

Vorbereiding toelatingsexamen arts/tandarts

Fysica: Warmteleer en gaswetten

4 oktober 2023

Brenda Casteleyn, PhD



Keu6
Coaching & Onderzoek

Met dank aan:
Atheneum van Veurne en
Leen Goyens

1. Inleiding

Dit oefeningenoverzicht is opgebouwd vanuit de vragen van de vorige examens, gerangschikt per thema.

De vragen komen van diverse sites. Vooral de site van Leen Goyens was handig en het atheneum van Veurne heeft een prachtige website maar deze is helaas niet meer online.

2. Belangrijkste begrippen

Begrip temperatuur, absolute temperatuur

De temperatuur van een stof kan worden opgevat als een maat voor de gemiddelde kinetische energie van de moleculen. Stoffen zetten uit bij verwarming en krimpen bij afkoeling. Temperatuurstijging verhoogt de snelheid van de moleculen immers, waardoor elke molecuule een grotere beschikbare verplaatsingsruimte krijgt, dus verder uit elkaar ligt.

De absolute temperatuur is de temperatuur waarbij de moleculen geen snelheid meer hebben, waarbij dus de gemiddelde kinetische energie nul is. Een lagere temperatuur is niet denkbaar. De absolute temperatuur is -273°C . De temperatuurschaal waarbij de waarde nul gelijkstaat aan de absolute temperatuur is de kelvinschaal.

$$-273^{\circ}\text{C} = 0 \text{ K}$$

$$0^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$100^{\circ}\text{C} = 373 \text{ K}$$

$$-20^{\circ}\text{C} = 253 \text{ K}$$

Dus: $T = t + 273$ en $t = T - 273$

Toestandsvergelijking van een ideaal gas: gaswetten

Een stof in gasvormige toestand neemt de vorm en het volume aan van de ruimte waarin het zich bevindt. De gasvormige toestand heeft de kleinste dichtheid van de drie aggregatietoestanden. Gassen zijn beter samendrukbaar dan vloeistoffen en vaste stoffen en gasdeeltjes bewegen zeer snel. In een afgesloten ruimte botsen de deeltjes tegen de wand, de kracht die hierdoor ontstaat is druk van het gas.

Bij ideale gassen gelden volgende eigenschappen:

- Botsingen van deeltjes zijn volledig willekeurig en ze botsen vaak met andere deeltjes maar tussen de botsingen in volgen de deeltjes een rechte lijn aan constante snelheid en de botsingstijd is verwaarloosbaar
- Gasdeeltjes hebben geen volume
- Gasdeeltjes trekken elkaar niet aan

- De gemiddelde bewegingsenergie is recht evenredig met de temperatuur van het gas.
- Moleculaire botsingen zijn elastisch, dwz wanneer de moleculen botsen wiselen ze kinetische energie maar de totale kinetische energie blijft gelijk.
- Moleculen botsen tegen de wanden en deze botsingen vormen de druk van het gas.

Algemene gaswet: voor een bepaalde massa gas is het product van druk en volume gedeeld door de absolute temperatuur constant:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{Constant}$$

$$pV = n \cdot RT$$

met n = de hoeveelheid gas in de cilinder, uitgedrukt in mol en R = de gasconstante met een waarde = 8.31 J/mol.K

Dit kan ook als volgt worden geschreven: $p_1 V_1 / n_1 T_1 = p_2 V_2 / n_2 T_2$ (=R)

Verder gelden de volgende drie gaswetten (die je kan afleiden uit de bovenstaande door wat constant blijft in beide leden te elimineren)

Wet van Boyle-Mariotte

Als de temperatuur constant blijft, wordt de algemene gaswet:

$p \cdot V = \text{constant}$. (met p = druk en V = volume)

Ofwel: de druk is omgekeerd evenredig aan het volume. Wanneer we bv. Een gas in een afgesloten ruimte stoppen en dan het volume verkleinen, zal de dichtheid stijgen. Een hogere dichtheid betekent meer deeltjes per oppervlakte-eenheid en dus meer botsingen. De kracht op de wanden zal dus vergroten.

Deze wet kan ook als volgt worden geschreven: **$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$**

Volumewet van Gay-Lussac

Als de druk constant blijft, wordt de algemene gaswet:

$V / T = \text{constant}$. (met V is volume en T = temperatuur in Kelvin)

Als de druk van een gas gelijk gehouden wordt maar het gas wordt verwarmd, dan vergroot het volume.

Deze wet kan ook als volgt worden geschreven: **$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$**

Drukwet van Gay-Lussac (ook wet van Regnault)

Als het volume constant blijft, wordt de algemene gaswet:

$p/T = \text{constant}$. (met p is druk en T = temperatuur in Kelvin)

De druk is recht evenredig aan de temperatuur

Deze wet kan ook als volgt worden geschreven: $p_1/T_1 = p_2/T_2$

De wet van Dalton

De totale druk die wordt uitgeoefend door een mix van gassen is gelijk aan de som van de partiële druk van elk gas:

$$P_{\text{totaal}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

Omdat deze mix van gassen hetzelfde volume en dezelfde druk hebben, kan dit ook als volgt worden geschreven:

$$P_{\text{totaal}} = RT/V (n_1 + n_2 + n_3 + \dots) \text{ als } P = nRT/V$$

Warmtehoeveelheid en soortelijke warmtecapaciteit

Warmtehoeveelheid (Q) is de energie die overgaat van een lichaam met hogere temperatuur naar een lichaam met lager temperatuur tot de evenwichtstemperatuur. Eenheid: J (Joule)

Soortelijke warmtecapaciteit: $Q = c.m.\Delta t$.

c of de soortelijke warmtecapaciteit is dus de warmte die nodig is om de temperatuur van een massa met een temperatuursinterval te verhogen. Eenheid: $J.kg^{-1}.K^{-1}$ (hoeveelheid warmte-energie (in J) om één kg één graad in temperatuur te doen stijgen.)

Smelten en stollen: smeltwarmte

Als een stof smelt, zullen de moleculen meer ruimte innemen. Bij een bepaalde druk heeft elke zuivere stof een bepaalde smelt-en stoltemperatuur. Bij een gelijke druk zijn beide aan elkaar gelijk.

Maar als we de druk verhogen betekent dit dat je het volume probeert te verkleinen. Maar smelten betekent juist dat de moleculen méér ruimte willen innemen. Als die ruimte er niet is kan de stof niet makkelijk uitzetten en dus ook niet makkelijk smelten. Daarom zal de smelttemperatuur hoger worden bij hogere druk.

De druk heeft dus invloed op de smelttemperatuur. Bij een drukverhoging stijgt de smelttemperatuur. De smelttemperatuur van ijs daarentegen verlaagt bij verhoging van de druk. Verdwijnt de overdruk, dan wordt de oorspronkelijke waarde van de smelttemperatuur opnieuw aangenomen. Ijs vormt eigenlijk een belangrijke uitzondering op de volgende regel dat de smelttemperatuur stijgt met de druk.

De smeltwarmte Q is de warmtehoeveelheid, nodig om een massa m van een stof te doen smelten, is:

$$Q = l_s \cdot m$$

Hier is l_s de specifieke of soortelijke smeltingswarmte, dus is dit de verhouding van de bij de smeltemperatuur opgenomen warmtehoeveelheid tot de hierdoor gesmolten massa van de stof. $l_s = Q/m$. Eenheid: J/kg

Verdampen, koken en condenseren

Verdampen is de overgang van vloeistof naar gas en condensatie is de overgang van gas- of dampvorm naar vloeistof.

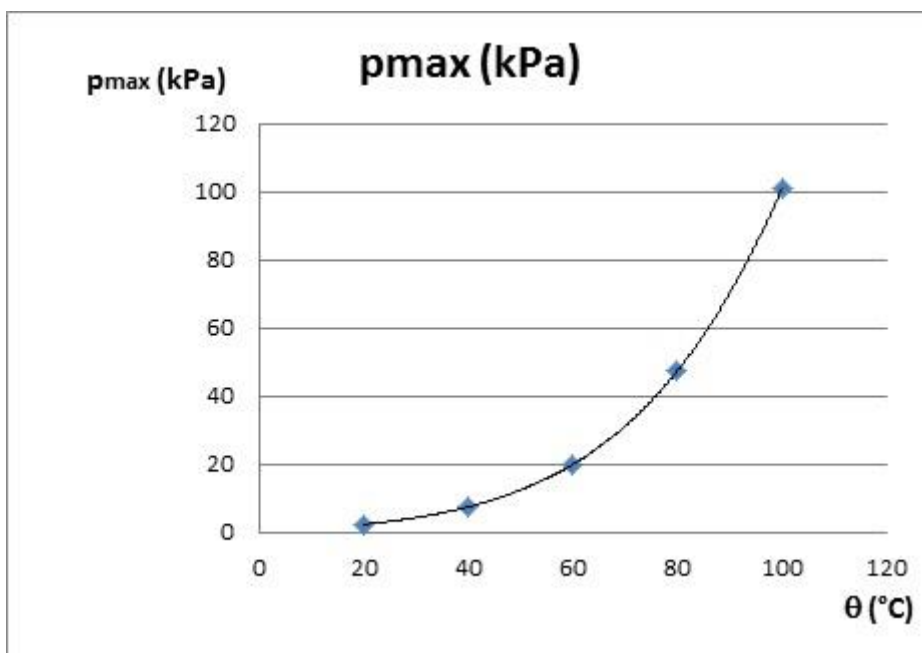
Verdamping in het luchtledige

Naarmate de hoeveelheid vloeistof, die verdampt in een gesloten ruimte, toeneemt, neemt de dampdruk toe tot een maximale waarde, de verzadigingsdruk p_{\max} . Deze is afhankelijk van de aard van de stof en de temperatuur. Laat men verder vloeistof in de ruimte komen, dan verdampt deze niet meer omdat de ruimte met damp verzadigd is. Zolang de damp onverzadigd is, kan er geen vloeistof aanwezig zijn in dezelfde ruimte.

Een onverzadigd damp voldoet aan de gaswet: $p/T = C$, een verzadigde damp voldoet hier niet aan.

Hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de verzadigingsdruk. Het verband tussen de verzadigingsdruk en de temperatuur wordt grafisch voorgesteld door de maximale dampdruklijn of dampspanningslijn. Hoe hoger de dampspanningslijn, hoe vluchtiger de stof.

Hieronder een voorbeeld van een dampdruklijn, in dit geval voor water



Kritische temperatuur

In een gesloten ruimte is een vloeistof in evenwicht met haar damp. Als de temperatuur stijgt, daalt de massadichtheid en zet de vloeistof uit. Tegelijkertijd stijgt de massadichtheid van het gas. De temperatuur waarbij beide massadichtheden gelijk zijn, noemen we de kritische temperatuur T_k . Boven deze temperatuur is er geen verschil meer tussen damp en vloeistof.

Verdamping aan het vloeistofoppervlak is sneller wanneer het vloeistofoppervlak groter wordt, de temperatuur verhoogt, de luchtstroom boven het oppervlak verhoogt of de druk boven het oppervlak vermindert.

Wanneer verdamping gepaard gaat met de vorming van gasbellen noemen we dit koken. Deze gasbellen ontstaan door de opwaartse kracht ten gevolge van de lichter dichtheid van het gas ten opzichte van de vloeistof. Het kookpunt is de temperatuur waarbij dit zich voordoet bij een bepaalde omgevingsdruk. Het atmosferisch kookpunt is de temperatuur waarbij de dampdruk van de vloeistof gelijk is aan de atmosferische druk. De verzadigingsdruk van de dampbellen is dan gelijk aan de omgevingsdruk die op de vloeistof wordt uitgeoefend.

Hoe hoger de druk, hoe groter de kooktemperatuur. De kooklijn en de dampspanningslijn van een vloeistof vallen samen.

Hier is l_s de specifieke of soortelijke smeltingswarmte, dus is dit de verhouding van de bij de smelttemperatuur opgenomen warmtehoeveelheid tot de hierdoor gesmolten massa van de stof. $l_s = Q/m$. Eenheid: J/kg

Soortelijke verdampingswarmte

De verdampingswarmte Q is de warmtehoeveelheid, nodig om een massa m van een stof te verdampen of condensereren bij de kook- of condensatietemperatuur en is gelijk aan:

$$Q = l_v \cdot m$$

Hier is l_v de soortelijke verdampingswarmte, dus de verhouding van de warmte bij verdamping tot de massa van de stof: $l_v = Q/m$. Eenheid: J/kg

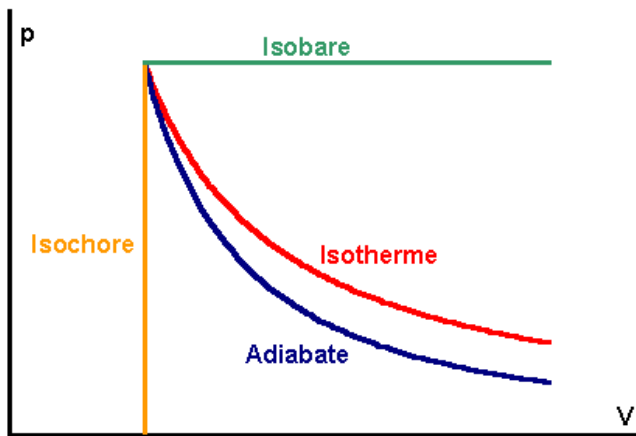
Condensatie:

Alleen verzadigde dampen kunnen condensereren. Om onverzadigde damp te kunnen verzadigen kunnen we isotherm samenpersen door de druk te verhogen of de temperatuur verlagen of een combinatie van de twee.

- isotherme condensatie: bij constante T de druk p laten stijgen: bijhorende grafiek: isotherm
- isobare condensatie: bij constante p de temperatuur T laten dalen: bijhorende grafiek: isobaar

Een isochoor is een grafiek bij constant volume.

p-v-grafieken:

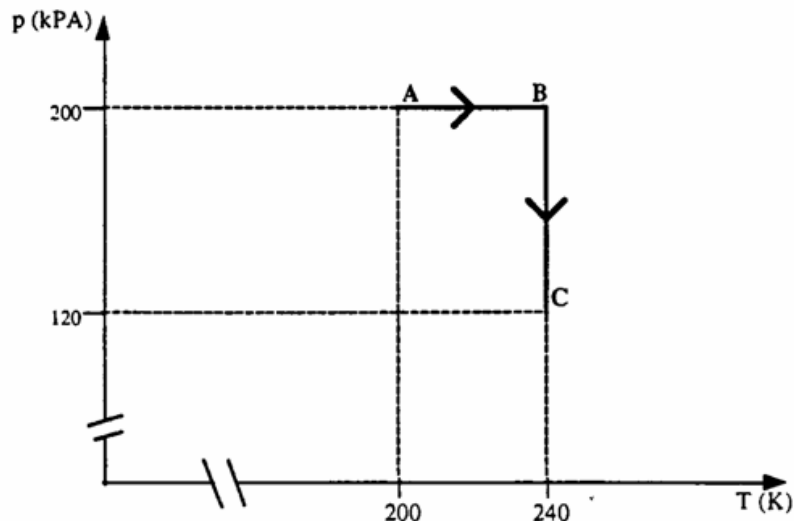


3. Oefeningen uit vorige examen

Voorbeeldexamen 1997 Vraag 12

Een bepaalde hoeveelheid van een als ideaal te beschouwen gas ondergaat de toestandsveranderingen van A --> B --> C weergegeven op de onderstaande grafiek. In C is het volume 3,0 liter. In de toestand A is het volume dan gelijk aan:

- <A> 1,5 liter
- 2,5 liter
- <C> 3,0 liter
- <D> 5,0 liter

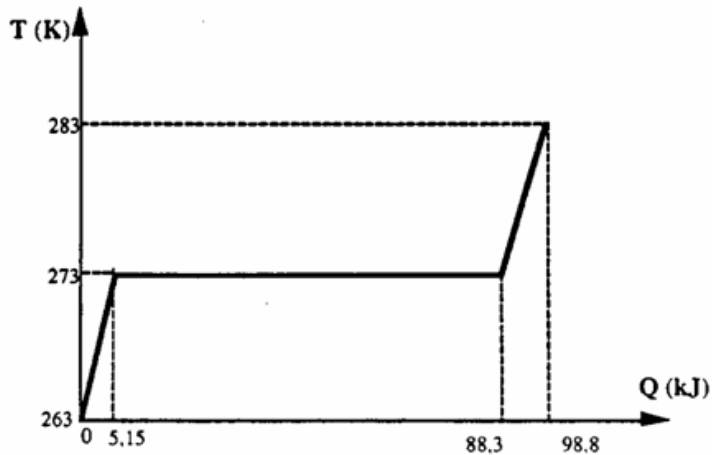


Voorbeeldexamen 1997 Vraag 13

Men verwarmt een hoeveelheid ijs met als gevolg dat de temperatuur ervan gaat stijgen. Na enige tijd verschijnen de eerste waterdruppels. Nadat al het ijs gesmolten is, merkt men dat de temperatuur oploopt. De grafiek geeft het verband tussen temperatuur en toegevoegde warmtehoeveelheid weer. De hoeveelheid ijs (uitgedrukt in gram) waarmee men het experiment uitvoerde is dan:

- <A> 100 g
- 250 g
- <C> 500 g
- <D> 625 g

In tabellen zijn volgende gegevens opgenomen: specifieke warmtecapaciteit van ijs 2,059 kJ/kgK; specifieke smeltwarmte ijs: 332,7 kJ/kg en specifieke warmtecapaciteit van water is 4,185 kJ/kgK



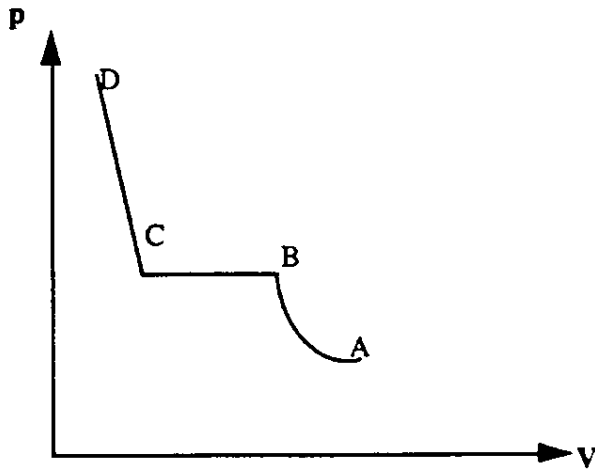
1997 Vraag 8

De druk in een autoband is gelijk aan $2,00 \times 10^5$ Pa. De temperatuur van de lucht in de band is dan 27°C . De auto rijdt gedurende een bepaalde tijd, waardoor de temperatuur van de lucht in de band stijgt tot 77°C . Ook neemt het inwendige volume van de band met 5% toe. De lucht in de band mag beschouwd worden als een ideaal gas. De druk in de band is bij 77°C gelijk aan:

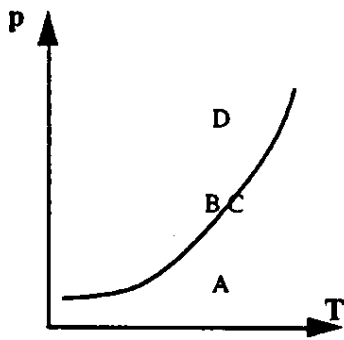
- <A> $2,12 \times 10^5$ Pa
- $2,22 \times 10^5$ Pa
- <C> $2,33 \times 10^5$ Pa
- <D> Niet te berekenen als het volume van de band niet gegeven is.

Voorbeeldexamen 1998 Vraag 10

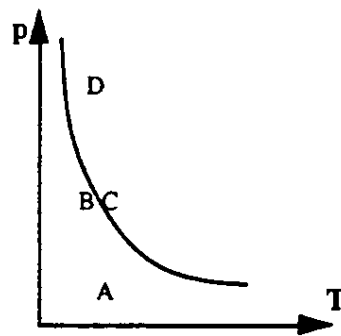
In de onderstaande figuur wordt van een bepaalde hoeveelheid koolstofdioxide het pV-diagram getekend. In het begin bevindt de damp zich in situatie A. De wanden van het vat zijn doorzichtig, zodanig dat de waarnemer elke faseverandering kan waarnemen. De koolstofdioxide wordt via compressie stilaan via B en C naar D gebracht.



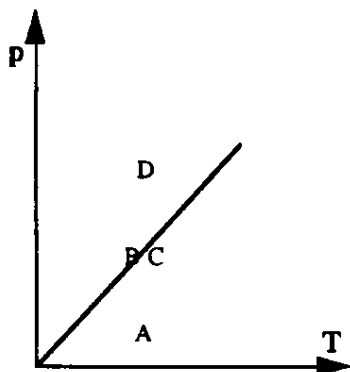
Als we dezelfde toestandsveranderingen zouden bekijken in een p - T diagram, dan is dit best voor te stellen door:



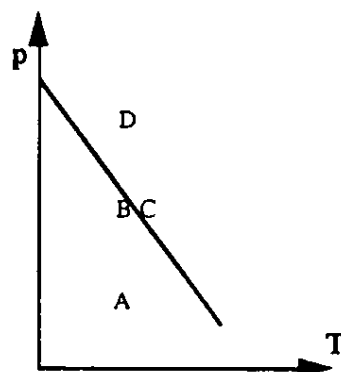
o a.



o b.



o c.

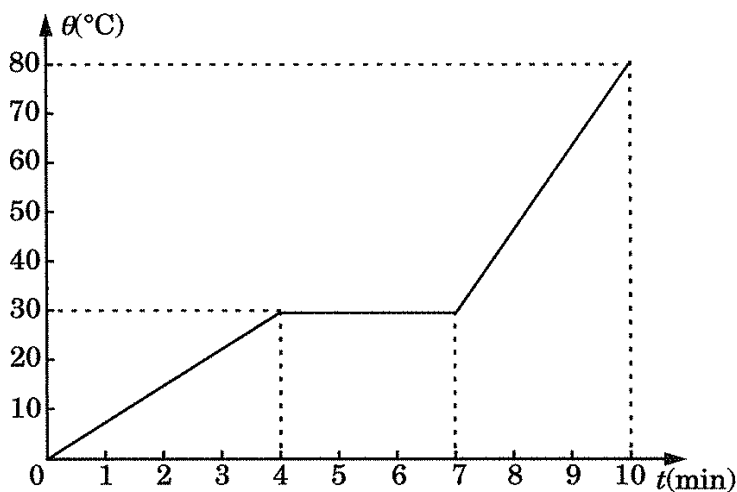


o d.

2001 Vraag 6

De grafiek geeft de temperatuur weer van 1,0 kg van een stof die verwarmd wordt. De stof was oorspronkelijk in vaste toestand. De toegevoegde warmte bedraagt 2000 J/min en er zijn geen warmteverliezen. Welke van de onderstaande beweringen is juist?

- <A> Na 4 min is de stof in de vloeibare fase
- De soortelijke warmtecapaciteit van de stof is groter in de vloeibare fase dan in de vaste fase.
- <C> De totale warmtehoeveelheid, nodig om de stof van de vaste fase naar de vloeibare fase over te laten gaan bedraagt 6000 J.
- <D> Na 10 min is de stof volledig verdampt



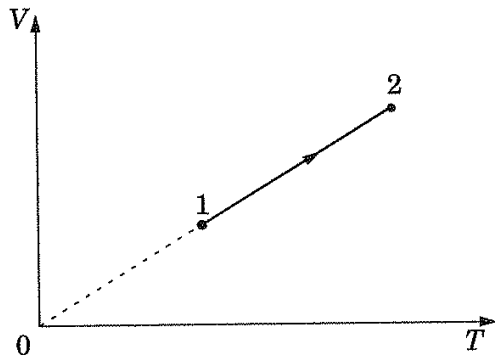
2007 Vraag 4

Men schiet een geweerkogel met een massa van 10 g en een snelheid van 2000 m/s in een blok paraffine van 1,00 kg. In de paraffine komt de kogel door wrijving tot stilstand waardoor de temperatuur van de paraffine stijgt. De soortelijke warmtecapaciteit van paraffine is 2800 J/kgK. De temperatuurverhoging van de paraffine is gelijk aan:

- <A> 1,78K
- 3,57 K
- <C> 7,14 K
- <D> 10,7 K

2007 Vraag 6

We beschouwen een ideaal gas dat overgaat van toestand 1 naar toestand 2 (zie figuur).



Over het volume en de druk kan je het volgende zeggen:

- <A> $V_2 = \frac{T_1}{T_2} V_1 ; p = \text{constante}$
- $V_2 = \frac{T_1}{T_2} V_1 ; p \neq \text{constante}$
- <C> $V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 ; p = \text{constante}$
- <D> $V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 ; p \neq \text{constante}$

2008 - Juli Vraag 5

Twee identieke afgesloten kamers zijn met elkaar verbonden via een openstaande deur. De temperatuur is in beide kamers verschillend. Welke kamer heeft bevat de grootste massa lucht?

- <A> De kamer met hoogste temperatuur
- De kamer met de laagste temperatuur
- <C> Je kan het niet weten omdat er geen informatie is over de druk
- <D> Allebei even veel want hun volume is even groot

2008 - Augustus Vraag 2

Een waterkoker van 700 W heeft 3 minuten nodig om 600g van een vloeistof op te warmen van 25°C naar 90°C.

Wat is de soortelijke warmtecapaciteit van deze vloeistof?

- <A> 2800 J/(kg.°C)
- 53,8 J/(kg.°C)
- <C> 3230 J/(kg.°C)
- <D> 1163 J/(kg.°C)

2008 - Augustus Vraag 6

Een duikfles bevat samengeperste lucht en barst open bij een maximumdruk van 25 MPa. Bij 20°C bedraagt de druk in de fles 20 MPa. Verwarmt men deze fles, dan zal de druk toenemen. Bij welke temperatuur zal de fles openbarsten.

- <A> 93,3 °C
- 25,0 °C
- <C> 234,4 °C
- <D> 366,3 °C

2009 - Juli Vraag 5

Een wasbad bevat 20 l water bij een temperatuur van 45°C. Bij deze temperatuur zou de baby verbranden, het water in het bad moet dus gekoeld worden.

Hoeveel liter water van 20°C moet men aan het bad toevoegen om een ideale temperatuur van 38°C te bekomen? De warmtecapaciteit van het bad zelf is te verwaarlozen.

- <A> 7,70 l
- 9,42 l
- <C> 16 l
- <D> Niet te berekenen omdat de specifieke warmtecapaciteit van water hier niet gegeven is.

2009 - Augustus Vraag 8

Een kan warme koffie wordt op eenzelfde temperatuur in 5 bekertjes van verschillend materiaal en massa gegoten. De temperatuur van alle lege bekertjes is dezelfde. Gegeven zijn de soortelijke warmtecapaciteiten:

$$c_{Cu}: 390 \text{ J}/(\text{kg.K}) \quad c_{Ag}: 230 \text{ J}/(\text{kg.K}) \quad c_{Fe}: 460 \text{ J}/(\text{kg.K}) \quad c_{Al}: 910 \text{ J}/(\text{kg.K})$$

In welke beker zal de koffie het snelst afkoelen?

- <A> Stalen beker van 100 gram
- Aluminium beker van 30 gram
- <C> Koperen beker van 150 gram
- <D> Zilveren beker van 50 gram

2010 - Juli vraag 4

Het is een warme zomerdag en je ligt op het strand in het zonnetje, je lichaam past zich aan de hitte aan en transpireert. Jij hebt zelf een temperatuur van 37 °C. Jouw metabolisme genereert gemiddeld 130 W. $L_v = 2350 \text{ kJ/kg}$ Hoeveel vocht verlies je per uur?

- <A> 50 cm³/h
- 100 cm³/h

<C> 150 cm³/h

<D> 200 cm³/h

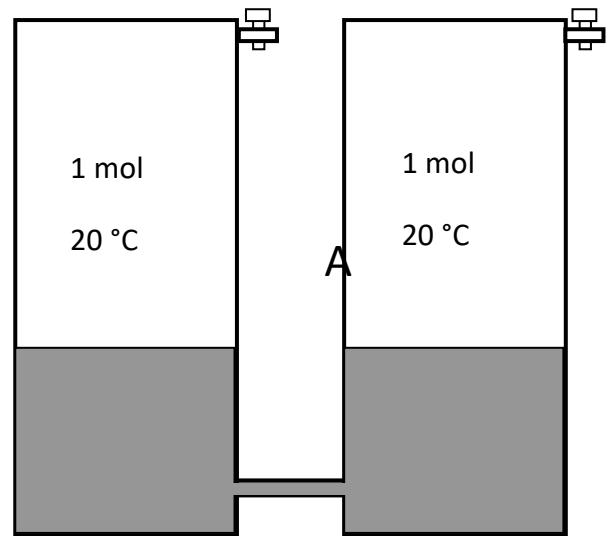
2010 - Juli Vraag 10

Situatie A:

Twee identieke vaten zijn verbonden door een darmpje. Beide vaten bevatten naast 1 mol gas bij 20 °C ook een hoeveelheid vloeistof die van het ene vat naar het andere kan lopen.

Na evenwicht bekomen we situatie A waarbij het water in beide vaten even hoog staat.

Via een kraantje kan men in elk vat gas toevoegen of laten ontsnappen.

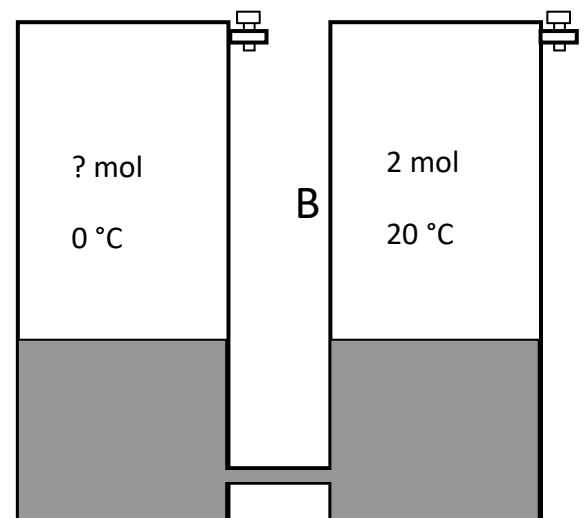


Situatie B

Stap 1: In het rechtervat pompt men nu gas bij tot er in totaal 2 mol gas in zit. Een hoeveelheid vloeistof verloopt van het ene vat naar het andere.

Stap 2: Na evenwicht brengt men de temperatuur van het linkervat op 0 °C. Opnieuw verloopt een hoeveelheid vloeistof van het ene vat naar het andere.

Stap 3: Tenslotte verandert men in het linkervat de hoeveelheid gas zodat bij evenwicht het waterniveau opnieuw even hoog staat zoals in situatie A. Hierbij verloopt opnieuw een hoeveelheid vloeistof van het ene vat naar het andere.



In welke richting vloeit de vloeistof gedurende het afkoelen van het linkervat (stap 2) en hoeveel gas bevindt zich uiteindelijk in het linkervat in situatie B?

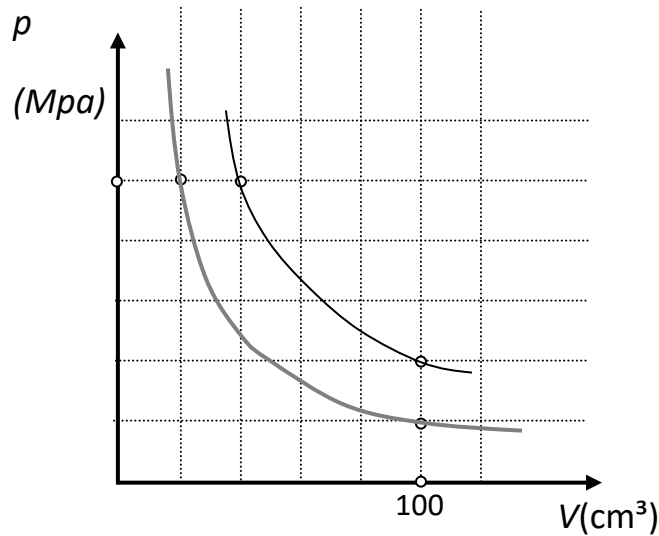
<A> 2,15 mol van rechts naar links

 2,15 mol van links naar rechts

<C> 1,86 mol van rechts naar links

<D> 1,86 mol van links naar rechts

2010 - Augustus Vraag 7



Gegeven is een $p(V)$ -grafiek van twee isotherme processen
De temperatuur op de onderste curve is 20°C .
Hoeveel bedraagt de temperatuur bij de bovenste grafiek.

- <A> 586 °C
- 40°C
- <C> 10 °C
- <D> 313°C

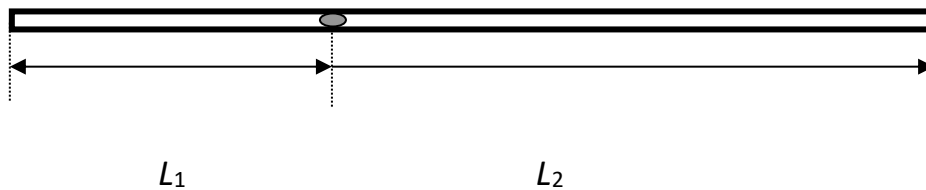
2011 - Juli Vraag 6

Een verdampingsmachine wordt gebruikt om ontsmettingsethanol te recycleren. Het toestel verdampt 150 gram ethanol per minuut bij 78°C . Gegeven: $LV(\text{ethanol})= 406 \text{ kJ/kg}$ Welk vermogen heeft dit verdampingstoestel?

- <A> 1,015 W
- 6075 W
- <C> 60,9 kW
- <D> 1015 W

2011 – Augustus Vraag 3

Een gesloten glazen buis is opgedeeld in twee delen door een kwikdruppel die vrij kan bewegen. In de ruimte links bevindt zich 25 mg N_2 -gas, in de ruimte rechts 40 mg N_2 -gas.



Wat is de verhouding $\frac{L_1}{L_2}$ wanneer de kwikdruppel in evenwicht is?

- <A> 0,385
- 0,625
- <C> 0,450
- <D> 0,800

2012 - Juli Vraag 3

Een hoeveelheid van 200 g water begint te koken en verdampt volledig bij een temperatuur van 100 °C.

$L_V = 2260000 \text{ J/kg}$ Hoeveel warmte is hiervoor nodig?

- <A> $4,52 \cdot 10^8 \text{ J}$
- $4,52 \cdot 10^7 \text{ J}$
- <C> $4,52 \cdot 10^5 \text{ J}$
- <D> $4,52 \cdot 10^3 \text{ J}$

2012 - Augustus Vraag 2

In een tractorband is er een overdruk van $1,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. De band heeft een volume van 1 m^3 en de temperatuur is 17°C. Hoeveel mol gas zit er in de band?

- <A> 120 mol
- 80 mol
- <C> 2060 mol
- <D> 1340 mol

2013 - Juli Vraag 6

Hoelang duurt het om 1 liter water van 15°C tot het kookpunt te verwarmen in een waterkoker met een vermogen van 2,0 kW? ($c_w = 4190 \text{ J/(kg.K)}$) Hoeveel warmte is hiervoor nodig?

- <A> 2 minuten
- 3 minuten

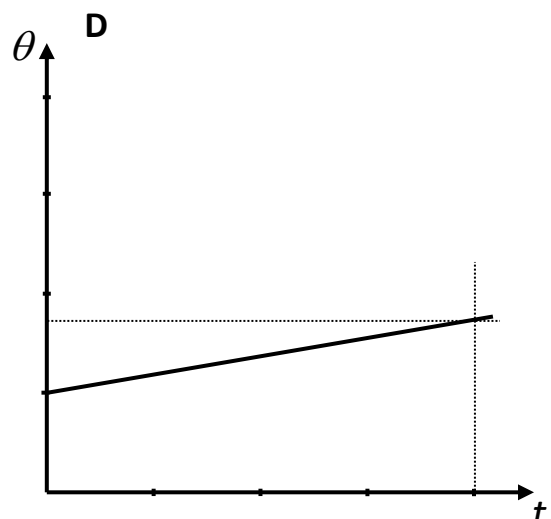
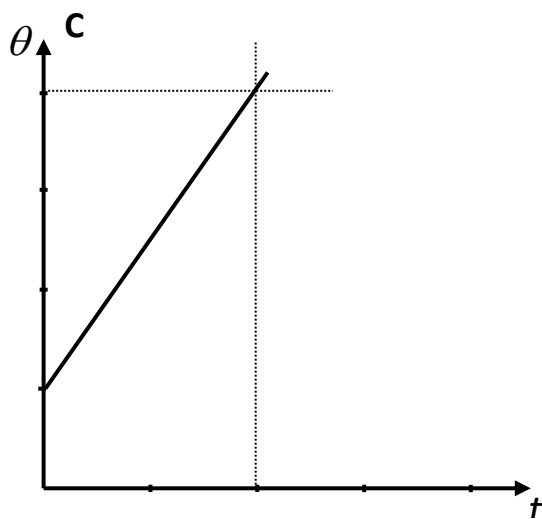
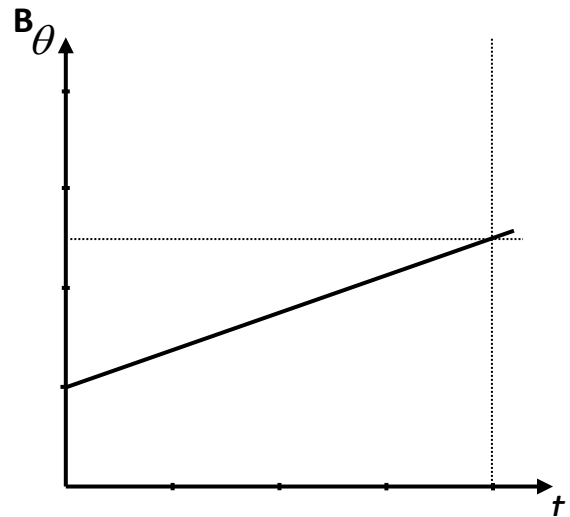
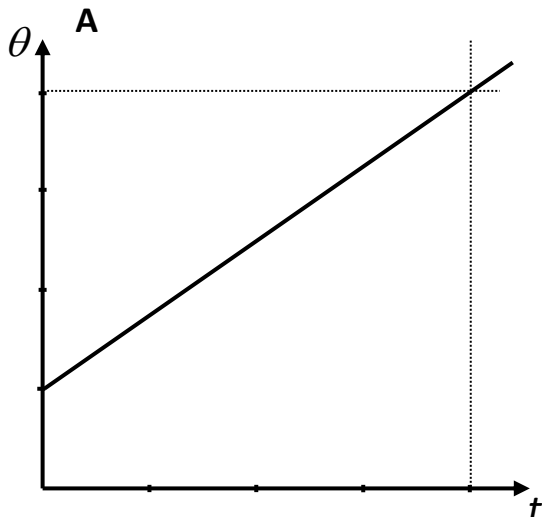
<C> 4 minuten

<D> 5 minuten

2014 – Juli Vraag 3

Wanneer men een massa m_1 met soortelijke warmtecapaciteit C_1 met een constant vermogen verwarmt in een thermisch vat, dan stijgt de temperatuur van de verwarmde stof als functie van de tijd zoals aangegeven in de grafiek rechts.

Wanneer men nu een tweede massa $m_2 = 2 \cdot m_1$ met $c_2 = \frac{c_1}{2}$ met thermische pasta tegen de eerste massa aanbrengt in het thermisch vat, welke grafiek zal men dan bekommen als men start bij dezelfde begintemperatuur?



2014 - Augustus Vraag 8

Een thermisch geïsoleerd vat bevat 0,3 kg olie bij 20°C. De warmtecapaciteit van het vat is te verwaarlozen.

Hoeveel van deze olie van 0°C moet men hierbij toevoegen om een eindtemperatuur van 8°C te bekomen?

- <A> 0,40 kg
- 0,45 kg
- <C> 0,20 kg
- <D> Deze hoeveelheid is niet te berekenen zonder de soortelijke warmtecapaciteit van de olie.

2015 – Augustus Vraag 2

Een luchtbel zit initieel onderaan in een open cilindervormige tank gevuld met water met een constante homogene temperatuur. De luchtbel stijgt en aan het wateroppervlak is haar volume 1,5 keer groter geworden dan het volume dat de luchtbel had aan de bodem van het vat. Men mag aannemen dat de damp en het gas in de luchtbel zich als een ideaal gas gedragen. De atmosferische druk bedraagt $1,013 \cdot 10^5 \text{N} \cdot \text{m}^2$.

De vulhoogte van het vat is dan ongeveer gelijk aan:

- <A> 1,5 m
- 3,0 m
- <C> 5,0 m
- <D> 15 m

2015 – Augustus Vraag 3

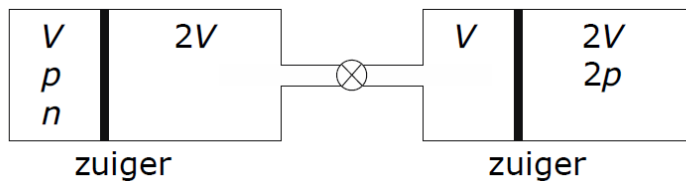
Een hoeveelheid vloeistof met massa m_1 en temperatuur Θ_1 wordt in een thermisch geïsoleerd vat gegoten, waarin een hoeveelheid van dezelfde vloeistof zit met massa m_2 en temperatuur Θ_2 . Veronderstel dat het vat geen warmte opneemt of afgeeft.

Voor de evenwichtstemperatuur Θ_e van de vloeistof geldt dan:

- <A> $\Theta_e = \frac{m_1 \cdot \Theta_1 - m_2 \cdot \Theta_2}{m_1 + m_2}$
- $\Theta_e = \frac{m_1 \cdot \Theta_1 + m_2 \cdot \Theta_2}{m_1 + m_2}$
- <C> $\Theta_e = \frac{m_2 \cdot \Theta_2 - m_1 \cdot \Theta_1}{m_1 + m_2}$
- <D> $\Theta_e = \frac{m_1 \cdot \Theta_1 - m_2 \cdot \Theta_2}{m_1 - m_2}$

2016 Juli geel Vraag 10

Twee identieke reservoirs, elk met volume $3V$, zijn gevuld met een ideaal gas. In elk reservoir bevindt zich een zuiger in evenwicht die wrijvingsloos kan bewegen (zie figuur). De zuigers verdelen elk reservoir in twee deelreservoirs. In onderstaande figuur is voor elk deelreservoir het volume aangeduid en stelt p een druk voor en n een aantal mol gasdeeltjes. De reservoirs zijn verbonden via een dunne buis, die initieel afgesloten is door een kraan. Het volume van de dunne buis is verwaarloosbaar. Het gehele systeem is thermisch geïsoleerd, zodat de temperatuur homogeen is en constant blijft.



Vervolgens wordt de kraan geopend zodat de reservoirs aan mekaar gekoppeld worden.

Hoeveel bedraagt dan de uiteindelijke druk p_f en hoe groot is het totaal aantal mol gasdeeltjes n_t ?

- <A> $p_f = 2 p$ en $n_t = 4 n$.
- $p_f = p$ en $n_t = 4 n$.
- <C> $p_f = 2 p$ en $n_t = 9 n$.
- <D> $p_f = 3/2 p$ en $n_t = 9 n$.

2016 – Juli geel Vraag 15

Een eetbord met massa m_b bevindt zich op kamertemperatuur θ_b . Op het bord wordt een hoeveelheid warme erwten geschept met totale massa m_e en temperatuur θ_e . De warmtecapaciteit van het bord is C_b en de specifieke warmtecapaciteit van erwten is c_e . Veronderstel dat er geen warmte-uitwisseling met de omgeving is.

Welke van de onderstaande uitdrukkingen geeft de eindtemperatuur θ van het geheel van bord met erwten?

- <A> $\theta = (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e + C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e + C_b)^{-1}$.
- $\theta = (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e - C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e - C_b)^{-1}$.
- <C> $\theta = (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e - C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e - C_b \cdot m_b)^{-1}$.
- <D> $\theta = (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e + C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e + C_b \cdot m_b)^{-1}$.

2016 – Augustus geel Vraag 15

Een thermisch geïsoleerde beker bevat een hoeveelheid water met massa m bij een temperatuur θ_1 . Een tweede identieke beker bevat eenzelfde massa m water bij een temperatuur $\theta_2 > \theta_1$. Het water uit deze tweede beker wordt bij het water in de eerste beker gevoegd, waardoor bij evenwicht de temperatuur van het water gelijk is aan θ . Aan het water worden ijsblokjes toegevoegd met massa m_{ijs} ; deze hebben een temperatuur van 0°C . De hoeveelheid ijs is zo dat alle ijs juist smelt. In onderstaande antwoordmogelijkheden is de soortelijke warmtecapaciteit van water genoteerd als c_{water} , en de soortelijke smeltwarmte van water als $l_{\text{s,ijs}}$.

Welke van de onderstaande uitdrukkingen voor de massa m_{ijs} is correct?

- <A> $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot \theta \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.
- $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.
- <C> $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot (\theta_1 + \theta_2) \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.
- <D> $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot \theta_2 \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.

2017 – Juli geel Vraag 13

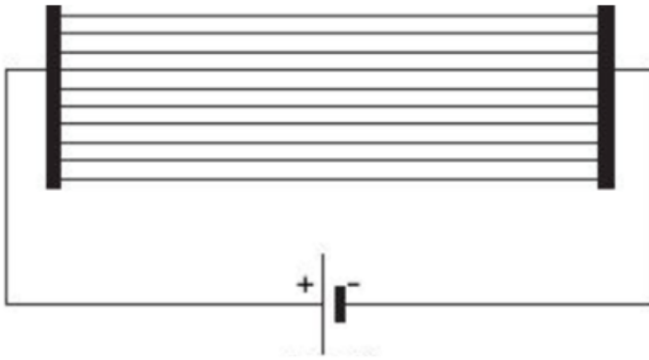
Het volume V_A van een hoeveelheid ideaal gas bij een temperatuur T_A en een druk p_A neemt bij constant druk toe van V_A tot V_B bij een temperatuur T_B . Vervolgens wordt de druk op het gas bij constant volume verlaagd tot $p_C = p_A/4$ door een verandering van de temperatuur. De eindtemperatuur T_C is gelijk aan T_A .

Dan is:

- <A> $V_A = 2V_B$
- $V_A = V_B$
- <C> $V_A = V_B/2$
- <D> $V_A = V_B/4$

2017 – Juli geel Vraag 15

De achterrautverwarming in een auto bestaat uit 10 parallel geschakelde draden, elk met een weerstand van $10,0 \Omega$ (zie figuur). De draden zijn verbonden met een spanningsbron van $12,0 \Omega$.



Op de achterruit heft zich een laagje ijs gevormd met massa 200 g en temperatuur 0°C . We veronderstellen dat de hoeveelheid ontwikkelde warmte in de draden volledig wordt afgestaan aan het ijs. Om 1,00 kg ijs bij 0°C te smelten tot water van 0°C is $344 \times 10^3 \text{ J}$ warmte nodig.

Hoe lang duurt het om het ijs op de achterruit te smelten?

- <A> 116s
- 232s
- <C> 464 s
- <D> 696 s

2017 – Augustus geel Vraag 14

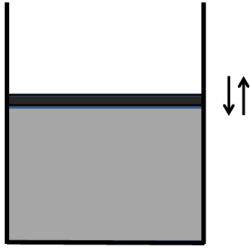
Een blok lood met massa 100 g en temperatuur 10°C wordt in thermisch contact gebracht met een blok aluminium met massa 100 g en temperatuur 90°C . De soortelijke warmtecapaciteit van lood is $130 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ en van aluminium is $900 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. De blokken zijn thermisch geïsoleerd van de omgeving.

De eindtemperatuur van de blokken is ongeveer gelijk aan:

- <A> 20°C
- 40°C
- <C> 60°C
- <D> 80°C

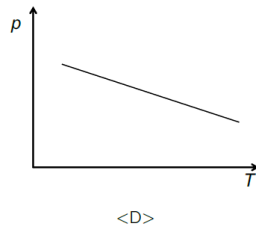
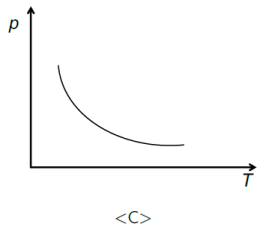
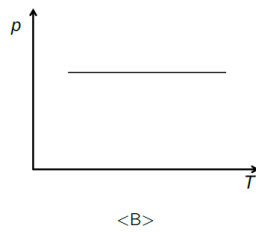
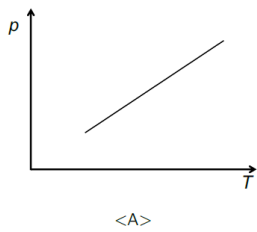
2017 – Augustus geel Vraag 15

In een thermisch geïsoleerd vat bevindt zich een gas dat kan worden beschreven als een ideaal gas (zie figuur). De afsluiting aan de bovenkant van het vat kan vrij bewegen.



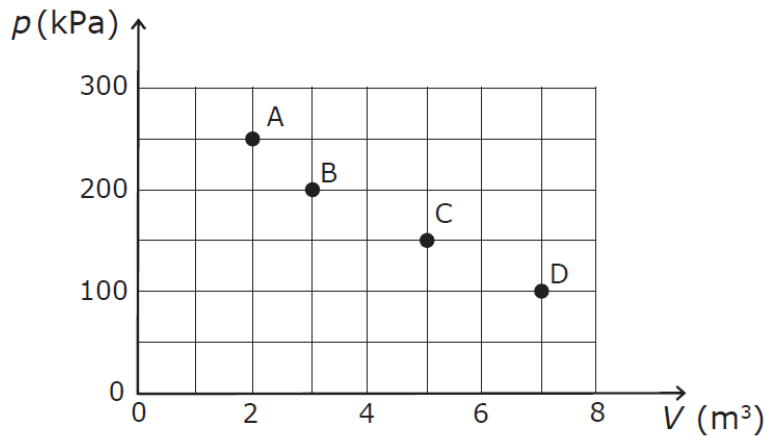
De temperatuur T van het gas wordt langzaam verhoogd en zodanig dat er geen gas kan ontsnappen.

Welke van de onderstaande figuren beschrijft het best de afhankelijkheid van de druk p met de temperatuur T ?



2018 Arts geel Vraag 2

Verschillende toestanden van eenzelfde hoeveelheid ideaal gas worden weergegeven door de punten A, B, C en D in het onderstaande $p(V)$ -diagram.



Het gas heeft de hoogste temperatuur in toestand:

- <A> A
- B
- <C> C
- <D> D

2018 Tandarts geel Vraag 2

Beschouw de vloeistoffen A, B en C. Voor vloeistof A bedraagt de temperatuur θ_A voor vloeistof B bedraagt de temperatuur θ_B voor vloeistof C bedraagt de temperatuur θ_C . De soortelijke warmtecapaciteit van vloeistof A is c_A ; de soortelijke warmtecapaciteit van vloeistof B is c_B ; de soortelijke warmtecapaciteit van vloeistof C is c_C . Men neemt van elk van deze vloeistoffen eenzelfde massa m en voegt deze samen in een thermisch geïsoleerde beker. Verwaarloos de warmteopname of warmteafgifte van de beker. De aggregatietoestand van de vloeistoffen verandert niet.

De eindtemperatuur θ van het mengsel in de beker is gelijk aan:

$$\langle A \rangle \quad \theta = \frac{\theta_A + \theta_B + \theta_C}{3}.$$

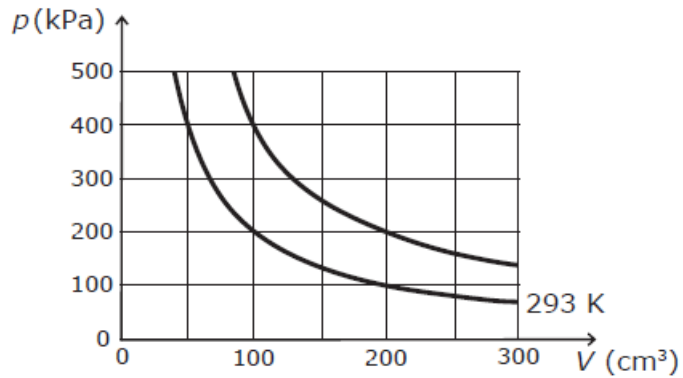
$$\langle B \rangle \quad \theta = \frac{3(c_A \cdot \theta_A + c_B \cdot \theta_B + c_C \cdot \theta_C)}{c_A + c_B + c_C}.$$

$$\langle C \rangle \quad \theta = \frac{c_A \cdot \theta_A + c_B \cdot \theta_B + c_C \cdot \theta_C}{c_A + c_B + c_C}.$$

$$\langle D \rangle \quad \theta = \frac{c_A \cdot \theta_A + c_B \cdot \theta_B + c_C \cdot \theta_C}{\theta_A + \theta_B + \theta_C}.$$

2019 Arts geel Vraag 4

Onderstaand p(V)-diagram geeft het verband weer tussen de druk en het volume van een bepaalde hoeveelheid van een ideaal gas bij twee verschillende temperaturen. De onderste isotherm geldt bij een temperatuur van 293 K

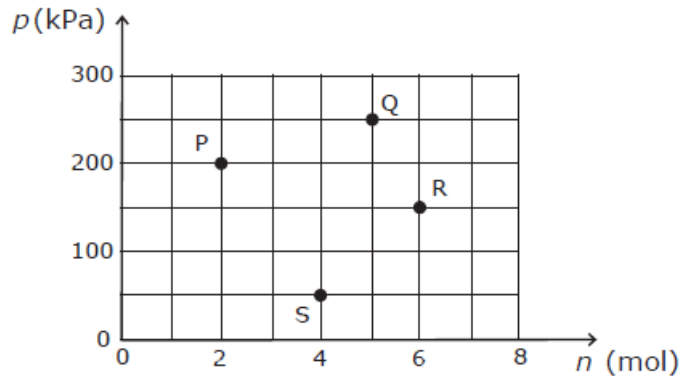


De bovenste isotherm geldt bij een temperatuur van:

- <A> 283 K
- 313 K
- <C> 586 K
- <D> 859 K

2019 Tandarts geel Vraag 4

Onderstaand diagram geeft de druk p en het aantal mol n weer van vier toestanden P, Q, R en S van een ideaal gas bij dezelfde temperatuur.

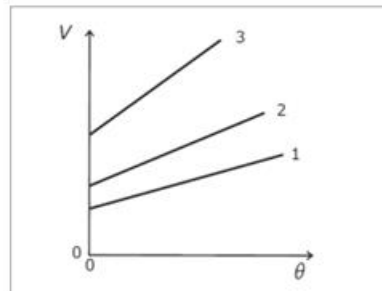


Het gas heeft het grootste volume in:

- <A> Toestand p
- Toestand Q
- <C> Toestand R
- <D> Toestand S

2020 – Arts Vraag 2

Onderstaande $V(\theta)$ -grafiek geeft het volume V weer als functie van de temperatuur θ van eenzelfde aantal mol van een ideaal gas gedurende drie verschillende processen. De druk van het gas tijdens elk proces 1, 2 en 3 noteren we p_1 , p_2 en p_3 .



Uit deze grafiek kan je besluiten dat:

- <A> $p_1 > p_2 > p_3$
- $p_1 < p_2 < p_3$
- <C> $p_1 = p_2 = p_3$
- <D> $p_1 > p_2$ en $p_2 < p_3$

2021 – Arts Vraag 3

Twee voorwerpen A en B raken elkaar niet en zijn thermisch geïsoleerd van hun omgeving. De massa van voorwerp A is de helft van de massa van voorwerp B. De temperatuur van voorwerp A is gelijk aan 0°C . De temperatuur van voorwerp B is gelijk aan 100°C . De soortelijke warmtecapaciteit c_B van het materiaal waaruit voorwerp B is gemaakt is dubbel zo groot als de soortelijke warmtecapaciteit c_A van het materiaal waaruit voorwerp A is gemaakt.

Deze voorwerpen worden in thermisch contact met elkaar gebracht zonder warmte-uitwisseling met de omgeving. Bij thermisch evenwicht ligt de eindtemperatuur in het interval:

- <A> Van 0°C tot 25°C
- Van 25°C tot 50°C
- <C> Van 50°C tot 75°C
- <D> Van 75°C tot 100°C

2021 – Tandarts Vraag 3

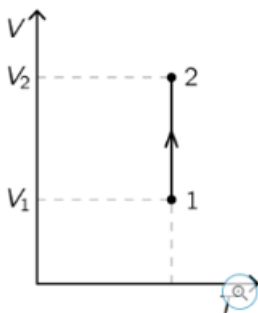
Twee afzonderlijke vaten X en Y zijn gevuld met ideaal gas. Het volume van vat X is dubbel zo groot als het volume van vat Y. De temperatuur van het gas in vat X is 200 K en de temperatuur van het gas in vat Y is 300 K . De druk in vat X is gelijk aan de druk in vat Y. Vat X bevat n mol gas.

Het aantal mol gas in vat Y is gelijk aan

- <A> n/3
- n/2
- <C> n
- <D> 2n

2022 Tandarts Vraag 3

Een hoeveelheid ideaal gas ondergaat een toestandsverandering van toestand 1 naar toestand 2 zoals weergegeven in onderstaand diagram waar het volume V is weergegeven bij temperatuur T . In toestand 1 is de druk p_1 en het volume V_1 . In toestand 2 is de druk p_2 en het volume V_2 .

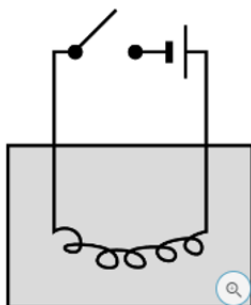


De verhouding p_1/p_2 is gelijk aan:

- <A> V_2/V_1
- V_1/V_2
- <C> $2V_2/(V_1 + V_2)$
- <D> $2V_1/(V_1+V_2)$

2022 Tandarts Vraag 10

Een massa van 100 g water bij een temperatuur van 20°C wordt opgewarmd met een verwarmingsspiraal in een thermisch geïsoleerd vat. Gedurende 5,0 min gaat een stroom van 0,50 A door de spiraal bij een spanning van 12,0 V zodat de temperatuur van het geheel $4,0^\circ\text{C}$ stijgt.



De totale warmtecapaciteit van het lege vat en de verwarmingspiraal is

- <A> 31 JK⁻¹
- 41 JK⁻¹
- <C> 51 JK⁻¹
- <D> 61 JK⁻¹

2023 – Arts Vraag 3

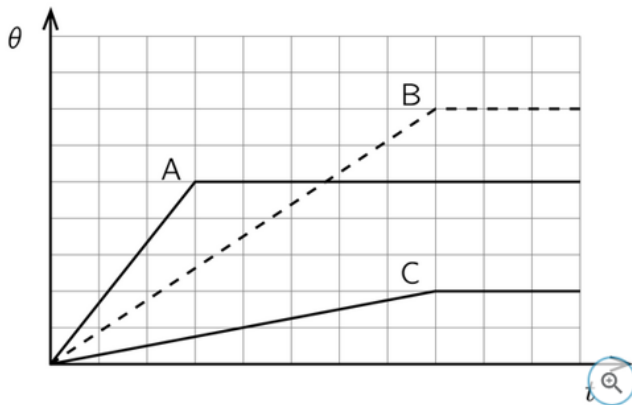
13,5 g argongas bevindt zich op een temperatuur van 50° C in een vat bij een druk van 233 kPa. De molaire massa M_{argon} van argon is 39,948 g/mol.

Het volume van het vat is

- <A> 3,9 liter
- 4,3 liter
- <C> 34 liter
- <D> 16 . 10 liter

2023 – Tandarts Vraag 3

De blokjes A, B en C zijn gemaakt uit een verschillende vaste stof. De blokjes hebben eenzelfde massa. De blokjes A, B en C hebben een verschillende soortelijke warmtecapaciteit C_A , C_B en C_C . De blokjes worden vanaf eenzelfde temperatuur opgewarmd waarbij de warmtetoevoer per tijdseenheid gelijk is voor de drie blokjes.

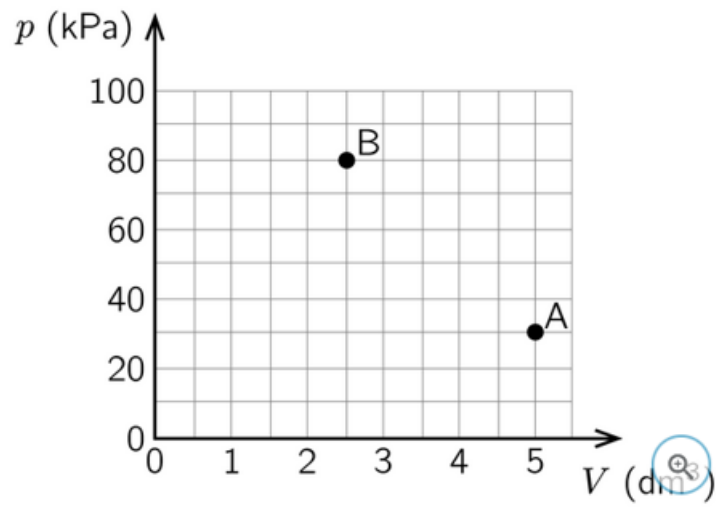


De rangschikking van de soortelijke warmtecapaciteit van de blokjes in de vaste toestand is

- <A> $C_A > C_B > C_C$
- $C_C > C_B > C_A$
- <C> $C_B > C_A > C_C$
- <D> $C_B = C_C > C_A$

2023 – Dierenarts Vraag 2

Een hoeveelheid ideaal gas ondergaat een toestandsverandering van toestand A naar toestand B. De temperatuur van het gas stijgt hierbij met 50 K. De druk p en het volume V van beide toestanden worden aangegeven in het $p(V)$ -diagram.



Het aantal mol gas is gelijk aan

- <A> 0,12
- 0,24
- <C> 0,36
- <D> 0,48

4. Oplossingen oefeningen uit vorige examens

Voorbeeldexamen 1997 Vraag 12

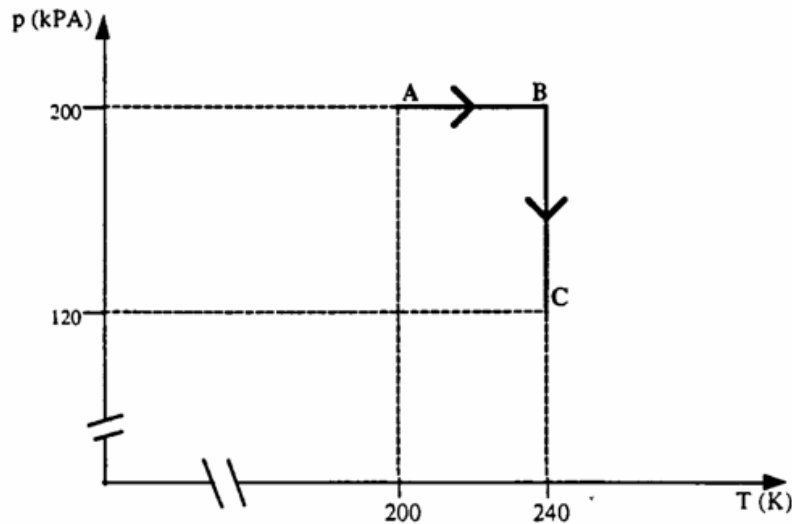
Gegeven:

$$p_A = p_B = 200 \text{ kPa} \quad p_C = 120 \text{ kPa}$$

$$T_A = 200 \text{ K} \quad T_B = T_C = 240 \text{ K}$$

$$V_C = 3,0 \text{ liter}$$

Gevraagd: V_A



Oplossing:

Vertrek van de algemene gaswet en kijk wat constant is:

Van A naar B: constante druk: $VT = \text{constant}$: $V_A/T_A = V_B/T_B$ (volumewet van Guy Lussac)

$$V_A = V_B \cdot T_A / T_B = 200/240 \cdot V_B$$

Om V_B te berekenen gebruiken we de overgang van B naar C

Van B naar C: constante temperatuur: $PV = \text{constant}$: $p_B \cdot V_B = p_C \cdot V_C$ (wet van Boyle Mariotte)

$$V_B = p_C \cdot V_C / p_B = 120 \cdot 3 / 200 = 1,8$$

$$\text{Vul nu } 1,8 \text{ in: } V_A = V_B \cdot T_A / T_B = 200/240 \cdot 1,8 = 1,5 \text{ l}$$

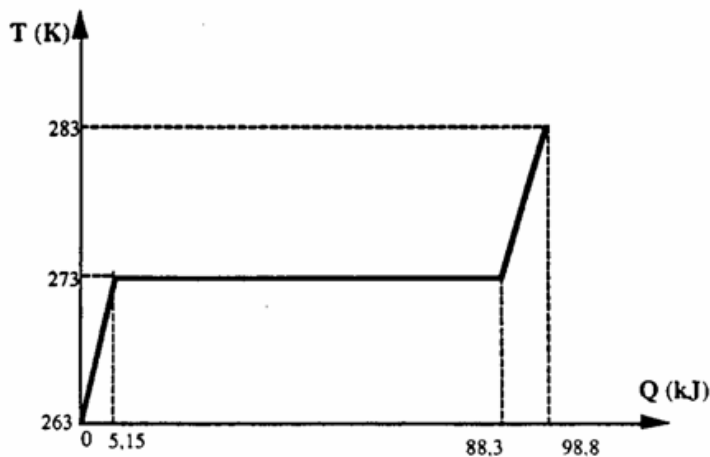
➔ Antwoord A

Voorbeeldexamen 1997 Vraag 13

Gegeven: Men verwarmt een hoeveelheid ijs met als gevolg dat de temperatuur ervan gaat stijgen. Na enige tijd verschijnen de eerste waterdruppels. Nadat al het ijs gesmolten is, merkt men dat de temperatuur oploopt. De grafiek geeft het verband tussen temperatuur en toegevoegde warmtehoeveelheid weer.

In tabellen zijn volgende gegevens opgenomen: specifieke warmtecapaciteit van ijs 2,059 kJ/kgK; specifieke smeltwarmte ijs: 332,7 kJ/kg en specifieke warmtecapaciteit van water is 4,185 kJ/kgK

Gevraagd: De hoeveelheid ijs (uitgedrukt in gram) waarmee men het experiment uitvoerde is dan:



Oplossing:

Om de massa m van een stof te laten stijgen in temperatuur met een waarde Δt is er een warmtehoeveelheid Q nodig die gelijk is aan: $Q = c_{\text{stof}} \cdot m \cdot \Delta t$

Uit de grafiek blijkt dat een verhoging van de temperatuur met 10 K een warmtehoeveelheid van 5,15 kJ nodig heeft.

We vullen dit in in bovenstaande formule om m_{ijs} te vinden: $Q = c_{\text{ijs}} \cdot m_{\text{ijs}} \cdot \Delta t$

$$5,15 = 2,059 \cdot m_{\text{ijs}} \cdot 10 \rightarrow m_{\text{ijs}} = 5,15 / 20,59 = 0,250 \text{ kg} = 250 \text{ g}$$

➔ Antwoord B

1997 Vraag 8

Gegeven: $p_1 = 2,00 \times 10^5 \text{ Pa}$. $T_1 = 27^\circ\text{C}$. $T_2 = 77^\circ\text{C}$. $V_2 = V_1 \cdot 1,05$

Gevraagd: p_2

Oplossing:

Omzetting temperatuur in °C naar K: $T = t + 273$

$T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}$ en $T_2 = 77 + 273 = 350\text{K}$

$$\frac{V_1 \cdot p_1}{T_1} = \frac{V_2 \cdot p_2}{T_2}$$

$$\frac{V_1 \cdot 2 \cdot 10^5}{300} = \frac{V_1 \cdot 1,05 \cdot p_2}{350}$$

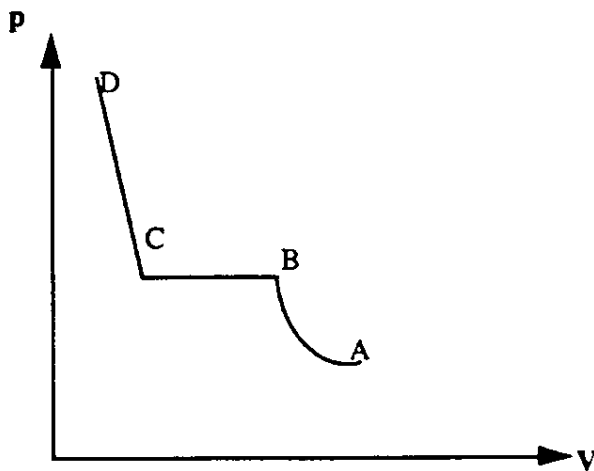
$$\frac{2 \cdot 10^5}{300} = \frac{1,05 \cdot p_2}{350}$$

$P_2 = 2,22 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

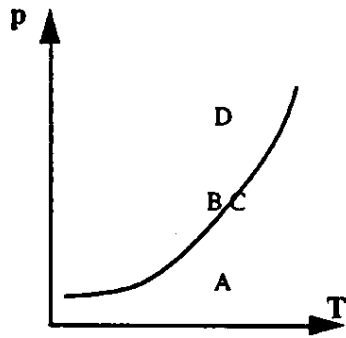
→ Antwoord B

Voorbeeldexamen 1998 Vraag 10

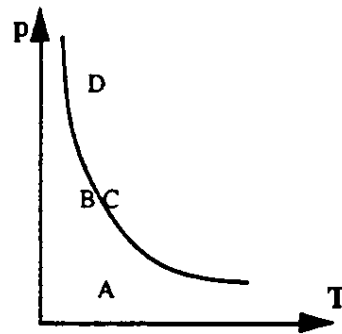
Gegeven: In de onderstaande figuur wordt van een bepaalde hoeveelheid koolstofdioxide het pV-diagram getekend. In het begin bevindt de damp zich in situatie A. De wanden van het vat zijn doorzichtig, zodanig dat de waarnemer elke faseverandering kan waarnemen. De koolstofdioxide wordt via compressie stilaan via B en C naar D gebracht.



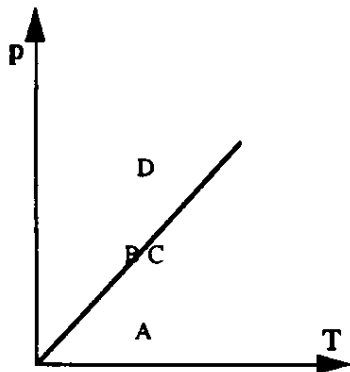
Als we dezelfde toestandsveranderingen zouden bekijken in een pt-diagram, dan is dit best voor te stellen door:



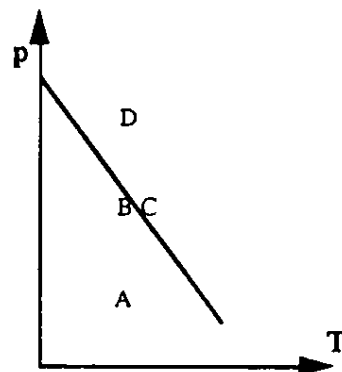
o a.



o b.



o c.



o d.

Oplissing:

In A bevindt de koolstofdioxide zich in de onverzadigde damp-fase. In B bereikt de stof haar maximumdampdruk en ontstaan de eerste vloeibare druppeltjes koolstofdioxide. In X is alle verzadigde damp vloeistof geworden, zodanig dat de druk kan stijgen boven de maximumdampdruk. In D neemt de druk van de vloeistof fel toe bij volumevermindering. We nemen dus een overgang waar van onverzadigde damp via verzadigde damp naar vloeistof. Men spreekt van 'isotherme condensatie'. In het pT-diagram tekenen we dan de kooklijn of dampdruklijn die bij elke temperatuur de maximumdampdruk van de stof aangeeft. Deze kromme is een parabool. Bij toenemende waarden van de temperatuur stijgt de maximumdampdruk van een stof.

→ Antwoord A

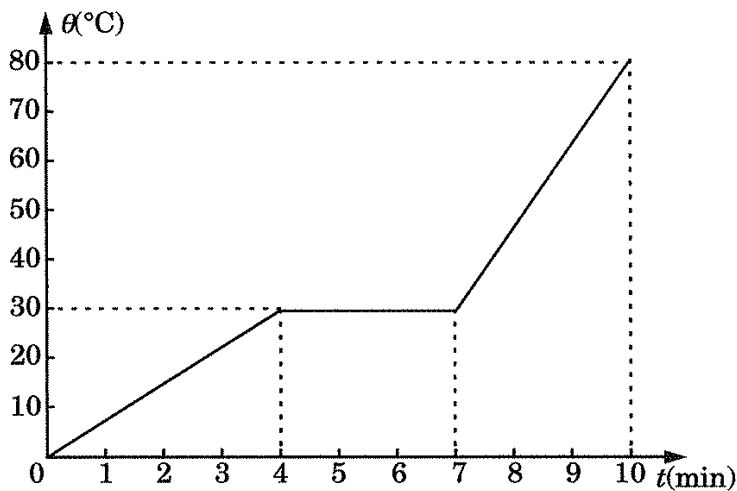
2001 Vraag 6

Gegeven: $m = 1,0 \text{ kg}$. $Q_{\text{toegevoegd}} = 2000 \text{ J/min}$

Gevraagd: Welke van de onderstaande beweringen is juist?

- A. Na 4 min is de stof in de vloeibare fase
- B. De soortelijke warmtecapaciteit van de stof is groter in de vloeibare fase dan in de vaste fase.

- C. De totale warmtehoeveelheid, nodig om de stof van de vaste fase naar de vloeibare fase over te laten gaan bedraagt 6000 J.
 D. Na 10 min is de stof volledig verdampt



Oplossing

Uit de grafiek blijkt dat de stof begint te smelten vanaf 4 minuten en dit proces duurt 3 minuten, daarna (vanaf 7 minuten) is de stof vloeibaar en dat is ze na 10 minuten nog steeds. De smeltwarmte is de warmte die nodig is om te smelten, dan stijgt de temperatuur niet want de toegevoegde warmte wordt gebruikt voor het smeltproces. Dat is gedurende 3 minuten, dus de smeltwarmte is $3 \times 2000 \text{ J/min} = 6000 \text{ J}$

➔ Antwoord C

2007 Vraag 4

Gegeven:

$$m_1 = 0,01 \text{ kg}$$

$$v = 2000 \text{ m/sec}$$

$$m_2 = 1 \text{ kg}$$

soortelijke warmtecapaciteit van paraffine is 2800 J/kgK .

Gevraagd: Δt van de paraffine

Oplossing:

$$E_{\text{kin}} = Q$$

$$(m_1 \cdot v^2) / 2 = c \cdot m_2 \cdot \Delta t \quad (\text{met } t \text{ in } ^\circ\text{C})$$

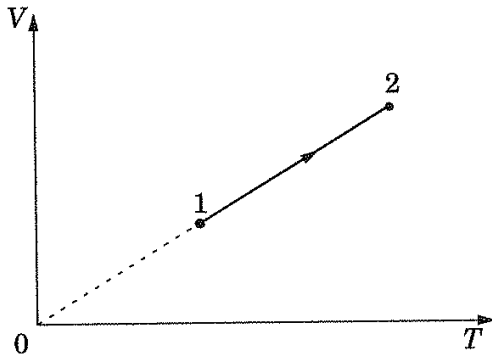
$$(0,01 \cdot (2000)^2) / 2 = 2800 \cdot 1 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 7,14 \text{ }^\circ\text{C}$$

→ Antwoord C

2007 Vraag 6

Gegeven: We beschouwen een ideaal gas dat overgaat van toestand 1 naar toestand 2 (zie figuur).



Over het volume en de druk kan je het volgende zeggen:

- A. $V_2 = \frac{T_1}{T_2} V_1 ; p = \text{constante}$
- B. $V_2 = \frac{T_1}{T_2} V_1 ; p \neq \text{constante}$
- C. $V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 ; p = \text{constante}$
- D. $V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 ; p \neq \text{constante}$

Oplossing:

Om van 1 naar 2 te gaan is zowel T als V gestegen, dus p bleef gelijk en V/T is constant of $V_1/T_1 = V_2/T_2$ waaruit C volgt.

→ Antwoord C

2008 - Juli Vraag 5

Gegeven: Twee identieke afgesloten kamers zijn met elkaar verbonden via een openstaande deur. De temperatuur is in beide kamers verschillend.

Gevraagd: Welke kamer heeft bevat de grootste massa lucht?

Oplossing:

$$p_1 V_1 / n_1 T_1 = p_2 V_2 / n_2 T_2$$

$$\rightarrow n_1 \cdot T_1 = n_2 T_2$$

Als T_1 stijgt tov T_2 moet n_1 dalen tov n_2 of n is omgekeerd evenredig met T

$m = nM$ met M = molaire massa. Als n stijgt, stijgt ook m , dus is m ook omgekeerd evenredig met T

De grootste massa vinden we dus bij de laagste temperatuur.

➔ Antwoord B

2008 - Augustus Vraag 2

Gegeven: Een waterkoker van 700 W heeft 3 minuten nodig om 600g van een vloeistof op te warmen van 25°C naar 90°C.

Gevraagd: soortelijke warmtecapaciteit van deze vloeistof?

Oplossing:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

Het vermogen is 700W of 700 J/seconde. Over 3 minuten geeft dat 126 000 J ($Q = W = P \cdot \Delta t$)

Omzetting naar Kelvin: 25°C = 298 K en 90° = 363K Dus: $\Delta t = 65K$ (ps: ook in °C kom je op een verschil van 65, dus de omzetting is niet echt nodig)

$$126\,000 = c \cdot 0,6 \cdot 65$$

$$c = 126\,000 / 0,6 \cdot 65 = 3230$$

➔ Antwoord C

2008 - Augustus Vraag 6

Gegeven: $P_{\max} = 25$ MPa.

P bij 20°C = 20 MPa.

Gevraagd: Temperatuur bij P_{\max} .

Oplossing:

Volume blijft gelijk: gebruik formule $p_1/T_1 = p_{\max}/T_{\max}$

$$20 / (273 + 20) = 25 / T_{\max}$$

$$T_{\max} = 366,25K = 93,25^\circ C$$

➔ Antwoord A

2009 - Juli Vraag 5

Gegeven: $m_1 = 20 \text{ l}$ en $T_1 = 45^\circ\text{C}$ $T_2 = 38^\circ\text{C}$

Gevraagd: m_2

Oplossing:

De 20 liter verliest warmte tot 38°C ($=-7^\circ\text{C}$) ($=Q_1$) en het toegevoegde water neemt warmte op ($=Q_2$) van 20°C tot 38°C ($=18^\circ\text{C}$)

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot c_w \cdot \Delta t_1 = m_2 \cdot c_w \cdot \Delta t_2$$

$$20 \cdot 7 = m_2 \cdot 18$$

$$m_2 = 140/18 = 7,77$$

➔ Antwoord A

2009 - Augustus Vraag 8

Gegeven: Een kan warme koffie wordt op eenzelfde temperatuur in 5 bekers van verschillend materiaal en massa gegoten. De temperatuur van alle lege bekers is dezelfde.

$$m_{\text{Fe}} = 100 \text{ gram en } c_{\text{Fe}}: 460 \text{ J}/(\text{kg.K})$$

$$m_{\text{Al}} = 30 \text{ gram en } c_{\text{Al}}: 910 \text{ J}/(\text{kg.K})$$

$$m_{\text{Cu}} = 150 \text{ gram en } c_{\text{Cu}}: 390 \text{ J}/(\text{kg.K})$$

$$m_{\text{Cu}} = 50 \text{ gram en } c_{\text{Ag}}: 230 \text{ J}/(\text{kg.K})$$

Gevraagd: Grootste Q

Oplossing:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Bereken $Q/\Delta t$, dus de warmte per tijdseenheid:

$$Q_{\text{Fe}} = 460 \cdot 0,1 = 46 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Al}} = 910 \cdot 0,03 = 27,3 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Cu}} = 390 \cdot 0,15 = 58,5 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Ag}} = 230 \cdot 0,05 = 11,5 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

➔ Antwoord C

2010 - Juli vraag 4

Gegeven: $T = 37^\circ\text{C}$

$P = 130 \text{ W}$.

$L_v = 2350 \text{ kJ/kg}$

Gevraagd: vochtverlies per uur = m per uur?

Oplossing:

$$P \cdot \Delta t = Q \rightarrow Q = 130 \cdot 3600 = 468000$$

$$Q = L_v \cdot m$$

$$468000 = 2350 \cdot m$$

$$m = 199$$

→ Antwoord

2010 - Juli Vraag 10

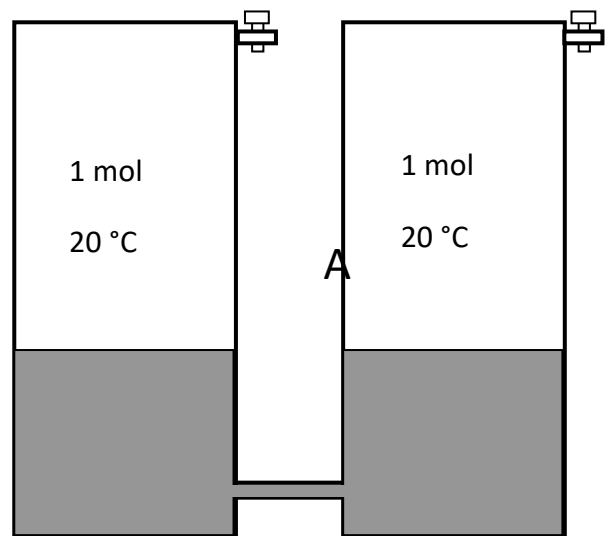
Situatie A:

Twee identieke vaten zijn verbonden door een darmpje. Beide vaten bevatten naast 1 mol gas bij 20°C ook een hoeveelheid vloeistof die van het ene vat naar het andere kan lopen.

Na evenwicht bekomen we situatie A waarbij het water in beide vaten even hoog staat.

Via een kraantje kan men in elk vat gas toevoegen of laten ontsnappen.

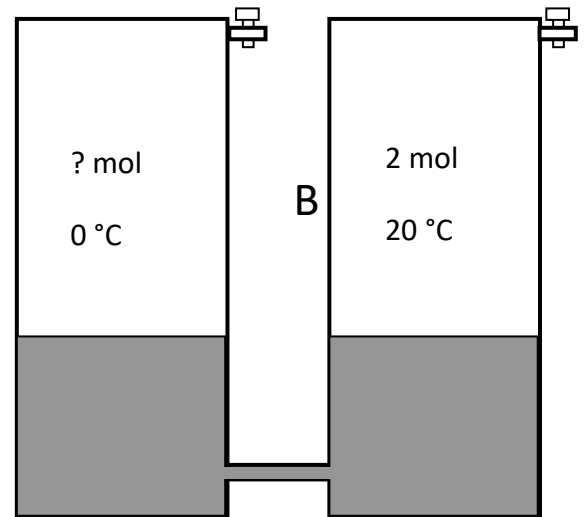
Situatie B



Stap 1: In het rechtersvat pompt men nu gas bij tot er in totaal 2 mol gas in zit. Een hoeveelheid vloeistof verloopt van het ene vat naar het andere.

Stap 2: Na evenwicht brengt men de temperatuur van het linkervat op 0 °C. Opnieuw verloopt een hoeveelheid vloeistof van het ene vat naar het andere.

Stap 3: Tenslotte verandert men in het linkervat de hoeveelheid gas zodat bij evenwicht het waterniveau opnieuw even hoog staat zoals in situatie A. Hierbij verloopt opnieuw een hoeveelheid vloeistof van het ene vat naar het andere.



Gevraagd: In welke richting vloeit de vloeistof gedurende het afkoelen van het linkervat (stap 2) en hoeveel gas bevindt zich uiteindelijk in het linkervat in situatie B?

Oplossing:

Stap 1: vloeistof loopt in het linkervat

Stap 2: vloeistof loopt in het linkervat (het linkervat koelt af, dus de druk daalt)

Stap 3: $p_1V_1/n_1T_1 = p_2V_2/n_2T_2$

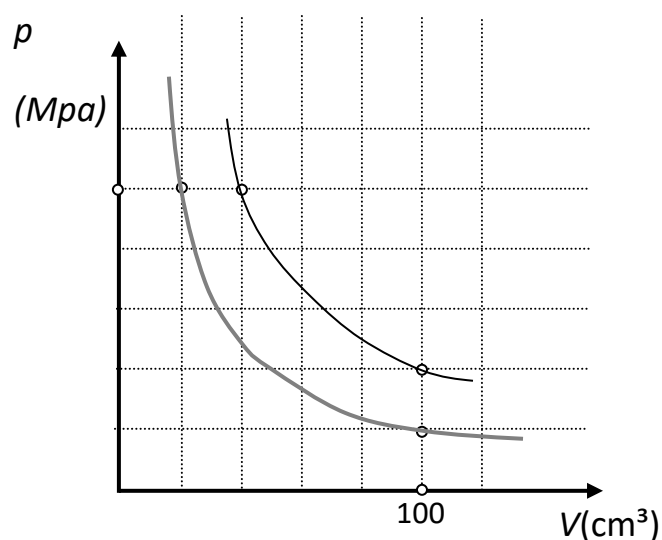
Vermits de volumes en druk gelijk blijven, zijn de tellers gelijk, dus ook de noemers.

$n_1T_1 = n_2T_2$ waaruit we n_1 kunnen berekenen:

$n_1 = n_2T_2/T_1 = 2\text{ mol} \cdot (20+273)\text{K}/273\text{K} = 2,15\text{ mol}$

➔ Antwoord A

2010 - Augustus Vraag 7



Gegeven is een $p(V)$ -grafiek van twee isotherme processen
 De temperatuur op de onderste curve is 20°C .
 Gevraagd: Hoeveel bedraagt de temperatuur bij de bovenste grafiek.

Oplossing:

$$pV = nRT$$

pV is dus evenredig met T want nR is constant

$$\text{Onderste curve: } pV \text{ op coördinaat } (1 \text{ Mpa}, 20 \text{ cm}^3): 1 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 20 \text{ J}$$

$$\text{Bovenste curve: } pV \text{ op coördinaat } (1 \text{ Mpa}, 40 \text{ cm}^3): 1 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 40 \text{ J}$$

Vermits pV evenredig is met T en pV verdubbeld is (van 20 naar 40J) verdubbelt ook T bij de bovenste curve: $T_{\text{bovenste curve}} = 2 \cdot T_{\text{onderste curve}}$

$$T_{\text{bovenste curve}} = 2 \cdot (20 + 273) = 586 \text{ K of } 313^{\circ}\text{C}$$

➔ Antwoord D

2011 - Juli Vraag 6

Gegeven: $m = 150$ gram per minuut. $T = 78^{\circ}\text{C}$ $L_v(\text{ethanol}) = 406 \text{ kJ/kg}$

Gevraagd: P verdampingstoestel?

$$\text{Oplossing: } P = W/\Delta t = Q/\Delta t$$

$$\text{Bereken } Q = L_v \cdot m = 406 \cdot 10^3 \text{ J/kg } 0,150 \text{ kg} = 60,9 \cdot 10^3$$

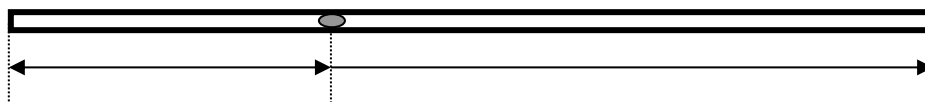
$$\Delta t = 60 \text{ seconden}$$

$$P = 60,9 \cdot 10^3 / 60 = 1015 \text{ W}$$

➔ Antwoord D

2011 – Augustus Vraag 3

Gegeven: Een gesloten glazen buis is opgedeeld in twee delen door een kwikdruppel die vrij kan bewegen. In de ruimte links bevindt zich 25 mg N_2 -gas, in de ruimte rechts 40 mg N_2 -gas.



L_1L_2

Gevraagd: Wat is de verhouding $\frac{L_1}{L_2}$ wanneer de kwikdruppel in evenwicht is?

Oplossing:

$p_1V_1/n_1T_1 = P_2V_2/n_2T_2$ en T zijn constanten

Dus $V_1/n_1 = V_2/n_2$

Volume is lengte x oppervlakte grondvlak, dat bij V_1 en V_2 gelijk is.

$n = m/M$ en M is telkens gelijk, dus kunnen we n ook door m vervangen.

We kunnen dus ook schrijven: $l_1/m_1 = l_2/m_2$

$$l_1/l_2 = m_1/m_2 = 25/40 \text{ mg} = 0,625$$

→ Antwoord B

2012 - Juli Vraag 3

Gegeven: $m = 200 \text{ g}$ water $L_V = 2260000 \text{ J/kg}$

Gevraagd: Q?

Oplossing:

$$Q = L_V \cdot m = 2260000 \text{ J/kg} \cdot 0,2 \text{ kg} = 454000 \text{ J} = 4,52 \cdot 10^5 \text{ J}$$

→ Antwoord C

2012 - Augustus Vraag 2

Gegeven: Overdruk = $1,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. $V = 1 \text{ m}^3$ $T = 17^\circ\text{C}$

Gevraagd: Hoeveel mol gas zit er in de band?

Oplossing

Overdruk: druk die wordt gemeten t.o.v. de atmosferische druk.

De druk vinden we dus door de atmosferische druk bij de overdruk te tellen:

$$P = 1,9 \cdot 10^5 + 1 \cdot 10^5 = 2,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T = 17^\circ\text{C} = 290 \text{ K}$$

$R = 8,31 \text{ J/mol.K}$ (gegeven in tabel formules)

$n = p.V/RT = 29000.1/ 8,31.290 = 1000/8.3 = 120 \text{ mol}$

➔ Antwoord A

2013 - Juli Vraag 6

Gegeven: $T_1 = 15^\circ\text{C}$ en $T_2 = 100^\circ\text{C}$. $V = 1 \text{ liter}$ $P = 2,0 \text{ kW?}$ ($c_w = 4190 \text{ J/(kg.K)}$)

Gevraagd: Hoeveel warmte is hiervoor nodig?

Gevraagd:

Oplossing

$W = P.\Delta t = Q$

$P.\Delta t = 2000 \text{ W (gegeven).}\Delta t$

Temperatuurverschil: $100^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 85^\circ\text{C}$

$Q = m.c.\Delta t = 1.4190.85 = 356150$

Stel $P.\Delta t$ gelijk aan Q en vervang:

$2000 \text{ W} .\Delta t = 356150$

$\Delta t = 356150/2000 = 178 \text{ s}$

➔ Antwoord B

2014 – Juli Vraag 3

Gegeven:

Wanneer men een massa m_1 met soortelijke warmtecapaciteit C_1 met een constant vermogen verwarmt in een thermisch vat, dan stijgt de temperatuur van de verwarmde stof als functie van de tijd zoals aangegeven in de grafiek rechts.

Wanneer men nu een tweede massa $m_2 = 2.m_1$ met $c_2 = c_1/2$ met thermische pasta tegen de eerste massa aanbrengt in het thermisch vat,

Gevraagd: welke grafiek zal men dan bekomen als men start bij dezelfde begintemperatuur?

Oplossing:

Zoek het functievoorschrift voor de eerste grafiek door Q gelijk te stellen aan $P.\Delta t$

$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ met $\Delta\theta =$ temperatuurverschil

$$P \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Los op naar θ om het functievoorschrift te vinden:

$$\theta_1 = \theta_0 + P / (m_1 \cdot c_1) \cdot \Delta t$$

In de tweede situatie vinden we voor

$$Q = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta\theta$$

$$P \cdot \Delta t = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta\theta$$

Vervang nu m_2 en c_2 door de waarde die gegeven is:

$$P \cdot \Delta t = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta + 2m_1 \cdot (c_1 / 2) \cdot \Delta\theta$$

$$P \cdot \Delta t = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta + m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta$$

$$P \cdot \Delta t = 2 \cdot m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta$$

$$P \cdot \Delta t = 2 \cdot m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta_1 - \theta_0)$$

$$P \cdot \Delta t / (2 \cdot m_1 \cdot c_1) = (\theta_1 - \theta_0)$$

$$\theta_1 = \theta_0 + P / (2 \cdot m_1 \cdot c_1) \cdot \Delta t$$

De factor voor Δt is de helft van de vorige grafiek, dit is de helling.

Grafiek B heeft een helling die half zo groot is.

➔ Antwoord B

2014 - Augustus Vraag 8

Gegeven: $\Delta t_1 = 20^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = 12^\circ\text{C}$ $\Delta t_2 = 8^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 8^\circ\text{C}$; $m_1 = 0,3 \text{ kg}$

Gevraagd: m_2

Oplossing:

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot c \cdot \Delta t_1 = m_2 \cdot c \cdot \Delta t_2$$

$$m_1 \cdot \Delta t_1 = m_2 \cdot \Delta t_2$$

$$0,3 \cdot 12 = m_2 \cdot 8$$

$$m_2 = 3,6 / 8 = 0,45$$

→ Antwoord B

2015 – Augustus Vraag 2

Gegeven: $V_2 = 3/2 V_1$ De atmosferische druk (p_2) = $1,013 \cdot 10^5 \text{ N.m}^2$.

Gevraagd: vulhoogte van het vat

Oplossing:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$P_1 \cdot V_1 = 1,013 \cdot 10^5 \cdot 3/2 V_1$$

$$P_1 = 1,013 \cdot 10^5 \cdot 3/2$$

Van deze totale druk onderaan moeten we de atmosferische nog aftrekken om de hydrostatische druk te krijgen = $1,013 \cdot 10^5 \cdot 3/2 - 1,013 \cdot 10^5 = 1,013 \cdot 10^5 \cdot 1/2 = 0,5065 \cdot 10^5 \text{ N.m}^2 = 50650 \text{ N.m}^2$

Nu kunnen we de hoogte berekenen met $h = p_{\text{hydr}} / \rho_{\text{water}} \cdot g = 50650 / 1000 \cdot 9,81 = 5 \text{ m}$

→ Antwoord C

2015 – Augustus Vraag 3

Gegeven: Een hoeveelheid vloeistof met massa m_1 en temperatuur Θ_1 wordt in een termisch geïsoleerd vat gegoten, waarin een hoeveelheid van dezelfde vloeistof zit met massa m_2 en temperatuur Θ_2 . Veronderstel dat het vat geen warmte opneemt of afgeeft.

Gevraagd: juiste vergelijking voor de evenwichtstemperatuur Θ_e van de vloeistof:

Oplossing: De evenwichtstemperatuur zit tussen Θ_1 en Θ_2 en de opgenomen warmte = afgegeven warmte.

$$Q_1 = Q_2$$

$$C \cdot m_1 \cdot \Delta \Theta_1 = C \cdot m_2 \cdot \Delta \Theta_2$$

Voor de opgenomen warmte vinden we een temperatuurinterval $\Delta \Theta_1 = \Theta_e - \Theta_1$ en voor de afgegeven warmte: $\Delta \Theta_2 = \Theta_2 - \Theta_e$

$$C \cdot m_1 \cdot (\Theta_e - \Theta_1) = C \cdot m_2 (\Theta_2 - \Theta_e)$$

$$m_1 \cdot \Theta_e - m_1 \Theta_1 = m_2 \Theta_2 - m_2 \Theta_e$$

$$m_1 \cdot \Theta_e + m_2 \Theta_e = m_2 \Theta_2 + m_1 \Theta_1$$

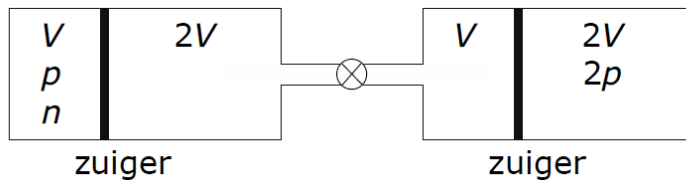
$$\Theta_e (m_1 + m_2) = m_2 \Theta_2 + m_1 \Theta_1$$

$$\Theta_e = \frac{m_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot \theta_2}{m_1 + m_2}$$

➔ Antwoord B

2016 Juli geel Vraag 10

Gegeven:



Gevraagd: Hoeveel bedraagt dan de uiteindelijke druk p_f en hoe groot is het totaal aantal mol gasdeeltjes n_t ?

Oplossing:

Vul de ontbrekende waarden in voor de beginsituatie:

Gebruik $n \sim p \cdot V / T$ om de aantal n te berekenen

Linkerkant: V, p, n links en $2V, p, 2n$ rechts

Rechterkant: $V, 2p, 4n$ links en $2V, 2p, 2n$ rechts

Tel het total aantal n op: $n_t = n + 2n + 4n + 2n = 9n$

Eindsituatie: Kies het eerste (of een ander compartiment) om p_f te berekenen:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{n_1} = \frac{p_f \cdot V_t}{n_t}$$

$$\frac{p \cdot V}{n} = \frac{p_f \cdot 6V}{9n}$$

$$P_f = 9/6p = 3/2p$$

➔ Antwoord D

2016 – Juli geel Vraag 15

Een eetbord met massa m_b bevindt zich op kamertemperatuur θ_b . Op het bord wordt een hoeveelheid warme erwten geschept met totale massa m_e en temperatuur θ_e . De warmtecapaciteit van het bord is C_b en de specifieke warmtecapaciteit van erwten is c_e . Veronderstel dat er geen warmte-uitwisseling met de omgeving is.

Welke van de onderstaande uitdrukkingen geeft de eindtemperatuur θ van het geheel van bord met erwten?

$$\begin{aligned} \langle A \rangle \quad \theta &= (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e + C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e + C_b)^{-1}. \\ \langle B \rangle \quad \theta &= (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e - C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e - C_b)^{-1}. \\ \langle C \rangle \quad \theta &= (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e - C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e - C_b \cdot m_b)^{-1}. \\ \langle D \rangle \quad \theta &= (c_e \cdot m_e \cdot \theta_e + C_b \cdot \theta_b) (c_e \cdot m_e + C_b \cdot m_b)^{-1}. \end{aligned}$$

Oplossing: De evenwichtstemperatuur zit tussen θ_b en θ_e en de opgenomen warmte = afgegeven warmte.

$$Q_{\text{afgegeven}} = Q_{\text{opgenomen}}$$

$$c_e \cdot m_e \cdot \Delta \theta_e = C_b \cdot \Delta \theta_b$$

Er niets is gezegd over de massa van het bord of de soortelijke warmtecapaciteit van het bord. Er is wel iets gezegd over de warmtecapaciteit van het bord C_b .

De soortelijke wordt uitgedrukt als kleine c_b en stelt de energie in Joule voor die nodig is om 1kg 1°C op te warmen. De gewone warmtecapaciteit representeert een geheel voorwerp (bv het bord) en is uitgedrukt in joule per °C, hier is de massa van het specifieke voorwerp al ingecalculerd

Voor de opgenomen warmte vinden we een temperatuurinterval $\Delta \theta_b = \theta - \theta_b$ en voor de afgegeven warmte: $\Delta \theta_e = \theta_e - \theta$

$$c_e \cdot m_e (\theta_e - \theta) = C_b \cdot (\theta - \theta_b)$$

$$c_e \cdot m_e \theta_e - c_e \cdot m_e \theta = C_b \cdot \theta - C_b \cdot \theta_b$$

$$-C_b \cdot \theta - c_e \cdot m_e \theta = -c_e \cdot m_e \theta_e - C_b \cdot \theta_b$$

$$C_b \cdot \theta + c_e \cdot m_e \theta = c_e \cdot m_e \theta_e + C_b \cdot \theta_b$$

$$(c_e \cdot m_e + C_b) \cdot \theta = c_e \cdot m_e \theta_e + C_b \cdot \theta_b$$

$$\theta = (c_e \cdot m_e \theta_e + C_b \cdot \theta_b) \cdot (c_e \cdot m_e + C_b)^{-1}$$

➔ Antwoord A

2016 – Augustus geel Vraag 15

Een thermisch geïsoleerde beker bevat een hoeveelheid water met massa m bij een temperatuur θ_1 . Een tweede identieke beker bevat eenzelfde massa m water bij een temperatuur $\theta_2 > \theta_1$. Het water uit deze tweede beker wordt bij het water in de eerste beker gevoegd, waardoor bij evenwicht de temperatuur van het water gelijk is aan θ . Aan het water worden ijsblokjes toegevoegd met massa m_{ijs} ; deze hebben een temperatuur van 0 °C. De hoeveelheid ijs is zo dat alle ijs juist smelt. In onderstaande antwoordmogelijkheden is de soortelijke warmtecapaciteit van water genoteerd als c_{water} , en de soortelijke smeltwarmte van water als $l_{s,\text{ijs}}$.

Welke van de onderstaande uitdrukkingen voor de massa m_{ijs} is correct?

- <A> $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot \theta \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.
- $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.
- <C> $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot (\theta_1 + \theta_2) \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.
- <D> $m_{\text{ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot \theta_2 \cdot l_{\text{s,ijs}}^{-1}$.

Oplossing

$$Q = L_{\text{s,ijs}} \cdot m_{\text{ijs}}$$

Opgenomen warmte om ijs te doen smelten = afgegeven warmte van hoeveelheid $2m$ met temperatuur θ

$$m_{\text{ijs}} \cdot L_{\text{s,ijs}} = 2 \cdot m \cdot c_{\text{water}} \cdot \theta.$$

➔ Oplossing A

2017 – Juli geel Vraag 13

Het volume V_A van een hoeveelheid ideaal gas bij een temperatuur T_A en een druk p_A neemt bij constant druk toe van V_A tot V_B bij een temperatuur T_B . Vervolgens wordt de druk op het gas bij constant volume verlaagd tot $P_C = P_A/4$ door een verandering van de temperatuur. De eindtemperatuur T_C is gelijk aan T_A .

Gegeven:

$$P_C = P_A/4$$

$$\text{Gebruik: } p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$$

$$P_A V_A / T_A = P_C V_C / T_C$$

Vermits $T_C = T_A$ (gegeven) kunnen we dit vereenvoudigen tot:

$$P_A V_A = P_C V_C$$

Vervang P_C door $P_A/4$ (gegeven)

$$P_A V_A = P_A V_C / 4$$

$$V_A = P_A V_C / 4 \cdot P_A$$

$$V_A = V_C / 4$$

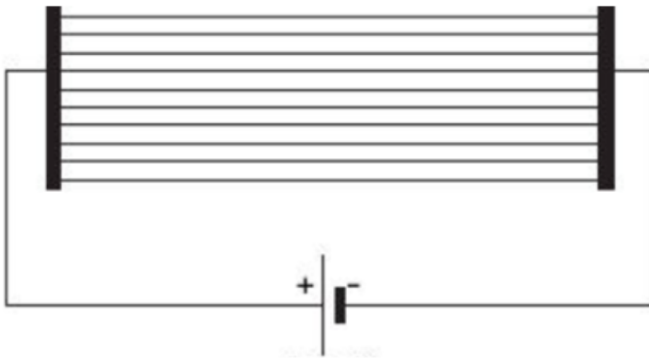
Vermits $V_C = V_B$ (gegeven dat volume constant gehouden wordt van V_B naar V_C)

$$V_A = V_B / 4$$

➔ Antwoord D

2017 – Juli geel Vraag 15

De achterrautverwarming in een auto bestaat uit 10 parallel geschakelde draden, elk met een weerstand van $10,0 \Omega$ (zie figuur). De draden zijn verbonden met een spanningsbron van $12,0 \text{ V}$.



Op de achterraut heft zich een laagje ijs gevormd met massa 200 g en temperatuur 0°C . We veronderstellen dat de hoeveelheid ontwikkelde warmte in de draden volledig wordt afgestaan aan het ijs. Om $1,00 \text{ kg}$ ijs bij 0°C te smelten tot water van 0°C is $344 \times 10^3 \text{ J}$ warmte nodig.

Oplossing:

Ontwikkelde warmte = smeltwarmte

$$P \cdot T = m_{\text{ijs}} \cdot L_s$$

Bereken vermogen $P = U^2/R$

$$R = 10 \text{ parallel geschakelde draden: } 1/R = 1/10 + 1/10 + \dots + 1/10 = 10/10 \rightarrow R = 1$$

$$P = 12^2 / 1 = 144$$

$$PT = m_{\text{ijs}} \cdot L_s$$

$$144 \cdot T = 0,2 \cdot 334000$$

$$\rightarrow T = 33400/72 = 463,8 \text{ s}$$

→ Antwoord C

2017 – Augustus geel Vraag 14

Een blok lood met massa 100 g en temperatuur 10°C wordt in thermisch contact gebracht met een blok aluminium met massa 100 g en temperatuur 90°C. De soortelijke warmtecapaciteit van lood is 130 J/(kg.K) en van aluminium is 900 J/(kg.K). De blokken zijn thermisch geïsoleerd van de omgeving.

Gevraagd: De eindtemperatuur van de blokken

Oplossing:

$$10^{\circ}\text{C} \rightarrow x \rightarrow 90^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta \Theta_1 = x - 10$$

$$\Delta \Theta_2 = 90 - x$$

$$Q_{\text{Pb}} = Q_{\text{Al}}$$

$$C \cdot m_{\text{Pb}} \cdot \Delta \Theta_1 = C \cdot m_{\text{Al}} \cdot \Delta \Theta_2$$

$$130 \cdot 0,1 \cdot (x - 10) = 900 \cdot 0,1 \cdot (90 - x)$$

$$13x - 130 = 8100 - 90x$$

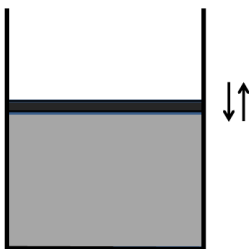
$$103x = 8230$$

$$x = 8230/103 \text{ of ongeveer } 80^{\circ}\text{C}$$

→ Antwoord D

2017 – Augustus geel Vraag 15

In een thermisch geïsoleerd vat bevindt zich een gas dat kan worden beschreven als een ideaal gas (zie figuur). De afsluiting aan de bovenkant van het vat kan vrij bewegen.



De temperatuur T van het gas wordt langzaam verhoogd en zodanig dat er geen gas kan ontsnappen.

Gevraagd: Welke van de onderstaande figuur beschrijft het best de afhankelijkheid van de druk p met de temperatuur T ?

Oplossing: De druk blijft overal gelijk

➔ Antwoord B

2018 Arts geel Vraag 2

Verschillende toestanden van eenzelfde hoeveelheid ideaal gas worden weergegeven door de punten A, B, C en D in het onderstaande p(V)-diagram.

$$pV = n.RT$$

Dus pV evenredig met T:

$$\text{Voor A: } pV = 2.250 = 500$$

$$\text{Voor B: } pV = 3.200 = 600$$

$$\text{Voor C: } pV = 5.150 = 750$$

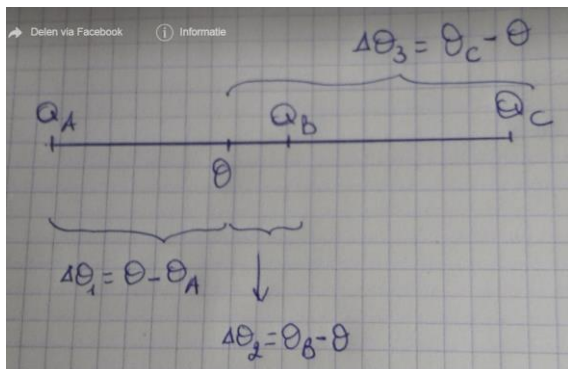
$$\text{Voor D: } p.V = 7.100 = 700$$

Grootste T is in toestand C

→ Antwoord C

2018 Tandarts geel Vraag 2

De eindtemperatuur θ van het mengsel in de beker is gelijk aan:



Opgenomen warmte = afgegeven warmte

$$Q_A = Q_B + Q_C$$

$$m_A \cdot c_A \cdot \Delta\theta_1 = m_B \cdot c_B \cdot \Delta\theta_2 + m_C \cdot c_C \cdot \Delta\theta_3$$

vereenvoudig vanwege: $m_A = m_B = m_C$

$$c_A \cdot \Delta\theta_1 = c_B \cdot \Delta\theta_2 + c_C \cdot \Delta\theta_3$$

$$c_A \cdot (\theta - \theta_A) = c_B(\theta_B - \theta) + c_C(\theta_C - \theta)$$

$$c_A \cdot \theta - c_A \theta_A = c_B \theta_B - c_B \theta + c_C \theta_C - c_C \theta$$

$$(c_A + c_B + c_C)\theta = c_A \theta_A + c_B \theta_B + c_C \theta_C$$

$$\Theta = c_A \Theta_A + c_B \Theta_B + c_C \Theta_C / c_A + c_B + c_C$$

→ Antwoord C

2019 Arts geel Vraag 4

$p \cdot V = nRT$ of $T = pV/nR$ dus T evenredig met $p \cdot V$

Stel $T_1 = 293\text{K}$ Neem nu een punt op de grafiek, bv. $V = 200$ en $P = 100 \rightarrow p \cdot V = 20000$

Neem nu een punt op de tweede grafiek, bv. $V = 200$ en $P = 200 \rightarrow p \cdot V = 40000$

Op de tweede grafiek is pV twee keer zo groot als op de tweede, dus T_2 is het dubbel van T_1
 $\rightarrow 2 \cdot 293\text{K} = 586\text{K}$

→ Antwoord C

2019 Tandarts geel Vraag 4

$p \cdot V = nRT$ of $V : n \cdot R \cdot T / p$ Het volume is dan evenredig met n/p

Bereken n/p voor elke toestand:

n/p bij P: $2/200 = 1/100$

n/p bij Q: $5/250 = 2/100$

n/p bij S: $4/50 = 8/100$

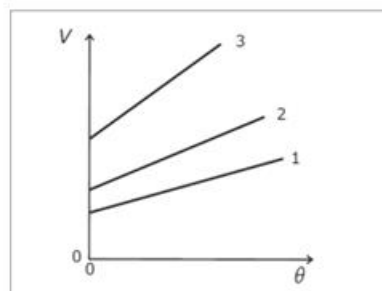
n/p bij R: $6/150 = 4/100$

→ Volume is het grootste bij toestand S

→ Antwoord D

2020 – Arts Vraag 2

Onderstaande $V(\theta)$ -grafiek geeft het volume V weer als functie van de temperatuur θ van eenzelfde aantal mol van een ideaal gas gedurende drie verschillende processen. De druk van het gas tijdens elk proces 1, 2 en 3 noteren we p_1 , p_2 en p_3 .



Uit deze grafiek kan je besluiten dat:

Oplossing:

Bij dezelfde temperatuur (bv. bij temperatuur = 0) is de druk groter naarmate het volume lager is: dus de druk van p_3 is het laagste en p_1 het hoogste: $p_1 > p_2 > p_3$

➔ Antwoord A

2021 – Arts Vraag 3

Twee voorwerpen A en B raken elkaar niet en zijn thermisch geïsoleerd van hun omgeving. De massa van voorwerp A is de helft van de massa van voorwerp B. De temperatuur van voorwerp A is gelijk aan 0°C. De temperatuur van voorwerp B is gelijk aan 100°C. De soortelijke warmtecapaciteit c_B van het materiaal waaruit voorwerp B is gemaakt is dubbel zo groot als de soortelijke warmtecapaciteit c_A van het materiaal waaruit voorwerp A is gemaakt.

Deze voorwerpen worden in thermisch contact met elkaar gebracht zonder warmte-uitwisseling met de omgeving. Bij thermisch evenwicht ligt de eindtemperatuur in het interval:

Oplossing:

Gegeven: $m_A = \frac{1}{2} m_B$ en $c_A = \frac{1}{2} c_B$

$$Q_A = Q_B$$

$$m_A \cdot c_A (t_{\text{eind}} - 0) = m_B \cdot c_B \cdot (100^\circ - t_{\text{eind}})$$

$$\frac{1}{2} m_B \cdot \frac{1}{2} c_B (t_{\text{eind}}) = m_B \cdot c_B \cdot (100^\circ - t_{\text{eind}})$$

$$\frac{1}{4} (t_{\text{eind}}) = (100^\circ - t_{\text{eind}})$$

$$\frac{5}{4} (t_{\text{eind}}) = 100^\circ \rightarrow t_{\text{eind}} = 80$$

➔ Antwoord D

2021 – Tandarts Vraag 3

Twee afzonderlijke vaten X en Y zijn gevuld met ideaal gas. Het volume van vat X is dubbel zo groot als het volume van vat Y. De temperatuur van het gas in vat x is 200 K en de temperatuur van het gas in vat Y is 300 K. De druk in vat X is gelijk aan de druk in vat Y. Vat X bevat n mol gas.

Het aantal mol gas in vat Y is gelijk aan

Oplossing:

Gegeven: $V_x = 2V_y$; $P_x = P_y$; $T_x = 200\text{K}$ en $T_y = 300\text{K}$; $n_x = n$

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ of $n = P \cdot V / R \cdot T$

Voor vat x geldt: $P_x \cdot V_x / R \cdot T_x = n_x$ of $P_x \cdot V_x / R \cdot 200 = n_x$

$$\frac{P_x \cdot V_x}{R} = 200n_x$$

Voor vat y geldt: $P_y \cdot V_y / R \cdot T_y = n_y$ of $P_x \cdot \frac{V_x}{2} / R \cdot 300 = n_y$ (zie gegeven)

$$\frac{P_x \cdot V_x}{R \cdot 600} = n_y$$

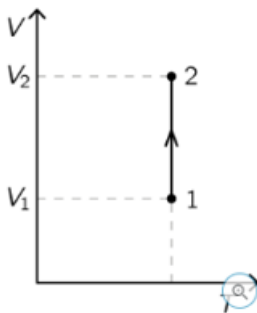
$$\frac{P_x \cdot V_x}{R} = 600 \cdot n_y$$

$200n_x = 600 \cdot n_y$ of $n_y = 200/600 n_x$ of $1/3 n$

➔ Antwoord A

2022 Tandarts Vraag 3

Een hoeveelheid ideaal gas ondergaat een toestandsverandering van toestand 1 naar toestand 2 zoals weergegeven in onderstaand diagram waar het volume V is weergegeven bij temperatuur T . In toestand 1 is de druk p_1 en het volume V_1 . In toestand 2 is de druk p_2 en het volume V_2 .



De verhouding p_1/p_2 is gelijk aan:

Oplossing:

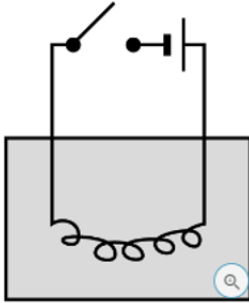
Bij constante temperatuur geldt: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

➔ $p_1/p_2 = V_2/V_1$

➔ Antwoord A

2022 Tandarts Vraag 10

Een massa van 100 g water bij een temperatuur van 20°C wordt opgewarmd met een verwarmingspiraal in een thermisch geïsoleerd vat. Gedurende 5,0 min gaat een stroom van 0,50 A door de spiraal bij een spanning van 12,0 V zodat de temperatuur van het geheel 4,0°C stijgt.



De totale warmtecapaciteit van het lege vat en de verwarmingspiraal is

Oplossing:

Omzetting eenheden: 100 g water = 0,1 kg; 5 minuten = 300 s = Δt ,

Verder weten we dat $\Delta\theta = 4$ en vermogen $P = U \cdot I = 12 \cdot 0,5 = 6$

$$Q_w + Q_v = P \cdot \Delta t$$

$$m_w \cdot c_w \cdot \Delta\theta + C \cdot \Delta\theta = P \cdot \Delta t$$

$$0,1 \cdot 4190 \cdot 4 + 4 \cdot C = 6 \cdot 300$$

$$C = (1800 - 1676) / 4 = 31$$

➔ Antwoord A

2023 – Arts Vraag 3

Gegeven: 13,5 g argongas bevindt zich op een temperatuur van 50° C in een vat bij een druk van 233 kPa. De molaire massa M_{argon} van argon is 39,948 g/mol.

Gevraagd: Het volume van het vat

Oplossing:

$$T = 50 \text{ °C} + 273 = 323\text{K}$$

$$P = 233 \text{ 000 Pa}$$

$$N = 13.5 / 39.94 = 0.337$$

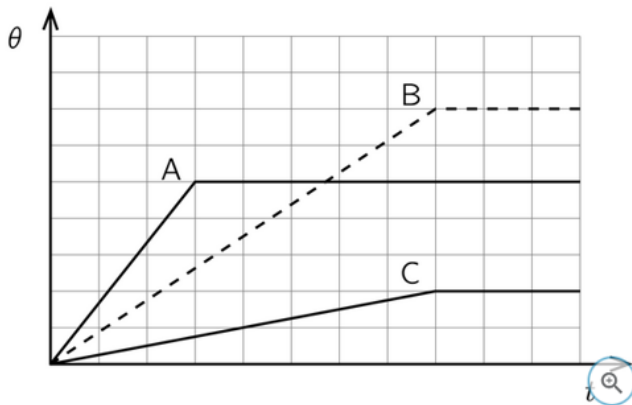
$$V = n \cdot R \cdot T / p = (8,31 \cdot 0,337 \cdot 323) / 233000 = 0,00388 \text{ m}^3 \text{ of } 3,9 \text{ l}$$

➔ Antwoord A

2023 - Tandarts Vraag 3

Vraag 3

De blokjes A, B en C zijn gemaakt uit een verschillende vaste stof. De blokjes hebben eenzelfde massa. De blokjes A, B en C hebben een verschillende soortelijke warmtecapaciteit C_A , C_B en C_C . De blokjes worden vanaf eenzelfde temperatuur opgewarmd waarbij de warmtetoevoer per tijdseenheid gelijk is voor de drie blokjes.



De rangschikking van de soortelijke warmtecapaciteit van de blokjes in de vaste toestand is

$$W + Q \text{ of } P. \Delta t = m.c. \Delta \theta$$

$$\Delta \theta = \frac{P}{m.c} \cdot \Delta t \text{ of ongeveer: } \frac{1}{c} \Delta t, \text{ dus hoe kleiner de helling, hoe groter } C$$

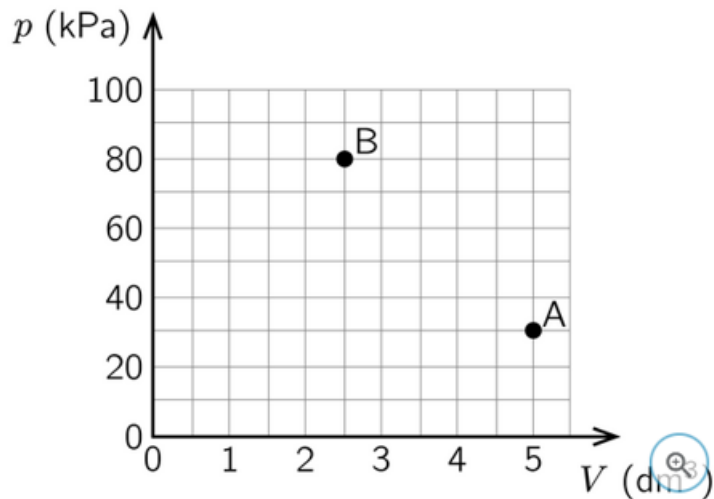
$$C_C > C_B > C_A$$

➔ Antwoord B

Alternatieve oplossing: op het moment dat de temperatuur constant wordt, beginnen de blokjes te smelten. A smelt eerst, dus zal de laagste C hebben, daarna beginnen B en C te smelten op hetzelfde tijdstip maar B is warmer. Blokje C heeft dus meer energie nodig om tot dezelfde temperatuur te komen, dus $C_C > C_B$

2023 – Dierenarts Vraag 2

Gegeven: Een hoeveelheid ideaal gas ondergaat een toestandsverandering van toestand A naar toestand B. De temperatuur van het gas stijgt hierbij met 50 K. De druk p en het volume V van beide toestanden worden aangegeven in het $p(V)$ -diagram.



Gevraagd: Het aantal mol gas

Oplossing:

$$(p_A \cdot V_A) / T_A = (p_B \cdot V_B) / T_B$$

We weten dat $T_B = T_A + 50$, dus:

$$(p_A \cdot V_A) / T_A = (p_B \cdot V_B) / (T_A + 50)$$

Zoek de waarden van druk en volume in de grafiek:

$$(30\,000 \cdot 0,005) / T_A = (80\,000 \cdot 0,0025) / (T_A + 50)$$

$$(3 \cdot 5) / T_A = (8 \cdot 2,5) / (T_A + 50)$$

$$15(T_A + 50) = T_A (8 \cdot 2,5)$$

$$15T_A - 20T_A = - 750$$

$$T_A = 750 / 5 = 150 \text{ K}$$

$$n = p \cdot V / RT = (30\,000 \cdot 0,005) / (150 \cdot 8,31) = 0,12 \text{ mol}$$

→ Antwoord A

