ملخص الوحدة 1

المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

من إعداد الأستاذ : حجاري علاء الدين

صفحة الأستاذ
حجاري علاء الدين
للعلوم الفيزيائية

0663420739

www.dzexams.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 $(I_2/I^-) : \quad 2\,I^- = I_2 + 2\,e^-$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

مثال 5 : التفكك الذاتي للماء الأوكسوجيني (H_2O_2)

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

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

$2H_2O_2 = O_2 + 2\,H_2O$

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^+)

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

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

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

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

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

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

$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ = 6\,CO_2 + 2\,Cr^{3+} + 7H_2O$

ملاحظة :

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

أهم العلاقات الكيميائية المقررة في هذه الوحدة :

كمية المادة : n(mol)

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

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

التركيز المولي : C(mol/L)

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

A.HADJARI

الكتلة الحجمية : ρ (Kg/m³ ou g/ml)

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

الكثافة : d(عدد بدون وحدة)

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

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

www.dzexams.com

درجة النقاوة : (درجة مؤوية %)p

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

m_0 : كتلة النوع الكيميائي

m : كتلة المحلول التجاري

علاقة التركيز المولي بدرجة الكثافة و النقاوة و الكثافة :

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

C : التركيز المولي

ρ_{eau} : الكتلة الحجمية للماء

d : الكثافة

p : النقاوة

M : الكتلة المولية

قانون التمديد :

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

C_1 : التركيز المولي قبل التمديد

V_1 : حجم المحلول قبل التمديد

C_2 : تركيز المحلول بعد التمديد

V_2 : 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 :

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

P : ضغط الغاز بـ pa

V : حجم الغاز بـ m^3

n : كمية المادة بـ mol

R : ثابت الغاز المثالي

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

الناقلية : G(S)

$$G = K \cdot \sigma$$

G : الناقلية النوعية بـ $S.m^{-1}$

K : ثابت الخلية بـ m

الناقلية النوعية : σ ($S.m^{-1}$)

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

$[A^+]$: التركيز المولي بـ mol/m^3

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

دراسة جدول التقدم :

التقدم	aA + bB = cC + dD				
	أفراد كيميائية				معاملات ستوكيومترية
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

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

في هذه الحالة لا يوجد متفاعل محد

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 :

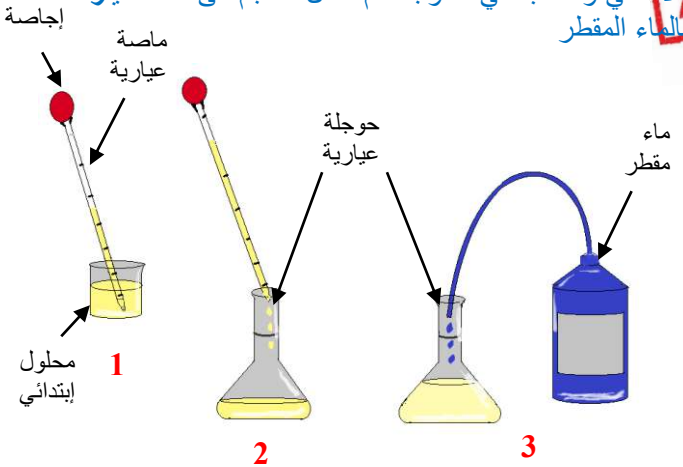
الأدوات المستعملة :

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

www.dzexams.com

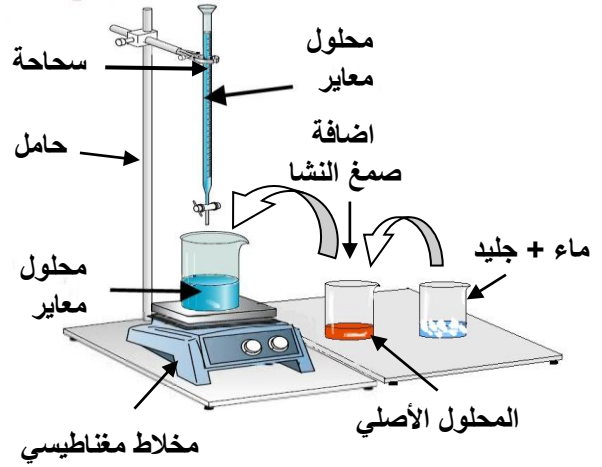
2/ المعايرة اللونية :

