

Exercice N°1 (4pts)

Un cylindre de gaz comprimés est étiqueté (composition molaire) : 0.045 de H_2S , 0.030 de CO_2 , le reste N_2 . Le manomètre affiche alors une pression de 4661kPa. Calculer la pression partielle de chacun de ces gaz.

Exercice N°2 (4pts)

Calculer le nombre de moles de l'eau liquide initialement à $0^\circ C$, nécessaire pour transformer 10mol de fer de l'état liquide à 1811K à l'état solide à 298K

On suppose que le système (fer + eau) est isolé thermiquement et que la pression est maintenue à 1atm pendant la transformation. On donne :

$$L_{condensation}(Fe_{(l)}) = -15.1kJ.mol^{-1} \text{ à } 1811K, C_p(Fe_{(s)}) = 25.1J.K^{-1}.mol^{-1},$$

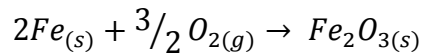
$$C_p(H_2O_{(l)}) = 75.3J.K^{-1}.mol^{-1}$$

Exercice N°3 (4pts)

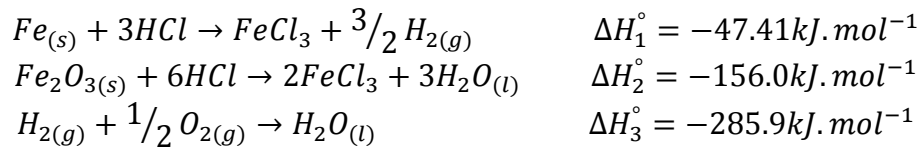
Une quantité de gaz parfait ($\gamma = 1.4$) subit une transformation adiabatique réversible d'un état initial dont les grandeurs d'états sont $P_i = 1atm, V_i = 1l$ et $T_i = 300K$. Calculer les grandeurs d'état finales P_f, V_f et T_f sachant que le gaz a reçu un travail $W = 126.6J$. On donne $1l.atm = 101.3J$

Exercice N°4 (4pts)

Calculer l'enthalpie ΔH_r° à pression standard et à 298K de l'oxydation du fer par l'oxygène en oxyde ferrique selon la réaction suivante :



On donne à 298K:

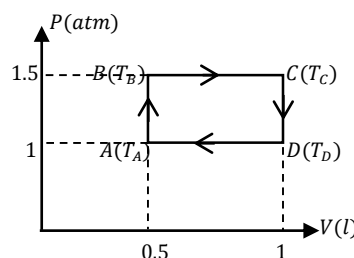


Exercice N°5(4pts)

Un gaz parfait ($\gamma = 1.4$) effectue le cycle thermodynamique de la figure ci-dessous (diagramme de Clapeyron).

- 1- Calculer le travail total produit par le gaz au cours du cycle de deux manières différentes.
- 2- Calculer les chaleurs échangées au cours des transformations du cycle. Lesquelles sont gagnées par le gaz ?
- 3- Calculer le rendement r du cycle défini par :

$$r = \frac{|W_{cycle}|}{\text{chaleurs gagnées par le gaz}}$$



Bonne chance

التمرين الأول (4ن)

تحتوي زجاجة على مزيج من غازات مضغوطة. الزجاجة موسومة بملصق يشير إلى: 0.045 من H_2S و 0.030 من CO_2 والباقي N_2 . يشير جهاز مقياس الضغط (المانومتر) إلى ضغط مقداره $4661kPa$. أحسب الضغط الجزئي لكل غاز في المزيج.

التمرين الثاني (4ن)

أحسب عدد مولات الماء السائل الموجود عند درجة حرارة $0^\circ C$ اللازم لتحويل $10mol$ من الحديد من الحالة السائلة عند $1811K$ إلى الحالة الصلبة عند $298K$.
نعتبر أن الجملة (ماء + حديد) معزولة حراريا وأن الضغط يبقى ثابتا خلال العملية ويساوي $1atm$.
يعطى:

$$L_{condensation}(Fe_{(l)}) = -15.1kJ.mol^{-1} \text{ à } 1811K, C_p(Fe_{(s)}) = 25.1J.K^{-1}.mol^{-1},$$

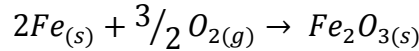
$$C_p(H_2O_{(l)}) = 75.3J.K^{-1}.mol^{-1}$$

التمرين الثالث (4ن)

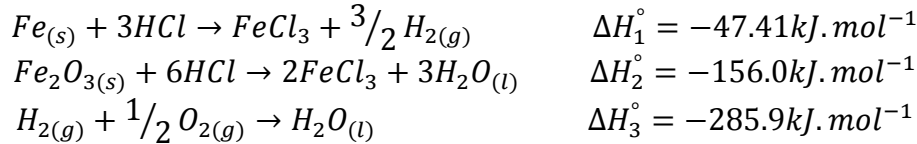
يتلقى غاز مثالي ($\gamma = 1.4$) تحولا أديباتيا عكوسا إنطلاقا من الحالة الابتدائية $T_i = 300K$ و $V_i = 1l$ و $P_i = 1atm$. أحسب مقادير الحالة النهائية T_f و V_f و P_f علما أن الغاز تلقى عملا مقداره $W = 126.6J$.

التمرين الرابع (4ن)

أحسب الأنتالبي القياسي ΔH_r° عند الدرجة $298K$ لتفاعل أكسدة الحديد $Fe_{(s)}$ بالأوكسجين للحصول على أكسيد الحديد الثلاثي $Fe_2O_{3(s)}$ حسب التفاعل التالي:



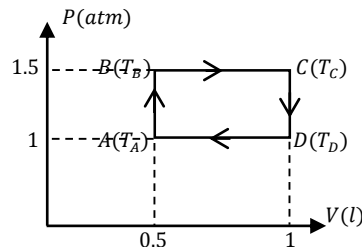
يعطى عند $298K$ أنتالبيات التفاعلات التالية:



التمرين الخامس (4ن)

- يتلقى غاز مثالي ($\gamma = 1.4$) الدورة الترموديناميكية الممثلة في الشكل أسفله (مخطط كلايرون).
- أحسب العمل الكلي خلال الحلقة بطريقتين مختلفتين.
 - أحسب الحرارة المتبادلة خلال كل تحول في الدورة. ماهي إذن الحرارة المكتسبة من قبل الغاز؟
 - أحسب المردود r للدورة المعرف بالعبارة:

$$r = \frac{|W_{cycle}|}{\text{الحرارة المكتسبة من قبل الغاز}}$$



Corrigé type de l'épreuve
de thermodynamique 2022/2023
(S.N)

Exo1 (4 pts)

On sait que $\sum_i x_i = 1$ (1,00)
 $x_i =$ fraction molaire du constituant i

alors: $x_{H_2S} + x_{CO_2} + x_{N_2} = 1$
 avec $x_{H_2S} = 0,045$ et $x_{CO_2} = 0,030$
 $\Rightarrow x_{N_2} = 1 - (0,045 + 0,030) = 0,925$ (0,5)

et sachant que:
 $P_i = x_i P_{tot}$ ($\sum_i P_i = P_{tot}$) (1,00)
 $P_i =$ pression partielle de i
 $P_{tot} =$ pression totale du mélange
 $= 4661 \text{ kPa}$.

donc:

$P_{H_2S} = 0,045 \times 4661 =$	$209,745 \text{ kPa}$
$P_{CO_2} = 0,030 \times 4661 =$	$139,83 \text{ kPa}$
$P_{N_2} = 0,925 \times 4661 =$	$4311,425 \text{ kPa}$

Exo2 (4 pts)

* transformation subit par $Fe(s)$:
 $10 \text{ mol } Fe(s) \text{ à } 1811 \text{ K} \xrightarrow[p=1 \text{ atm}]{Q_1} 10 \text{ mol } Fe(s) \text{ à } 1811 \text{ K}$
 $\xrightarrow[p=1 \text{ atm}]{Q_2} 10 \text{ mol } Fe(s) \text{ à } 298 \text{ K}$ (0,5)

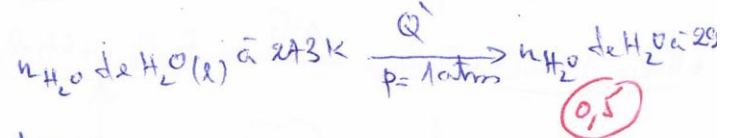
$Q = Q_1 + Q_2$ avec:
 $Q_1 = \Delta H_{cmd} = n_{Fe(s)} L_{cmd}$ (0,5)
 $= 10(-15,1 \cdot 10^3) = -15,1 \cdot 10^4 \text{ J}$

$Q_2 = n_{Fe(s)} c_p(Fe(s)) \Delta T$
 avec $\Delta T = 298 - 1811 = -1513 \text{ K}$ (0,5)

donc:
 $Q_2 = 10 \cdot 25,1(-1513) = -37,98 \cdot 10^4 \text{ J}$

$\Rightarrow Q = -53,08 \cdot 10^4 \text{ J}$ (0,5)

* transformation subit par n_{H_2O} de l'eau:



donc:
 $Q' = n_{H_2O} c_p(H_2O(l)) \Delta T'$ (0,5)
 avec: $\Delta T' = 298 - 293 = 25 \text{ K}$

et comme (fer + eau) syst isolé thermiquement alors:

$Q + Q' = 0 \Rightarrow$
 $n_{H_2O} = \frac{53,08 \cdot 10^4}{75,3 \cdot 25} = 281,946 \text{ mol}$ (0,5)

Exo3 (4 pts)

transformation effectuée par le gaz
 E_i adiabatique $\rightarrow E_f$
 P_i, V_i, T_i réversible P_f, V_f, T_f

1^{er} principe donne:
 $\Delta U_{if} = Q + W = W$ (car $Q = 0$) (0,5)

1^{ère} loi de Joule:
 $\Delta U_{if} = n c_v (T_f - T_i)$ (0,5)
 $= \frac{n R}{\gamma - 1} (T_f - T_i)$
 donc: $W = \frac{n R}{\gamma - 1} (T_f - T_i) = \frac{P_i V_i}{(\gamma - 1) T_i} (T_f - T_i)$ (0,5)

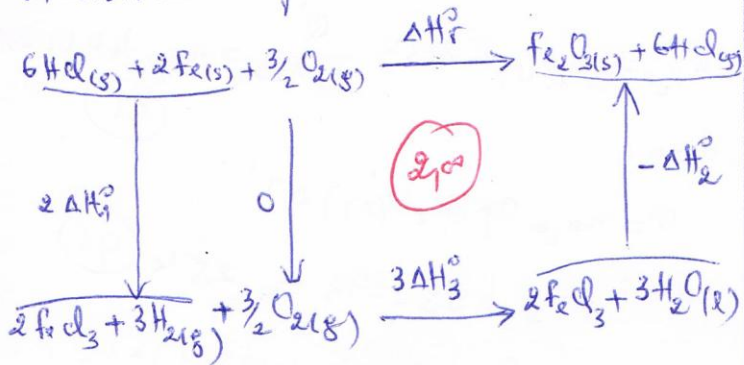
$\Rightarrow T_f - T_i = \frac{(\gamma - 1) W}{P_i V_i} T_i \approx 150 \text{ K}$ (0,5)
 $\Rightarrow T_f = 300 + 150 = 450 \text{ K}$ (0,5)

d'après la 2^{ème} loi de Laplace:
 $P_i V_i^{\gamma-1} = T_i^{\gamma-1} V_i^{\gamma-1} \Rightarrow V_f = \left(\frac{T_i}{T_f}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_i$ (1,00)
 $\Rightarrow V_f = \left(\frac{300}{450}\right)^{\frac{1}{2,5}} \cdot 1 = 0,363 \text{ L}$ (0,5)

d'après 1^{ère} loi de Laplace:
 $P_f V_f^{\gamma} = P_i V_i^{\gamma} \Rightarrow P_f = \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma} P_i$ (1,00)
 $\Rightarrow P_f = \left(\frac{1}{0,363}\right)^{2,5} \cdot 1 = 4,134 \text{ atm}$

