

Programme de khôlle semaine n°5

Physique-chimie MPI/MPI*

Du 28 septembre au 2 octobre 2026

Mécanique

	Cours	Exemples et exercices
1	Frottement de glissement : - Contact entre solide et support, vitesse de glissement, réaction de support normale et tangentielle - Lois de Coulomb pour le glissement et le non-glissement, distinction entre coefficients de frottement statique et dynamique - Puissance de la force de frottement de glissement	- Caisse lancée dans une pente, condition d'arrêt - Équilibre d'une échelle contre un mur - Hystérésis quand on fait varier l'inclinaison d'un plan incliné - Seuil de mise en mouvement d'un objet attaché à un ressort - Modélisation d'un archet (frottement lors du non-glissement, aucun frottement lors du glissement)
2	Changement de référentiel : - Définition d'un référentiel, universalité du temps - Translation et rotation d'un référentiel par rapport à un autre, cas de la translation pure et de la rotation pure uniforme - Lois de composition des vitesses et des accélérations (résultats admis), connaître par cœur les expressions $\vec{v}_e$, $\vec{a}_e$ et $\vec{a}_c$ pour la translation pure et la rotation pure uniforme	Pas d'exercice sur ce chapitre Calcul de la vitesse d'entraînement, de l'accélération d'entraînement et de l'accélération de Coriolis sur des exemples : - référentiel lié à un véhicule - référentiel tourné lié à un cerceau en rotation
3	Référentiels non galiléens - Référentiel galiléen et validité des lois de Newton - Indépendantes des résultantes des forces avec le référentiel - Translation pure rectiligne uniforme entre référentiels galiléens - Forces d'inertie, théorèmes généraux en référentiel non galiléen - Énergie potentielle centrifuge - Référentiels de Copernic, géocentrique, terrestre	Tout exercice - Équilibre d'un pendule dans un véhicule accélération en ligne droite - Inclinaison d'un pendule tournant - Oscillation d'un pendule dont le point d'attache oscille aussi
4	Mécanique terrestre - Latitude et longitude, relation avec les coordonnées sphériques - Effet de la force centrifuge : poids apparent, pesanteur apparente - Effet de la force de Coriolis étudiée par méthode des perturbations	Exercices simples seulement La force centrifuge n'est jamais négligée, elle est juste « cachée » dans la définition du poids et de la verticale - Déviation d'un palet sur une table par la force de Coriolis - Déviation vers l'est d'une chute libre
5	Champ gravitationnel - De la force gravitationnelle au champ gravitationnel, gradient et potentiel gravitationnel - Rayonnement gravitationnel d'une masse ponctuelle - Théorème de Gauss gravitationnel (admis)	Cours seulement - Rayonnement gravitationnel d'une planète sphérique homogène, continuité du champ et du potentiel - Oscillation d'un véhicule soumis à l'attraction gravitationnelle dans un tunnel terrestre sans frottement, discussion du profil énergétique La nullité de certaines composantes du champ gravitationnel est anticipée grâce aux invariances via le gradient.

Électronique et traitement du signal

	Cours	Exemples et exercices
MP2I	Révisions de MP2I : - Régime transitoire sous l'effet d'un échelon de tension - Régime sinusoïdal forcé et méthode complexe - Filtrage linéaire, diagramme de Bode et bande passante	Tout exercice au programme de MP2I, en mettant l'accent sur le filtrage et la méthode complexe

Différentielles

	Cours	Exemples et exercices
1	Différentielles exactes : introduction - Notations Δx et dx pour désigner une variation de x - Formule de Taylor à l'ordre 1 en notation différentielle, formules $df = f'(x)dx$ et $f' = \frac{df}{dx}$ - Interprétation du dx dans une intégrale, lien avec la méthode des rectangles - Déplacement élémentaire $d\vec{OM}$ en bases cartésienne, cylindrique et sphérique	Avec la formule de Taylor en notation différentielle : - Surface élémentaire d'un anneau d'épaisseur dr - Volume élémentaire d'une coquille cylindrique - Volume élémentaire d'une coquille sphérique Écriture intégrale d'une distance parcourue par un mobile de vitesse non constante
2	Différentielles exactes : manipulations diverses - Analyse dimensionnelle avec des différentielles - Différentielle d'une somme, d'un produit, d'un inverse, etc - Règle de la chaîne / dérivation de fonctions composées en notations différentielles : $\frac{df}{dx} = \frac{df}{dy} \frac{dy}{dx}$ - Inversion : $\frac{dy}{dx} = \left(\frac{dx}{dy}\right)^{-1}$	- Volume élémentaire d'une coquille sphérique en différenciant le volume d'une sphère - Calcul de $\frac{d\vec{u}_r}{dt}$ en polaires - Calcul d'un temps de trajet connaissant la vitesse avec $\tau = \int_0^\tau dt = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{\dot{x}}$ - Calcul du périmètre d'un cercle à partir de $dl = R d\theta$ - Calcul de l'aire d'un disque à partir de l'aire d'un anneau d'épaisseur dr
3	Différentielles exactes : ordre, surfaces, volumes - Une surface élémentaire peut être d'ordre 1 ou 2, par exemple $dS = a dx$ ou $d^2S = dx dy$ - Volumes élémentaires d^3V dans les trois bases usuelles - Intégration d'une différentielle d'ordre supérieure par rapport à une variable - Dérivées d'ordre supérieur en écriture différentielle	- Capacité thermique $C_v = \mu c_v V$: peut une différentielle d'ordre variable selon le volume (V, d^3V...) - Calcul du volume d'un cylindre par trois intégrations successives de d^3V en cylindriques
4	Différentielles exactes : fonctions de plusieurs variables - Différentielle exacte d'une fonction de deux variables, dérivées partielles - Ambiguïté de la notation df : avec $f(x, t)$, df peut désigner une variation spatiale, temporelle ou spatio-temporelle	Expression de la petite variation de pression d'un gaz parfait sous l'effet d'une petite variation de température selon que le volume est maintenu constant ou non
5	Différentielles non exactes - Cas du travail élémentaire d'une force conservative ou non conservative - Non-existence d'une primitive pour une différentielle non exacte - Notations : dx et Δx; δW et W - Analyse de théorèmes physiques : écritures différentielles du théorème de l'équation cinétique et des deux principes de la thermodynamique - Différentielles non exactes à connaître : δW, δQ, δS_e, δS_c	- Travail du poids sans préciser la trajectoire - Travail de la force de frottement fluide sur plusieurs trajectoires à vitesse constante

