

# Opgaver i tryk og gasser

## Opgave 1

Blandede opgaver i densitet (= massefylde):

- Luftens densitet ved normal stuetemperatur og tryk er  $1,20 \text{ kg/m}^3$ . Hvor meget vejer luften i et rum med længde 6,00m, bredde 5,00m og højde 3,50m?
- Find værdier for Jordens masse og Jordens radius i datahæftet (som radius kan du bruge gennemsnittet af radius ved Polen og Ækvator!). Benyt disse til at beregne Jordens gennemsnitlige densitet.
- En familie skal have støbt et betonfundament til en tilbygning. Fundamentet er 0,25m højt, 5,00m langt og 4,30m bredt. Betonens densitet er  $2,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Hvad er betonens masse?
- En guldsmed har noget guldtråd med en diameter på 0,45 mm. Guldtrådens masse er 150 mg. Hvor lang er tråden? (Gulds densitet kan findes i datahæftet).

## Opgave 2

Blandede opgaver i kraft, tryk og opdrift:

- Bestem tyngdekraften på et menneske, der vejer 70 kg.
- En kvinde går på stilethæle på et gulv. Hvor stort et tryk udøver kvinden på underlaget, hvis hun et øjeblik kun hviler på én stilethæl? Det oplyses, at hælsens areal er  $1 \text{ cm}^2$  og at kvinden vejer 55 kg.
- Ovenover os befinder der sig en søjle af luft. Betragt en flade på  $1 \text{ m}^2$  på jorden. Hvor stor er massen af den luftsøjle, som befinder sig lodret over fladen, og som i princippet er uendelig høj?
- Hvis der i stedet for luft var en søjle af vand over os, hvor høj skulle denne da være for at trykket var det samme som fra luftsøjlen?
- Et rektangulært vindue i et fly har dimensionerne 25 cm og 30 cm. Hvor stor en kraft påvirkes vinduet med, når det oplyses, at trykket i kabinen er 90 kPa, mens det udenfor er 60 kPa? Hvilken vej virker kraften?
- Hvor stor en kraft skal man anvende for at presse en tom øldåse med volumenet 35 cl ned under vandet?
- En trykluftscylinder forbundet med en kompressor, som kan levere et tryk på 9,0 atm. Stemplets diameter er 8,2 cm. Hvor stor en kraft kan stemplet yde?
- Hvor stort er trykket på bunden af Atlanterhavet i en dybde af 3500 m? (Husk barometertrykket, principielt).
- Bestem opdriften på en sten med volumenet 2 liter, når stenen er helt nedsænket i et kar med vand.
- Hvad er opdriften, hvis stenen fra i) i stedet for er nedsænket i sprit?

### Opgave 3

Højhælede sko giver ofte mærker i parket- og linoleumsgulve. En dame på 60 kg hviler et kort øjeblik med hele sin vægt på en af sine stilethæle. Hælens areal er  $1 \text{ cm}^2$ . Hvor stort er damens tryk mod underlaget?

### Opgave 4

- Hvor stort er trykket på bunden af Atlanterhavet i 4000 meters dybde?
- En frømand kan tåle et tryk på 4 atm. Hvor dybt kan han dykke?

