بـــسم الله الرحـــمان الـرحـــيم

دروس العلوم الفـيزيائية للسنة الثـــالثة ثـانوي

شـــعبة : العلوم التجريبية

تـــقني رياضي : الهندسة المدنية

الهندسة الكهربائية

الهندسة الميكانيكية

هندسة الطرائق

ريـــاضيات

الـــمنهاج : المـــتـابعة الزمـنية لتحـــول كيمـــيائـــي بطيـــئ

التـــحولات الـــنوويـــة

الـــظواهر الكـــهربـــائية

تطور جمـــلة كيميـــائـــية نـحو حـالـــة الـــتوازن

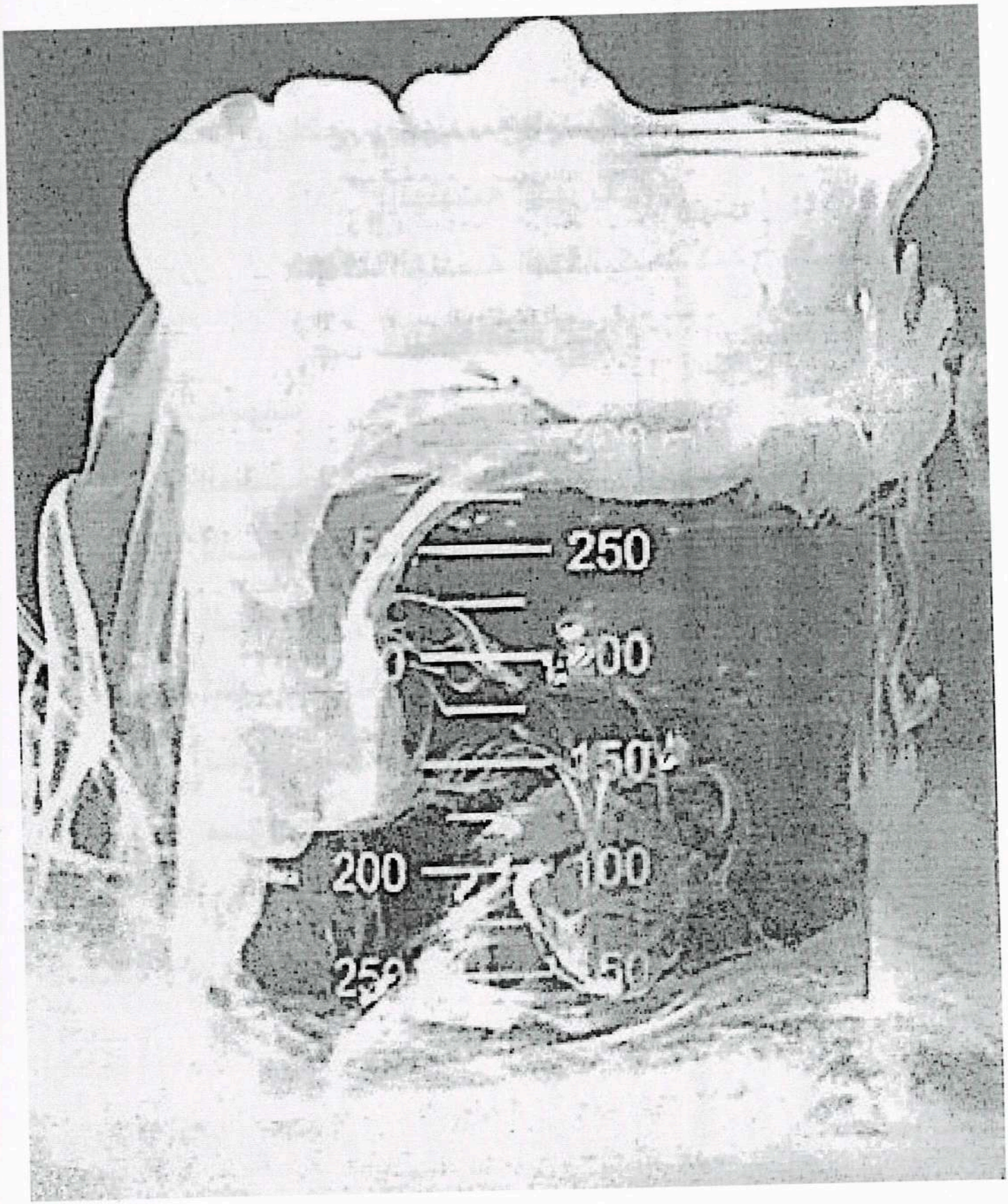
تطور جمـــلة مـــيكانـــيكـــية

مـــراقبة تـــطور جـــملة كـــيميائـــية

الأســتاذ : مـــوايسي محمد

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الوحدة 01 : المـــتـــابعة الزمـــنية لتحـــول كيمـــيائـــي بطيـــئ



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

مـفـاهـيم أسـاسـية في الـكيـمـيـاء

I- حساب كمية المادة :

في حالة جسم صلب :

$$n = \frac{m}{M}$$

حيث : m الكتلة الجسم بوحدة الغرام g

M الكتلة المولية وحدته g/mol

في حالة المحاليل :

