البـــاب الثـــانى

التركيب الذرى والروابط الكيميائية

أمثلة محلولة :

مثال (١) :

إذا وجد أن الطاقة اللازمة لتحرير الكترون من ذرة فلز السيزيوم تساوى ١,٨١ الكترون فولت . احسب أطول موجة للضوء الساقط الذى يتسبب عنه تحرير الالكترون .

الحل :

طاقة شعاع الضوء الساقط على الفلز (E) = الطاقة اللازمة لتحرير الالكترون من الفلز + طاقة حركة الالكترون .

أطول موجة للضوء الساقط الذى يتسبب عنه تحرير الالكترون معناه أقل طاقة لهذا الشعاع الساقط على الفلز والذى يتسبب عنه تحرير الالكترون وهذا يفرض أن طاقة الحركة للالكترون تساوى صفر ، بالتعويض فى معادلة بلانك فإن :

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = 1.81 \text{ ev} \quad (\text{طاقة الشعاع الساقط})$$

$$= 1.81 \times 1.60 \times 10^{-12} \text{ erg}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.625 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{10}}{1.81 \times 1.60 \times 10^{-12}} \quad (\text{طول موجة الشعاع الساقط})$$

$$= 6.77 \times 10^{-5} \text{ cm} = 6770 \text{ A}^{\circ}$$

مثال (٢) :

احسب الطاقة بوحدات الكترون فولت . كيلو سعر للجزىء الجرامى لفوتون يتميز بموجة طولها ٢ انجستروم .

الحل :

العلاقة بين طاقة الفوتون وتردد الموجة أو طولها تعطيها معادلة بلانك :

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = 2.0\ \text{A}^{\circ} = 2.0 \times 10^{-8}\ \text{cm}$$

$$E = \left(\frac{6.625 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{10}}{2.0 \times 10^{-8}}\right)\ \text{erg.}$$

$$= \left(\frac{6.625 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{10}}{2.0 \times 10^{-8}} \times \frac{1}{1.60 \times 10^{-12}}\right)\ \text{ev}$$

$$= 6.13 \times 10^{3}\ \text{ev}$$

$$= 6.13 \times 10^{3} \times 23.05 = 1.42 \times 10^{5}\ \text{Kcal/mole}$$

مثال (٣) :

احسب نصف قطر مدار بوهر الأول لذرة الهيدروجين (r_o)

الحل :

أعطت نظرية بوهر المعادلة التى تعبر عن نصف القطر (r) لذرة الهيدروجين والأيونات الشبيهة بذرة الهيدروجين (أى التى تحتوى على الكترون واحد) فى الصورة :

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m\ Ze^2}$$

ولذرة الهيدروجين : $Z = 1$ وللمدار الأول : ($n = 1$) ، ونحصل على :

$$r_o = \frac{h^2}{4\pi^2 me^2} = \frac{(6.625 \times 10^{-27})^2}{4 \times (3.14)^2 \times (9.11 \times 10^{-28}) \times (4.8 \times 10^{-10})^2}$$

$$= 0.529 \times 10^{-8}\ \text{cm} = 0.529\ \text{A}^{\circ}$$

مثال (٤) :

احسب سرعة الكترون فى مدار بوهر الأول لذرة الهيدروجين ؟

الحل :

يمكننا حساب سرعة الالكترون فى مدار بوهر باستخدام فرض نظرية بوهر :

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

وفى المدار الأول : $n = 1$

وفى ذرة الهيدروجين : $r = r_o = 0.529 \times 10^{-8}\ \text{cm}$

ونحصل على سرعة الالكترون :

$$v = \frac{h}{2\pi m r_o} = \frac{6.627 \times 10^{-27}}{2 \times 3.14 \times 9.11 \times 10^{-28} \times 0.529 \times 10^{-8}}$$
$$= 2.188 \times 10^{8} \text{ cm/sec.}$$

مثال (٥) :

احسب جهد تأين ذرة الهيدروجين ؟

الحل :

أعطت نظرية بوهر المعادلة التى تعبر عن عدد الموجه ($\bar{\nu}$) لشعاع الضوء الممتص عندما ينتقل الالكترون من مدار n_1 إلى مدار n_2 فى الصورة :

$$\bar{\nu} = \frac{2\pi^2 m e^4 Z^2}{ch^3}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$
$$= R\ Z^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

