

PROGRAMME DE COLLES DE PHYSIQUE.

SEMAINE N° 22 : DU 29 / 03 / 2021 AU 02 / 04 / 2021

Les connaissances exigibles.

Les savoir faire attendus et les limitations.

1. Ondes électromagnétiques dans les plasmas et les métaux.

➤ Voir le programme précédent.

2. Réflexion et transmission des OEM sur une interface entre deux milieux.

➤ Voir le programme précédent.

3. Introduction à la physique quantique.

- Inégalités de Heisenberg spatiales :
 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar / 2$ (idem sur Oy et Oz).
- La 4^{ème} inégalité de Heisenberg : $\Delta E \Delta t \geq \hbar$
- Dualité onde – particule pour la lumière et la matière :
 - Comportement corpusculaire de la lumière : effet photoélectrique, effet Compton.
 - Comportement ondulatoire de la matière : exp d'interférences et de diffraction.
- Relations de Planck – Einstein et de De Broglie.
Ondes de matière de De Broglie. Interprétation probabiliste associée à la fonction d'onde.

À l'aide d'une analogie avec la diffraction des ondes lumineuses, savoir établir l'inégalité en odg : $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ (exp. du microscope d'Heisenberg)
Établir le lien entre confinement spatial et énergie minimale (induit par l'inégalité de Heisenberg spatiale).

Décrire un exemple d'expérience mettant en évidence la nécessité de la notion de photon.

Décrire un exemple d'expérience illustrant la notion d'onde de matière : interférences avec des électrons ou des atomes de néon, diffraction de Bragg avec des électrons, exp. de Davisson et Germer.

Interpréter une expérience d'interférences (matière ou lumière) « particule par particule » en termes probabilistes.

4. Approche ondulatoire de la mécanique quantique.

- Fonction d'onde $\psi(x, t)$ associée à une particule dans un problème unidimensionnel. Densité linéique de probabilité.
 - Paquet d'onde associé à une particule libre.
 - Courant de probabilité associé à une particule libre :
$$\vec{J} = |\psi|^2 \frac{\hbar}{m} \vec{k}$$
- Principe de superposition. Interférences.
- Équation de Schrödinger.
 - Équation d'évolution à une dimension spatiale
 - États stationnaires.

Normaliser une fonction d'onde. Faire le lien qualitatif avec la notion d'orbitale en chimie.

Relier la superposition de fonctions d'ondes à la description d'une interférences entre particules.

En exploitant l'expression classique de l'énergie de la particule libre, associer la relation de dispersion obtenue et la relation de De Broglie.

Identifier vitesse de groupe et vitesse de la particule.

Identifier les états stationnaires aux états d'énergie fixée.

Établir et utiliser la relation

$$\psi(x, t) = \varphi(x) \exp(-iEt / \hbar).$$

5. Particule quantique dans un potentiel constant par morceaux (état liés et états de diffusion).

- Quantification de l'énergie dans un puits rectangulaire de profondeur infinie.
- Quantification de l'énergie des états liés dans un puits de profondeur finie.
- Effet tunnel : interprétation, coefficient de transmission associé à une particule incidente libre sur une barrière rectangulaire.
 - Applications : radioactivité alpha, microscope à effet tunnel.

Établir les expressions des énergies des états stationnaires.

Retrouver qualitativement l'énergie minimale à partir de l'inégalité spatiale de Heisenberg.

Associer le confinement d'une particule quantique à une augmentation de l'énergie cinétique.

Mettre en place les éléments du modèle : forme des fonctions d'onde dans les différents domaines. Utiliser les CAL : continuité de φ et φ' . Associer la quantification de l'énergie au caractère lié de la particule.

Exprimer T comme un rapport de deux courants de probabilité.