الأدوات المستعملة : حامل ، سحاحة ، مخلاط مغناطيسي

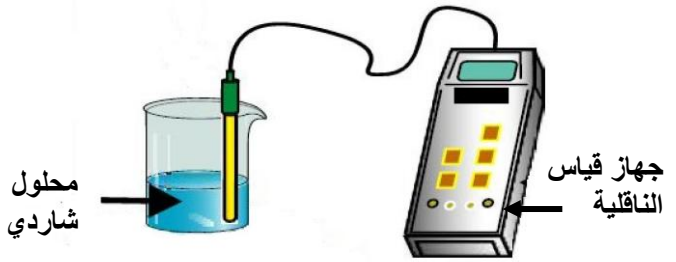
المواد المستعملة : المحلول الأصلي (المعاير) ، المحلول المعاير ماء و جليد . صمغ النشا أو التيودان .

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 :

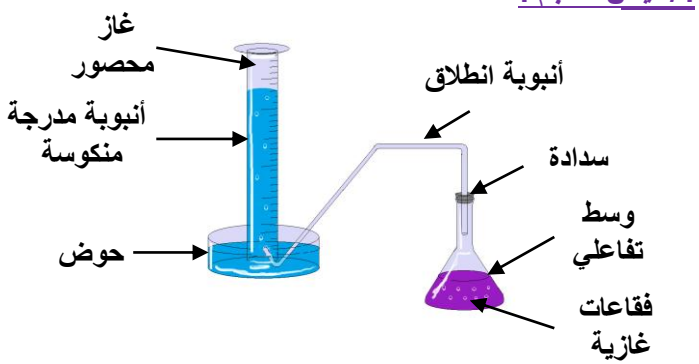


يمكننا بواسطة جهاز قياس الناقلية معرفة σ خلال الزمن حيث لدينا

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

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 :

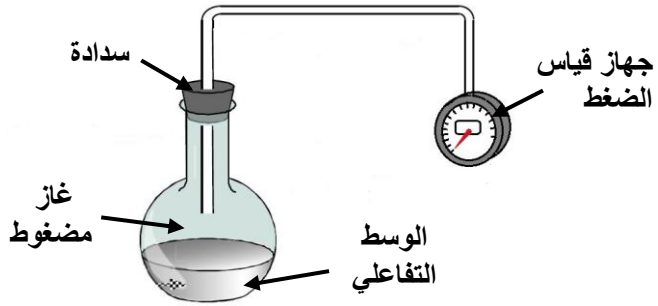


يمكننا هذا البروتوكول من معرفة كمية الغاز المنطلق خلال لحظة t

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

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

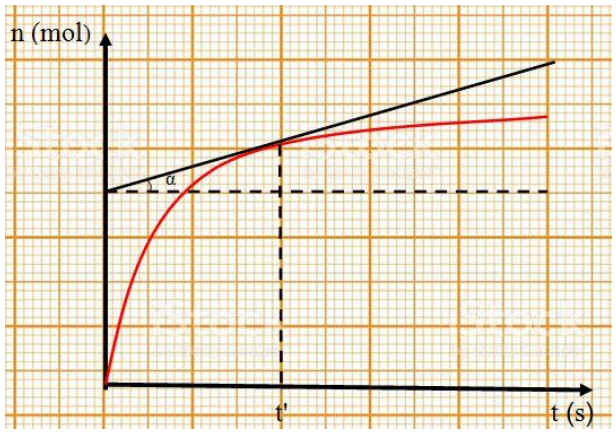
تحولات بطيئة جدا و تدوم عدة أيام إلى عدة شهور

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

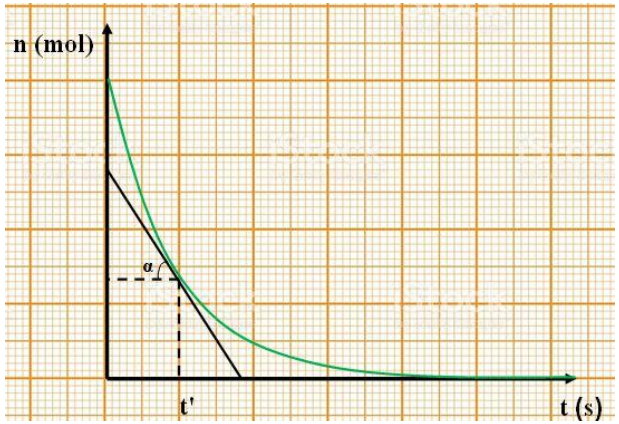


بيانيا: تمثل ميل مماس البيان (الزاوية α)عند النقطة t'

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

سرعة اختفاء نوع كيميائي :

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'

www.dzexams.com

السرعة الحجمية لتشكل نوع كيميائي :

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

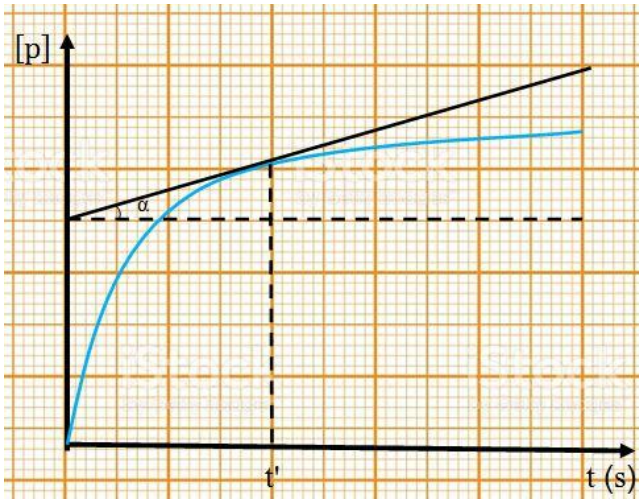
نظريا: تمثل السرعة الحجمية مشتق الدالة $n_p=f(t)$ مقسومة على حجم الوسط التفاعلي وحدتها $mol.L^{-1}.s^{-1}$

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

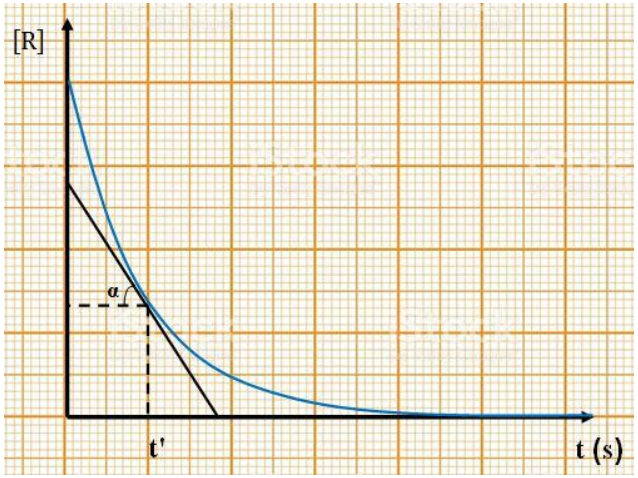


بيانيا: تمثل ميل مماس البيان $[p]=f(t)$ (الزاوية α)عند النقطة t'

السرعة الحجمية لاختفاء نوع كيميائي :

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

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



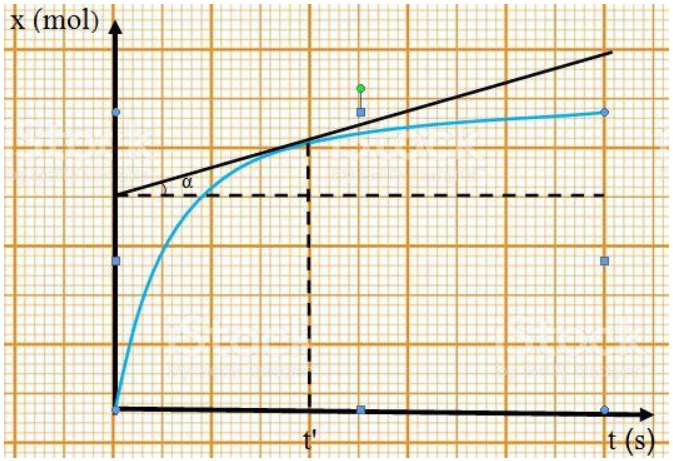
بيانيا: تمثل سالب ميل مماس البيان $[R]=f(t)$ (الزاوية α) عند النقطة t'

