

Savoir et savoir – faire

- Connaître et utiliser l'expression du travail d'une force pressante
- Connaître la notion d'énergie interne
- Connaître l'expression d'énergie interne d'un système
- Connaître et utiliser le premier principe de la thermodynamique

Enveloppe horaire : cour (4heures) – Exercices (2heures).

I. Travail et énergie interne

1) effets du travail d'une force

1.1) Élévation de la température

Exemple : La découpe d'une plaque métallique à l'aide d'une meuleuse ; la plaque et le disque d'échauffent.

- Le travail des forces de frottements entre le disque et la plaque de métal provoque une élévation de température de ces deux objets.
- L'augmentation de la température d'un objet correspond, à l'échelle microscopique, à une augmentation de l'agitation de ces atomes.



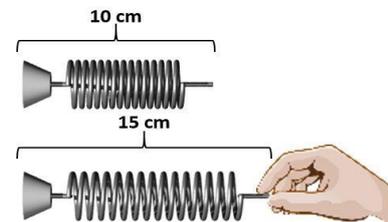
Ce qu'il faut retenir : De l'énergie est stockée dans la plaque et le disque, sous forme d'énergie cinétique microscopique qui se disperse ensuite dans l'environnement.

1.2) Déformation

Examinons l'exemple suivant: on allonge un ressort en tirant progressivement (doucement) sur son extrémité.

On a : $\Delta E_C = 0$, Pourtant le travail de la force de la main d'opérateur n'est pas nul. Le ressort a emmagasiné de l'énergie sous une autre forme que l'énergie cinétique ou que l'énergie potentielle de pesanteur.

On dit que le travail de la force d'opérateur a été utilisé pour augmenter une autre forme d'énergie du ressort.



1.3) Changement d'état

Exemples :

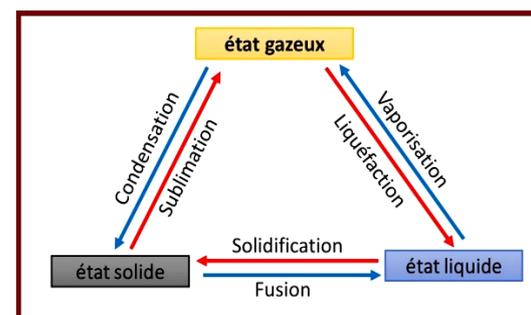
L'eau possède comme caractéristique physique essentielle de pouvoir se présenter sous trois différentes formes (ou phases) selon la température à laquelle elle se trouve.

Solide au-dessous de 0°C	Liquide entre 0°C et 100°C	Gazeuse au-dessus de 100°C (ébullition à 100°C, formation de vapeur)
--------------------------	----------------------------	---

Le changement d'état d'un corps pur est provoqué par une modification de sa pression, et/ou de sa température et/ou de son volume.

Les changements d'état sont désignés par les termes suivants :

- **La température** nous renseigne sur le comportement des particules microscopiques qui composent la matière. Plus un objet est chaud, plus ses particules sont agitées
- **La chaleur**, c'est une énergie qui se transmet toujours spontanément d'un corps chaud vers un corps froid.



2) Comment varie l'énergie interne d'un système ?

a- Qu'est-ce que l'énergie interne ?

L'énergie interne U d'un système macroscopique est égale à la somme de :

- l'énergie cinétique microscopique de chaque particule du système. Elle est fonction de l'agitation thermique, donc de la température ;
- l'énergie potentielle d'interactions microscopiques entre les particules qui est due aux interactions gravitationnelle, électromagnétique, forte et faible entre les particules du système.

$$U = E_c (\text{microscopique}) + E_p (\text{microscopique et macroscopique interne})$$

Comme l'énergie mécanique E_m d'un système macroscopique résulte de l'énergie cinétique macroscopique et de l'énergie potentielle macroscopique,

l'énergie totale est donc : $E_{\text{totale}} = U + E_m$

b- Comment varie l'énergie ?

