سلسلة دروس و تمارين مقترحة

علوم فيزيائية

الأستاذ : فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم—الخروب.
2010/2011
تاريخ آخر تحديث : 2011-05-31

المستوى : ثالثة ثانوي .

المحتوى : عرض نظري مختصر للوحدات التالية :

1- المتابعة الزمنية لتفاعل كيميائي .
2- دراسة تحولات نووية .
3- دراسة ظواهر كهربائية .
4- تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن
5- تطور جملة كيميائية .
6- مراقبة تطور جملة كيميائية .

Fares_Fergani@Yahoo.Fr - tel : 0771998109

1- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي :

• التحولات السريعة و البطيئة :

- يكون التحول الكيميائي لحظيا أو سريعا إذا كان تطور الجملة الكيميائية يصل إلى حالته النهائية مباشرة عند التلامس بين المتفاعلات .
- يكون التحول الكيميائي بطيئا إذا كان تطور الجملة يدوم عدة ثواني أو عدة دقائق أو عدة ساعات كأقصى حد .
- يكون التحول الكيميائي بطيئا جدا إذا كانت نتائج تطور الجملة لا تلاحظ إلا بعد عدة أيام أو أشهر .

• الدراسة الكمية لتطور جملة كيميائية :

من أجل الدراسة الكمية لتطور جملة كيميائية خلال الزمن يجب معرفة تركيبها المولي في كل لحظة ، لذلك يمكن استعمال عدة طرق .
- الطريقة الكيميائية التي تعتمد على المعايرة .
- الطريقة الفيزيائية التي تعتمد على قياس مقدار فيزيائي : مثل الضغط ، الحجم ، الناقلية ، pH .....
علما أن المقادير الفيزيائية التي يمكن حسابهما بهاتين الطريقتين من جهة يمكن حسابها في لحظات مختلفة بتجهيزات خاصة ومن جهة أخرى تتعلق بتقدم التفاعل x .

• سرعة التفاعل :

- نعتبر التحول الكيميائي المنمذج بمعادلة التفاعل التالية :

$$\alpha A + \beta B = \delta C + \lambda D$$

- تعرف السرعة المتوسطة لتشكل نوع كيميائي و ليكن C بين اللحظتين t_1 و t_2 بحاصل قسمة كمية المادة المتشكلة $\Delta n = n_2 - n_1$ على المدة الزمنية $\Delta t = t_2 - t_1$ أي :

$$v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

- تعرف السرعة اللحظية لتشكل نوع كيميائي عند اللحظة t و ليكن C على أنها قيمة مشتقة التابع $n_c = f(t)$ عند اللحظة t أي :

$$v = \frac{dn_C}{dt}$$

- تعرف السرعة الحجمية لتشكل نوع كيميائي و ليكن C عند اللحظة t في وسط تفاعلي حجمه V بالعلاقة :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dn_C}{dt} = \frac{d[n_C]}{dt}$$

- تعرف السرعة المتوسطة لاختفاء نوع كيميائي و ليكن A بين اللحظتين t_1 و t_2 بحاصل قسمة كمية المادة المختفية $\Delta n = n_2 - n_1$ على المدة الزمنية $\Delta t = t_2 - t_1$ أي :

$$v_m = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

- تعرف السرعة اللحظية لاختفاء نوع كيميائي و ليكن A عند لحظة t على أنها قيمة مشتقة التابع $n_A = f(t)$ عند اللحظة t مسبوقة بالإشارة (-) أي :

$$v = -\frac{dn_A}{dt}$$

- تعرف السرعة الحجمية لاختفاء نوع كيميائي و ليكن A عند اللحظة t في وسط تفاعلي حجمه V بالعلاقة :

$$v = -\frac{1}{V}\frac{dn_A}{dt} = -\frac{d[n_A]}{dt}$$

- تعرف سرعة التفاعل عند اللحظة t بالعلاقة التالية :

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

- إذا كان التفاعل يحدث في وسط مائي حجمه V تعرف السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

ملاحظة-1 :
- سرعة التفاعل تكون دوما موجبة .
- وحدة سرعة التفاعل و كذا سرعة اختفاء أو تشكل نوع كيميائي هي : mol/s أو mol/h (حسب وحدة الزمن) .
- وحدة سرعة الحجمية بمختلف أنواعها هي : mol/L.s أو mol/L.h (حسب وحدة الزمن) .

ملاحظة-2 :
في التفاعل الكيميائي المنمذج بالمعادلة التالية :

$$\alpha A + \beta B = \sigma C + \gamma D$$

يمكن إيجاد علاقة بين سرعات اختفاء المتفاعل ، و تشكل النواتج حيث نحصل على العلاقة التالية :

$$\frac{dx}{dt} = \frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\delta} = \frac{v_D}{\gamma}$$

حيث : v_A ، v_B ، v_C ، v_D تمثل على الترتيب : سرعة اختفاء A ، سرعة اختفاء B ، سرعة تشكل C ، سرعة تشكل D
أما إذا كانت : v'_A ، v'_B ، v'_C ، v'_D تمثل على الترتيب : السرعة الحجمية لاختفاء A ، السرعة الحجمية لاختفاء B ، السرعة الحجمية لتشكل C ، السرعة الحجمية لتشكل D يمكن كذلك كتابة العلاقة التالية :

$$\frac{1}{V}\frac{dx}{dt} = \frac{v'_A}{\alpha} = \frac{v'_B}{\beta} = \frac{v'_C}{\delta} = \frac{v'_D}{\gamma}$$

علما أن V هو حجم الوسط التفاعلي .

زمن نصف التفاعل :

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ يمثل المدة الضرورية لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي أي : $x = \frac{x_f}{2}$.

ملاحظة-3 :

لإيجاد السرعات والسرعات الحجمية هندسيا من البيانات نعتمد على القاعدة التالي و التي مفادها أن قيمة المشتقة مساوية لميل المماس (أنظر التمرين السادس 3AS01-01) .

3- العوامل الحركية و أهميتها :

تعريف العامل الحركي :

العامل الحركي لتفاعل كيميائي هو كل عامل يمكن من تغيير سرعة التفاعل . و أهم العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل نذكر:

- درجة الحرارة .
- التركيز الابتدائية للمتفاعلات .
- الوسيط .

- تطور الجملة يكون أسرع كلما :
  - ✓ كانت درجة الحرارة أكبر .
  - ✓ كانت التراكيز الابتدائية للمتفاعلات أكبر .
  - ✓ كان الوسيط مناسبا .

التفسير المجهري :

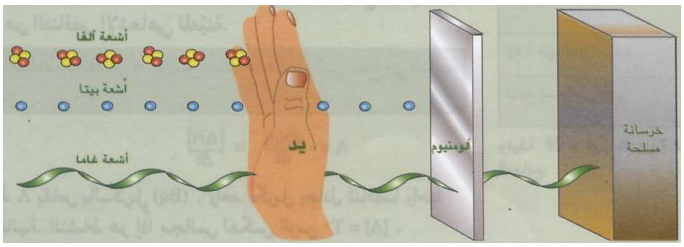
- حدوث تفاعل كيميائي في جملة كيميائية ينتج إثر تصادمات فعالة ، و التصادم الفعال هو التصادم الذي ينتج عنه تغيير في بنية الأفراد الكيميائية للمتفاعلات كتفكك فرد كيميائي أو اندماج فردين كيميائيين .
- يكون التفاعل أسرع كلما كانت عدد التصادمات الفعالة في وحدة الزمن و في وحدة الحجم أكثر .
- بتزايد درجة الحرارة يتزايد عدد الإصطدمات الفعالة و هذا ما جعل زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل .
- بتزايد التركيز المولي الابتدائي للأنواع الكيميائية يزداد عدد الأفراد الكيميائية في وحدة الحجم مما يجعل عدد التصادمات الفعالة يزداد ، و هذا ما جعل زيادة التراكيز الابتدائية للمتفاعلات تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل .

2- دراسة تحولات نووية :

• التفكك الإشعاعي :

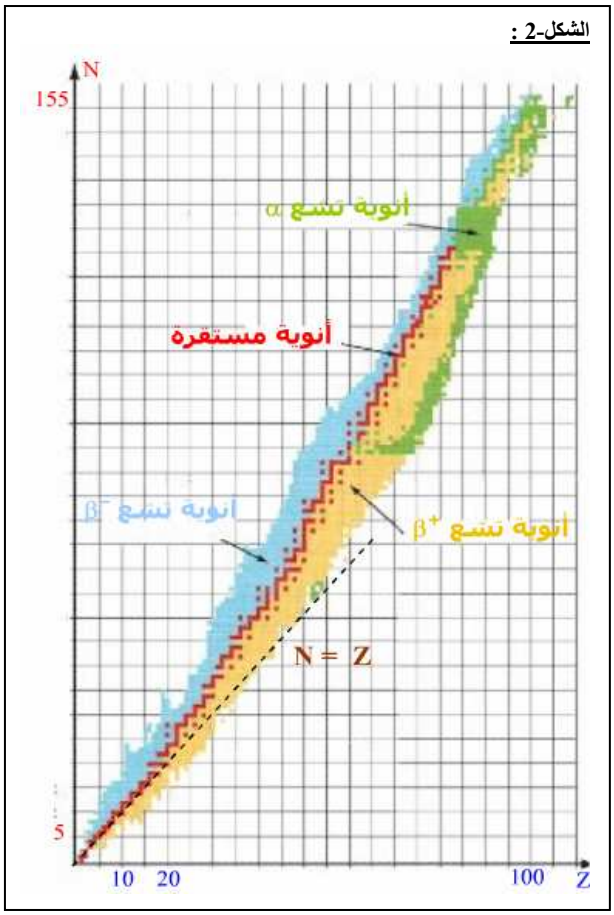
- التفكك الإشعاعي هو ظاهرة عفوية لتفاعل نووي تتحول أثناءه نواة مشعة تدعى النواة الأب إلى نواة أخرى تدعى النواة الابن ، و ذلك بإصدار النواة الأب لجسيمات أو إشعاعات كهرومغناطيسية ، و الجسميات المنبعثة ثلاث أنواع :

- الجسيمات α : و هي عبارة عن أنوية الهيليوم ^4_2He .
- الجسيمات β^- : هي عبارة عن إلكترونات $^0_{-1}e$.
- الجسيمات β^+ : هي عبارة عن إلكترونات موجبة تسمى البوزيتونات $^0_{+1}e$
- الإشعاع γ : و هو إشعاع كهرومغناطيسي ذو طاقة عالية ليس له كتلة و لا شحنة .



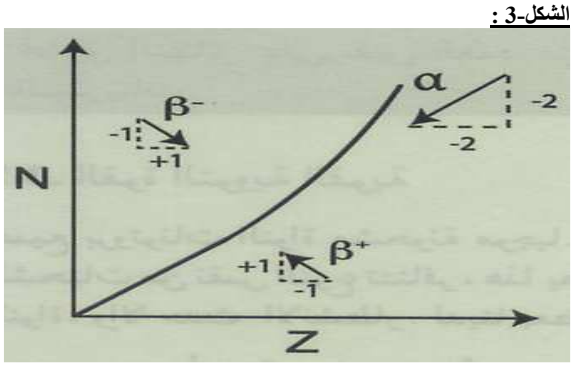
• المخطط (N,Z) :

الشكل-2 :



- الأنويـة التـي تنتمـي إلـى واد الإسـتقرار هـي الأنويـة الأكثـر اسـتقرارا وكلمـا ابتعـدنا علـى واد الاسـتقرار كلمـا كـان اسـتقرار الأنوية أقل .
- عندما تفكك نواة أب معطية نواة إبن تكون النواة الابن أقرب إلى واد الاستقرار من النواة الأب .

الشكل-3 :



جـ أنواع التفكك :

مبدأ التفكك (قانوني صودي) :
في كل تحول نووي يتحقق مبدأين :
- مبدأ انحفاظ العدد الكتلي A .
- مبدأ انحفاظ العدد الذري Z .

• أنواع التفككات الإشعاعية :

▪ التفكك α :

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha $$

▪ التفكك β^- :

$$ {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}\beta + \bar{\nu} $$

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{(Z+1)}Y + {}^{0}_{-1}\beta + \bar{\nu} $$

▪ التفكك β^+ :

$$ {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{+1}\beta + \nu $$

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{(Z-1)}Y + {}^{0}_{+1}\beta + \nu $$

▪ التفكك الإشعاعي γ :

- خلال التفكك الإشعاعي γ يحدث استقرار أنوية مثارة طاقويا (أنويـة أب) الناتجـة عـن تفكـك نـووي ، ينـتج عـن ذلـك نـواة ابـن مـستقرة ، الطاقـة الإضـافية التـي تحملهـا النـواة الأب المثـارة ، تتحرر عل شكل اشعاعات γ .
- معادلة التفاعل النووي لهذا التفكك الإشعاعي كالتالي :

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma $$

${}^{A}_{Z}X^{*}$ هي النواة الأب المثارة .
${}^{A}_{Z}X$ هي النواة الابن المستقرة .

• قانون التناقص الإشعاعي :

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

N_0 هو عدد الأنوية في اللحظة صفر .
N هو عدد الأنوية المتبقية في اللحظة t .
λ هو ثابت يدعى ثابت التفكك الإشعاعي وحدته s^{-1} في جملة الوحدات الدولية ، يتعلق بالنواة و لا يتعلق بالزمن ، يعبر عنه بالعلاقة :

$$ \lambda = \frac{lu2}{t_{1/2}} $$

$t_{1/2}$ هو زمن نصف العمر (أو مدة نصف العمر) وحدته الثانية s و هو الزمن الذي تتفكك خلالها نصف الأنوية المشعة . أي :

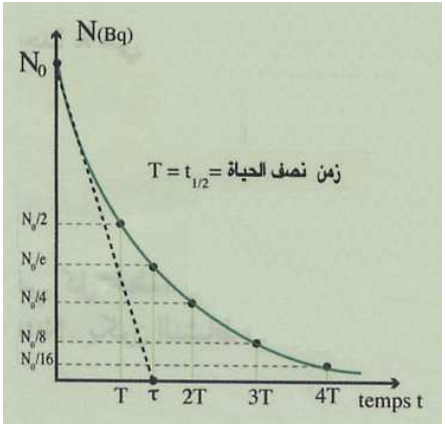
$t = 0 \rightarrow N = N_0$

$t = t_1 = t_{1/2} \rightarrow N = N_1 = \frac{N_0}{2}$

$t = t_2 = 2\,t_{1/2} \rightarrow N = N_2 = \frac{N_1}{2}$

$t = t_1 = 3\,t_{1/2} \rightarrow N = N_3 = \frac{N_2}{2}$ .....

و هندسيا يكون :



- تعرف النسبة $\frac{1}{\lambda}$ بثابت الزمن يرمز له بـ τ و نكتب :

$$ \tau = \frac{1}{\lambda} $$

ملاحظة :
ماقلناه عن عدد الأنوية N من خلال تعريف زمن نصف العمر يمكن قوله عن أي مقدار يتناسب مع عدد الأنوية مثل الكتلة m ، النشاط A (نتعرف عليه فيما بعد) ، حجم غاز ... مثلا :

$t = 0 \rightarrow m = 8\ \mu g$
$t = t_{1/2} \rightarrow m = 4\ \mu g$
$t = 2\ t_{1/2} \rightarrow m = 2\ \mu g$
$t = 3\ t_{1/2} \rightarrow m = 1\ \mu g$
$t = 4\ t_{1/2} \rightarrow m = 0.5\ \mu g$ .....

• النشاط الإشعاعي :

- النشاط الإشعاعي الذي يرمز له بـ A ووحدته في جملة الوحدات الدولية بالبكريل (Bq) لعينة هو عدد التفككات التي تنتج في الثانية الواحدة ، يعبر عنه بالعلاقة :

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

و حيث أن : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ يمكن كتابة :

$$A(t) = -\lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

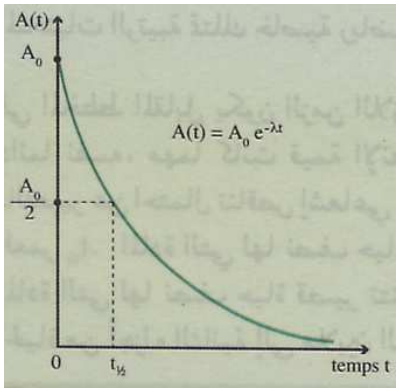
حيث A_0 هو مقدار النشاط عند $t = 0$ حيث يمكن كتابة :

$$A = \lambda N_0$$

- يمكن استنتاج :

$$t = t_{1/2} \rightarrow A = \frac{A_0}{2} \quad .....$$

و هندسيا يكون :



• وحدة الكتلة الذرية u :

إن الكتل الفردية المستخدمة في التفاعلات النووية صغيرة جدا ، لذا يستخدم الفيزيائيون عادة وحدة أخرى لقياس الكتلة تدعى وحدة الكتلة الذرية يرمز لها (u) و يعبر عنها بالعلاقة :

$$1u = 1.66.10^{-27}\ kg$$

تعرف أيضا وحدة الكتلة الذرية على أنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون أي :

$$1u = \frac{1}{12} m_C = \frac{1}{12}\frac{M(C)}{N_A} = \frac{1}{12}\frac{12}{6.02.10^{23}}$$

$$1u = \approx 1.67.10^{-24}\ g = 1.67.10^{-27}\ kg$$

• طاقة الكتلة :

- في إطار النظرية النسبية اقترح إنشتاين في بداية القرن العشرين أن كل كتلة تصحبها طاقة كتلة يعبر عنها بعلاقة تكافؤ بين الكتلة و الطاقة ، و عليه تمتلك كتلة m في الكون طاقة كتلة قدرها :

$$E_0 = mc^2$$

$C = 3 . 10^8\ m.s^{-1}$: سرعة الضوء في الفراغ ، m : الكتلة (kg) ، E_0 : طاقة الكتلة (J)

- في السلم الذري توجد وحدات أخرى للطاقة أهمها ، الإلكترون فولط eV و الميغا إلكترون فولط MeV حيث :

$$1eV = 1.6 . 10^{-19}\ J$$
$$1MeV = 10^6\ eV$$
$$1MeV = 1.6 . 10^{-13}\ J$$

• النقص الكتلي و طاقة التماسك :

- إن كتلة النواة أقل من كتلة مكوناتها و الفرق بين الكتلتين يدعى **النقص الكتلي** و يرمز له بـ Δm و يعبر عنه بالعلالة :

$$\Delta m = Z\ m_p + (A - Z)\ m_n - m$$

حيث m_p : كتلة البروتون ، m_n : كتلة النيترون ، m : كتلة النواة

- طاقة التماسك هذه لنواة ${}^{A}_{Z}X$ و التي يمز لها بـ E_ℓ تحسب من خلال العلاقة :

$$E_\ell = \Delta m\ c^2 = (Z\ m_p + (A - Z)\ m_n - m)\ c^2$$

• استقرار الأنوية :

- لا يرتبط استقرار النواة بطاقة تماسكها ، و إنما يرتبط بطاقة التماسك لكل نيوكليون $\frac{E_\ell}{A}$ حيث :

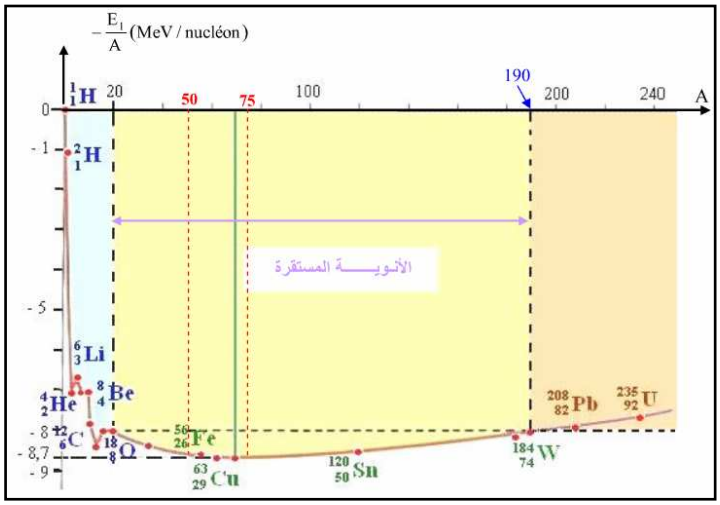
$$\frac{E_\ell}{A} = (Z\ m_p + (A - Z)\ m_n - m)\ \frac{C^2}{A}$$

مثلا الحديد ^{56}Fe أكثر استقرار من اليورانيوم ^{235}U رغم أن طاقة الربط لنواة اليورانيوم أكبر طاقة الربط لنواة الحديد لكن :

$$\frac{E_\ell}{A}(^{56}Fe) > \frac{E_\ell}{A}(^{235}U) .$$

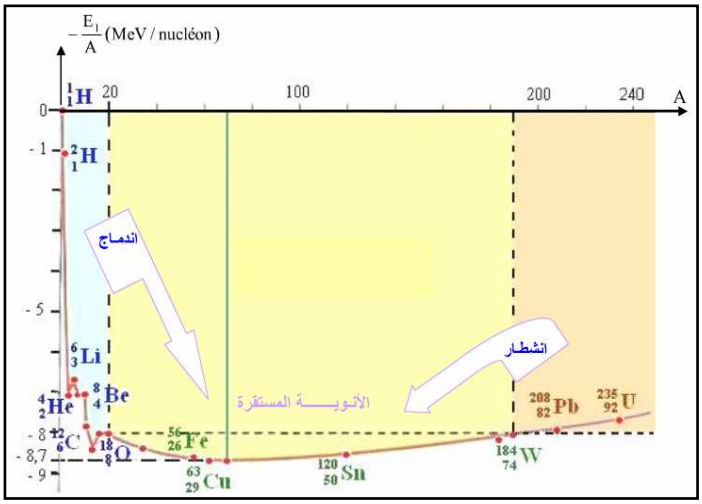
• منحنى أستون (Aston) :

- نستعمل عادة نظير قيمة طاقة التماسك لكل نوكليون ، أي القيمة السالبة ($-\frac{E_l}{A}$) و التي تمثل الطاقة اللازمة لنزع نوكليون من النواة ، و منحنى أستون هو منحنى يدرس هذه الطاقة بدلالة العدد الكتلي A .



• الانشطار النووي و الاندماج النووي :

- الانشطار النووية هو عبارة عن تفاعل نووي مستحدث ناتج عن تصادم جسيمة (نيترون مثلا) مع نواة ثقيلة منتجة نواتين خفيفتين
- الاندماج النووي هو عبارة عن تفاعل نووي يتم خلاله ارتباط نواتين خفيفتين لتشكيل نواة ثقيلة .



• الطاقة المحررة من تفاعل نووي :

- إن التفاعلات النووية تتبع دائما بالتناقص في الكتلة ، أي أن كتلة النواتج لا تساوي كتلة المتفاعلات ($\Delta m \neq 0$) .

- أثناء تفاعل نووي منمذج بالمعادلة :

$$^{A1}_{Z1}X_1 + ^{A2}_{Z2}X_2 \rightarrow ^{A3}_{Z3}X_3 + ^{A4}_{Z4}X_4$$

تساوي الطاقة المحررة من هذا التفاعل الفرق بين مجموع طاقات كتلة المتفاعلات و مجموع طاقة كتلة النواتج لذا يكون :

$$E_{lib} = (\text{كتلة النواتج} - \text{كتلة المتفاعلات})\, c^2$$

$$E_{lib} = (m(X_1) + m(X_2)) - (m(X_3) + m(X_4))C^2$$

- تساوي أيضا الطاقة المحررة من تفاعل كيميائي للفرق بين مجموع طاقات التماسك E_l للمتفاعلات و مجموع طاقات التماسك للنواتج .

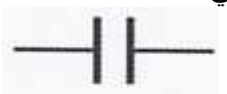
$$E_{lib} = (E_\ell(X_3) + E_\ell(X_4)) - (E_\ell(X_1) + E_\ell(X_2))C^2$$

- الطاقة المحررة قد تكون على عدة أشكال ، حركية ، إشعاع γ ..... و لحساب قيمة أحدهما نطبق مبدأ انحفاظ الطاقة الذي تطرقنا له في السنة الثانية ثانوي .

3- دراسة ظواهر كهربائية :

• تعريف المكثفة :

- المكثفة عنصر كهربائي قادر على تخزين شحنة كهربائية.
- تتكون المكثفة من ناقلين كهربائيين ، يدعى كل منهما لبوس المكثفة ، يفصل بينهما مادة عازلة للكهرباء .- يرمز للمكثفة اصطلاحا بالرمز التالي :



- في دارة تحتوي على التسلسل مكثفة لا يمر تيار كهربائي مستمر ، لأن العازل يمنع انتقال الإلكترونات من لبوس إلى آخر.

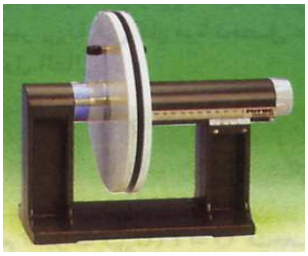
• سعة المكثفة :

- تتناسب شحنة المكثفة مع التوتر الكهربائي بين طرفيها أي : $Q = a\,u$ ، ثابت التناسب a هو مقدار فيزيائي يدعى **سعة المكثفة** يرمز لها بـ **C** ووحدتها في جملة الوحدات الدولية **الفاراد** التي يرمز لها بـ **F** و نكتب :

$$Q = C\,u \rightarrow C = \frac{Q}{u}$$

وحدة الشحنة Q : الكولون (C)
وحدة التوتر U_{AB} : الفولط (V)
- للفارد أجزاء هي:
ميكرو فاراد (μF) : حيث $1\mu F = 10^{-6}\,F$
نانو فاراد (nF) : حيث $1nF = 10^{-9}\,F$

بيكو فاراد (pF) : حيث $1pF = 10^{-12}\,F$.
- من أشكال المكثفات , المكثفة المستوية و هي مكثفة لبوساها مستويان متوازيان البعد بينهما (d) وسطح كل منهما (S) حيث d صغير بالنسبة لـ S .



سعة هذا النوع من المكثفات يعطى بالعبارة :

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}$$

ε : ثابت العزل الكهربائي و هو يعطى بالعبارة :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \times \varepsilon_r$$

$\varepsilon_0 = 8.85 \ . \ 10^{-12}\ F.m^{-1}$: يسمى ثابت العزل الكهربائي المطلق للفراغ .
ε_r : ثابت العزل الكهربائي النسبي (يميز العازل) .

● تجميع المكثفات :

المكثفة المكافئة و التي يرمز لها بـ C لمجموعة من المكثفات هي مكثفة التوتر بين طرفيها مساوي للتوتر بين طرفي مجموعة المكثفات و شدة التيار التي تجتازها مساوي لشدة التيار التي تجتاز مجموعة المكثفة (معا) .

على التسلسل :

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

- يمكن تعميم ذلك على عدة مكثفات مهما كان عددها .
- سعة المكثفة المكافئة في الربط على التسلسل تكون أصغر المكثفات $C < C_1$ ، $C < C_2$ ، $C < C_3$ ، يمكن القول بأن جمع المكثفات على التسلسل يجعل السعة المكافئة صغير .
- بجمع المكثفات على التسلسل يسمح أيضا باستخدام توتر أعلى من التوتر الذي تتحمله كل مكثفة على حدة ؟

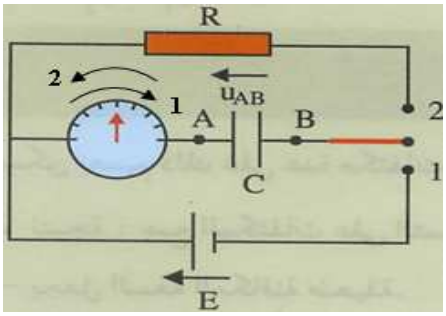
على التفرع :

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

- السعة المكافئة تكون أكبر السعات أي $C > C_1$ ، $C > C_2$ ، $C_3 > C$ ، يمكن القول أن الربط على التفرع يجعل المكثفة المكافئة كبيرة .
- جمع المكثفات على التفرع يسمح أيضا باستخدام توتر ضعيف للحصول على شحنة كبيرة لا توفرها كل مكثفة على حدة .

● شحن و تفريغ مكثفة :

لكي نتعرف على آلية شحن و تفريغ مكثفة نحقق الدارة الكهربائية المبينة في (الشكل-20) .



شحن المكثفة :
- لشحن المكثفة نضع البادلة في الوضع (1) أي المكثفة في دارة المولد ، نلاحظ انحراف مؤشر المقياس الغلفاني بسرعة في الاتجاه (1) المبين في الشكل السابق ثم يعود إلى الصفر ، يدل ذلك على مرور تيار كهربائي لفترة وجيزة ثم انعدم ، يسمى هذا التيار تيار الشحن .
- التفسير المجهري لما حدث هو أن التيار الكهربائي المار بالدارة ناتج عن الانتقال السريع للإلكترونات من اللبوس A نحو اللبوس B عبر دارة المولد ، و بسبب العازل يحدث تراكم لهذه الإلكترونات في اللبوس B و يشحن سلبا في حين يشحن اللبوس A إيجابا ، و عندما يصبح عدد الإلكترونات التي تغادر اللبوس A مساوي لعدد الإلكترونات التي تصل إلى اللبوس B نقول إن عملية الشحن انتهت.

تفريغ المكثفة :
- لتفريغ المكثفة نضع البادلة في الوضع (2) أي في الدارة (RC) و في هذه الحالة يكون المولد خارج الدارة . نلاحظ انحراف مؤشر المقياس الغلفاني في الاتجاه (2) المبين في الشكل (عكس الاتجاه السابق) ثم يعود إلى الصفر ، يدل ذلك على مرور تيار كهربائي لفترة وجيزة ثم انعدم ، يسمى هذا التيار **تيار التفريغ** .
- التفسير المجهري لما حدث بأن الإلكترونات المتراكمة في اللبوس B و التي أتت من اللبوس A أثناء الشحن ، تعود إلى ما كانت عليه إلى اللبوس A حتى يصبح اللبوسين A ، B معتدلين كهربائيين ، و عندها يعود مؤشر المقياس الغلفاني إلى الصفر ، نقول عن المكثفة في هذه الحالة أنها **فرغت .**

نتيجة :
تخزن المكثفة أثناء شحنها كمية من الكهرباء ، و تعيدها أثناء التفريغ .

• ثابت الزمن τ :

- زمن إتمام الشحن يزداد بازدياد المقاومة و بازدياد سعة المكثفة ، فهو يزداد بازدياد المقدار R.C . المقدار R.C هو ثابت يميز الدارة (R,C) يدعى ثابت الزمن للدارة (R,C) يرمز له بـ τ ووحدته الثانية و نكتب :

$$\tau = R \cdot C$$

• تطور التوتر بين طرفي مكثفة :

▪ حالة شحن المكثفة :

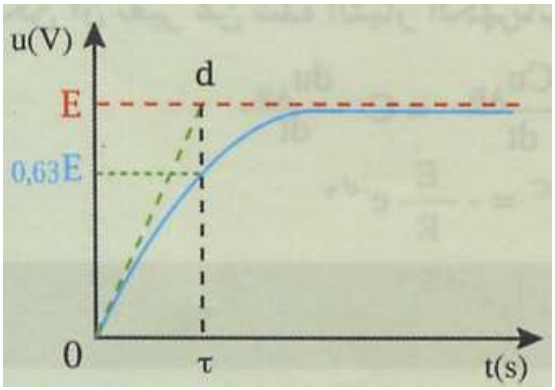
$$\frac{du}{dt} + \frac{1}{RC}u = \frac{E}{RC}$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى تقبل حل من الشكل :

$$u = E\,(1 - e^{\frac{-1}{RC}t})$$

$$u = E\,(1 - e^{-t/\tau})$$

حيث : $\tau = RC$ هو ثابت الزمن .

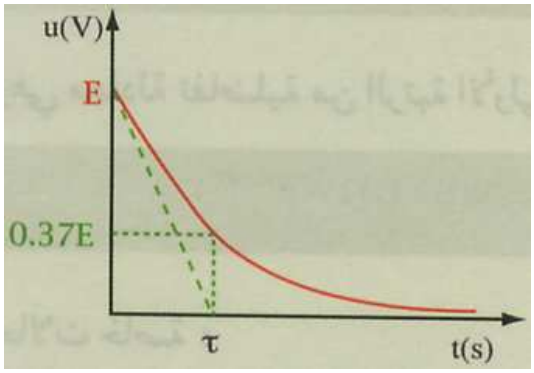


▪ حالة تفريغ المكثفة :

$$\frac{du}{dt} + \frac{1}{RC}u = 0$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى تقبل حل من الشكل :

$$u = E\,e^{\frac{-1}{RC}t} = E\,e^{-t/\tau}$$



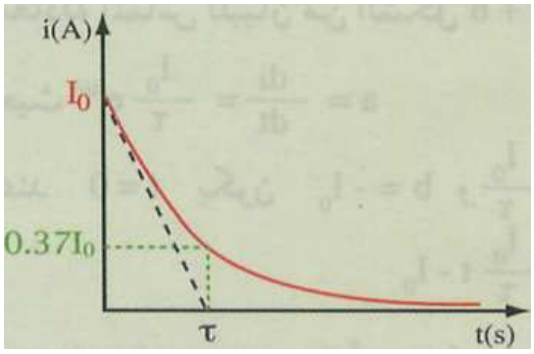
• تطور التيار الكهربائي المار بالدارة (RC) :

لدينا : $i = C\frac{du_C}{dt}$ ومنه :

▪ حالة شحن المكثفة :

$$i(t) = \frac{E}{R}e^{\frac{-1}{RC}t}$$

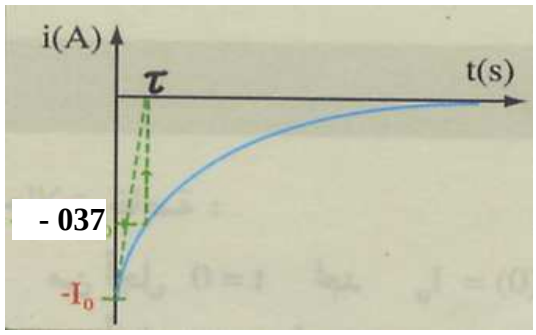
$$i(t) = I_0\,e^{\frac{-1}{RC}t}$$



▪ حالة تفريغ المكثفة :

$$i(t) = \frac{-E}{R}e^{\frac{-1}{RC}t}$$

$$i(t) = -I_0\,e^{\frac{-1}{RC}t}$$



• تطور شحنة المكثفة :

لدينا : $q = C\,u_C$ ومنه :

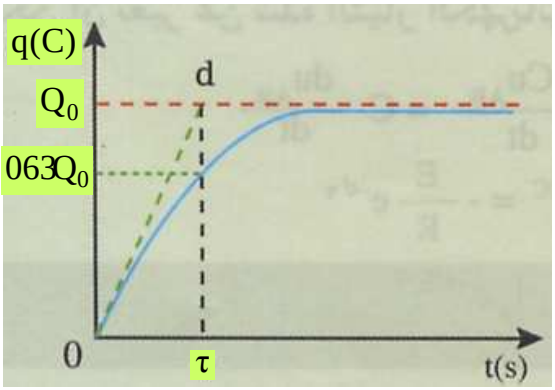
▪ حالة شحن المكثفة :

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{R}q = \frac{E}{R}$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى تقبل حل من الشكل :

$$q = EC\,(1 - e^{\frac{-1}{RC}t})$$

$$q = Q_0\,(1 - e^{-t/\tau})$$

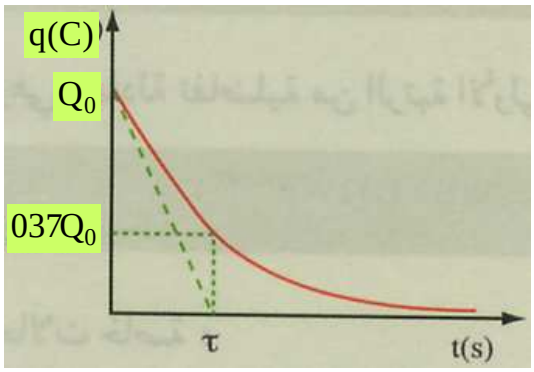


▪ حالة تفريغ المكثفة :

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{R}q = 0$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى تقبل حل من الشكل :

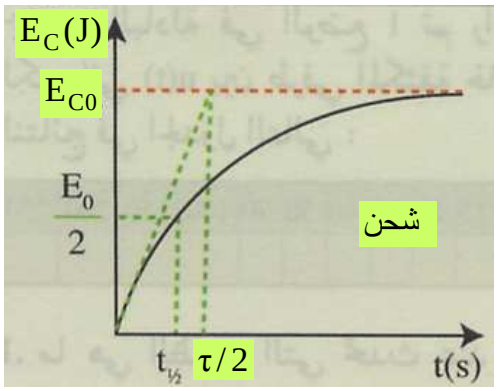
$$u = EC\,e^{\frac{-1}{RC}t} = Q_0\,e^{-t/\tau}$$

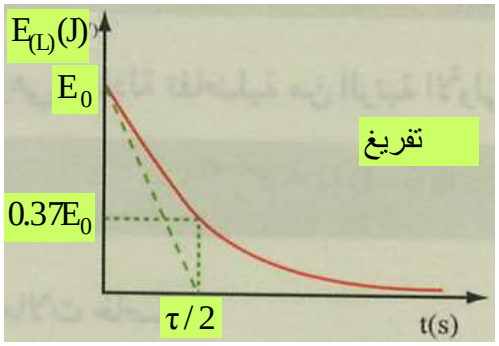


• الطاقة المخزنة في مكثفة :

- تتعلق الطاقة المخزنة في مكثفة بسعتها و توتر الشحن فهي تعطى بالعبارة التالية :

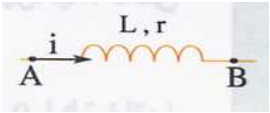
$$E_{(C)} = \frac{1}{2}C\,u^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}Qu$$





• خصائص الوشيعة :

- تتكون الوشيعة من سلك طويل من النحاس معزول بطبقة من الورنيش ملفوف حول اسطوانة عازلة .
- تمانع الوشيعة لوقت قصير التيار في الدارة ، عندما يجتازها تيار متغير في الشدة (ظاهرة التحريض الذاتي) .
- لكل وشيعة ميزتتين : مقاومة داخلية (r) و تقدر بالأوم (Ω) ، ذاتية (L) و تقدر بالهنري (H) .
- الذاتية L هو مقدار موجب تتعلق قيمته بالشكل الهندسي للوشيعة (الطول ℓ ، نصف القطر R ، عدد اللفات)
- يرمز للوشيعة في الدارة الكهربائية بالرمز التالي :



- تعطى عبارة التوتر بين طرفي وشيعة مقاومتها الداخلية r و ذاتيتها L يجتازها تيار متغير بدلالة الزمن i كالتالي :

$$u_{AB} = L\frac{di}{dt} + ri$$

- إذا كانت شدة التيار الكهربائي المارة عبر الوشيعة ثابتة يكون $\frac{di}{dt} = 0$ و يصبح :

$$u_{AB} = ri$$

و نقول عن الوشيعة في هذه الحالة أنها سلكت سلوك ناقل أومي .
- إذا كان مقاومة الوشيعة مهملة يقال عن الوشيعة أنها صافية ، و إذا اجتازها تيار كهربائي متغير بدلالة الزمن يعبر عن التوتر الكهربائي بين طرفيها بالعلاقة :

$$u_{AB} = L\frac{di}{dt}$$

• ثابت الزمن لثنائي القطب RL :

- ثابت الزمن الذي يرمز له بـ τ ووحدته الثانية ، هو الزمن اللازم لتصل شدة التيار المار بالدارة بعد غلق القاطعة إلى قيمة تساوي 63% من قيمتها العظمى و التي تبلغها عن ثبوت الشدة (نظام دائم) أي : $i = 0.63\ I_0$ ، أو هو الزمن اللازم لكي تصل شدة التيار المار بالدارة بعد فتح القاطعة إلى القيمة 37% من قيمتها الابتدائية لحظة فتح القاطعة ، و يعبر عنه بالعلاقة :

$$\tau = \frac{L}{R}$$

حيث : R هي المقاومة المكافئة لكل المقاومات في ثنائي القطب (RL) بما فيها المقاومة الداخلية للوشيعة .

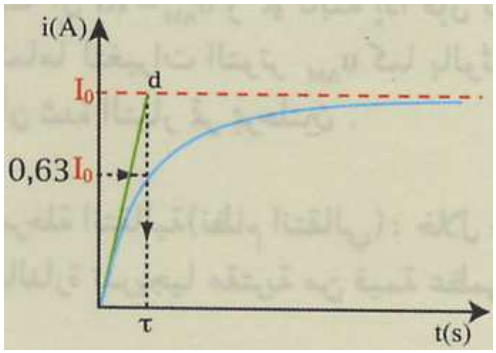
• تطور شدة التيار المار في وشيعة تحريضية (r = 0) :

حالة القاطعة مغلقة :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = \frac{I_0}{\tau}$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل :

$$i(t) = I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$$

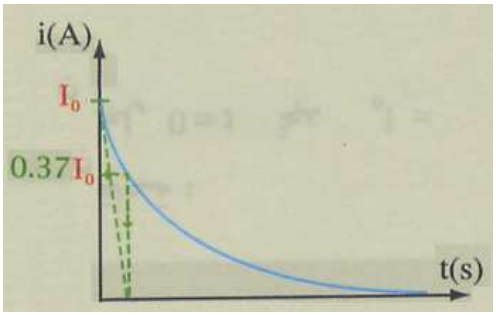


حالة القاطعة مفتوحة :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = 0$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل :

$$i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

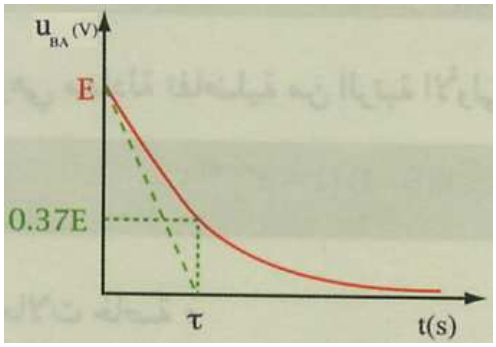


• تطور التوتر بين طرفي وشيعة تحريضية (r = 0) :

لدينا : $u_L = L\frac{di}{dt}$ ومنه :

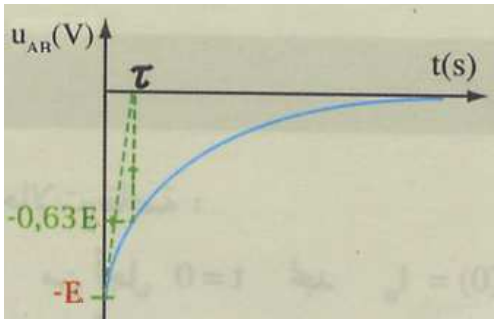
عند غلق القاطعة :

$$u_L = E\,e^{-t/\tau}$$



عند فتح القاطعة :

$$u_{AB} = -E\,e^{-t/\tau}$$

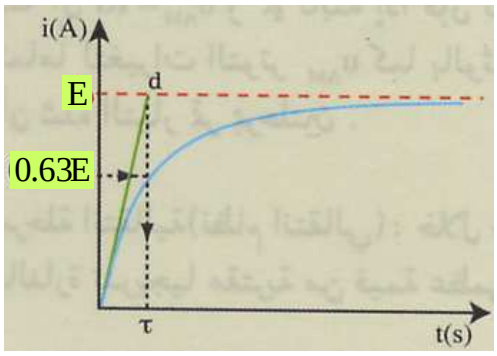


• تطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي (r=0) :

لدينا : $u_R = Ri$ ومنه :

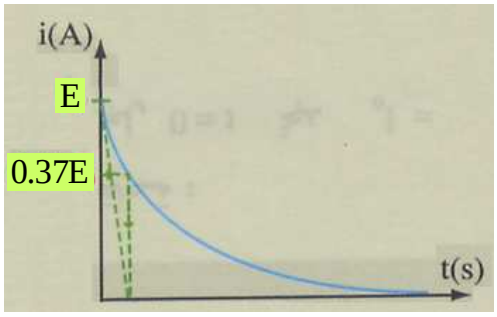
حالة القاطعة مغلقة :

$$u_R(t) = E(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$$



حالة القاطعة مفتوحة :

$$u_R(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$$

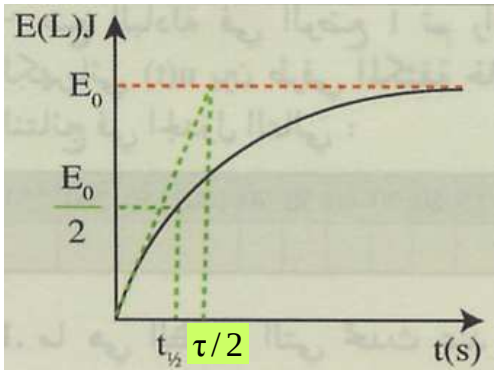


• الطاقة المخزنة في وشيعة (r = 0) :

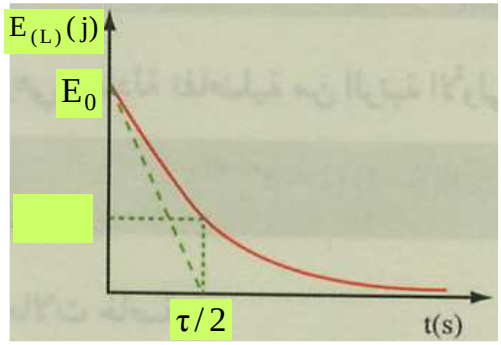
عندما يجتاز وشيعة ذاتيتها L تيار كهربائي متغير بدلالة الزمن ، تخزن هذه الأخيرة طاقها كهربائية قدرها :

$$E_{(L)} = \frac{1}{2}L\,i^2(t)$$

في حالة غلق القاطعة يكون البيان $E_{(L)} = f(t)$ كما يلي :



في حالة فتح القاطعة يكون البيان كما يلي :



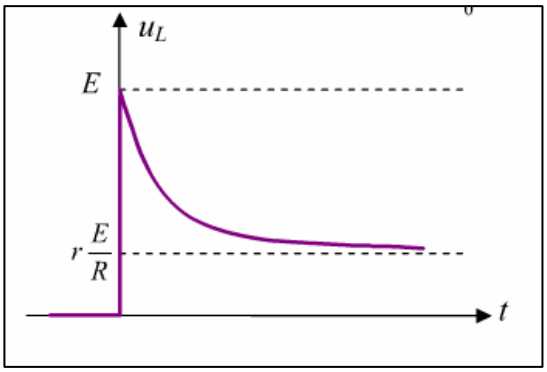
• تطور التوتر بين طرفي الوشيعة (r ≠ 0) :

لدينا : $u_L = L\frac{di}{dt} + r\,i$ ومنه :

حالة القاطعة مغلقة :

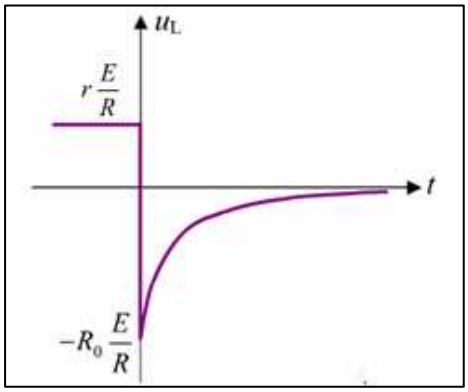
$$u_L = \frac{E\,r}{R} + \frac{ER_0}{R}e^{-\frac{R}{L}t}$$

حيث : $R = R_0 + r$



حالة القاطعة مفتوحة :

$$u_L = Ee^{-\frac{R}{L}t}\left(\frac{r}{R}-1\right)$$



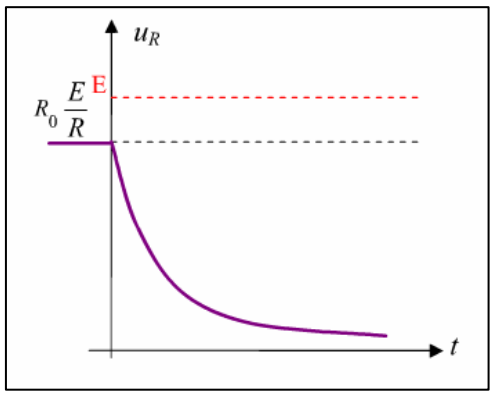
• تطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي ($r \neq 0$) :

لدينا : $u_R = R_0 i$ ومنه :

حالة القاطعة مغلقة :

$$\frac{du_R}{dt} + \left(1+\frac{r}{R_1}\right)\frac{R_1}{L}u_R = \frac{ER_1}{L}$$

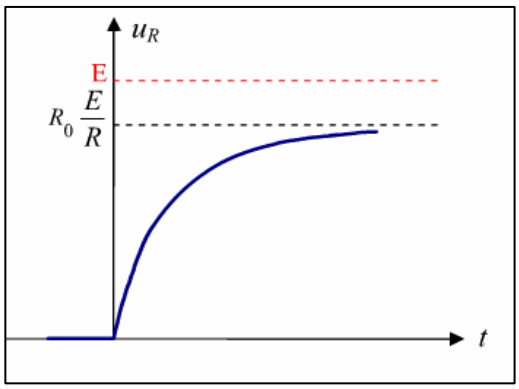
$$u_R = \frac{ER_0}{R}\left(1-e^{\frac{R}{L}t}\right)$$



حالة القاطعة مفتوحة :

و عند فتح القاطعة تكون العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الناقل الأومي كما يلي :

$$u_R = \frac{ER_0}{R}e^{\frac{R}{L}t}$$



4- تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن :

• تعريف الحمض و الأساس :

- حسب برنشتد الحمض HA هو كل فرد كيميائي جزيئيا كان أم شارديا قادر على التخلي عن بروتون هيدروجين H^+ أو أكثر خلال تفاعل كيميائي . وفق المعادلة :

$$HA = H^+ + A^-$$

- ينحل الحمض HA في الماء وفق المعادلة :

$$HA + H_2O = H_3O^+ + A^-$$

و بالتالي يمكن القول أن الحمض هو كل فرد كيميائي قادر على اعطاء شوارد H_3O^+ أثناء انحلاله في الماء .

- إذا كان الحمض HA تام الانحلال في الماء يقال عنه حمض قوي و في هذه الحالة يكون : $[H_3O^+] = C$

أما إذا كان انحلاله في الماء جزئيا يقال عنه حمض ضعيف و في هذه الحالة يكون : $[H_3O^+] < C$

- حسب برنشتد الأساس B هو كل فرد كيميائي جزيئيا كان أم شارديا قادر على تثبيت بروتون هيدروجين H^+ أو أكثر خلال تفاعل كيميائي . وفق المعادلة :

$$B + H^+ = BH^+$$

- ينحل الأساس B في الماء وفق المعادلة :

$$B + H_2O = BH^+ + HO^-$$

و بالتالي يمكن القول أن الأساس هو كل فرد كيميائي قادر على اعطاء شوارد HO^- أثناء انحلاله في الماء .

- إذا كان الأساس B تام الانحلال في الماء يقال عنه أساس قوي و في هذه الحالة يكون : $[HO^-] = C$

أما إذا كان انحلاله في الماء جزئيا يقال عنه أساس ضعيف و في هذه الحالة يكون : $[HO^-] < C$.

ملاحظة :

إذا كان الحمض ثنائي H_2A مثل H_2SO_4 و الذي ينحل في الماء وفق المعادلة :

$$H_2SO_{4(l)} + 2H_2O = 2H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

يكـون قـوي إذا كـان $[H_3O^+] = 2C$ و ضـعيف إذا كـان $[H_3O^+] < 2C$.

و بالمثل إذا كان الأساس ثنائي يكون قوي إذا كان $[HO^-] = 2C$ و ضيعف إذا كان $[HO^-] < 2C$ ..... و هكذا .

• الثنائية (أساس / حمض) :

- في كل تفاعل يتخلى فيه حمض AH ، على بروتون H^+ ، نحصل على أساس A^- وفق المعادلة :

$$AH \rightarrow A^- + H^+$$

- في كل تفاعل يثبت فيه أساس A^- ، بروتون H^+ ، نحصل على حمض AH وفق المعادلة :

$$A^- + H^+ \rightarrow AH$$

- تسمى الثنائية (AH/A^-) بالثنائية **حمض - أساس** .

- يمكن للماء H_2O أن يسلك سلوك حمض وذلك بتخليه عن بروتون حتى يتحول إلى شاردة الهيدروكسيد HO^- ، وفق المعادلة

$$H_2O \rightarrow HO^- + H^+$$

كما يمكنه أيضا أن يسلك سلوك أساس و ذلك بتثبيته لبروتون حتى يتحول إلى شاردة الهيدرونيوم H_3O^+ وفق المعادلة :

$$H_2O + H^+ \rightarrow H_3O^+$$

• التفاعل حمض – أساس :

- حسب العالمين بروشتد و لوري ، فإن التفاعل حمض-أساس الذي تشارك فيه الثنائيتين حمض أساس : (HA_1/A^-_1) ، (HA_2/A^-_2)، هو عبارة عن إنتقال بروتوني بين الأجسام المتفاعلة ، حيث يتفاعل الحمض HA_1 ، مع الأساس A^-_2، و ذلك بتخلي الحمض HA_1 على البروتون الذي ليلتقطه الأساس A^-_2 ، لينتج الأساس A^-_1 المرافق للحمض HA_1 ، و الحمض HA_2 المرافق للأساس A^-_2 ، أو يتفاعل الحمض HA_2 ، مع الأساس A^-_1 ، و ذلك بتخلي الحمض HA_2 على البروتون الذي ليلتقطه الأساس A^-_1 ، لينتج الأساس A^-_2 المرافق للحمض HA_2 ، و الحمض HA_1 المرافق للأساس A^- وفق المعادلة :

HA_1	+	A^-_2	=	A^-_1	+	HA_2
حمض-1		أساس-2		أساس-1		حمض-2

• pH المحاليل المائية :

- من أجل المحاليل الممدة (المخففة) يعرف الـ pH بالعلاقة التالية :

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

و هذه العلاقة تكافئ :

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

- يتزايد الـ pH كلما نقص $[H_3O^+]$ و العكس صحيح .

- تنقسم المحاليل المائية إلى ثلاث أقسام : حمضية ، معتدلة ، أساسية ، حيث يكون :

أساسية	معتدلة	حمضية
$[H_3O^+] < [HO^-]$	$[H_3O^+] = [HO^-]$	$[H_3O^+] > [HO^-]$

- من أجل قياس pH محلول ، يمكن استعمال جهاز قياس pH إذا كان القياس يتطلب دقة ، و يمكن استعمال ورق pH أو كاشف ملون إذا كان القياس لا يتطلب دقة .

• الجداء الشاردي للماء في المحاليل المائية :

يعرف الجداء الشاردي للماء في المحاليل المائية و الذي يرمز له بـ Ke و هو بدون وحدة بالعلاقة :

$$Ke = [H_3O^+][HO^-]$$

و في الدرجة 25°C يكون :

$$Ke = 10^{-14}$$

• التفكك الذاتي للماء :

- الماء المقطر ناقل ضعيف جدا للتيار الكهربائية (ناقليته δ صغيرة حيث : $\delta = 5.5\ \theta\ \mu S.m^{-1}$) دلالة على وجود عدد قليل من الشوارد .

- الماء المقطر يتفكك ذاتيا إلى شوارد H_3O^+ و HO^- وفق التفاعل ذي المعادلة :

$$H_2O_{(\ell)} + H_2O_{(\ell)} = H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

- التفكك الشاردي للماء يؤدي إلى توازن كيميائي ، يمثل الجداء الشاردي للماء Ke ثابت التوازن الكيميائي الموافق لمعادلة التفكك السابقة .

- يتغير Ke بتغير درجة الحرارة .

- مثلما عرفنا الـ pH فإن pKe يعبر عنه بالعلاقة :

$$pKe = -\log Ke$$

و هذه العلاقة تكافئ :

$$Ke = 10^{-pKe}$$

و عند الدرجة 25°C يكون : $pKe = 14$.

• سلم الـ pH :

في الماء المقطر و المحلول المعتدل يكون :

$$pH = \frac{1}{2}pKe \rightarrow [H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-pKe}$$

- في المحلول الحمض يزداد $[H_3O^+]$ و عليه ينقص الـ pH ليكون :

$$pH < \frac{1}{2}pKe \rightarrow [H_3O^+] > 10^{-pKe}, [OH^-] < 10^{-pKe}$$

- في المحلول الأساسي ينقص $[H_3O^+]$ و عليه يزداد الـ pH ليكون :

$$pH > \frac{1}{2}pKe \rightarrow [H_3O^+] < 10^{-pKe}, [OH^-] > 10^{-pKe}$$

مثال :

المحاليل المائية عند الدرجة 25°C (pKe = 14)		
أساسية	معتدلة	حمضية
pH > 7	pH = 7	pH < 7

المحاليل المائية عند الدرجة 60°C (pKe = 13)		
أساسية	معتدلة	حمضية
pH > 6.5	pH = 6.5	pH < 6.5

• تعريف التوازن الكيميائي :

- بعض التفاعلات عكوسة بمعنى يمكن أن تحدث (حسب الشروط المفروضة) في الإتجاه المباشر و الإتجاه العكسي كما موضح في المثال التالي :

$$RCOOH + H_2O = RCOO^- + H_3O^+$$

$$\begin{cases} RCOOH + H_2O \rightarrow RCOO^- + H_3O^+ \\ RCOO^- + H_3O^+ \rightarrow RCOOH + H_2O \end{cases}$$

و في هذه الحالة يكون التفاعل غير تام (محدود) .

- في تحول غير التام عند نلاحظ عدم تطور الكيميائية ، عندما تكون المتفاعلات و النواتج موجودة في الحالة النهائية بكميات ثابتة نقول عن الجملة أنها في حالة توازن .

- عند حالة التوازن يتوقف التفاعل ظاهريا فقط ، لكن على المستوى المجهري لا يتوقف ، و إنما يكون التفاعل و التفاعل المعاكس ثابتي و متساوي السرعة .

- عند انتهاء التفاعل (حالة التوازن) يكون التقدم $x = x_f$ (x_f : التقدم النهائي) و نعتبر التقدم أعظمي $x = x_{max}$ إذا فرضنا أن التفاعل كان تاما و عليه :

$$\begin{array}{l} x_f = x_{max} \leftarrow \text{التفاعل تام} \\ x_f < x_{max} \leftarrow \text{التفاعل غير تام (محدود)} \end{array}$$

ب- نسبة التقدم :

- في اللحظة t من التفاعل الكيميائي أين يكون التقدم x ، تعرف نسبة التفدم في هذه اللحظة و التي يرمز لها بـ τ و هي بدون وحدة و محصورة بين 0 و 1 بالعبارة :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

- في نهاية التفاعل المحدود (غير التام) يكون : $\tau = 1$.
- في نهاية التفاعل التام يكون : $\tau < 1$.
- يعبر أيضا عن نسبة التقدم بنسبة مئوية حيث توافق القيمة $\tau = 1$ ، النسبة $\tau = 100\ \%$. و عليه :
في نهاية التفاعل المحدود (غير التام) يكون : $\tau = 100\%$.
في نهاية التفاعل التام يكون : $\tau < 100\%$.

• كسر التفاعل :

نعتبر جملة كيميائية تتكون من الأفراد الكيميائية A ، B ، C ، D متوازنة و فق المعادلة :

$$a\,A + b\,B = c\,C + d\,D$$

نعرف كسر التفاعل الذي يرمز له بـ Q_r و هو بدون وحدة عند اللحظة t كما يلي :

$$Q_r = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^A[B]^b}$$

- في نهاية التفاعل المحدود (غير التام) أين $x = x_f$ يكون :

$$Q_r = Q_{rf} = K$$

يسمى المقدار K بثابت التوازن الكيميائي و نكتب :

$$K = \frac{[C]_f^c[D]_f^d}{[A]_f^a[B]_f^b}$$

- في نهاية التفاعل التام لا معنى لكسر التفاعل .
- يتأثر ثابت التوازن الكيميائي بدرجة الحرارة في حين لا يتأثر بالكميات الابتدائية للأفراد الكيميائية للجملة .

• النسبة النهائية للتقدم و ثابت التوازن الكيميائي :

$$K = \frac{\tau_f^2}{1-\tau_f} C$$

- النسبة النهائية لتقدم التفاعل تتعلق بثابت التوازن . حيث أنها تتزايد كلما تزايد ثابت التوازن الكيميائية K كما يبينه الجدول التالي :

• ثابت الحموضة Ka للثنائية (أساس/ حمض) :

- تتميز الثنائية (أساس/ حمض) بثابت يسمى ثابت الحموضة ، يرمز له بـ Ka و هو يعطى بالعبارة التالية :

- معادلة تفاعل الحمض HA مع الماء :

$$K_a = \frac{[H_3O^+]_f [\text{أساس}]_f}{[\text{حمض}]_f}$$

- يعرف الـ pKa بالعلاقة :

$$pKa = -\log Ka$$

و هذه العلاقة تكافئ :

$$Ka = 10^{-pKa}$$

- توابت الحموضة Ka و pKa تمكن من مقارنة قوة الأحماض الضعيفة فيما بينها و كذلك قوة الأسس الضعيفة فيما بينها كما يلي :

- يكون الحمض أقوى كلما كان : Ka أكبر ، pKa أقل .
- يكون الحمض أقل قوة كلما كان : Ka أقل ، pKa أكبر.
- يكون الأساس أقوى كلما كان : Ka أقل ، pKa أكبر .
- يكون الأساس أقل قوة كلما كان : Ka أكبر، pKaأقل .

• العلاقة بين الـ pH و الـ pKa :

$$pH = pKa + \log \frac{[\text{أساس}]_f}{[\text{حمض}]_f}$$

• مجالات تغلب الصفة الحمضية أو الأساسية لثنائية :

- يتغلب الحمض على الأساس (صفة حمضية غالبة أو سائدة) عندما يكون :

- $[\text{حمض}]_f > [\text{أساس}]_f$
- $pH < pKa$

- يتغلب الأساس على حمضه المرافق (صفة أساسية غالبة أو سائدة) عندما يكون :

- $[\text{حمض}]_f < [\text{أساس}]_f$.
- $pH > pka$.

- لا يكون أحد من الأساس أو الحمض (لا توجد صفة غالبة أو سائدة) غالبا إذا تحقق :

- $[\text{حمض}]_f = [\text{أساس}]_f$.
- $pH = pka$.
- و في المعايرة حمض أساس نكون قد بلغنا نقطة نصف التكافؤ و في هذه الحالة يكون : $V_2 = \frac{V_{2E}}{2}$ حيث V_2 هو حجم المحلول المعايِر المضاف عند نصف التكافؤ و V_{2E} حجم نفس المحلول المضاف عند التكافؤ .

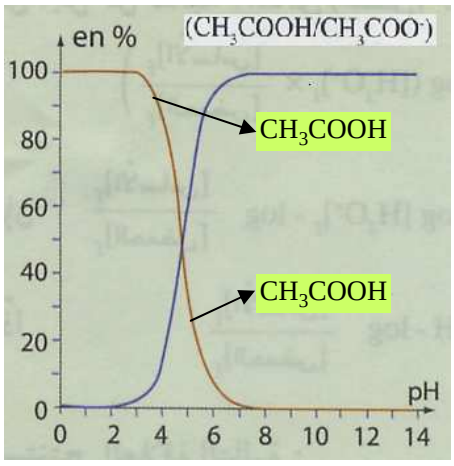
• مخطط توزيع الصفة الغالبة :

- يعبر على الصفة الحمضية أو الأساسية الغالبة (السائدة) بنسبة مئوية معرفة كما يلي :

$$\%\ \text{للحمض} = \frac{[\text{الحمض}]_f}{[\text{الأساس}]_f + [\text{الحمض}]_f} \times 100$$

Erreur ! Liaison incorrecte.

- لمعرفة الصفة الغالبة لثنائية (أساس/ حمض) يستعمل عادة مخطط يدعى مخطط الصفة الغالبة فهو يبرز تطور النسبة المئوية للصفة الحمضية و النسبة المئوية للصفة الأساسية بدلالة الـ pH بحيث تقدر هذه النسب مئويا كما مبين في المثال التالي :



- عند تقاطع المنحنيين :

% للحمض = % للأساس = 50% .

و هذا يعني : $[\text{حمض}]_f = [\text{أساس}]_f$ أي : $pH = pKa$

ومنه لا توجد صفة غالبة سائدة في هذه النقطة .

- في المجال : $0 < pH < 4.8$ يكون الحمض CH_3COOH متغلب على الأساس CH_3COO^- .

• تطبيق على الكاشف الملون :

- الكاشف الملون عبارة عن ثنائية (أساس/ حمض) حيث الصفة الحمضية و الصفة الأساسية ليس لها نفس اللون و نرمز للثنائية : (Hln/Ln^-) .
- معادلة تفاعل الكاشف الملون مع الماء هي :

$$Hln_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = H_3O^+_{(aq)} + ln^-$$

- نرمز لثابت الحموضة للثنائية (Hln/ln^-) بالرمز Ka_1 حيث :

$$Ka_i = \frac{[H_3O^+]_f\,[ln^-]_f}{[Hln]_f}$$

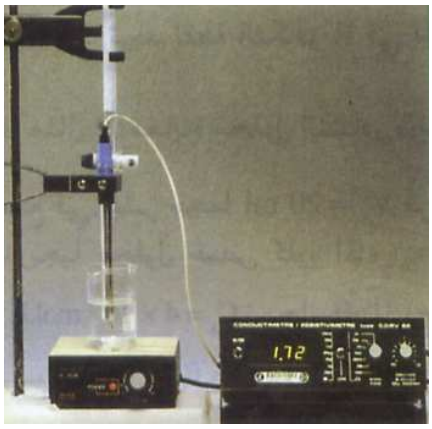
$$pH = pKa_i + \log\frac{[ln^-]_f}{[Hln]_f}$$

- إن لون محلول يتعلق بالنسبة $R = \frac{[ln^-]_f}{[Hln]_f}$ و بالتالي بقيمة pH .
- إذا كان $R > 10$ فإن الصفة ln^- تشكل أغلبية إذا لون المحلول يفرضه لون ln^- ومنه : $pH > pKi + 1$.
- إذا كان $R < \frac{1}{10}$ فإن الصفة Hln تشكل أغلبية إذا لون المحلول يفرضه لون Hln ومنه : $pH < pKi - 1$
- من أجل $pKi - 1 < pH < pKi + 1$ ، حيث $[ln^-]_f$ يقارب $[Hln]_f$ فإن لون المحلولين يكون مزيج من اللونين لهذا يسمى هذا المجال بالمجال التغير اللوني .

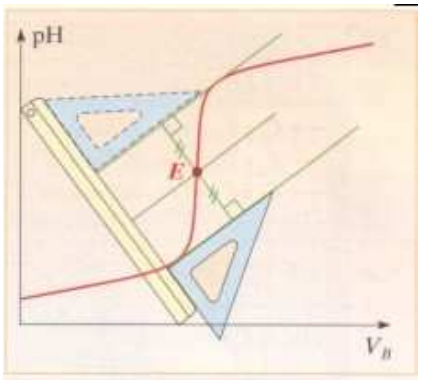
- بعض الكواشف الملونة و مميزاتها :

لون الأساس	مجال التغير اللوني	لون الحمض	الكاشف الملون
أصفر	3.1 – 4.4	أحمر	هيليالتين
أزرق	6.0 – 7.6	أصفر	أزرق البرموتيمول
بنفسجي	8.2 – 10.0	شفاف	فينول فتالين

• المعايرة حمض – أساس :



- تهدف المعايرة إلى تعيين التركيز المولي لمحلول حمضي (أو محلول أساسي) مجهول التركيز بواسطة محلول أساسي (أو حمضي) معلوم التركيز .
- عند التكافؤ المتفاعل المعايَر و المتفاعل المعاير يكون في الشروط الستوكيومترية .
- يوضح السابق التجهيز المستعمل للمعايرة الـ pH مترية و المتكون أساسا من كأس بيشر يحتوي المحلول المراد معايرة ، سحاحة تحتوي على المحلول المستعمل في المعايرة ، رجاج يستعمل لخلط المزيج المتحصل عليه في كأس بيشر و كذا جهاز قياس الـ pH .
- نضع محلول معايَر في البيشر ، و ليكن حجما V_a من المحلول الحمضي تركيزه المولي C_a ثم نضيف له الماء المقطر حتى يسهل غمر مسبار جهاز pH متر في المحلول .
- نسكب تدريجيا المحلول الأساسي الموجود بالسحاحة على المحلول الحمضي الموجود بالبيشر ، و نسجل في كل مرة قيمة pH المزيج من خلال جهاز pH متر ، ندون النتائج في جدول ، ثم نرسم البيان $pH = f(V_b)$ ، الذي يمثل تغيرات pH المزيج بدلالة حجم المحلول الأساسي المسكوب V_b ، و يستغل هذا البيان لمعرفة كيفية تطور pH الوسط التفاعلي .
- نعين نقطة التكافؤ (بواسطة المماسين المتوازيين مثلا) (الشكل-3) و نستنتج التركيز المجهول.



- في حالة أحد المحلولين حمض ضعيف أو أساس ضعيف نعين نقطة التكافؤ ثم نستنتج pKa للثنائية المدروسة من نقطة نصف التكافؤ أين يكون حجم المحلول المعاير نصف الحجم اللازم للتكافؤ ($\frac{V_E}{2}$) و تكون عنده قيمة pH الوسط التفاعلي مساوية لـ pKa للثنائية الموافقة للحمض الضعيف أو الأساس الضعيف المذكور .
- عند نقطة نصف التكافؤ يكون pH المحلول مساوي لـ pKa الثنائية (أساس/ حمض) ، و من العلاقة :

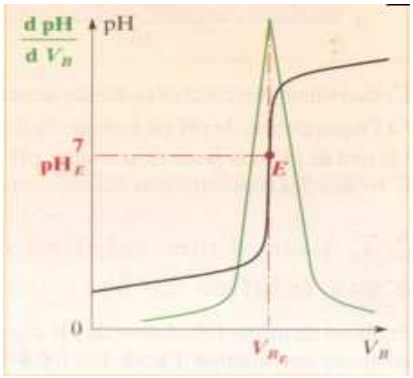
$$pH = pKa + \log\frac{[\text{أساس}]_f}{[\text{حمض}]_f}$$

يكون : $[\text{حمض}]_f = [\text{أساس}]_f$

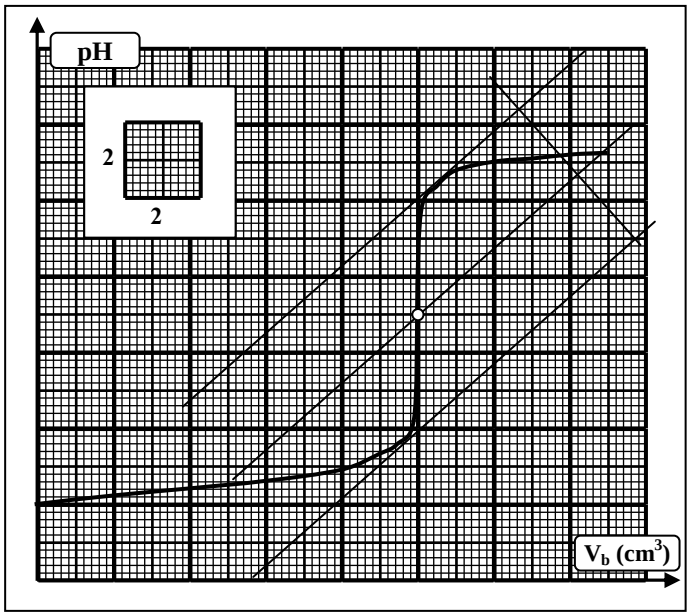
- يمكن تحديد نقطة التكافؤ باستخدام الكواشف الملونة و ذلك من خلال تغير لونها أثناء عملية المعايرة ، و كما هو معلوم فإن لون

الكواشف الملونة يكون متعلق بقيمة الـ pH ، كما تتميز الكواشف بصفة عامة بمجال يحدث فيه تغير اللون ، و الكاشف الملون يكون مناسب للمعايرة إذا كان مجال تغير لونه يشمل نقطة التكافؤ .

- في حالة متابعة المعايرة عن طريق برمجيات الإعلام الآلي نعين نقطة التكافؤ من النهاية العظمى للمنحنى $g(v) = \frac{dpH}{dt}$.



مثال-1 : معايرة محلول حمض كلور الهيدروجين بدلالة محلول هيدروكسيد الصوديوم :



▪ معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة هي :

$$H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = H_2O_{(\ell)} + Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

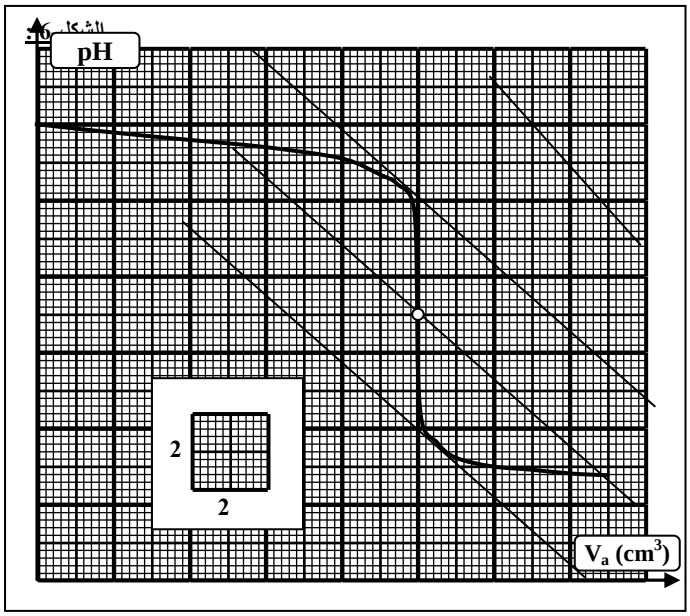
▪ حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم (الصود) اللازم لبلوغ التكافؤ هو : $V_E = 10\ mL$

▪ pH المزيج عند التكافؤ هو : $pH = 7$ هذا يعني أن المزيج عند التكافؤ يكون معتدل .

▪ الكاشف المناسب لهذه المعايرة هو : أزرق البروموتيمول لأن القيمة $pH = 7$ تنتمي لمجال تغير لونه .

مثال-2 : معايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم بواسطة محلول كلور الهيدروجين :

الشكل-6 :



▪ معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة هي :

$$H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = 2H_2O_{(\ell)} + Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

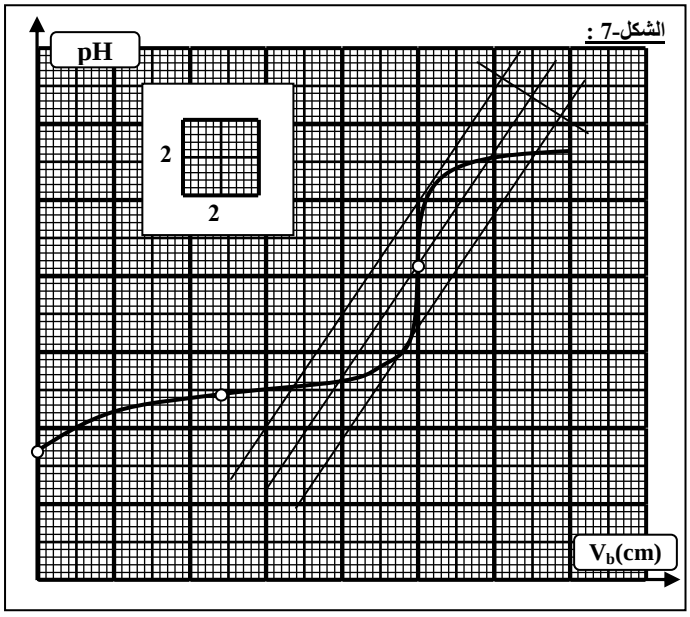
▪ حجم محلول كلور الهيدروجين اللازم لبلوغ التكافؤ هو : $V_E = 10\ mL$

▪ pH المزيج عند التكافؤ هو : $pH = 7$ هذا يعني أن المزيج عند التكافؤ يكون معتدل .

▪ الكاشف المناسب لهذه المعايرة هو : أزرق البروموتيمول لأن القيمة $pH = 7$ تنتمي لمجال تغير لونه .

مثال-3 : (معايرة محلول حمض الإيثانويك بواسطة محلول الصود)

الشكل-7 :



- البيان في هذه التجربة يحتوي على نقطتي انعطاف الأولى تقع في منتصف المجال [0,10 mL] ، و تسمى نقطة نصف التكافؤ ، و الثانية في منتصف منطقة التكافؤ و هي نقطة التكافؤ .

▪ معادلة تفاعل المعايرة هي :

$$CH_3COOH_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = H_2O_{(\ell)} + CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

▪ بيانيا من نقطة التكافؤ يكون :

- حجم محلول الصود اللازم لبلوغ التكافؤ هو : $V_E = 10\ mL$.
- pH المزيج عند التكافؤ هو : $pH = 8.2$.
- المزيج أساسيا (قاعديا) .

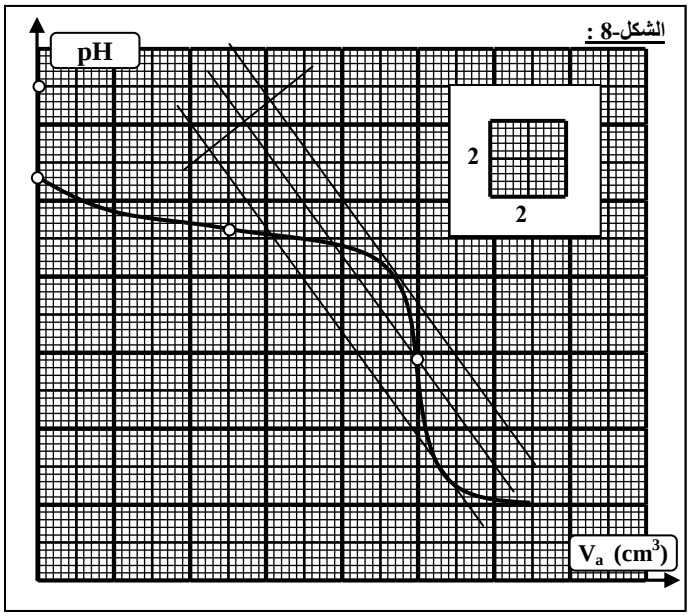
▪ بيانيا من نقطة نصف التكافؤ يكون :

$$pKa\ (CH_3COOH/CH_3COO^-) = pH = 4.8$$

▪ الكاشف المناسب لهذه المعايرة هو : الفينول فتالين ، لأن القيمة $pH = 8.2$ تنتمي لمجال تغير لونه ، كما يمكن أيضا استعمال أزرق البروموتيمول لنفس السبب .

مثال-4 : معايرة محلول النشادر بمحلول حمض كلور الهيدروجين :

الشكل-8 :



▪ التفاعل الحادث في هذه المعايرة هو :

$$NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)} + Na^+_{(aq)} = H_2O_{(\ell)} + NH_4^+{}_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

▪ بيانيا من نقطة التكافؤ يكون :

- حجم محلول حمض كلور الهيدروجين اللازم لبلوغ التكافؤ هو : $V_b = 10\ mL$.
- pH المزيج هند التكافؤ هو : $pH = 5.8$.
- المزيج عند التكافؤ يكون حمضيا .

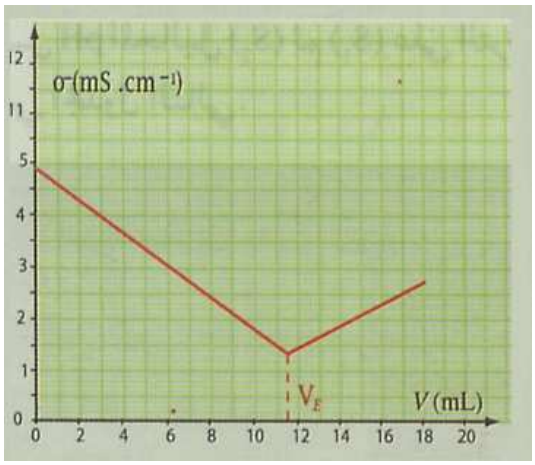
▪ بيانيا من نقطة نصف التكافؤ يكون :

$$pKa(NH_4^+/NH_3) = 9.2$$

▪ الكاشف المناسب لهذه المعايرة هو : أحمر الميثيل ، لأن القيمة $pH = 9.2$ تنتمي لمجال تغير لون هذا الكاشف [4.4 – 6.2] .

• المعايرة عن طريق قياس الناقلية :

يمكن استعمال الناقلية لقياس الناقلية النوعية σ للمزيج من أجل قيمة الحجم المسكوب ، بعد رسم المنحنى $\sigma = f(V)$ نستنتج V_E عند التكافؤ كما مبين في المثال التالي :



5- تطور جملة ميكانيكية :

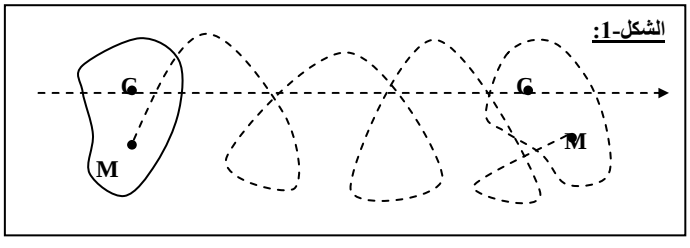
• دراسة حول تاريخ ميكانيك نيوتن :

- من الأفعال المتبادلة الأساسية الأربعة (الكهرومغناطيسية ، الجاذبة ، النووية القوية و الضعيفة) تحتل قوة الجذب أقدم مكانة في التاريخ .
- منذ الفيزياء الأكثر حسية لأرسطو إلى غاية الفيزياء النسبية و تنبؤات أنشتاين ، كان لفهم حركات الأجسام و الفعل الجاذبي أثر كبير على الفكر تمخضت عنه ثلاث ثورات على الأقل ، فلقد شهد تاريخ الميكانيك تطورا في المفاهيم و النظريات ، أبرز التحولات فيها كانت الانتقال من النظام المركزي الأرضي لأرسطو إلى النظام الشمسي لكوبرنك و تفسير غاليلي و نيوتن للحركات .

• مفهوم مركز العطالة :

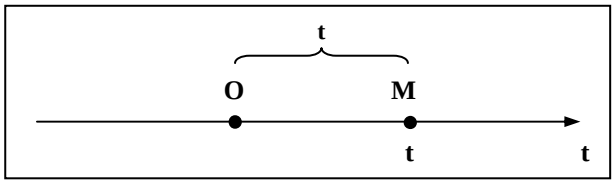
- عندما يكون جسم صلب معزولا أو شبه معزول في مرجع غاليلي ، ويتحرك بحركة كيفية (الشكل-1) فإنه توجد نقطة (C) وحيدة من هذا الجسم حركتها مستقيمة منتظمة ، ندعوها بمركز عطالة **الجسم الصلب**.

الشكل-1:



• المرجع و المعلم :

- لا يمكن دراسة جملة مادية دون تحديد مرجع لذلك .
- إن المرجع جسم صلب يرتبط دوما بمعلمين :
▪ معلم المسافة وهو معلم مرتبط بالمرجع ، يرتكز على نقطة ثابتة (O) ندعوها مركز المعلم (أو مركز الإحداثيات) . يستعمل هذا النوع من المعالم في تعيين موضع المتحرك عند كل لحظة زمنية ، و هو يوجد على ثلاث أنواع : فضائي ($O , \vec{i} , \vec{j} , \vec{k}$) , مستوي ($O , \vec{i} , \vec{j}$) ، خطي ($O , \vec{i}$) .
▪ معلم للزمن و هو معلم خطي موجه (الشكل-5) ، وموحد بوحدات زمنية مبدأه يكون كيفي . وهو يستعمل في تمثيل تطور الحادثة الفيزيائية ، كما تدعى الأزمنة الممثلة فوقه باللحظات الزمنية .
- مبدأ الأزمنة يختار عادة بحيث يتطابق مع لحظة بداية الحركة.

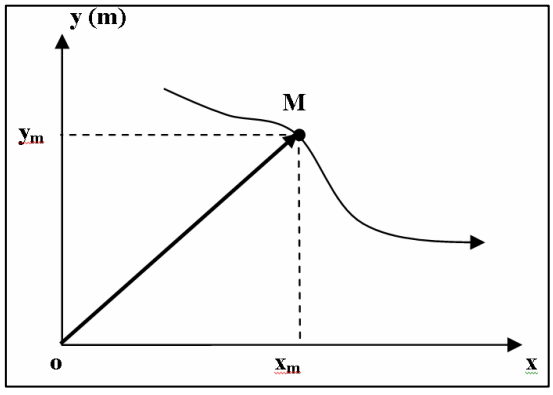


• المراجع الغاليلية (المراجع العطالية) :

- المرجع الغاليلي هو كل مرجع يتحقق فيه مبدأ العطالة .
- كل مرجع في إزاحة مستقيمة منتظمة ، بالنسبة لمرجع غاليلي هو كذلك مرجع غاليلي .
- قبل حل مسألة في الميكانيك, يجب التأكد من أن المرجع المختار لدراسة حركة مركز عطالة جملة هو مرجع غاليلي .
- كأمثلة على المراجع الغاليلية نذكر :

• شعاع الموضع – الإحداثيات الكارتيزية:

- تجري دراسة الحركة في معالم ثابتة قد تكون هذه المعالم فضائية أو مستوية أو خطية ، و ذلك حسب ما تقتضيه نوع كل حركة .
- إذا اعتبرنا الدراسة في معلم مستوي كما في (الشكل) التالي :



فإن موضع المتحرك (M) في اللحظة الزمنية (t) يتعين بشعاع يسمى شعاع الموضع ، يرمز له بـ $\vec{r}$ و هو يعطى بالعلاقة الشعاعية التالية :

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$$

- تسمى المقادير الجبرية x ، y **بالإحداثيات الكارتيزية** لشعاع الموضع $\vec{r}$.
- إذا كانت النقطة المادية (M) ثابتة تكون الإحداثيات الكارتيزية x ، y مستقلة عن الزمن (ثابتة) .
- إذا كانت النقطة المادية (M) في حالة حركة تكون الإحداثيات الكارتيزية x ، y دوال في الزمن (ذات المتغير t) . و تكتب في هذه الحالة الإحداثيات x ، y على شكل دوال ذات المتغير t كما يلي :

$$\begin{cases} x = f_1(t) \\ y = f_2(t) \end{cases}$$

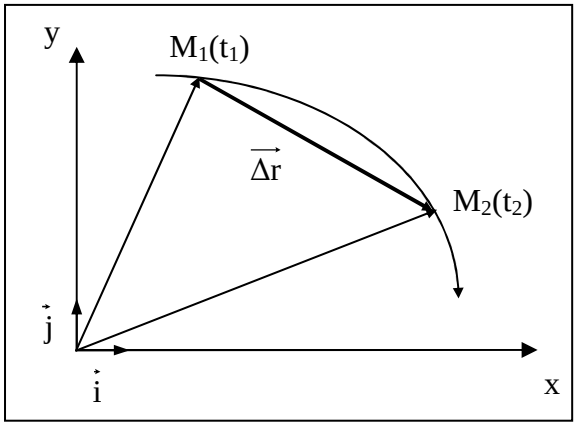
تسمى هذه العلاقات الزمنية و التي تعبر عن الإحداثيات الكارتيزية بدلالة الزمن **بالمعادلات الزمنية** للحركة .
- المسار هو مجموعة النقط التي يشغلها المتحرك في كل لحظة ، و عند إيجاد علاقة تربط بين الإحداثيات الكارتيزية للمتحرك نحصل على ما يسمى **معادلة المسار** .

• شعاع الانتقال :

$$\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_2 + \vec{r}_1$$

$$\overrightarrow{\Delta r} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}$$

مثال :

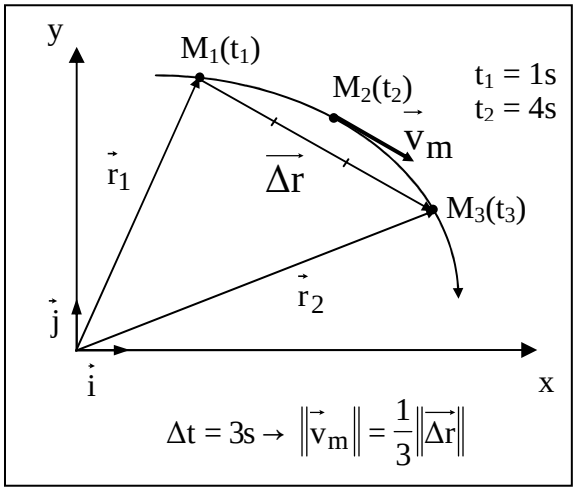


ج- شعاع السرعة المتوسطة :

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1}$$

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\vec{j}$$

مثال :

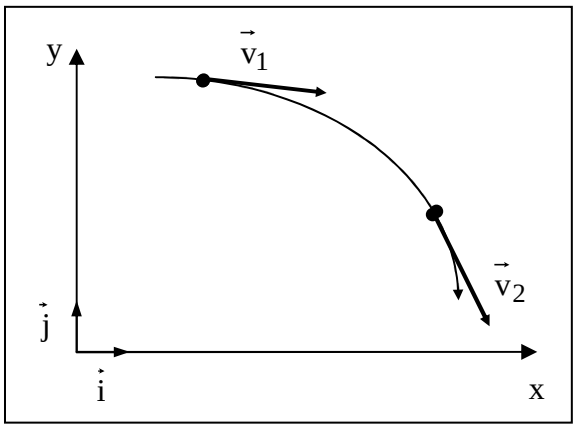


• شعاع السرعة اللحظية :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j}$$

- يكون شعاع السرعة اللحظية مماسي للمسار في كل موضع عند كل لحظة و دوما في جهة الحركة .



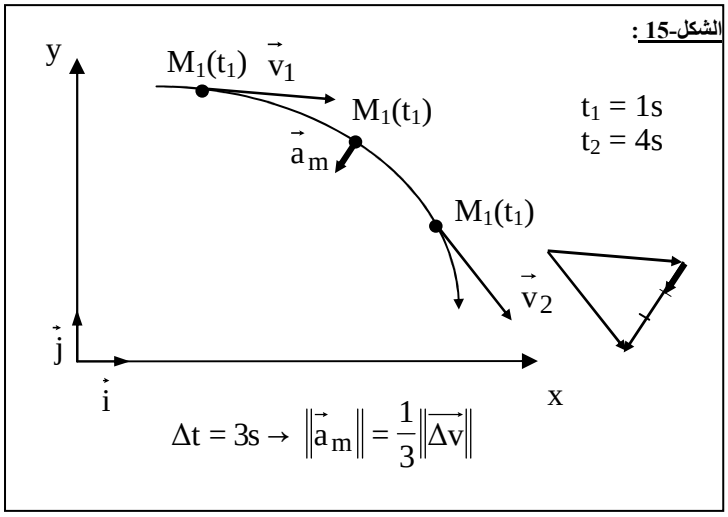
• شعاع التسارع المتوسط :

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta v_y}{\Delta t}\vec{j}$$

مثال :

الشكل-15 :



• شعاع التسارع اللحظي :

- شعاع التسارع اللحظي الذي يرمز له بـ $\vec{a}$ عند لحظة t هو مشتق شعاع السرعة $\vec{v}$ بالنسبة للزمن أي :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j}$$

- يكون شعاع التسارع موجها دوما نحو تقعر المسار و ليس بالضرورة يكون في جهة الحركة .
- وحدة التسارع هي : $m.s^{-2}$.

• القوانين الثلاثة لنيوتن :

القانون الأول (مبدأ العطالة) :

" في المعالم العطالية أو الغاليلية ، يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغير حالته الحركية ".

القانون الثاني :

" في معلم غاليلي , المجموع الشعاعي $\sum\vec{F}_{ext}$ للقوى الخارجية المطبقة على جملة مادية, يساوي في كل لحظة, جداء كتلتها في شعاع تسارع مركز عطالتها "

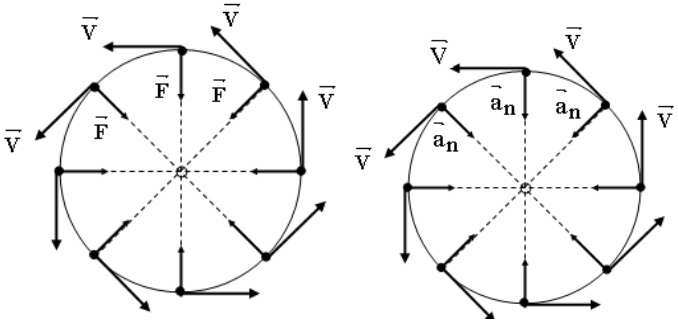
- يكتب القانون الثاني لنيوتن كما يلي : $\Sigma\ \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

القانون الثالث :

"إذا أثرت جملةA على جملة B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\vec{F}_{B/A}$,تساويها في الشدة و لها نفس الحامل و تعاكسها في الجهة "

• الحركة الدائرية المنتظمة :

- الحركة الدائرية المنتظمة هي حركة مسارها دائري و سرعتها ثابتة .
- تكون حركة جملة مادية حركة دائرية منتظمة إذا كانت سرعتها الابتدائية غير معدومة ، و كانت خاضعة لمحصلة قوى $\vec{F}$ ثابتة ناظمية (متجهة دوما نحو مركز المسار) .
- في الحركة الدائرية المنتظمة تكون طويلة شعاع السرعة ثابتة في كل لحظة و مماسي للمسار .
- في الحركة الدائرية المنتظمة يكون شعاع التسارع $\vec{a}$ ثابت في القيمة و متجه نحو مركز المسار عند كل لحظة و يساوي شعاع آخر يدعى شعاع التسارع الناظمي الذي يرمز له بـ $\vec{a}_n$.



- قيمة التسارع الناظمي يعبر عنها بالعلاقة :

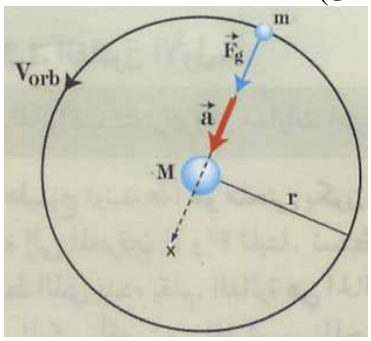
$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

حيث v سرعة المتحرك ، r نصف قطر المسار الدائري .
- الدور الذي يرمز له بـ T و وحدته الثانية (s) هو المدة اللازمة لإنجاز دورة واحدة يعبر عنه بالعلاقة :

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

• حركة الكواكب و الأقمار الإصطناعية :

- حسب قانون الجذب الكواكب يخضع الكوكب (أو القمر الصناعي) إلى قوة الجذب العام الناتج عن جذبه من طرف الشمس (أو الأرض) .



هذه القوة مارة بمركز الجسم المركزي و الذي هو مركز الدوران ، شدة هذه القوة :

$$F_g = \frac{GmM}{r^2}$$

حيث G ثابت التجاذب الكوني : $G=6.67\times10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$
هذا يعني أن الكواكب و الأقمار الإصناعية تخضع إلى قوة جاذبة مركزية (ناظمية) تكون هي السبب في جعل الكواكب و الأقمار الصناعية في حركة دائرية منتظمة .

- يمكن مما سبق كتابة المساواة : $\frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

و منه السرعة المدارية للكواكب و الأقمار الإصطناعية :

$$v_{orb} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

دور الحركة الدائرية هو : $T = \frac{2\pi r}{v_{orb}}$ ومنه :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

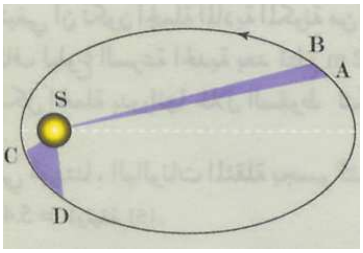
ملاحظة :
- في حالة قمر الصناعي يبعد عن سطح الأرض بعلو Z ، فإن نصف قطر مساره هو $r = R_T + Z$ ، حيث R هو نصف قطر الأرض .

• قوانين كبلر :

القانون الأول :
" إن الكواكب تتحرك وفق مدارات اهليلجية تمثل الشمس إحدى محرقيها "

القانون الثاني :
" إن المستقيم الرابط بين الشمس و كوكب يمسح مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية "

مثال :
إذا فرضنا أن خلال مجال زمني معين، ينتقل كوكب من النقطة A إلى النقطة B و ينتقل من C إلى D خلال مجال زمني آخر.



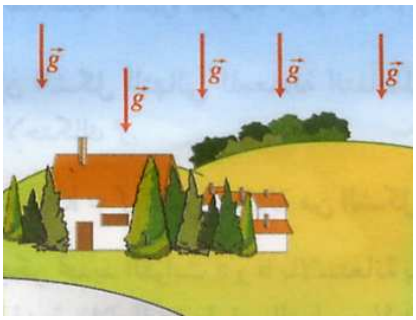
القانون الثالث :
" إن مربع الدور لمدار كوكب يتناسب مع مكعب البعد المتوسط للكوكب عن الشمس أي : $T^2 = k\,r^2$ "
- المسافة المتوسطة تساوي نصف المحور الكبير a و عليه يعبر عن النص بالعلاقة :

$$k = \frac{T^2}{a^3} \quad \text{أي} \quad T^2 = ka^3$$

K : ثابت صالح لكل الكواكب و مستقل عن كتلة الكواكب.

• شعاع حقل الجاذبية الأرضية :

- حقل الجاذبية الأرضية هو حيز من الفراغ يحيط بالكرة الأرضية ، لو يوضع فيه أي جسم كتله m يخضع إلى قوة تجذبه باتجاه الأرض .
- يتميز حقل الجاذبية الأرضية في كل نقطة من نقاطه بشعاع يدعى شعاع حقل الجاذبية الأرضية يرمز له بـ $\vec{g}$ يكون متجه دوما نحو مركز الأرض .
- يمكن اعتبار $\vec{g}$ ثابتا في فضاء من رتبة الكيلومتر(km).
- تقدر قيمة g في جملة الوحدات الدولية بـ : $n.m^{-1}$.



• القوى المؤثرة على جسم صلب يسقط في الهواء :

قوة الثقل :
- يرمز لها بـ $\vec{P}$ ناتجة عن تأثير الأرض على الجسم الصلب .
- تتناسب قوة الثقل $\vec{P}$ مع شعاع حقل الجاذبية $\vec{g}$ وفق العلاقة الشعاعية : $\vec{P} = m\vec{g}$.
- شدة قوة ثقل جسم صلب كتلته m موجود في نقطة من حقل الجاذبية الأرضية شدته g عند هذه النقطة يعطى بالعبارة :

$$P = m\,g$$

دافعة أرخميدس :
- كل جسم صلب مغمور في مائع (هواء أو سائل) يخضع لفعل ميكانيكي يدعى دافعة أرخميدس.
- دافعة أرخميدس منمذجة بقوة شاقولية يرمز لها بـ $\vec{\Pi}$ متجهة نحو الأعلى قيمتها تساوي ثقل المائع المزاح و عليه يعبر عنها بالعلاقة :

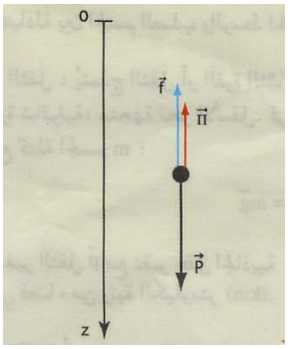
$$\vec{\Pi} = -\rho V\vec{g}$$

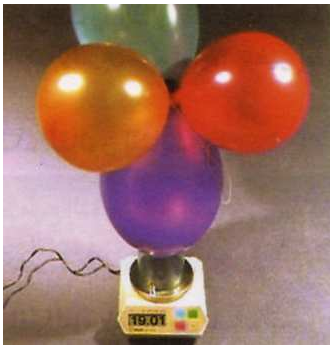
حيث : ρ : الكتلة الحجمية للمائع $kg.m^{-3}$.
V : حجم الجسم الصلب m^3.
g : تسارع الجاذبية $m.s^{-2}$.

قوة الإحتكاك :
- يخضع كل جسم صلب يتحرك في مائع (سائل أو غاز) لعدة قوى موزعة على سطحه ، تتعلق بطبيعة المائع و شكل الجسم الصلب و كذا خشونة السطح .
- عندما تكون السرعة ضعيفة تكون قيمة القوة متناسبة مع قيمة السرعة : $f = kv$
- عندما تكون قيمة السرعة كبيرة تكون قيمة القوة متناسبة مع مربع قيمة السرعة : $f = kv^2$
في كلتي الحالتين, الشعاع $\vec{f}$ معاكس للشعاع $\vec{v}$.

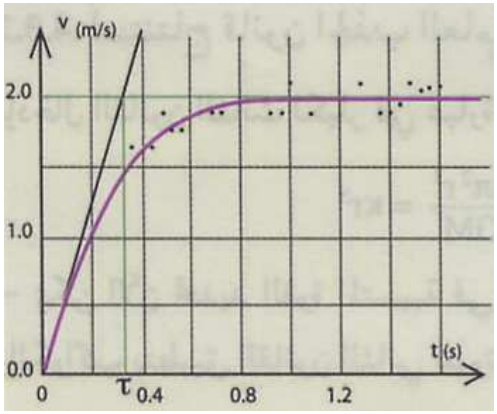
• دراسة حركة السقوط الحقيقي لجسم صلب في الهواء :

- نعتبر جملة مادية مكونة من أربعة بالونات خفيفة مثقلة بجسم كثيف لها كتلة m و حجم V .





- البيان المقابل يمثل تطور سرعة البالونات بدلالة الزمن .



الزمن المميز للسقوط τ :
هندسيا يمثل الزمن المميز السقوط فاصلة نقطة تقاطع الخط المقارب $v = v_L$ مع مماس المنحنى المار بالمبدأ, نرمز له بـ τ ووحدته الثانية s .

المعادلة التفاضلية :

$$m\frac{dv_z}{dt} = mg - \rho Vg - f$$

- إن الشكل النهائي للمعادلة التفاضلية له علاقة بشكل قيمة قوة الإحتكاك f.

▪ عند $f = kv$:

تكون المعادلة من الشكل $y' + ay = b$.

$$v_L = \frac{g}{k}(\rho - \rho_{air})V$$

▪ عند $f = kv^2$:

تكون المعادلة من الشكل $y' + ay^2 = b$

$$v_L = \sqrt{\frac{g}{k'}(\rho - \rho_{air})V}$$

● السقوط الشاقولي الحر لجسم صلب في الهواء :

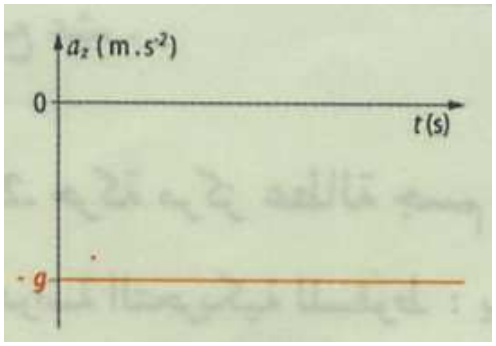
- السسقوط الحر هو سقوط تهمل فيه تأثيرات الهواء على الجملة و المتمثلة في دافعة أرخميدس و مقاومة الهواء .

- طبيعة الحركة :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد : $\vec{a} = \vec{g}$ و كون أن $\vec{g}$ بجوار الأرض ثابت (في المنحى و الجهة و الشدة) ، يكون $\vec{a}$ ثابت أيضا و عليه حركة جسم صلب في سقوط شاقولي هي مستقيمة متغيرة بانتظام.

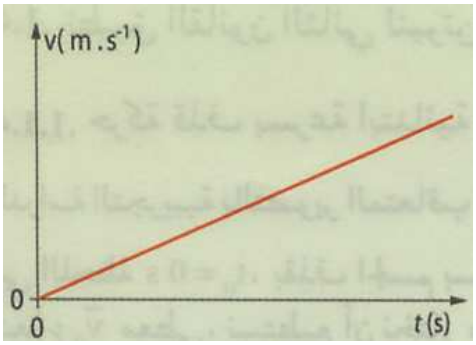
- شعاع التسارع :

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$$



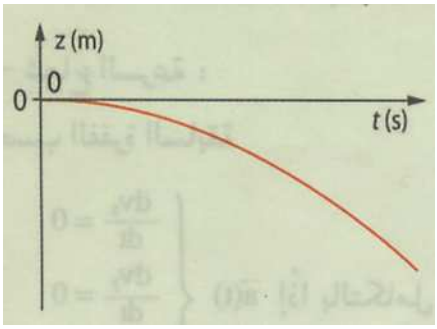
- شعاع السرعة اللحظية :

$$\vec{v}\begin{cases} v_x = 0 \\ v_y = 0 \\ v_z = -gt \end{cases}$$



- شعاع الموضع :

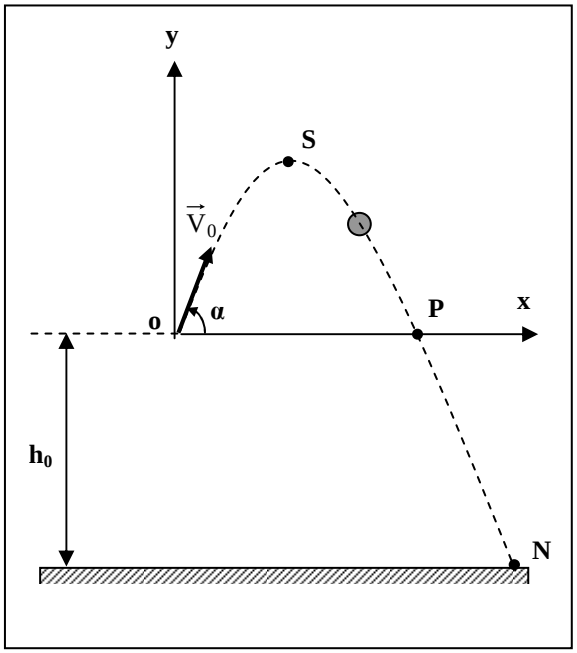
$$\vec{a}\begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$



● حركة قذف بسرعة ابتدائية غير شاقولية :

- نقذف من نقطة O عند اللحظة $t = 0$ جسم صلب بسرعة ابتدائية $\vec{v}(t_0) = \vec{v}_0$ يصنع شعاعها الزاوية α مع المحور (ox) .

- نختار معلما $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ بحيث الشعاع $\vec{v}_0$ يتواجد في المستوي (xOz) .



شعاع التسارع و طبيعة الحركة :

- بتطبيق قانون نيوتن الثاني نحصل في النهاية :

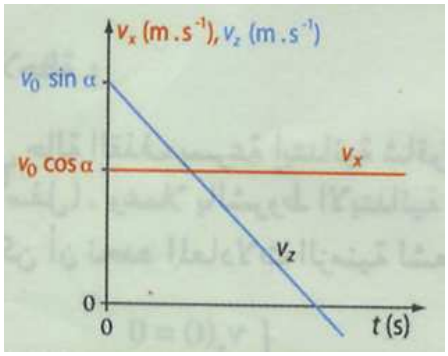
$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$$

▪ $a_x = 0$ و عليه مسقط حركة الجسم الصلب المقذوف على المحور ox هي حركة مستقيمة منتظمة .

▪ $a_z = -g$ (ثابت) و عليه مسقط حركة الجسم الصلب المقذوف على المحور oy هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متباطئة بانتظام) .

شعاع السرعة اللحظية :

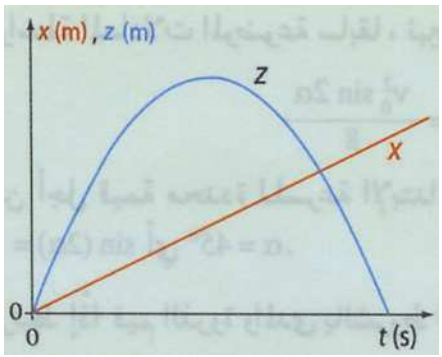
$$\vec{v}\begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = 0 \\ v_z = -g\,t + v_0 \sin\alpha \end{cases}$$



شعاع الموضع :

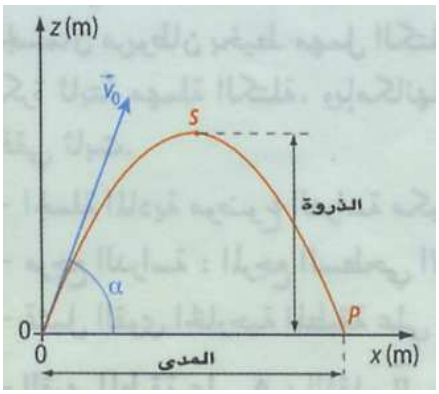
$$\vec{r}\begin{cases} x = v_0 \cos\alpha \\ y = 0 \\ z = -\dfrac{1}{2} g\,t^2 + v_0 \sin\alpha\, t \end{cases}$$

- البيان x(t) يكون عبارة عن مستقيم يمر من المبدأ ، البيان y(t) عبارة عن خط منحني يمر من المبدأ .



معادلة المسار :

$$z = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2\alpha} x^2 + \tan\alpha\, x$$



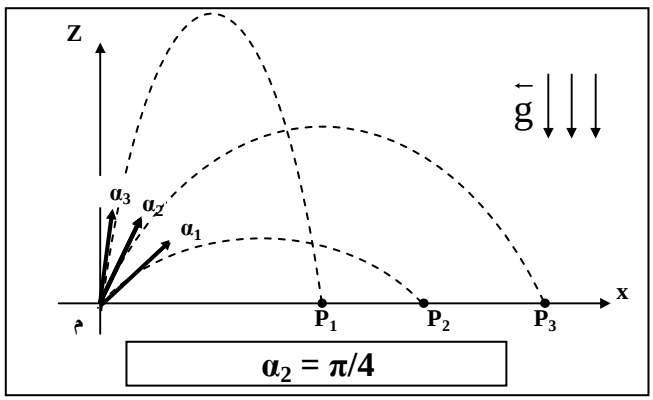
▪ الذروة و المدى :

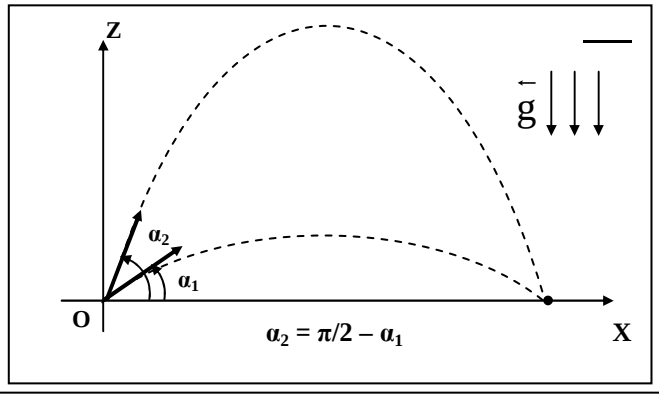
- الذروة هي أعظم ارتفاع يبلغه الجسم الصلب (النقطة S). و التي يكون عندها شعاع السرعة أفقيا أي أنه يتحقق :

$$v_z = \frac{dz}{dt} = 0$$

- من أجل قيمة محددة للسرعة الإبتدائية v_0 , يكون المدى أعظميا لما $\sin(2\alpha) = 1$ أي $\alpha = 45°$ (الشكل-3) . ترتبط إذًا قيم الذروة والمدى بالشروط الإبتدائية للحركة.

- نحصل على نفس المدى من أجل الزاويتين (α) ، $\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$



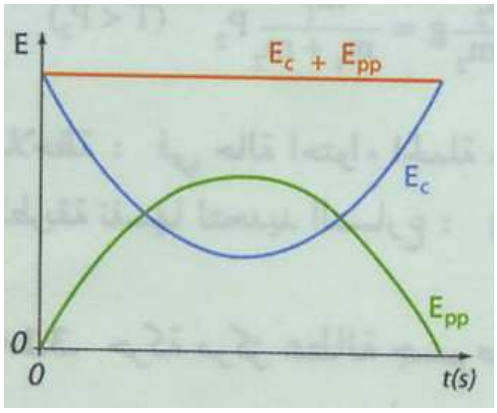


• طاقة الجملة (قذيفة – أرض) :

$$E = E_C + E_{PP} = \frac{1}{2}mv^2 + mgz$$

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (قذيفة-أرض) و بأخذ بعين الاعتبار اهمال كل القوة المؤثرة على الجملة من طرف الهواء (دافعة أرخميدس و قوة الاحتكاك) يكون أثناء انتقال قذيفة من موضع A إلى موضع B :

$$E_{CA} + E_{ppA} = E_{cB} + E_{ppB} = C^{te}$$



• حدود ميكانيك نيوتن :

- إن ميكانيك نيوتن عاجز على تفسير النظام المجهري الشبيه باالنظام الشمسي (ذرة – نواة) .
- عندما ينتهي ميكانيك نيوتن عند حدود معينة يظهر الميكانيك النسبي و ميكانيك الكم .
- عندما يتبدد الضوء الأبيض بواسطة موشور مثلا نتحصل على جملة تتكون من عدد لا متناهي من الإشعاعات نقول عنها وحيدة اللون ، ومنها إشعاعات مرئية (ترى بالعين) و إشعاعات غير مرئية .
- إضافة إلى كل إشعاع مرئي يتميز بلون ، يتميز أيضا بمقدار فيزيائي يدعى طول الموجة يرمز له بـ λ وحدته المتر .

• فرضية بلاك – أنشتاين :

- بين العالم بلاك عام 1900 إن الطاقة المحمولة على الموجات الضوئية تكون بشكل (كمات) منفصلة . و فسر انشتاين في عام 1905 إن هذه الكمات من الطاقة تكون محمولة من طرف جسيمات دقيقة سماها الفوتونات و هذا يقودنا إلى فرضية (بلانك-أنشتاين) التالية :

" إن الضوء ذو طبيعة (جسيمية – موجية) فالضوء وحيد اللون يتكون من حبيبات دقيقة تدعى الفوتونات ، و الفوتون الواحد يحمل طاقة قدرها :

$$E = h.\nu = \frac{h.C}{\lambda}$$

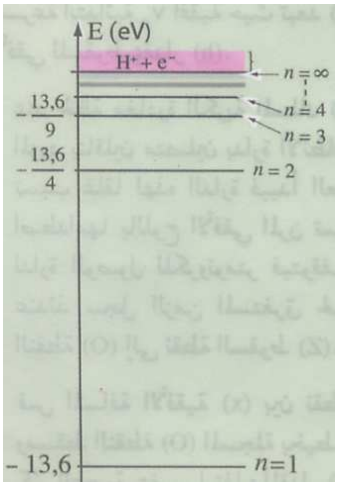
h : ثابت بلانك حيث يساوي $h = 6.62 . 10^{-34}$ J.s .
ν : تواتر الإشعاع و يقدر بالهرتز (Hz) .
λ : طول الموجة و يقدر بالمتر .
- طول موجة و تواتر الفوتون هو نفسه طول موجة و تواتر الإشعاع الحاوي هذا الفوتون .

• فرضية بور – سويات الطاقة :

- بعد دراسات معمقة لأطياف الإنبعاث من طرف العالم نيلز بوهر ، وضع سنة 1913 المسلمات التالية :
▪ إن طاقة الذرة لا تأخذ إلا بعض القيم لذا يقال عنها **مكممة** و تسمى حالات الذرة الموافقة لهذه القيم المميزة من الطاقة ، **سويات الطاقة** .
▪ إن انتقال الإلكترون من سوية طاقة لأخرى يصاحبه امتصاص أو فقدان طاقة على شكل إشعاعات ضوئية وحيدة اللون أي على شكل فوتون و طاقة هذا الفوتون مساوية للفرق بين طاقتي السويتين أي :

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

- من خلال هذه المسلمات يتبين لنا أن الذرة تكون في حالتها الرئيسية من أجل طاقة أقل و عند امتصاص طاقة خارجية تتحول إلى سويات طاقة أعلى ، نقول عندها أن الذرة تحولت إلى حالة مثارة .
- يعطي الشكل المقابل سويات طاقة ذرة الهيدروجين .



6- مراقبة تطور جملة كيميائية :

• تعريف المركبات العضوية و خصائصها :

- تشمل المركبات العضوية كل المركبات التي مصدرها كائن حي بالإضافة إلى بعض المركبات التي تصنع في المخابر و لها نفس ميزات المركبات ذات المصدر كان حي .
- تتميز المركبات العضوية بعدة مميزات أهمها :

▪ كل المركبات العضوية هي مركبات جزيئية .
▪ كل المواد العضوية قابلة للإحتراق بالأكسجين أو الهواء، فتعطي غاز ثاني أكسيد الكربون و بخار الماء ، كما تعطي موادا أخرى أحيانا مثل غاز الكلور ، غاز الآزوت .....
▪ كل المركبات العضوية تحتوي على عنصر الكربون ، كما يدخل في تركيبها أيضا من العناصر، حسب درجتها في تكوين هذه المشتقات ، و أهم هذه العناصر نذكر : الهيدروجين، الأوكسجين ، الآزوت ....
- نظرا لكثرة عدد المركبات العضوية، و الذي يتزايد يوما بعد يوم ، فقد قسمت لتسهيل دراستها، إلى فئات رئيسية حسب تركيبها العنصري و أهم هذه الفئات هي : الفحوم الهيدروجينية (C_xH_y) ، المركبات العضوية الأكسجينية ($C_xH_yO_z$) ، المركبات العضوية الأزوتية ($C_xH_yN_z$) .....

• الصيغة العامة و التسمية لبعض المركبات العضوية :

الألكانات:
- الألكانات هي فحوم هيدروجينية مشبعة ، ذات سلسلة كربونية خطية (غير حلقية) ، صيغتها الجزيئية العامة تكون من الشكل :

$$C_nH_{2n+2}$$

حيث: n عدد طبيعي ، مثل: CH_4، C_2H_6، C_3H_8.....
- يشتق إسم الألكان ذو السلسلة الكربونية الخطية (غير المتفرعة) بإضافة الحرفين " **ان** " إلى الإسم المعبر عن عدد ذرات الكربون التي يحتوي عليها الجزيء باللغة اليونانية، كما مبين في الجدول التالي :

n	ما يوافق (n) باليونانية	الصيغة الجزيئية	الإسم
1	ميثـ	CH_4	الميثان
2	إيثـ	C_2H_6	الإيثان
3	بربـ	C_3H_8	البروبان
4	بوتـ	C_4H_{10}	البوتان
5	بنتـ	C_5H_{12}	البنتان
6	هكسـ	C_6H_{14}	الهكسان
7	هبتـ	C_7H_{16}	الهبتان
8	أوكتـ	C_8H_{18}	الأوكتان
9	نونـ	C_9H_{20}	النونان
10	ديكـ	$C_{10}H_{22}$	الديكان

- عند نزع ذرة هيدروجين واحدة من جزيء ألكان نحصل على ما يسمى بالجذر الألكيلي ، و هذه الجذور لا توجد بشكل طليق ، و إنما نجدها مرتبطة بالسلسلة الكربونية لجزيء المركب العضوي ، يرمز للجذر الألكيلي بـ: R و صيغته الجزيئية العامة من الشكل :

$$C_nH_{2n+1}\text{-} \quad \text{أو} \quad \text{-R (اختصارا)}$$

- يشتق إسم الجذر الألكيلي من الألكان الموافق بنزع النهاية " ان " من اسم الألكان و تعويضها بـ " يل " .

أمثلة :

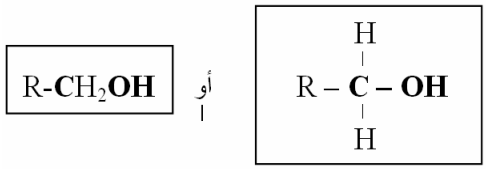
الألكان C_nH_{2n+2}		الجذر الألكيلي (C_nH_{1+2n}-)	
الإسم	الصيغة	الإسم	الصيغة
الميثان	CH_4	الميثيل	CH_3-
الإيثان	C_2H_6	الإيثيل	C_2H_5-
البروبان	C_3H_8	البروبيل	C_3H_7-

- لتسمية الألكانات في حالة سلسلة كربونية متفرعة نتبع الخطوات التالية:
▪ نختار أطول سلسلة كربونية و التي تعتبر السلسلة الرئيسية .
▪ نرقم هذه السلسلة من الطرف إلى الطرف ، ابتداءا من ذرة الكربون الأقرب إلى أول تفرع .
▪ نكتب إسم الجذر الألكيلي (أو الجذور الألكيلية) المرتبط بالسلسة الكربونية ، و نسبقه برقم (أو أرقام) ذرة الكربون المرتبط بها ، (ترتب الجذور وفق ترتيب الحروف الأبجدية اللاتينية في حالة وجود عدة جذور) ، بعد ذلك نكتب إسم الألكان (غير الخطي) الذي يكون فيه عد ذرات الكربون مساوي لعدد ذرات كربون السلسلة الرئيسية (الأطول) .
▪ إذا كان يتصل بالسلسلة الكربونية المرقمة عدة جذور ألكيلية متشابهة نستعمل كلمة " **ثنائي**" في حالة جذرين متشابهين و كلمة " **ثلاثي**" في حالة ثلاث عناصر أو جذور متشابهة .... و هكذا.

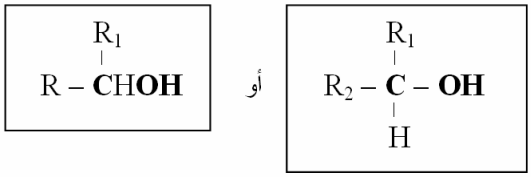
الكحولات :
- الكحولات هي مركبات عضوية أكسجينية تتميز بوجود مجموعة هيدروكسيل (OH -) مرتبطة بذرة كربون رباعية ، صيغتها الجزيئية العامة تكون من الشكل :

$$C_nH_{2n+1}OH \quad \text{أو} \quad R\text{-}OH$$

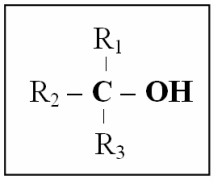
حيث : (-R) هو جذر ألكيلي صيغته العامة : (C_nH_{2n+1}-) .
- إن مجموعة الهيدروكسيل (OH-) هي المجموعة المميزة للكحولات ، تسمى بـ المجموعة الوظيفية الكحولية .
- تسمى ذرة الكربون الحاوية على مجموعة الهيدروكسيل (OH-) (المجموعة الوظيفية) بـ الكربون الوظيفي .
- يشتق إسم الكحول من إسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني بإضافة المقطع (**ول**) ، إلى نهاية هذا الإسم ، مع إعطاء أصغر رقم ممكن للكربون الوظيفي عند ترقيم السلسلة الكربونية الرئيسية (السلسلة الرئيسية في الكحول هي السلسلة الأطول و الحاوية على المجموعة الوظيفية) و إضافة رقم ذرة الكربون الوظيفي في نهاية الإسم .
- تصنف الكحولات إلى ثلاث أصناف رئيسية حسب موقع المجموعة (OH-) في السلسلة الكربونية كما يلي :
▪ كحولات أولية و هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مرتبط بذرتين هيدروجين و جذر ألكيلي واحد، أو مرتبط بثلاث ذرات هيدروجين (ذرة هيدروجين بدل الجذر الألكليلي) ، ومنه فالصيغة الجزيئية العامة للكحولات الأولية تكون كما يلي :



▪ كحولات ثانوية و هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مرتبط بذرة هيدروجين و جذرين ألكيليين ، و منه فالصيغة الجزيئية العامة للكحولات الثانية تكون كما يلي :

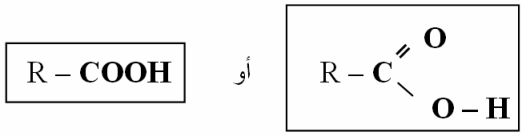


▪ كحولات ثالثية و هي كحولات يكون فيها الكربون الوظيفي مرتبط بثلاث جذور ألكيلية ، و منه فالصيغة الجزيئية العامة للكحولات الثالثية تكون كما يلي :



الأحماض الكربوكسيلية :

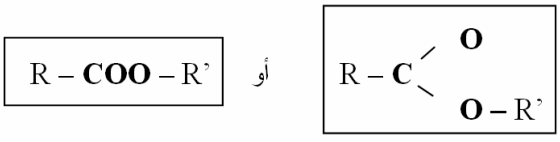
- الأحماض الكربوكسيلية ، هي مركبات عضوية أكسجينية صيغتها الجزيئية العامة من الشكل :



- تسمى ذرة الكربون الحاوية على المجموعة الوظيفية الحمضية الكربوكسيلية (-COOH) بـ الكربون الوظيفي .
- يشتق إسم الحمض الكربوكسيلي من إسم الألكان الموافق له ، بإضافة المقطع (ويك) ، إلى نهاية هذا الإسم ، مع اختيار أطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل ، و إعطاء الرقم (1) للكربون الوظيفي .

الأسترات :

الأسترات ، هي مركبات عضوية أكسجينية صيغتها الجزيئية من الشكل :



- تسمى ذرة الكربون الحاوية على المجموعة الوظيفية الكربوكسيلية (-COO-) بـ **الكربون الوظيفي** .

- تتميز الأحماض الكربوكسيلية و الأسترات بنفس المجموعة (-COO-) ، كما أن لها نفس الصيغة الجزيئية المجملة التالية :

$$C_nH_{2n}O_2$$

- يتكون إسم الأستر R'-**COO**-R من حدين :

الحد الأول :

يشتق من إسم الألكان الموافق للمجموعة **-R-COO** ، بإضافة الأحرف (**وات**) . مع اختيار أطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل ، و إعطاء الرقم (1) للكربون الوظيفي .

الحد الثاني :

نحصل عليه بكتابة إسم الجذر الألكيلي R' ، و في حالة وجود جذور تختار أطول سلسلة و ترقيمها ابتداءا من ذرة الكربون المرتبطة بالمجموعة (-COOH) .

• التطور التلقائي لجملة كيميائية :

يمثل كسر التفاعل Qr معيار لتحديد و توقع اتجاه تطور جملة كيميائية فإذا كان :

$Q_{ri} = K$: الجملة لا تتطور فهي في حالة التوازن .

$Q_{ri} < K$: الجملة تتطور في للاتجاه المباشر لمعادلة التفاعل .

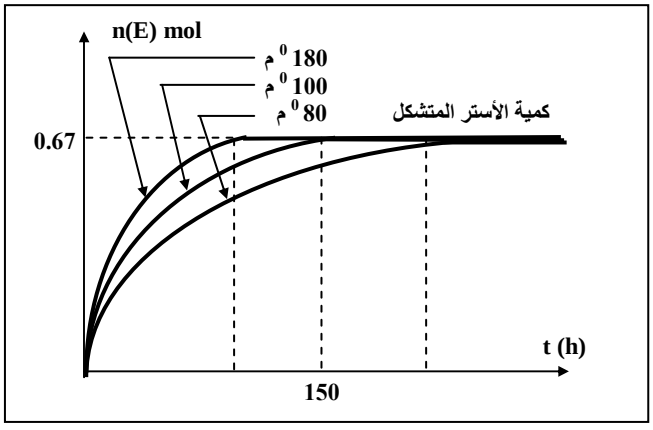
$Q_{ri} > K$: الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس لمعادلة التفاعل .

• تفاعل الأسترة :

- تفاعل الأسترة في الكيمياء العضوية هو تفاعل يحدث بين حمض كربوكسيلي R-COOH و كحول R'-OH ليتكون نتيجة لذلك ، أستر R-COO-R' ، وماء H_2O وفق المعادلة :

$$R\text{-}COOH + R'\text{-}OH = R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O$$

- يتميز تفاعل الأسترة بالخواص التالية : محدود (غير تام) ، لاحراري ، عكوس ، بطيء .



- لتسريع تفاعل الأسترة نستعمل طرق عدة ، أهمها إضافة قطرات من الكبريت المركز إلى المزيج المتكون من الحمض

الكربوكسيلي و الكحول ، ثم يوضع المزيج داخل حمام مائي درجة حرارته ثابتة .
- يعرف مردود تفاعل الأسترة و الذي يرمز له بـ r بالعبارة :

$$r = \tau_f .100 = \frac{x_f}{x_{max}}.100$$

- أثبتت التجارب أنه من أجل مزيج ابتدائي متساوي المولات يكون :
- إذا كان الكحول المستعمل أوليا يكون : r = 67 % .
- إذا كان الكحول المستعمل ثانويا يكون : r = 60% .
- إذا كان الكحول المستعمل ثالثيا يكون : r = 5 – 10% .

• تفاعل الإماهة :

- تفاعل الإماهة هو تفاعل يحدث بين الأسترات R-COO-R' و الماء H_2O ، لينتج عنه حمض R-COOH ، و كحول R'-OH وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O = R\text{-}COOH + R'\text{-}OH$$

ومنه يمكن القول بأن تفاعل الإماهة هو التفاعل المعاكس لتفاعل الأسترة .
- خواص تفاعل الأسترة هي نفسها خواص تفاعل الإماهة .
- يعرف مردود الإماهة ($r_{إماهة}$) على أنه :

$$r_{إماهة} = 100 - r_{أسترة}$$

و عليه :

مردود الإماهة	مردود الأسترة	صنف الكحول
37	67	أولى
40	60	ثانوي
90-95	5-10	ثالثي

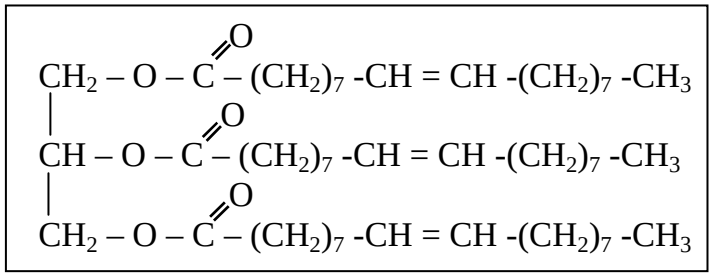
• تفاعل تصبن الأستر :

- تصبن الأستر RCOOR' هو تفاعل **تام** يحدث بين هذا الأستر وأساس قوي مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، لينتج إثر ذلك كحول R'OH ، و ملح كربوكسيلات الصوديوم RCOONa في حالة استعمال هيدروكسيد الصوديوم ، و كربوكسيلات البوتاسيوم RCOOK في حالة استعمال هيدروكسيد البوتاسيوم وفق المعادلتين :

$$RCOOR' + NaOH = RCOONa + R'OH$$
$$RCOOR' + KOH = RCOOK + R'OH$$

• تطبيق تفاعل التصبن في صناعة الصابون :

- تحتوي بعض الأجسام الدهنية مثل الشحوم (صلبة) ، و الزيوت (سائلة) على أحماض دهنية ، و نوع من الأسترات يسمى **تريولات الجليسيرول** . صيغته الجزيئية نصف المفصلة تكون كما يلي :

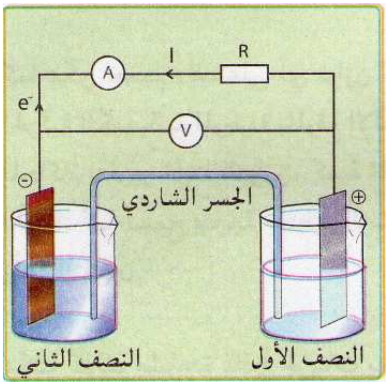


- نضع في دورق كتلة m من الصود NaOH مع حجم V من الإيثانول ، و بعد الإنحلال ، نضيف إلى المزيج حجم V' من زيت المائدة أو زيت الزيتون (أجسام دهنية) ، ثم نسخن المزيج حتى الغليان ، مع التحريك بانتظام لمدة 20 دقيقة ، بعدها نبرد المزيج ثم نسكبه في كأس بيشر يحتوي على ماء مالحا .

8- ملحق خاص بالشعب الرياضية : الأعمدة و التحليل الكهربائي

• التحول التلقائي لجملة كيميائية (الأعمدة الكهربائية) :

- التحول الكيميائي التلقائي هو تحول كيميائي يحدث بشكل عفوي من دون تأثير خارجي .
- يتشكل العمود من نصفين : الأول يتكون من صفيحة معدنية لمعدن M_1 مغموسة في محلول يحتوي على شوارد هذا المعدن M_1^{n+} ، و الثاني يتكون من صفيحة معدنية لمعدن آخر M_2 مغموسة في محلول يحتوي على شوارد هذا المعدن M_2^{m+} ، و هذين النصفين موصولين ببعضهما بواسطة جسر ملحي (شاردي) .



- إذا كان المسرى M_1 هو القطب الموجب للعمود و المسرى M_2 هو القطب السالب يرمز اصطلاحيا لهذا العمود كما يلي :

$$(-)\ M_2^{m+}/M_2\ //\ M_1^{n+}/M_1\ (+)$$

- عند اشتغال العمود ، التحول الكيميائي الذي يحدث ينمذج بتفاعل يرفق بثابت توازن K فكلما كان كسر التفاعل $Q_r < K$ كلما أنتج العمود تيارا كهربائيا و عندما تصل حالة الجملة الكيميائية إلى التوازن ($Q_r = K$) ، تنعدم شدة التيار الكهربائي و يتوقف العمود الكهربائي عن الاشتغال .

- عند القطب السالب للعمود تحدث عملية أكسدة وفق المعادلة :

$$M_2 = M_2^{n+} + n\ e^-$$

- عند القطب الموجب تحدث عملية إرجاع وفق المعادلة :

$$M_1^{m+} + m\ e^- = M_1$$

و عند جمع معادلتي الأكسدة و الإرجاع طرف إلى طرف بعد ضرب طرفي كل معادلة في عدد مناسب يجعل عدد الإلكترونات المفقودة مساوي لعدد الإلكترونات المكتسبة نحصل على المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الكيميائي الحادث في العمود .

- تمثل القوة المحركة الكهربائية التي يرمز لها بـ E و وحدتها الفولط (V) لعمود التوتر الكهربائي بين مسرييه عندما لا يجري هذا العمود أي تيار كهربائي .

- تتعلق قيمة القوة المحركة الكهربائية لعمود بطبيعة الثنائيات التي تدخل في تركيب العمود و كذلك التراكيز المولية للمحاليل التي تشكل العمود .

- الجسر الملحي و الذي يسمى أيضا الجسر الكهروكيميائي يُمَكن من الاتصال الكهربائي بين نصفي العمود (دون اختلاط المحلولين) من جهة ، و من جهة أخرى يسمح لشوارد المحلول الملحي بالتحرك من أجل ضمان التعادل الكهربائي للمحلولين .

- عندما يشتغل العمود مدة زمنية Δt و باعتبار أن تقدم التفاعل يبلغ القيمة x (mol) تكون الشحنة التي ينتجها العمود خلال هذه المدة هي :

$$Q = I.\Delta t = z\ .\ x\ .\ F$$

I : شدة التيار الثابتة التي يجريها العمود .

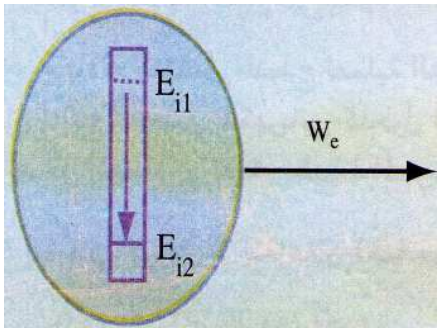
z : هو عدد الإلكترونات المتبادلة بين المرجع و المؤكسد عندما يحدث التفاعل الإجمالي (الأكسدة الإرجاعية) مرة واحدة .

x : تقدم التفاعل .

F : الذي يمثل كمية الكهرباء الموافق لعدد أفوقادرو (1mol) من الإلكترونات تدعى الفاراداي و وحدتها C/mol و يكون :

$$F = 96500\ C/mol$$

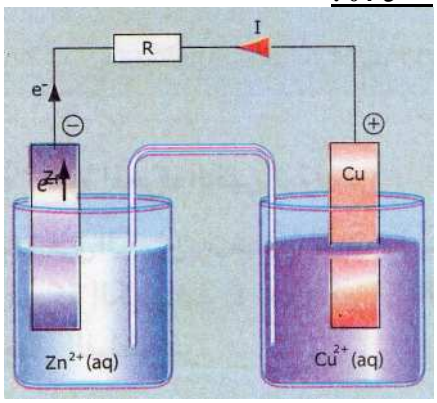
- عند اشتغال العمود الكهربائي ، يحدث تغير في الطاقة الداخلية للجملة " عمود" بسبب التحول الكيميائي الذي يكون مصحوبا بتحويل كهربائي W_e (الشكل-06) .



مثال (عمود دانيال) :

- عمود دانيال هو عمود يتكون نصف الأول و الذي يمثل القطب الموجب من صفيحة نحاس مغموسة في محلول كبريتات النحاس و نصف الثاني الذي يمثل قطبه السالب من صفيحة زنك مغموسة في محلول كبريتات الزنك (الشكل-04)

الشكل-04 :



- رمز العمود :

$$(-)\ Zn^{2+}/Zn\ //\ Cu^{2+}/Cu\ (+)$$

- التفاعلات الحادثة :

عند القطب السالب (-) يتأكسد الزنك وفق المعادلة :

$$Zn = Zn^{2+} + 2e^-$$

عند القطب الموجب (+) ترجع شوارد النحاس وفق المعادلة :

$$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$$

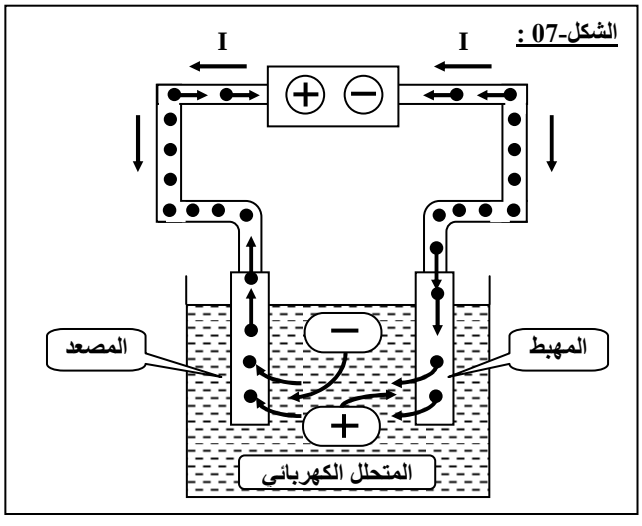
3- التحول القسري (التحليل الكهربائي) :

- التحول الكيميائي القسري و هو تحول لا يحدث تلقائيا بل يفرض (يجبر) بواسطة طاقة خارجية تقدم للجملة الكيميائية.

- يحدث تحليل كهربائي لمحلول أو مصهور ما عندما يمر بهما تيار كهربائي ، و يرافق مرور هذا التيار حدوث تفاعلات كيميائية عند المسريين .

- يسمى كل محلول أو مصهور تحدث له عملية التحليل الكهربائي بـ **المتحلل الكهربائي** .

الشكل-07 :

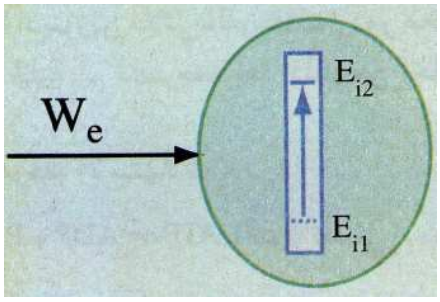


- يدخل التيار الكهربائي إلى وعاء التحليل الكهربائي الحاوي على المتحلل الكهربائي ، دوما من المسرى المرتبط بالقطب الموجب (**المصعد**) ، و يخرج من المسرى المرتبط بالقطب السالب للمولد (**المهبط**) ، في حين تنتقل الإلكترونات في الإتجاه المعاكس .
- نواتج التحليل الكهربائي ، تختلف باختلاف نوع المتحلل الكهربائي ، و حالته (محلول أو مصهور) ، و كذا نوع المسريين (طبيعة مادته) .
- المتحلل الكهربائي (المحلول أو المصهور) يحتوي على شوارد موجبة ، و شوارد سالبة ، و عند امرار التيار الكهربائي بالوعاء ، تتجه الشوارد الموجبة إلى المهبط في حين تتجه الشوارد السالبة إلى المصعد .
- في حالة التحليل الكهربائي البسيط و هو التحليل الكهربائي الذي تكون نواتجه ناتجة فقط عن تفاعل الشوارد الموجبة و السالبة المكونة للمتحلل الكهربائي (مثال-1) يحدث ما يلي :
▪ المهبط يقدم إلكترونات للشاردة الموجبة التي اقتربت إليه عند إمرار التيار الكهربائي ، في حين الشاردة السالبة التي اقتربت إلى المصعد تقدم إلكترونات إلى المصعد (تفاعل أكسدة) ، هذه الإلكترونات تتجه إلى المهبط بواسطة المولد عبر الدارة الخارجية و تقدمها للشاردة الموجبة (تفاعل إرجاع) ، و هكذا تتكرر العملية باستمرار .
- هناك تحليل كهربائي آخر و هو التحليل الكهربائي الذي لا تكون فيه نواتج التحليل الكهربائي ناتجة عن الشوارد المشكلة للمتحلل الكهربائي ، حيث تحدث تفاعلات كيميائية **ثانوية** ، يتدخل فيها الماء (مثال-2) ، أو المعدن الذي يشكل المصعد (مثال-3) .
- يمكن استغلال عملية التحليل الكهربائي صناعيا من أجل انتاج معدن ، تنقية معدن ، تغطية جسم بواسطة معدن أو انتاج غاز .....
- في مدة زمنية Δt أين يتقدم التفاعل المنمذج لعملية التحليل الكهربائي بالمقدار x ، تستهلك عملية التحليل الكهربائي كمية من الكهرباء قدرها :

$$Q = I\,\Delta t = z.x.F$$

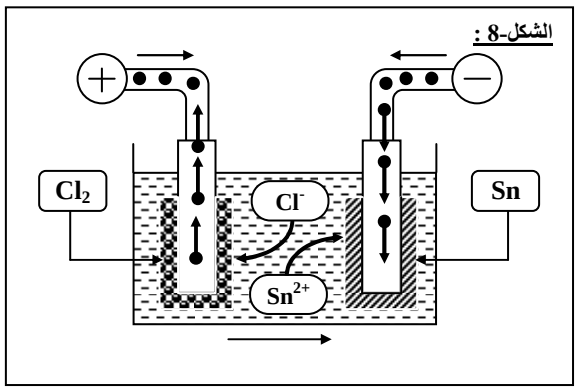
حيث z هو عدد الإلكترونات المتبادلة بين المرجع و المؤكسد من أجل حدوث التفاعل مرة واحدة .

- خلال عملية التحليل الكهربائي تتغير الطاقة الداخلية للجملة الكيميائية عن طريق التحويل الكهربائي W_e الذي يقدمه المولد .



مثال-1 : (التحليل الكهربائي لكلور القصدير)
- نجري التحليل الكهربائي لمحلول كلور القصدير ($Sn^{2+} + 2Cl^-$) باستعمال مسريين من الفحم الكاتب .
- عند إمرار التيار الكهربائي في المحلول ، نلاحظ انطلاق غاز عند المصعد ، يمكن التعرف عليه بأنه غاز الكلور Cl_2 ، كما نلاحظ تكون عند المهبط شعيرات براقة و هي عبارة عن بلورات من معدن القصدير Sn (الشكل-8) .

الشكل-8 :



التفاعلات الحادثة :
عند مرور التيار الكهربائي بمحلول كلور القصدير ، تتجه شوارد الكلور Cl^- باتجاه المصعد ، و شوارد القصدير Sn^{2+} باتجاه المهبط ثم يحدث ما يلي :
عند المصعد :
تتخلى كل شاردة كلور Cl^- عن إلكترونها للمصعد متحولة إلى ذرة كلور حيث ترتبط كل ذرتين متشكلتين ، لتكوين جزئ غاز الكلور Cl_2 وفق المعادلة النصفية التالية :

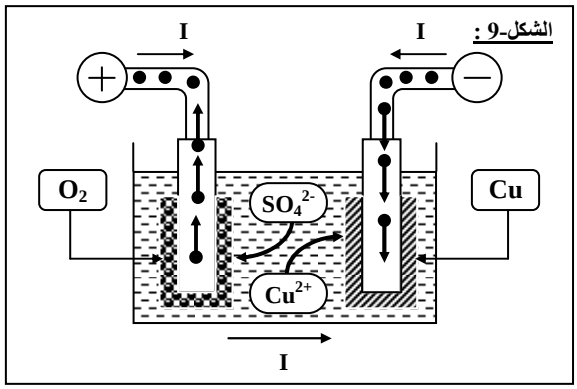
$$2Cl^- = Cl_2 + 2e^-$$

عند المهبط :
تكتسب كل شاردة قصدير Sn^{2+} إلكترونين من المهبط مكونة ذرة قصدير Sn ، وفق المعادلة :

$$Sn^{2+} + 2e^- = Sn$$

مثال-2: (التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس)
- نجري التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) المعروف بلونه الأزرق المميز لشوارد النحاس Cu^{2+} باستعمال مسريين غير متأثرين من البلاتين أو الفحم الكاتب .
- عند إمرار التيار الكهربائي في المحلول ، نلاحظ انطلاق غاز عند المصعد ، يمكن التعرف عليه بأنه غاز الأكسجين O_2 ، كما نلاحظ ترسب لجسم أحمر هو عبارة عن النحاس Cu (الشكل-9)

الشكل-9 :



التفاعلات الحادثة :

عند مرور التيار الكهربائي بمحلول كبريتات النحاس ، تتجه شوارد الكبريتات SO_4^{2-} باتجاه المصعد ، و شوارد النحاس Cu^{2+} باتجاه المهبط ثم يحدث ما يلي :

عند المصعد :

تؤثر شوارد الكبريتات SO_4^{2-} ، على جزيئات الماء ، فيتخلى كل جزيئين ماء عن 4 إلكترونات ، للمصعد متحولتين إلى غاز الأكسجين O_2 و شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + O_2 + 4e^-$$

عند المهبط :

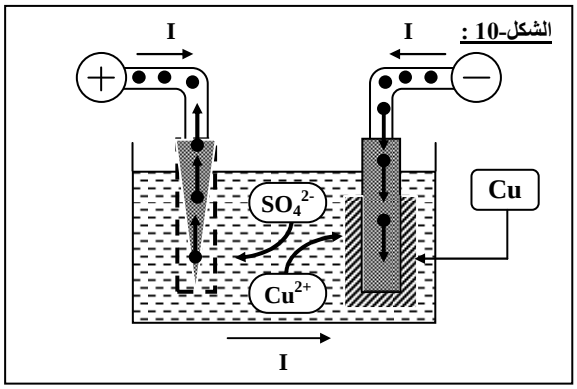
تكتسب كل شاردة قصدير Sn^{2+} إلكترونين من المهبط مكونة ذرة قصدير Sn ، وفق المعادلة :

$$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$$

مثال-3 : (التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس)

- نجري التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس ($Cu^{2+} + SO_4^{2--}$) ، لكن في هذه الحالة باستعمال مسريين ، يكون فيهما المصعد من النحاس ، و المهبط من الفحم الكاتب .
- عند إمرار التيار الكهربائي في المحلول ، نلاحظ تآكل المصعد ، و ترسب مادة النحاس على المهبط (الشكل-10) .

الشكل-10 :



التفاعلات الحادثة :

عند مرور التيار الكهربائي بمحلول كبريتات النحاس ، تتجه شوارد الكبريتات SO_4^{2-} باتجاه المصعد ، و شوارد النحاس Cu^{2+} باتجاه المهبط ثم يحدث ما يلي :

عند المصعد :

تؤثر جزيئات الكبريتات SO_4^{2-} على المصعد فيتخلى كل جزيء من النحاس على إلكترونين متحولة إلى شاردة نحاس Cu^{2+} وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$Cu = Cu^{2+} + 2e^-$$

عند المهبط :

تكتسب كل شاردة نحاس Cu^{2+} إلكترونين من المهبط مكونة ذرة نحاس Cu وفق المعادلة :

$$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$$

8- نصائح ليوم امتحان العلوم الفيزيائية :

- قراءة الموضوعين الاختيارين بشكل جيد .
- إعادة قراءة الموضوع المختار مرة ثانية ، ثم فرز ما يمكن الجواب عليه من ما لا يمكن الجواب عليه ، و من ما هو فيه شك يعني (ممكن الجواب عليه و ممكن لا) .
- كتابة على ورقة الوسخ بشكل مختصر الأجوبة التي يمكن الإجابة عليها كالتي مرت معك مسابقا أو مشابهة لها .
- إذا كان من هذه الأجوبة إجابة كاملة لتمرين أنقله على ورقة أجابتك .
- محاولة حل الأجوبة التي فيها شك ، و لو اكتمل أحد التمارين فانقله أيضا على ورقة إجابتك . ..... و هكذا .
- قدر الوقت الذي يلزمك لكتابة الأجوبة المتبقية في الوسخ على ورقة الإجابة .
- إذا كان الوقت لا يكفي أنقل الإجابة على ورقة إجابتك .
- إذا كان هناك وقت كاف حاول التفكير في الأجوبة التي قلنا عنها لا يمكن حلها على أمل ممكن حلها أو حل جزء منها .
- عندما يتبقى من وقت الامتحان إلا الوقت الذي يكفيك لنقل الأجوبة من ورقة الوسخ إلى ورقة إجابتك ، انقل الأجوبة التي وفقك الله في الإجابة عليها و اكتفي بما كتبه الله لك في هذا الامتحان .

بالتوفيق في امتحان شهادة البكالوريا 2011

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr
Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .

لتحميل نسخة من هذا الدرس و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

sites.google.com/site/faresfergani