# ملخص الوحدة 1

# المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي


من إعداد الأستاذ : حجاري علاء الدين

صفحة الأستاذ
حجاري علاء الدين
للعلوم الفيزيائية

0663420739





قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

# ملخص الوحدة 1

## المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

A.HADJARI

### مكتسبات قبلية :

**المؤكسد :**

هو كل فرد كيميائي قادر على اكتساب إلكترون أو أكثر خلال تحول كيميائي . فنقول أنه حدث له إرجاع حسب المعادلة النصفية التالية

م ن للإرجاع $Ox + n\,e^- = Red$

**أمثلة :** $Cl + e^- = Cl^-$

$Mno_4^- + 8\,H^+ + 5\,e^- = Mn^{2+} + 4\,H_2O$

**المرجع :**

هو كل فرد كيميائي قادر على فقد إلكترون أو أكثر خلال تحول كيميائي . فنقول أنه حدث له أكسدة حسب المعادلة النصفية التالية

م ن للأكسدة $Red = Ox + n\,e^-$

أمثلة :

$Na = Na^+ + e^-$

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

**تفاعل الأكسدة الإرجاعية :**

هو تفاعل كيميائي يتم خلاله انتقال الإكترونات بين المتفاعلات .

**مثال :** تفاعل يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ مع بيروكسيدوسولفات البوتاسيوم $(2\,K^+ + S_2O_8^{2-})$

م ن للأكسدة $(I_2/I^-) : 2\,I^- = I_2 + 2\,e^-$

م ن للإرجاع $(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}) : S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-}$

م الإجمالية $2\,I^- + S_2O_8^{2-} = I_2 + 2SO_4^{2-}$

**طرق موازنة تفاعل الأكسدة و الإرجاع :**

لموازنة تفاعل الأكسدة و الإرجاع نتبع الخطوات التالية :

1. موازنة العنصر الكيميائي بين طرفي المعادلة ماعدا عنصر O و H
2. تحويل الأوكسوجين(O) الموجود في شطر إلى جزيئة ماء $(H_2O)$ في الشطر الثاني من المعادلة .
3. في الأوساط الحامضية نحقق إنحفاظ عنصر الهيدروجين (H) بالبروتونات $(H^+)$ أو $(H_3O^+)$ .
4. موازنة الشحن بإضافة الإلكترونات .
5. ضرب م ن للأكسدة في عدد إلكترونات م ن للإرجاع و العكس صحيح ثم جمع المعادلتين طرفا لطرف .

**أمثلة توضيحية :**

مثال 1 : تفاعل اليود $(I_2)$ مع معدن الزنك $(Zn)$

م ن للأكسدة $(Zn^{2+}/Zn) : Zn = Zn^{2+} + 2\,e^-$

م ن للإرجاع $(I_2/I^-) : I_2 + 2\,e^- = 2I^-$

$Zn + I_2 = Zn^{2+} + 2\,I^-$

مثال 2: تفاعل معدن المغنزيوم $(Mg)$ مع محلول كلور الهيدروجين $(Cl^- + H^+)$

$(Mg^{2+}/Mg) : Mg = Mg^{2+} + 2e^-$

$(H^+/H_2) : 2\,H^+ + 2\,e^- = H_2$

$Mg + 2\,H^+ = Mg^{2+} + H_2$

مثال 3 : تفاعل معدن النحاس$(Cu)$ مع محلول نترات الفضة $(Ag^+ + No_3^-)$

$(Cu^{2+}/Cu) : Cu = Cu^{2+} + 2\,e^-$

$(Ag^+/Ag) : 2\,Ag^+ + 2\,e^- = 2\,Ag$

$Cu + 2\,Ag^+ = Cu^{2+} + 2Ag$

مثال 4: تفاعل الماء الأوكسوجيني $(H_2O_2)$ و اليود $(I_2)$ في وسط حمضي $(H^+)$

$(I_2/I^-) : 2\,I^- = I_2 + 2\,e^-$

$(H_2O_2/H_2O) : H_2O_2 + 2\,H^+ + 2\,e^- = 2\,H_2O$

$2\,I^- + H_2O_2 = I_2 + 2\,H_2O$

مثال 5 : التفكك الذاتي للماء الأوكسوجيني $(H_2O_2)$

$(O_2/H_2O_2) : H_2O_2 = O_2 + 2\,H^+ + 2\,e^-$

$(H_2O_2/H_2O) : H_2O_2 + 2\,H^+ + 2\,e^- = 2\,H_2O$

$2H_2O_2 = O_2 + 2\,H_2O$

**ملاحظة :**

يمكن أن تلعب نفس الجزيئة دور المؤكسد و المرجع كما في المثال السابق وتسمى الظاهرة عندئذ التفكك الذاتي . مثل التفكك الذاتي لشاردة الثيوكبريتات ( $(SO_2/S_2O_3^{2-})$ و $(S_2O_3^{2-}/S)$ )

