

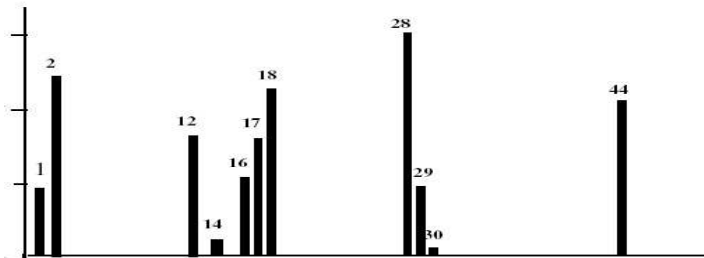
Vraagstuk 1

Voor de gemiddelde snelheid van gasmoleculen kan geschreven worden:

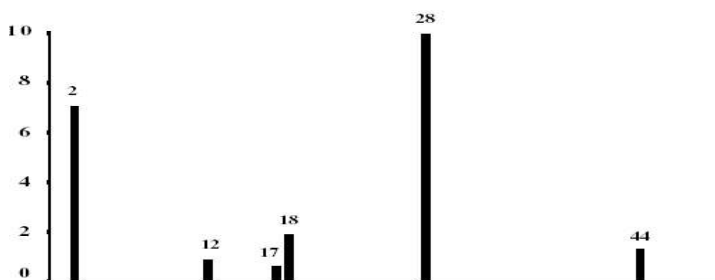
$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = 1,46 \times 10^2 \sqrt{\frac{T}{M}} [m.s^{-1}]$$

- De gemiddelde snelheid van zuurstofmoleculen bij 20 °C bedraagt $\bar{v} = 441 \text{ m.s}^{-1}$. 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



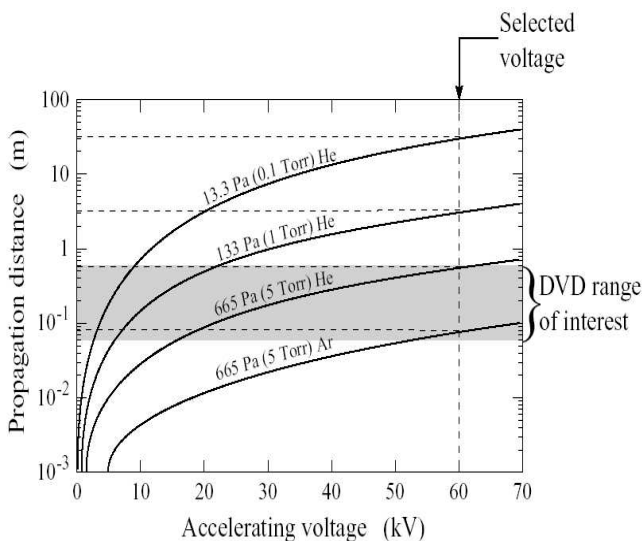
Hiernaast is het restgas van een vacuümsysteem weergegeven waaraan langdurig gepompt is (niet uitgestookt), op 2 manieren: het onderste spectrum op lineaire schaal, het bovenste op een andere manier.



- Laat zien, dat de bovenste weergave een logaritmische weergave is.
- Ga na, dat de onderlinge verhouding van de pieken in beide weergave's overeen komt.
- Kunt u een situatie bedenken waarbij de bovenste weergave duidelijk de voorkeur heeft ?

Vraagstuk 3

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



- Wat verstaan we onder vrije weglengte ?
- Bij welke versnellingsspanning is de vrije weglengte in argon 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 drukkun ? **Goed beargumenteren, dus een antwoord in de**

trant van "omdat argon-atomen groter zijn dan helium-atomen" is niet voldoende.

*Vraagstuk 4

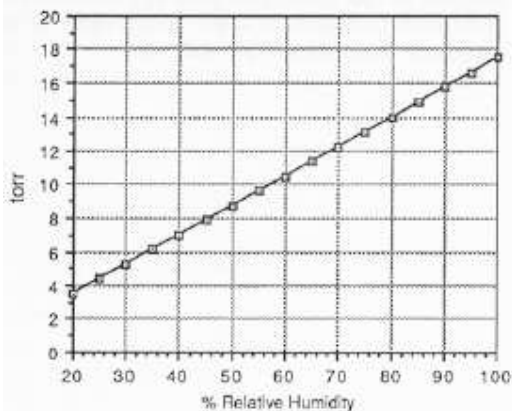
Bepaal de activeringsenergie voor diffusie (zie Tabel 2.5) voor:

- waterstof (H_2) in nikkel;
- stikstof (N_2) in ijzer
- Bepaal ook voor beide processen D_0 .

Vraagstuk 5

Dit vraagstuk gaat over adsorptie van waterdamp in een vacuümsysteem. Inleiding:

Although it's generally accepted that water vapor is the dominant residual gas in most vacuum systems at pressures in the 10^{-4} torr range or below, little thought is often given to how it got there, how much did you start with, and how to control it. You'll often hear vague comments like "humidity," or "it's been up-to-air for a while," but although both of these comments are true, it's not all that hard to be more precise about it.



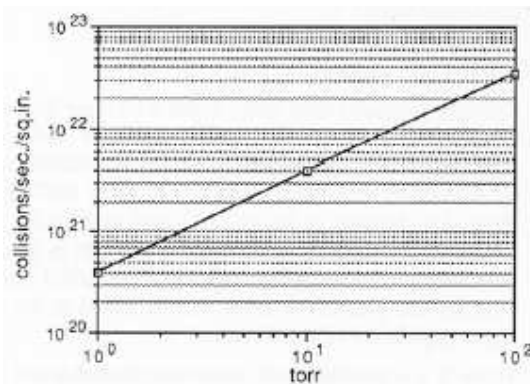
De hoeveelheid waterdamp in de buitenlucht wordt aangegeven met het begrip "relatieve vochtigheid" = "relative humidity". In de figuur hiernaast is het verband weergegeven tussen de dampdruk en de relatieve vochtigheid bij een luchttemperatuur van $20^\circ C$.

- Hoeveel Pa bedraagt de verzadigde dampdruk van water bij $20^\circ C$?

Als een vacuümsysteem belucht wordt met buitenlucht van een zekere vochtigheid, zal er waterdamp adsorberen op de wanden. In de figuur hieronder is het aantal botsingen (per seconde per vierkante inch) van

waterdampmoleculen met de wand weergegeven als functie van de waterdampdruk in het vacuümsysteem (1 inch = $2,54 \cdot 10^{-2}$ m).

- Verander de schaal in aantal botsingen per seconde per vierkante meter.

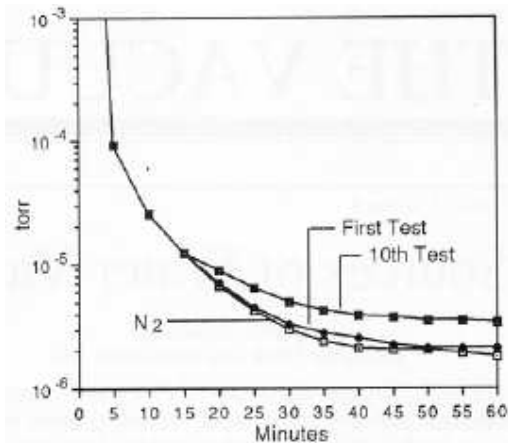


Stel dat een vacuümsysteem met een inwendig oppervlak van 1000 in.^2 gedurende 10 minuten op 1 atmosfeer wordt gelaten met lucht waarvan de relatieve vochtigheid 50 % bedraagt.

- *Bereken hoeveel watermoleculen in die tijd met de wand gebotst hebben.
- *Ga na of deze grafiek overeenkomt met formule (2.9). (Wat moet je dan nagaan ?)

Het is een misverstand, dat het meeste water tijdens het begin van de pompcyclus weggepompt wordt.

- Beschrijf in termen van stromingstypes hoe het water (vrij en geadsorbeerd) tijdens een pompcyclus vanaf buitenluchtdruk tot einddruk wordt weggepompt.



*In de figuur hiernaast zijn pumpdown-curves weergegeven waarbij aan het begin van de test droge stikstof is ingelaten en de en een pumpdown-curve is opgenomen, daarna is er na elke run buitenlucht ingelaten en vervolgens een pumpdown-curve gemeten.

f. *Bespreek de testresultaten.

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

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

Opdracht: evalueer je eigen leerproces.

E I N D E