

المستوى: 3 ع ت
الدرس رقم : 06

الوحدة 06 :
مراقبة تطور جملة كيميائية

المجال : التطورات
غير الرتبية

(2 ساد + 1 ع.م.)

مؤشرات الكفاءة	أمثلة عن النشاطات	المحتوى المفاهيمي
يتوقع جهة تطور جملة كيميائية.	* تأثير محلول حمض الإيثانويك على محلول إيتانوات الصوديوم: قياس pH المحلول من أجل استنتاج الجهة التلقائية للتطور. * تأثير الشوارد Fe^{3+} على محلول اليود. * إنجاز تفاعل الأسترة: حمض الإيثانويك و الايثانول: رسم البيان $n_{ester}=f(t)$ في الحالات التالية: - استعمال مزيج ابتدائي غير متكافئ المولات. - ارتفاع درجة الحرارة. - استعمال وسيط. - نزع أحد النواتج (التصبن). - استعمال كلور الألكانويل (كلور الأسيل) $RCOCl$ بدل الحمض الكربوكسيلي (ع م).	1- جهة التطور التلقائي لجملة الكيميائية: - كسر التفاعل كمييار للتطور. 2- مثال: الأسترة - مراقبة السرعة - مراقبة المردود 2- أهمية الاسترات في الحياة اليومية
- يسيّر العوامل التي تمكّنه من مراقبة تحول كيميائي.		

التطور التلقائي لجملة كيميائية : 1 - 1 - 1 - جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية : 1 - 1 - 1 - كسر التفاعل :

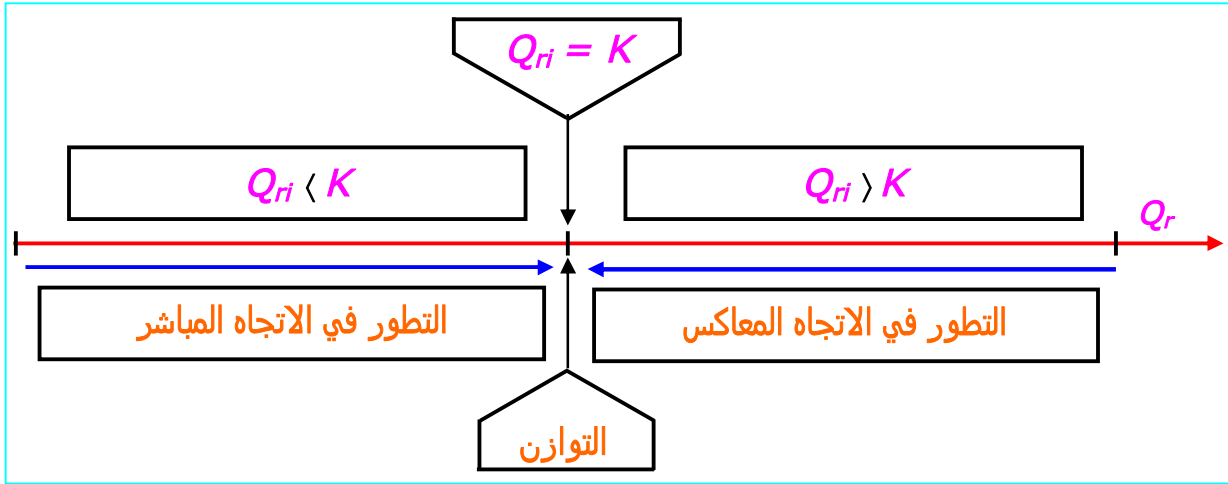
* يعتبر التحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة الكيميائية الاتية :
 $\alpha A_{(aq)} + \beta B_{(aq)} = \gamma C_{(aq)} + \delta D_{(aq)}$
حيث A, B, C, D . الأنواع الكيميائية . $\alpha, \beta, \gamma, \delta$. المعاملات الستوكيو مترية .

$$Q_r = \frac{[C]^\gamma [D]^\delta}{[A]^\alpha [B]^\beta}$$

* يعطى كسر التفاعل بالعلاقة :

1 - 1 - 2 - كسر التفاعل كمعيار لتعيين جهة التطور :

- * كل جملة كيميائية تتطور تلقائيا نحو حالة التوازن .
* يمثل كسر التفاعل Q_r معيار لتحديد و توقع اتجاه تطور جملة كيميائية ، حيث اذا كان :
أ - $Q_r = K$ الجملة لا تتطور لأنها في **حالة توازن** . حيث K : ثابت التوازن .
ب - $Q_r < K$ الجملة تتطور في **الاتجاه المباشر** لمعادلة التفاعل .
ج - $Q_r > K$ الجملة تتطور في **الاتجاه المعاكس** لمعادلة التفاعل .
و يمكن تلخيص ما سبق في المخطط :



2 - مراقبة تحول كيميائي :

2 - 1 - الفحوم الهيدروجينية المشبعة وغير المشبعة :

- أ - الفحوم الهيدروجينية المشبعة :
تحتوي جزيئاتها على روابط تكافئية أحادية (بسيطة) فقط .
ب - الفحوم الهيدروجينية غير المشبعة :
تحتوي جزيئاتها على الأقل على روابط تكافئية ثنائية أو ثلاثية .
2 - 1 - 1 - الألكانات (*les Alcanes*) :
هي فحوم هيدروجينية مشبعة (C - C) ذات سلاسل فحمية مفتوحة .

$$C_n H_{2n+2} \quad n \geq 1$$

* الصيغة العامة :

* التسمية : *Alcane* **الكان**

عدد ذرات الكربون (n)	الصيغة المجملة	الاسم اللاتيني	الاسم بالعربية
1	CH ₄	<i>Methane</i>	ميثان
2	C ₂ H ₆	<i>Ethane</i>	إيثان
3	C ₃ H ₈	<i>Propane</i>	بروبان
4	C ₄ H ₁₀	<i>Butane</i>	بوتان
5	C ₅ H ₁₂	<i>Pentane</i>	بتتان

هكسان	<i>Hexane</i>	C_6H_{14}	6
هبتان	<i>Heptane</i>	C_7H_{16}	7
أكتان	<i>Octane</i>	C_8H_{18}	8
نونان	<i>Nonane</i>	C_9H_{20}	9
ديكان	<i>Decane</i>	$C_{10}H_{22}$	10

* الجذور الألكيلية :

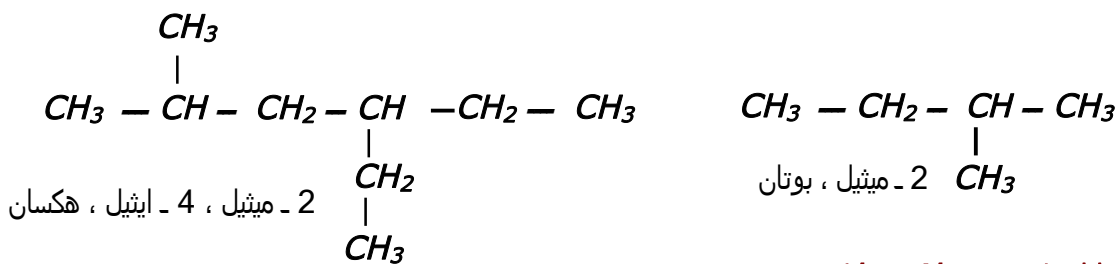
* الجذر الألكيلي = ألكان - ذرة هيدروجين .

* الصيغة العامة : $R -$ أو $-C_nH_{2n+1}$ $n \geq 1$

* التسمية : *Alkyle* ألكيل

الاسم بالعربية	الاسم اللاتيني	الصيغة المجملة	عدد ذرات الكربون (n)
ميثيل	<i>Methyle</i>	$-CH_3$	1
إيثيل	<i>Ethyle</i>	$-C_2H_5$	2
بروبيل	<i>Propyle</i>	$-C_3H_7$	3
بوتيل	<i>Butyle</i>	$-C_4H_9$	4
بنتيل	<i>Pentyle</i>	$-C_5H_{11}$	5
هكسيل	<i>Hexyle</i>	$-C_6H_{13}$	6
هبتيل	<i>Heptyle</i>	$-C_7H_{15}$	7
أكتيل	<i>Octyle</i>	$-C_8H_{17}$	8
نونيل	<i>Nonyle</i>	$-C_9H_{19}$	9
ديكيل	<i>Decyle</i>	$-C_{10}H_{21}$	10

أمثلة :



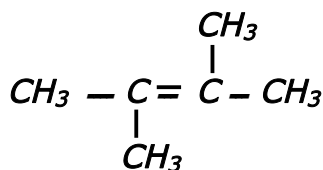
2 - 1 - 2 . الألسانات (*les Alcenes*) :

هي فحوم هيدروجينية غير مشبعة ($C = C$) ذات سلاسل فحمية مفتوحة .

* الصيغة العامة : C_nH_{2n} $n \geq 2$

* ملاحظة : C_nH_{2n} صحيحة من أجل الجزينات التي تحتوي على رابطة ثنائية واحدة

* التسمية : *Alcene* ألسان



* أمثلة : $CH_2 = CH_2$ إيثن (الإيثيلين)

(2 ، 3) ثنائي ميثيل ، بوتان - 2 - إن

* $CH_3 - CH = CH - CH_3$ بيوتان - 2 - إن

3 - الألسينات (les Alcyne) :

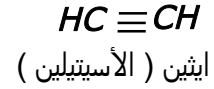
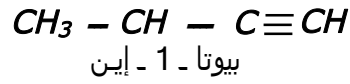
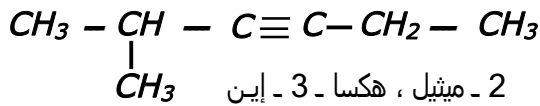
هي فحوم هيدروجينية غير مشبعة ($C \equiv C$) ذات سلاسل فحمية مفتوحة .



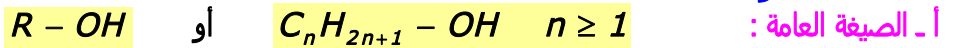
* ملاحظة : $C_n H_{2n-2}$ صحيحة من أجل الجزينات التي تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة

* التسمية : **Alcyne** **السين**

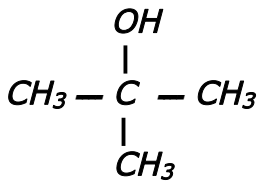
* أمثلة :



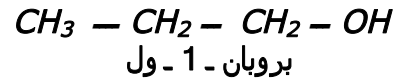
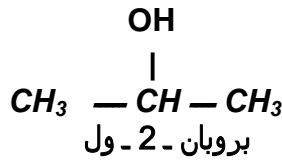
2 - 2 - الكحولات :



ب - التسمية : **الكانول**
أمثلة :

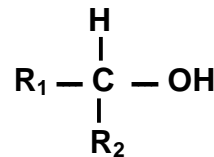
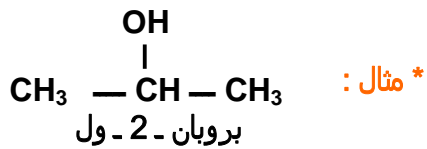
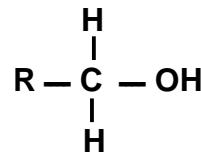
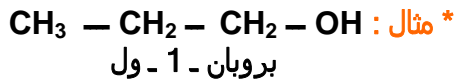


2 - ميثيل بروبان - 2 - ول

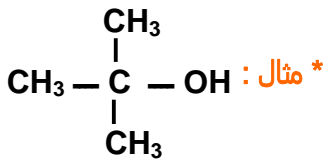


ج - أصناف الكحولات : توجد ثلاثة اصناف :

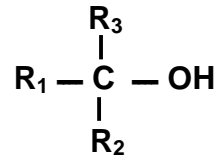
ج - 1 - الكحولات الأولية :



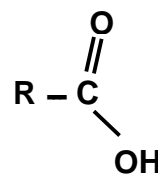
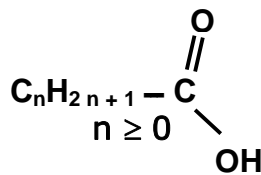
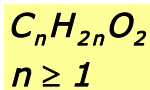
ج - 3 - الكحولات الثالثية :



2 - ميثيل بروبان - 2 - ول

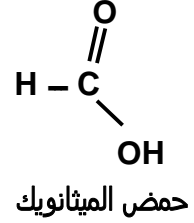
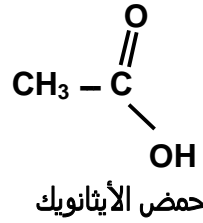
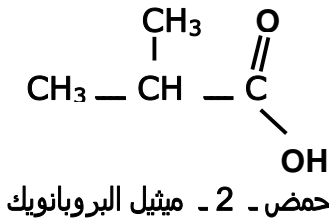


2 - 3 - الاحماض الكربوكسية :



أ - الصيغة العامة :

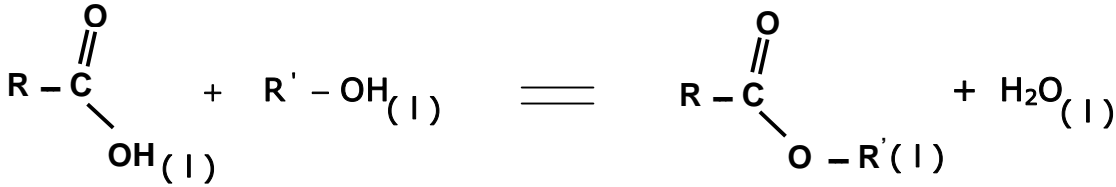
ب - التسمية : **حمض الالكانويك**



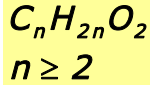
2-4 - تحولات الاسترة و اماهة الاستر :

2-4-1 - تحولات الاسترة :

أ- تعريف : توجد الاسترات العضوية في الفواكة : الخضر ، الأزهار ، الزيوت ... الخ ويمكن اصطناعه من التحولات و الاحماض الكربوكسيلية وفق المعادلة التالية :

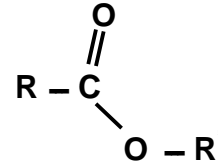


ب - الصيغة العامة :



R : جذر الكيلي أو ذرة هيدروجين

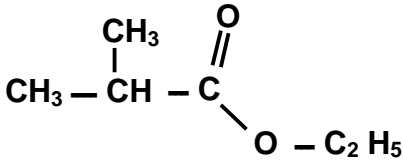
R' : ذرة هيدروجين



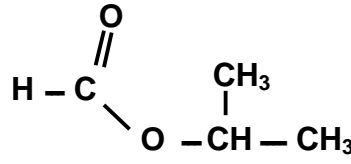
الكانوات الالكيل

ج- التسمية :

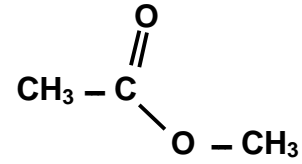
امثلة :



2 - ميثيل ، بروبانوات ، الاثيل



ميثاوات 1 - ميثيل ، الاثيل



اثنانوات الميثيل

د- الدراسة التجريبية :

مثال : تفاعل حمض الايثانويك مع الايثانول :

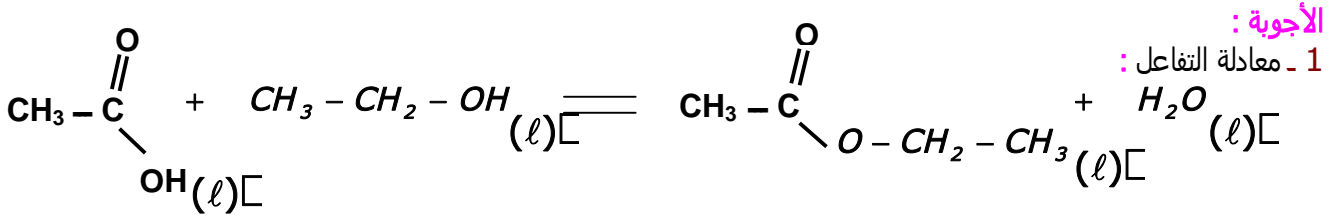
إن أول من قام بهذا التفاعل هما العالمان بيرتيلو *BERTHELOT* و *PEAN DE SAINT - GILLE* عام 1862 .
نحضر 10 أنابيب اختبار و نضع في كل واحد منها 0.10 mol من حمض الايثانويك و 0.10 mol من الايثانول ، ثم نغلق الانابيب بإحكام و ندخلها في حمام مائي درجة حرارته 100°C .
في كل لحظة t ، نخرج انبوب اختبار و نبرده بسرعة ، ثم نقوم بمعايرة الحمض المتبقي بمحلول هيدروكسيد الصوديوم معلوم التركيز المولي بوجود كاشف الفينول فتالين ثم نسجل النتائج في الجدول التالي :

t (heures)	0	5	10	20	40	100	150	200	250	300
n (حمض متبقي) mmol	100	74	65	53	45	36	35	34	33	33

الأسئلة :

- 1 - أكتب معادلة تفاعل الاسترة ثم سم الاستر الناتج .
- 2 - لماذا نبرد الانابيب قبل كل معايرة ؟ وبماذا نسمي هذه العملية ؟
- 3 - أنجز جدول التقدم للتفاعل .
- 4 - عين التقدم الأعظمي X_{max} .
- 5 - أحسب تقدم التفاعل X عند اللحظات السابقة ، استنتج التقدم النهائي للتفاعل X_f .
- 6 - عرف نسبة التقدم τ للتفاعل ، ثم أحسبها عند اللحظات السابقة .
- 7 - أرسم المنحني $\tau = f(t)$.
- 8 - استنتج نسبة التقدم النهائي τ_f .

1- من خلال المنحني ، اعط ميزتين للتحويل المدروس .
رف مردود الأسترة ثم استنتج قيمته .



الاستر الناتج هو : ايثانوات الايثيل .
2- نبرد الأنايبب لتوقيف تفاعل الأسترة قبل المعايرة ، تسمى هذه العملية بالسقي (la trempe)
3- جدول التقدم للتفاعل.

حالة الجملة	تقدم التفاعل (mole)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\ell) + \text{CH}_3\text{COOH}(\ell) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$			
الحالة الابتدائية	$x=0$	0,1	0,1	0	0
الحالة الانتقالية	$x(t)$	$0,1 - x$	$0,1 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$0,1 - x_f$	$0,1 - x_f$	x_f	x_f

4- التقدم الأعظمي X_{max} :
نفرض أن التفاعل التام و منه $X_f = X_{max}$ ومنه $0,1 - x_{max} = 0 \Leftrightarrow x_{max} = 0,1 \text{ mole}$

5- حساب تقدم التفاعل X عند اللحظات السابقة ، استنتج التقدم النهائي للتفاعل X_f .

من جدول التقدم لدينا : $n_1(t) \rightarrow \text{mmol}$

$$n_1(t) = 0,1 - x(t) \Leftrightarrow x(t) = 100 - n_1(t)$$

$n_1(t)$: كمية مادة الحمض المتبقي في كل لحظة .

باستعمال العلاقة السابقة نتحصل على النتائج المدونة في الجدول الآتي :

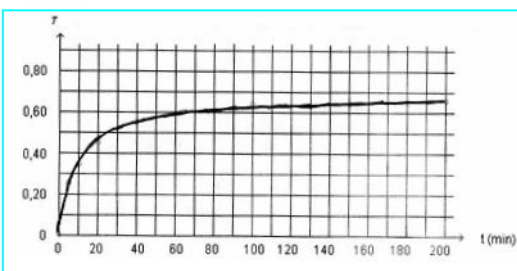
t (heures)	0	5	10	20	40	100	150	200	250	300
n (حمض متبقي) mmol	100	74	65	53	45	36	35	34	33	33
X (mmol)	0	26	35	47	55	64	65	66	67	67

التقدم النهائي : $X_f = 0,067 \text{ mol}$

$$\tau = \frac{X}{X_{max}}$$

6- تعريف نسبة التقدم τ للتفاعل ، ثم حسابه عند اللحظات السابقة : لدينا

t (heures)	0	5	10	20	40	100	150	200	250	300
نسبة التقدم (τ)	0	0,26	0,35	0,47	0,55	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67



7- رسم المنحني $\tau = f(t)$.

8- استنتاج نسبة التقدم النهائي τ_f و مردود الأسترة r :

$$\tau_f = \frac{X_f}{X_{max}} \Leftrightarrow$$

$$\tau_f = \frac{0,067}{0,1} \Leftrightarrow$$

$$\tau_f = 0,67$$

لدينا

$$r = \tau_f \times 100$$

تعريف مردود الأسترة :

$$r = \tau_f \times 100 \Leftrightarrow$$

$$r = 0,67 \times 100 \Leftrightarrow$$

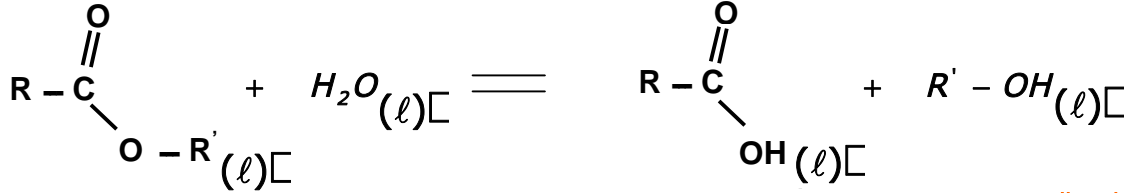
$$r = 67\%$$

قيمة مردود الأسترة :

10 - من خلال المنحني أن الأسترة تفاعل * بطيء * غير تام (محدود ، عكوس) كما أثبتت التجارب أنه لاجراري ومنه :
* **مميزات تفاعل الأسترة** : - بطيء - غير تام (محدود ، عكوس) - لاجراري .

2 - 4 - 2 - تحول اماهة الاسترة :

أ - تعريف : هو تحول معاكس لتحول الأسترة و يحدث بين استر وماء و ينتج حمض عضوي و كحول وفق المعادلة :



ب - الدراسة التجريبية :

مثال : تفاعل ايثانوات الايثيل مع الماء :

نأخذ 12 أنبوب اختبار و نضع في كل واحد منها ، مولان الماء ومولا من ايثانوات الايثيل ، و نسدّها باحكام ثم نضعها في حمام مائي درجة حرارته 100°C ، و نعاير من حين لآخر الحمض المتشكل بواسطة محلول الصودا معلوم التركيز ، ثم نستنتج عدد مولات الأستر المتبقي في المزيج $[n_{ester} = n_{ester-init} - n_{acide}(t)]$ فنحصل الجدول الاتي :

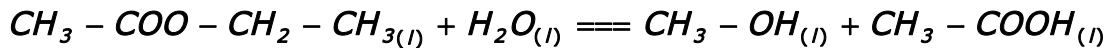
t (h)	0	5	10	20	30	60	80	100	150	200	250
$n_{ester}(\text{mol})$	1	0.90	0.84	0.78	0.74	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.67

الأسئلة :

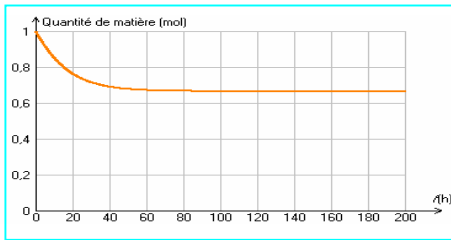
- 1 - اكتب معادلة التفاعل الحادث .
- 2 - أرسم المنحني $n_{ester} = f(t)$
- 3 - استنتج مميزات التفاعل .
- 4 - ضع جدول التقدم لهذا التحول .
- 5 - أحسب مردود الاماهة .

التحليل :

1 - معادلة التفاعل الحادث



2 - رسم المنحني $n_{ester} = f(t)$



3 - استنتج مميزات التفاعل .

أ - بطيء . ب - غير تام (عكوس ، محدود) . ج - لاجراري .

4 - جدول التقدم لهذا التحول :

حالة الجملة	تقدم التفاعل (mole)	$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{C}_2\text{H}_5 (\ell)$	$\text{H}_2\text{O} (\ell)$	$\text{CH}_3 - \text{OH} (\ell)$	$\text{CH}_3 - \text{COOH} (\ell)$
الحالة الابتدائية	$x=0$	1	1	0	0
الحالة الانتقالية	$x(t)$	$1 - x$	$1 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$1 - x_f$	$1 - x_f$	x_f	x_f

5 - حساب مردود الاماهة .

$$r = \tau_f \times 100$$

$$\tau_f = \frac{X_f}{X_{\max}}$$

* حساب X_f :

$$n_{est}(t) = 1 - x(t) \text{ من جدول التقدم}$$

$$t = t_f \Rightarrow x = x_f \Rightarrow n_{est}(t) = 0.67 \text{ mol} \Rightarrow 1 - x_f = 0.67 \Leftrightarrow x_f = 0.33 \text{ mol}$$

* حساب X_{\max} :

$$1 - x_{\max} = 0 \Leftrightarrow x_{\max} = 1 \text{ mol}$$

نفرض ان التحويل تام ومنه :

$$\tau_f = \frac{0.33}{1} \Leftrightarrow \tau_f = 0.33$$

$$r = 0.33 \times 100 \Leftrightarrow r = 33\%$$

ملاحظة : بما أن تفاعل الاسترة و تفاعل الاماهة يحدثان في نفس الوقت وفي اتجاهين متعاكسين فان :

$$r(\text{استرة}) + r(\text{اماهة}) = 100\%$$

2-5 - مراقبة تحول الاسترة :

إن هدف الكيميائي هو الوصول إلى الحالة النهائية للتحويل الذي نحققه بأسرع ما يمكن و الحصول على مردود أكبر .

فمراقبة تطور جملة كيميائية هو تغيير سرعتها و مردودها و نواتجها .

2-5-1 - مراقبة السرعة :

أ - رفع درجة الحرارة :

كلما ارتفعت درجة الحرارة ازدادت سرعة التفاعل .

مثال : المنحني (1) : $t = 20^{\circ}C$ ، المنحني (2) : $t = 50^{\circ}C$

المنحني (3) : $t = 100^{\circ}C$

ب - استعمال الوسيط :

الوسيط يزيد من سرعة التفاعل .

مثال : المنحني (1) : $t = 50^{\circ}C$ دون وسيط

المنحني (2) : $t = 50^{\circ}C$ وجود وسيط (H_3O^+)

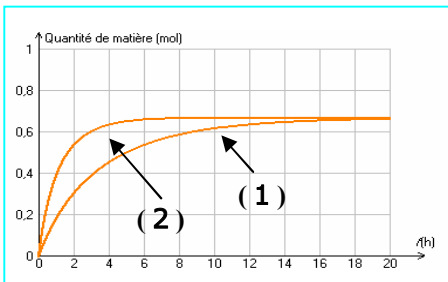
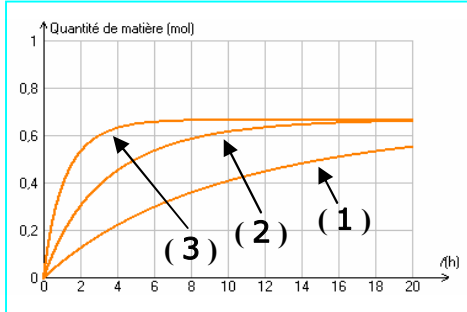
جـ - تراكيز المتفاعلات : كلما زادت تراكيز المتفاعلات زادت سرعة التفاعل .

2-5-2 - مراقبة المردود :

إن تفاعل الاسترة غير تام فيمكن إزاحة توازنه لرفع مردود بعدة طرق :

أ - بزيادة أحد المتفاعلات (حمض أو كحول) (مزيج غير متساوي المولات) :

نحضر ثلاثة محاليل ابتدائية من كحول أولي وحمض عضوي في 3 دوارق : ونسجل التركيب المزيج لكل دورق عند التوازن في الجدول الآتي :



الانواع الكيميائية		حمض	كحول	أستر	τ_f	المردود r
تركيب المزيج الاول (mol) كحول أولي	الحالة الابتدائية	1	1	0	0	
	الحالة النهائية	0.33	0.33	0.67	0.67	67%
تركيب المزيج الثاني (mol) كحول أولي	الحالة الابتدائية	5	1	0	0	
	الحالة النهائية	4.05	0.05	0.95	0.95	95%
تركيب المزيج الثالث (mol) كحول أولي	الحالة الابتدائية	1	5	0	0	
	الحالة النهائية	0.05	4.05	0.95	0.95	95%

* نتيجة : ان زيادة احد المتفاعلات يؤدي الى زيادة مردود الاسترة و اقتراب التفاعل من ان يكون تام

ب - تأثير صنف الكحول :

الانواع الكيميائية		حمض	كحول	أستر	τ_f	رود r
تركيب المزيج الاول (mol) كحول أولي	الحالة الابتدائية	1	1	0	0	
	الحالة النهائية	0.33	0.33	0.67	0.67	67%
تركيب المزيج الثاني (mol) كحول ثانوي	الحالة الابتدائية	1	1	0	0	
	الحالة النهائية	0.40	0.40	0.60	0.60	60%
تركيب المزيج الثالث (mol) كحول ثالثي	الحالة الابتدائية	1	1	0	0	
	الحالة النهائية	0.93	0.93	0.07	0.07	7%

* **نتيجة :** مردود تحول الاسترة (المزيج الابتدائي متساوي المولات) يتعلق بصنف الكحول ففي الحالة :
* كحول اولي : $r = 67\%$ * كحول ثانوي $r = 60\%$ * كحول ثالثي : $r = 7\%$
* **ملاحظة :** طبيعة الحمض العضوي لا تؤثر في مردود تحول الاسترة .

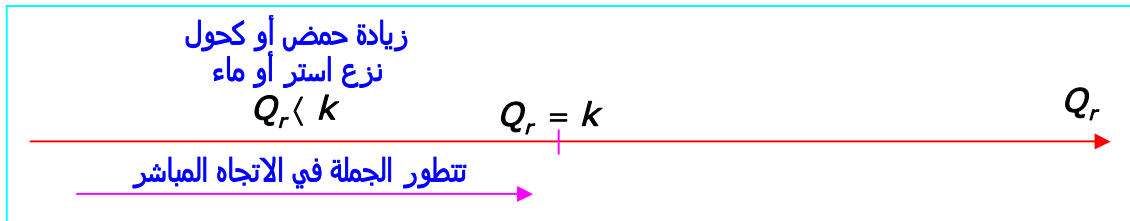
جـ- نزع احد النواتج (الماء أو الاسترة) :

حتى نمنع حدوث تفاعل الاماهة الذي يحد من قيمة مردود الاسترة نقوم بنزع الاسترة أو الماء .

نعتبر الجملة في حالة توازن فيكون كسر التفاعل $Q_{eq} = k$

إذا نزعنا احد النواتج من الوسط المتفاعل فينقص Q_r فتصبح $Q_r < k$ و الجملة ليست في حالة توازن فتتطور في الاتجاه المباشر

* **تعميم :** يمكن تلخيص ما سبق كما في المخطط :



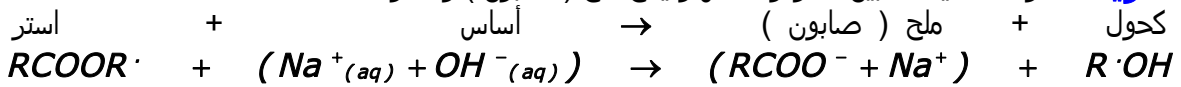
* **ملاحظة :-** استعمال كلور الأسيل بدل الحمض الكر بوكسيلي يجعل التحول تام و سريعا و ناشر للحرارة .

2 - 6 - أهمية الأسترات في الحياة اليومية :

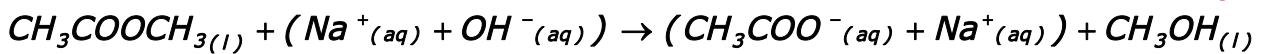
- إن الاسترات هي سوائل شفافة و تستعمل في : * الصناعة البلاستيكية * القماش (ترقال) * العطور * التغذية الفلاحية * صناعة الصابون * تستعمل كوقود.

3 - تصبن الاستر :

3 - 1 - تعريف : هو تفاعل يحدث بين استر و أساس و ينتج ملح (صابون) و كحول .



مثال :



3 - 2 - خواص التفاعل : * تام * سريع * حراري