

Semaine 9

du 24/11/25 au 28/11/25



James Prescott Joule
1818-1889

Partie 2 : Mécanique

Chapitre M2 : Lois de Newton

- Notions de système fermé et de centre de masse G .
- Quantité de mouvement d'un point, d'un système discret de points et d'un solide.
- Les trois lois de Newton :
 - Principe d'inertie.
 - Principe des actions réciproques.
 - Loi de la quantité de mouvement pour un point. Théorème de la quantité de mouvement pour un solide (démonstration à connaître).
Cas particulier d'un système à l'équilibre : principe fondamental de la statique.
- Inventaire des forces usuelles : interaction gravitationnelle, poids, interaction électrostatique, force de Lorentz, force de rappel du ressort, tension d'un fil, poussée d'Archimède, réaction normale du support, réaction tangentielle du support (frottements solides), force de frottements fluides (modèle linéaire et modèle quadratique).
- Étude de quelques mouvements :
 - Les oscillateurs : le pendule simple et le système masse-ressort. Équation de l'oscillateur harmonique, forme canonique, pulsation propre, résolution.
 - Mouvement de chute verticale : étude théorique sans frottement, avec frottement en v puis en v^2 (La résolution de cette équation du mouvement est hors-programme). Résolution d'une équation différentielle linéaire du 1^{er} ordre à coefficients constants et second membre constant : forme canonique, constante de temps, régimes transitoire et permanent.
 - Lancer de projectile : étude théorique sans frottement, avec frottement en v puis en v^2 (résolution numérique). Comparaison avec l'expérience d'un lancer de ballon de basket.

Capacité numérique

- Résolution numérique d'une équation différentielle d'ordre deux ou plus par la méthode d'Euler explicite ou à l'aide de la fonction `odeint` de la bibliothèque `scipy.integrate` après avoir vectorialisé le problème en n équations couplées d'ordre un ($n \geq 2$).

Extrait du B.O.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Quantité de mouvement Masse d'un système. Conservation de la masse pour 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.	Exploiter la conservation de la masse pour un système fermé. Établir l'expression de la quantité de mouvement pour 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 des forces sur un système ou sur plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur un schéma.
Deuxième loi de Newton.	Déterminer les équations du mouvement d'un point matériel ou du centre de masse d'un système fermé dans un référentiel galiléen.
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. Tension d'un fil. Pendule simple.	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. Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.

Chapitre M3 : Approche énergétique du mouvement d'un point

Dans ce chapitre, le système d'étude est un point ou un solide en translation assimilable à un point confondu avec G son centre de masse.

- Puissance, travail élémentaire et travail d'une force.
- Énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ où v est la norme du vecteur vitesse du point M ou du centre de masse G d'un solide en translation (tous les points d'un solide en translation ont le même vecteur vitesse).
- Théorème de la puissance cinétique (TPC) et théorème de l'énergie cinétique (TEC).
- Énergie potentielle et force conservative. Relation force - énergie potentielle. (L'expression du gradient sera fournie dans le système de coordonnées adapté au problème.)
- Énergie mécanique : $E_m = E_c + E_p$.
- Théorème de la puissance mécanique (TPM) et théorème de l'énergie mécanique (TEM).
- Intégrale première du mouvement.

Extrait du B.O.

Notions et contenus	Capacités exigibles
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. Dédurre 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.

À venir

Fin chapitre M3 : Mouvement conservatif à un degré de liberté : profil d'énergie potentielle et étude qualitative du mouvement. Détermination des positions d'équilibre et étude de leurs stabilités. Mouvement dans un puits de potentiel et approximation harmonique. Analogie électromécanique.

Chapitre M4 : Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétique.