

UNIVERSITE DE LOME
FACULTE DES SCIENCES

ANNEE UNIVERSITAIRE
2019-2020

Phy 208 “Introduction à la Physique Quantique”
Exercices d’applications sur le Chapitre 1

Rayonnement du corps noir

- (i) Le spectre du soleil présente un maximum pour la longueur d’onde $\lambda = 0,55\mu m$. Evaluer la température à la surface du soleil.
- (ii) A quelle longueur d’onde se situe le maximum de rayonnement du corps humain assimilé à un corps noir ?
- (iii) En partant de la formule de Planck pour la densité spectrale d’énergie dépendant de la fréquence $\rho(\nu, T)$ en déduire celle dépendant de la longueur d’onde $\rho(\lambda, T)$. Utilisez ce résultat pour démontrer que la densité totale d’énergie $\rho_{tot}(T)$ est donnée par $\rho_{tot}(T) = aT^4$ ou $a = \frac{8\pi k^4}{15h^3c^3}$. (On ne demande pas le calcul numérique de a)
- (iv) En partant de la formule de Planck pour la densité spectrale dépendant de la fréquence $\rho(\nu, T)$, montrer qu’elle coïncide avec celle de Raleigh-Jeans pour des basses fréquences. Donner une expression simplifiée de la formule de Planck à la limite des hautes fréquences.
- (v) Calculez la longueur d’onde à laquelle un corps noir à une température de $T = 6000K$ émet le plus de radiation par unité de longueur d’onde. On donne la constante de Wien $a = 2,898 \times 10^{-3}m.K$

Effet photoélectrique

- (i) Soit une surface de potassium située à $75cm$ d’une lampe de $100Watts$. On suppose que l’énergie rayonnée par cette lampe par unité de temps représente 5% de sa puissance nominale. En considérant chaque atome de potassium comme un disque plat de $1 \text{ \AA}$ de diamètre, déterminer le temps nécessaire à chacun d’entre eux pour absorber une quantité d’énergie égale à son énergie d’extraction $W_{ex} = 2eV$ dans le modèle ondulatoire classique.
- (ii) Les potentiels d’arrêt mesurés au cours d’une expérience photoélectrique menée avec un émetteur au calcium sont les suivants

λ en $\text{\AA}$	2536	3132	3650	4047
ν en $Hz \times 10^{15}$	1,18	0,958	0,822	0,741
$ U_0 $ en V	1,95	0,98	0,50	0, 14

Déterminer la valeur de la constante de planck à partir de ces données.
Quelle est la longueur d’onde de seuil de ce métal.

- (iii) On éclaire du potassium avec des ultraviolets de $2500 \text{ \AA}$. Sachant que l'énergie, d'extraction du potassium est $2,21 \text{ eV}$, quelle est l'énergie cinétique maximum des électrons ?
L'intensité du rayonnement incident est de 2 W/m^2 . Quel est dans ce cas le nombre d'électrons émis par unité de temps et de surface.
- (iv) Combien de photons par seconde sont émis par un laser hélium-néon de $1,50 \text{ mW}$ lasant à une longueur d'onde $\lambda = 633 \text{ nm}$?
- (v) L'énergie requise pour éjecter un électron du sodium est de $W = 2,3 \text{ eV}$. Si la lumière incidente a une longueur d'onde de $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ (lumière jaune), verra-t-on un effet photoélectrique ? Quelle est la longueur d'onde seuil pour le sodium ?
- (vi) On éclaire la cathode d'une cellule photoélectrique avec une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 546,1 \text{ nm}$ (raie verte du mercure).
Pour une photo-cathode en potassium dont le travail de sortie est 2 eV , calculer la longueur d'onde du seuil photo-électrique et la vitesse maximale des électrons que peut extraire un tel rayonnement de la cathode.

Effet Compton

- (i) Un photon de rayon X de $0,3 \text{ MeV}$ entre en collision de plein fouet avec un électron initialement au repos. En appliquant les principes de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement, évaluer la vitesse de recul de l'électron.
La vitesse obtenue est-elle en accord avec la valeur obtenue en appliquant la formule de Compton.
- (ii) Calculer la variation relative de longueur d'onde subie par un rayon X de $0,400 \text{ \AA}$ au cours d'une diffusion par un électron sous un angle de 90° .
- (iii) Quelle est la longueur d'onde d'un photon incident pour que l'énergie maximum cédée à l'électron cible, dans une diffusion Compton, soit de 45 KeV ?

Spectre d'émission de l'atome d'hydrogène

- (i) Quelles sont, en $\text{\AA}$, les longueurs d'ondes la plus courte et la plus longue de la série de Lyman de l'Hydrogène ?
- (ii) Déterminer la longueur d'onde de la seconde raie de la série de Paschen de l'Hydrogène.
- (iii) Sachant que la longueur d'onde la plus grande de la série de Lyman de l'hydrogène est $1215 \text{ \AA}$, quelle est la valeur de la constante de Rydberg ?
- (iv) Quelles sont les longueurs de l'hydrogène incluses dans le spectre visible ($3800 \text{ \AA}$ à $7700 \text{ \AA}$).
- (v) Dans une transition vers l'état excité d'énergie $10,19 \text{ eV}$, un atome d'hydrogène émet un photon de $4890 \text{ \AA}$. Quel est l'énergie de liason de l'état initial ?

- (vi) Appliquez le modèle de Bohr à l'atome d'hélium ionisé une fois (He^+). Comparer les niveaux d'énergie obtenus avec ceux de l'atome d'hydrogène.
- (vii) Est-ce qu'un atome d'hydrogène peut absorber un photon d'énergie supérieure à son énergie de liaison ($13,6eV$) ?