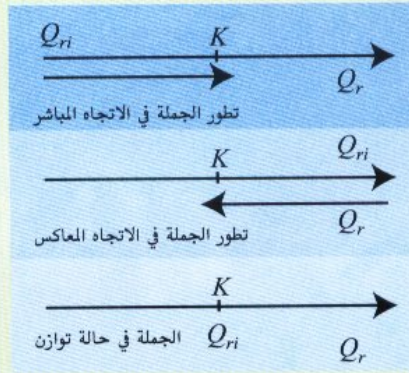


## التطور التلقائي لجملة كيميائية

إذا كان:



$Q_r < k$  تتطور الجملة في الإتجاه المباشر للتفاعل.

$Q_r > k$  تتطور الجملة في الإتجاه المعاكس للتفاعل.

$Q_r = k$  لا تتطور الجملة، حالتها في توازن كيميائي.

## التحول التلقائي

تحول يحدث عفويا ويمكن أن يكون بتحويل الكتروني مباشر أو غير مباشر.

يتشكل العمود من نصفين، ومن وصلة

كهروكيميائية ويتميز بقوة محرقة كهربائية  $E$  عند اشتغال العمود يتولد تيار كهربائي في الدائرة الخارجية بسبب تحويل الكتروني غير مباشر بين المرجع والمؤكسد.

كمية الكهرباء التي ينتجها العمود خلال مدة

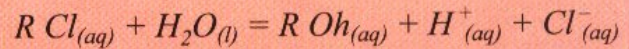
$$Q = I \Delta t = z \cdot x \cdot F$$

عندما تصل الجملة الكيميائية إلى حالة التوازن

عن الإشتغال  $I=0$ .

## متابعة تحول كيميائي عن طريق قياس الناقلية

الماء والإيثانول +2 كلور 2 مثيل بروبان: حسب المعادلة:



الحالة	$n_0$	بزيادة	0	0	0
الحالة الابتدائية	$n_0$	بزيادة	0	0	0
الحالة الانتقالية	$n_0 - x(t)$	بزيادة	$x(t)$	$x(t)$	$x(t)$
الحالة النهائية	0	بزيادة	$x_f$	$x_f$	$x_f$

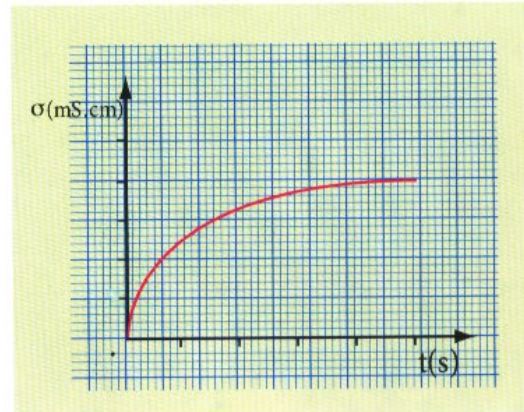
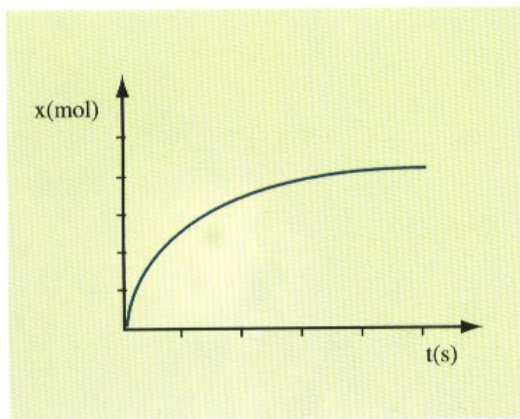
$$\begin{aligned} \blacksquare x_f = n_0 &\Rightarrow [H^+](t) \\ &= [Cl^-](t) = \frac{x(t)}{V} \end{aligned}$$

$$\blacksquare \sigma(t) = (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-}) \frac{x(t)}{V}$$

$$\blacksquare \sigma_f = (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-}) \frac{n_0}{V}$$

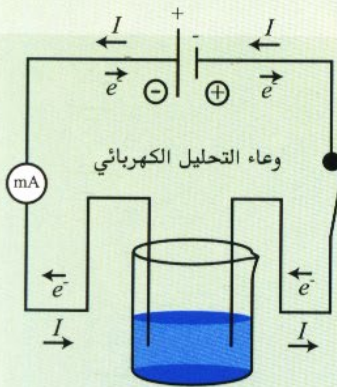
إن قياس الناقلية النوعية لوسط تفاعلي يسمح بالمتابعة المستمرة لتقدم التفاعل خلال تطور جملة كيميائية

$$\frac{\sigma(t)}{\sigma_f} = \frac{x(t)}{n_0} \Rightarrow x(t) = \frac{n_0}{\sigma_f} \sigma(t)$$

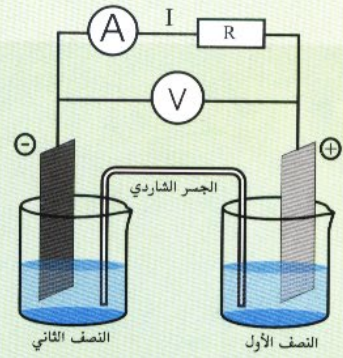




## ■ التحول القسري



التحول القسري تحول مفروض بواسطة طاقة خارجية.  
التحليل الكهربائي لتحلل شاردني (محلول أو مصهور) تحول قسري.  
عند المصعد (القطب +) تحدث أكسدة وعند المهبط (القطب -) يحدث إرجاع.  
خلال عملية التحليل الكهربائي يترسب معدن أو ينطلق غاز.



