

## CC2 – contrôle continu de mécanique quantique KPCAIQ11

DURÉE: 1H; -TOUT DOCUMENT ET OBJET CONNECTÉ INTERDIT-

Les constantes physiques et données sont placées en fin de texte

### Exercice 1 : dualité onde-corpuscule

Dans un cristal de cuivre, les électrons de conduction –supposés non relativistes- ont une énergie cinétique  $E_e$  de 7 eV.

1. Rappeler la relation de Broglie qui donne la longueur d'onde  $\lambda_{DB}$  associée à une particule matérielle d'impulsion  $p$ . La calculer numériquement pour les électrons de conduction du cuivre.
2. Evaluer  $d$ , la distance entre atomes dans le cristal de cuivre de masse volumique  $\rho = 8,9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . On fera l'hypothèse que les atomes de cuivre sont organisés en un réseau cristallin cubique simple dont la maille élémentaire est un cube de côté  $d$  aux sommets duquel sont localisés les atomes de cuivre. Comparer  $d$  à  $\lambda_{DB}$ . Conclusion ?

### Exercice 2 : effet photoélectrique / photoémission et potentiel d'arrêt

La cathode d'une cellule photoélectrique est recouverte d'une couche de césium. Le seuil photoélectrique du Césium est  $\lambda_0 = 0.662 \mu\text{m}$ .

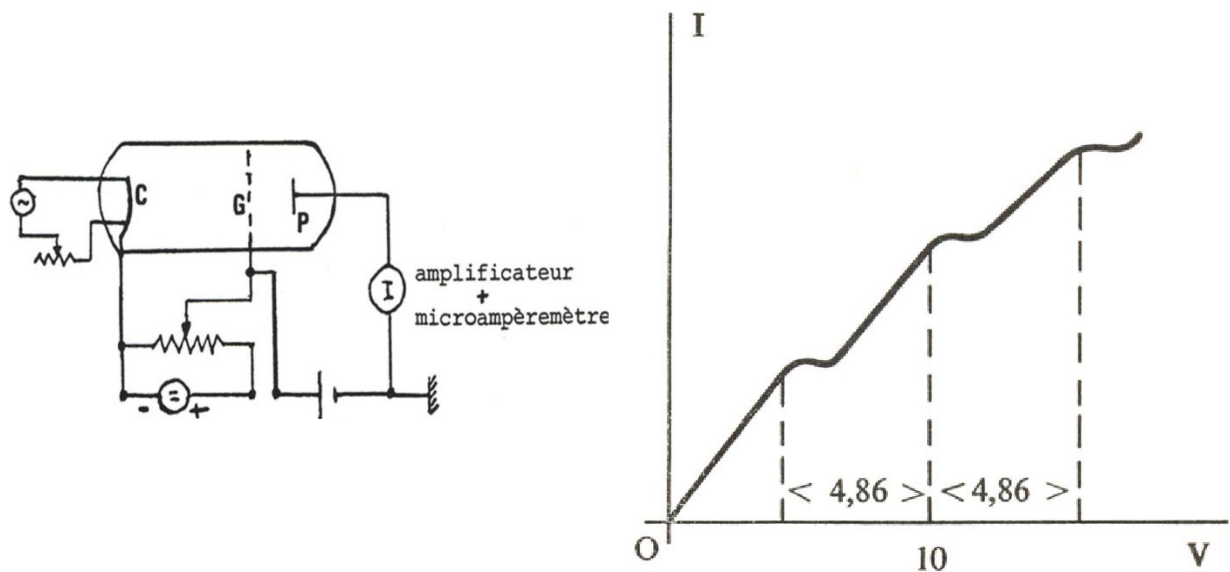
1. Quelle est la fréquence seuil ?
2. Si on éclaire la photocathode avec une radiation  $\lambda = 0.7 \mu\text{m}$ , que se passe-t-il ?
3. Quelle est l'énergie minimale  $W_s$ , exprimée en Joules puis en électron-volt qui est nécessaire pour extraire un électron de la photocathode ?
4. Si la cathode est éclairée par un rayonnement monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 0.560 \mu\text{m}$ , quelle est la vitesse maximale d'un électron au sortir de la cathode ?

### Exercice 3 : tube de Franck et Hertz

Dans cette expérience, le tube comprend trois électrodes cylindriques concentriques (voir schéma plus bas). La cathode  $C$ , à chauffage indirect et source d'électrons, est entourée d'une grille accélératrice  $G$  portée à un potentiel réglable. Cette grille est elle-même entourée d'une plaque collectrice  $P$ , portée à un potentiel très légèrement négatif par rapport à celui de la grille (voir schéma cadran de gauche). Le tube contient une goutte de mercure qui peut être chauffé à des températures différentes pour faire varier la pression de vapeur de mercure, et donc le nombre d'atomes de mercure par unité de volume.

L'expérience consiste à mesurer le courant  $I$  du circuit de la plaque collectrice en fonction de la différence de potentiel  $V$  entre la cathode et la grille.

1. Décrire en quelques lignes le phénomène physique mis en évidence à l'échelle atomique par cette expérience.
2. Après avoir reproduit sur la copie la caractéristique courant-tension (cadran de droite), faire apparaître les zones où les électrons subissent des chocs élastiques uniquement, et celles où ils peuvent subir des chocs inélastiques avec les atomes de mercure.



3. Au cours de l'expérience, une lumière *UV* est émise par les atomes de mercure. Donner la longueur d'onde de ce rayonnement *UV* en vous aidant des indications portées sur les figures.
4. La position relative des maxima locaux sur le cadran droit de la figure est-elle influencée par la température ? Justifier.

Constantes physiques et données :

Constante de Planck  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ Js}$

Célérité de la lumière  $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Masse de l'électron  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Masse d'un atome de cuivre :  $m_{Cu} = 1,06 \times 10^{-25} \text{ kg}$

Charge élémentaire  $q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$