

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



Matière : Sciences Physiques	Série 4 : CALORIMETRIE	Professeur : M. SARR
Groupe Excellence (Cours en ligne)		Téléphone : 78.117.74.33

$$C_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1} ; C_{\text{glace}} = 2200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1} ; \theta_{\text{fusion glace}} = 0^{\circ}\text{C} ; L_f = 333 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

Exercice 1 :

Un calorimètre est constitué d'un vase en aluminium de masse 50g et de chaleur massique $900 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, d'un agitateur, en aluminium également, de masse 10g, d'un thermomètre dont la capacité calorifique est 15 J.K^{-1} .

- 1-) Quelle est la capacité calorifique du calorimètre ?
- 2-) On verse 100g d'eau dans le calorimètre ; quelle est la capacité calorifique du système (calorimètre + eau).
- 3-) Dans ce calorimètre contenant les 100g d'eau à 20°C , on plonge un bloc de plomb de masse 500g pris à 100°C . Calculer la température d'équilibre du calorimètre. La chaleur massique du plomb est $C_{\text{cu}} = 120 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Exercice 2 :

1-On plonge dans un calorimètre à la température $\theta_1 = 20^{\circ}\text{C}$, de capacité calorifique $\mu = 100 \text{ J.K}^{-1}$, contenant une masse $m_1 = 200 \text{ g}$ d'eau à la température θ_1 un bloc de fer de masse $m_2 = 50 \text{ g}$ et un bloc d'aluminium de masse $m_3 = 80 \text{ g}$ à la température $\theta_2 = 100^{\circ}\text{C}$. Calculer la température d'équilibre θ , en supposant l'ensemble parfaitement adiabatique.

2-On ajoute ensuite dans le calorimètre un bloc de cuivre à la température $\theta_2 = 100^{\circ}\text{C}$. Calculer la masse m_4 du bloc de cuivre si la nouvelle température d'équilibre est $\theta' = 33^{\circ}\text{C}$.

On donne : $C_{\text{Al}} = 890 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $C_{\text{Fe}} = 460 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $C_{\text{Cu}} = 385 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Exercice 3 :

1-) Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient 100g d'eau à 20°C . On y introduit un morceau de glace de masse $m_g = 20 \text{ g}$ initialement à la température de 0°C . Montrer qu'il ne restera pas de la glace lorsque l'équilibre thermique est atteint. Calculer la température d'équilibre.

2-) Dans le système précédent, on ajoute alors un second morceau de glace de masse $m'_g = 20 \text{ g}$ dont la température est cette fois -18°C . Montrer que, lorsque l'équilibre thermique est atteint, il reste de la glace et que la température d'équilibre est 0°C . Calculer alors les masses d'eau liquide et de glace en présence.

3-) Dans l'ensemble précédent, on introduit un autre glaçon identique à la précédente. Quelle est la nouvelle température d'équilibre ? Calculer la masse d'eau qui se congèle.

Exercice 4 :

Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

- 1-) Un calorimètre contient 100g d'eau à 18°C. On y verse 80g d'eau à 60°C. Quelle serait la température d'équilibre si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable ?
- 2-) La température d'équilibre est en fait 35,9°C. En déduire la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires.
- 3-) On considère de nouveau le calorimètre qui contient 100g d'eau à 18°C. On y plonge un morceau de cuivre de masse $m_{Cu} = 20g$ initialement placé dans de l'eau en ébullition. La température d'équilibre s'établit à 19,4°C. Calculer la capacité thermique massique du cuivre.
- 4-) On considère encore le même calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C. On y plonge maintenant un morceau d'aluminium de masse 30,2g et de capacité thermique massique $920J.kg^{-1}.K^{-1}$ à la température de 80°C.
Déterminer la température d'équilibre t_e .
- 5-) L'état initial étant le même : le calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C, on y introduit un glaçon de masse 25g à 0°C. Calculer la température d'équilibre.
- 6-) L'état initial est encore le calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C ; on y introduit maintenant un glaçon de masse 25g provenant d'un congélateur à la température de -18°C. Quelle est la température d'équilibre ?

Exercice 5 :

Une bille de fer et une bille d'aluminium, de même masse m , sont lâchées, sans vitesse initiale, à 4 m au-dessus d'un sol très dur sur lequel elles rebondissent.

La bille de fer remonte de 3 m de hauteur, et la bille d'aluminium de remonte à 2 m de hauteur.

1-) Calculer l'élévation de température de chaque bille à la fin du premier rebond.

2-) Calculer l'élévation de température de chaque bille lorsqu'elle s'immobilise sur le sol.

On admettra que la chaleur produite est entièrement absorbée par les billes. Il faut 460 J pour élever de 1°C la température de 1 kg de fer et 920 J pour élever de 1°C la température de 1 kg d'aluminium.

Exercice 6 :

Un projectile en plomb, de masse 15 g, est lancé par une arme à feu avec une vitesse initiale de 600 m/s.

Après un certain parcours, il percute un obstacle avec une vitesse de 400 m/s et s'immobilise dans celui-ci.

1-) Calculer l'énergie calorifique dissipée dans l'atmosphère.

2-) Si l'obstacle est très mauvais conducteur de la chaleur, on peut admettre que toute la chaleur qui apparaît au moment du choc est conservée par le projectile. Quel est son état physique aussitôt après le choc ?

- ✓ Chaleur massique du plomb : $120 J.kg^{-1}.K^{-1}$;
- ✓ Température de fusion du plomb : 327 °C ;
- ✓ Chaleur de fusion du plomb : $25.10^3 J.kg^{-1}$.

Exercice 7 :

Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

Un vase Dewar, de capacité thermique $C = 50 \text{ J.K}^{-1}$, renferme une masse d'eau $m_1 = 300 \text{ g}$, à la température $t_1 = 17,2$ °C. On introduit rapidement dans ce calorimètre, un morceau d'aluminium, de masse $m_2 = 82 \text{ g}$, à la température $t_2 = 100$ °C. Quand l'équilibre thermique est réalisée, la température dans le calorimètre est $t = 21,4$ °C. Déterminer la chaleur massique c_2 de l'aluminium.

Exercice 8 :

Dans un vase calorimétrique, de bonne isolation thermique, renfermant de l'eau, la température d'équilibre est $t = 16$ °C. La capacité calorifique de l'ensemble (calorimètre + eau + accessoires) est $\mu = 1600 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1}$.

On plonge dans l'eau de ce calorimètre, un morceau de glace prélevé dans un congélateur à la température $t' = -18$ °C. L'augmentation de masse du calorimètre étant $m = 86 \text{ g}$, déterminer la température finale t'' .

- ✓ Chaleur massique de la glace : $c' = 2100 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- ✓ Chaleur latente de fusion de la glace : $L = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Exercice 9 :

Un calorimètre, parfaitement isolé thermiquement, renferme 250 g d'eau à la température $t_1 = 17,6$ °C. On introduit 150 g d'eau à la température $t_2 = 26,2$ °C. La température d'équilibre est $t = 20,7$ °C.

1-) Quelle est la capacité thermique K du calorimètre et de ces accessoires.

2-) Dans ce calorimètre, contenant alors 400 g d'eau à 20,7 °C, on introduit, après l'avoir soigneusement essuyé, un morceau de glace fondante. L'augmentation de masse du calorimètre est $\Delta m = 25,0 \text{ g}$. Après fusion de la glace, la température finale se stabilise à la valeur $t' = 15,0$ °C. Quelle est la chaleur latente de fusion de la glace ?

Exercice 10 :

Un vase Dewar renferme de l'eau à la température $t_1 = 18,5$ °C. La capacité thermique du calorimètre, de l'eau et des accessoires, est $C_c = 1700 \text{ J.K}^{-1}$.

1-) On introduit dans l'eau un morceau de glace pris dans un congélateur, à la température $t_2 = -17,0$ °C. L'augmentation de masse du calorimètre étant $m = 30 \text{ g}$, quelle est la température finale t à l'équilibre ?

2-) On plonge ensuite dans le vase, un morceau d'aluminium de masse $m' = 200 \text{ g}$. Quelle doit être la température t' de l'aluminium pour ramener la température dans le calorimètre à sa valeur initiale 18,5 °C ?

- ✓ Chaleur massique de l'eau : $4190 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- ✓ Chaleur massique de la glace : $2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$;
- ✓ Chaleur massique de l'aluminium : $880 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- ✓ Chaleur latente de fusion de la glace : $335 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Exercice 11 :

Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

1-) Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient une masse $m_1 = 100$ g d'eau à la température $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$.

On y introduit un morceau de glace de masse $m_2 = 20$ g initialement à la température $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$.

a-) Montrer qu'il ne reste pas de glace lorsque l'équilibre thermique est atteint.

b-) Calculer la température d'équilibre.

2-) Dans le système précédent, on ajoute alors un second morceau de glace de masse $m_3 = 20$ g dont la température est, cette fois $\theta_3 = -18^\circ\text{C}$.

a-) Montrer que, lorsque l'équilibre thermique est atteint, il reste de la glace et que la température d'équilibre est 0°C .

b-) Calculer alors les masses d'eau liquide et de glace en présence.

3-) Dans l'ensemble précédent, on introduit un autre glaçon de masse $m_4 = 20$ g à la température $\theta_4 = \theta_3 = -18^\circ\text{C}$.

a-) Quelle sera la température finale ?

b-) Déterminer la composition finale du système.

Exercice 12 :

Pour déterminer la chaleur latente de vaporisation de l'eau, on peut réaliser l'expérience suivante. Dans un calorimètre de capacité thermique $\mu = 160\text{J}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, contenant initialement 500g d'eau à 20°C , on fait barboter de la vapeur d'eau à 100°C sous la pression atmosphérique. La vapeur se condense totalement. Au bout de quelques minutes, on arrête l'arrivée de la vapeur. La température finale est alors de $42,2^\circ\text{C}$. L'augmentation de masse du calorimètre est égale à 20g. Déterminer la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

Exercice 13 :

Un récipient en cuivre de masse 25 kg contient 50L d'eau à 20°C . On y introduit 10kg de glace pris à -10°C . On envoie dans le récipient de la vapeur d'eau à 100°C . Quelle masse de vapeur d'eau faut-il envoyer pour obtenir un ensemble à la température de 30°C ?

Exercice 14 :

Pour mesurer la chaleur de la réaction : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$, on dispose

- ✓ D'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 0,5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$,
- ✓ D'une solution d'hydroxyde de sodium de même concentration C ;
- ✓ D'un calorimètre Dewar de capacité thermique $\mu = 170\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$.

L'ensemble est en équilibre thermique avec le laboratoire à la température $\theta_1 = 19,2^\circ\text{C}$.

1-) On verse dans le calorimètre un volume $V = 100\text{cm}^3$ de chaque solution. Après agitation, la température finale est $\theta_2 = 22,6^\circ\text{C}$.

a-) Calculer la quantité d'eau formée en mol et vérifier qu'elle est négligeable devant celle des solutions.

b-) Calculer la chaleur de réaction dans les conditions de l'expérience.

2-) On recommence l'expérience en versant $V = 100\text{cm}^3$ de solution d'acide chlorhydrique et $V' = 50\text{cm}^3$ de solution d'hydroxyde de sodium.

a-) Quelle est la quantité d'eau formée au cours de la réaction ?

b-) Quelle est la température finale ?

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



Exercice 15 :

On considère la combustion du méthane : $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

1-) Équilibrer cette réaction.

2-) Les réactions suivantes sont exothermiques :

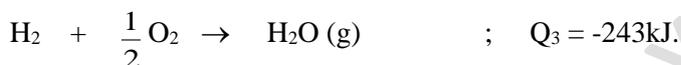
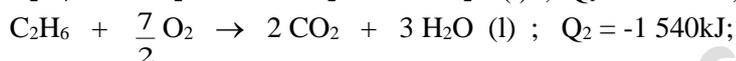
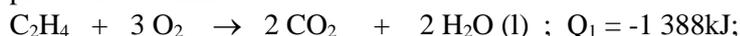


Dans les conditions standards de température et de pression (0°C, 1bar), les valeurs absolues des chaleurs de réaction sont : $Q_1 = 75\text{kJ}$; $Q_2 = 393\text{kJ}$; $Q_3 = 242\text{kJ}$.

Calculer dans les mêmes conditions, la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'un mètre cube de méthane (on assimilera le méthane à un gaz parfait), les gaz étant ramenés à la température initiale.

Exercice 16 :

On donne les chaleurs de réactions chimiques suivantes dans des conditions de température et de pression déterminées :



Sachant que dans ces conditions, la liquéfaction de la vapeur d'eau libère $41\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, déterminer la chaleur de réaction d'hydrogénation de l'éthylène en éthane.

Exercice 17 :

La température d'un appartement doit être maintenue à 20°C. La température de l'extérieur est de +4°C. L'appartement est chauffé grâce à un chauffage central alimenté au gaz de Lacq dont le pouvoir calorifique est de $40546\text{kJ}\cdot\text{m}^{-3}$. Le rendement de l'ensemble est de 80%. La superficie de l'appartement est $s = 85\text{m}^2$, la hauteur des plafonds $h = 2,8\text{m}$. La chaleur perdue par heure, par conduction et par rayonnement lorsque les fenêtres sont fermées hermétiquement est donnée par la relation :

$Q = 2574 (\theta - \theta_{\text{ext}})$ en kJ, où θ est la température intérieure et θ_{ext} la température extérieure.

1-) Quelle est la quantité de chaleurs perdues dans une journée ? Quelle est la consommation de gaz pour compenser cette perte de chaleur ?

2-) On veut réaliser un renouvellement de l'air de l'appartement et on estime qu'il faut 10h pour obtenir ce résultat. Quelle quantité de chaleur nécessite cette opération si on veut que la température de l'appartement se maintienne à 20°C ? Quelle est la consommation de gaz correspondante ? La chaleur massique de l'air sous la pression atmosphérique est $100,3\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ et 1m^3 d'air pèse 1,3kg.

3-) Quelle serait la consommation totale de gaz si tout en assurant l'aération prévue dans la question 2- on maintenait la température de l'appartement à 15°C pendant la durée de la nuit, c'est à dire pendant 8h ?

Exercice 18 :

Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

On place 200mL de solution chlorhydrique de concentration $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$ dans un vase de Dewar de capacité thermique

$C = 150 \text{ J.K}^{-1}$. Une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration 1 mol.L^{-1} , est versée progressivement dans la solution chlorhydrique, tandis qu'on relève, après chaque addition, la température dans le calorimètre.

Initialement, les solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium sont à la même température $\theta_1 = 16,1^\circ\text{C}$. La température du calorimètre s'élève régulièrement jusqu'à $\theta_2 = 19,5^\circ\text{C}$; puis décroît lentement.

1-) Écrire l'équation bilan de la réaction qui se produit dans le calorimètre et interpréter qualitativement les phénomènes observés. Pour quel volume V de solution d'hydroxyde de sodium versé observe-t-on la température maximale θ_2 ?

2-) En déduire la chaleur de réaction entre une mole d'Ions H_3O^+ et une mole d'Ions OH^- .

3-) Quelle est la température θ_3 lorsqu'on a versé 150mL de solution d'hydroxyde de sodium.

Les capacités thermiques massiques des solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium sont égales : $C = 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Les masses volumiques de ces solutions sont égales $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

Exercice 19 :

Les deux réactions : $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ et $\text{C} + 1/2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CO}$ sont exothermiques.

Les chaleurs de réaction sont respectivement : 395 et 109 kJ/mol.

Calculer la chaleur de réaction : $\text{CO} + 1/2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

Toutes ces transformations se font sous la pression atmosphérique.

Exercice 20 :

La réaction : $\text{C}_2\text{H}_2 + 5/2 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ se fait avec un dégagement de chaleur de 1300 kJ.

La réaction $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ se fait avec un dégagement de chaleur de 400 kJ.

La réaction : $\text{H}_2 + 1/2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ se fait avec un dégagement de chaleur de 248 kJ.

Calculer la chaleur produite par la décomposition de 1 kg d'acétylène, suivant la réaction : $\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{ C} + \text{H}_2$.

Toutes les réactions ci-dessous se font sous la pression atmosphérique, constante.