**Exercice 1.**

On irradie un hydrogénoïde avec une lumière monochromatique de longueur d’onde . On constate que l'électron périphérique de cet hydrogénoïde passe du niveau fondamental au niveau excité .

**1**- Déterminer la nature de l’hydrogénoïde irradié.

**2**- Déterminer les rayons quantifiésde cet hydrogénoïde en fonction du nombre quantique principal , du nombre de charge  et du rayon de la première orbite .

**3-** Déterminer le nombre d'électrons de la couche périphérique et la charge du noyau ainsi que les trois premiers rayons d'orbites en fonction de  pour les hydrogénoïdes He +, Li 2+ et Ne 9+.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hydrogénoïde** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**4**- Comment varie le rayon de l'orbite en fonction de l'ordre et en fonction du numéro atomique.

**5**- Déterminer l’énergie nécessaire de l'ionisation de l'hydrogénoïde ****sachant que l'électron périphérique se trouve sur le niveau n = 10.

**6**- Comparer cette énergie à celle due à l’ionisation de l’hydrogène dans l’état fondamental.

**7-** Que peut-on conclure de la stabilité de Ne9+ par rapport à celle de l’hydrogène?

On donne et 

**Corrigé 1.**

 **1-** La nature de l'hydrogénoïde







L’hydrogénoïde en question est l’hélium.

**2-** Le premier postulat de Bohr qui énonce la quantification du moment cinétique 

 donne:



Le noyau de charge et l’électron de l’hydrogénoïde de chargesont soumis à une force électrostatique d’attraction. Le principe fondamental de la dynamique appliqué à l'électron qui tourne sur une orbite circulaire avec un mouvement circulaire uniforme donne:



Le rayon de l'orbite d'ordre est donné par:







**3-** Remplissage du tableau

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hydrogénoïde** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**4-** Le rayon de l'orbite d'ordre  d'un hydrogénoïde en fonction du nombre quantique principal  suit une variation parabolique. Alors que la variation du rayon de l'orbite en fonction du numéro atomique est hyperbolique.

ce qui implique que les orbites électroniques s’approchent de plus en plus du noyau à cause de l’augmentation de l’attraction électrostatique noyau électron.

**5**- ****

****

**6**- L’énergie de l’ionisation du Néon à l’étatest égale à celle de l’ionisation de l’hydrogène à l’état .

**7**- On en conclue que le néon est beaucoup plus stable et plus lié que l’hydrogène à cause de l’attraction de l’électron périphérique par une charge positive  fois grande que celle de l’hydrogène.

**Exercice 2.**

On s'intéresse à l'étude de la raie spectrale de Balmer de l'atome d’hydrogène.

1- Déterminer l'expression de la longueur d'onde de cette raie en fonction de ****.

2- Calculer les longueurs d'ondes limites de cette série et préciser son domaine spectrale électromagnétique. On donne .

**3-** L'effet de l'attraction noyau-électron est-il à courte ou à grande distance.

**4-** Donner les différences et les ressemblances entre les diagrammes énergétiques de et .

**5-** Trouver une relation entre *m* et *p* permettant aux longueurs d’onde de l’ion , associées aux transitions électroniques du niveauvers les niveaux , de coïncider avec les longueurs d’onde de l’atome d’hydrogène associées aux transitions électroniques allant du niveau  vers les niveaux .

**6-** Remplir le tableau ci-dessous en précisant les transitions impliquées dans le cas de et et donner l’expression des longueurs d’onde en fonction de ****.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Transition pour**  | **Transition pour**  |  |
|  |  |  |

**Corrigé 2.**

**1-** La série de Balmer correspond aux transitions entre le niveau fondamental et les niveaux excités 

**2-** La gamme de la longueur d'onde de cette série est délimitée par la transition , et celle qui correspond à , .



Pour , 



Pour , 







Le domaine spectral de ces longueurs d'ondes est le visible.

**3-** L’effet de l'attraction noyau-électron est plus important quand les niveaux d’énergie sont à courte distance.

**4-** Donc pour les petites valeurs de , les états de sont plus liés que ceux de . Par contre pour les *n* grands càd lorsque les orbites électroniques s’éloignent du noyau, les niveaux d’énergie vont se resserrer de plus en plus car l’attraction électrostatique est faible pour  et .

**5-** Pour , on a . Par suite, les longueurs d’onde de l’ion , qui correspondent aux transitions électroniques partant du niveau vers les niveaux , vérifient la relation:



== avec .



Les longueurs d’ondes coïncident si est un entier pair  .

**6-** Remplissage du tableau

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Transition pour**  | **Transition pour**  |  |
|  |  |  |

**Exercice 3.**

On considère un atome hydrogénoïde . On donne l'énergie à l’état fondamental du système noyau-électron de l’atome d’hydrogène est .

**1-** Calculer en et en , l’énergie des quatre premiers niveaux de l’ion hydrogénoïde .

**2-** Calculer l'énergie absorbée par un ion , quand l’électron passe du niveau fondamental au premier niveau excité.

**3-** Supposant que cette énergie est fournie sous forme lumineuse, quelle est la longueur d’onde du rayonnement capable de provoquer cette transition. On donne : Li , et 

**Corrigé 3.**

**1-** L'énergie à l’état fondamental du système noyau-électron de l’ion hydrogénoïde est:





L'énergie des quatre premiers niveaux de l’ion hydrogénoïde sont:







**2-** Quand la transition aura lieu entre le niveau fondamental et le niveau excité , l'énergie absorbée





**3-** La longueur d’onde du rayonnement qui provoquer cette transition est:



Le rayonnement est dans le domaine de l’ultraviolet.

**Exercice 4.**

L’atome d’hydrogène montre un spectre qui contient différentes séries de raies.

**1-** Donner les longueurs d’onde de la première raie et de la raie limite pour les trois premières séries.

**2-** La longueur d'onde de la première raie de la série de Brackett du spectre d’émission de l’atome d’hydrogène est .Déterminer la longueur d’onde des trois raies suivantes.

**3-**Déterminer le domaine spectrale où on observe ces raies.

**4-** La première raie de la série de Brackett du spectre d’émission de l’atome d’hydrogène a pour longueur d’onde 4,052 mm. Calculer la longueur d’onde des trois raies suivantes.

**Corrigé 4.**

**1-** L'énergie du niveau de l'aome d'hydrogène est donnée par:



Quand la transition fait passer l'électron du niveau au niveautelle que i≠j, il y a émission d'un photon de longueur d'onde donnée par:



avec est la constante de Rydberg.

**2-** On définit les séries de Lyman, Balmer, Pashen et Brackett tel que ,  et  et .

La première raie de chaque série est , alors que la raie limite est.

La série Lyman

et 

La série Lyman

et 

La série de Pashen

 et 

**3-** Le domaine spectral des séries de Lyman, Balmer et Pashen est respectivement l'ultra-violet, le visible et l'infra-rouge.

**4-** La série de Brackett

,, , .

**Exercice 5.**

**1-** Déterminer l'énergie du niveau fondamental de l'atome d'hélium sachant que son énergie de première ionisation est.

**2-** L'atome d'hélium se trouve dans un état excité. Un de ses électrons se trouve au niveau d'énergie . Calculer la longueur d'onde de la radiation émise lorsque cet électron retombe au niveau fondamental.

**Corrigé 5.**

Lors d’une ionisation, l’électron passe de l’état fondamental à l’état excité:



L'énergie de première ionisation de l'atome d'hélium est 24,6 eV

avec 

Lors d’une ionisation, l’électron passe de l’état fondamental à l’état excité:

L'énergie de l'état fondamental est: 

**2-** L’énergie émise est:



La longueur d’onde la radiation émise est:



**Exercice 6.**

**1-** L’électron de l’atome d’hydrogène est excité au niveau d'ordre , déterminer la série des raies émises lorsqu'il revient à l’état fondamental.

**2-** Calculer dans chaque cas la fréquence et la longueur d’onde du photon émis.

**Corrigé 6.**

Une série de dix raies est possible lorsque l'électron de l'atome d’hydrogène est émis du niveau excité d'ordre vers l’état fondamental comme le montre la figure 1.

Le calcul de la fréquence et la longueur d’onde du photon émis nécessite l'utilisation du modèle de Bohr ou la formule empirique de Ritz.

L'énergie du niveau d'ordre de l'atome d'hydrogène d'après le modèle de modèle de Bohr est donnée par:



****

**Figure 1.** Raies de l'atome d’hydrogène lorsque l'électron est émis du niveau excité d'ordre vers l’état fondamental.

Le photon émis a une longueur d’onde donnée par la relation empirique de Ritz.



