بسم الله الرحمن الرحيم

قَالُواْ سُبْحَانَكَ لاَ عِلْمَ لَنَا إِلاَّ
مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ۞

(سورة البقرة/الآية ٣٢)

(صدق الله العظيم)

أطياف الامتصاص والانبعاث للذرات
Absorption and emission spectral of atoms

Baghdad 2026

أطياف الامتصاص والانبعاث للذرات
Absorption and emission spectral of atoms

- اذا ما سخنت الذرات او الجزيئات الى درجات حرارة عالية فانها تبعث ضوء ذا ترددات عالية مثل انبعاث ضوء احمر عند تسخين ذرة الهيدروجين وهذا يسمى طيف الانبعاث .
- اذا تنبعث خطوط او متسلسلات طيفية سميت بأسماء مكتشفيها :-
- ١- متسلسلة ليمان :- تظهر في منطقة الاشعة فوق البنفسجية
- وتبدأ من $109679\ cm^{-1}$ وتستمر 82259
- ٢- متسلسلة بالمر :- وتغطي جزء صغير من مافوق البنفسجية وجزء كبيرا من المرئية
- وتبدأ 15233 وتستمر 27420
- ٣- متسلسلة باشن :- تقع في منطقة ما تحت الحمراء القريبة من الطيف
- وتبدأ من 5232 وتستمر 12186
- ٤- متسلسلة براكيت :- تظهر في منطقة IR
- ٥- متسلسلة فوند :- تظهر في منطقة IR
- يدعى مخطط ترددات الامتصاص بطيف الامتصاص

- **طيف الامتصاص :-** هو خاصية لتمييز الذرة او الجزئية لتشخيصها وعملياً يعبر عن موقع الامتصاص بتعابير العدد الموجي wave number $\acute{\nu}$
- E طاقة الاشعاع المنبعث او الممتص

$E \propto \nu$

ν التردد

$E = h\nu$

$h = (6.62 \times 10^{-27}\ \text{erg.sec})$

$= (6.62 \times 10^{-34}\ \text{J. sec})$

$\because c = \lambda\nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$

$\therefore \acute{\nu} = \frac{1}{\lambda}$

$\therefore E = h\frac{c}{\lambda} \Rightarrow E = hc\acute{\nu}$

- لقد وضع رايد بيرغ تعبيراً رياضياً امكن بواسطته التنبأ بمواقع جميع الخطوط الطيفية لذرة الهيدروجين

- $\acute{V}_H = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{m^2}\right)$
- R_H = ثابت رايد يرغ $10967976\ cm^{-1}$
- m , n_1 تمثل اعداد صحيحة وان $m > n_1$
- ان قيمة m لمتسلسلة دائما تكون اكبر من n ، اي ان $m = n+1$ وعليه يمكن تحديد عدد الخطوط من قيمة m ومعرفة نوع المتسلسلة من n أما للذرات الشبيهة بالهيدروجين يكون حساب $\acute{v}$
- $\acute{v} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$
- حيث Z = عدد ذري
- مثال :- احسب $\acute{v}_H$ (العدد الموجي) للخطوط التي لها $n = 1$

4,3,2 =M

- عندما $n = 1$ فالخط الاول يعود لمتسلسلة ليمان
- $\therefore n^2 = n_1^2$ تعطينا دلالة على نوع المتسلسلة

$2 = m\ ,\ 1 = n$ -: الخط الاول

$$\acute{v}_H = 109679 \left(\frac{1}{2_1} - \frac{1}{2_2}\right) = 82259\ cm^{-1}$$

-: الخط الثاني

$$\acute{v}_H = 109679 \left(\frac{1}{2_1} - \frac{1}{3_2}\right) = 97492\ cm^{-1}$$

-: الخط الثالث

$$\acute{v} = 109679 \left(\frac{1}{2_1} - \frac{1}{4_2}\right) = 102824\ cm^{-1}$$

نستنتج ان الخطوط الثلاثة تعود الى متسلسلة ليمان

- أما العدد الموجي $n = 2$, $m = 3,4,5,6$.... يعود الى متسلسلة بالمر
- $n=3$, $m = 4,5,6$....يعود الى متسلسلة باشن
- $n=4$, $m = 5 ,6$..... يعود الى متسلسلة براكيت
- $n=5$, $m = 6,7$....يعود الى متسلسلة فوند

