

Bienvenue !

Visiter

“Physique Fine enjah”

sur youtube

Pour plus comprendre le cours

Partie : 3 *Physique moderne , Atomique*

➤ *Les chapitres qu'on va étudiées , dans cette partie :*

1. *Aspect corpusculaire de la lumière .*

2. *Atome .*

3. *Noyau atomique .*

4. *Radioactivité .*

5. *Réactions nucléaires provoquées .*

✓ Les deux aspects de la lumière sont :

➤ Aspect corpusculaire de la lumière (Corpuscule) . Avec Planck et Einstein .

➤ Aspect ondulatoire de la lumière (Onde) . Avec James Maxwell .

➤ Remarque:

✓ la lumière à la fois joue le rôle d'une corpuscule et d'une onde , (Corpscule : Corps)

Chapitre : 1 *Aspect corpusculaire de la lumière*

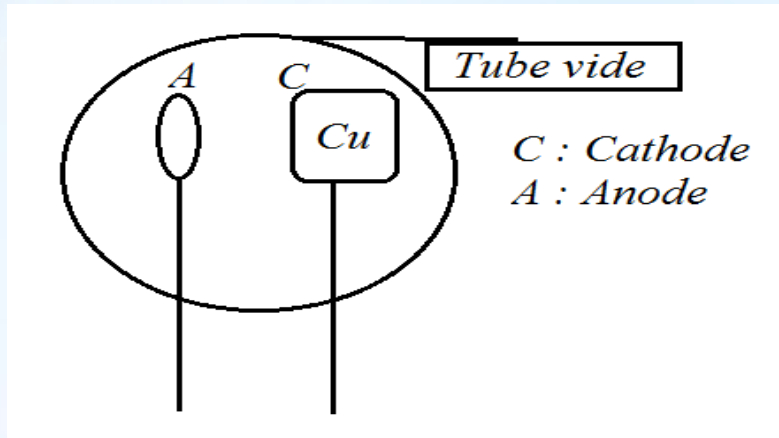
➤ Effet photoélectrique :

✓ *La lumière est formé des particules sont appelées : Photons .*

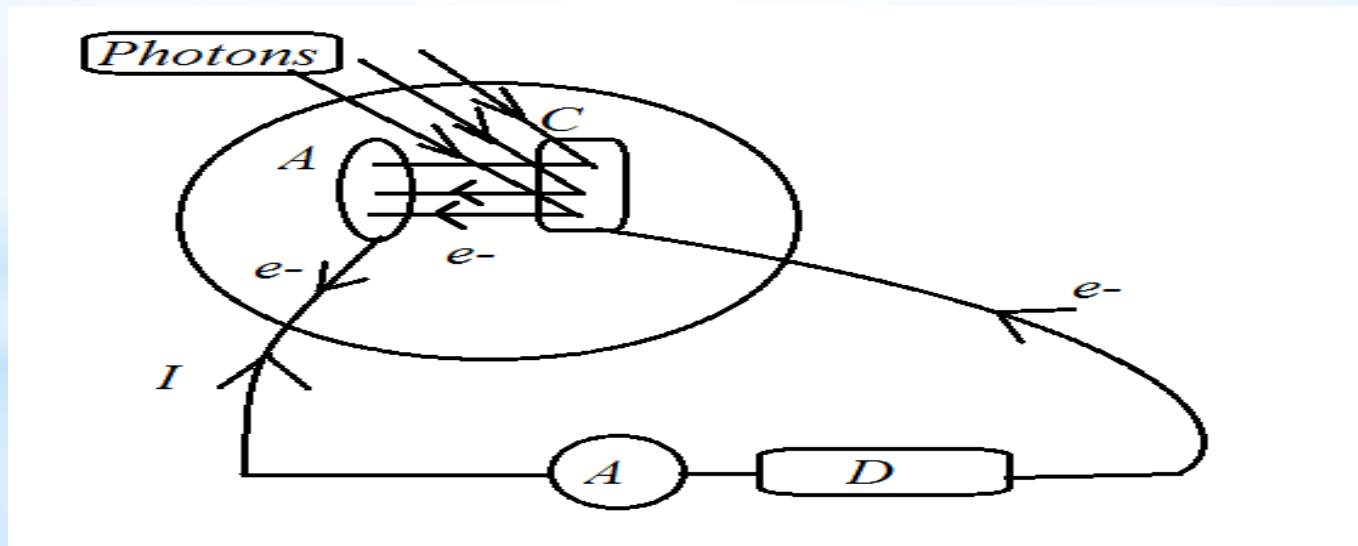
➤ Analogie (Matière – lumière) :

✓ *La matière est formé des atomes , alors que la lumière est formé des photons .*

➤ Cellule photoélectrique :



➤ Fonctionnement:



➤ Interprétation :

Les photons (ensemble des photons sous formes des rayons lumineuses) traverse la cellule (précisément la cathode) , après reliées la cathode par un dipole (D) , un ampèrètre (A) , et par l'anode .

➤ *Si un condition nécessaire est satisfaite :*

Des électrons (e^-) vont quitter la cathode (C) et seront capté par l'anode A , et par suite ils circulent de l'anode A vers la cathode C , et un courant dans le sens opposé (de C vers A) va se produire , est remarqué par l'ampèrètre A .

➤ *Ce phénomène dure de 10^{-9} (s) , et est appelée emission photoélectrique , ou cellule photoélectrique (Ou encore cellule photovoltaïque) .*

➤ Photon: {

Particule de la lumière

Longueur d'onde : λ (c'est une onde)

Vitesse : $C = 3 \times 10^8$ m/s

Fréquence de la lumière : ν (nu) tel que $\nu = \frac{c}{\lambda}$

Énergie : $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

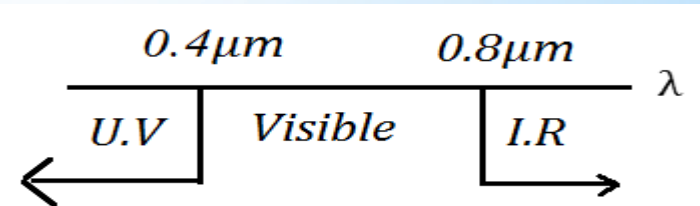
Masse ≈ 0

➤ *h étant la constante de planck $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s ,*

Rq: *Tout les constantes données dans l'examen par hypothèse , est obligatoire de les utilisées comme elle ,*

Ex: si par hypothèse : $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J.s , on utilise ce nombre .

Rq: *la longueur d'onde de la lumière visible :*



➤ Cathode: C $\left\{ \begin{array}{l} \text{Métale} \\ \text{Fréquence propre } \vartheta_0 \\ \text{Longueur d'onde } \lambda_0 \\ \text{Énergie d'extraction (ionisation ou de sortie): } \omega_0 = h\vartheta_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \end{array} \right.$

➤ Electron: e⁻ $\left\{ \begin{array}{l} m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg} \\ q = -e = -1.6 \times 10^{-19} \\ E_C = \frac{1}{2} mV^2 \end{array} \right.$

➤ Relation : (Planck – Einstein)

Pour que les photons peuvent pénétrés les électrons de la cathode , il faut que pour chaque photon qui va pénétré soit à une énergie supérieure ou égale à l'énergie seuil (énergie d'extraction ω_0) du métal . C'ad :

$$E_{Ph} = \omega_0 + E_C \Leftrightarrow E_{Ph} \geq \omega_0$$

1. $E_{Ph} \geq \omega_0$, alors $h\nu \geq h\nu_0$, donc $\nu \geq \nu_0$, et alors $\nu_{min} = \nu_0$, appelées fréquence seuil .
2. $E_{Ph} \geq \omega_0$, alors $\frac{hc}{\lambda} \geq \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} \geq \frac{1}{\lambda_0}$, donc $\lambda \leq \lambda_0$, et alors $\lambda_{max} = \lambda_0$.

➤ Si $\nu < \nu_0$, l'électron n'est pas éjectée , le phénomène photoélectrique n'a eu lieu .

➤ Si $\nu = \nu_0$, l'électron est éjectée avec une vitesse nul . Phénomène existe .

➤ Si $\nu > \nu_0$, l'électron est éjectée avec une vitesse maximal , et une énergie cinétique : $E_C = E_{Ph} - \omega_0 = \frac{1}{2}mV_m^2$, le phénomène existe .

➤ Rendement quantique :

On définit le rendement quantique par la quantité des photons absorbés par la cathode, qui ont pénétrés les électrons, et alors :

$$\rho = \frac{N_{e^-/s}}{N_{ph/s}}$$

➤ Puissance : $P = \frac{E_{Photon(s)}}{t} = \frac{N_{Ph} \times E_{Photon}}{t}$

➤ Pour une seconde : $P = N_{Ph/s} \times E_{Photon} \Rightarrow N_{Ph/s} = \frac{P}{E_{Photon}}$

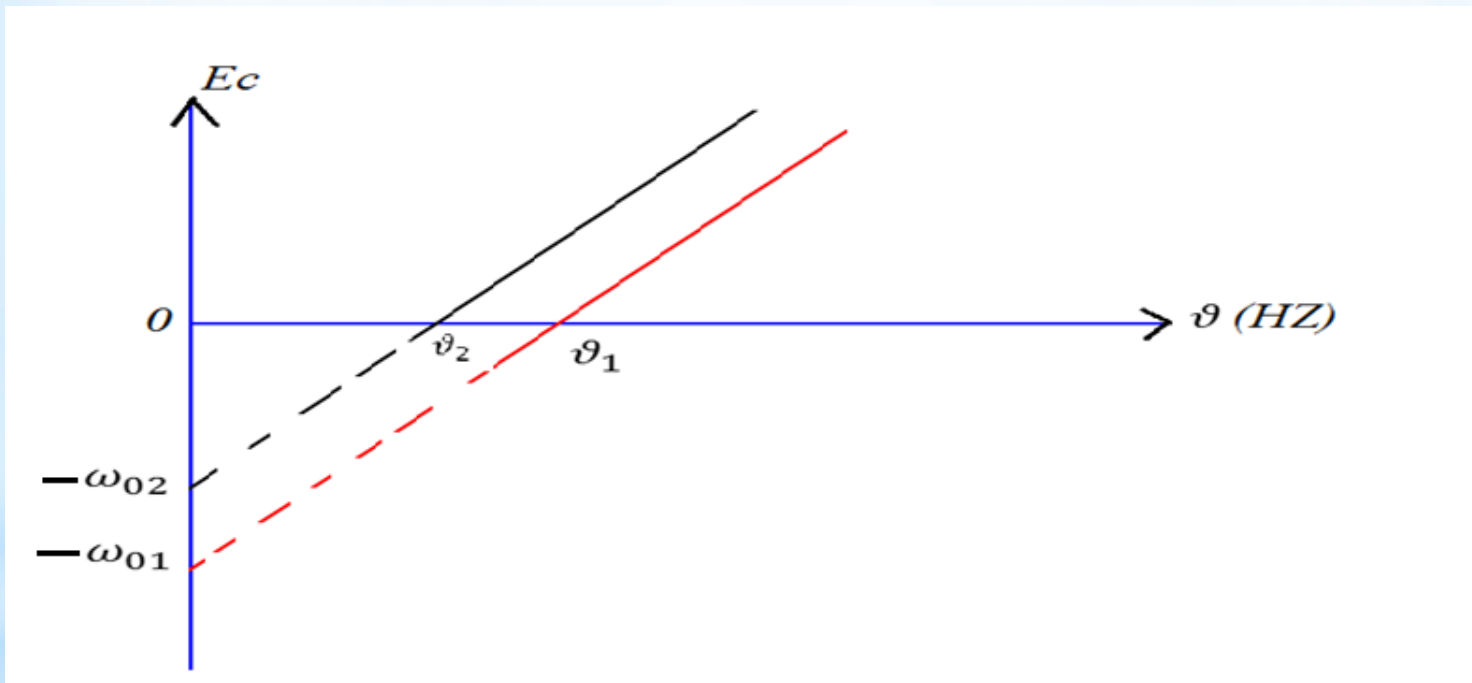
➤ La quantité de charge : $Q = I \times t$, or $Q = N_{e^-} \times e$, avec e est la charge élémentaire tel que $e = 1.6 \times 10^{-19}(c)$.

✓ Donc : $I \times t = N_{e^-} \times e \Rightarrow \frac{N_{e^-}}{t} = \frac{I}{e}$, pour $I(s) \Rightarrow N_{e^-/s} = \frac{I}{e}$.

➤ Variation de l'énergie cinétique d'un électron avec la fréquence de la lumière :

$E_{Ph} = \omega_0 + E_C \Rightarrow E_C = E_{Ph} - \omega_0 = h\nu - \omega_0$: C'est une équation d'une droite qui ne passe pas par l'origine .

➤ Graphe :



➤ Les deux droites sont parallèles , car ils ont la même pente qui est h .

➤ Exercice fondamentale:

Une source de lumière monochromatique (une seule couleur) de longueur d'onde $\lambda = 0.6 \mu\text{m}$, emet dans toutes les directions la lumière , la puissance de la source est 100 W , la constante de planck est $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$, la célérité de la lumière est $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

1. Calculer l'énergie émit par un photon .

✓ Sol: $E_{Ph} = \frac{hC}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.6 \times 10^{-6}} = 3.3 \times 10^{-19} \text{ J} .$

❖ Rq : la valuer de l'énergie est très petit (de l'ordre 10^{-19}) , d'où on introduit une nouvelle unité appelée electron volt (ev) tel que : $1\text{ev} = e(\text{J}) = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$,

Alors $E_{Ph} = \frac{3.3 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.0625(\text{ev})$

❖ $E_{Ph} = \frac{hC}{\lambda}$, ce formule calcule l'énergie en joule , alors si on a l'énergie en (ev) , et on veut déterminer λ , il faut premièrement convertire E_{Ph} en joule , par le multiplié par la charge élémentaire $e = 1.6 \times 10^{-19}$

2. Calculer le nombre de photons par seconde émit par la source .

✓ Sol: On a $P = 100W = 100J/s$ et $E_{Ph} = 3.3 \times 10^{-19}J$

$$P = \frac{N_{Ph} \times E_{Ph}}{t}, \text{ pour une seconde : } N_{Ph/s} = \frac{P}{E_{Ph}} = \frac{100}{3.3 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{20} .$$

Ou bien on dit : $N = 3 \times 10^{20} \text{ Ph/s}$.

3. Une cellule photoélectrique situé à une distance de 3 m de la source , formé de 2 cathodes d'énergies d'extraction $\omega_{0(1)} = 1(ev)$ et $\omega_{0(2)} = 3(ev)$.

a) Lequel des 2 cathodes est interagit avec les photons ? Justifier .

✓ Sol: L'effet photoélectrique aura lieu ssi : $E_{Ph} \geq \omega_0$

$\omega_{0(1)} = 1(ev)$, or $E_{Ph} = 2.0625 (ev)$, alors $E_{Ph} > \omega_{0(1)}$, donc l'électron quitte la cathode (1) avec une énergie cinétique $E_C = 2.0625 - 1 = 1.0625(ev)$, et le phénomène aura lieu .

Or $E_{Ph} < \omega_{0(2)}$, donc la cathode 2 n'interagit pas avec les photons .

b) Déterminer le nombre de photons par seconde reçue par la cathode de surface $S = \pi \text{ cm}^2$.

✓ Sol: $100 \text{ W} \rightarrow 4\pi R^2 = 4\pi(3)^2 = 36\pi(\text{m}^2)$
 $P_R \rightarrow S = (\pi \times 10^{-4})\text{m}^2$,

Alors $P_R = \frac{\pi \times 10^{-4} \times 100}{36\pi} = 2.7 \times 10^{-4} \text{ W}$

Mais $P_R = \frac{N_{Ph} \times E_{Ph}}{t}$, pour une seconde : $N = \frac{P_R}{E_{Ph}} = \frac{2.7 \times 10^{-4}}{3.3 \times 10^{-19}} = 8.1 \times 10^{14} \text{ Ph/s}$.

c) Déterminer la vitesse maximal d'un électron lorsqu'il quitte la cathode, on donne $m_{e^-} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

✓ Sol: On a montré dans le numéro 2 que $E_C = 1.0625(\text{ev})$,

donc : $E_C = 1.0625 \times 1.6 \times 10^{-19} = 17 \times 10^{-20} \text{ (J)}$, donc $\frac{1}{2} m V_m^2 = 17 \times 10^{-20}$,

alors $V_m^2 = \frac{2 \times 17 \times 10^{-20}}{9.1 \times 10^{-31}} \Rightarrow V_m = 6.1 \times 10^5 \text{ (m/s)}$.

4. *Le rendement quantique de cette cellule est 10%. Déterminer l'intensité électrique produit par cette cellule .*

$$\checkmark \text{ Sol: } \rho = \frac{N_{e^-/s}}{N_{Ph/s}} \Rightarrow N = \frac{10}{100} \times N_{Ph/s} = 0.1 \times 8.1 \times 10^{14} = 8.1 \times 10^{13} e^-/s .$$

$$Q = I \times t = N_{e^-} \times e , \text{ pour une seconde :}$$

$$I = \frac{N_{e^-/s} \times e}{1} = \frac{8.1 \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19}}{1} = 1.2 \times 10^{-5} \text{ (A).}$$