

I | Cours et exercices

M6 Moment cinétique d'un point matériel

- I **Moment d'une force** : par rapport à un point, définition et exemples ; par rapport à un axe orienté : définition et exemples ; bras de levier d'une force : propriété, méthode et application ; exemples de calcul de moments.
- II **Moment cinétique** : par rapport à un point, définition et exemples ; par rapport à un axe orienté, définition et exemples.
- III **Théorème du moment cinétique** : par rapport à un point fixe, énoncé et démonstration ; par rapport à un axe orienté fixe : énoncé et démonstration application au pendule simple, avec et sans bras de levier.

M7 Mouvement à force centrale conservative

- I **Introduction** : définition force centrale, conservative, énergie potentielle ; forces newtoniennes, énergie potentielle, application à la gravitation et l'interaction électrostatique.
- II **Conservation du moment cinétique** : propriété, mouvement plan, constante et loi des aires.
- III **Étude des trajectoires** : énergie potentielle effective, cas général newtonien et cas attractif, cas répulsif.
- IV **Mécanique céleste** : ellipse, lois de KEPLER, mouvement circulaire.
- V **Satellite en orbite terrestre** : vitesses cosmiques, satellites artificiels : géostationnaire, positionnement, circumpolaires.

II | Cours uniquement

M8 Mécanique du solide

- I **Système de points matériels** : systèmes discret et continu, centre d'inertie, mouvements d'un solide indéformable : translation, rotation.
- II **Rappel : TRC** : quantité de mouvement d'un ensemble de points, forces intérieures et extérieures, théorème de la résultante cinétique.
- III **Moments pour un système de points** : moments forces intérieurs et extérieurs, couple et liaison pivot, moment cinétique et moment d'inertie, théorème du moment cinétique, pendule pesant ; application : patinage artistique.

III Questions de cours possibles

M6 Moment cinétique d'un point matériel

- 1) Définir le moment d'une force puis le moment cinétique d'un point matériel par rapport à un point et à un axe (Df.M6.1, 2, 4 et 5). Expliquer ce qu'est le bras de levier **avec un schéma** (Df.M6.3). Démontrer que seule la force dans le plan a un moment axial et démontrer son expression avec le bras de levier (Pt et Dm.M6.1).
- 2) Calculer les moments des forces pour le poids d'une voiture sur une colline en quart de cercle, une clé sur un boulon, deux poids à équidistance d'une règle horizontale par rapport à son centre, et de 3 forces de même norme mais applications différentes sur une porte (Ap.M6.1, 2 et 3).
- 3) Énoncer et démontrer le théorème du moment cinétique par rapport à un point et à un axe (Pr.M6.1 et 2). Appliquer ensuite le TMC au pendule simple pour retrouver l'équation du mouvement **avec ou sans bras de levier** (Ap.M6.4, au choix de l'interrogatoire).

M7 Mouvement à force centrale conservative

- 4) Définir ce qu'est une force centrale conservative et une force newtonienne (Df.M7.1 et 2). Démontrer les expressions des énergies potentielles gravitationnelle et électrostatique (Pt et Dm.M7. 1 et 2).
- 5) Démontrer que le moment cinétique d'un système soumis à une force centrale conservative se conserve (Dm.M7.3). Prouver alors, avec un schéma, que le mouvement est plan (Dm.M7.4) puis démontrer la loi des aires en introduisant la constante des aires (Dm.M7.5).
- 6) Déterminer l'expression de l'énergie potentielle effective pour un mouvement à force centrale conservative avec la constante des aires (Dm.M7.6). Représenter alors $\mathcal{E}_{p,\text{eff}}(r)$ dans les cas attractif et répulsif (Fig.M7.8 et 9), discuter de la nature du mouvement en fonction de l'énergie mécanique totale et représenter les types de trajectoires possibles (Ipt.M7.1 et 2).
- 7) Présenter les propriétés d'une ellipse avec un schéma : construction mathématique, demi-grand axe, péricentre et apocentre, et vitesses en ces points (Df.M7.3, Pt.M7.6). Énoncer les trois lois de KEPLER (L.M7.1), démontrer la troisième loi de KEPLER pour le cas spécifique de l'orbite circulaire : vitesse, période et énergie mécanique (Dm.M7.8, 9 et 10).
- 8) Définir et démontrer les expressions des vitesses cosmiques en justifiant les valeurs d'énergie mécanique à atteindre à l'aide du schéma de l'énergie potentielle effective (V/A)1- et 2-).
- 9) Présenter les différents types de satellites terrestres (Df.M7.6, 7 et 8). Détailler les conditions pour les satellites géostationnaires, trouver la vitesse angulaire correspondante ainsi que le rayon/l'altitude de ces satellites et leur vitesse (Dm.M7.13)

M8 Mécanique du solide

- 10) Donner le lien entre quantité de mouvement d'un système et le centre d'inertie d'un solide (Pt.M8.3). Démontrer que la résultante des forces intérieures d'un solide est nulle, et démontrer le théorème de la résultante cinétique (Dm.M8.2 et Pr.M8.1).
- 11) Définir le moment d'inertie d'un solide (Df.M8.8, Itp.M8.1) avec des exemples (Ex.M8.5, pas tous). Donner et démontrer la relation entre moment cinétique et moment d'inertie d'un solide (Dm.M8.4). Démontrer alors le TMC pour un solide en rotation (Dm.M8.3 et Prv.M8.2). Définir un couple, un couple de frottement, une liaison pivot et une liaison pivot parfaite (Df.M8.7) avec des exemples (Ex.M8.4).
- 12) (Ap.M8.1) Établir l'équation différentielle du mouvement pour le pendule **pesant** grâce au TMC scalaire.