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:

$$V_x = \frac{1}{a}V_a = \frac{1}{b}V_b = \frac{1}{c}V_c = \frac{1}{d}V_d$$

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 $t_{1/2}$:

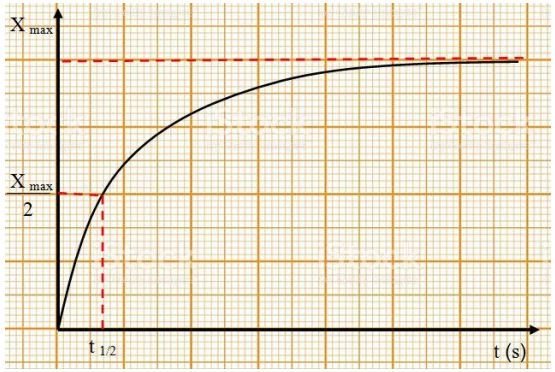
- هو المدة الزمنية اللازمة لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي أي :

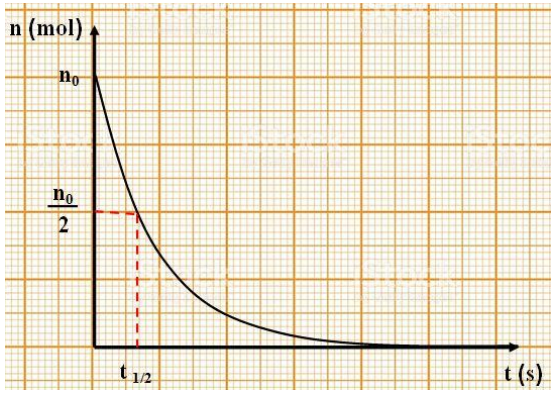
$$X_{(t1/2)} = \frac{X_f}{2}$$

- إذا كان التفاعل تام $(X_f=X_{Max})$ فهو يمثل المدة اللازمة لاستهلاك نصف كمية مادة المتفاعل المحد

تحديد $t_{1/2}$ بيانيا :

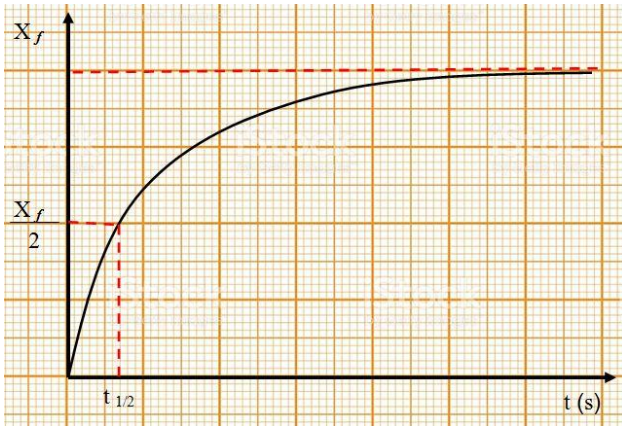
حالة التحولات التامة

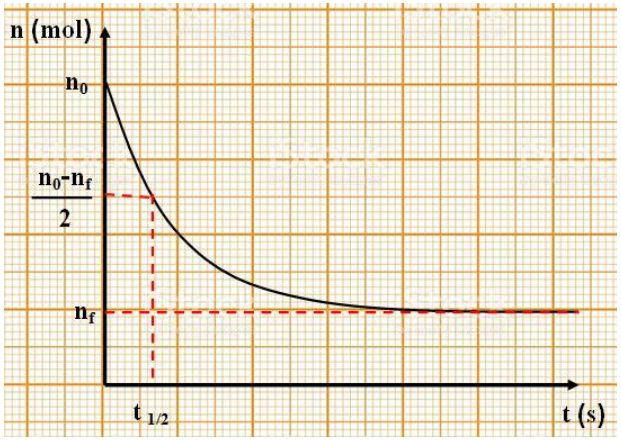




www.dzexams.com

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 :

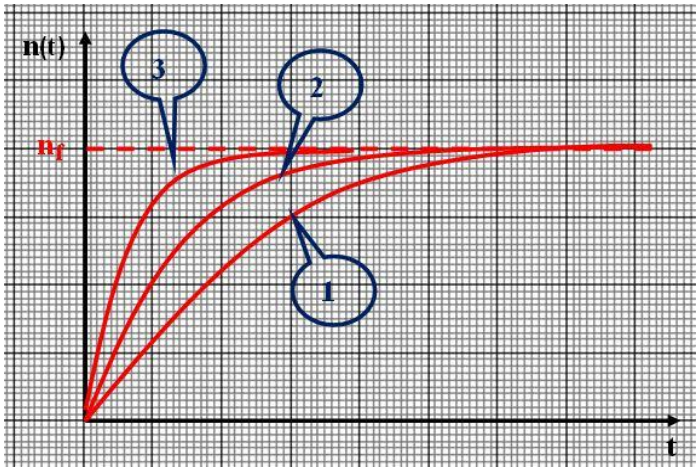
إذا تم تحفيز التفاعل بواسطة أنزيم

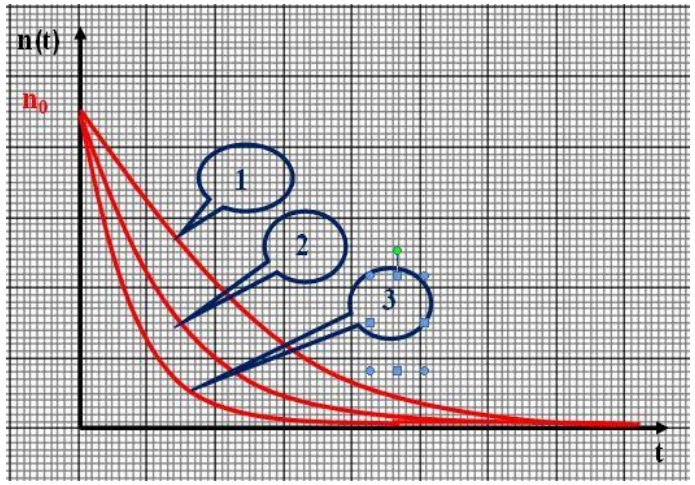
الوسيط :

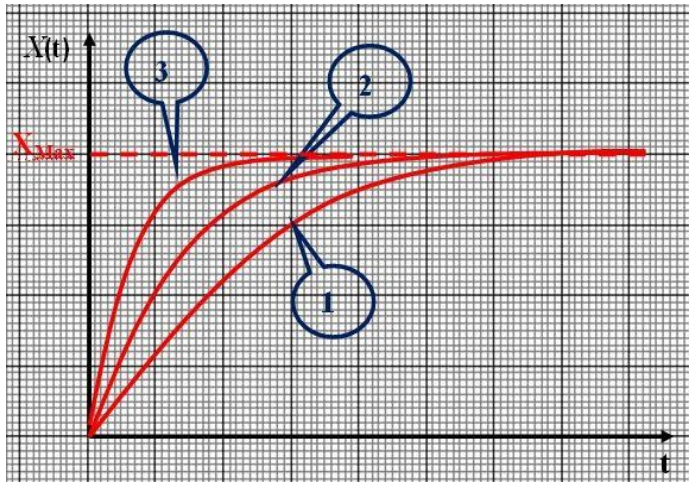
هو نوع كيميائي يسرع التفاعل دون أن يظهر في معادلة التفاعل و لا يغير الحالة النهائية للجملة الكيميائية

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

www.dzexams.com