

Programme de khôlle semaine n°5

Physique-chimie MPI/MPI*

Du 29 septembre au 3 octobre 2025

Mécanique :

- 1. Frottement de glissement : tout exercice
- 2. Changement de référentiel : tout exercice
 - Relativité du mouvement et de la trajectoire selon l'observateur
 - Définition d'un référentiel, universalité du temps, différence entre repère et référentiel
 - Translation et rotation d'un référentiel par rapport à un autre, cas de la translation pure, cas de la rotation pure uniforme
 - Lois de composition des vitesses et des accélérations (résultats admis, uniquement pour la translation pure et la rotation pure uniforme)
- 3. Référentiels non galiléens : tout exercice
 - Un référentiel est dit galiléen si les trois lois de Newton y sont vérifiées
 - Indépendance des forces vis-à-vis du référentiel
 - Transformation de Galilée
 - Théorèmes en référentiel non galiléen, force d'inertie d'entraînement et force de Coriolis (qui s'appliquent au centre d'inertie et ne sont pas des forces!)
 - Force centrifuge, énergie potentielle associée

Exemples traités en cours et à connaître :

- équilibre d'un pendule suspendu dans un véhicule accélérant en ligne droite
- pendule en rotation autour de son axe, compétition entre poids et force centrifuge pour l'existence d'une position d'équilibre inclinée

- Approximations de référentiel galiléen : référentiels de Copernic, géocentrique, terrestre
- 4. Mécanique terrestre : *exercices simples seulement*
 - Latitude et longitude, relation avec les coordonnées sphériques
 - Action de la force centrifuge : poids apparent, pesanteur apparente, définition de la verticale
 - Déviation d'une trajectoire par la force de Coriolis

Exemple traité en cours et à connaître :

- déviation latérale d'un palet lancé sur une table (par la méthode des perturbations)

Outils mathématiques : systèmes différentiels

- 1. Équations différentielles linéaires
- 2. Équations différentielles non linéaires :
 - Méthode de séparation des variables pour l'ordre 1
 - Méthode du facteur intégrant pour l'ordre 2
- 4. Principe de Curie et périodicité, méthode complexe
 - Négligeabilité de la solution homogène pour de nombreuses équations différentielles linéaires
 - Cas d'un second membre sinusoïdal, principe de Curie pour postuler une solution particulière héritant de cette périodicité (ansatz)
 - Recherche de cette solution particulière par méthode complexe, exemples tirés de l'électronique en régime sinusoïdal forcé

Outils mathématiques : différentielles

- 1. Introduction aux différentielles exactes :
 - Interprétation comme une petite différence, primitive associée
 - Écriture de la formule de Taylor à l'ordre 1 en notation différentielle
 - Interprétation de la notation df/dx
 - Interprétation du terme différentiel dans une intégrale de Riemann, calcul d'une distance parcourue avec $D = \int v(t) dt$
- 2. Manipulation de différentielles exactes :
 - Homogénéité et dimension d'une différentielle
 - Différentielle d'une somme d'un produit, etc ; application au calcul du volume d'une coquille sphérique
 - Règle de la chaîne, application au calcul de $d\vec{u}_r/dt$
 - Inversion, application au calcul d'une trajectoire à partir des équations horaires avec $\frac{dy}{dx} = \frac{\dot{y}}{\dot{x}}$

Outils mathématiques : analyse vectorielle

- 1. Systèmes de coordonnées : *cours seulement*
 - Bases cartésienne, cylindrique et sphérique : vecteur position, petit déplacement, vitesse, volume élémentaire
- 2. Champs scalaires et vectoriels : *cours seulement*
 - Champ scalaire, exemples du champ d'altitude et du champ de température, représentation en lignes de niveau ou en surfaces de niveau
 - Champ vectoriel, exemples du champ de force gravitationnel, représentation en lignes de champ
- 3. Gradient d'un champ scalaire : *exercices simples seulement*
 - Relation fondamentale du gradient $df = \overrightarrow{\text{grad}}(f) \cdot d\vec{l}$, interprétation avec le champ d'altitude
 - Expression en cartésiennes, opérateur nabla
 - Expressions en cylindriques ou en sphériques (formulaire)
 - Champ de gradient, potentiel associé, exemples de la force gravitationnelle, orthogonalité des lignes de champ et des surfaces équipotentielles
- 4. Géométrie des surfaces : *cours seulement*
 - Surface fermée, surface ouverte, volume admettant une surface fermée pour frontière
 - Orientation d'un contour par un sens de parcours
 - Orientation d'une surface par la donnée d'un vecteur unitaire normal, vecteur surface
 - Orientations relatives d'une surface ouverte et du contour fermé lui servant de frontière par la règle du tire-bouchon ou celle du bonhomme d'Ampère