

1/ كل ما يخص الأكسدة والإرجاع:

أ- تعريفات:

• المؤكسد (Ox): هو كل فرد كيميائي قادر على اكتساب إلكترون أو أكثر خلال تحول كيميائي.

• المرجع (Red): هو كل فرد كيميائي قادر على فقدان إلكترون أو أكثر خلال تحول كيميائي.

• تفاعل الأكسدة: هي عملية يحدث فيها فقدان إلكترون أو أكثر من طرف المرجع.

• تفاعل الإرجاع: هي عملية يحدث فيها اكتساب إلكترون أو أكثر من طرف المؤكسد.

• تفاعل الأكسدة-إرجاع: هو التفاعل الذي يحدث فيه انتقال الإلكترونات من المرجع إلى المؤكسد اللذين يشكلان التنايئة (Ox/Red).

ب- خطوات كتابة المعادلات أكسدة-إرجاع:

1 • نوازن كل الذرات ما عدا ذرتي الأكسجين O والهيدروجين H.

2 • نُحقّق انخفاض عنصر الأكسجين O بإضافة H<sub>2</sub>O.

3 • نُحقّق انخفاض عنصر الهيدروجين H بإضافة H<sup>+</sup> أو (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>).

4 • نوازن الشّحنات بإضافة إلكترونات e<sup>-</sup>.

5 • عند كتابة المعادلتين التّصفيتين للأكسدة والإرجاع لابدّ من جعل عدد الإلكترونات متساوية حتى يتمّ جمعهما للتّحصّل على المعادلة الإجمالية للأكسدة-الإرجاع.

6 • نختزل H<sup>+</sup> (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) أو H<sub>2</sub>O إن وجدت في كلا الطرفين (تبقى في الطّرف الأكبر).

7 • لا ننسى الحالة الفيزيائية لكل فرد كيميائي.

$\left\{ \begin{array}{l} \text{solide (s)} \\ \text{صلب} \\ \text{aqueuse (aq)} \\ \text{محلول (شاردة...)} \\ \text{gaz (g)} \\ \text{غاز} \\ \text{liquide (l)} \\ \text{سائل (الماء...)} \end{array} \right.$

2/ مكتسبات السنة (1) و(2) ثانوي (قوانين هامة):

أ- كمية المادّة n(mol):

m : الكتلة تُعطى بالغرام (g)

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

M : الكتلة المولية بـ (g/mol)

C : التّركيز المولي بـ (mol/L)

$$n = C \times V$$

V : الحجم يُعطى باللتر (L)

V<sub>gaz</sub> : حجم الغاز باللتر (L)

$$n = \frac{V_{gaz}}{V_M}$$

V<sub>M</sub> : الحجم المولي بـ (L/mol)• في الشروط النظامية V<sub>M</sub> = 22,4 L/mol

P : ضغط الغاز بالباسكال (Pa)

V : حجم الغاز بـ (m<sup>3</sup>)

R : ثابت الغازات المثالية = 8,31 SI

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

T : درجة الحرارة بالكالفن (K)

$$K = ^\circ C + 273$$

ب- التّركيز الكلي C<sub>m</sub> (g/L):

$$C_m = \frac{m}{V} = C \cdot M$$

m : كتلة النوع الكيميائي بالغرام (g)

V : حجم المحلول باللتر (L)

3/ جدول التقدم وما جاوره من أسئلة:

معادلة التفاعل	$aA$	$+ bB$	$= cC$	$+ dD$
	$n_0(A)$	$n_0(B)$	$0$	$0$
	$n_0(A) - a \cdot x$	$n_0(B) - b \cdot x$	$c \cdot x$	$d \cdot x$
	$n_0(A) - a \cdot x_{max}$	$n_0(B) - b \cdot x_{max}$	$c \cdot x_{max}$	$d \cdot x_{max}$
	$x = 0$	$x$	$x_{max}$	
	الحالة الابتدائية	الحالة الانتقالية	الحالة النهائية	

• معامل التمديد  $F$ :

$$F = \frac{C_{\text{مركز}}}{C_{\text{ممد}}} = \frac{V_{\text{ممد}}}{V_{\text{مركز}}}$$

و- النسبة المئوية الكليّة  $P$  (درجة النقاوة): (طريقتين)

$$P = \frac{m'}{m} \times 100 \quad (1)$$

$m'$ : كتلة المادة النقيّة بـ (g)

$$m' = C \cdot V_{\text{محلول}} \cdot M$$

$m$ : كتلة المادة الغير النقيّة بـ (g)

$$m = \rho_{\text{محلول}} \cdot V_{\text{محلول}}$$

أو:

$$P = \frac{C \times M}{10 \times d_{\text{محلول}}} \quad (2)$$

$C$ : التركيز المولي للمحلول بـ (mol/L)

$M$ : الكتلة الموليّة بـ (g/mol)

$d_{\text{محلول}}$ : كثافة المحلول بدون وحدة

$$d_{\text{محلول}} = \frac{\rho_{\text{محلول}}}{\rho_{\text{ماء}}}$$

ج- الكتلة الحجمية  $\rho(g/L)$ :

$$m : \text{كتلة النوع الكيميائي بالغرام (g)} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

$$V : \text{حجم النوع الكيميائي باللتر (L)}$$

د- الكثافة  $d$ :

• كثافة نوع كيميائي سائل أو صلب:

$$\rho : \text{الكتلة الحجمية لنوع كيميائي} \quad d = \frac{\rho}{\rho_{\text{الماء}}}$$

$$\rho_{\text{الماء}} : \text{الكتلة الحجمية للماء}$$

$$\rho_{\text{الماء}} = 1 \text{ kg/L} = 1000 \text{ g/L}$$

• كثافة نوع كيميائي غازي:

$$\rho : \text{الكتلة الحجمية للغاز} \quad d = \frac{\rho_{\text{gaz}}}{\rho_{\text{الهواء}}} = \frac{M_{\text{gaz}}}{29}$$

$$\rho_{\text{الهواء}} : \text{الكتلة الحجمية لهواء}$$

$$\rho_{\text{الهواء}} = 1,29 \text{ g/L}$$

هـ/ عملية التمديد (التخفيف):

• قانون التمديد (التخفيف):

كمية المادة تبقى محفوظة خلال عملية التمديد،

$$n_{\text{مركز}} = n_{\text{ممد}}$$

$$\Rightarrow C_{\text{مركز}} \cdot V_{\text{مركز}} = C_{\text{ممد}} \cdot V_{\text{ممد}}$$

• بما أن التفاعلات المدروسة في هذه الوحدة كلها تامة فإن:  
(التقدم الأعظمي  $x_{max}$  = التقدم النهائي  $x_f$ ).

أ- حساب التقدم الأعظمي  $x_{max}$  وتحديد المتفاعل المحد:

• المتفاعل المحد: هو المتفاعل الذي تنتهي كمية مادته قبل كل التفاعلات الأخرى، ومن أجل التعرف عليه نحسب قيمة  $x_{max}$  لكلا المتفاعلين كمايلي:

$$\begin{cases} n_0(A) - a \cdot x_{max} = 0 \\ n_0(B) - b \cdot x_{max} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{max} = \frac{n_0(A)}{a} \text{ (mol)} \\ x_{max} = \frac{n_0(B)}{b} \text{ (mol)} \end{cases}$$

• القيمة الصغرى لـ  $x_{max}$  هي التي تُحدد المتفاعل المحد.

ب- ما هو المزيج الستوكيومترى؟

ط01 • إذا اختفت كلياً كل التفاعلات في نهاية التفاعل، نقول أن التفاعل خاضع للشروط الستوكيومترية ويمكن إثبات ذلك إذا تحققت هذه العلاقة:

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_0(B)}{b}$$

ط02 • أو نجد أن التقدم الأعظمي  $x_{max}$  متساوي لكلا المتفاعلين.

ج- التركيب المولي (حصيلة المادة) للأفراد الكيميائية

عند لحظة  $t$ : (حالة ابتدائية، انتقالية، نهائية)

• هو إيجاد كمية مادة فرد كيميائي عند لحظة  $t$  تعطى في التمرين ونستعين بجدول التقدم لتحديده.

مثال 01: حساب التركيب المولي عند الحالة النهائية:

$$\begin{cases} n_f(A) = n_0(A) - a \cdot x_{max} \\ n_f(B) = n_0(B) - b \cdot x_{max} \\ n_f(C) = c \cdot x_{max} \\ n_f(D) = d \cdot x_{max} \end{cases}$$

مثال 02: حساب التركيب المولي عند  $t_{1/2}$ :

$$\begin{cases} n_{1/2}(A) = n_0(A) - a \cdot x(t_{1/2}) \\ n_{1/2}(B) = n_0(B) - b \cdot x(t_{1/2}) \\ n_{1/2}(C) = c \cdot x(t_{1/2}) \\ n_{1/2}(D) = d \cdot x(t_{1/2}) \end{cases}$$

ونعوض قيمة  $x(t_{1/2})$  بـ:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$$

د- التركيب المولي للأفراد الكيميائية عند لحظة  $t$ :

(حالة ابتدائية، انتقالية، نهائية)

• هو إيجاد التركيب المولي لفرد كيميائي عند لحظة  $t$  تعطى في التمرين ونستعين بجدول التقدم لتحديده.

مثال 01: حساب التركيب المولي عند الحالة النهائية:

$$\begin{cases} [A]_f = \frac{n_0(A) - a \cdot x_{max}}{V_T} \\ [B]_f = \frac{n_0(B) - b \cdot x_{max}}{V_T} \\ [C]_f = \frac{c \cdot x_{max}}{V_T} \\ [D]_f = \frac{d \cdot x_{max}}{V_T} \end{cases}$$

مثال 02: حساب التركيز المولي عند  $t_{1/2}$ :

$$\begin{cases} [A]_{1/2} = \frac{n_0(A) - a \cdot x(t_{1/2})}{V_T} \\ [B]_{1/2} = \frac{n_0(B) - b \cdot x(t_{1/2})}{V_T} \\ [C]_{1/2} = \frac{c \cdot x(t_{1/2})}{V_T} \\ [D]_{1/2} = \frac{d \cdot x(t_{1/2})}{V_T} \end{cases}$$

ونعوض قيمة  $x(t_{1/2})$  بـ:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$$

حيث:  $V_T$  يمثل حجم المزيج التفاعلي.

• إذا لتحديد التركيب المولي أو التركيز المولي لا بد من

تحديد قيمة التقدم  $x$  عند اللحظة المطلوبة.

• لا تنسى كذلك حساب التركيب المولي أو التركيز

المولي للشوارد المتفرجة الموجودة في المزيج حيث تبقى

ثابتة في كل لحظة (لأنها لم تشارك في التفاعل).

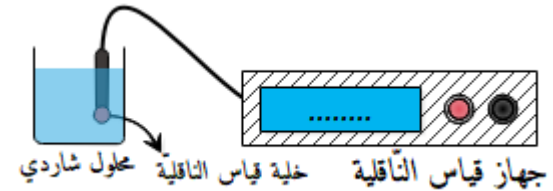
#### 4/ أصناف التحوّلات الكيميائية: (باختصار)

- التحوّل الكيميائي السريع: يكون تطوّر الجملة لحظياً أي يصل إلى حالته النهائية بمجرد تلامس المتفاعلات.
- التحوّل الكيميائي البطيء: يدوم تطوّر الجملة من عدّة ثواني إلى عدّة ساعات، يمكن متابعته بالعين المجردة.
- التحوّل الكيميائي البطيء جداً: يدوم تطوّر الجملة من عدّة أيام إلى عدّة أشهر، نعتبر الجملة عاطلة كيميائياً.

#### 5/ طرق المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي:

- نقصد بالمتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي: هو دراسة تطوّر تقدّم التفاعل  $x$  بدلالة الزمن  $t$ .
- أ- المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي عن طريق قياس الناقلية:

#### (طريقة فيزيائية)



- ما تحتاجه من قوانين:

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

$G$ : الناقلية (S) |  $U$ : قيمة التوتر (V)

$I$ : قيمة شدة التيار (A) |  $R$ : مقاومة المحلول ( $\Omega$ )

$$\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$$

$\sigma$ : الناقلية النوعية (S/m)

[ ]: التركيز المولي للشاردة ( $mol/m^3$ )

$\lambda$ : الناقلية النوعية المولية للشاردية ( $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$ )

$$G = K \cdot \sigma = K \cdot \left( \sum \lambda_i \cdot [X_i] \right)$$

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

$K$ : ثابت الخلية (m)

$S$ : مساحة أحد الصفيحتين ( $m^2$ )

$L$ : البعد بين الصفيحتين (m)

- عند حساب الناقلية لا تنسى الشوارد المتفرّجة.

ب- المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي عن طريق المعايرة

اللونية:

(طريقة كيميائية)

- أسئلة نظرية تُطرح في تمارين المعايرة اللونية:

س01: هل يتطوّر محتوى الأنابيب بنفس طريقة محتوى

البشر الذي يحتوي على المحلول الأصلي؟

ج01: نعم، يتطوّر محتوى الأنابيب بنفس طريقة محتوى

البشر الذي يحتوي على المحلول الأصلي.

س02: لماذا يجب إضافة الأنبوب إلى (ماء بارد + جليد)

قبل المعايرة؟

ج02: يجب إضافة الأنبوب إلى (ماء بارد + جليد) قبل

المعايرة، لإيقاف التفاعل.

س03: عرّف عملية السّقي واذكر نوعيه؟ هل يؤثّر على قيمة

حجم التكافؤ؟ لماذا؟

ج03: نعني بعملية السّقي: هو التبريد المفاجئ للمزيج التفاعلي

وذلك لإيقاف التفاعل. يوجد نوعان:

• السّقي الفيزيائي: وهو إضافة أنبوب المزيج التفاعلي إلى وعاء

الماء البارد والجليد (يؤثّر على العامل الحركي درجة الحرارة

فقط).

• السّقي الكيميائي: وهو إضافة الماء المثلج إلى أنبوب المزيج

التفاعلي (يؤثّر على عاملين حركيين درجة الحرارة والتراكيز).

عملية السّقي (فيزيائي أو كيميائي) لا تؤثر على حجم التكافؤ

( $V_E$ ) لأن كمية المادة لا تتغيّر.

س04: ماهي مميزات تفاعل المعايرة؟ (أو خواص تفاعل

المعايرة)

ب- سرعة تشكّل نوع كيميائي:

$v_c(t) = \frac{dn}{dt} \Big _t$	• السرعة اللحظية للتشكل $v_c$ :
$v_{vol}(t) = \frac{1}{V_T} \times \frac{dn}{dt} \Big _t$	• السرعة الحجمية للتشكل $v_{vol}$ :

ج- سرعة اختفاء نوع كيميائي:

$v_A(t) = -\frac{dn}{dt} \Big _t$	• السرعة اللحظية للاختفاء $v_A$ :
$v_{vol}(t) = -\frac{1}{V_T} \times \frac{dn}{dt} \Big _t$	• السرعة الحجمية للاختفاء $v_{vol}$ :

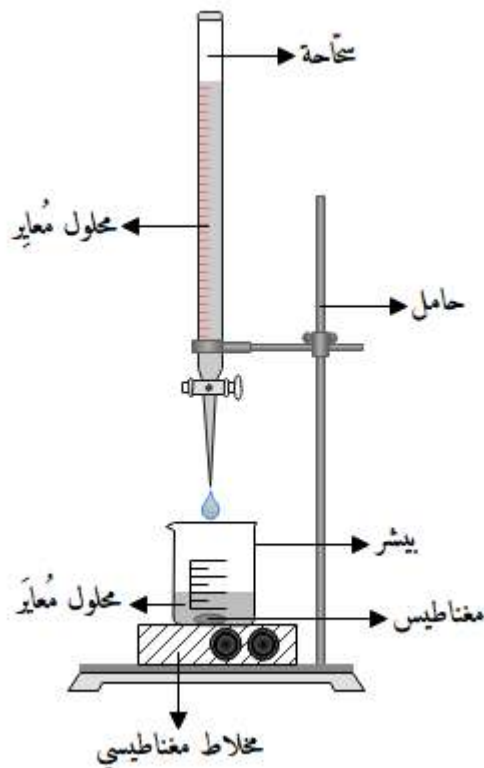
$V_T$ : يمثل حجم المزيج التفاعلي (الحجم الكلي)

• توجد علاقة بين سرعة اختفاء المتفاعلات وسرعة تشكّل النواتج مع سرعة التفاعل:

$$v_{\text{تفاعل}} = \frac{v_A}{a} = \frac{v_B}{b} = \frac{v_C}{c} = \frac{v_D}{d}$$

• توجد علاقة بين السرعة الحجمية لاختفاء المتفاعلات والسرعة الحجمية لتشكّل النواتج مع السرعة الحجمية للتفاعل:

$$v_{vol} = \frac{v_{vol(A)}}{a} = \frac{v_{vol(B)}}{b} = \frac{v_{vol(C)}}{c} = \frac{v_{vol(D)}}{d}$$



6/ سرعة التفاعل:

أ- سرعة التفاعل:

$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{dx}{dt} \Big _t$	• السرعة اللحظية للتفاعل $v$ :
$v_{vol}(t) = \frac{1}{V_T} \times \frac{dx}{dt} \Big _t$	• السرعة الحجمية للتفاعل $v_{vol}$ :

ج04: مميزات تفاعل المعايرة: سريع وتام ووحيد.

س05: عرفّ التّكافؤ؟ وكيف نستدلّ على حدوث التّكافؤ؟  
ج05: هو النّقطة التي يكون فيها المحلول المُعاير والمحلول المُعاير بنسب ستوكيومترية. ونستدلّ على حدوث التّكافؤ بتغيّر لون المحلول.

س06: أذكر خطوات البروتوكول التجريبي لعملية المعايرة اللونية.

ج06: خطوات البروتوكول التجريبي لعملية المعايرة اللونية:

• تقسيم المزيج التفاعلي الابتدائي إلى أنابيب متساوية الحجم.  
• في لحظات مختلفة نأخذ أنبوبة ونضعه في (ماء بارد + جليد) لتوقيف التفاعل ونضيف له قطرات من كاشف ملون (صمغ النشاء).

• نفرغ الأنبوب في بيشر ونضعه فوق مخلّاط مغناطيسي.  
• نملأ السحاحة بالمحلول المُعاير ونضيف قطرة بقطرة إلى غاية تغيّر لون الكاشف (اختفاء اللون الأزرق).

• نسجّل حجم التّكافؤ  $V_E$  ونعيد العملية مع باقي الأنابيب.

س07: أرسم التجهيز المناسب لعملية المعايرة اللونية.

ج07: التجهيز المناسب لعملية المعايرة اللونية:

### 8/ الاشتقاق وحالاته:

$$\textcircled{1} \frac{d}{dt} (\text{ثابت}) = \boxed{0}$$

$$\textcircled{2} \frac{d}{dt} (\text{متغير} \times \text{ثابت}) = \boxed{\frac{d(\text{متغير})}{dt} \times \text{ثابت}}$$

$$\textcircled{3} \frac{d}{dt} \left( \frac{\text{متغير}}{\text{ثابت}} \right) = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{\text{ثابت}} \times \text{متغير} \right)$$

$$= \frac{1}{\text{ثابت}} \times \frac{d(\text{متغير})}{dt}$$

$$\textcircled{4} \frac{d}{dt} (\text{ثابت} \pm \text{متغير}) = \frac{d}{dt} (\text{ثابت}) \pm \frac{d}{dt} (\text{متغير})$$

$$= \boxed{\pm \frac{d(\text{متغير})}{dt}}$$

### 9/ مراحل البرهان على علاقات سرعة التفاعل:

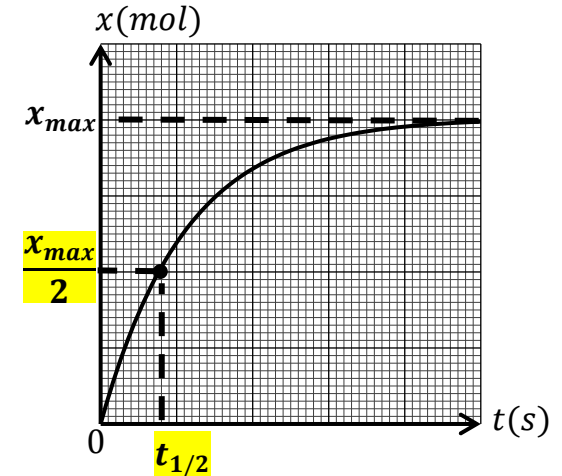
- المرحلة (1): إيجاد العلاقة بين تقدم التفاعل  $x$  والمقدار الموجود على محور الترتيب في البيان. (نعتمد على جدول التقدم)
- المرحلة (2): ندخل الاشتقاق (راجع الحالات الـ (4) للاشتقاق)

- السرعة (سواء سرعة التفاعل أو سرعة التشكل أو سرعة ثم تبدأ  $t_0 = 0$  الاختفاء) تكون أعظمية عند اللحظة بالتناقص حتى تنعدم في نهاية التفاعل.

### 7/ زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ :

- تعريفه: هو المدة الزمنية التي يبلغ فيها تقدم التفاعل نصف قيمة تقدمه الأعظمي، حيث:

$$t = t_{1/2} \Rightarrow x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$$



• أهميته:

- 1- المقارنة بين تفاعلين من ناحية السرعة (كلما كان  $t_{1/2}$  أقل يكون التفاعل أسرع).
- 2- تحديد القيمة التقريبية لمدة التفاعل (حوالي  $t_{1/2} \approx 7 \cdot t_{1/2}$ ).

- إذا أردت الانتقال من سرعة التفاعل  $v_{\text{تفاعل}}$  إلى السرعة الحجمية للتفاعل  $v_{\text{vol}}$  للتفاعل نضرب في  $(\frac{1}{V_T} \times)$ ، حيث:

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V_T} \times v_{\text{تفاعل}} = \frac{1}{V_T} \times \frac{dx}{dt}$$

### 10/ مراحل البرهان على علاقات زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ :

- المرحلة (1): إيجاد العلاقة بين المقدار الموجود على محور الترتيب وتقدم التفاعل  $x$ . (من جدول التقدم)
- المرحلة (2): إيجاد العلاقة في الحالة النهائية ثم عند زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .
- المرحلة (3): بالتعويض والحساب نجد العبارة المطلوبة منّا.

### 11/ العوامل الحركية:

• تعريف العامل الحركي: هو كل ما يغير سرعة التفاعل.

من بين العوامل الحركية التي سندرسها:

أ- درجة الحرارة: (لا يتغير التركيب المولي النهائي)

$$\nearrow \theta \Rightarrow \nearrow \text{تواتر التصادمات الفعالة} \Rightarrow \nearrow v_{\text{تفاعل}} \Rightarrow \searrow t_{1/2}$$

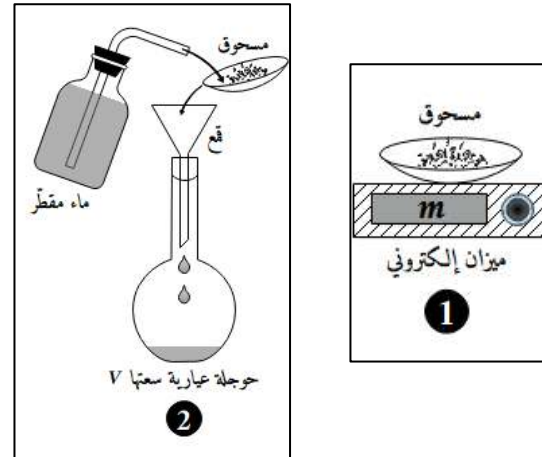
$$\searrow \theta \Rightarrow \searrow \text{تواتر التصادمات الفعالة} \Rightarrow \searrow v_{\text{تفاعل}} \Rightarrow \nearrow t_{1/2}$$

12/ بروتوكولات تجريبية إضافية:

أ- تحضير محلول حجمه  $V$  انطلاقاً من المحلول المركز مسحوق

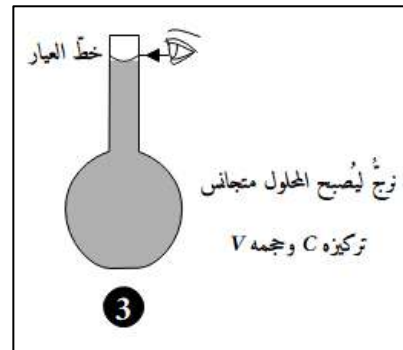
كثافته  $m$ :

• وزن كمية من مسحوق ..... كثفتها  $m$ ، ونضعها في حوجلة عيارية ( $V$ ) ونضيف كمية من الماء المقطر ونحرك المسحوق داخل الماء إلى أن يختفي، ثم نكمل الحجم بالماء المقطر إلى خط العيار ونرج لكي نجعل المحلول متجانساً.



حوجلة عيارية سعتها  $V$

2



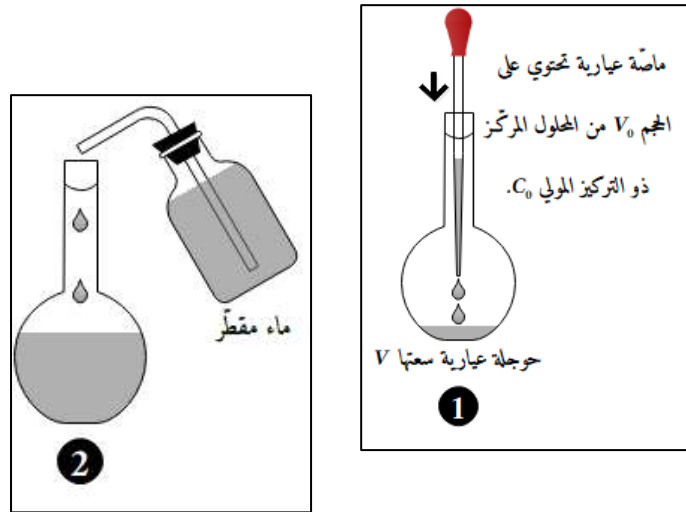
خط العيار

3

نرج ليصبح المحلول متجانس تركيزه  $C$  وحجمه  $V$

ب- تمديد محلول مركز حجمه  $V_0$  لمحلول ممدد (مخفف) حجمه  $V$ .

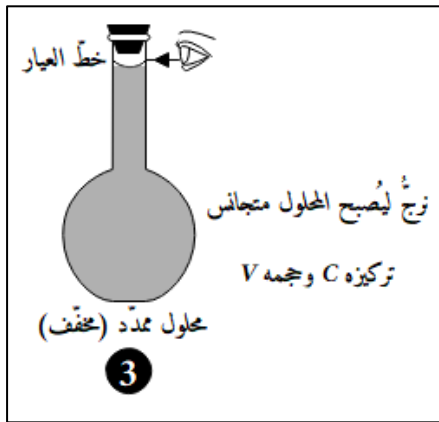
• نأخذ الحجم  $V_0$  من المحلول المركز بواسطة ماصة عيارية ( $V_0$ ) مزودة بإجاصة السحب، ونضعه في حوجلة عيارية ( $V$ ) ونكمل الحجم بالماء المقطر إلى خط العيار ثم نرج المحلول الممدد ليصبح متجانساً.



ماصة عيارية تحتوي على الحجم  $V_0$  من المحلول المركز ذو التركيز المولي  $C_0$ .

حوجلة عيارية سعتها  $V$

1



خط العيار

3

نرج ليصبح المحلول متجانس تركيزه  $C$  وحجمه  $V$

محلول ممدد (مخفف)

ب- تراكيز المتفاعلات: (يتغير التركيب المولي النهائي)

↗ تواتر التصادمات الفعالة ⇒ ↗ تراكيز المتفاعلات  
↘  $t_{1/2}$  ⇒ ↗  $v_{\text{تفاعل}}$

↘ تواتر التصادمات الفعالة ⇒ ↘ تراكيز المتفاعلات  
↗  $t_{1/2}$  ⇒ ↘  $v_{\text{تفاعل}}$

ج- الوساطة: (لا يتغير التركيب المولي النهائي)

- تعريف الوسيط: هو نوع كيميائي يعمل على تسريع التفاعل الكيميائي دون التأثير على الحالة النهائية للجملة ولا يظهر في معادلة التفاعل، حيث نميز 3 أنواع من الوساطة:
- وساطة متجانسة: الوسيط والمتفاعلات من نفس الطور.
- وساطة غير متجانسة: الوسيط والمتفاعلات مختلفان في الطور.
- وساطة أنزيمية: الوسيط عبارة عن إنزيم.

↗ تواتر التصادمات الفعالة ⇒ ↗ الوساطة  
↘  $t_{1/2}$  ⇒ ↗  $v_{\text{تفاعل}}$



الأستاذ زقون محمد الأمين

يتمنى لكم كل التوفيق والنجاح في شهادة البكالوريا



@amine.zeddoun

• الضَّغط (P):

•  $1bar = 10^5 Pa$  (يُعطى)

•  $1atm = 1,013 \times 10^5 Pa$  (يُعطى)

•  $1hPa$  (هيك٥ باسكال) =  $10^2 Pa$

•  $1kPa = 10^3 Pa$

• الناقلية ( $\sigma, G$ )، ثابت الخلية K:

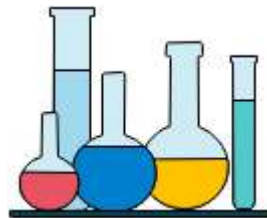
•  $1mS$  (ميلي سيمنس) =  $10^{-3} S$

•  $1cm = 10^{-2} m$

•  $1mm = 10^{-3} m$

• درجة الحرارة ( $\theta, T$ ):

•  $K$  (كالفن) =  $^{\circ}C + 273$



13/تحويلات هامة:

• الك٤لة (m):

•  $1\mu g$  (ميكرو غرام) =  $10^{-6} g$

•  $1mg$  (ميلي غرام) =  $10^{-3} g$

•  $1kg$  (كيلو غرام) =  $10^3$

• الحجم (V):

•  $1mL(cm^3) = 10^{-3} L(dm^3)$

•  $1mL(cm^3) = 10^{-6} m^3$

•  $1L(dm^3) = 10^{-3} m^3$

• التركيز المولي ( $C, [ ]$ ):

•  $1mmol/L = 10^{-3} mol/L$

•  $1mol/L = 10^3 mol/m^3$

• ك٤ية المادّة (n):

•  $1\mu mol = 10^{-6} mol$

•  $1mmol = 10^{-3} mol$