برنامج مدينة المادة

الباب الأول : مفاهيم أساسية في الكيمياء.

الباب الثاني : المكونات الأساسية للمادة والنماذج الذرية التقليدية.

الباب الثالث : النواة والكيمياء النووية.

الباب الرابع : النماذج الحديثة للذرة.

الباب الخامس : الجدول الدوري للعناصر.

الباب السادس : الرابطة الكيميائية.

مقدمة:

يعتقد الكثير من المؤرخين أن كلمة كيمياء مشتقة من الكلمة اليونانية Chémia والتي تعني فن التعامل مع المواد، ولكن تعتبر كلمة كيمياء مصطلح عربي وهو اسم مشتق من الكم أو الأصبية وذلك لأن العلماء الذين أسسوا هذا العلم كانوا يستخلصون كميات معينة من المواد والكيمياء هي علم تجريبي أساسي يعتمد على الملاحظة والتجربة ويختص بدراسة وفهم المادة وتركيبها وخواصها والتغيرات التي تحدث في بنية المادة وتكوينها.

إذا قبلنا بنظرية دالتون DALTON الذرية التي ربما كانت نتائج نتيجة تجارب علمية، يمكن التنبؤ بوزن الذرة والتي تكون من رتبة 10^{-27} كلغ حيث أنه لا يوجد مبرر أن يمكن بواسطته التحقق من هذه الكتلة

أبعاد الذرة تكون من رتبة الأنغستروم $1A^\circ = 10^{-10}\ m$

مثال: أحسب كتلة ذرة واحدة من الفحم $^{12}_{6}C$ علما أن ذرة الفحم تحتوي على 6 إلكترونات، 6 بروتونات و6 نيوترونات

بحيث أن $\begin{cases} m(e^-) = 9,11 \times 10^{-31}\ kg \\ m(p) = m(n) = 1,67 \times 10^{-27}\ kg \end{cases}$

كتلة ذرة واحدة من $^{12}_{6}C$:

$$m_{^{12}_{6}C} = \cancel{6}^{\,0}m_{e^-} + 6m_p + 6m_n$$

$$= 12m_p = 12 \times 1,67 \times 10^{-27}\ kg$$

$$m_{^{12}_{6}C} = 20,04 \times 10^{-27}\ kg$$

هذه القيمة مقبولة منطرق دالتون.

- نظرا لعدم إمكانية التعامل مع هذه القيمة عمليا أصطلح مفهوم جديد وهو واحدة الكتل الذرية.

واحدة الكتل الذرية =

اتفق العلماء على استخدام الكربون 12 لتحديد الكتل النسبية لكل عناصر الجدول الدوري و نكتب:

وحدة كتل ذرية ← و.ك.ذ (Uma) = $\frac{1}{12}$ كتلة ذرة ^{12}C.

$$1Uma = \frac{1}{12} m_{^{12}C}$$

$$1Uma = \frac{1}{12} \cdot 20,04 \times 10^{-27}$$

$$1Uma = 1,66 \times 10^{-27} Kg$$

تعريف الذرة الغرامية =

Atomme gramme

هو مفهوم يسمح بتحويل الذرة من السلم المجهري الميكروسكوبي إلى السلم العياني (ماكروسكوبي) و يعود ذلك إلى العالم أفوقادرو. تحتوي الذرة الغرامية على $6,023 \times 10^{23}$ atomes و يسمى هذا العدد بالعدد أفوقادرو و يرمز له بالرمز Na و نكتب $m_o = Na\, m_o$

نحسب لـ ^{12}C

$$m_o = 6,023 \times 10^{23} \times 20,04 \times 10^{-24}$$

$m_o = 12g$ (قيمة عملية).

مثال:

أحسب كتلة جزيئة واحدة من ثاني أكسيد الكربون CO_2 =

$$m_{CO_2} = m_C + 2m_O$$

$$= 12m_p + 2(8m_p + 8m_n + 8m_e)$$

$$= 12m_p + (16m_p)2$$

$$= 12m_p + 32m_p$$

$$= 44m_p$$

$m_{CO_2} = 44 \times 1,6\overline{6}2 \times 10^{-27}$

$m_{CO_2} = \overline{73,56} \times 10^{-27}\ kg$ (قيمة لا يمكن التعامل معها)

تعريف الجزيء الغرامي: هو مصطلح يسمح بالمرور من الجزيء من السلم المجهري إلى السلم العياني حيث يحتوي الجزيء الغرامي على عدد أفوغادرو من الجزيئات ونكتب:

$M = N_A \cdot m$

لنحسب كتلة الجزيء الغرامي من CO_2

$M_{CO_2} = 6,023 \times 10^{23} \cdot \overline{73,56} \times 10^{-24}$

$= 44g$

ملاحظة:

غالبا ما نصطلح على تسمية الذرة الغرامية والجزيء الغرامي بالمول من الذرات أو المول من الجزيئات و

1 مول من $C^{12} = 1$ ذرة غرامية $= 12g = \frac{12g}{1mol} = 12\ g/mol$

1 مول من $CO_2 = 1$ جزيء غرامي $= 44g = 44\ g/mol$

القوانين الوزنية في الكيمياء:

يخضع تشكل المادة إلى مجموع من القوانين الأساسية سنقدم هنا بالقوانين الوزنية والتي لها علاقة بالكتلة

قانون حفظ الكتلة أو قانون لافوزيه (Lavoisier) $(\overline{17}43-1794)$

وهو قانون ينسب إلى العالم لافوزيه.

"مجموع الكتل الناتجة من التفاعل الكيميائي = مجموع كتل المواد المتفاعلة"

$$\sum m = \sum m_{produits}$$

مثال:

يعطي الاحتراق تام لـ 16 غرام من الميثان CH_4 و 64 غرام من غاز الأكسجين النواتج التالية 36 غرام من الماء وكتلة معينة من ثاني أكسيد الكربون

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow 2H_2O + CO_2$$

$$16g \quad 64g \quad 36g \quad m_{CO_2}$$

1- أحسب كتلة m_{CO_2} :

$$16+64 = 36 + m_{CO_2}$$

$$80 - 36 = m_{CO_2}$$

$$m_{CO_2} = 44\ g$$

قانون النسب الثابتة :

قانون بروست PROUST

إذا اتحد عنصران A و B نقيان فأكثر لتشكيل عنصر آخر فإن هذا الاتحاد يكون بنسب وزنية محددة وثابتة

مثال:

أكسيد المغنزيوم MgO .

$$Mg + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow MgO$$

أوجد نسبة كل من المغنزيوم والأكسجين لتشكيل أكسيد المغنزيوم MgO

$M(MgO) = 24+16 = 40\ g/mol$

$Mg\% = \frac{24}{40} \times 100 = 60\%$

$O\% = \frac{16}{40} \times 100 = 40\%$

يمكن أن يتشكل أكسيد المغنزيوم MgO إذا كانت النسبة بين المغنزيوم والأكسجين ثابتة $\frac{Mg\%}{O\%} = \frac{60\%}{40\%} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$

قانون النسب المضاعفة لدالتون =

نص = إذا اتحد عنصران وكونا أكثر من مركب فإن النسبة بين كتلتي أحدهما التي تتحد مع كتلة ثابتة من الآخر هي نسبة عددية بسيطة.

