

# Semaine du 13/01/2025

## Chapitre M2 – Dynamique du point matériel

### Plan du cours

#### I Quantité de mouvement

##### I.1 Masse d'un système

→ Justifier qualitativement la position du centre de masse d'un système, cette position étant donnée.

##### I.2 Quantité de mouvement

→ Utiliser la relation entre la quantité de mouvement d'un système et la vitesse de son centre de masse.

#### II Lois de Newton

##### II.1 Première loi : principe d'inertie

→ Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.

→ Discuter qualitativement du caractère galiléen d'un référentiel donné pour le mouvement étudié.

##### II.2 Troisième loi : principe des actions réciproques

→ Établir un bilan des forces sur un système ou sur plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur un schéma.

##### II.3 Deuxième loi : principe fondamental de la dynamique

→ Utiliser la deuxième loi de Newton dans des situations variées.

#### III Exemples classiques

##### III.1 Chute libre

→ Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme : établir et exploiter les équations horaires du mouvement, établir l'équation de la trajectoire.

##### III.2 Chute dans un fluide

→ Exploiter une équation différentielle sans la résoudre analytiquement, par exemple : analyse en ordres de grandeur, existence d'une vitesse limite, écriture adimensionnée, utilisation des résultats obtenus par simulation numérique.

##### III.3 Système masse-ressort : l'oscillateur harmonique

→ Système masse-ressort sans frottement : déterminer et résoudre l'équation différentielle du mouvement, exploiter les analogies avec un oscillateur harmonique électrique.

##### III.4 Pendule simple

→ Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier le caractère harmonique des oscillations de faible amplitude.

### Questions de cours

- Énoncer les lois de Newton : principe d'inertie, principe fondamental de la dynamique et principe des actions réciproques.
- En s'appuyant sur un schéma, énoncer avec précision une des lois de force suivantes : poids, poussée d'Archimède, force de rappel associée à un ressort, tension d'un fil, réaction du support, interaction gravitationnelle, interaction électrostatique.
- Appliquer la méthode de résolution décrite dans le Doc. 3 pour obtenir les équations horaires du mouvement.
- Les exemples vus en cours doivent pouvoir être traités très rapidement : chute libre 1D et 2D, système {masse – ressort} horizontal et pendule simple.

# Chapitre M3 – Énergie mécanique

## Plan du cours

### I Théorème de l'énergie cinétique

#### I.1 Puissance d'une force

→ Reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force.

#### I.2 Travail d'une force

#### I.3 Théorème de l'énergie cinétique

→ Exploiter le théorème de l'énergie cinétique.

### II Énergie potentielle, énergie mécanique

#### II.1 Force conservative et énergie potentielle

#### II.2 Exemples de forces conservatives

→ Établir et citer les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur (champ uniforme), de l'énergie potentielle gravitationnelle (champ créé par un astre ponctuel), de l'énergie potentielle élastique.

#### II.3 Lien entre une énergie potentielle et une force conservative

→ Dédire qualitativement du graphe d'une fonction énergie potentielle le sens et l'intensité de la force associée pour une situation à un degré de liberté.

#### II.4 Théorème de l'énergie mécanique

### III Mouvement conservatif à une dimension

#### III.1 Mouvement conservatif

→ Exploiter la conservation de l'énergie mécanique pour analyser un mouvement.

#### III.2 Profil d'énergie potentielle

→ Identifier sur un graphe d'énergie potentielle une barrière et un puits de potentiel.

→ Dédire d'un graphe d'énergie potentielle le comportement qualitatif : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.

#### III.3 Approximation harmonique

→ Dédire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre.

→ Analyser qualitativement la nature, stable ou instable, de ces positions.

→ Établir l'équation différentielle linéarisée du mouvement au voisinage d'une position d'équilibre.

## Questions de cours

- Citer les théorèmes de la puissance cinétique et de l'énergie cinétique.
- Citer, puis établir les expressions des énergies potentielles de pesanteur, gravitationnelle et élastique.
- Citer les théorèmes de la puissance mécanique et de l'énergie mécanique.
- Identifier, sur un graphe d'énergie potentielle quelconque les positions d'équilibre stables et instables, les barrières et puits de potentiels.
- Décrire qualitativement (par exemple, à l'aide d'un graphe commenté) l'évolution temporelle d'un système suivant son énergie mécanique, à partir d'un profil quelconque d'énergie potentielle.
- Établir l'équation différentielle linéarisée du pendule simple en utilisant le théorème de l'énergie mécanique.

*Note aux colleurs : l'opérateur  $\overrightarrow{\text{grad}}$  n'est pas au programme de MP2I et ne sera introduit qu'en deuxième année. En particulier, la relation  $\overrightarrow{F} = -\overrightarrow{\text{grad}}\mathcal{E}_p$  se restreint au cas à un degré de liberté, où  $\overrightarrow{F} = -\frac{d\mathcal{E}_p}{dx}\overrightarrow{e}_x$ .*

# Chapitre M4 – Mouvement d'une particule chargée dans un champ électromagnétique

## Plan du cours

### I Force de Lorentz

#### I.1 Champ électromagnétique

#### I.2 Force de Lorentz

→ Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.

#### I.3 Puissance de la force de Lorentz

→ Justifier qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.

### II Mouvement dans un champ électrique

#### II.1 Potentiel électrostatique

→ Effectuer un bilan énergétique pour déterminer la valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.

#### II.2 Équation du mouvement

→ Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant.

### III Mouvement dans un champ magnétique

#### III.1 Expérimentations

#### III.2 Rayon de la trajectoire

→ Déterminer le rayon de la trajectoire sans calcul en admettant que celle-ci est circulaire.

## Questions de cours

- Donner l'expression de la force de Lorentz en s'appuyant sur un schéma et en donnant les unités des grandeurs.
- Représenter sur un schéma la force de Lorentz associée à une configuration donnée par le colleur.
- Déterminer le rayon de la trajectoire circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme et stationnaire, orthogonal à la vitesse.