EXERXICE N° 1 ***Atome de Bohr. h = 6,64.10^{-34} J.s***

L'atome d'hydrogène est modélisé selon Bohr par un proton fixe O et un électron de masse m en mouvement circulaire uniforme autour du proton.

La vitesse de l'électron est v et le rayon r.

Le moment cinétique par rapport à O est quantifié

Lo = n.$\hbar$ avec n un entier.

1. Déterminer une relation entre r, v, m, n et $\hbar$

2. Déterminer une deuxième relation liant r et v.

3. En déduire que $r = n^2.r_0$ avec r_0 à définir.

4. Montrer que l'énergie mécanique de l'électron est aussi quantifiée.

5. Déterminer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

EXERCICE N° 2

A)Les phrases suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier très brièvement.

1. Une radiation lumineuse du domaine de l'ultraviolet est plus énergétique qu'une radiation visible.

2. Les raies d'une même série du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène correspondent à des transitions d'un même niveau d'énergie m initial vers un niveau d'énergie n inférieur quelconque.

B) Dans l'atome d'hydrogène, l'énergie de l'électron dans son état fondamental est égale à -13,6 eV.

1. Quelle est en eV, la plus petite quantité d'énergie qu'il doit absorber pour

- passer au 1er état excité ?
- passer du premier état excité à l'état ionisé ?

2. Quelles sont les longueurs d'onde des raies du spectre d'émission correspondant au retour :

- de l'état ionisé au 1erétat excité ?
- du premier état excité à l'état fondamental ?

C) On envoie une radiation monochromatique de longueur d'onde λ=23,7nm sur un hydrogénoïde de telle façon que l'électron atteigne le niveau n=5.

1. Définir cet hydrogénoïde.

2. Retrouver des relations simples permettant de calculer l'énergie, le rayon de l'orbite et la vitesse de l'électron sur ce niveau en partant de la théorie de Bohr. Calculer ces grandeurs.

On donne R_H =1,09677.107m^{-1}

EXERCICE N°3

Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène est un spectre discontinu constitué de séries de raies.

Chaque série est composée des raies d'émission correspondant aux différentes désexcitations possibles vers un niveau d'énergie donné. Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène dépendent du nombre quantique principal n par la relation, exprimée en eV :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$$

1. À quel état de l'atome correspond le niveau n ∞ ?

2. La série de Balmer correspond aux désexcitations vers le niveau n = 2. Quelles sont les raies de cette série qui appartiennent au domaine visible ? Déterminer leur longueur d'onde dans le vide.

3. Dans cette série, la raie d'émission ayant la plus petite longueur d'onde dans le vide est appelée "raie limite". À quelle désexcitation correspond-elle dans la série de Balmer ? Déterminer sa longueur d'onde dans le vide. À quel domaine des ondes électromagnétiques appartient-elle ?

Données : ***visible : 400 < λ < 800 nm ; UV : 120 < λ < 400 nm***

EXERCICE N°4 (SYNTHESE)

1. Rutherford a décrit les hydrogènoïdes (H , He^+, Li^{2+}) par un modèle planétaire : L'électron a un mouvement circulaire de rayon r, autour du noyau constitué de Z protons.

a. Exprimer la force électrique subit par l'électron en fonction de k, Z, e et r

b. Démontrer que le mouvement de l'électron est uniforme.

c. Etablir l'expression de sa vitesse v en fonction de k, e, r, Z et m.

d. Exprimer son énergie cinétique en fonction des mêmes paramètres

e. Exprimer son énergie potentielle Ep en fonction de k, e, r et Z à partir du travail de la force électrique. En déduire l'expression de son énergie mécanique E en fonction des mêmes données. Quelle est sa limite quand r tend vers l'infini ?

2. Différents faits expérimentaux ont conduit Niels Bohr à formuler l'hypothèse suivante : l'électron ne peut se déplacer que sur certains cercles dont les rayons r_n obéissent à la loi :
$v_n r_n = nK/m_{e-}$ K : constante universelle : $K=1{,}054.10^{-34}$Js ; n : nombre entier non nul ; v_n : vitesse de l'électron sur le cercle de rayon r_n

a. Déterminer l'expression de r_n en fonction des constantes k, K, m, e, Z et de n .

. Exprimer r_n en fonction de r_1. Calculer r_1 pour l'atome H (Z = 1), les ions He^+(Z =2) et Li^{2+}(Z = 3)

b. Déterminer l'expression de En, énergie mécanique de l'électron sur le cercle de rayon r_n en fonction des mêmes paramètres.

3. Pour l'atome d'hydrogène

a- Exprimer En en fonction de n en joule puis en électron volt

b. Calculer en eV les énergies des six premiers niveaux

c. Donner l'expression littérale de la longueur d'onde $\lambda_{p,m}$, de la radiation émise lors de la transition électronique du niveau n = p au niveau n = m en expliquant pourquoi on a p > m.

d. L'analyse du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène montre la présence des radiations de longueurs d'onde :
$H_\alpha = 656{,}28$ nm, $H_\beta = 486{,}13$ nm et $H_\gamma = 434{,}05$ nm.
Ces radiations sont émises lorsque cet atome passe d'un état excité p > 2 à l'état n = 2.

- Déterminer les valeurs correspondantes de p.
- Balmer, en 1885, écrivait la loi de détermination de ces raies sous la forme :

$\boldsymbol{\lambda = \lambda_0 \frac{p^2}{p^2-4}}$ Retrouver cette loi et déterminer la valeur λ_0.

e. La série de Lyman comprend les radiations émises par l'atome d'hydrogène excité (n ≥ 2) lorsqu'il revient à son état fondamental. (n = 1)

Evaluer, en nm, l'écart Δλ, entre la plus grande et la plus petite longueur d'onde des raies de la série de Lyman.

f. Calculer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène lorsque l'électron est :
- A l'état fondamental
- Au troisième état excité

g. On envoie sur des atomes d'hydrogène différents photons, d'énergies respectives : 1,9ev ; 3,4ev ; 8,2 eV ; 10,2 eV ; 13,6 eV ; 14,6 eV. Quels sont les photons pouvant être absorbés :
- Si l'atome est dans son état fondamental ?
- Si l'atome est dans son premier état excité ?

On précisera l'état final du système ?

4- Pour l'ion lithium Li^+

FIN DE SERIE