Exo 4 (4 pts)

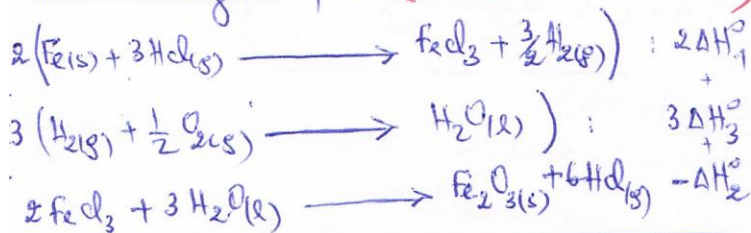
on construit le cycle de Hess :



donc :

$$\Delta H_r^\circ = 2\Delta H_f^\circ + 3\Delta H_f^\circ - \Delta H_f^\circ = -796,52 \text{ kJ}$$

Méthode algébrique : (la note sur l'une des métho de)



on trouve de m :

$$\Delta H_r^\circ = 2\Delta H_f^\circ + 3\Delta H_f^\circ - \Delta H_f^\circ = -796,52 \text{ kJ}$$

Exo 5 (4 pts)

1. Calcul de Wcycle :

* 1^{ère} méthode : 0,5

$$W_{cycle} = -A$$

A = air du rectangle

$$A = (1,5-1)(1-0,5) = 0,5 \times 0,5 = +0,25 \text{ l.atm}$$

A > 0 car sous des aiguilles d'une montre

d'où :

$$W_{cycle} = -A = -0,25 \text{ l.atm}$$

* 2^{ème} méthode : 0,5

$$W_{cycle} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$$

$$= W_{BC} + W_{DA}$$

$$W_{BC} = -\int_{V_C}^{V_B} p \, dV = -P_B (V_C - V_B)$$

de m :

$$W_{DA} = -P_A (V_A - V_D) = -1(0,5-1) = 0,5 \text{ l.atm}$$

donc :

$$W_{cycle} = -0,75 + 0,5 = -0,25 \text{ l.atm}$$

2. chaleurs échangées :

a. $Q_{AB} = \Delta U_{AB} = nC_V(T_B - T_A)$ car $V = \text{cte}$

$$= \frac{nR}{\gamma-1} (T_B - T_A) = \frac{P_B V_B - P_A V_A}{\gamma-1} = 0,625 \text{ l.atm}$$

b. $Q_{BC} = \Delta H_{BC} = nC_p(T_C - T_B)$ car $p = \text{cte}$

$$= \frac{n\gamma R}{\gamma-1} (T_C - T_B) = \frac{\gamma}{\gamma-1} (P_C V_C - P_B V_B) = 2,625 \text{ l.atm} > 0$$

c. $Q_{CD} = \Delta U_{CD} = \frac{nR}{\gamma-1} (T_D - T_C)$ car $V = \text{cte}$

$$= \frac{P_D V_D - P_C V_C}{\gamma-1} = -1,25 \text{ l.atm}$$

d. $Q_{DA} = \Delta H_{DA} = \frac{n\gamma R}{\gamma-1} (T_A - T_D)$ car $p = \text{cte}$

$$= \frac{\gamma}{\gamma-1} (P_A V_A - P_D V_D) = -1,75 \text{ l.atm}$$

donc les chaleurs gagnées par le gaz sont

Q_{AB} et Q_{BC} .

3. $r = \frac{|W_{cycle}|}{Q_{AB} + Q_{BC}} = \frac{0,25}{3,25} = 7,7\%$

fin