

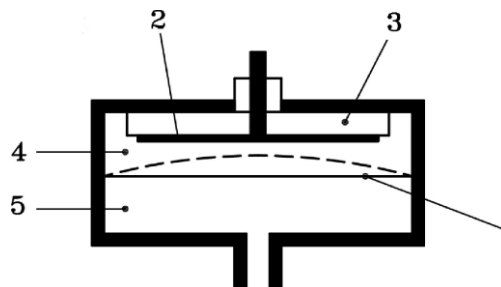
Antwoorden NEVAC-examen VT 2022

Vraagstuk VT-22-1

- a) Zie het groene VT boek, fig. 8.7, pag. 397
- b) Zie het groene VT boek, pag. 396
- c) Hoeveelheid ingelekt helium $p_{bombing} \times C \times t = 5 \times 10^5 \times 2,8 \times 10^{-12} \times 20 \times 3600 = 0,1 \text{ Pa.m}^3$
- d) $\Delta p = \text{ingelekte hoeveelheid/volume} = 0,1/10^{-5} = 10^4 \text{ Pa}$
- e) $Q = C \times \Delta p = 2,8 \times 10^{-12} \times 10^4 = 2,8 \times 10^{-8} \text{ Pa.m}^3/\text{s}$
- f) Ingelekt helium $0,3 \text{ Pa.m}^3$. Heliumdruk $3 \times 10^4 \text{ Pa}$.
 $Q = 8,4 \times 10^{-12} \times 3 \times 10^4 = 2,5 \times 10^{-7} \text{ Pa.m}^3/\text{s}$
- g) $Q = C \times \Delta p = 2,8 \times 10^{-12} \times 10^5 = 2,8 \times 10^{-7} \text{ Pa.m}^3/\text{s}$
- h) $Q = C \times \Delta p = 8,4 \times 10^{-12} \times 10^5 = 8,4 \times 10^{-7} \text{ Pa.m}^3/\text{s}$
- i) Bij de bombing methode verloopt de lekstroom kwadratisch met het geleidingsvermogen, bij methode 2 is het verband lineair.
- j) Methode 2.
- k) Grote lekken kunnen niet (nauwkeurig) worden aangetoond omdat in beide gevallen de behuizing snel zijn heliumdruk zal verliezen.

Vraagstuk VT-22-2

- a) Zie het groene VT boek, fig. 5.15, pag 267.
Voorbeeld van een beschrijving aan de hand van figuur 5.13a:



- Een membraan 1 scheidt een ruimte 4 waarin een referentiedruk heerst van de ruimte 5 waarin de druk moet worden gemeten. Bij toenemende systeemdruk zal het membraan doorbuigen in de richting van de geïsoleerd opgestelde elektrode 2. Het membraan 1 en de elektrode 2 vormen samen een condensator. De capaciteit van deze condensator hangt onder meer af van de afstand tussen beide elektrodes en dus van de druk in ruimte 5. Via een elektronische schakeling wordt deze capaciteit gemeten en gecalibreerd tegen de heersende druk.
- b) Helium is een edelgas en daarom moeilijk te ioniseren. Het veel grotere CO₂ molecuul is in vergelijking hiermee veel gemakkelijker te ioniseren. Bij eenzelfde partiële druk zal dus veel minder helium worden geïoniseerd en daarmee een lager signaal geven dan CO₂. Daarom moet de drukaanwijzing met een grotere factor worden vermenigvuldigd om de werkelijke druk te verkrijgen.

c) Aanwijzing CMM1 (= heersende druk, gassoortonafhankelijk): $p = 2 \times 10^{-4}$ Pa.

$$S_{\text{eff}} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\text{Dit levert } Q_{\text{CO}_2} = p \times S_{\text{eff}} = 2 \times 10^{-4} \times 0,5 = 10^{-4} \text{ Pam}^3/\text{s}.$$

d) Heersende CO_2 -druk $p = 2 \times 10^{-4}$ Pa.

Voor B&A geldt: $p = \text{aanwijzing} \times \text{correctiefactor}$

$$\rightarrow \text{aanwijzing} = \frac{p}{\text{correctiefactor}} = \frac{2 \times 10^{-4}}{0,8} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ Pa}.$$

e) Ja, want per tijdseenheid kan een licht (snel) gasdeeltje meer energie van de warme draad naar de omgeving afvoeren dan een zwaar (langzamer) deeltje. De aanwijzing hangt dus af van de gassoort.

f) Groter dan 2 Pa, want helium is lichter en dus sneller dan lucht, waarvoor een Pirani doorgaans is geijkt.

g) De compressieverhouding van een pomp voor een bepaald gas is de maximale waarde van de verhouding van de drukken van dat gas in de voorvacuümleiding en aan de hoogvacuümzijde.

Omdat het geleidingsvermogen van een TMP voor teruglekkend gas in het geval van het lichte helium relatief groot is, is ook de teruglek van helium vanuit het voorvacuüm via de TMP naar het hoogvacuüm groot. De verhouding van de heliumdrukken aan weerszijden van de pomp is daardoor gering in vergelijking met de verhouding voor het zwaardere CO_2 waarvoor de teruglek beduidend geringer is.

h) Gegeven: partiële heliumdruk in de voorvacuümleiding t.g.v. heliumgasinlaat via DV2

$$p_{\text{w-He}} = 2 \text{ Pa}.$$

$$\text{Compressieverhouding voor He} = \frac{p_{\text{vv-He}}}{p_{\text{hv-He}}} = 8 \times 10^3 \rightarrow p_{\text{hv-He}} = \frac{2}{8 \times 10^3} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ Pa}.$$

i) Aanwijzing CMM1 (gassoortonafhankelijk): 2×10^{-4} (CO_2) + $2,5 \times 10^{-4}$ (He) = $4,5 \times 10^{-4}$ Pa.

j) Aanwijzing B&A: $2,5 \times 10^{-4}$ (CO_2 , zie antwoord d) + $\frac{2,5 \times 10^{-4}}{6,9}$ (He) = $2,86 \times 10^{-4}$ Pa.

k) K gesloten. De partiële heliumdruk in V blijft $2,5 \times 10^{-4}$ Pa.

Gegeven: Aanwijzing van CMM1 wordt $1,0 \times 10^{-3}$ Pa.

$$\text{De } \text{CO}_2\text{-druk in V wordt dan } 1,0 \times 10^{-3} - 2,5 \times 10^{-4} = 7,5 \times 10^{-4} \text{ Pa}.$$

l) Dampdruk: Evenwichtsdruk die zich boven een vaste stof of vloeistof in een afgesloten ruimte instelt als gevolg van het tweerichtingenproces verdamping \leftrightarrow condensatie.

m) De grenswaarden worden bepaald door de dampdruk van beide gassen bij 80 K.

De dampdruk van He bij 80 K is zeer groot, m.a.w. de partiële heliumdruk zal niet worden beïnvloed door koeling van de plaat en blijft $2,5 \times 10^{-4}$ Pa. Uit de grafiek volgt dat de dampdruk van CO_2 bij 80 K ongeveer 1×10^{-4} Pa is.

$$\text{n) } \frac{2,5 \times 10^{-4}}{6,9} \text{ (He)} + \frac{1 \times 10^{-4}}{0,8} \text{ (CO}_2\text{)} = 1,61 \times 10^{-4} \text{ Pa}.$$

Vraagstuk VT-22-3

- a) De tapgaten in de NW-100-CF bodemflens vormen een potentiële oorzaak van lekkage. Beschadigingen aan de flens zijn niet eenvoudig te herstellen.
- b) Zie het groene VT boek, § 3.5, pag. 50. $C_{\text{lucht}} = 92 \cdot d^2 \text{ m}^3/\text{s}$ met $d = 0,1 \text{ m}$ geeft 920 l/s
Indien formule niet paraat: geleidingsvermogen van een gat voor lucht = $11,7 \text{ l/s} \cdot \text{cm}^2$ ofwel $10 \text{ l/s} \cdot \text{cm}^2$ als vuistregel.
Oppervlak van het gat in een NW-100-CF flens = $\frac{1}{4}\pi d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 100 = 78,5 \text{ cm}^2$
 $C_{\text{lucht}} = 11,7 \times 78,5 = 918 \text{ l/s}$ dan wel $10 \times 78,5 = 785 \text{ l/s}$
- c) O_2 (32), N_2 (28) (minstens 4x piek 32), onevenredig hoge piek N (14) (atomaire stikstof, brokstuk in ijspectrum van N_2).
- d) Perspex, geanodiseerd aluminium
- e) $1/S_{\text{eff}} = 1/920 + 1/255 \rightarrow S_{\text{eff}} \approx 200 \text{ l/s}$
- f) $Q = p \cdot S_{\text{eff}} = 3 \cdot 10^{-5} \times 200 = 6 \times 10^{-3} \text{ mbar} \cdot \text{l/s}$
- g) H_2O (18, 17, 16)
- h) BN, steatiet, hoge-dichtheid aluminiumoxide, quartz, niet geanodiseerd aluminium.
- i) Waterdamp a.g.v. desorptie van water van de inwendige oppervlakken van het systeem
- j) Uitstoken
- k) $10^{-9} - 10^{-10} \text{ mbar}$
- l) Waterstof (1,2)