

Nom :	Prénom :	Classe :
-------	----------	----------

AD.17A - Interaction lumière-matière

I. Rappels

Énergie d'un photon	
5 Soit un photon de fréquence $\nu = 3,07 \times 10^{14}$ Hz. ■ Calculer l'énergie E associée et l'exprimer en joules.	Réponses :
6 Soit un photon de longueur d'onde $\lambda = 735$ nm. a. Calculer l'énergie E associée. b. Convertir le résultat en électron-volts.	
7 Un laser rouge émet des photons d'énergie $E = 1,91$ eV. a. Convertir cette énergie en joules. b. Déterminer la longueur d'onde λ du laser.	

II. Modèle particulaire et travail d'extraction

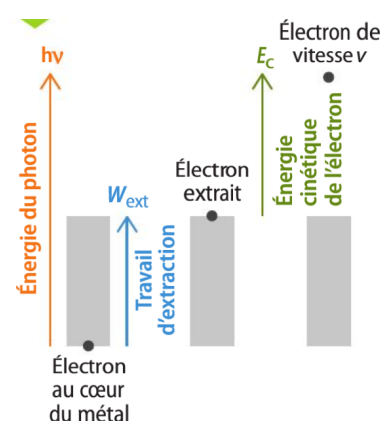
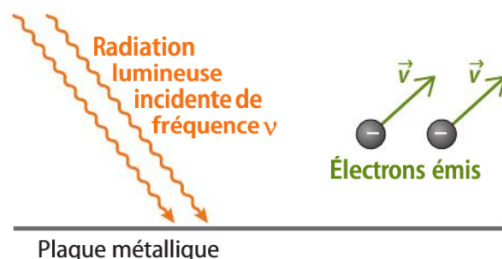
Objectif : établir la relation entre l'énergie cinétique des électrons et la fréquence du rayonnement incident.

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.

Document 1 : travail d'extraction et diagramme énergétique

Pour arracher un électron d'une plaque métallique, il faut lui fournir une énergie minimale W_{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 : $E_c = \frac{1}{2} m_e v^2$



Document 2 : étude d'une plaque de sodium

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

λ (en nm)	400	425	450	475	500	525	550	575
v ($\times 10^5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)	5,71	5,12	4,53	3,92	3,29	2,57	1,66	mesure impossible

Données

- constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$;
- masse d'un électron : $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;
- électron-volt : $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

III. Questions

1. Quelle inégalité l'énergie du photon doit-elle vérifier pour arracher un électron au métal (document 1) ? Expliquer l'indication « mesure impossible » dans le tableau du document 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. On note E_c son énergie cinétique finale. À l'aide du diagramme énergétique du document 1, établir la relation

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Recopier les valeurs du document 2 dans des listes Python, ou dans Regressi. Pour chaque longueur d'onde, calculer l'énergie du photon $E = h\nu$ et l'énergie cinétique E_c de l'électron.

.....

.....

.....

.....

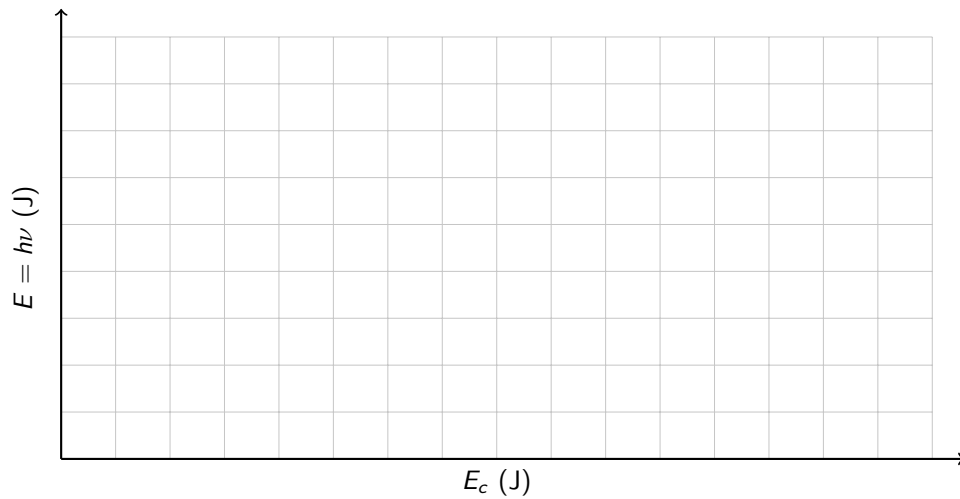
.....

.....

.....

III. Questions (suite)

4. Placer les points sur un graphique représentant E en fonction de E_c , puis tracer la droite-modèle et calculer son coefficient directeur. En déduire que la relation de la question 2 est vérifiée et déterminer la valeur de W_{ext} .



5. Calculer la fréquence seuil ν_s à partir de laquelle l'effet photoélectrique est observable.

.....

.....

.....

.....

.....

.....