

## الذرة وميكانيك نيوتن

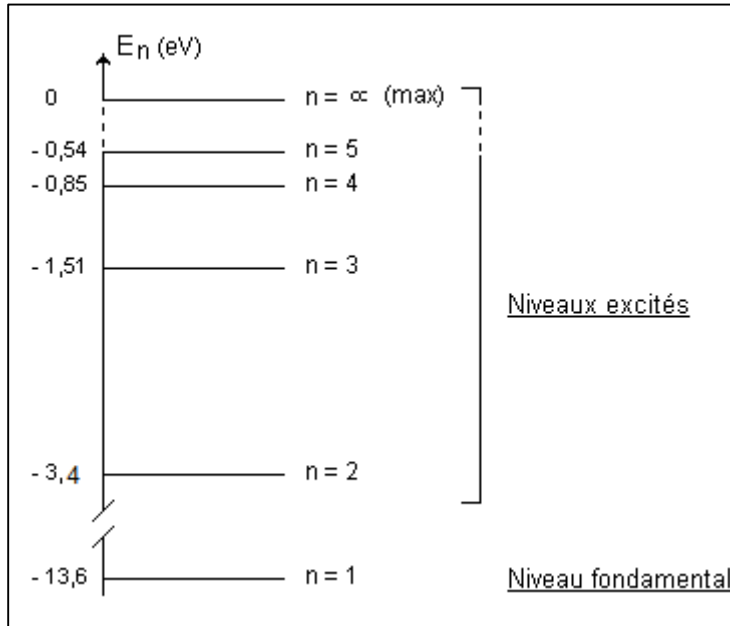
### تمرين 1 :

يعبر عن طاقة ذرة الهيدروجين في مستوى طاقي رقمه  $n$  بالعلاقة التالية :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ مع } E_0 = 13,6 \text{ eV و } n \in \mathbb{N}^*$$

- 1- مثل في مخطط للطاقة المستويات :  $n = 1$  و  $n = 2$  و  $n = 3$  و  $n = 4$  و  $n = 5$  و  $n = \infty$
- 2- عين الحالة الأساسية وحالات الإثارة وحالة التأيين .
- 3- نرسل على ذرة الهيدروجين في حالتها الأساسية فوتونا طاقته  $E_a = 12,75 \text{ eV}$  هل تمتص الذرة هذا الفوتون ، علل جوابك؟
- 4- نفس السؤال بالنسبة لفوتون طاقته  $E_b = 11,0 \text{ eV}$  .
- 5- تمتص ذرة الهيدروجين فوتونا طاقته  $E_c = 15,6 \text{ eV}$  . ماهي الطاقة الحركية للإلكترون عندما يغادر ذرة الهيدروجين .

### تمرين 2 :



- ذرة الهيدروجين تتكون من إلكترون واحد في حركة حول بروتون واحد . مستويات الطاقة الإلكترونية كمماة اي لا يمكن ان تاخذ الا قيما كمماة .  
تعطي الوثيقة التالية مخطط الطاقة لذرة الهيدروجين .
- 1- حدد طاقة الحالة الأساسية لذرة الهيدروجين ب (eV).
  - 2- أحسب الطاقة اللازمة لتأيين ذرة الهيدروجين انطلاقاً من الحالة الأساسية .
  - 3- تنتقل ذرة الهيدروجين من المستوى الطاقي  $E_p$  الى المستوى الطاقي  $E_n$  حيث  $P > n$  .
  - 3-1- هل يصاحب هذا الانتقال انبعاث أو امتصاص للأشعة ؟ علل جوابك .

- 3-2- أحسب أصغر طول الموجة  $\lambda_{min}$  لهذه الاشعة إذا اعتبرنا أن  $n = 2$  .
  - 4- نرسل على ذرة الهيدروجين في حالتها الأساسية فوتونات طاقتها  $E = 10,2 \text{ eV}$  فتنتقل الى المستوى الطاقي  $E_n$  .
  - 4-1- عين طول الموجة لهذه الفوتونات .
  - 4-2- أحسب  $E_n$  طاقة المستوى المثار .
- معطيات :

ثابتة بلانك:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$   
 سرعة الضوء:  $c = 8 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$

### تمرين 3 :

1- في العام 1885 توصل عالم الفيزياء بالمير ، بعد دراسة طيف الإنبعاث لذرة الهيدروجين ، الى علاقة مبنية على قياسات تجريبية تعطي أطوال الموجة في الفراغ للحزات الطيفية المنعثة :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

حيث  $R_H$  ثابتة و  $n$  عدد صحيح طبيعي أكبر من 2 .

يعطي الجدول التالي قيم  $\lambda$  و  $n$  بالنسبة للحزات الطيفية الأربع الأولى لمتسلسلة بالمير :

6	5	4	3	$n$
410,2	434,0	486,1	656,3	$\lambda(nm)$

1-1- تحقق عدديا أن هذه القيم موافقة لعلاقة بالمير واستنتج قيمة الثابتة  $R_H$  في النظام العالمي للوحدات .

1-2- أحسب القيمة الحدية  $\lambda_p$  لطول الموجة لمتسلسلة بالمير.