مثال 6 :

تفاعل برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ مع محلول كبريتات الحديد الثنائي $(Fe^{2+})$ المحمض $(H^+)$

$(Fe^{3+}/Fe^{2+}) : Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^- \ldots\ldots x5$

$(MnO_4^-/Mn^{2+}) : MnO_4^- + 8\,H^+ + 5\,e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$

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

مثال 7: تفاعل محلول حمض الأوكساليك $(H_2C_2O_4)$ مع محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم $(2\,K^+ + Cr_2O_7^{2-})$

$(CO_2/H_2C_2O_4) : H_2C_2O_4 = 2\,CO_2 + 2\,H^+ + 2\,e^- \ldots x3$

$(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) : Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6\,e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ = 2Cr^{3+} + 7H_2O$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

### ملاحظة :

في تمارين البكالوريا إما تقدم الثنائيات الداخلة في التفاعل و يطلب إيجاد المعادلتين النصفيتين و المعادلة الإجمالية أو تعطى المعادلة و يطلب إيجاد المعادلتين النصفيتين و الثنائيات المشاركة في التفاعل

### أهم العلاقات الكيميائية المقررة في هذه الوحدة :

**كمية المادة :** n(mol)

حالة جسم صلب $n = \frac{m}{M}$ (الكتلة بـ g ، الكتلة المولية بـ g/mol)

حالة غاز $n = \frac{V_g}{V_M}$ ($V_g$ حجم الغاز بـ L ، $V_M$ الحجم المولي بـ L/mol)

**التركيز المولي :** C(mol/L)

$C = \frac{n}{v}$ (n كمية المادة بـ mol ، v الحجم بـ L)

A.HADJARI

**الكتلة الحجمية :** ρ (Kg/m³ ou g/ml)

$\rho = \frac{m}{v}$ (m الكتلة بـ Kg ou g ، v الحجم بـ $m^3$ ou L)

**الكثافة :** d(عدد بدون وحدة)

الأجسام الصلبة و السائلة $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}}$ ($\rho$ الكتلة الحجمية بـ $Kg/m^3$ ou ، $\rho_{eau}$ الكتلة الحجمية للماء و تساوي $1g/ml$ ou $10^3 Kg/m^3$)

في الغازات $d = \frac{M_{gaz}}{29}$ ($M_{gaz}$ الكتلة المولية بـ g/mol ، 29 الكتلة المولية للهواء)

## درجة النقاوة : (درجة مؤوية %)p

كتلة النوع الكيميائي

$$p = \frac{m_0}{m}$$

كتلة المحلول التجاري

## علاقة التركيز المولي بدرجة الكثافة و النقاوة و الكثافة :

الكثافة

النقاوة

الكتلة الحجمية للماء

$$C = \frac{\rho_{eau} \cdot d \cdot p}{M}$$

الكتلة المولية

## قانون التمديد :

حجم المحلول قبل التمديد

التركيز المولي بعد التمديد

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

تركيز المحلول قبل التمديد

حجم المحلول بعد التمديد

**حجم الماء المقطر المضاف للمحلول الابتدائي هو :**

$$V_{eau} = V_2 - V_1$$

## معامل التمديد : (عدد دون وحدة) F

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

## قانون الغازات المثالية :

حجم الغاز بـ $m^3$

ثابت الغاز المثالي

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

ضغط الغاز بـ pa

كمية المادة بـ mol

T درجة الحرارة المطلقة بالكالفن (K) حيث : $T(K) = t(C^0) + 273$

## الناقلية : G(S)

الناقلية النوعية بـ $S.m^{-1}$

$$G = K \cdot \sigma$$

ثابت الخلية بـ m

## الناقلية النوعية : $\sigma$ $(S.m^{-1})$

التركيز المولي بـ $mol/m^3$

$$\sigma = \lambda_{A^+}[A^+] + \lambda_{B^-}[B^-]$$

الناقلية النوعية المولية الشاردية بـ $S.mol^{-1}.m^2$

## دراسة جدول التقدم :

أفراد كيميائية — معاملات ستوكيومترية

| التقدم | aA + bB = cC + dD | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| الابتدائية | $n_i(A)$ | $n_i(B)$ | 0 | 0 | 0 |
| الانتقالية | $n_i(A) - aX(t)$ | $n_i(B) - bX(t)$ | $cX(t)$ | $dX(t)$ | $X(t)$ |
| النهائية | $n_i(A) - aX_{Max}$ | $n_i(B) - bX_{Max}$ | $cX_{Max}$ | $dX_{Max}$ | $X_{Max}$ |

كمية مادة الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول

جدول التقدم يمكننا من معرفة كمية مادة المتفاعلات و النواتج خلال المراحل الثلاث من التفاعل الكيميائي

**ملاحظة :**

- في حالة التفاعل تام نكتب $X_{Max} = X_f$ حيث $X_{Max}$
- في حالة التفاعل غير تام نكتب $X_f < X_{Max}$ حيث $X_f$

**التقدم الأعظمي $X_{Max}$ :**

هو قيمة التقدم الموافق لاستهلاك كمية مادة المتفاعل المحد .

**التقدم النهائي $X_f$ :**

هو قيمة التقدم عندما تتوقف الجملة الكيميائية عن التطور .

**المتفاعل المحد :**

هو المتفاعل الذي تنتهي كمية مادته أولا ( قبل كل المتفاعلات )

**الشروط الستوكيومترية :**

نقول عن محلول ما أنه في الشروط الستوكيومترية إذا تحققت العلاقة التالية في هذه الـ

$$\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$$

A.HADJARI
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

## المتابعة الزمنية لتحول كيميائي :

تهدف المتابعة الزمنية لتحديد تركيب المحلول الكيميائي في لحظة t و يتم ذلك أساسا عن طريق مراقبة كمية مادة أحد المتفاعلات أو أحد النواتج و الذي يمكننا من تحديد تقدم التفاعل x(t) في تلك اللحظة ومنه يمكن معرفة كمية مادة الأفراد الكيميائية المتواجدة المحلول الكيميائي .

تتم المتابعة الزمنية باستعمال احدى الطريقتين

**طريقة كيميائية تعتمد على : المعايرة اللونية**

**طريقة فيزيائية تعتمد على قياس : الضغط ، الحجم الناقلية الكهربائية ..... PH**

### البروتوكولات التجريبية الخاصة بالمتابعة الزمنية :

**1/التمديد :**

**الأدوات المستعملة :**

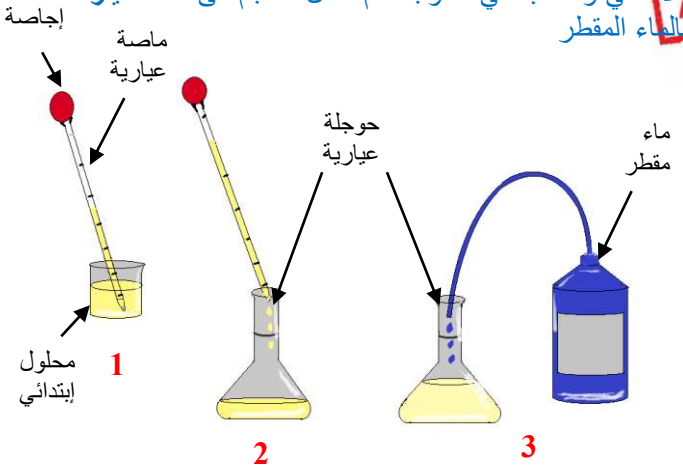
ماصة عيارية ، حوجلة عيارية

**المواد المستعملة :**

محلول ابتدائي مركز ، ماء مقطر

**طريقة العمل :** نسحب حجم V بواسطة السحاحة من المحلول الأصلي و نسكبه في الحوجلة ثم نكمل الحجم الى خط العيار بالماء المقطر

