

3de bach HIR

# Stromingsleer

Prof. Karel Soudan - Oefeningen



quickprinter  
Koningstraat 13  
2000 Antwerpen  
[www.quickprinter.be](http://www.quickprinter.be)

**Eigenschappen van Fluida**

1. Een opslagtank met een gewicht van 3 000 N heeft een inhoud van  $3,2 \text{ m}^3$  en is gevuld met een vloeistof. Opslagtank en vloeistof wegen samen 43 000 N. Reken met  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Bepaal:
- het soortelijk gewicht van de vloeistof
  - de soortelijke massa van de vloeistof
  - het soortelijk volume van de vloeistof
  - de relatieve dichtheid van de vloeistof

Oplossing:

- $\gamma = 12\,500 \text{ N/m}^3$
- $\rho = 1\,274,2 \text{ kg/m}^3$
- $v = 7,84 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$
- $\delta = 1,2742$

2. De gravitatieversnelling bedraagt op de aarde  $9,81 \text{ m/s}^2$ , op de maan  $1,635 \text{ m/s}^2$ . Bepaal voor kwik zowel op de aarde als op de maan :
- de soortelijke massa bij  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (zie tabel 1.2)
  - het soortelijk gewicht bij  $20 \text{ }^\circ\text{C}$
  - het soortelijk volume bij  $20 \text{ }^\circ\text{C}$
  - de relatieve dichtheid bij  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Oplossing:

- $\rho_a = \rho_m = 13\,545,8 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_a = 132\,884,3 \text{ N/m}^3$  ;  $\gamma_m = 22\,147,38 \text{ N/m}^3$
- $v_a = v_m = 7,38 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$
- $\delta_a = \delta_m = 13,5458$

3. Bepaal de gemiddelde compressiemodulus en de gemiddelde compressiecoëfficiënt van de vloeistof waarvoor volgende experimentele gegevens worden opgetekend:
- bij een druk van 35 bar bedraagt het volume  $1,000 \text{ m}^3$
  - bij een druk van 240 bar bedraagt het volume  $0,990 \text{ m}^3$

Oplossing:  $E_m = 2,05 \cdot 10^9 \text{ Pa}$   
 $\chi_m = 4,878 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$

4. Bepaal uit tabel 1.4 de waarde  $\beta_m$  van water in de zone van  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  tot  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Vergelijk het resultaat met de waarde in tabel 1.3.

5. Schat uit tabel 1.3 de temperatuurscoëfficiënt van water in het temperatuursinterval van 10 °C tot 40 °C. Bereken, ter controle, de soortelijke massa ervan bij 30 °C en vergelijk deze met de waarde opgegeven in tabel 1.3.

Oplossing: de temperatuurscoëfficiënt bedraagt  $0,25 \text{ kg/m}^3\text{K}$

6. Het reservoir van een koortsthermometer bevat een volume kwik van  $10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$  (= 10 cc) bij 36 °C. Het capillaire buisje heeft een doorsnede van  $0,1 \text{ mm}^2$ . Over welke hoogte stijgt het niveau van de kwik in deze koortsthermometer als de lichaamstemperatuur tot 38 °C stijgt. (tabel 1.2)

Oplossing:  $\Delta h = 35,55 \text{ mm}$ .

7. Een centrale verwarmingsinstallatie bevat 500 liter water bij 20 °C. Op zolder staat een cilindervormig open expansievat met een diameter van 0,4 m. Hoeveel stijgt het waterniveau in het expansievat als de watertemperatuur tot 90 °C toeneemt. (tabel 1.3). Welke drukstijging zou er ontstaan zonder de aanwezigheid van het expansievat. (tabel 1.4)

Oplossing:  $\Delta h = 13,5 \text{ cm}$

$\Delta p = 727,6 \text{ bar}$ .

8. Een gesloten reservoir is volledig gevuld met een vloeistof waarvan de soortelijke massa  $890 \text{ kg/m}^3$  bedraagt bij 20 °C. De temperatuurscoëfficiënt van de vloeistof bedraagt  $0,2 \text{ kg/m}^3\text{K}$ . De compressiemodulus is gelijk aan  $8 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ . Het beschikbaar volume in het reservoir is door uitzetting van het reservoir toegenomen van  $0,5 \text{ m}^3$  bij 20 °C tot  $0,502 \text{ m}^3$  bij 40 °C. Bepaal de drukstijging die in het reservoir is opgetreden door deze temperatuurstijging.

Oplossing:  $\Delta p = 41 \text{ bar}$ .

## Oefening 1

### Gegeven:

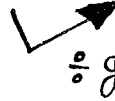
$$G = 3000 \text{ N}$$

$$G_{\text{tot}} = 43000 \text{ N}$$

$$V = 3,2 \text{ m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

opm: gewicht  $\neq$  massa



### Gevraagd: $\gamma, \rho, \nu, \delta$

### Oplossing:

$$1) \gamma = \rho \cdot g = \frac{m \cdot g}{V} = \frac{G}{V} = \frac{40000}{3,2} = 12500 \text{ N/m}^3$$

$$2) \rho = \frac{m}{V} = \frac{40000 / 9,81}{3,2} = 1274,21 \text{ kg/m}^3$$

$$3) \nu = \frac{1}{\rho} = \frac{V}{m} = 7,84 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$4) \rho_{\text{rel}} = 1000 \delta$$

$$\delta = \frac{1274,21}{1000} = 1,274$$

## Oefening 2

Gegeven:

$$g_a = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$g_m = 1,635 \text{ m/s}^2$$

Kwik bij  $20^\circ\text{C}$

Gevraagd:  $\rho, \nu, \gamma, \delta$

Oplossing:

$$1) \rho = 13545,8 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{TABEL 1.2}) \quad (\rho_a = \rho_m)$$

$$2) \nu = 1/\rho = 7,38 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg} \quad (\nu_a = \nu_m)$$

$$3) \gamma = \rho \cdot g$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_a = 13545,8 \cdot 9,81 = 132884,3 \text{ N/m}^3 \\ \gamma_m = 13545,8 \cdot 1,635 = 22147,4 \text{ N/m}^3 \end{array} \right.$$

$$4) \rho_{rel} = 1000 \text{ d}$$

$$\delta = \frac{13545,8}{1000} = 13,5458 \quad (\delta_a = \delta_m)$$

## Übung 3

$$1 \left\{ \begin{array}{l} p = 35 \text{ bar} \\ V = 1000 \text{ m}^3 \end{array} \right.$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$2 \left\{ \begin{array}{l} p = 240 \text{ bar} \\ V = 0,990 \text{ m}^3 \end{array} \right.$$

---

a)  $E_m = ?$

$$\Delta V = - \frac{1}{E_m} V_0 \Delta p$$

$$\Delta V = 0,01 \text{ m}^3$$

$$\Delta p = 205 \text{ bar}$$

$$V_0 = 1 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow 0,01 \text{ m}^3 = - \frac{1}{E_m} \cdot 1 \text{ m}^3 \cdot 205 \text{ bar}$$

$$\Leftrightarrow 0,01 \text{ m}^3 E_m = -1 \text{ m}^3 \cdot 205 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Leftrightarrow E_m = 2,05 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

---

b)  $\chi_m = \frac{1}{E_m}$

$$\chi_m = 4,878 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$$

## Oefening 4

$$4^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$$

$$P_T = P_4 \cdot e^{-\beta_m (T-4)}$$

$$P_{50} = P_4 \cdot e^{-\beta_m (50-4)}$$

$$988 \text{ kg/m}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot e^{-\beta_m (50-4)}$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{988}{1000}\right) \text{ kg/m}^3 = e^{-\beta_m (46)}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(\frac{988}{1000}\right) = -\beta_m \cdot 46$$

