الأسترة وإماهة الأسـتر

في هذا الدرس

1 - يجب أن أعرف تسمية الكحولات والحموض الكربوكسيلية والأسترات . (التسمية المنهجية)

2 - يجب أن أعرف كتابة معادلة الأسترة بواسطة الصيغ نصف المفصّلة .

3 - يجب أن أعرف خصـائص تفاعل الأسـترة و الإمـاهة .

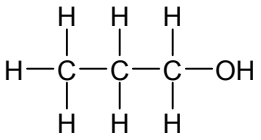
4 – يجب أن أعرف العوامل المؤثرة في تفاعل الأسترة – إماهة .

5 – يجب أن أعرف كيفية استنتـاج مردود الأسـترة إعتمادا على المعايرة حمض – أسـاس .

الدرس

1 - الكحـولات

الكحول الأحـادي هو الكحول الذي يحتوي في جزيئه على زمرة وظيفية واحدة (OH –) . مثـال :



توجد كحولات ثنائية وثلاثية ، لا ندرسهـا .

التسمية المنهجية للكحولات :

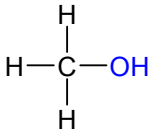
الصيغة العامة للكحولات الأحـادية هي $C_nH_{2n+2}O$ ، وتُكتب على الشكل $C_nH_{2n+1}-OH$

حيث C_nH_{2n+1} – هو جذر ألكيلي (أي ألكان تنقصه ذرة من الهيدروجين) .

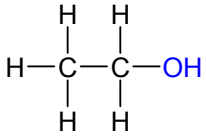
الكربون الوظيفي هو الكربون الذي ترتبط به الزمرة الوظيفية OH –

نحصل شكليا (وليس كيميائيا) على كحول باستبدال ذرة من الهيدروجين في ألكان (C_nH_{2n+2}) بالزمرة الوظيفية OH –

الميثـان CH_4 ← **الميثـانـول**



الإيثـان C_2H_6 ← **الإيثـانـول**



www.guezouri.org

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

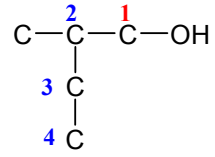
طريقة التسمية :

- نختار أطول سلسلة تشمل الكربون الوظيفي .

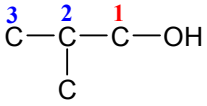
- نرقمها من الطرف الأقرب للكربون الوظيفي ، وكل الكربونات المرتبطة مع هذه السلسلة تُعتبر جذور ألكيلية .

- نذكر في اسم الكحول أسماء الجذور مسبوقة بأرقام الكربونات التي تحمل هذه الجذور متبوعة باسم السلسلة الرئيسية مع ذكر رقمالكربون الوظيفي متبوعا بالاحقة **أول .**

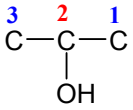
صورة خير من ألف كلمة :



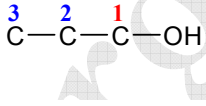
2 – ميثيل بوتان – 1- أول



2 – ميثيل بروبان – 1- أول



بروبان – 2 - أول



بروبان – 1 - أول

أصناف الكحولات :

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

صيغتها العامة $R-CH_2-OH$

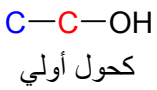
الكحولات الثانوية : هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة بذرتين من الكربون .

صيغتها العامة $R-\underset{\displaystyle R'}{\underset{|}{CH}}-OH$

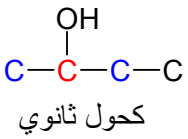
الكحولات الثالثية : هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة بثلاث ذرات من الكربون .

صيغتها العامة $R-\underset{\displaystyle R'}{\underset{|}{\overset{\displaystyle R''}{\overset{|}{C}}}}-OH$

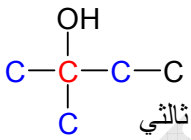
أمثلة :



كحول أولي



كحول ثانوي



كحول ثالثي

2 - الحموض الكربوكسيلية

الصيغة العـامة $C_nH_{2n}O_2$ وتُكتب على الشكل $C_{n'}H_{2n'+1}-COOH$ ، حيث $C_{n'}H_{2n'+1}$ هو جذر ألكيلي .

نحصل شكليا (وليس كيميائيا) على حمض باستبدال ذرة من الهيدروجين في ألكان (C_nH_{2n+2}) بالزمرة الوظيفية $-COOH$

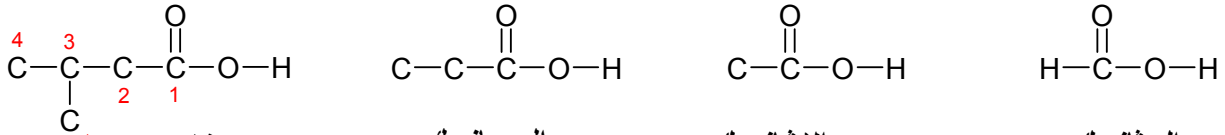
طريقة التسمية :

- نرقم أطول سلسلة فحمية تشمل الزمرة الوظيفية $-COOH$ ، 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**

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM
www.guezouri.org

صورة خير من ألف كلمة



الميثانويك — الإيثـانـويك — البروبانويك — 3 – ميثيل بوتانـويك

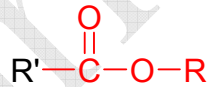
3 - الأسترات

الأسترهو المركب العضوي الذي نحصل عليه عندما نفاعل حمضا كربوكسيليا 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 :  ، حيث R و R' عبارة عن جذرين ألكيليين (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 يتشرّد في الماء حسب المعادلة : $R-COOH \quad = \quad RCOO^- + H^+$

تسمّى الشاردة السالبة الناتجة عن الحمض شاردة **الألكانـوات**

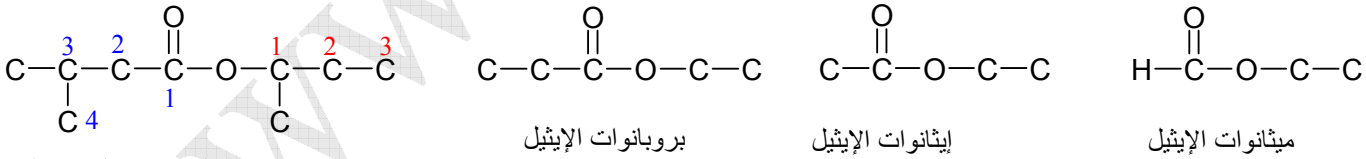
ميثانوات : $H-COO^-$

الإيثانوات : CH_3-COO^-

البروبانوات : $CH_3-CH_2-COO^-$

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

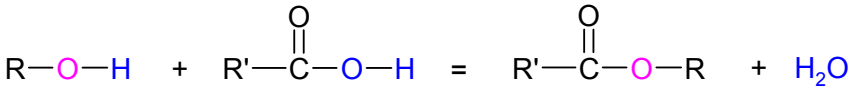
صورة خير من ألف كلمة

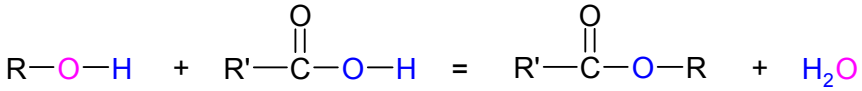


ميثانوات الإيثيل — إيثانوات الإيثيل — بروبانوات الإيثيل — 3 – ميثيل بوتـانوات الـ 1 – ميثيل بروبيل

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

تفاعل الأسترة :

إذا كان الكحول أوليا أو ثانويا : 

إذا كان الكحول ثالثيـا : 

خصائص تفاعل الأسترة :

- تفاعل غير تام (محدود) ، لأن النواتج (الماء والأستر) تتفاعل في نفس الوقت وتؤدّي 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 :

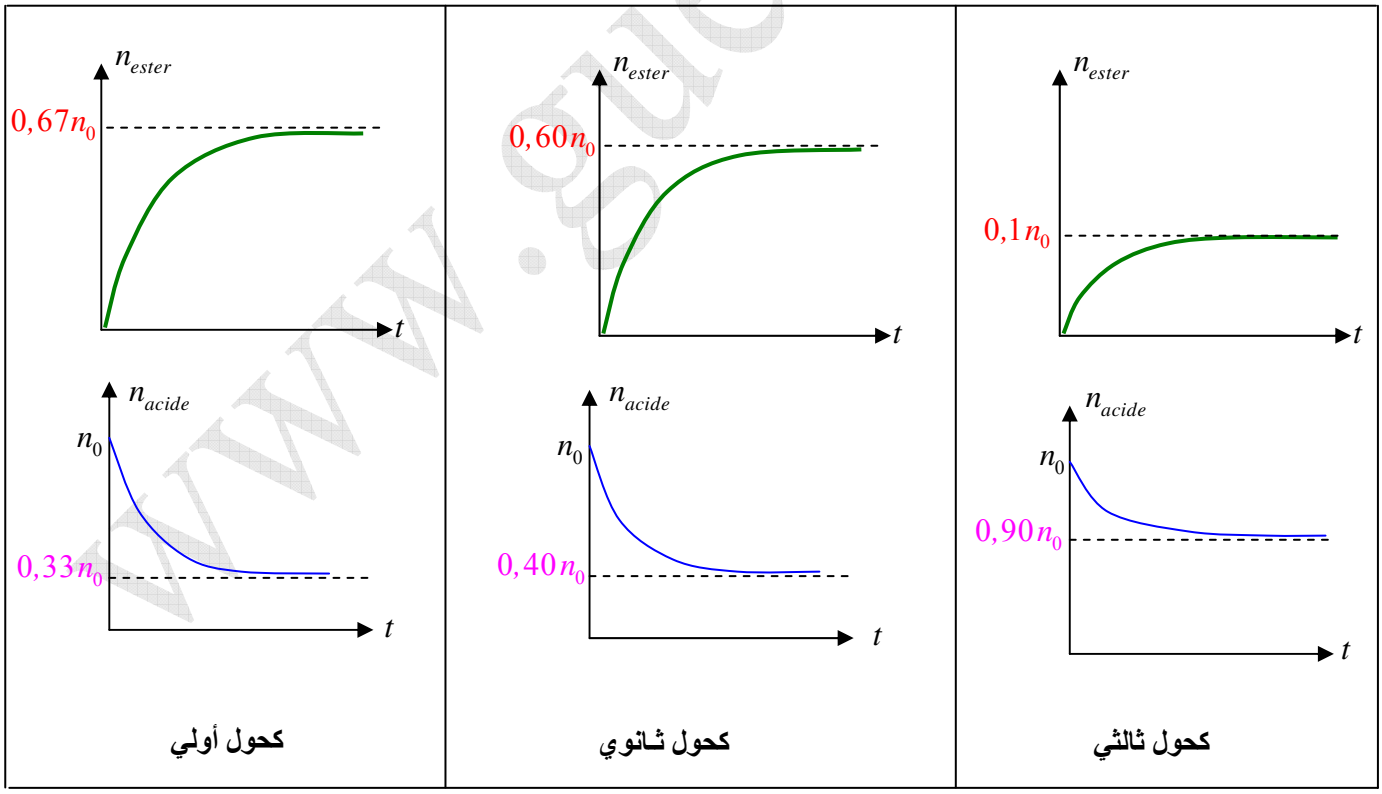
نشكّل مزيجا متساوي المولات (n_0) من حمض كربوكسيلي وكحول .

$R-COOH + R'-OH = R-COO-R' + H_2O$			
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 **أوليـا** 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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

نسبة التقدّم النهـائي : هذه النسبة تمثل كذلك مردود الأسترة .

في حالة مزيج غير متساوي المولات نقسّم على كمية المادة الأصغر من بين الكحول والحمض (أي المتفاعل المحد) .

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

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

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

بالنسبة لكحول ثـانوي : $\tau = \frac{0,60n_0}{n_0} = 0,60$

بالنسبة لكحول ثالثي : $\tau \in [0,05 \ ; \ 0,10]$

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

كسر التفاعل :

$$\mathbf{R-COOH + R'-OH = R-COO-R' + H_2O}$$

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

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

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

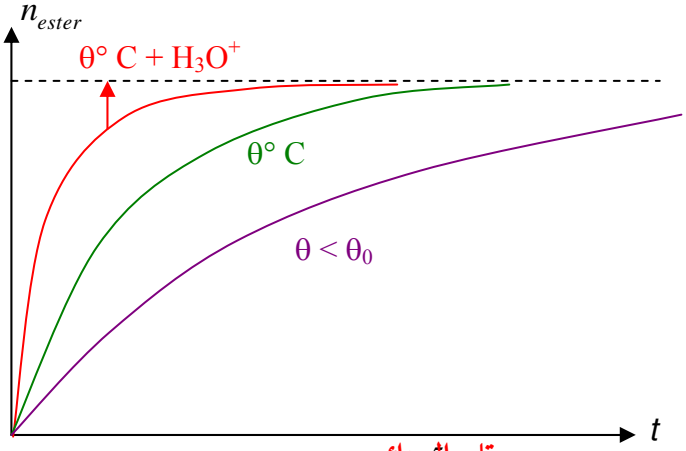
بالنسبة لكحول أولي : $K = \frac{(0,67n_0)^2}{(0,33n_0)^2} = 4$

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

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

كيف نسرّع تفاعل الأسترة ؟

من أجل تسريع تفاعل الأسترة ، نتّبع إحدى الطريقتين ، إما نرفع درجة حرارة المزيج أو نضيف بعض القطرات من حمض الكبريتأو الإثنين معا .



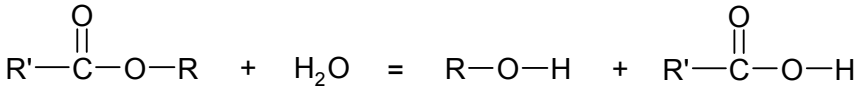
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

كيف نرفع (نحسّن) 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 الإمـاهة : تفاعل الإماهة هو التفاعل العكسي للأسترة ، أي التفاعل بين الأستر والماء .



- تفاعل غير تام (محدود) ، لأن النواتج (الكحول والحمض) تتفاعل في نفس الوقت وتؤدّي 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 :

نشكّل مزيجا متساوي المولات (n_0) من أستر والمـاء .

$R-COO-R' + H_2O = R-COOH + R'-OH$			
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 **أوليـا** 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 :

$$\mathbf{R-COO-R' + H_2O = R-COOH + R'-OH}$$

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

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

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

عندما ينتج كحول ثـانوي : $K' = \dfrac{(0{,}40n_0)^2}{(0{,}60n_0)^2} = 0{,}44$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

نسبة التقدّم النهـائي : هذه النسبة تمثل كذلك مردود الإمـاهة .
في حالة مزيج غير متساوي المولات نقسّم على كمية المادة الأصغر من بين الماء والأستر (أي المتفاعل المحد) .

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

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

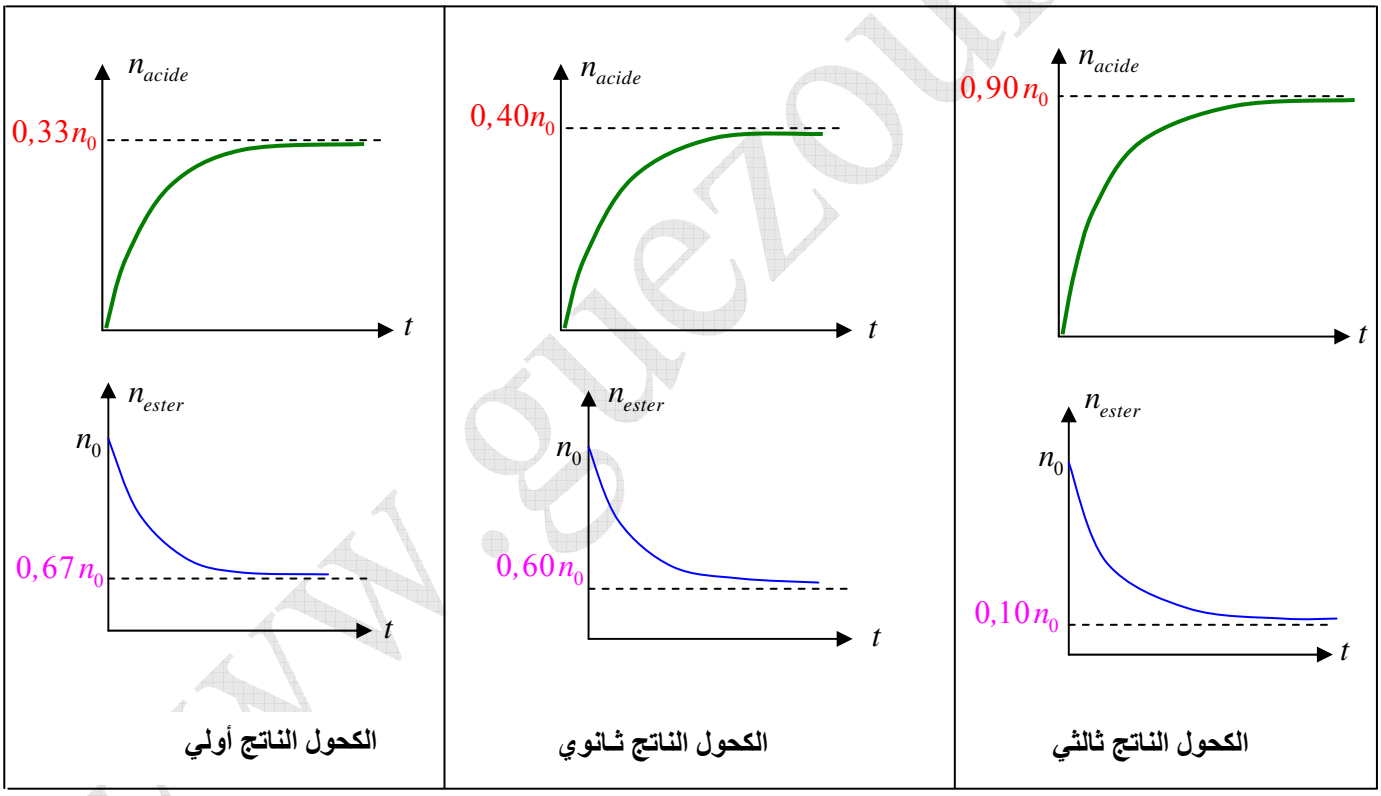
عندما ينتج كحول أولي : $\tau = \frac{0,33n_0}{n_0} = 0,33$

بالنسبة لكحول ثـانوي : $\tau = \frac{0,40n_0}{n_0} = 0,40$

بالنسبة لكحول ثالثي : $\tau \in [0,90 \ ; \ 0,95]$

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 .

البيانات الخاصة بمزيج متساوي المولات من الماء والأستر :



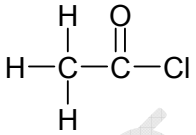
www.guezouri.com

ملحق

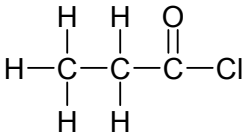
استعمال كلور الأسيل :

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 البروبانويـل

إذا أردنا أن نؤستر كحولا أسترة تامة نفاعله مع مشتق حمضي مثل كلور الإيثانويل مثلا عوَض حمض الإيثانويك ، في هذه الحالة يكون التفاعل سريعا ومردوده 100% .

تفاعل التصبّن :

هو تفاعل أستر مع محلول مائي لأساس قوي .

مثلا تفاعل إيثانوات الإيثيل مع هيدروكسيد الصوديوم (Na^+ , OH^-)

$$CH_3 - COO - C_2H_5 + (Na^+ , OH^-) = (CH_3 - COO^- , Na^+) + C_2H_5 - OH$$

ينتج كحول وملح إيثانوات الصوديوم .

يُيتعمل هذا التفاعل لصناعة الصابون ، وذلك باستعمال حموض ذهنية ، فيكون الناتج عبارة عن صابون .

تفاعل التصبن **سريع وتـام** .

www.guezouri.org