

1 Niveaux d'énergie

1. (a) L'énergie E_n de l'état caractérisé par le nombre quantique principal n s'écrit :

$$E_n = -\frac{Z^2}{n^2} \cdot Ryd$$

Déterminer la valeur numérique de Ryd .

- (b) Calculer les valeurs de E_n (en eV et en J) pour l'atome d'hydrogène :
- dans l'état fondamental $n = 1$
 - successivement dans les états $n = 2, 3$ et 4
- (c) Représenter schématiquement ces états électroniques.
2. Calculer l'énergie (en eV) de l'ion hydrogénoïde Li^{2+} dans son état fondamental et ses deux premiers états excités.

2 Transitions électroniques dans l'atome d'hydrogène

Quelle est l'énergie mise en jeu lors du passage d'un électron d'un niveau d'énergie E_i caractérisé par le nombre quantique n_i , vers un niveau d'énergie E_f caractérisé par n_f ?

A. Emission

1. Etablir la relation donnant le nombre d'onde ($1/\lambda$) d'une radiation émise lors d'une transition électronique $n_i \rightarrow n_f$ pour l'atome d'hydrogène.
2. Calculer les longueurs d'onde des deux *raies limites* des quatre premières séries du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène. Etablir un diagramme énergétique pour les trois premières séries.
3. Une des raies du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène possède une longueur d'onde égale à 486,2 nm. A quelle transition correspond-elle ? Quelle est la longueur d'onde et la fréquence du rayonnement émis par la même transition dans le cas de l'ion hydrogénoïde Li^{2+} ?

B. Absorption

1. (a) Quelle est la plus petite quantité d'énergie nécessaire à un atome d'hydrogène pour passer de l'état fondamental à un état excité ?
- (b) Si cette énergie est fournie sous forme lumineuse, quelle doit être la longueur d'onde pour que le rayonnement incident soit absorbé ? Préciser le domaine spectral.
2. (a) Définir l'effet photoélectrique en introduisant la notion d'*énergie d'extraction* du métal. Préciser ses principales caractéristiques expérimentales.
- (b) L'énergie d'extraction du rubidium métallique est égale à 2,09 eV. Calculer l'énergie cinétique et la vitesse des électrons éjectés par une irradiation de :
 - i) 650 nm
 - ii) 195 nm.
3. Les rayonnements électromagnétiques de fréquence $2,47 \cdot 10^{15}$, $2,70 \cdot 10^{15}$, $3,29 \cdot 10^{15}$ et $4,73 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ peuvent-ils être absorbés par des atomes d'hydrogène pris dans leur état fondamental ? Calculer, le cas échéant, la vitesse de l'électron éjecté.

3 Spectroscopie d'un ion hydrogénoïde

On considère un ion hydrogénoïde X^{i+} de numéro atomique Z . Le tableau ci-dessous présente la longueur d'onde λ (en nm) de quelques unes des raies du spectre d'absorption de cet ion pris dans son état fondamental.

Raie r_k	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
λ (nm)	3,3744	2,8476	2,7000	2,6367	2,5840	2,5714	2,5312

1. Calculer (en eV) l'énergie des photons associée à chacune des raies d'absorption r_k ($k = 1-7$).
2. Calculer l'énergie du niveau fondamental sachant que la raie r_7 est la raie limite entre le spectre discret et le continuum.
3. (a) Calculer l'énergie des différents niveaux électroniques accessibles depuis l'état fondamental par les transitions correspondantes aux raies r_k ($k = 1-7$).
(b) Etablir un diagramme énergétique faisant figurer les niveaux $n = 1$ et $n = \infty$ et représenter par des flèches les transitions correspondantes aux raies r_k ($k = 1-7$).
4. De quel ion s'agit-il ? préciser la valeur de Z et celle de i .
5. Identifier les différents niveaux électroniques n sur le diagramme énergétique précédent.
6. Est-il possible d'observer une raie intermédiaire entre :
 - (a) les raies r_3 et r_4 ?
 - (b) les raies r_4 et r_5 ?Si oui, calculer la longueur d'onde correspondante.
7. Donner la longueur d'onde d'une raie appartenant au spectre d'émission de cet ion mais qui n'appartient pas à son spectre d'absorption. Représenter la transition correspondante sur le schéma énergétique précédent.
8. Calculer la vitesse d'éjection de l'électron dans le continuum lorsque cet ion absorbe un photon d'énergie égale à 495 eV.