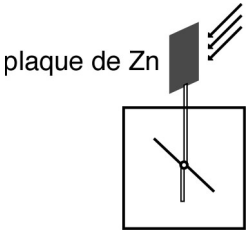
MQ.I - EFFET PHOTOÉLECTRIQUE

1. Mise en évidence expérimentale

• Les physiciens se sont longtemps demandés si la lumière est constituée d'ondes ou de particules (photons) ; l'effet photoélectrique en met en évidence des propriétés corpusculaires.

• L'aiguille, très légère, d'un électroscope dévie dès qu'on le charge (à l'aide de charges électrostatiques obtenues par frottement de matériaux divers) : ces charges tendent à se répartir sur la tige support et l'aiguille (métalliques), or les charges de même signe se repoussent.

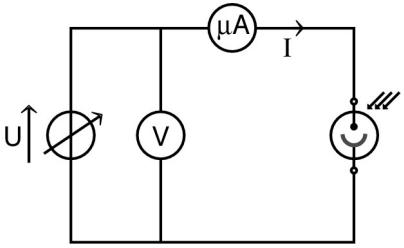
• On constate alors que, dans certaines circonstances, la lumière peut décharger l'électroscope chargé négativement (excès d'électrons), mais ne peut jamais s'il est chargé positivement (défaut d'électrons) : la lumière peut éjecter des électrons du métal, mais ne peut pas déplacer les ions positifs.



• La décharge est arrêtée si on intercale une plaque de verre (transparent, mais qui arrête les U.V.) dans le faisceau lumineux : il existe un effet de seuil et seules les hautes fréquences sont efficaces.

2. Caractéristique d'une cellule photoémissive

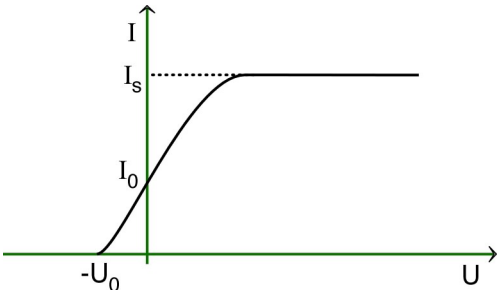
• Des mesures plus précises peuvent être obtenues avec une cellule photoémissive, dont on étudie la caractéristique $I = I(U)$ pour un éclairement fixé (en puissance et en fréquence).



◊ pour $U = 0$ on observe $I = I_0 > 0$; des électrons (e^-) sont éjectés de la cathode et certains rejoignent l'anode ;

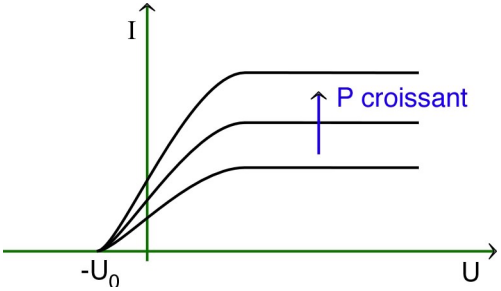
◊ pour $U > 0$ le courant augmente jusqu'à une limite I_s ; les e^- sont plus ou moins attirés par l'anode, mais elle ne peut pas en capter plus que la lumière n'en éjecte ;

◊ pour $U < 0$ le courant diminue jusqu'à s'annuler pour $U = -U_0$; les e^- sont plus ou moins repoussés par l'anode et leur énergie cinétique maximum est : $E_{cm} = |q_e|\, U_0$.



3. Influence de la puissance lumineuse

• Quand on augmente la puissance lumineuse P , on constate que I_s et I_0 augmentent (environ proportionnellement à P) mais que U_0 ne change pas.



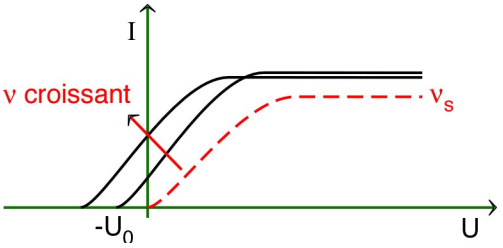
Ceci est caractéristique de la quantification : l'augmentation de la puissance lumineuse correspond à une augmentation du nombre des photons sans changer leur énergie.

◊ remarque : il faut éventuellement utiliser un filtre car le spectre en fréquence de nombreuses lampes dépend de la puissance.

4. Influence de la fréquence

• Quand on augmente la fréquence lumineuse ν , la puissance augmente généralement plus ou moins (à nombre de photons égal, l'énergie de chacun d'entre eux augmente), mais il y a de nombreuses irrégularités car les lampes et filtres en fréquence utilisés sont rarement d'efficacité identique.

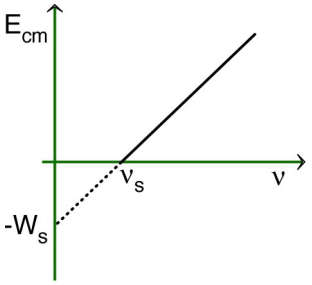
On constate par contre que U_0 augmente avec la fréquence (on peut aussi mettre en évidence une “fréquence seuil” ν_s telle que $U_0 = 0$).



• Plus précisément, la variation est affine en fonction de la fréquence :

$$E_{cm} = |q_e|\, U_0 = h\,\nu - W_s \ .$$

Ceci montre la proportionnalité : $E = h\,\nu$; l'énergie cinétique d'un e^- éjecté étant la différence entre l'énergie d'un photon et le travail W_s d'extraction de l'électron du métal.



◊ remarque : par exemple :

pour Cs : $\lambda_s = 650\ \text{nm}$ (rouge) donne $W_s = 1{,}9\ \text{eV}$;

pour Zn : $\lambda_s = 370\ \text{nm}$ (U.V.) donne $W_s = 3{,}35\ \text{eV}$.

5. Généralisations

• Les photopiles procèdent de façon analogue, avec des semi-conducteurs, sauf que les électrons ne sont pas éjectés à l'extérieur du matériau mais simplement transférés à des niveaux d'énergie supérieurs où ils permettent le passage d'un courant.

• Dans un photomultiplicateur, les photons d'assez haute énergie peuvent même être détectés individuellement par amplification “en cascade” (multiplication du nombre d'électrons à chaque saut entre électrodes successives).

