

Programme de colle semaine 17-18 (s10-11) :

En bref :

- Dynamique du point
- Étude énergétique du mouvement
- Particules chargées dans champ uniforme
- Forces centrales et moment cinétique du point matériel (uniquement)

Notions du programme de PCSI au programme de la semaine :

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.1. Description et paramétrage du mouvement d'un point	
Espace et temps classiques. Référentiel d'observation. Caractère relatif du mouvement. Description d'un mouvement. Vecteur-position, vecteur-vitesse, vecteur-accélération.	<i>Réaliser et exploiter quantitativement un enregistrement vidéo d'un mouvement : évolution temporelle des vecteurs vitesse et accélération.</i>
Systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques.	Établir les expressions des composantes du vecteur-position, du vecteur-vitesse et du vecteur accélération dans le seul cas des coordonnées cartésiennes et cylindriques. Exprimer à partir d'un schéma le déplacement élémentaire dans les différents systèmes de coordonnées, construire le trièdre local associé et en déduire les composantes du vecteur-vitesse en coordonnées cartésiennes et cylindriques. Choisir un système de coordonnées adapté au problème posé.
Exemple 1 : mouvement de vecteur-accélération constant.	Exprimer la vitesse et la position en fonction du temps. Obtenir la trajectoire en coordonnées cartésiennes.
Exemple 2 : mouvement circulaire uniforme et non uniforme.	Exprimer les composantes du vecteur-position, du vecteur-vitesse et du vecteur-accélération en coordonnées polaires planes.
1.2 Description du mouvement d'un solide dans deux cas particuliers	
Définition d'un solide.	Différencier un solide d'un système déformable.
Translation.	Reconnaître et décrire une translation rectiligne, une translation circulaire.
Rotation autour d'un axe fixe.	Décrire la trajectoire d'un point quelconque du solide et exprimer sa vitesse en fonction de sa distance à l'axe et de la vitesse angulaire.
2.1 Loi de la quantité de mouvement	
Forces. Principe des actions réciproques.	Établir un bilan des forces sur un système, ou plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur une figure. <i>Proposer un protocole expérimental permettant d'étudier une loi de force.</i>
Quantité de mouvement d'un point et d'un système de points. Lien avec la vitesse du centre d'inertie d'un système fermé.	Établir l'expression de la quantité de mouvement d'un système restreint au cas de deux points sous la forme $\vec{p} = m\vec{v}(G)$.
Référentiel galiléen. Principe de l'inertie. Loi de la quantité de mouvement dans un référentiel galiléen.	Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens. Déterminer les équations du mouvement d'un point matériel ou du centre d'inertie d'un système fermé.
Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme.	Mettre en équation le mouvement sans frottement et le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant.

Influence de la résistance de l'air.	<p>Approche numérique : Prendre en compte la traînée pour modéliser une situation réelle.</p> <p>Approche numérique : Exploiter une équation différentielle sans la résoudre analytiquement : analyse en ordres de grandeur, détermination de la vitesse limite, utilisation des résultats fournis par un logiciel d'intégration numérique.</p> <p><i>Proposer un protocole expérimental de mesure de frottements fluides.</i></p>
Pendule simple.	<p>Établir l'équation du mouvement du pendule simple.</p> <p>Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.</p> <p>Établir l'équation du portrait de phase (intégrale première) dans ce cadre et le tracer.</p>
Lois de Coulomb du frottement de glissement dans le seul cas d'un solide en translation.	<p>Exploiter les lois de Coulomb fournies dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage.</p> <p>Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider.</p>
2.2 Approche énergétique du mouvement d'un point matériel	
<p>Puissance et travail d'une force.</p> <p>Loi de l'énergie cinétique et loi de la puissance cinétique dans un référentiel galiléen.</p> <p>Énergie potentielle. Énergie mécanique.</p> <p>Mouvement conservatif.</p> <p>Mouvement conservatif à une dimension.</p>	<p>Reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force. Savoir que la puissance dépend du référentiel.</p> <p>Utiliser la loi appropriée en fonction du contexte.</p> <p>Établir et connaître les expressions des énergies potentielles de pesanteur (champ uniforme), énergie potentielle gravitationnelle (champ créé par un astre ponctuel), énergie potentielle élastique, énergie électrostatique (champ créé par une charge ponctuelle).</p> <p>Distinguer force conservative et force non conservative. Reconnaître les cas de conservation de l'énergie mécanique. Utiliser les conditions initiales.</p> <p>Déduire d'un graphe d'énergie potentielle le comportement qualitatif : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.</p> <p>Expliquer qualitativement le lien entre le profil d'énergie potentielle et le portrait de phase.</p>
Positions d'équilibre. Stabilité.	Déduire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre, et 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.	Identifier cette situation au modèle de l'oscillateur harmonique.
Barrière de potentiel.	Évaluer l'énergie minimale nécessaire pour franchir la barrière.
3. Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétique, 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.	Savoir 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.	<p>Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur-accélération constant.</p> <p>Effectuer un bilan énergétique pour calculer la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.</p> <p>Citer une application</p>
Mouvement circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur-vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétique.	<p>Déterminer le rayon de la trajectoire sans calcul en admettant que celle-ci est circulaire.</p> <p><i>Approche documentaire :</i> analyser des documents scientifiques montrant les limites relativistes en s'appuyant sur les expressions fournies $E_c = (\gamma - 1)mc^2$ et $p = \gamma mv$.</p> <p>Citer une application</p>

4.1 Loi du moment cinétique	
Moment cinétique d'un point matériel par rapport à un point et par rapport à un axe orienté.	Relier la direction et le sens du vecteur moment cinétique aux caractéristiques du mouvement.
Moment d'une force par rapport à un point ou un axe orienté.	Calculer le moment d'une force par rapport à un axe orienté en utilisant le bras de levier.
Loi du moment cinétique en un point fixe dans un référentiel galiléen.	Reconnaître les cas de conservation du moment cinétique.
Pendule pesant.	Établir l'équation du mouvement. Expliquer l'analogie avec l'équation de l'oscillateur harmonique. Établir une intégrale première du mouvement. Lire et interpréter le portrait de phase : bifurcation entre un mouvement pendulaire et un mouvement révolutif. <i>Approche numérique</i> : Utiliser les résultats fournis par un logiciel de résolution numérique ou des simulations pour mettre en évidence le non isochronisme des oscillations. <i>Réaliser l'acquisition expérimentale du portrait de phase d'un pendule pesant. Mettre en évidence une diminution de l'énergie mécanique.</i>
5. Mouvements dans un champ de force centrale conservatif	
Point matériel soumis à un seul champ de force centrale.	Déduire de la loi du moment cinétique la conservation du moment cinétique. Connaître les conséquences de la conservation du moment cinétique : mouvement plan, loi des aires.
Énergie potentielle effective. État lié et état de diffusion.	Exprimer la conservation de l'énergie mécanique et construire une énergie potentielle effective. Décrire qualitativement le mouvement radial à l'aide de l'énergie potentielle effective. Relier le caractère borné à la valeur de l'énergie mécanique. <i>Approche documentaire</i> : Relier l'échelle spatiale sondée à l'énergie mise en jeu lors d'une collision en s'appuyant sur l'expérience de Rutherford.
Champ newtonien. Lois de Kepler.	Énoncer les lois de Kepler pour les planètes et les transposer au cas des satellites terrestres.
Cas particulier du mouvement circulaire : satellite, planète.	Montrer que le mouvement est uniforme et savoir calculer sa période. Établir la troisième loi de Kepler dans le cas particulier de la trajectoire circulaire. Exploiter sans démonstration sa généralisation au cas d'une trajectoire elliptique.
Satellite géostationnaire.	Calculer l'altitude du satellite et justifier sa localisation dans le plan équatorial.
Énergie mécanique dans le cas du mouvement circulaire puis dans le cas du mouvement elliptique.	Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire. Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe.
Vitesses cosmiques : vitesse en orbite basse et vitesse de libération.	Exprimer ces vitesses et connaître leur ordre de grandeur en dynamique terrestre.

Détail du plan de cours :

Cours 10 : Cinématique

- Généralités : notion de solide et de point matériel, notion de référentiel : repère temporel et spatial, vitesse et accélération dans un référentiel
- Mouvement plan : coordonnées cartésiennes, repère polaire.
- Mouvement dans l'espace : intérêt des bases orthonormées directes, repère cylindrique, sphérique.

- Cinématique d'un solide : mouvement de translation, mouvement de rotation autour d'un axe.

Cours 11 : Dynamique du point matériel

- Grandeurs cinétiques : masse, quantité de mouvement, moment cinétique (juste la définition, on y consacra un chapitre ultérieurement)
- Les postulats de la mécanique classique : les trois lois de Newton, Domaine de validité de la mécanique classique.
- Quelques applications : force de gravitation, force exercée par un fluide, force de rappel d'un ressort, pendule simple
- Force de contact

Cours 12 : Étude énergétique d'un point matériel

- Travail et puissance d'une force : définition, exemples de travaux
- Théorème de la puissance et de l'énergie cinétique : énoncé et intérêt de l'approche énergétique
- Forces conservatives et énergie potentielle
- Énergie mécanique : théorème de l'énergie mécanique, mouvement conservatif à une dimension, déplacement au voisinage d'une position d'équilibre stable

Cours 13 : Particules chargées dans un champ électrique ou magnétique

- Les interactions électromagnétiques : force de Coulomb, force de Lorentz
- Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme : mise en équation, principe de l'oscilloscope analogique
- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme : cas où $\vec{v}_0 // \vec{B}$, cas où $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$, cas quelconque, applications

Cours 14 : TMC et Forces centrales

- Théorème du moment cinétique d'un point matériel : moment cinétique d'un point matériel, moment d'une force, énoncé du TMC
- Mouvement à force centrale : forces conservatives, conservation du moment cinétique et conséquences, exemples de forces centrales, conséquence du caractère conservatif
- Cas de l'attraction gravitationnelle : énergie potentielle effective, cas particulier de la trajectoire circulaire, cas des orbites elliptiques, Lois de Kepler, vitesses cosmiques