






































 **Thème III. L'énergie : conversions et transferts (Thermodynamique)**  
**TD n°18 Énergie échangée par un système.**  
**Premier principe. Bilans d'énergie.**

Exercice n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Capacités								
Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan énergétique faisant intervenir travail et transfert thermique.								
Exploiter les conditions imposées par le milieu extérieur pour déterminer l'état d'équilibre final.								
Évaluer un travail par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable.								
Calculer le transfert thermique $Q$ sur un chemin donné.								
Utiliser le premier principe de la thermodynamique entre deux états voisins.								
Exploiter l'extensivité de l'énergie interne.								
Exprimer le premier principe sous la forme d'un bilan d'enthalpie dans le cas d'une transformation monobare avec équilibre mécanique dans l'état initial et l'état final.								
Réaliser des bilans énergétiques en prenant en compte des transitions de phase.								
Exploiter l'extensivité de l'enthalpie.								

## Parcours possibles

- ☁ Si vous avez des difficultés sur ce chapitre : n°1, n°2
- ☁ Si vous vous sentez moyennement à l'aise, mais pas en difficulté : n°1, n°2, n°4, n°5
- ☀ Si vous êtes à l'aise : n°1, n°3, n°4, n°6, n°7, n°8

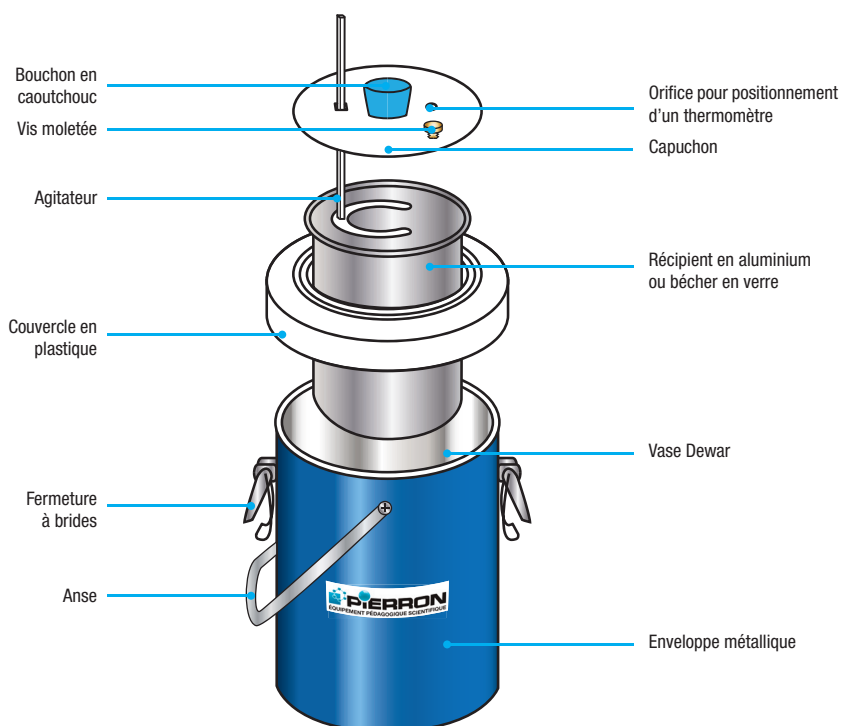
## I Exercices d'application directe du cours

### Exercice n°1 Calorimétrie

La calorimétrie est l'étude des propriétés calorimétriques des corps, en particulier les capacités thermiques et les enthalpies de changement d'état.

Le calorimètre est un récipient composé d'une paroi extérieure et d'une cuve intérieure, fermé par un couvercle percé de petites ouvertures permettant d'introduire un agitateur, un thermomètre, une résistance chauffante. La cuve intérieure étant séparée de la paroi extérieure par de l'air, le système  $\Sigma$  constitué de la cuve intérieure et de son contenu est relativement bien isolé et on peut négliger sur la durée d'une expérience de travaux pratiques les échanges thermiques avec l'extérieur.

