

## المجال: التطورات غير الرتبية

## الوحدة السادسة: مراقبة تطور جملة كيميائية

المدة: 6 سا

## الموضوع: مراقبة تحول كيميائي

1. تذكير:1. الكحولات:

- الكحول هو مركب عضوي أكسجيني يحتوي على مجموعة الهيدروكسيل -OH .
- صيغته العامة:  $C_nH_{2n+1}-OH$
- ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل -OH تسمى ذرة الكربون الوظيفي.
- تصنف الكحولات إلى ثلاثة أصناف:

كحولات أولية	كحولات ثانوية	كحولات ثالثة
$R-CH_2-OH$	$R-CH(OH)-R'$	$R-C(OH)(R'')-R'$

- تسمية الكحولات: يشتق اسم الكحول من اسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني بإضافة اللاحقة "أول"، "ol" إلى نهاية هذا الاسم مع إعطاء أصغر رقم ممكن للكربون الوظيفي.
- أمثلة:

إيثانول $H_3C-CH_2-OH$	ميثانول $H_3C-OH$
بروبان -2- أول $H_3C-CHOH-CH_3$	بروبان -1- أول $H_3C-CH_2-CH_2-OH$

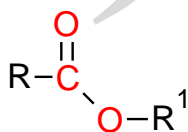
2. الأحماض الكربوكسيلية:

- الحمض الكربوكسيلي هو مركب عضوي أكسجيني يحتوي على مجموعة كربوكسيلية
- صيغته العامة:  $C_nH_{2n+1}-COOH$
- تسمية الأحماض الكربوكسيلية: تسمى الأحماض الكربوكسيلية من اسم الألكان المشتق بإضافة اللاحقة "ويك"، "oïque" وتسبق الاسم كلمة "حمض"، "acide" مع اختيار أطول سلسلة كربونية.
- أمثلة:

حمض بروبانويك $H_3C-CH_2-COOH$	حمض 2-ميثيل بروبانويك $H_3C-CH(CH_3)-COOH$
-----------------------------------	---

3. الأسترات العضوية:

- مركبات عضوية تتواجد في الفواكه، الخضار، الأزهار، الزيوت... ويمكن اصطناعها من الكحولات والأحماض الكربوكسيلية، تحتوي على مجموعة وظيفية
- الصيغة العامة:  $C_nH_{2n}O_2$  و  $n \geq 2$
- بحيث:



- R: سلسلة كربونية أو ذرة هيدروجين
- R<sup>1</sup>: سلسلة كربونية.

- تسمية الأسترات: اسم الأستر يحتوي على جزئين.

● الجزء الأول: يشق من اسم السلسلة الكربونية الرئيسية المنبثقة عن الحمض الكربوكسيلي وذلك بتعويض النهاية "ويك" بـ"وات" مع حذف السابقة "حمض".

● الجزء الثاني: يشق من اسم المجموعة الألكيلية المنبثقة عن الكحول والذي ينتهي باللاحقة "يل".

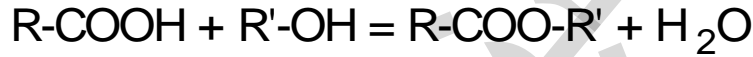
- أمثلة:

إيثانوات الإيثيل $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	ميثانوات الميثيل $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$
إيثانوات 2-ميثيل البروبيل $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	2-ميثيل بروبانوات الميثيل $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$

## II. تحولات الأسترة وإماهة الأستر:

### 1. تحولات الأسترة:

هي التفاعل الذي يمدج التحول الكيميائي الحادث بين الحمض الكربوكسيلي والكحول لينتج الأستر والماء.



- نشاط:

في بيشر نضع مزيجا يتكون من 1 mol من حمض اللايثانويك مع 1 mol من الإيثانول وكمية من حمض الكبريت المركز. نوزع المزيج في أنابيب اختبار مسدودة، مرقمة وبكميات متساوية، ثم نضعها في حمام مائي درجة حرارته تقريبا  $83,1^\circ\text{C}$  عند اللحظة  $t = 0$ . عند اللحظة  $t_1$  نخرج الأنبوب الأول ونضعه داخل بيشر يحتوي (جليد + ماء)، ثم نعاير الحمض المتبقي في الوسط التفاعلي بمحلول الصود معلوم التركيز مع إضافة قطرات من الفينول فتالين. نعيد نفس العملية في لحظات زمنية مختلفة مع الأنابيب المتبقية وقمنا بتدوين النتائج في الجدول التالي:

