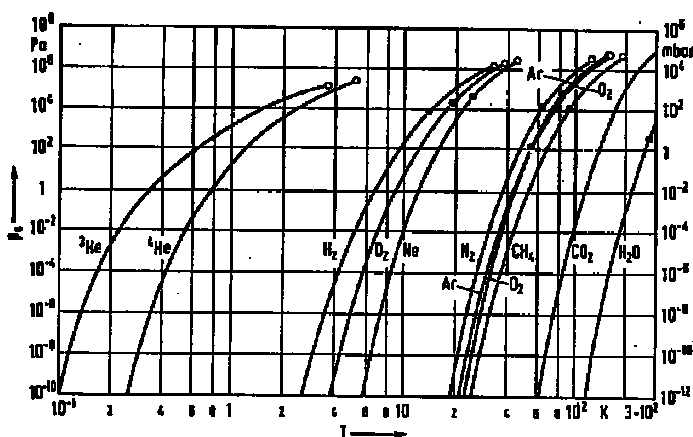


Naam: _____

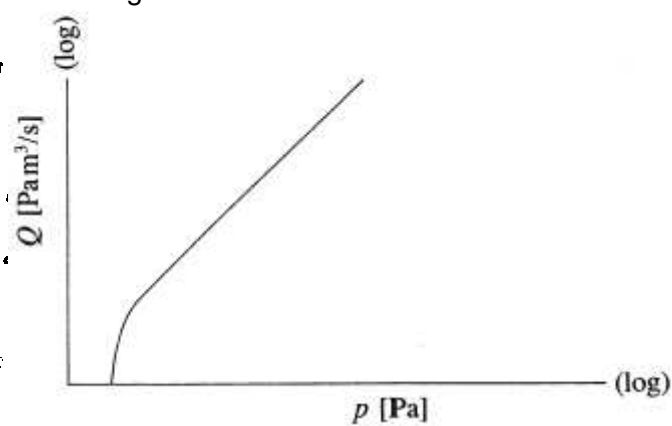
Vraagstuk 1 (30 punten)

Hieronder staan 10 figuren en formules, die iets te maken hebben met vacuümpompen. Geef bij elke figuur aan om welke pomp het gaat en beschrijf in maximaal 5 regels kort de werking of geef een toelichting. Geef ook aan bij de omschrijving waar de eventuele cijfers naar verwijzen

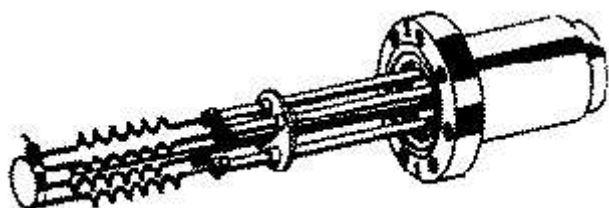
Figuur 1:



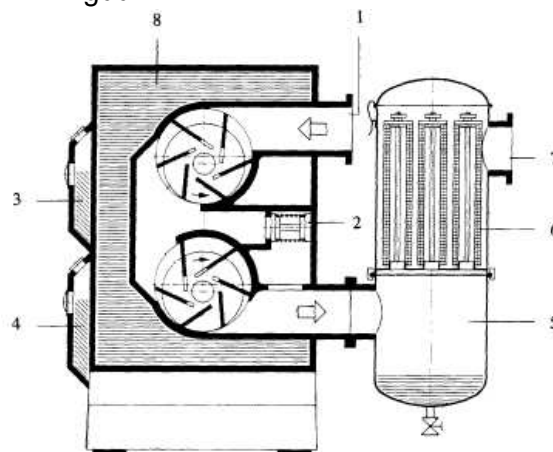
Figuur 2:



Figuur 3:



*Figuur 4:



Figuur 5:

