العلاقات الرياضية المشتقة من علاقة بور

تحسب طاقة المستوى الموجود فيه الإلكترون من العلاقة:

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

حيثُ:

R_H: ثابتُ ريد بيرغ ($R_H = 2.18 \times 10^{-18}$)

n: رقمُ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ.

وتحسب الطاقة الممتصة أو المنبعثة عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى إلى آخر من العلاقة:

$$\Delta E = E_{n_2} - E_{n_1}$$

حيثُ:

n_2: المستوى الذي انتقلَ إليْهِ الإلكترونُ.

n_1: المستوى الذي انتقلَ منْهُ الإلكترونُ.

وبتعويضِ طاقةِ المستوى في العلاقةِ السابقةِ، فإنَّ:

$$\Delta E = \left(\frac{-R_H}{n_2^2}\right) - \left(\frac{-R_H}{n_1^2}\right)$$

يُمكِنُ إعادةُ ترتيبِ هذهِ العلاقةِ للحصولِ على قيمةٍ موجبةٍ لفرقِ الطاقةِ، بحيثُ تصبحُ على النحوِ الآتي:

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

حيثُ:

n_1: مستوى الطاقةِ الأقلُّ.

n_2: مستوى الطاقةِ الأعلى.

سؤال (1):

أحسب طاقة المستوى الأول، الثاني، الثالث، الرابع، والمستوى اللانهائي في ذرة الهيدروجين، علماً بأن ثابت رايدبيرغ = $2.18 \text{ J} \times 10^{-18}$

الحل:

طاقة المستوى الأول:

$$E_n = -RHn2$$

$$E_1 = = -RH12 = -R_H$$

$$E_1 = -R_H = -2.18 \times 10^{-18} J$$

طاقة المستوى الثاني:

$$E_n = -RHn2$$

$$E_2 = = -RH22 = -RH4$$

$$E_2 = -RH4 = -2.18 \times 10\text{-}184 = -0.54 \times 10^{-18} J$$

طاقة المستوى الثالث:

$$E_n = -RHn2$$

$$E_3 = = -RH32 = -RH9$$

$$E_3 = -RH9 = -2.18 \times 10\text{-}189 = -0.242 \times 10^{-18} J$$

طاقة المستوى الرابع:

$$E_n = -RHn2$$

$$E_4 = = -RH32 = -RH9$$

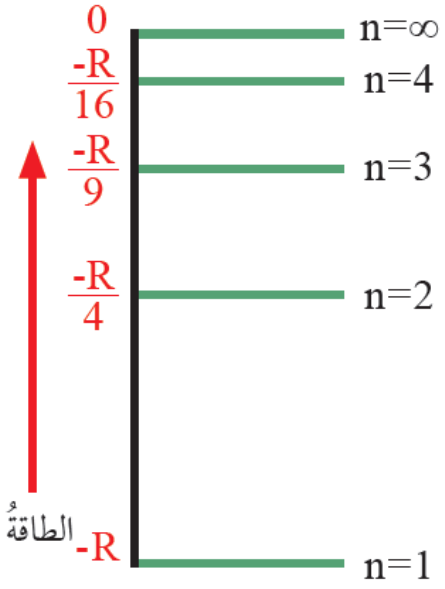
$$E_4 = -RH16 = -2.18 \times 10\text{-}1816 = -0.136 \times 10^{-18} J$$

طاقة المستوى اللانهائي (∞):

$$E_n = -RHn2$$

$$E_\infty = = -RH\infty = 0$$

وبعد حساب طاقة مستويات الطاقة يمكن تمثيلها كما في الشكل أدناه:



سؤال (2):

أحسب طاقة الإشعاع المنبعثة من ذرة الهيدروجين المثارة عند عودة الإلكترون من المستوى الرابع إلى المستوى الأول.

الحلُّ:

$$n_1=1 \quad , \quad n_2=4$$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16}\right) = 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

سؤال (3):

ما تردد الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين مثارة في المستوى الرابع عند عودتها إلى حالة الاستقرار؟

الحلُّ:

$n_1=1 \quad , \quad n_2=4$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16}\right) = 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

$$\Delta E = h\nu$$

$$2.04 \times 10^{-18} = 6.63 \times 10^{-34} \times \nu$$

$$\nu = 0.3 \times 10^{16}\ Hz$$