A.HADJARI



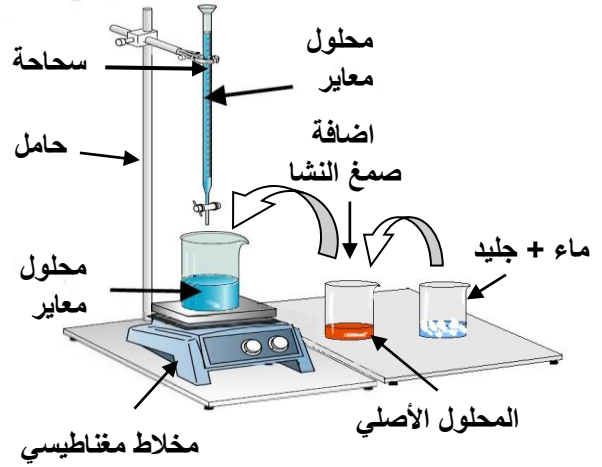
## 2/ المعايرة اللونية :

**الأدوات المستعملة :** حامل ، سحاحة ، مخلاط مغناطيسي

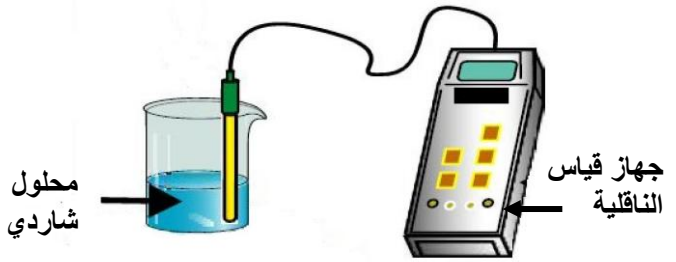
**المواد المستعملة :** المحلول الأصلي (المعاير) ، المحلول المعاير ماء و جليد . صمغ النشا أو التيودان .

**خطوات العمل :**

- نظيف الماء و الجليد للمحلول المعاير و نضعه فوق المخلاط المغناطيسي .
- نضيف بضع قطرات من صمغ النشا ( تسهيل تحديد نقطة التكافؤ)
- نضيف المحلول المعاير بالتدريج (قطرة قطرة) .
- تغير لون المحلول المعاير يشير إلى حدوث التكافؤ ، و حجم المحلول المسكوب من السحاحة يسمى حجم التكافؤ $V_E$ .

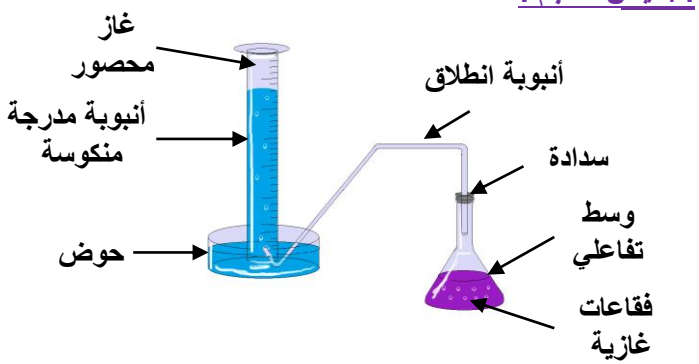



## 3/ قياس الناقلية :




يمكننا بواسطة جهاز قياس الناقلية معرفة $\sigma$ خلال الزمن حيث لدينا $\sigma = \lambda_{A^+}[A^+] + \lambda_{B^-}[B^-]$ وبالتالي يمكن معرفة تركيز الشوارد في هذا المحلول عندئذ يمكننا تحديد التقدم $x(t)$ في تلك اللحظة ومنه معرفة كمية مادة الافراد الكيميائية المتواجدة في المحلول و ذلك من خلال جدول التقدم

## 4/ قياس الحجم :

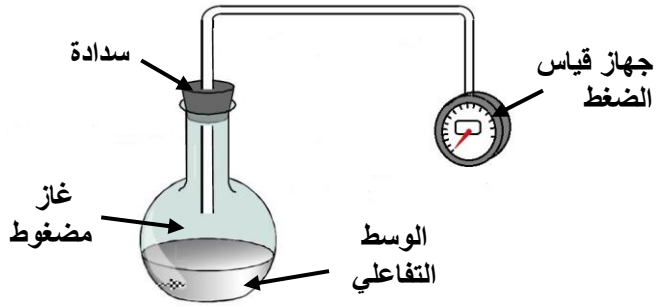



يمكننا هذا البروتوكول من معرفة كمية الغاز المنطلق خلال لحظة t

و باستخدام العلاقة $n = \frac{V_g}{V_M}$ يمكن تحديد كمية الغاز المنطلق

يمكن معرفة التقدم Xt و من خلال جدول التقدم يمكن تحديد كمية مادة المتفاعلات و النواتج .