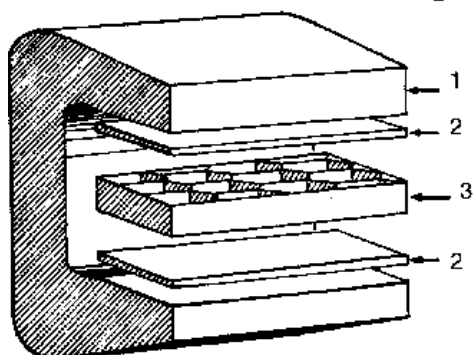
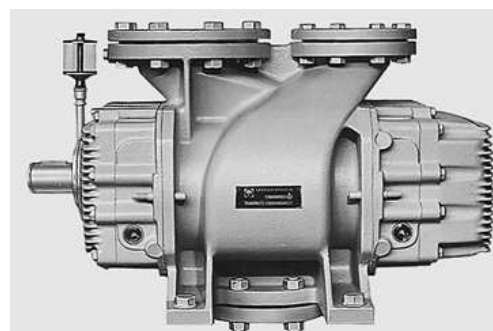
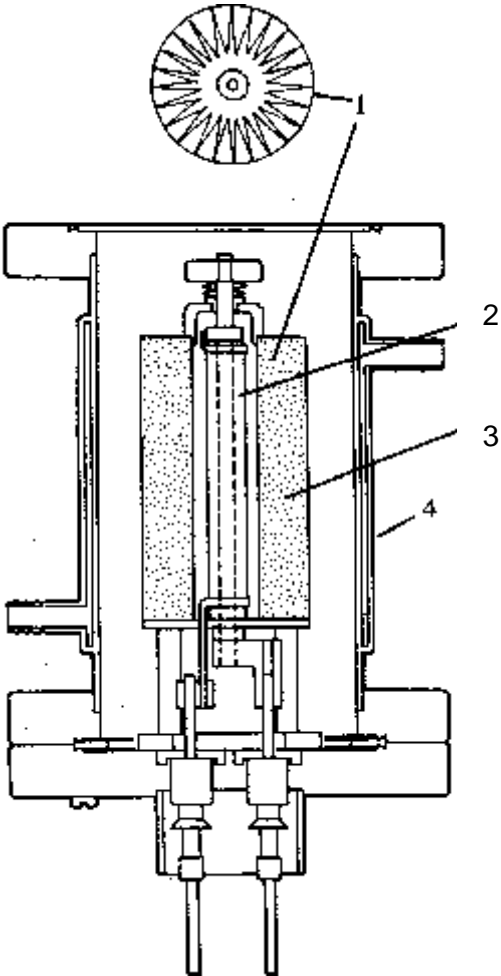


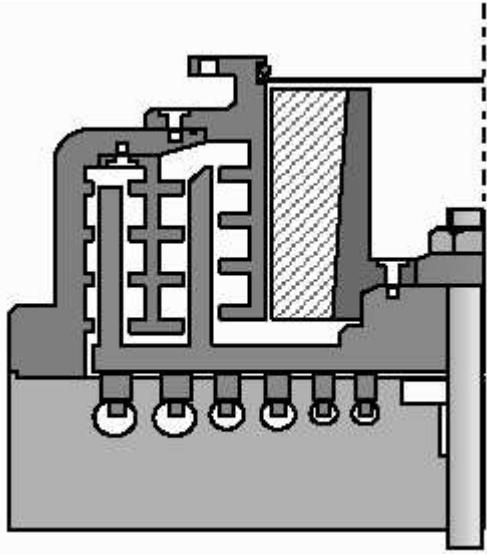
Fig. 6:



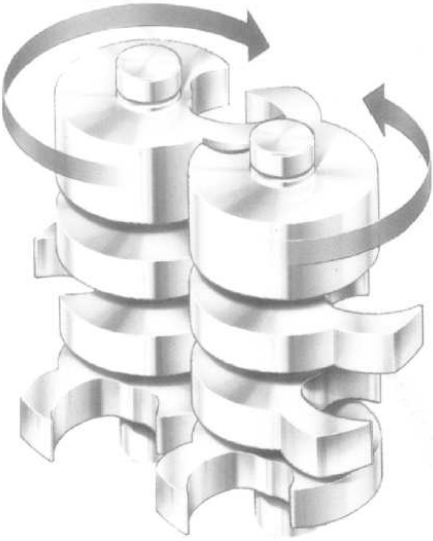
Figuur 7:



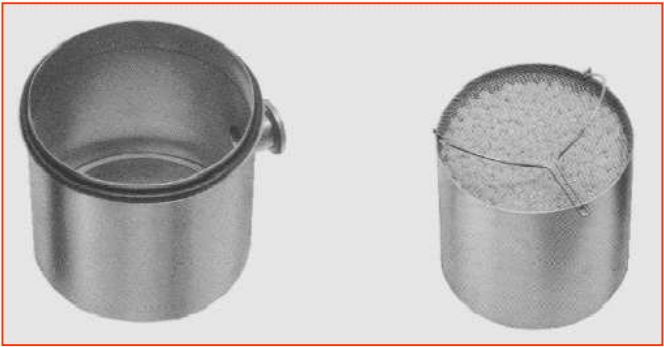
Figuur 8:



Figuur 9:



