

Experimenteren met een zelf gemaakte densimeter

Naar een idee van Marc Debusschere, pedagogisch begeleider fysica.

Wat is een densimeter?

Een densimeter is een toestel om de dichtheid van een vloeistof te meten ("densus" betekent "dicht" in het Latijn). Dat kan eenvoudig door het toestel in de vloeistof te laten zakken en bij drijven op de schaalverdeling af te lezen ter hoogte van het vloeistofniveau. Dat is erg handig bij de raffinage van suiker om het suikergehalte (de suikerdichtheid) te bepalen, of bij het maken van wijn om het alcoholpercentage op te volgen, vermits de suiker daarbij omgezet wordt in alcohol en de dichtheid van het mengsel dan afneemt. Een densimeter wordt ook gebruikt in veel andere labo's.

Hiernaast zie je een afbeelding van een densimeter zoals die in de handel te vinden is.

Van het begrip "dichtheid" heb je vast al gehoord tijdens de lessen fysica op school. Het is een belangrijk basisbegrip dat weergeeft hoe "dicht" de materie op elkaar gepakt zit in een stof. In de fysica wordt het gedefinieerd als "massa per eenheid van volume" en dus berekend met de breuk $\frac{m}{V}$.

Hierin stelt m de massa van een hoeveelheid stof voorstelt en V het volume dat die hoeveelheid stof inneemt. Deze breuk wordt kort genoteerd met de Griekse letter ρ (rho) en uitgedrukt in de SI-eenheid $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Zo krijgen we dus de basisformule:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Je weet ook al dat het volume van een hoeveelheid stof verandert met de temperatuur (de massa niet!) en dus ook de dichtheid ervan. Vandaar dat een densimeter ook gebruikt wordt door een garagist om te bepalen tot welke temperatuur de koelvloeistof van een wagen beschermd is tegen bevriezing.

Wat ga je doen?

In dit practicum ga je een eenvoudige, zelf gemaakte versie van zo'n densimeter gebruiken. Je zal deze ijken en nadien zal je met deze zelf gemaakte densimeter benaderend de dichtheid van een onbekende vloeistof bepalen om te achterhalen welke vloeistof het is.



Waarover beschik je?

1. Een proefbuis met wat loodkorrels als ballast, afgesloten met een stukje parafilm en verzegeld met ducttape en voorzien van een draadje.
2. Drie maatcilinders van 100 mL:
 - één met water, gelabeld **H₂O** ($\rho = 1\,000\text{ kg/m}^3$),
 - één met een 20 % zoutoplossing, gelabeld **NaCl**, ($\rho = 1\,159\text{ kg/m}^3$) en
 - één met een onbekende vloeistof, gelabeld **ONB**.
3. Een schuifmaat.
4. Een elektronische weegschaal.
5. Een meetlat van 30 cm.
6. Een stift met onuitwisbare inkt.
7. Hardpapieren strookjes als hulpmiddel bij het bepalen van lengtes/afstanden.
8. Enkele vellen keukenpapier om de proefbuizen af te drogen tussen de experimenten

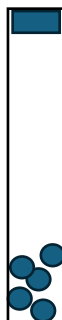
Aan de slag!

1. Inleidend proefje

Breng de afgesloten proefbuis met de ballast achtereenvolgens in twee verschillende vloeistoffen waarvan je de dichtheid al kent, nl. water ($1\,000\text{ kg/m}^3$) en een zoutoplossing ($1\,159\text{ kg/m}^3$) en zet met de stift met onuitwisbare inkt twee streepjes op de proefbuis ter hoogte van het vloeistofniveau. Verklaar.

Het gedeelte van de proefbuis boven het vloeistofoppervlak is een cilinder met grondvlak A en hoogte $h_{\text{vloeistof}}$.

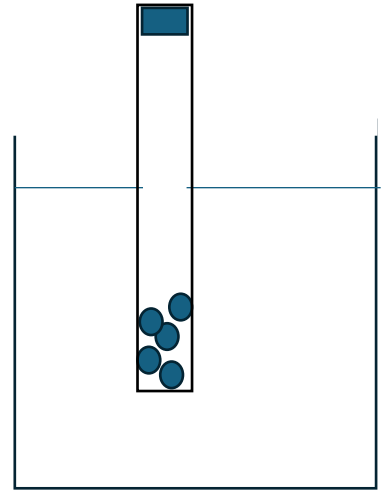
Geef h_{water} en $h_{\text{NaCl-opl.}}$ aan op de tekening:



2. De densimeter ijken

Zoek de functie die het verband geeft tussen de dichtheid van de vloeistof en de lengte van het stuk proefbuis dat boven de vloeistof uitsteekt ($h_{\text{vloeistof}}$) want die kunnen we gemakkelijk meten. Vertrek van de krachten op de proefbuis bij evenwicht.

Probleem is wel dat het ondergedompelde deel van de proefbuis geen echte cilinder is (nl. afgerond onderaan). Daarom beschouwen we de ganse proefbuis als een fictieve cilinder, zoals op de tekeningen, met een hoogte b die we dus niet direct kunnen meten, maar wel indirect kunnen bepalen. Duid op nevenstaande tekening b aan en druk de te beschouwen hoogte van het ondergedompelde deel ermee uit voor een willekeurige vloeistof.



In deze formule zijn $m_{\text{proefbuis}}$, A en b constanten die we direct of indirect kunnen meten met het ter beschikking gestelde materiaal.

Leg uit hoe?

▪ $m_{\text{proefbuis}}$:

▪ A :

▪ b :

Bepaald de waarden van $m_{\text{proefbuis}}$, A en b door je werkwijzen toe te passen met het ter beschikking gestelde materiaal.

- $m_{\text{proefbuis}}$:

- A :

- b :

Schrijf de formule voor de dichtheid van een vloeistof nog korter, nl. met naast de constante b nog slechts één andere constante a :

Welke zijn de SI-eenheden waarin deze constanten worden uitgedrukt?

- a :

- b :

Teken nauwkeurig op bijgevoegd blad mm-papier, in het interval $[0, b[$, de grafiek van de dichtheid van vloeistoffen als functie van de lengte van de proefbuis die boven deze vloeistoffen uitsteekt.

Verdeel daartoe b in 4 gelijke delen en geef afstanden op de horizontale as in ware grootte aan.

Werk met letters i.p.v. met getalwaarden.

Geef op basis van je metingen het water en de zoutoplossing aan op deze ijkcurve.

3. Je densimeter in de praktijk

Hoe ver zou deze densimeter bij evenwicht uit een vloeistof met dichtheid 1800 kg/m^3 steken?

Noteer kort je werkwijze:

Bepaal met deze densimeter de dichtheid van de onbekende vloeistof zo nauwkeurig mogelijk.

Noteer kort je werkwijze en resultaten:

Zoek in de onderstaande tabel op over welke vloeistof het zou kunnen gaan en zet een kruisje naast de juiste vloeistof.

Naam	ρ bij 20°C (kg/m^3)
Carbolineum	996
Cresol	1 024
Decaan	726
Di-ethyleenglycol	1 106
Hexaanzuur	921
Methanol	791
Octaan	703
Petroleumether	640
Ricinusolie	956
Sacharose-oplossing (65%)	1 316
Trifluorazijnzuur	1 489

Voor welke vloeistoffen geeft je zelf gemaakte densimeter de beste waarde voor de dichtheid? Duid het juiste antwoord aan:

- vloeistoffen met een dichtheid kleiner dan 1200 kg/m^3
- vloeistoffen met een dichtheid groter dan 1200 kg/m^3 ?

Verantwoord je keuze.

Veel succes!