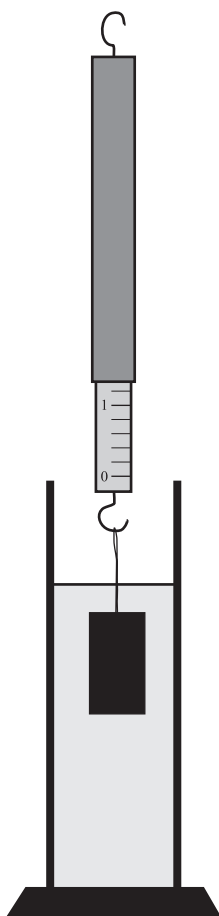


Archimedes' lov



Fremskaf et dynamometer, et måleglas og et aluminiumslod. Fyld måleglasset med et passende antal milliliter vand, så loddet kan dækkes med vand, når det nedsænkes – uden at løbe ovenud ved nedsænkningen.

Opgave 1 (volumen)

Bestem loddets *volumen* V ved at nedsænke loddet i vand og se hvor meget vandstanden øges. Bestem også loddets volumen på en anden måde: ved at måle højde og diameter med en lineal og benytte volumenformlen for en cylinder: $V = a \cdot h = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h$. Hvad er mest nøjagtigt tror du?

Tyngdekraft

Hvis m er massen af en genstand og $g = 9,82 \text{ m/s}^2$ er *tyngdeaccelerationen*, kan *tyngdekraften* F_t på genstanden bestemmes ved hjælp af følgende formel:

$$(1) \quad F_t = m \cdot g$$

Opdrift

Når et legeme befinder sig i vand, så vil det omkringliggende vand påvirke legemet med en opad rettet kraft. En af alle tiders største naturvidenskabelige genier var *Archimedes* fra *Syracus* (287 f. Kr. – 212 f. Kr.). Han opdagede den lov, som i dag går under navnet *Archimedes' lov*:

Opdriften på et legeme nedsænket i en væske er lig med tyngden (= tyngdekraften) af den fortrængte væske.

Archimedes lov' har også en version, når mediet er luft:

Opdriften på et legeme, der befinder sig i luften, er lig med tyngden af den fortrængte luftmængde.

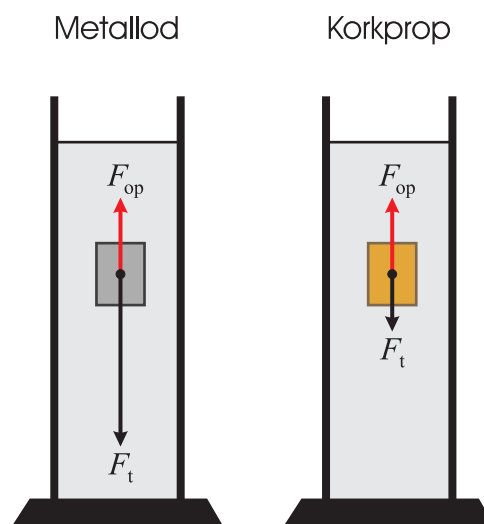
Internetsiden <http://www.mcs.drexel.edu/~crorres/Archimedes/contents.html> indeholder en fremragende beskrivelse af Archimedes' bedrifter.

Opgave 2 (Beregn opdrift)

Du skal i denne opgave beregne opdriften på loddet, når det er nedsænket i vand. Ifølge formel (1) og Archimedes' lov er $F_{\text{op}} = m_{\text{fortrængt vand}} \cdot g = \rho_{\text{vand}} \cdot g \cdot V_{\text{lod}}$, hvor det sidste lighedstegn fås idet $m_{\text{fortrængt vand}} = \rho_{\text{vand}} \cdot V_{\text{lod}}$, dvs. at masse er lig med massefylde gange volumen. Brug dit resultat fra opgave 1 til at beregne opdriften.

Opgave 3

På figuren til højre er et metallod og en korkprop med samme volumen V tænkt nedsænket i noget vand. Du skal argumentere for, hvorfor opdriften på metallodet og opdriften på korkproppen er lige store? Dette er illustreret ved, at de to opad rettede pile på objekterne er lige lange! Derimod er *tyngdekrafterne* F_t på objekterne forskellige, illustreret med pile med forskellig længde. Vi har nemlig $F_t = m_{\text{objekt}} \cdot g = \rho_{\text{objekt}} \cdot V \cdot g$ og metallodet har som bekendt en større massefylde end korkproppen! Den *resulterende kraft* fås ved at medregne alle de kræfter, som virker på objektet:



$$(2) \quad F_{\text{res}} = F_{\text{op}} - F_t = \rho_{\text{vand}} \cdot V \cdot g - \rho_{\text{objekt}} \cdot V \cdot g = (\rho_{\text{vand}} - \rho_{\text{objekt}}) \cdot V \cdot g$$

Hvis F_{res} er positiv vil objektet stige op, hvorimod det vil falde til bunds, hvis F_{res} er negativ. Ifølge (2) vil objektet altså stige op, hvis $\rho_{\text{objekt}} < \rho_{\text{vand}}$ og falde til bunds, hvis $\rho_{\text{objekt}} > \rho_{\text{vand}}$, fuldstændigt som vi vil forvente det. Men opdriften på de to objekter er altså lige store!!!

Opgave 4 (Mål opdrift)

Du skal her bruge et dynamometer (kraftmåler) til at få en god værdi for opdriften på dit metallod: Mål den kraft F_1 , som dynamometeret viser, når loddet hænger frit ned i luften fra dynamometeret. Mål dernæst den kraft F_2 , som dynamometeret viser, når loddet er nedsænket i vand fra dynamometeret – så loddet er helt under vand og ikke rører bunden! Da er $F_1 - F_2$ en god værdi for F_{op} . Sammenlign din værdi med den teoretiske, som du beregnede i opgave 2.

Ekstra: Hvis du er rigtig skarpsindig kan du måske gennemskue, hvorfor metoden i opgave 4 ikke helt giver opdriften, teoretisk set? (*Hjælp:* Bemærk, at når loddet hænger ned fra dynamometeret, måler dynamometeret den resulterende kraft. Hvad er den lig med, når loddet hænger i luften??). Tilnærmelsen i opgave 4 er dog meget god!