$$n = C.V$$

حيث : C التركيز المولي بوحدة mol/l

V حجم المحلول بوحدة l

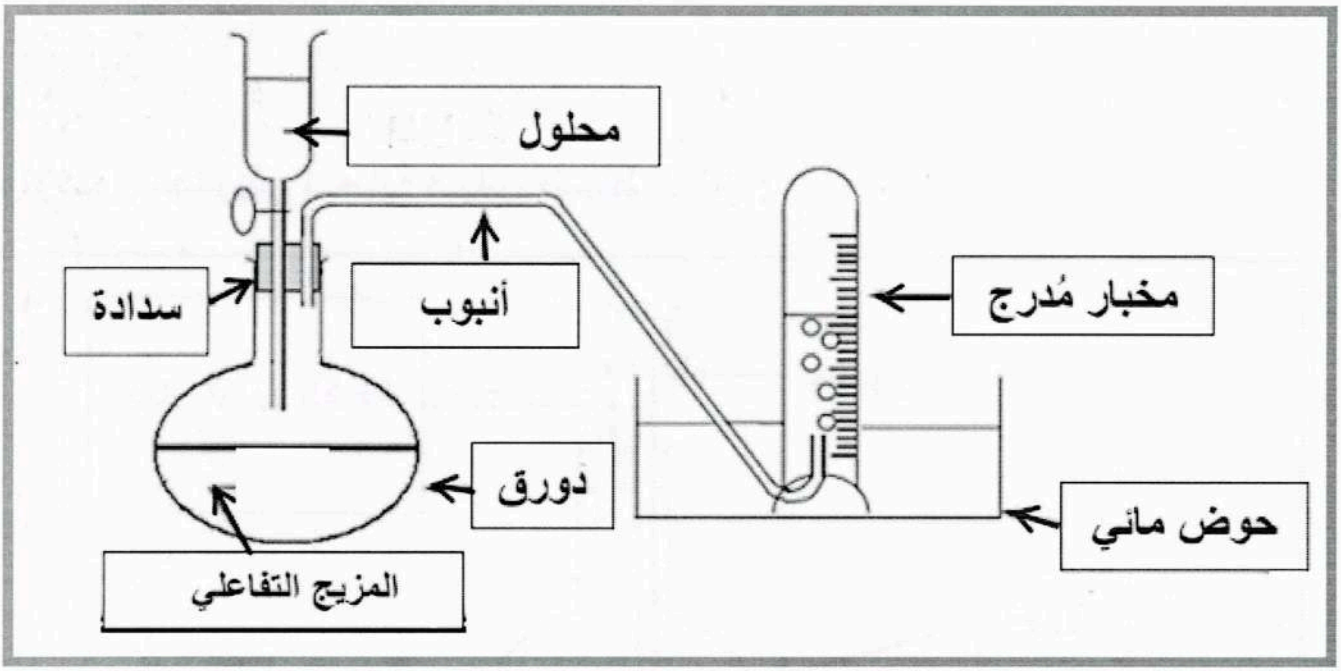
في حالة غاز :

$$n = \frac{V_g}{V_M}$$

حيث : V_g حجم الغاز بوحدة l

V_M الحجم المولي للغازات بوحدة l/mol (يعطى في الشروط النظامية)

بروتوكول تجريبي لعملية قياس حجم الغاز المنطلق :



نملأ أنبوب إختبار مدرج بالماء و ننكسه على حوض مملوء بالماء عند انطلاق الغاز يبدأ مستوى الماء بالنزول تدريجيا في الأنبوب و يحل محله الغاز الناتج فيحجز هناك

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

في حـالة الـغازات المثـالـيـة :

$$P.V = n.R.T$$

حيث :

- P ضـغط الـغاز بوحدة الباسكال pa

$$n = \frac{P.V}{R.T}$$

بـعض وحدات الضغط :

$$1\ bar = 10^5\ pa$$
$$1\ atm = 1{,}013 \times 10^5\ pa$$
$$1\ hpa = 10^2 pa$$
$$1\ Kpa = 10^3\ pa$$

$1\ atm = 76\ cm\ Hg$ (سنتمتر زئبقـي)

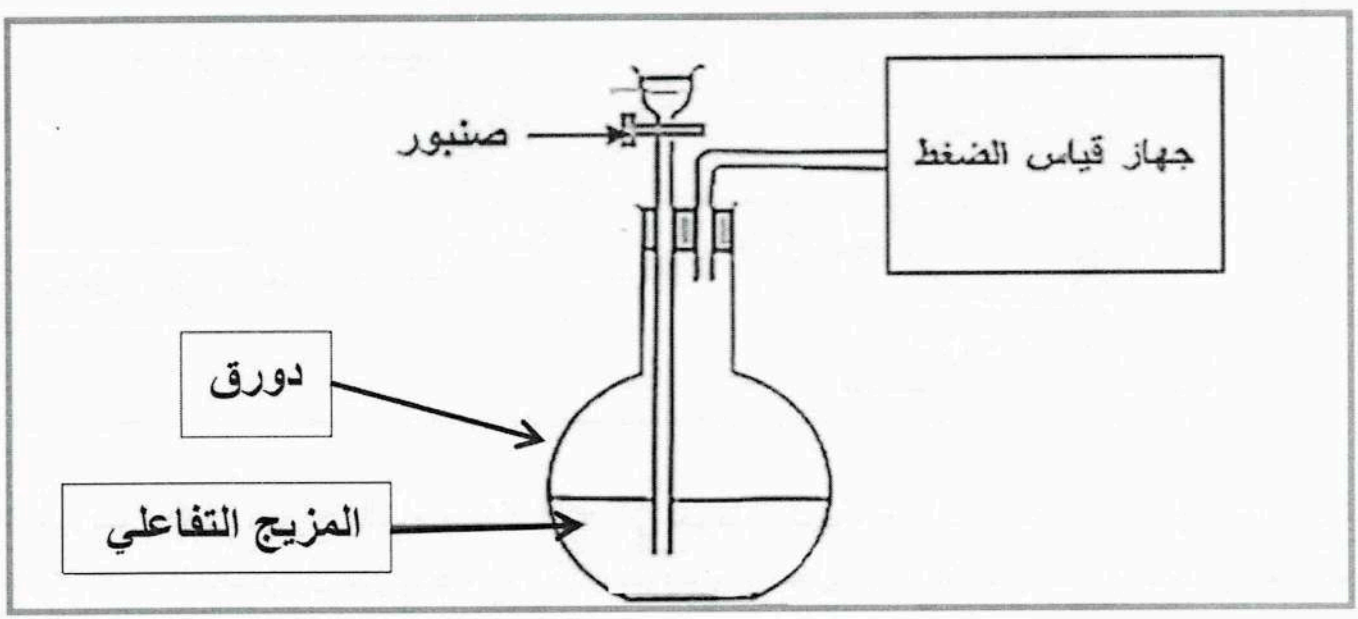
- V حـجم قـياس الغاز بـوحدة m^3

$$ml \xrightarrow{10^{-3}} l \xrightarrow{10^{-3}} m^3$$

- R ثـابت الـغازات المثالـية يـعطى : $R = 8{,}31\ SI$
- T درجـة الحـرارة بوحدة الـكالفن $K°$

$$T(K°) = T(C°) + 273$$

بـروتوكـول تجـريبي لـعملية قـياس ضـغط الـغاز :



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

II- المحاليل المائية و تراكيزها :

