

## Oversatte oppgaver fra læreboka (Young & Freedman: University Physics, 13. utg.)

### Kapittel 12: Fluidmekanikk (tilsvarer OpenStax kap. 14)

#### 12.5

En massiv blykule har samme masse som en massiv aluminiumskule. Hva er forholdet mellom radiene til aluminiumskula og blykula? Massetettheten for aluminium og bly er hhv.  $2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  og  $11,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

#### 12.7

En hul kobbersylinderer 1,50 m lang og har ytre og indre diameter hhv. 3,50 cm og 2,50 cm. Hva er massen til sylinderen?

#### 12.15 (Øreskade ved dykking)

Dersom kraften på trommehinna blir mer enn 1,5 N større enn krafta fra atmosfæretrykket ved havoverflata, kan den ta skade.

Hvor høyt under havoverflata kan en fridykker dykke før trommehinna tar skade? Trommehinna er sirkulær med typisk diameter på 8,2 mm.

#### 12.19

Et undervannsfartøy befinner seg 30 m under havoverflata idet en kortslutning gjør at det mister all motorkraft. For å komme ut, må mannskapet må presse utover en luke i gulvet med areal  $0,75 \text{ m}^2$  og vekt 300 N.

Hvis trykket inne i fartøyet er 1,0 atm, hvor stor nedoverrettet kraft må mannskapet skyve med for å få opp luka?

#### 12.25

En sylinderformet havbøye har masse 950 kg og diameter 0,900 m, og flyter vertikalt i vannet.

Hvor mye dypere i vannet vil bøyen bli liggende dersom en person med masse 70,0 kg står oppå bøyen?

#### 12.35

Et dusjhode har 20 sirkulære hull, hvert med radius 1,0 mm. Hodet er tilkoblet en slange med radius 0,80 cm.

Hvis væskefarten i slangen er 3,0 m/s, hva er farten idet vannet kommer ut av et av hullene?

#### 12.41

En lukket tank inneholder sjøvann med høyde 11,0 m. Over vannspeilet inne i tanken er det luft med et overtrykk<sup>1</sup> på 3,00 atm. Vann strømmer ut av bunnen av tanken gjennom et lite hull.

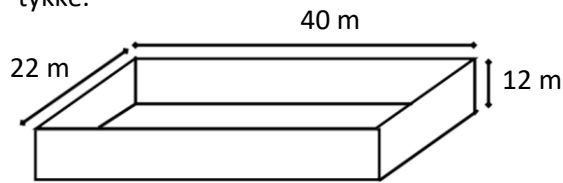
Beregn farten til vannet ut av hullet.

---

<sup>1</sup> Overtrykk («gauge pressure») angir hvor mye **høyere** trykket på innsiden er på innsiden enn på utsiden av f.eks. en tank. Motsatsen til overtrykk er absolutt trykk («absolute pressure»), som angir det faktiske trykket.

### 12.61

En åpen lekter har dimensjoner som figuren under viser. Skroget består av stålplater som er 4,0 cm tykke.



Hvor stor masse av kull kan lekteren frakte uten å synke? Er det plass til dette kullet i lekteren?

Stålet i lekteren har massetetthet  $8000 \text{ kg/m}^3$ , mens kull har  $1500 \text{ kg/m}^3$ .

### 12.45

I et bestemt punkt i en horisontal vannrørledning har vannet en fart på  $2,50 \text{ m/s}$  og overtrykket er  $1,80 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ .

Bestem overtrykket i et annet punkt i rørledningen der tverrsnittet er dobbelt så stort som det første punktet.

### 12.81

Et jernanker har masse  $35,0 \text{ kg}$  og tetthet  $7860 \text{ kg/m}^3$  ligger på dekk i en liten lekter (flatbunnet pram med vertikale sider) som flyter i en ferskvannselv. Bunnen av båten har et areal på  $8,00 \text{ m}^2$ .

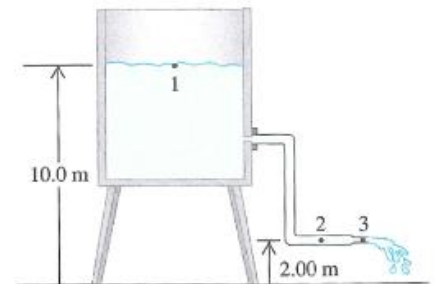
Ankeret kastes så over bord, og blir hengende under båten i et tau, slik at det ikke er i kontakt med elvebunnen.

Når båten kommer til ro, ligger den høyere eller lavere i vannet? Eventuelt hvor mye høyere/lavere ligger båten i vannet?

### 12.91

Vann strømmer ut fra en åpen tank gjennom et rørsystem som figuren til høyre viser.

Tverrsnittet til røret i punkt 2 er  $0,048 \text{ m}^2$  og i punkt 3 er det  $0,0160 \text{ m}^2$ . Tverrsnittet til tanken er mye større enn tverrsnittene i rørsystemet. Tanken er omgitt av luft med standard atmosfæretrykk  $101 \text{ kPa}$ .



Beregn:

- Volumstrømmen
- Væskas overtrykk i punkt 2 (dvs. trykkdifferansen mellom væska i røret, og atmosfæretrykket på utsiden)

## Notatet Strømningslære

Aktuelle treningsoppgaver er oppgave 1, 3 og 4 (oppg. 2 omhandler pumper, som ikke er pensum) på s. 8-9 i notatet **Strømningslære**. Noen hint/utdypinger for oppgavene følger her.

**Merk:** tallsvarene du får er litt følsomme for avrundinger i mellomregninger, så det kan godt være at du regner riktig selv om svaret ditt avviker noe fra fasit.

### Oppgave 1

Sett opp Bernoullis likning med tapsledd (kun rørfriksjon) mellom inn- og utløp. Bestem friksjonsfaktoren  $f$  for røret fra Moodys diagram ved å beregne relativ ruhet samt Reynoldstallet.

### Oppgave 3

- Volumstrøm bestemmes av væskefarten. Bernoullis likning med tapsledd gjør det mulig å finne denne. **Overtrykket** i røret er trykkdifferansen mellom vanntrykket i røret og det lufttrykket på utsiden av røret.
- Bernoullis likning med tapsledd, samt formelen for statisk væsketrykk under vannsøyle (trykket av vannsøyla ned fra inntaksmagasinet må tilsvare væsketrykket i røret i punkt D).
- Bernoullis likning med taps- og turbinledd. Du kan anta at etter («nedstrøms») turbinen er det luft, og vannet pipler ut med null fart dersom det har avgitt all energi til turbinen (idealisert tilfelle). Turbinens virkningsgrad angir hvor stor prosentandel av den teoretiske energimengden som turbinen faktisk klarer å levere, dvs.  
$$reell\ effekt = teoretisk\ effekt \cdot virkningsgrad$$

### Oppgave 4

Sett opp Bernoullis likning med både rørfriksjon og enkeltmotstander (inn- og utløp og evt. hullet i tank B) mellom de to vannspeilene. Volumstrømmen gjennom røret bestemmes av væskefarten i røret.

## Kapittel 14: Svingninger og pendelbevegelse (tilsvarer OpenStax kap. 15.4-15.6)

14.45

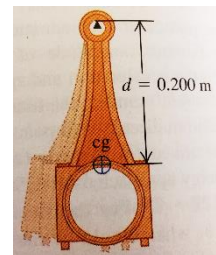
En matematisk pendel med lengde 0,240 m trekkes til siden en vinkel på  $3,50^\circ$  med vertikalen og slippes.

- Hvor lang tid tar det før pendelen når sin høyeste fart?
- Samme spørsmål som i a), dersom pendelen slippes fra en startvinkel på  $1,75^\circ$  i stedet?

14.53

En såkalte råde («connecting rod») fra en bilmotor er hengt opp slik at den kan rotere om en horisontale akse som vist på figuren. Råden har en masse på 1,80 kg og massesenteret til legemet befinner seg 0,200 m under opplagringspunktet.

Når akselen settes i svingninger med små utslag, fullfører den 100 hele svingninger på 120 s. Beregn treghetsmomentet til akselen om rotasjonsaksen.



14.55

To pendler har samme lengde  $L$  og masse  $m$ . Pendel A er en veldig liten kule på enden av en masseløs stang. Pendel B har halve massen i en veldig liten kule og den andre halvparten i en jevntykk stang.

Bestem perioden for hver pendel. Hvilken pendel bruker lengst tid på én hel svingning?

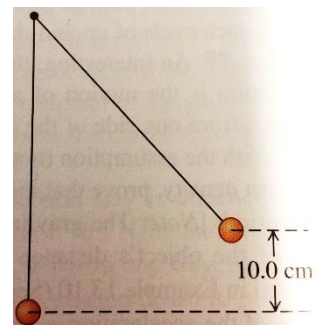
[Hint: «veldig liten kule» betyr punktpartikkel. Massesenteret til to legemer med samme masse, ligger midt mellom legemenes massesentre.]

14.95

To baller er festet til masseløse snorer med lengde 50,0 cm. Den øverste ballen har masse 2,00 kg og starter 10,0 cm over den andre ballen, som har masse 3,00 kg. Se figuren til høyre.

Når den øverste ballen slippes, svinger den ned og treffer den andre ballen, slik at de to ballene blir hengende sammen etterpå.

Finn frekvensen samt det maksimale vinkelutslaget for ballene etter kollisjonen.



### Ekstraoppgave 1 (dempede svingninger)

En pendel med lengde 1,00 m slippes fra en utgangsvinkel på  $15,0^\circ$  med vertikalen. Etter 1000 s har friksjon redusert amplituden til  $5,50^\circ$ .

Hva er verdien av dempingsleddet  $b/2m$ ? [Hint: gå ut i fra at dempingen er underkritisk.]

### Ekstraoppgave 2 (resonans)

Et lodd med tyngde 40,0 N henger i en fjær med fjærkonstant 200 N/m. Systemet er udempet og påvirket av en ytre harmonisk kraft med frekvens 10,0 Hz. Den resulterende amplituden til svingbevegelsen er 2,00 cm.

Bestem den maksimale verdien av den ytre kraften.

## Kapittel 15: Bølgefysikk (tilsvarer OpenStax kap. 16)

15.8

En tversbølge er beskrevet ved  $y(x, t) = (6,50 \text{ mm}) \cos 2\pi \left( \frac{x}{28,0 \text{ cm}} - \frac{t}{0,0360 \text{ s}} \right)$ .

Bestem bølgens:

- a) Amplitude, b) bølgelengde, c) frekvens, d) fart, e) forplantningsretning.

15.9

Undersøk ved innsetting hvilke av følgende bølgefunksjoner er løsninger av bølgelikningen:

- a)  $y(x, t) = A \cos(kx + \omega t)$ , b)  $y(x, t) = A \sin(kx + \omega t)$ , c)  $y(x, t) = A(\cos kx + \cos \omega t)$   
d) For bølgen i b), bestem uttrykket for farten og akselerasjonen i y-retning for en partikkel i posisjon x.

15.19

En tynn tråd med lengde 75,0 cm ha en masse på 16,5 g. Den ene enden er festet i en spiker, mens den andre er festet i en skrue som kan justere strammingen (strekraften) i tråden.

- a) Hva må strekkraften («tension», målt i newton) i tråden være for at en tversbølge på tråden med bølgelengde 3,33 cm vibrerer 875 ganger i sekundet?  
b) Hva ville farten for en slik bølge være?

15.27

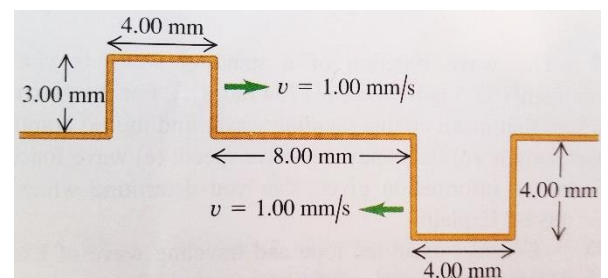
Lyden fra en høyttaler (som kan ansees som en punktkilde) sprer seg jevnt i alle retninger, og intensiteten måles til  $0,026 \text{ W/m}^2$  i en avstand på 4,3 m fra kilden.

- a) Hva er intensiten i en avstand på 3,1 m fra kilden?  
b) Hvor stor energi sendes ut fra bølgekilden i løpet av en time hvis effekten er konstant?

15.35

Figuren under viser to rektangulære bølger som beveger seg mot hverandre på en stram snor. Hver bølge har en fart på  $1,00 \text{ mm/s}$  og har høyde og bredde som vist i figuren.

Hvis bølgefrontene har en avstand på 8,00 mm ved  $t = 0$ , skissér trådens form ved tidspunktene  $t = 4,00 \text{ s}$ ,  $t = 6,00 \text{ s}$  og  $t = 10,0 \text{ s}$ .



15.49

En 63,5 cm lang gitarstreng på en vanlig gitar er stemt slik at den gir tonen  $B_3$  (frekvens  $245 \text{ Hz}$ ) når den vibrerer i grunntonen.

- a) Bestem bølgefarten på denne strengen.  
b) Hvis strengen strammes (dvs. strekkraften øker) med 1,0 %, hva blir den nye frekvensen til grunntonen på strengen?  
c) Hvis lydfarten i luft er  $344 \text{ m/s}$ , finn frekvens og bølgelengde for svingningene i lufta som skapes når strengen vibrerer i tonen  $B_3$ . Hvordan henger disse sammen med frekvensen og bølgelengden til den stående bølgen på strengen?