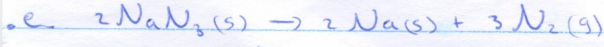


1)

a. ✓ De inwendige energie van een geïsoleerd systeem is constant  
b. De entropie van een geïsoleerd systeem neemt bij een spontaan ✓ proces altijd toe.

c. ✓ Van vloeistof naar vast wordt de entropie kleiner want een vaste stof heeft veel meer structuur, de moleculen zitten dan in een rooster. Als water in ijs verandert neemt de entropie van het systeem weliswaar af, <sup>maar</sup> de entropie van de ✓ omgeving neemt meer toe dan die van het systeem afneemt. Dit komt omdat er veel warmte vrij komt als water in ijs verandert, die warmte gaat naar de omgeving zodat de totale entropie toch is toegenomen.

d. voor een reversibel adiabatisch proces



100 g  $\text{NaN}_3(s)$   $\frac{100}{22,99 \cdot 3 + 14,01} = 1,538$  mol  $\text{NaN}_3$  Dus er

wordt 1,538 mol  $\text{Na}(s)$  gevormd en  $1,538 \cdot \frac{3}{2} = 2,31$  mol  $\text{N}_2(g)$

$PV = nRT$

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{2,31 \cdot 8,314 \cdot 298}{10^5} = 5,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$  ✓

f.

$PV_m = RT \left( 1 + \frac{B}{V_m} + \frac{C}{V_m^2} \dots \right)$  de Boyle-temperatuur is de temperatuur waarbij de 2<sup>e</sup> viriaalcoëfficiënt (de B) 0 is.

B; deze temperatuur gedraagt het niet-ideale gas zich als een ideaal gas, de ~~afgeleide~~  $\frac{dz}{dp}$  is dan 0, net als bij een ideaal gas.

g.  ~~$q_{rev} = 0$  want T is constant druk is constant dus~~

✓  $q_h = C_p dT = C_p (298 - 274) = 75,6 (298 - 274) = 1,81 \cdot 10^3 \text{ J}$  ~~1,81~~

h.  $dS = \frac{dq_{rev}}{T}$ , T is constant dus  $\Delta S = \frac{q_{rev}}{T} = \frac{-C_p dT}{298}$

$= \frac{-75,6 \cdot (298 - 274)}{298} = -6,09 \text{ J/K}$

$$i. \quad ds = \frac{dq_{rev}}{T} \quad \Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{dq}{T} = \int_{T_i}^{T_f} \frac{C_p}{T} dT = C_p \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$V = 75,6 \ln \frac{298}{274} = 6,35 \text{ J/K}$$

$$j. \quad \Delta S_{\text{total}} = \Delta S_{\text{system}} + \Delta S_{\text{omgeving}}$$

$$= 6,35 - 6,09 = 0,26 \text{ J/K} \quad \text{De totale entropie is dus toegenomen dus het proces zal spontaan verlopen}$$

✓

opgave 2

a.  $\Delta_r H^\ominus = \Delta_f H^\ominus(\text{Ni}(\text{CO})_4, \text{g}) - 4 \cdot \Delta_f H^\ominus(\text{CO}, \text{g})$   
 $= -607,00 + 4 \cdot 110,53 = -164,88 \text{ kJ} = -1,6 \cdot 10^2 \text{ kJ}$  ✓

$\Delta_r S^\ominus = S_m^\ominus(\text{Ni}(\text{CO})_4, \text{g}) - S_m^\ominus(\text{Ni}, \text{s}) - 4 \cdot S_m^\ominus(\text{CO}, \text{g})$   
 $= 417,00 - 30,00 - 4 \cdot 197,67 = -403,68 \text{ J/K} = -4,0 \cdot 10^2 \text{ J/K}$  ✓

b. ~~nee, de entropie is afgenomen dit had je niet kunnen voorspellen, een vaste stof is in een gas omgezet, je zou juist eerder verwachten dat de~~  
b. ja, het aantal mol gas is afgenomen en dan zou je een afname van de entropie kunnen verwachten.

c.  $G = H - TS$   
 $dG = dH - TdS$       $\Delta_r G^\ominus = \Delta_r H^\ominus - T \Delta_r S^\ominus = -1,6 \cdot 10^5 - T \cdot (-4,0 \cdot 10^3) = 0$   
 $T = \frac{-1,6 \cdot 10^5}{-4,0 \cdot 10^3} = 4,1 \cdot 10^2 \text{ K}$  ✓

$\Delta_r G^\ominus < 0$  als  $T > 4,1 \cdot 10^2 \text{ K}$  en  $\Delta_r G^\ominus > 0$  als  $T < 4,1 \cdot 10^2 \text{ K}$  omgekeerd

d.  $\Delta_r G^\ominus = \Delta_r H^\ominus - T \Delta_r S^\ominus$ , omdat  $\Delta_r H^\ominus$  en  $\Delta_r S^\ominus$  onafhankelijk van  $T$  zijn, gelden ~~dezelfde waarden~~ bij de waarden bij  $25^\circ\text{C}$  ook bij  $50^\circ\text{C}$

Dus  $\Delta_r G^\ominus = -1,6 \cdot 10^5 - (50 + 273,15) \cdot (-4,0 \cdot 10^3)$   
 $= -3,44 \cdot 10^4 \text{ J}$  ✓

De reactie zal verlopen want de Gibbs-erse energie gaat omlaag. ✓

e.  $\Delta_r G^\ominus = \Delta_r H^\ominus - T \Delta_r S^\ominus$  ✓  
 $= -1,6 \cdot 10^5 - (227 + 273,15) \cdot (-4,0 \cdot 10^3) = 3,70 \cdot 10^4 \text{ J}$

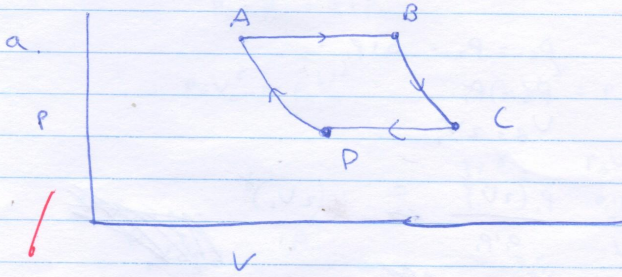
Doordat  $T$  hoger is, is  $TS$  groter en  $S$  is negatief dus door  $T$  hoger te nemen wordt  $G$  groter kleiner ( $S =$  negatief).  
Dus  $G$  wordt dan groter.

(2)  ~~$S$  is negatief~~  $S$  neemt af dus  $S_{omgeving}$  neemt toe  
Dus er gaat warmte naar de omgeving en dat gaat in beter als de temperatuur van je systeem hoger is, dus de temperatuur is hoger zodat de reactie beter kan verlopen.

513

opgave 3

$pV = nRT$



b.  $P_B = P_1$   
 $V_B = 2V_1$   
 $T_B = 2T_1$

$pV = nRT$   
 $\frac{V}{T} = \text{constant}$

c.  $C_p - C_v = nR = R \quad (n=1)$   
 $C_v = C_p - R = \frac{7}{2}R - R = \frac{5}{2}R$   
 $\frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = 1.4$

d.  $\frac{P_2}{P_1} = 0.1$   
 $P_2 = P_1 = 0.1 P_1$

$P_1 V_1^\gamma = 0.1 P_1 V_2^\gamma$   
 $V_2^\gamma = \frac{P_1 (2V_1)^\gamma}{0.1 P_1}$   
 $V_2 = 10 \cdot (2V_1)^{1/\gamma}$

druk is 10 keer zo klein geworden  
 dus  $V_2$  is 10 keer zo groot als  $V_1$

$V_2 = 10 \cdot 2 \cdot V_1 = 20 V_1$

$VT^C = \text{constant}$   
 $V_2 T_2^C = V_1 T_1^C$   
 $20 V_1 T_2^C = 2 V_1 (2 T_1)^C$

$V$  is 10 keer zo klein geworden

Dus  $(2 T_1)^C = 10 T_2^C$

$T_2^C = \frac{(2 T_1)^C}{10}$   
 $T_2 = \left(\frac{2 T_1}{10}\right)^{1/C} = \frac{2 T_1}{10^{1/C}} = \frac{2 T_1}{10^{1/1.4}}$   
 $C = \frac{C_v}{R} = \frac{5/2 R}{R} = \frac{5}{2}$

$P_2 = \frac{2 V_1 (2 T_1)^C}{20 V_1} = \frac{2 T_1 (2 T_1)^C}{10}$

d.  $PV^\gamma = \text{constant}$        $\gamma = 1.2 = \frac{7}{5}$

$P_B V_B^\gamma = P_C V_C^\gamma$

$P_C = P_2 = 0.1 P_1$

$P_B = P_1$

$V_B = 2V_1$

$P_1 (2V_1)^\gamma = 0.1 P_1 V_C^\gamma$

$V_C^\gamma = \frac{P_1 (2V_1)^\gamma}{0.1 P_1} = \frac{(2V_1)^\gamma}{0.1}$

$= \frac{(2V_1)^{\frac{7}{5}}}{0.1}$

$V_C = \left( \frac{(2V_1)^{\frac{7}{5}}}{0.1} \right)^{\frac{1}{\frac{7}{5}}} = \left( \frac{(2V_1)^{\frac{7}{5}}}{0.1} \right)^{\frac{5}{7}}$

~~$V_C = \frac{2V_1}{0.1} = 20V_1$~~        ~~$V_C = \frac{2V_1}{0.1^{\frac{5}{7}}} = 10.36V_1$~~        $V_C = \frac{(2V_1)^{\frac{5}{7}}}{0.1^{\frac{5}{7}}}$

e.  ~~$P_B = P_1$~~        ~~$V_B = 2V_1$~~        $PV = nRT$        $\frac{V}{T} = \text{constant}$

~~$T_0 = \text{const}$~~

f.  ~~$w = \int_{V_1}^{V_2} P dV$~~        ~~$w = - \int_{V_1}^{2V_1} P dV$~~        ~~$w = - \int_{V_1}^{2V_1} P_1 \left( \frac{V}{2V_1} \right)^\gamma dV$~~        ~~$w = - P_1 \left( \frac{2V_1}{0.1^{\frac{5}{7}}} - V_1 \right) = - P_1 V_1$~~

~~$w = - \int_{V_1}^{V_2} P dV = - P (V_2 - V_1)$~~        ~~$w = - P_1 (2V_1 - V_1) = - P_1 V_1$~~

~~$w = - P_1 V_1 = - nRT_1$~~

~~$w = - P_1 \left( \frac{V_1}{0.1^{\frac{5}{7}}} - \frac{2V_1}{0.1^{\frac{5}{7}}} \right) = P_1 \frac{V_1}{0.1^{\frac{5}{7}}}$~~

~~$w = 0.1 P_1 \frac{V_1}{0.1^{\frac{5}{7}}} = \frac{0.1 n R T_1}{0.1^{\frac{5}{7}}}$~~

h.  ~~$w = \frac{1}{\gamma} P_1 (V_2 - V_1)$~~        ~~$w = \frac{1}{\gamma} P_1 (2V_1 - V_1) = \frac{1}{\gamma} P_1 V_1$~~

~~$w = \frac{1}{\gamma} P_1 V_1 = \frac{1}{\gamma} n R T_1$~~

e.  $D \rightarrow A$   $pV^\gamma = \text{constant}$

$p_0 = p_c = 0,1 \text{ Pa}$

$p_0 V_0^\gamma = p_A V_A^\gamma$

$0,1 \text{ Pa } V_0^\gamma = p_A V_A^\gamma$

$V_0^\gamma = \frac{p_A V_A^\gamma}{0,1 \text{ Pa}}$   
 $= \frac{V_A^\gamma}{0,1}$

$V_0 = \left( \frac{V_A^\gamma}{0,1} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{V_1}{0,1^{1/2}}$

$C \rightarrow D$   $p$  is constant  $\frac{V}{T} = \text{constant}$

$V_0 = \frac{V_1}{0,1^{1/2}}$

$V_c = \frac{2V_1}{0,1^{1/2}}$

das  $V$  is 2 liter

!

so klein geworden das  $T$  ok

das  $T_0 = \frac{1}{2} T_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{2T_1}{10^{1/5}} = \frac{T_1}{10^{1/5}}$

f.  $q_h = C_p \Delta T = \frac{7}{2} R (T_0 - T_A) = \frac{7}{2} R (2T_1 - T_1) = \frac{7}{2} R T_1$

g.  $q_c = C_p \Delta T = \frac{7}{2} R (T_0 - T_c) = \frac{7}{2} R \left( \frac{T_1}{10^{1/5}} - 2T_1 \right) = \frac{7}{2} R \cdot -\frac{19}{10^{1/5}} T_1$

!

h.  $\epsilon = \frac{|w|}{q_h} = \frac{|w|}{\frac{7}{2} R T_1} = \frac{-p_0 V_0 + 0,1 p_1 \frac{V_1}{0,1^{1/2}}}{\frac{7}{2} R T_1} = \frac{-p_0 V_0 + 0,1 p_1 \frac{V_1}{0,1^{1/2}}}{\frac{7}{2} R T_1}$

von  $\rightarrow$  step 1  $\rightarrow w = - \int_{V_0}^{V_1} p dV = -p (2V_1 - V_0) = -p V_1$

step 2  $\rightarrow - \int_{V_1}^{V_c} p dV = - \int_{V_1}^{V_c} p dV = - \int_{V_1}^{V_c} \frac{nRT}{V} dV$

!

step 3  $\rightarrow w = - \int_{V_c}^{V_0} p dV = -p_2 (V_0 - V_c) = -p_2 \left( \frac{V_1}{0,1^{1/2}} - \frac{2V_1}{0,1^{1/2}} \right)$

step 4  $\rightarrow w = - \int_{V_0}^{V_A} p dV = - \int_{V_0}^{V_A} 0,1 p dV = 0,1 p_1 \frac{V_1}{0,1^{1/2}}$

6

$= - \int_{V_0}^{V_A} \frac{0,1 n R}{V} dV$

$= \frac{0,1 n R T_1}{0,1^{1/2}}$

✓