1- حساب التركيز المولي C :

$$C = \frac{n}{V}$$

حيث : C التركيز المولي بوحدة mol/l

V حجم المحلول بوحدة l

n : كمية المادة بـ mol

2- المحاليل الممددة :

2-1) تمديد (تخفيف) محلول :

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

الهدف منه النقص في التركيز

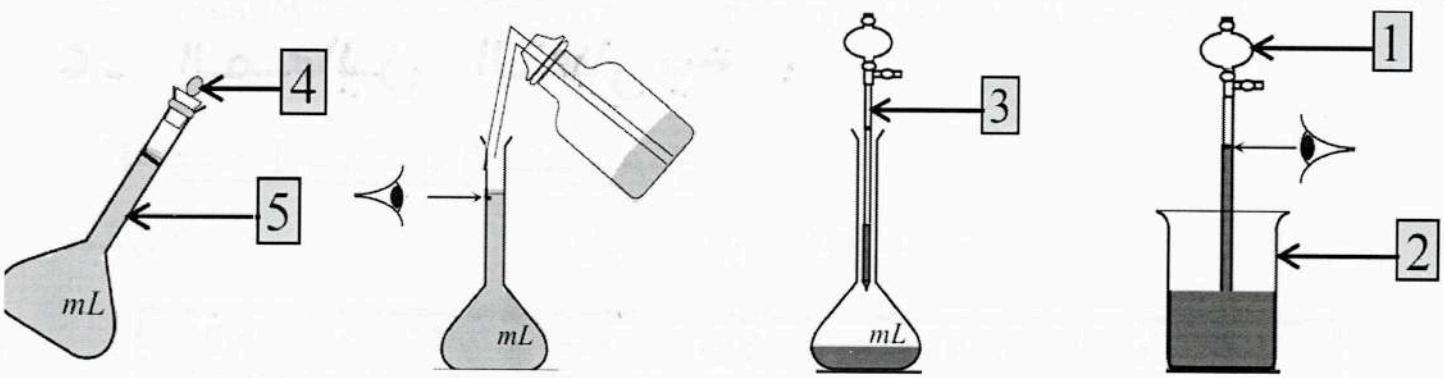
$C_1 > C_2$

$V_1 < V_2$

2-2) معامل التمديد F :

$$F = \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

2-3) بروتوكول تجريبي لعملية التمديد :



1- سدادة , 2- حوجلة عيارية , 3- إجاصة مص , 4- بيشر , 5- ماصة عيارية

بواسطة ماصة نأخذ حجم V_1 من المحلول (A) و نضعها في حوجلة عيارية سعتها V_2 ثم نضيف الماء المقطر إلى غاية بلوغ التدريجة V_2

3- التركيز الكتلي C_m :

$$C_m = C.M$$

ط 1 :

حيث : C التركيز المولي بوحدة mol/l

M الكتلة المولية بوحدة g/mol

C_m التركيز الكتلي بوحدة mol/l

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ط 2 :

$$C_m = \frac{m}{V}$$

حيث : m الكتلة الجسم بوحدة الغرام g
V حجم المحلول بوحدة l

C_m التركيز الكتلي بوحدة g/l

4- حساب الكتلة الحجمية ρ :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

حيث : m الكتلة الجسم بوحدة الغرام g
V حجم المادة بوحدة l

ρ الكتلة الحجمية بوحدة g/l

5- حساب كثافة المواد الصلبة و السائلة بالنسبة للماء رمزها d :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{l'eau}}$$

حيث : $\rho_{l'eau}$ الكتلة الحجمية للماء يعطى $\rho_{l'eau} = 1000\ g/l$

III- جدول تقدم التفاعل :

مثال : $\alpha A + \beta B = \gamma C + \lambda D$

حالة الجملة	αA +	βB ==	γC +	λD
الحالة الابتدائية	$n_0(A)$	$n_0(B)$	0	0
الحالة الانتقالية	$n_0(A) - \alpha x$	$n_0(B) - \beta x$	γx	λx
الحالة النهائية	$n_0(A) - \alpha x_f$	$n_0(B) - \beta x_f$	γx_f	λx_f

1- تعريف التقدم الأعظمي X_{max} :

يسمى بالتقدم الأعظمي و هو التقدم الذي يبلغه التفاعل عندما يختفي المتفاعل المحد

2- تعريف X_f :

يسمى بالتقدم النهائي و هو التقدم الذي يبلغه التفاعل في الحالة النهائية

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

3- تـعيين قـيمة X_f :

$$n_0(A) - \alpha X_f = 0 \rightarrow n_0(A) = \alpha X_f \rightarrow X_f = \frac{n_0(A)}{\alpha}$$

$$n_0(B) - \beta X_f = 0 \rightarrow n_0(B) = \beta X_f \rightarrow X_f = \frac{n_0(B)}{\beta}$$

- قيمة X_f الصغيرة هـي التي تـأخذ بـعين الإعـتبار و يـسمى المتفاعل الـمـحد
- تـفاعل تـام معناه يوجد متفـاعل واحد عـلى الأقل و منه يكون $X_f = X_{max}$
- إذا كـان $\frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(B)}{\beta}$ فـلا يـوجد متـفاعل مـحد و نقول أن المزيج سـتكيـومـتـري

4- عـبارة كمـية المـادة و عـبارة التـراكـيز المـولية من جـدول التقدم التـفاعل :

أ- كمـية المادة :

(الحـالة الإنـتقـالية)

$$n(A) = n_0(A) - \alpha X \quad , \quad n(B) = n_0(B) - \beta X$$

(الحـالة النـهائيـة)

$$n_f(A) = n_0(A) - \alpha X_f \quad , \quad n_f(B) = n_0(B) - \beta X_f$$

$$n_f(C) = \gamma X_f \quad , \quad n_f(D) = \lambda X_f$$

ب- التـراكـيز المـولية :

(الحـالة الإنـتقـالية)

$$[A^-] = \frac{n_0(A) - \alpha X}{V_T} \quad , \quad [B^+] = \frac{n_0(B) - \beta X}{V_T}$$

$$[C^-] = \frac{\gamma X}{V_T} \quad , \quad [D^+] = \frac{\lambda X}{V_T}$$

(الحـالة النـهائيـة)

$$[A^-]_f = \frac{n_0(A) - \alpha X_f}{V_T} \quad , \quad [B^+]_f = \frac{n_0(B) - \beta X_f}{V_T}$$

$$[C^-]_f = \frac{\gamma X_f}{V_T} \quad , \quad [D^+]_f = \frac{\lambda X_f}{V_T}$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

V- الناقلية الكهربائية للمحاليل المائية الشاردية :

- محلول شاردي هو محلول يحتوي على شوارد موجبة و شوارد سالبة فهي ناقلة للتيار الكهربائي
- تزداد ناقلية محلول شاردي للتيار الكهربائي كلما كان تركيزه المولي به أكبر

1- حساب الناقلية

ط 1 :

$$G = \frac{I}{U}$$

حيث : I شدة التيار المار في الدارة بوحدة الأمبير A
U شدة التوتر تقاس بوحدة الفولط V

ط 2 :

$$G = \frac{1}{R}$$

حيث : R المقاومة بوحدة الأوم Ω

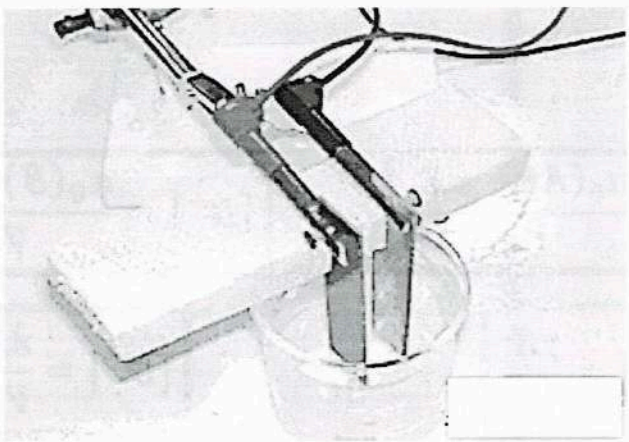
ط 3 :

$$G = \sigma . K$$

- K ثابت الخلية بوحدة m يعطى بالعلاقة :

$$K = \frac{S}{L}$$

حيث : S مساحة اللبوس المغمور في الماء بوحدة m^2
L المسافة بين اللبوسين المعدنيين بوحدة m



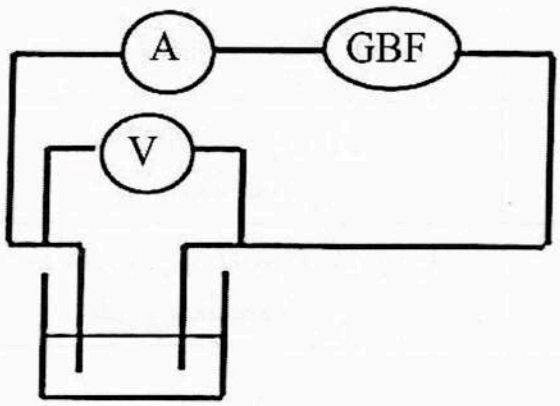
- σ الناقلية النوعية بوحدة s/m تعطى بالعلاقة :

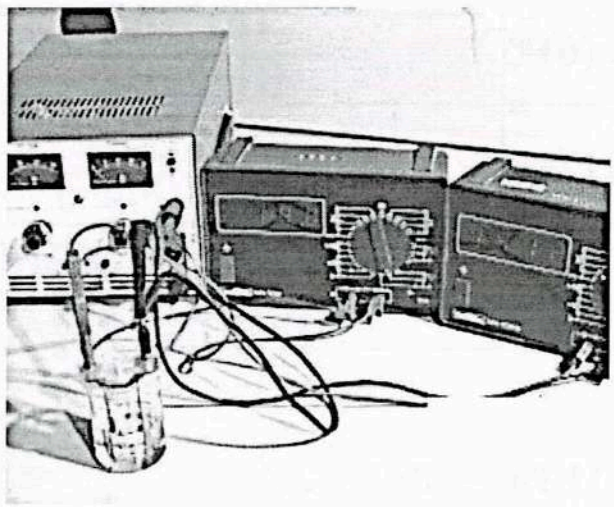
$$\sigma = \lambda_+ [\square^+] + \lambda_- [\square^-]$$

حيث : λ_+ و λ_- الناقلية النوعية المولية الشاردية وحدتها $s.m^2/mol$
$[^+\ ]$ و $[^-\ ]$ التراكيز المولية للشوارد الموجبة و السالبة بوحدة mol/m^3

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

2- بـروتوكـول تجـريبي لـعملية قـياس الـناقلـية :





IV- الأكـــسدة الإرجـــاعـية :

1- مفـهوم تفاعلـي الأكـسدة و الإرجـاع و تـفاعل الأكـسدة الإرجـاعية :

أ- الأكـسدة : هو كـل تفاعل كيميائي يحـدث فيه فقدان إلكتـرون أو أكـثر

ب- الإرجـاع : هو كـل تفاعل كيميائي يحـدث فيه اكتسـاب إلكتـرون أو أكـثر

ج- المؤكـسد : هو الفرد الكيميائي الذي يكتسب الإلكترونات في تفاعل الإرجـاع

د- المرجـع : هو الفرد الكيميائي الذي يفـقـد الإلكترونات في تفاعل الأكـسـدة

و- الأكـــسدة الإرجـــاعـية : هو كـل تفاعل كيميائي يحـدث فيه تبادل إلكتـروني بين المرجع و المؤكسـد حيث يفقد المرجـع $\bar{e}$ أو أكـثر لـيلتقطه المؤكسـد

2- الثـنائـيات الأكسـدة الإرجـاعية (ox / red) :

الحالة	الثنائيتين (مر/مؤ) الداخلتين في التفاعل	الفردين الكيميائيين المتفاعلين
(1)	(Pb^{2+}/Pb) (Cu^{2+}/Cu)	Cu^{2+} , Pb
(2)	(Fe^{3+}/Fe) (Cl_2/Cl^-)	Fe , Cl_2
(3)	(I_2/I^-) $(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-})$	I^- , $S_2O_8^{2-}$
(4)	(Fe^{3+}/Fe^{2+}) $(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+})$	Fe^{2+} , $Cr_2O_7^{2-}$ في وسط حمضي

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

(5)	(Fe^{3+}/Fe^{2+}) (MnO_4^-/Mn^{2+})	Fe^{2+} , MnO_4^- في وسط حمضي
(6)	(Al^{3+}/Al) (H_3O^+/H_2)	Al , H_3O^+
(7)	(O_2/H_2O_2) (MnO_4^-/Mn^{2+})	H_2O_2 , MnO_4^- في وسط حمضي
(8)	$(CH_3COOH/CH_3\text{-}CH_2OH)$ $(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+})$	$CH_3\text{-}CH_2OH$, $Cr_2O_7^{2-}$ في وسط حمضي

• التفاعل (1)

$$\begin{array}{l|l} \times 1 & Pb = Pb^{2+} + 2e^- \\ \times 1 & Cu^{2+} + 2e^- = Cu \end{array}$$

$$Pb + Cu^{2+} = Pb^{2+} + Cu$$

• التفاعل (2)

$$\begin{array}{l|l} \times 2 & Fe = Fe^{3+} + 3e^- \\ \times 3 & Cl_2 + 2e^- = 2Cl^- \end{array}$$

$$2Fe + 3Cl_2 = 2Fe^{3+} + 6Cl^-$$

• التفاعل (3)

$$\begin{array}{l|l} \times 1 & 2I^- = I_2 + 2e^- \\ \times 1 & S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-} \end{array}$$

$$2I^- + S_2O_8^{2-} = I_2 + 2SO_4^{2-}$$

• التفاعل (4)

$$\begin{array}{l|l} \times 6 & Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^- \\ \times 1 & Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O \end{array}$$

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ = 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

• التفاعل (5)

$$\begin{array}{l|l} \times 5 & Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^- \\ \times 1 & MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O \end{array}$$

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

• التفاعل (6)

$$\begin{array}{l|l} \times 2 & Al = Al^{3+} + 3e^- \\ \times 3 & 2H_3O^+ + 2e^- = H_2 + 2H_2O \end{array}$$

$$2Al + 6H_3O^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

• التفاعل (7)

$$\begin{array}{l|l} \times 5 & H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^- \\ \times 2 & MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O \end{array}$$

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 10H^+ + 8H_2O$$

و باختزال H^+ يصبح :

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

• التفاعل (8)

$$\begin{array}{l|l} \times 3 & CH_3\text{-}CH_2OH + H_2O = CH_3\text{-}COOH + 4H^+ + 4e^- \\ \times 2 & Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \end{array}$$

$$3CH_3\text{-}CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 28H^+ + 3H_2O = 3CH_3\text{-}COOH + 4Cr^{3+} + 12H^+ + 14H_2O$$

و باختزال H^+ يصبح :

$$3CH_3\text{-}CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ = 3CH_3\text{-}COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$$

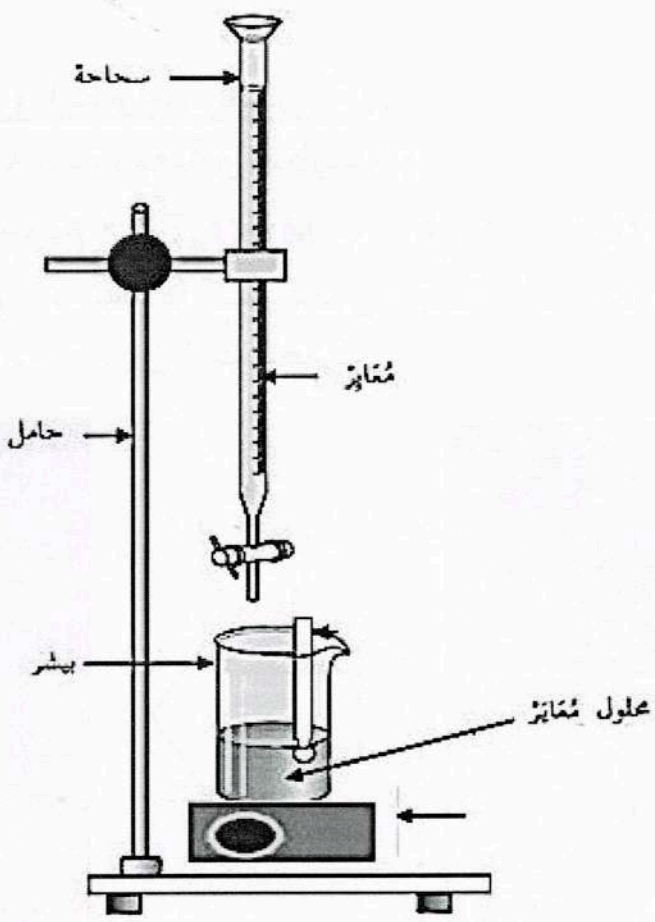
في جدول التقدم التفاعل نعتبر الماء H_2O بوفرة و نعتبر H^+ و H_3O^+ بوفرة إذا لم يشاركوا في الثنائية

VI- المعايرة اللونية :

الهدف من المعايرة هو إيجاد تركيز مجهول

1- البوتوكول التجريبي للمعايرة :

أ- جهاز المعايرة :



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

أثناء عملية المعايرة نضيف تدريجيا بواسطة السحاحة المحلول المعاير إلى المحلول المعايَر الموجود في بالبيشر إلى غاية بلوغ نقطة تسمى نقطة التكافؤ

2- تعريف نقطة التكافؤ :

يكون فيها المزيج ستكيومتري نكشف عنه تجريبيا بتغير لون المزيج في البيشر إلى اللون الأزرق البنفسجي

مثال : $\alpha A + \beta B = \gamma C + \lambda D$

عند نقطة التكافؤ يكون :

$$\frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(B)}{\beta}$$
$$\frac{C_A V_A}{\alpha} = \frac{C_B V_{BE}}{\beta}$$

حيث : V_A حجم المحلول المعايَر بـ l

V_{BE} حجم المحلول المعاير المضاف عند التكافؤ بـ l

C_A تركيز المحلول المعايَر بـ mol/l

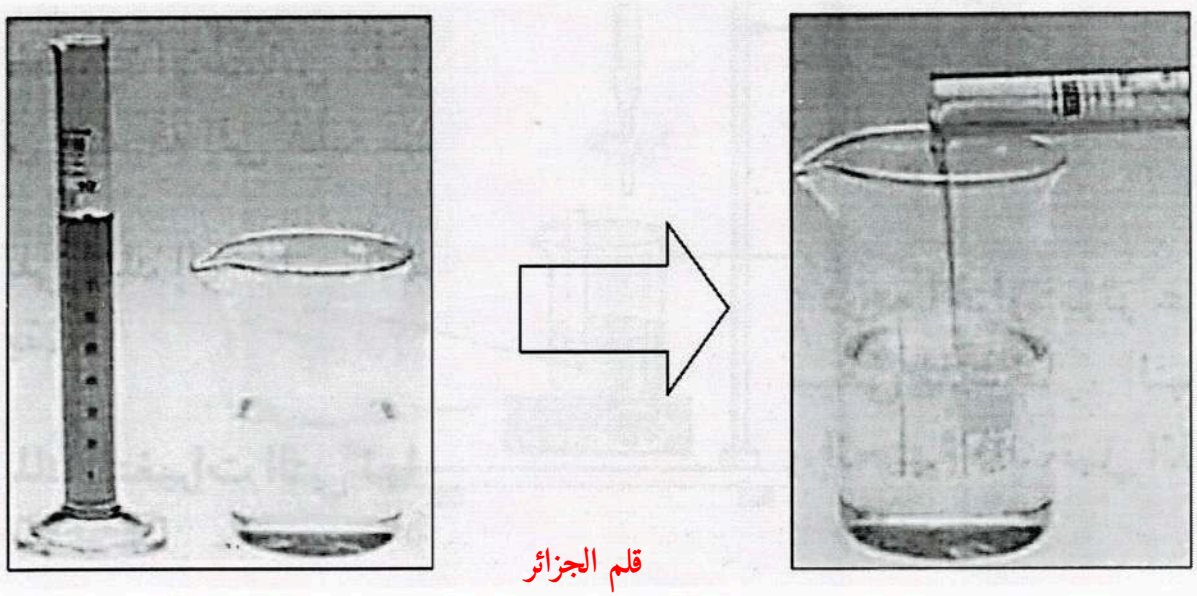
C_B تركيز المحلول المعاير بـ mol/l

VII- المتابعة الزمنية و العوامل الحركية :

1- التحولات الكيميائية السريعة و البطيئة :

أ- التحول الكيميائي السريع : $(Fe^{2+} + SO_4{}^{2-}) + (K^+ + MnO_4{}^-)$

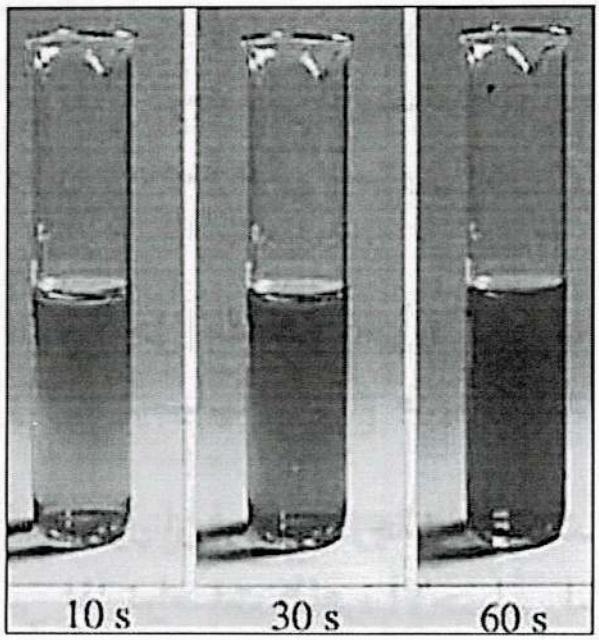
يكون التحول الكيميائي سريعا إذا كان تطور الجملة الكيميائية يصل إلى حالته النهائية مباشرة عند التلامس بين المتفاعلات



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

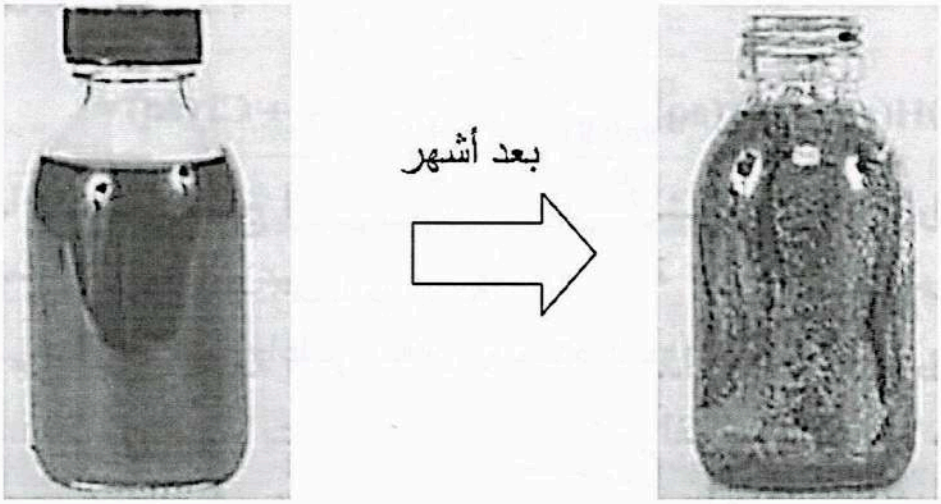
ب- التحول الكيميائي البطيئ : $(K^+ + I^-) + (2K^+ + S_2O_8{}^{2-})$

يكون التحول الكيميائي بطيئ إذا دامت مدة التفاعل عدة ثواني أو عدة دقائق أو حتى عدة ساعات كحد أقصى .



ج- التحول الكيميائي البطيئ جدا : $(KMnO_4)$

يكون التحول الكيميائي بطيئ جدا إذا كان تطور الجملة الكيميائية يصل إلى حالته النهائية بعد عدة أشهر أو أيام و حتى عدة سنوات .



2- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي :

ملاحظة : تذكير ببعض خواص المشتقة

$$y = (f+g)' \Leftrightarrow y' = f' + g' \Leftrightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{df}{dx} + \frac{dg}{dx}$$

$$y = \alpha f \Leftrightarrow y' = \alpha f' \Leftrightarrow \frac{dy}{dx} = \alpha \frac{df}{dx}$$

$$y = \alpha + \beta f \Leftrightarrow y' = \beta f' \Leftrightarrow \frac{dy}{dt} = \beta \frac{df}{dx}$$

$$y = \alpha - \beta f \Leftrightarrow y' = -\beta f' \Leftrightarrow \frac{dy}{dt} = -\beta \frac{df}{dx}$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

أ- سـرعة التـفاعل و السـرعة الحـجمـية للـتفاعـل :

- **سـرعة التـفاعل :**

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

بوحدة mol/s , mol/min

- **السـرعة الحـجمية للـتفاعـل :**

$$v_{vol} = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

بوحدة $mol/l.s$, $mol/l.min$

- **سـرعة الـتشـكل :**

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

- **الـسرعة الحـجمـية للـتشـكل :**

$$v_{vol} = \frac{1}{V}\frac{dn}{dt}$$

- **سـرعة الإخـتفاء :**

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

- **الـسرعة الحـجمـية للإخـتفاء :**

$$v_{vol} = -\frac{1}{V}\frac{dn}{dt}$$

مـلاحظـة :

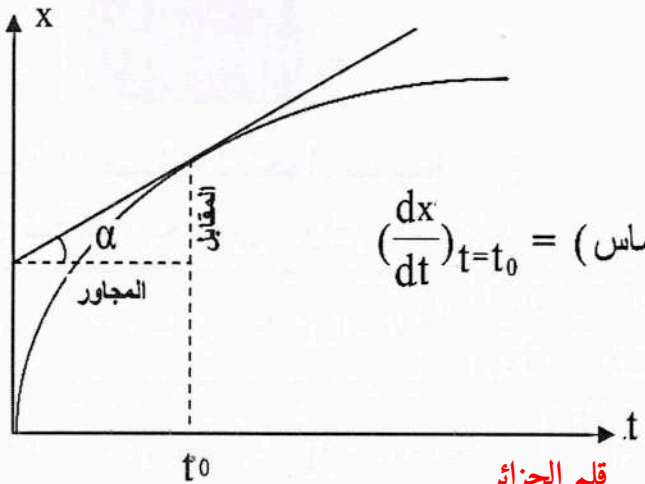
$$\alpha A + \beta B = \gamma C + \lambda D$$

يمكـن إيـجاد علاقـة بين الـسرعات اللحـظية و الـسرعات الحـجمية اللـحظية (تـشكل إخـتفاء أو تـفاعل)

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

$$v_{vol} = \frac{v_{vol(A)}}{\alpha} = \frac{v_{vol(B)}}{\beta} = \frac{v_{vol(C)}}{\gamma} = \frac{v_{vol(D)}}{\lambda}$$

- سـرعة الـتفاعـل تـكون دومـا موجـبة
- V هو حـجم الوسـط التـفاعلـي يـقاس بوحـدة اللـتر l



$$(\frac{dx}{dt})_{t=t_0} = (\text{ميل المماس})_{t=t_0} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

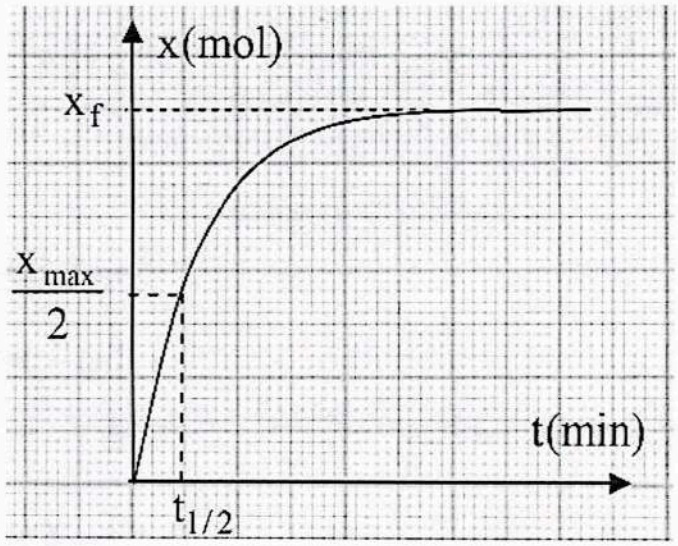
ب- زمـــن نصـف التـفاعل :

- **تـعريفه :**

هــو الزمــن اللازم لـبلوغ الـتفاعل نصـف تقدمـــه الأعــظمــي أي :

$$t = t_{\frac{1}{2}} \rightarrow x\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = \frac{x_f}{2}$$
$$t = t_f \rightarrow x(t_f) = x_f$$

- **إيــجاد قيـمته بـيانيـا :**

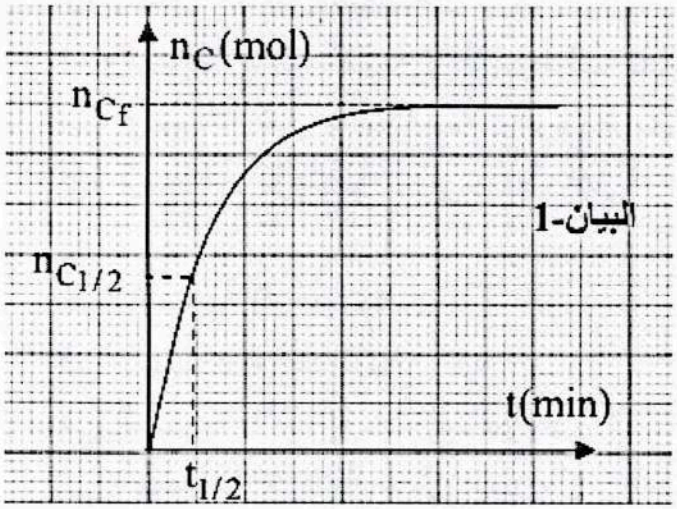


- **أهـمية زمـــن نصـف التـفاعل :**

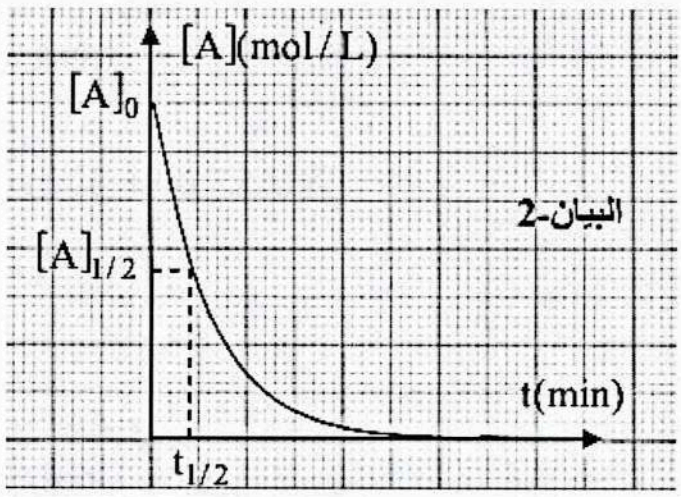
المـقارنة بين سرعــة تفاعـلين لـنفس التحــول الكيميائــي معـناه كلما كــان $t_{\frac{1}{2}}$ أصـــغر كــان التحول أســرع

