

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE C (Ulm, 6h, Coefficient 7)

MEMBRES DU JURY : M. Berhanu, F. Levrier, S. Nascimbene

L'épreuve de physique C, session 2015, portait sur l'étude de différents effets quantiques associés au mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique.

Le sujet était divisé en 3 parties indépendantes, précédées d'un exercice préliminaire. La résolution du sujet faisait appel à différentes parties du programme, notamment la diffraction, la mécanique du point et l'électromagnétisme. Les notions de mécanique quantique exigibles se limitaient aux règles de quantification de de Broglie.

L'exercice préliminaire permettait d'introduire la quantité de mouvement portée par le champ électromagnétique, cette notion étant utilisée dans les parties suivantes. Les premières questions consistaient en des rappels de cours d'électromagnétisme, et en leur application directe sur un exemple simple. Les symétries du problème sont souvent mal énoncées ou mal utilisées.

La première partie traitait d'expériences d'interférences d'ondes de matière. Dans un premier temps on considérait une expérience de diffraction par des fentes d'Young, illustrée par les résultats de mesure d'une expérience d'interférences d'un jet de neutrons. Les questions demandant l'enchaînement de plusieurs lignes de calculs sont peu traitées (Q16, Q18). Quelques candidats seulement proposent un tracé correct du profil d'interférences. Les questions Q22 à Q33 traitent de l'influence d'un champ magnétique sur une expérience d'interférences. L'expression de la phase d'Aharonov Bohm (Q26) a été bien justifiée par les bonnes copies. Le sens physique des candidats a pu être testé sur les calculs d'ordres de grandeurs (Q31, Q32, Q33) et sur leur interprétation physique.

La deuxième partie consistait en une description semi-classique de l'effet Hall quantique. L'étude des orbites cyclotron classiques et leur quantification ont globalement été bien traitées. L'exploitation des mesures de fréquence cyclotron (Q42, Q43) a rarement conduit à une bonne évaluation de la masse effective des électrons. La dynamique des électrons relativistes dans le graphène a été bien traitée par les meilleures copies. L'étude de la conduction de Hall était fondée sur la compréhension de la dérive des orbites cyclotron en présence d'un champ électrique. Un certain nombre de candidats a une mauvaise connaissance sur la notion d'équipotentielle (Q56, Q57). Quelques candidats ont bien compris le cheminement de cette partie, y compris la conduction de Hall en présence de désordre.

La troisième partie traitait de l'effet Faraday dans un échantillon de Hall. Il s'agissait d'établir la relation de dispersion des ondes électromagnétiques en présence d'un courant

de Hall. Plusieurs candidats ont bien compris la rotation de la polarisation dans l'échantillon de Hall.

Quelques candidats ont traité le sujet en grande partie, en montrant un grand sens physique. Au contraire, beaucoup de candidats présentent des lacunes sur des aspects classiques du programme, et comprennent mal le déroulement du problème. De manière générale, nous accordons une place importante aux questions qualitatives, aux calculs d'ordres de grandeur et à leur interprétation, afin d'évaluer le sens physique des candidats.

La moyenne de l'épreuve est de 9,4 /20, avec un écart type de 3,8 (pour 307 copies rendues).