$$\Leftrightarrow \beta_m = 2,624 \cdot 10^{-4}$$

## Oefening 5

$$10^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$$

$$\text{a) schatten: } \frac{999,7 + 992,2}{2} = 995,95 \quad ?$$

$$\text{b) } P_T = P_{20} \pm \text{temp.coëff. } \Delta T$$

$$992,2 \text{ kg/m}^3 = 998,2 \text{ kg/m}^3 \ominus \text{ temp.coëff.}$$

$$30^{\circ} > 20^{\circ} \Rightarrow \ominus$$

## Oefening 6

$$V_{Hg} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \quad (10 \mu\text{cc}) \quad \text{bij } 36^\circ\text{C} (T_1)$$

$$doornede = 0,1 \text{ mm}^2$$

$$T_2 = 38^\circ\text{C}$$

$$\bullet \rho_{36} = 13506,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\bullet m_{Hg} = \rho \cdot V = 0,135066 \text{ kg}$$

$$\bullet \rho_{38} = 13501,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\bullet m_{Hg} = \rho \cdot V \Leftrightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

$$(V = 10 \cdot 10^{-6})$$

$$V = 1,0004 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \\ = 10,004 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\Delta V = 0,004 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\boxed{\Delta l = \frac{\Delta V}{A}} = \frac{0,004 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{0,000001} = \underline{0,04 \text{ m}}$$

Ornaambenige RM



## Oefening 7

Gegeven:

$$V_0 = 0,5 \text{ m}^3 \text{ (cool) (water bij } 20^\circ\text{C)}$$

$$T_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 90^\circ\text{C}$$

$$d = 0,4 \text{ m}$$

Gevraagd:  $\Delta l$  en  $\Delta p$

Oplossing:

$$\left. \begin{array}{l} \rho_{20} = 998,2 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{90} = 965,3 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right\} \text{TABEL 1.3}$$

$$\rho_{20} = \frac{m}{V_0} \Leftrightarrow m = \rho \cdot V = 0,5 \cdot 998,2 = 499,1 \text{ kg}$$

$$\rho_{90} = \frac{m}{V_1} \Leftrightarrow V_1 = \frac{m}{\rho_{90}} = \frac{499,1}{965,3} = 0,517 \text{ m}^3$$

$m = \text{cte}$

1)  $\Delta R = \frac{\Delta V}{A}$

$$\Delta R = \frac{0,517 - 0,5}{\frac{0,4^2 \pi}{4}} = 0,135 \text{ m}$$

2)  $\Delta p$  ?

$$\Delta V = -\chi_m V_0 \Delta p$$

$$\chi_m = \frac{1}{E_m} \text{ (TABEL 1.4)}$$

$$0,017 = -\frac{1}{2,14 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot (10^9)} \cdot 0,5 \cdot \Delta p$$

$$\Delta p = 72760000 \text{ Pa} = 727,6 \text{ bar}$$

## Oefening 8

Gegeven:

$$\rho_{20} = 890 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{temperatuurcoëff} : 0,2 \text{ kg/m}^3\text{K}$$

$$V_0 = 0,5$$

$$\text{Volume tank} : 0,5 \rightarrow 0,502 \text{ m}^3$$

$$T_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 40^\circ\text{C}$$

$$E_m = 8 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

Gevraagd:  $\Delta P$

Oplossing:

$$m = \rho_{20} \cdot V_0 = 445 \text{ kg}$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho_{40}} = \frac{445}{992,2} (\rightarrow \text{water})$$

weten we niet welke vloeistof:

$$\rho_T = \rho_{20} \pm \text{tempcoëff} \Delta T$$

$$\rho_T = 890 - 0,2 \cdot 20 = 886 \text{ kg/m}^3$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho_{40}} = \frac{445}{886} = 0,50225 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = 0,00025 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = -\chi m V_0 \Delta P$$

$$0,00025 = -\frac{1}{8 \cdot 10^9} \cdot 0,502 \Delta P$$

$$\Delta P = 4143426 \text{ Pa} = 41,4 \text{ bar}$$

## Viscositeit

1. Bereken de dynamische viscositeit  $\eta$  in Pas voor de volgende vloeistoffen:

- $\nu = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ; de relatieve dichtheid bedraagt 2
- $\eta = 0,0158 \text{ P}$
- $\nu = 5\,000 \text{ cSt}$ ;  $\rho = 1,2 \text{ kg/liter}$

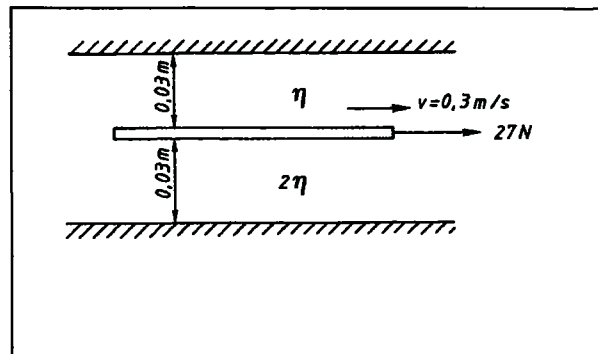
Oplossing: a.  $\eta = 1,12 \text{ Pas}$ ;  
 b.  $\eta = 0,00158 \text{ Pas}$ ;  
 c.  $\eta = 6 \text{ Pas}$

2. De viscositeit van een olie bedraagt 155 SSU, de relatieve dichtheid ervan 0,932. Bepaal door lineaire interpolatie in de tabellen 1.7 en 1.8

- de viscositeit van de olie in  $^\circ\text{E}$
- de viscositeit van de olie in  $\text{ReI}$
- de kinematische viscositeit
- de dynamische viscositeit

Oplossing: a.  $4,47 \text{ }^\circ\text{E}$ ;  
 b.  $136,1 \text{ ReI}$ ;  
 c.  $\nu = 33,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  
 d.  $\eta = 0,0309 \text{ Pas}$

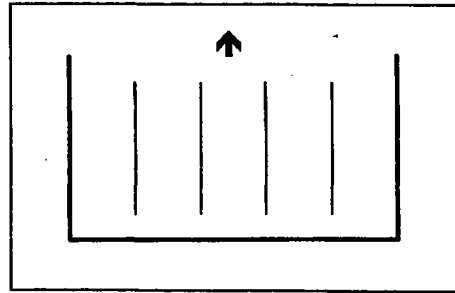
3. Een dunne plaat scheidt twee Newtoniaanse vloeistoffen. De dikte van elk vloeistoflaagje bedraagt 30 mm. De dynamische viscositeit van de ene vloeistof is het dubbele van de dynamische viscositeit van de andere vloeistof. Om de plaat een constante snelheid te geven van  $0,3 \text{ m/s}$  is een kracht nodig van  $27 \text{ N}$  per  $\text{m}^2$  plaatoppervlak. Bepaal de viscositeit van beide vloeistoffen.



Oplossing:  $\eta = 0,9 \text{ Pas}$ .

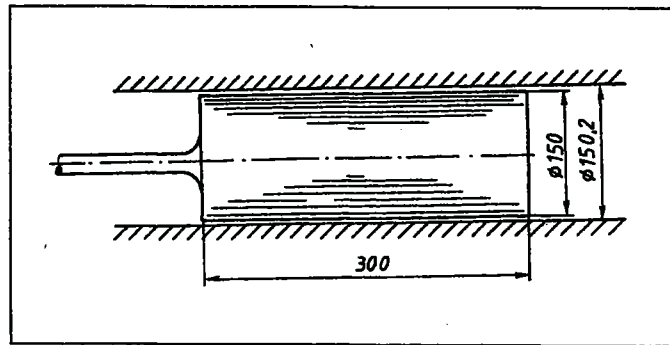
## Oefeningen 2.2.

4. In een bad bevindt zich een stel zeer dunne evenwijdige vlakke platen, in verticale stand, 20 mm van elkaar verwijderd. Het bad is gevuld met een vloeistof met een relatieve dichtheid 0,95 en een viscositeit = 2 Pas. Welke kracht is er nodig om één van de platen met een oppervlakte van 1,5 m x 0,6 m en een gewicht van 85 N, uit het bad te trekken aan een constante snelheid van 0,05 m/s? De dikte van de plaat wordt verwaarloosd en daarom ook de kracht van Archimedes.



Oplossing:  $F = 94 \text{ N}$ .

5. Een zuiger beweegt in een cilinder over en weer met een gemiddelde snelheid  $v = 6 \text{ m/s}$ . De smeerolie heeft een kinematische viscositeit  $\nu = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  en een relatieve dichtheid  $\delta = 0,92$ . Bepaal het vermogen dat door wrijving verloren gaat.



Oplossing:  $P = 1311 \text{ W}$

6. Om op een draad een laagje isolatievernis aan te brengen wordt hij doorheen een cilindervormige opening met een diameter van 0,9 mm getrokken. De draad heeft een diameter van 0,8 mm. De vernis heeft een viscositeit  $\eta = 20 \text{ cP}$  en is over een lengte van 20 mm volledig in contact met de draad en de wand. Met welke kracht moet er getrokken worden om de draad met een snelheid van 50 m/s doorheen de opening te halen?

Oplossing:  $F = 1,005 \text{ N}$

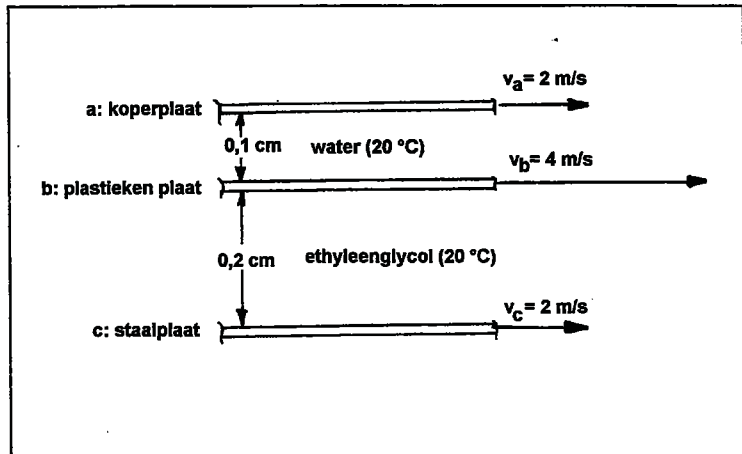
7. Men meet voor ethylalcohol volgende kinematische viscositeiten op:

- bij  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ :  $\nu_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- bij  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ :  $\nu_2 = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

Bepaal de kinematische viscositeit bij  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Oplossing:  $\nu_3 = 1,30 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ .

8. In een industrieel proces bewegen 3 grote dunne vlakke platen a, b en c t.o.v. elkaar. Tussen platen a en b bevindt zich water van 20 °C; platen b en c worden gescheiden door een laagje ethyleenglycol van 20 °C. In het proces beweegt plaat b met een snelheid van 4 m/s naar rechts. Platen a en c worden met een snelheid van 2 m/s naar rechts bewogen.



Materiaalgegevens: water bij 20 °C:

$$\rho_1 = 998 \text{ kg/m}^3; \nu_1 = 1.10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}.$$

$$\text{ethyleenglycol bij 20 °C: } \rho_2 = 1110 \text{ kg/m}^3; \nu_2 = 1,79.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

- Welke krachten zijn daarvoor nodig op elke plaat per  $\text{m}^2$  plaatoppervlakte?
- Welk vermogen slorpt dit proces op per  $\text{m}^2$  plaatoppervlakte? Wat gebeurt er met dit vermogen?

Om dit probleem op te lossen moeten de drie platen vrijgemaakt worden.