On devra tenir compte de la capacité thermique du calorimètre parce qu'elle n'est pas négligeable en général devant la capacité thermique de ce qu'il contient.



Les expériences dans un calorimètre se font à pression extérieure constante, le système étant en contact avec l'atmosphère par les petites ouvertures laissant passer le thermomètre et l'agitateur.

On donne la capacité thermique massique de l'eau liquide :  $c_\ell = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

Q1. Quelle version du premier principe est-il pertinent d'utiliser ici ?

### Mesure de la capacité du calorimètre

Avant toute mesure, il est nécessaire de déterminer la capacité thermique du calorimètre  $C_{\text{calo}}$ , c'est-à-dire du vase et des instruments (thermomètre et agitateur). Pour cela, on utilise souvent la méthode dite « des mélanges ». On place  $m_1 = 95 \text{ g}$  d'eau dans le calorimètre et on attend que l'équilibre thermique ait lieu avec le vase intérieur et les instruments à  $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Puis on ajoute  $m_2 = 69 \text{ g}$  d'eau à  $T_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$  dans le calorimètre et on mesure la température du système.

Expérimentalement on mesure la température d'équilibre  $T_F = 31,3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Q2. Par application du premier principe déterminer la valeur de  $\Delta H$ .

Q3. Quelle propriété de l'enthalpie permet d'exprimer l'enthalpie de ce système constitué de plusieurs sous-systèmes ?

Exprimer la variation de la fonction d'état en fonction des masses  $m_1$  et  $m_2$ , de la capacité thermique massique de l'eau, de la capacité thermique du calorimètre  $C_{\text{calo}}$  et des températures  $T_1, T_2, T_F$ .

Q4. En déduire l'expression puis la valeur de  $C_{\text{calo}}$ .

Parfois on donne plutôt la valeur en eau du calorimètre, notée  $\mu$ , souvent donnée en grammes, définie comme la masse d'eau qui aurait la capacité thermique totale  $C_{\text{calo}}$ , ainsi on écrit  $C_{\text{calo}} = \mu c_\ell$ .

Q5. En déduire la valeur en eau du calorimètre ici utilisé.

### Mesure de la capacité thermique massique d'un solide

On souhaite déterminer la capacité thermique massique  $c_{\text{Fe}}$  d'un échantillon de fer.

Le principe de l'expérience consiste à mesurer la température obtenue en mettant en contact thermique l'échantillon et une quantité connue d'eau.

On verse dans le calorimètre  $m_{\text{eau}} = 400 \text{ g}$  d'eau très froide et on mesure la température qui se stabilise après quelques instants. On trouve  $T_0 = 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . On introduit dans le calorimètre l'échantillon de fer, que l'on a préalablement pesé (sa masse est  $m_{\text{Fe}} = 200 \text{ g}$ ) et qui est initialement à la température d'une étuve thermostatée,  $T_1 = 85,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . On vérifie que l'échantillon est bien entièrement recouvert d'eau. On attend que la température se stabilise et on mesure la température finale  $T_F = 6,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Q6. Établir l'expression de la capacité thermique massique du fer en fonction de la masse d'eau, de la masse du fer, des températures, de la capacité thermique massique de l'eau et de la capacité thermique du calorimètre.

### Exercice n°2 Compression d'un gaz

Un gaz, supposé parfait, de capacité thermique molaire à volume constant  $C_{Vm} = \frac{5}{2}R$  est enfermé dans une enceinte. Il est comprimé brutalement en enfonçant le piston, de  $h = 30 \text{ cm}$  en exerçant une force  $F_0 = 800 \text{ N}$  constante.

Q1. Pourquoi peut-on modéliser cette transformation par une transformation monobare et adiabatique ?

Q2. Exprimer le travail  $W_0$  reçu par le gaz (et donc exercé par l'opérateur) au cours de la compression.

Q3. En déduire la température finale et l'estimer numériquement.

Afin d'obtenir le même état final, la compression est effectuée en ajoutant grain de sable par grain de sable. L'enceinte est en contact avec l'atmosphère extérieur assimilée à un thermostat.

Q4. Pourquoi peut-on modéliser cette transformation par une transformation quasi-statique et isotherme ? Que peut-on dire de la température finale du système ?

Q5. Exprimer le travail  $W$  reçu par le gaz (et donc exercé par l'opérateur) au cours de la compression.

Q6. Déterminer le transfert thermique  $Q$  reçu par le gaz. Commenter le signe.

## II Exercices d'approfondissement

### Exercice n°3 Café buvable ?

Je viens de préparer 50 cL de café soluble à partir d'eau bouillante. Je voudrais le boire tout de suite, mais il est trop chaud.

- Q1. J'ajoute 20 cL d'eau du robinet à 20 °C. On suppose que cet ajout est assez rapide. Déterminer la température finale du mélange en effectuant les hypothèses nécessaires sur la transformation. On prendra  $c = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  pour l'eau liquide.
- Q2. Pour pouvoir boire sans se brûler, il faut que la température du breuvage ne dépasse pas les 40 °C. Quelle quantité d'eau du robinet faut-il ajouter ?

### Exercice n°4 Mélange eau/glace (d'après Oral CCINP)

Dans un récipient parfaitement calorifugé, on place une masse  $M = 1 \text{ kg}$  d'eau liquide à  $T_1 = 293 \text{ K}$  et une masse  $m = 500 \text{ g}$  de glace à  $T_2 = 273 \text{ K}$ . On travaille à la pression constante de 1 bar.

- Q1. Donner le principe de fonctionnement, faire un schéma, décrire le protocole expérimental et le dispositif pour réaliser des mesures par calorimétrie.
- Q2. Donner la définition d'une transformation adiabatique. Quelle fonction d'état faut-il utiliser pour étudier la transformation ? Justifier.
- Q3. Déterminer la composition et la température du mélange à l'équilibre.
- Q4. Reprendre la question pour  $M = 4,0 \text{ kg}$ .

On donne :

- Enthalpies massiques de changement d'état :  $\Delta h_{\text{fusion}} = 3,36 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$  ;  $\Delta h_{\text{vaporisation}} = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Capacité thermique massique de l'eau liquide :  $c_\ell = 4,20 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
- Capacité thermique massique de la glace :  $c_g = 2,06 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
- Capacité thermique massique de la vapeur d'eau :  $c_v = 1,85 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

### Exercice n°5 Apport d'énergie électrique

On considère une étuve calorifugée fermée et indéformable, de volume  $V_0 = 10,0 \text{ L}$ . L'enceinte contient  $n = 2$  moles d'un gaz parfait monoatomique. La température initiale est  $T_0 = 20 \text{ °C}$  et la pression initiale est  $P_0 = 1,0 \text{ bar}$ .

Il y a dans l'enceinte une résistance  $R_0 = 100 \Omega$ , alimentée par un générateur de courant idéal, de courant  $I = 0,25 \text{ A}$ , pendant 10 minutes.

- Q1. Donner l'expression de la puissance thermique dissipée par la résistance.
- Q2. Déterminer l'expression de la température finale atteinte.

## III Résolutions de problème

### Exercice n°6 Estimation de la capacité thermique massique de l'eau liquide

J'utilise ma bouilloire de puissance 2300 W pour porter à ébullition 1 L d'eau liquide qui était initialement à 17 °C. Cela prend 2 minutes et 55 secondes.

En déduire une estimation de la capacité thermique massique de l'eau. On fera clairement apparaître les hypothèses effectuées.

### Exercice n°7 Jus de fruit frais

Par une chaude journée d'été, vous avez oublié de mettre au frigo le jus de fruits de l'apéritif. Combien de glaçons devez-vous y ajouter pour qu'il soit aussi rafraîchissant ?

Données :

- enthalpie massique de fusion de l'eau à 0 °C :  $\Delta_{\text{fus}} h = 3,3 \cdot 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
- capacité thermique massique de l'eau liquide  $c_\ell = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
- capacité thermique massique de l'eau solide  $c_g = 2,1 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

## Exercice n°8 Transpiration

Quel volume d'eau devez-vous éliminer par transpiration pour débarrasser votre corps des 75 W de puissance thermique correspondant à votre métabolisme lorsque vous êtes au repos ?

On prendra la température de la peau égale à 33 °C et l'enthalpie massique de vaporisation de l'eau à cette température égale à 2420 kJ · kg<sup>-1</sup>.

Commenter, sachant qu'un être humain évacue en moyenne par transpiration environ 0,5 L d'eau par jour. Le fait de s'essuyer avec une serviette aide-t-il au refroidissement du corps ?

## IV Extraits du cahier d'entraînement de physique-chimie

THM02

Fiche d'entraînement n° 19

Thermodynamique

### Premier Principe

#### Prérequis

Notions sur les gaz parfaits. Équation d'état des gaz parfaits  $PV = nRT$ .

#### Constantes utiles

→ constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

### Calcul du travail des forces de pression



#### Entraînement 19.1 — Les bonnes unités.



Un étudiant doit calculer le travail reçu par un système au cours d'une transformation. L'expression littérale est la suivante :

$$W = -P_0(V_f - V_i).$$

Il sait que pour faire l'application numérique, la pression doit être exprimée en pascal et les volumes en m<sup>3</sup>.

On rappelle que 1 bar = 1 × 10<sup>5</sup> Pa.

a) Calculer  $W$  pour  $P_0 = 1,5 \text{ bar}$ ,  $V_i = 5 \text{ L}$  et  $V_f = 3 \text{ L}$  .....

b) Calculer  $W$  pour  $P_0 = 50 \text{ mbar}$ ,  $V_i = 2 \text{ cL}$  et  $V_f = 120 \text{ mL}$  .....

c) Calculer  $W$  pour  $P_0 = 150 \text{ bar}$ ,  $V_i = 20 \text{ cm}^3$  et  $V_f = 10 \text{ cm}^3$  .....

#### Entraînement 19.2 — Suite de transformations.



Un système composé de  $n = 2$  moles de gaz en contact avec un milieu extérieur à la pression  $P_{\text{ext}} = 1 \text{ bar}$ , subit une suite de transformations.

Au cours de la première, son volume ne varie pas (transformation isochore).


Au cours de la seconde, la pression extérieure ne varie pas (transformation monobare) et son volume initialement à  $V_i = 1 \text{ L}$  augmente et se fixe à  $V_f = 2 \text{ L}$ .

Les transformations étant quasi statiques, le travail des forces de pression se met sous la forme suivante :

$$W = - \int_{V_{\text{initial}}}^{V_{\text{final}}} P_{\text{ext}} dV.$$

a) Calculer  $W$  au cours de la première transformation .....


b) Calculer  $W$  au cours de la seconde transformation .....

 **Entraînement 19.3 — Bataille de travaux sans calculatrice.**



Considérons deux systèmes  $A$  et  $B$  recevant de l'énergie du milieu extérieur. La puissance reçue par le premier durant 30 s s'élève à 50 W. Le second reçoit une puissance plus importante (400 W) mais durant un temps plus court (5 s).

Quel système a reçu la plus grande quantité d'énergie (sous forme de travail) ? .....

 **Entraînement 19.4 — Calcul d'aires.**

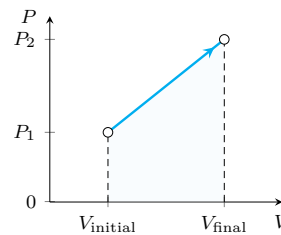
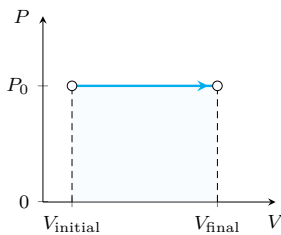


Pour une transformation quasi-statique, le travail des forces de pression s'écrit sous la forme :

$$W = - \int_{V_{\text{initial}}}^{V_{\text{final}}} P dV$$

Ce travail  $W$  correspond alors à l'opposé de l'aire sous la courbe  $P = f(V)$ , pour  $V_{\text{final}} > V_{\text{initial}}$ .

- a) Exprimer le travail  $W$  en fonction des variables  $P_0$ ,  $V_{\text{initial}}$  et  $V_{\text{final}}$ .      b) Exprimer le travail  $W$  en fonction des variables  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $V_{\text{initial}}$  et  $V_{\text{final}}$ .



.....

.....

 **Entraînement 19.5 — Différents types de transformations.**



Un système est composé de  $n$  moles de gaz parfait, de volume  $V$ , de pression  $P$  et de température  $T$ . Nous souhaitons évaluer le travail reçu par ce système au cours de transformations quasi statiques :

$$W = - \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

La loi des gaz parfaits assure que  $PV = nRT$ .

**Transformation isotherme :**

Au cours de cette transformation, la température du système ne varie pas et  $T = T_0$ .

- a) Écrire  $W$  en fonction de  $n$ ,  $R$ ,  $T_0$ ,  $V_i$  et  $V_f$  .....

**Transformation polytropic et quasi-statique :**

Au cours de cette transformation, on a  $PV^k = \text{constante}$  (avec  $k > 1$ ). Les pressions et volumes du système à l'instant initial seront notés  $P_i$  et  $V_i$  et à l'instant final  $P_f$  et  $V_f$ .

- b) Écrire le travail  $W$  en fonction de  $V_i$ ,  $V_f$ ,  $P_i$ ,  $P_f$  et  $k$  .....

## Variation d'énergie interne et d'enthalpie

### Entraînement 19.6 — Problème d'unités.



La capacité thermique massique de l'eau vaut  $c = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

La masse molaire de l'eau vaut  $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Une énergie peut être exprimée en joules ou en kilocalories ; on donne la relation  $1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J}$ .

a) Évaluer la capacité thermique molaire  $C_m$  de l'eau en  $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  .....

b) En déduire sa valeur en  $\text{kcal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  .....

### Entraînement 19.7 — Variation d'énergie interne d'une phase condensée.



Un opérateur chauffe une masse  $m$  d'eau liquide de capacité thermique massique  $c = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ . La température initialement à  $T_i = 20^\circ\text{C}$  se stabilise en fin d'expérience à  $T_f = 30^\circ\text{C}$ .

Il souhaite calculer sa variation d'énergie interne par l'application de la relation suivante :

$$\Delta U = \int_{T_i}^{T_f} C \, dT$$

où  $C$  est la capacité thermique du système.

a) Donner  $\Delta U$  du système en fonction  $c$ ,  $m$ ,  $T_i$  et  $T_f$  .....

b) Calculer  $\Delta U$  en kJ pour  $m = 100 \text{ g}$  .....

### Entraînement 19.8 — Étude d'un gaz parfait diatomique.



Soient  $n$  moles de gaz parfait diatomique évoluant d'un état initial caractérisé par  $T_i = 60^\circ\text{C}$  vers un état final à la température  $T_f = 90^\circ\text{C}$ .

Pour un gaz parfait diatomique, la relation de Mayer impose  $C_P - C_V = nR$ .

Pour un gaz parfait diatomique, on a  $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1,4$ .

a) Exprimer  $C_V$  (la capacité thermique à volume constant du gaz parfait) en fonction de  $n$ ,  $R$  et  $\gamma$

.....

b) Évaluer  $\Delta U = \int_{T_i}^{T_f} C_V \, dT$  pour  $n = 1 \text{ mol}$  .....

c) Exprimer  $C_P$  (la capacité thermique à pression constante du gaz parfait) en fonction de  $n$ ,  $R$  et  $\gamma$

.....

d) Évaluer  $\Delta H = \int_{T_i}^{T_f} C_P \, dT$  pour  $n = 1 \text{ mol}$  .....

 **Entraînement 19.9 — Des variations d'énergie interne.**



Suivant la finesse des modèles utilisés, la capacité calorifique à volume constant  $C_V$  peut être une fonction de la température. Le calcul de la variation d'énergie interne  $\Delta U = \int_{T_i}^{T_f} C_V(T) dT$  se fera alors en tenant compte de son expression.

Donner, dans chacun des cas suivants, l'expression de  $\Delta U$ .

- a) pour un gaz parfait ( $C_V$  est une constante) .....
- b) pour un gaz réel ( $C_V = AT + B$ , où  $A$  et  $B$  sont des constantes) ...
- c) pour un solide ( $C_V = DT^3$ , où  $D$  est une constante) .....

**Entraînement 19.10 — Variation d'enthalpie lors d'un changement d'état.**




Dans cet entraînement, le système sera de l'eau : à l'état initial, 1 kg d'eau sous forme liquide, à la température de  $0^\circ\text{C}$  ; à l'état final un mélange de 800 g d'eau sous forme solide, et 200 g d'eau sous forme liquide à la température de  $0^\circ\text{C}$ .

On rappelle la valeur de l'enthalpie massique de fusion de l'eau :  $L_{\text{fus}} = 335 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Quelle est la variation d'enthalpie du système? .....

## Applications du premier principe


 **Entraînement 19.11 — Détente de Joule-Gay Lussac d'un gaz réel.**



La détente de Joule-Gay Lussac est une détente au cours de laquelle l'énergie interne du système est constante :  $\Delta U = 0$ . Pour  $n$  moles d'un gaz réel passant du volume  $V_i$  au volume  $V_f$  et de la température  $T_i$  à la température  $T_f$ , on a alors

$$\Delta U = C_V(T_f - T_i) - n^2 a \left( \frac{1}{V_f} - \frac{1}{V_i} \right) = 0.$$

Exprimer  $T_f$  en fonction de  $T_i$ ,  $C_V$ ,  $n$ ,  $a$ ,  $V_f$ ,  $V_i$  .....

 **Entraînement 19.12 — Température finale.**



On applique le premier principe à un système subissant une transformation isobare : on a

$$\Delta H = \int_{T_i}^{T_f} C_P(T) dT = Q.$$

Dans chacun des cas suivants, exprimer  $T_f$  (en fonction de  $T_i$ ,  $Q$  et des paramètres liés à  $C_P$ ).

- a)  $C_P = C$  est une constante .....
- b)  $C_P = \frac{A}{T}$  (où  $A$  est une constante) .....
- c)  $C_P = BT^2$  (où  $B$  est une constante) .....

**Entraînement 19.13 — Transformations du gaz parfait.**



Dans cet entraînement, le système correspond à  $n$  moles de gaz parfait de coefficient adiabatique  $\gamma = 1,4$ . Il subit différentes transformations suivant les questions, et nous noterons les variables dans l'état initial  $P_i, V_i, T_i$  et les variables dans l'état final  $P_f, V_f, T_f$ .

On appliquera le premier principe  $\Delta U = W + Q$ , avec  $\Delta U = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_f - T_i)$  et  $W = - \int_{V_i}^{V_f} P dV$  pour une transformation quasi-statique.

Dans chaque cas, exprimer le transfert thermique  $Q$  reçu par le gaz.

a) Pour une transformation isotherme (à température constante) .....

b) Pour une transformation isochore (à volume constant) .....

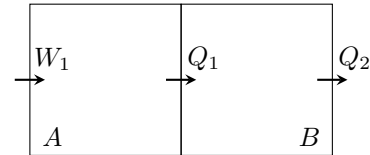
c) Pour une transformation adiabatique (sans transfert thermique) ....

**Entraînement 19.14 — Étude d'une enceinte divisée en deux compartiments.**



Une enceinte est divisée en deux compartiments.

- Le compartiment  $A$  reçoit un travail  $W_1$  de l'extérieur et fournit un transfert thermique  $Q_1$  au compartiment  $B$ .
- Le compartiment  $B$  reçoit un transfert thermique  $Q_1$  du compartiment  $A$  et fournit un transfert thermique  $Q_2$  à l'extérieur.



On rappelle l'expression du premier principe pour un système :  $\Delta U = W + Q$ , où  $\Delta U$  est la variation d'énergie interne du système, et où  $W$  et  $Q$  sont respectivement le travail et le transfert thermique reçus par le système considéré.

a) Exprimer  $\Delta U_A$  la variation d'énergie interne du compartiment  $A$  .....

b) Exprimer  $\Delta U_B$  la variation d'énergie interne du compartiment  $B$  .....

c) Exprimer  $\Delta U_{\text{tot}}$  la variation d'énergie interne des compartiments  $A$  et  $B$ , qui correspond à la somme des variations d'énergie interne des compartiments  $A$  et  $B$  .....

## Calorimétrie

**Entraînement 19.15 — Capacité thermique d'un calorimètre.**




On considère un calorimètre de valeur en eau  $m = 10$  g. La valeur en eau d'un calorimètre est la masse d'eau ayant la même capacité thermique que le calorimètre vide.

On rappelle la capacité thermique massique de l'eau liquide :  $c_{\text{eau}} = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

Que vaut la capacité thermique du calorimètre ? .....



 **Entraînement 19.18 — Mélange de liquides.** 🔍🔍🔍🔍

Dans un calorimètre, on mélange une masse  $m_1$  d'eau liquide à la température  $T_1$  et une masse  $m_2$  d'eau liquide à la température  $T_2$ .

a) À l'équilibre, la température de l'ensemble  $T_{eq}$  vérifie l'équation :

$$m_1c(T_{eq} - T_1) + m_2c(T_{eq} - T_2) = 0.$$

Déterminer  $T_{eq}$  en fonction de  $T_1, T_2, m_1, m_2$  .....

b) En réalité, des pertes thermiques  $Q$  sont observées durant l'évolution de la température.

La température  $T_{eq}$  vérifie alors l'équation suivante :

$$m_1c(T_{eq} - T_1) + m_2c(T_{eq} - T_2) = Q.$$

Déterminer  $T_{eq}$  en fonction de  $T_1, T_2, m_1, m_2$  et  $Q$  .....

Réponses mélangées

$T_i e^{\frac{Q}{A}}$	$\frac{A}{2}(T_f^2 - T_i^2) + B(T_f - T_i)$	-100 J	$-\frac{(P_2 + P_1)(V_{\text{final}} - V_{\text{initial}})}{2}$	$Q_1 - Q_2$
$-nRT_0 \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$	$\frac{nR}{\gamma - 1}$	$T_i + \frac{n^2 a}{C_V} \left(\frac{1}{V_f} - \frac{1}{V_i}\right)$	$W_1 - Q_1$	$8,7 \times 10^2 \text{ J}$
$B$	$18 \times 10^{-3} \text{ kcal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$mc(T_f - T_i)$	$\frac{nR}{\gamma - 1}(T_f - T_i)$	$42 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
$T_i + \frac{Q}{C}$	$\frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$	$C_V(T_f - T_i)$	$\frac{D}{4}(T_f^4 - T_i^4)$	0    150 J    300 J    -268 kJ
$W_1 - Q_2$	$\frac{P_f V_f - P_i V_i}{k - 1}$	$6,2 \times 10^2 \text{ J}$	0 J	$nRT_i \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$ -0,5 J
$T_a + (T_0 - T_a)e^{-\frac{ht}{c}}$	4,2 kJ	$76 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	ⓑ	$-P_0(V_{\text{final}} - V_{\text{initial}})$
$\frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} + \frac{Q}{(m_1 + m_2)c}$		$\frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2}$	$\frac{C}{h}$	$\left(T_i^3 + \frac{3Q}{B}\right)^{1/3}$

► Réponses et corrigés page 299