

## 18

## AD.18A - Interaction lumière matière

## 18.1 Rappels

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>5</b> Soit un photon de fréquence <math>\nu = 3,07 \times 10^{14}</math> Hz.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Calculer l'énergie <math>E</math> associée et l'exprimer en joules.</li></ul> <p><b>6</b> Soit un photon de longueur d'onde <math>\lambda = 735</math> nm.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Calculer l'énergie <math>E</math> associée.</li><li>b. Convertir le résultat en électron-volts.</li></ul> <p><b>7</b> Un laser rouge émet des photons d'énergie <math>E = 1,91</math> eV.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Convertir cette énergie en joules.</li><li>b. Déterminer la longueur d'onde <math>\lambda</math> du laser.</li></ul> |  |
|--|--|

## 18.2 Modèle particulaire et travail d'extraction

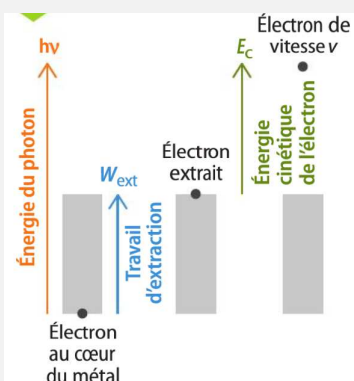
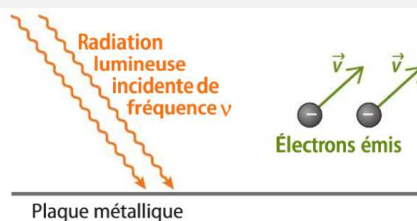
Objectif : Etablir la relation entre l'énergie cinétique des électrons et la fréquence du rayonnement incident

L'effet photoélectrique permet l'émission d'électrons sous l'action d'un rayonnement électromagnétique. L'énergie cinétique de ces électrons est une fonction croissante de la fréquence de ce rayonnement.

## Doc. 1 - Travail d'extraction et diagramme énergétique

Pour arracher un électron d'une plaque métallique, il faut lui fournir une énergie minimale  $W_{\text{ext}}$  appelée travail d'extraction. Cette énergie est apportée par un photon lorsque le métal est éclairé par une radiation lumineuse.

Si le rayonnement électromagnétique apporte une énergie supérieure au travail d'extraction, le surplus est cédé à l'électron émis sous forme d'énergie cinétique :  $E_c = \frac{1}{2}m_e v^2$



## Doc. 2 - Etude d'une plaque de sodium

On éclaire une plaque de sodium avec plusieurs radiations de longueur d'onde  $\lambda$  et on mesure la vitesse  $v$  des électrons émis. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

$\lambda$ (en nm)	400	425	450	475	500	525	550	575
$v$ ( $\times 10^5$ m·s <sup>-1</sup> )	5,71	5,12	4,53	3,92	3,29	2,57	1,66	mesure impossible

## Données :

- Constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J·s
- Masse d'un électron :  $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$  kg
- Electron-volt :  $1\text{ev} = 1,60 \times 10^{-19}$  J
- Célérité de la lumière :  $c = 3,00 \times 10^8$  m s<sup>-1</sup>

## Questions

1. Quelle inégalité l'énergie du photon doit-elle vérifier pour arracher un électron (doc. 1) ? Expliquer l'indication « mesure impossible » dans le tableau (doc. 2).

2. L'énergie du photon absorbé vaut  $h\nu$ . L'électron est initialement immobile dans le métal. Il faut lui fournir le travail  $W_{ext}$  pour l'extraire du métal. On note  $E_c$  énergie cinétique finale. En utilisant le diagramme énergétique du (doc. 1), établir la relation

$$h\nu = W_{ext} + E_c$$

3. Recopier le tableau de valeurs (dans des listes python) et calculer, dans chaque cas, la valeur de l'énergie du photon  $E = h\nu$  et celle de l'énergie cinétique de l'électron.
4. Placer les points sur un graphique représentant  $E$  en fonction de  $E_c$ , tracer la droite-modèle et calculer le coefficient directeur de la droite. En déduire que la loi de la question 2 est vérifiée et déterminer la valeur de  $W_{ext}$ .
5. Calculer la valeur de la fréquence seuil  $\nu_s$  à partir de laquelle l'effet photoélectrique est observable.