Analyse vectorielle

	Cours	Exemples et exercices
1	Systèmes de coordonnées En cartésiennes, cylindriques et sphériques : vecteur position, vitesse, domaines de définition des paramètres	
2	Champs scalaires et champs vectoriels : - Champ scalaire, courbes ou surfaces équipotentielles - Champ vectoriel, lignes de champ	Cours seulement - Sphères équipotentielles d'une masse ponctuelle - Lignes du champ de force gravitationnelle de la Terre
3	Gradient d'un champ scalaire - Relation fondamentale du gradient $df = \overrightarrow{\text{grad}}(f) \cdot d\vec{l}$ - Expression du gradient en cartésiennes, nabla - Expressions en cylindriques et en sphériques - Champ de gradient, forces conservatives et énergie potentielle, orthogonalité des lignes de champ et des surfaces équipotentielles	Petits exercices de calcul seulement - Connaître par cœur le gradient en cartésiennes (formulaire fourni en cylindriques et sphériques) - Calcul du gradient à partir du champ scalaire ou du champ scalaire à partir du gradient
4	Géométrie des surfaces : - Surface ouverte, surface fermée - Volume admettant une surface fermée pour frontière - Surface ouverte admettant un contour fermé pour frontière - Orientation d'un contour ou d'une surface - Règle du tire-bouchon ou du bonhomme d'Ampère	Pas d'exercice sur ce chapitre - Orientation d'un circuit électrique (courant et surface) - Orientation sortante d'un cylindre fermé par deux disques - Orientation entrante d'une sphère
5	Principe de Curie et invariances - Distinction entre un champ rayonné et sa source, principe de Curie - Invariance par translation le long d'un axe ou par rotation autour d'un axe - Choix du système de coordonnées à partir des invariances de la source - Simplification des champs scalaires ou vectoriels rayonnés - Limitations : problème des effets de bord	Exercices simples seulement - Fil rectiligne infini homogène rayonnant un champ magnétique et un champ de température - Plan chargé infini homogène rayonnant un champ électrique qui est un champ de gradient - Étoile sphérique homogène rayonnant un champ gravitationnel (gradient), un champ magnétique et un champ de température Pour les champs de gradient, la nullité de certaines composantes est anticipée via le principe de Curie appliqué à son potentiel scalaire associé.
6	Intégrales multiples - Interprétation géométrique d'une intégrale linéique comme un découpage sur l'intervalle d'intégration - Intégrale double (découpage d'une surface), cas d'un intégrant uniforme - Intégrale triple (découpage d'un volume), cas d'un intégrant uniforme	Petits exercices de calcul seulement - Charge totale d'une surface uniformément chargée - Masse totale d'une boucle homogène
7	Intégrales multiples et séparation des variables - Intégrale d'une fonction à variables séparées - Décomposition de l'intégrale multiple en un produit d'intégrales simples	Exercices de calcul simples se limitant à des intégrales simples indépendantes - Surface d'un disque à partir de la surface élémentaire en polaires - Volume d'une boule à partir du volume élémentaire en sphériques - Volume d'un cylindre à partir du volume élémentaire en cylindriques
8	Intégrale de flux - Définition, notation pour une surface fermée, flux entrant et flux sortant - Cas d'un champ vectoriel uniforme, cas du flux magnétique $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$ vu en MP2I	- Rail de Laplace : flux du champ magnétique à travers un circuit orthogonal - Flux du champ de pesanteur à travers une surface inclinée - Flux du champ gravitationnel rayonné par une masse ponctuelle à travers une surface