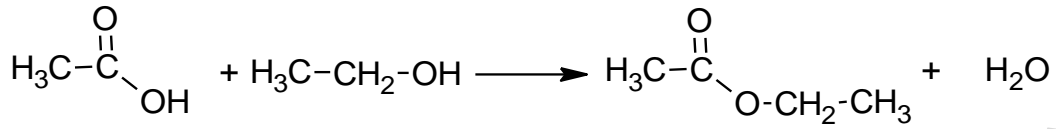
$t$ (min)	0	5	10	20	30	40	50	60	80
$n_{acide}$ (mol)	1	0,95	0,88	0,72	0,6	0,54	0,49	0,45	0,41
$n_{ester}$ (mol)									
$t$ (min)	100	150	200	300					
$n_{acide}$ (mol)	0,38	0,36	0,33	0,33					
$n_{ester}$ (mol)									

1. لماذا نضيف كمية من حمض الكبريت المركز للوسط التفاعلي؟
2. لماذا توضع الأنابيب في وعاء يحتوي على (جليد + ماء) قبل المعايرة؟
3. أكتب معادلة تفاعل الأسترة.
4. أكمل الجدول السابق.
5. مثل البيانان  $n_{acide} = f(t)$  و  $n_{ester} = f(t)$  في نفس المعلم.
6. أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة  $t = 50 \text{ min}$ .
7. أوجد تركيب المزيج في نهاية التجربة.
8. استنتج ثابت التوازن.
9. أحسب مردود تفاعل الأسترة.

10. حدد خصائص تفاعل الأسترة.

تحليل النشاط:

1. نضيف حمض الكبريت المركز لتسريع التفاعل.
2. توضع الأنابيب في وعاء يحتوي على (الجليد + الماء) قبل المعايرة لتوقيف التفاعل عن التطور.
3. معادلة تفاعل الأسترة:



4. إكمال الجدول:

عند لحظة زمنية  $t$ :

$$n_t(\text{acide}) = n_0(\text{acide}) - x(t)$$

ولكن:

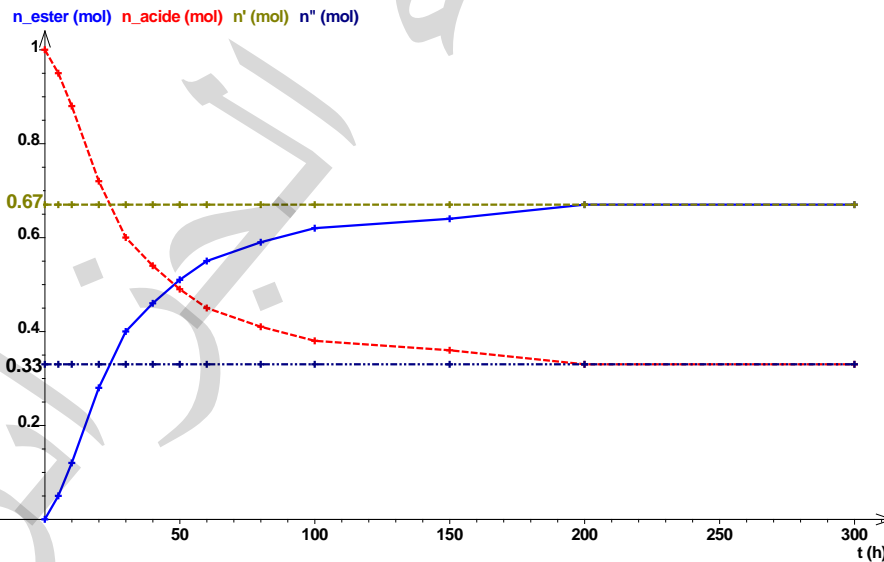
$$n_t(\text{acide}) = n_0(\text{acide}) - n_t(\text{ester})$$

ومنه:

$$n_t(\text{ester}) = n_0(\text{acide}) - n_t(\text{acide})$$

$t \text{ (min)}$	0	5	10	20	30	40	50	60	80
$n_{\text{acide}} \text{ (mol)}$	1	0,95	0,88	0,72	0,6	0,54	0,49	0,45	0,41
$n_{\text{ester}} \text{ (mol)}$	0	0,05	0,12	0,28	0,4	0,46	0,51	0,55	0,59
$t \text{ (min)}$	100	150	200	300					
$n_{\text{acide}} \text{ (mol)}$	0,38	0,36	0,33	0,33					
$n_{\text{ester}} \text{ (mol)}$	0,62	0,64	0,67	0,67					

