

CALORIMÉTRIE

Ex01

a) **A1.** La combustion d'une mole de méthane dans le dioxygène, sous la pression atmosphérique normale, produit du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. La chaleur de la réaction est $Q_1 = -802,5 \text{ kJ}$.

Écrire l'équation-bilan de la réaction. Celle-ci est-elle exothermique ou endothermique?

b) **B2.** On fait brûler, dans un chalumeau, un mélange contenant une mole de méthane, deux moles de dihydrogène et un excès de dioxygène.

La quantité de chaleur cédée au milieu extérieur par cette réaction est $Q = 1286,1 \text{ kJ}$.

Tous les produits formés sont gazeux.

Écrire l'équation-bilan de la réaction de combustion d'une mole de dihydrogène dans le dioxygène et calculer la chaleur de réaction Q_2 correspondante, l'eau formée étant à l'état de gaz.

Ex02

Un calorimètre de Dewar, de capacité thermique $C = 100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, contient 150 g d'eau à la température de 2°C .

a) **B2.** On y introduit un cube de glace de masse 30 g à la température -18°C .

— Quelle est la température à l'équilibre thermique?

— Quelle est la masse de glace restante?

b) **C1.** Que se passerait-il si on recommençait l'expérience en ne mettant dans le calorimètre que 50 g d'eau à 2°C ?

— Quelle serait la masse de glace finale?

— Quelle serait sa température?

• Chaleur latente de fusion de la glace à 0°C :

$$L_f = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

• Capacité thermique massique de la glace :

$$c_s = 2,10 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

• Capacité thermique massique de l'eau liquide :

$$c_e = 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Ex03

a) **A1.** Un calorimètre contient 100 g d'eau à 18°C . On y verse 30 g d'eau à 60°C .

Quelle serait la température d'équilibre si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable?

b) **B2.** La température d'équilibre est en fait $35,9^\circ\text{C}$. En déduire la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires.

• Capacité thermique massique de l'eau :

$$c_e = 4,19 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

c) **B2.** On considère de nouveau le calorimètre qui contient 100 g d'eau à 18°C . On y plonge un morceau de cuivre de masse 20 g initialement placé dans de l'eau en ébullition. La température d'équilibre s'établit à $19,4^\circ\text{C}$. Calculer la capacité thermique massique du cuivre.

Ex04 On place 200 ml de solution chlorhydrique de concentration $0,4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$ dans un vase de Dewar de capacité thermique $C = 150 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$.

Une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration $1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$, 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 $t_1 = 16,1^\circ\text{C}$. La température du calorimètre s'élève régulièrement jusqu'à $t_2 = 19,5^\circ\text{C}$, puis décroît lentement.

a) **A1.** 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 t_2 ?

b) **B2.** En déduire la chaleur de réaction entre une mole d'ions H_3O^+ et une mole d'ions OH^- .

c) **B2.** Quelle est la température t_3 lorsque l'on a versé 150 ml de solution d'hydroxyde de sodium?

• Les capacités thermiques massiques des solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium sont égales : $c = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

• Les masses volumiques de ces solutions sont égales : $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Ex05

Un calorimètre contient de l'eau à la température $t_1 = 18,3^\circ\text{C}$; sa capacité thermique totale a pour valeur $C = 1350 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$.

• On y introduit un bloc de glace, de masse $m = 42 \text{ g}$, prélevé dans le compartiment surgélation d'un réfrigérateur à la température $t_2 = -25,5^\circ\text{C}$.

Il y a fusion complète de la glace et la température d'équilibre est $t = 5,6^\circ\text{C}$.

• On recommence l'expérience (même calorimètre, même quantité d'eau initiale, même température), mais on introduit cette fois un glaçon de masse $m' = 35 \text{ g}$, à la température de 0°C .

La nouvelle température d'équilibre est $t' = 8,8^\circ\text{C}$.

Déduire des deux expériences précédentes :

a) **B2.** la chaleur latente de fusion L_f de la glace;

b) **B2.** la capacité thermique massique c_s de la glace.

c) **C1.** On introduit un nouveau glaçon, de masse 43 g, à la température $-25,5^\circ\text{C}$, dans l'eau du calorimètre à la température t' issue de la dernière expérience.

— Quelle est la température atteinte à l'équilibre thermique?

— Reste-t-il de la glace? Si oui, quelle est sa masse?

• Capacité thermique massique de l'eau liquide :

$$c_e = 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

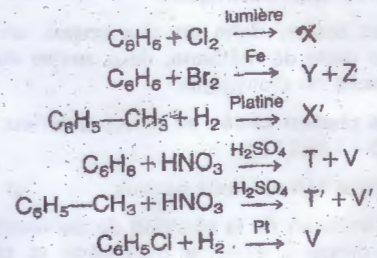
الله

COMPOSÉS AROMATIQUES

Exo1 En faisant réagir, dans des conditions appropriées, du dichlore sur 7,8 g de benzène, on obtient 8,8 g d'un composé, de masse molaire $M = 147 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, qui se solidifie à la température ordinaire, et un gaz dont la solution est acide.

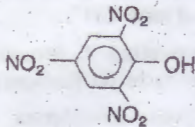
- a) **B2.** Déterminer la formule du composé obtenu et écrire l'équation-bilan de la réaction.
- b) **B2.** Donner la formule semi-développée et le nom des isomères répondant à la formule déterminée.
- c) Calculer le rendement de la réaction.

Exo4 B2. Compléter les réactions suivantes du noyau aromatique en précisant à quelle catégorie elles appartiennent :



Indications : • Quand la réaction est une substitution, écrire l'équation-bilan correspondant à une monosubstitution.
• Quand la réaction conduit à plusieurs isomères (ortho, méta, para), écrire les formules semi-développées des isomères possibles.

Exo2 L'acide picrique est le trinitro-2,4,6 phénol de formule :



Quand on le chauffe, il se décompose de façon explosive en : vapeur d'eau, diazote, dioxyde de carbone, et carbone.

- a) **A1.** Écrire l'équation-bilan de la réaction de décomposition.
- b) **B2.** Quel est le volume de gaz dégagé (ramené dans les conditions normales de température et de pression) par la décomposition de 1 g d'acide picrique (l'eau est liquide dans ces conditions) ? Conclure.

Exo5 C1. Un hydrocarbure A a pour formule brute $\text{C}_{14}\text{H}_{12}$ et il contient deux noyaux aromatiques.

À l'abri de la lumière, il fixe une mole de dichlore par mole.

L'addition de chlorure d'hydrogène sur A est possible et ne conduit qu'à un seul produit.

Déterminer sa formule développée.

A peut-il être Z ou E ? Si tel est le cas, dessiner les formules développées des deux stéréoisomères.

Exo3. Un hydrocarbure A a pour formule brute : C_9H_{12} .

— Par hydrogénation, en présence d'un catalyseur, A donne un corps de formule : C_9H_{18} .

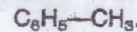
— En présence de dibrome et de trichlorure d'aluminium, A conduit à un produit de substitution B contenant 40,2% de brome en masse.

- a) **B2.** Montrer que A renferme un noyau benzénique.
- b) **C1.** Montrer que le brome ne se substitue qu'une fois sur A.
- c) **C1.** Écrire toutes les formules possibles pour A (elles sont au nombre de 8).
- d) **B2.** Il n'existe qu'un seul dérivé mononitré de A. En déduire la formule semi-développée de A.

• **Masses atomiques molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$:**

$$M(\text{H}) = 1; \quad M(\text{C}) = 12; \quad M(\text{Br}) = 80.$$

Exo6 A1. On réalise la mononitration du toluène :



a) **A1.** Écrire l'équation-bilan de la réaction et la formule semi-développée du composé obtenu sachant que la nitration s'effectue surtout en position para par rapport au groupe méthyle (on obtient principalement le paranitrotoluène).

Préciser les conditions expérimentales.

b) **B2.** Le paranitrotoluène est un liquide de masse volumique $1100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Déterminer la quantité de matière totale de nitrotoluène que l'on peut fabriquer à partir de 100 kg de toluène sachant que le rendement de la nitration est 90%. Cela signifie que 90% de molécules du toluène sont transformées en nitrotoluène.

En déduire le volume de paranitrotoluène obtenu sachant que l'on forme :

- 2% de métadinitrotoluène
- 26% d'orthonitrotoluène.