Oplossing:

- $F_a = 1,996 \text{ N/m}^2$   
 $F_b = 21,865 \text{ N/m}^2$   
 $F_c = 19,869 \text{ N/m}^2$
- $P = 131,2 \text{ W/m}^2$

## Oefening 1

Gegeven:

a)  $\nu = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\delta = 2$

b)  $\eta = 0,0158 \text{ P}$

c)  $\nu = 5000 \text{ cSt}$ ,  $\rho = 1,2 \text{ kg/liter} = 1200 \text{ kg/m}^3$

Gevraagd:  $\eta$  in Pas

Oplossing:

a)  $\nu = \frac{\eta}{\rho}$

$$\rho = 1000 \cdot \delta$$

$$\rho = 2000$$

$$\nu \cdot \rho = \eta = 5,6 \cdot 10^{-4} \cdot 2000 = 1,12 \text{ Pas}$$

b)  $\eta = 0,0158 \text{ P}$  ( $\text{P} = \text{Poise}$ )

$$1 \text{ Pas} = 10 \text{ P}$$

$$\eta = 0,00158 \text{ Pas}$$

c)  $\nu = 5000 \text{ cSt}$   
 $= 5000 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

(St = Stokes)

$$100 \text{ cSt} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\eta = 5000 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \text{ kg/l}$$
$$= 6 \text{ Pas}$$

## Oefening 2

$$\eta = 155 \text{ SSU}$$

$$f = 0,932$$

a) Viscositeit à °E = ?

$$\text{Rico: } \frac{4,7 - 4,07}{163,2 - 140,9} = 0,028$$

$$0,028 = \frac{^{\circ}\text{E} - 4,07}{155 - 140,9}$$

$$^{\circ}\text{E} = 4,4648 = \underline{\text{Visc.}}$$

b) Visc. à ReI

$$\frac{143,3 - 123,7}{163,2 - 140,9} = 0,8789$$

$$0,8789 = \frac{\text{Visc} - 123,7}{155 - 140,9}$$

$$\text{Visc} = 136,1 \text{ ReI}$$

c) Reynoldszahl  $\nu_{isc} = ?$

$$\nu_{isc} = \frac{35 \cdot 10^{-6} - 30 \cdot 10^{-6}}{163,2 - 140,9} =$$

$$\nu_{isc} \Rightarrow 0,224 \cdot 10^{-6} = \frac{\nu_{isc} - 30 \cdot 10^{-6}}{155 - 140,9}$$

$$\nu_{isc} = 33,16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

d) dynamische  $\nu_{isc} = ?$

$$\rho = 1000 \cdot 0,932 \rightarrow \begin{matrix} \rho = 1 \text{ kg/l} \\ \rho = 0,929 \text{ kg/l} \end{matrix} = \underline{\underline{9,32 \text{ kg/l}}}$$

$\rho = 0,9$

$$\nu_{isc}: \frac{31,5 - 27}{163,2 - 140,9} = 0,20$$

$$\frac{\nu_{isc} - 27}{155 - 140,9} = 0,2 \Rightarrow \nu_{isc} = 29,82 \text{ mPas}$$

$\rho = 1$

$$\nu_{isc}: \frac{35 - 30}{163,2 - 140,9} = 0,22 \Rightarrow \nu_{isc} \Rightarrow \frac{\nu_{isc} - 30}{155 - 140,9} = 0,22$$

$$\nu_{isc} = 33,16 \text{ mPas}$$

$$\underline{\underline{\rho = 9,32}}$$

$$\nu_{isc}: \frac{33,16 - 29,82}{1 - 0,9} = 33,4 = \frac{\nu_{isc} - 29,82}{1 - 0,9}$$

$$\nu_{isc} = 30,9024 \text{ mPa}$$



### Oefening 3

Gegeven:

$$\text{dikte } (d) = 0,03 \text{ m}$$

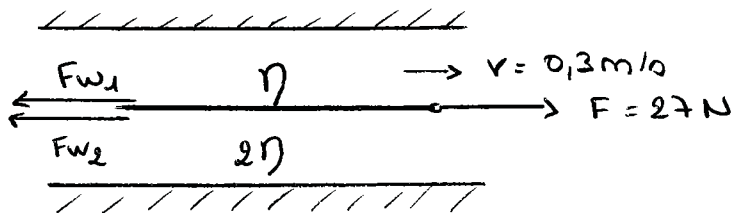
$$\eta_1 = 2\eta_2$$

$$v = 0,3 \text{ m/s}$$

$$F = 27 \text{ N per m}^2 (=A)$$

Gevraagd:  $\eta$  ?

