

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!).

📝 Établir 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.

📝 Établir 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.