

تفاعلات الأسترة والحلمأة Réaction d'estérification et d'hydrolyse

I - الكحولات والأحماض الكربوكسيلية

1 - الكحولات

- تتميز جزيئة الكحولات المجموعة المميزة OH- مرتبطة بمجموعة ألكيلية .

الصيغة العامة للكحول هي : R-OH بحيث أن R- جذر ألكيلي .

هناك ثلاثة أصناف من الكحولات :

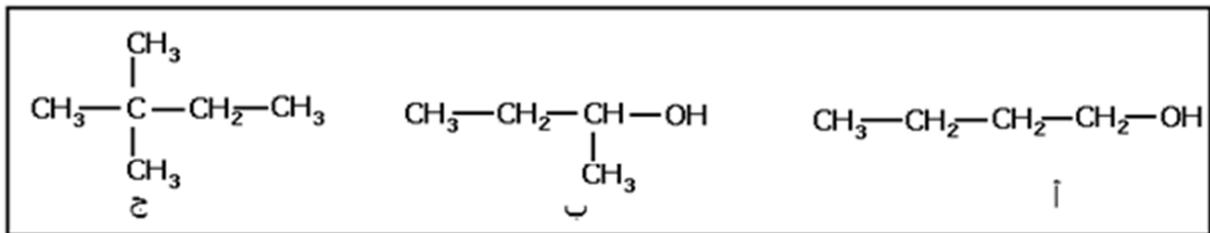
الكحول الأولي : $R-CH_2-OH$

الكحول الثانوي : $R-CR'H-OH$

الكحول الثالثي : $R-CR'R''-OH$

- تسمية الكحول : يسمى الكحول باسم الألكان الموافق له مع إضافة اللاحقة - أول (-ol) إلى نهاية الاسم مسبقة برقم يدل على موضع الكربون الوظيفي في السلسلة الكربونية .

تمرين تطبيقي :



صنف الكحولات التالية واعط أسمائها :

2 - الأحماض الكربوكسيلية

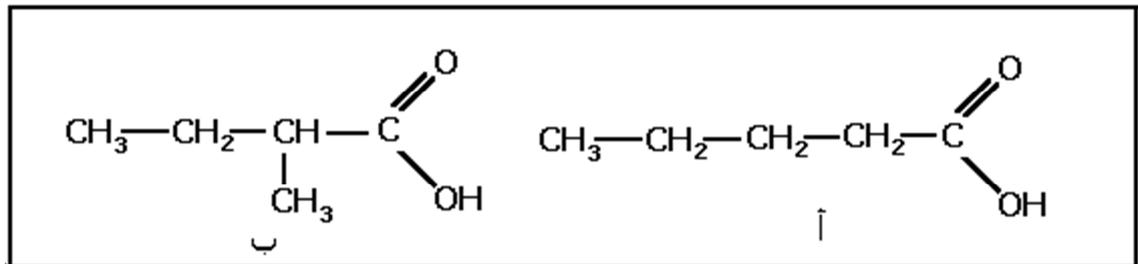
يحتوي الحمض الكربوكسيلي على المجموعة المميزة $-COOH$

الصيغة العامة لحمض كربوكسيلي هي $R-COOH$

تسمية الأحماض الكربوكسيلية : يتركب اسم حمض كربوكسيلي من كلمة حمض متبوعة باسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني مع إضافة اللاحقة ويك (oïque) إلى نهاية الاسم .

تمرين تطبيقي 2

أعط أسماء الأحماض الكربوكسيلية التالية :



II - أندريدات الحمض - الإسترات .

1 - أندريد الحمض

تحتوي جزيئة أندريد الحمض على المجموعة المميزة : $-CO-O-CO-$

الصيغة العامة لأندريد الحمض هي : $R-CO-O-CO-R$

كيفية الحصول على أندريد الحمض :

تسخين الحمض الكربوكسيلي ، عند درجة الحرارة

700°C وبوجود مزيل قوي للماء (أوكسيد الفوسفور) نحصل

على أندريد الحمض ، ويتم هذا التفاعل بحذف جزيئة الماء

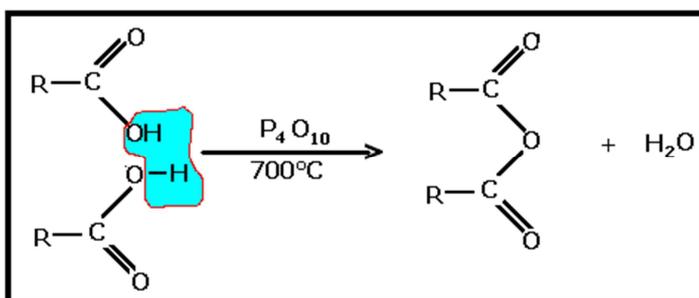
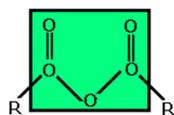
بين جزيئتين للحمض الكربوكسيلي .

معادلة التفاعل تكتب بصفة عامة على الشكل التالي :

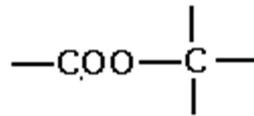
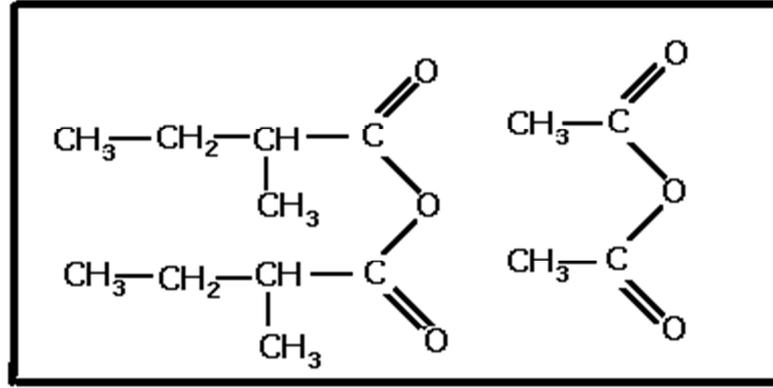
تسمية أندريدات الحمض :

يسمى أندريد الحمض باسم الحمض الكربوكسيلي الموافق ،

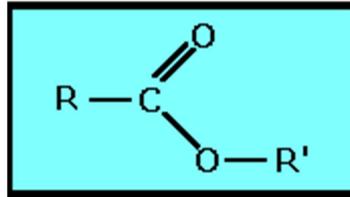
مع تعويض كلمة حمض بكلمة أندريد .



تمرين تطبيقي :
أعط أسماء اندريدات الحمض التالية :



2 - الإسترات
تضم جريدة الإستر المجموعة المميزة :

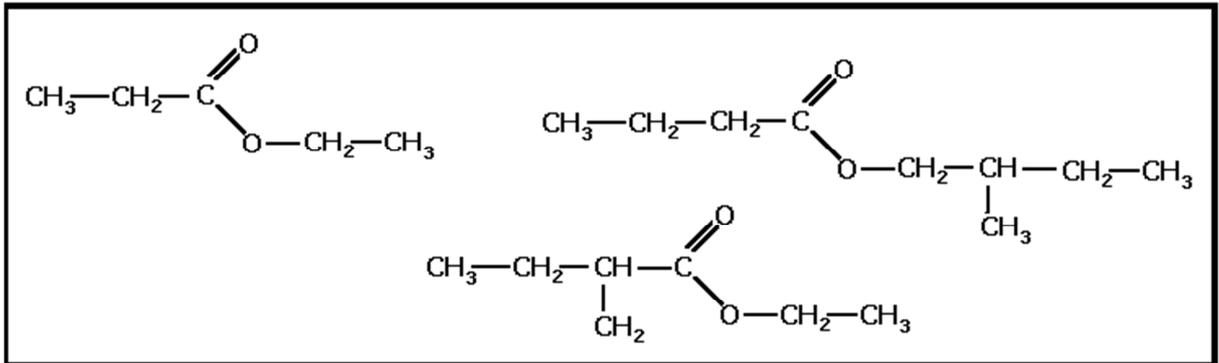


الصيغة العامة للإستر هي :

حيث R مجموعة ألكيلية أو ذرة هيدروجين ويمثل R' قطعاً مجموعة ألكيلية .
تسمية الاسترات :

يتركب اسم الاستر من جزئين :
الجزء الأول يشتق من اسم الحمض الكربوكسيلي بتعويض اللاحقة "يك" باللاحقة "وات"
الجزء الثاني يوافق المجموعة الألكيلية المرتبطة بذرة الأوكسيجين .

تمرين تطبيقي :
أعط أسماء الاسترات التالية :

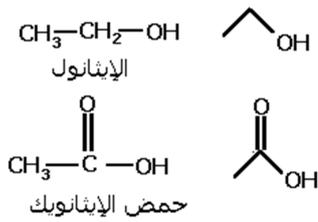


3 - تصنيع الاسترات

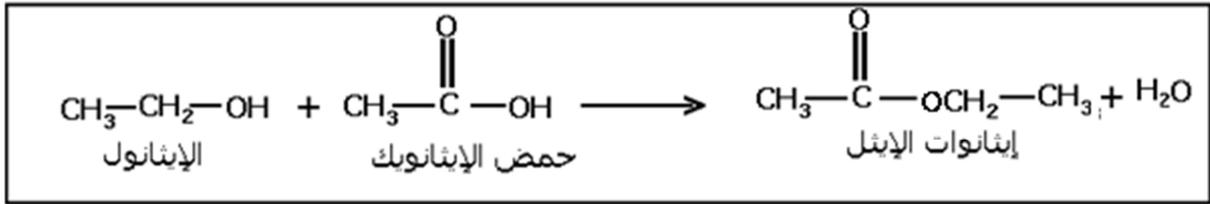
للإسترات دور كبير في تكوين العطور ، لأنها مركبات ذات رائحة معطرة وقابلة نسبياً للتطاير .
دراسة تجريبية : تصنيع إيثانوات الإثيل .

نصب في دورق 50ml من حمض الإيثانويك و 5ml من الإيثانول ونضيف إليه بعض قطرات من حمض الكبريتيك بحذر .
نسد الدورق بمبرد هوائي ، ونضعه في حمام مريم درجة حرارته 80°C لمدة عشر دقائق تقريباً .
نصب محتوى الدورق في كأس مخروطية ، تحتوي على ماء مالح ، فنشم رائحة لم تكن موجودة لحظة مزج المتفاعلين ، ويظهر ناتج غير قابل للذوبان في الماء .

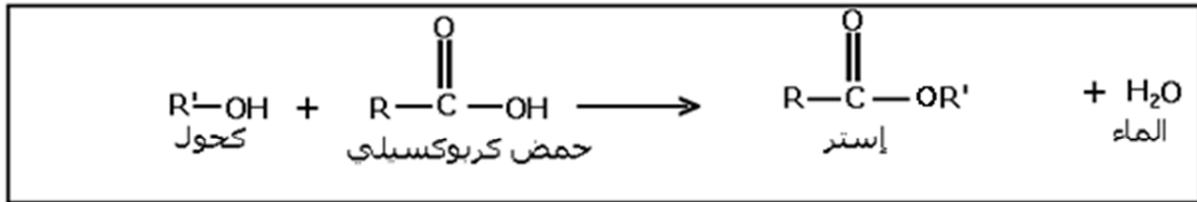
1 - أكتب الصيغ نصف المنشورة وأعط الكتابة الطبولوجية لكل من حمض الإيثانويك والإيثانول .



2 - هل يمكن الجزم ، بأن تفاعلا كيميائيا حدث في الدورق ؟ إذا كان الجواب بنعم أكتب معادلته الكيميائية .
لقد حدث تفاعل كيميائي أدى إلى ناتج غير قابل للذوبان في الماء المالح وذي رائحة مميزة للإسترات إذن فهو إستر اسمه لإيثانوات الإيثيل التفاعل يسمى بتفاعل الأسترة .
تكتب معادلته الكيميائية :



بصفة عامة ، الأسترة هي التفاعل بين حمض كربوكسيلي وكحول ويؤدي إلى تكون إستر والماء .



4 - حلمأة إستر

نشاط التجريبي 2 : تسخين خليط مكون من إيثانوات الإيثيل والماء .

نصب في حوجلة صغيرة ، 10ml من الماء المقطر ، ونضيف إليه 10ml من إيثانوات الإيثيل وبعض قطرات حمض الكبريتيك . بعد تحريك الخليط نقيس pH فنجد أن pH = 7 نثبت مبردا رأسيا على فوهة الحوجلة ، ثم نضع هذه الأخيرة في مسخن الحوجلة

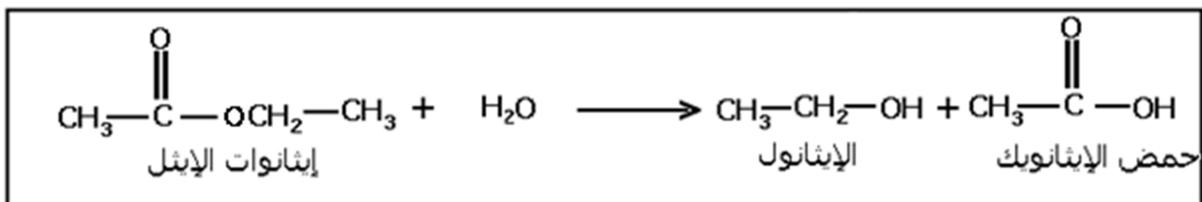
بعد تبريد الخليط ، نلاحظ أن pH = 5 .

1 - على ماذا يدل يدل تغير ال pH الملاحظ ؟

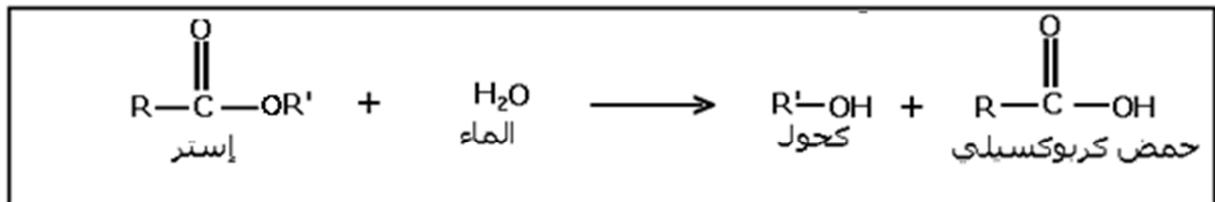
pH الخليط تناقص بعد التسخين مما يدل على تكون حمض أي أنه حدث تفاعل كيميائي .

2 - ما هو التفاعل الذي حدث بين الماء و الإستر ؟

هناك تفاعل بين إيثانوات الإيثيل (إستر) والماء وناتج هذا التفاعل هو حمض إيثانويك حسب المعادلة الكيميائية التالية :



يسمى هذا التفاعل المعاكس لتفاعل الأسترة ، تفاعل الحلمأة .
بصفة عامة يعبر عن تفاعل حلمأة إستر بالمعادلة :



III - الدراسة التجريبية لحالة توازن الأسترة والحلمأة

1 - مميزات تفاعل الأسترة

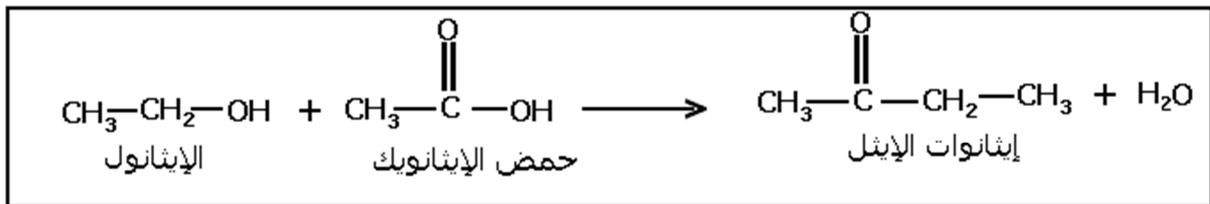
نشاط تجريبي 3 : إبراز مميزات تفاعل الأسترة

في أواخر القرن التاسع عشر قام العالم برتولو وتلميذه بيان دويان جيل Péan De saint- Gilles بدراسة تفاعل أسترة مختلف الأحماض والكحولات .
 في سنة 1862 م قام برتولو بدراسة منهجية للتفاعل بين حمض الإيثانويك والإيثانول ، وأبرز من خلالها تواجد تفاعلين عكوسين يؤديان إلى توازن كيميائي .
 فيما يلي نرض وصف مبدأ التجارب المنجزة من طرف برتولو وتلميذه .
 – إنجاز خليط متساوي المولات لحمض الإيثانويك والإيثانول .
 – توزيع الخليط بكميات متساوية على عدة حبابات (أنابيب محكمة السد) ووضعها في حمام مريم درجة حرارته 20°C ، عند اللحظة $t = 0$.
 – إخراج ، عند اللحظة t ، حبابة وتبريدها ومعايرة محتواها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم بوجود فينول الفثالين ، وذلك لتحديد كمية الحمض المتبقي .
 يعطي الجدول التالي النتائج التي حصل عليه برتولو وبيان دوسان جيل :

المدة : $t(\text{jours})$	15	22	70	128	154	277	386
نسبة الحمض المؤستر	10,0	14,0	37,3	46,8	48,1	53,7	55,0

استثمار

أكتب معادلة تفاعل الأسترة الذي أنجزه برتولو وتلميذه .



2 – أرسم المبيان الممثل للنسبة المئوية للحمض المؤستر بدلالة الزمن .

3 – ما هي مميزات تفاعل الأسترة ؟

– الأسترة تفاعل بطيء

– تؤول النسبة المئوية للحمض المؤستر نحو قيمة حدية أصغر من 100% أي لأن تفاعل الأسترة ، تفاعل محدود (غير كلي) .

2 – مميزات تفاعل الحلمأة

نشاط تجريبي 4 : إبراز مميزات تفاعل الحلمأة

لدراسة تفاعل الحلمأة اتبع الكيميائيان نفس البروتوكول التجريبي السابق :

– تحضير خليط يتكون من مول واحد من بنزوات الإيثيل $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$ و 83 مولا من الماء .

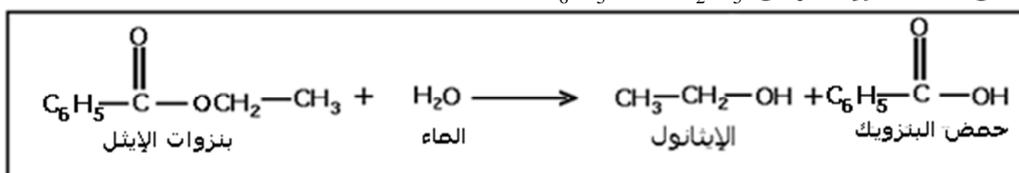
– توزيع الخليط بكميات متساوية على عدة حبابات (أنابيب محكمة السد) ووضعها في حمام مريم درجة حرارته 20°C ، عند اللحظة $t = 0$.

– إخراج ، عند اللحظة t ، حبابة وتبريدها ومعايرة محتواها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم بوجود فينول الفثالين ، وذلك لتحديد كمية الحمض المتكون خلال الحلمأة .

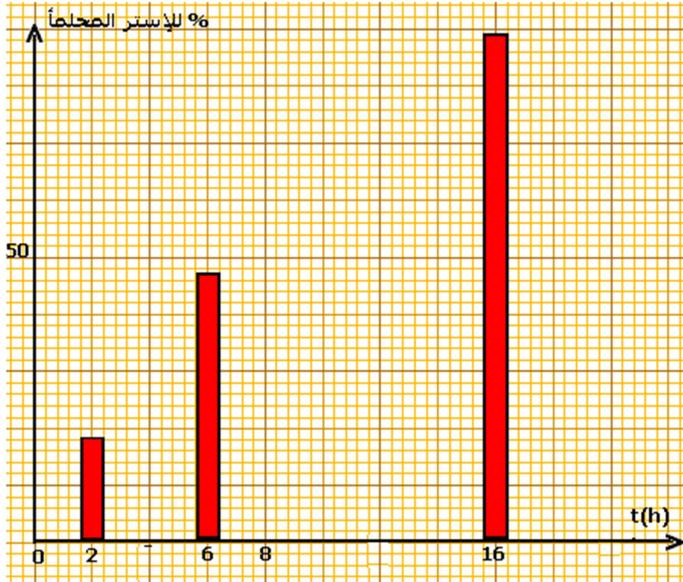
يعطي الجدول النسبة المئوية للإستر المحلماً عند 200°C بدلالة الزمن :

المدة $t(\text{h})$	2	6	16
% للإستر المحلماً	18,2	47,0	88,8

1 – أكتب معادلة تفاعل حلمأة بنزوات الإيثيل $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$.



2 – مثل بواسطة المخطط المضلعي ، النسبة المئوية للإستر المحلماً بدلالة الزمن . يمثل المخطط المضلعي النسبة المئوية للإستر المحلماً عند درجة حرارة 200°C



3 - ما هي مميزات تفاعل الحلمأة ؟

- تفاعل الحلمأة تفاعل بطيء .

4 - حدد نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل الحلمأة .

يحتوي الخليط في الحالة البدئية على 1mol من بنزوات

الإيثيل و 83mol من الماء ، التقدم الأقصى للتفاعل هو :

$x_{\max} = 1\text{mol}$ لكن الإستر المحلماً لم يتجاوز $88,8\%$ أي

أن نسبة التقدم هي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{0,888}{1} = 0,888$$

أي أن تفاعل الحلمأة تفاعل غير كلي فهو محدود .

3 - التوازن أسترة - حلمأة

لنبين أن تفاعل الأسترة وتفاعل الحلمأة يؤديان إلى توازن كيميائي :

تفاعل الأسترة : تكون سرعة التفاعل في البداية كبيرة جداً لأن

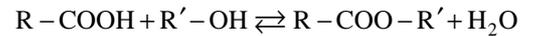
تركيزي المتفاعلين كبيران خلال التفاعل تتناقص السرعة نتيجة استهلاك المتفاعلين في نفس الوقت يتفاعل الإستر والماء

المتكونين بسرعة تتزايد تدريجياً نتيجة تزايد تركيزي الماء والإستر المتكونين إلى أن تصبح سرعة الأسترة وسرعة الحلمأة

متساويتين فتصبح المجموعة في حالة توازن .

خلاصة :

- تفاعل الأسترة وتفاعل الحلمأة تفاعلان متزامنان يحدثان في منحنيين متعاكسين ويؤديان معا إلى حالة توازن كيميائي .



- عندما يصبح للأسترة والحلمأة ، السرعة نفسها ، تكون المجموعة مقر توازن كيميائي يتميز بالثابتة :

$$K = \frac{[\text{RCOOR}']_{\text{éq}} [\text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}}{[\text{RCOOH}]_{\text{éq}} [\text{R}'\text{OH}]_{\text{éq}}}$$

ملحوظة : لا يعتبر الماء في تفاعلات الأسترة والحلمأة ككاذب وهذا ما يجب الانتباه إليه خلال حساب خارج

التفاعل .

4 - التحكم في تفاعل الأسترة والحلمأة

تفاعل الأسترة وتفاعل الحلمأة تفاعلان بطيئين . ما هي العوامل التي تتحكم في سرعتهما ؟

4 - 1 تأثير درجة الحرارة

نشاط تجريبي 5 : تأثير درجة الحرارة .

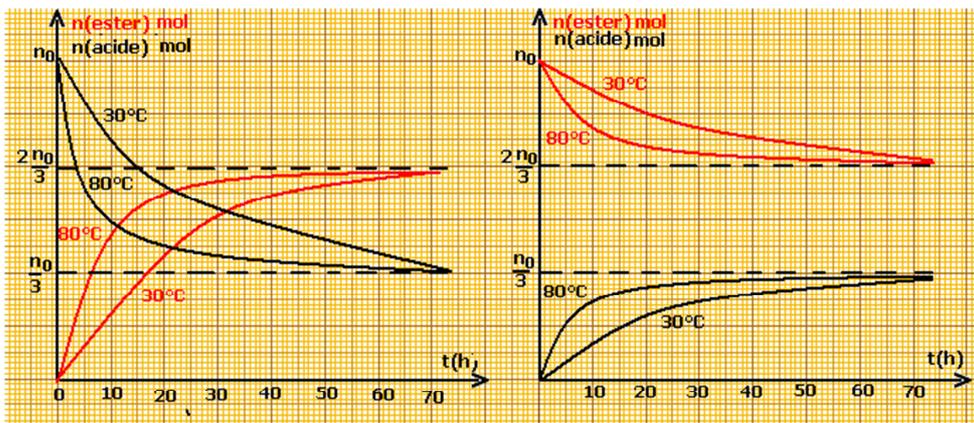
يمكن التحكم في سرعة تفاعل كل من الأسترة والحلمأة بتغيير درجة حرارة الخليط التفاعلي

نتبع تجريبياً عند درجة حرارة مختلفتين $\theta_1 = 30^\circ\text{C}$ و $\theta_2 = 80^\circ\text{C}$

تطور خليط متساوي المولات لحمض الإيثانويك والإيثانول (n_0 مول من الحمض و n_0 من الكحول) فنحصل على المبيان (1) .

على اليسار

تطور خليط متساوي المولات لإيثانوات الإثيل والماء فنحصل على المبيان (2) (على اليمين)



تأثير درجة الحرارة على أسترة خليط متساوي المولات لحمض وكحول

- من خلال المبيانين ما ه تأثير درجة الحرارة على حلمأة خليط متساوي المولات لإستر والماء
- نلاحظ أنه خلال ارتفاع درج الحرارة يزداد

– نلاحظ أن المنحنيات الأربع تؤول إلى نفس التقدم النهائي أيا كانت درجة حرارة الوسط التفاعلي . ونستنتج أن ارتفاع درجة الحرارة ، لا يغير تركيب المجموعة عند التوازن .
خلاصة :

يمكن ارتفاع درجة الحرارة من وصول حد التوازن أستره – حلمأة بسرعة أكبر دون تغيير هذا الحد .
ملحوظة : عمليا لرفع درجة حرارة الوسط لتفاعلي أي الزيادة في سرعة التفاعل ننجز التفاعل باستعمال تركيب التسخين بالارتداد .

4 – 2 تأثير الحفاز

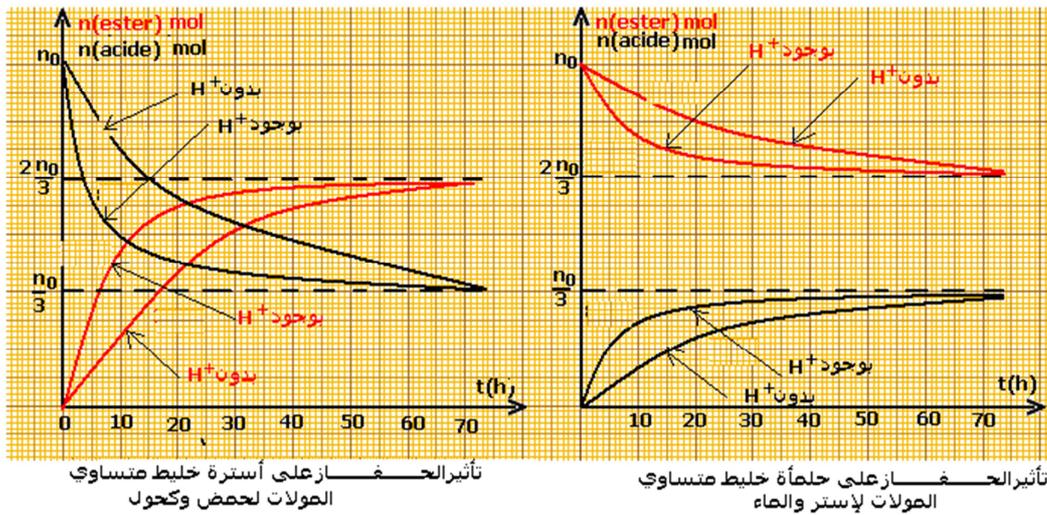
تعريف :

الحفاز نوع كيميائي يرفع سرعة التفاعل دون أن يتدخل في معادلة التفاعل .

النشاط التجريبي 6 : تأثير الحفاز على سرعة التفاعل .

ننجز تفاعل الأستره والحلمأة لخليط متساوي المولات :

- لحمض الإيثانويك وإيثانول بدون إضافة حمض الكبريتيك ، ثم بإضافة قطرات حمض الكبريتيك فنحصل على المبيان (1)
– للإيثانوات الإثيل والماء بدون إضافة حمض الكبريتيك ، ثم بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك فنحصل على المبيان (2)



استنتج دور أيونات H^+ خلال تفاعل الأستره والحلمأة من خلال تحليل المنحنيين .

– نلاحظ أن الأيونات H^+ المضافة إلى الوسط التفاعلي تلعب دور الحفاز بالنسبة لكل من تفاعل الأستره وتفاعل الحلمأة . لكون أن المجموعة تصل إلى حالة التوازن في مدة زمنية أقصر مقارنة مع المجموعة التي لم تتم فيها إضافة H^+ .
– نلاحظ أن الحفاز لا يمكن من تغيير تركيب حالة التوازن .

خلاصة :

يمكن الحفاز من تسريع التفاعل دون تغيير تركيب المجموعة عند التوازن .

VI – التحكم في الحالة النهائية لمجموعة كيميائية .

من خلال الدراسة السابقة تبين أن تفاعل الأستره وتفاعل الحلمأة تفاعلات غير كليان ويؤديان إلى توازن كيميائي حيث أن نسبة التقدم النهائي $x_f < x_{max}$ لذلك يمكن تقييم فعالية التقدم بتعريف مردوده .

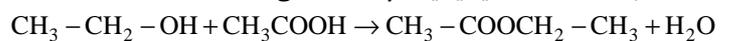
1 – تعريف مردود تحول كيميائي .

يساوي المردود r ، لتفاعل كيميائي خارج كمية المادة n_{exp} المحصلة تجريبيا على كمية المادة n_{max} المنتظر الحصول عليها .

$$r = \frac{n_{exp}}{n_{max}}$$

تمرين تطبيقي :

خلال تفاعل الأستره والحلمأة بين $1,0 mol$ من حمض الإيثانويك و $1,0 mol$ من الإيثانول ، يكون مردود هذا التفاعل هو 60% .
1 – أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل .



2 – أوجد تركيبة الخليط في الحالة النهائية .

الحالة	التقدم	كميات المادة			
البديئية	0	1	1	0	0
خلال التفاعل	x	1-x	1-x	x	x
عند التوازن	$x_{\text{éq}}$	$1-x_{\text{éq}}$	$1-x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

نعلم أن مردود التفاعل هو : $x_f = 0,6 \text{ mol}$ ، وبالتالي فتركيبه الخليط عند التوازن هي :

$$n(\text{alcool}) = n(\text{acide}) = 0,4 \text{ mol}$$

$$n(\text{ester}) = n(\text{eau}) = 0,6 \text{ mol}$$

2 - تأثير النسب البديئية لكميات مادة المتفاعلات :

النشاط التجريبي 7 : استعمال أحد المتفاعلات بوفرة

نجز خمس تجارب لتفاعل حمض الإيثانويك مع الإيثانول (تفاعل الأسترة) انطلاقاً من مجموعات كيميائية تراكيزها البديئية مختلفة ، وندون النتائج المحصلة في الجدول التالي :

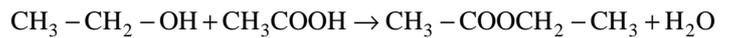
التركيب البديئي للمجموعة	الحمض	1	1	2	1	3
	الكحول	1	1	1	2	3
نسبة التقدم النهائي %		67	84	84	90	90

ماذا تستنتج من تحليل نتائج هذه التجربة ؟

يلاحظ أن كميات المادة البديئية لحمض الإيثانويك والإيثانول لها تأثير على نسبة التقدم النهائي للتفاعل ، فكلما كان أحد المتفاعلين مستعملاً بوفرة ، كانت نسبة التقدم النهائي أكبر .

يمكن كذلك التوصل إلى نفس الاستنتاج بواسطة معيار التقدم التلقائي .

مثلاً تفاعل الأسترة لحمض الإيثانويك والإيثانول :



يعبر عن خارج التفاعل عند التوازن بالعلاقة التالية :

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_{\text{éq}} [\text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_{\text{éq}} [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{éq}}}$$

عند استعمال أحد المتفاعلين بوفرة ستكون $Q_r < Q_{r,\text{éq}} = K$ أي أن المجموعة ستتطور في المنحى المباشر .

خلاصة : يكون مردود الأسترة مرتفعاً كلما كان أحد المتفاعلات مستعملاً بوفرة .

ملحوظة : لا تتعلق نسبة التقدم النهائي بطبيعة الحمض الكربوكسيلي المستعمل ، لكن بالمقابل تتعلق بصنف الكحول المستعمل .

صنف الكحول	نسبة التقدم النهائي
كحول أولي	67%
كحول ثانوي	60%
كحول ثالثي	5%

3 - إزالة أحد النواتج

إن تفاعل الحلماء هو الذي يحدث من تفاعل الأسترة ، فإذا وقع تماس بين الماء والأستر المتكون فإن تفاعل الحلماء يحدث

ولتفادي هذا التفاعل يجب إزالة الماء أو إستر من الوسط التفاعلي حتى يصبح خارج التفاعل $Q_r < K$ فتتطور المجموعة في

المنحى المباشر .

الطريقة العملية لإزالة الإستر : في حالة درجة حرارة غليان الإستر أصغر من درجة حرارة المكونات الأخرى للمجموعة فإنه يمكن

أن نزيل الإستر من المجموعة بالتقطير المجزأ .

الطريقة العملية لإزالة الماء : يمكن إزالة الماء تدريجياً أثناء تكونه بإضافة إلى الوسط التفاعلي مادة متعطشة للماء وغير قابلة

للتفاعل مع المكونات الأخرى للمجموعة مثال : كربونات البوتاسيوم اللامائي .

خلاصة تؤدي إزالة الماء أو الإستر من الوسط التفاعلي ، إلى تطور المجموعة في المنحى المباشر (تكوّن الأستر) وتحسين

مردود الأسترة .

تمرين تجريبي :

نعتبر تفاعل أسترة بين حمض كربوكسيلي صيغته $R - \text{COOH}$ وكحول صيغته $R' - \text{CH}_2 - \text{OH}$

عند اللحظة $t = 0$ تم خلط $0,20 \text{ mol}$ من الحمض و $0,20 \text{ mol}$ من الكحول . نجز هذا التفاعل بوجود حمض الكبريتيك

وبواسطة التسخين بالارتداد .

1 - أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل الأسترة .

2 - نعرف التقدم x للتفاعل بكمية مادة الأستر المتكون خلال الزمن . أتمم الجدول الوصفي للتفاعل :

معادلة التفاعل		$acide + alcool \rightarrow ester + eau$				
الحالة	التقدم	كميات المادة				
البدئية	0	0,20	0,20		0	0
خلال التفاعل	x					
عند التوازن	x_{eq}					

3 - أحسب التقدم الأقصى لتفاعل الأسترة إذا افترضنا أن التفاعل كلي .

4 - تعطي التجربة التقدم عند التوازن للإستر $x_{eq} = 0,13 mol$ ،

4 - 1 أتمم الجدول الوصفي للتفاعل

4 - 2 أحسب مردود هذا التحول

4 - 3 ما هو تعليقك على هذه القيمة ؟

5 - نعوض الكحول $R_1 - CHOH - R_2$ بـ $R' - CH_2 - OH$

5 - 1 أعط الصيغة نصف المنشورة للإستر الناتج وحدد صنف الكحول المستعمل

5 - 2 علما أن مردود هذا التحول الجديد هو 60% ، أحسب القيمة الجديدة للتقدم عند التوازن

5 - 3 استنتج قيمة ثابتة التوازن باستعمال هذ الكحول الجديد

تمرين 2

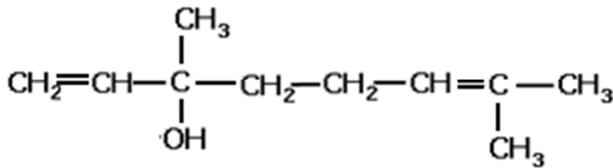
يستعمل عطر برائحة الخزامى أو أسيتات ليناليل Acétate de Linalyle لتعطير الصابون ، وهو نوع كيميائي يوجد في النكهة

الطبيعية للخزامى . يمكن تحضيره في المختبر انطلاقا من التفاعل

بين حمض الإيثانويك واللينالول Linalol .

عند درجة الحرارة العادية يوجد اللينالول كسائل عديم اللون ومعتبر ،

صيغته نصف المنشورة هي :



1 - 1 انقل إلى ورقتك الصيغة نصف المنشورة للينالول وضع دائرة

حول المجموعة المميزة للكحول .

1 - 2 حدد صنف هذا الكحول .

2 - ما هي المجموعة الكيميائية التي تنتمي إليها أسيتات ليناليل Acétate de Linalyle ؟

3 - 1 باستعمال الصيغ نصف المنشورة أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المقرون بتحضير أسيتات ليناليل Acétate de Linalyle .

3 - 2 ما هي مميزات هذا التحول الكيميائي ؟

4 - نستعمل خليطا متساوي المولات من اللينالول وحمض الإيثانويك بوجود حمض باراتوليئين الكبريتونيك acide paratoluéne

sulfonique والذي يلعب دور الحفاز . ما هو دور الحفاز ؟

5 - نعطي ثابتة التوازن لهذا التحول : $K = 3 \times 10^{-3}$.

5 - 1 أكتب تعبير خارج التفاعل $Q_{r,i}$ عند بداية التفاعل .

5 - 1 علل منحى التطور التلقائي للمجموعة .

6 - عند نهاية التحول وبعد التبريد نقوم بفصل أسيتات ليناليل Acétate de Linalyle بالتقطير . حصلنا على $2,5 ml$ من أسيتات

ليناليل Acétate de Linalyle انطلاقا من $40 ml$ للينالول .

6 - 1 ما هو حجم حمض الإيثانويك المستعمل ؟

6 - 2 عرف بمردود التفاعل واحسب مردود هذا التركيب .

6 - 3 هل هذه النتيجة مفاجئة ؟

7 - المردود في هذه الشروط التجريبية رديء ، لكن بالمقابل فإن اللينالول هو مادة باهضة الثمن .

7 - 1 اقترح طريقة تمكن من الرفع من المردود دون تغيير الجهاز المستعمل

7 - 2 ما هو الجهاز الآخر الذي يمكن من الرفع من مردود التفاعل ؟

اسم النوع الكيميائي	أسيتات ليناليل Acétate de Linalyle	حمض الإيثانويك	اللينالول Linalol
الكثافة	0,89	1,05	0,87
درجة حرارة الغليان (°C)	220	118	199
الكتلة المولية g/mol	196	60	154

تمرين 3 - تصنيع إستر (مباراة فرنسية 2002)

نعطي الكتل المولية الذرية للعناصر الكيميائية التالية : $M(H) = 1g/mol$ و $M(C) = 12g/mol$ و $M(O) = 16g/mol$.

نريد تصنيع إستر انطلاقا من تفاعل حمض الإيثانويك و بنتن - 1 أول pentan - 1 ol

1 - أكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة المعادلة الحصيلة لهذا التفاعل الكيميائي .

أعط اسم الاستر الناتج . واذكر خاصيتين أساسيتين لهذا التفاعل .

- المرحلة الأولى : ندخل في حوجلة حجما $V_1 = 22ml$ من بنتن 1 - أول pentan - 1 ol وحجما V_2 من حمض الإيثانويك .
 ونضيف $1ml$ من حمض الكبريتيك مركز وبعض من حصى الخفاف pierres ponces ثم نسخن الخليط بالارتداد مدة 30 min .
 - المرحلة الثانية : بعد التبريد نصب محتوى الحوجلة في حباية الصفيق ampoule à décanter والتي تحتوي على $50ml$ من الماء المثلج مع الاحتفاظ بحصى الخفاف . بعد التحريك والصفيق نحصل على طبقتين غير قابلتين للامتزاج non miscible إحداهما تحتوي على الاستر .
 بعد التحريك والمعالجة نحصل على $17g$ من الاستر .

معطيات :

اسم النوع الكيميائي	بنتن 1 - أول Pentan -1 - ol	حمض الإيثانويك	الاستر المحضر
الكتلة الحجمية عند $20^\circ C$ ب (g / ml)	0,81	1,05	0,87
الذوبانية في الماء	ضعيفة	جيدة	ضعيفة
الكتلة المولية g/mol	88	60	130

- 2 - 1 ما هو دور التسخين ؟ وما هو دور استعمال التسخين بالارتداد ؟
- 2 - 2 ضع تبيانة موضحا فيها الأجهزة المستعملة في عملية التسخين بالارتداد .
- 2 - 3 ما هو دور حمض الكبريتيك المركز ؟ ما هو دور حصى الخفاف ؟
- 2 - 4 أوجد بدلالة المعطيات التعبير الحرفي للحجم V_2 لحمض الإيثانويك المستعمل لكي يكون الخليط البدئي متساوي المولات . أحسب قيمته .
- 2 - 5 ما هو التفاعل المشوش الذي يمكن أن يحصل خلال عملية التصفيق في حالة عدم استعمال الماء المثلج ؟
- 2 - 6 ضع تبيانة لعملية التصفيق موضحا وضعية و اسم الطورين . ما هي الاحتياطات التي يجب العمل بها خلال التحريك في عملية التصفيق ؟
- 2 - 7 احسب مردود هذا التصنيع .
- 3 - تطور التحول .
- 3 - 1 مثل على الورقة شكل المنحنى الممثل لتغيرات كمية مادة الاستر المتكون بدلالة الزمن t .
- 3 - 2 ما هي التغيرات التي ستطرأ على هذا المنحنى في الحالات التالية :
 أ - عند الرفع من درجة الحرارة
 ب - عند عدم استعمال حمض الكبريتيك المركز
 ج - عند استعمال حمض الإيثانويك بوفرة بالنسبة للكحول .
 4 - نريد أن نحضر هذا الاستر بمردود جيد .
- 4 - 1 أعط اسم والصيغة نصف المنشورة للمتفاعل الممكن استعماله عوض حمض الإيثانويك
- 4 - 2 أكتب المعادلة الحصيلة لهذا التفاعل وأذكر خاصياته .