## 5/ قياس الضغط :




في هذه الحالة نستخدم قانون الغازات المثالية ونتبع نفس ما تم ذكره في البروتوكولات السابقة لمعرفة كمية مادة المتفاعلات و النواتج خلال لحظة ما .

A.HADJARI
تلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

## سرعة التفاعلات الكيميائية :

تصنف التحولات الكيميائية إلى ثلاثة أصناف

**تحولات سريعة** (لحظية) تنتهي بمجرد تلامس المتفاعلات فيما بينها

**تحولات بطيئة** تدوم عدة ثواني إلى عدة ساعات

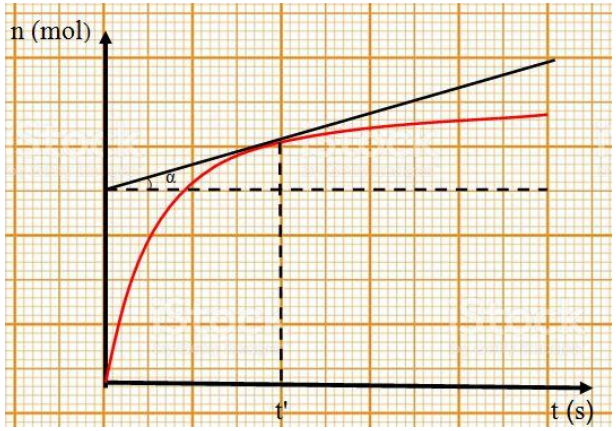
**تحولات بطيئة جدا** و تدوم عدة أيام إلى عدة شهور

## سرعة التفاعلات الكيميائية :

### 1/ سرعة تشكل نوع كيميائي :

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

**نظريا:** تمثل السرعة مشتق الدالة n=f(t) بدلالة الزمن وحدتها mol/s **ou** mol/min

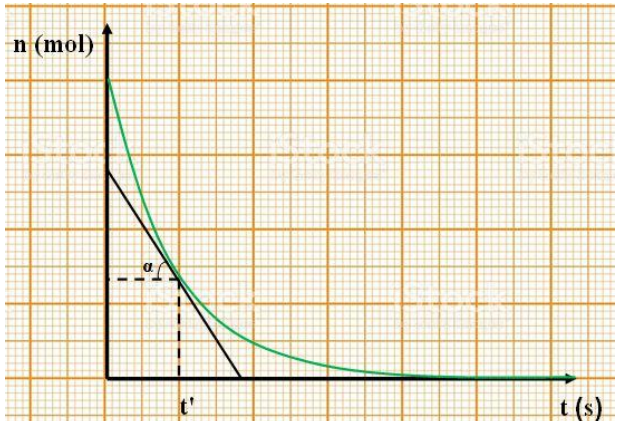



**بيانيا:** تمثل ميل مماس البيان (الزاوية α)عند النقطة t'

### سرعة اختفاء نوع كيميائي :

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

**نظريا:** تمثل سالب السرعة مشتق الدالة n=f(t) بدلالة الزمن وحدتها mol/s **ou** mol/min




**بيانيا:** تمثل ميل مماس البيان (الزاوية α)عند النقطة t'

## السرعة الحجمية لتشكل نوع كيميائي :

$$V_P = \frac{1}{V} \times \frac{dn_p}{dt}$$

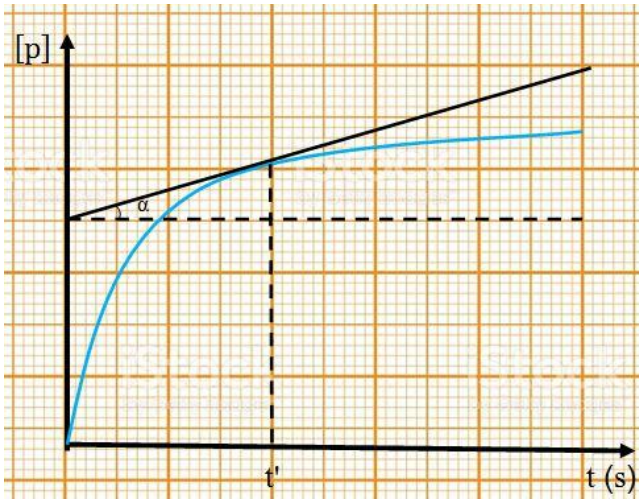
**نظريا:** تمثل السرعة الحجمية مشتق الدالة $n_p=f(t)$ مقسومة على حجم الوسط التفاعلي وحدتها $mol.L^{-1}.s^{-1}$