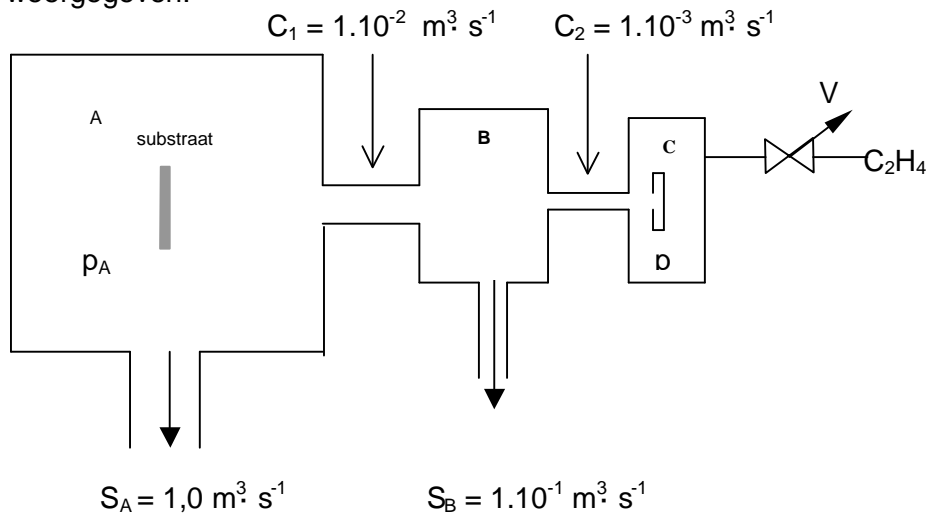
Figuur 10:



Vraagstuk 2 voor MV (60 punten)

In spiegels voor Röntgenstraling worden afwisselend koolstof- en wolframlagen in sandwichvorm aangebracht op een ondergrond (substraat). De koolstoflagen worden aangebracht door het substraat te beschieten met koolstofionen. ($M=12$)

In onderstaande figuur is een opstelling, waarin deze lagen worden aangebracht, schematisch weergegeven.



Het substraat bevindt zich in de ruimte A; in ruimte C bevindt zich de ionenbron. Deze bron wordt via een automatisch inlekventiel gevuld met C_2H_4 op een werkdruk van $p_C = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}$. Om hierbij de druk in ruimte A voldoende laag te houden is tussen A en C een ruimte B geplaatst, waaraan wordt gepompt. De drukken in A en B worden volledig bepaald door de C_2H_4 inlaat in C.

De pompsnelheden en moleculaire geleidingsvermogens van de verbindingsbuizen zijn aangegeven in bovenstaande figuur. De geleidingsvermogens gelden voor stikstof.

a. Wat kunt u zeggen over de geleidingsvermogens C_1 en C_2 voor C_2H_4 ?

Tijdens werkomstandigheden geldt dat $p_C \gg p_B \gg p_A$.

b. Bereken de druk p_B die tijdens werkomstandigheden in B heerst.

c. Bereken de druk p_A die tijdens werkomstandigheden in A heerst.

d. Bereken de hoeveelheid ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \text{ s}^{-1}$) C_2H_4 die via het inlekventiel moet worden toegevoerd om de onder b) en c) bepaalde werkdrukken te realiseren.

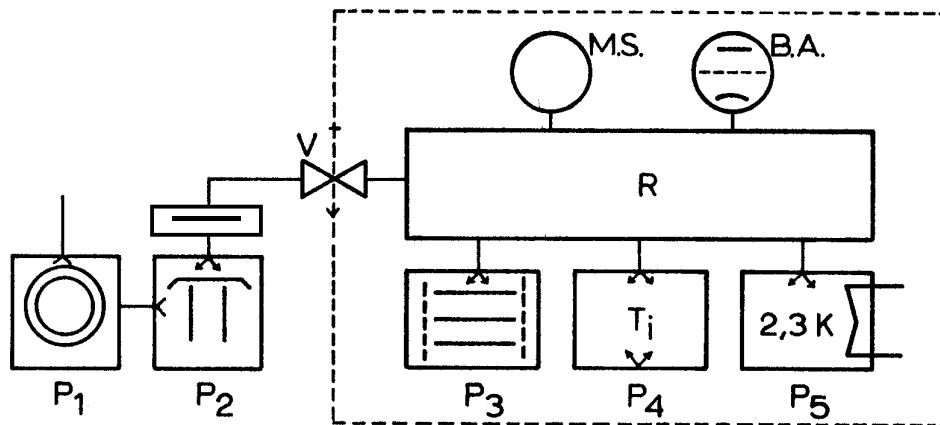
De mate van verontreiniging van de koolstoflagen wordt bepaald door de achtergronddruk in A.

Gegeven is dat bij een druk van 1.10^{-4} Pa 1 monolaag per seconde wordt ingebouwd. Men wil koolstoflagen maken met ten hoogste 1% verontreiniging.

e. Met hoeveel monolagen per seconde moet de koolstof worden aangebracht bij de heersende druk p_A ?

Vraagstuk 2 voor HV (60 punten)

In onderstaande figuur is een ultrahogvacuümsysteem geschetst. Het bestaat uit een metalen kamer R, waaraan drie pompen zijn bevestigd: een getterionenpomp P_3 , een titaansublimatiepomp P_4 en een kryopomp P_5 . Als "voorpomp" fungeert een combinatie van een oliediffusiepompstelsel P_2 en een draaischuifpomp P_1 . De voerpompcombinatie kan van het systeem worden afgesloten door middel van een uitstookbare hoogvacuümafsluiter V. De druk in R wordt gemeten met behulp van een ionisatiemanometer, type Bayard-Alpert (BA). Met de restgasanalysator (MS) kan de restgassenstelling in R worden bepaald.



Aanvankelijk wordt het systeem vacuüm gepompt met P_1 en P_2 ; de pompen P_3 , P_4 en P_5 zijn dan nog buiten bedrijf. In dit stadium is de einddruk in het systeem p_1 .

Bij het lekzoeken met de restgasanalysator wordt geconstateerd dat er geen inlek is. Hierna wordt het gedeelte van het systeem binnen de stippellijnen uitgestookt op een temperatuur van 350EC. Na het uitstoken wordt de afsluiter V gesloten en de pomp P_3 in bedrijf gesteld. De einddruk die nu in het systeem wordt gemeten is p_2 .

- a. Bepaal globaal de verhouding tussen de grootte van de desorptiegasstromen vóór en ná het uitstoken (De bijdrage van de verbindingbuis V- P_2 mag worden verwaarloosd).

Gebruik hierbij de volgende gegevens:

Als diffusiepomp P_2 wordt een EO2 van het fabrikaat Edwards toegepast, voorzien van een chevronbaffle CB2. Voor nadere informatie over deze componenten zie aan het eind van deze opgave.

De lengte van de verbindingbuis V- P_2 bedraagt 30 cm, diens diameter 6 cm.

De vacuümweerstand van de afsluiter V mag verwaarloosbaar klein worden verondersteld.

Effectieve pompsnelheid getterionenpomp P_3 (voor stikstof): $S_3 = 12 \text{ l/s} (= 0,012 \text{ m}^3/\text{s})$.

$p_1 = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$, $p_2 = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Pa}$.

- b. Waarom zijn de berekeningen met de rekengrootheden twijfelachtig? Met welke factoren zal in de praktijk rekening moeten worden gehouden?

Een analyse met de restgasanalysator toont aan dat het restgas vóór het uitstoken vrijwel volledig uit waterdamp (H_2O) bestaat, terwijl ná het uitstoken (V gesloten, P_3 ingeschakeld)

waterstof (H_2) verreweg de belangrijkste component is. Er mag daarom worden aangenomen dat voor en na het uitstoken alleen waterdamp resp. waterstof wordt gedesorbeerd en dat de bijdragen van de overige restgassen tot p_1 resp. p_2 kunnen worden verwaarloosd.

De ionisatiemanometer BA is geijkt voor stikstof. De correctiefactoren voor waterstof en waterdamp zijn resp. 2,5 en 1. De Ho-factor van de diffusiepomp mag massa-onafhankelijk worden verondersteld. De pompsnelheid van de getterionenpomp voor waterstof is tweemaal zo groot als die voor stikstof.

- c. Wat betekenen deze gegevens voor de gassoortafhankelijkheid van de pompsnelheid van P_2 ?
- d. Bereken met de verstrekte gegevens de correcte verhouding tussen de desorptie-gasstromen.

Achtereenvolgens worden nu de pompen P_4 en P_5 bijgeschakeld. De effectieve pompsnelheden van deze pompen voor waterstof bedragen respectievelijk $S_4 = 275$ l/s en $S_5 = 700$ l/s.

In de nu optredende stationaire toestand levert de ionisatiemanometer BA een collectorstroom van $8,6 \cdot 10^{-13}$ A bij een emissiestroom van $1,0 \cdot 10^{-3}$ A. De buisfactor bedraagt $C = 0,25 \text{ Pa}^{-1}$ (N_2 -aequivalent).

- e. Bepaal de Röntgengrens van de BA.

Gegevens:

Kopie 'Working instructions oil vapour diffusion pumps series EO2'
Edwards High Vacuum LTD

Uit de specificaties diende de kandidaat in het vraagstuk de navolgende relevante informatie te gebruiken:

1. Pompsnelheid EO2 voor lucht: $140 \text{ l/s} = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$
2. Geleidingsvermogen CB2 baffle voor lucht: $180 \text{ l/s} = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$

E I N D E