

# Programme de colle

S18 : 9 - 13 Février

## Questions de cours et exercices

### Dynamique

Les systèmes sont supposés de masse constante.

1. Savoir étudier le mouvement d'un système modélisé comme un point matériel dans un champ d'accélération uniforme (champ de pesanteur uniforme ou champ électrique uniforme).
2. Savoir décrire l'influence de la résistance d'un fluide (frottements proportionnels à  $v$ ) pour un mouvement de chute en déterminant la solution de l'équation différentielle et en déterminant une vitesse limite.
3. Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme.

### Étude énergétique

4. Connaître les définitions de puissance et de travail d'une force (moteur ou résistant), d'énergie potentielle, cinétique et mécanique.
5. Savoir calculer le long d'un trajet (simple) le travail d'une force non conservative (d'expression simple).
6. Savoir exprimer une force conservative à partir de l'expression de son énergie potentielle (formule du gradient fournie) et inversement, savoir exprimer l'énergie potentielle à partir de l'expression de la force conservative associée (en utilisant  $\vec{F} \cdot d\vec{OM} = -dE_p$ ). Exemples de forces traités en cours : force de rappel élastique, de pesanteur, de Lorentz électrique (avec champ électrique uniforme), de Coulomb et force gravitationnelle.
7. Connaître les théorèmes énergétiques cinétiques et mécaniques, en terme de puissance et d'énergie (TEC, TPC, TEM, TPM).
8. Savoir interpréter un graphe d'énergie potentielle à une dimension : trajectoires bornées ou non, **position d'équilibre stable ou instable**. Cas de l'attraction gravitationnelle fait en cours (utilisation de la constante des aires et tracé de l'énergie potentielle effective).
9. Savoir associer la dérivée seconde de l'énergie potentielle ne dépendant que d'une seule variable à la raideur d'un ressort par la formule de Taylor.

### Moments mécaniques d'un point matériel

10. Savoir définir le moment cinétique et le moment d'une force.
11. Savoir développer l'expression du moment cinétique et du moment d'une force (savoir manipuler : les produits vectoriels, les projections, la cinématique).
12. Savoir utiliser le théorème du moment cinétique pour retrouver l'équation différentielle associée au pendule simple.
13. Savoir retrouver la constante des aires.

Note au colleurs : Nous n'avons pas encore déterminé l'expression de la vitesse de libération, ou de la vitesse et de l'énergie mécanique d'un corps en mouvement circulaire. Un exercice guidé peut toutefois être proposé pour retrouver ces expressions.

**Programme officiel :**

| Notions et contenus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Capacités exigibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lois de Newton - Quantité de mouvement</b><br>Masse d'un système. Conservation de la masse pour système fermé.<br>Quantité de mouvement d'un point et d'un système de points. Lien avec la vitesse du centre de masse d'un système fermé.<br>Première loi de Newton : principe d'inertie. Référentiels galiléens.<br>Notion de force. Troisième loi de Newton.<br><br>Deuxième loi de Newton.<br><br>Force de gravitation. Modèle du champ de pesanteur uniforme au voisinage de la surface d'une planète. Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme.<br>Modèles d'une force de frottement fluide. Influence de la résistance de l'air sur un mouvement de chute.<br>Tension d'un fil. Pendule simple. | Exploiter la conservation de la masse pour un système fermé.<br><br>Établir l'expression de la quantité de mouvement pour un système de deux points sous la forme : $p = mv(G)$ .<br><br>Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.<br><br>Établir un bilan des forces sur un système ou sur plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur un schéma.<br>Déterminer les équations du mouvement d'un point matériel ou du centre de masse d'un système fermé dans un référentiel galiléen.<br>Étudier le mouvement d'un système modélisé par un point matériel dans un champ de pesanteur uniforme en l'absence de frottement.<br><br>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.<br>Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire. |
| <b>Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétostatique, uniformes et stationnaires</b><br>Force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle ; champs électrique et magnétique.<br>Puissance de la force de Lorentz.<br><br>Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme.<br><br>Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétostatique.                                                                                                                                                                                                      | Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.<br>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.<br>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.<br>Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Approche énergétique du mouvement d'un point matériel</b><br><b>Puissance, travail et énergie cinétique</b><br>Puissance et travail d'une force dans un référentiel.<br>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.<br><b>Champ de force conservative et énergie potentielle</b><br>Énergie potentielle. Lien entre un champ de force conservative et l'énergie potentielle. Gradient.                                                                                                                                                                                                            | Reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force.<br><br>Utiliser le théorème approprié en fonction du contexte.<br><br>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.<br>Déduire qualitativement, en un point du graphe d'une fonction énergie potentielle, le sens et l'intensité de la force associée.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Énergie mécanique</b><br>Énergie mécanique. Théorème de l'énergie mécanique.<br>Mouvement conservatif.<br>Mouvement conservatif à une dimension.<br><br>Positions d'équilibre. Stabilité.<br><br>Petits mouvements au voisinage d'une position d'équilibre stable, approximation locale par un puits de potentiel harmonique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Distinguer force conservative et force non conservative.<br>Reconnaître les cas de conservation de l'énergie mécanique.<br>Utiliser les conditions initiales.<br>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.<br>Déduire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre. Analyser qualitativement la nature, stable ou instable, de ces positions.<br>Établir l'équation différentielle du mouvement au voisinage d'une position d'équilibre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |