

## ملخص الوحدة 1

# المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

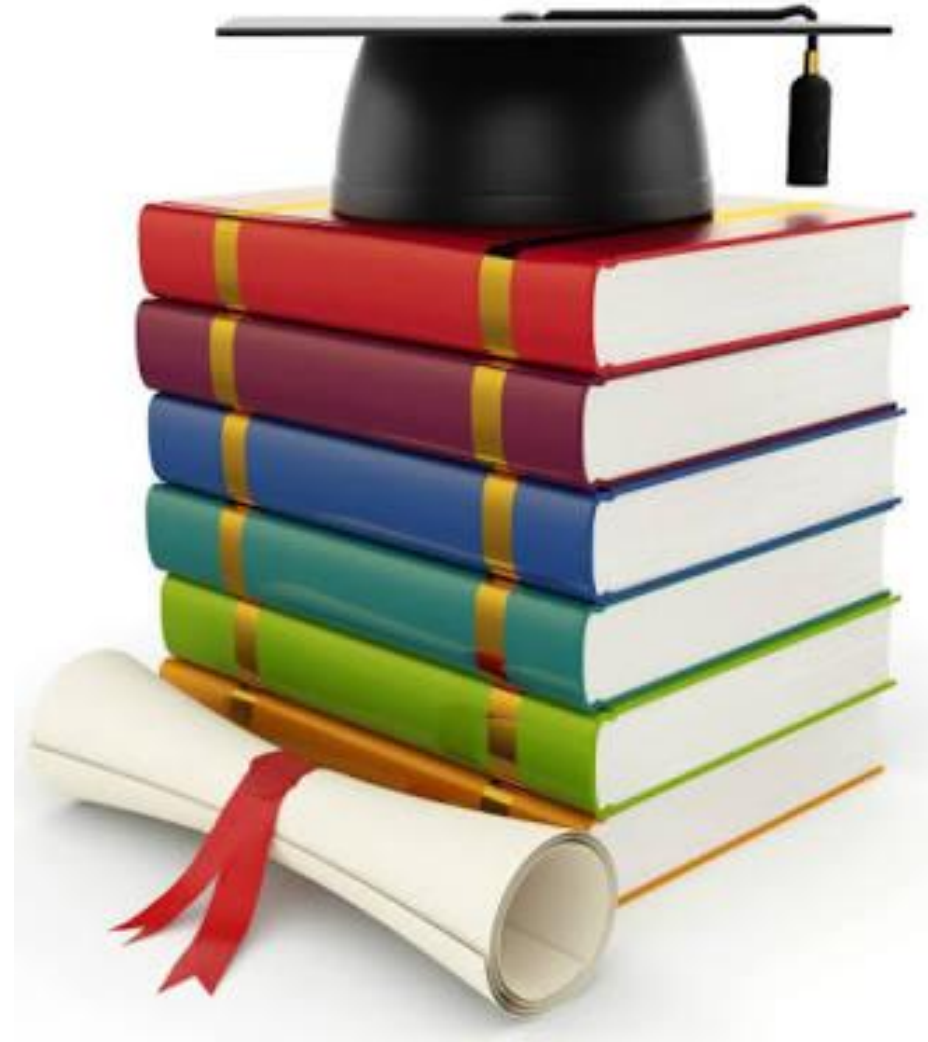
من إعداد الأستاذ : حجري علاء الدين



صفحة الأستاذ  
حجري علاء الدين  
للعلوم الفيزيائية



0663420739



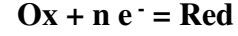
ملخص الوحدة 1  
المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

A.HADJARI

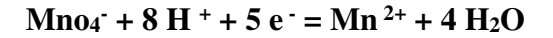
مكتسبات قبلية :

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 :

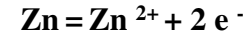


المرجع :

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  
 $Red = Ox + n e^-$

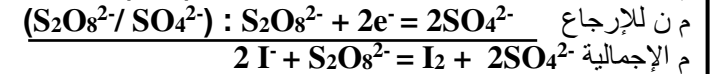


أمثلة :



تفاعل الأكسدة الإرجاعية :

هو تفاعل كيميائي يتم خلاله انتقال الإلكترونات بين المتفاعلات .  
مثال : تفاعل يود البوتاسيوم ( $K^+ + I^-$ ) مع بيروكسيد سولفات البوتاسيوم ( $2 K^+ + S_2O_8^{2-}$ )  
م ن للأكسدة  
م ن للإرجاع



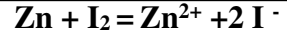
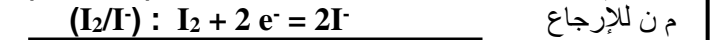
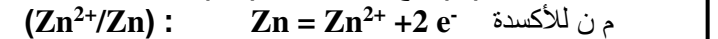
طرق موازنة تفاعل الأكسدة و الإرجاع :

موازنة تفاعل الأكسدة و الإرجاع تتبع الخطوات التالية :

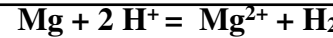
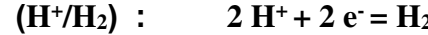
- 1 موازنة العنصر الكيميائي بين طرفي المعادلة ماعدا عنصر O و H
- 2 تحويل الأوكسجين (O) الموجود في شطر إلى جزيئة ماء ( $H_2O$ ) في الشطر الثاني من المعادلة .
- 3 في الأوساط الحامضية نحقق إنحفاظ عنصر الهيدروجين (H) بالبروتونات ( $H^+$ ) أو ( $H_3O^+$ ) .
- 4 موازنة الشحن بإضافة الإلكترونات .
- 5 ضرب م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

أمثلة توضيحية :

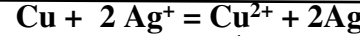
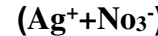
مثال 1 : تفاعل اليود ( $I_2$ ) مع معدن الزنك (Zn)



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

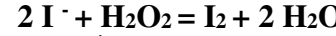
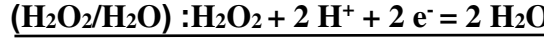


مثال 3 : تفاعل معدن النحاس (Cu) مع محلول نترات الفضة

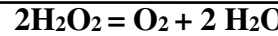
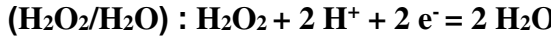


مثال 4: تفاعل الماء الأوكسوجيني ( $H_2O_2$ ) و اليود ( $I_2$ ) في وسط حمضي ( $H^+$ )

في وسط حمضي ( $H^+$ )



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

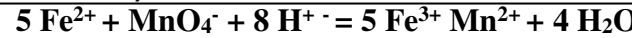
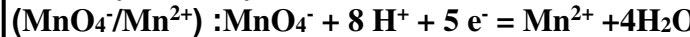
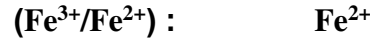


ملاحظة :

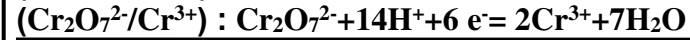
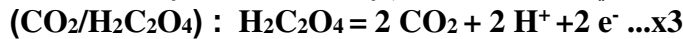
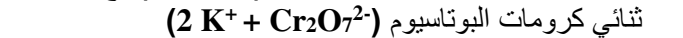
يمكن أن تلعب نفس الجزيئة دور المؤكسد و المرجع كما في المثال السابق وتسمى الظاهرة عندئذ **التفكك الذاتي** . مثل التفكك الذاتي لشاردة الثيوكبريتات ( $S_2O_3^{2-}/S$ ) و ( $SO_2/S_2O_3^{2-}$ )

مثال 6 :

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



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



ملاحظة :

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

أهم العلاقات الكيميائية المقررة في هذه الوحدة :

كمية المادة :  $n(\text{mol})$

الكتلة بـ g

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

الكتلة المولية بـ g/mol

حالة جسم صلب

حجم الغاز بـ L

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

الحجم المولي بـ L/mol

حالة غاز

التركيز المولي :  $C(\text{mol/L})$

كمية المادة بـ mol

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

الحجم بـ L

الكتلة الحجمية :  $\rho (\text{Kg/m}^3 \text{ ou } \text{g/ml})$

الكتلة بـ Kg ou g

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

الحجم بـ  $\text{m}^3 \text{ ou } \text{L}$

الكتلة الحجمية بـ  $\text{Kg/m}^3 \text{ ou } \text{g/ml}$

الكثافة : (عدد بدون وحدة)  $d$

الأجسام الصلبة و السائلة

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

الكتلة الحجمية للماء و تساوي  $1 \text{g/ml} \text{ ou } 10^3 \text{Kg/m}^3$

الكتلة المولية بـ g/mol

في الغازات

$$d = \frac{M_{gaz}}{29}$$

الكتلة المولية للهواء

## 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 احدي الطريقتين

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

طريقة كيميائية  
تعتمد على :  
المعايرة اللونية

البروتوكولات التجريبية الخاصة بالمتابعة الزمنية :  
1/ التمهيد :

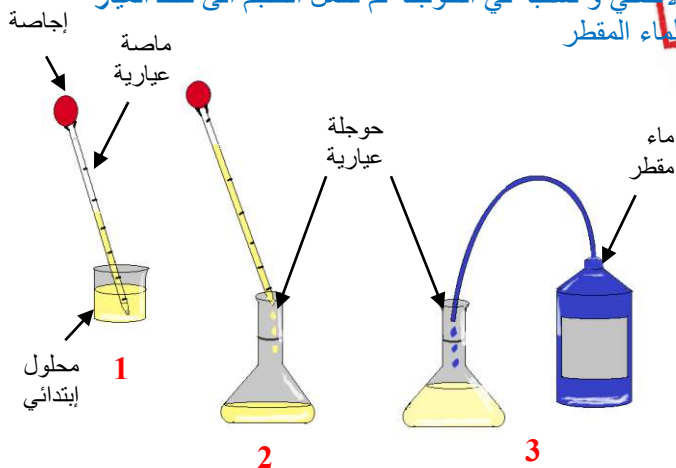
الأدوات المستعملة :

ماصة عيارية ، حوالة عيارية

المواد المستعملة :

محلول ابتدائي مركز ، ماء مقطر

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



الناقلية النوعية :  $\sigma$  (S.m<sup>-1</sup>)

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

التركيز المولي mol/m<sup>3</sup>  
الناقلية النوعية المولية الشارديّة S.mol<sup>-1</sup>.m<sup>2</sup>

دراسة جدول التقدم :

التقدم	a A	+ b B	= c C	+ d D	
الابتدائية	n <sub>i</sub> (A)	n <sub>i</sub> (B)	0	0	0
الانتقالية	n <sub>i</sub> (A) - a X(t)	n <sub>i</sub> (B) - b X(t)	c X(t)	d X(t)	X(t)
النهائية	n <sub>i</sub> (A) - a X <sub>Max</sub>	n <sub>i</sub> (B) - b X <sub>Max</sub>	c X <sub>Max</sub>	d X <sub>Max</sub>	X <sub>Max</sub>

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<sub>Max</sub> = X<sub>f</sub> حيث X<sub>Max</sub> = X<sub>f</sub>  
- في حالة التفاعل غير تام نكتب X<sub>f</sub> حيث X<sub>f</sub> < X<sub>Max</sub>

التقدم الأعظمي X<sub>Max</sub> :

هو قيمة التقدم الموافق لاستهلاك كمية مادة المتفاعل المحدد .

التقدم النهائي X<sub>f</sub> :

هو قيمة التقدم عندما تتوقف الجملة الكيميائية عن التطور .

