

SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 10 : Énergétique

- 💡 Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.
- ❤️ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.
- ✍️ Un savoir-faire à acquérir.
- TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

1 Théorème de l'énergie cinétique

1.1 Travail d'une force

1.1.1 Travail élémentaire

- ❤️ Définir le travail élémentaire d'une force \vec{F} qui s'exerce sur un système mécanique au cours d'un déplacement élémentaire $d\vec{r}$.
- 💡 La force est **motrice** si elle est orientée dans le sens du mouvement du système ($\delta W > 0$). Elle est **résistante** si elle s'oppose au mouvement ($\delta W < 0$). Elle ne travaille pas si elle est orthogonale au mouvement ($\delta W = 0$).

1.1.2 Travail fini entre deux points d'une trajectoire

- ❤️ Donner l'expression du travail d'une force \vec{F} , entre deux points A et B d'une trajectoire (\mathcal{C}) suivi par un point matériel.

1.2 Puissance d'une force

- ❤️ Définir la puissance d'une force \vec{F} .

1.3 Théorème de la puissance et de l'énergie cinétique

- ❤️ Énoncer le théorème de la puissance cinétique et le théorème de l'énergie cinétique (ne pas oublier de préciser qu'ils s'appliquent uniquement **dans un référentiel galiléen**).
- 💡 La variation de l'énergie cinétique d'un point matériel au cours de son mouvement dépend des travaux de **toutes les forces extérieures** (conservatives et non conservatives).
- 💡 Une force motrice contribue à faire augmenter l'énergie cinétique, une force résistante à la faire diminuer.
Une force qui ne travaille ne contribue pas à modifier l'énergie cinétique.
- ✍️ À partir du PFD, établir le théorème de la puissance cinétique pour un point matériel en mouvement puis établir le théorème de l'énergie cinétique.
- 💡 Le PFD et le TEC sont deux outils différents mais équivalents. Pour étudier le mouvement d'un point matériel, on aura **toujours le choix** d'utiliser soit l'un, soit l'autre.
Le TEC est très pratique dès lors que l'on veut déterminer une relation entre **la vitesse du système et sa position**.

1.4 Application

- ✍️ Calculer le travail :
 - du poids : $W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = \pm mgh$;
 - d'une force \vec{F} constante (mouvement rectiligne et \vec{F} colinéaire au déplacement) : $W_{A \rightarrow B} = \pm \|\vec{F}\| L$;
 - de la réaction normale d'un support/tension d'un fil : $W_{A \rightarrow B}(\vec{N}) = W_{A \rightarrow B}(\vec{T}) = 0$ car ces forces sont toujours orthogonales au déplacement.
- ✍️ À partir du TEC, calculer la distance parcourue par un solide lancé sur un plan incliné avec une vitesse initiale v_0 , avant de s'arrêter, dans le cas où l'on néglige tout frottement.

2 Force conservative, énergie potentielle

2.1 Opérateur gradient

- 💡 Si $G(\vec{r})$ est une fonction dépendant des coordonnées d'espace alors, suite à un déplacement élémentaire $d\vec{r}$, la fonction varie de $dG = \overrightarrow{\text{grad}}G \cdot d\vec{r}$.
- ♥ Connaître l'expression du gradient :
 - pour un mouvement rectiligne selon (Ox) : $\overrightarrow{\text{grad}}E_p = \frac{dE_p}{dx} \vec{u}_x$;
 - pour un mouvement circulaire de rayon r : $\overrightarrow{\text{grad}}E_p = \frac{1}{r} \frac{dE_p}{d\theta} \vec{u}_\theta$.

2.2 Définitions

- ♥ Définir ce qu'est une force conservative (*une force à laquelle on peut associer une fonction énergie potentielle $E_p(\vec{r})$, qui dépend de la position du système, et qui est telle que : $\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}}E_p$.*)

2.3 Travail d'une force conservative

- ♥ Énoncer la relation entre la variation d'énergie potentielle d'un système, entre deux points A et B d'une trajectoire, et les travaux des forces conservatives.
- 💡 Le travail d'une force conservative entre deux points A et B d'une trajectoire est indépendant du chemin suivi entre ces deux points.

2.4 Énergie potentielle de pesanteur

- ♥ Connaître l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur pour un mouvement décrit à l'aide d'un axe (Oz) vertical ascendant ou descendant (attention au signe!).
- ✍ Etablir l'expression de cette énergie potentielle.
- 💡 Une énergie potentielle est toujours définie à une constante près, qui peut être choisie arbitrairement. Autrement dit, on peut décider arbitrairement d'un lieu qui sert de référence pour l'énergie potentielle (c'est-à-dire l'endroit où l'énergie potentielle est choisie nulle).
- ✍ Exprimer l'énergie potentielle de pesanteur pour un pendule simple, en fonction de θ .

2.5 Énergie potentielle élastique

- ♥ Connaître l'expression générale de l'énergie potentielle élastique en fonction de la longueur du ressort.
- ✍ Etablir l'expression de cette énergie potentielle dans le cas 1D uniquement.

2.6 Forces non conservatives

- 💡 Une force est conservative si elle dépend au maximum de la position du système.
- 💡 Une force qui dépend de la vitesse (frottements fluide, réaction tangentielle) ou de l'accélération (réaction normale, tension d'un fil) est non conservative. Leur travail entre deux points A et B dépend du chemin suivi.
- 💡 Une force qui est orthogonale au mouvement à tout instant ne travaille pas (réaction normale d'un support, tension du fil d'un pendule simple).

3 Énergie mécanique

3.1 Définition

- ♥ Définir l'énergie mécanique d'un système en mouvement.

3.2 Théorème de l'énergie mécanique

- ♥ Énoncer le théorème de l'énergie mécanique et de la puissance mécanique.
- 💡 La variation de l'énergie mécanique d'un point matériel au cours de son mouvement dépend uniquement des travaux des forces non conservatives.

3.3 Conservation de l'énergie mécanique

- 💡 La conservation de l'énergie mécanique permet d'écrire une **intégrale première du mouvement** (c'est-à-dire une équation qui, quand on la dérive par rapport au temps, permet d'obtenir l'équation du mouvement).
- 💡 La conservation de l'énergie mécanique est couramment utilisée pour :
 - déterminer une relation entre vitesse et position,
 - déterminer la position du système pour laquelle la vitesse s'annule.
- ✍ Trouver la hauteur d'un lancer vertical sans frottement à l'aide de la conservation de l'énergie mécanique (après l'avoir justifié).
- ✍ Établir une intégrale première du mouvement et la dériver par rapport au temps pour obtenir une équation différentielle du second ordre.