**بيانيا:** تمثل ميل مماس البيان $n_p=f(t)$ عند النقطة $t'$ مقسومة على حجم الوسط التفاعلي

ملاحظة: اذا كان حجم الوسط التفاعلي ثابت و هذا المعمول به في تمارين البكالوريا عندئذ يكون

$$V_P = \frac{d[p]}{dt}$$

**نظريا:** تمثل السرعة الحجمية مشتق الدالة $[p] = f(t)$ بالنسبة للزمن



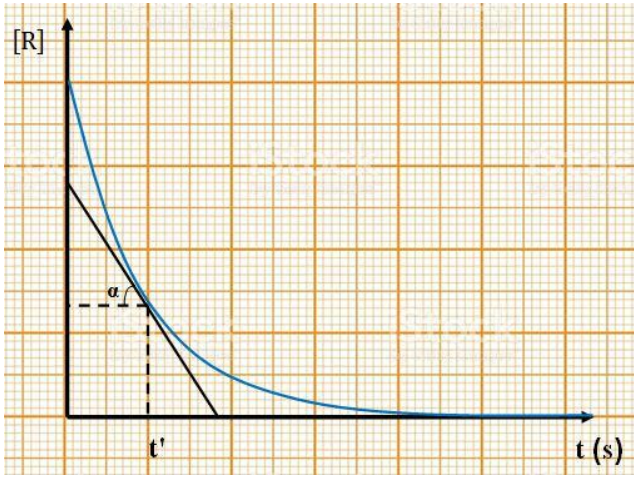

**بيانيا:** تمثل ميل مماس البيان $[p]=f(t)$ (الزاوية α)عند النقطة $t'$

## السرعة الحجمية لاختفاء نوع كيميائي :

$$V_R = \frac{-1}{V} \times \frac{d_n}{dt} = \frac{-d[p]}{dt}$$




**نظريا:** تمثل سالب مشتق الدالة $[R] = f(t)$ بالنسبة للزمن



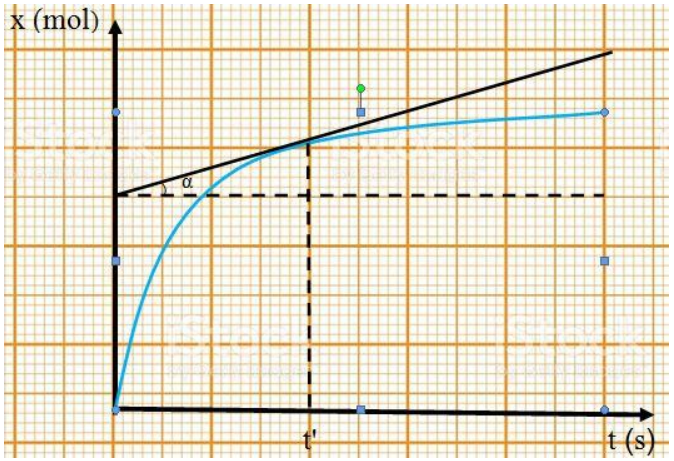

**بيانيا:** تمثل سالب ميل مماس البيان $[R]=f(t)$ (الزاوية α) عند النقطة $t'$

## سرعة التفاعل :

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

تمثل تقدم التفاعل بدلالة الزمن .

**نظريا:** تمثل مشتق الدالة $X = f(t)$ بالنسبة للزمن




**بيانيا:** تمثل ميل مماس البيان $X = f(t)$ (الزاوية α)عند النقطة $t'$

**ملاحظة:** $V_x = -$ a $-$ b قلم الجزائر $-$ d

WWW.DZPEN.COM

## السرعة الحجمية للتفاعل :

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

هي تغير تقدم التفاعل بدلالة الزمن في وحدة الحجوم .

