

الذرة وميكانيك نيوتن

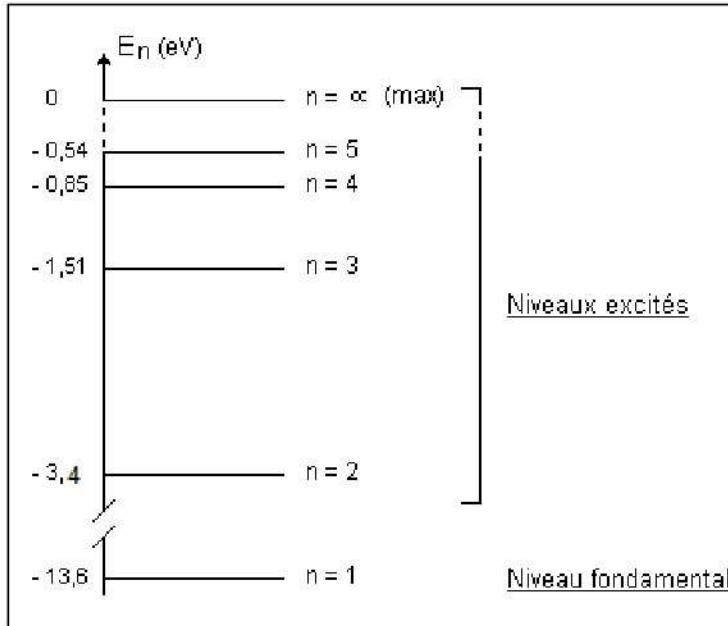
تمرين 1 :

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

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

- 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 التآين .
- 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 مكماة اي لا يمكن ان تاخذ الا قيما مكماة .
تعطي الوثيقة التالية مخطط الطاقة لذرة الهيدروجين .
- 1- حدد طاقة الحالة الأساسية لذرة الهيدروجين ب (eV)
 - 2- أحسب الطاقة اللازمة لتآين ذرة الهيدروجين انطلاقا من الحالة الأساسية .
 - 3- تنتقل ذرة الهيدوجين من المستوى الطاقى E_p الى المستوى الطاقى E_n حيث $P > n$.
 - 3-1- هل يصاحب هذا الإنتقال انبعاث أو امتصاص للأشعة ؟ علل جوابك .

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

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

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 λ 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 λ_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 $E_0 = -13,6 \text{ eV}$ 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 :

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

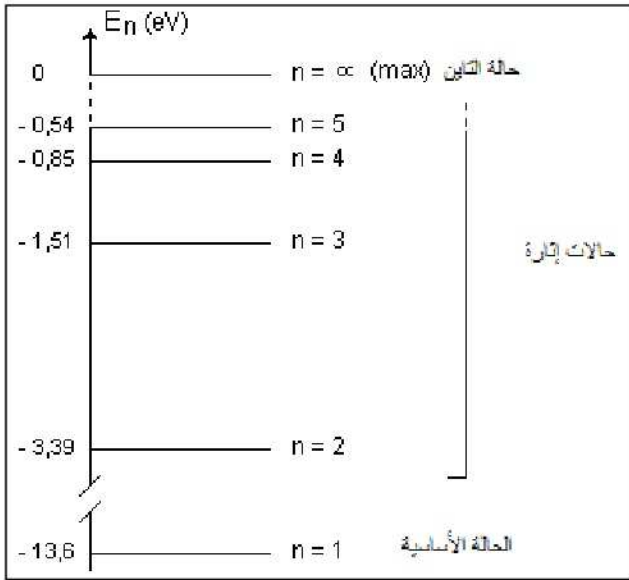
تصحيح تمارين الذرة وميكانيك نيوتن

تمرين 1 :

1-تمثيل مستويات الطاقة :

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

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



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 نرة الهيدروجين في حالتها الأساسية عندما نرسل عليها فوتون طاقته

$$E_a = 12,75 eV ?$$

تنتقل النرة ، 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 النرة 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 الانتقال :

بما أن $p > n$ إذن $E_p > E_n$

يصاحب هذا الانتقال انبعاث للأشعة لأن الذرة تنتقل من مستوى مثار p إلى مستوى أقل إثارة n .

3-2- حساب طول الموجة λ_{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 λ .

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

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

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

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

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

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 λ 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 : $n = 1$

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

-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 :

