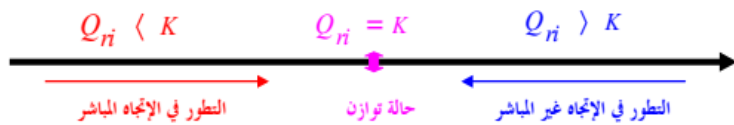


## الوحدة 06: مراقبة تطور جملة كيميائية

### 1- التطور التلقائي لجملة كيميائية

#### • جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية

من أجل معرفة جهة تطور جملة كيميائية يجب مقارنة كسر التفاعل  $Q_r$  وثابت التوازن  $K$



$Q_{ri} < K$ : الجملة تتطور في الاتجاه المباشر لمعادلة التفاعل  
 $Q_{ri} > K$ : الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس لمعادلة التفاعل  
 $Q_{ri} = K$ : الجملة في حالة توازن (الجملة لا تخضع لأي تطور)

### 2- الأسترة وإماهة الأسترة

#### تعريف

الأسترات هي مركبات عضوية تحتوي على الأوكسجين والكربون والهيدروجين، يمكن اصطناعها من الكحولات والأحماض الكربوكسيلية

الصيغة الجزيئية النصف المفصلة

الصيغة العامة أو المجملة

حيث  $R, R'$  جذران ألكيليان



أو



$C_n H_{2n} O_2$  حيث  $n \geq 2$

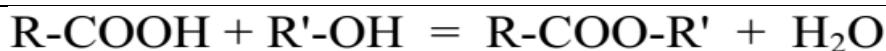
ملاحظة تسمى ذرة الكربون الحاوية على المجموعة الوظيفية الكربوكسيلية ( $-\text{COO}-$ ) بـ الكربون الوظيفي

#### ❖ تفاعل الأسترة

#### تعريف

هو تفاعل يحدث بين حمض كربوكسيلي ( $R - \text{COOH}$ ) وكحول ( $R' - \text{OH}$ ) لينتكون نتيجة لذلك أستر ( $R - \text{COO} - R'$ ) وماء ( $H_2O$ )

#### المعادلة



#### • خواص تفاعل الأسترة

يتميز تفاعل الأسترة بالخواص التالية: بطيء جدا - محدود (غير تام) - لا حراري - عكوس

خواص تفاعل الأسترة

تستعمل عدة طرق من أهمها إضافة قطرات من الكبريت المركز إلى المزيج المتكون من الحمض الكربوكسيلي والكحول، ثم يوضع المزيج داخل حمام مائي درجة حرارته ثابتة

تسريع تفاعل الأسترة

• مردود تفاعل الأسترة  $n_f$ : كمية الأستر الناتج،  $n_0$ : كمية الحمض أو الكحول الابتدائية

أثبتت التجارب أن تفاعل الأسترة يتعلق بصنف الكحول كمايلي:

صنف الكحول	مردود الأسترة
كحول أولي	67%
كحول ثانوي	60%
كحول ثالثي	5% → 10%

يعرف مردود تفاعل الأسترة والذي يرمز له بـ:  $r$

$$\text{لدينا: } \tau_f = \frac{X_f}{X_{\max}} = \frac{n_f(\text{ester})}{n_0(\text{acide})}$$

$$\text{ومنه: } r(\text{Estérification/الأسترة}) = \tau_f \times 100$$

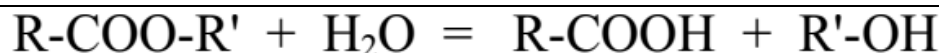
$$r = \frac{X_f}{X_{\max}} \times 100$$

#### ❖ تفاعل إماهة الأسترة

#### تعريف

هو تفاعل يحدث بين أستر ( $R - \text{COO} - R'$ ) وماء ( $H_2O$ ) لينتكون حمض كربوكسيلي ( $R - \text{COOH}$ ) وكحول ( $R' - \text{OH}$ )

#### المعادلة



• خواص تفاعل إماهة الأسترة نفس الخواص ويمكن القول أنه التفاعل المعاكس لتفاعل الأسترة

• مردود تفاعل الأسترة  $n_f$ : كمية الأستر الناتج،  $n_0$ : كمية الحمض أو الكحول الابتدائية

أثبتت التجارب أن تفاعل الأسترة يتعلق بصنف الكحول كمايلي:

صنف الكحول	مردود الأسترة
كحول أولي	33%
كحول ثانوي	40%
كحول ثالثي	90% → 95%

يعرف مردود تفاعل الأسترة والذي يرمز له بـ:  $r$

$$\text{لدينا: } \tau_f = \frac{X_f}{X_{\max}} = \frac{n_f(\text{acide})}{n_0(\text{ester})}$$

$$\text{ومنه: } r(\text{Réhydratation/الإماهة}) = \tau_f \times 100$$

$$r = \frac{X_f}{X_{\max}} \times 100$$

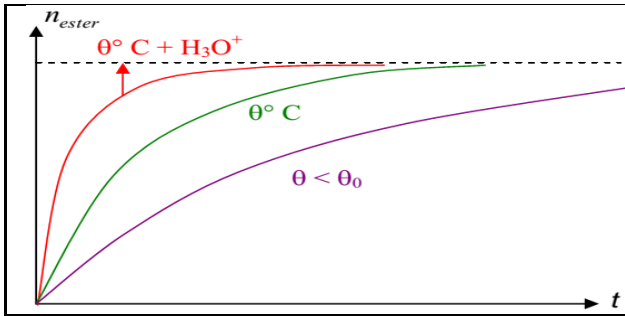
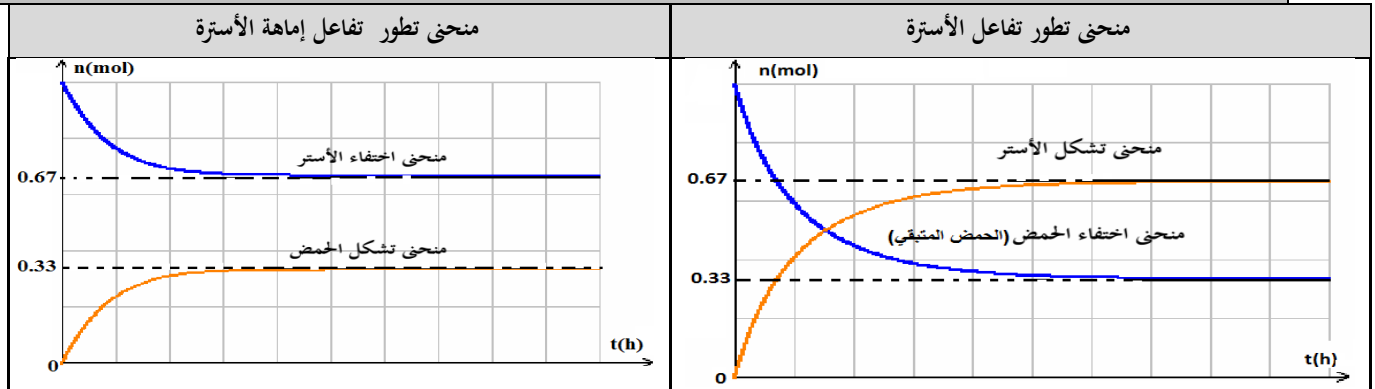
$$r(\text{Réhydratation/الإماهة}) + r(\text{Estérification/الأسترة}) = 100$$

## الوحدة 06: مراقبة تطور جملة كيميائية

### 3- ثابت التوازن

في حالة تفاعل الأسترة	في حالة تفاعل إماهة الأسترة
$K = \frac{[n_{ester}][n_{eau}]}{[n_{acid}][n_{alcol}]}$	$K = \frac{[n_{acid}][n_{alcol}]}{[n_{ester}][n_{eau}]}$

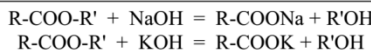
### 4- منحنى تطور تفاعل الأسترة



- مراقبة سرعة تفاعل الأسترة (إماهة الأسترة): تزداد سرعة التفاعل دون تغير المردود
- إذا زادت درجة حرارة المزيج
  - إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز (زيادة شوارد  $H_3O^+$ )
- مراقبة مردود التفاعل: يزداد مردود التفاعل في الحالات التالية
- إستعمال مزيج ابتدائي غير متساوي المولات
  - إستعمال كلور الأسيل في مكان الحمض الكربوكسيلي مما يجعل التفاعل تاما

### 5- تحولات الأسترة وإماهة الأسترة (تطبيق تفاعل التصبن في صناعة الصابون)

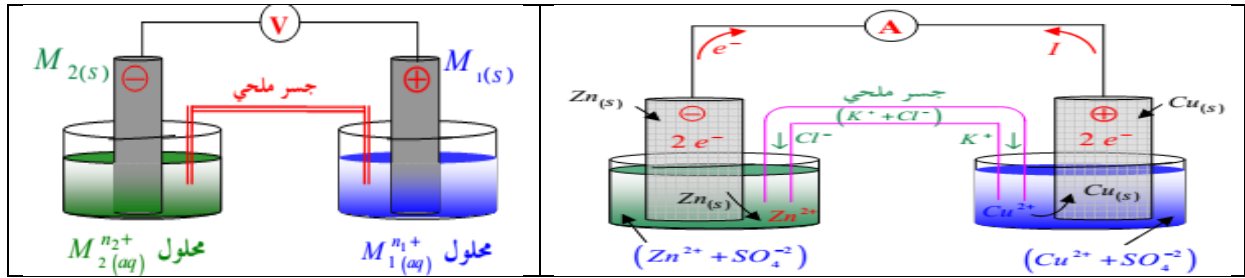
- تفاعل تصبن الأستر: تصبن الأستر ( $R - COO - R'$ ) هو تفاعل تام يحدث بين هذا الأستر وأساس قوي مثل هيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$  أو هيدروكسيد البوتاسيوم  $KOH$ ، لينتج إثر ذلك كحول  $R'OH$  وملح كربوكسيلات الصوديوم ( $R - COONa$ ) في حالة استعمال هيدروكسيد الصوديوم، وكربوكسيلات البوتاسيوم ( $R - COOK$ ) في حالة استعمال هيدروكسيد البوتاسيوم وفق المعادلة



### 1- الأعمدة (خاص بالشعب الرياضية)

التحول التلقائي	هو تحول كيميائي يحدث بشكل عفوي من دون تأثير خارجي ويكون بتحويل إلكتروني بشكل مباشر أو غير مباشر
العمود	يتكون من نصفي عمود موصولين بجسر ملحي يسمح بمرور التيار الكهربائي وذلك بانتقال الشوارد بين نصفي العمود
نصف العمود الأول	يتكون من صفيحة معدنية $M_1$ مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن $M_1^{n1+}$
نصف العمود الثاني	يتكون من صفيحة معدنية $M_2$ مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن $M_2^{n2+}$
الجسر الملحي	أنبوب على شكل حرف U يربط بين نصفي العمود يحتوي على محلول ملحي يضمن النقل الكهربائي بين نصفي العمود
المسرىين	المسرى (+) يتم عنده إرجاع الشوارد الموجبة يسمى مهبط المسرى (-) يتم عنده أكسدة المعدن يسمى المصعد
الرمز الاصطلاحي للعمود	إذا كان المسرى $M_1$ هو القطب الموجب والمسرى $M_2$ هو القطب السالب يرمز اصطلاحا للعمود بالرمز $\ominus M_2' / M_2^{n2+} // M_1^{n1+} / M_1 \oplus$
مثال	عمود دانيال يعطي رمزه الاصطلاحي: $\ominus Zn / Zn^{2+} // Cu^{2+} / Cu \oplus$

## الوحدة 06: مراقبة تطور جملة كيميائية



### مفاهيم

1. القوة الكهربية للعمود: تمثل فرق الكمون بين مسري العمود، تقاس بجهاز الفولطمتر الذي يسمح بتحديد قطبي العمود

العلاقة  $E = V^+ - V^-$  حيث  $V^+$  يمثل كمون القطب الموجب،  $V^-$  يمثل كمون القطب السالب

ملاحظة

- العمود خارج التوازن ينتج تيار كهربائي:  $Q_r \neq K \rightarrow I \neq 0$
- العمود في حالة توازن لا ينتج تيار كهربائي:  $Q_r = K \rightarrow I = 0$

2. كمية الكهرباء التي ينتجها العمود خلال اشتغاله

تعريف الفارادي (F) الفارادي هو كمية الكهرباء التي ينتجها 1mol من الإلكترونات خلال حركتها

$1F = N_A \times e$  حيث  $N_A$  يمثل عدد أفوغادرو،  $e$  تمثل الشحنة العنصرية

في جملة الوحدات الدولية تعطى قيمة الفارادي  $1F = N_A \times e = 6.023 \cdot 10^{23} \times 1.6 \cdot 10^{-19} = 96500 \text{ C/mol}$

3. كمية الكهرباء التي ينتجها العمود خلال مدة زمنية  $\Delta t$  إذا كان  $X$  هو التقدم التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الذي يحدث في العمود خلال مدة زمنية  $\Delta t$

تعطى عبارة كمية الكهرباء  $Q$  المنتجة خلال مدة زمنية  $\Delta t$  بالعلاقة

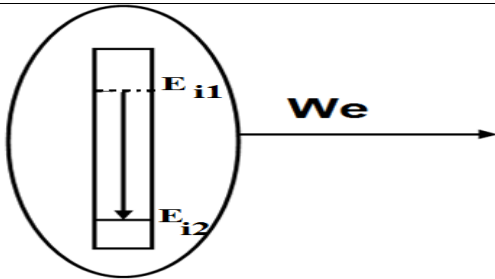
عدد الإلكترونات المتبادلة خلال التحويل الكيميائي في العمود	$z$	$Q = I \cdot \Delta t$	$Q = z \cdot X \cdot F$
شدة التيار المار في العمود	$I$		

ملاحظة في نهاية التحويل تعطى كمية الكهرباء النهائية

- إذا كان التحويل تام يكون  $X_f = X_{max}$  تكون كمية الكهرباء أعظمية  $Q_{max} = z \cdot X_{max} \cdot F$

4. الحصلة الطاقة في عمود كهربائي عند اشتغال العمود الكهربائي، يحدث تغير في الطاقة الداخلية لجملة بسبب التحويل الكيميائي الذي يكون مصحوبا بتحويل كهربائي  $W$

معادلة لحفاظ الطاقة



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

المركب العضوي	الصفة نصف المنشورة	التسمية	السلسلة الرئيسية
الكحولات	$R-CH_2-OH$	رقم الجذر اسم الجذر اسم السلسلة الرئيسية	ألكا + ول (OL)
$C_nH_{2n+1}-OH$ أو $R-OH$	$R_1-CHOH-R_2$		
	$R_1-R_2-R_3CHOH$		
الاحماض الكربوكسيلية	$R-COOH$	رقم الجذر اسم الجذر اسم السلسلة الرئيسية	ألكا + ويك (Oique)
الاسترات	$R_1-COO-R_2$	رقم الجذر اسم الجذر اسم السلسلة الرئيسية، رقم الجذر اسم الجذر	ألكا + وات (Oate)