ذرة بور Bohr atom

لقد وضع العالم بور عدة فرضيات

١- تدور الالكترونات ضمن عدد من المدارات حول النواة

٢- لكل من هذه المدارات نصف قطر وطاقة محدودة

٣- يكون للالكترون الذي يدور حول النواة زخم زاوي $\frac{h}{2\pi}$ اي ان

r نصف قطر المدار الدائري

m_n

كتلة النواة

$\frac{mvr}{\text{زخم الزاوي}} = \frac{nh}{2\pi}$

v سرعه الخطية للكترون m = كتلة e

v = سرعة الالكترون

r = نصف قطر المدار

n = عدد صحيح = عدد كم رئيسي

الشكل :- صورة بور لذرة الهيدروجين الكترون منفرد ذوكتلة m_e يسير في مدار دائري بسرعة v عند مساحة من نواة كتلتها m_n

النموذج الكلاسيكي لذرة الهيدروجين . ويصور الإلكترون على انه يتحرك في مدار دائري حول النواة ذات البروتون الوحيد .

- ٤- تفقد الذرة او تكتسب الطاقة بكميات محددة عندما ينتقل الالكترون من مستوى طاقة محدد الى مستوى طاقة محدد اخر اي ان :-

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$\Delta E = -$ باعث

$\Delta E = +$ ماص

- ٥- ان نظرية بور تطبق فقط على ذرة الهيدروجين والذرات الشبيهة بالهيدروجين .
- لاجل ان يكون المدار مستقراً (ثابتاً) يجب ان تكون القوة الطاردة المركزية الناتجة عن الحركة الدائرية للالكترونات تساوي في المقدار وتعاكس في الاتجاه مع قوة الجذب بين النواة والالكترونات

$$F_\circ = \frac{m_e v^2}{r} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

معادلة (1) تمثل القوة الطاردة

$F_\circ$ قوة طاردة

(ملاحظة) :- قوة التجاذب الالكتروستاتيكية بين e والبروتون هي اعظم بكثير من قوة التجاذب فيمكن اهمال قوة الجاذبية .

$$F_e = -\frac{ze^2}{r^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

F_e قوة التجاذب الالكتروستاتيكية

Z عدد ذري

ان من شروط المدار الثابت او المستقر هي

$$F_\circ + F_e = 0$$

$$\therefore \frac{m_e v^2}{r} + \left(\frac{-Ze^2}{r^2}\right) = 0 \text{ او } \frac{m_e v^2}{r} = \frac{Ze^2}{r^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

من الممكن حساب طاقة الالكترون الذي يسير في مدار دائري باتباع الآتي الطاقة الكلية E هي مجموع الطاقة الحركية K_E والطاقة الكافة P_E

$E = K_E + P_E$ ..... (4)

$K_E = \frac{1}{2}mv^2$ .....(5)

$P_E = \frac{-Ze^2}{r^2}$.....(6)

طاقة كافة بسبب التجاذب الالكتروستاتيكي

وبذلك تكون الطاقة الكلية للالكترون

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{-Ze^2}{r^2} \ldots\ldots\ldots (7)$$

يمكن كتابة معادلة (3) بالشكل التالي

بعد ضرها ب (r) .....(3)

$$m_e\, v^2 = \frac{Ze^2}{r}$$

ويمكن تعويض $\frac{Ze^2}{r}$ (معادلة 3) بدلاً عن mv^2 بالمعادلة (7)

$$E = \frac{Ze^2}{2r} - \frac{Ze^2}{r} \Rightarrow E = \frac{-Ze^2}{2r} \ldots\ldots\ldots (8)$$

ويمكن تعويض $\frac{Ze^2}{r}$ (معادلة 3) بدلاً عن mv^2 بالمعادلة (7)

$$E = \frac{Ze^2}{2r} - \frac{Ze^2}{r} \Rightarrow E = \frac{-Ze^2}{2r} \dots\dots\dots (8)$$

وحسب نظرية بور نقطة (3)

$$m_e V_r = \frac{nh}{2\pi} \dots\dots\dots (9)$$

$$V = \frac{nh}{2\pi\, m_2\, r} \dots\dots\dots (10)$$

معادلة *(10)* لحساب سرعة الالكترون

وبتعويض معادلة *(10)* في *(3)* نحصل على

$$\frac{m_e n^2 h^2}{4\pi^2 m_e^2 Z\, e^2} = \frac{Ze^2}{r}$$

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_2 Z\, e^2} \dots\dots\dots (11)$$

معادلة *(11)* لحساب نصف القطر المدار لالكترون ذرة الهيدروجين بتعابير عدد الكم n

يمكن حساب طاقة كل مدار محتمل وذلك بتعويض قيمة r في معادلة *(11)* في معادلة *(8)*

$$E = \frac{-2\pi^2 m_e Z^2 e^4}{n^2 h^2} = \frac{-\mathrm{k}}{\mathrm{n}^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

ملاحظة

$$K = \frac{-2\pi^2 m_e Z e^4}{h^2}$$

m_e = كتلة الالكترون $9.11 \times 10^{-28}\ g$

z = العدد الذري للهيدروجين 1

e = شحنة الالكترون $= 4.8 \times 10^{-10}\ e.s.u$ وحدة الكتروستاتيكية

n = رقم المدار

h = ثابت بلانك

π = قيمة ثابتة او $\frac{22}{7}$ 3.14

مثال :- احسب نصف قطر مدار بور الاول

الحل :- نستخدم معادلة (11) وهي

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_e Z e^2}$$

$$= \frac{(1)^2(6.62\times10^{-27})^2}{4(3.14)^2(9.11\times10^{-28})(1)(4.8\times10^{-10})^2}$$

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

Or 0.529 A°

يسمى هذا بنصف قطر بور عندما $n=1$ ويرمز له ب ($a_\circ$)

مثال :- لحساب سرعة الالكترون في المدار الاول من ذرة الهيدروجين

الحل :- نستخدم المعادلة (10)

$$V = \frac{nh}{2\pi\, m_2\, r}$$

$$= \frac{(1)(6.6\times10^{-27})}{(2)(3.14)(9.1\times10^{-28})(0.529\times10^{-8})}$$

$$= 2.19 \times 10^{8} cm.sec^{-1}$$

مثال :- احسب قيمة k بوحدات erg

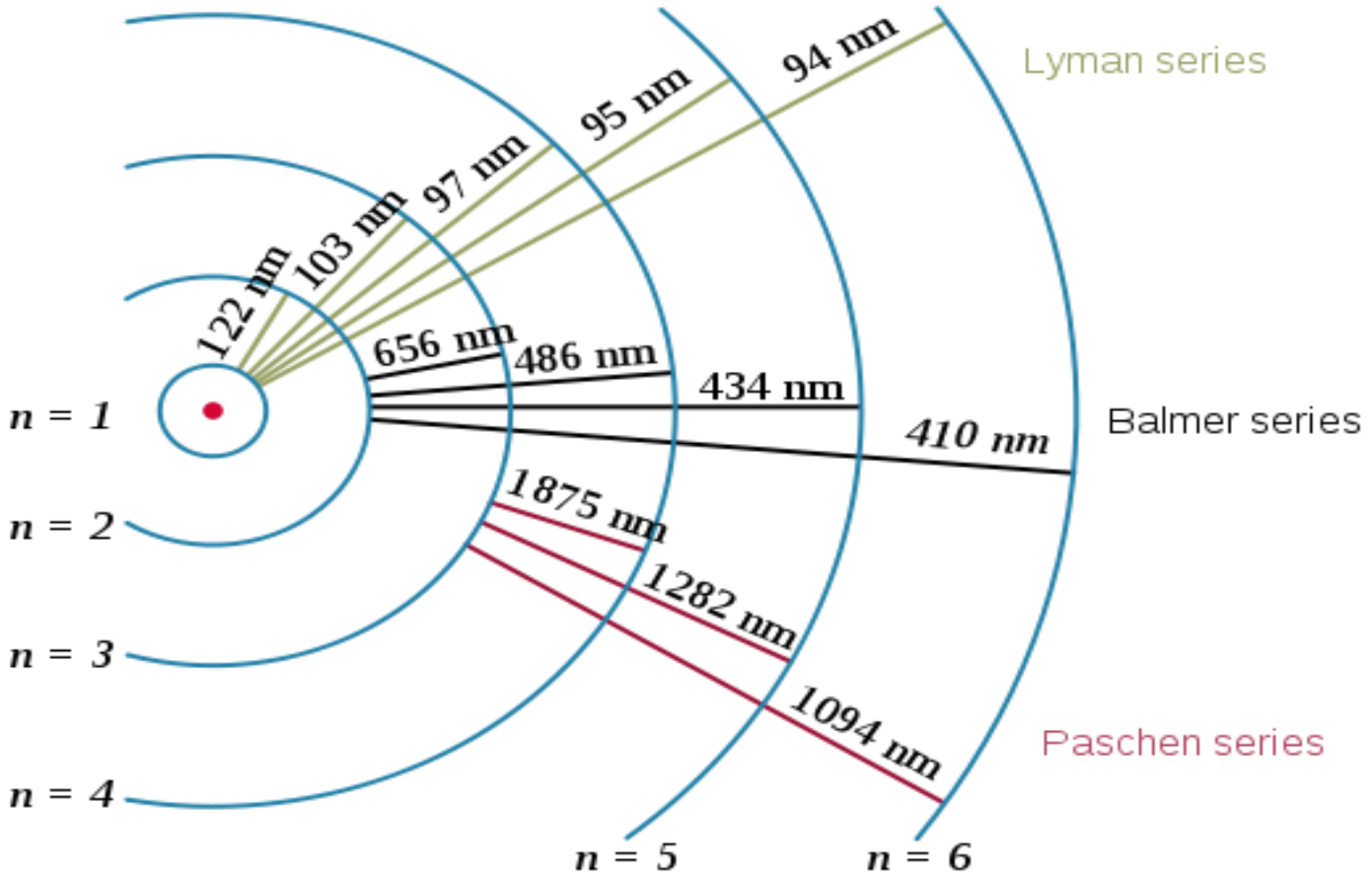
$$K = \frac{-2\pi^2 m_e Z^2 e^4}{n^2 h^2}$$

