

EXERCICES – SÉRIE D

Premier principe de la thermodynamique – Chaleur – Capacité calorifique – Enthalpie – Loi de Hess

- D.1.** La réaction suivante est menée dans un récipient ouvert à la pression atmosphérique et à une température constante de 125°C. Tous les gaz sont considérés comme parfaits.



L'énergie interne du système diminue pendant la réaction de $\Delta U = -742,70 \text{ kJ}$ par mole de cyanamide NH_2CN . Quelle quantité de chaleur est échangée pendant la réaction et dans quel sens ?

- D.2.** Un échantillon de 25,0 g d'un alliage métallique est porté à une température de 100°C avant d'être plongé dans 90,0 g d'eau à la température de 25,32 °C. La température de l'eau s'élève jusqu'à une valeur finale de 27,18°C. En négligeant tout échange de chaleur avec l'environnement et la capacité calorifique du récipient, calculer la valeur de la capacité calorifique spécifique C_p de l'alliage.
- D.3.** Quelle quantité de chaleur doit-on fournir dans les conditions standard pour transformer 40,0 g de glace à -10°C en vapeur d'eau à 120°C ? Utiliser les données des tableaux de la page 3.
- D.4.** Quelle quantité de chaleur recueille-t-on lorsque 20,0 g de vapeur d'eau à 100°C sont condensés et refroidis à 20°C sous une pression de 1 bar ?
- D.5.** Déterminer la valeur de l'enthalpie standard molaire de vaporisation de l'éthanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) à 25°C . Données : $T_{\text{éb.}} = 351,5 \text{ K}$, $\Delta H_{\text{vap}}^\circ (T = T_{\text{éb.}}) = 43,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $C_p (\text{éthanol liquide}) = 2,42 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, $C_p (\text{éthanol gazeux}) = 1,88 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.
- D.6.** En utilisant les données du tableau au verso, calculer l'enthalpie standard ΔH_r° par mole de N_2O de la réaction suivante. La réaction est-elle exothermique ou endothermique ?
$$\text{N}_2\text{O}_4 + 3 \text{CO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 3 \text{CO}_2$$

- D.7.** L'oxyde de calcium CaO (aussi appelé chaux vive) peut être préparé à partir du carbonate de calcium CaCO_3 (le calcaire) selon la réaction isobare :



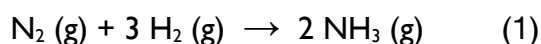
a) Calculer l'enthalpie molaire standard ΔH_r° de la réaction à $T = 298 \text{ K}$.

b) Calculer l'enthalpie molaire standard ΔH_r° de la réaction à $T = 700 \text{ K}$.

Données :	Composé :	$\text{CaCO}_3 (\text{s})$	$\text{CaO} (\text{s})$	$\text{CO}_2 (\text{g})$
	$C_{p,m} [\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] :$	82,1	36,9	43,2

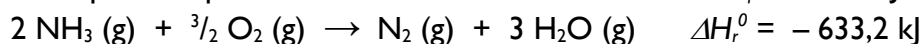
- D.8.** La quantité de chaleur dégagée par la combustion en $\text{CO}_2 (\text{g})$ et $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ d'une mole d'acétylène (C_2H_2) dans les conditions standard à 25°C est $|q| = 310,7 \text{ kcal}$. Déterminer l'enthalpie standard de formation de l'acétylène gazeux.

D.9. La synthèse de l'ammoniac NH_3 est réalisée selon la réaction :



En plus des tableaux de la page suivante, on dispose des données à 25°C suivantes :

Enthalpie de vaporisation de H_2O $\Delta H_{\text{vap}}^0 = 44,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



Calculer l'enthalpie de la réaction (1) à $T = 25^\circ\text{C}$ et sous une pression $P = 1 \text{ bar}$. En déduire l'enthalpie molaire standard de formation ΔH_f^0 de l'ammoniac gazeux à la même température.

Réponses :

D.1. $q = -737,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. $q < 0 \Rightarrow$ la chaleur est dégagée.

D.2. $C_p (\text{alliage}) = 0,384 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

D.3. $q = 122,94 \text{ kJ}$

D.4. $q = -51,91 \text{ kJ}$

D.5. $\Delta H_{\text{vap}}^0 = +44,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D.6. $\Delta H_r^0 = -777,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. La réaction est exothermique.

D.7. a) $\Delta H_r^0(298 \text{ K}) = +177,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, b) $\Delta H_r^0(700 \text{ K}) = +176,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D.8. $\Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2) = +226,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D.9. $\Delta H_r^0 = -91,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H_f^0(\text{NH}_3) = -45,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Capacité calorifique spécifique de divers matériaux			
Matériau	C_p [J · K ⁻¹ · g ⁻¹]	Matériau	C_p [J · K ⁻¹ · g ⁻¹]
air	1,01	éthanol (l)	2,42
eau (s)	2,03	PE	2,30
eau (l)	4,18	granit	0,80
eau (g)	2,01	cuivre	0,38

Enthalpies molaires standard de changement d'état (à la T de transition)				
Substance	Point de fusion [K]	ΔH_{fus}^0 [kJ · mol ⁻¹]	Point d'ébullition [K]	ΔH_{vap}^0 [kJ · mol ⁻¹]
eau	273,2	6,01	373,2	40,7
éthanol	158,7	4,60	351,5	43,5
ammoniac	195,4	5,65	239,7	23,4
hélium	3,5	0,021	4,2	0,084

Enthalpies standard de formation à $T = 25^\circ\text{C}$			
Composé	ΔH_f^0 [kJ · mol ⁻¹]	Composé	ΔH_f^0 [kJ · mol ⁻¹]
CO (g)	- 110,4	Al ₂ O ₃ (s)	- 1668,2
CO ₂ (g)	- 393,3	Fe ₂ O ₃ (s)	- 821,4
N ₂ O (g)	+ 81,0	H ₂ O (g)	- 241,6
N ₂ O ₄ (g)	+ 9,7	H ₂ O (l)	- 285,6
PCl ₃ (g)	- 306,0	H ₂ O ₂ (l)	- 192,3
PCl ₅ (g)	- 398,8	HCl (g)	- 92,4
POCl ₃ (g)	- 529,2	HF (g)	- 268,4
CaCO ₃ (s)	- 1205,9	HI (g)	+ 25,9
CaO (s)	- 634,9	I ₂ (g)	+ 62,3