

Semaine du 06/01/2025

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.