$$= \frac{-2\,(3.14)\left(9.1\times10^{-28}\right)(1)^2(4.8\times10^{-10})^4}{(1)^2(6.62\times10^{-27})}$$

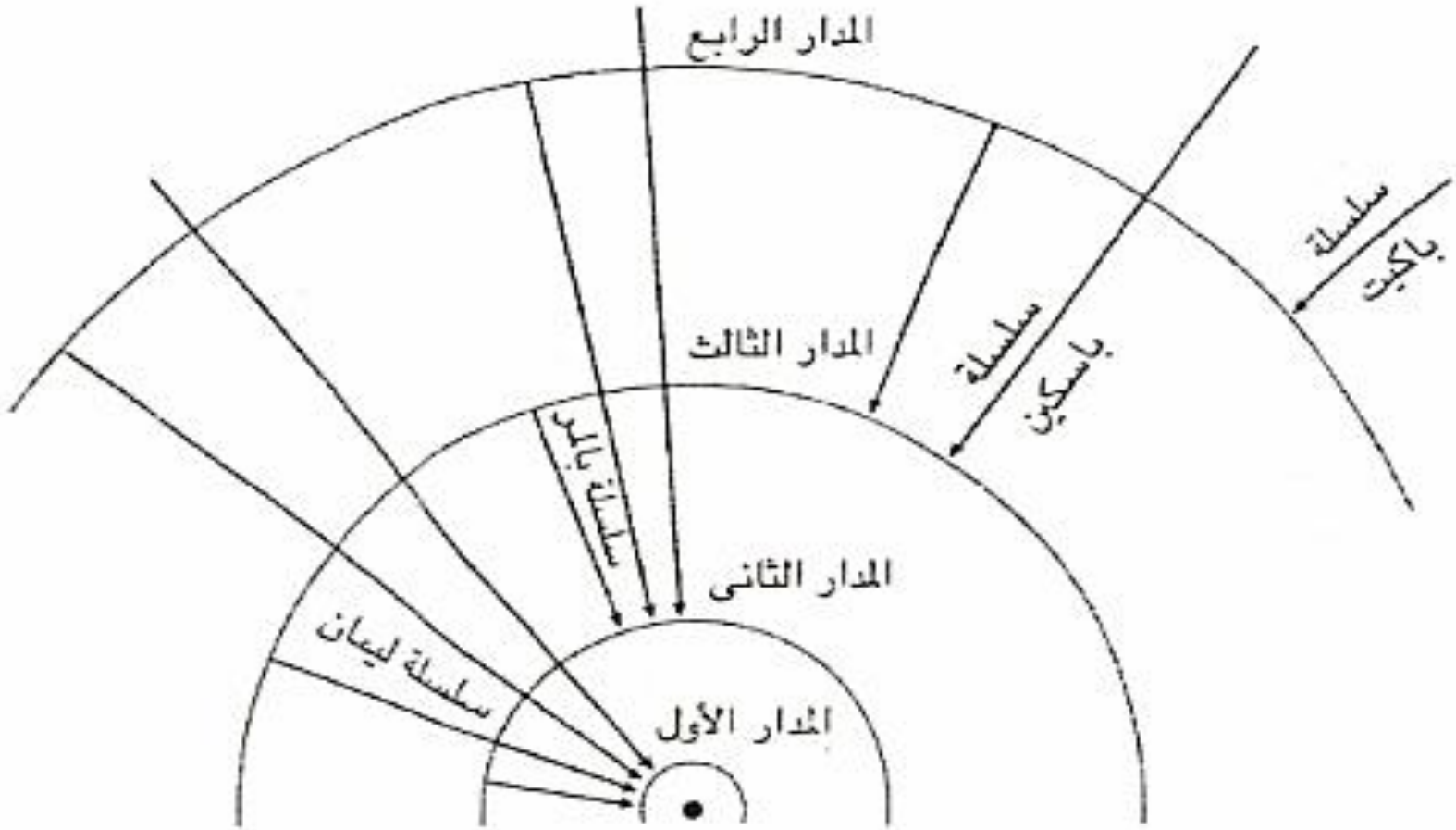
$$= 2.18\times10^{-11}\ erg$$

تفسير نظرية بور على ذرة الهيدروجين :-

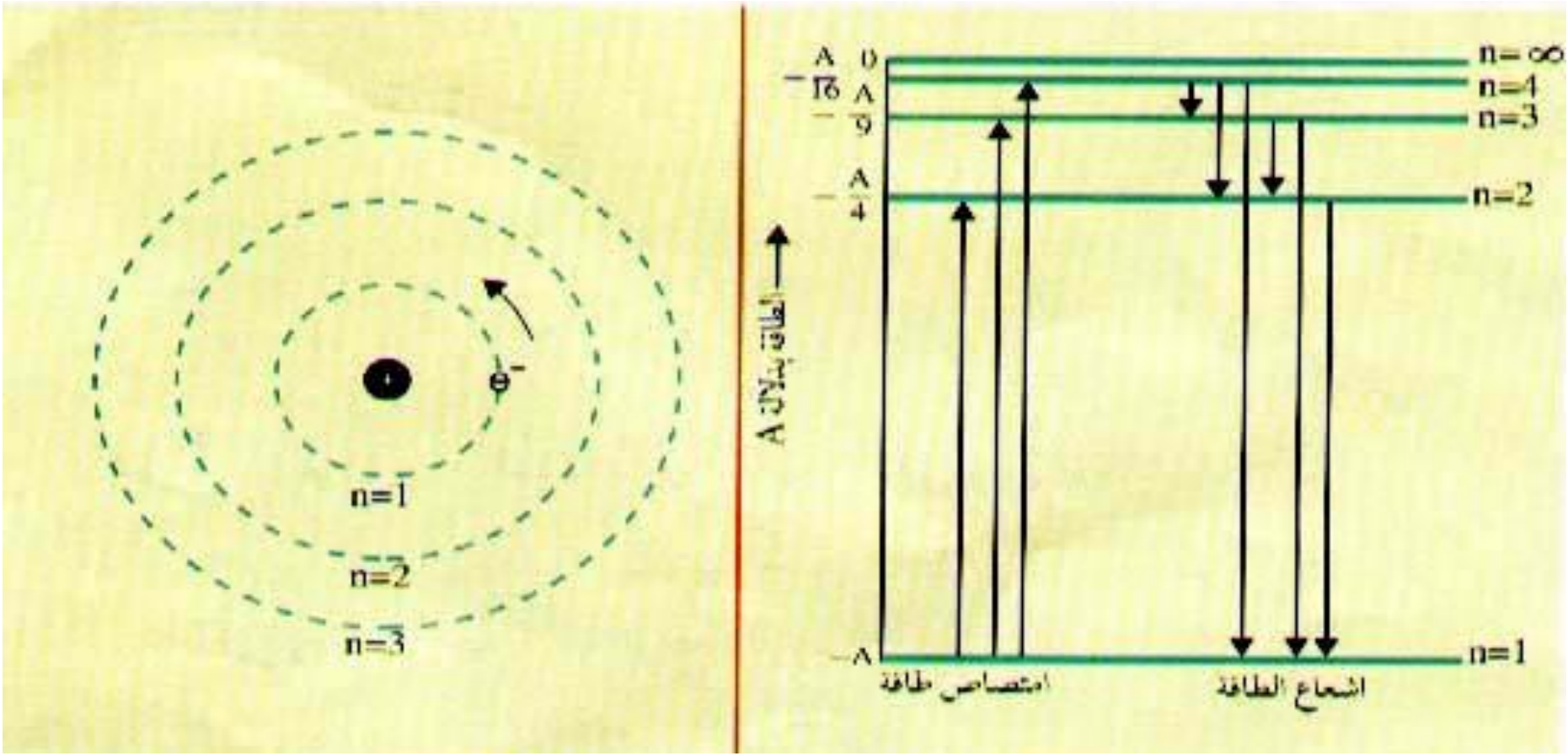
- لقد فسرت نظرية بور أطياف الامتصاص والانبعاث في ذرة H بتعابير المدارات ومستويات الطاقة والمبنية في الشكل (1-8) ص٤٨.
- ان الالكترون في المدار الاول (n=1) يكون اوطأ ويكون اكثر استقرارا هذه الحالة الالكترونية تسمى الحالة الهادئة (Ground state) وذا ما سار الالكترون في مدارات محددة فمن السهل تفسير ظهور اطياف الانبعاث والامتصاص على شكل فوتونات ذات اطوال موجية معينة
- اذا امتص الالكترون طاقة فأنه ينتقل الى مستوى ذي طاقة عالية وعند عودة الالكترون الى الحالة المستقرة فأنه يبعث فوتونات (طاقة) وتظهر السلاسل الخمسة السابقة الذكر
- ليمان ، بالمر ، باشن ، براكيت ، فوند
- فسرت ايضاً نظرية بور بسهولة زيادة عدد الخطوط في طيف الانبعاث عن تلك التي في طيف الامتصاص
- يسجل(n=5) الى المستوى الخامس (n=1)مثلا :- ان انتقال الالكترون من المستوى الاول خط الامتصاص واحداً الا انه من الممكن ان يسجل عند عودة هذه الالكترون اربعة خطوط مختلفة كما هو موضح في الشكل (١-٨) وهذه تكافئ متسلسلة ليمان في خطوط λانبعاث ذات الانبعاث .