5. تمثيل البيانات:



6. حساب سرعة التفاعل:

$$v_{\text{ester}} = \frac{dx}{dt} = \frac{dn_{\text{ester}}}{dt} = \frac{0,51 - 0,29}{50 - 0} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow v_{\text{ester}} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

7. إيجاد تركيب المزيج عند نهاية التجربة:

$$n_{\text{ester}} = n_{\text{eau}} = x_f = 0,67 \text{ mol}$$

$$n_{\text{acide}} = n_{\text{alcohol}} = 1 - x_f = 0,33 \text{ mol}$$

8. استنتاج ثابت التوازن:

$$K = \frac{[C_4H_8O_2]_f \cdot [H_2O]_f}{[C_2H_4O_2]_f \cdot [C_2H_5O]_f} = \frac{(0,67)^2}{(0,33)^2} = 4,12 \Rightarrow \boxed{K = 4,12}$$

9. حساب مردود تفاعل الأسترة:

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(ester)}{n_0(acide)} = \frac{0,67}{1} = 0,67$$

وبالتالي:

$$r = \tau_f \cdot 100 = 0,67 \cdot 100 = 67\% \Rightarrow \boxed{r = 67\%}$$

10. تحديد خصائص الأسترة:

يتميز تفاعل الأسترة بالخصائص التالية:

تفاعل محدود (غير تام)

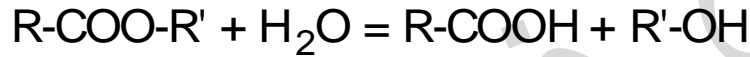
تفاعل بطيء

تفاعل عكوس (يحدث في الاتجاهين)

تفاعل لا حراري (لا ينشروا ولا يستهلك طاقة)

2. إماهة الأستر:

هو التحول العكسي للأسترة، يتفاعل الأستر مع الماء لينتج حمض كربوكسيلي وكحول.

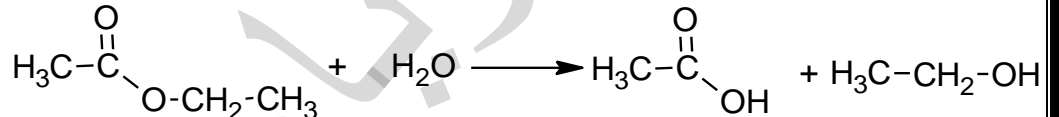


تحول إماهة الأستر له نفس خواص تحول الأسترة.

3. التوازن أسترة - إماهة:

نأخذ مزيج متساوي المولات من الأستر والماء فنحصل على البيان التالي.

- ثابت التوازن  $K'$ :



$$K' = \frac{[C_2H_4O_2]_f \cdot [C_2H_5O]_f}{[C_4H_8O_2]_f \cdot [H_2O]_f} = \frac{\frac{n_{C_2H_4O_2}}{V} \cdot \frac{n_{C_2H_5O}}{V}}{\frac{n_{C_4H_8O_2}}{V} \cdot \frac{n_{H_2O}}{V}} = \frac{(0,33)^2}{(0,67)^2} = 0,24$$

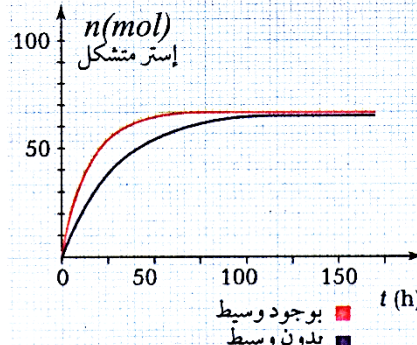
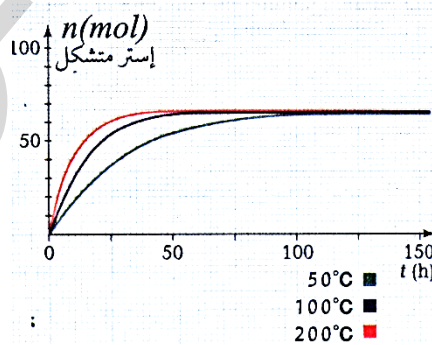
$$\boxed{K' = \frac{1}{K}}$$

III. مراقبة التحول الكيميائي:

1. مراقبة السرعة:

- رفع درجة الحرارة يؤدي إلى الزيادة في سرعة التفاعل دون التغيير في الحالة النهائية للجلمة الكيميائية.

- إضافة شوارد الأكسونيوم  $H_3O^+$  إلى الوسط التفاعلي يؤدي إلى الزيادة في سرعة التفاعل بصفة معتبرة.



## 2. مراقبة المردود:

### - حساب مردود التفاعل:

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(ester)}{n_0(acide)} \Rightarrow r(Est\u00e9rification) = \tau_f \cdot 100$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(acide)}{n_0(ester)} \Rightarrow r(R\u00e9hydratation) = \tau_f \cdot 100$$

بحيث:

$$r(Est\u00e9rification) + r(R\u00e9hydratation) = 100\%$$

يمكن تحسين مردود اصطناع الأستر باستعمال احدى الطرق التالية:

### • استعمال خليط ابتدائي غير متكافئ في كمية المادة من الحمض والكحول.

رقم التجربة	كميات المادة الابتدائية (mol)		$n_{ester}$ (mol) عند التوازن	نسبة التقدم النهائي
	$n_{acide}$	$n_{alcool}$		
1	1	1	0,67	0,67
2	1	2	0,84	0,84
3	2	1	0,84	0,84
4	1	3	0,90	0,90
5	3	1	0,90	0,90

### • نزع الأستر أو الماء المتشكلين.

- إذا كانت درجة غليان الأستر المتشكل أخفض من درجة غليان المكونات الأخرى، فإنه يمكن استخلاصه من الوسط التفاعلي أثناء تشكله عن طريق التقطير المجزأ.

- يمكن نزع الماء من الوسط التفاعلي بإضافة مادة شرهة لامتصاص الماء ولا تتفاعل مع المكونات الأخرى.

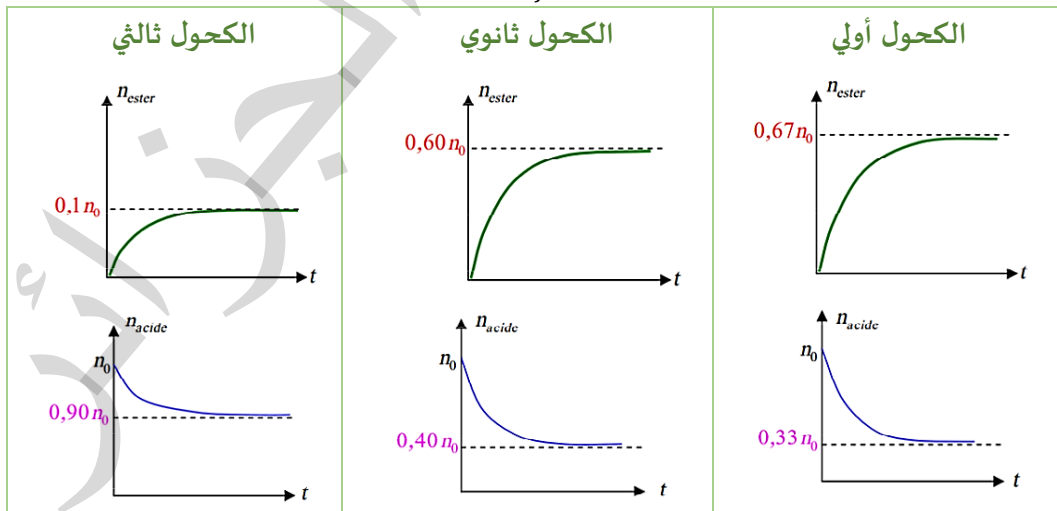
### • اختيار صنف الكحول.

انطلاقاً من مزيج ابتدائي متساوي المولات بين حمض كربوكسيلي و كحول.

- إذا كان الكحول أولياً يكون:  $x_f = 0,67 \cdot n_0$

- إذا كان الكحول ثانوياً يكون:  $x_f = 0,6 \cdot n_0$

- إذا كان الكحول ثالثياً يكون:  $x_f \in [0,05 \cdot n_0, 0,1 \cdot n_0]$



### • استعمال كلور الأسيل:

يمكن استخدام كلور الأسيل بدلا من الحمض الكربوكسيلي يجعل التحول تاما، سريعا وناشرا للحرارة.

