

Correction des exercices du chapitre 18 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.

Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus p 318-319

Correction QCM

QCM

p. 309

1. B ; 2. A et C ; 3. B ; 4. A ; 5. B ; 6. A, B et C ; 7. A ; 8. A ; 9. B ; 10. A ; 11. A.

QCM

p. 331

1. A ; 2. A et C ; 3. A ; 4. B ; 5. A, B et C ; 6. A ; 7. A ; 8. A ; 9. C ; 10. B.

Correction livret exos de révisions physique

Exercice 112 :

- À l'échelle microscopique, à quelle propriété d'un gaz est liée la valeur de :
 - La température
la température est liée au degré d'agitation des molécules ;
 - La pression
la pression est liée à la fréquence des chocs sur les parois ;
 - La masse volumique
la masse volumique est liée au nombre et à la masse des particules.
- La modification de la vitesse des constituants microscopiques d'un volume de gaz donné conduit au changement de la valeur de :
 - La température mesurée
 - La pression mesurée
 - La masse volumique mesuréeEn effet, si la vitesse des constituants microscopiques change, alors la fréquence de leurs chocs sur les parois sera également modifiée.
- On considère un volume constant de gaz. Initialement $\theta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1013\text{ hPa}$ et $\rho = 1,2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Trois scénarios sont envisagés :
 - Les molécules se déplacent moins vite
Dans le scénario a., les molécules se déplacent moins vite : les valeurs de la température et de la pression mesurées diminuent mais la valeur de la masse volumique mesurée reste constante (réponse f.).
 - Les molécules sont plus nombreuses
Dans le scénario b., les molécules sont plus nombreuses : les valeurs de la pression et de la masse volumique mesurées augmentent mais la valeur de la température mesurée reste constante (réponse d.).
 - Les molécules sont remplacées par des particules de masse plus faible.
Dans le scénario c., les molécules sont remplacées par des particules de masse plus faible : la valeur de la masse volumique diminue mais les valeurs de la température et de la pression mesurées restent constantes (réponse e.).

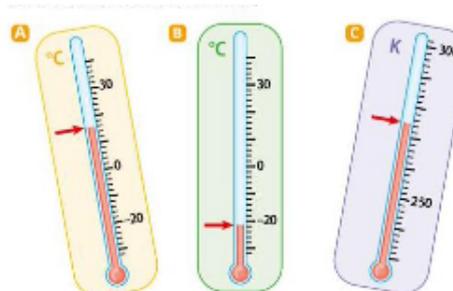
Associer à chaque scénario, les valeurs des grandeurs macroscopiques mesurées adaptées :

- $\theta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1025\text{ hPa}$ et $\rho = 1,5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- $\theta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1013\text{ hPa}$ et $\rho = 1,0\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- $\theta = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1005\text{ hPa}$ et $\rho = 1,2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Exercice 113 :

- Qu'appelle-t-on température thermodynamique d'un système ? Quel lien existe-t-il avec la température Celsius ?

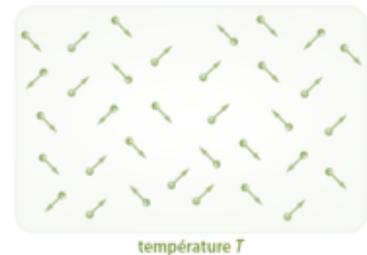
La température thermodynamique (aussi nommée température absolue) traduit le degré d'agitation des molécules d'un système. Notée T et exprimée en kelvin (K), elle est liée à la température θ de l'échelle Celsius ($^{\circ}\text{C}$) par la relation suivante : $T = \theta + 273,15$



- Classer par ordre de degré d'agitation moléculaire décroissante, les systèmes dont les valeurs de la température sont mesurées ci-contre.
A $\theta = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$; **B** $\theta = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$; **C** $T = 274\text{ K}$ donc $\theta = 0,85\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 Donc, par ordre de degré d'agitation moléculaire décroissante : **A > C > B** .
- Quelle est la signification microscopique du zéro sur l'échelle de la température thermodynamique ?
 Quand il n'y a plus d'agitation des particules microscopiques d'un système, la température thermodynamique est nulle : $T = 0\text{ K}$, c'est le zéro absolu. La température thermodynamique est donc obligatoirement positive.

Exercice 114 :

- Deux récipients de même volume séparés par une paroi isolante et amovible contiennent le même gaz. L'un d'eux est plus chaud que l'autre.
 - Identifier, en justifiant la réponse, le récipient dans lequel la valeur de la température mesurée est la plus grande. En déduire le corps chaud et corps froid.
 L'agitation des particules est plus importante dans le récipient 1 que dans le 2. Le gaz du récipient 1 est donc plus chaud : $T_1 > T_2$.
 - La valeur de la masse volumique mesurée est-elle la même pour chaque gaz ? Justifier la réponse.
 La valeur de la masse volumique mesurée est la même pour chaque gaz. En effet, un même nombre de molécules de même masse occupe le même volume.
 - La valeur de la pression mesurée est-elle la même pour chaque gaz ? Justifier la réponse.
 La valeur de la pression mesurée est plus importante dans le récipient 1 que dans le 2. En effet, les molécules présentes en même nombre dans chaque récipient se déplacent plus rapidement dans le récipient 1 que dans le 2. Les chocs des molécules sur les parois y seront donc plus fréquents.



- On retire la plaque amovible séparant les deux récipients. Un transfert de l'énergie thermique s'effectue jusqu'à l'équilibre thermique du corps chaud vers le corps froid.
 - Proposer qualitativement une représentation du gaz à l'équilibre à l'échelle microscopique.
 - Quelle propriété des constituants microscopiques du gaz provoque cet échange d'énergie ?
 L'agitation des constituants microscopiques du gaz permet cet échange d'énergie.
 - Comparer les valeurs des températures T_1 , T_2 , et T du gaz à l'équilibre thermique.
 À l'équilibre, $T_1 > T > T_2$.

Exercice 115 : Répondre par Vrai ou Faux pour chaque proposition ci-dessous. Un gaz est parfait :

- Si la distance qui sépare deux molécules du gaz est en moyenne très petite. **Faux**
- S'il est fortement comprimé. **Faux**
- Si le volume qu'il occupe est très grand par rapport au nombre de particules présentes. **Vrai**
- Si le nombre de chocs entre particules du gaz est élevé. **Faux**

Exercice 116 : La masse volumique de l'air assimilé à un gaz parfait dans les conditions normales de température et de pression ($T_1 = 273\text{ K}$ et $P_1 = 1,013 \times 10^5\text{ Pa}$) est $1,293\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Données : Constant des gaz parfaits : $R = 8,314\text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Équation d'état du gaz parfait : $P \times V = n \times R \times T$

- Calculer la masse volumique de l'air dans les conditions standard de température et de pression ($T_2 = 298\text{ K}$ et $P_2 = 1,000 \times 10^5\text{ Pa}$).

Nous savons que $\rho = \frac{P \times M}{R \times T}$ où M est la masse d'une mole d'air compte tenu de sa composition. Donc si 1 désigne les conditions « normales » et 2 les « conditions standard », on a : $\rho_1 = \frac{P_1 \times M}{R \times T_1}$ et $\rho_2 = \frac{P_2 \times M}{R \times T_2}$

$$\text{d'où } \rho_2 = \rho_1 \times \frac{P_2 \times T_1}{P_1 \times T_2} = 1,293 \times \frac{1\,000 \times 10^{-5} \times 273}{1\,013 \times 10^{-5} \times 298} = 1,17\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}.$$

Exercice 117 :

Données : Constant des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $M_{\text{air}} = 28,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;

1. Un ballon de volley-ball de 4,8 L contient 7,5 g d'air à la température de 17 °C. L'air est assimilé à un gaz.
- a. Calculer la quantité de matière de gaz dans le ballon.

La quantité de matière n contenue dans la masse m de gaz considéré est donnée par :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{7,5}{28,9} = 2,6 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

- b. Convertir la température en K et le volume en m^3 .

On applique la relation : T (en K) = θ (en °C) + 273,15 = 273,15 + 17 = 290,15 K

$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$, donc $V = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

- c. Écrire l'équation d'état du gaz parfait et en déduire la valeur de la pression de l'air dans le ballon.

L'équation d'état du gaz parfait s'écrit : $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$\text{soit : } P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{2,6 \times 10^{-1} \times 8,314 \times 290,15}{4,8 \times 10^{-3}} = 1,30 \times 10^5 \text{ Pa}$$

2. La température est doublée et sa valeur atteint 34 °C. La variation de volume du ballon est négligeable.

- a. Pourquoi la valeur de la pression mesurée n'est-elle pas également doublée ?

La valeur de la pression mesurée est proportionnelle à la valeur de la température thermodynamique exprimée en K, non en °C.

- b. Donner la nouvelle valeur de la pression de l'air dans le ballon.

Pour $\theta = 34 \text{ °C}$, alors $T = 273,15 + 34 = 307,15 \text{ K}$.

$$P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{2,6 \times 10^{-1} \times 8,314 \times 307,15}{4,8 \times 10^{-3}} = 1,38 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- c. Pour quelle température en °C la valeur de la pression serait-elle doublée ?

Pour $T = 290,15 \times 2 = 580,3 \text{ K} = 307,15 \text{ °C}$, la valeur de la pression serait doublée.

Exercice 118 :

Données : Constant des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

1. Calculer la quantité de matière de diazote contenue dans un récipient d'un litre à la pression de 1,1 bar et à la température de 25 °C.

D'après l'équation d'état du gaz parfait : $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$\text{il vient : } n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,1 \times 10^5 \times 1,0 \times 10^{-3}}{8,314 \times (273,15 + 25)} = 4,4 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$P = 1,1 \text{ bar} = 1,1 \times 10^5 \text{ Pa}, V = 1,0 \text{ L} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ et } T = (273,15 + 25) \text{ K}.$$

2. En déduire le nombre de molécules puis le volume propre des molécules (le volume d'une molécule de diazote est estimé à $7,0 \times 10^{-28} \text{ L}$).

La constante d'Avogadro N_A permet le passage du macroscopique au microscopique selon la relation : $N = n \cdot N_A = 4,4 \times 10^{-2} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,6 \cdot 10^{22}$ molécules

Le volume propre occupé par l'ensemble des molécules vaut alors : $V = N \cdot V$ (molécule)

$$V = 2,6 \times 10^{22} \times 7,0 \times 10^{-28} = 1,9 \times 10^{-5} \text{ L} = 19 \mu\text{L}$$

3. Comparer le volume occupé par les molécules à celui occupé par le gaz. Dans ces conditions, le diazote peut-il être assimilé à un gaz parfait ?

Le volume propre des molécules (19 μL) est négligeable devant celui qu'elles occupent (1 L). Le diazote peut être assimilé à un gaz parfait.

Exercice 119 :

- L'affirmation suivante est-elle correcte ?

« Lorsqu'un solide cristallin au repos macroscopique s'échauffe, son énergie cinétique microscopique augmente, son énergie potentielle microscopique augmente, donc son énergie interne augmente. »

Lorsqu'un solide cristallin au repos macroscopique s'échauffe, son énergie cinétique microscopique augmente, car l'agitation thermique des atomes du réseau augmente. Son énergie potentielle microscopique d'interactions peut être considérée comme constante (ou en très faible augmentation). En effet, dans le réseau cristallin, des atomes vont se rapprocher, d'autres vont s'éloigner (vibrations des atomes autour de leurs positions d'équilibre). Ainsi, l'énergie interne, somme des énergies microscopiques, augmente.

L'affirmation est correcte.

Exercice 120 :

1. Qu'appelle-t-on l'énergie interne d'un système ?
L'énergie interne d'un système est l'énergie propre du système. Elle correspond à la somme de toutes les énergies qui existent, à l'intérieur de ce système, au niveau microscopique du fait de ses constituants.
2. Citer les différentes contributions microscopiques de l'énergie interne d'un système.
Les énergies cinétiques microscopiques et les énergies potentielles microscopiques sont les contributions microscopiques de l'énergie interne d'un système.
3. Comment expliquer l'existence d'énergies cinétiques microscopiques ?
Les énergies cinétiques microscopiques sont liées à l'agitation thermique des particules qui constituent le système.
4. À quelle grandeur macroscopique associe-t-on ces énergies cinétiques microscopiques ?
On associe ces énergies cinétiques microscopiques à la température.
5. Comment expliquer l'existence d'énergies potentielles d'interaction microscopiques ?
Les énergies potentielles d'interaction sont liées aux interactions entre les particules qui constituent le système. Elles peuvent être des interactions intramoléculaires ou intermoléculaires.
6. Comment expliquer la faible contribution de ces énergies dans le cas d'un gaz comme l'air ?
Dans le cas d'un gaz comme l'air, les particules qui le constituent sont éloignées (comme pour tout gaz), donc les interactions intermoléculaires sont réduites et la contribution des énergies potentielles microscopiques à l'énergie interne est faible.

Exercice 121 : On considère deux systèmes constitués respectivement de 100 g de vapeur d'eau et de 100 g d'eau liquide, tous les deux à 100 °C.

1. Quelle contribution énergétique à l'énergie interne prédomine pour chaque système ?
Les deux systèmes sont dans des états physiques différents (liquide ou gaz). Dans le liquide, les molécules d'eau sont très rapprochées : les énergies potentielles d'interaction prédominent devant les énergies cinétiques microscopiques. Dans le cas de la vapeur d'eau, c'est l'inverse.
2. Quel système à l'énergie interne la plus grande ?
Les deux systèmes ont la même température, donc les mêmes énergies cinétiques microscopiques. Dans l'eau liquide, les interactions intermoléculaires sont plus importantes que dans la vapeur car les molécules sont plus rapprochées. L'eau liquide compte donc en plus une importante énergie d'interaction : elle possède l'énergie interne la plus élevée.

Exercice 122 : Un glaçon, placé dans un verre d'eau, fond.



1. Schématiser la situation.
2. Sur le schéma, indiquer par des flèches le sens et le mode de transfert d'énergie (travail W ou transfert thermique Q) entre le système {glaçon} et l'eau.
L'eau liquide, plus chaude que le glaçon, cède de l'énergie par transfert thermique au glaçon.
3. Préciser le signe de ce transfert.
Le système {glaçon} reçoit un transfert thermique, donc $Q > 0$.

Exercice 123 : L'eau de la théière ci-contre est chauffée jusqu'à la température de 80 °C. On néglige tout échange par le bec verseur.



1. Identifier les transferts d'énergie entre le système {eau + théière} et le milieu extérieur.
Le système {eau et théière} reçoit un transfert thermique Q_1 de la part de la plaque chauffante mais cède aussi un transfert thermique Q_2 à l'air ambiant (la température de surface du métal est plus élevée que celle de l'air ambiant).
2. Énoncer puis écrire le premier principe pour ce système.
D'après le premier principe de la thermodynamique, pour le système {eau et théière}, la variation d'énergie interne $\Delta U = Q + W$ est égale à la somme de toutes les énergies transférées par travail W et par transfert thermique Q .
Or, il n'y a pas de transfert d'énergie par travail. Donc : $\Delta U = Q_1 + Q_2$.
Remarque : $Q_1 > 0$ car le système reçoit effectivement de l'énergie de la part de la plaque chauffante ; $Q_2 < 0$ car le système cède effectivement de l'énergie à l'air ambiant.

Exercice 124 : Dans un récipient, 500 g de chocolat chaud encore liquide refroidissent et sont brassés à l'aide d'un fouet électrique.

1. Effectuer l'étude énergétique du système {chocolat} en s'appuyant sur un diagramme énergétique.



2. Écrire le premier principe de la thermodynamique en justifiant que le système est au repos.
Le système est au repos : sa position ou sa vitesse ne sont pas modifiées. $\Delta E_{\text{tot}} = \Delta U$
D'après le premier principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$
3. Distinguer le terme correspondant à la variation de l'énergie du système des termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.
 ΔU : terme correspondant à la variation de l'énergie du système.
 W, Q : termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.
4. Sachant que l'énergie perdue par le chocolat en se refroidissant est de 50 kJ et que l'énergie reçue par le fouet est de 10 kJ, déterminer la variation d'énergie interne du système.
 $\Delta U = W + Q$
 W est reçu par le système, donc $W > 0$.
 Q est cédé par le système, donc $Q < 0$.
 $\Delta U = 10 - 50 = -40 \text{ kJ}$

Exercice 125 : Pour évaluer les pertes thermiques d'une habitation, on procède à l'expérience suivante : la masse m d'air à l'intérieur de la maison étant initialement à la température $T_1 = 19,0 \text{ °C}$, on coupe le système de chauffage pendant une durée $\Delta t = 1,00 \text{ h}$. On mesure une température finale $T_2 = 15,6 \text{ °C}$.

Données : Capacité thermique massique de l'air : $C_a = 1\,000 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$;
Volume intérieur de la maison : $V = 400 \text{ m}^3$; masse volumique de l'air : $\rho = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$.

1. Exprimer, puis calculer, la variation de l'énergie interne ΔU de l'air contenu dans la maison.
 $\Delta U = \rho \cdot V \cdot c_a \cdot (T_2 - T_1) = 1,3 \times 400 \times 1\,000 \times (15,6 - 19,0) = -1,8 \times 10^6 \text{ J}$
2. Interpréter le signe du résultat obtenu à la question précédente.
 $\Delta U < 0$ traduit une perte d'énergie de l'habitation.

Exercice 126 : Pour préparer une soupe « miso » instantanée, on verse sur le contenu du sachet une masse m d'eau de 150 g initialement à la température $\theta_i = 20 \text{ °C}$. Le système {eau} est considéré comme incompressible. On néglige l'influence du contenu du sachet. On chauffe l'eau pour l'amener à la température finale souhaitée θ_f .

Données : Capacité thermique massique de l'eau : $C_{\text{eau}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

1. Exprimer la variation d'énergie interne $\Delta U_{i \rightarrow f}$ de l'eau, en fonction notamment de sa masse et de sa variation de température entre l'état initial et l'état final.
L'expression de la variation d'énergie interne du système {eau}, de l'état initial i à l'état final f , est :
 $\Delta U_{i \rightarrow f} = m \times C_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$.
2. La variation d'énergie interne $\Delta U_{i \rightarrow f}$ de l'eau à obtenir, pour que la température de l'eau atteigne la valeur finale souhaitée θ_f , est égale à $4,2 \times 10^4 \text{ J}$. Calculer θ_f .
On déduit de l'expression précédente : $\theta_f = \frac{\Delta U_{i \rightarrow f}}{m \times C_{\text{eau}}} + \theta_i$;
soit $\theta_f = \frac{4,21 \times 10^4}{150 \times 10^{-3} \times 4,18 \times 10^3} + 20 = 87 \text{ °C}$.

Exercice 127 : L'aluminium est l'élément métallique le plus abondant dans l'écorce terrestre. Pour réaliser des bâtiments, il est utilisé en alliage avec du magnésium. L'alliage est composé de 90 % en masse d'aluminium et 10 % en masse de magnésium.

Pour améliorer sa résistance mécanique, une pièce d'alliage de masse $m = 10 \text{ kg}$ subit une trempe thermique. Pour cela, elle est portée à haute température $\theta_1 = 540 \text{ °C}$, puis refroidie rapidement dans un bain d'eau de masse $m_{\text{eau}} = 1,00 \text{ tonne}$ et de température initiale $\theta_2 = 19 \text{ °C}$.

Lors de la trempe thermique, il est nécessaire de prévoir, il est nécessaire de prévoir l'élévation maximale de la température du bain. L'eau et l'alliage sont supposés incompressibles.

Données : Capacité thermiques massiques :

- De l'aluminium : $C_{Al(s)} = 897 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.
- Du magnésium : $C_{Mg(s)} = 1,02 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.
- De l'eau : $C_{eau(s)} = 4,18 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

1. La capacité thermique massique d'un alliage est égale à la somme des capacités thermiques massiques de ses constituants coefficientées par leur pourcentage massique.

Montrer que la capacité thermique massique de l'alliage d'aluminium est $C = 909 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

À l'aide des réponses précédentes, calculer la température finale du bain θ_f . L'alliage est composé de 90 % en masse d'aluminium et 10 % en masse de magnésium, et sa capacité thermique massique est égale à la somme des capacités thermiques massiques de ses constituants coefficientées par leur pourcentage massique. La capacité thermique massique de l'alliage est donc :

$$c = \frac{90}{100} \times C_{Al} + \frac{10}{100} \times C_{Mg} = \frac{90}{100} \times 897 + \frac{10}{100} \times 1,02 \times 10^3 = 9,09 \times 10^2 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}.$$

2. Quelle est la forme d'énergie du système 1 {pièce d'alliage} qui est modifiée lorsqu'il vient au contact de l'eau ?

La température du système 1 {pièce d'alliage} augmente lorsqu'il vient au contact de l'eau plus chaude. Donc la forme d'énergie du système 1 qui est modifiée est son énergie cinétique microscopique liée à l'agitation thermique des entités qui constituent l'alliage.

3. Exprimer la variation d'énergie interne ΔU_1 du système 1, puis ΔU_2 du système 2 {eau du bain} au cours de la trempe.

Pour le système 1 {pièce d'alliage} :

- État initial : début de la trempe, le système 1 est à la température θ_1 .
- État final : fin de la trempe, le système 1 est à la température θ_f .
- L'expression de la variation d'énergie interne du système 1, incompressible, de l'état initial i à l'état final f, est : $\Delta U_1 = (m \times c \times \theta_f - \theta_1)$

De même, pour le système 2 {eau du bain} :

- État initial : début de la trempe, le système 2 est à la température θ_2 .
- État final : fin de la trempe, le système 2 est à la température θ_f .
- L'expression de la variation d'énergie interne du système 2, incompressible, de l'état initial i à l'état final f, est : $\Delta U_2 = m_{eau} \times c_{eau} \times (\theta_f - \theta_2)$.

4. On néglige tout échange avec l'air ou la cuve contenant l'eau.

- a. Écrire le premier principe pour le système 1, puis pour le système 2.

D'après le premier principe de la thermodynamique, pour le système, entre l'état initial et l'état final, $\Delta U_{i \rightarrow f} = Q + W$.

Or, le système 1 reçoit de l'énergie du milieu extérieur (l'eau du bain) exclusivement par transfert thermique Q_1 . Donc le transfert par travail $W = 0$ d'où $\Delta U_1 = Q_1$.

De plus, le système 2 cède de l'énergie au milieu extérieur (pièce d'alliage) exclusivement par transfert thermique Q_2 . Donc $W = 0$ d'où $\Delta U_2 = Q_2$.

- b. En déduire que $\Delta U_1 = -\Delta U_2$.

Les seuls échanges ayant lieu sont ceux entre le système 1 et le système 2 ; on a $Q_2 = -Q_1$ donc $\Delta U_1 = -\Delta U_2$.

Autre rédaction : le système 1 + 2 {pièce d'alliage et eau du bain} n'échange aucune énergie ni par transfert thermique ni par travail.

D'après le premier principe de la thermodynamique, pour le système 1 + 2, entre l'état initial i et l'état final f, $\Delta U_{i \rightarrow f} = 0$ avec $\Delta U_{i \rightarrow f} = \Delta U_1 + \Delta U_2$; soit $\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$; donc $\Delta U_1 = -\Delta U_2$.

5. À l'aide des réponses précédentes, calculer la température finale du bain θ_f .

D'après la question précédente, $\Delta U_1 = -\Delta U_2$.

Ainsi $m \times c \times (\theta_f - \theta_1) = -m_{eau} \times c_{eau} \times (\theta_f - \theta_2)$.

On développe l'expression : $m \times c \times \theta_f - m \times c \times \theta_1 = -m_{eau} \times c_{eau} \times \theta_f + m_{eau} \times c_{eau} \times \theta_2$

Puis en factorisant par θ_f : $\theta_f \times (m \times c + m_{eau} \times c_{eau}) = m \times c \times \theta_1 + m_{eau} \times c_{eau} \times \theta_2$

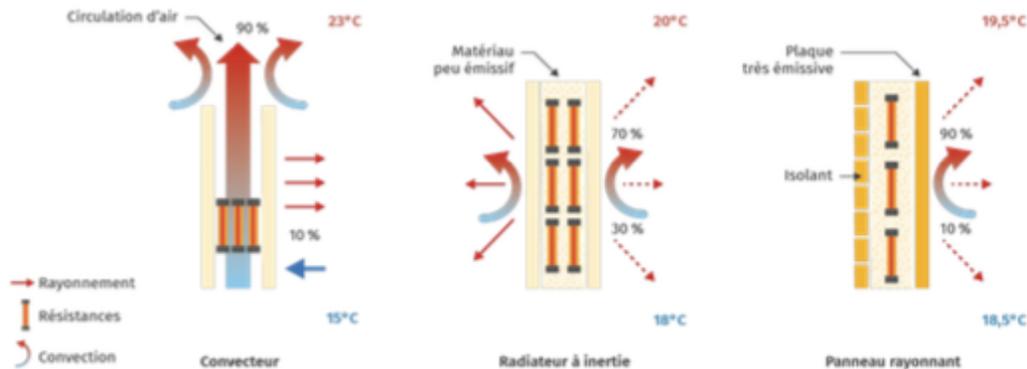
$$\text{Ainsi : } \theta_f = \frac{m \times c \times \theta_1 + m_{eau} \times c_{eau} \times \theta_2}{(m \times c + m_{eau} \times c_{eau})} = \frac{10 \times 909 \times 540 + 1,00 \times 10^3 \times 4,18 \times 10^3 \times 19}{(10 \times 909 + 1,00 \times 10^3 \times 4,18 \times 10^3)} = 20 \text{ °C}$$

Exercice 128 :

- Donner les modes de transfert thermique qui permettent à la surface de la Terre de réchauffer son atmosphère.
Le rayonnement et la convection. La conduction est très loin de pouvoir transmettre l'énergie thermique sur des kilomètres.
- Préciser le mode de transfert thermique qui est limité lorsque l'on met gants de cuisine pour sortir les plats d'un four.
Le vent augmente la convection, plus exactement le coefficient de Newton. On parle d'ailleurs de température ressentie plus faible lorsque du vent est présent, car il refroidit plus vite le corps.
- Préciser le mode de transfert thermique qui est limité lorsque l'on met des gants de cuisine pour sortir les plats d'un four.
Le gant de cuisine limite la conduction pour ne pas se brûler les mains.

Exercice 129 : Les habitations sont principalement dotées de deux types de radiateurs : les radiateurs rayonnants et convecteurs.

- Préciser lequel des deux a une géométrie qui favorise le plus les échanges avec l'air.
Le convecteur favorise les échanges avec l'air.
- Faire un schéma représentant les deux modes de transfert thermique d'un radiateur.



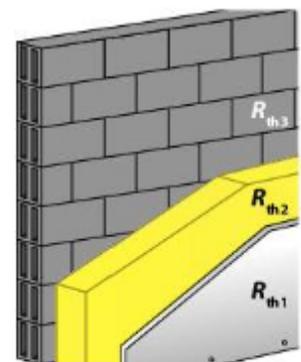
Exercice 130 : Une baie vitrée à simple vitrage a une résistance thermique de $R_{\text{simple}} = 0,040 \text{ K.W}^{-1}$. La propriétaire de la maison hésite à passer au double vitrage, ce qui lui permettrait de passer à une résistance $R_{\text{double}} = 0,25 \text{ K.W}^{-1}$.

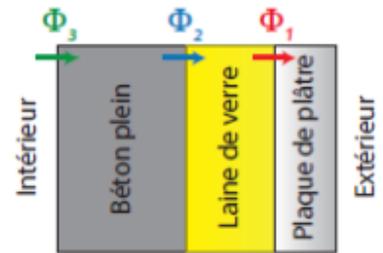
- Calculer la puissance de chauffage économisée grâce au double vitrage par rapport au simple vitrage en hiver lorsque la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur atteint 20 °C.
La puissance économisée est la différence : $\Phi_{\text{simple}} - \Phi_{\text{double}} = \frac{20}{0,040} - \frac{20}{0,25} = 420 \text{ W}$

Exercice 131 : Un mur est constitué d'une cloison de plâtre de résistance thermique R_{th1} collée à une couche de laine de verre de résistance thermique R_{th2} . L'ensemble est fixé à une paroi de béton de résistance thermique R_{th3} . La surface S du mur est 20 m². La température à l'intérieur de la pièce est 20 °C ; celle du milieu extérieur est 5 °C.

Donnée : Résistances thermiques en °C.W⁻¹ pour $S = 20 \text{ m}^2$:

Plâtre	Laine de verre	Béton
0,039	0,125	0,013





- Schématiser la situation en indiquant par une flèche le sens des transferts thermiques à travers le mur.
Schéma en coupe ($\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3 = \Phi_{123}$) :
- Indiquer le mode de transfert thermique mis en jeu.
Le mode de transfert thermique mis en jeu est la conduction à travers les murs.
- Calculer la résistance thermique totale du mur R_{th} .
 $R_{th} = R_{th1} + R_{th2} + R_{th3}$ soit :
 $R_{th} = 0,039 + 0,125 + 0,013 = 0,177 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{W}^{-1}$.
- Calculer le flux thermique Φ traversant le mur.
Pour un transfert thermique par conduction en régime permanent indépendant du temps :
 $\Phi = \frac{(\theta_{int} - \theta_{ext})}{R_{th}}$ d'où $\Phi = \frac{(20 - 5)}{0,177} = 85 \text{ W}$.
- Comparer Φ avec le flux thermique traversant une simple paroi de béton pour une même différence de température.
Pour un simple mur en béton : $\Phi = \frac{(\theta_{int} - \theta_{ext})}{R_{th3}}$ d'où $\Phi = \frac{(20 - 5)}{0,013} = 1,2 \times 10^3 \text{ W}$.

Exercice 132 : Afin de réduire les dépenses de chauffage et d'avoir un comportement écoresponsable, on cherche à améliorer l'isolation thermique d'une habitation. En effet celle-ci ne possède un grenier non chauffé, on décide donc d'en isoler le sol.

Il existe de nombreux matériaux isolants caractérisés par leur conductivité thermique notée λ . Plus la conductivité thermique d'un matériau est élevée, plus il conduit facilement la chaleur.

Données : température du grenier : $\theta_1 = 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$; température de la maison : $\theta_2 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$;

Surface du sol du grenier : $S = 80 \text{ m}^2$;

Résistance thermique du sol du grenier non isolé : $R = 7,5 \times 10^{-3} \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$;

Expression de la résistance thermique : $R = \frac{e}{\lambda S}$ avec e l'épaisseur (en m) et S la surface (en m^2) de la paroi.

Nom du matériau	Laine de roche	Polystyrène extrudé	Liège naturel expansé	Cellulose
Conductivité thermique λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	0,035	0,033	0,042	0,039

- Dans quel sens s'effectue le transfert thermique dans l'habitation ?
Le transfert thermique s'effectue de la source chaude vers la source froide, donc de la maison ($\theta_2 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$) vers le grenier ($\theta_1 = 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$) (et bien sûr vers l'extérieur).
- Donner l'expression puis calculer le flux thermique Φ à travers le sol du grenier non isolé.
 $\Phi = \frac{\theta_2 - \theta_1}{R} = \frac{20 - 5,0}{7,5 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^3 \text{ W} = 2,0 \text{ kW}$
- Quel serait un bon choix de matériau pour un isolant thermique ?
Un bon choix de matériau pour un isolant thermique est un matériau qui a une conductivité thermique λ faible. Le polystyrène extrudé, qui a la conductivité thermique la plus faible, est un bon isolant thermique.
- On veut diviser le flux thermique par 10. Sachant que lorsque plusieurs parois sont accolées, la résistance thermique totale est égale à la somme des résistances thermiques de chaque paroi, calculer la résistance thermique de l'isolant.
 $R_{tot} = R_{sol} + R_{isolant}$
Donc $R_{isolant} = R_{tot} - R_{sol} = 7,5 \times 10^{-2} - 7,5 \times 10^{-3} = 6,8 \times 10^{-2} \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$
- Tous les matériaux proposés s'achètent sous forme de panneaux rigides dans le commerce Quelle épaisseur minimale doit posséder le panneau du matériau choisi ?
On doit avoir : $R_{isolant} = \frac{e}{\lambda S} \geq 6,8 \times 10^{-2} \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$.
Donc $e \geq 6,8 \times 10^{-2} \times 0,033 \times 80 = 0,18 \text{ m}$.
L'épaisseur minimale du panneau doit être de 18 cm

Exercice 133 : le flux thermique transféré entre un système en convection et un thermostat, milieu extérieur à température constante, est modélisé par la loi de Newton : $\Phi = h \times S \times (T_e - T)$

- Indiquer ce que représentent les grandeurs S , T_e et T dans cette loi et préciser les unités de h et Φ .
 S représente la surface d'échange entre le système incompressible et son environnement constitué d'un fluide ; h est le coefficient d'échange convectif ; T_e est la température extérieure loin de la surface S du système et T est la température uniforme à la surface S . h est exprimé en $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$; le flux est exprimé en watt (W).

Exercice 134 : À la sortie du four, un gâteau dans son moule est à la température $\theta_i = 180$ °C. Le système {gâteau et moule} est laissé à la température ambiante constante de $\theta_e = 20$ °C.

L'équation différentielle vérifiée par la température du système est : $\frac{d\theta}{dt} = a \cdot (\theta - \theta_e)$.

Dans cette relation, a est une constante négative qui dépend du système et du fluide étudiés.

Donnée : On considère que le système {gâteau + moule} est un système incompressible.

On néglige les échanges de matière entre le système et le milieu extérieur ; le seul transfert thermique est convectif.

Dans la situation étudiée, $a = -3,8 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$.

1. Montrer, en résolvant l'équation différentielle, que $\theta = \theta_e + (\theta_i - \theta_e) \times e^{a \cdot t}$.

Pour une équation différentielle de la forme :

$$y' = ay + b, \text{ les solutions sont de la forme : } y = K \times e^{a \cdot t} - \frac{b}{a}$$

Par comparaison, les solutions de l'équation différentielle sont de la forme : $\theta = K \times e^{a \cdot t} + \theta_e$.

D'après les conditions initiales : $\theta(0) = K + \theta_e = \theta_i$

donc $K = \theta_i - \theta_e$.

L'unique solution de l'équation différentielle vérifiée par la température θ est : $\theta = (\theta_i - \theta_e) \times e^{a \cdot t} + \theta_e$.

2. Quelle sera la température du gâteau une heure après sa sortie du four ?

Au bout d'une heure, la température du gâteau est :

$$\theta = (180 - 20) \times e^{-3,8 \times 10^{-4} \times 3600} + 20 = 61 \text{ °C.}$$

Exercice 135 : On considère une tasse de café initialement à la température de 75 °C dans une pièce à 25 °C. Après 5 minutes le café est à 50 °C.

On suppose que la vitesse de refroidissement du café est proportionnelle à la différence des températures (autrement dit que la température du café suit la loi de Newton) : cela signifie qu'il existe une constante $\gamma < 0$

telle que la température vérifie l'équation différentielle de premier ordre : $\frac{dT(t)}{dt} = \gamma(T(t) - T_{amb})$

1. Effectuer un bilan énergétique pour le système {café}.

Le système (café) cède de l'énergie à l'environnement.

2. Donner la valeur de T_{amb} .

$$T_{amb} = 25 \text{ °C}$$

3. Résoudre l'équation différentielle en donnant l'expression de $T(t)$ en fonction de γ .

La solution générale de l'équation différentielle est : $T(t) = A \cdot e^{\gamma \cdot t} + B$

Quand t tend vers l'infini, $T = T_{amb}$ donc $B = T_{amb}$.

À $t = 0$ s, $T = T_0$ donc $T_0 = A + T_{amb}$ donc $A = T_0 - T_{amb}$.

$$\text{Donc : } T(t) = (T_0 - T_{amb}) \cdot e^{\gamma \cdot t} + T_{amb}$$

D'où l'expression de $T(t)$ en fonction de γ : $T(t) = (75 - 25) \cdot e^{\gamma \cdot t} + 25$

$$\text{Donc : } T(t) = 50 \cdot e^{\gamma \cdot t} + 25$$

4. Déterminer la valeur numérique de la constante de refroidissement γ .

Après 5 minutes, le café est à 50 °C.

$$\text{Donc } T(5) = 50 \cdot e^{5\gamma} + 25 = 50$$

$$\text{Donc } e^{5\gamma} = \frac{1}{2}; \quad \text{Donc } 5\gamma = \ln\left(\frac{1}{2}\right); \quad \text{Donc } \gamma = -\frac{\ln(2)}{5}$$

5. En déduire l'expression générale de $T(t)$.

On en déduit l'expression générale de $T(t)$:

$$T(t) = 50 \cdot e^{-\frac{\ln(2)}{5} t} + 25$$