Oplossing:



$$F = F_{w1} + F_{w2}$$

$$27 = \eta \cdot \frac{0,3}{0,03} + 2\eta \cdot \frac{0,3}{0,03}$$

$$\eta = 0,9 \text{ Pas}$$

## Oefening 4

Gegeven:

$$\text{afstand} : 0,02 \text{ m}$$

$$\delta = 0,95$$

$$\eta = 2 \text{ Pas}$$

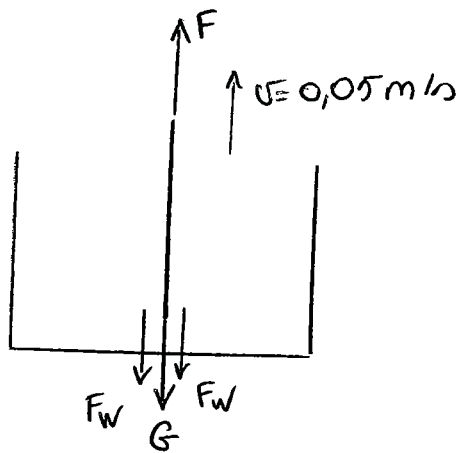
$$A = 1,5 \times 0,6 \text{ m}^2$$

$$G = 85 \text{ N}$$

$$v = 0,05 \text{ m/s}$$

Gevraagd:  $F$ ?

Oplossing:



$$F = 2 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{0,05}{0,02} = 9 \text{ N}$$

$$F = 9 \text{ N} + 85 \text{ N} = 94 \text{ N}$$

## Oefening 5

Gegeven:

$$v = 6 \text{ m/s}$$

$$\dot{V} = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = 0,92$$

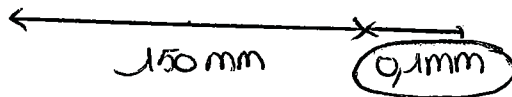
$$l = 300 \text{ mm}$$

$$D_1 = 150 \text{ mm}$$

$$D_2 = 150,2 \text{ mm}$$

Gevraagd:  $P = F \cdot v$  ?

Oplossing:



$$A = 2\pi r l = 2\pi \cdot 0,075 \cdot 0,3$$
$$= 0,14137 \text{ m}^2$$

$$\rho = 1000 \cdot S = 920 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = \dot{V} \cdot \rho = 2,8 \cdot 10^{-5} \cdot 920 = 0,02576 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$F = \frac{0,02576 \cdot 0,14137 \cdot 6}{0,0001} = 218,50 \text{ N}$$

$$P(\text{W}) = F \cdot v = 1311 \text{ W}$$

## Oefening 6



$$\begin{aligned} \text{straal cilinder} &= 0,9 \text{ mm} / 2 = 0,45 \text{ mm} \\ &= 0,0009 \text{ m} / 2 = 0,00045 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{straal draad} &= 0,8 \text{ mm} / 2 = 0,4 \text{ mm} \\ &= 0,0008 \text{ m} / 2 = 0,0004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{verschil: } 0,00005 \text{ m}$$

$$\eta = 20 \text{ cP} = 0,02 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\text{lengthe} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{opp } A = 2\pi \cdot 0,0004 \cdot 0,02$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$F = 0,02 \cdot 2\pi \cdot 0,0004 \cdot 0,02 \cdot \frac{10}{0,00005} = 1,005 \text{ N}$$