L'écart énergétique entre les deux niveaux  et est donnée par:



On représente dans le tableau suivant l'énergie, la fréquence, la longueur d'onde, le domaine spectral et la série.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Raie**  | **Energie (J )** | **Fréquence (1015 Hz )** | **Longueur d’onde (nm)** | **Domaine spectral** | **Série** |
|  |  |  |  |  |  |

**Exercice 7.**

Un atome d’hydrogène absorbe un photon de longueur d’ondedans son état fondamental puis émet un photon de longueur d’onde .

Déterminer le niveau où se trouve l’électron après cette émission.

On donne et .

**Corrigé 7.**

Quand l'atome d'hydrogène absorbe un électron à l'état fondamental, la loi de Bohr s'écrit:



La relation empirique de Ritz donne:







Quand l'atome d'hydrogène émet un électron à l'état fondamental, on écrit:





**Exercices supplémentaires**

**Exercice 1.**

**1-** Déterminer la longueur d'onde qui correspond à la quatrième raie de la série de Balmer du spectre de l'hydrogène.

**2-** Préciser le domaine spectral de cette raie

**Corrigé.** λ = 410.3 nm. La raie est dans le visible de couleur violette.

**Exercice 2.**

L'énergie nécessaire pour arracher l'électron 3s du sodium est 5.14 eV. Déterminer la longueur d'onde du rayonnement qui permet d'ioniser le sodium.

**Corrigé.** λ = 242 nm.

**Exercice 3.**

On considère l'hydrogénoide ZX+q dans son troisième état excité. Sachant que son rayon est 2.826 Ǻ.

**1-** Déterminer son numéro atomique et en déduire sa charge.

**2-** Calculerl'énergie d'ionisation en eV de cette hydrogénoide à partir de cet état excité.

**Exercice 4.**

L’électron d’un atome d’hydrogène est situé sur le niveau énergétique défini par n=3.

**1-** Calculer l’énergie de cet électron.

**2-** Calculer la longueur d’onde qui provoque l’ionisation de cet hydrogène.

**3-** Déterminer l'énergie qui correspond à cette ionisation.

L'électron émet de l’énergie pour se stabiliser sur un niveau donné.

**4-** Calculer l’énergie et la fréquence de la transition de plus grande longueur d’onde.

**5-** L’électron de l’hydrogénoïde subit la même transition que celle de l’hydrogène en absorbant une énergie égale à 2.72x 10-18J. Quel est cet hydrogénoïde.

**Exercice 5.**

Les niveaux d’énergie de l’atome d’hydrogène sont donnés par la relation: En =−A/ n2 où n est un nombre entier naturel non nul et A = 13,6 eV .

**1-** Déterminer l’énergie d’ionisation de l’atome d’hydrogène en eV.

**2-** Un atome d’hydrogène passe d’un état excité défini par n > 2 vers l’état n = 2.

**3-** Déterminer l’ensemble des radiations émises qui constituent la série de Balmer.

**4-** Montrez que la longueur d’onde λ d'une radiation émise de cette série s’écrit sous la forme: 1/ λ = RH (1/222 −1/n2).

**5-** Explicitez RH en fonction de A, h et c et calculez RH dans le système international. **6-** Déterminez la transition qui correspond à la radiation (Hα) de la série de Balmer de longueur d’onde λ1 = 656 nm.

**Exercice 6.**

Le spectre d’émission de l’atome de sodium possède une raie intense dont la longueur d’onde λ est égale à 589,3 nm.

**1-** Calculez l’énergie d’un photon de longueur d’onde λ = 589,3 nm en l'exprimant en joule et en électron volt.

**2-** À l’aide du diagramme simplifié des niveaux d’énergie de l’électron externe de l’atome de sodium, indiquez à quelle transition de l’électron externe correspond la raie d’émission λ = 589,3 nm.

**3-** Un atome de sodium dans son état fondamental peut-il absorbé un photon de longueur d’onde λ= 496 nm.

**4-** Déterminez l’énergie d’ionisation Ei de l’atome de sodium à partir de son état fondamental.

On donne le diagramme simplifié des niveaux d’énergie de l’électron externe de l’atome de sodium:

