiba már csak kb. 3,52 *%*. Éppen ezért a folyadékoszloppal történő nyomás, ill. nyomáskülönbség mérésekor tartózkodni kell a kis átmérőjű csövek alkalmazásától.

Vissza a feladathoz …

☺☺☺☺☺☺