

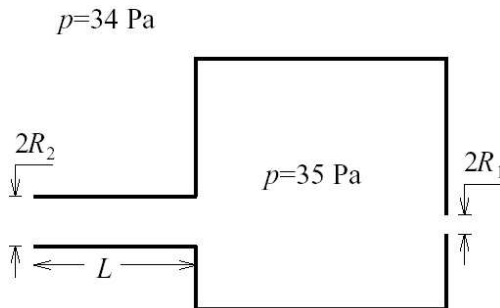
Vraagstuk 1

Voor de gemiddelde snelheid van gasmoleculen kan geschreven worden:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = 1,46 \times 10^2 \sqrt{\frac{T}{M}} [m.s^{-1}]$$

- De gemiddelde snelheid van waterstofmoleculen bij 20 °C bedraagt $\bar{v} = 1754 \text{ m.s}^{-1}$. Hoe kunnen we uit bovenstaande formule de gemiddelde snelheid van argonatomen berekenen bij 20 °C zonder gebruik te maken van de waarden voor k en m ?
- Bepaal deze snelheid voor argon (maak gebruik van de gegevens in Tabel B.2).

Vraagstuk 2

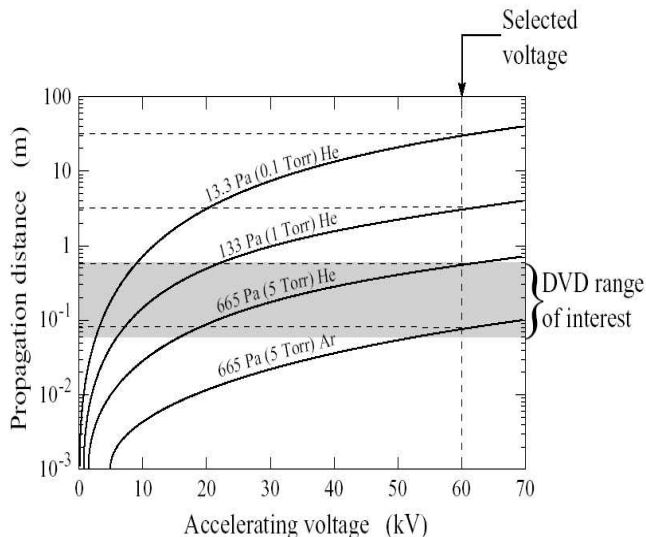


Een vaatje, gevuld met stikstofgas bij een druk van 35,0 Pa en een temperatuur van 300 K, bevindt zich in een grotere ruimte waar een druk heerst van 34,0 Pa. In het vaatje zitten twee openingen waardoor gas ontsnapt: een kleine opening in de dunne wand, met straal $R_1 = 50 \mu\text{m}$, en een grotere opening met daarachter een buis met straal $R_2 = 1,00 \text{ mm}$ en lengte L .

- Bepaal voor de twee openingen wat de aard van de stroming is (Poiseuille/Knudsen).
- *Geef uitdrukkingen voor de deeltjesstromen I_1 en I_2 door de twee openingen.
- *Bereken de lengte L die de buis moet hebben om de deeltjesstromen door de twee openingen gelijk te maken (Hint: stel $I_2=I_1 = 1$).

Vraagstuk 3

In de figuur hieronder is de vrije weglengte ("propagation distance") weergegeven van een elektronenbundel in helium of argon bij verschillende drukken, als functie van de versnellingsspanning.



- Wat verstaan we onder vrije weglengte ?
- Bij welke versnellingsspanning is de vrije weglengte in helium bij een druk van 665 Pa gelijk aan 3 cm ?
- *Bepaal (globaal) het verband tussen de vrije weglengte en de druk bij een versnellingsspanning van 60 kV.
- *Waarom is de vrije weglengte van de elektronenbundel in argon zoveel kleiner dan in helium bij vergelijkbare drukken ? **Goed beargumenteren, dus een antwoord in de trant van "omdat argon-atomen groter zijn dan helium-atomen" is niet voldoende.**

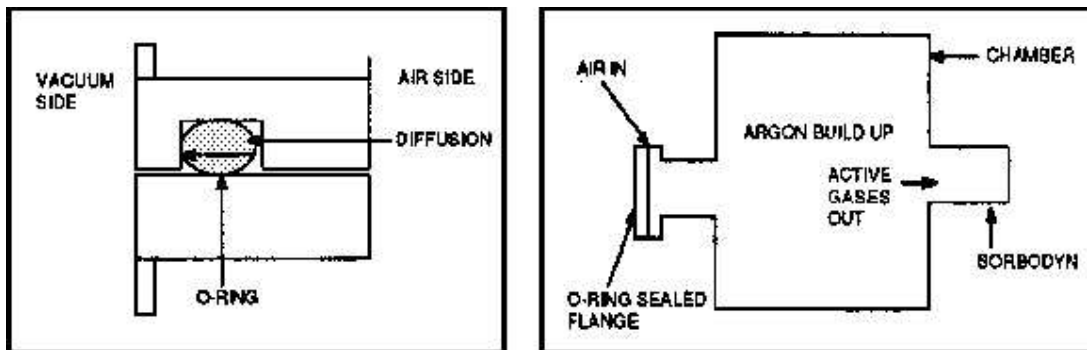
*Vraagstuk 4

Dit vraagstuk gaat over permeatie van gas door O-ringen. Inleiding:

