

Mécanique classique 1 [b1-ap]

1 Pré-requis

1. Vecteurs et espaces vectoriels
2. Trigonométrie
3. Nombres complexes
4. Fonctions
5. Séries et limites
6. Dérivées et intégrales
7. Notions de base d'équations différentielles linéaires

2 Contenu minimal

Premier semestre: C2-E2

Second semestre: C2-E2

2.1 Cinématique et dynamique du point

1. Référentiels et principe de Galilée
2. Position, vitesse, accélération
3. Notion d'espace des phases et d'orbite dans l'espace des phases
4. Notions de force, masse inertielle, impulsion, équations de Newton
5. Rappels sur les équations différentielles linéaires (2ème ordre, homogène, inhomogène)
6. Quelques exemples de mouvements simples pour une particule ponctuelle (statique, mouvement rectiligne uniforme, mouvement uniformément accéléré, balistique)

2.2 Énergie/travail/potentiel

1. Notions de travail, d'énergie potentielle et cinétique
2. Notion de conservation de l'énergie; utilisation pour résoudre le mouvement
3. Condition générale et locale sur la force pour que le champ soit conservatif
4. Notion d'équilibre; points d'équilibre stables, instables et indifférents
5. Linéarisation des équations et étude du mouvement proche de l'équilibre

2.3 Oscillateur harmonique

1. Solution de l'oscillateur harmonique (équation de Newton et conservation de l'énergie, masse sur ressort)
2. Oscillateur forcé avec et sans frottement fluide
3. Notions de réponse à une excitation extérieure et de résonance
4. Deux oscillateurs couplés, modes optiques et acoustiques

2.4 Mouvements non rectilignes (particule ponctuelle)

1. Cinématique pour des mouvements à accélération centrale
2. Rappels de coordonnées cylindriques et sphériques
3. Notion de moment cinétique et moment d'inertie
4. Solution complète du pendule simple
5. Changement de référentiels pour des mouvements non uniformément accélérés
6. Effets dynamiques (force de Coriolis, pendule de Foucault)
7. Exemple simple de mouvement à force centrale (oscillateur harmonique à deux dimensions)

2.5 Force gravitationnelle

1. Rappels sur la force gravitationnelle (classique)
2. Problème à deux particules; notion de centre de masse et de mouvement relatif (masse réduite)
3. Solution du problème à deux particules; quantités conservées; lois de Kepler, etc.
4. Généralisation au problème de la diffusion; paramètre d'impact

2.6 Systèmes à N particules

1. Lois de conservation, leur domaine d'application
2. Chocs élastiques et inélastiques entre deux particules ponctuelles
3. Référentiel du centre de masse
4. Systèmes à masse variable: propulsion de fusées

2.7 Mouvement des corps rigides

1. Equations du mouvement pour un corps rigide (translation et rotation)
2. Généralisation des concepts de centre de gravité et moment d'inertie
3. Notion de frottement solide
4. Exemples simples de couplage translation-rotation (cylindre sur un plan incliné)

2.8 Ondes

1. N oscillateurs harmoniques couplés; solution matricielle; modes normaux
2. Limite continue; notion d'onde; equation d'onde
3. Notion de vitesse de phase et de vitesse de groupe
4. Ondes stationnaires et progressives, superposition, battements
5. Notion qualitative de transformée de Fourier

2.9 Relativité restreinte

1. Difficultés historiques liées à la transformation de Galilée, paradoxe du train
2. Expérience de Michelson et Morley
3. Transformation de Lorentz
4. Géométrie de l'espace-temps, diagramme de Minkowski
5. Quadri-vecteur énergie-impulsion; équation du mouvement
6. Addition des vitesses, dilatation du temps, contraction des longueurs
7. Chocs relativistes élastiques et inélastiques, transformation entre référentiels