

T 40. Bouilloire

1) On verse 0,25 L d'eau à 20 °C dans une bouilloire munie d'une résistance électrique de 1000 W. Le courant circule pendant une minute. Les parois sont supposées athermes. La capacité thermique de la résistance est supposée négligeable. La capacité thermique massique de l'eau vaut $c = 4,185 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

Quelle sera la température finale de l'eau ?

2) On rajoute ensuite 1 L d'eau à 20 °C. Quelle sera la nouvelle température finale ?

T 41. Cocotte-minute

Un autocuiseur est équipé d'une soupape de section $s = 4 \text{ mm}^2$ et de masse $m = 40 \text{ g}$.

On indique que la pression de vapeur saturante de l'eau à la température θ (en °C) est donnée,

au voisinage de 100 °C, par la loi empirique : $p_s = \left(\frac{\theta}{100}\right)^4 p^\circ$ où $p^\circ = 1 \text{ bar}$.

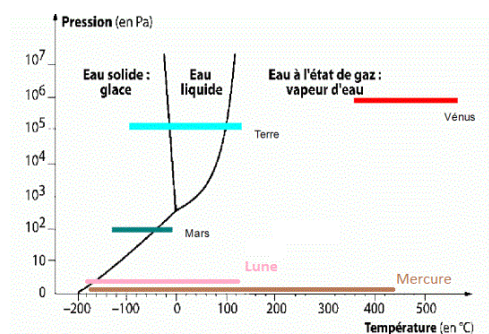
1) Exprimer et calculer la pression maximale atteinte dans l'autocuiseur. On prendra $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

2) En déduire la température maximale atteinte dans l'autocuiseur.



T 42. L'eau dans le système solaire

Observer le diagramme ci-contre et commenter.



T 43. Fusion d'un bloc de glace.

À la pression atmosphérique normale (1,013 bar), un bloc de glace de 4 kg initialement à 0°C se met à fondre par une température ambiante de 8°C, température que prendra l'eau de fusion.

On donne l'enthalpie massique de fusion de la glace $\Delta_{fus}h = 335 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ et la capacité thermique massique de l'eau $c = 4,18 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Par ailleurs, on indique que la glace occupait un volume initial de 4,4 dm³. Calculer :

1) la variation d'enthalpie du système.

2) la quantité de travail échangée. Conséquence ?

T 44. Vaporisation

1) Calculer la variation d'enthalpie d'un kilogramme d'eau liquide à 100 °C, que l'on vaporise sous la pression atmosphérique $p = 10^5 \text{ Pa}$.

2) En utilisant la relation entre énergie interne et enthalpie, calculer la variation d'énergie interne correspondante. On assimilera la vapeur d'eau à un gaz parfait.

3) Quelle quantité de chaleur faut-il fournir à un litre d'eau à 25 °C pour la transformer en vapeur à 100 °C, sous la pression atmosphérique ?

Données :

– Enthalpie massique de vaporisation de l'eau $\Delta_{vap}h^\circ = 2,257 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$

– masse volumique de l'eau liquide à 100 °C $\rho_{100} = 958 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; à 25 °C $\rho_{25} = 997 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

– masse molaire de l'eau $M = 18,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

– volume molaire de la vapeur d'eau à 100 °C et sous 10⁵ Pa : $V_m = 30,6 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

– capacité thermique massique de l'eau $c = 4185 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

T 45. Calorimétrie

1) Un calorimètre contient $m_1 = 95 \text{ g}$ d'eau à $T_1 = 20 \text{ °C}$. On ajoute $m_2 = 71 \text{ g}$ d'eau à $T_2 = 50 \text{ °C}$. Quelle serait la température d'équilibre T_f si l'on pouvait négliger la capacité thermique du vase et des accessoires ?

2) La température d'équilibre observée est 31,3 °C. En déduire la capacité thermique C_{cal} du vase et des accessoires.

On donne pour l'eau $c_{eau} = 4,18 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ au voisinage de 15 °C.

3) Le même calorimètre contient maintenant $m_0 = 100 \text{ g}$ d'eau à $T_0 = 15 \text{ °C}$. On y plonge un échantillon métallique pesant $m = 25 \text{ g}$ sortant d'une étuve à $T_i = 95 \text{ °C}$. La température d'équilibre étant $T_f = 16,7 \text{ °C}$, calculer la capacité thermique massique c du métal.

T 46. Apéro

On plonge un glaçon cubique de côté $a = 3 \text{ cm}$ à la température T_i dans un volume $V_2 = 20 \text{ cL}$ d'eau à la température $T_0 = 15^\circ\text{C}$. On suppose l'ensemble {eau + glace} isolé thermiquement de l'extérieur. Quelle est la température finale ?

Application numérique :

- 1) $T_i = -18^\circ\text{C}$
- 2) $T_i = -4^\circ\text{C}$

Données (supposées constantes tout au long du processus) :

- masse volumique de la glace : $\rho_i = 917 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- capacité thermique massique de la glace : $c_1 = 2,06 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_2 = 4,217 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- l'enthalpie massique de fusion de la glace à 0°C : $\Delta_{fus}h^\circ = 333 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

T 47. PCI du butane.

On brûle 5 L de butane, de PCI volumique égal à $110 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$, afin de chauffer 2 L d'eau initialement à 20°C . En supposant que 50% de cette chaleur soit réellement utilisée du fait des déperditions thermiques, quelle sera la température finale de l'eau ?

On prend pour l'eau : $c \approx 4 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

T 48. PCS du propane

Le propane est un alcane gazeux dans les CSTP, qui a pour formule brute C_3H_8 . Nous l'utiliserons dans une chaudière à condensation. On donne l'équation chimique de combustion du propane : $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

- 1) Qu'est-ce qu'une chaudière à condensation ?
- 2) Le PCI du propane vaut $12,78 \text{ kWh}\cdot\text{kg}^{-1}$. Quelle est sa valeur dans le système international d'unités ?
- 3) En déduire son PCS.

Données :

- enthalpie standard molaire de vaporisation de l'eau $\Delta_{vap}H_m^\circ = 44 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $V_m^\circ \approx 25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

T 49. Production de dioxyde de carbone : combustion du butane

Le gaz généralement utilisé dans les briquets est le butane, de formule C_4H_{10} . On étudie sa combustion dans l'air (composé de 20 % de dioxygène et de 80 % de diazote), dans les CSTP.

On donne l'équation chimique de cette combustion : $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 10\text{H}_2\text{O} + 8\text{CO}_2$

- 1) Déterminer le nombre de moles de dioxygène nécessaire à la combustion d'une mole de butane.
- 2) Déterminer les nombres de moles des différents composés avant et après la combustion d'une mole de butane, en considérant que les réactifs se trouvent dans les proportions stœchiométriques.
- 3) Résolution de problème : déterminer la masse de dioxyde de carbone produite par la combustion de la totalité du butane contenue dans un briquet.

Données : PCI du butane $110 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$; masse volumique du butane liquéfié $\rho_{liq} = 485 \text{ g/L}$