

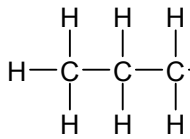
الأسطرة وإماهة الأستر

في هذا الدرس

- 1 - يجب أن أعرف تسمية الكحولات والحموض الكربوكسيلية والأسترات . (التسمية المنهجية)
- 2 - يجب أن أعرف كتابة معادلة الأسطرة بواسطة الصيغ نصف المفصلة .
- 3 - يجب أن أعرف خصائص تفاعل الأسطرة و إماهة .
- 4 - يجب أن أعرف العوامل المؤثرة في تفاعل الأسطرة - إماهة .
- 5 - يجب أن أعرف كيفية استنتاج مردود الأسطرة اعتمادا على المعايير حمض - أساس .

الدرس

1 - الكحولات

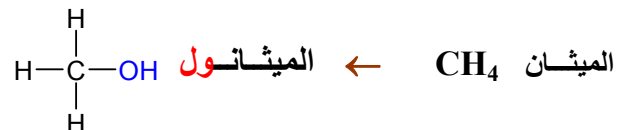


الكحول الأحادي هو الكحول الذي يحتوي في جزيئه على زمرة وظيفية واحدة (OH-). مثال :
توجد كحولات ثنائية وثلاثية ، لا ندرسها .

التسمية المنهجية للكحولات :

الصيغة العامة للكحولات الأحادية هي $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ ، وتكتب على الشكل $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{OH}$
حيث $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ - هو جذر ألكيلي (أي ألكان تنقصه ذرة من الهيدروجين) .
الكربون الوظيفي هو الكربون الذي ترتبط به الزمرة الوظيفية OH -

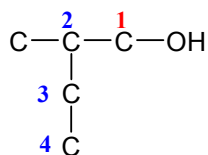
نحصل شكليا (وليس كيميائيا) على كحول باستبدال ذرة
من الهيدروجين في ألكان ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) بالزمرة الوظيفية OH -



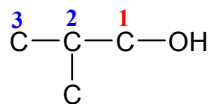
طريقة التسمية :

- نختار أطول سلسلة تشمل الكربون الوظيفي .
- نرقمها من الطرف الأقرب للكربون الوظيفي ، وكل الكربونات المرتبطة مع هذه السلسلة تُعتبر جذور ألكيلية .
- نذكر في اسم الكحول أسماء الجذور مسبوقة بأرقام الكربونات التي تحمل هذه الجذور متبوعة باسم السلسلة الرئيسية مع ذكر رقم الكربون الوظيفي متبوعا باللاحقة **أول** .

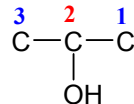
صورة خير من ألف كلمة :



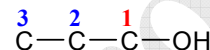
2 - ميثيل بوتان - 1 - أول



2 - ميثيل بروبان - 1 - أول



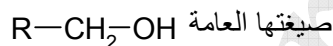
بروبان - 2 - أول



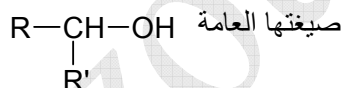
بروبان - 1 - أول

أنصاف الكحولات :

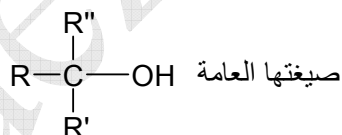
الكحولات الأولية : هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة بذرة كربون واحدة .



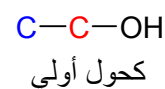
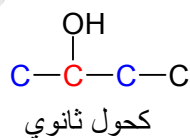
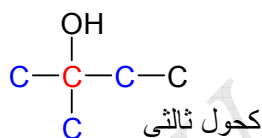
الكحولات الثانوية : هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة بذرتين من الكربون .



الكحولات الثالثية : هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة بثلاث ذرات من الكربون .



أمثلة :



2 - الحموض الكربوكسيلية

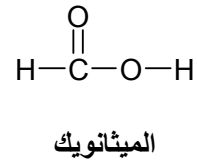
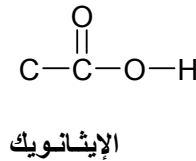
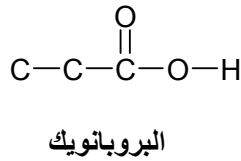
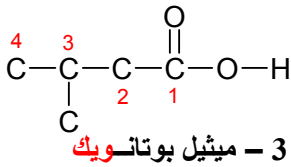
الصيغة العامة $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ وتُكتب على الشكل $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{COOH}$ ، حيث $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ هو جذر ألكيلي .

نحصل شكليا (وليس كيميائيا) على حمض باستبدال ذرة من الهيدروجين في ألكان ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) بالزمرة الوظيفية $-\text{COOH}$

طريقة التسمية :

- نرقم أطول سلسلة فحمية تشمل الزمرة الوظيفية $-\text{COOH}$ ، بحيث نعطي دائما الرقم 1 للكربون الموجود في الزمرة الوظيفية .
- نذكر أسماء الجذور مع أرقام ذرات الكربون التي تحمل هذه الجذور ، متبوعة باسم السلسلة الرئيسية في الحمض وفي آخرها اللاحقة **ويك**

صورة خير من ألف كلمة



3 - الأسترات

الأستر هو المركب العضوي الذي نحصل عليه عندما نفاعل حمضا كربوكسليا مع كحول .
توجد الأسترات في الطبيعة في الورود والأزهار وبعض الفواكة ، وهي التي تكسبها الرائحة الزكية .
الصيغة العامة لطائفة الأسترات هي $C_nH_{2n}O_2$ ، وهي نفس الصيغة العامة للحموض الكربوكسيلية .

الحموض الكربوكسيلية والأسترات هي متماكبات وظيفية

الوظيفة الأسترية : $R'-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-O-R$ ، حيث R و R' عبارة عن جذرين ألكيلين (يمكن أن يكون R' ذرة هيدروجين في حالة واحدة هي لما يكون الحمض المشارك في تكوين هذا الأستر هو الميثانويك) .

طريقة التسمية :

نعلم أن الحمض الكربوكسيلي يتشرد في الماء حسب المعادلة : $R-COOH = RCOO^- + H^+$
تسمى الشاردة السالبة الناتجة عن الحمض شاردة **الألكانات**

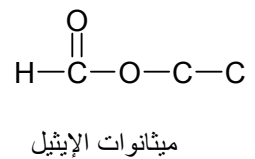
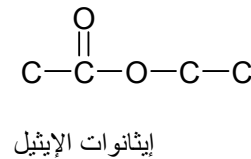
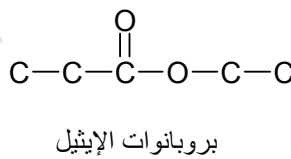
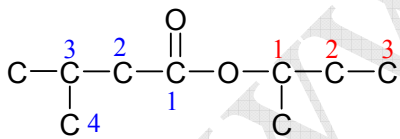
ميثانات : $H-COO^-$

الإيثانات : CH_3-COO^-

البروبانات : $CH_3-CH_2-COO^-$

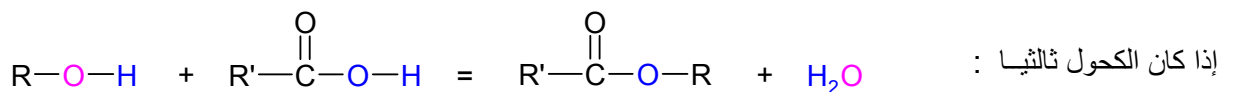
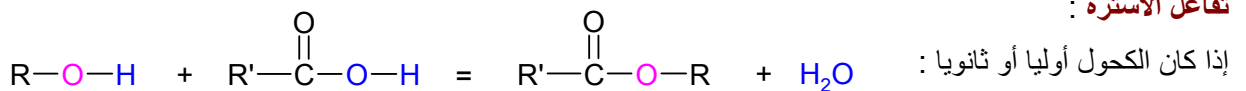
لما نسمي أستر نبدأ بتسمية الشاردة الحمضية متبوعة باسم السلسلة الرئيسية في الكحول مع ذكر الجذور في الحمض وفي الكحول .

صورة خير من ألف كلمة



ملاحظة : نرقم دائما سلسلتي الحمض والكحول في الأستر ابتداء من الوظيفة الأسترية .

