

# eigen frequentie

## H/V practicum V

### viscositeitsmeting

Naam:

Klas:



Dit werkblad is onderdeel van *eigenfrequentie*, een serie lesmodules natuurkunde voor VMBO, HAVO en VWO, mede mogelijk gemaakt door Peellandcollege Deurne. Voor het didactisch concept en andere modules uit dezelfde serie:



## Viscositeitsmeting

Viscositeit is een grootte die de stroperigheid van een vloeistof aangeeft. Hoe stroperiger de vloeistof hoe groter de wrijvingskracht op een bewegend voorwerp in die vloeistof. Daarvan wordt gebruik gemaakt bij onderstaande viscositeitsmeting.

1. Bestudeer onderstaande theorie over een viscositeitsmeting.

Als een kogel in een vloeistof valt en als de dichtheid van de kogel groter is dan de dichtheid van de vloeistof zal de kogel versnellen. Doordat de kogel tijdens het vallen wrijvingskracht ondervindt zal deze wrijvingskracht op een gegeven moment gelijk zijn aan de zwaartekracht op de kogel. De kogel valt dan met een constante snelheid zoals weergegeven in de figuur.

Aangezien de versnelling gelijk is aan 0 geldt de eerste wet van Newton en kunnen we krachtenevenwicht als volgt uitschrijven:

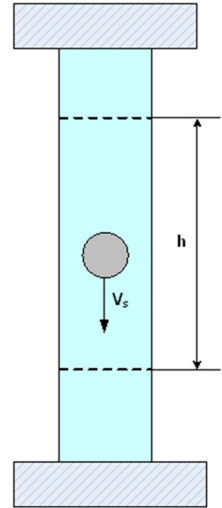
$$F_O + F_W = F_Z$$

Waarin:

$F_O$  = de opwaartse kracht

$F_W$  = de wrijvingskracht

$F_Z$  = de zwaartekracht



We zijn geïnteresseerd in de wrijvingskracht, want hoe groter de wrijvingskracht hoe groter de viscositeit. Dus kunnen we het krachtenevenwicht beter zo schrijven:

$$F_W = F_Z - F_O$$

De zwaartekracht is gewoon de zwaartekracht op een bol. Je kunt de massa meten of je bepaalt de massa uit volume en dichtheid:

$$F_{Z,bol} = m_{bol} \cdot g = V_{bol} \cdot \rho_{bol} \cdot g$$

2. Welke formule kun je gebruiken om  $V_{bol}$  te berekenen?

.....

.....

De opwaartse kracht is gelijk aan de zwaartekracht van de vloeistof in de ruimte die door de bol wordt ingenomen. In formulevorm:

$$F_O = m_{vloeistof} \cdot g = V_{bol} \cdot \rho_{vloeistof} \cdot g$$

3. Leg uit dat  $F_O$  in dit geval altijd kleiner zal zijn dan  $F_{Z,bol}$

.....

.....

.....

Als de diameter van de buis voldoende groter is dan de diameter van de bol kan de wrijvingskracht worden berekend met de wet van Stokes:

$$F_W = 6\pi \cdot \mu \cdot v \cdot r$$

Hierin is

$\mu$  de viscositeit in  $\text{Pa} \cdot \text{s}$

$v$  de valsnelheid in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

$r$  is de bolstraal van de kogel in  $\text{m}$

Nu kunnen we het eerder genoemde krachtenevenwicht combineren tot

$$6\pi \cdot \mu \cdot v \cdot r = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot g \cdot (\rho_{bol} - \rho_{vloeistof})$$

4. Laat hieronder zien hoe je dat doet

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Voor de viscositeit volgt daaruit de volgende formule:

$$\mu = \frac{2}{9}r^2 \cdot g \cdot (\rho_{bol} - \rho_{vloeistof}) \cdot \frac{1}{v}$$

Hierin is

$v$  de valsnelheid in  $\text{s}$ .

Omdat de meeste variabelen constant zijn gedurende dit experiment wordt de uiteindelijke formule:

$$\mu = \frac{K}{v}$$

Waarin  $K$  een constante is die afhankelijk is van de kogel en de vloeistof. Kortom: de viscositeit is omgekeerd evenredig met de valsnelheid.

Vanaf hier ga je werken in het labjournaal op de volgende pagina's. In een labjournaal hou je gegevens bij over uitgevoerde experimenten. Het is een verslaglegging die je niet achteraf doet maar gedurende het proces. In een labjournaal kunnen de volgende gegevens staan:

- Naam, plaats, datum, tijd. Datum en tijd noteer je op iedere pagina
  - Onderzoeksvraag met toelichting en achtergrond
  - Beschrijving van het experiment
  - Tekening van de opstelling met gebruikte materialen en begeleidende tekst
  - Uitgevoerde handelingen / procedures
  - Welke variabele: ga je variëren / houd je constant / ga je meten
  - Meetresultaten in tabelvorm en grafiekvorm
  - Berekeningen op basis van je metingen
  - Verklaringen van de meetresultaten op natuurkundige gronden
  - Conclusie, opmerkingen en verbeterpunten
5. Maak een stap-voor-stap plan voor het bepalen van de viscositeit van je vloeistof. Denk eraan dat je alle stappen noteert die je moet zetten om tot een resultaat te komen. Noteer alles in je labjournaal.

	TITLE	BOOK NUMBER
	PROJECT	DATE
Continued from page:		
SIGNATURE	DATE	WITNESSED AND UNDERSTOOD BY
		DATE

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45

Continued to page:

	TITLE	BOOK NUMBER	
	PROJECT	DATE	
Continued from page:			
Continued to page:			
SIGNATURE	DATE	WITNESSED AND UNDERSTOOD BY	DATE

5

10

15

20

25

30

35

40

45

Continued to page:

SIGNATURE

DATE

WITNESSED AND UNDERSTOOD BY

DATE

	TITLE	BOOK NUMBER				
	PROJECT	DATE				
Continued from page:						
5						
10						
15						
20						
25						
30						
35						
40						
45						
Continued to page:						
SIGNATURE				DATE	WITNESSED AND UNDERSTOOD BY	DATE



	TITLE	BOOK NUMBER
	PROJECT	DATE

Continued from page:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

Continued to page:

SIGNATURE

DATE

WITNESSED AND UNDERSTOOD BY

DATE

## voor de docent

(Maar een leerling mag dit ook lezen)

### Benodigheden

Per groepje

- Maatcilinder met te onderzoeken vloeistof(fen)
- metalen bol (met staafje)
- liniaal, geodriehoek, meetlint
- stopwatch
- eventueel statief, massablokjes, krachtmeter, katrol

### Gewenste voorkennis en vaardigheden

- Tabellen maken en grafieken tekenen

Nog toevoegen

- Beoordelingsrubriek