

Chapitre 2 - ENERGIE

ENERGIE & ONDE

(1)

I Les différentes formes d'énergie

1. Energie cinétique

Elle est liée au mouvement, pour un corps de masse m et de vitesse v :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

2. Energie potentiel de gravitation

Elle est liée à l'attraction universelle.

Ex: L'attraction terrestre au voisinage du sol.

$$E_p = m g z$$

$$(g = 9,81 \text{ m.s}^{-2})$$



3. Energie élastique

C'est une énergie potentiel, qu'on obtient en:

- comprimant un gaz
- comprimant un ressort
- tendant une corde élastique
- déformant une lame (en arc)
- etc ...

$$\text{Force: } F_x = -kx$$

$$E_p = \frac{1}{2} k x^2$$

Ex: pour le ressort
 à vide
comprimé

k : constante de résistance du ressort (N.m^{-1} ou kg.s^{-2})

4. Travail

Le "travail" désigne un transfert d'énergie réalisé en exerçant une force dont le point d'application se déplace.

5. Energie calorifique: la chaleur

À l'échelle atomique, la chaleur se traduit par un mouvement désordonné plus ou moins rapide des molécules (agitation thermique). Le zéro absolu (0 Kelvin) correspond à un mouvement nul.

À l'échelle macroscopique, c'est une forme d'énergie mise en jeu lorsque la température du corps varie, ou lorsque le corps change d'état.

Rmq: On peut convertir de l'énergie calorifique en énergie mécanique (cinétique). ex: moteur thermique, machine à vapeur, turbine à gaz, réacteur d'avion.

Inversement, on peut convertir de l'énergie mécanique et énergie calorifique ex: frottement (disque de frein, compression d'un gaz, etc.).
 $E_{\text{électrique}} \rightarrow E_{\text{calorique}}$, effet joule (résistance chauffante, fûts, chaudière, pompe à chaleur)
 $E_{\text{calorique}} \rightarrow E_{\text{électrique}}$, effet peltier (cellule peltier)

6. Energie électrique

Des particules chargées (électrons, protons, ions⁺, ions⁻) exercent sur les autres des forces électriques (interaction électrique).

Rmq: elle peut être transformée:

- Energie calorifique
- Energie mécanique (2e, moteur électrique)
- (et inversement générateur électrique)

7. Energie radiative (onde rayonnement)

Un rayonnement transporte de l'énergie en ds le vide. Ce sont des ondes électromagnétiques émises avec des radiations de longueurs d'onde données λ .

Rmq: - Ce ne sont pas les ondes acoustiques qui ^{elles} se propagent ds un milieu matériel (ne se propagent pas ds le vide)
- ne pas confondre avec l'énergie convective qui nécessite le mvmt d'un fluide (air, eau...)

8. Energie chimique

Associée à la liaison des atomes ds les molécules, c'est une énergie potentielle. Elle est mise en jeu lorsque des liaisons sont rompues, et lorsque les liaisons sont constituées.

Rmq: elle peut être convertie en
- calorique (combustion)
- mécanique
- électrique (pile, batterie)

9. Energie nucléaire

Elle est localisée à l'intérieur des noyaux des atomes.

$$E = mc^2$$

$$(c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s})$$

a) Fission

Un noyau lourd (de masse m) est transformé en deux noyaux légers de masses (m_1 et m_2)

$$m \neq m_1 + m_2$$

$$m > m_1 + m_2$$

$$\Delta m = m - (m_1 + m_2)$$

perte de masse transformée en énergie

Energie produite $E = \Delta m c^2$

b) Fusion

Deux noyaux légers m_1 et m_2 forment un atome lourd:

$$m_1 + m_2 > m$$

$$\Delta m = m_1 + m_2 - m$$

défaut de masse

Energie libérée $E = \Delta m c^2$

II Chaleur et premier principe

On utilise un système fermé dont le nombre de particules est constant ($\Delta N = 0$). On traite le cas des situations d'équilibre. On étudie la transformation d'équilibre à un autre.

$$\begin{array}{ccc} U_A & V_A & N \\ \text{état A} & & \end{array} \xrightarrow{\text{transformation}} \begin{array}{ccc} U_B & V_B & N \\ \text{état B} & & \end{array}$$

1) Définition de la chaleur Joule

La chaleur est une forme d'énergie, pour la quantifier Joule a défini la calorie.

1 calorie = énergie nécessaire pour élever la température d'1g d'1°C d'eau
(14,5°C à 15,5°C)

Rmq: $1 \text{ calorie} = 4,186 \text{ Joules}$
 4 si U.S.I

2) La chaleur spécifique

Lorsqu'on injecte de l'énergie Q ds un système sans produire de travail mécanique, la température du système augmente.
 Seul la chaleur spécifique intervient:

$$Q = c \Delta T$$

Q énergie apportée à 1 kg de matière
 ΔT variation de température
 c chaleur spécifique massique en $J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$

Pour le système de masse m l'énergie apportée

$$Q = c m \Delta T \quad \text{ex pour de l'eau } c = 4,186 J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$$

Rmq: $\Delta T > 0 \Rightarrow Q > 0$ le système reçoit de l'énergie
 $\Delta T < 0 \Rightarrow Q < 0$ le système cède de l'énergie

Exercice: Une baignoire contient 2 kg d'eau.
 La température initiale est $T_i = 14^\circ C$ (ou 287 K)
 On porte cette eau à $100^\circ C$
 Quel est l'apport de chaleur nécessaire?

$$Q = c m \Delta T \quad \text{AN: } Q = 4,186 \times 2 \times (T_f - T_i) \\ = 4,186 \times 2 \times (100 + 273) - (14 + 273) \\ = 4,186 \times 2 \times 86 \\ = 719,992 J \quad \text{apport d'énergie}$$

Pour calculer ΔT on peut aussi bien utiliser les Kelvins que les $^\circ C$.

3) Premier Principe

* En mécanique: $\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p$

* En thermodynamique: $\Delta U = Q + W$

U : énergie interne
 ΔU : variation d'énergie interne
 Q : apport de chaleur
 W : travail

exemple: baignoire précédente
 $W = 0$, $\Delta U = Q$ (= 719,992 J)

apport d'énergie méca ss forme de travail

Compression adiabatique: compression rapide d'un gaz sans échange de chaleur
 $Q = 0$, $\Delta U = W$

Rmq: $\Delta U > 0$ le système reçoit de l'énergie
 $\Delta U < 0$ le système cède de l'énergie

4) Énergie radiative

a) Introduction

Si un corps possédant des états stables reçoit de l'énergie radiative il absorbe cette énergie par des déplacements vers des niveaux + élevés: il passe d'état stable inférieur vers état stable supérieur (excité). Après il peut passer des états stables supérieurs vers des états stables inférieurs (d'excité) en émettant une radiation des photons.

Une source émet une lumière qualifiée par:

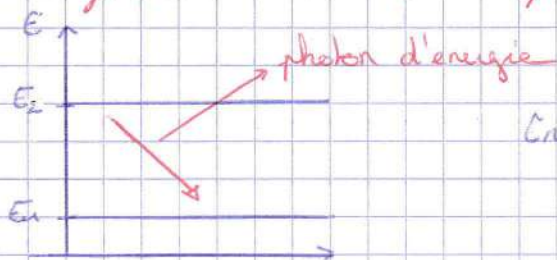
λ longueur d'onde (m)

f la fréquence (Hz) avec $\lambda = c \times T = c / f$

T la période (s)

c = célérité = 3×10^8 m/s

b) Énergie radiative d'un photon



$$\text{Énergie émise } E_n = E_2 - E_1 = h f$$

f = fréquence

h = constante de Planck

$$= 6,64 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Rmq: la différence de niveau d'énergie $E_2 - E_1$ conditionne la fréquence d'émission: $f = \frac{E_2 - E_1}{h}$

$$\begin{array}{l} E_2 - E_1 \nearrow \Rightarrow f \nearrow (\lambda \searrow) \text{ déplacement vers UV} \\ E_2 - E_1 \searrow \Rightarrow f \searrow (\lambda \nearrow) \text{ déplacement vers IR} \end{array}$$

c) Cas du Laser

Light Amplifier Simple Effect Radiative

1^{re} Phase Excitation



lumière émise par une autre source $\rightarrow$ Li

FLASH: lumière d'excitation

2^{ème} phase En coquant l'excitation toutes les molécules émettent le m^{ême} photon au m^{ême} moment

émission de radiation cohérente (m^{ême} fréquence + m^{ême} phase)