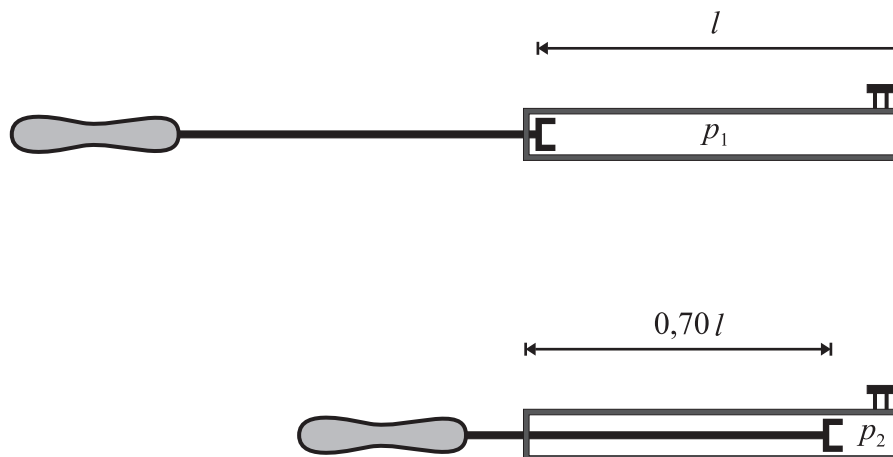
### Opgave 5

Et lod bestående af jern nedsænkes i en balje vand. Loddets masse er 540 gram.

- Bestem loddets volumen.
- Bestem opdriften på loddet.
- Bestem den resulterende kraft på loddet.

### Opgave 6

Med en cykelpumpe skal vi pumpe en cykel op. Vi trækker stemplet ud og sætter munden til ventilen i cyklen. Det viser sig, at man må presse stemplet 70% ind i pumpens cylinder før der kan presses luft ind i cyklens slange.



Boyle-Mariottes lov er et specialtilfælde af idealgasloven og siger, at

$$p \cdot V = \text{konstant} \quad \text{eller} \quad p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

under visse betingelser.

- Hvad er disse betingelser og hvorfor kan de med rimelighed antages opfyldt i processen med sammentrykningen ovenfor? *Hjælp*: Kig på idealgasligningen.
- Hvor stort er slutvolumenet  $V_2$ , udtrykt ved startvolumenet  $V_1$ ?
- Hvor stort er starttrykket  $p_1$ ?
- Brug nu Boyle-Mariottes lov til at bestemme sluttrykket  $p_2$  i pumpen.

### Opgave 7

En stålflaske med hydrogen ved stuetemperatur (20°C) rummer 20 liter. Trykket i flasken er 300 atm.

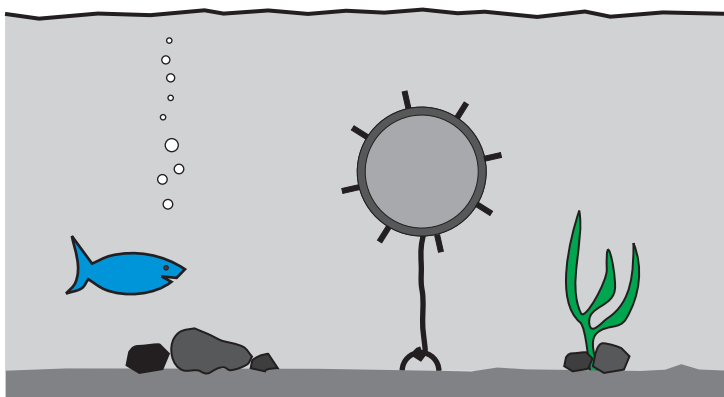
- Hvor mange mol H<sub>2</sub> er der i flasken?
- Beregn hydrogenets masse.

### Opgave 8

En kugleformet hornmine fra anden verdenskrig har en radius på 35 cm og en masse på 120 kg. Minen er lænket til havbunden med en jernkæde.

- Hvor stor er opdriften på minen?
- Hvad er tyngdekraften på minen?
- Hvor stor en kraft påvirker den kæden med?

(Hjælp: Rumfanget af en kugle med radius  $r$  er  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ )



### Opgave 9

Gay-Lussacs 1. lov er et specialtilfælde af idealgasloven og siger, at

$$\frac{p}{T} = \text{konstant} \quad \text{eller} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

under visse betingelser.

- Brug idealgasligningen til at sige, hvad disse betingelser er.

Noget heliumgas befinder sig i en lukket beholder og temperaturen der er 25°C, mens trykket er 1 atm.

- Hvor meget vokser trykket til, hvis man opvarmer gassen til 80°C?
- Hvor meget skal det opvarmes før trykket bliver 1,5 atm.?

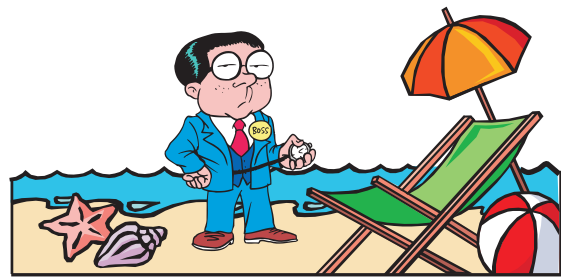
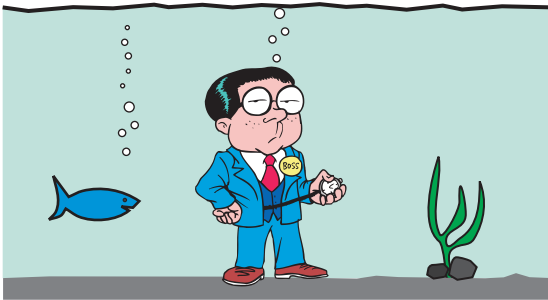
### Opgave 10

Da en stor del af et menneske består af vand er det en god tilnærmelse at regne med, at mennesket har samme massefylde som vand.

- Kurt vejer 75 kg. Giv en tilnærmet værdi for hans volumen, ved brug af ovenstående betragtning.
- Hvor stor er *opdriften* på Kurt, hvis han er neddykket i vand?

Der er også en opdrift på Kurt, når han befinder sig i luften på en strand! Den skal vi regne os frem til i det følgende.

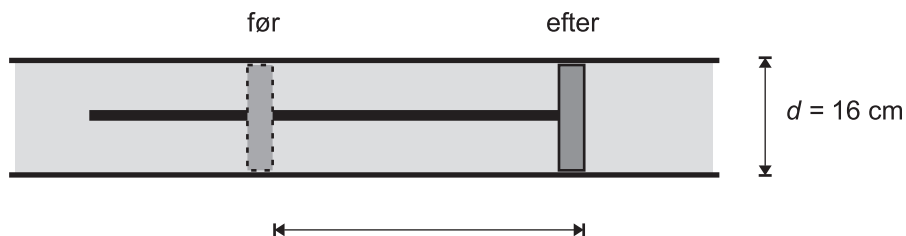
- Brug idealgasloven til at beregne hvor mange mol atmosfærisk luft, som kan være inde i et volumen svarende til Kurts volumen. Vi antager, at temperaturen på stranden er  $25^{\circ}\text{C}$  og at trykket er 1 atm.
- Bestem massen af den atmosfæriske luft, som "kan være inde i Kurt", når det oplyses, at molarmassen for atmosfærisk luft er  $28,96\text{ g/mol}$ .
- Hvad er opdriften på Kurt, når han står på stranden?



### Opgave 11

Betragt figuren nedenfor. Et stempel føres stykket 45 cm ind i et cylindrisk rør med den indvendige diameter 16 cm under udøvelse af et tryk på 3,8 atm.

- Bestem volumen af det rum, stemplet fejer hen over.
- Beregn det arbejde (angivet i Joule), som er blevet udført.



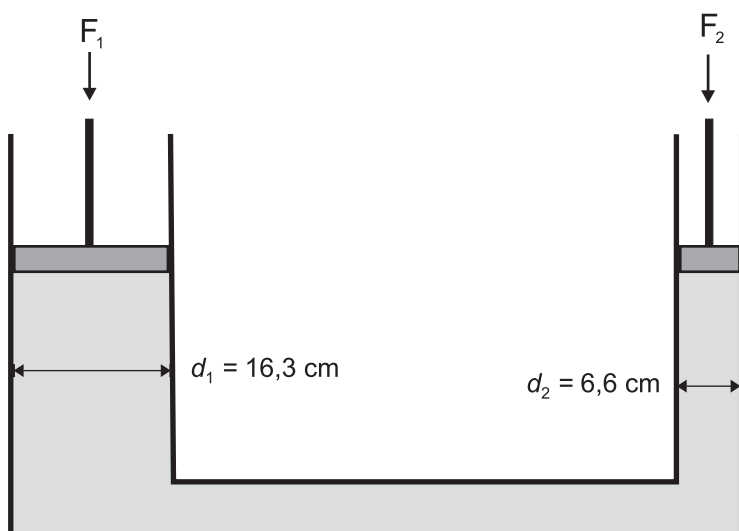
## Opgave 12

På figuren nedenfor er to cylindriske rør forbundet med hinanden og der er et stempel i hvert rør. Under stemplerne er der en væske. Diameteren af de to rør er anført på figuren.

- Bestem overfladearealerne af de to stempler.
- Hvis Emil trykker ned på stempel 1 med en kraft på 100N, hvor stor en kraft skal Jette da presse stempel 2 ned med for at holde systemet i ligevægt?
- Hvis Emil nu lægger en sten med massen 2,3 kg ned på sit stempel, hvor stor en kraft skal Jette så bruge for at holde stenen oppe? (Der ses bort fra stemplets masse)

Antag nu, at Jette presser ned på sit stempel, så stenen bevæger sig 3 cm opad i den anden side.

- Hvor meget må Jette da presse sit eget stempel ned?
- Hvor stort et arbejde har Jette udført?
- Hvor stort et tryk udøver Jette på væsken?



## Opgave 13

En flaske med helium har volumenet 22 liter. Trykket i flasken er 180 atm. Temperaturen er stuetemperatur,  $20^\circ\text{C}$ .

- Bestem hvor mange mol helium, der er i flasken.
- Hvor meget vejer heliumet?
- Hvor meget skal flasken varmes op til før den springer, når det oplyses, at flasken kan klare et tryk på 320 atm?

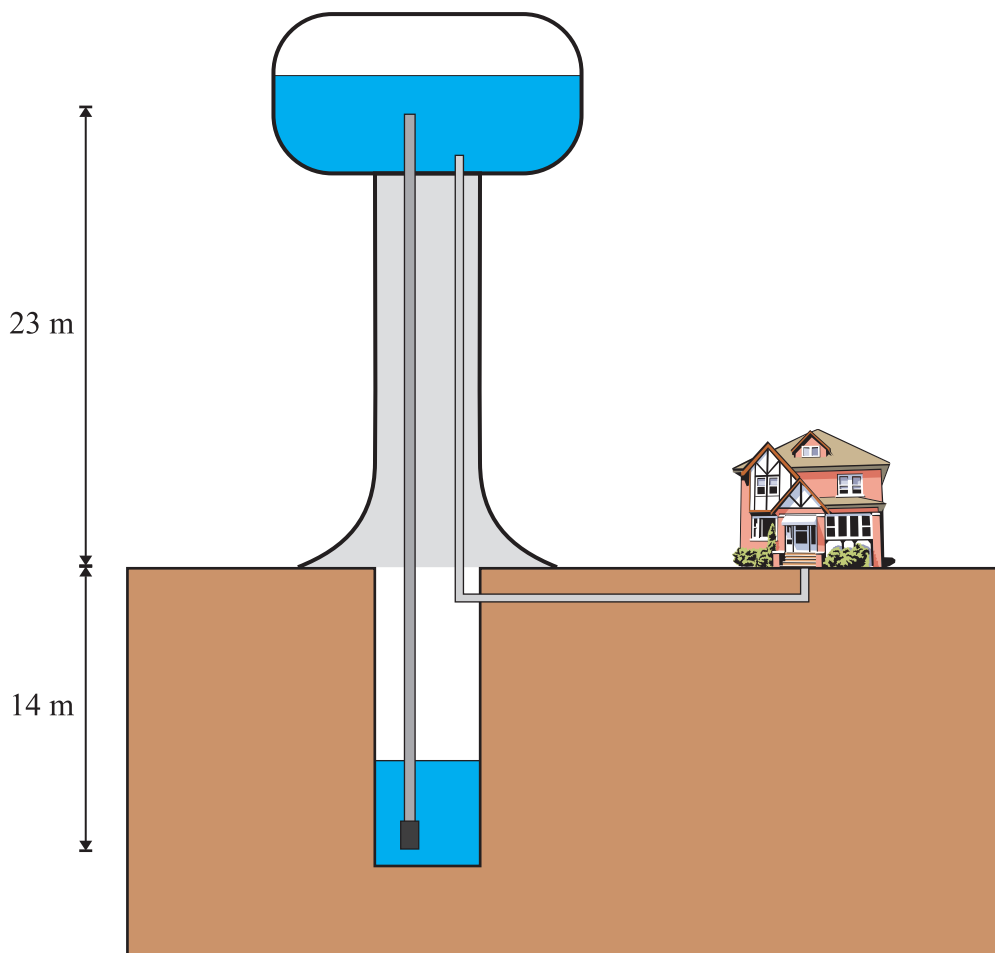
### Opgave 14

På figuren nedenfor ser du et vandtårn. En pumpe 14 meter nede i bunden af en brønd pumper vand op i et reservoir, 23 meter over jordoverfladen. Højden af reservoiret vil bestemme trykket i forbrugernes vandhaner.

- Bestem trykket i forbrugernes vandhaner.
- Hvor stort et tryk skal pumpen levere for at kunne hæve vandet fra brønden op i reservoiret?

Det oplyses nu, at pumpen kan hæve  $500 \text{ m}^3$  vand op pr. døgn, og at det rør, som pumpen pumper vand op igennem, er cylindrisk med en diameter på 25 cm.

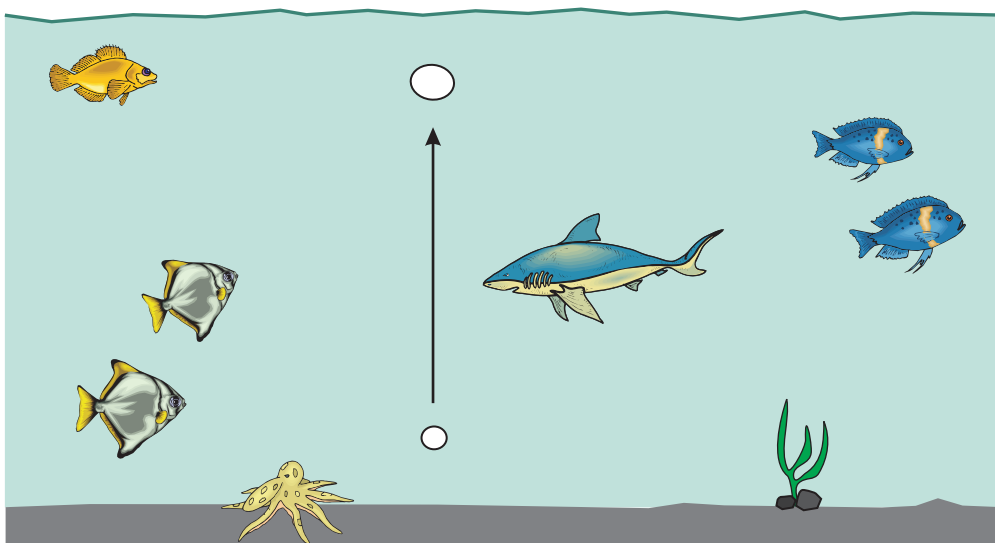
- Bestem pumpens effekt.
- Hvor lang tid vil det tage at hæve  $125 \text{ m}^3$ ?
- Bestem hvor stor en kraft pumpen kan præstere.



