Mécanique

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.1. Référentiels 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. 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. 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. Caractère galiléen approché d'un référentiel. Exemple du référentiel de Copernic, du référentiel géocentrique et du référentiel terrestre.	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. Exprimer le vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre. 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. 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. 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. <u>Capacités numériques</u> : 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.

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.2. Lois du frottement solide	
Contact entre deux solides. Aspects microscopiques. Lois de Coulomb du frottement de glissement dans le seul cas d'un solide en translation. Aspects énergétiques.	Utiliser les lois de Coulomb dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage. Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider. Effectuer un bilan énergétique **Effectuer une mesure d'un coefficient de frottement.** <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, simuler une situation mécanique dans laquelle intervient au moins un changement de mode de glissement.

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. Equation de Schrödinger à une dimension dans un potentiel V(x). Etats stationnaires de l'équation de Schrödinger.	Interpréter en termes de probabilité l'amplitude d'une onde associée à une particule. Utiliser le caractère linéaire de l'équation (principe de superposition). 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 Relation de de Broglie Inégalité d'Heisenberg spatiale et paquet d'ondes Densité de courant associée à une particule libre.	Etablir les solutions. Interpréter la difficulté de normalisation pour cette fonction d'onde. Relier l'énergie de la particule et le vecteur d'onde de l'onde plane associée. Expliquer, en s'appuyant sur l'inégalité d'Heisenberg, que la localisation de la particule peut s'obtenir par superposition d'ondes planes. 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. Cas E>V : probabilité de transmission et de réflexion. Cas E<V : évanescence.	Citer des exemples physiques illustrant cette problématique. Exploiter les conditions de continuité (admises) 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. Déterminer les coefficients de transmission et de réflexion en utilisant les courants de probabilité. Reconnaître l'existence d'une onde évanescente 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.
Etats stationnaires d'une particule dans un puits de potentiel infini. Energie de confinement.	Etablir les solutions et les niveaux d'énergie de la particule confinée. Identifier des analogies avec d'autres domaines de la physique. Estimer l'énergie d'une particule confinée dans son état fondamental pour un puits non rectangulaire. Associer l'analyse à l'inégalité d'Heisenberg.
6.4. Etats non stationnaires d'une particule.	
Combinaison linéaire d'états stationnaires.	Expliquer qu'une superposition de deux états stationnaires engendre une évolution au cours du temps de l'état de la particule. Etablir l'expression de la densité de probabilité de présence de la particule dans le cas d'une superposition de deux états stationnaires ; interpréter le résultat.

<u>Eléments de thermodynamique statistique</u>

Notions et contenu	Capacités exigibles
7.1. Facteur de Boltzmann	
Modèle de l'atmosphère isotherme. Poids de Boltzmann d'une particule indépendante à l'équilibre avec un thermostat.	Etabli la variation de la pression avec l'altitude dans l'hypothèse d'une atmosphère isotherme. Interpréter la loi du nivellement barométrique avec le poids de Boltzmann. Identifier un facteur de Boltzmann. Comparer kT à des écarts d'énergie et estimer les conséquences d'une variation de température.
7.2. Systèmes à spectre discret d'énergies	
Probabilité d'occupation d'un état d'énergie non dégénéré par une particule indépendante. Energie moyenne et écart quadratique moyen. Cas d'un système à N particules indépendantes. Systèmes à deux niveaux non dégénérés d'énergie $\pm\varepsilon$.	Exprimer la probabilité d'occupation d'un état d'énergie en utilisant la condition de normalisation. Exploiter un rapport de probabilités entre deux états. Estimer sous forme d'une somme sur ses états l'énergie moyenne et l'écart-quadratique énergétique d'un système. Expliquer pourquoi les fluctuations relatives d'énergie régressent quand la taille du système augmente et associer cette régression au caractère quasi-certain des grandeurs thermodynamiques. Citer des exemples de systèmes modélisables par un système à deux niveaux. Déterminer l'énergie moyenne et la capacité thermique d'un système à deux niveaux. Interpréter l'évolution de l'énergie moyenne avec la température, notamment les limites basse et haute température. Relier les fluctuations d'énergie à la capacité thermique.
7.3. Capacités thermiques classiques des gaz et des solides	
Théorème d'équipartition pour un degré de liberté énergétique indépendant quadratique.	Connaître et exploiter la contribution $k_BT/2$ par degré quadratique à l'énergie moyenne.
Capacité thermique molaire des gaz classiques dilués monoatomiques et diatomiques. Capacité thermique molaire des solides dans le modèle d'Einstein : loi de Dulong et Petit.	Dénombrer les degrés de liberté énergétiques quadratiques indépendants et en déduire la capacité thermique molaire d'une système.

L'étude de l'énergie d'un ensemble de particules libres dans une boîte unidimensionnelle à une température donnée établit un lien entre la physique quantique et les propriétés macroscopiques de la matière.