⋆ **C22** ⋆ **Programme de colle | Semaine du lundi 25 mars**

Les élèves doivent se présenter en colle avec une **connaissance précise et complète du cours**. Aussi, cette connaissance pourra être vérifiée dès le début de la colle par une question de cours (en 10 minutes maximum). Le cours non su entrainera une note inférieure à 10/20 pour la colle.

1 | Lois de Coulomb du frottement solide

cf. semaine précédente M4

2 | Fonction d'onde et équation de Schrödinger

Plan du cours	Capacités exigibles
MQ1 ⋆ Fonction d'onde et équation de Schrödinger **I La dualité onde-corpuscule** I.1 Constat de dualité pour la lumière : relations de Planck-Einstein (1905) I.2 Proposition de dualité de la matière de de Broglie (1923) **II Description d'état quantique** II.1 Postulat d'interprétation de la fonction d'onde (1926) II.2 Exemple de la fonction d'onde d'une particule quantique libre non localisée II.3 Amplitude de probabilité et condition de normalisation II.4 Retour sur l'expérience d'interférences de Young **III Dynamique de la fonction d'onde : équation de Schrödinger** III.1 Équation de Schrödinger (1926) III.2 Base des états stationnaires III.2.a Définition d'un état stationnaire III.2.b Équation de Schrödinger indépendante du temps **IV Évolution d'une particule quantique libre** IV.1 Définition IV.2 États stationnaires IV.3 Représentation d'une particule quantique par un paquet d'onde IV.4 Vecteur densité de courant de probabilité IV.5 Relation d'indétermination spatiale d'Heisenberg (1927) IV.6 Inégalité d'Heisenberg spatiale et paquet d'onde	⋆ 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 des 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. ⋆ 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. ⋆ États stationnaires de l'équation de Schrödinger : identifier le terme associé à l'énergie cinétique. ⋆ Particule libre non localisée : établir les solutions. ⋆ Particule libre non localisée : interpréter la difficulté de normalisation de cette fonction d'onde. ⋆ Particule libre non localisée : relier l'énergie de la particule et le vecteur d'onde de l'onde plane associée. ⋆ 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. ⋆ Particule libre non localisée : utiliser l'expression admise du courant de probabilité associé à une particule libre ; l'interpréter comme un produit densité×vitesse.

3 | Évolution d'une particule quantique dans un potentiel

Plan du cours	Capacités exigibles
MQ2 ⋆ Évolution d'une particule quantique dans un potentiel **I Marche de potentiel unidimensionnelle : réflexion partielle ou totale** I.1 Modélisation d'une marche de potentiel V_0 unidimensionnelle I.2 Réflexion partielle sur une marche de potentiel ($E > V_0$) I.2.a Particule classique I.2.b État stationnaire quantique I.2.c Cœfficients de probabilité de transmission et de réflexion I.3 Réflexion totale sur une marche de potentiel ($E < V_0$) I.3.a Particule classique I.3.b État stationnaire quantique I.3.c Cas du mur de potentiel ($V_0 \to +\infty$) **II Puits de potentiel unidimensionnel rectangulaire : quantification** II.1 Définition des états liés et non liés II.2 Puits de potentiel infini ; états stationnaires quantiques et quantification II.3 Énergie de confinement **III Barrière de potentiel unidimensionnelle rectangulaire : effet tunnel** III.1 États non liés d'énergie supérieure à la barrière ; interférences quantiques III.2 États non liés d'énergie dans la barrière ; effet tunnel III.3 Manifestations de l'effet tunnel **IV États non stationnaires d'une particule quantique** IV.1 Fonction d'onde non stationnaire dans l'exemple d'un puits de potentiel infini IV.2 Exemple d'une combinaison linéaire de deux états stationnaires	⋆ Citer des exemples physiques illustrant les états stationnaires d'une particule dans le cas d'une marche de potentiel. ⋆ Exploiter les conditions de continuité (admises) relatives à la fonction d'onde. ⋆ Établir la solution dans le cas d'une particule incidente sur une marche de potentiel. ⋆ Expliquer les différences de comportement par rapport à une particule classique. ⋆ Cas $E > V$: déterminer les coefficients de transmission et de réflexion en utilisant les courants de probabilités. Reconnaître l'existence d'une onde évanescente et la caractériser. ⋆ Cas $E < V$: 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 largeur de la barrière de potentiel sur le coefficient de transmission. ⋆ Barrière de potentiel et effet tunnel : exploiter un coefficient de transmission fourni. Citer des applications. ⋆ Établir les solutions et les niveaux d'énergie de la particule confinée dans un puits de potentiel infini. ⋆ 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. ⋆ Expliquer qu'une superposition de deux états stationnaires engendre une évolution au cours du temps de l'état de la particule. ⋆ 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.