### Opgave 15

En dykker observerer en boble i vandet, der stiger op fra bunden af søen. På bunden af søen er temperaturen  $12,0^{\circ}\text{C}$ , mens den i overfladen er  $25^{\circ}\text{C}$ . På bunden er trykket  $2,7$  atm. og ved overfladen er den  $1$  atm.

- Argumentér for, at boblen under opstigningen må opfylde:  $\frac{p \cdot V}{T} = \text{konstant}$
- Benyt a) til at bestemme hvor stort volumen boblen vil have ved overfladen, hvis den ved bunden har et volumen på  $5 \text{ cm}^3$ ?
- Hvor dyb er søen? *Hjælp*: Tænk på formlen for trykket fra en væskesøjle.
- Hvor stor en kraft vil der være på et område på  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  på bunden?



### Opgave 16 (Vejrballon)

En vejrballon fyldes ved trykket  $1013 \text{ mBar}$  og temperaturen  $20^{\circ}\text{C}$  med helium til et rumfang på  $3,5 \text{ m}^3$ . Hvor meget helium er der i ballonen, hvis vi antager, at trykket inde i ballonen er det samme som udenfor? (*Hjælp*: Brug idealgasligningen).

### Opgave 17 (Tynd luft på Mount Everest)

På toppen af Mount Everest er trykket ca.  $34000 \text{ Pa}$ . En dag er temperaturen  $-20^{\circ}\text{C}$ .

- Bestem hvor mange mol luft, der er i  $1 \text{ m}^3$  luft.
- Bestem massefylden af luft på Mount Everest under nævnte forhold.  
(*Hjælp*: Som molmassen for atmosfærisk luft kan bruges samme værdi, vi kom frem til i opgaveark med varmluftsballon:  $28,96 \text{ g/mol}$ )
- Den lille densitet indvirker på vejrtrækningen for personer, som vil opholde sig i den højde. Forklar hvordan.

### Opgave 18 (Internetopgave med balloner)

I denne opgave skal du gå ind på følgende hjemmeside og besvare nogle spørgsmål:

<http://www.dansk.ballonunion.dk/ballonfl.htm>

- Hvor stort volumen har en typisk 4-personers varmluftsballon?
- Hvad afhænger løfteevnen af?
- På hvilke tidspunkter af dagen er det bedst at flyve, og hvorfor?
- Hvordan kan man styre en varmluftsballon?
- Hvor højt flyver varmluftsballoner typisk?
- Hvem var den første til at flyve med varmluftsballon?

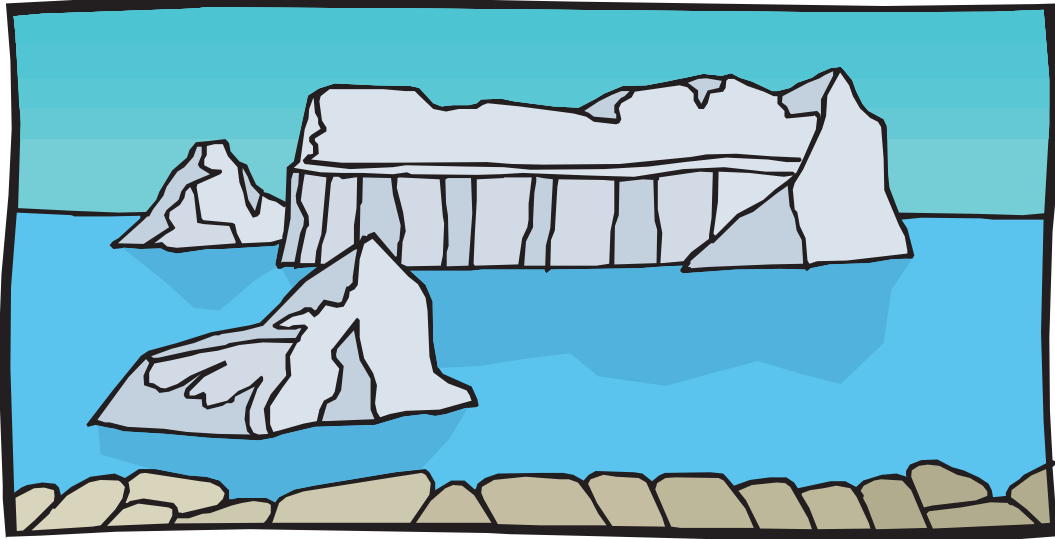
Vi skal prøve at regne lidt på situationen. Betragt en typisk 4-personers ballon. Lad os sige, at ballonen bevæger sig i 1000 meters højde. Aflæs i tabellen tryk og temperatur af luften i denne højde. Antag, at luften inde i ballonen er 90°C varm. Som molarmasse for atmosfærisk luft kan bruges den værdi, vi tidligere har udregnet: 28,96 g/mol.

- Brug blandt andet idealgasligningen til at bestemme massen af både den varme luft inde i ballonen og massen af den fortrængte kolde luft.
- Hvor meget kan ballonen løfte, inklusiv dens egen vægt?

Jordens Atmosfære:

Højde (m)	Tryk (kPa)	Temperatur (°C)
0	101,3	15
250	98,4	13
500	95,5	12
750	92,6	10
1000	89,9	8
1500	84,6	5
2000	79,5	2
2500	74,7	-1
3000	70,1	-4
3500	65,8	-8
4000	61,6	-11
4500	57,7	-14
5000	54,0	-18
6000	47,2	-24
7000	41,1	-30
8000	35,6	-37
9000	30,7	-44
10000	26,4	-50



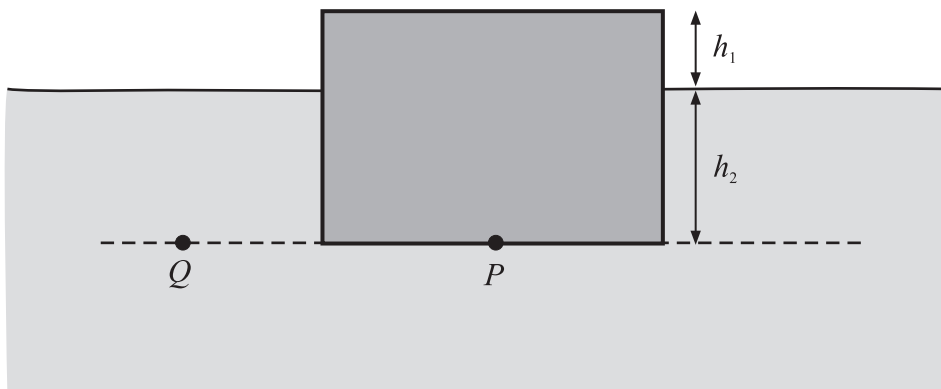


**Opgave 19\* (Hvor stor en procentdel af et isbjerg ligger under havets overflade?)**

I denne opgave vil du blive ledt frem til en beregning af, hvor stor en del af et isbjerg, som ligger under havets overflade. Et af vore redskaber til at besvare dette spørgsmål er blandt andet formelen for trykket fra en *væskesøjle*:

$$(1) \quad \Delta p = \rho_{\text{væske}} \cdot g \cdot h$$

Hvis vi også medregner luftens tryk, dvs. *barometertrykket*  $B$ , fås  $p = \rho_{\text{væske}} \cdot g \cdot h + B$  som det samlede tryk. Tilbage til vores opgave: I det følgende vil vi, for at simplificere situationen, antage at isbjerget har form af en kasse. Lad os betegne isbjergets højde over havoverfladen med  $h_1$  og isbjergets maksimale dybde med  $h_2$ , som angivet på figuren. Lad os endvidere betegne isbjergets massefylde med  $\rho_{\text{is}}$  og vands massefylde med  $\rho_{\text{vand}}$ .



- a) Angiv et udtryk for det *tryk*, som havet udøver på undersiden af isbjerget.

*Hjælp:* Da trykket i samme dybde overalt er det samme, kan vi lige så godt flytte os fra punktet  $P$  ud i punktet  $Q$  og beregne trykket her – for at undgå forvirring. Trykket i  $Q$  kan findes ved at udnytte formelen for trykket fra en væskesøjle + trykket fra luften.

- b) Angiv et udtryk for det *tryk*, som isbjerget + luften udøver på undersiden af isbjerget.

*Hjælp:* Formel (1) gælder selvfølgelig ikke blot for væsker, men også for faste stoffer. Brug nu formelen til at bestemme trykket i punktet  $P$ , ved at se på en søjle is, som ligger over punktet. Husk også lufttrykket for at få det samlede tryk.

- c) Argumentér for, at de to tryk udregnet i a) og b) må være ens. *Hjælp:* Hvis de ikke var ens, hvad ville der så ske med isbjerget? Argumentér!

- d) Sæt de to udtryk fra a) og b) lig med hinanden og vis, at der må gælde:

$$\frac{h_2}{h_1 + h_2} = \frac{\rho_{\text{is}}}{\rho_{\text{vand}}}$$

Bemærk, at venstresiden netop angiver den brøkdelen af isbjerget, som er under havoverfladen!

- e) Brug formelen under d) til endeligt at afgøre, hvor stor en del af et isbjerg, som ligger under havets overflade. Bemærkning: Resultatet kan vises at kunne generaliseres til isbjerger af enhver form, altså også isbjerger, som ikke er kasseformede!
- f) Vi har ovenfor antaget, at der er tale om ren is i et isbjerg. Imidlertid er der ofte isbobler i isen. Hvilken effekt tror du denne kendsgerning har på den omtalte brøkdelen?
- g) Hvis man nedsænkede en jernklods i flydende kviksølv, hvor stor en del af jernklodsens vil da ligger under overfladen?

*Ekstra:* I *Psykologi* bruger man ofte resultatet med at en stor del af isbjerget ligger under havoverfladen, som et *billede* på noget helt andet, hvad er det?

### Opgave 20 (Lille test i Archimedes' lov)

Nedenstående opgaver skal løses uden brug af lommeregner!

Lad os forestille os, at vi har to lodder, A og B. Begge lodderne har et volumen på  $100 \text{ cm}^3$ . Massen af lod A er 500 g, mens massen af lod B er 80 g.

- Bestem massefylden af lodderne.
- Bestem en omtrentlig værdi for tyngdekraften på hvert af lodderne (afrund en vigtig størrelse passende!).

Lodderne nedsænkes nu i et kar med vand.

- Hvor stor er opdriften på hver af de to lodder?
- Hvis man lader lod A hænge i et dynamometer, mens loddet er helt dækket af vand, hvor meget vil dynamometeret da vise?
- Hvad sker der med de to lodder, hvis man smider dem ned i karret med vand?

### Opgave 21

En flaske med oxygen har volumenet 15 liter. Trykket i flasken er 220 atm. Temperaturen er stuetemperatur,  $20^\circ\text{C}$ .

- Bestem hvor mange mol helium, der er i flasken.
- Hvor meget vejer oxygenet?
- Hvor meget skal flasken varmes op til før den springer, når det oplyses, at flasken kan klare et tryk på 325 atm?

### Opgave 22

En heliumballon med massen  $125 \text{ m}^3$  befinder sig ved jordoverfladen. Udenfor er temperaturen  $5^\circ\text{C}$ . Hvor stor er ballonens opdrift? *Hjælp*: Bestem først ved hjælp af idealgasloven, hvor mange mol atmosfærisk luft, som ballonen fortrænger. Bestem, herefter massen af denne luft og endelig dens tyngde.