

PLAN DU COURS :

C. APPROCHE ENERGETIQUE

1. Puissance et travail d'une force. Travail moteur et travail résistant.
2. Théorème de l'énergie cinétique en référentiel galiléen.
 - 2.1 Forme intégrale du théorème de l'énergie cinétique.
Enoncé, démonstration, application à un bilan énergétique.
 - 2.1 Forme différentielle du TEC : théorème de la puissance cinétique, application.
3. Forces conservatives : énergie potentielle, une énergie de position.
 - 3.1 Définition et propriétés. Lien entre champ de force conservative et énergie potentielle
 - 3.2 Exemples de forces conservatives, expression des énergies potentielles.
Energie potentielle de pesanteur (pour un champ de pesanteur uniforme)
Energie potentielle élastique.
Energie potentielle de gravitation créée par un corps à symétrie sphérique.
- 4 Energie mécanique.
 - 4.1 Introduction.
 - 4.2 Cas particulier d'un système conservatif.
 - 4.3 Equation du mouvement pour un système à un seul degré de liberté.
- 5 Mouvements conservatifs ou non.
Divers exemples d'application : tir dans le vide, pendule simple avec frottement ou non...

Questions de cours :

Démontrer le théorème de l'énergie cinétique pour un point matériel en référentiel galiléen.

Force conservative : définition et propriété, lien entre la force et l'énergie potentielle.

Etablir l'expression de l'énergie potentielle à partir de la relation $\vec{F} = -\vec{\text{grad}}E_p$ pour le cas de la pesanteur, de la force d'interaction entre deux charges ponctuelles, de la force de gravitation entre deux masses ponctuelles.

A. CAS DES MOUVEMENTS CONSERVATIFS A UNE DIMENSION.

1. Graphe d'énergie potentielle.
 - 1.1 Relation entre force et énergie potentielle,
 - 1.2 Lecture graphique de la force.
- 2 Position d'équilibre.
- 3 Stabilité de l'équilibre.
- 4 Barrière et puits de potentiel.
 - 4.1 Barrière de potentiel.
 - 4.2 Energie de franchissement d'une barrière de potentiel.
 - 4.3 Puits de potentiel.
- 5 Potentiel harmonique.
 - 5.1 Parabolisation d'un puits de potentiel au voisinage d'une position d'équilibre de stable.
 - 5.2 Potentiel harmonique et force de rappel linéaire.
 - 5.3 Equation du mouvement et équation horaire pour de petites oscillations autour d'une position d'équilibre stable.

Questions de cours :

Etablir les conditions sur la fonction énergie potentielle amenant un équilibre stable ou instable en une position donnée.

Sur le cas d'un mouvement au voisinage d'une position d'équilibre stable, montrer que l'on est ramené au modèle d'un oscillateur harmonique, dont on peut déterminer la pulsation propre.

B. MOUVEMENT DE PARTICULES CHARGÉES DANS DES CHAMPS ÉLECTRIQUES OU MAGNÉTIQUES STATIONNAIRES.

1. Interactions électromagnétiques, loi de force de Lorentz.
 1. Puissance de la force de Lorentz.
 2. Champ, potentiel et énergie potentielle d'interaction électrostatique.
 - 3.1 Cas du champ créé par une charge ponctuelle.
 - 3.2 Cas d'un champ électrique uniforme.
 - 3.3 Comparaison entre gravitation et interaction électrostatique.

Questions de cours :

Décrire et donner les expressions du champ électrique et du potentiel électrostatique dans le cas d'un champ uniforme, ou dans le cas d'un champ créé par une charge électrique ponctuelle. Connaître la relation entre champ électrique et potentiel électrostatique. Donner l'expression de l'énergie potentielle d'une charge interagissant dans ces champs et connaître sa relation à la force électrique.

3. Bilan énergétique pour des mouvements dans un champ électrique.
 - 4.1 Distance minimale d'approche
 - 4.2 Énergie d'une particule accélérée par un champ électrique.
4. Comparaison entre gravitation et interaction électrostatique.
5. Mouvement dans un champ électrique uniforme.
 - 6.1 Équation de la trajectoire,
 - 6.2 Application : Étude de la déflexion électrostatique d'un faisceau de particules chargées, calcul de la déviation.
6. Mouvement dans un champ magnétique uniforme.

Trajectoire et mouvement d'une particule déviée par un champ magnétique uniforme et stationnaire.

 - 7.1 Conservation de l'énergie cinétique et de la vitesse.
 - 7.2 Cas du mouvement circulaire. Étude de la déflexion magnétique d'un faisceau de particules chargées, dans la base de Frénet. Détermination du rayon de la trajectoire, supposée circulaire. Périodicité du mouvement.

Questions de cours :

Établir l'expression du rayon de la trajectoire circulaire et de la période de révolution d'une particule chargée introduite dans un champ magnétique uniforme, et justifier des conditions sur la vitesse initiale amenant ce type de trajectoire.

- 7.3 Mouvement d'une particule chargée introduite dans le champ magnétique uniforme avec une vitesse orthogonale à celui-ci. Étude analytique en base cartésienne, emploi d'une variable complexe.
- 7.4 (Culturel). Applications : présentation qualitative d'un spectromètre de masse, avec filtre de vitesse, principe d'un cyclotron.

Programme de référence.

2.3 Approche énergétique du mouvement d'un point matériel	
Puissance, travail et énergie cinétique Puissance et travail d'une force dans un référentiel.	Reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force.
Théorèmes de l'énergie cinétique et de la puissance cinétique dans un référentiel galiléen, dans le cas d'un système modélisé par un point matériel ?	Utiliser le théorème approprié en fonction du contexte.
Champ de force conservative et énergie potentielle Énergie potentielle. Lien entre un champ de force conservative et l'énergie potentielle. Gradient.	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. Déterminer l'expression d'une force à partir de l'énergie

	potentielle, l'expression du gradient étant fournie. Déduire qualitativement, en un point du graphe d'une fonction énergie potentielle, le sens et l'intensité de la force associée.
Énergie mécanique Énergie mécanique. Théorème de l'énergie mécanique. Mouvement conservatif.	Distinguer force conservative et force non conservative. Reconnaître les cas de conservation de l'énergie mécanique. Utiliser les conditions initiales.
Mouvement conservatif à une dimension.	Identifier sur un graphe d'énergie potentielle une barrière et un puits de potentiel. Déduire d'un graphe d'énergie potentielle le comportement qualitatif : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.
Positions d'équilibre. Stabilité.	Déduire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre. Analyser qualitativement la nature, stable ou instable, de ces positions.
Petits mouvements au voisinage d'une position d'équilibre stable, approximation locale par un puits de potentiel harmonique.	Établir l'équation différentielle du mouvement au voisinage d'une position d'équilibre. <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, résoudre numériquement une équation différentielle du deuxième ordre non-linéaire et faire apparaître l'effet des termes non-linéaires.

2.4. Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétostatique, uniformes et stationnaires	
Force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle ; champs électrique et magnétique.	Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.
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.
Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme.	Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur-accélération constant. Effectuer un bilan énergétique pour déterminer la valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.
Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur-vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétique.	Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours.