

Rayonnements

Ex.1 : Une lumière jaune de fréquence 5.10^{14} Hz se propage dans le vide. Calculer la valeur de chaque paramètre de cette onde dans. Si cette radiation jaune se propage dans l'eau qui présente un indice de réfraction égal à $4/3$, que deviennent ses paramètres.

Ex.2: La molécule Cl_2 peut être dissociée en deux radicaux Cl sous l'effet d'un photon. Calculer la longueur d'onde maximale du photon capable de scinder cette molécule, l'énergie de destruction de Cl_2 étant de $4.19 \cdot 10^{-19}$ J. Ce photon peut-il briser la liaison C-H d'énergie 4.19 kcal/mole ?

Ex.3 : Situer les radiations EM suivantes et calculer la quantité de M^{vt} des photons associés

- Onde de fréquence 3.10^{18} Hz
- Onde de longueur d'onde 6000 Å dans un milieu transparent d'indice 2
- Onde associée à un photon d'énergie 4 eV

Ex.4: Les particules matérielles suivantes sont-elles relativistes ?

- *particule de vitesse $v = 4.10^6$ m/s.
- *bille de masse au repos 10g et d'énergie cinétique 5J.
- *deuteron d'énergie totale 3.8 GeV et d'énergie au repos 1.9 GeV.
- *muon d'énergie cinétique 300 MeV et d'énergie totale 400 MeV.

Ex5 : Montrer que la quantité de mouvement d'une particule animée d'une vitesse v peut s'écrire : $p = m_0 c [(1 + E_c/E_0)^2 - 1]^{1/2}$.

Faire l'application à un électron accéléré sous une ddp de 340 kV.

- *calculer l'énergie au repos de cet électron.
- * quelle est la longueur d'onde de De Broglie associée à cet électron ?

Ex.6 : Calculer la vitesse et l'énergie cinétique, la quantité de mouvement et la longueur d'onde associée, dans les cas suivants :

- *électron d'énergie cinétique $E_c = 2/3 E_0$.
- *électron de vitesse $v = \beta c$ avec $\beta = 0.66$.

Ex.7: Quelle est la vitesse d'un électron d'énergie totale $E_t = 1$ MeV ?

Est-ce qu'un proton dont l'énergie cinétique est égale à 180 keV est relativiste ?

On considère un faisceau d'électrons dont la vitesse est $v = 1.8 \cdot 10^7$ m/s et un faisceau de protons de vitesse $v = 10$ km/s. Quelles sont les longueurs d'onde associées à chaque faisceau ? Remarque ?

Ex8: Une cellule photoélectrique possède une photocathode au césium. Elle est éclairée par une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,425 \mu\text{m}$. La puissance captée par la photocathode est $\Phi = 1$ W. Les mesures donnent alors:

- intensité du courant de saturation $I_s = 2$ mA,
- potentiel d'arrêt $-U_a = -1$ V.

Déterminer :

- a) La fréquence et l'énergie des photons incidents;
- b) l'énergie cinétique maximale de sortie des électrons photo-émis;
- c) la valeur du travail d'extraction W_s du césium;
- d) la fréquence et la longueur d'onde de seuil;
- e) le nombre de photons captés par seconde;
- f) le nombre d'électrons émis par seconde. Conclure.

Ex.9: Une cellule photoélectrique reçoit un rayonnement lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,546 \mu\text{m}$. La puissance captée est $\Phi = 0,540$ W. La photocathode est en césium; le travail d'extraction pour ce métal est de 1,9 eV. 0,2 % de l'énergie captée sert effectivement à extraire des électrons.

- a) Quelle est la longueur d'onde de seuil λ_s ?
- b) Quelle est l'énergie cinétique des électrons émis ?

À quelle vitesse arrivent-ils sur l'anode si la différence de potentiel entre anode et cathode est de 10 V ?

Ex.10: Les données concernant l'effet photoélectrique de l'argent $_{47}\text{Ag}$ sont présentées dans le tableau suivant

Fréquence du rayonnement incident ·10 ⁻¹⁵ (Hz)	Energie cinétique des électrons éjectés ·10 ¹⁹ (J)
2,00	5,90
2,50	9,21
3,00	12,52
3,50	15,84
4,00	19,15

A partir d'un calcul de régression linéaire ou d'un graphique, (énergie cinétique des électrons éjectés en fonction de la fréquence du rayonnement incident) déterminer la valeur de la constante de Planck et la fréquence seuil de l'argent.

Ex.11 : Un tube à rayons X est alimenté sous une ddp $U=16\text{kV}$ et traversé par un courant d'intensité $I=4,2\text{mA}$, le rendement est alors $r = 10\%$. L'anticathode de masse $m = 45\text{g}$ est en platine ($Z=78$) de chaleur massique $0,032\text{ cal/g}^\circ\text{C}$, les énergies de liaison électroniques du platine sont, en keV :

$W_k=78,4$, $W_{L1}=13,9$, $W_{L2}=13,3$, $W_{L3}=11,6$, $W_{M1}=3,4$, $W_{M2}=3,2$, $W_{M3}=2,7$, $W_{M4}=2,3$ et $W_{M5}=2,2$.

Les électrons sont-ils relativistes à leur arrivée sur l'anticathode ?

Calculer la puissance du rayonnement X émis et la puissance dissipée sous forme de chaleur.

Quelle est l'élévation de température de l'anticathode, pendant une minute, si le système de refroidissement ne fonctionne pas.

Quelle est la limite du spectre continu en énergie ?

b/ Dresser le tableau des transitions possibles et calculer l'énergie des raies X caractéristiques du platine émises
c/ Tracer le spectre en énergie du rayonnement (continu + raies).

La ddp aux bornes du tube est ramenée à $12,4\text{ kV}$;

a/ Quelle est la limite et le maximum du spectre en longueur d'onde ?

b/ Quelles sont les raies X émises ? Calculer leurs longueurs d'onde.

c/ Représenter le spectre en longueur d'onde du rayonnement.

Ex.12: Par effet Compton, une radiation X d'énergie $E=1,25\text{ MeV}$, donne naissance à des photons d'énergie $E'=0,25\text{ MeV}$.

1) Quel est l'angle de diffusion de ces photons ?

2) Calculer l'énergie cinétique, l'augmentation de masse et la quantité de mouvement des électrons correspondants.

3) Préciser la direction prise par ces électrons.

Ex.13 : Un écran d'épaisseur x laisse passer 5% des photons incidents.

1) a/ Quelle sera l'atténuation du même faisceau par un écran d'épaisseur $3x$ et de même nature ?

b/ Quelle serait l'atténuation d'un faisceau qui traverse une épaisseur de matière égale à 4 CDA ?

2) Un faisceau X est atténué de 97% à la traversée d'une épaisseur de matière de 26 mm , calculer la CDA du matériau considéré

Nom du rayonnement	Gamma	X	UV	Visible	IR	Radios
Longueur d'onde(λ)	< 0,001 nm	[0,001 --- 10] (nm)	[10---- 400] (nm)	[400 -----800] (nm)	[800 nm ---1 mm]	> 1mm
Fréquence(γ) en HZ	> $3,0 \cdot 10^{20}$	$3 \cdot 10^{16}$ _ $3 \cdot 10^{20}$	$7,5 \cdot 10^{14}$ _ $3 \cdot 10^{16}$	$3,7 \cdot 10^{14}$ _ $7,5 \cdot 10^{14}$	$3 \cdot 10^{11}$ _ $3,7 \cdot 10^{14}$	< $3,0 \cdot 10^{11}$
Energie des photons en (J)	> $2 \cdot 10^{-13}$	$2 \cdot 10^{-17}$ _ $2 \cdot 10^{-13}$	$5 \cdot 10^{-19}$ _ $2 \cdot 10^{-17}$	$2,5 \cdot 10^{-19}$ _ $5 \cdot 10^{-19}$	$2 \cdot 10^{-22}$ _ $2,5 \cdot 10^{-19}$	< $2,0 \cdot 10^{-22}$
Energie des photons en (eV)	> $1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^2$ - $1,2 \cdot 10^6$	$3,1$ _ $1,2 \cdot 10^2$	$1,5$ _ $3,1$	$1,2 \cdot 10^{-3}$ _ $3,1$	< $1,2 \cdot 10^{-3}$