1-3- أحسب الطاقة الدنيا للفوتونات المقرونة بهذه المتسلسلة .

2- تبين دراسة نظرية لذرة الهيدروجين أن تعبير طاقة ذرة الهيدروجين في مستوى طاقي رقمه  $n$  هو :

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

حيث  $E_0 = -13,6 eV$  و  $n$  عدد صحيح طبيعي غير منعدم .

1-2- حدد طاقة ذرة الهيدروجين في حالتها الأساسية وفي حالات الإثارة الخمس الأولى .

2-2- بين أن انتقال ذرة الهيدروجين من مستوى طاقي  $n$  الى مستوى طاقي  $p$  بحيث  $p > n$  يرافقه انبعاث إشعاع طول موجته يحقق العلاقة التالية :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

2-3- استنتج تفسيرا لمتسلسلة بالمير .

2-4- مثل هذه المتسلسلة في مخطط الطاقة .

معطيات :

$$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J \quad ; \quad c = 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1} \quad ; \quad h = 6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

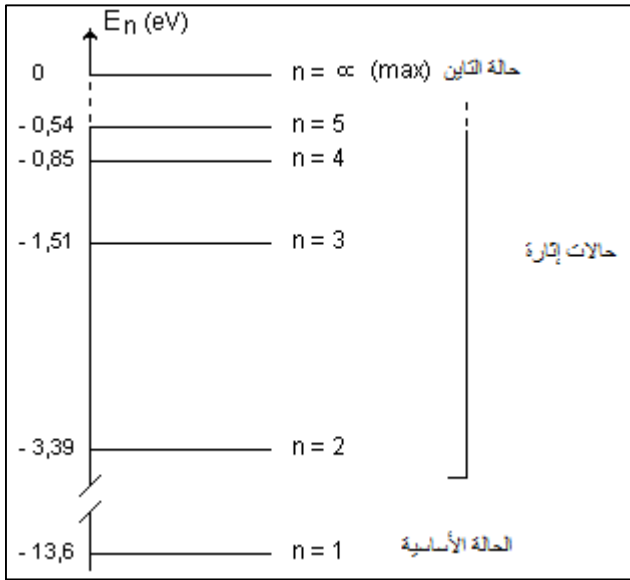
## تصحيح تمارين الذرة وميكانيك نيوتن

### تمرين 1 :

1- تمثيل مستويات الطاقة :

حساب مستويات الطاقة باستعمال العلاقة :  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  نحصل على النتائج التالية :

∞	5	4	3	2	1	رقم المستوى الطاقى $n$
0	-0,54	-0,85	-1,5	-3,4	-13,6	طاقة المستوى $E_n(eV)$



2- الحالة الأساسية توافق أقل قيمة للطاقة .

وهي الحالة الأكثر استقرارا  $E_1 = -13,6 eV$   
حالة التاين توافق مستوى الطاقة  $E = 0$  في هذه الحالة ينفصل  
الإلكترون من النواة.

3- كيف تتصرف ذرة الهيدروجين في حالتها الأساسية عندما  
نرسل عليها فوتون طاقته  
 $E_a = 12,75 eV$  ؟

تنتقل الذرة ، عندما تمتص الفوتون ، الى مستوى طاقي :  
 $E_1 - E_a = -13,6 + 12,75 = -0,85 eV$   
هذه طاقة المستوى  $n = 4$  وبالتالي الذرة تمتص الفوتون و تمر  
الى المستوى  $n = 4$  .

4- في حالة طاقة الفوتون  $E_b = 11,0 eV$

الذرة في حالة امتصاص الفوتون تنتقل الى مستوى طاقي :

$$-13,6 + 11,0 = -2,6 eV$$

لا توجد هذه القيمة ضمن مخطط الطاقة لذرة الهيدروجين ، وبالتالي لا تمتص الذرة هذا الفوتون .

5- دراسة تصرف الذرة عندما تستقبل فوتون طاقته  $E_c = 15,6 eV$  :

هذه الطاقة ( $15,6 eV$ ) أكبر من طاقة التاين ( $136eV$ ) الذرة تصبح أيونا والإلكترون يتحرر من الذرة بطاقة حركية  
 $2,0 eV$  .

## تمرين 2 :

1- طاقة الحالة الأساسية نحدده بمخطط الطاقة :  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$

2- طاقة التاين :  
الذرة توجد في حاتها الأساسية ومنه :

$$\Delta E = E_{\infty} - E_1 = 0 - (-13,6) = 13,6 \text{ eV}$$

3-1- طبيعة هذا الإنتقال :

بما أن  $p > n$  إذن  $E_p > E_n$   
يصاحب هذا الإنتقال إنبعاث لأشعة لأن الذرة تنتقل من مستوى مثار  $p$  إلى مستوى أقل إثارة  $n$ .

