

Thermodynamique

Notions et contenus	Capacités exigibles
5.1 Principes de la thermodynamique	
Formulation des principes de la thermodynamique pour une transformation élémentaire.	Utiliser avec rigueur les notations d et δ en leur attachant une signification.
Premier et deuxième principes de la thermodynamique pour un système ouvert en régime stationnaire, dans le seul cas d'un écoulement unidimensionnel dans la section d'entrée et la section de sortie.	Etablir les relations $\Delta h + \Delta e = w_e + q$ et $\Delta s = s_e + s_c$ et les utiliser pour étudier des machines thermiques réelles à l'aide du diagramme (p,h) et (T,s).
5.2 Transferts thermiques	
Conduction, convection et rayonnement	Identifier un mode de transfert thermique.
	Mettre en œuvre un dispositif expérimental utilisant une caméra thermique ou un capteur dans le domaine des infrarouges.
Flux thermique. Vecteur densité de flux thermique.	Calculer un flux thermique à travers une surface orientée et interpréter son signe.
Premier principe de la thermodynamique	Effectuer un bilan local d'énergie interne pour un solide dans le cas d'une situation à une variable d'espace en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique.
Loi de Fourier.	Interpréter et utiliser la loi phénoménologique de Fourier. Citer quelques ordres de grandeur de conductivité thermique dans les conditions usuelles : air, eau, verre, acier.
	Mesurer la conductivité thermique d'un matériau.
Equation de la diffusion thermique.	Etablir l'équation de la diffusion thermique sans terme source au sein d'un solide dans le cas d'une situation à une variable d'espace en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique. Utiliser une généralisation de l'équation de la diffusion en présence d'un terme source. Utiliser une généralisation en géométrie quelconque en utilisant l'opérateur laplacien et son expression fournie. Analyser une équation de diffusion thermique en ordre de grandeur pour relier les échelles caractéristiques spatiale et temporelle.
	Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, résoudre l'équation de la diffusion thermique à une dimension par une méthode des différences finies dérivée de la méthode d'Euler explicite de résolution des équations différentielles ordinaires.
Régime stationnaire. Résistance thermique.	Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique. Déterminer l'expression de la résistance thermique d'un solide dans le cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne. Exploiter les lois d'association de résistances thermiques.
Coefficients de transfert thermique de surface h , loi de Newton.	Utiliser la loi de Newton comme condition aux limites à une interface solide-fluide.

Mécanique

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.1. Réfrentiels non galiléens	
Mouvement d'un référentiel par rapport à un autre dans les cas du mouvement de translation et du mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe.	Reconnaître et caractériser un mouvement de translation et un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe d'un référentiel par rapport à un autre.
Vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre.	Exprimer le vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre.
Composition des vitesses et des accélérations dans le cas d'une translation et dans le cas d'une rotation uniforme autour d'un axe fixe : vitesse d'entraînement, accélérations d'entraînement et de Coriolis.	Relier les dérivées d'un vecteur dans des référentiels différents par la formule de la dérivation composée. Citer et utiliser les expressions de la vitesse d'entraînement et des accélérations d'entraînement et de Coriolis.
Dynamique du point en référentiel non galiléen dans le cas où le référentiel entraîné est en translation, ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Forces d'inertie.	Exprimer les forces d'inertie, dans les seuls cas où le référentiel entraîné est en translation ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Décrire et interpréter les effets des forces d'inertie dans des cas concrets : sens de la force d'inertie d'entraînement dans un mouvement de translation ; caractère centrifuge de la force d'inertie d'entraînement dans le cas où le référentiel est en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Utiliser les lois de la dynamique en référentiel non galiléen dans les seuls cas où le référentiel entraîné est en translation ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen.
Caractère galiléen approché d'un référentiel. Exemple du référentiel de Copernic, du référentiel géocentrique et du référentiel terrestre.	Citer quelques manifestations du caractère non galiléen du référentiel terrestre. Estimer, en ordre de grandeur, la contribution de la force d'inertie de Coriolis dans un problème de dynamique terrestre.
	Capacités numériques : dans le cas du problème de la déviation vers l'est, résoudre numériquement un système d'équations différentielles couplées par la méthode d'Euler ou par une méthode de développement polynomial.

Physique quantique

Notions et contenus	Capacités exigibles
6.1. Fonction d'onde et équation de Schrödinger	
Fonction d'onde ψ d'une particule sans spin et densité de probabilité de présence.	Interpréter en termes de probabilité l'amplitude d'une onde associée à une particule.
Equation de Schrödinger à une dimension dans un potentiel $V(x)$.	Utiliser le caractère linéaire de l'équation (principe de superposition).
Etats stationnaires de l'équation de Schrödinger.	Procéder à la séparation de variables temps et espace. Distinguer l'onde associée à un état stationnaire en mécanique quantique d'une onde stationnaire au sens usuel de la physique des ondes. Relier l'énergie de la particule à l'évolution temporelle de sa fonction d'onde et faire le lien avec la relation de Planck-Einstein. Identifier le terme associé à l'énergie cinétique.
6.2. Particule libre	
Fonction d'onde d'une particule libre non localisée	Etablir les solutions. Interpréter la difficulté de normalisation pour cette fonction d'onde.
Relation de de Broglie	Relier l'énergie de la particule et le vecteur d'onde de l'onde plane associée.
Inégalité d'Heisenberg spatiale et paquet d'ondes	Expliquer, en s'appuyant sur l'inégalité d'Heisenberg, que la localisation de la particule peut s'obtenir par superposition d'ondes planes.
Densité de courant associée à une particule libre.	Utiliser l'expression admise du courant de probabilité associé à une particule libre ; l'interpréter comme un produit densité x vitesse.
6.3. Etats stationnaires d'une particule dans des potentiels constants par morceaux.	
Etats stationnaires d'une particule dans le cas d'une marche de potentiel.	Citer des exemples physiques illustrant cette problématique. Exploiter les conditions de continuité (admisses) relatives à la fonction d'onde. Etablir la solution dans le cas d'une particule incidente sur une marche de potentiel. Expliquer les différences de comportement par rapport à la particule classique.
Cas $E > V$: probabilité de transmission et de réflexion.	Déterminer les coefficients de transmission et de réflexion en utilisant les courants de probabilité.
Cas $E < V$: évanescence.	Reconnaître l'existence d'une onde évanesccente et la caractériser.
Barrière de potentiel et effet tunnel	Décrire qualitativement l'influence de la hauteur ou de la largeur de la barrière de potentiel sur le coefficient de transmission. Exploiter un coefficient de transmission fourni. Citer des applications.