مثال:

تحتوي المركبات A و B و C على الآزوت والأكسجين.

1. كيف تحقق هذه المعطيات قانون النسب المضاعفة.

2. استنتج صيغ المركبات A و B و C

المركب	كتلة الآزوت المتحدة مع 1g من الأكسجين
A	1,75
B	0,875
C	0,4375

النسبة ① = كتلة الآزوت في A / كتلة الآزوت في B $= \frac{1,75}{0,875} = 2$

النسبة ② = كتلة الآزوت في A / كتلة الآزوت في C $= \frac{1,75}{0,4375} = 4$

النسبة ③ = كتلة الآزوت في B / كتلة الآزوت في C $= \frac{0,875}{0,4375} = 2$

هذه الكتب عبارة عن نسب عددية بسيطة وصحيحة ومنه قانون المركب المطابقة محقق.

2) - جمع الكميات:

- /A

$$n_N = \frac{m}{M} = \frac{1,75}{14} = 0,125 \text{ mol}$$

$$n_O = \frac{1}{16} = 0,0625 \text{ mol}$$

$$N = \frac{0,125}{0,0625} = 2$$

$$O = \frac{0,0625}{0,0625} = 1$$

$\Big\}$ N_2O

- /B

$$n_N = \frac{m}{M} = \frac{0,875}{14} = 0,0625 \text{ mol}$$

$$n_O = 0,0625$$

$$N = 1$$
$$O = 1$$

$\Big\}$ NO

- /C

$$n_N = \frac{0,4375}{14} = 0,03125 \text{ mol}$$

$$n_O = 0,0625 \text{ mol}$$

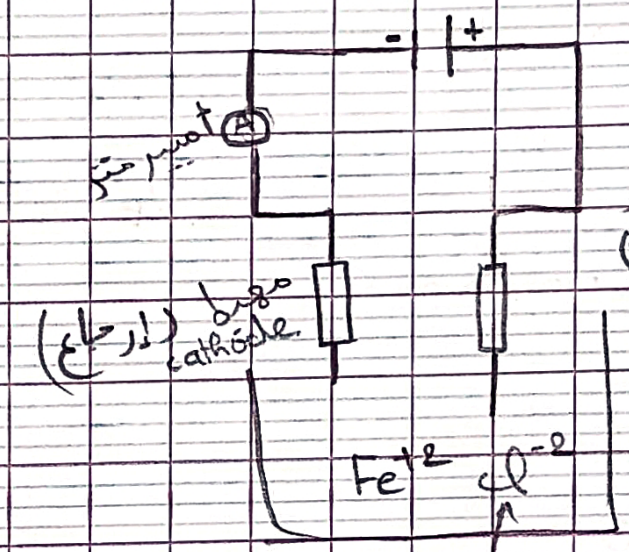
$$N = 1$$
$$O = 2$$

$\Big\}$ NO_2

المكونات الأساسية للمادة:

مقدمة:

حتى النصف الأخير من القرن 19 أيت ظهرت إكتشافات عديدة أثبتت أن الذرات ليست كما اعتقد دالتون أجسام بسيطة لا تقبل التجزئة لكنها تتكون من دقائق أصغر منها. يمكن أن نقول أن أول بحث علمي دقيق حول موضوع بنية الذرة كان على أيدي العالم البريطاني الفيزيائي فاراداي 1834م وذلك بالكشاف الطبيعة الكهربائية للمادة وتجربة التحليل الكهربائي



محلول يحتوي على أيونات $FeCl_2$

وهذا التحليل الكهربائي

النتائج:

عند تمرير تيار كهربائي يتوسب مادة عند المهبط ويتصاعد غاز عند المصعد بحيث تتحول الطاقة الكهربائية إلى نتاج تفاعل كيميائي الذي لن يحدث تلقائيا دونها

- التحليل الكهربائي لـ $FeCl_2$

عند المهبط =

$$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe$$ (إرجاع)

عند المصعد =

$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$$ (أكسدة)

$$Fe^{+2} + 2Cl^- \rightarrow Fe + Cl_2$$

تمكن فاراداي من استنتاج قانون تمكنت بواسطته حساب كتلة المادة المتوسبة =

$$m(g) = \frac{1}{96500} \cdot I \cdot t \cdot \frac{M}{n}$$

حيث =

m كتلة المادة متوسبة (g)

I شدة التيار الكهربائي (A)

t الزمن المستغرق بالتحليل الكهربائي (s)

M الكتلة المولية للمادة المتوسبة (g/mol)

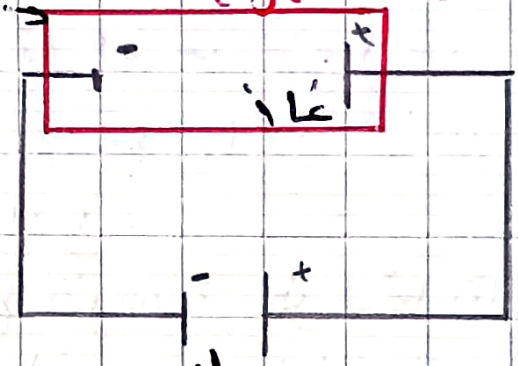
n عدد التكافؤ للمادة المتوسبة (تمثل القيمة المطلقة للشحنة التي يحملها الأيون المعدني).

$\frac{M}{n}$ ∴ ما هي كمية الكهرباء اللازمة لتوسيب كتلة قدرها 1g من معدن ما.

1- اكتشاف الإلكترون وتجربة كروكس:

أول من استعاد مصطلح ذرة هو العالم الأيرلندي Stony وهو من أطلق اسم الإلكترون على أصغر جسيم يمكنه أن يحمل شحنة كهربائية سالبة (-) وحساوية القيمة للشحنة اللازمة لتكسيب ذرة واحدة خفيفة لعنصر أحادي التكافؤ (الآن الأبحاث العلمي والتجريبي على وجود الإلكترون ودراسة خواصه تم على يدي علماء آخرين (كروكس، فرنكلن ...)

تجربة:



الجهاز المستعمل:

- أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء
- ملف لتيار الكهرباء لفرق كمون عالي.
- الغازات لا تمرر التيار الكهربائي في الشروط النظامية ولكنها تمرره عند الضغوط المنخفضة وهي ما نقصد به تفريغ الهواء

الملاحظات:

عندما يكون فرق الكمون عالي لاحظ كروكس ما يلي:
تتلون المنطقة المقابلة للصفيحة مصدرة ومضيئة ذو لون معين (الفلورة) خاصية يعني الأجسام

التي تطلق نورا ناشئا عن استضاءة الاشعاع
حتى مصدر آخر)

- لاحظ خط مستقيم هستر مايز

هذه الملاحظات عامة مهما كان نوع الغاز المستعمل ومهما كان نوع المادة المصنوع منها الصفيح

سمي كروكس هذا الضوء بالأشعة المهبطية

مميزات الأشعة المهبطية:

1- تنتشر في خط مستقيم (مسار مستقيم) وذلك لأنه عند وضع حاجز في طريقها يتشكل ظل خلف الحاجز.

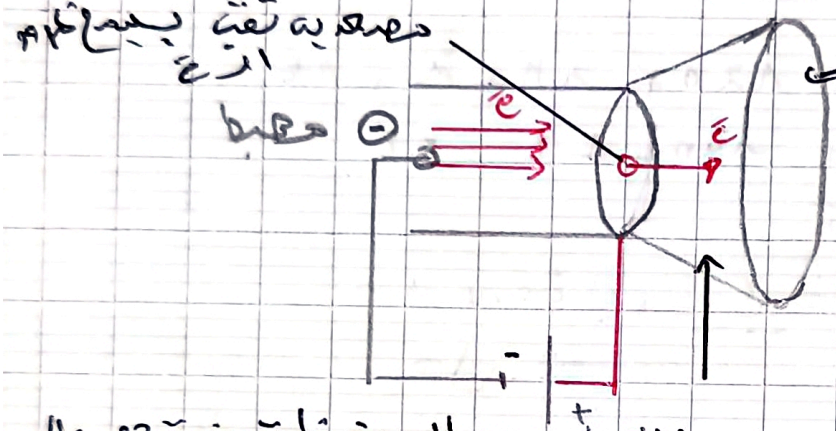
2- عند وضع قرص في طريقها قابل للحركة يبدأ في الدوران وهذا دليل أن هذه الأشعة تحمل طاقة حركية $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ ومعنى ذلك أن الأشعة المهبطية كتلة m وسرعة v.

3- هذه الأشعة تنحرف في وجود حقل كهربائي أو مغناطيسي واتجاه الانحراف في الحقل الكهربائي يبين أن لهذه الأشعة شحنة سالبة.

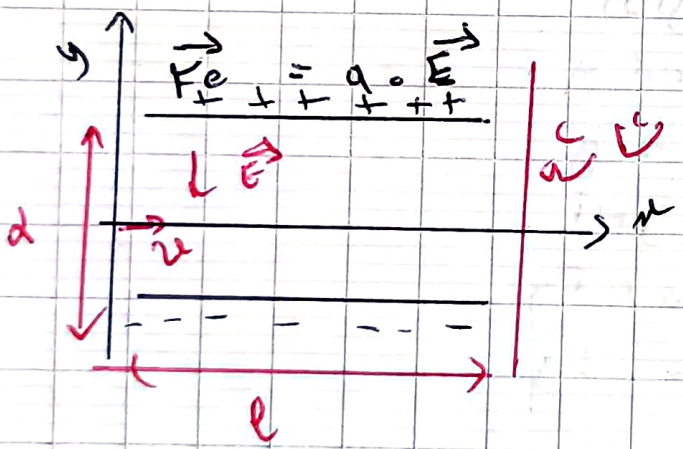
- هذه الخواص ثابتة مهما كان نوع المادة المصنوع منها المهبط ومهما كانت طبيعة الغاز المستعمل.

نتيجة:
الأشعة المهبطية جسيمات لها كتلة وسرعة وشحنة سالبة

تجربة طومسن:
هو عالم إنجليزي تحصل على جائزة نوبل لسنة 1906 اهتم J.J Thomsen بنتائج كروكس ووسع دراسته فاستعمل نفس الجهاز مع تغييرات بسيطة



أنبوب مفرغ من الهواء بطاريق ذات فرق جهد عالي



تدخل الأشعة المصطنعة بسرعة $\vec{v}$ على المكثفة أين يسود حقل كهربائي $\vec{E}$ فتتأثر نحو اليسار الموجب بفعل القوة الكهربائية $\vec{F_e}$ حيث $\vec{F_e} = q \cdot \vec{E}$

بتطبيق المبدأ الأساسي للتحريك على حركة الالكترونات

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

$$\Rightarrow q\vec{E} = m\vec{a} \quad \cdots (1)$$

تتذبذب حركة الالكترون على جملة محورين متعامدين

$$\vec{a}\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix} \quad \vec{E}\begin{pmatrix} E_x = 0 \\ E_y = -E \end{pmatrix} \quad (O\vec{x}, O\vec{y})$$

نسقط العلاقة (1) على $\vec{Ox}$

$$qE_x = ma_x$$

لدينا: $E_x = 0$ إذن:

$$ma_x = 0$$

ولدينا $m \neq 0 \Leftarrow a_x = 0$

إذن:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v$$

$$\Rightarrow x = \int_0^t v\,dt \Rightarrow x = v.t$$

حركة الالكترون على $(O\vec{x})$ مستقيمية منتظمة

نسقط العلاقة (1) على $(O\vec{y})$

$$qE_y = ma_y$$

$$\Rightarrow -qE = ma_y$$

$$\Rightarrow a_y = -\frac{qE}{m}$$

* ملاحظة: (-) ناتجة عن اختيار اتجاه المحور $(\vec{oy})$ وكذلك توضع صفيحتي المكثفة، حركة الالكترون على $(\vec{oy})$ هي حركة متغيرة بانتظام و $a_y = \frac{qE}{m}$ ثابتة

$$v_y = \int_0^t a_y dt = \int_0^t -\frac{qE}{m} dt$$

$$= -\frac{qE}{m} \int_0^t dt = -\frac{qE}{m} t$$

$$y = \int_0^t v_y dt = \int_0^t -\frac{qE}{m} t \, dt$$

$$= -\frac{qE}{m} \int_0^t t \, dt$$

$$y = -\frac{qE}{m} \cdot \frac{t^2}{2} \quad \text{---} (2)$$

حركة الالكترون معرفة بالمعادلتين:

$$\begin{cases} x = v_0 t \quad \text{---} (2) \\ y = -\frac{qE}{2m} t^2 \quad \text{---} (3) \end{cases}$$

وهما المعادلتين الزمنيتين لحركة الالكترون ونستنتج منها بإيجاد معادلة المسار

المسار هو مجموعة من النقاط التي يرسمها المتحرك أثناء حركته وهو علاقة رياضية معادلة عن الزمن

وبالتالي لإيجاد معادلة المسار لدينا

$$t = \frac{x}{v}$$ من (2)

بالتعويض في (2) نجد:

$$y = \frac{-qE}{2mv^2} x^2 \quad \ldots (3)$$

جاءت المعادلة من الشكل:

$$y = Ax^2$$

وهي معادلة قطع مكافئ ذا رأسه A.

لدينا: عند خروج الجسيم من المكثف يتم الحقل الكهربائي لتكون الإحداثيات $(x, y) \equiv (l, d_0)$

نعوض في معادلة المسار (3)

$$d_0 = \frac{-qE}{2mv^2} l^2$$

عبارة $\frac{q}{m}$

$$\left|\frac{q}{m}\right| = \frac{2dv^2}{El^2}$$

بعد حساب القيمة العددية لـ $\frac{q}{m}$

$$\left|\frac{q}{m}\right| = 1{,}759 \times 10^{11} \; C/Kg$$

هذه القيمة تبقى ثابتة مهما تغير في شروط التجربة وتسمى السمة النوعية.

