

7. loeng. Vedelike voolamine Halliday 14. ptk. Vedelikud

A. Rõhk ja tihedus

1. Kontori akna mõõtmed on 3,4 korda 2,1 meetrit. Väljas puhuva tuule mõjul on rõhk akna välisküljele 0,96 atmosfääri, kontoris sees on aga rõhk 1,0 atm. Milline jõud mõjub aknale ja millises suunas?
2. Kaladel on ujuvuse reguleerimiseks ujupõis, milles olev õhk teeb kala keskmise tiheduse võrdseks vee tihedusega. Oletame, et ujupõie purunemisel on kala tihedus 1,08 g/cm³. Kui suure osa kala koguruumalast peab moodustama ujupõis, et kala tihedus oleks võrdne vee tihedusega (1,00 g/cm³)?

B. Paigalseisev vedelik

3. Maailmamere sügavaim koht on Challengeri süvik, mis asub Vaikse Ookeani lääneosas, Mariani vagumuses, ja mille sügavus on 10,9 km. 1960.a. laskusid Donald Walsh ja Jaques Piccard batüskaafis Trieste selle süviku põhja. Lugesid merevee tiheduseks 1024 kg/m³, hinnake Trieste'i korpusele mõjunud hüdrostaatilist rõhku (atmosfäärides).
4. 100 m sügavuses merepõhjas lebava vigastatud allveelaeva meeskond asub avama luuki mõõtmetega 1,2 × 0,60 m. Luuk avaneb väljapoole, rõhk laevas on 1,00 atm. Kui suurt jõudu tuleb luugile rakendada, et see avaneks? Merevee tihedus on 1024 kg/m³.
5. *Kaelkirjak läheb jooma.* Kui kaelkirjak seisab, on tema pea 2,0 m kõrgemal kui süda ning süda 2,0 m kõrgemal maapinnast. Kaelkirjaku arteriaalne vererõhk südame lähedal on 250 mm Hg. Lugesid kaelkirjaku vere tiheduseks 1,06 × 10³ kg/m³, hinnake vererõhku kaelkirjaku (a) ajus (kus rõhk peab kindlustama vere küllaldase kiirusega liikumise, et kaelkirjak ei minestaks) ja (b) jalgades, kus veresoonte seinad peavad olema küllalt tugevad, et survele vastu panna. (c) Kui kaelkirjak hakkab jooma, ilma et ta oma jalgu kõverdaks, kui palju tõuseb selle käigus vererõhk peaaju soontes? (Kas selline muutus võib talle ohtlikuks saada?)

C. Pascali seadus

6. Hüdraulilise tungraua ühe silindri kolvi peal on vedru, mille elastsustegur on 3,00×10⁴ N/m ja mille ülemine ots toetub vastu paigalseisvat tala. Vedru on algul vabas olekus. Teise silindri kolvi peal on tühise massiga anum, millesse puistatakse liiva. Esimese kolvi pindala on 18 korda suurem kui teise kolvi pindala. Mitu kilogrammi liiva tuleb puistata anumasse, et suruda vedru kokku 5,00 cm võrra?

D. Archimedese seadus

7. Rauast ankur, mille tihedus on 7870 kg/m³, kaalub vees 200 N võrra vähem kui kuival. (a) Kui suur on ankru ruumala? (b) Kui palju kaalub ankur kuival? (Vee tihedus on 1000 kg/m³.)
8. Puust klots ujub vees nii, et kaks kolmandikku temast on vee all. Kui sama klots panna ujuma õlisse, on vee all 90% tema ruumalast. Kui suur on (a) puidu ja (b) õli tihedus?

9. Õõnes kera, mille väline raadius on 9,0 cm ja seesmine 8,0 cm, ujub vedelikus, mille tihedus on 800 kg/m^3 nii, et pool temast on allpool vedeliku punda. (a) Kui suur on kera mass? (b) Millise tihedusega ainek on kera valmistatud?

10. Kui suur osa ujuvast jäämäest, mille tihedus on 917 kg/m^3 , on vee pinnal, kui t ujub (a) ookeanivees tihedusega 1024 kg/m^3 ja (b) magedas vees tihedusega 1000 kg/m^3 ? (Kui merevesi külmub, siis eraldub sool jääst. Seetõttu on jäämäed inimühiskonna jaoks olulised mageda vee allikad.)

E. Pidevuse võrrand

11. Aiavoolik siseläbimõõduga 1,9 cm on ühendatud vihmutajaga, milles on 24 auku läbimõõduga 0,13 cm. Kui vee voolamiskiirus voolikus on 0,91 m/s, millise kiirusega voolab siis vesi vihmutaja aukudest?

12. Laev seisab ankrus keset kanalit, mille laius on $D = 55 \text{ m}$ ja sügavus $H = 14 \text{ m}$. Laeva laius on $d = 30 \text{ m}$ ning süvis (veeliini kõrgus laeva põhja suhtes) $b = 12 \text{ m}$. Kui vee voolamise kiirus kanalisis on 1,5 m/s, kui kiiresti voolab siis vesi laeva parda ääres? Voolukiiruse suurenemisest tingitud erosioon on üks tõsisemaid piiranguid kanalite projekteerimisel.

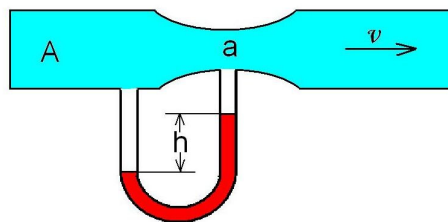
F. Bernouille'i võrrand

13. Veetoru, mille siseläbimõõt on 2,5 cm, juhib vett keldrist teisele korrusele. Vee voolukiirus keldris on 0,90 m/s ja rõhk torus 170 kPa. Kui teise korruse kraan asub sellest 7,6 m kõrgemal ning tema läbimõõt on 1,2 cm, milline on siis (a) kraanist voolava vee kiirus ja (b) rõhk kraani seintele?

14. Veetase silindrikujulises tunnisis on $D = 0,30 \text{ m}$. Tünni põhjas on auk pindalaga $A = 6,5 \text{ cm}^2$ mille kaudu vesi välja voolab. (a) Mitu kuupmeetrit sekundis tuleks tünni vett juurde kallata, et tase püsiks? (b) Kui kaugel august on välja voolava veejoa ristlõikepindala poole väiksem augu pindalast?

15. Kui palju tööd tehakse $1,4 \text{ m}^3$ vee pumpamisel läbi toru, mille siseläbimõõt on 13 mm, kui rõhkude vahe toru otstes on 1,0 atm?

16. Voolukiiruse mõõtmiseks kasutatav Venturi toru koosneb keskosas kitsenevast torust ja manomeetrist, mis mõõdab rõhkude erinevust jämedamas ja peenemas osas. Kui vedelik voolab läbi toru kiirusega v , põhjustab kiirem vool peenemas osas vastavalt Bernouille'i võrrandile alarõhu $\Delta p = p_a - p_A$, mis kajastub manomeetris oleva vedeliku tasemete erinevuses h .



(a) Näidake, kasutades Bernouille'i võrrandit ja pidevuse teoreemi, et vedeliku kiirus torus avaldub valemiga:

$$v = \sqrt{\frac{2a^2 \Delta p}{\rho(a^2 - A^2)}}$$

kus ρ on vedeliku tihedus.

(b) Oletame, et vedelikuks on vesi ja et Venturi toru ristlõikepindala jämedamas osas on $A = 64 \text{ cm}^2$ ning peenemas osas $a = 32 \text{ cm}^2$ ning rõhkude vahe $\Delta p = 14 \text{ kPa}$, arvutage vooluhulk kuupmeetrites sekundi kohta.