D'après la relation $E_{\text{tot}} = U + E_m$, On a $\Delta E_t = \Delta U + \Delta E_m$

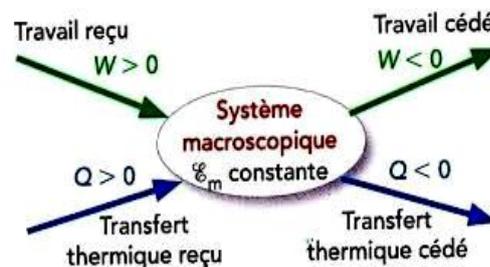
Comme l'énergie mécanique E_m est constante $\Rightarrow \Delta E_m = 0$

Donc $\Delta E_t = \Delta U$ est due à la variation d'énergie interne.

La variation d'énergie interne ΔU d'un système entre un état initial et un état final est la somme des travaux des forces extérieures W et de la chaleur Q échangée avec le milieu extérieur :

$$\Delta U = U_f - U_i = W + Q$$

Par convention, tout transfert d'énergie reçu par le système est compté positivement et tout transfert d'énergie cédé par le système est compté négativement.



Un système dont l'énergie interne augmente stocke de l'énergie. Inversement, un système dont l'énergie interne diminue libère de l'énergie

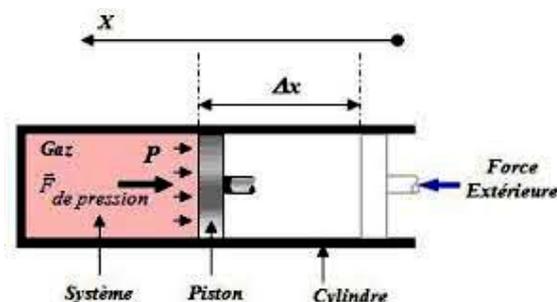
3) Travail des forces appliquées à une quantité de gaz parfait.

Soit un cylindre renfermant un gaz à la pression P ; le piston à une section S . Voir (Figure ci-après).

Lorsqu'un opérateur extérieur exerce une force \vec{f}_{ext} sur le piston, celui-ci se déplace vers la gauche : Le gaz exerce alors une force pressante \vec{F} .

Or $E_{cf} = E_{ci} \Rightarrow \Delta E_c = 0$ de même $\Delta E_p = 0$

Mais le travail de la force \vec{f}_{ext} n'est pas nul $W(\vec{f}_{\text{ext}}) \neq 0$ le gaz a donc emmagasiner une énergie sous une autre forme d'énergie différente de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.



D'autre part, puisque le déplacement du piston se fait lentement la chaleur $Q = 0$.

Donc $\Delta U = W(\vec{f}_{\text{ext}}) > 0$ $U_f > U_i \Rightarrow$ augmentation de l'énergie interne du gaz.

Le système fournit alors du travail contre la force extérieure \vec{f}_{ext} appliquée sur le piston d'intensité $f_{\text{ext}} = S dx$

Avec $W(\vec{F}) = -W(\vec{f}_{\text{ext}}) = -\vec{f}_{\text{ext}} \cdot \vec{dx} = -f_{\text{ext}} \cdot \Delta x \cdot \cos 0 = -f_{\text{ext}} \cdot \Delta x = -P_{\text{ext}} S \Delta x = -P_{\text{ext}} \Delta V$

Donc : $W(\vec{F}) = -P_{\text{ext}} \Delta V$ avec $\Delta V = V_f - V_i$

- Si $\Delta V < 0$ (le volume diminue) : le travail est positif (le gaz reçoit de l'énergie sous forme de travail).
- Si $\Delta V > 0$ (le volume augmente) : le travail est négatif (le gaz se détend et fournit du travail à l'extérieur)

4) Premier principe de la thermodynamique :**a- Énoncé du 1er principe de la thermodynamique:**

Au cours d'une transformation, la variation d'énergie interne ΔU est égale à l'énergie totale échangée avec l'extérieur : $\Delta U = W + Q$

Remarque :

L'énergie peut s'échanger avec le milieu extérieur de deux manières :

+ soit par échange de chaleur : Q (voir calorimétrie)

+ soit par un travail fourni ou reçu : W

+ la variation d'énergie interne ΔU ne dépend que de l'état initial et de l'état final.

b- Énergie d'un système isolé :

Si le système est isolé, il n'y a pas d'échange d'énergie entre le système et le milieu extérieur :

$\Delta U = 0$, ou encore $U = \text{constante} \Rightarrow W = -Q$ et $U_i = U_f$ la transformation est dite cyclique

=====

=====