الفصل 02+ 03

الفصل الثاني : البنية الذرية

الفصل الثالث :النشاط الاشعاعي

الفصل الثاني :

البنية الذرية

سنبين من خلال هذا الفصل بعض التجارب التي تؤدي الى ايضاح الطبيعة الكهربائية للذرة ومكوناتها .

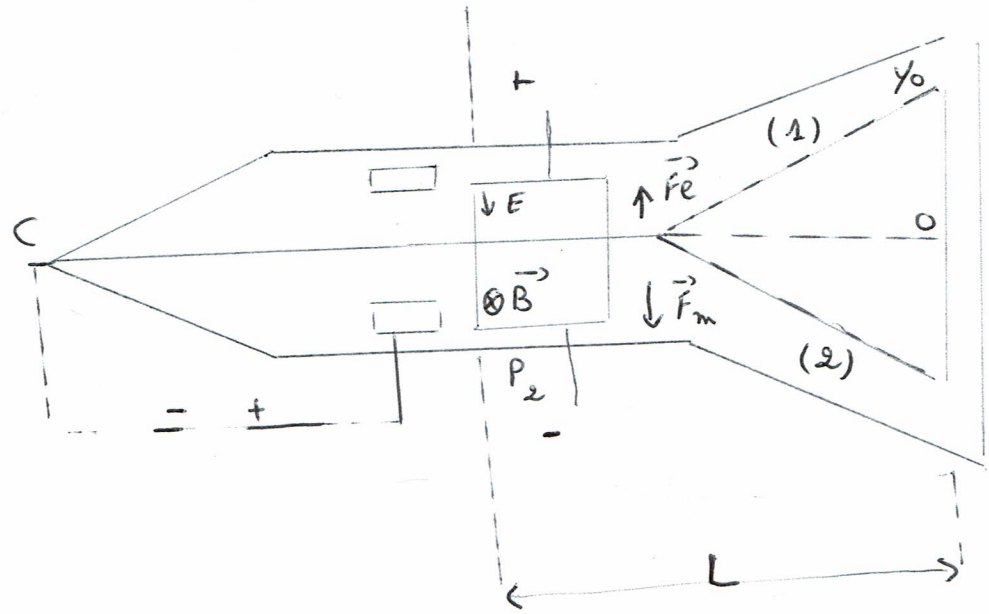
1- اكتشاف الإلكترون :

1.1 تجربة بلوكر وكروكس 1875 (الأشعة المهبطية) :

كشف العالم البريطاني كروكس عن وجود اشعاعات تنطلق من القطب السالب نحو القطب الموجب ، اطلق عليها الفيزيائي الألماني غولد شاتين إسم الأشعة المهبطية وهي الكترونات ، تسير الاشعة المهبطية في خطوط مستقيمة عمودية على الهبط ، يمكن للمادة ان تمتصها او توقفها ، كما تتميز هذه الأشعة بكتلة وتنحرف في مجال كهربائي نحو القطب الموجب .

2-2 تجربة طومسون 1897 : (قياس الشحنة النوعية) :

اخضع الفيزيائي البريطاني تومسون الأشعة المهبطية إلى تأثير حقل كهربائي $\vec{E}$ ، فانحرفت بفعل القوة $\vec{F_e}$ لتسقط ع اعلى الشاشة (P_0) تمكن طومسون من ازالة هذا الانحراف بتطبيقه حقل مغناطيسي تحريضه $\vec{B}$ موجه بشكل عمودي ع الحقل الكهربائي $\vec{E}$ ، فتسقط الحزمة بفعل القوة المغناطيسية $\vec{F_m}$ ع اسفل الشاشة و بتشغيل الحقلين معا وضبط قيمتها بدقة فإن البقعة الضوئية تعود إلى وضعها الأول .



