Corrigé et barème – Transformations physiques : changements d'état et énergie

Les six changements d'état et leur écriture symbolique ; le modèle microscopique et la différence entre fusion et dissolution ; transformations endothermiques et exothermiques, sens du transfert thermique et palier ; énergie massique de changement d'état et $Q = m \times L$; masse, durée et mesure d'une énergie de changement d'état.

Durée : 60 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-chimie 2nde

Exercice 1 – La cuisson d'une confiture ★★ *(5 pts)*

a) L'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux : **vaporisation**. $H_2O(\ell) \rightarrow H_2O(g)$. (1)

b) Les molécules H_2O restent les mêmes. Dans le liquide, elles sont au contact et en désordre ; elles quittent le jus et, dans le gaz, deviennent très éloignées les unes des autres, en désordre et très agitées : leurs interactions sont presque rompues. (1)

c) **Endothermique** : l'eau reçoit de l'énergie. Elle lui est fournie par la plaque de cuisson, à travers la bassine. (1)

d) Le sucre n'est pas passé seul à l'état liquide : ses molécules se sont dispersées entre les molécules d'eau du jus, qui est le solvant. C'est une **dissolution**, qui donne un mélange (le sirop). (1)

e) La vapeur d'eau enfermée dans le pot passe à l'état liquide au contact du couvercle qui refroidit : **liquéfaction**, exothermique. Le transfert thermique va de la vapeur qui se liquéfie vers le couvercle. (1)

Le point clé — Un solide qui « disparaît » dans un liquide sans avoir été chauffé seul jusqu'à sa température de fusion se dissout : il ne fond pas.

Exercice 2 – Au congélateur et au laboratoire ★★ *(5 pts)*

a) L'eau passe de l'état liquide à l'état solide : **solidification**, $H_2O(\ell) \rightarrow H_2O(s)$. (1)

b) **Exothermique** : l'eau cède de l'énergie. Le transfert thermique va de l'eau vers l'air froid du congélateur. (1)

c) $L_{sol} = -L_{fus} = -3{,}34 \times 10^5\ \text{J·kg}^{-1}$. $Q = m \times L_{sol} = 0{,}360 \times (-3{,}34 \times 10^5) = -120\,240\ \text{J} \approx \mathbf{-1{,}20 \times 10^5\ J}$: énergie cédée par l'eau. (1)

d) L'énergie prélevée vaut 120 240 J. $\Delta t = E \div P = 120\,240 \div 50 \approx 2\,405$ s, soit $2\,405 \div 60 \approx$ **40 min**. (1)

e) $m = Q \div L_{vap} = 5{,}0 \times 10^4 \div 8{,}4 \times 10^5 \approx 0{,}060$ kg, soit environ **60 g** d'éthanol vaporisé. (1)

Erreur fréquente — Prendre L_{fus} positive pour une solidification : la solidification est exothermique, son énergie massique est $-L_{fus}$ et Q est négatif.

Exercice 3 – Mesurer l'énergie massique de fusion de la glace ★★★ *(5 pts)*

a) La glace pure fond sous pression constante : pendant la fusion, la température reste constante, l'énergie reçue sert au changement d'état. Le palier est à $\mathbf{0\ ^\circ C}$, température de fusion de l'eau. (1)

b) Le palier va de 1 min à 8 min : $\Delta t = 7\ \text{min} = 7 \times 60 = \mathbf{420\ s}$. (1)

c) $E = P \times \Delta t = 40{,}0 \times 420 = \mathbf{16\ 800\ J}$, soit $1{,}68 \times 10^{4}$ J. (1)

d) Toute la glace ($m = 0{,}0500$ kg) a fondu pendant le palier : $L_{fus} = E \div m = 16\ 800 \div 0{,}0500 = 336\ 000\ \text{J·kg}^{-1}$, soit $\mathbf{3{,}36 \times 10^{5}\ J{\cdot}kg^{-1}}$. (1)

e) Écart relatif : $(3{,}36 \times 10^{5} - 3{,}34 \times 10^{5}) \div 3{,}34 \times 10^{5} \approx 0{,}006$, soit environ **0,6 %** : la mesure est très bonne. Cause possible : la durée du palier lue sur la courbe n'est précise qu'à quelques secondes près (2,5 s de trop sur 420 s suffisent à faire 0,6 %) ; la masse et la puissance ont aussi une petite incertitude. Les pertes n'expliquent pas une valeur trop grande ici : la glace à 0 °C est plus froide que la pièce, qui lui apporterait plutôt de l'énergie (valeur trop petite) ; le récipient isolé limite cet échange. (1)

Repère — Sur le palier, toute l'énergie fournie ($P \times \Delta t$) sert à fondre la masse m : $L = P \times \Delta t \div m$. Une pièce plus chaude que la glace lui apporte de l'énergie : c'est pourquoi on isole le récipient.

Exercice 4 – Pourquoi la vapeur brûle ★★★ *(5 pts)*

a) La vapeur d'eau passe de l'état gazeux à l'état liquide : **liquéfaction**, $H_2O(g) \rightarrow H_2O(\ell)$. (1)

b) **Exothermique** pour la vapeur : elle cède de l'énergie. Le transfert thermique va de la vapeur qui se liquéfie vers la peau. (1)

c) $m = 12\ \text{g} = 0{,}012$ kg ; $L_{liq} = -2{,}26 \times 10^{6}\ \text{J·kg}^{-1}$. $Q = 0{,}012 \times (-2{,}26 \times 10^{6}) = -27\ 120\ \text{J} \approx \mathbf{-2{,}71 \times 10^{4}\ J}$, cédée à la peau. (1)

d) $27\ 120 \div 2\ 000 \approx 13{,}6$: la liquéfaction cède environ **14 fois** plus d'énergie. C'est une des raisons pour lesquelles une brûlure par la vapeur peut être plus grave qu'une brûlure par de l'eau très chaude. (1)

e) $m = Q \div L_{vap} = 2{,}0 \times 10^{3} \div 2{,}26 \times 10^{6} \approx 8{,}8 \times 10^{-4}$ kg, soit environ **0,88 g** de vapeur : moins d'un gramme suffit. (1)

Astuce — La vapeur ne brûle pas seulement parce qu'elle est chaude : en se liquéfiant sur la peau, elle cède en plus son énergie de changement d'état, très grande pour l'eau.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).