

## مراقبة تطور جملة كيميائية خلال تحول كيميائي

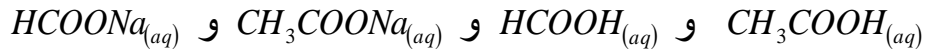
### 1 - التطورات التلقائية

- التحولات : حمض - أساس


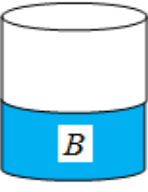
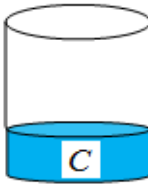
جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية

1 - 1 : نأخذ ثلاث بيشر كما في الرسم

نضع في كل بيشر الأنواع الكيميائية التالية بتركيز متساوية  $C = 10^{-1} mol/l$



وحجوم مختلفة كما هو مبين في الجدول التالي

	 A PH = 4,2	 B PH = 3,7	 C PH = 3,75
$CH_3COOH_{(aq)} V_1(ml)$	10	20	10
$CH_3COONa_{(aq)} V_2(ml)$	10	1	1
$HCOOH_{(aq)} V_3(ml)$	10	5	1
$HCOONa_{(aq)} V_4(ml)$	10	10	1

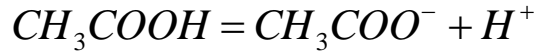
$$Ka_1 = (HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}) = 1,8 \times 10^{-4}$$

$$Ka_2 = (CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)}) = 1,8 \times 10^{-5}$$

سؤال 1- أكتب معادلة التفاعل الحادثة



سؤال 2- أكتب معادلة تفكك حمض الايتانويك و حمض الميثانويك



$$Ka_2 = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \quad Ka_1 = \frac{[HCOO^-][H^+]}{[HCOOH]}$$

سؤال 3 - أثبت أن ثابت التوازن للتفاعل في كل كأس  $K = Q_{rf} = \frac{Ka_1}{Ka_2}$

$$K = Q_{rf} = \frac{[CH_3COOH]_f [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f [CH_3COO^-]_f}$$

$$\frac{Ka_1}{Ka_2} = \frac{[HCOO^-][H^+]}{[HCOOH]} \cdot \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-][H^+]} = \frac{[CH_3COOH]_f [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f [CH_3COO^-]_f}$$

سؤال 4 - أدرس تطور النسبة  $y = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

البيشر A

$$y_i = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{\frac{C.V_4}{V_T}}{\frac{C.V_3}{V_T}} = \frac{V_4}{V_3} = \frac{10}{10} = 1$$

$$Ka_1 = \frac{[HCOO^-]_f [H^+]_f}{[HCOOH]_f} \Rightarrow Ka_1 = y_f \cdot [H^+]_f$$

$$Ka_1 = y_f \cdot [H^+]_f = y_f \cdot [H_3O^+]_f$$

$$[H^+]_f = [H_3O^+]_f$$

$$\frac{Ka_1}{10^{-PH}} = y_f = \frac{1,8 \times 10^{-4}}{10^{-4,2}} = 1,8 \times 10^{0,2} = 2,85$$

$$K = Q_{rf} = \frac{1,8 \times 10^{-4}}{1,8 \times 10^{-5}} = 10$$

نتيجة: وجدنا  $y_i < y_f$  ومنه الجملة تتطور في اتجاه تزايد  $y_i$

في الاتجاه المباشر

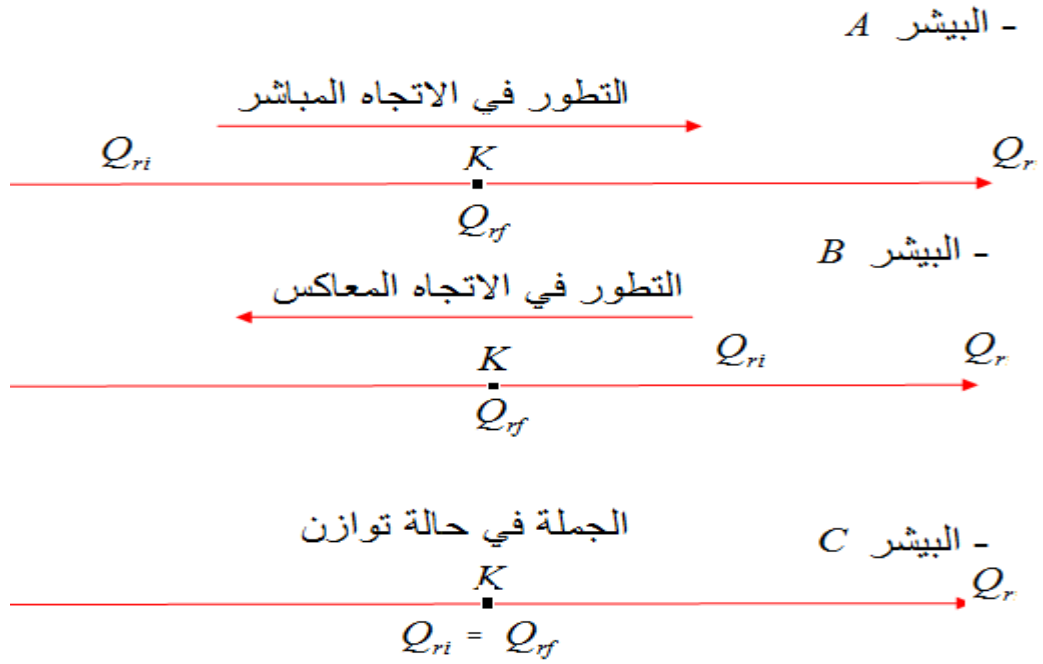
وجدنا  $Q_{ri} = 1 < Q_{rf} = 10$  ومنه الجملة تتطور في اتجاه تزايد  $Q_{ri}$

في الاتجاه المباشر

ملاحظة: بالمثل ندرس البيشر  $B$  و  $C$  نحصل على النتائج كمايلي

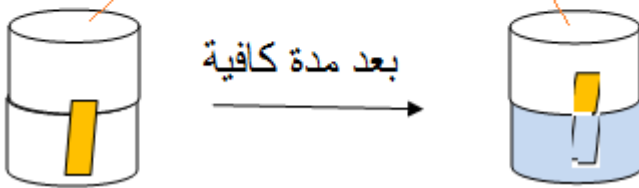
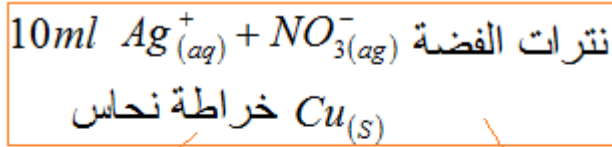
البيشر	A	B	C
$y_i$	1	2	1
$y_f$	2.85	0.9	1.01
$Q_{ri}$	1	40	10
$Q_{rf}$	10	10	10

## تحديد اتجاه تطور جملة كيميائية :



## - التحولات : أكسدة - إرجاع

نضع في بيشر الأنواع الكيميائية

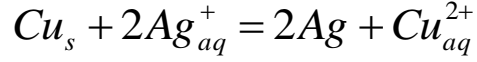


- ماذا تلاحظ وماذا تستنتج ؟

- نلاحظ ظهور لون أزرق دلالة على تكون شوارد  $Cu^{+2}$  ذات اللون الأزرق

- نلاحظ ظهور راسب فضي يغطي صفيحة النحاس يعود لمعدن الفضة

- أكتب المعادلة المنمذجة للتحويل الكيميائي



- ثابت التوازن للتفاعل  $K = Q_{rf} = 3,8 \times 10^{15}$  أحسب كسر التفاعل

الابتدائي ثم حدد اتجاه تطور الجملة الكيميائية

$$Q_{ri} = \frac{[Cu_{aq}^{2+}][Ag_s]^2}{[Cu_s][Ag_{aq}^+]^2} = \frac{[Cu_{aq}^{2+}]}{[Ag_{aq}^+]^2} = \frac{0}{[Ag_{aq}^+]^2} = 0$$

الجملة تتطور في الاتجاه المباشر

### تطبيق

نحقق خليط متساوي المولات يحتوي على  $2.10^{-2} mol$  من كل من المحاليل التالية  
حمض الايتانويك - حمض الميثانويك - إيتانويك الصوديوم - ميثانوات الصوديوم

من أجل الحصول على محلول حجمه  $V = 100ml$

1 - أكتب المعادلتين النصفيتين البروتونيتين الموافقتين للثنائيتين

حمض / أساس اللتين يشاركون فيهما  $HCOOH$  و  $CH_3COOH$

2 - أكتب معادلة التفاعل بين حمض الميثانويك وشوارد الإيتانوات

3 - أحسب ثابت التوازن الموافق لمعادلة هذا التفاعل

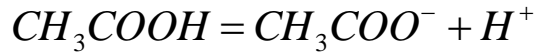
4 - أحسب كسر التفاعل  $Q_{ri}$  في الحالة الابتدائية

5- هل الجملة تتطور في اتجاه تشكل حمض الايتانويك أم في اتجاه تفككه ؟

يعطى :  $PKa_1 = (HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}) = 3,8$

$PKa_2 = (CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)}) = 4,7$

الحل 1 - المعادلتين النصفيتين البروتونيتين



2 - معادلة التفاعل بين حمض الميثانويك وشوارد الإيتانوات



3 - ثابت التوازن

$$Ka_2 = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \quad Ka_1 = \frac{[HCOO^-][H^+]}{[HCOOH]}$$

$$K = Q_{rf} = \frac{[CH_3COOH]_f [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f [CH_3COO^-]_f} \quad K = Q_{rf} = \frac{Ka_1}{Ka_2} = \frac{10^{-PKa1}}{10^{-PKa2}}$$

$$\frac{Ka_1}{Ka_2} = \frac{[HCOO^-][H^+]}{[HCOOH]} \cdot \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-][H^+]} = \frac{[CH_3COOH]_f [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f [CH_3COO^-]_f}$$

$$K = Q_{rf} = \frac{10^{-PKa1}}{10^{-PKa2}} = \frac{10^{-3,8}}{10^{-4,7}} = 10^{-0,9} = 7,9$$

4 - أحسب كسر التفاعل  $Q_{ri}$

$$Q_{ri} = \frac{[CH_3COOH]_i [HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i [CH_3COO^-]_i} = \frac{(2 \cdot 10^{-2} / 0,1)^2}{(2 \cdot 10^{-2} / 0,1)^2} = 1$$

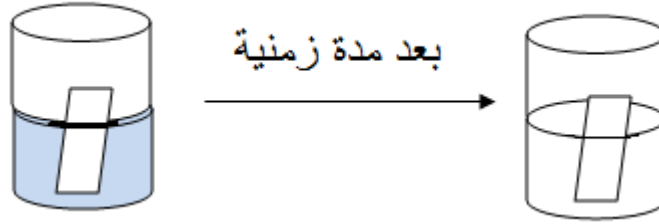
الجملة تتطور في اتجاه تشكل حمض الايتانويك

## الأعمدة

### 1- التحول الكيميائي التلقائي بتحويل إلكتروني مباشر

نضع في بيشر يحتوي كبريتات النحاس الثنائية  $Cu_{aq}^{2+} + SO_{4aq}^{2-}$  صفيحة من

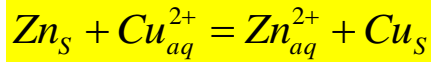
الزنك Zn



- نلاحظ زوال اللون الأزرق دلالة على اختفاء شوارد النحاس

- يترسب النحاس على صفيحة الزنك

المعادلة المنمذجة للتحول الكيميائي



- سؤال : ثابت التوازن الموافق للتفاعل  $K = 10^{37}$

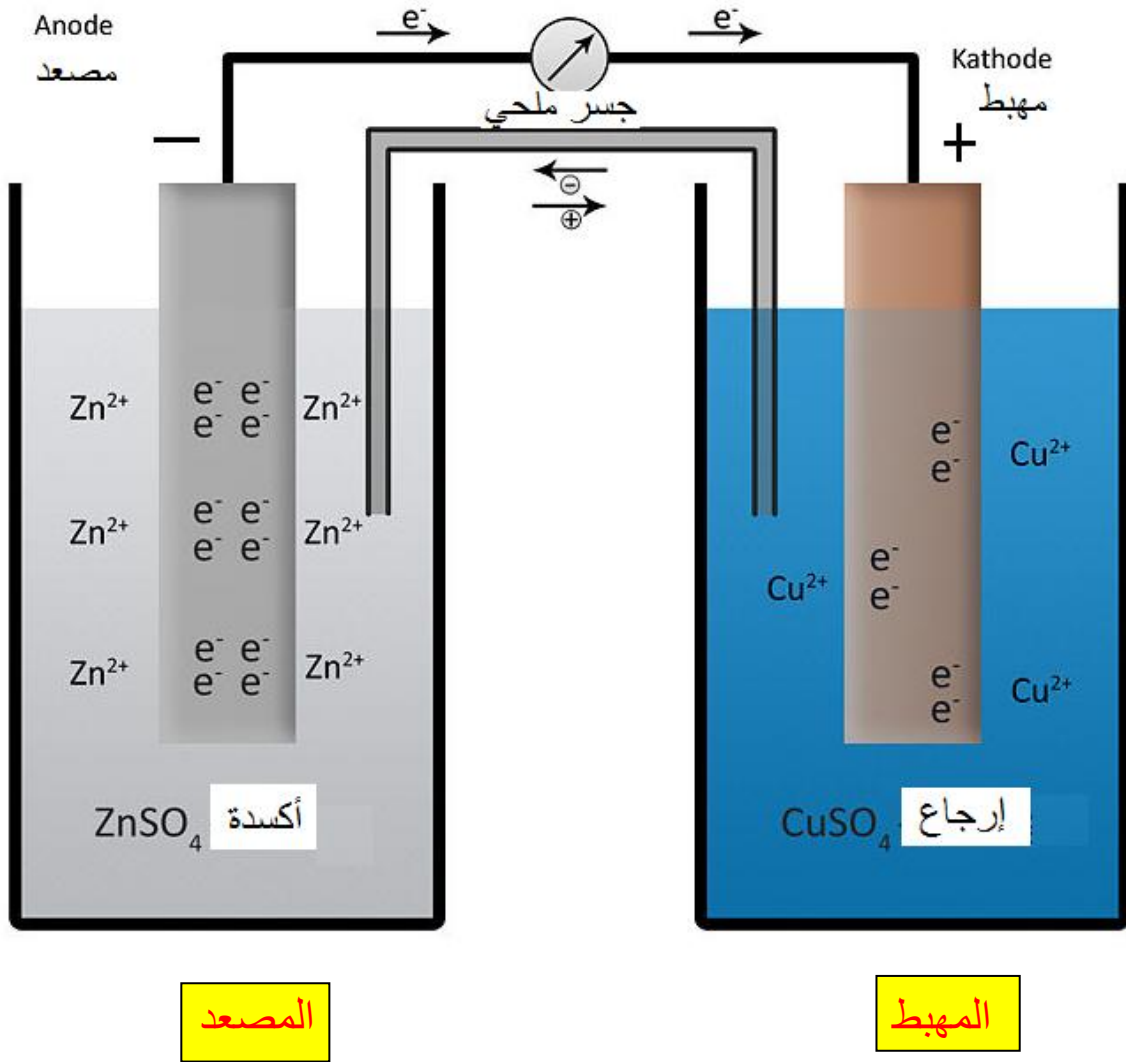
أحسب كسر التفاعل الابتدائي

$$Q_{ri} = \frac{[Cu_s] \cdot [Zn_{aq}^{2+}]}{[Zn_s] \cdot [Cu_{aq}^{2+}]} = \frac{0}{[Cu_{aq}^{2+}]} = 0$$

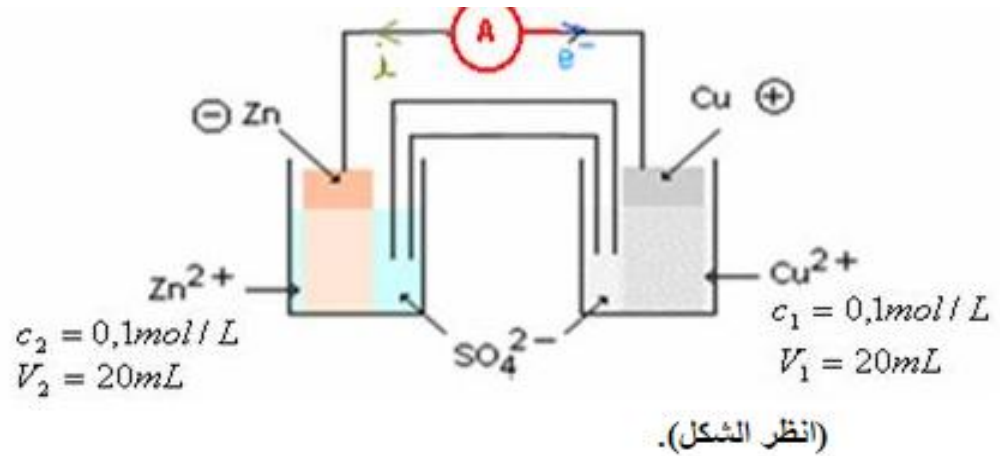
- نتيجة الجملة تتطور في الاتجاه المباشر التفاعل لا يحتاج طاقة

فهو تلقائي بما أن  $K = 10^{37} \gg 10^4$  التحول تام

التحول التلقائي بتحويل إلكتروني غير مباشر في العمود

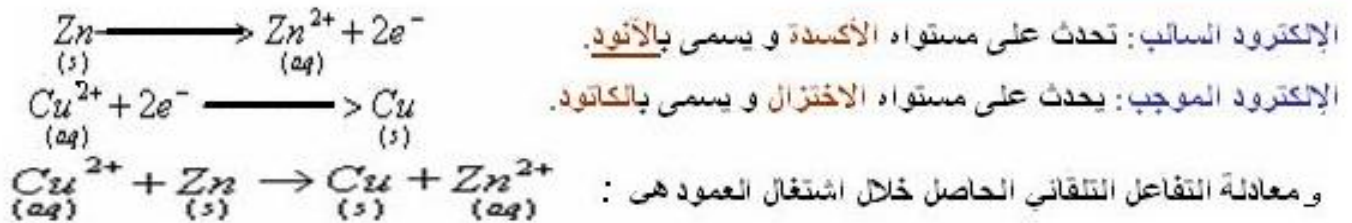






يمر التيار الكهربائي عبر الدارة الخارجية من صفيحة النحاس نحو صفيحة الزنك  
و الإلكترونات لها عكس منحى التيار الكهربائي ، أي تمر من صفيحة الزنك نحو صفيحة النحاس

### التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود:



لنبين أن هذا التفاعل تلقائي: ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل:  $K = 1,9 \times 10^{37}$

لدينا في العمود  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,1 \text{ mol/l}$  و  $[\text{Zn}^{2+}] = 0,1 \text{ mol/l}$  لنحدد القيمة العددية خارج التفاعل السابق بالنسبة للعمود :

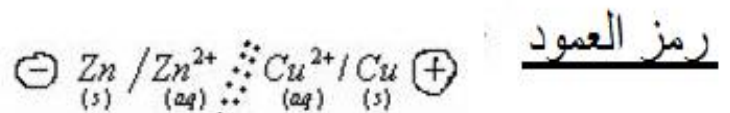
$$Q_r = \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]} = \frac{0,1}{0,1} = 1$$

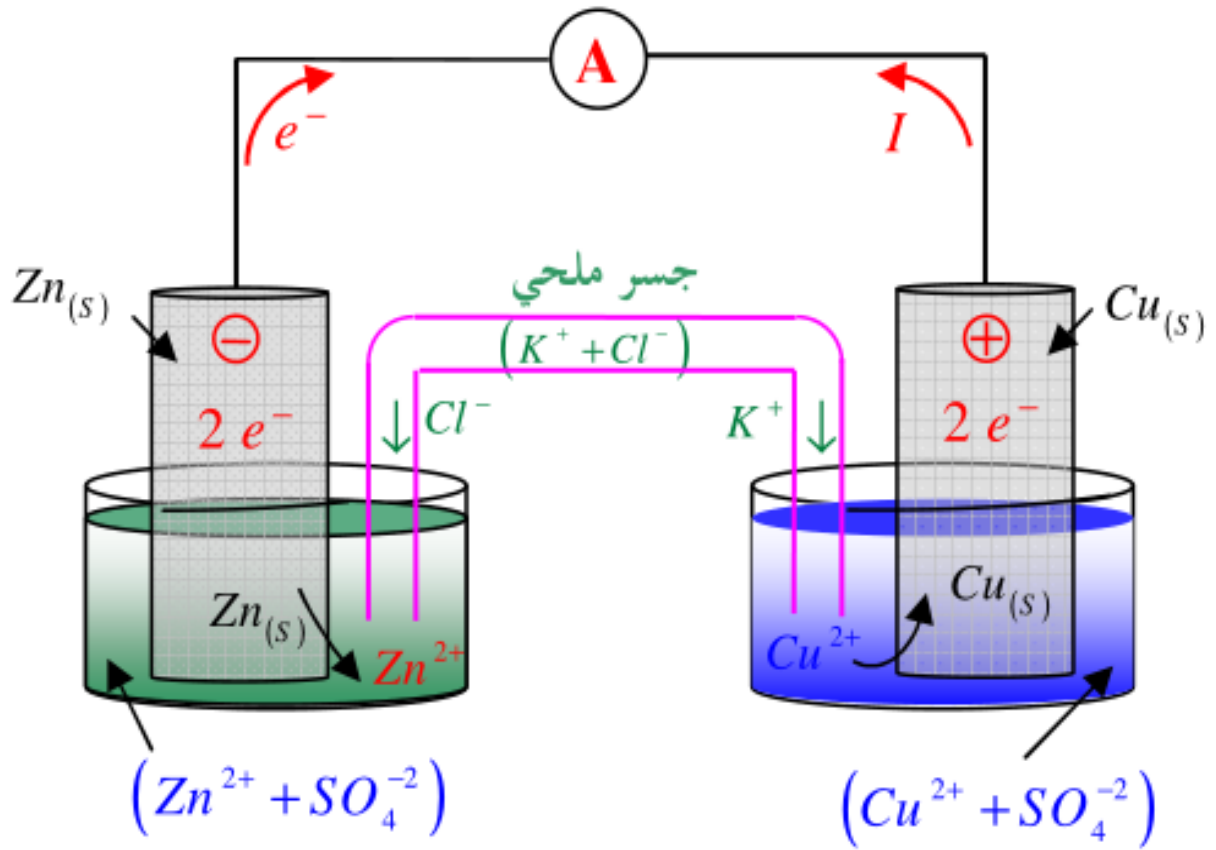
$Q_r < K \iff$  يتطور التفاعل في منحى زيادة قيمة  $Q_r$  أي في المنحى المباشر وهو ما يوافق التحول

التلقائي الذي يمكن أن يحدث بين الوجودين:  $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$  و  $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$

### - دور القنطرة الأيونية:

ينجلي دور القنطرة الأيونية في الربط بين المحلولين دون أن يختلطا ، مع السماح بحجرة الأيونات لضمان توازن الكهربائي للمحلولين  
بحدث أثناء اشتغال العمود يتزايد تركيز الأيونات  $\text{Zn}^{2+}$  في محلول كبريتات الزنك و يتناقص تركيز الأيونات  $\text{Cu}^{2+}$  في محلول





### **E القوة المحركة الكهربائية للعمود**

تمثل التوتر بين نصفي الخلية الكهروكيميائية عندما لا يجري أي تيار بين القطبين تتأثر بدرجة الحرارة التراكيز

القوة المحركة E	العمود
3,17	$(-)Mg / Mg^{2+}    Ag^+ / Ag (+)$
0,48	$(-)Sn / Sn^{2+}    Cu^{2+} / Cu (+)$
1,1	$(-)Zn / Zn^{2+}    Cu^{2+} / Cu (+)$

## كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود عند إشتغاله

$$q = I.\Delta t$$

$\Delta t$  الفترة الزمنية للتشغيل ولدينا حاملات الشحنة هي الإلكترونات  $q = N.e^-$

$N$  عدد الإلكترونات الذي يعبر مقطع السلك الذي يربط القطب بالدارة الخارجية

كمية مادة الإلكترونات في  $N$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1mol \rightarrow N_A(e^-) \\ n \rightarrow N(e^-) \end{array} \right\} \Rightarrow n = \frac{N(e^-)}{N_A}$$

$$q = n(e^-).N_A.e^-$$

الفاراداي : هي كمية الكهرباء التي ينتجها 1 مول من الإلكترونات

$$1F = N_A.e^- = 96500.C.mol^{-1}$$

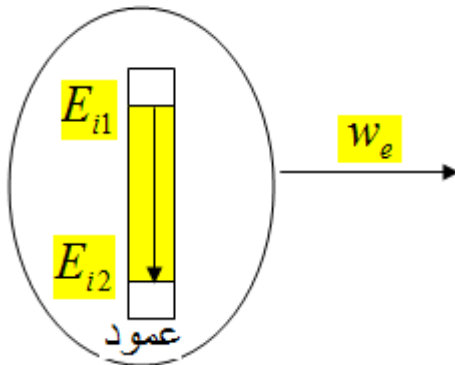
$$q = n(e^-).F$$

$$n(e^-) = Z.X$$

$Z$  : عدد الإلكترونات المتبادلة بين المؤكسد والمرجع لما يحدث التفاعل مرة واحدة

$X$  : التقدم

الحصيلة الطاقوية



$$E_{i1} - w_e = E_{i2}$$



## جدول التقدم

معادلة التفاعل		$2 Ag^+ + Cu$ (aq) (s)		$2 Ag + Cu^{2+}$ (s) (aq)	
التقدم	الحالة	كميات المادة			
0	البدئية	$n_0(Ag^+)$	$n_0(Cu)$	$n_0(Ag)$	$n_0(Cu^{2+})$
x	أثناء التطور	$n_0(Ag^+) - 2x$	$n_0(Cu) - x$	$n_0(Ag) + 2x$	$n_0(Cu^{2+}) + x$

كمية الكهرباء المارة عبر مقطع ناقل الدارة الخارجية أثناء الاشتغال

$$q = I \cdot \Delta t = 86 \times 10^{-3} \times 1,5 \times 60 = 7,74C \quad ||| \quad (C = A.S)$$

من خلال الأكسدة الأنودية:  $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$  ينضح أن كمية مادة  $Cu^{2+}$  تزايد  $\Delta Cu^{2+} = x > 0$   
 من خلال الاختزال الكاثودي:  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$  ينضح أن كمية مادة  $Ag^+$  تتناقص  $\Delta Ag^+ = -2x < 0$

$$q = N \cdot e^- \Rightarrow N = \frac{q}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{7,74}{1,6 \times 10^{-19}}$$

$$n = \frac{N(e^-)}{N_A} = \frac{7,74}{1,6 \times 10^{-19}} \cdot \frac{1}{6,023 \times 10^{23}} = \frac{7,74}{96500} = Z \cdot X$$

$$n(e^-) = Z \cdot X \Rightarrow X = \frac{7,74}{2 \times 96500} = 4 \times 10^{-5} mol$$

وبالتالي حسب جدول التقدم :

$$\Delta n(Cu^{2+}) = x = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} = \frac{7,47}{2 \times 96500} = 4 \times 10^{-5} mol$$

$$\Delta n(Ag^+) = -2x = -8 \times 10^{-5} mol$$

## التحولات القسرية:

### 1-2- إجبار جملة كيميائية على التطور :

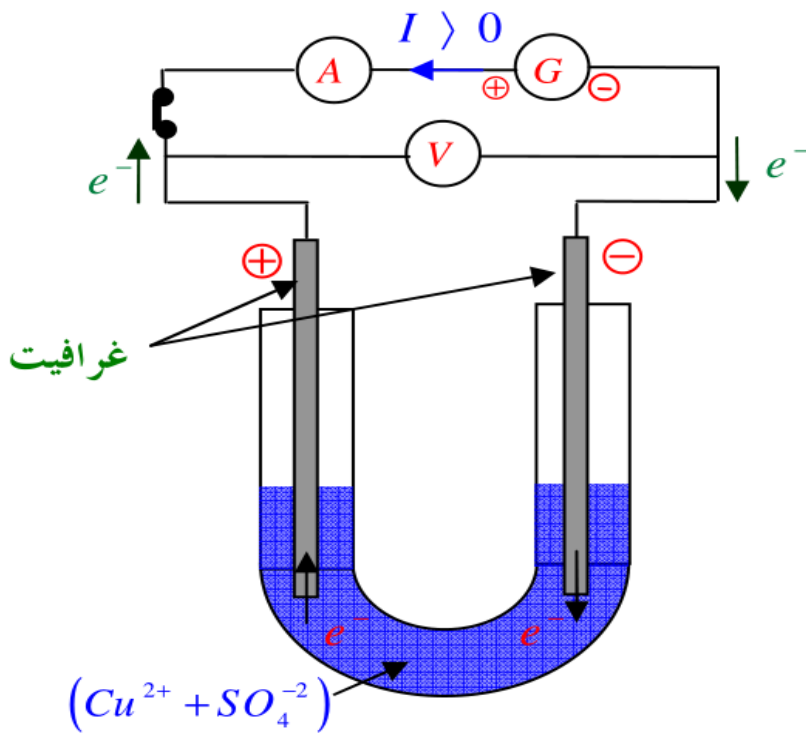
\*\* في وعاء التحليل لمحلول كبريتات النحاس ( $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{-2}_{(aq)}$ ) لايشير جهاز

الأمبير-متر الموصل بين مسريه إلى مرور تيار كهربائي

\*\* عندما يوصل مولد كهربائي على التسلسل مع جهاز الأمبير-متر نلاحظ مرور

تيار كهربائي دلالة على حدوث تحول كيميائي تظهر نتائجه في ترسيب

النحاس  $Cu_{(s)}$  عند المهبط و انطلاق غاز  $O_2$  عند المصعد .





\*\* بماذا تفسر هذا الذي حدث ؟

\*\* هل هذا التحول حدث تلقائيا ؟ - إذا كانت الإجابة لا فما سبب حدوثه ؟ .

- عدم مرور التيار دلالة على عدم حدوث تحول كيميائي

- التيار الكهربائي هو سبب حدوث التحول الكيميائي فالتحول قسري

وليس تلقائي لأنه لا يحدث بدون طاقة

## 2-2- التحليل الكهربائي لمتحلل كهربائي :

- نصع في وعاء تحليل محلولاً حمضاً لكبريتيك (  $Sn_{(aq)}^{2+} + 2Cl_{(aq)}^-$  )

- نصل مسريي الجرافيت بمولد للتيار المستمر .

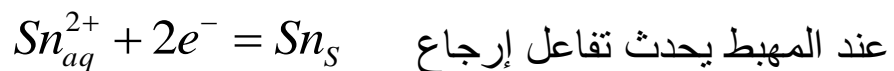
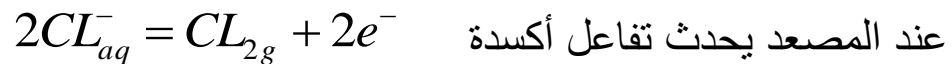
\* بعد مدة نلاحظ تشكل شعيرات من القصدير  $Sn_{(s)}$  عند المهبط و انطلاق غاز ثنائي

الكبريت  $Cl_{2(g)}$  عند المصعد .

\*\* فسر الذي حدث .

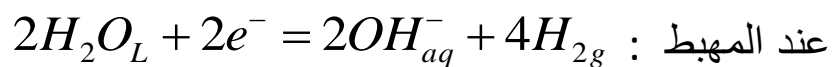
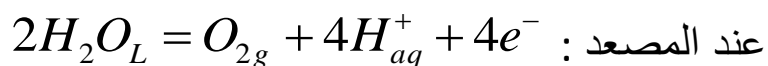
\*\* أكتب معادلات الأكسدة و الإرجاع .

### تفسير ما حدث حدث تحول قسري



ملاحظة : التحليل الكهربائي للماء تتدخل فيه الثنائيتين  $H^+ / H_2O$

و  $H_2O / HO^-$



## حالة المصعد المنحل

- يحدث في هذه الحالة تحويل للمعدن من المصعد إلى المهبط

مثال : التحليل الكهربائي لمخول كبريتات النحاس (  $Cu_{(aq)}^{2+} + SO_{4(aq)}^{-2}$  ) باستعمال مصعد من النحاس .

- أكتب معادلات تفاعل الأكسدة و الإرجاع الحادث .
- أحسب كمية الكهرباء بدلالة  $F$  ,  $x$  ,  $z$  .
- أكتب الحصيلة الطاقوية .

## تفسير ما حدث حدث تحول قسري

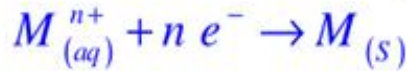
عند المصعد يحدث تفاعل أكسدة  $Cu_S = Cu_{aq}^{2+} + 2e^-$

عند المهبط يحدث تفاعل إرجاع  $Cu_{aq}^{2+} + 2e^- = Cu_S$

## تطبيق لأنواع التحليل الكهربائي:

\*\* تظهر أهمية التحليل الكهربائي في الصناعة بواسطة :

\*\* الإرجاع المهبطي : تتركز عدة عمليات صناعية على إرجاع الشوارد المهبطية عند المهبط :



- إعطاء أمثلة :  $Zn_{(aq)}^{2+} + 2 e^- \rightarrow Zn_{(s)}$

- ترسب طبقة معدنية على سطح جسم : طبقة فضية ، طبقة ذهبية ، طبقة كرومية ، طبقة نحاسية ..... إلخ .

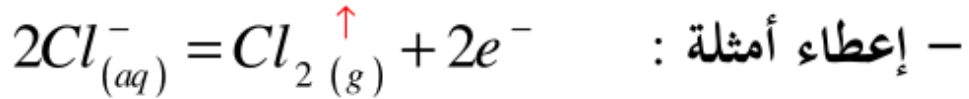
- تنقية بعض المعادن من الشوارد .





- تنقية بعض المعادن باستعمال مصعد منحل .

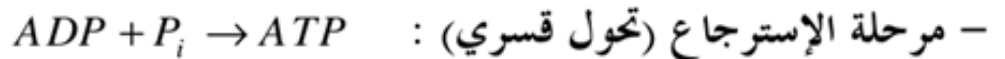
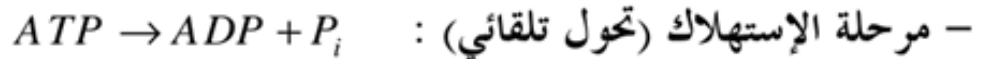
- تجميع غاز منطلق كإنتاج غاز ثنائي الكلور



**أمثلة عن بعض التحولات الكيميائية التلقائية و القسرية :**

**\*\* المدخرة :** عند شحن المدخرة بواسطة طاقة خارجية ، يحدث للجملة تحول قسري ثم عند التفريغ يحدث تحول تلقائي ، بحيث التحولان الحادثان متعاكسان أي التحول الحادث عند الشحن هو عكس التحول الحادث عند التفريغ .

**\*\* الخلية الحية :** تخزن الطاقة في الخلية على شكل طاقة كيميائية ، يلعب الـ  $ATP$  (أدينوزين ثلاثي الفوسفات) دور مخزن لهذه الطاقة ، بحيث تستهلكه الخلية ثم تسترجعه بعد ذلك من أجل استمرارية حياتها .

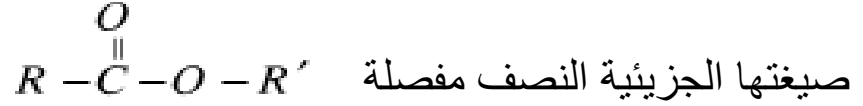


## مراقبة تحول كيميائي

- تحولات الأسترة وإماهة الإستر

- الإسترات العضوية

هي مركبات عضوية يمكن الحصول عليها من الكحولات والأحماض الكربوكسيلية



- التسمية يشتق الاسم من الحمض العضوي والكحول الموافقين ويحوي على جزأين

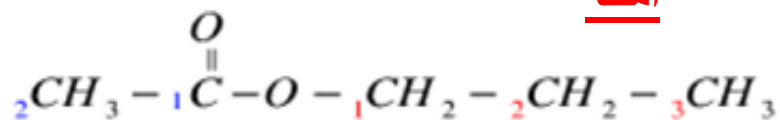
- جزء  $R - C$  الذي يحوي الكربون الوظيفي يشتق اسمه من اسم الحمض الموافق باستبدال النهاية «ويك» بـ «وات»

- جزء  $R'$  يرتبط بذرة الأوكسجين تستبدل الأحقة «أن» بـ «يل» من اسم الألكان الموافق

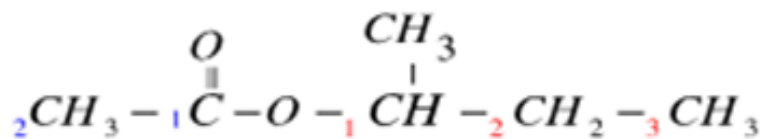
ملاحظة

ترقم السلسلة  $R - C$  ابتداء من الكربون الوظيفي والسلسلة  $R'$  من الكربون المرتبط بذرة الأوكسجين

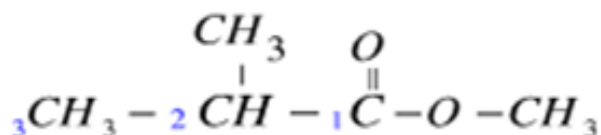
## أمثلة



إيثانوات البروبيل



إيثانوات 1-مethyl بروبييل



2-مethyl بربانوات المثيل

## خصائص تحول الأسترة

مقدمة ندعو كل تحول يحدث بين حمض كربو كسلي وكحول  
بتحول أسترة

### ملاحظة

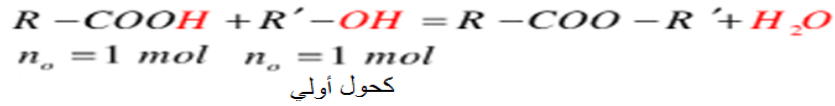
- إذا كان الحمض عضوي تكون الأسترة عضوية

- إذا كان الحمض معدني تكون الأسترة معدنية

نكتب التفاعل على النحو:



### خصائص تحول الأسترة



جدول التقدم :

معادلة التفاعل	$R-COOH + R'-OH = R-COO-R' + H_2O$			
ح. إبتدائية	$n_o = 1 \text{ mol}$	$n_o = 1 \text{ mol}$	0	0
ح. نهائية	$n_o - x_f$	$n_o - x_f$	$x_f$	$x_f$

**نسبة تقدم التفاعل :** وجدنا في نهاية التفاعل أن :  $x_f = x \text{ (أستر)} = 0,67 \text{ mol}$

- أحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau_f = \frac{x_f}{x_o}$  . ماذا تنتج ؟

- أكتب عبارة ثابت التوازن للتفاعل  $K$  .

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_o} = \frac{0,67}{1} = 0,67 \quad \tau_f = 67\% \quad \text{الجواب}$$

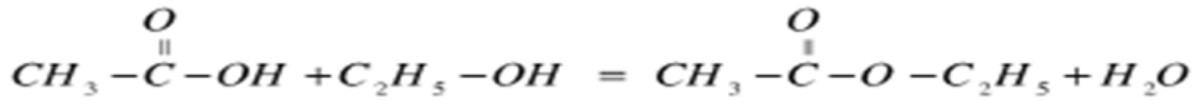
$$K = \frac{[H_2O][ester]}{[alcol][acide]} = \frac{(0,67)^2 / V^2}{(1 - 0,67)^2 / V^2} = 4,12 < 10^4 \Rightarrow \text{التحول غير تام}$$

### سرعة تحول الأسترة:

نستطيع متابعة جملة كيميائية (حمض - كحول) خلال فترات زمنية مختلفة

**نتيجة :** تحول الأسترة تحول بطيء

**العامل الحراري للأسترة :** نأخذ المثال التالي :



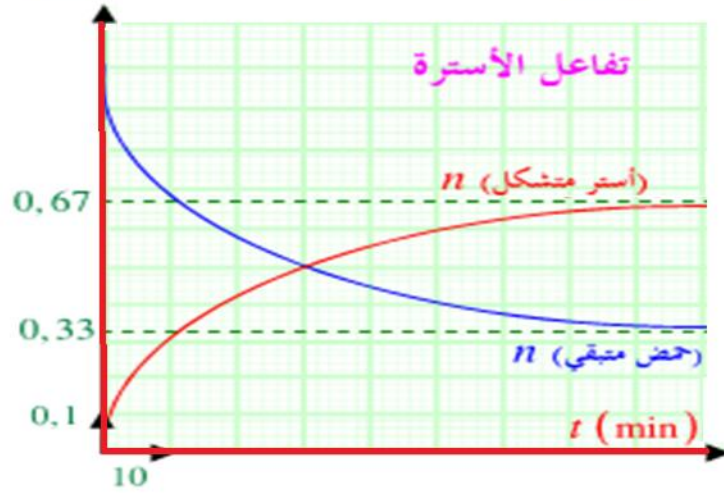
– المركبة الحرارية للطاقة الداخلية للجلمة الكيميائية الابتدائية :

$$E_{Chim1} = 8D_{C-H} + 1D_{C=O} + 2D_{C-O} + 2D_{O-H} + 2D_{C-C}$$

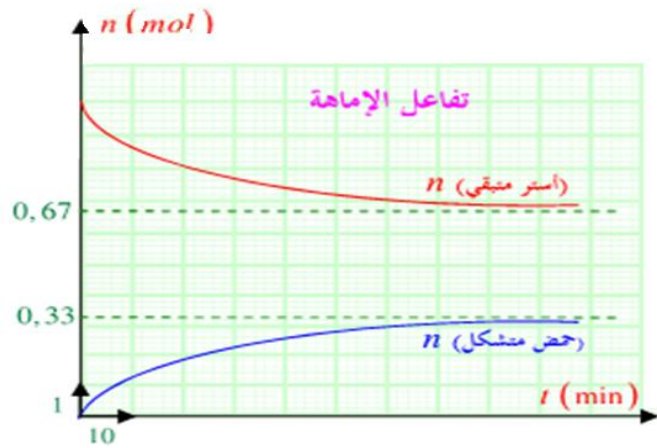
– المركبة الحرارية للطاقة الداخلية للجلمة الكيميائية نهائية :

$$E_{Chim2} = 8D_{C-H} + 1D_{C=O} + 2D_{C-O} + 2D_{O-H} + 2D_{C-C}$$

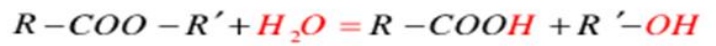
نلاحظ أن :  $E_{Chim1} = E_{Chim2}$  . ومنه طاقة التفاعل  $E_{réaction} = E_{Chim2} - E_{Chim1} = 0$



نتيجة : تحول الأسترة تحول لا حراري



– تحولات الإماهة : و هو التفاعل العكسي للأسترة معادلته



$$. K' = \frac{1}{K}$$

– التوازن الكيميائي أسترة – إماهة الأستر :

نأخذ مثلا 1 mol من الأستر و 1 mol من الماء أو عكس

(تفاعل الأسترة) فنحصل على المنحنى التالي :

نتيجة : تحول الأسترة تحول عكوس

مردود التفاعل :

$$r (\text{Estérification}) = \tau_f \times 100 \iff \tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{x_f (\text{ester})}{x_o (\text{acide})} : \text{تفاعل الأسترة}$$

$$r (\text{Réhydratation}) = \tau_f \times 100 \iff \tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{x_f (\text{acide})}{x_o (\text{ester})} : \text{تفاعل الإماهة}$$

$$r (\text{Estérification}) + r (\text{Réhydratation}) = 100 \% : \text{بحيث}$$

- مراقبة تحول كيميائي :  
- مراقبة السرعة :

سرعة التفاعل تتأثر بعدة عوامل حركية أذكرها .

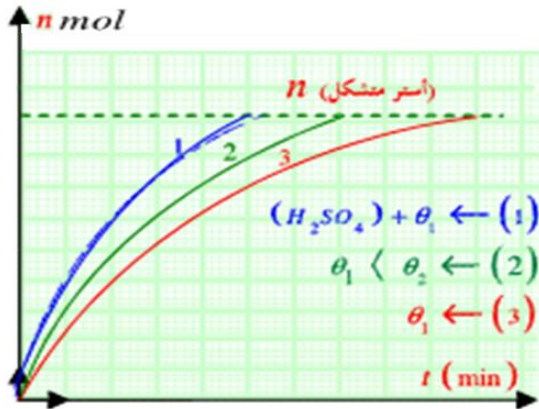
- درجة الحرارة : تزداد سرعة تفاعل الأسترة أو الإمامة بزيادة درجة الحرارة
- الوسيط : يسرع تفاعل الأسترة والإماهة

- مراقبة المردود :

- باستعمال مزيج ابتدائي غير متكافئ :

نحقق التجربتين التاليتين :

- \*\* وعاء (1) :  $\{(C_2H_5OH) 1 mol + (CH_3COOH) 1 mol\}$
- \*\* وعاء (2) :  $\{(C_2H_5OH) 2 mol + (CH_3COOH) 1 mol\}$
- \* نضيف بضعة قطرات من حمض الكبريت المركز ( $80^\circ C$ ) فنجد :



عند استعمال مزيج غير متكافئ في كمية المادة ما تأثير ذلك على مردود تحول الأسترة أو تحول إماهة أسترة.

يزداد مردود الأسترة أو إماهة الإستر باستعمال مزيج غير متكافئ في كمية المادة

- إختيار صنف الكحول :

نحضر ثلاث محاليل لتفاعل الأسترة فنجد مردود التفاعل :

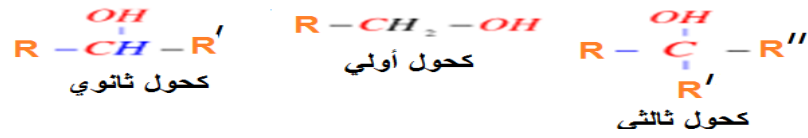
- $r_1 = 67 \% \leftarrow \{(C_3H_7-CH_2-OH) 1 mol + (CH_3COOH) 1 mol\} : S_1 -$
- $r_2 = 60 \% \leftarrow \left\{ \left( \begin{array}{c} OH \\ | \\ C_2H_5-CH-CH_3 \end{array} \right) 1 mol + (CH_3COOH) 1 mol \right\} : S_2 -$
- $r_3 = 5 \% \leftarrow \left\{ \left( \begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3-C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array} \right) 1 mol + (CH_3COOH) 1 mol \right\} : S_3 -$

ما هو تأثير صنف الكحول المستعمل على مردود تحول الأسترة ؟ .

يزداد المردود لما ننتقل من الكحول الأولي إلى الثالثي

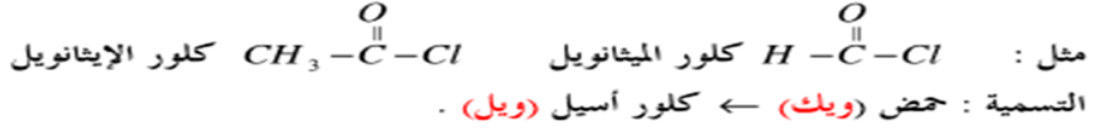


## - الصيغ العامة لأصناف الكحولات

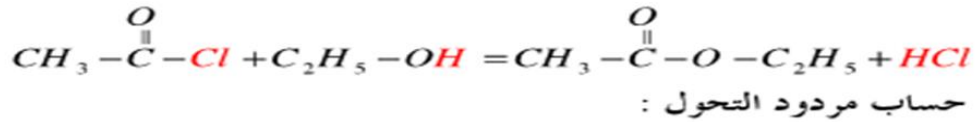


### إستعمال كحول الأسيل بدل الحمض الكربوكسيلي :

كلور الأسيل نوع كيميائي عضوي يشتق من حمض كربوكسيلي باستبدال  $OH$  بـ  $Cl$



تجربة : نضع  $4,9 \text{ g}$  من الإيثانول مع  $7,85 \text{ g}$  من كلور الإيثانويل فنحصل على نوع عضوي ذو رائحة الفاكهة (أستر) بوجود شروط معينة كتلته  $8,8 \text{ g}$  .  
معادلة التفاعل :

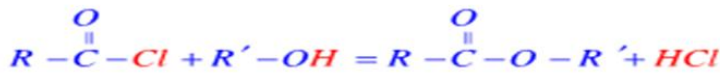


- أحسب (كلور الأسيل)  $n_o$  و (كحول)  $n_o$  .

- أحسب (أستر)  $n$  .

- احسب مردود التفاعل ، ماذا تستنتج ؟

عند استعمال كلور الأسيل بدل الحمض الكربوكسيلي كيف يكون تحول الأسترة ؟

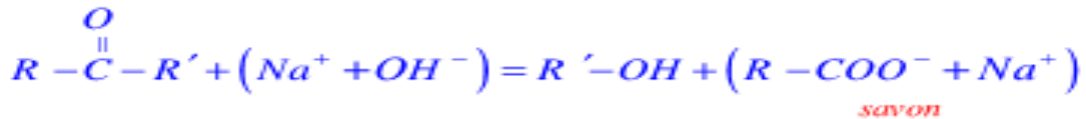


### تحولات الأسترة و إمارة الأستر :

#### صناعة الصابون :

نمزج كمية من زيت الزيتون مع بضع قطرات من  $NaOH$  المركز ثم نضيف إليه بضع ميليمترات من الإيثانول و قليلا من الحجر الهش ، نسخن المزيج لمدة  $15 \text{ min}$  بالتقطير المرتد .

\*\* نسكب الخليط في أرلينة ماير تحتوي على محلول مركز من كلور الصوديوم فنلاحظ ترسب الصابون حسب المعادلة :

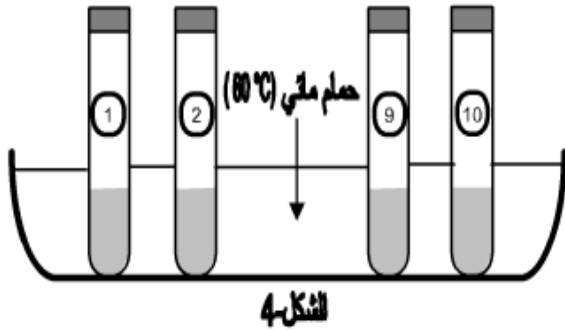


الوقود : الأستر متواجد في زيت الكوزا  $Colza$  ، وقابل للإستعمال كوقود للسيارات لأن خصائصه تماثل خصائص المازوت و أقل تلوثا (لا يحتوي على الكبريت)

## بكالوريا 2014 علوم تجريبية الموضوع الثاني

### التمرين التجريبي: (04 نقاط)

مزجنا عند اللحظة  $t = 0$  ، من الإيثانول  $C_2H_5OH$  و  $n_0 = 0,4 \text{ mol}$  و  $m_0 = 38,4 \text{ g}$  من حمض كربوكسيلي  $C_nH_{2n+1}-COOH$  ويضع قطرات من حمض الكبريت المركز.



قسمنا المزيج بالتساوي على عشرة أنابيب اختبار تسد بإحكام وتوضع في حمام مائي درجة حرارته ثابتة  $\theta = 60^\circ C$  (الشكل-4).

(1) - اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث.

- ما هي خصائص هذا التفاعل؟

(2) قمنا بإجراء تجربة مكنتنا من قياس كمية مادة الأستر المتشكل في كل أنبوب خلال الزمن ورسم

المنحنى  $n_{ester} = f(t)$  (الشكل-5).

- أعط البروتوكول التجريبي الموافق.

(3) أ- علما أن ثابت التوازن لتفاعل الأسترة المدروس

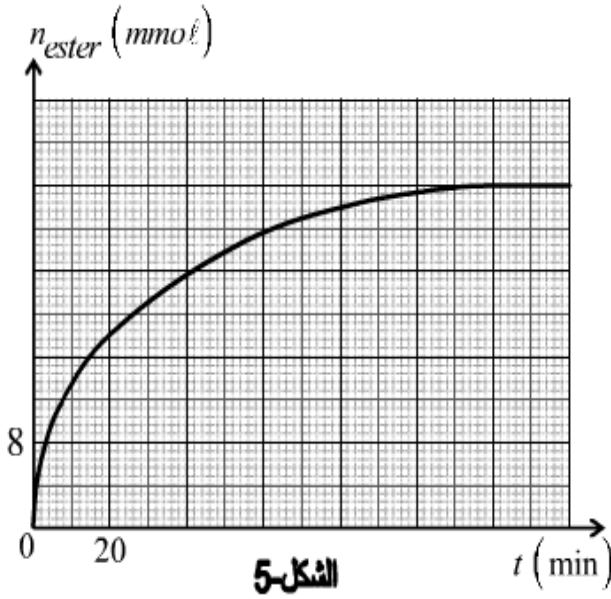
هو  $K = 4$  . حدد كمية مادة الحمض في المزيج

الابتدائي.

ب- جد الصيغة المجملة للحمض الكربوكسيلي

واستنتج الصيغة نصف المفصلة للأستر وأعط

اسمه النظامي.



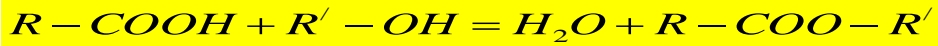
ج- احسب مردود التفاعل وقارنه بمردود التفاعل لمزيج ابتدائي متساوي المولات، كيف تفسر ذلك؟

(4) جد التركيب المولي للمزيج التفاعلي في كل أنبوب عند اللحظة  $t = 120 \text{ min}$ .

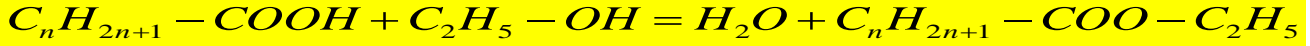
تعطى:  $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M(C) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$



الحل : بصورة عامة نكتب تفاعل الأسترة



في حالتنا نكتب :



خصائص تحول الأسترة

1 - غير تام ( يتطور ليصل الى حالة التوازن ) 2 - لا حراري ( غير ماص وغير ناشر للحرارة )

3 - بطيء

4 - عكوس

البروتوكول التجريبي الموافق

لمعرفة كمية مادة الإستر المتشكلة خلال أزمنة مختلفة يجب أن نتعرف على كمية مادة الحمض المتبقية ويتم هذا بمعيرة الحمض المتبقي في أحد الأنابيب في لحظة معينة بعد إيقاف التحول عن طريق التبريد ونضربه في عدد الأنابيب كمية مادة الإستر المتشكلة = التغير في كمية مادة الحمض = الكمية الابتدائية من الحمض - الكمية المتبقية

تتم عملية المعيرة بواسطة أساس قوي مثلا هيدروكسيد الصوديوم تركيزه معلوم

الزجاجيات والمواد والأدوات

- سحاحة - بيشر - إجابة مص -  $PH$  متر - خلاط مغناطيسي - حوامل

- هيدروكسيد الصوديوم تركيزه معلوم - أنابيب إختيار - المزيج المتفاعل - حمام مائي

كيفية حساب كمية الحمض المتبقية

كمية الحمض المتبقية = كمية الأساس اللازمة للحصول على حالة التكافؤ

$$n_{acid} = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow n_{ester} = n_{0acid} - n_{acid} = n_{0acid} - C \cdot V_{BE}$$

$$(n_{ester})_T = (n_{0acid} - C \cdot V_{BE}) \cdot 10$$

تحديد كمية مادة الحمض في المزيج الابتدائي لكل أنبوب

$$4 = \frac{(32 \times 10^{-3})^2}{0,008 \times n_{acid}} \Rightarrow n_{acid} = \frac{(32 \times 10^{-3})^2}{0,008 \times 4} = 0,032 mol$$

$$n_{acid} = 0,032 mol$$

$$(n_{acid})_i = 0.032 + 0.032 = 0.064mol \quad \underline{\text{كمية الحمض الابتدائية}}$$

الصيغة المجملة للحمض الكربوكسيلي

$$M_{acid} = 45 + 12n + 2n + 1 = 46 + 14n \Rightarrow \frac{38,4}{46 + 14n} = 0.64$$

$$\frac{38,4}{46 + 14n} = 0.64 \Rightarrow 46 + 14n = \frac{38,4}{0.64} \Rightarrow n = 1$$



$$r = \tau_f \cdot 100 = \frac{x_{eq}}{n_{alcol}} \cdot 100 = \frac{0,032}{0.04} \cdot 100 = 80\% \quad \underline{\text{المردود}}$$

- في حالة مزيج متساوي المولات المردود يكون في حدود 67%

أي أصغر من المردود في حالة مزيج غير متساوي المولات .

جدول التقدم

معادلة التفاعل	$C_n H_{2n+1} - COOH + C_2H_5 - OH = H_2O + C_n H_{2n+1} - COO - C_2H_5$			
الحالة الابتدائية	$\frac{m_0}{M} / 10$	0,04mol	0	0
الحالة النهائية	$\frac{m_0}{M} / 10 - x_{eq}$	0,04 - $x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$

$$n_{alcol} = 0,008mol$$

$$n_{acid} = 0.032mol$$

$$n_{ester} = 0,032mol = n_{eau}$$