

atome et mécanique de Newton : exercices

On utilisera les données suivantes :

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}; c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}; e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}, 1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Exercice 1 : atome de lithium

1. L'atome de lithium (Li), dans son premier état excité ($E_2 = 3,54 \text{ eV}$), émet une radiation de longueur d'onde $\lambda = 670,3 \text{ nm}$ lorsqu'il se désexcite. En déduire l'énergie de l'état fondamental (en eV).
2. Le même atome, pour passer au niveau supérieur E_3 , doit absorber un photon de fréquence $\nu = 3,69 \times 10^{14} \text{ Hz}$. Déterminer E_3 (en eV).

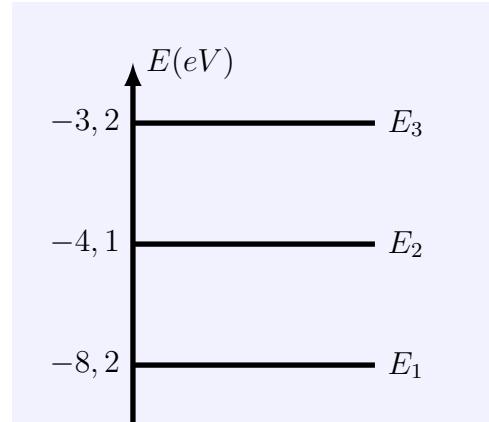
Exercice 2 : émission et absorption

1. Déterminer les longueurs d'onde émises par la désexcitation de l'atome dont le diagramme énergétique est celui ci-contre sachant que son énergie initiale est E_3 .

Préciser le domaine auquel appartient chaque rayonnement.

2. On suppose, cette fois, que l'énergie de l'atome ne peut excéder E_3 .

Quelles doivent être les longueurs d'onde de photons incidents pour que l'atome puisse les absorber ?



Exercice 3 : ionisation

L'énergie d'un atome d'hydrogène au niveau n ($n \in \mathbb{N}^*$) est :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

Avec $E_0 = 13,6 \text{ eV}$ pour ${}_1^1H$

1. Comment s'appelle le niveau $n = 1$? les niveaux correspondant à $n > 1$?

2. On considère que n varie de 1 à 8 (valeurs entières) ou que $n = \infty$.

Expliquer succinctement pourquoi ce dernier état correspond à l'ionisation.

3. Calculer la longueur d'onde minimale d'un photon permettant d'ioniser l'atome d'hydrogène initialement dans son état $n = 1$ (énergie de première ionisation). Refaire le même calcul pour $n = 2$.

4. Un photon, de longueur d'onde 70 nm, est absorbé par un atome d'hydrogène dans son état le plus stable.

Calculer la vitesse de l'électron éjecté (en supposant que le noyau reste immobile).

Donnée : $m(e^-) = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

5. Exprimer l'énergie I de première ionisation d'un hydrogénoides (atome ou ion à un seul électron, soit ${}_1^1H, {}_2^2He^{2+}, {}_3^3Li^{2+}, \dots$) en fonction de E_0 et Z sachant que l'énergie d'un hydrogénoides au niveau n est :

$$E_n = -E_0 \left(\frac{Z}{n} \right)^2$$

où Z est le numéro atomique . et conclure.

Exercice 4 : Lampe à vapeur de sodium

On utilise les lampes à vapeur pour l'éclairage des tunnels routiers. Ces lampes contiennent de la vapeur de sodium à très faible pression. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons qui traverse le tube : les atomes de sodium absorbent l'énergie des électrons. L'énergie est restituée lors du retour à l'état fondamental sous forme de photons.

On donne les deux longueurs d'onde λ (nm) du spectre démission du sodium :

589,00 et 589,59

1. Calculer les valeurs d'énergie des deux types de photons émis.

On exprimera le résultat en joules puis en électron-volt (eV).

2. En supposant que l'énergie du photon émis est égale à l'énergie cinétique de l'électron exciteur, calculer la vitesse minimale des électrons excitateurs pour pouvoir observer les deux transitions énergétiques.

3. La puissance de la lampe utilisée est $P = 1\ 000\ W$. En considérant l'énergie moyenne des photons émis, calculer le nombre de photons émis par la lampe pendant une seconde.

4. L'il étant le plus sensible dans les couleurs jaunes, justifier l'emploi de ces lampes dans les tunnels.

Exercice 5 :

Les groupements caractéristiques de la chimie organique absorbent des radiations électromagnétiques qui permettent d'identifier les molécules. Ces absorptions se présentent sous la forme des bandes d'absorption qui sont caractérisées par leur nombre d'onde moyen $\sigma = \frac{1}{\lambda}$ en cm^{-1} .

Le tableau ci-dessous rassemble quelques valeurs typiques :

Groupement caractéristiques	$C = C$	$O - H$	$C = O$
$\sigma = \frac{1}{\lambda}(cm^{-1})$	1700	3350	1650

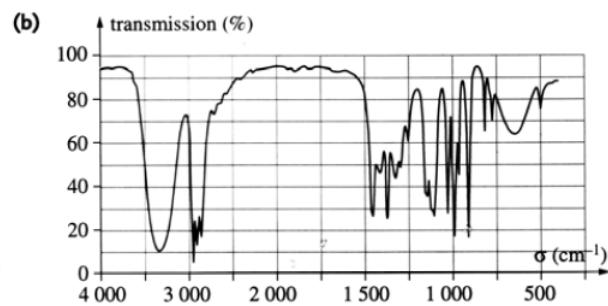
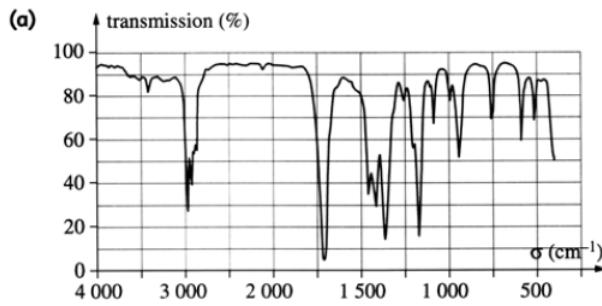
1. Calculer en (eV) les énergies des radiations absorbées par ces groupements caractéristiques.

2. Que peut-on déduire de l'existence de bandes d'absorption quand à l'énergie d'une molécule.

3. On considère deux molécules le butan-2-one et le butan-2-ol.

3.1 Écrire la formule semi-développée de chaque molécule.

3.2 Attribuer à chacun des spectres suivant la molécule correspondante.



Exercice 6 :

Le document ci-contre est le diagramme d'énergie de l'atome d'hydrogène .

Le niveau d'énergie le plus élevé ($n = \infty$) correspond l'atome ionisé. On lui attribue , par convention , une énergie de valeur nulle .

Le niveau $n=1$ correspond à l'état fondamental .

Répondre par vrai ou faux aux propositions suivantes en justifiant la réponse :

1. Les niveaux numérotés de $n=2$ à $n = \infty$ correspondent à des états excités de l'atome .
2. Le niveau d'énergie nulle est le plus stable .
3. Lorsque l'atome passe du niveau $n=3$ à $n=2$, il émet une radiation visible .
4. Lorsque l'atome passe du niveau $n=1$ à $n=3$, il émet une radiation appartenant aux UV .
5. Un atome d'hydrogène , pris dans son état fondamental , peut absorber un photon d'énergie 3,39Mev .

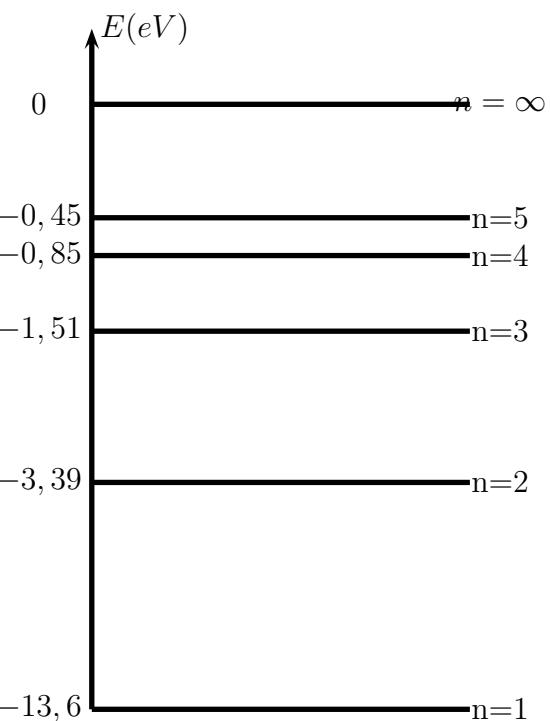


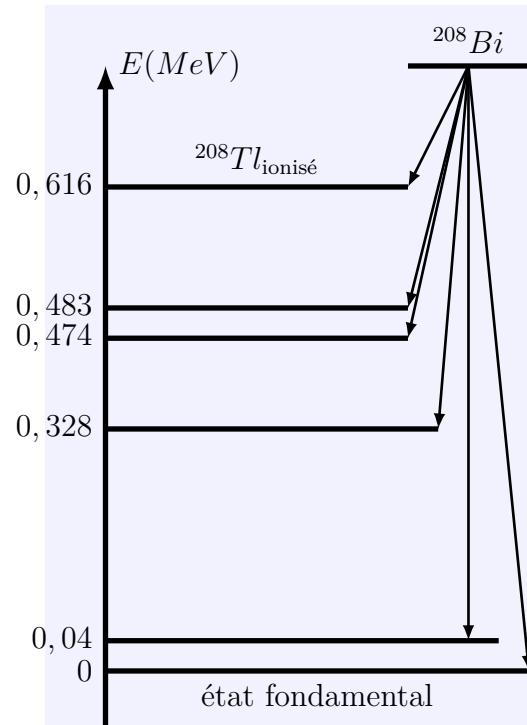
Diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène

Exercice 7 :

Le bismuth 212, ^{212}Bi , radioactive de type α . Il se désintègre en thallium 208 .

Le diagramme énergétique ci-contre représente le niveau d'énergie du noyau père , de bismuth , et ceux du noyau fils .

1. quel niveau est choisi pour référence de l'énergie ?
2. Écrire l'équation de la désintégration ^{212}Bi
- 3.a Calculer la plus grande longueur d'onde des rayons γ émis lors de la désexcitation du noyau fils .
- b. Faire de même pour la plus courte longueur d'onde .


Exercice 8 :

La relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ en (eV) donne les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène , avec

n entier naturel positif $n \geq 1$.

1. Calculer la valeur absolue de l'énergie pour l'état fondamental , les trois premier états excités et l'état ionisé .
2. Représenter ces niveau d'énergie sur un diagramme énergétique .
3. Montrer que l'atome d'hydrogène dans son état fondamental peut absorber les photons d'énergie 10,2 eV et 12,8 eV et il ne peut pas absorber le photon d'énergie 5,2 eV .
4. Dans le cas d'absorption :
 - 4.1 représenter les transitions possibles sur le diagramme énergétique
 - 4.2 Calculer la longueur d'onde et la fréquence de la radiations du photon d'énergie 10,2 eV
 - 4.3 Quelle est la nature de cette radiation ?
5. L'atome d'hydrogène peut-il être excité s'il heurte :
 - 5.1 un électron d'énergie cinétique 5 eV
 - 5.2 un électron d'énergie cinétique 12 eV