Le 8: Q 3,4,5,6,10 ; 40, 49, 53, 24, 38, 52, 45, 31, 60, 50, 4, 23

---

40. En kontainer innehåller 1,5 mol av en ädelgas med molmassa M_1 & 0,5 mol av en annan ädelgas med molmassa $M_2 = 3{,}0 M_1$.
Vilken andel av trycket på behållarens vägg kan tillskrivas den andra gasen.

Den kinetiska teorins förklaring av tryck leder experimentellt till lagen om partiellt tryck av en blandgas där inga kemiska reaktioner sker: Det totala trycket utövat av blandningen är lika med summan av de tryck som ädelgaserna hade skapat om de var ensamma i behållaren

Ideala gaslagen: $pV = nR \cdot T$, $R = 8.31$ J/mol·K

För gas 1: $p_1 = \frac{n_1 RT}{V}$, För gas 2: $p_2 = \frac{n_2 RT}{V}$

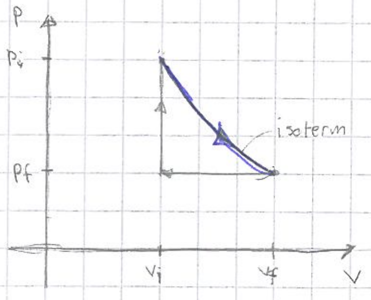
$$\frac{p_2}{p_1 + p_2} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot \frac{RT \cdot V}{V \cdot RT} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{0{,}5}{0{,}5 + 1{,}5} = \frac{1/2}{2} = \frac{1}{4} = 0{,}25 \Rightarrow 25\%$$

Svar: 25% av trycket kan tillskrivas gas 2

---

49. Luft som initiellt ockuperar $0{,}280\ m^3$ vid ett manometertryck på 103,0 kPa expanderar isotermiskt till ett tryck av 101,3 kPa & sedan svalnar gasen vid konstant tryck så att den når ursprunglig volym. Sedan återgår den till initialt tryck via en konstant volym process. Beräkna nettoarbetet som har uträttats.

Processen kan illustreras:



Vi har en formel för arbete i en isotermisk process

$$W = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

i steg 1 är $pV = $ konstant $\Leftrightarrow p = \frac{P_1 V_1}{V} \Rightarrow W = P_1 V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

Vi lägger till atmosfäriskt tryck till initialtryck

$P_1 = 103\ kPa + 101{,}3\ kPa$

Vi får således $W = 204{,}3 \cdot 10^3\ Pa \cdot 0{,}280\ m^3 \cdot \ln\left(\frac{204{,}3}{101{,}3}\right) = 40128{,}78\ Nm$

i process två får vi $W_2 = p_f(V_i - V_f) \underset{P_1V_1 = V_2P_2}{=} V_1(P_2 - P_1) = 0{,}280\ m^3(101{,}3\ kPa - 204{,}3\ kPa) = -28840\ Nm$

$\therefore\ W_{net} = W_1 + W_2 = 40128{,}78\ Nm - 28840\ Nm = 11288{,}78\ Nm \approx 11{,}3\ kJ$

Svar: Nettoarbetet är 11,3 kJ

53 I en speciell partikelaccelerator åker protoner runt i en cirkulär bana med diameter 23,0 m i en vakuumkammare vars kvarvarande gas har temperaturen 295 K & $5{,}00 \cdot 10^{-7}$ torr tryck.

(a.) Beräkna antalet molekyler per kubikcentimeter vid givet tryck.

(b.) Vad är fria medelväglängden för gasmolekylerna om deras diameter är $2{,}00 \cdot 10^{-8}$ cm.

Allmäna gaslagen ger: $pV = NkT \Rightarrow N = \frac{pV}{kT} =$

38. Antag att 1,0 l av en gas med $\gamma = 1{,}30$, initalt vid $T_1 = 285\,K$ & 1,00 Atm, plötsligt komprimeras adiabatiskt till halva initialvolymen. Beräkna:

(a.) tryck, (b.) temperatur & (c) om gasen nedkyls till 273K vid konstant tryck, vad är slutvolymen?

