

5 Novembre 2007

Durée : 1 H 30

**EXERCICE 1**                      **Grandeurs thermochimiques**

On se propose de déterminer certaines grandeurs thermochimiques pour la réaction dont l'équation-bilan est la suivante :



1 – Calculer l'enthalpie de réaction standard à 298 K:  $\Delta_r H_1^{\circ 298}$

2 – On met en présence une mole de  $\text{CO}_2$  et une mole de  $\text{H}_2\text{O}$ . Quelle est la chaleur dégagée par la réaction, supposée complète, lorsqu'elle est réalisée à pression constante à 298 K :  $Q_p$ . Calculer la chaleur de réaction à volume constant  $Q_v$  à 25°C.

3 – A température élevée, l'eau est produite à l'état gazeux:



a – donner l'enthalpie de réaction standard de (2) à 298 K:  $\Delta_r H_2^{\circ 298}$

b – calculer l'enthalpie de réaction standard de (2) à 1198 K:  $\Delta_r H_2^{\circ 1198}$

c – déterminer l'entropie de réaction standard de (2) à 1198 K:  $\Delta_r S_2^{\circ 1198}$

4 –Déduire des résultats précédents l'enthalpie libre de la réaction (2) à 1198 K :  $\Delta_r G_2^{\circ 1198}$

**Données à 298 K** : enthalpies de formation standard  $\Delta_f H^{\circ 298}$  ; entropies molaires absolues  $s^{\circ 298}$  ; capacités calorifiques molaires standard  $C_p^{\circ}$ .

	$\Delta_f H^{\circ 298}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$s^{\circ 298}$ (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )	$C_p^{\circ}$ (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-393,3	213,6	37,1
$\text{H}_2 (\text{g})$		130,6	28,8
$\text{CO} (\text{g})$	-110,5	197,9	29,1
$\text{H}_2\text{O} (\ell)$	-285,8	69,9	75,3
$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$	-241,8	188,7	33,6

**TSVP →**

## EXERCICE 2

### Cycle de Carnot

Une mole de gaz parfait (diazote  $N_2$ ) réalise un cycle ABCDA entre les deux températures  $T_1$  et  $T_2$  (source chaude et source froide respectivement). Les quatre étapes réversibles du cycle, notées  $i = 1$  à 4, sont les suivantes:

Etape 1 : détente isotherme réversible de A à B à  $T_1 = 500^\circ\text{C} = 773,15 \text{ K}$ .

Etape 2 : détente adiabatique réversible (isentrope) de B à C de  $T_1$  à la température  $T_2 < T_1$ .

Etape 3 : compression isotherme réversible de C à D à la température  $T_2$ .

Etape 4 : compression adiabatique réversible (isentrope) de D à A .

1 – Représenter le cycle de Carnot sur un graphe  $P = f(V)$  en indiquant pour chaque étape le signe des quantités d'énergie échangées  $Q_i$  et  $W_i$ .

2 – Le cycle décrit est un cycle moteur, c'est à dire que du travail est fourni au milieu extérieur; le travail total  $W = \sum W_i$  est donc négatif :  $W < 0$ . Soit  $Q_c = Q_1$  la chaleur fournie à la source chaude et  $Q_f = Q_3$  la chaleur cédée à la source froide.

a – En appliquant le 1<sup>er</sup> principe, écrire la relation (1) entre  $W$ ,  $Q_c$  et  $Q_f$ .

b – En faisant la somme des variations d'entropies pour chaque étape, donner la relation (2) entre  $Q_c$ ,  $Q_f$ ,  $T_1$  et  $T_2$ .

c – L'efficacité  $\eta$  du cycle de Carnot est le rapport entre le travail fourni au milieu extérieur et la chaleur reçue à la source chaude :

$$\eta = \frac{|W|}{Q_c}$$

Donner l'expression de  $\eta$  en fonction de  $T_1$  et de  $T_2$ .

3 – Les volumes correspondants aux quatre points A, B, C, D sont  $V_A = 10 \text{ L}$ ,  $V_B = 100 \text{ L}$ ,  $V_C = 1350 \text{ L}$  et  $V_D = 135 \text{ L}$ . Calculer les pressions  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$ ,  $P_D$ .

4 – Quelle est la relation entre la température et le volume pour une transformation isentrope d'un gaz parfait ? En déduire la température de la source froide  $T_2$  et l'efficacité  $\eta$ .

5 – Calculer  $Q_c$  et  $Q_f$ . En déduire  $W$ .

**Données :**  $C_V(N_2) = 20,8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$     $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$     $\gamma = \frac{C_p}{C_V} = 1,4$