مدارات ومستويات طاقة ذرة الهيدروجين



مدارات ومستويات طاقة ذرة الهيدروجين



تغير الطاقة نتيجة سقوط الالكترون الى مستويات طاقة اقل تهيجاً او اثارة .

- ان طاقة الانتقال ΔE_H هي فرق الطاقة بين الحالة الاولى والحالة الثانية
- $\Delta E = E_2 - E_1$
- $\Delta E = \frac{-2\pi^2 m_e e^4}{n_2^2 h^2} - \left(\frac{2\pi^2 m_e e^4}{n_1^2 h^2}\right)$
- $= \frac{2\pi^2 m_e e^4}{h^2}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \ldots\ldots\ldots (1)$
- $\frac{2\pi^2 m_e e^4}{h^3} = R_H$
- R_H ثابت رايدبيرغ
- $\because\ \Delta E = hc\acute{v}$
- $\acute{v} = \frac{\Delta E}{hc} \ldots\ldots\ldots (2)$

وبتعويض المعادلة (2) في (1)

$$\acute{\nu}_H = \frac{2\pi^2 m_e e^4}{ch^3}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

وبتعويض قيمة R_H في المعادلة (3) نحصل على

$$\nu = \acute{} R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \ldots\ldots\ldots (4)$$

معادلة (4) هي لحساب العدد الموجي للفوتون اللازم لاشارة e

احسب $\acute{\nu}$ للفوتون اللازم لاشارة الالكترون الى مستوى (m=5) لذرة الهيدروجين في متسلسلة باشن واحسب كمية الطاقة الممتصة في هذه الحالة .

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

$$= 109679 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$= 7799.39 \text{ cm}^{-1}$$

$= 7799.39\ \text{cm}^{-1}$

$E = hc\acute{\nu}$

$= \left(6.62 \times 10^{-27}\,\frac{erg}{sec}\right)\left(3 \times 10^{10}\,\frac{cm}{sec}\right)\left(7799.39\ \frac{1}{cm}\right)$

Thank you for your listening