**ملاحظة:**

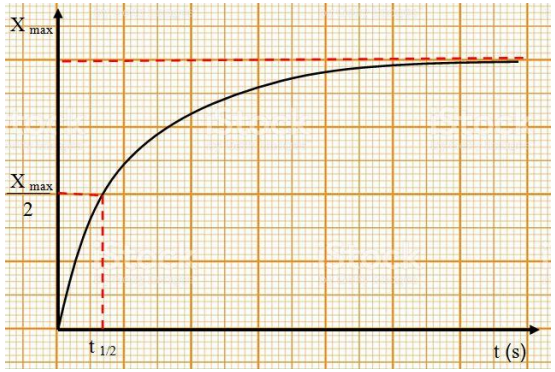
كل السرعات السابقة تتناقص مع مرور الزمن .تفسر مجهريا بتناقص تراكيز المتفاعلات وبالتالي تناقص عدد التصادمات الفعالة .

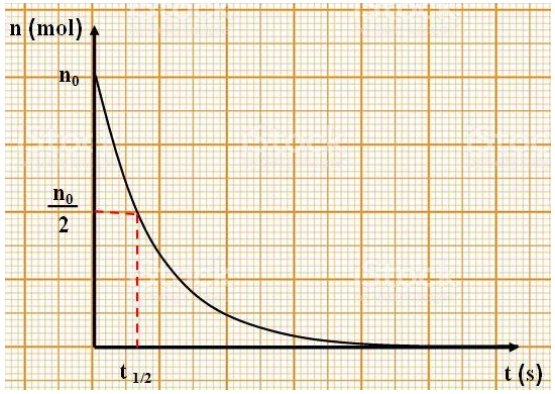
## زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ :

- هو المدة الزمنية اللازمة لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي أي : $X_{(t1/2)} = \frac{X_f}{2}$
- إذا كان التفاعل تام $(X_f=X_{Max})$ فهو يمثل المدة اللازمة لاستهلاك نصف كمية مادة المتفاعل المحد

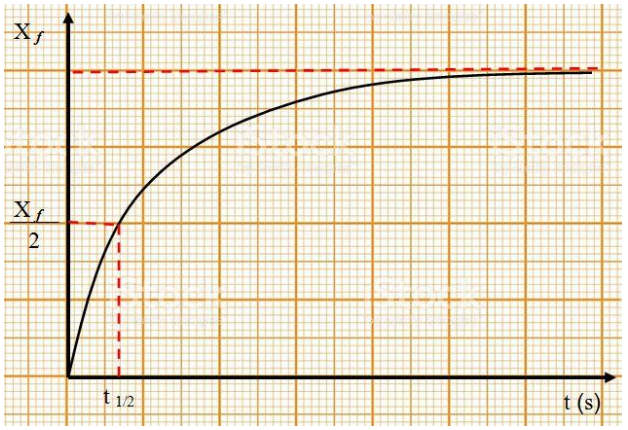
**تحديد $t_{1/2}$ بيانيا :**

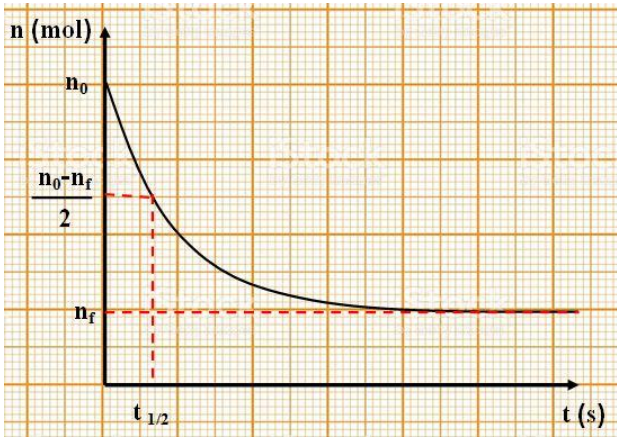
**حالة التحولات التامة**



## حالة التحولات غير تامة




**أهمية $t_{1/2}$ :**

- مقارنة تفاعلين من حيث السرعة ( كلما كان $t_{1/2}$ أصغر كان التفاعل أسرع )
- التحكم في التفاعل الكيميائي
- التنبأ بالمدة الزمنية التقريبية لانتهاء التفاعل ( من $4t_{1/2}$ إلى $7t_{1/2}$ )

A.HADJARI

**العوامل الحركية :**

هي العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل (إبطائه أو تسريعه) و هي:

درجة الحرارة

التراكيز الابتدائية للمتفاعلات

الوسيط

حيث يكون تغير جملة كيميائية أسرع كلما كان :

درجة الحرارة أكبر

تركيز أكبر للمتفاعلات

وسيط مناسب

**الوساطة :**

هي عملية تأثير الوسيط على التفاعل الكيميائي و هي أنواع :

**1/ وساطة متجانسة :**

إذا كانت المتغاعلات و الوسيط من طور واحد

**2/ وساطة غير متجانسة :**

إذا كانت المتغاعلات و الوسيط من طورين مختلفين

**3/ وساطة إنزيمية :**

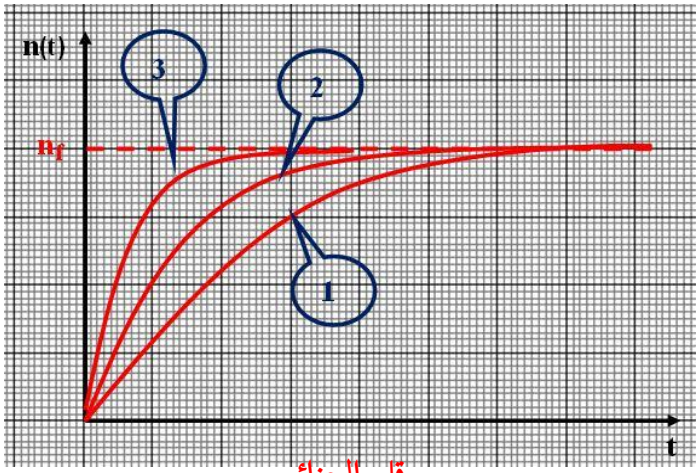
إذا تم تحفيز التفاعل بواسطة أنزيم

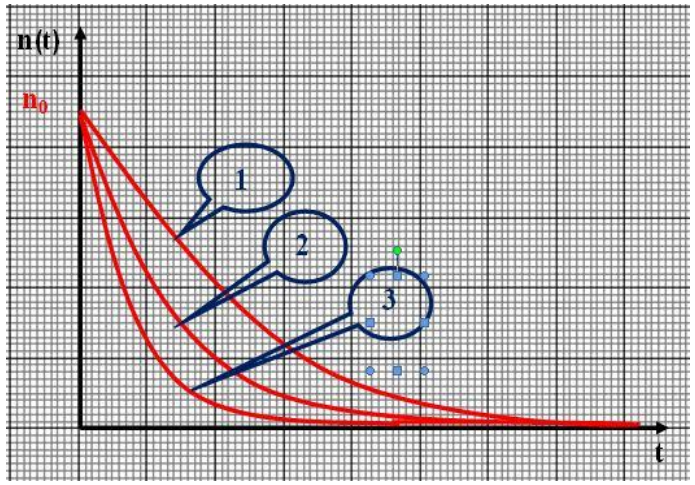
**الوسيط :**

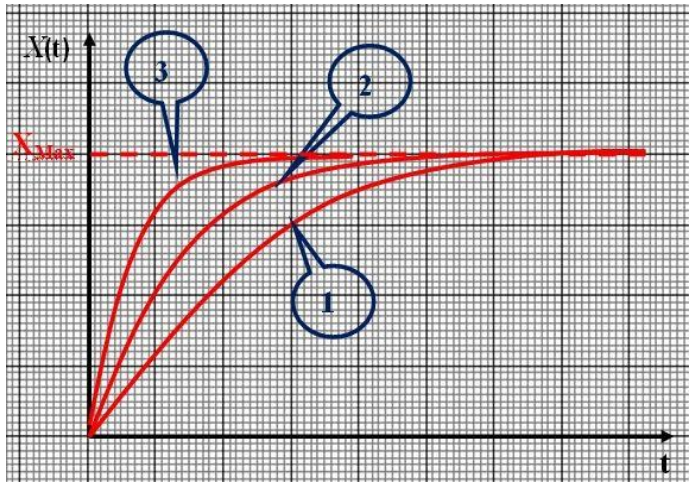
هو نوع كيميائي يسرع التفاعل دون أن يظهر في معادلة التفاعل و لا يغير الحالة النهائية للجملة الكيميائية

**ملاحظة :**

من خلال التأثير على سرعة التفاعل و ذلك عن طريق زيادة درجة الحرارة أو زيادة تراكيز الابتدائية للمتفاعلات نتحصل على ما يلي :




A.HADJARI

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM