LP 20 : Conservation de l'énergie

Niveau : Supérieur

Prérequis : - Mécanique : forces usuelles, énergie cinétique (TS)
PFD, puissance et travail des forces (L1)

- Thermodynamique : Description d'un système, premier principe, fonctionnement d'un calorimètre (TS)

- Electricité : effet Joule (L1)

Intro : → Notion déjà abordée en 1ère et en TS

→ En BCPST 1, on va approfondir les connaissances en introduisant les théorème.

→ On se base sur l'exemple du pendule simple.

→ Visualisation de la conservation de l'énergie à plusieurs échelle en exploitant le 1er principe de la thermo.

→ Avant : cours sur la dynamique du point matériel, le travail et la puissance d'une force.

Après : cours sur la thermo

→ Difficulté : vecteurs et produit scalaire

Objectif : montrer que la conservation d'énergie est un outil pour la résolution de problème

TD : Exercice sur les oscillateurs harmonique, mouvement d'un satellite dans un champ de force gravitationnelle

TP : étude de la chute libre ou du ressort.

Intro: → Vidéo : " PENDULE WALTER LENVIN "

⇒ le pendule ne dépasse pas sa position initiale

→ Vous avez déjà vu la conservation de $\vec{p}$ pour un système isolé ($\vec{F} = \vec{0}$)

→ Pour un système isolé ⇒ conservation de l'énergie totale.

Objectifs : comprendre la conservation de l'énergie à plusieurs échelle.

I_ Approche macroscopique

A) Théorème de l'énergie cinétique.

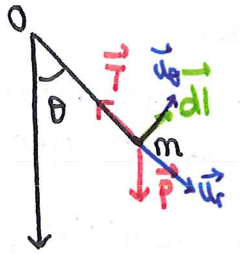
→ Ref galiléen, système soumis à $\vec{F}_{ext}$: $m\dfrac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}_{ext}$

$\cdot\vec{v}$ $\quad \underbrace{m\left(\dfrac{1}{2}\dfrac{d\vec{v}^2}{dt}\right)}_{\frac{dE_c}{dt}} = \underbrace{\vec{F}_{ext}\cdot\vec{v}}_{P(\vec{F}_{ext})}$ ⇒ $\dfrac{dE_c}{dt} = \mathcal{P}(\vec{F}_{ext})$

ou $dE_c = \delta W(\vec{F}_{ext})$

$\Delta E_c = W(\vec{F}_{ext})$

→ Exemple du pendule simple:



$\vec{T} = T\vec{u_r}$ et $\vec{dl} = l\dot{\theta}\,\vec{u_\theta}$

$$\left.\begin{array}{l}\delta W(\vec{T}) = \vec{0} \\ \delta W(\vec{P}) = -lmg\dot{\theta}\sin\theta\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = lg(\cos\theta - \cos\theta_0)$$

Tr: vous savez qu'il existe une autre forme d'énergie : l'énergie potentielle, quelle est son lien avec le travail

B) Energie potentielle

→ Définition avec W_{op} GRECIAS p. 560

⇒ $W_{op} = -W_{poids} = \Delta E_p$

↳ énergie potentielle emmagasiné par le point matériel

→ ΔE_p ne dépend pas du chemin suivi car $\vec{P}$ est une force conservatife

→ Généralisation : $dE_p = -\delta W(\Sigma \vec{F_c}) = -\Sigma \delta W(\vec{F_c})$

→ Retour sur le TEC : $dE_c = \delta W(\vec{F}) = \delta W(\vec{F_{NC}}) + \underbrace{\delta W(\vec{F_c})}_{= -dE_p}$

Donc $dE_m = dE_c + dE_p = \delta W(\vec{F_{NC}})$

↳ Pas de $\vec{F_{NC}}$: $dE_m = 0$ CONSERVATION

↳ $\vec{F_{NC}} \neq \vec{0}$: $dE_m \neq 0$

Expérience : Pendule avec et sans frottement
Tracer E_c, E_p et E_m en fonction de t

⇒ sans frottement : conservation
avec frottement : dissipation donc E_m ↘

Expérience : on trace en fonction de θ dans le cas sans $\vec{f}$

⇒ $E_p \leq E_m$

→ $E_c \geq 0$ ⇒ $E_p(\theta) \leq E_m$

Or $E_c(\theta_0) = 0$ donc $E_p(\theta_0) = E_m$

θ est borné par $[-\theta_0, \theta_0]$

Tr: Avec frottement, il y a dissipation d'énergie, où est-elle passée ?

II_ Approche microscopique.

A) Premier principe de la thermodynamique

→ $\Delta U + \Delta E_m = W + Q$

ΔU ↓ énergie interne

Q ↳ transport thermique

W ↳ travail des $\vec{F_{NC}}$

avec $U = \underbrace{E_{c\,micro}}_{\text{agitation thermique}} + \underbrace{E_{p\,micro}}_{\text{interaction entre particule}}$ GRECIAS p. 415

→ Energie macro. perdue sous forme d'énergie micro.

Tr: Bilan d'énergie via ce principe.

B) Application à la calorimétrie

→ On considère {eau + calorimètre}

→ $$\left.\begin{array}{l} \Delta E_m = 0 \\ W = P_{el}\,\Delta t \end{array}\right\} \quad \Delta U = P_{el}\,\Delta t$$

$Q = 0$

→ Pour compter le calorimètre : on considère une masse en eau équivalente

Expérience : chauffage de l'eau avec une résistance thermique
On trace $\Delta T = \Delta t$

$\Rightarrow (m+\mu)c_e\,\Delta T = UI\Delta t$

c'est bien linéaire

Conclusion : → conservation d'énergie à différentes échelles

Ouverture : autre principe de conservation comme la conservation de la charge ou de la masse.

Biblio : - GRECIAS BCPST 1

- SANZ PCSI