$Fe = eE = m_e y \Rightarrow y = eE / me$

$\vec{F_m} = q \cdot (\vec{v} \wedge \vec{B}) \Rightarrow |F_m| = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha = |e| \cdot v \cdot B$

$Fe = F_m \Rightarrow eE = B \cdot e \cdot v \Rightarrow v = \frac{E}{B}$

$y_0 = \frac{1}{2} y t^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{eE}{me}\right) \frac{L^2}{v_0^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{eE}{me}\right) \frac{L^2}{E^2/B^2}$

$$\frac{e}{m_e} = \frac{2 y_0 E}{B^2 L^2}$$

y_0 : الانحراف الذي تشكله حزمة الالكترونات تحت تأثير حقل كهربائي $\vec{E}$

L : طول مجال التأثير المشترك بين الحقلين

تمكن طومسون من تحديد قيمة الشحنة النوعية $\frac{e}{m}$

$\frac{e}{m} = 1,758$ coulombs / g

$q = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C

$m_e = 9,108 \cdot 10^{-31}$ Kg $= 5,487 \cdot 10^{-4}$ uma

1-3- تجربة ميلكان : 1911 (قياس شحنة الكترون)

يتكون جهاز الفيزيائي الامريكي ميلكان من غرفة تحتوي على مكثفة، يوجد في صفيحتها العلوية C عدد من الثقوب E، يقذف الزيت من المرذاذ B وتمر احدى قطيراتها من الثقب E، ثم تمرر حزمة من الأشعة X عبر فتحة فتتأين جزيئات الغاز الموجودة بين صفيحتي المكثفة وتلتصق احداهما بقطيرة الزيت فتشحن، وعندما تطبق حقل كهربائي بين الصفيحتين تتغير حركة القطيرة وفقا للقوى المؤثرة عليها.

القوى المؤثرة على القطيرة :

* قوة ستوكس R : $R = 6\pi r.\eta.v$

v : سرعة القطيرة ، r نصف قطرها ،

η معامل لزوجة الهواء،

* قوة الثقل P : $P = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho . g$

حيث

ρ : الكتلة الحجمية للزيت ، g تسارع الجاذبية

* دافعة ارخميدس A :

$$A = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 g$$

ρ_0 الكتلة الحجمية للهواء،

g تسارع الجاذبية

* القوة الكهربائية F ، $F = qE$ حيث q : شحنة القطيرة

E شدة الحقل الكهربائي

لما

$E = 0$

$$\vec{P} + \vec{A} + \vec{R} = 0 \Rightarrow \vec{P} = A + R$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho \cdot g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 \cdot g + 6\pi r \eta v_0$$

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_0}{2g(\rho - \rho_0)}}$$

$E \neq 0$

$$\vec{P} + \vec{A} + \vec{R} + \vec{F} = 0 \Rightarrow P + R = A + F$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g + 6\pi r \eta v_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 g + qE$$

$$qE = \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho - \rho_0) - 6\pi r \eta v_1 = 0$$

$$qE - 6\pi r \eta v_0 - 6\pi r \eta v_1 = 0$$

$$q = \frac{6\pi \eta r (v_1 + v_0)}{E}$$

تكون قيم الشحنة q مضاعفات تامة لوحدة الشحنة.

2 - المكتشاف النواة :

المكتشف الفيزيائي الألماني غولدشتاين وجود الأشعة القنوية الموجبة في انبوب الفراغ ، حيث تنحرف هذه الأشعة في الحقول الكهربائية و المغناطيسية عكس جهة انحراف الأشعة المهبطية ، وتوقفها المادة بصورة سريعة جدا . وجد أن قيمة $\frac{e}{m}$ لهذه الجسيمات الموجبة اقل بآلاف المرات من قيمتها للجسيمات السالبة .

3 - تجربة روذرفورد 1919 : (المكتشاف البروتون)

قذف روذرفورد عددا من الغازات بدقائق α ، فلاحظ في حالة الآزوت ان نواة واحدة من بين 10000 نواة آزوت تتحول الى نواة O مرفوقة بظهور بروتون .

