

PLAN DU COURS :

DYNAMIQUE.

B1. FONDEMENTS

1. Les trois lois de Newton pour le point matériel (rappels).
 - 1.0 Quantité de mouvement d'un point,
 - 1.1 Principe d'inertie.
 - 1.2 Relation fondamentale de la dynamique.
 - 1.3 Principe des actions réciproques.
 2. Quantité de mouvement d'un système de points.
 - 2.1 Centre d'inertie, relation barycentrique.
 - 2.2 Quantité de mouvement totale.
 - 2.3 Modèle du point matériel.
 3. Référentiel galiléen.
 - 3.1 Définition théorique.
 - 3.2 Définition pratique.
 - 3.3 Quelques référentiels usuels. Discussion sommaire du caractère galiléen ou non des référentiels terrestre, géocentrique et héliocentrique.
 4. Les forces d'interactions
 - 4.1 Interactions fondamentales.
Interactions électromagnétiques : force électrique, force magnétique, force de Lorentz, interactions nucléaires (évoquées), Interactions de gravitation, modèle de la pesanteur uniforme.
 - 4.2 Interactions de contact, forces de cohésion de la matière.
 - 4.3 Force de rappel élastique ou loi de Hooke. Limite d'élasticité.
 - 4.4 Tension d'un fil ou d'une barre.
 - 4.5 Actions d'un fluide sur un solide : Poussée d'Archimède, Force de traînée, modèle de frottement linéaire et de frottement quadratique.
 - 4.6 Réaction d'un support sur un solide : réaction normale et réaction tangentielle.

Questions de cours :

Ecrire la relation barycentrique. Montrer que la quantité de mouvement totale s'identifie à celle du centre de gravité d'un système de points matériels.

Schématiser et citer les expressions des forces électrostatique, magnétiques et de gravitation.

B2. APPLICATIONS

5. Mouvement d'un solide glissant sans frottement sur une pente.
6. Réaction d'un support sur un solide : lois de Coulomb.
Réaction normale et réaction tangentielle. Lois de Coulomb pour le frottement de glissement en translation.
Application : mesure du coefficient de frottement au moyen d'un plan inclinable.
7. Equilibre d'un point matériel.
Condition d'équilibre, exemple. Discussion de la stabilité, exemple.
8. Mouvement du pendule simple.
9. Chute libre verticale dans le champ de pesanteur uniforme.
 - 9.1 En l'absence de frottement.
 - 9.2 Influence de la résistance de l'air. Cas des modèles linéaire et quadratique.
10. Tir d'un projectile dans le champ de pesanteur.
 - 10.1 Modèle à frottement linéaire.
Mise en équation. Expression de la vitesse. Allure de la trajectoire.
 - 10.2 Modèle à frottement quadratique : mise équation. Analyse des différentes phases du mouvement par comparaison des actions de pesanteur et de frottement.

Le cas quadratique sera développé ultérieurement, à l'occasion d'un TP de simulation informatique, avec discussion selon la vitesse initiale et la durée d'observation.

avec discussion selon la vitesse initiale et la durée d'observation.

Questions de cours :

Exprimer les lois de Coulomb pour le frottement solide.

Chute verticale dans le champ de pesanteur avec un frottement linéaire.

Etudier le mouvement d'un pendule simple.

OUTILS MATHEMATIQUES POUR LA PHYSIQUE

Gradient d'un champ scalaire.

1. Champ scalaire, champ de vecteur.
2. Définition du vecteur gradient et signification.
3. Expression : expression en coordonnées cartésienne, détermination de l'expression à partir de la relation de définition.
4. Propriétés du vecteur gradient.

A. 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.
 - 1.1 Définition et propriétés. Lien entre champ de force conservative et énergie potentielle
 - 1.2 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.
2. Energie mécanique.
 - 2.1 Introduction.
 - 2.2 Cas particulier d'un système conservatif.
 - 2.3 Equation du mouvement pour un système à un seul degré de liberté.
3. 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 $\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}}E_p$ pour le cas de la pesanteur, de la force d'interaction entre deux charges ponctuelles, de la force de gravitation entre deux masses ponctuelles.

B. 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.

Programme de référence.

2.2 Lois de Newton	
Quantité de mouvement Masse d'un système. Conservation de la masse pour un système fermé.	Exploiter la conservation de la masse pour un système fermé.
Quantité de mouvement d'un point et d'un système de points. Lien avec la vitesse du centre de masse d'un système fermé.	Établir l'expression de la quantité de mouvement d'un système de deux points sous la forme : $\vec{p} = m\vec{v}_G$.
Première loi de Newton : principe d'inertie. Référentiels galiléens.	Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.
Notion de force. Troisième loi de Newton	Établir un bilan de forces sur un système ou sur plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur un schéma.
Deuxième loi de Newton. Théorème de la quantité de mouvement.	Déterminer les équations du mouvement d'un point matériel ou du centre de masse d'un système fermé dans un référentiel galiléen. Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier une loi de force.
Force de gravitation. Modèle du champ de pesanteur uniforme au voisinage de la surface d'une planète. Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme.	Étudier le mouvement d'un système modélisé par un point matériel dans un champ de pesanteur uniforme en l'absence de frottement.
Modèles d'une force de frottement fluide. Influence de la résistance de l'air sur un mouvement de chute.	Exploiter, sans la résoudre analytiquement, une équation différentielle : analyse en ordres de grandeur, détermination de la vitesse limite, utilisation des résultats obtenus par simulation numérique. Écrire une équation adimensionnée. Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure de frottements fluides.
Modèle linéaire de l'élasticité d'un matériau.	Modéliser un comportement élastique par une loi de force linéaire, extraire une constante de raideur et une longueur à vide à partir de données mesurées ou fournies. Analyser la limite d'une modélisation linéaire à partir de documents expérimentaux.

	Mettre en œuvre un microcontrôleur lors d'un test de traction.
Tension d'un fil. Pendule simple.	Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.
Modèle des lois de frottement de glissement : lois de Coulomb. .	Exploiter les lois de Coulomb fournies dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage. Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider.

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