

# Archimedes' Lov

SH

2.x, E 2000

## 1 Trykket på en kasse i vand

Når en genstand befinder sig i en væske, fx vand, trykker vandet på den fra alle sider. Trykkene i det vandrette plan ophæver hinanden, men der vil være en forskel på trykket mod genstandens øverste og nederste flade.

Vi tænker os en kasse hvis højde er  $h$ , og hvis bund- og topareal er  $A$ . Den nedsænkes i vand så toppen er  $h_0$  m under vandets overflade. Så er trykket på overfladen  $p_l + p_0$  hvor  $p_l$  er luftens tryk, og  $p_0$  er trykket fra vandet på kassens overflade. Det kan udtrykkes således:

$$p_l + p_0 = p_l + \rho h_0 g \quad (1)$$

hvor  $g$  er tyngdeaccelerationen.

Ved kassens bund er trykket  $p_l + p_b$ . Det kan udtrykkes således:

$$p_l + p_b = p_l + \rho(h_0 + h)g \quad (2)$$

Man kan se af udtrykkene at trykket mod bunden er større end trykket mod overfladen. Det kan man forklare med at der er længere fra kassens bund op til overfladen af vandet end der er fra kassens top op til overfladen, og det ekstra vand giver ekstra tryk mod kassens bund.

Herefter skal vi finde trykforskellen mellem top og bund:

$$p_l + \rho(h_0 + h)g - (p_l + \rho(h_0)g) = \rho h g \quad (3)$$

Denne trykforskel bevirker at der er en kraft op mod kassens bund, og denne kraft skal vi nu finde. Vi bruger at  $F = pA$ :

$$F = \rho h g A \quad (4)$$

og da  $hA = V$ , kassens volumen, har vi:

$$F = \rho V g \quad (5)$$

Det er præcis tyngdekraften på den vandmængde kassen fortrænger, og det kalder man Archimedes' lov:

Opdriften på et legeme er lig med tyngdekraften på massen af den fortrængte væske.

Loven kan udvides til at gælde alle legemer når man forestiller sig at ethvert legeme kan sammensættes af en hel masse meget små kasser, tænk fx på figurer i Legoland eller figurer bygget af tændstikker. Når loven gælder alle de små kasser, gælder den også den store figur de danner tilsammen. Loven gælder både væsker og gasser.

## 2 Archimedes

Archimedes var en græsk matematiker fra Sicilien (i oldtiden var Sicilien sprogligt og kulturelt et græsk område) som levede 287–212 f.Kr. Han har ganske vist aldrig formuleret sin lov sådan som vi gør, men han har vist den med en række beviser der handler om forskellige genstande med forskellige masser der nedsænkes i vand. Man fortæller, og det er muligvis sandt, at han opdagede denne sammenhæng da han lagde sig ned i et badekar og så vandet strømme ud over kanten mens han mærkede at hans krop føltes lettere.

Hvad der derimod næppe er sandt er fortællingen om at han i tiden omkring dette bad skulle løse en vanskelig gåde: En guldsmed havde fået guld af kong Hieron i Syrakus til at lave en krans til en gudestatue, kransen var altså hellig fordi den var en gave til en gud. Men kongen fik mistanke om at guldsmeden havde blandet sølv i kransen. Nu var gode råd dyre. Kransen var gudens, så man kunne ikke begynde at ødelægge den ved en undersøgelse. Men så fik Archimedes den ide at sænke den ned i vand, se hvor meget vandet steg i karret, derefter sænkede han samme masse rent guld ned i vandet og til sidst samme masse rent sølv. Nu kunne han afgøre forholdet mellem guld og sølv i kransen. Vi ville sige han løste opgaven ved at finde kransens massefylde. Archimedes skulle have fået denne ide da han lagde sig ned i badekarret, og i begejstring over sin løsning løb han nøgen fra badeanstalten hjem gennem byen mens han råbte *'heúreka, heúreka'* ('jeg har fundet ud af det, jeg har fundet ud af det'). Men som sagt er denne historie tvivlsom, for nedsænkningen i badekarret har jo egentlig ikke noget med massefylde at gøre, den passer bedre til Archimedes' lov.