تفاعل الأستر :



خصائص تفاعل الأسترة :

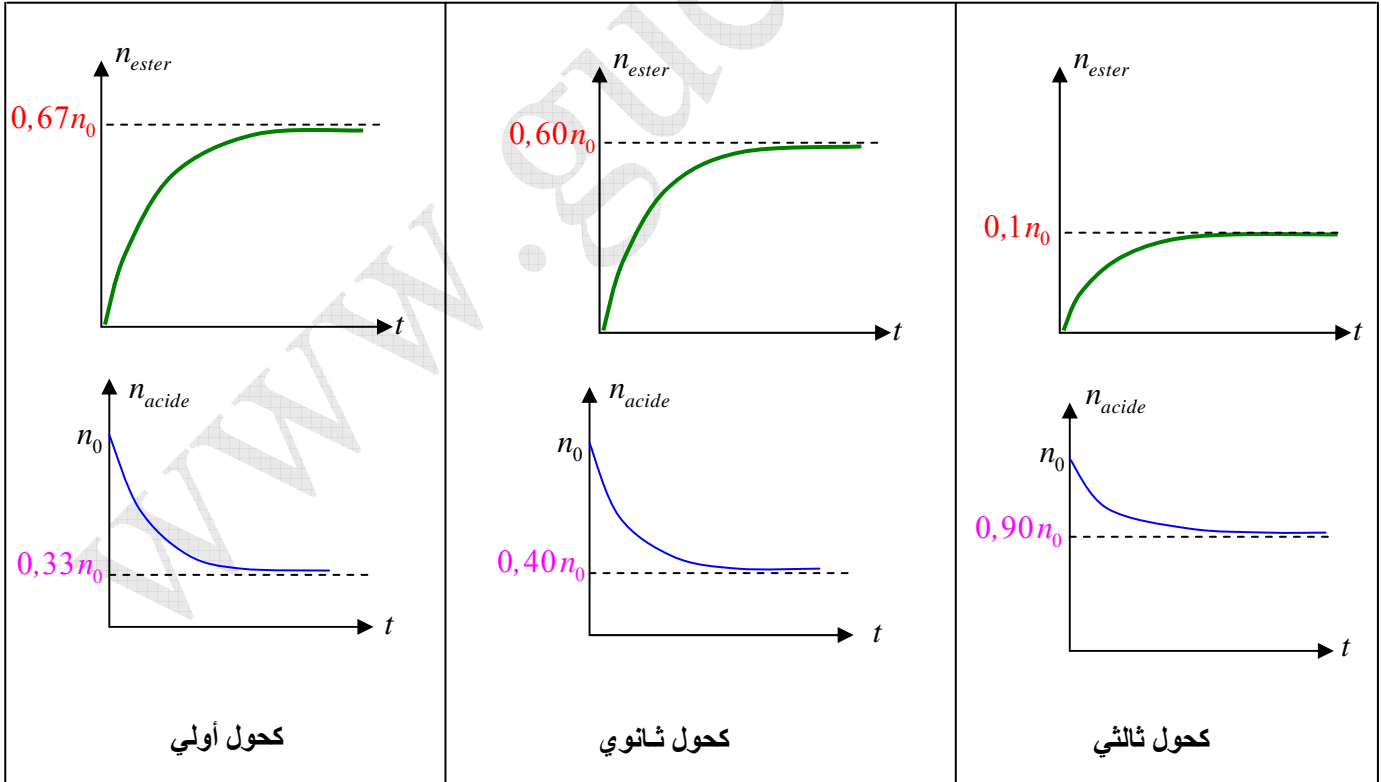
- تفاعل غير تام (محدود) ، لأن النواتج (الماء والأستر) تتفاعل في نفس الوقت وتؤدي بالتفاعل لحالة توازن .
- تفاعل بطيء جدا في البرودة (يمكن تنشيطه بالحرارة أو بشوارد الهيدرونيوم (H_3O^+))
- تفاعل لا حراري (نسبة التقدم النهائي لا تتأثر بدرجة الحرارة) . هذه الخاصية تكمن في أن عدد أنواع الروابط في المتفاعلات يساوي عددها في النواتج .

متابعة تطور التفاعل :

نشكل مزيجا متساوي المولات (n_0) من حمض كربوكسيلي وكحول .

$R - COOH + R' - OH = R - COO - R' + H_2O$			
n_0	n_0	0	0
$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f
$n_0 - x_m$	$n_0 - x_m$	x_m	x_m

إذا كان الكحول أوليا يكون $x_f = 0,67 \times n_0$
 إذا كان الكحول ثانويا يكون $x_f = 0,60 \times n_0$
 إذا كان الكحول ثالثيا يكون $x_f \in [0,05 \times n_0 ; 0,1 \times n_0]$



السلم غير محترم في هذه البيانات

$$r = \frac{n_{ester}}{n_{0\ acide}} \times 100$$

$$\tau = \frac{n_{ester}}{n_{0\ acide}}$$

نسبة التقدم النهائي : هذه النسبة تمثل كذلك مردود الأسترة .
في حالة مزيج غير متساوي المولات نقسم على كمية المادة الأصغر
من بين الكحول والحمض (أي المتفاعل المحد).

نسبة التقدم النهائي τ لا تتأثر بدرجة الحرارة
لكنها تتأثر بالمزيج الابتدائي .
القيم الموجودة على يمينك خاصة فقط بمزيج
متساوي المولات ، أي كمية مادة الكحول تساوي
كمية مادة الحمض .

$$\tau = \frac{0,67n_0}{n_0} = 0,67 \quad \text{بالنسبة لكحول أولي :}$$

$$\tau = \frac{0,60n_0}{n_0} = 0,60 \quad \text{بالنسبة لكحول ثانوي :}$$

$$\tau \in [0,05 ; 0,10] \quad \text{بالنسبة لكحول ثالثي :}$$

كسر التفاعل :



$$Q_r = \frac{[R - COO - R'] \times [H_2O]}{[RCOOH] \times [R' - OH]} = \frac{n_{ester} \times n_{H_2O}}{n_{acide} \times n_{Al}}$$

$$Q_{rf} = \frac{[R - COO - R']_f \times [H_2O]_f}{[RCOOH]_f \times [R' - OH]_f} = K$$

ملاحظة : تركيز الماء يظهر في عبارة ثابت التوازن لأن الماء في هذا التفاعل ليس حالاً ، بل يمثل أحد الناتجين .

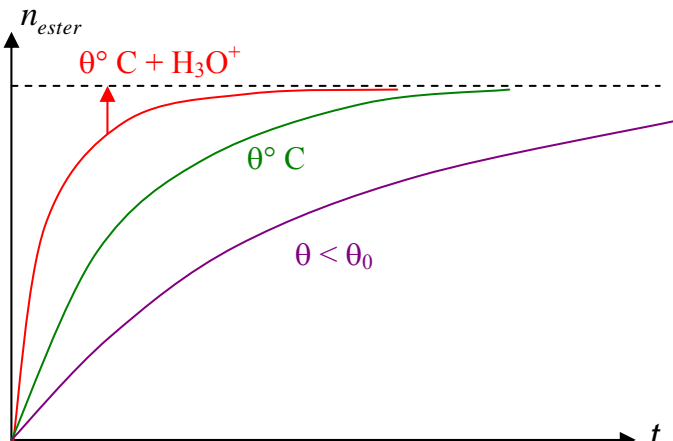
ثابت التوازن K لا يتأثر بدرجة الحرارة ولا بالمزيج
الابتدائي ، سواء كان متساوي المولات أو غير
متساوي المولات .

$$K = \frac{(0,67n_0)^2}{(0,33n_0)^2} = 4 \quad \text{بالنسبة لكحول أولي :}$$

$$K = \frac{(0,60n_0)^2}{(0,40n_0)^2} = 2,25 \quad \text{بالنسبة لكحول ثانوي :}$$

كيف نسرّع تفاعل الأسترة ؟

من أجل تسريع تفاعل الأسترة ، نثبع إحدى الطريقتين ، إما نرفع درجة حرارة المزيج أو نضيف بعض القطرات من حمض الكبريت أو الإثنيين معا .

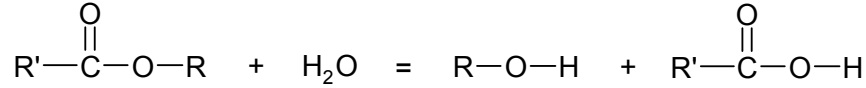


كيف نرفع (نحسن) مردود الأسترة ؟

نرفع مردود الأسترة بإحدى الطريقتين التاليتين :

- نستعمل مزيجا غير متساوي المولات (مثلا 1 mol من الكحول و 5 mol من الحمض) ، في هذه الحالة الكحول يتأستر تقريبا كله .
- نسحب الماء أو الأستر خلال التفاعل ، لكي لا نسمح لتفاعل الإماهة بالحدوث .

تفاعل الإماهة : تفاعل الإماهة هو التفاعل العكسي للأسترة ، أي التفاعل بين الأستر والماء .



- تفاعل غير تام (محدود) ، لأن النواتج (الكحول والحمض) تتفاعل في نفس الوقت وتؤدي بالتفاعل لحالة توازن .

- تفاعل بطيء جدا في البرودة (يمكن تنشيطه بالحرارة أو بشوارد الهيدرونيوم H_3O^+)

- تفاعل لا حراري (نسبة التقدم النهائي لا تتأثر بدرجة الحرارة) . هذه الخاصية تكمن في أن عدد أنواع الروابط في المتفاعلات يساوي عددها في النواتج .

متابعة تطور التفاعل :

نشكل مزيجا متساوي المولات (n_0) من أستر والماء .

$R - COO-R' + H_2O = R - COOH + R' - OH$			
n_0	n_0	0	0
$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f
$n_0 - x_m$	$n_0 - x_m$	x_m	x_m

إذا كان الكحول الناتج **أوليا** يكون $x_f = 0,33 \times n_0$

إذا كان الكحول الناتج **ثانويا** يكون $x_f = 0,40 \times n_0$

إذا كان الكحول الناتج **ثالثيا** يكون $x_f \in [0,90 \times n_0 ; 0,95 \times n_0]$

كسر التفاعل :



$$Q_r = \frac{[R - COOH] \times [R' - OH]}{[R - COO - R'] \times [H_2O]} = \frac{n_{acide} \times n_{Al}}{n_{ester} \times n_{H_2O}}$$

$$Q_{rf} = \frac{[R - COOH]_f \times [R' - OH]_f}{[R - COO - R']_f \times [H_2O]_f} = K'$$

$$K' = \frac{(0,33n_0)^2}{(0,67n_0)^2} = 0,25 \quad \text{عندما ينتج كحول أولي}$$

$$K' = \frac{(0,40n_0)^2}{(0,60n_0)^2} = 0,44 \quad \text{عندما ينتج كحول ثانوي}$$

$$r = \frac{n_{acide}}{n_{0ester}} \times 100$$

$$\tau = \frac{n_{acide}}{n_{0ester}}$$

نسبة التقدم النهائي : هذه النسبة تمثل كذلك مردود الإماهة .
في حالة مزيج غير متساوي المولات نقسم على كمية المادة الأصغر
من بين الماء والأستر (أي المتفاعل المحد) .

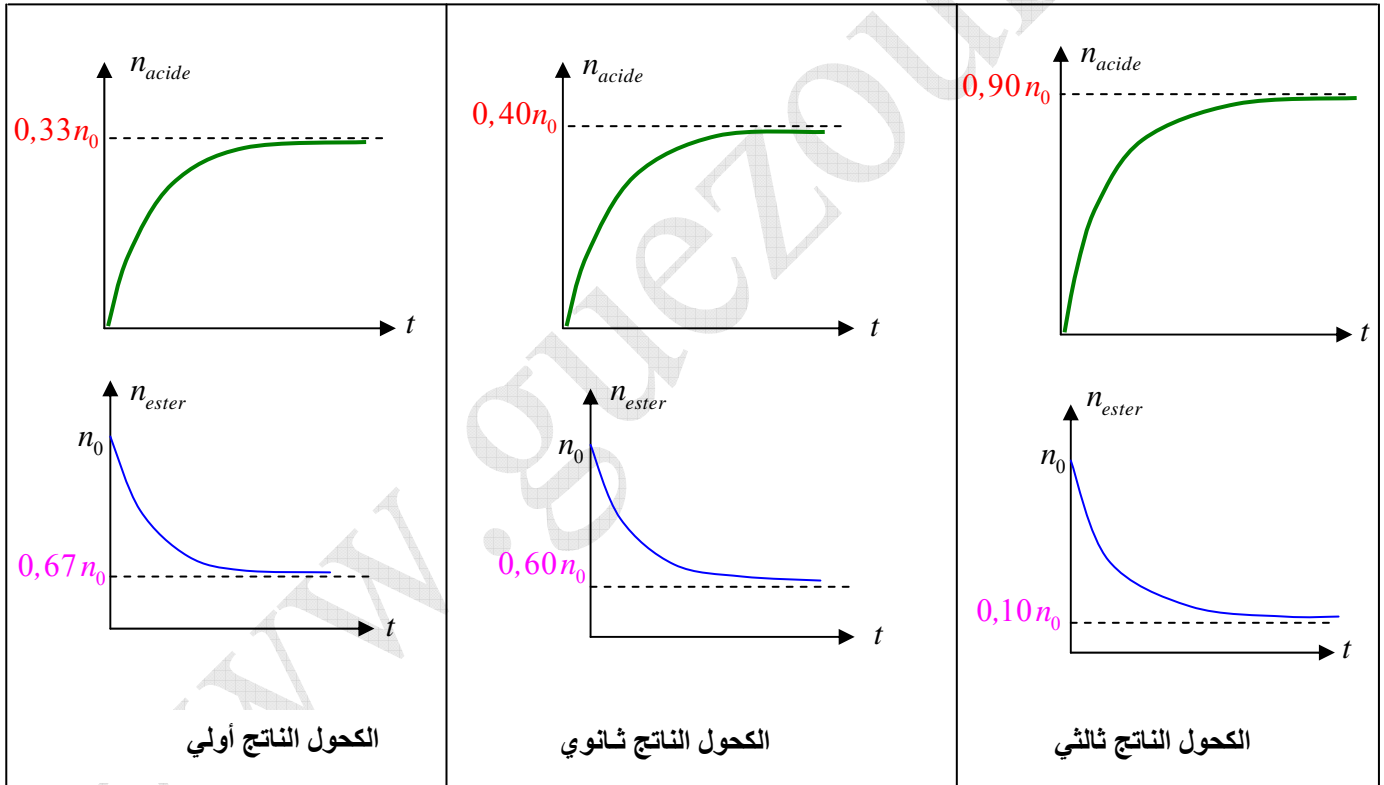
نسبة التقدم النهائي τ لا تتأثر بدرجة الحرارة
لكنها تتأثر بالمزيج الابتدائي .
القيم الموجودة على يمينك خاصة فقط بمزيج
متساوي المولات ، أي كمية مادة الأستر تساوي
كمية مادة الماء .

$$\tau = \frac{0,33n_0}{n_0} = 0,33 \quad \text{عندما ينتج كحول أولي :}$$

$$\tau = \frac{0,40n_0}{n_0} = 0,40 \quad \text{بالنسبة لكحول ثانوي :}$$

$$\tau \in [0,90 ; 0,95] \quad \text{بالنسبة لكحول ثالثي :}$$

البيانات الخاصة بمزيج متساوي المولات من الماء والأستر :

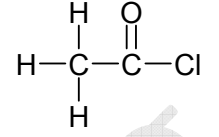
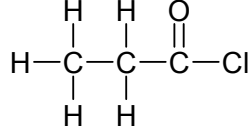


ملحق

استعمال كلور الأسيل :

كلور الأسيل عبارة عن مشتق حمضي ، نحصل عليه باستبدال OH - في الحمض بذرة من الكلور .

لكي نسمي كلور الأسيل نستبدل اللاحقة **ويك** في الحمض باللاحقة **ويل**



كلور الإيثانويل

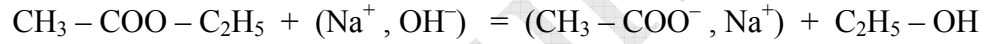
كلور البروبانويل

إذا أردنا أن نؤسّر كحولاً أسترة تامة نفاعله مع مشتق حمضي مثل كلور الإيثانويل مثلاً عوض حمض الإيثانويك ، في هذه الحالة يكون التفاعل سريعاً ومردوده 100% .

تفاعل التصبن :

هو تفاعل أسترة مع محلول مائي لأساس قوي .

مثلاً تفاعل إيثانوات الإيثيل مع هيدروكسيد الصوديوم (Na⁺ , OH⁻)



ينتج كحول وملح إيثانوات الصوديوم .

يُتعمل هذا التفاعل لصناعة الصابون ، وذلك باستعمال حموض دهنية ، فيكون الناتج عبارة عن صابون .

تفاعل التصبن سريع وتام .