

Les élèves doivent se présenter en colle avec une **bonne connaissance du cours**. Le colle peut inclure une question de cours (en 10 minutes maximum). Un manque explicite de connaissance du cours entrainera une note inférieure à 10/20 pour la colle.

## 1 | Mécanique en référentiel non galiléen et lois de Coulomb du frottement solide

cf. semaine précédente M1, M2, M3 et M4

## 2 | Fonction d'onde et équation de Schrödinger

Plan du cours	Capacités exigibles
<p><b>MQ1 ★ Fonction d'onde et équation de Schrödinger</b></p> <p><b>I La dualité onde-corpuscule</b></p> <p>I.1 Constat de dualité pour la lumière : relations de Planck-Einstein (1905)</p> <p>I.2 Proposition de dualité de la matière de de Broglie (1923)</p> <p><b>II Description d'état quantique</b></p> <p>II.1 Postulat d'interprétation de la fonction d'onde (1926)</p> <p>II.2 Exemple de la fonction d'onde d'une particule quantique libre non localisée</p> <p>II.3 Amplitude de probabilité et condition de normalisation</p> <p><b>III Dynamique de la fonction d'onde : équation de Schrödinger</b></p> <p>III.1 Équation de Schrödinger (1926)</p> <p>III.2 Base des états stationnaires</p> <p>III.2.a Définition d'un état stationnaire</p> <p>III.2.b Équation de Schrödinger indépendante du temps</p> <p><b>IV Évolution d'une particule quantique libre</b></p> <p>IV.1 Définition</p> <p>IV.2 États stationnaires</p> <p>IV.3 Représentation d'une particule quantique par un paquet d'onde</p> <p>IV.4 Vecteur densité de courant de probabilité</p> <p>IV.5 Relation d'indétermination spatiale d'Heisenberg (1927)</p> <p>IV.6 Inégalité d'Heisenberg spatiale et paquet d'onde</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Interpréter en termes de probabilité l'amplitude d'une onde associée à une particule.</li> <li>★ Utiliser le caractère linéaire de l'équation (principe de superposition).</li> <li>★ Procéder à la séparation des variables temps et espace.</li> <li>★ Distinguer l'onde associée à un état stationnaire en mécanique quantique d'une onde stationnaire au sens usuel de la physique des ondes.</li> <li>★ États stationnaires de l'équation de Schrödinger : 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.</li> <li>★ États stationnaires de l'équation de Schrödinger : identifier le terme associé à l'énergie cinétique.</li> <li>★ Particule libre non localisée : établir les solutions.</li> <li>★ Particule libre non localisée : interpréter la difficulté de normalisation de cette fonction d'onde.</li> <li>★ Particule libre non localisée : relier l'énergie de la particule et le vecteur d'onde de l'onde plane associée.</li> <li>★ Particule libre non localisée : expliquer, en s'appuyant sur l'inégalité d'Heisenberg spatiale, que la localisation de la particule peut s'obtenir par superposition d'ondes planes.</li> <li>★ Particule libre non localisée : utiliser l'expression admise du courant de probabilité associé à une particule libre ; l'interpréter comme un produit densité×vitesse.</li> </ul>

## 3 | Évolution d'une particule quantique dans un potentiel

en question de cours uniquement

Plan du cours	Capacités exigibles
<p><b>MQ2 ★ Évolution d'une particule quantique dans un potentiel</b></p> <p><b>I Marche de potentiel unidimensionnelle : réflexion partielle ou totale</b></p> <p>I.1 Modélisation d'une marche de potentiel <math>V_0</math> unidimensionnelle</p> <p>I.2 Réflexion partielle sur une marche de potentiel (<math>E &gt; V_0</math>)</p> <p>I.2.a Particule classique</p> <p>I.2.b État stationnaire quantique</p> <p>I.2.c Coefficients de probabilité de transmission et de réflexion</p> <p>I.3 Réflexion totale sur une marche de potentiel (<math>E &lt; V_0</math>)</p> <p>I.3.a Particule classique</p> <p>I.3.b État stationnaire quantique</p> <p>I.3.c Cas du mur de potentiel (<math>V_0 \rightarrow +\infty</math>)</p> <p><b>II Puits de potentiel unidimensionnel rectangulaire : quantification</b></p> <p>II.1 Définition des états liés et non liés</p> <p>II.2 Puits de potentiel infini ; états stationnaires quantiques et quantification</p> <p>II.3 Énergie de confinement</p> <p><b>III Barrière de potentiel unidimensionnelle rectangulaire : effet tunnel</b></p> <p>III.1 États non liés d'énergie supérieure à la barrière ; interférences quantiques</p> <p>III.2 États non liés d'énergie dans la barrière ; effet tunnel</p> <p>III.3 Manifestations de l'effet tunnel</p> <p><b>IV États non stationnaires d'une particule quantique</b></p> <p>IV.1 Fonction d'onde non stationnaire dans l'exemple d'un puits de potentiel infini</p> <p>IV.2 Exemple d'une combinaison linéaire de deux états stationnaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Citer des exemples physiques illustrant les états stationnaires d'une particule dans le cas d'une marche de potentiel.</li> <li>★ Exploiter les conditions de continuité (admisses) relatives à la fonction d'onde.</li> <li>★ Établir la solution dans le cas d'une particule incidente sur une marche de potentiel.</li> <li>★ Expliquer les différences de comportement par rapport à une particule classique.</li> <li>★ Cas <math>E &gt; V</math> : déterminer les coefficients de transmission et de réflexion en utilisant les courants de probabilités. Reconnaître l'existence d'une onde évanescente et la caractériser.</li> <li>★ Cas <math>E &lt; V</math> : reconnaître l'existence d'une onde évanescente et la caractériser.</li> <li>★ Barrière de potentiel et effet tunnel : décrire qualitativement l'influence de la hauteur ou de largeur de la barrière de potentiel sur le coefficient de transmission.</li> <li>★ Barrière de potentiel et effet tunnel : exploiter un coefficient de transmission fourni. Citer des applications.</li> <li>★ Établir les solutions et les niveaux d'énergie de la particule confinée dans un puits de potentiel infini.</li> <li>★ Identifier des analogies avec d'autres domaines de la physique.</li> <li>★ Estimer l'énergie d'une particule confinée dans son état fondamental pour un puits non rectangulaire.</li> <li>★ Associer l'analyse à l'inégalité d'Heisenberg.</li> <li>★ Expliquer qu'une superposition de deux états stationnaires engendre une évolution au cours du temps de l'état de la particule.</li> <li>★ Établir 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.</li> </ul>