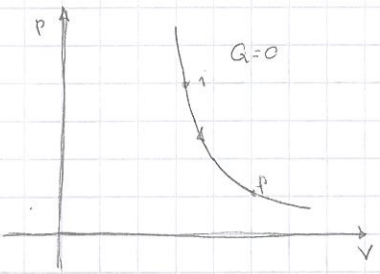
En adiabatisk process (V ändras men $Q=0$) har förhållandet $pV^{\gamma} =$ "en konstant" med $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

Givet: $V_1 = 10^{-3}\,m^3$ $\quad V_2 = \frac{1}{2}\cdot 10^{-3}\,m^3$

$T_1 = 285\,K$

$p_1 = 101{,}3\,kPa$

Formeln för en adiabatisk process är $TV^{\gamma-1} =$ "en konstant", $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$. I ett pV-diagram går en adiabat längs linjen $p = \frac{\text{konstant}}{V^{\gamma}}$. Då vi går längs samma linje inser man att det är samma konstant som används vid bägge lägen (i & f). Omskrivning ger



$$\left[\begin{array}{c} p_i V_i^{\gamma} = p_f V_f^{\gamma} \\ \{p = \frac{nRT}{V}\} \\ \Longleftrightarrow \\ T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1} \end{array}\right]$$

$$\therefore \quad p_f = \frac{p_i V_i^{\gamma}}{V_f^{\gamma}} = \frac{101{,}3\cdot 10^3\,Pa \cdot (10^{-3})^{1,3}\,m^3}{(\frac{1}{2}\cdot 10^{-3})^{1,3}\,m^3} = 249\,429{,}8581\,Pa \approx 2{,}46\,atm$$

(b.)

$$T_f = \frac{T_i V_i^{\gamma-1}}{V_f^{\gamma-1}} = \frac{285\,K \cdot (10^{-3})^{0,3}\,m^3}{(\frac{1}{2}\cdot 10^{3})^{0,3}\,m^3} = 350{,}87 \approx 351\,K$$

(c.) Konstant tryck ger:

$$\begin{cases} p_i V_i = nRT_i \\ p_i V_f = nRT_f \end{cases} \Rightarrow \frac{nRT_i}{V_i} = \frac{nRT_f}{V_f} \Leftrightarrow V_f = \frac{T_f}{T_i}\cdot V_i = \frac{273\,K}{350{,}87\,K}\cdot\left(\frac{1}{2}10^{-3}\right)m^3 = 3{,}89\cdot 10^{-4}\,m^3$$

Svar: (a.) sluttrycket är 2,46 atm

(b.) sluttemperatur är 351 K.

(c.) Slutvolym blir 0,389 Liter

24. Antag att 10,0 g av O_2-gas värms upp med konstant atmosfäriskt tryck från 25,0°C till 125°C.

(a.) Hur många mol av syrgas är det i gasen.

(b.) Hur mycket energi överförs till syren som värme.

(c.) Vilken andel värmen används för att höja den inre energin?

Från tabell hämtas molmassan: $M_{O_2} = 32{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg/mol

$$\left[n = \frac{\text{Massa av sampel}}{M_{O_2}} \right] = \frac{10 \cdot 10^{-3}\,\text{kg}}{32{,}0 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}} = \frac{10}{32}\,\text{mol} = \frac{1}{3{,}2}\,\text{mol} = 0{,}3125\,\text{mol}$$ (svar (a.))

För molarspecifik värmekapacitet under konstant tryck har vi formeln: $C_p = \frac{Q}{n\Delta T}$

En diatomisk gas har förväntad molarspecifik värmekapacitet $C_p = \frac{7}{2}R = \frac{7}{2} \cdot 8{,}31$ J/Kmol

$$\therefore \quad Q = \frac{7 \cdot 8{,}31}{2}\,\text{J/Kmol} \cdot 0{,}3125\,\text{mol} \cdot 100\,\text{K} = 908{,}9\,\text{J} \approx 909\,\text{J}$$

∀ processer, ∀ gaser gäller: $\Delta E_{int} = n \cdot C_v \Delta T = n \cdot \left(\frac{7}{2} - \frac{2}{2}\right) R \cdot \Delta T = \frac{5nR\Delta T}{2} = \frac{5 \cdot 0{,}3125\,\text{mol} \cdot 8{,}31\,\text{J/molK} \cdot 100\,\text{K}}{2} =$

$= 649{,}21$ J

"Fractional" ⇒ $\text{Ans} = \frac{\Delta E_{int}}{Q} = \frac{649{,}21\,\text{J}}{909\,\text{J}} = 0{,}714 \Rightarrow 74\%$

Svar: (a.) $n_{10\,g\,O_2} = 0{,}3125$

(b.) $Q = 909$ J

(c.) Andelen som gick till "inre energi" är $\frac{\Delta E_{int}}{Q} = 74\%$

52 Guld har en molmassa på 197 g/mol. (a.) Hur många mol av guld innehåller 1,50 g av rent guld. (b) Hur många enskilda molekyler motsvarar det?

$M_{guld} = 197 \text{ g/mol}$
$m_{sampel} = 1,50 \text{ g}$ $\Rightarrow$ $n_{sampel} = \frac{m_{sampel}}{M_{guld}} = \frac{1,50 \text{ g}}{197 \text{ g/mol}} = 0,00761 \text{ mol}$

$n_{sampel} = \frac{N_{sampel}}{N_A}$ $\Rightarrow$ $N_{sampel} = n_{sampel} N_A = 0,00761 \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 4,58 \cdot 10^{21}$

Svar: (a.) $n_{sampel} = 0,00761 \text{ mol}$, (b.) $N_{sampel} = 4,58 \cdot 10^{21}$ "molekyler"

45: Om vakuumtekniker reducerar en gas till bara 45 molekyler/cm³ när temperaturen är 293 K, vad är trycket i gasen?

$pV = NkT \iff p = \frac{NkT}{V} = \left[\frac{N}{V} = 45 \text{ molekyler/cm}^3 = 45 \cdot 10^6 \text{ molekyler/m}^3 \right] =$

$= 45 \cdot 10^6 \frac{\text{molekyler}}{\text{m}^3} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 293 \text{K} = 1,819 \cdot 10^{-13} \text{ Pa} \approx 1,8 \cdot 10^{-13} \text{ Pa}$

Svar: Trycket i gasen är $1,8 \cdot 10^{-13}$ Pa

---

31 Ett bilhjul har volymen $1,64 \cdot 10^{-2}$ m³ & innehåller luft med tryck på 165 kPa exklusive atmosfär när temperaturen är 0,00 °C. Vad är trycket i hjulet vid temperaturen 37,0 °C & volym $1,67 \cdot 10^{-2}$ m³. Anta att atmosfäriskt tryck är $1,01 \cdot 10^5$ Pa

Vi ställer upp & använder allmänna gaslagen: $pV = nRT$

$P_{initialt} = P_{atmosfär} + P_{uppmätt} = 165 \cdot 10^3 + 101 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 266 \text{ kPa}$

$V_{initialt}$, $T_{initialt}$ är givet & R = konstant, n = konstant. Vi löser ut n

$n = \frac{P_{initialt} \cdot V_{initialt}}{R \cdot T_{initialt}} = \frac{266 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot 1,64 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3}{8,31 \text{ J/Kmol} \cdot 273,15 \text{K}} = 1,9218$

$P_{final} = \frac{n \cdot R \cdot T_{final}}{V_{final}} - P_{atmosfär} = \frac{1,9218 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/molK} \cdot (273,15 + 37) \text{ K}}{1,67 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3} - 101 \cdot 10^3 = 195605,7 \text{ Pa}$

≈ 196 kPa

Svar: Det slutliga uppmätta trycket är 196 kPa

60 Vid vilken frekvens skulle våglängden av ljud i luft vara lika med den fria medelvåglängden av syre vid trycket 2,5 atmosfärer & 0,00 °C. Molekyldiametern är $d = 3.0 \cdot 10^{-8}$ cm

$\lambda_{ljud,luft} = \frac{343 \text{ m/s}}{f}$; Vi söker f som ger $\lambda_{ljud,luft} = \lambda$

$$\begin{cases} \text{medelvåglängden} \quad \lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi d^2 \, N/V} & (1) \\ pV = NkT & (2) \end{cases}$$

(2), (1) ger:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\, d^2 \, P/kT} = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi \cdot (3{,}0 \cdot 10^{-8})^2 \text{cm}^2 \cdot \frac{2{,}5 \cdot 101 \cdot 10^3 \text{ Pa}}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 273{,}15 \text{ K}}}$$

$$f = \frac{343 \text{ m/s}}{\lambda} = 9187187739 \approx 9{,}2 \text{ GHz}$$

Svar: Frekvensen som eftersöks är 9,2 GHz

---

50 Vad är den inre energin av 2.0 mol av en ideal monoatomisk gas vid 273 K

För en monoatomisk gas gäller $C_V = \frac{3}{2} R = 12{,}5$ J/mol K

$E_{int} = C_V \, n \cdot T = 2{,}0 \text{ mol} \cdot 12{,}5 \text{ J/mol K} \cdot 273 \text{ K} = 6825 \text{ J} \approx 6{,}8 \text{ kJ}$

Svar: Den inre energin är 6,8 kJ

4 När 22,5 J tillförs som värme till en särskild ädelgas förändras volymen från $50.0 \cdot 10^{-6}\ m^3$ till $100 \cdot 10^{-6}\ m^3$ medan trycket var 1,0 atm.

(a.) Med hur mycket ändrades den inre energin?

(b.) Om $n = 2.00 \cdot 10^{-3}$ mol var närvarande, finn C_p & C_v

$\Delta E_{int} = Q - W$ (Termodynamikens huvudsats)

$\Delta E_{int} = 22,5\,J - 101,3 \cdot 10^3 (100 - 50) \cdot 10^{-6}\ m^3 = 17,435\ J$

$pV = nRT \Rightarrow T_1 = \frac{Vp}{nR} = \frac{50 \cdot 10^{-6} m^3 \cdot 101,3 \cdot 10^3 Pa}{2,00 \cdot 10^{-3} mol \cdot 8,31\ J/molK} = 304,75\ K$

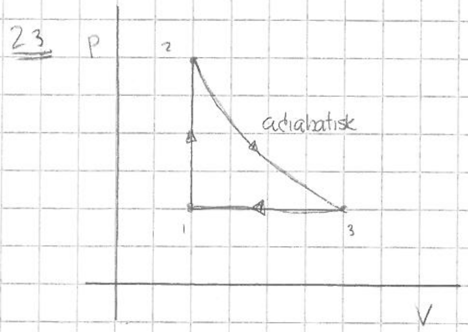
$T_2 = 609,506$

$C_v = \frac{\Delta E_{int}}{n \Delta T} = \frac{17,435\,J}{2,00 \cdot 10^{-3} mol \cdot (609,506 - 304,75) K} = 28,6\ J/molK$

$C_p = C_v + R = 37,0\ J/molK$

Svar: $\Delta E_{int} = 17,4\ J$, $C_v = 28,6\ J/molK$, $C_p = 37,0\ J/molK$

23



2,00 mol av en enatomig gas genomgår en cykel. Temperaturerna är $T_1 = 300K$, $T_2 = 600\ K$, $T_3 = 455K$

För $1 \rightarrow 2$, vad är:

(a.) Q?, (b) ΔE_{int}?, (c) W?

$V = \text{konstant} \Rightarrow \Delta E_{int} = Q = n \frac{3}{2} R \cdot (600\,k - 300\,k) = 7,48\,kJ$

$W = 0$

För $2 \rightarrow 3$, vad är (d.) Q, (e) ΔE_{int}, (f.) W?

$Q = 0 \Rightarrow \Delta E_{int} = W = n C_v \Delta T = 2,00\ mol \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,31\ J/Kmol \cdot (455K - 600K) = -3614,85\,J \approx -3,6\ kJ$

För $3 \rightarrow 1$, vad är (g) Q, (h) ΔE_{int}, (i) W?

Konstant tryck ger $C_p = \frac{Q}{n \Delta T} = \frac{5}{2} R = \frac{Q}{n \Delta T} \Rightarrow Q = \frac{5}{2} R\, n \Delta T = -6,44\,kJ$

$W = nR \Delta T = 2,00\ mol \cdot 8.31\ J/molK \cdot (300 - 455) K = -2,57\,kJ$

$\Delta E_{int} = Q - W = -6,44\,kJ - 2,57\,kJ = -3,86\ kJ$

(j), (k), (l) vad är ΔE_{int}, Q & W för hela cykeln

$\Delta E_{int} = 0$ $Q = 1,02$, $W = 3,6 - 2,57 = 1,03\,J$