3-2- حساب طول الموجة  $\lambda_{min}$  :

$$\lambda = \frac{hc}{E} \quad \text{ومنه} \quad E = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{لدينا :}$$

يتبين من هذه العلاقة أن طاقة الفوتون تتناسب عكسيا مع طول الموجة  $\lambda$ .

$$\text{وبالتالي : } \lambda_{min} = \frac{hc}{E_{max}}$$

$$E_{max} = E_p - E_n$$

$$E_{max} = E_{\infty} - E_2$$

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{E_{\infty} - E_2}$$

$$\lambda_{min} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{0 - 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,66 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad \text{ت.ع.}$$

4-1- طول الموجة للفوتون :

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{10,2 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,22 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad \text{ت.ع.} \quad \lambda = \frac{hc}{E}$$

4-2- طاقة الذرة بعد امتصاصها للفوتون :

$$E = E_p - E_n$$

الذرة توجد في حالتها الأساسية  $n = 1$  ومنه :

$$E_p = 10,2 - 13,6 = -3,4 \text{ eV} \quad \text{ت.ع.} \quad E_p = E + E_1$$

### تمرين 3 :

1-1-التحقق من موافقة القيم الواردة في الجدول لعلاقة بالمير:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{n^2 - 4}{4n^2} \right)$$

$$R_H = \frac{1}{\lambda} \frac{n^2}{(n^2 - 4)}$$

حساب قيم :  $\frac{1}{\lambda} \frac{n^2}{(n^2 - 4)}$

6	5	4	3	$n$
410,2	434,0	486,1	656,3	$\lambda(nm)$
$1,097 \cdot 10^7$	$1,097 \cdot 10^7$	$1,097 \cdot 10^7$	$1,097 \cdot 10^7$	$\frac{1}{\lambda} \frac{n^2}{(n^2 - 4)} (m^{-1})$

من معطيات الجدول يتبين أن قيم  $\frac{1}{\lambda} \frac{n^2}{(n^2 - 4)}$  ثابتة

نستنتج أن علاقة بالمير تتحقق وأن قيمة الثابتة  $R_H$  هي :  $R_H = 1,097 \cdot 10^7 m^{-1}$

2-1- القيمة الحدية لمتسلسلة بالمير :

هي القيمة التي يأخذها طول الموجة  $\lambda$  عندما يؤول العدد  $n$  الى اللانهاية :  $\frac{1}{\lambda_\ell} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - 0 \right) = \frac{R_H}{4}$

$$\lambda_\ell = \frac{4}{R_H} \Rightarrow \lambda_\ell = \frac{4}{1,097 \cdot 10^7} = 3,646 \cdot 10^{-7} m$$

3-1- الطاقة الدنيا للفوتونات المتسلسلة :

نعلم أن طاقة الفوتون تكتب :

$$E = hv = \frac{hc}{\lambda}$$

القيمة الدنيا لهذه الطاقة توافق أكبر قيمة لطول الموجة والتي هي حسب الجدول :  $\lambda = 656,3 nm$   
ت.ع:

$$E = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{656,3 \cdot 10^{-9}} = 3,03 \cdot 10^{-19} J$$

$$E = \frac{3,03 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,89 eV$$

## 2-1-طاقات ذرة الهيدروجين :

-الحالة الأساسية للذرة توافق أدنى قيمة للطاقة أي أصغر قيمة للعدد  $n$  أي :  $n = 1$

$$E_1 = -\frac{E_0}{1^2} = -13,6 \text{ eV} \text{ هي: طاقة الحالة الأساسية}$$

-حالات الإثارة الخمس الأولى توافق الأعداد 2 و 3 و 4 و 5 وطاقاتها ممثلة في الجدول التالي :

6	5	4	3	2	$n$
-0,38	-0,54	-0,85	-1,5	-3,4	$E_n(\text{eV})$ $= -\frac{13,6}{n^2}$

## 2-3-التعبير النظري لطول الموجة :

عندما تنتقل الذرة من مستوى طاقي  $n$  الى مستوى طاقي  $p$  أدنى فإنها تحرر طاقة على شكل إشعاع بحيث طاقة الفوتون تساوي القيمة المطلقة لتغير طاقة الذرة نكتب :

$$|\Delta E| = E_n - E_p = h\nu \Rightarrow |\Delta E| = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \left[ \left( -\frac{E_0}{n^2} \right) - \left( -\frac{E_0}{p^2} \right) \right]$$

$$\frac{hc}{\lambda} = E_0 \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc} \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

ت.ع:

$$\frac{E_0}{hc} = \frac{13,6 \times 1,602 \cdot 10^{-19}(\text{J})}{6,62 \cdot 10^{-34}(\text{J} \cdot \text{s}) \times 3 \cdot 10^8(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})} = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

نلاحظ أن :

$$R_H = \frac{E_0}{hc} = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

وبالتالي تتحقق العلاقة :

## 2-4-تفسير متسلسلة بالمير :

علاقة بالمير نستنتجها من العلاقة الأخيرة باعتبار  $p = 2$  ومنه أن متسلسلة بالمير تتكون من الحزات الطيفية المنبعثة نتيجة فقدان ذرة الهيدروجين إثارتها من مستوى طاقي ( $n > 2$ ) أي 3، 4، 5 .... الى مستوى طاقي 2 .

5-2-تمثيل متسلسلة بالمير في مخطط الطاقة :