السؤال: كيف يمكن إبقاء انحراف الإلكترونات داخل المكثفة منعدما؟

لإلغاء الانحراف نطبق حقلا مغناطيسيا فتنتج عنه قوة مغناطيسية $\vec{F_m}$ تعاكس القوة الكهربائية في اتجاهها وتساويها في الشدة

$$\|\vec{F_e}\| = \|\vec{F_m}\|$$

$$q\vec{E} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$qE = qvB|\sin(\vec{v}, \vec{B})|$$

$$(\vec{v}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$$

$$\sin\frac{\pi}{2} = 1$$

$$qE = q v B$$

$$v = \frac{E}{B}$$

- لا تتأثر إذا كانت اتجاه اتجاه الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ المطبق.

قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه اتجاه الحقل المغناطيسي

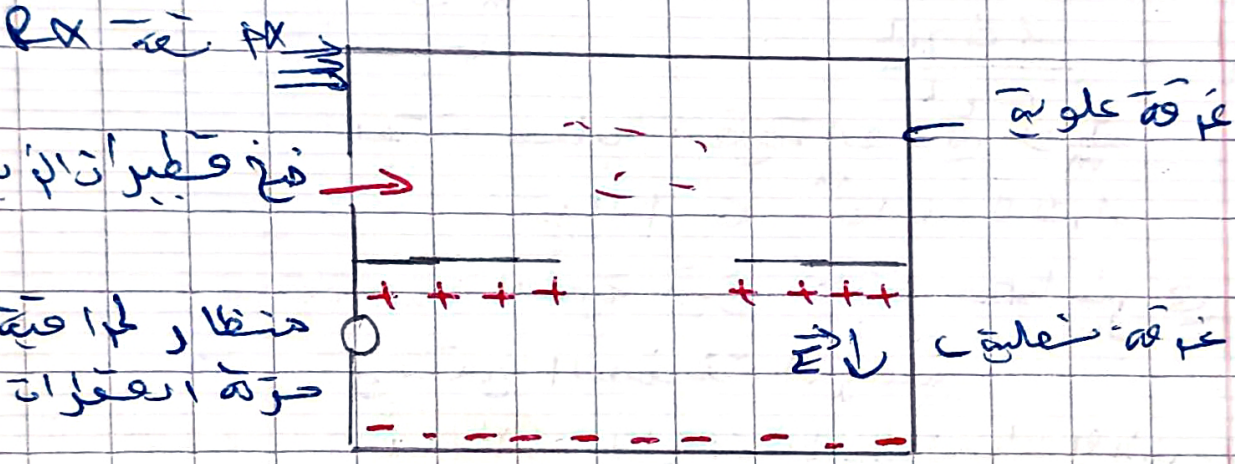
الإبهام = الحقل المغناطيسي $\vec{B}$.

الإصبع السبابة يمثل السرعة $\vec{v}$.

إذا كان الجسيم سالبا فإن القوة المغناطيسية في عكس اليد.

- إذا كان اتجاه اتجاه لا تتأثر بطبيعة اليد.

تجربة ميليكان:



يحتوي جهاز ميليكان على

بدرجة حرارة وضغط

تسمح الفتحة العلوية قطرات من الزيت

يسمح منظار بمراقبة حركة القطرات

يحتوي الفتحة السفلية على حقل كهربائي

مكون من مكثفة مستوية في الصفيحة العلوية
منبع للأشعة السينية تسمح بتأين الهواء داخل
الجهاز : الهواء + أشعة X = أيونات + إلكترونات
دراسة حركة قطيرات الزيت في غياب الحقل الكهربائي :

قوة الثقل $\vec{P}$ =

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

نفرض أن القطيرة كروية الشكل ونكتب $m = \rho_R \cdot V$

$$m = \rho_R \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\vec{P} = \frac{4}{3}\pi \rho_R r^3 \vec{g}$$

قوة أرخميدس $\vec{A}$ =

$$\vec{A} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{air} \vec{g}$$

(غالبا ما تكون مهملة) :

قوة لستوكس $\vec{f}_{st}$

هي قوة الاحتكاك المواد اللزجة

$$\vec{f}_{st} = 6\pi \eta r \vec{v}$$

عكس الحركة ($\vec{v}$)

r = نصف قطر القطيرة

η = معامل لزوجة الهواء.

بتطبيق مبدأ الأساسي للتحريك : لدينا :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

$$\vec{P} + \vec{A} + \vec{f}_{st} = \vec{0}$$

$$\vec{A} = \vec{0}$$

دراسة حركة قطيرة الزيت تحت تأثير الحقل الكهربائي المنتظم السفلية !

$\vec{F_e} = q\vec{E}$

قطرات الزيت المتعادلة كهربائيا يمكنها أن تشحن سلبيا

ملاحظات هيلكان

قطرات من الزيت تتوامل سقوطها عند دخولها الغرفة السفلية أي أنها :

إما أن تكون قد اكتسبت شحنات موجبة

أما أنها لم تشحن أي تحافظ على سرعتها الأصلية

قطرات أخرى من الزيت تعكس اتجاهها أي ترتفع نحو الليوس العلوي المكثفة وهو ما يعني أنها اكتسبت شحنات سالبة.

نأخذ الحالة المتعلقة بمواصلة سقوط قطرات الزيت بحوالي بسقوط مع تغيير سرعتها حيث $v_2 > v_1$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

$$v_1 = cte \Rightarrow a = 0$$

$$\vec{P} + \vec{f_{sc}} + \vec{F_e} = \vec{0}$$

بالإسقاط :

$$P + F_e - f_{st} = 0$$

$$mg + qE - 6\pi\eta r v = 0$$

$$qE = 6\pi\eta r(v_2 - v_1)$$

$$q = \frac{6\pi\eta r}{E}(v_2 - v_1)$$

لاحظ ميليكان وتبين له ان الكسور العددية في q ما هي عبارة عن أعداد مضاعفة طبيعية من القيمة 1.6×10^{-19} c ، اذن قطيرة الزيت لا تكتسب إلا شحنات معينة حيث $q = n.e$

ماذا فهمت :

تنزل قطيرة الزيت دون أن تغير سرعتها =

- لها شحنة وبالتالي لن تتأثر بالحقل الكهربائي .
- تنزل قطيرة الزيت وتزداد سرعتها (الزيادة ناتجة عن الحقل الكهربائي E أي أنها شحنت إيجابا)
- تصعد قطيرة الزيت باتجاه الصفيحة العلوية وبالتالي شحنة سلبيا
- تنزل القطيرة وتتوقف لسرعتها $\frac{7}{2}$ Fe
- لاحظ ميليكان عدم ثبات حركة قطيرات الزيت وهذا يفسر بعدم امتلاك قطيرات الزيت لنفس السرعة وكذا عدم امتلاكها لنفس الشحنة

الخلاصة :

فراداي :

وهي كتلة 1 غ من جسيم يحمل شحنة قدرها $\frac{F}{N_A}$

كولومب = الشحنة الكهربائية خلال ثانية واحدة

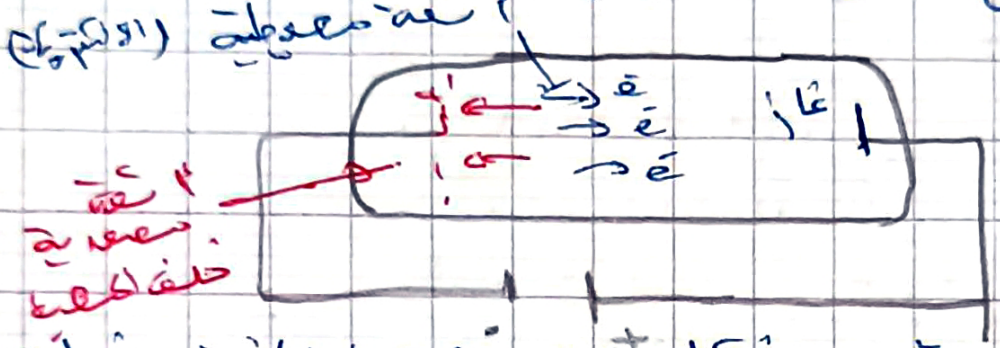
حسب : حساب الشحنة النوعية $\frac{q}{m}$

هيليكان: حساب الشحنة q و هي أصغر كمية يمكن أن تحملها المادة حيث $q = n.e$

تجربة غولد شتاين:

انطلق من مبدأ أن المادة متعادلة وما دامت المادة تحتوي على شحنات سالبة فإنه لابد من شحنات موجبة تعادل هذه الشحنات السالبة.

استعمل العالم نفس مبدأ تجربة كروكس مع استعمال مصعبا مثقوبا.



ملاحظة: أشعة تمر من خلال ثقب المصعبا لها نفس خواص الأشعة المهبطية مع اختلاف بسيط بسماها الأشعة المصعدية

إعطاء إعتراضات على عمل الكهربائية لما عمل شحنة موجبة.

درس النسبة $\frac{q}{m}$ بنفس طريقة طومسون فكانت غير ثابتة وتتغير حسب نوع المادة الموجودة داخل الأنبوب (كانت أصغر من $\frac{q}{m}$ لأشعة المهبطية)

ت الحالة المتعادلة كهربائيا فان $\frac{q'}{m'} \lll \frac{q}{m}$

$m \lll m'$

هذا يعني أن كتلة الكهيات الموجبة أكبر من كتلة الالكترونات.

- أكبر قيمة لـ $\frac{q'}{m'}$ كانت عند استعمال غاز H_2 لأن

خواص الأشعة المهبطية :

١- أسرع بكثير من $\frac{1}{1836}$ الأشعة المهبطية حوالي 10^8 مرة ، هذا يعني أن جسيمات الأشعة المهبطية أثقل من جسيمات الأشعة المهبطية (بها أضعف منها)

٢- مصدر الأشعة المهبطية هو الاصطدام بين جزيئات الغاز والأشعة المهبطية الذي يؤدي إلى تأين الغاز.

٣- تأين الغاز ← تكون موجبة تتجه نحو المهبط (الأشعة المهبطية + الإلكترونات)

في حالة استعمال غاز الهيدروجين

$$H_2 \rightarrow \underset{\text{أيونات موجبة}}{2H^+} + \underset{\text{إلكترونات}}{2e^-}$$

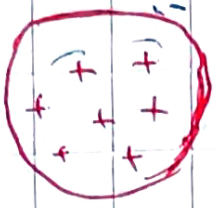
نموذج تومسن الذري :

استنتج هذه النتائج لتومسن أن يتخيله نموذجه الذري وسيتلخص فيما يلي :-

- إذا كانت الذرة جسما متعادلا غير متكون فإن ظهور تكون سالبة يتطلب ظهور تكون موجبة ولما أن الجسيمات السالبة مشحونة فإن معظم كتلة الذرة ناتج عن كتلة أجسيمات الموجبة إذن وفي نظره من المنطقي اعتبار

أن هذه الجسيمات الموجبة تحتل غالب حجم الذرة
يمكن إعتبار أن الذرة كرة صغيرة مملوءة
تكون فيها الجسيمات الموجبة موزعة بإنتظام
تحتل فيها الإلكترونات الأوضاع التي تتسع بدرجة
الاستقرار من الناحية الكهربائية

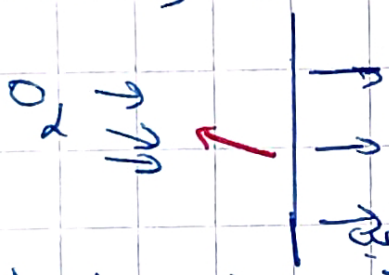
النموذج الذري لتومسن:



تجربة إرذرفورد:

تقذف صفيحة رقيقة من الذهب بجسيمات α
حيث He^{2+} α وهي ذات طاقة عالية ومشحونة
إيجابيا

$He \rightarrow He^{2+} + 2e$

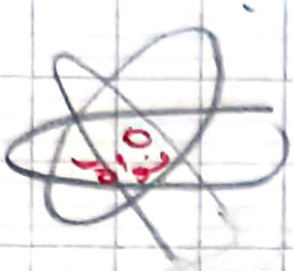


ظهور أغلب الأشعة عبر الصفيحة يعني أن الذرة
معظمها فراغ.

انحراف جزء ضئيل جدا من الأشعة يعني وجود
جسيمات α

استنتج إذا فورد أن نموذجا للذرة يختلف
تماما عن نموذج توماسن سمي بالنموذج الفراغي
للذرة، الذرة عبارة عن فراغ تتركز في وسطها
كتلة موجبة الشحنة (النواة)

نموذج راذرفورد الذرة بالمجموعة الشمسية
الشمس هي النواة والكواكب هي الإلكترونات
التي تدور في مدارات دائرية ثابتة



وصل راذرفورد وزملاؤه مجاربهم عديدة تتعلق
بموضوع النشاط الإشعاعي حتى يكتشف محتويات
النواة

تجارب راذرفورد 1918=

يقذف الآزوت النظائري بالشعة α ويلاحظ تشكل
الأوكسجين وقفة جسيم موجب الشحنة و
لا تختلف كتلته عن نواة الهيدروجين
تسمى بالبروتون $^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}p$
كرر هذه التجربة مع عناصر أخرى فتحصل على
نفس الجسيمات موجبة الشحنة
باستعمال المعلومات السابقة تم تحديد كتلة
وشحنة هذا البروتون $m_p = 1,6725 \times 10^{-27} kg$
$q_p = +e = 1,6 \times 10^{-19} C$

تجربة تشادويك:
استطاع العالم تشادويك أن النواة تحتوي على جزيء آخر
غير البروتون وذلك عند قذف نواة Be

يحتوي α فقط جسيم موجب الشحنة (لا يتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي) له كتلة تقارب كتلة البروتون تسمى بالنيترون

حسب تشادويك كتلة الجسيم المتعادل الشحنة يطلق عليه بالثبات أخرى غير طريقة لوحظ (لا توجد شحنة النيترون $m_n = m_p = 1.6748247 \times 10^{-27}$ kg) كتل الذرات:

وقد رأينا سابقاً أنه يمكن حساب كتلة الذرة وهي متعادلة حيث q هي شحنة الإلكترون و m هي كتلته

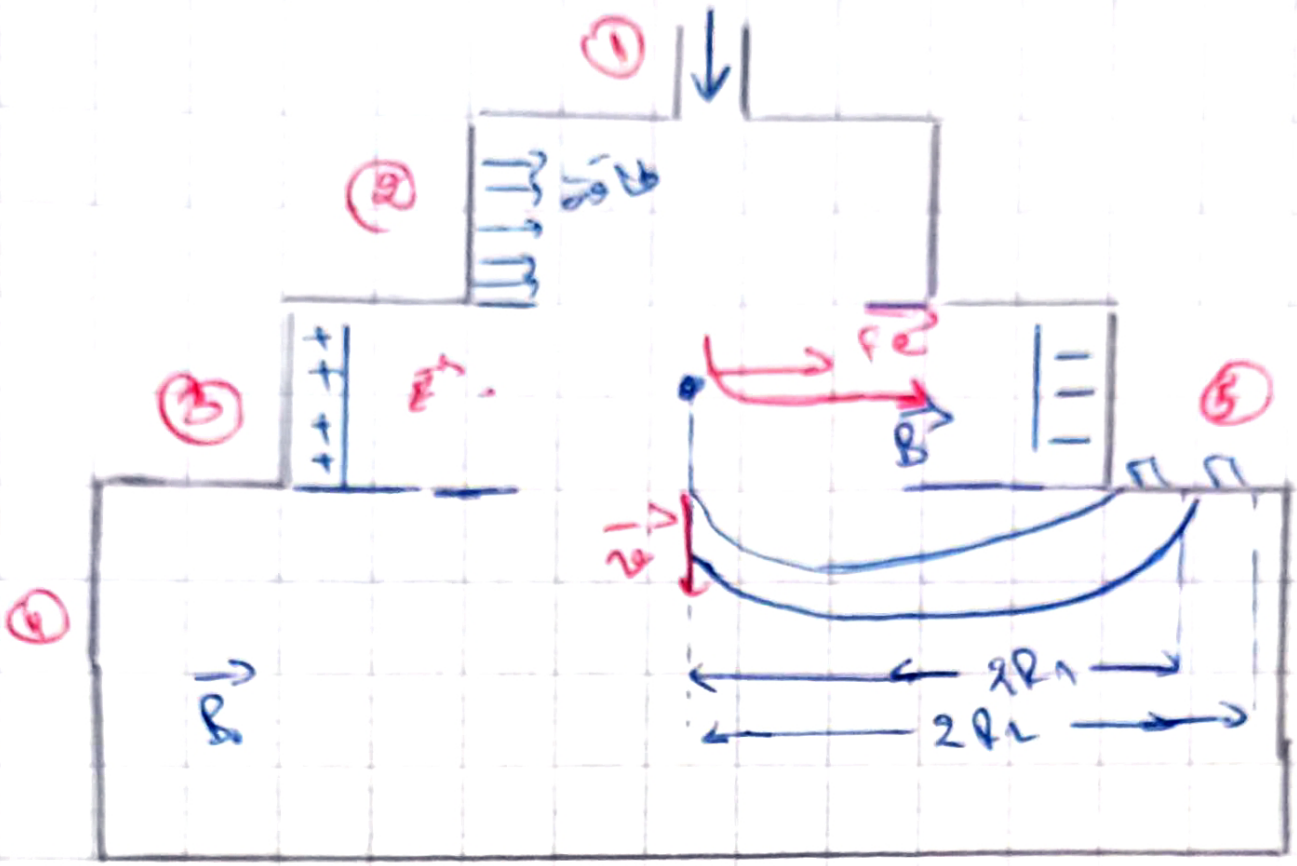
$$M \rightarrow M^+ + \bar{e}$$

إذا كان الأيون يحمل شحنة واحدة فإنه يمكن تصحيح الكتلة بإضافة كتلة الإلكترون المفقود لهذا الغرض صممت أجهزة خاصة تستعمل لقياس كتل الذرات وتسمى مطياف الكتلة

مطياف الكتلة وحساب الكتل الذرية:

صممت عدة أجهزة لحساب الكتل الذرية للعناصر تسمى مطياف الكتلة حيث تعمل على فصل وقياس كتل نظائر نفس العنصر عندما تخضع لتأثير حقلين كهربائي ومغناطيسي. هناك عدة أنواع منها نذكر: مطياف أستون - مطياف دمبستر. مطياف باجريج.

مطياف بامبريج :



~~أو~~ مكان

① غرفة التعجيل

② غرفة التأين

③ غرفة السرعة (مرشح السرعة)

④ المحلل (غرفة الفصل)

⑤ المجمع (الكاشف)

1- يتم حقن العينة المراد تحديد كتلتها

2- في غرفة التأين تسلط على الذرة المتعادلة كهربائيا طاقة الكترونية فتتحول إلى أيون موجب

3- في غرفة التسريع تخضع الأيون الموجب نحو الصفيحة السالبة للكترونة نتيجة تأثره بالحقل الكهربائي $\vec{E}$ ونكتب $\vec{Fe} = q.\vec{E}$

حتى يجبر الأيون على A ولا يحل يجب خلق انحراف بتطبيق حقل مغناطيسي $\vec{B}$ عموديا على الحقل الكهربائي $\vec{E}$ فتنشأ قوة مغناطيسية تعاكس القوة الكهربائية وتساويها في الشدة:

$$\|\vec{Fe}\| = \|\vec{Fm}\|$$

$$qE = qvB$$

$$\Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

واضح أن السرعة مستقلة عن الشحنة والكتلة

4- في الحلل يسود حقل مغناطيسي منتظم شعاعه $\vec{B}$ فتنشأ عنه قوة مغناطيسية Fm

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في الحلل:

$$\sum \vec{F}ext = m\vec{a}$$

$$\vec{Fm} = m\vec{a}$$

$$qvB = ma$$

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_N$$

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$$

$$qvB_0 = m\frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{mvR}{qB_0}$$

$$v = \frac{E}{B}$$

$$\Rightarrow R = \frac{m \cdot E}{qBB_0}$$

حركة الأيونات داخل مسطحة ($R_{(v)}$) ثابت.

حيث m = كتلة الأيون

q = شحنة الأيون

B_0 = الحقل المغناطيسي المطبق في المحلل.

B = " " " في غرفة التشتيت.

- دور المجمع هو تجميع الأيونات ذات الكتل المتساوية

النظائر:

عند تحليل غاز الهيدروجين كان يتوقع الحصول على مسار دائري واحد في المحلل لأنه ظهرت ثلاث بقع أي ثلاث أنصاف أقطار

التفسير: نعلم أن R: نصف القطر $R = \frac{m \cdot v}{qB_0}$

حيث v و q و B_0 ثوابت إذن R تابع لكتلة m فقط

من هنا جاء مفهوم النظائر إذن نعرف النظائر:

ذرات من عنصر واحد ذات كتل مختلفة

عملياً كتلة الذرة تساوي كتلة نواتها وكتلة النواة تساوي مجموع كتل البروتونات والنيترونات ($A = P + N$) وعليه النظائر: ذرات العنصر الواحد ذات أعداد كتلية مختلفة

الذرة متعادلة كهربائيا يعني أن عدد الالكترونات يساوي عدد البروتونات إذن النظائر هي ذرات العنصر الواحد تختلف في عدد نيتروناتها.

* مثلة :

$^{12}_{6}C$ ، $^{13}_{6}C$ ، $^{14}_{6}C$ ← الكربون

$^{35}_{17}Cl$ ، $^{37}_{17}Cl$ ← الكلور

الباب الثالث : النواة والكيمياء النووية :

$m_p = 1,0086\ UMA = 1,6725 \times 10^{-27}\ kg$.

$m_n = 1,0078\ UMA = 1,6748 \times 10^{-27}\ kg$.

$1\ UMA = 1,66 \times 10^{-27}\ kg$.

حساب طاقة تماسك نواة الهيليوم

تتألف نواة الهيليوم من

$$2p + 2n \rightarrow {}^{4}_{2}He$$

$$m_{He} = 2m_p + 2m_n$$

النظرية $m_{He} = 4m_p = 4 \times 1,0086 = 4,0316\ UMA$

التجريبية $m_{He} = 4,0016\ UMA$

$$\Delta m = |m_{He} - m_{exp}|$$

$$\Delta m = 0,03\ UMA$$

يمثل هذا النقص كتلة الطاقة التي تحرر عند تكوين النواة وتسمى بطاقة تماسك النواة يعبر عنها بـ $\Delta E = \Delta m c^2$ حيث ΔE = الطاقة المحررة و c = سرعة الضوء

$\beta^- \in nYZ$

$\beta^+ \in nXZ$

$c = 3 \times 10^8 \ m/s$.

حساب الطاقة التي يحررها نواة الهيليوم =

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

$$= 0,03 \times 1,66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\Delta E = 4,48 \times 10^{-12} \ J$$

حساب الطاقة لمول واحد

$$\Delta E = \Delta E \times N_A$$

$$= 4,48 \times 10^{-12} \times 6,023 \times 10^{23}$$

$$\Delta E = 2,69 \times 10^{12} \ J.$$

$1 \ cal \rightarrow 4,18 \ J$

$$\Delta E = \frac{2,69 \times 10^2}{4,18} = 6,54 \times 10^{11} \ cal$$

$$= 6,54 \times 10^8 \ Kcal.$$

تسمى المقدار ΔE طاقة تماسك النواة وهي كذلك طاقة الكتلة لتفكيك النواة

$$^4_2He + \Delta E \rightarrow 2p + 2n.$$

Cours

المقارنة بين الطاقة المحررة لتفكك 1mol من الهيليوم و1 حزات الهيدروجين:

$$^4_2He \xrightarrow{\text{نووي}} 2\,^1_1p + 2\,^1_0n \quad \Delta E = 6{,}54\times10^{8}\ Kcal$$

$$C + O_2 \xrightarrow{\text{تفاعل كيميائي}} CO_2 \quad \Delta E' = 94{,}1\ Kcal$$

$$\Delta E \gg\gg \Delta E'$$

ما هي كتلة الفحم التي يجب حرقها للحصول على طاقة مقدرها ΔE

$$12\,g_{(c)} \rightarrow 94{,}1\ Kcal$$

$$m_{(g)} \rightarrow 6{,}54\times10^{8}\ Kcal$$

$$m = 8{,}58\times10^{7}\ g$$

$$m = 8{,}58\times10^{4}\ Kg$$

$$m = 86{,}8\ tones$$

مقارنة

$\Delta E = 6{,}54\times10^{8}\ Kcal$

احتراق 12g من الكربون

تفكك 4g من He

من هذا نستنتج أهمية التفاعلات النووية مقارنة بالتفاعلات الكيميائية من ناحية الطاقة.

وحدات الطاقة:

تقاس الطاقة بوحدة الجول (J) (أو) (Kcal) ...

إلا أنه توجد وحدات أخرى مثل (eV)، (MeV)، (KeV)

$$1\,eV = 1{,}6\times10^{-19}\ J$$

غالبا ما يعبر عن طاقة تماسك النواة بالطاقة المتوسطة للتماسك وهي طاقة التماسك محسوبة على العدد الكتلي A وتسمى طاقة التماسك لكل نيكليون $\left(\frac{\Delta E}{A}\right)$، بالنسبة لليورانيوم

$\Delta E = 4,48 \times 10^{-12}$ J.

$\Delta E = \frac{4,48 \times 10^{-12}}{1,6 \times 10^{-19}} = 2,93 \times 10^{7}$ eV

$\Delta E = 2,93 \times 10^{7} \times 10^{-6}$

$\Delta E = 29,3$ MeV.

طاقة التماسك لها علاقة باستقرار النواة

$\frac{\Delta E}{A} = \frac{29,3}{4} = 7,32 \left(\frac{MeV}{A}\right)$

استقرار كبير ⟸ طاقة تماسك كبيرة.

عدم الاستقرار ⟸ اشعاع إطلاقي إذا كان $\frac{N}{P} > 1,2$ ⟸ نواة ثقيلة

Fe لديك أكبر طاقة تماسك وتقدر $8,8 \frac{MeV}{A}$

سؤال:

ما هو الفرق بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية

⟸ نعلم أن الذرة تتكون من نواة تدور حولها الالكترونات، في حالة التفاعلات الكيميائية التفاعل يحدث على مستوى الالكترونات دون حدوث أي تغيير في نواة الذرات المتفاعلة. (إعادة ترتيب الذرات)

مثال:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$.

أما التفاعل النووي فإنه يحدث على مستوى نواة الذرة ويحدث تغير في العناصر وبالتالي تتغير قيمة العدد الكتلي A أي هيكلة نواة جديدة.

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{143}_{56}Ba + ^{90}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n$$

التفاعلات النووية : مدد النشاط الاشعاعي

تصنف التفاعلات النووية الى : 1- النشاط الاشعاعي الطبيعي 2- النشاط الاشعاعي الاصطناعي.

- اكتشاف النشاط الاشعاعي الطبيعي :

لاحظ العالم الكيميائي بيكريل لاحظ ان أملاح اليورانيوم قادرة على ترك بقع على لوحة تصويرية حتى ولو كانت مغلفة بورقة من الألمنيوم، لاحظ كذلك أن هذه الأملاح تملك خاصية جعل الوسط المحيط الهوائي ناقلا للتيار الكهربائي فاستنتج أن هناك اشعاعات صادرة من اليورانيوم وسميت ظاهرة النشاط الاشعاعي.

بعد سنوات تمكنت كل من Pierre curie و Marie curie من اكتشاف في مناجم اليورانيوم كل من مركبات البولونيوم و الراديوم التي تعتبر اشعاعاتها أشد من تلك التي يشعها اليورانيوم

اذن النشاط الاشعاعي تعريفا هو ظاهرة تحدث لنواة غير مستقرة (مشعة) تتحول الى نواة مستقرة أو أكثر استقرارا مع انبعاث اشعاعات (γ, β^+, β^-, α)

- أنواع النشاط الاشعاعي الطبيعي :

نميز 3 أنواع.

- الإشعاع α = تنطلق الأشعة α نحو صفيحة سالبة للكثافة، لها سرعة كبيرة جدا تبلغ 20000 كلم/ث.
وهي عبارة عن نواة الهيليوم نمثلها بالتفاعل التالي

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + \alpha \left({}^{4}_{2}He \right) $$

مثال:

$$ {}^{231}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}Y + {}^{4}_{2}He $$

$$ A = 231 - 4 = 227 \quad , \quad Z = 92 - 2 = 90 $$

- الإشعاعات β = تتشتت الأشعة المحيطية فهي مكونة من إلكترونات ذات سرعة كبيرة جدا وتنطلق نحو الصفيحة الموجبة للكثافة نمثلها بالمعادلة

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e \quad (\beta) $$

مثال:

$$ {}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e $$

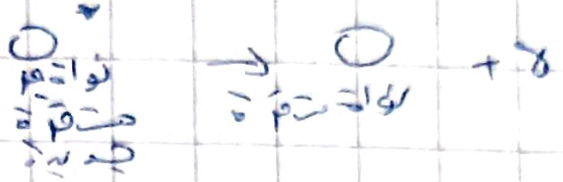
بوزيترون $\beta^+ \left({}^{0}_{1}e \right)$

إلكترون $\beta^- \left({}^{0}_{-1}e \right)$

$\beta < \beta$

- الإشعاعات γ = لا تنحرف بوجود الحقل الكهربائي ولا المغناطيسي فهي إشعاعات غير مشحونة لها طبيعة تشبه طبيعة الضوء سرعتها هي سرعة الضوء $3 \times 10^8 \, m/s$

لهذا فإن نفس هذه الانتقالات لا تحدث إلا إذا رافق كل من الإشعاعين α و β بحيث أنه عند ميلاد نواة جديدة عن طريق الإشعاع α و β تكون هذه النواة الجديدة غير مستقرة ولكي تستقر تفقد طاقة هائلة جدا على شكل إشعاعات γ.



مثال:

$$^{137}_{56}Ba^{*} \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + \gamma$$

مميزات النشاط الإشعاعي:

- **تلقائي**: يتم بدون تدخل أي عامل خارجي أي أن النواة تتفكك تلقائيا إلى نواة مستقرة + إشعاعات
- **عشوائي**: لا يمكن التنبؤ أي نواة سوف تتفكك
- **حتمي**: النواة المشعة سوف تتفكك حتما لأنها غير مستقرة وتبحث عن الاستقرار
- مستقل عن الضغط ودرجة الحرارة وعن الارتباطات الكيميائية

قوانين النشاط الإشعاعي:

نعلم أن العناصر تنقسم إلى نوعين: مستقرة و مشعة حيث تحدث للمواد المشعة إشعاعيا

سؤال:

كيف يمكنك معرفة عدد الأنوية المحتفظ ببقاؤها غير منحلة بعد مرور زمن ما من النشاط الأشعاعي ما هي العلاقة الرياضية التي تستطيع من خلالها أن تجد عدد الأنوية غير المتحللة بعد زمن من النشاط الأشعاعي ؟

قوانين النشاط الإشعاعي:

تنقسم الأنوية لـ نوعين

⊕ قانون المنافسة الإشعاعي (التفاعل): يتناسب المعدل الذي تحدث عنده عملية الانحلال في عينة طرديا مع عدد النوى الإشعاعية غير المنحلة الموجودة في لحظة ما وبالتالي:

$\frac{dN}{dt}$

يساوي معدل تغير عدد النوى الإشعاعية غير المنحلة في عينة وهو يساوي: $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

λ = ثابت التفكك وهو احتمالية انحلال كل نواة لكل ثانية

N = عدد الأنوية المتبقية غير المنحلة في العينة بعد زمن t.

(-) = تدل على أن عدد الأنوية يتناقص مع مرور الزمن.

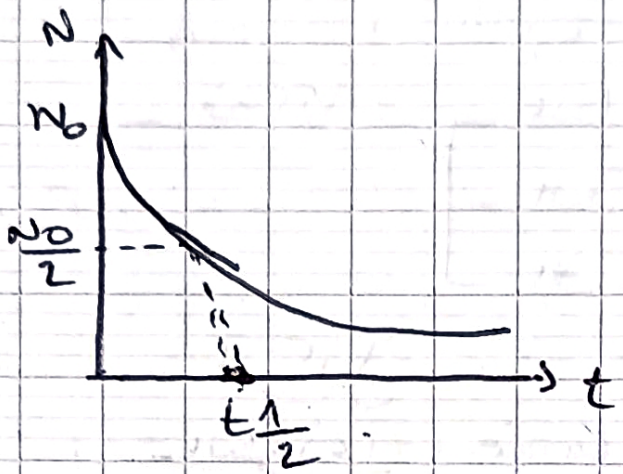
$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{0}^{t} dt$$

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$



2- دور النشاط الإشعاعي: هو زمن نصف العمر وهو الزمن اللازم الذي يتلاشى فيه نصف عدد الأنوية الابتدائية ($\frac{N_0}{2}$) نرمز له بـ: $T = t_{\frac{1}{2}}$

- حساب الدور:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}}$$

$$2 = e^{\lambda t_{\frac{1}{2}}}$$

$$\ln 2 = \lambda t_{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow \boxed{t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}}$$

3- فعالية عنصر مشع: هي عدد التفككات في وحدة الزمن

$$a = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda N$$

- الفعالية الابتدائية: $a_0 = \lambda N_0$

- الفعالية عند الزمن (t): $a = \lambda N$

من خلال قانون التفاعل :

$$\frac{a}{A} = \frac{a_0}{A} e^{-\lambda t}$$

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

وحدة الفعالية :

- تفكك في الثانية dps
  الدقيقة dpmn
  الساعة dph

- البيكريل حيث : 1 Bq = 1 dps

- الكوري عنصر : يعرف الكوري على أنه فعالية Ra و 1g الذي وزنه يساوي $t_{\frac{1}{2}} = 1620 ans$ وكتلته المولية $M = 226,03 g/mol$

ما علاقة الكوري بـ dps ؟

- حساب a لـ 1g من Ra

$$a = \lambda N$$

N : عدد النوى الموجودة في 1g من Ra

λ : ثابت

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{0,69}{t_{\frac{1}{2}}}$$

$M = 226,05$ ← N_A نواة

1g ← N

$$N = \frac{N_A}{M}$$

$$a = \frac{0,69}{t_{\frac{1}{2}}} \times \frac{N_A}{M}$$

$$A = \frac{0{,}69 \times 6{,}023 \times 10^{23}}{1620 \times 365 \times 3600 \times 24 \times 226{,}05} = 3{,}65 \times 10^{10} \text{ dps}$$

1 curie $\longrightarrow$ $3{,}65 \times 10^{10}$ dps.

• النشاط الإشعاعي الاصطناعي:

إن أغلب المواد المشعة التي تنتج اليوم تحضر صناعيا ضمن التفاعلات النووية وتنقسم التفاعلات النووية الاصطناعية إلى الانشطار والاندماج (الانصهار).

- الانشطار النووي: هو انقسام نواة ثقيلة عند قذفها بالنيترونات إلى نوى خفيفة أكثر استقرارا.

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{103}_{36}Ba + ^{90}_{36}K + 3\,^{1}_{0}n$$

- الاندماج النووي: هو اتحاد نواتين خفيفتين لانتاج نواة ثقيلة.

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

ملاحظة:

ينتج عن تفاعل انشطار أو اندماج فرق كتلة بين النواتج والمتفاعلات يتحول هذا الفرق إلى طاقة تسمى بالطاقة النووية:

$$\Delta E = \Delta m c^2$$