Examen de Mars 2010.

Durée 2h.

Quelques constantes physiques :
Masse de l'électron $m = 9,1094 \times 10^{-31}$ kg $= 0,51100$ MeV/c^2,
charge élémentaire $q = 1,6022 \times 10^{-19}$ C,
constante de Planck $h = 6,6261 \times 10^{-34}$ J.s,
vitesse de la lumière dans le vide $c = 2,9979 \times 10^8$ m.s^{-1}.

Exercice 1 : *Effet photo-électrique*

On envoie un rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 589nm$ sur des échantillons de 3 différents métaux placés chacun dans un montage d'effet photoélectrique. Les valeurs des énergies d'extraction sont :

Métal	Energie d'extraction (eV)
Zinc	3.60
Strontium	2.06
Césium	1.90

1. Pour quels métaux observe-t-on le passage d'un courant ?

2. Dans les cas où le passage du courant est observé, quelle est la valeur maximale de l'énergie cinétique des électrons émis ?

Exercice 2 : *Etat* 1s *de l'atome d'Hydrogène*

L'état fondamental (état 1s) de l'atome d'Hydrogène est à symétrie sphérique. Il est décrit par la fonction d'onde :

$$\psi(\vec{r}) = Ce^{-\frac{r}{a_0}},$$

C est une constante, a_0, le premier rayon de l'atome de Bohr. Le vecteur $\vec{r}$ caractérise la position de l'électron par rapport au proton, supposé immobile, à l'origine du système de coordonnée et $r \equiv \|\vec{r}\|$. On rappelle que, dans un problème à symétrie sphérique, l'élément de volume élémentaire est une couronne sphérique de volume $dV = 4\pi r^2 dr$.

1. Rappeler l'interprétation de la fonction d'onde et indiquer la condition de normalisation.

2. Montrer que $C = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}$. On pourra intégrer par parties.

3. Représenter graphiquement la densité de probabilité de présence de l'électron en fonction r. En déduire la probabilité de présence de l'électron dans un volume élémentaire $dV = 4\pi r^2 dr$.

4. On appelle r_p la valeur de r pour laquelle cette probabilité est maximale. Exprimer r_p en fonction de a_0.

Exercice 3 : *Niveaux d'énergie d'un puits de potentiel infiniment profond*

Une particule se déplace sur un axe fixe Ox. Elle est soumise à un champ de force qui dérive de l'énergie potentielle $V(x)$.

1. Ecrire l'équation de Schrödinger indépendante du temps qui permet d'étudier ce problème. Quelle est l'expression générale de la fonction d'onde d'un état stationnaire d'énergie E ?

2. On suppose que $V(x) = 0$ pour $|x| < \frac{a}{2}$ et $V(x) = +\infty$ pour $|x| > \frac{a}{2}$. Déterminer les niveaux d'énergie E_n de ce puits, et donner en les normalisant les fonctions d'ondes $\psi_n(x)$ correspondantes.