

Compte rendu du 09/02

Présentation : Christopher Madec (Binôme 13)

Leçon 41 : Effet tunnel

Plan : I. Présentation de l'effet tunnel
II. Radioactivité alpha
III. Applications

Très bonne leçon, tant sur le plan scientifique que pédagogique. Les idées sont présentées clairement, et le choix des applications intéressant (en particulier l'application sur le stockage de la mémoire RAM qui est un problème d'actualité).

Remarques :

Il y a assez peu de remarques à faire sur cette leçon.

- Bien réfléchir à la distinction quantique/classique. L'effet tunnel est-il un effet purement quantique ? L'étudiant semble y avoir réfléchi et affirme que oui, dans le sens où la mécanique Newtonienne ne permet pas un tel effet. Hors je ne pense pas que le terme « classique » se réfère uniquement à la mécanique Newtonienne. La théorie de Maxwell est une théorie de champ classique (le champ n'étant pas quantifié) permettant l'existence de l'effet tunnel (guide d'onde ou métal de faible épaisseur). L'effet tunnel apparaît donc plutôt comme un effet ondulatoire pouvant s'appliquer à des particules via la dualité onde/corpuscule. Je laisse le soin à l'étudiant de réfléchir un peu plus en profondeur sur cette question.
- Si les courants de probabilités ne sont pas abordés durant la leçon, il est en revanche important de pouvoir justifier les différentes étapes du raisonnement en terme de ces courants. En effet, le jury attends des justifications physiques en ce qui concerne le choix des conditions limites, ou la signification physique des coefficients de réflexion et de transmission. De même pour justifier que ces coefficients soient définis en terme du rapport des amplitudes des ondes réfléchies/transmises et incidentes. Le meilleur moyen de faire cela est d'utiliser les courants de probabilité.
- De très bonnes choses : calculs propre, rapide, et très rigoureux des coefficients de réflexion/transmission, beaucoup d'ordres de grandeur, des exemples variés (alpha, MET, RAM au lieu du sempiternel ammoniac), discussion et validité des modèles (en particulier du noyau), interprétation des systèmes électroniques avec les niveaux de Fermi (schémas).
- importance d'insister sur le terme exponentiel et sa dépendance en fonction des différents paramètres (la théorie de Gamow marche sur 30 ordres de grandeur).
- faire l'analogie avec un flux de skieurs sur une colline plutôt qu'avec un seul skieur (si on utilise un formalisme d'ondes planes et pas de paquet d'ondes).

Questions : Particularité du potentiel en forme de marche : gradient de potentiel se développe sur une échelle plus petite que λ . Propriétés de l'effet tunnel avec une distribution de Dirac. Effet tunnel et paquet d'onde (délai). Validité de l'approximation WKB. Difficultés techniques du MET liées à l'asservissement et aux matériaux. Fission nucléaire -> même démonstration en utilisant le centre de masse. Pour des circuits électriques en aluminium, un courant tunnel à travers une jonction oxydée peut créer une surchauffe. Lien entre jonction Josephson et effet tunnel.