

15 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

$$\Delta Q = 8000 \times 4.184 = 33500J = 33.5kJ$$

$\Delta Q > 0$ car **reçue** par le système.

$$\Delta W = -6kJ$$

$\Delta W < 0$ car **effectué** par le système.

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W = 33.5 - 6 = 27.5kJ$$

Exercice 4:

Calculer la variation d'énergie interne d'un gaz, qui, lors d'un processus **adiabatique** (pas de transfert de chaleur):

~> se dilate en effectuant un travail de 5J.

~> est comprimé en subissant un travail de 80J.

Réponses:

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W$$

Processus adiabatique $\Rightarrow \Delta Q = 0 \Rightarrow \Delta U = \Delta W$

~> dilatation du gaz \Rightarrow travail **fourni** $\Rightarrow \Delta W = -5J \Rightarrow \Delta U = -5J$

~> compression du gaz \Rightarrow travail **subi** $\Rightarrow \Delta W = +80J \Rightarrow \Delta U = +80J$

16 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

3- CHALEUR LATENTE L – ou ENTAHALPIE- DE CHANGEMENT D'ETAT-

L : **énergie par unité** de masse qu'il faut **fournir** ou **extraire** pour changer l'état initial ((l), (s) ou (g)) d'un corps.

$$[L] = J/kg$$

Pour un corps de masse m on écrit: $Q = Lm$

Q : énergie qui accompagne le **changement d'état** du corps de masse m .

Exercice 5:

Calculer la chaleur Q à apporter à 10g d'eau pour les changer en vapeur sous la pression atmosphérique. On donne:

Chaleur latente de vaporisation de l'eau à 100°C : $L_{vap.eau} = 2265KJ/Kg$

Réponses:

$$Q = L \times m = 2265 \times 10 \times 10^{-3} = 22.65kJ$$

4- QUANTITE D'ENERGIE TRANSFEREE SOUS FORME DE CHALEUR

ΔQ : quantité de chaleur reçue -ou cédée-, nécessaire pour augmenter -ou diminuer- de $\Delta\theta$ la température de la masse m .

17 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

$$\Delta Q = mc\Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \theta_{finale} - \theta_{initiale}$$

c : **capacité thermique massique**. C'est la quantité de chaleur qu'(1g) de matière doit **absorber** pour que sa température **augmente** de 1°C .

$$[c] = \text{J}^\circ\text{C}.\text{g}$$

Exercice 6:

Un bécher contenant 800g d'eau est chauffé sur une plaque chauffante. Si la température de l'eau passe de 20°C à 85°C , quelle quantité d'énergie l'eau a-t-elle absorbée?

On donne pour l'eau: $c = 4,19\text{J/g}.\text{C}$

Réponses:

$$\Delta\theta = 85 - 20 = 65^\circ\text{C}$$

$$\Delta Q = mc\Delta\theta = 800 \times 4,19 \times 65 = 217880\text{J}$$

18 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

5- TEMPERATURE D'UN MELANGE

Mélange de deux liquides (1): (m_1, c_1, θ_1) et (2): (m_2, c_2, θ_2) avec $\theta_1 > \theta_2$

\Rightarrow (1) va **céder** ΔQ_1 et (2) va **recevoir** ΔQ_2 avec $\Delta Q_1 = -\Delta Q_2$

θ_f : température du mélange.

$$(1) : \theta_1 \rightarrow \theta_f \quad \Delta\theta_1 = \theta_f - \theta_1 < 0 \quad \Delta Q_1 = m_1 c_1 \Delta\theta_1$$

$$(2) : \theta_2 \rightarrow \theta_f \quad \Delta\theta_2 = \theta_f - \theta_2 > 0 \quad \Delta Q_2 = m_2 c_2 \Delta\theta_2$$

$$\Delta Q_1 = -\Delta Q_2 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_1 = -m_2 c_2 \Delta\theta_2$$

S'il s'agit de la **même substance** ($c_1 = c_2 \equiv c$) $\Rightarrow m_1 \Delta\theta_1 = -m_2 \Delta\theta_2$

$$\Rightarrow m_1(\theta_f - \theta_1) = -m_2(\theta_f - \theta_2)$$

$$\Rightarrow m_1\theta_f - m_1\theta_1 = -m_2\theta_f + m_2\theta_2$$

$$\Rightarrow m_1\theta_1 + m_2\theta_2 = (m_1 + m_2)\theta_f$$

$$\Rightarrow \theta_f = \frac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2}{m_1 + m_2}$$

On écrit: $\theta_f = \frac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2}{m_{tot}}$

$m_{tot} = (m_1 + m_2)$: masse du mélange

19 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 7:

Afin de refroidir 250ml de chocolat chaud dont la température est de 80°C, on y ajoute 75ml de lait à 20°C. La capacité thermique massique du lait est de 3,97J/g°C alors que celle du chocolat chaud est la même que celle de l'eau.

Si l'on considère que les masses volumiques du chocolat chaud et du lait sont toutes deux égales à celle de l'eau (1g/ml), quelle sera la température finale du mélange?

Réponses:

Chocolat chaud $\rightarrow m_1 = 250\text{g}; \theta_1 = 80^\circ\text{C}; c_1 = 4.19\text{J/g}^\circ\text{C}$

Lait $\rightarrow m_2 = 75\text{g}; \theta_2 = 20^\circ\text{C}; c_2 = 3.97\text{J/g}^\circ\text{C}$

$$\Delta Q_1 = -\Delta Q_2 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_f - \theta_1) = -m_2 c_2 (\theta_f - \theta_2) \Rightarrow \theta_f = 66.72^\circ\text{C}$$

Exercice 8:

On mélange 100ml d'eau froide avec 150ml d'eau chaude. On mesure la température du mélange obtenu et le thermomètre indique 25°C.

20 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

Sachant que la température initiale de l'eau froide était de 7,5°C, quelle était celle de l'eau chaude au départ ?

Réponses:

Eau froide $\rightarrow m_1 = 100\text{g}; \theta_1 = 7.5^\circ\text{C}$

Eau chaude $\rightarrow m_2 = 150\text{g}; \theta_2 = ?$

$$\theta_f = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2}{m_1 + m_2} = 25^\circ\text{C} \Rightarrow \theta_2 = 36.7^\circ\text{C}$$

21 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

E- LES SOLUTIONS

1- DEFINITIONS

↪ **Solution**: mélange homogène (1 seule phase).

Exemple: dissolution du sucre (**soluté**) dans l'eau (**solvant**).

↪ **Solution colloïdale**: mélange hétérogène (plus d'une phase).

Les molécules du soluté (**colloïdes**) sont de taille considérable (entre 10 et 1000Å)

Exemple: dispersion du savon dans l'eau.

↪ **Solution électrolytique**: solution ionique, électriquement neutre, et conduit le courant électrique.

Exemple: Solution de NaCl.

↪ **Solution idéale**: lorsque les interactions (solvant ↔ solvant), (soluté ↔ soluté) et (soluté ↔ solvant) sont égales ⇒ négligeables et tout soluté **ne subit** alors aucune interaction.

On considère **idéales** les solutions très diluées ($C \leq 10^{-3} \text{ mol/l}$).

Exemple: mélange d'alcools

22 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

2- ACTIVITE CHIMIQUE

Dans une solution, les interactions (soluté ↔ solvant) et (soluté ↔ soluté) agissent sur la **disponibilité** du soluté vis-à-vis de toute réaction chimique ⇒ on introduit la notion de **concentration active** (a_i) -dite aussi **activité chimique**- de l'espèce "i" (atome, molécule ou ion) de concentration C_i :

$$a_i = \gamma_i \frac{C_i}{C_0} \quad a_i : \text{sans dimension.}$$

C_0 : concentration de référence (1 mol/l).

γ_i : coefficient d'activité.

$$0 < \gamma_i \leq 1$$

$\gamma_i = 1$ pour les solutions **idéales**.

Remarque:

a_i s'exprime aussi de la sorte: $a_i = \gamma_i \frac{n_i}{n_t}$

n_i : nombre de moles de "i"

n_t : nombre total de moles de toutes les espèce dans la solution

⇒ $a_i = 1$ pour les corps **purs** et les **solvants**.