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

$$q_p = +e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$$

$$m_p = 1,67252 \cdot 10^{-27} kg = 1,00727 uma$$

4- تجربة شادويك 1932 (المكتشاف النترون) :

تعذر تعليل كتل الذرات المختلفة على أساس تكون النواة من البروتونات فقط ، فواصل الفيزيائي شادويك اعمال روذرفورد فقذف ذرات البريليوم بدقائق α وتحصل على اشعاع عالي النفوذ

$$^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$

بمنحنى الطيف ويكون هذا الطيف بسيط في حالة عنصر خفيف مثل الهيدروجين

وضع الفيزيائي بالمر علاقة تعطي اطوال امواج خطوط الطيف المرئي لذرة الهيدروجين، وتسمى هذه الخطوط بمجموعة سلسلة بالمر توصل ريدبرغ الى وضع العلاقة العامة لكل السلاسل:

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \cdot \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = c \cdot R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

R_H : ثابت ريدبرغ : $R_H = 1{,}097373 \cdot 10^{7}\ m^{-1}$

السلسلة	المنطقة الطيفية	n_1	n_2
lyman	الاشعة فوق البنفسجية	1	2,3, ... ∞
balmer	الضوء المرئي	2	3, 4, ... ∞
Paschen	الاشعة تحت الحمراء	3	4, 5 ... ∞
Bracket	~ IR البعيدة	4	5, 6 ... ∞
Pfund	~ ~ القريبة	5	6, 7 ... ∞

توجد في كل منطقة من طيف الهيدروجين حزمة او سلسلة خطوط معينة تواصل اكتشاف مجموعات خطوط طيفية اخرى لذرة H تحقق جميعها العلاقة العامة السابقة

النموذج الذري لبور:

فرضيات بور:

اعتمد العالم بور في دراسة لذرة H على ميكانيك الكم و استطاع ان يحسب نظريا تردد خطوط طيف ذرة الهيدروجين بعدما وضع الفرضيات التالية:

- لا تتحرك es في الذرة بجميع الحركات الممكنة (اي على كل المدارات الممكنة، كما يقتضيه الميكانيك الكلاسيكي، بل على مدارات مفضلة تدعى المدارات المستقرة، تتابع هذه المدارات بصورة متقطعة منفصلة، ويوافق كل مستوى طاقوي محدد يمكن تعيينه وفقا لنظرية الكم.
- تكون الطاقة es مكممة اي يمكنها ان تأخذ بعض القيم فقط يدعى هذه القيم مستويات الطاقة، ويوافق كل مقدار من الطاقة المسموحة مسارا دائريا ثابتا يسمى المدار.
- يبقى الإلكترون في الحالة العادية في المستوى الطاقوي الأقل طاقة و تسمى الحالة الأساسية، ولا تتغير طاقته مادام يغير المدار، فهو لا يشع ولا يمتص طاقة إلا اذا انتقل من مدار الى آخر.
- عندما تثار الذرة يغادر الإلكترون المستوى الأساسي الى مستوى أعلى، فتتغير طاقته بمقدار ΔE، ويتحول هذا المقدار الى إشعاع

لحرر مغناطيسي تردده ν يحسب كالتالي :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

عندما يشغل $\acute{e}$ مستويات اعلى ، أي انتقاله مثلا من المستوى الأساسي $n=1$ إلى المستوى $n=3$ فإنه يمتص طاقة ، أما عند انتقاله من مستوى اعلى إلى مستوى اقل فإنه يصدر اشعاعا يوافق هذا الانتقال عزما حركيا زاويا مكمما .

عزم زوي
الحركة الزوية

$$L = P.r = mv.r = n\hbar = nh/2\pi$$

$$\Rightarrow mvr = nh/2\pi$$

وهو الشرط الميكانيكي لبور

m : كتلة $\acute{e}$ ، r : نصف قطر المدار ، h : ثابت بلانك

v سرعة $\acute{e}$ ، n : المستوى الطاقوي

حساب نصف قطر مدارات بور :

يعبر عن قوة التجاذب (قوة جذب $\acute{e}$ من طرف النواة) وفق قانون كولومب بالعلاقة $F_1 = KZ.\acute{e}.\acute{e}/r^2 = KZe^2/r^2$ ،

