

Leçon N°7: Travail et énergie interne (Sc. Math)

I Introduction :

L'énergie cinétique et l'énergie potentielle ne sont pas les seules formes d'énergie d'un système. Nous allons voir d'autres effets que peut avoir le travail d'une force sur un système et ainsi on va pouvoir définir une autre énergie qu'on appelle énergie interne. Qu'est ce que l'énergie interne d'un système ?

II situation problème

Le soleil transfère de l'énergie par rayonnement . lorsqu'on frotte nos deux mains, l'une contre l'autre , elles s'échauffent. Les hommes préhistoriques ont réussi à faire du feu en frottant deux morceaux de bois l'un contre l'autre . Dans tous ces exemples, il y a élévation de la température. Comment peut-on expliquer cette élévation de la température ?

III Quelques définitions :

L'état macroscopique : L'état macroscopique de la matière concerne la matière qui est accessible à l'échelle humaine et en particulier dans la vie quotidienne. Cet état est quantifié par la masse ou la quantité de matière (g ou mol)

L'état microscopique : de la matière concerne la matière à l'échelle atomique ou moléculaire. Entre l'état macroscopique et microscopique, il existe une constante de liaison : le nombre d'Avogadro $N_A = 6,023 \times 10^{23}$ particules par mole. Depuis les années 80 grâce aux microscopes à effet tunnel et aux microscopes à force atomique, on peut observer la surface des atomes.

NB : On a vu qu'un transfert d'énergie sous forme de travail peut modifier l'énergie cinétique et/ou l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps solide.

IV Effets du travail reçu par quelques systèmes:

IV.1 Augmentation de la température :

L'augmentation de la température, par les forces de frottement d'un frein, traduit une plus grande agitation microscopique (donc une augmentation de l'énergie cinétique microscopique).

Exemple : lors de la découpe d'une plaque métallique à l'aide d'une meuleuse

En fournissant de l'énergie par travail à un système on peut élever sa température.

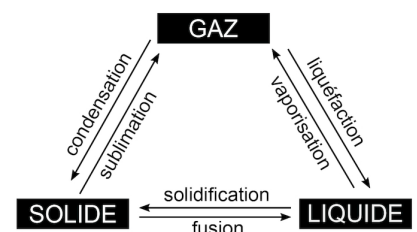
IV.2 Changement d'état physique :

Le travail des forces de frottement des skis sur la neige entraîne la fusion de la neige, donc une modification des interactions microscopiques.

En fournissant de l'énergie par travail à un système on peut produire un changement d'état physique.

IV.3 Déformation élastique :

Lorsqu'on tend un arc, il se déforme ce qui modifie les interactions microscopiques entre les particules qui constituent l'arc. Cette déformation



de l'arc entraîne une mise en réserve d'énergie qui pourra être cédée à la flèche.

En produisant des déformations de corps élastiques ceux-ci acquièrent. une énergie qui sera stockée tant qu'ils restent déformés

IV.4 Augmentation de la pression d'un gaz :

IV.4.1 Compression d'un gaz :

Le travail de la force exercée par l'expérimentateur a été utilisé pour comprimer le gaz dont l'énergie stockée augmente

IV.4.2 Travail de la force pressante:

Lorsqu'une force n'est pas appliquée en un point mais répartie sur une surface, on dit que la force est une force pressante La pression P est le rapport de l'intensité de la force pressante F sur la surface de contact S

$$P = \frac{F}{S}$$

Une force pressante produit sur la surface pressée un effet d'autant plus petit que l'aire de la surface est grande.

$$W(F) = \vec{F} \cdot \vec{H} = F.H$$

avec

$$F = P.S$$

A l'équilibre :

$$F = P_f.S$$

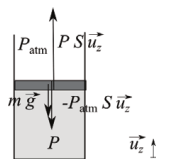
Donc

$$W(F) = P_f.S(h_i - h_f) = P_f(V_i - V_f)$$

IV.4.3 Conclusion :

Dans les exemples précédents, l'énergie reçue par le corps sous forme de travail à modifier les interactions microscopiques entre les particules.

Comme à l'échelle macroscopique, on peut définir à l'échelle microscopique une énergie cinétique due à l'agitation des particules et une énergie potentielle d'interaction due aux positions des particules en interaction.



V Energie interne:

V.1 Définition :

L'énergie interne, notée U , d'un système est la somme des énergies cinétiques microscopiques et des énergies potentielles d'interaction de toutes les particules du système

$$U = E_{Cmic} + E_{Pmic}$$

Remarque: On définit l'énergie totale E d'un système par

$$E = E_m + U = E_c + E_{pp} + U$$

On ne peut pas calculer $E_{Cmic} + E_{Pmic}$ car la connaissance des vitesses et des positions des particules est impossible du fait de leur nombre énorme.

VI Echange d'énergie au cours d'une transformation :

VI.1 Echange d'énergie :

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

- Soit par échange de chaleur : Q (qui peut être reçue ou perdue le système).
- Soit par un travail : W , (qui peut être fourni ou reçu par le système).

VI.2 Variation d'énergie d'un système :

La variation d'énergie interne ΔU d'un système résulte d'un échange d'énergie avec le milieu extérieur soit par un travail : W ou par un transfert de chaleur : Q

$$\Delta U = Q + W$$

avec $\Delta U = U_f - U_i$

S'il n'y a aucun échange de chaleur , $\Delta Q = 0$ et donc $\Delta U = W$. Dans ce cas , la variation d'énergie interne du système est égale au travail reçu ou fourni par le système.

Si aucun échange Travail n'est reçu ou fournit par le système , $W = 0$ et donc $\Delta U = Q$. Dans ce cas , la variation d'énergie interne du système est égale à la quantité de chaleur échangée .

VI.3 Convention :

En physique l'énergie transférée W , par travail au système au cours d'une transformation (en joule), est une grandeur algébrique :

W est positive $W > 0$ si le système reçoit effectivement l'énergie W .

W est négative $W < 0$ si le système fournit effectivement l'énergie W .

VII Premier principe de la thermodynamique :

VII.1 Enoncé du 1er principe de la thermodynamique:

Au cours d'une transformation quelconque d'un système fermé, la variation de son énergie est égale à la quantité d'énergie échangée avec le milieu extérieur, par transfert thermique (chaleur) et transfert mécanique (travail).

$$\Delta U = Q + W$$

VII.2 transformation cyclique :

Toute transformations qui amène le système de l'état initial à un état final identique à l'état initial est dite transformation cyclique. $\Delta U = 0$ donc $W = -Q$ le système reçoit l'énergie sous forme d'un travail et il la cède sous forme de chaleur ou inversement donc son énergie interne ne subit aucune variation $U_f = U_i$

VII.3 Conséquence du premier principe :

Pour un système isolé , c'est-à-dire un système qui n'échange aucune énergie avec le milieu extérieur , l'énergie totale reste constante ,