SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 10 : Énergétique

❤ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.

✍ Un savoir-faire à acquérir, une démonstration à connaître.

EX Un exercice d'application à savoir refaire SEUL.E.

1 Théorème de l'énergie cinétique

1.1 Puissance d'une force

❤ Définir la puissance d'une force : $\mathscr{P}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{v}$.

✍ Reconnaître sur un schéma si une force est motrice ou résistante.

1.2 Travail d'une force

❤ Exprimer le travail élémentaire puis le travail fini d'une force entre deux points A et B d'une trajectoire (sous forme intégrale). Connaître la dimension d'un travail (*homogène à une énergie*).

✍ Justifier que $W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$ si la force est constante.

❤ Exprimer le travail du poids en fonction du dénivelé : $W_{A\to B}(\vec{F}) = \pm mgh$. Pas de démonstration demandée.

✍ Justifier qu'une force orthogonale au mouvement ne travaille pas ($\mathscr{P} = 0$ car $\vec{F} \perp \vec{v}$).

1.3 Théorème de l'énergie cinétique

✍ Établir le théorème de la puissance cinétique, puis le théorème de l'énergie cinétique, à partir du PFD.

❤ Énoncer le TEC : $\Delta_{A\to B} E_c = \sum W_{A\to B}(\vec{F})$.

EX Exemple 10.1 :
– Avec le TEC, déterminer la vitesse en un point d'une trajectoire.
– Établir la condition pour laquelle l'anneau franchit la bosse.

1.4 Théorème de la puissance cinétique

❤ Énoncer le TPC : $\frac{\mathrm{d}E_c}{\mathrm{d}t} = \sum \mathscr{P}(\vec{F})$.

EX Exemple 10.2 :
– Avec le TPC, établir puis résoudre l'équation différentielle vérifiée par la vitesse.

2 Force conservative, énergie potentielle

2.1 Force conservative et non conservative

❤ Connaître le critère pour qu'une force soit conservative (constante ou dépend uniquement de la position).
Une force qui dépend de la vitesse ou de l'accélération est non conservative.

2.2 Énergie potentielle

❤ Définir l'énergie potentielle E_p associée à une force conservative : $\vec{F} = -\overrightarrow{\mathrm{grad}}\, E_p$.

2.3 Notion de gradient

❤ Définir le gradient d'énergie potentielle (pour tout déplacement élémentaire $\mathrm{d}\vec{r}$, l'énergie potentielle varie de $\mathrm{d}E_p = \overrightarrow{\mathrm{grad}}\, E_p \cdot \mathrm{d}\vec{r}$).

❤ Exprimer le gradient d'énergie potentielle pour un déplacement rectiligne : $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\, E_p = \frac{\mathrm{d}E_p}{\mathrm{d}x}\,\vec{u}_x$.

2.4 Calcul d'une énergie potentielle

✍ Établir l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur en fonction de la coordonnée verticale z (attention au sens de l'axe (Oz) !!).

✍ Établir l'expression de l'énergie potentielle élastique dans le cas d'un déplacement horizontal.

❤ Connaître les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur et de l'énergie potentielle élastique dans le cas général ($E_p = \frac{1}{2}k(\ell - \ell_0)^2$).

2.5 Travail d'une force conservative

❤ Connaître l'expression du travail d'une force conservative : $W_{A\to B}(\vec{F}) = -\Delta_{A\to B}E_p$.

3 Théorème de l'énergie mécanique

3.1 Énergie mécanique

❤ Définir l'énergie mécanique.

3.2 Théorème de l'énergie mécanique

❤ Énoncer le TEM : $\Delta_{A\to B}E = \sum W_{A\to B}(\vec{F}_{\text{non cons}})$.

3.3 Conservation de l'énergie mécanique

✍ Reconnaître une situation dans laquelle l'énergie mécanique se conserve (pas de frottements).

EX Exemple 10.3 :
– Exploiter la conservation de l'énergie mécanique pour relier vitesse et position.

3.4 Théorème de la puissance mécanique

❤ Énoncer le TPM : $\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t} = \sum \mathscr{P}(\vec{F}_{\text{non cons}})$.

4 Intégrale première du mouvement

4.1 Définition

❤ Définir une intégrale première (*équa diff du premier ordre dont la dérivée correspond à l'équation du mouvement obtenue avec le PFD).*
Une intégrale première du mouvement relie **la position et la vitesse**.

4.2 Établir l'équation du mouvement par un raisonnement énergétique

EX Exemple 10.4 :
– Utiliser un raisonnement énergétique pour établir une intégrale première du mouvement.
– Dériver par rapport au temps pour trouver l'équation du mouvement.

4.3 Exprimer une réaction normale en fonction de la position

EX Application 10.8 : exercice **ultra-classique**, à savoir refaire absolument :
– Utiliser un raisonnement énergétique pour établir une intégrale première du mouvement.
– Appliquer le PFD pour exprimer la réaction normale en fonction de θ.
– Déterminer l'angle pour lequel le solide décolle du support.

5 Mouvement conservatif à une dimension

5.1 Calcul de la force

❤ Exprimer la force sous la forme : $\vec{F} = -E_p' \vec{u}_x$.

5.2 Graphe d'énergie potentielle

✍ Le diagramme énergétique et l'énergie mécanique étant fournis, savoir identifier :
– l'énergie cinétique pour une position x donnée,
– les points d'arrêts,
– les bornes du mouvement,
– le sens et l'intensité de la force pour une position x donnée,
– les positions d'équilibre et leur stabilité.

5.3 Puits et barrière de potentiel

✍ Reconnaître sur un diagramme énergétique un puits ou une barrière de potentiel.

❤ Un système piégé dans un puits de potentiel **oscille** autour de la position d'équilibre stable.

❤ Énoncer le critère pour qu'un système franchisse une barrière de potentiel *(son énergie cinétique doit être strictement supérieure à la hauteur de la barrière de potentiel : $E_c > \mathscr{E}$)*.

❤ Connaître l'allure d'un puits de potentiel pour un oscillateur harmonique (*parabole*).

5.4 Petits mouvement autour d'une position d'équilibre stable

❤ Montrer de manière graphique l'approximation harmonique pour un petit déplacement au voisinage d'une position d'équilibre stable (*on approche $x \mapsto E_p(x)$ par un puits harmonique **de même courbure** au niveau de la position d'équilibre stable*).

❤ Écrire un développement de Taylor à l'ordre deux : $f(x) \simeq f(x_0) + (x-x_0)f'(x_0) + \frac{(x-x_0)^2}{2} f''(x_0)$

✍ L'énergie potentielle étant connue, écrire un développement de Taylor à l'ordre deux puis calculer la force approchée. Vérifier qu'elle est semblable à une force de rappel.
À l'aide du PFD, montrer que le système est un OH et identifier la pulsation propre.