$\Delta$  ومن أجل تقدم  $x(mol)$  هي

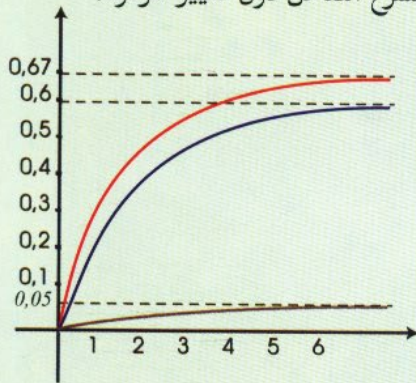
يمكن استغلال عملية التحليل الكهربائي صناعيا من أجل إنتاج معدن، تنقية معدن، تغطية جسم بواسطة معدن أو إنتاج غاز....

$Q_{rf} = k$  فإن العمود يتوقف

## مراقبة تحول كيميائي

### ■ مراقبة سرعة تفاعل الأسترة (أو إماهة الإستر).

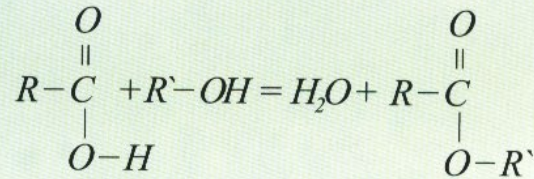
- ارتفاع درجة الحرارة يسرع التفاعل دون تغيير المردود.
- الشوارد تسرع التفاعل دون تغيير المردود.



### مراقبة مردود التحول

- استعمال مزيج ابتدائي غير متكافئ في كمية المادة يحسن مردود التفاعل.
- حذف الإستر (أو الماء) المتشكل خلال تحول الأسترة، يجعل التحول تاما.
- استعمال كلور الأسيل  $RCOCl$  بدل الحمض الكربوكسيلي، يجعل التحول تاما.
- لحذف الأستر المتشكل، نضيف إلى الوسط التفاعلي محللول لأساس قوي، فيحدث تفاعل يسمى تفاعل التصين (إذا كان الإستر نوعا دهنيا، نحصل على صابون)

تفاعل الأسترة وتفاعل إماهة الإستر يحدثان في نفس الوقت في تحول الأسترة أو في تحول إماهة الأستر، يمكن نمذجة تحول الأسترة بالتفاعل ذي معادلة:



تحول الأسترة (أو تحول إماهة الأستر) بطيء؛ غير تام، لا حراري بحيث عند الحالة النهائية، تكون حالة الجملة في توازن كيميائي.

من أجل مزيج ابتدائي متكافئ في كمية المادة إن مردود الأسترة لا يتعلق بالحمض المستعمل ولكن يتعلق بصنف الكحول:

- إذا كان الكحول أوليا  $r = 67\%$  (أسترة)

أي  $r = 33\%$  (إماهة)

- إذا كان الكحول ثانويا  $r = 60\%$  (أسترة)

أي  $r = 40\%$  (إماهة)

- إذا كان الكحول ثلاثيا  $r = 5\%$  (أسترة)

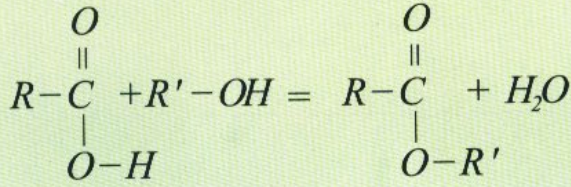
أي  $r = 95\%$  (إماهة)



## تحويلات الأستره وإماهة الأستره

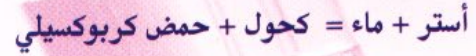


الصيغة الجزيئية نصف المفصلة للأستر هي :

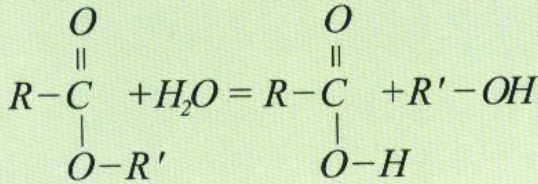


### تفاعل الأستره

تفاعل الأستره هو تفاعل حمض كربوكسيلي ضعيف مع كحول فينتج أستر وماء حسب معادلة التفاعل التالية :



الصيغة الجزيئية المجمله للأستر هي :  $C_n H_{2n} O_2$  مع  $n \geq 2$

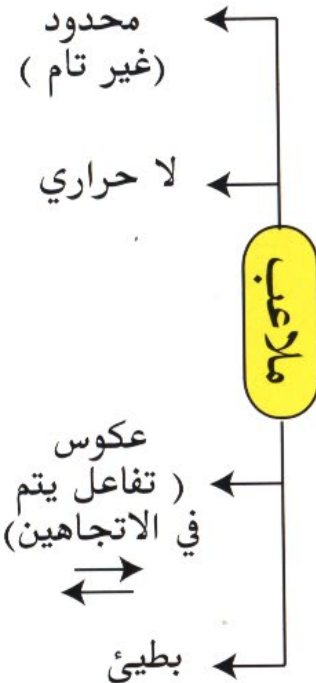
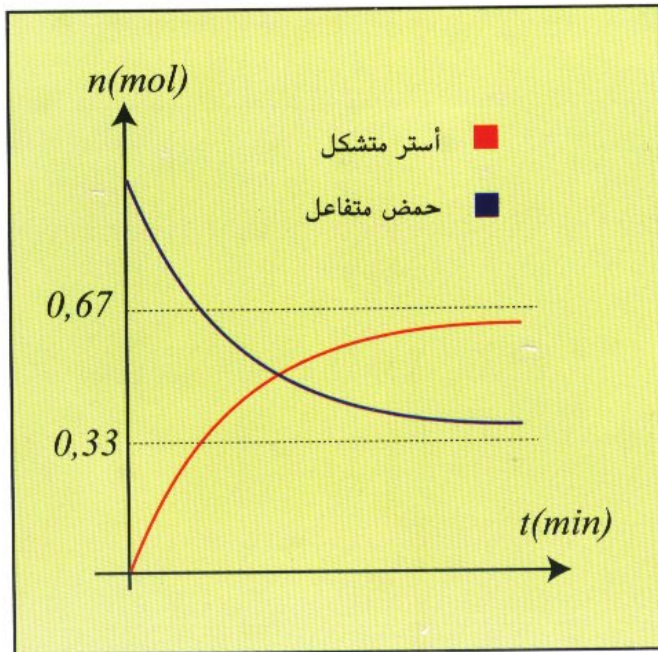


تفاعل إماهة الأستره هو تفاعل أستر مع ماء فينتج حمضا كربوكسليا و كحولا .

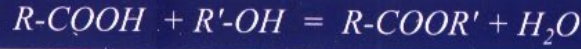


### خصائص تفاعلي الأستره وإماهة الأستره

يمكن ان نجمع هذه الخصائص في كلمة «ملاعب»



## ■ مراقبة الحالة النهائية



الحالة الابتدائية	$n_0$	0	0	0
الحالة النهائية	$n_0 - X_f$	$n_0 - X_f$	$X_f$	$X_f$

جدول التقدم  
لتفاعل الأسترة

### ● مردود الأسترة

في حالة مزيج ابتدائي متساوي كمية المادة (متساوي المولات) من الحمض الكربوكسيلي والكحول فإن مردود الأسترة يتعلق بصنف الكحول المستعمل.

$$r_{\text{أسترة}} = \frac{X_f}{X_{\text{max}}} = \frac{n}{n_0} = \frac{\text{كمية مادة الكحول أو الحمض المتفاعل}}{\text{الكمية الابتدائية للحمض أو الكحول}} = \text{مردود الأسترة}$$

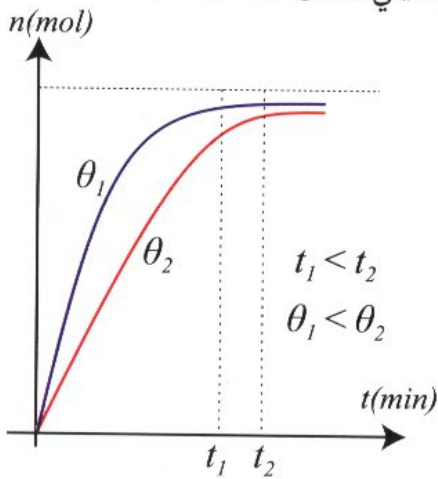
### ● مردود إمامة الأسترة

$$r'_{\text{إمامة}} = \frac{X_f}{X_{\text{max}}} = \frac{n}{n_0} = \frac{\text{كمية المادة للأستر أو للماء المتفاعل}}{\text{الكمية الابتدائية للأستر أو الماء}} = \text{مردود إمامة الأسترة}$$

### ● مراقبة مردود التفاعل

يزداد مردود التفاعل في الحالات التالية

- المزيج الابتدائي غير متساوي كمية المادة.
- إجراء تفاعل الأستر بكلور الإسيل بدل الحمض الكربوكسيلي يجعل التفاعل تاما.



### ● ثابت التوازن K

في حالة مزيج تفاعل الأسترة :

$$K = \frac{[الأستر]_r [الماء]_r}{[الحمض]_r [الكحول]_r}$$

$$K = \frac{n_{\text{الماء}} n_{\text{الأستر}}}{n_{\text{الحمض}} n_{\text{الكحول}}}$$

### ■ مراقبة سرعة تفاعل الأسترة (أو إمامة الأسترة)

تتزايد سرعة التفاعل دون تغيير المردود :

- إذا زادت درجة الحرارة
- إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز  $H_2SO_4$  (زيادة شوارد  $H^+$ )

