

Université de Bourgogne
L3 Physique - Physique Quantique de la matière condensée
Prof. A. Dereux
Examen écrit - 23 mai 2024

Calculatrice de poche non intégrée dans un téléphone, règles et documents autorisés.
Connexion à tout réseau de télécommunication interdite.

Question 1 (20 points – 2 points par proposition)

Considérer les propositions suivantes. Pour chacune d'entre elles, déterminer si elle est vraie ou fausse sur la base d'un raisonnement, éventuellement illustré par un croquis (propre et lisible), long de dix lignes au maximum.

- (1) Dans un atome comprenant plusieurs électrons, l'approximation à un électron (de Hartree) consiste à considérer que les électrons de coeur écrantent le noyau.
- (2) Dans un modèle d'atome hydrogénoïde, puisque la valeur moyenne de la mesure de la position X de l'électron dans l'état $1s$ est nulle, la dispersion de sa quantité de mouvement $\Delta P_x \rightarrow +\infty$, ce qui produit la fluctuation fondamentale pour établir l'interaction de Van der Waals.
- (3) Le modèle de la polarizabilité atomique de Drude n'est pas applicable si la fréquence du champ électrique incident sur un atome est supérieure ou égale au domaine des rayons X.
- (4) Dans une expérience de diffraction de RX par un cristal, un pic intense dans la direction incidente indique des centres diffuseurs à symétrie sphérique.
- (5) Les pics de diffraction de RX par du Si amorphe sont plus intenses que les pics de diffraction par un cristal de Si ayant le même volume que l'échantillon amorphe.
- (6) Dans un cristal, n_{at} étant le nombre d'atomes par maille, les dimensions $3 n_{at} \times 3 n_{at}$ de la matrice dynamique montrent qu'une quasiparticule de type phonon est un mode propre de vibration qui n'implique que les atomes contenus dans la maille primitive du réseau direct.
- (7) Dans une expérience de diffraction inélastique de neutrons par un cristal, si un pic est observé à l'énergie $E_0 + \Delta E$ (E_0 étant l'énergie incidente) dans une certaine direction k_s , alors un pic peut être observé à l'énergie $E_0 - \Delta E$ dans la même direction k_s .
- (8) Lorsque la température est stabilisée, l'état de vibration d'un cristal est caractérisé par une combinaison linéaire de modes propres de vibration telle que chacun de ces modes est excité par le même nombre de quanta n déterminé par la distribution de Bose-Einstein.
- (9) Dans un cristal de Si comprenant deux atomes par maille, il n'est pas possible de calculer séparément la densité d'états des phonons acoustiques et celle des phonons optiques.
- (10) Le modèle de Debye considère que les modes propres de vibration caractérisés par des vecteurs d'ondes situés sur la surface de la zone de Brillouin ne peuvent pas être excités à une température inférieure à 10°K .