

## 14. Hidrosztatika

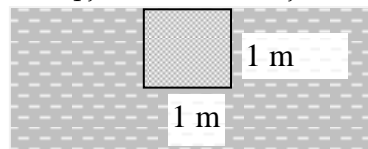
### Alapfeladatok

#### Hidrosztatikai nyomás

1.

Egy 1 méter oldalhosszúságú kocka úgy merül vízbe, hogy felső lapja a vízfelszín síkjában van. A légnyomás  $100\,000\text{ N/m}^2$ . Mekkora erővel nyomja a levegő a kocka felső lapját?

- A)  $100\,000\text{ N}$       B)  $200\,000\text{ N}$       C)  $10\,000\text{ N}$



Mekkora erővel nyomja a víz az előző feladatban szereplő kocka alsó lapját?

- A)  $10\,000\text{ N}$       B)  $110\,000\text{ N}$       C)  $5000\text{ N}$

Mekkora erővel nyomja a víz az előzőleg vizsgált kocka egyik oldallapját?

- A)  $10\,000\text{ N}$       B)  $105\,000\text{ N}$       C)  $110\,000\text{ N}$

2.

Az „Alfa osztályba” tartozó, titánból készült tengeralattjárók képesek  $700\text{ m}$  mélyre víz alá merülni.

- Mekkora a víz súlyából származó hidrosztatikai nyomás ebben a mélységben?
- Mekkora erővel nyomja a víz a tengeralattjáró felületének tenyérnyi ( $1\text{ dm}^2$  területű) darabját?
- Hány darab, egyenként  $1000\text{ kg}$  tömegű autó súlyával egyenlő ez az erő? (A tengervíz sűrűségét vegyük  $1000\text{ kg/m}^3$ -nek!)

3.

Milyen magas vízoszlop hidrosztatikai nyomása egyenlő  $76\text{ cm}$  magas higany hidrosztatikai nyomásával?

- A)  $1\text{ méter}$       B)  $10^5\text{ méter}$       C)  $10\text{ méter}$

4.

Milyen hosszú csőre lenne szükség, ha higany helyett vízzel akarnánk elvégezni a Torricelli kísérletet?

- A)  $2\text{ m}$       B)  $8\text{ m}$       C)  $12\text{ m}$

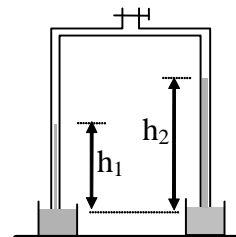
5.

Mindkét végén nyitott,  $1\text{ cm}^2$  keresztmetszetű, U alakú csőbe higanyt öntünk, majd az egyik szárba a higany fölé  $40\text{ cm}^3$  vizet rétegzünk. Mekkora lesz a higanyfelszínének szintkülönbsége a két szárban? (A higany és a víz sűrűsége  $13600\text{ kg/m}^3$ , ill.  $1000\text{ kg/m}^3$ .)

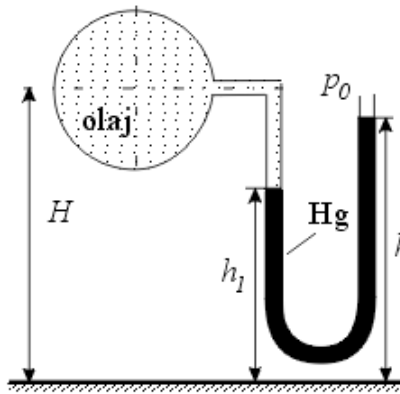
6.

Az ábrán látható, fordított U betűhöz hasonló alakú, nyitott végekkel rendelkező üvegcső egyik végét vízbe, a másik végét alkoholba mártjuk. A csapot kinyitjuk és folyadékot szívunk a szárakba, majd a csapot elzárjuk. A víz  $h_1 = 20\text{ cm}$ , az alkohol  $h_2 = 25\text{ cm}$  magásra emelkedik.

- Ismelve a víz sűrűségét ( $\rho_1 = 1000\text{ kg/m}^3$ ) határozd meg az alkohol sűrűségét!
- Hány Pa-lal kisebb a nyomás a folyadékok felett, mint a külső légnyomás?



7.



Egy olajjal töltött csővezeték középvezetékében a nyomást higannyal töltött U alakú üvegcső segítségével kívánjuk meghatározni. Az ábrán látható magasságok:  $H=1,3$  m,  $h_1=400$  mm,  $h_2=840$  mm. Az U alakú cső jobb oldali ága nyitott, a bal oldali ágban a higany fölött végig olaj van. A  $p_0$  külső légnyomás 720 mm magas higanyoszlop nyomásával egyezik meg.

- Hány pascal a külső légnyomás?
- Mekkora a csővezeték középvezetékében (  $H$  magasságban ) a nyomás?

A higany sűrűsége:  $13600 \text{ kg/m}^3$ , az olajé  $930 \text{ kg/m}^3$ ,  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

### Arkhimédész törvénye, felhajtóerő

8.

A Holdra leszállt holdkompban hat-e felhajtóerő a vízbe merülő testre?

- Igen, de kisebb, mint amekkora a Földön hatna.
- Igen, de nagyobb, mint amekkora a Földön hatna.
- Nem hat.

9.

Egy Föld körül keringő űrhajó víztartályában egy  $2 \text{ dm}^3$  térfogatú test teljesen vízbe merül. Mekkora felhajtóerő hat rá?

- 20 N
- 2 N
- nem hat rá felhajtóerő

10.

Mekkora erőt kell kifejtenünk, hogy a  $15 \text{ kg}$  tömegű,  $2600 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű, teljesen vízbe merülő követ egyensúlyban tarthassuk. (A víz sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ .)

11.

Egy testet levegőben  $50 \text{ N}$ , teljesen vízbe merítve  $30 \text{ N}$  erővel tudunk egyensúlyban tartani.

- Mekkora a test térfogata?
  - Határozd meg a test sűrűségét!
- (A víz sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ .)

12.

Egy tárgy súlya levegőben mérve  $10 \text{ N}$ , vízbe merítve  $7,2 \text{ N}$ , egy ismeretlen sűrűségű folyadékba merítve  $8 \text{ N}$ .

- Mennyi a tárgy anyagának sűrűsége? ( $3570 \text{ kg/m}^3$ )
- Mennyi az ismeretlen folyadék sűrűsége? ( $714 \text{ kg/m}^3$ )

13.

Egy  $0,1 \text{ kg}$  tömegű testet  $1 \text{ N}$  függőleges, lefelé mutató erővel tudunk a víz alatt tartani leszorítva.

- Mennyi a test anyagának sűrűsége? ( $500 \text{ kg/m}^3$ )

A testet elengedjük.

- Térfogatának hányad része fog a vízből kiállni úszás közben? ( $1/2$  -része)( $g=10 \text{ m/s}^2$ ).

14.

Egy tömör fadarab tömege  $0,4 \text{ kg}$ , sűrűsége  $800 \text{ kg/m}^3$ .

- Határozzuk meg, hogy mekkora erővel kell lefelé nyomnunk a fadarabot ahhoz, hogy teljesen víz alá merüljön?
- Ha a vizsgált fát elengedjük, akkor úszik a vízen. Térfogatának hány százaléka merül ekkor a vízbe?

(A víz sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ .)

15.

Egy  $600 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű test úgy úszik egy folyadékon, hogy térfogatának kétharmad része elmerül, egyharmad része kiemelkedik a folyadékból. Mekkora a folyadék sűrűsége?

16.

Vízen úszik egy  $5 \text{ m}^2$  alapterületű tutaj, melynek  $0,2 \text{ m}$  magasságú része emelkedik ki a vízből. Mekkora erővel lehet a tutajt teljesen víz alá nyomni?

### Haladó szintű feladatok

#### Hidrosztatikai nyomás

17.

Egy vízzel félig telt poharat mérlegre teszünk. Ezután a folyadékba fonál segítségével egy alumínium testet lógatunk. (Az alumínium nem ér a pohárhoz. A víz nem folyik ki a pohárból.) Mit mutat a mérleg?

- A) Növekvő súlyt;      B) Változatlan súlyt;      C) Csökkenő súlyt.

18.

New York Állam bonyolult csatornarendszerében volt olyan csatorna is, amely hídra építve keresztezett egy folyót. Mekkora volt ezen a hídon a terhelés növekedés, ha a csatornán egy  $10^5 \text{ kg}$  tömegű hajó haladt a hídon keresztül?

- A) kb.  $10^6 \text{ N}$       B) A terhelés nem változott.

19.

Ha a Torricelli kísérletet egy a Holdra leszállt holdkomp kabinjában egy  $100 \text{ cm}$  hosszúságú csővel elvégeznénk, ahol a légköri nyomás ugyancsak  $101 \text{ kPa}$ , akkor milyen magasan állna a higany a csőben?

- A)  $76 \text{ cm}$  magasan      B)  $76 \text{ cm}$ -nél számottevően alacsonyabban      C)  $100 \text{ cm}$  magasan

20.

Az emberi vérnyomás mérésére használatos nyomásmérő felső méréshatára  $40 \text{ kPa}$ .

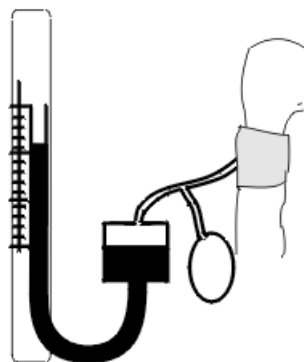
a) Milyen hosszú csőre van szükségünk, ha ekkora nyomást függőlegesen álló csőbe töltött higanyoszloppal állítunk elő? ( **$29,4 \text{ cm}$** )

$\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ kg/dm}^3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

b) Mekkora csőre lenne szükség, ha higany helyett vizet használnánk? ( **$4 \text{ m}$** )

c) Írja fel az a) és b) esetben függőlegesen álló, megegyező keresztmetszetű csövek feltöltéséhez szükséges minimális munkát! Számítsa ki a két munka arányát! ( **$13,6$** )

21.



Az ábrán látható higanyos vérnyomásmérő vékony csőve felül nyitott, tartálya pedig egy gumicső közbeiktatásával a felkarra helyezett, felfújható, ún. mandzsettához csatlakozik. A vékony cső belső sugara  $r_1 = 1,5 \text{ mm}$ , a tartályé  $r_2 = 7,5 \text{ mm}$ . A mandzsetta felfújása közben a vékony csőben a higany szintje  $100 \text{ mm}$ -t emelkedik.

a) Hány milliméterrel növekszik eközben a két higanyszint közötti különbség?

b) Hány pascallal növekszik eközben a nyomás a mandzsettában?

A higany sűrűsége  $13600 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

#### Arkhimédész törvénye, felhajtóerő

22.

Fonalra felfüggesztett  $4 \text{ cm}$  átmérőjű gömb olajba merül.

a) Mennyi lesz a kiszorított olaj tömege, ha az olaj sűrűsége  $0,9 \text{ kg/dm}^3$ ? ( **$0,03 \text{ kg}$** )

b) Mennyi a gömb anyagának sűrűsége, ha a gömböt levegőben másfélszer nagyobb erővel kell tartani, mint az olajban? ( **$2700 \text{ kg/m}^3$** )

23.

Egy kétkarú mérlegen kiegyensúlyozunk egy vízzel részben töltött poharat, majd ebbe a pohárba egy fonálon belelógatunk egy 54 g tömegű tömör fémkockát. Az ekkor megbomlott egyensúlyt a másik serpenyőbe helyezett 20 g-os tömeggel tudjuk helyreállítani.

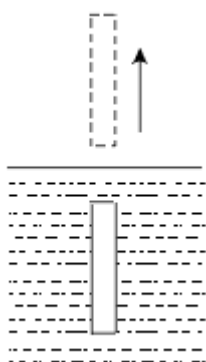
a) Mekkora a fémkocka sűrűsége? (**2700 kg/m<sup>3</sup>**)

b) Mekkora a fonalat feszítő erő? (**0,33 N**)

24.

Egy 300 cm<sup>3</sup> térfogatú test úgy úszik egy folyadékban, hogy 100 cm<sup>3</sup> térfogatú része emelkedik ki. Ha a testet teljesen benyomjuk a folyadékba, akkor 13,6 N nagyságú, lefelé mutató erővel tudjuk egyensúlyban tartani. Mekkora a test és a folyadék sűrűsége?

25.



Egy 2 m hosszú, 2 dm<sup>2</sup> keresztmetszetű alumínium rúd függőleges helyzetben egy tóban éppen a víz felszíne alatt van. A rudat függőleges helyzetben tartva kiemeljük a vízből. Az alumínium sűrűsége 2,7 kg/dm<sup>3</sup>.

a) Határozzuk meg és ábrázoljuk a rúd kiemeléséhez szükséges pillanatnyi erőt a kiemelt rúdhossz függvényében!  $g=10$  m/s<sup>2</sup>. ( **$F=680+20x$** )

b) Határozzuk meg a rúd kiemeléséhez szükséges munkát! (**1760 J**)

26.

Egy  $A = 4$  cm<sup>2</sup> alapterületű,  $h = 20$  cm magasságú,  $\rho = 2$  g/cm<sup>3</sup> sűrűségű fémhenger egy 2A alapterületű hengeres edényben lévő vízbe merül. A fémhengert teljesen ellepi a víz, felső lapja a az edénybeli víz szintjével van azonos magasságban. A fémhengert lassan kiemeljük a vízből. Jelölje  $x$  a fémhenger elmozdulását!

a) Határozzuk meg, hogy mekkora  $F$  erővel kell tartani a hengert az  $x$  alábbi értékeinél!

$x$ (cm)	0	2	4	6	8	10	12	14
----------	---	---	---	---	---	----	----	----

b) Ábrázoljuk grafikonon a szükséges  $F$  erőt az  $x$  elmozdulás függvényében!

A víz sűrűsége 1 g/cm<sup>3</sup>.

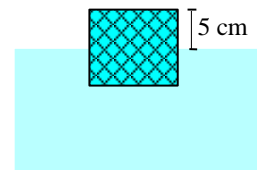
27.

Egy 1 dm élhosszúságú fakocka 5 cm mélyre merülve az ábra szerinti helyzetben úszik a vízen. A kockát 5 cm-rel lejjebb nyomjuk.

a) Mekkora erővel kell tartani lenyomott helyzetben a kockát?

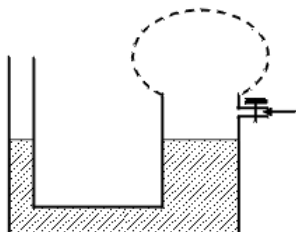
b) Mekkora munkát végeztünk a kocka lenyomása közben?

(Feltételezhetjük, hogy a kocka nem fordul el, a vízszint változása elhanyagolható. A víz sűrűsége 1000 kg/m<sup>3</sup>.)



### Hidrosztatikai nyomás és gáztörvények

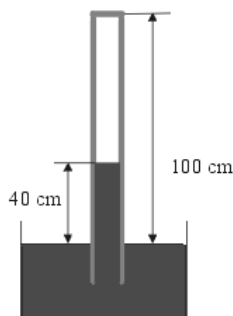
28.



Higanyos vérnyomásmérő rajza látható az ábrán. A 22 °C -on végzett mérés kezdetén a higany feletti 0,2 l térfogatú (a karra helyezhető, rugalmas falú mandzsettát" jelképező) térrészben a külső légnyomással megegyező 101 kPa nyomású levegő van bezárva. A mérés során a nyíllal jelölt csapon annyi levegőt juttatunk be, hogy a két szárban a higanyszintek különbsége 16 cm legyen.

- a) Mennyi ekkor a mandzsettában lévő levegő nyomása? **(122,3 kPa)**  
 b) Hány mól levegőt juttatunk be, ha a bezárt levegő térfogata közben 20 %-kal nőtt, és a hőmérséklete nem változott? **(3,74·10<sup>-3</sup> mol)**

29.



Egy 1,5 cm<sup>2</sup> alapterületű 100 cm hosszú Torricelli-csőben 40 cm magasan áll a higany. Mekkora tömegű levegő jutott a higany fölé? A külső légnyomás 10<sup>5</sup> Pa, a hőmérséklet a csövön kívül és belül egyaránt 0 °C, a levegő sűrűsége 10<sup>5</sup> Pa nyomáson és 0 °C hőmérsékleten 1,3 kg/m<sup>3</sup>. **(0,0554 g)**

30.

Hosszú, egyik végén nyitott üvegcsőben 30 cm hosszúságú higanyoszlop levegőt zár el. Amikor a csövet nyitott végével felfelé, függőleges helyzetben tartjuk, akkor az elzárt levegő 5 cm hosszúságú. Milyen hosszú a levegő a cső következő helyzeteiben:

- a) vízszintesen tartva?  
 b) nyitott végével lefelé, függőlegesen?  
 c) nyitott végével felül, a vízszintessel 30°-os szöget bezárva.

Ismeretes, hogy a külső levegő nyomása 76 cm magas higanyoszlop nyomásával egyenlő. A kísérlet során a hőmérséklet nem változik.

31.

Változik-e a bezárt gáz térfogata, ha egy Föld körüli pályán keringő űrhajóban lassan megdöntünk egy Melde-csövet?

- A) Igen. B) Nem.

32.

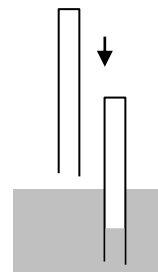
Egy légbuborék térfogata megháromszorozódik, mialatt a medence aljáról a felszínre emelkedik. A víz hőmérséklete mindenhol azonos, a külső légnyomás 100 kPa. Határozzuk meg, hogy milyen mély a medence?

33.

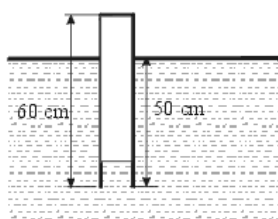
Egy 1m hosszúságú, egyik végén zárt másik végén nyitott üvegcsövet függőleges helyzetben, nyitott végével lefelé folyadékba nyomunk. A cső zárt végét a folyadékfelszín magasságában tartjuk. Azt tapasztaljuk, hogy a csőbe 7,7 cm hosszúságban nyomul be a folyadék. Határozd meg a folyadék sűrűségét! (A légnyomás 100 kPa.)

34.

Egy alsó végén nyitott, felül zárt, 1 m hosszú üvegcsövet függőleges helyzetben félig nyomjuk higanyba. Ekkor a higany a cső hosszának negyedéig hatol be a csőbe. Mekkora a külső levegő nyomása? (A higany sűrűsége 13600 kg/m<sup>3</sup>, a hőmérséklet állandó.)

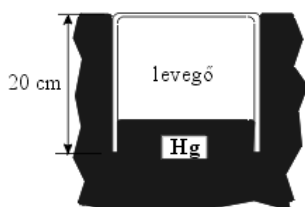


35.



Felső végén zárt 60 cm hosszú üvegcsövet nyitott végével lefelé 50 cm mélyre vízbe nyomunk. A külső levegő légnyomása  $10^5$  Pa. Mekkora magasságra emelkedett a víz a csőben? **(2,7 cm)**

36.



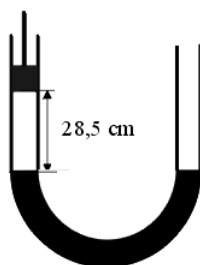
Egy  $50 \text{ cm}^2$  alapterületű, 20 cm magas, elhanyagolható súlyú, alul nyitott vékony falú dobozt addig nyomunk be a higanyba, amíg éppen felső szintjéig merül be.

a) Mekkora a doboz belsejében ekkor a levegő nyomása? **(123 kPa)**

(A hőmérsékletet állandónak tekintjük, a légnyomás  $10^5$  Pa, a higany sűrűsége  $13600 \text{ kg/m}^3$ .)

b) Mekkora erővel kell a dobozt ebben a helyzetben tartani? **(108,8 N)**

37.



U alakú csőben a higany mindkét szárban egyenlő magasan áll. A bal oldali szárban a higany felett 28,5 cm magasságban lévő dugattyút lassan 28,5 cm-rel mélyebbre nyomjuk le.

a) Milyen magasan áll a higany most a jobb oldali szárban? **(19 cm)**

b) Mennyivel növekedett eközben a higany mennyiség helyzeti energiája? **(0,96 J)**

A cső keresztmetszet területe  $2 \text{ cm}^2$ ; a higany sűrűsége  $13600 \text{ kg/m}^3$ ; a külső légnyomás  $10^5$  Pa; a hőmérséklet állandó.

## Versenyfeladatok

38.

Kevésbé süllyednének-e a vízbe a hajók, ha a gravitációs gyorsulás kisebb lenne?

A) Nem, mélyebbre süllyednének. B) Nem, ugyanolyan lenne a süllyedésük. C) Igen.

39.

Egy komp keresztmetszete a bemerülés szintjén  $100 \text{ m}^2$ . Mennyivel merül mélyebbre a komp, ha ráhajt egy  $1000 \text{ kg}$  tömegű autó?

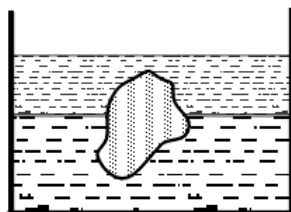
A) 10 cm; B) 1 cm; C) 0,1 cm.

40.

Csordultig tele pohárban jégkocka úszik. Kicsordul-e a víz, ha a jégkocka elolvad?

A) Igen. B) Nem, a vízszint változatlan. C) Nem, a vízszint csökken.

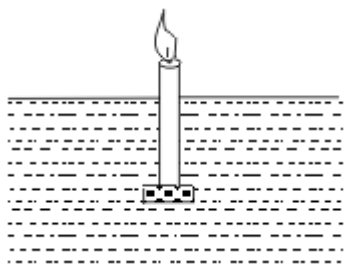
41.



Egy edénybe  $13600 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű higanyt, erre  $1000 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű vizet öntöttünk. A folyadékba  $7800 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű vasdarabot helyeztünk. A víz a vasat teljesen ellepi.

A vas térfogatának hányad része merül a higanyba? **(54 %)**

42.



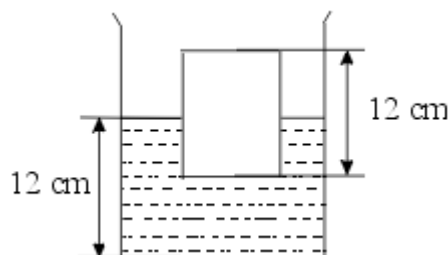
Egy  $3 \text{ cm}^2$  keresztmetszet területű  $20 \text{ cm}$  hosszú égő gyertya alul alumínium nehezékkal ellátva úgy úszik a vízben, hogy függőleges helyzetű, és  $2 \text{ cm}$  hosszú darabja áll ki a vízből. A paraffin sűrűsége  $800 \text{ kg/m}^3$ .

a) Mekkora az alumínium nehezék tömege? **(9,53 g)**

Az alumínium sűrűsége  $2700 \text{ kg/m}^3$ .

b) Milyen hosszú a gyertya, amikor elalszik? **(10 cm)**

43.



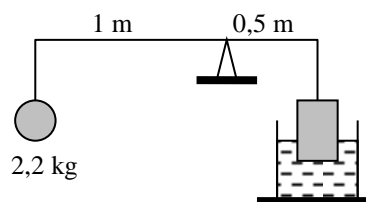
Az  $L=12 \text{ cm}$  magas,  $A=90 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű hasáb hengeres edényben lévő vízben úszik. Az edény keresztmetszete kétszerese a hasábénak, a hasáb sűrűsége fele a vízének, az edényben a folyadékszint magassága kezdetben  $L_0=12 \text{ cm}$ ;  $g=10 \text{ m/s}^2$ . Ezután a hasábot lassan az edény aljára nyomjuk.

a) Ábrázoljuk a lenyomáshoz szükséges erőt a hasáb elmozdulásának függvényében! **(lineárisan növekvő, majd állandó)**

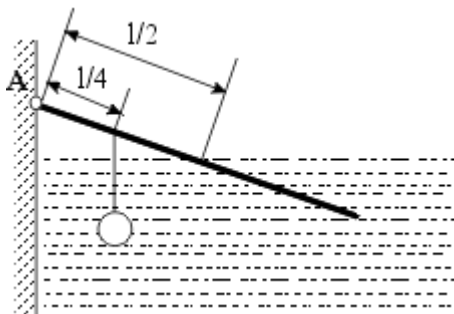
b) Mennyi munkát végeztünk? **(0,243 J)**

44.

Egy  $150 \text{ cm}$  hosszúságú, harmadoló pontjában alátámasztott, elhanyagolható tömegű rúdra alumíniumtömböt függesztünk az ábra szerint úgy, hogy az félig vízbe merül. A rúd kiegyensúlyozásához a rúd másik végére  $2,2 \text{ kg}$  tömeget kell helyezni. Mekkora az alumíniumtömb térfogata? (Az alumínium sűrűsége  $2700 \text{ kg/m}^3$ , a vízé  $1000 \text{ kg/m}^3$ .)



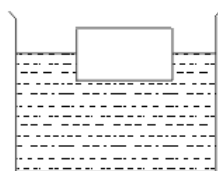
45.



Egy lécs A-ban csuklóval van erősítve, és hosszának feléig vízbe merül. A lécs anyagának sűrűsége  $700 \text{ kg/m}^3$ , keresztmetszetének területe pedig  $1 \text{ cm}^2$ . A lécsen, hosszának negyedében, hosszú fonálon,  $0,6 \text{ N}$  súlyú,  $3000 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű test lóg.

Milyen hosszú a lécs? **(4 m)**

46.



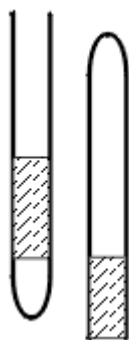
Egy  $250 \text{ m}^2$  alapterületű medencében  $6 \times 10 \text{ m}$  alapterületű téglatest úszik. A víz szintje ekkor  $2 \text{ m}$ -rel alacsonyabb a medence pereménél. Az úszó testre ezután  $50 \text{ tonna}$  terhet rakunk, majd a medencét  $1 \text{ m}$  átmérőjű csövön keresztül színültig töltjük vízzel.

a) Mennyit süllyed az úszó test a terheléskor a parthoz képest? **(63 cm)**

b) Mennyi vizet kellett a medencébe vezetni? **(450 m³)**

c) Mennyi ideig tartott a medence feltöltése, ha a csőben  $3 \text{ m/s}$  sebességgel áramlott a víz? **(191 s)**

47.



Egyik végén zárt, 90 cm hosszú, vékony üvegcsövet nyitott végével felfelé tartunk. Ekkor a csőben az alul lévő 20 cm hosszú levegőoszlopot 38 cm hosszú higanyoszlop zárja el.

a) Mennyi az üvegcsőben a bezárt levegő nyomása? **(151,7 kPa)**

b) Amikor a csövet megfordítjuk, valamennyi higany kiömlik. Milyen hosszú higanyoszlop marad a csőben? **(34,6 cm)**

A külső légnyomás 101 kPa; a hőmérséklet állandó.

48.

Egy 100 cm hosszúságú Melde-csövet nyitott végével felfelé függőleges helyzetben tartunk. A csőben 50 cm hosszúságú levegőoszlop felett 50 cm hosszúságú higanyoszlop helyezkedik el. A csövet lassan függőleges síkban körbeforgatjuk.

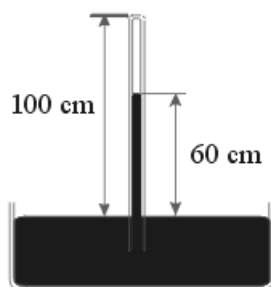
a) Milyen hosszú a levegőoszlop akkor, amikor a cső először kerül vízszintes helyzetbe?

b) Milyen hosszú a levegőoszlop akkor, amikor a cső nyitott végével lefelé, függőlegesen áll?

c) Milyen hosszú a levegőoszlop akkor, amikor a cső újra nyitott végével felfelé, függőlegesen áll?

(A csövön kívül a légnyomás 100 kPa, a hőmérséklet állandó, a higany sűrűsége  $13\,600\text{ kg/m}^3$ .)

49.

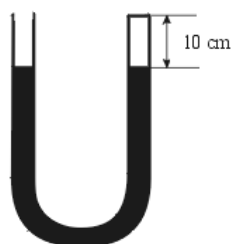


100 cm hosszú Torricelli-csőben 60 cm magasan áll a higany, mert a higany fölé levegő jutott. A csövet azután megdöntjük.

Mely helyzetben lesz a levegővel telt rész 20 cm hosszú?

A külső légnyomás  $10^5\text{ Pa}$ . **(32,36°)**

50.

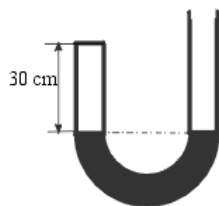


Egy állandó keresztmetszetű U alakú cső egyik szára nyitott, a másik zárt. A benne lévő higany felszíne a két szárában azonos magasságban. Ekkor a zárt szárában a higanyoszlop feletti levegőoszlop 10 cm magas. A külső légnyomás  $10^5\text{ Pa}$ .

Hányszorosára nő a levegő térfogata, ha annyi levegőt viszünk a higanyszint feletti zárt térrészbe, hogy a levegő tömege éppen megkétszereződik? **(1,68-szorosára)**

A higany sűrűsége  $13600\text{ kg/m}^3$ .

51.



Az ábrán látható  $1\text{ cm}^2$  keresztmetszetű cső egyik vége le van forrasztva, a másik - a hosszabbik - vége nyitott. A cső két szárában a higany szintje azonos. A 30 cm magasságú térrészbe bezárt levegő hőmérséklete  $18^\circ\text{C}$ . A nyitott oldal fölötti levegő ugyancsak  $18^\circ\text{C}$ , nyomása  $10^5\text{ Pa}$ .

a) Mekkora a zárt térrészben levő levegő tömege? **(36 mg)**

b) Hány kg higanyt kell a nyitott végén át a csőbe tölteni, ha azt akarjuk, hogy a zárt térrészben levő levegő térfogata a felére csökkenjen? **(1,45 kg)**

A levegő sűrűsége normálállapotban  $1,29\text{ kg/m}^3$ , a higany sűrűsége  $18^\circ\text{C}$ -on  $13600\text{ kg/m}^3$ .



52.

Nyugalomban lévő, mindkét végén zárt csőben lévő gázt 5 cm hosszú higanyoszlop két részre oszt. Az alsórész 30 cm, a felső 60 cm hosszú.

a) Merre mozdul el a higany a csőben, ha a cső szabadesésbe kezd? **(felfelé)**

Esés közben a higany új egyensúlyi helyzetet foglal el. Ez 20 cm-re van régitől.

b) Mekkora volt a nyomás a két térrészben az esés előtt, és mekkorák a nyomások az esés közben? **(előtt: 11,1 kPa, 4,44 kPa; után: 6,66 kPa)**

A hőmérséklet állandó, a higany sűrűsége  $13,6 \text{ kg/dm}^3$ .

53.

Egy tanteremben elvégezve a Torricelli-kísérletet, azt tapasztaljuk, hogy a csőben 76 cm magas higanyoszlop marad. Milyen hosszúságú higanyoszlop maradna a csőben, ha a kísérletet változatlan külső légnyomás mellett, felfelé  $2 \text{ m/s}^2$  gyorsulással mozgó liftben végeznénk el?

54.

Függőleges tengelyű hengerben sűrűdásmentesen mozgatható, jól záró, 10 kg tömegű dugattyú alatt ideális gáz van. A henger alapterülete  $50 \text{ cm}^2$ . Az edényt  $8 \text{ m/s}^2$  gyorsulással függőlegesen mozgatva a gázoszlop hossza a dugattyú alatt 31%-kal csökken, miközben a gáz hőmérséklete 20%-kal nő.

a) Hány százalékkal változik közben a gáz nyomása? **(73.9%-kal)**

b) Mekkora a külső nyomás? **(1621 Pa)**

55.

Egy melegíthető edény nyílása vízszintes síkú,  $A = 1 \text{ cm}^2$  területű kör. Az edénybe  $T_1 = 20^\circ\text{C}$  hőmérsékleten vizet öntünk, majd a nyílást egy jól illeszkedő, m tömegű korong ráhelyezésével lezárjuk. Ezután az edényt melegítjük. Azt tapasztaljuk, hogy a korong  $T_2 = 100^\circ\text{C}$ -on megmozdul. A külső levegő nyomása  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . A  $20^\circ\text{C}$  hőmérsékletű telített vízgőz nyomása és a víz, illetve az edény térfogatváltozása elhanyagolható. Határozd meg a korong tömegét!



56.

Egy léggömböt 60 kmol héliumgázzal töltünk meg. Mekkora terhet bír felemelni, ha a szerkezeti részek tömege 250 kg? (A töltőgáz hőmérséklete és nyomása egyenlő a külső levegő hőmérsékletével és nyomásával. A léggömb szerkezeti részeinek térfogata elhanyagolható a héliumgáz térfogatához képest. A hélium molttömege 4 gramm/mol, a levegőé átlagosan 29 gramm/mol.)

57.

Reggel,  $10^\circ\text{C}$ -os hőmérsékleten, egy 100 cm hosszúságú, egyik végén zárt csövet függőleges helyzetben, nyitott szájával lefelé kissé vízbe süllyesztünk. (A cső vége beleér a vízbe, de a bemerülés elhanyagolható.) Napközben a cső helyzetét nem változtatjuk. Este - amikor ismét  $10^\circ\text{C}$  a hőmérséklet- azt látjuk, hogy a csőben 5 cm magasra emelkedik a víz.

a) Mekkora volt az aznapi csúshőmérséklet?

b) Hány százalékkal van kevesebb levegő a csőben este, mint reggel?

(A légnyomás egész nap  $10^5 \text{ Pa}$  volt.)

58.

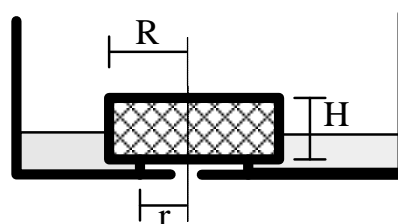
Elképzelhető-e, hogy a folyadékkal telt edényben lévő testre a folyadék által rá kifejtett erők eredője függőlegesen lefelé mutat?

A) Nem

B) Igen

59.

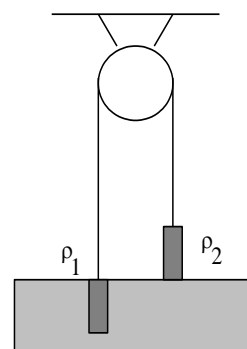
Egy edény alja lyukas. A lyukat egy  $r$  sugarú, elhanyagolható vastagságú gyűrű alakú perem veszi körül. A peremre egy  $R$  sugarú,  $H$  magasságú,  $\rho$  sűrűségű hengert helyezünk. Az edénybe lassan vizet folytatunk. Ábrázoljuk a peremet nyomó erőt az edénybeli vízmagasság függvényében! ( $R=10$  cm,  $H=5$  cm,  $\rho_{\text{víz}}=1000$  kg/m<sup>3</sup>,  $\rho=0,5\rho_{\text{víz}}$ ,  $r=0,75R$ .)



60.

Két azonos alapterületű,  $h$  magasságú, henger alakú testet az ábra szerint felfüggesztünk. A felfüggesztő fonál egy könnyen mozgó csigán van átvetve. Kezdetben az ábra szerinti helyzetben tartjuk a rendszert. Ekkor a  $\rho_1$  sűrűségű testet éppen ellepi a víz, a másik ( $\rho_2$  sűrűségű) henger pedig éppen nem ér a vízbe. Mennyivel kell a  $\rho_1$  sűrűségű testet kiemelni a vízből, hogy a rendszert magára hagyva egyensúlyban maradjon?

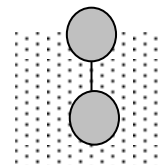
( $h=10$  cm,  $\rho_2=3500$  kg/m<sup>3</sup>,  $\rho_1=4000$  kg/m<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{víz}}=1000$  kg/m<sup>3</sup>)



61.

Két egyforma méretű, gömb alakú test egyike négyszer nagyobb tömegű, mint a másik. Ha a testeket egy vékony fonállal összekötjük, és vízbe tesszük, akkor a kisebb tömegű pontosan félig merül a vízbe, a másik pedig teljesen. Mekkora az egyes testek sűrűsége?

(A víz sűrűsége 1000 kg/m<sup>3</sup>.)



62.

Becsüld meg a Föld levegőburkának a tömegét! (Tételezzük fel, hogy a gravitációs gyorsulás a levegőburok magasságában állandó,  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>; a légnyomás a Föld felszínén mindenhol 100 kPa; a Föld sugara  $R = 6370$  km.)

63.

Egy légkörrel rendelkező bolygó felszínén a gravitációs gyorsulás 20 m/s<sup>2</sup> nagyságú, a hőmérséklet 27°C, a légnyomás 1,5·10<sup>5</sup> Pa. A tudósok megfigyelték, hogy a bolygó felszínéről felemelkedve a légnyomás úgy kezd el csökkenni, hogy 100 méterenként a változás 3368 Pa. Milyen gáz alkothatja a légkört?

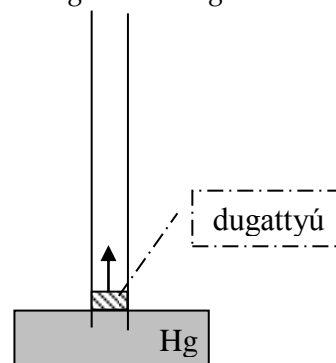
64.

Egy hosszú, mindkét végén nyitott,  $A = 1$  cm<sup>2</sup> belső alapterületű üvegcső alsó vége higanyba merül. A csövön kívül és belül a higany azonos magasságban van. A cső belsejében a higany felszínéhez egy elhanyagolható tömegű, légmentesen záró dugattyú simul. Ezután a dugattyút lassan felfelé mozgattuk, és 100 cm magasra emeljük.

a) Ábrázoljuk a dugattyú emeléséhez szükséges erőt a dugattyú elmozdulásának függvényében!

b) Határozzuk meg az emelés közben végzett munkát!

(A higany sűrűsége  $\rho = 13\,600$  kg/m<sup>3</sup>, a légnyomás  $p_0 = 103360$  Pa,  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, az csövön kívüli higany szint



változása elhanyagolható.)

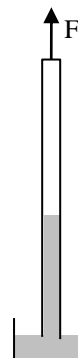
65.

Egy rosszul elvégzett Torricelli kísérletben a higany fölé levegő jutott, ezért az  $1 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű csőben csak  $50 \text{ cm}$  hosszúságú higany maradt. Az üvegcsövet egy rugós erőmérővel felfüggesztve tartjuk egyensúlyban úgy, hogy alsó vége nem támaszkodik a higanyos edény aljára.

a) Mekkora a bezárt levegő nyomása?

b) Mekkora  $F$  erőt mutat az erőmérő?

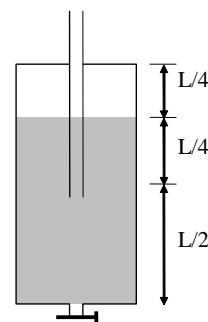
(A higany sűrűsége  $13600 \text{ kg/m}^3$ , a külső levegő nyomása  $100 \text{ kPa}$ . Az üvegcső tömege és falának vastagsága, valamint a higanygőz nyomása elhanyagolható.)



66.

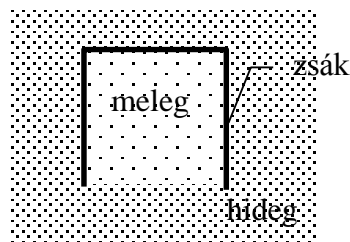
Egy  $L$  magasságú, hengeres, függőleges helyzetű, jó hővezető falú tartályban  $3L/4$  magasságig higany van. A higanyba mindkét végén nyitott cső merül  $L/4$  mélységig. A higany felett a külső légnyomással megegyező nyomású levegő van. Az edény alján elhelyezett csapot megnyitjuk, és a higany lassan kifolyik.

Ábrázoljuk a higany feletti levegő nyomását a tartálybeli higanyfelszínnek a tartály felső lapjától mért távolsága függvényében! ( $L = 100 \text{ cm}$ , a külső légnyomás  $p_k = 10^5 \text{ Pa}$ , a higany sűrűsége  $13600 \text{ kg/m}^3$ , a nehézségi gyorsulást vegyük  $10 \text{ m/s}^2$ -nek.)



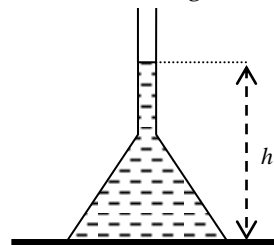
67.

Tapasztalatból tudjuk, hogy ha egy nyitott szájával lefelé tartott szemetes zsákot megtöltünk meleg levegővel, akkor a zsák - a hőlégballonhoz hasonlóan - felemelkedik. Hol a hiba a következő gondolatmenetben? A zsák szája nyitott, ezért a külső és a belső levegő nyomása egyenlő. A zsák (felül levő) zárt alját ezért a belső levegő ugyanakkora erővel nyomja felfelé, mint a külső levegő lefelé. Mivel ezek az erők kiegyenlítik egymást, azért a zsák anyagára ható nehézségi erő miatt a zsák leesik.



68.

Egy vékony falú tölcsérbe az ábra szerinti helyzetben  $V = 1 \text{ dm}^3$  vizet töltünk. Legalább mekkora legyen a tölcsér súlya, hogy a tölcsér ne emelkedjen fel a vízszintes alátámasztási felületről? A tölcsér asztallal érintkező felülete  $A = 2 \text{ dm}^2$  nagyságú, a víz magassága  $h = 1,2 \text{ dm}$ .)



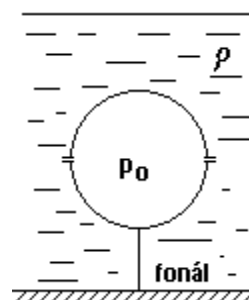
69.

Két elhanyagolható súlyú,  $R$  sugarú, merev falú félgömböt vízszintes síkú peremük mentén légmentesen összeillesztünk, majd vízbe süllyesztünk. A keletkező gömb középpontja  $h$  mélységben van, a gömböt a külső levegő nyomásával azonos nyomású levegő tölti ki.

a) Mekkora erővel nyomják egymást a félgömbök az érintkezési perem mentén?

b) Mekkora kellene a gömbben lévő levegő nyomását, hogy a félgömbök szétváljanak?

$$(h = 10 \text{ m}, R = 1,2 \text{ m}, p_o = 100 \text{ kPa}, \rho_{\text{víz}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$



70.

Egy vékony, egyenletes keresztmetszetű üvegcsőből készített közlekedőedény két függőleges, és egy vízszintes szárból áll. Mindhárom szár  $L = 20 \text{ cm}$  hosszúságú. A csőbe folyadékot töltünk úgy, hogy a függőleges szárokban a folyadékszint  $L/2$  magasságban van. Ezután a csövet az egyik függőleges szár, mint forgástengely körül lassan forgásba hozzuk. Legfeljebb mekkora szögsebességgel foroghat a cső, ha nem akarjuk, hogy a folyadék kifolyjon? (A csövet úgy hozzuk forgásba, hogy közben a folyadékoszlop „belengése” elhanyagolható.)