المتفاعل المحدد :

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 الحالة لا يوجد متفاعل محدد

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

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 :

النقاوة  
الكثافة  
الكتلة الحجمية للماء  
$$C = \frac{\rho_{eau} \cdot d \cdot p}{M}$$
  
الكتلة المولية

قانون التمهيد :

حجم المحلول قبل التمهيد  
التركيز المولي بعد التمهيد  
حجم المحلول قبل التمهيد  
حجم المحلول بعد التمهيد  
$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

حجم الماء المقطر المضاف للمحلول الابتدائي هو :

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

معامل التمهيد : (عدد دون وحدة) F

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

قانون الغازات المثالية :

حجم الغاز m<sup>3</sup>  
ثابت الغاز المثالي  
درجة الحرارة المطلقة T بالكالفن (K) حيث :  
T (K) = t (C<sup>0</sup>) + 273  
كمية المادة mol  
P . V = n . R . T  
ضغط الغاز pa

الناقلية : G(S)

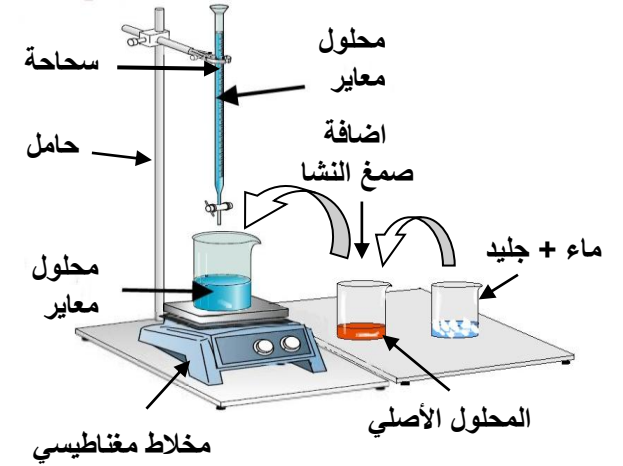
الناقلية النوعية S.m<sup>-1</sup>  
ثابت الخلية m  
$$G = K \cdot \sigma$$

## 1/2 المعايرة اللونية :

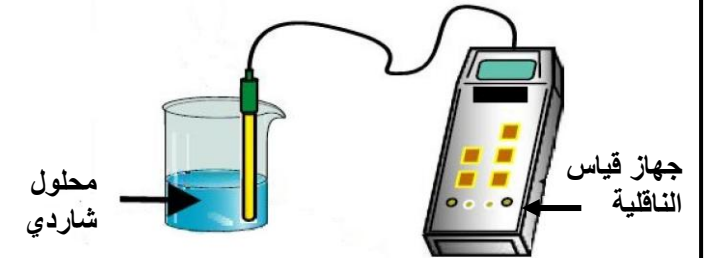
الأدوات المستعملة : حامل ، سحاحة ، مخلوط مغناطيسي  
المواد المستعملة : المحلول الأصلي (المعاير) ، المحلول المعاير  
ماء و جليد . صمغ النشا أو التيودان .

### خطوات العمل :

- تنظيف الماء و الجليد للمحلول المعاير و نضعه فوق المخلوط 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  $V_E$  .



## 1/3 قياس الناقلية :

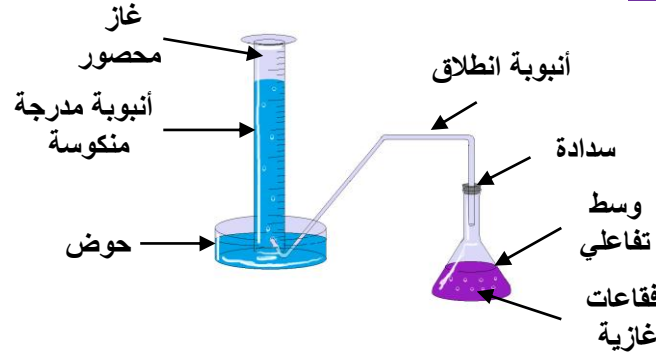


يمكننا بواسطة جهاز قياس الناقلية معرفة  $\sigma$  خلال الزمن حيث لدينا

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

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

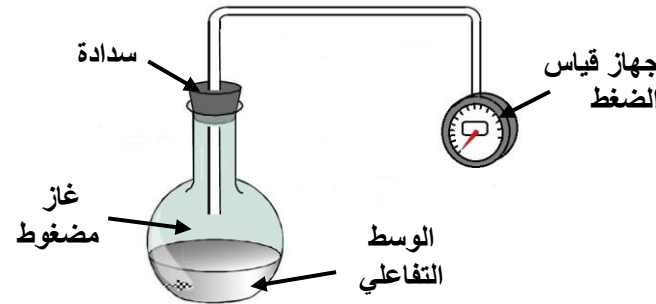
## 1/4 قياس الحجم :



يمكننا هذا البروتوكول من معرفة كمية الغاز المنطلق خلال لحظة  $t$

وباستخدام 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 .

## 1/5 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 .



## سرعة التفاعلات الكيميائية :

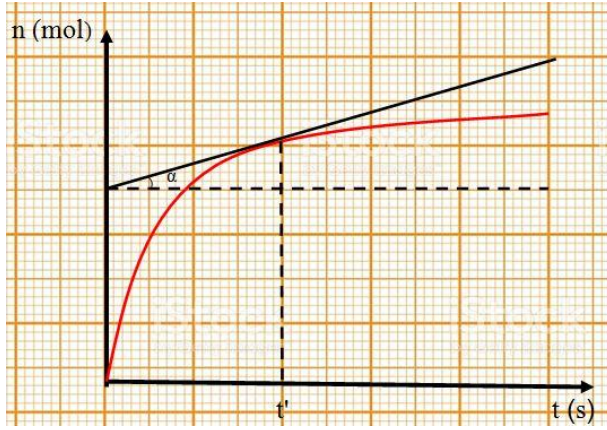
تصنف التحولات الكيميائية إلى ثلاثة أصناف  
**تحولات سريعة** (لحظية) تنتهي بمجرد تلامس المتفاعلات فيما بينها  
**تحولات بطيئة** تدوم عدة ثواني إلى عدة ساعات  
**تحولات بطيئة جدا** و تدوم عدة أيام إلى عدة شهور

## سرعة التفاعلات الكيميائية :

### 1/ سرعة تشكل نوع كيميائي :

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

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

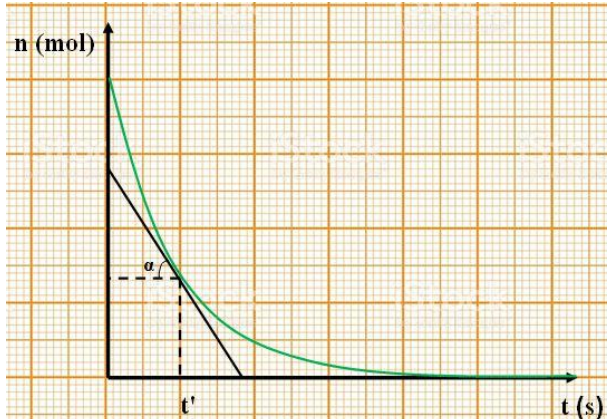


بيانيا: تمثل ميل مماس البيان (الزاوية  $\alpha$ ) عند النقطة  $t'$

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

### سرعة اختفاء نوع كيميائي :

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



بيانيا: تمثل ميل مماس البيان (الزاوية  $\alpha$ ) عند النقطة  $t'$

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

### السرعة الحجمية للتفاعل :

هي تغير تقدم التفاعل بدلالة الزمن في وحدة الحجم .

### 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

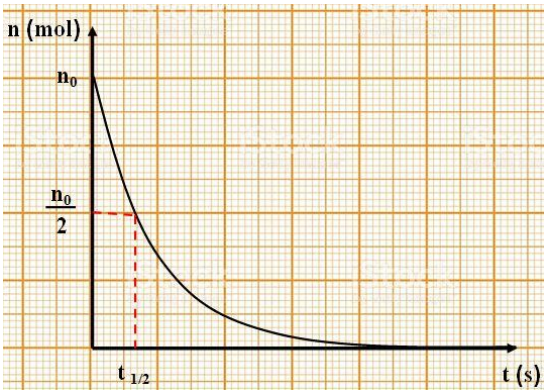
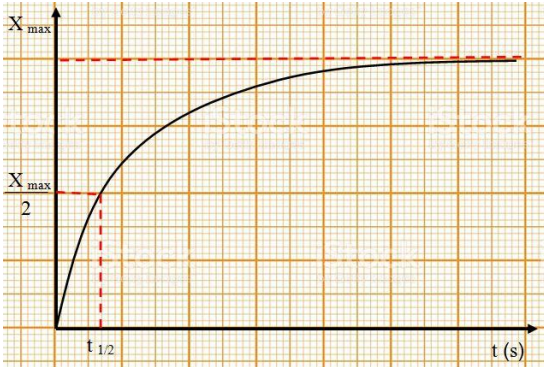
$$X_{(t1/2)} = \frac{X_f}{2}$$

نصف تقدمه النهائي أي :

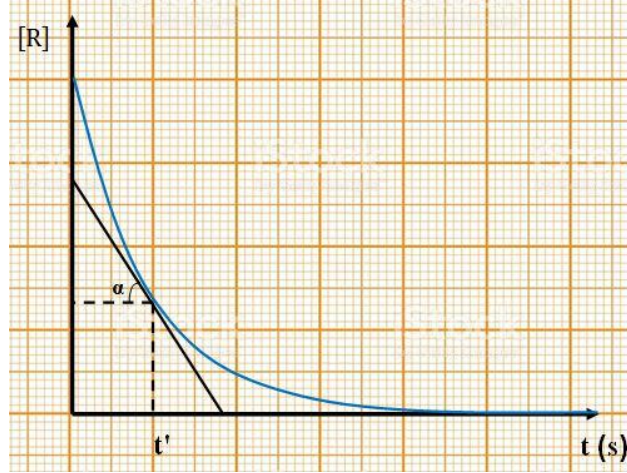
- إذا كان التفاعل تام ( $X_f = X_{Max}$ ) فهو يمثل المدة اللازمة لاستهلاك نصف كمية مادة المتفاعل المحدد

### تحديد $t_{1/2}$ بيانيا :

#### حالة التحولات التامة



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



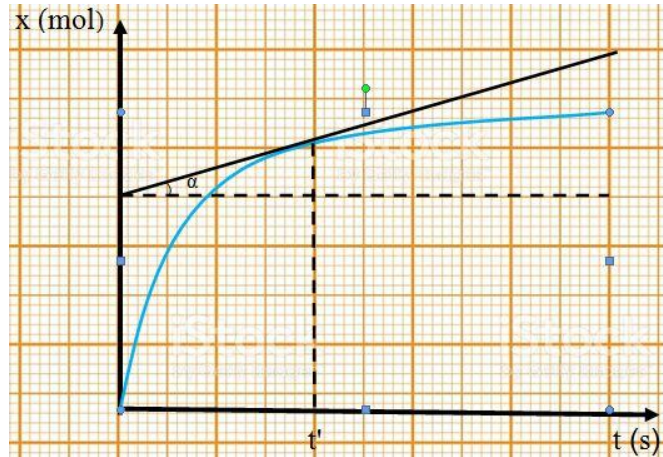
**بيانيا:** تمثل سالب ميل مماس البيان  $[R] = f(t)$  (الزاوية  $\alpha$ ) عند النقطة  $t'$

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

### سرعة التفاعل :

تمثل تقدم التفاعل بدلالة الزمن .

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



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

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

### ملاحظة:

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

### السرعة الحجمية لتشكل نوع كيميائي :

**نظريا:** تمثل السرعة الحجمية مشتق الدالة

$n_p = f(t)$  مقسومة على حجم الوسط التفاعلي وحدتها  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

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

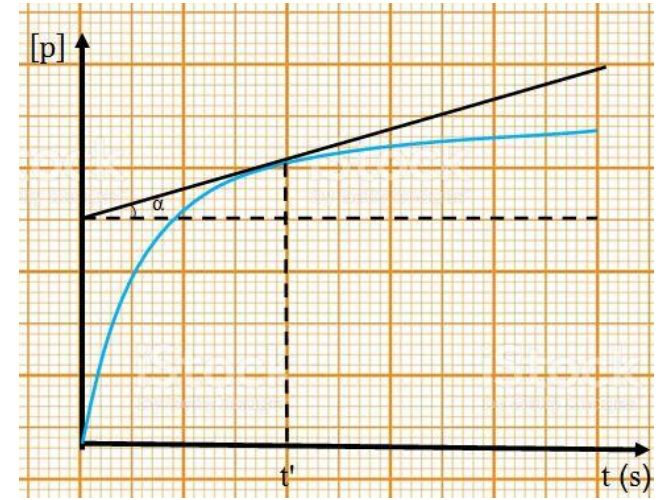
مقسومة على حجم الوسط التفاعلي

**ملاحظة:** إذا 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  $\alpha$ ) عند النقطة  $t'$

$$V_R = \frac{-1}{V} \times \frac{dn}{dt}$$

### السرعة الحجمية لاختفاء نوع كيميائي :

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





## العوامل الحركية :

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

### 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 وهي أنواع :

**1/ وساطة متجانسة :**

إذا كانت المتفاعلات و الوسيط من طور واحد

**2/ وساطة غير متجانسة :**

إذا كانت المتفاعلات و الوسيط من طورين مختلفين

**3/ وساطة إنزيمية :**

إذا تم تحفيز التفاعل بواسطة أنزيم

### الوسيط :

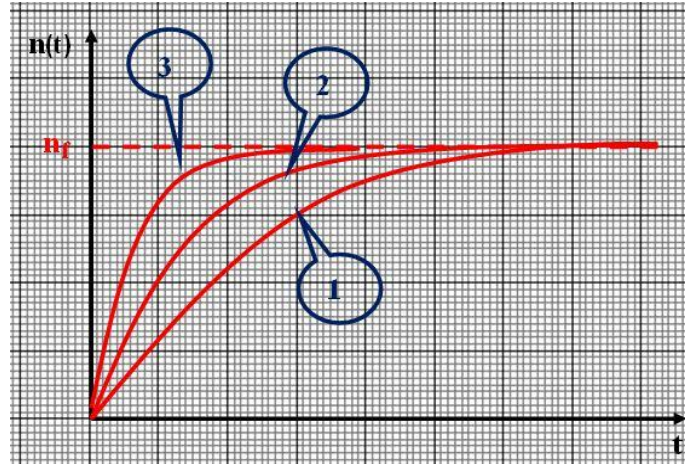
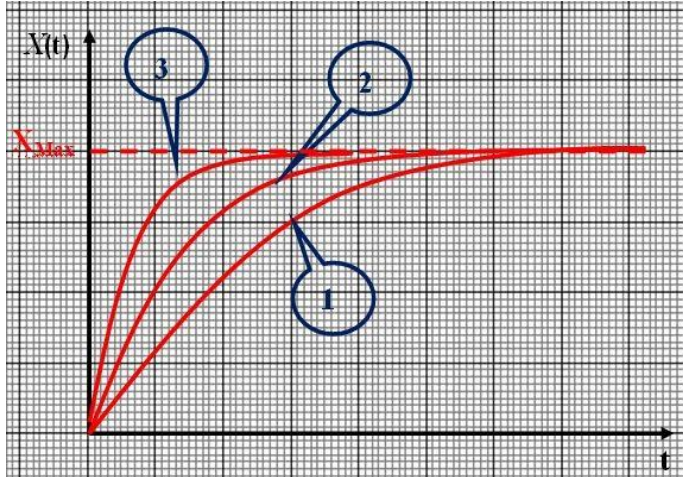
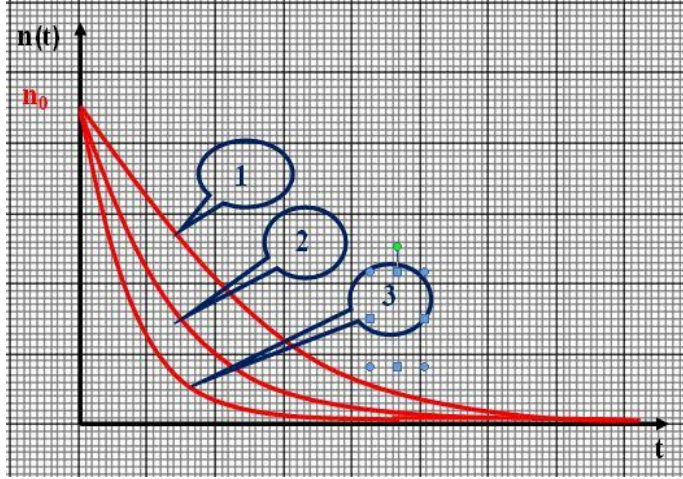
هو نوع كيميائي يسرع التفاعل دون أن يظهر في معادلة التفاعل

و لا يغير الحالة النهائية للجملة الكيميائية

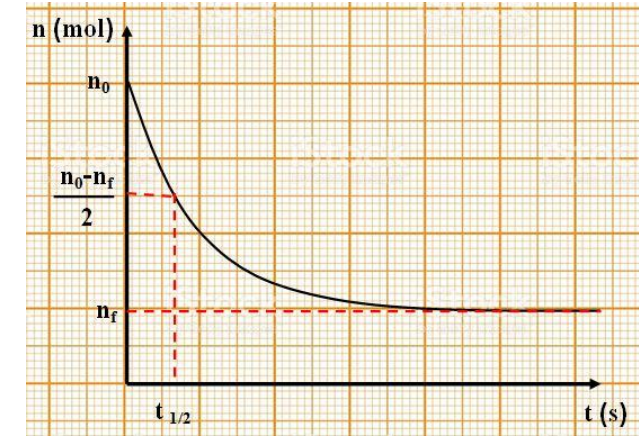
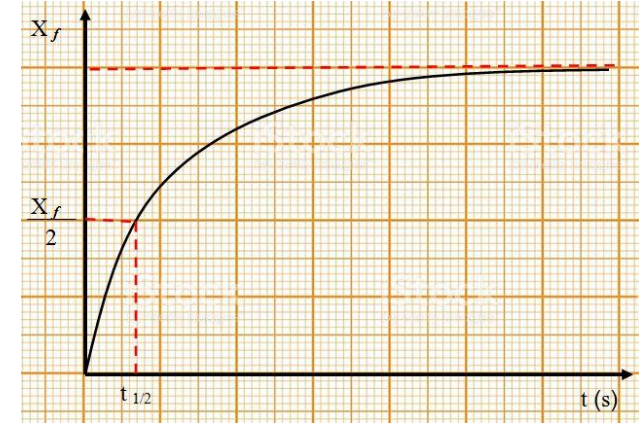
### ملاحظة :

من خلال التأثير على سرعة التفاعل و ذلك عن طريق زيادة درجة

الحرارة أو زيادة تراكيز الابتدائية للمتفاعلات نتحصل على ما يلي :



## حالة التحولات غير تامة



### أهمية t1/2 :

- 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  $7t_{1/2}$  )

