

LP 20 : LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

Bibliographie

1. Physique PCSI, Tout en un, 5eme édition
2. Physique BCPST 1, Baude

Niveau : BCPST1

Prérequis :

- Forces usuelles (BCPST1)
- PFD (BCPST1)
- Modèle du pendule simple (BCPST1)
- Travail d'une force (BCPST1)
- energie interne d'un système, capacité thermique (BCPST1)
- Intégrales, produit scalaire (BCPST1)

Q tu connais d'autres qtes qui se conservent ? "qté de mvt" Dans quel cas ? quelles hypothèses ? "formes méca, systeme soumis a des forces pseudo isole" *moment cinétique, y'en a pleins, la charge, les flux, la masse, enrgie conservée = non vieillissement du systeme : relations entre symetrie du systeme et charge conservée*

Table des matières

Introduction	2
1 Travail	2
2 Transfert thermique	3
3 Conclusion	3

Introduction pédagogique

Utilisable dans tous les domaines de la physique

Expérience en lien avec la calorimétrie

Lien avec un cas concret le modèle du pendule simple

Introduction

Préédemment : PFD pour des problèmes en mécanique

Nouvelle approche : approche énergétique qui permet de résoudre les mêmes problèmes
→ la conservation de l'énergie

Mouvement est lié à l'énergie : *Image d'un type qui pousse une voiture* l'énergie qui est transmis à la voiture vient de l'énergie chimique dégagée par l'homme qui la pousse → transfert d'énergie lié à une force = travail

1 Travail

Modèle du pendule simple : *schéma*

Représente les forces qui s'appliquent

1.1 Définitions

Considère un léger déplacement $d\mathbf{l}$: $\delta W(\mathbf{F}) = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = (\mathbf{P} + \mathbf{T}) \cdot d\mathbf{l} = \mathbf{P} \cdot d\mathbf{l}$ car \mathbf{T} est orthogonal au déplacement.

De même on peut définir un travail sur une plus longue distance : $W(\mathbf{AB}) = \int \delta W(\mathbf{F})$

Puissance instantanée : $P(\mathbf{f}) = \frac{\delta W(\mathbf{f})}{dt} = \frac{\mathbf{f} \cdot d\mathbf{l}}{dt}$ et on remarque : $\frac{d\mathbf{l}}{dt} = \mathbf{v}$ d'où $P = \mathbf{f} \cdot \mathbf{v}$

En ce qui concerne les énergies on a $[W] = J$ et $[P] = W = J.s^{-1}$

1.2 TEC

$$\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt} \text{ donc } \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt} \cdot \mathbf{v} \quad (1)$$

$$P(\mathbf{f}) = m \frac{d\frac{1}{2}\mathbf{v}^2}{dt} \quad P(\mathbf{f}) = \frac{d\frac{1}{2}m\mathbf{v}^2}{dt} = P(\mathbf{f}) = m \frac{dE_c}{dt} \quad (2)$$

On a ici le théorème de la puissance cinétique

En intégrant on obtient le théorème de l'énergie cinétique :

$$W_{AB}(\mathbf{f}) = \Delta E_c(A \rightarrow B) \quad (3)$$

1.3 E pot et théorème de l'énergie mécanique

$$W_{AB}(\mathbf{f}) = \int \mathbf{P} \cdot d\mathbf{l} = \mathbf{P} \cdot \mathbf{AB} = mgh \quad (4)$$

Dépend de la différence d'altitude entre A et B ne dépend PAS du chemin de A à B!

Donc ne peut dire que \mathbf{P} (= LE POIDS : ne pas dire \mathbf{P}) est une force conservative.

$$W_{AB}(\mathbf{P}) = -\Delta E_p(A \rightarrow B) \quad (5)$$

$$\delta E_c + \Delta E_p = \Delta E_m = 0 \quad (6)$$

L'énergie mécanique est conservée : le pendule simple conserve son énergie ! Or vous savez tous qu'il finit bien par s'arrêter donc l'énergie n'est pas conservé !!

En effet ΔE_m est conservé seulement si il n'y a que des forces conservatives!

Sinon :

$$\Delta E_m = W_{AB}(\mathbf{F}_{nc}) \quad (7)$$

C'est le THEOREME DE L'ENERGIE MECANIQUE

retour de l'homme qui pousse la voiture Ici on a de la perte d'énergie au niveau des roues car il y a un échauffement entre les roues et le sol

2 Transfert thermique

2.1 Bilan d'énergie

Energie mécanique (E_m) : vitesse mA, interaction mA

Energie interne (U) : agitation mI, interaction mI

On peut lier l'énergie interne à la température du système :

$$\Delta U = mc\Delta T \quad (8)$$

Unité : $[c] = J/K/kg =$ capacité thermique massique représente la quantité d'énergie massique a donner pour que le système monte d'un degré

Du coup on a :

$$E_{tot} = E_m + U \quad (9)$$

$$\Delta E_{tot} = \Delta E_m + \Delta U \quad (10)$$

Pour un système fermé

Pour un système isolé : $\Delta E_{tot} = 0$, $\Delta E_m = 0$ donc $\Delta U = 0$

On va appliquer ca a la calorimétrie

2.2 Application à la calorimétrie

Un calorimètre c'est quoi : *schéma*

Paroi adiabatique, système fermé, aucun échange de matière, système au repos =====
SYSTEME FERME

On considère notre système : [intérieur du calorimètre + eau + laiton]

$$\Delta U = 0, \Delta U_{cal} + \Delta U_{eau} + \Delta U_{laiton} = 0$$

On réalise le calcul avec $\Delta U = mc\Delta T$ et on en déduit la valeur théorique de la capacité du laiton.

EXPERIENCE Calorimètre remplie d'eau (T1) + un laiton chaud (T2) on calcule la température d'éq pour obtenir C_{laiton}

On a AN 550 au lieu de 380 : perte due à l'imperfection du calorimètre, à l'imprécision des mesures des températures initiales

3 Conclusion

On voit qu'on retrouve le TEM au niveau mA (mécanique) et aussi au niveau mI (calorimètre)

QUESTIONS

Q : deux échelles ? Lesquelles ? "mI, et mA"

Q : comment tu ferais la différence ? "mA notre echelle, mI atomes : angstrom"

Q : Montre la première slide. Quel système ? "La voiture" très bien

Q : Quelle est la diff entre la cinétique du point et la dynamique du point ? "cinétique : étude du mouvement, dynamique : étude des forces"

Q : T'as dit ps distributif. T'aurais un autre mot pour decrire ca ?

Q : refait le schéma du pendule simple. Reparle du travail pour une force non conservative stp. Y'aurait pas un autre schéma à faire ? Dessine le chemin sur lequel on intègre

Q : tu as donne la déf de la puissance $P = mv \cdot \frac{dv}{dt}$. Quelles hypothèses a tu utilisé ?

Q : hypothèses du PFD ? "ref galiléen, principe d'inertie doit être vérifié"

Q : sur quel système applique tu ton pFD sur ton pendule ? "sur la masse"

Q : et du coup quelles sont les hypothèses sur lequel tu poses ton modèle pour les TEM, TEC, TPC ? "pareil"

Q : tu montres ca (le pendule). Dans quel référentiel tu te places ? "terrestre" Est-ce qu'il est toujours galiléen ? "non pas tout le temps ..."

Q : tu parles du poids constant. Comment tu le relie à la force gravitationnelle ?

Q : la diff de hauteur h introduite dans l'Ep du poids ? Tu la définis comment ? "zA - zB"

Q : du coup qu'est ce que c'est une force non conservative ? "une force qui va dissiper de l'énergie" Tu peux relier ca au travail ? " "

Q : diff entre systeme isole et ferme ? "echange energie ou echange rien du tout ni energie ni matiere"

Q : C'est quoi isolé ? "aucune force" plutot les forces nulles "c'est pas semi-isole ?" si mais dans les faites il existe quasimentet jamais de sytème isole

Q : Peut-on tjrs decouper son systeme en sous systme ? "il faut etre en phase condensée" *pas tout le temps vrai, dans des gazs charge faut prendre en compte les interactions longues portées, en matiere condense les interactions par le biais des voisins, en quantique marche pas du tout*

Q : exp de calorimetrie : quelles sont tes hypothese ? "systeme isole, variation d'energie interne nulle, variation d'nergie meca au niveau mA nulle"

Q : peut tu avoir un regard critique par rapport a ces hypothèses ? "Pas tout à fait isolé, j'ai ouvert le calorimetre, le transfert n'a pas ete tres rapide (du laiton dans la bouilloire au laiton dans le calorimetre) "

Q : par curiosité quel thermometre ?

Q : au niveau des transferts ? Tu connais diff modes de transports (notamment pour la T) ? "convection, conduction, rayonnement" Tu pourrais m'en parler ? "Oui : blablabla..."

Q : Une idée des incertitudes de ta précision sur l'exp de calorimetrie ? memes causes que critique des hypothese ? "Oui les mêmes" Peux tu decrire le protocole ? "deux masses d'eau connues de T connues,

Q : as-tu comparé avec les données constructeurs ?

Q : Conservation de l'énergie toujours vrai en physique ? "Oui, elle peut changer de forme, d'échelle, on peut avoir du mzl a le voir, passer d'une energie mI a mA"

Q : comment interpretes tu la notion d'entropie? "le desordre du systeme" Ca revient a ce que tu disais passage du mA au mI

Pour un systeme ferme isole on a conservation, pour un systeme *vieux* qui interagit avec l'environnement : perte chaleur = forme d'energie mI, pas recuperable, on peut pas la reinvestir mAscopiquement, on peut pas tirer du travail mA d'un truc ou les agitations sont desordonnées mI.

Q tu connais d'autres qtes qui se conservent? "qté de mvt" Dans quel cas? quelles hypotheses? "formes méca, systeme soumis a des forces pseudo isole" *moment cinétique, y'en a pleins, la charge, les flux, la masse, enrgie conservée = non vieillissement du systeme : relations entre symetrie du systeme et charge conservée*

Q : t'as montre une image sur la capacite calo d'un etre humain. Comment tu fais? "chambre calo, lie a un circuit avec resistance R, systeme isole, tout le transfert htermique du systeme qui va vers l'ext est recup par la resistance qui chauffe : on recup tension au borne et courant qui traverse pour mesurer la resistance et on peut lier a la calo du corps humain" Du coup on calcul c_v ou le flux qui traverse le corps humain? "le flux"

Q : tu sais comment marche ton thermo? "pas du tout"

REMARQUES

- Bonne intro pedagogique, 3 min, I : 20 min, II : 17 min, manip : 3 min
- Intro pedag pas forcement besoin des outils math
- Acces la lecon sur la conservation d'energie entre les echelles sympa
- Plutot "I : conservation energie mA" et "II : conservation energie mI"
- exple de la voiture brutal, ya des frottements, peut etre bien à la fin pour parler des frottement et du transfert thermique, pk pas direct le pendule?
- Sympa de commencer par la manip!
- En meca pose le referentiel : plus utile
- Hesites pas a ecrire en couleurs
- tres bonne formule $U = mcDT$: t'as bien explique c et son unite
- fais gaffe a ta formulation du premier principe
- Bien d'etre multimedia
- Pour le pendule avec la conservation de l'energie : il remonte aussi haut a gauche qu'a droite
- resultat dexp : unité et **incertitudes** : valeur en eau du calo, thermometre, la qualite du calo