عندما تتساوى قوة التجاذب F_1 مع قوة التنافر

$$F_2 = mv^2/r \Rightarrow KZ\frac{e^2}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow r = KZ.\frac{e^2}{mv^2}$$

بتطبيق الشرط الميكانيكي لبور :

$$mvr = n.\frac{h}{2\pi} \Rightarrow v = n.\frac{h}{2\pi mr} \Rightarrow r = \frac{4\pi^2 KZe^2 m^2 r^2}{mn^2.h^2}$$

$$r = \frac{n^2 . h^2}{4\pi^2 m k . Z . e^2} = a_0 n^2$$

$$a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2 . kZ} = \frac{(6,62 . 10^{-34})^2}{4 . \pi^2 . 9,1\ 10^{-31} . (1,6\ 10^{-19})^2 . 9 . 10^3 . 1}$$

$$a_0 = 0,53 . 10^{-10} m = 0,53\ A^\circ$$

حساب طاقة الإلكترون :

$$E_T = E_C + E_P$$

$$E_T = \frac{1}{2} m v^2 - k \frac{Ze^2}{r}$$

$$r = (kZ . e^2) / m v^2 \Rightarrow m v^2 = kZ . \frac{e^2}{r}$$

$$E_T = \frac{1}{2} kZ \frac{e^2}{r} - kZ \frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2} kZ . \frac{e^2}{r}$$

$$= -\frac{1}{2} kZ . \frac{e^2}{\frac{n^2 . h^2}{4\pi^2 m k Z e^2}} = \frac{-2\pi^2 e^4 k^2 Z^2 m}{n^2 h^2}$$

عندما ينتقل e^- من مستوى n_2 إلى مستوى n_1 حيث $n_2 > n_1$

فإنه يفقد طاقة بشكل اشعاع $h\nu$

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

$$\nu = \frac{1}{h} (E_{n_2} - E_{n_1}) = \frac{1}{h} \left(-\frac{2\pi^2 m k^2 Z^2 e^4}{n_2^2 h^2} + \frac{2\pi^2 m k^2 . Z^2 e^4}{n_1^2 . h^2} \right)$$

$$\nu = \frac{2\pi^2 m k^2 Z^2 e^4}{h^3}\left(\frac{1}{n_2^2} + \frac{1}{n_1^2}\right)$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} \quad , \quad \nu = \frac{c}{\lambda} = c\bar{\nu} \Rightarrow \bar{\nu} = \frac{\nu}{c} = \frac{2\pi^2 m Z^2 . k^2 e^4}{c h^3}\left(\frac{1}{n_2^2} + \frac{1}{n_1^2}\right)$$

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

$$R_H = \frac{2\pi^2 m Z^2 k^2 . e^4}{c h^3} = \frac{2\pi^2 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot (9 \cdot 10^9)^2 \cdot (1{,}6 \cdot 10^{-19})^4}{3 \cdot 10^8 \cdot (6{,}62 \cdot 10^{-34})^3}$$

$R_H = 1{,}1 \cdot 10^7\ m^{-1}$ (Theorie)

$R_H = 1{,}09731 \cdot 10^7\ m^{-1}$ (exp)

يدل تطابق القيمتين على كون فرضية بور مقبولة في هذا المستوى من الطاقة المسموحة لذرة H.

$$E_n = \frac{2\pi^2 m Z^2 k^2 e^4}{n^2 . h^2}$$

$n = 1 \Rightarrow E = -13{,}6\ ev$

$n = \infty \Rightarrow E_\infty = 0\ ev$

$E_n = -A/n^2$, $A = 13{,}6\ ev = 2{,}179\ 10^{-18}\ J$

الفصل الثاني

النواة و النشاط الإشعاعي

1 - مقدمة :

لقد ظل الإعتقاد سائدا حتى اواخر القرن التاسع عشر أن الذرة غير قابلة للانقسام ، أي انها تمثل اصغر جزء مادي ، ثم تبين عدم صحة ذلك الاعتقاد بعد إجراء تجارب عديدة ، مثل أعمال فاراداي على تمرير التيار الكهربائي في المحاليل ، حيث تم اكتشاف دقائق عنصرية اخرى في الذرة .

2 - مكونات النواة :

2 - 1 - البروتونات :

هي جسيمات مشحونة ايجابا وعند تعادلها تصبح ذرة هيدروجين حيث أن :

$$q = +1,002 . 10^{-19} C$$

$$m_p = 1,00727 \, uma$$

$$m_p = 1837 \text{ fois masse d'électron}$$

$$m_p = 1,6721 . 10^{-27} Kg$$

2 - 2 - النترونات :

وهي جسيمات غير مشحونة حيث :

$$N \Rightarrow q = 0 \quad / \quad m_N = 1,00866 \, uma$$

$$m_N = 1839 \, m_{d'es} = 1,6744 . 10^{-27} Kg$$

3 ـ النظائر :

تختلف الكتل الذرية لبعض العناصر رغم تقارب خواصها الفيزيائية والكيميائية ، إذ يمكن أن تتساوى اعدادها الذرية و تختلف اعدادها الكتلية تسمى هذه الذرات بالنظائر ، تشكل النظائر نسبا مئوية مختلفة لنفس العنصر، وتشغل نفس المكان في الجدول الدوري ، حيث يمثل النظير الأعلى نسبة .

مثال : الهيدروجين ${}_1^1H : A=1 , Z=1 , N=0$

الديتريوم ${}_1^2H : A=2 , Z=1 , N=1$

التريتيوم ${}_1^3H : A=3 , Z=1 , N=2$

4 ـ الكتل الوسطية للنظائر :

الكتل الوسطية للنظائر يرمز لها بالرمز $\overline{M} = M_{moy}$

حيث

$$M_{moy} = \frac{\Sigma M_i \cdot X_i}{100}$$

M_i : هي كتلة النظير i

X_i : هي نسبة توفر النظير i

مثال : لنيون Ne ثلاث نظائر، نسب توافرها على التوالي :

${}^{20}Ne\ (90,4\%)\ ,\ {}^{21}Ne\ (0,6\%)\ ,\ {}^{22}Ne\ (9\%)$

$$\overline{M}_{Ne} = \frac{(20 \cdot 90,4) + 21(0,6) + 22(9)}{100} = 20,186$$

5 ـ طاقة تماسك النواة (النقص في الكتلة)

وجد أن الكتلة الوسطية لنواة ما تكون دوما اقل من مجموع كتل مكوناتها أي أن :

$\underbrace{Z \cdot m_p + N m_n}_{\text{الكتلة النظرية}} > M_{exp}$

$\Delta m = (Z m_p + N \cdot m_n) - M_{exp} > 0$

يسمى Δm بالنقص في الكتلة، وحسب انشتاين فإن النقص في الكتلة يوافقه تحرير للطاقة $E = \Delta m \cdot c^2$

حيث c : سرعة الضوء في الفراغ $3.10^8 m/s$

E : هي طاقة تماسك النواة وهي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة إلى مكوناتها.

$\Delta m = m(\text{noyau}) - m(\text{nucléons})$ الكتلة الذرية

$= (Z m_2 + N m_1) - \ldots kg$; NP_{mp}

6- استقرار النواة :

يحدد استقرار النواة من خلال حساب طاقة التماسك للنكليون الواحد والتي يرمز لها بـ a : الطاقة

$$a = \frac{E(Mev)}{A}$$

$1\ ev = 1,602 \cdot 10^{-19} J$

$A = N + Z$ ← العدد الكتلي

حيث كلما كانت a كبيرة كانت a أكثر استقرارا

7- النشاط الاشعاعي :

7-1- النشاط الاشعاعي الطبيعي :

توجد في الطبيعة نوى مستقرة و أخرى مشعة تتفكك تلقائيا (غير مستقرة) يرافق عادة هذا التفكك تغيرا في العددين الكتلي و الذري، اكتشف هذه الظاهرة الفيزيائي الفرنسي بكريل هنري نتيجة لاكتشاف الاشعة X.

7-2- طبيعة الاشعاع :

وجد روذرفورد أن طبيعة الاشعاعات المنبعثة من المواد المشعة مختلفة وصنفها الى :

7-2-1- اشعاعات α :

اشعاعات α هي عبارة عن ذرات هيليوم ^4_2He

$$^A_Z X \longrightarrow \alpha + {}^{A-4}_{Z-2}X$$

7-2-2- اشعاعات B :

يميز اشعاع B باصدار الكترونات تكون إما سالبة ولها نفس خصائص الالكترون ويسمى B^- أو ان سرعته تفوق سرعة الـ es نيغاترون

$$^1_0n \longrightarrow {}^1_1P + {}^0_{-1}e \ (B^-)$$

أو موجبة بوزيترون ويتشكل عند تحول بروتون إلى نترون

$$^1_1P \longrightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e \ (B^+)$$

7-2-3- الاشعاع γ :

تصاحب الاشعة γ التحولات α، B بسبب حدوث هيجان داخلي في النواة، وهي فوتونات كتلتها معدومة وطاقتها تساوي

$$\Delta E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad , \quad {}^A_Z X^* \longrightarrow {}^A_Z Y + {}^0_0\gamma$$

ملاحظة : يمكن كتابة التفاعلات النووية بالطريقة المختصرة

$$^{27}_{13}Al + {}^4_2He \longrightarrow {}^{30}_{15}P + {}^1_0n$$

$$^{27}_{13}Al \ (\alpha, n) \ ^{30}_{15}P$$

8- قانون الانبعاث :

يدرس حركية النشاط الاشعاعي سرعة تحول تفكك النكليد المشع ، أي عدد النوكليودات المتحولة في وحدة الزمن حيث

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

تسمى سرعة التفكك خلال الزمن بالاشعاعية A و λ هو ثابت الانبعاث او الثابت الاشعاعي

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \Leftrightarrow \int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{0}^{t} dt$$

$$t = 0 \Rightarrow N = N_0$$

N_0 العدد الابتدائي للنوى غير المستقرة

$$\ln N \Big]_{N_0}^{N} = -\lambda t \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow N = N_0 e^{-\lambda t}$$

9- الفعالية الاشعاعية :

هي عدد التهافتات في واحدة الزمن ، لا تتعلق بطبيعة أو طاقة الدقائق الصادرة

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

وحدتها dpm او dps تهافت في s / min

10- دور النشاط الإشعاعي (زمن نصف العمر)

هو الزمن اللازم لتهافت (تفكك) نصف العدد الابتدائي من النكليودات المشعة يرمز له $t_{\frac{1}{2}}$ او $\mathcal{C}$ ومنه :

$$N_{t_{1/2}} = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_{t_{1/2}}}{N_0} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N_{t_{1/2}}}{N_0} = e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow \frac{N_0/2}{N_0} = e^{-\lambda t_{1/2}}.$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow \ln\frac{1}{2} = -\lambda t_{1/2} \Rightarrow \ln 2 = \lambda t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,69}{\lambda}$$

11- النشاط الإشعاعي الصناعي :

تتم التفاعلات النووية الإصطناعية نتيجة قذف نواة الذرة بدقيقة عنصرية أو بنواة ذرة اخف منها تملك طاقة كافية لاختراق النواة.

يرمز للقذائف كالتالي : ${}_1^1H \equiv P$, ${}_1^2H \equiv {}_1^2D \equiv D$, ${}_1^3H \equiv {}_1^3T \equiv T$

${}_2^4He \equiv \alpha$, ${}_{-1}^0e \equiv \beta^-$, ${}_1^0e \equiv \beta^+$ $\gamma \equiv h\nu$

أول تفاعل سمح باكتشاف الاشعاعات الإصطناعية هو

$${}_{13}^{27}Al + {}_2^4He \longrightarrow {}_{15}^{30}P + {}_0^1n$$