



M4 · Approche énergétique de la dynamique

I - Travail et puissance d'une force

I.1 - Travail

- a) Travail infinitésimal
- b) Travail sur un chemin

I.2 - Puissance

I.3 - Théorèmes énergétiques

- a) Théorème de la puissance cinétique (TPC)
- b) Théorème de l'énergie cinétique (TEC)

II - Énergie potentielle

II.1 - Forces conservatives

II.2 - L'opérateur gradient

- a) Définition
- b) Propriétés
- c) Conclusion : lien force / énergie potentielle
- d) Application : calcul d'une force

II.3 - Énergies potentielles à connaître

- a) Énergie potentielle de pesanteur
- b) Énergie potentielle gravitationnelle
- c) Énergie potentielle élastique

III - Énergie mécanique

III.1 - Définition

III.2 - Théorèmes énergétiques

- a) Théorème de la puissance mécanique (TPM)
- b) Théorème de l'énergie mécanique (TEM)

III.3 - Quel théorème utiliser ?

IV - Mouvement conservatif à une dimension

IV.1 - Analyse d'une courbe d'énergie potentielle

IV.2 - Nature du mouvement

IV.3 - Mouvement au voisinage d'une position d'équilibre stable

- a) Approximation harmonique
- b) Équation différentielle du mouvement

V - Application : le pendule simple

V.1 - Profil énergétique

V.2 - Équation du mouvement

V.3 - Approximation harmonique

V.4 - Résolution numérique

Capacités exigibles du chapitre

- **Définir** le travail élémentaire, le travail sur un chemin et la puissance d'une force. I.1 et I.2
- Savoir déterminer le caractère moteur ou résistant d'une force. I.1 et I.2
- **Énoncer** les théorèmes de la puissance cinétique (TPC) et de l'énergie cinétique (TEC). I.3
- **Définir** une force conservative et l'énergie potentielle associée. II.1
- Opérateur gradient.
 - Connaître le lien entre le gradient et la différentielle d'une fonction f : II.2.a

$$df = \overrightarrow{\text{grad}}(f) \cdot d\vec{OM}$$
 - Connaître l'expression de la différentielle d'une fonction à plusieurs variables : II.2.b

$$df(x, y, z) = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy + \frac{\partial f}{\partial z} dz$$
 - Connaître l'expression du gradient en coordonnées cartésiennes : II.2.b

$$\overrightarrow{\text{grad}} = \begin{pmatrix} \partial/\partial x \\ \partial/\partial y \\ \partial/\partial z \end{pmatrix}$$
 - Savoir que $\overrightarrow{\text{grad}}(f)$ est perpendiculaire aux iso- f et orienté vers les valeurs croissantes de f . II.2.b
 - En déduire qualitativement, en un point du graphe de l'énergie potentielle, le sens et l'intensité de la force associée. II.2.c
- **Établir & Énoncer** les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur, de l'énergie potentielle gravitationnelle et de l'énergie potentielle élastique. II.3
- **Définir** l'énergie mécanique. III.1
- **Énoncer** les théorèmes de la puissance mécanique (TPM) et de l'énergie mécanique (TEM). III.2
- Reconnaître les situations de conservation de l'énergie mécanique. III.2.a
- **Vocabulaire** : barrière de potentielle, puits de potentiel. IV.1
- **Définir** (mathématiquement et graphiquement) un état d'équilibre, un équilibre stable, un équilibre instable. IV.1
- **Vocabulaire** : état lié, état de diffusion. IV.2
- **Définir** l'approximation harmonique proche d'un minimum d'énergie potentielle. IV.3.a
- **Établir** l'expression de l'énergie potentielle et **établir** l'équation différentielle du mouvement proche d'un minimum d'énergie potentielle. IV.3
- **Définir** une intégrale première du mouvement. V.2
- **Expliquer** le principe de la résolution numérique par la méthode d'Euler de l'équation différentielle du pendule simple. V.4