معرفة المــدة التــقريبيــة لنــهاية التــفاعل $4t_{\frac{1}{2}} \leq t_f \leq 7t_{\frac{1}{2}}$

حــالات خـــاصة :

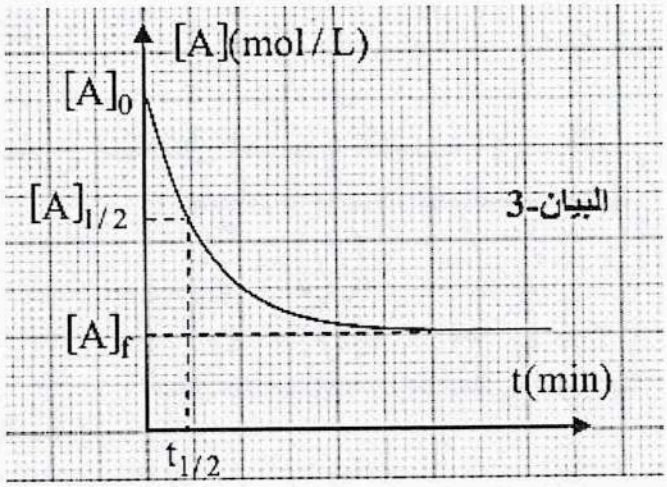


$$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} \rightarrow n_{C1/2} = \frac{n_{Cf}}{2}$$



$$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} \rightarrow [A]_{1/2} = \frac{[A]_0}{2}$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



$$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} \rightarrow [A]_{1/2} = \frac{[A]_0 + [A]_f}{2}$$

VIII- العوامل الحركية :

1- تعريف العامل الحركي :

هو كل عامل يمكن من تغيير سرعة التفاعل من دون أن يغير في حالة الجملة الكيميائية النهائية

2- أهم العوامل الحركية :

أ- **درجة الحرارة :** كلما ارتفعت درجة الحرارة تتزايد سرعة التفاعل

ب- **التركيز الإبتدائي للمتفاعلات :** كلما زاد التركيز زادت سرعة التفاعل

ج- **الوسيط :** هو كل نوع كميائي يسرع التحول الكيميائي دون أن يشارك في التفاعل أي في التفاعل أي لا يظهر في معادلة التفاعل الكيميائي و لا يغير الحالة النهائية

- عملية تأثير الوسيط على التفاعل الكيميائي تسمى الوساطة

3- أنواع الوساطة :

أ- **وساطة متجانسة :** الوسيط له نفس الحالة الفيزيائية للمتفاعلات

ب- **وساطة غير متجانسة :** الوسيط يختلف عن الحالة الفيزيائية للمتفاعلات

ج- **وساطة أنزيمية :** الوسيط عبارة عن أنزيم مثل أنزيم الكاتالاز

4- أهمية الوسيط :

في الصناعة الغذائية

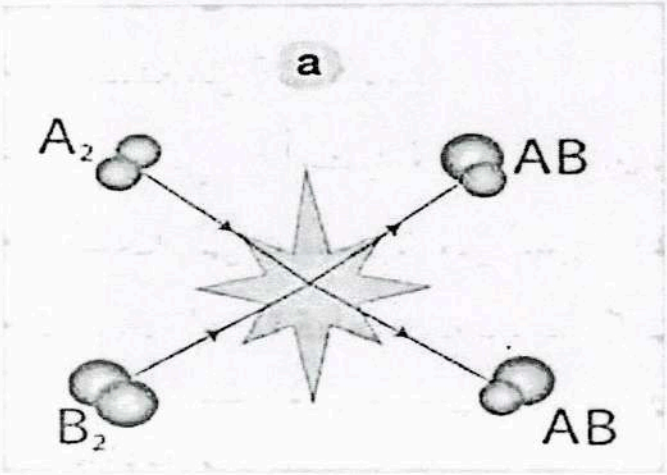
في الطب الأنزيمات تساعد على التشخيص و التداوي

في الصناعة خاصة مجال البترول , المواد البلاسيتكية و الملونات

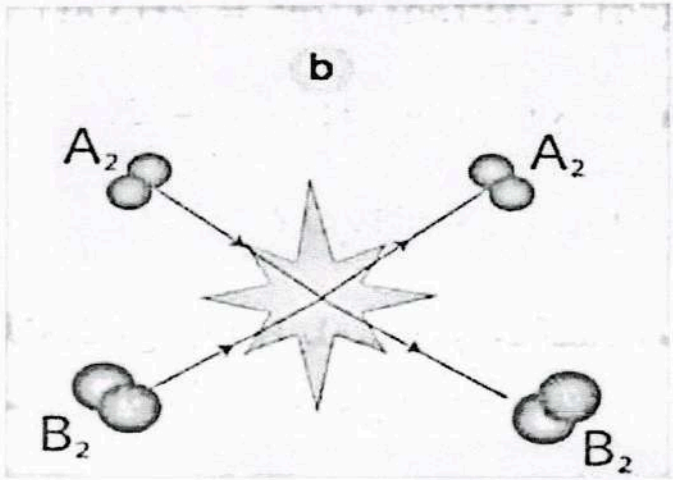
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

5- التفسير المجهري لتأثير درجة الحرارة و التراكيز الإبتدائية :

- كلما كان عدد التصادمات الفعالة في وحدة الزمن أكثر يكون التفاعل أسرع.
- بإزدياد درجة حرارة الوسط التفاعلي تزداد سرعة حركة الأفراد الكيميائية للمتفاعلات و بالتالي زيادة عدد التصادمات الفعالة و منه تزداد سرعة التفاعل.
- بإزدياد التراكيز المولية الإبتدائية للمتفاعلات يزداد عدد الأفراد الكيميائية المتفاعلة في وحدة الحجوم و بالتالي زيادة عدد التصادمات و منه تزداد سرعة التفاعل .



تصادم فعال



تصادم غير فعال

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM