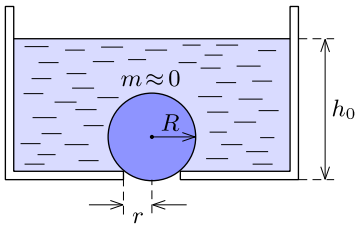
Kísérleti fizika I., 2018 őszi félév

9. gyakorlat

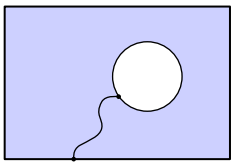
Szükséges előismeretek: hidrosztatikai nyomás, felhajtóerő, felületi feszültség, Torricelli-törvény, kontinuitási egyenlet, Bernoulli-törvény, viszkozitás, Newton-féle súrlódási törvény, Hooke-törvény, Young-modulus, szakítószilárdság, hajlítás.

Feladatok órai munkára

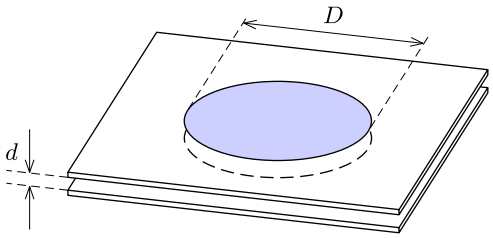
F1. Egy edény alján kör alakú, $r = 12$ mm sugarú nyílás van, rajta egy $R = 20$ mm sugarú, elhanyagolható tömegű pingponglabda. Ha az edényben elegendően sok víz van, a labda az edény alján marad. Óvatosan csökkentve a víz mennyiségét, egy bizonyos h_0 vízmagasságnál a labda felemelkedik. Számítsuk ki h_0-t!



F2. Az ábrán *látható* kerethez nyújthatatlan cérnából kötött hurkot erősítünk és a keretnél fogva szappanoldatba mártjuk. Ha a hurokban levő hártyát kiszúrjuk, a hurok körré feszül ki. Mekkora erő ébred a cérnában, ha a kör sugara 1 cm, az oldat felületi feszültsége 0,03 N/m?

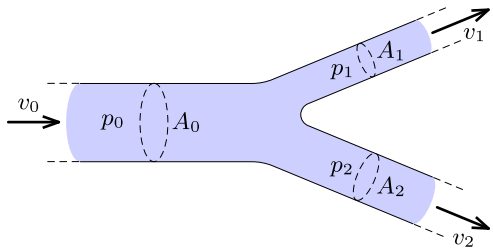


F3. Két párhuzamos üveglemez közé víz szorult. A lemezek távolsága d, a „vízpogácsa" átmérője $D \gg d$. Mekkora erő hat az üveglemezek között? (Feltételezhetjük, hogy a víz tökéletesen nedvesíti az üveget.)



F4. A homokóra mintájára "folyadékórát" készítünk. A folyadékóra tartályának alján kicsi, A keresztmetszetű lyukon folyik ki a folyadék. Milyen alakú forgástestté kell kiképezni az edényt, ha azt akarjuk, hogy a folyadék felszíne állandó v_0 sebességgel süllyedjen?

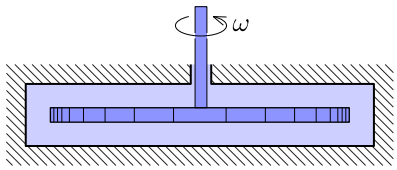
F5. Egy hosszabb csőhálózat rövid, vízszintes, elágazó szakaszát mutatja az *ábra*. Az elágazás előtt a cső keresztmetszete $A_0 = 8$ cm^2-es, majd az elágazás után az egyik ág keresztmetszete $A_1 = 2$ cm^2, míg a másiké $A_2 = 3$ cm^2. A csövekben állandósult sebességgel, örvénymentesen víz áramlik, a 8 cm^2 keresztmetszetű főágban a víz sebessége $v_0 = 20$ m/s. Nyomásmérő segítségével megállapítjuk, hogy az elágazás előtt a víz nyomása $p_0 = 6 \cdot 10^5$ Pa, míg az elágazás után a vastagabb csőben a nyomás $p_2 = 3{,}5 \cdot 10^5$ Pa-ra csökken. A csőhálózatban ezt követően sehol sincs elágazás. A belső súrlódást hanyagoljuk el!



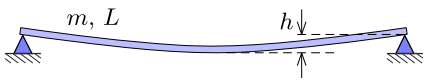
a) Mekkora a nyomás p_1 értéke az elágazás utáni vékonyabb csőben?

b) Mennyi víz folyik ki percenként az elágazás utáni két mellékág végén külön-külön?

F6. Egy vékony, $R = 10$ cm sugarú korong egy hengeres, $\eta = 0{,}08$ Pa·s viszkozitású olajjal telt tartályba merül az *ábrán* látható módon. A tartály alap és fedlapja párhuzamos a korong síkjával, a korong alatt és felett egyaránt $h = 1{,}0$ mm vastagságú olajréteg található. Mekkora forgatónyomatékkal lehet a korongot állandó $\omega = 60$ s^{-1} szögsebességgel forgatni? (Az áramlás lamináris, a korong peremének hatását hagyjuk figyelmen kívül!)



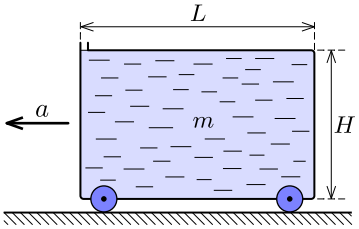
F7. Egy hengeres, r sugarú, L hosszúságú, m tömegű homogén rudat két végénél ékekkel vízszintesen alátámasztunk. A rúd anyagának Young-modulusa E. Mekkora h távolsággal hajlik le a rúd közepe saját súlyának hatására?



Házi feladatok

H1. Mekkora vízszintes irányú erőt fejt ki a ϱ sűrűségű víz egy akvárium függőleges, sík falára, ha a vízmagasság h, a fal hosszúsága pedig L? Milyen magasságban van az eredő erő támadáspontja?

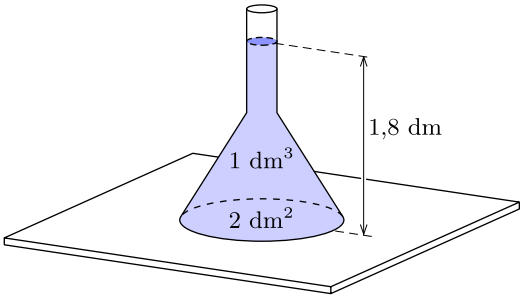
H2. Egy téglatest alakú, L hosszúságú és H magasságú tartálykocsi tele van vízzel. A kocsi bal felső részén egy kis nyílás található (ahogy az *ábra* is mutatja), ahol a vízfelszín érintkezik a külső levegővel. A tartálykocsi huzamosabb ideje $a = g/4$ gyorsulással gyorsul. A tartályban lévő víz tömege m.



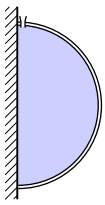
a) Mekkora erővel hat a víz a téglatest alakú tartálykocsi fedőlapjára?

b) Mekkora legyen a H/L arány, hogy a gyorsulás irányára merőleges hátsó lapra a folyadék $5mg/12$ erőt gyakoroljon?

H3. Egy tölcsérbe az *ábra* szerinti helyzetben 1 dm^3 vizet töltünk. Az asztalon a tölcsér által letakart terület 2 dm^2, a víz magassága 1,8 dm. Legalább mekkora legyen a tölcsér tömege, hogy ne emelkedjen fel az alátámasztási felületről?

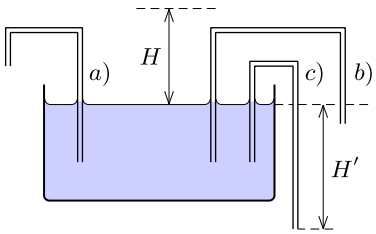


H4. Egy m tömegű, R sugarú, vékony falú félgömbhéjat függőleges falnak szorítunk, majd (a tetején lévő kis nyíláson át) teletöltjük ϱ sűrűségű folyadékkal. Legalább mekkora és milyen irányú erőt kell kifejtenünk a félgömbhéjra, hogy ne folyjon ki a folyadék? Adjuk meg ennek az erőnek a támadáspontját is! (A súrlódás elhanyagolható.)



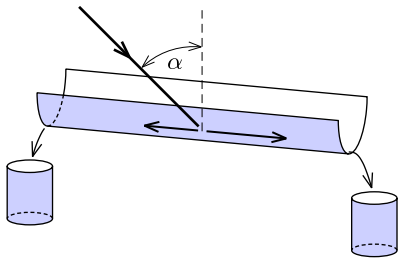
H5. Két különböző sugarú szappanbuborék összetapad, sugaraik az összetapadás után R, illetve r. Mekkora a két buborékot elválasztó hártya görbületi sugara? Mekkora az érintkezési kör sugara?

H6. Egy kapilláris csőben (melynek falát jól nedvesíti a víz) H magasságig emelkedik fel a folyadék. A csőből az *ábrán* látható módon három „akasztófát” készítünk, és egy vízzel telt nagy tálba helyezzük azokat. Kifolyik-e a víz a kapillárisok másik végén? ($H' > H$.)

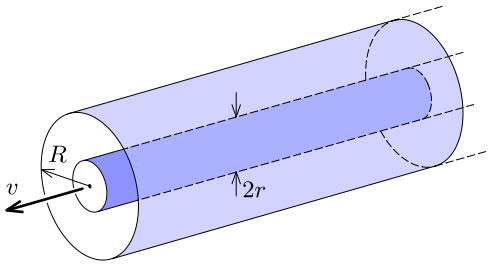


H7. Egy téglatest alakú medence a tetején lévő vízcsap kinyitása után T_1 idővel telik meg. Az alján lévő kifolyót kinyitva T_2 idő alatt ürül ki. Mi történik, ha a vízcsapot is és a kifolyót is nyitva hagyjuk? Milyen T_1/T_2 arány esetén kell túlfolyástól tartanunk? (Legyen például $T_1 = 3$ óra és $T_2 = 2$ óra.)

H8. Vízszintesen álló, félkör keresztmetszetű csatornába (a legmélyebben fekvő alkotóján átmenő függőleges síkban) ferdén vízsugár csapódik be. Számítsuk ki a csatorna két végén kifolyó vízmennyiség arányát a vízsugár beesési szögének függvényében! (Az áramló víz belső súrlódása az adott körülmények között nem számottevő.)



H9. Egy hosszú, R sugarú hengeres cső belsejében egy másik, az elsővel azonos tengelyű, r sugarú cső helyezkedik el. A csövek közötti térrészt η viszkozitású olaj tölti ki. A belső csövet állandó v sebességgel húzzuk a tengelyével párhuzamos irányban.



a) Adjuk meg az olaj (laminárisnak feltételezett) áramlási sebességét a tengelytől mért távolság függvényében!

b) Hosszegységenként mekkora erőt kell kifejtenünk a cső mozgatásához?

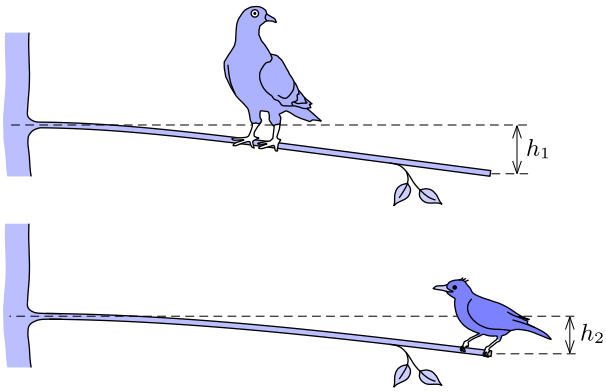
H10. Legfeljebb mekkora nyomású gázt tölthetünk egy $\sigma_{\max}$ szakítószilárdságú, d falvastagságú tartályba, ha a tartály alakja

a) hosszú, R sugarú henger (a végein félgömbökkel lezárva);

b) R sugarú gömb?

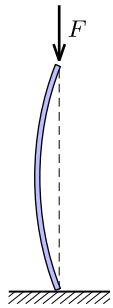
(Feltételezhetjük, hogy $d \ll R$.)

H11. Az egyetem kertjében az egyik fának van egy vízszintesen kiálló, könnyű, vékony, rugalmas ága, amelyen késő ősszel csak néhány levél van, és a madarak körében népszerű pihenőhely. Mikor hajlik le jobban az ág vége, ha a közepére egy galamb, vagy ha a végére egy negyedakkora tömegű feketerigó száll? Mekkora a két lehajlás h_1/h_2 aránya?



H12. Egy csőbe egy vékonyabb csövet tolunk, és mindkét végüket egymáshoz rögzítjük. A csövek lazán illeszkednek, egyenlő hosszúak, anyaguk viszont különböző. Mekkora az így kialakított kettős cső hosszmenti lineáris hőtágulási együtthatója? A csőfalak keresztmetszete A_1 és A_2, a két különböző anyag lineáris hőtágulási együtthatója, illetve Young-modulusa pedig rendre α_1 és α_2, illetve E_1 és E_2.

H13. Egyik végénél mereven befogott, 1 m hosszú vízszintes pálca másik végére 1 kg tömegű testet akasztva a lehajlás 1 cm lesz. Ha a pálcát az *ábrán* látható módon függőlegesre állítjuk, akkor az egy bizonyos F terhelés hatására kihajlik.



a) Mutassuk meg, hogy a kihajlott pálca alakja egy szinuszhullám fele!

b) Mekkora a kihajláshoz szükséges F erő?