حيث R ثابت ريدبرج ويساوى ١٠٩٦٧٧,٥٨ سم$^{-١}$

ولذرة الهيدروجين Z = ١ ونحصل على جهد التأين الأول على أنه الطاقة اللازمة لزوال الالكترون من مدار بوهر الأول ($n_1 = ١$) إلى مالانهاية ($n_2 = \infty$)

ولذا تكتب معادلة عدد الموجة التى تناظر هذه الطاقة فى الصورة :

$$\bar{\nu} = R = 109677.58 \text{ cm}^{-1}$$

ونحصل على الطاقة بالتعويض فى معادلة بلانك :

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = hc\bar{\nu}$$
$$= 6.625 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{10} \times 109677.58$$
$$= 2.17 \times 10^{-11} \text{ erg}$$
$$\therefore \frac{2.17 \times 10^{-11}}{1.60 \times 10^{-12}} = 13.5 \text{ ev}$$

مثال (٦) :

تبعاً لنظرية بوهر فإن طاقة الجهد للالكترون فى ذرة الهيدروجين تساوى ٢٧ الكترون فولت، كم يكون جهد تأين الأيون He^+ ؟

الحل :

$$V = -\frac{Ze^2}{r} \quad \text{(طاقة الجهد للالكترون)}$$

$$E_H = \frac{-Ze^2}{2r} = \frac{V}{2} = \frac{27}{2} = 13.5\ eV \quad \text{(الطاقة الكلية للالكترون فى ذرة الهيدروجين)}$$

وللايونات شبيهة بذرة الهيدروجين يمكننا حساب جهد التأين من المعادلة :

$$I.R. = E_H \frac{Z^2}{n^2} \quad \text{(جهد التأين)}$$

حيث n = عدد الكوانتم للمدار الذى يشغله الالكترون ، وفى حالة الأيون He^+ نفترض الألكترون فى حالته العادية (n = ١) ونحصل على :

$$I.P. = E_H Z^2 = 13.5 \times 2^2$$
$$= 13.5 \times 4 = 54\ eV$$

مثال (٧) :

إذا أعطيت طول موجة دى برولیه لجسيم بالمعادلة $\lambda = \frac{h}{p}$

حيث p ترمز لكمية حركة الجسيم . برهن أن محيط مدار بوهر للذرة شبه الهيدروجين تساوى عدداً صحيحاً مضروباً فى طول موجة دى برولیه لالكترون يتميز بكمية الحركة p .

الحل :

تبعاً لفرض نظرية بوهر :

$$mvr = \frac{n\,h}{2\pi}$$

$$2\pi r = \frac{nh}{mv} \quad \text{(محيط مدار بوهر)}$$

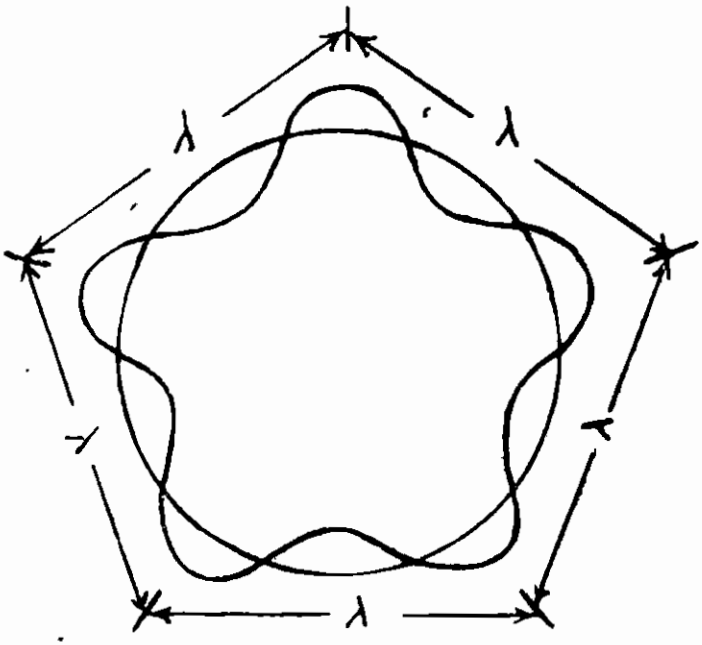
وحيث أن : $p = mv$ (كمية الحركة)

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \text{(طول موجة دى برولیه)}$$

فبالتعويض نحصل على :

$$2\pi r = \frac{nh}{p} \quad n\lambda \quad \text{(محيط مدار بوهر)}$$

أى أن مدار بوهر يساوى عدداً صحيحاً مضروباً فى طول موجة الالكترون . وهذه المعادلة تمثل حالة موجة موقوفة كما هو مبين فى الشكل لعدد كوانتم $n = 5$.



مثال (٨) :

اكتب التناسقات الالكترونية لكل من : Na^{+} , Cl^{-}, Zn^{+2}

الحل :

Na^{+}	:	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$				
Cl^{-}	:	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$		
Zn^{+2}	:	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^8$

أسئلة وتمارين إضافية :

١ — اكتب التناسقات الالكترونية لكل من :

Na ; Si ; P , V , W , H^{-} , O^{2-} , Mg^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} , Li^{+}

٢ — احسب طول موجات الثلاث خطوط الأولى فى سلسلة بالمر لذرة الهيدروجين

(Ans. 6564 A° ; 4853 A° ; 4342 A°)

٣ - اكتب التصيغ الالكترونية للمركبات التالية ممثلا الالكترونات بنقط :

$SOCl_2$ (أ) $POCl_3$ (ب) HCN (حـ)

N_2 (د) NH_4Cl (هـ) HCl (و)

٤ - وضح اتجاه ودرجة النسبية القطبية لجزيئات المركبات التالية :

الأمونيا (NH_3) ، الكلور (Cl_2) ، الماء (H_2O) ، كلوريد البروم ($BrCl$) ، كبريتيد الهيدروجين (H_2S) .

٥ - تكلم باختصار عن الشواهد والأدلة التى تؤيد ما يلى :

(أ) أن الذرة لها كتلة صغيرة وتحتوى على الكترونات سالبة الشحنة .

(ب) أن الذرة لها نواة صغيرة جداً نسبياً وأن النواة لها شحنة موجبة وتحتوى معظم كتلة الذرة .

(حـ) أن الالكترونات فى الذرة موزعة فى مدارات .

٦ - إذا كان جهد التأين الأول لليثيوم ($Li \longrightarrow Li^+ + e^-$) يساوى ٥,٣٩ الكترون فولت . وجهد التأين الثانى ($Li^+ \longrightarrow Li^{++} + e^-$) يساوى ٧٥,٦٢ الكترون فولت . احسب طول موجة شعاع الضوء الذى يناظر كل جهد .

(الجواب : ٢٣٠٠ ، ١٦٤ أنجستروم)

٧ - احسب مستعيناً بنظرية بوهر جهد التأين الثالث لذرة الليثيوم .

(الجواب = ١٢٢,٤ الكترون فولت)

٨ - تنشأ مجموعة خطوط طيف ليمان عند انتقال الكترون فى حالته المثارة ($n_2 \geq 2,3 \ldots\ldots$) إلى حالته العادية ($n_1 = 1$) . احسب عدد الكوانتم ($n_2$) للحالة الأصلية لخط طيف ليمان الذى يتميز بعدد موجة قيمته ٩٧٤٩٢ سم$^{-1}$.

(الجواب = (n_2) = ٣)

٩ - لماذا تختلف خواص العناصر الانتقالية اختلافاً طفيفاً فيما بينها ؟

١٠ - ما الذى يؤثر فى الاختلافات القائمة بين الحجوم الذرية للعناصر ؟

١١ – كيف تعلل الظواهر التالية :

(أ) الحد الأقصى للشحنة الموجبة على الأيون البسيط + ٣

(ب) الحد الأقصى للشحنة السالبة على الأيون البسيط – ٣ .

(حـ) الحد الأقصى للرابطة المتضاعفة هو ٣ .

١٢ – اذكر ثلاثة أمثلة تتبع قاعدة الثمانيات وثلاثة أخرى لاتتبعها ووضح كيف أمكن تفسير هذه المشاهدات فى ضوء التركيب الالكترونى للذرة .

١٣ – ماذا تعنى المفردات التالية :

عنصر انتقالى ، نظير ، ذرة مستثارة ، كوانتم ، تثنية الموجة والجسيم . رابطة قطبية ، ثمانيات غير مكتملة ؟

١٤ – اشرح كيف أن PCl_5 ، SeF_6 مركبات مستقرة ويمكن تحضيرها بسهولة بينما NCl_5 ، OF_6 مركبات غير مستقرة ؟