Gas permeation through an O-ring can be viewed as a continuous process that occurs constantly, but it is actually a three stage process:

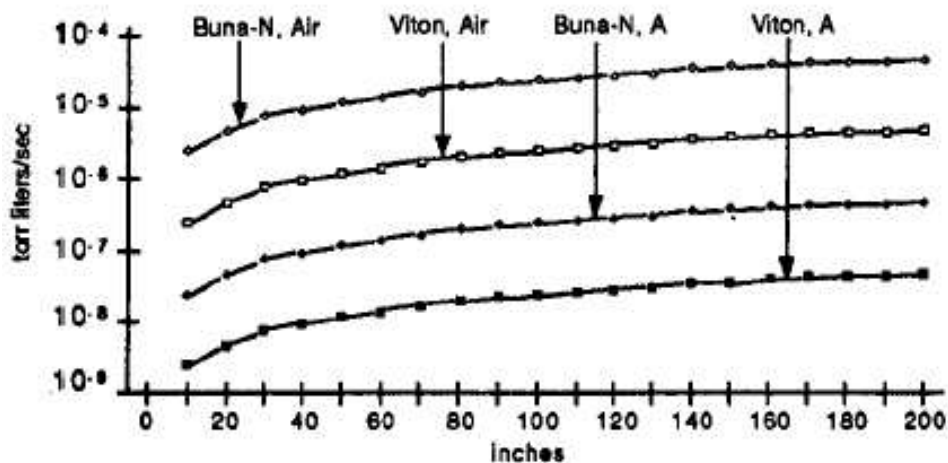
1. Contact or sorption of the gas on the air or outer side of the O-ring,
2. diffusion through the O-ring's bulk, and
3. desorption from the vacuum or inner side of the O-ring.

In onderstaande figuur is de situatie geschetst: de O-ring is van Viton®.



Gegevens voor de permeatiesnelheid van lucht (air) door Viton® (1 inch = 2,5 cm):
 1×10^{-8} Torr liter/s/cm = $2,5 \times 10^{-8}$ Torr liter/s/in.

- a. Bereken voor een Viton®-ring van 2- $\frac{3}{4}$ inch o.d. Conflat flens de permeatiegasstroom in Torr liter/s.
- b. Aangezien zich in buitenlucht ook argon bevindt bereken dan hoeveel de argonstroom is (maak gebruik van Tabel B.14). Vergelijk je antwoord met de onderstaande grafiek.
- c. Sommige sorptiepompen verpompen geen argon. Bereken hoeveel de partiële argondruk in een uur is gestegen t.g.v. deze permeatie.



Vraagstuk 5

Volgens Avogadro bevat 22,4 liter gas van 760 Torr bij 0 °C 6×10^{23} deeltjes.

- Druk deze hoeveelheid uit in $\text{Pa} \cdot \text{m}^3$.
- Bepaal ook k (in $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$) gebruikmakend van de wet van Avogadro en de ideale gaswet.

Een afgesloten heliumcontainer is gekoeld met vloeibare stikstof (77 K). De druk in de container is 1×10^{-5} Pa.

- Met welke factor verandert de gemiddelde vrije weglengte als de heersende druk een factor 4 stijgt door de containertemperatuur te verhogen naar 35 °C ?

Vraagstuk 6

Evaluatie van de afgelopen periode, waarbij vooral beschreven moet worden hoe de aandachtspunten van de cursisten aan de orde zijn gekomen (er mogen nog steeds nieuwe aandachtspunten ingebracht worden!!).

De aandachtspunten zijn:

Aandachtspunten, ingebracht door cursisten HVT

- Praktische interpretatie van restgasanalyse
- Hoe onderdelen te kwalificeren op vacuüm-specificatie
- Cleaning t.a.v. verontreiniging door water
- Type vacuumpompen, berekening capaciteiten en keuze criteria
- Ontwerp van regelstraten, toe te passen regelinstrumenten en keuze criteria
- Specifieke constructie eisen m.b.t. vacuüm installaties, keuze en invloed van toe te passen materialen
- Lekdetectie, opsporen van restgassen
- Cleaning van onderdelen voor in een UHV-omgeving
- Reinigen t.b.v. vacuüm m.n. de verwijdering van koolwaterstoffen
- Ontwerpeisen en onderdelenfabricage tbv vacuüm onderdelen

Opdracht: evalueer je eigen leerproces.

E I N D E