أكاديمية الوريد للعلوم الفيزيائية
مراقبة تطوّر جملة كيميائية
الدرس الثالث

في هذا الدرس يجب أن أعرف:
1 - تسمية الكحولات المشبّعة أحادية الوظيفة والحموض الكربوكسيلية والأسترات
2 - كتابة المعادلة الكيميائية لتفاعل الأسترة ولتفاعل الإماهة بواسطة الصيغ نصف المفصّلة
3 - خصائص تفاعل الأسترة وتفاعل الإماهة
4 - العوامل المؤثّرة على سرعة الأسترة ، والعوامل المؤثّرة على مردود تفاعل الأسترة ، وكيفية تحسين المردود
5 - تفاعل التصبّن وخصائصه

الأسترة وإماهة الأستر

1 - التسمية

1 - 1 - الفحوم الهيدروجينية المشبّعة (الألكانات)

هي مركبات عضوية جزيئاتها مشكلة فقط من عنصري الكربون والهيدروجين، وكل الروابط فيها أحادية.

صيغتها العامة C_nH_{2n+2}

$n = 1$: CH_4 الميثان

$n = 2$: C_2H_6 الإثان

$n = 3$ C_3H_8 البروبان

$n = 4$ C_4H_{10} البوتان (الأصل)

$n = 5$ C_5H_{12} البنتان (الأصل)

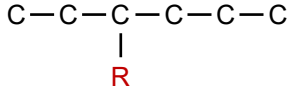
$n = 6$ C_6H_{14} الهكسان (الأصل)

الألكانات الثلاثة الأولى ليس لها متماكبات، أي ليس لها إلا صيغة مفصلة واحدة، أما ابتداء من $n = 4$ نجد أكثر من صيغة مفصّلة.

$n = 4$: C_4H_{10} ، لدينا صيغتان مفصلتان، هما: C—C—C—C و ، أي مركبان مختلفان ، أي إسمان مختلفان.

تسمية الألكانات:

- الجذر الألكيلي: الجذر عبارة عن ألكان تنقصه ذرة من الهيدروجين، لا نجده حرّا، بل نجده مرتبطا بسلسلة فحمية، ونرمز له بـ R $(Radical)$

$-CH_3$: الميثيل ، $-C_2H_5$: الإثيل ، وبصفة عامة : 

- طريقة التسمية:

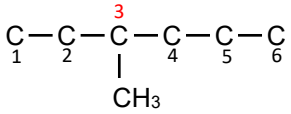
1 - نرقّم أطول سلسلة فحمية من اليمين نحو اليسار، ثم من اليسار نحو اليمين

2 - نرصد الجذور الألكيلية، وهي كل ما تبقّى من ذرات الكربون خارج السلسلة

3 - نذكر أسماء الجذور مسبوقة بأرقام ذرات الكربون التي تحمل هذه الجذور، ثم نذكر اسم السلسلة الفحمية

4 - نجد اسمين، أحدهما تابع للترقيم من اليمين نحو اليسار والآخر تابع للترقيم من اليسار نحو اليمين.

5 - نأخذ الاسم الموافق لمجموع الأرقام الأصغر.



صورة خير من ألف كلمة: اسم الألكان هو: 3 - ميثيل هكسان، وليس: 4 - ميثيل هكسان.

ملاحظة: كل ذرات الكربون تكون محاطة بأربع روابط، واختصارا نمثّل فقط السلسلة الفحمية.

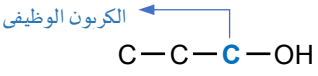
1 - 2 - الكحولات $(Les\ alcools)$

ندرس فقط الكحولات الأحادية المشبّعة ذات السلاسل الفحمية المفتوحة، حيث أن الكحول أحادي الوظيفة هو الكحول الذي يحتوي الجزيء فيه على زمرة وظيفية واحدة $(-\boldsymbol{OH})$ (توجد كحولات ذات سلاسل فحمية مغلقة، ويمكن كحالة خاصة نصادف أحد هذه الكحولات، مثل الفينول $C_6\boldsymbol{H_5-OH}$.

والكحول المشبّع هو الذي تكون فيه كل الروابط بين ذرات الكربون أحادية $(-\boldsymbol{C-C-C-})$.

الصيغة العامة لهذه الكحولات هي: $R-OH$ ، حيث R هو $-C_nH_{2n+1}$

الصيغة المجملة لهذه الكحولات هي: $C_nH_{2n+2}O$



نسمّي ذرة الكربون التي تحمل الزمرة الوظيفية الكحولية **الكربون الوظيفي**

نحصل شكليّا، وليس كيميائيا على كحول مشبع أحادي الوظيفة باستبدال ذرة من الهيدروجين في ألكان بالزمرة الوظيفية OH ، والتي نسمّيها زمرة الهيدروكسيل.

ملاحظة: زمرة الهيدروكسيل هي $-OH$ ، أما شاردة الهيدروكسيد هي HO^- .

نضيف في تسمية الكحولات اللاحقة (ول) لاسم الألكان.

الميثان : CH_4 $\Leftarrow$ الميثانول : CH_3-OH

الإثان : C_2H_6 $\Leftarrow$ الإثانول : C_2H_5-OH

أمّا إذا كان عدد ذرات الكربون في الكحول أكثر من 2، تكون التسمية كما يلي:

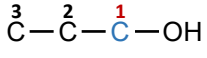
1 - نختار أطول سلسلة فحميّة تشمل الكربون الوظيفي

2 - نرقّم السلسلة من الطرف الأقرب للكربون الوظيفي

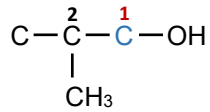
3 - نذكر أسماء الجذور مسبوقة بأرقام ذرات الكربون التي تحملها، ثم نذكر اسم السلسلة الفحمية متبوعة برقم الكربون الوظيفي، ثم نضيف اللاحقة (ول) .

صورة خير من ألف كلمة:

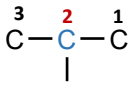
البروبان - 1- ول : $(Propan-1-ol)$



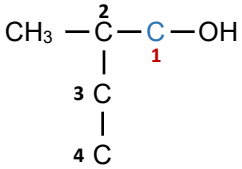
2 - ميثيل بروبان -1- ول : $(2-méthylpropan-1-ol)$



بروبان - 2 - ول : $(Propan-2-ol)$

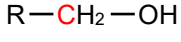


2 - ميثيل بوتان -1- ول : $(2-méthylbutan-1-ol)$

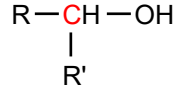


أصناف الكحولات:

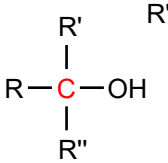
الكحولات الأوّلية: يكون الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة فقط بذرة كربون واحدة



الكحولات الثانوية: يكون الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة بذرّتين من الكربون



الكحولات الثالثية: يكون الكربون الوظيفي مربوطا مباشرة بثلاث ذرات من الكربون



1 - 3 - الحموض الكربوكسيلية $(Les\ acides\ carboxyliques)$

ندرس فقط الحموض الكربوكسيلية أحادية الوظيفة ذات السلاسل الفحمية المفتوحة المشبّعة. (يمكن أن نصادف حالة خاصة، مثلا حمض البنزويك).

الصيغة العامة لهذه الحموض الكربوكسيلية هي $C_nH_{2n+1}-COOH$ ، حيث $-COOH$ هي الوظيفة الحمضية (زمرة الكربوكسيل).

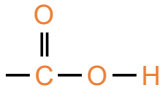
الصيغة المجملة لهذه الحموض الكربوكسيلية هي $C_nH_{2n}O_2$.

نسمي الحمض انطلاقا من عدد ذرات الكربون في الألكان، ونضيف اللاحقة (ويك) (*oïque*)

CH_4 : الميثان $\Leftarrow$ $H-COOH$: حمض الميثانويك

C_2H_6 : الإيثان $\Leftarrow$ CH_3-COOH : حمض الإيثانويك

C_3H_8 : البروبان $\Leftarrow$ CH_3-CH_2-COOH : حمض البروبانويك

الصيغة المفضّلة للوظيفة الحمضية هي: 

عندما نسمي حمضا نتبع ما يلي:

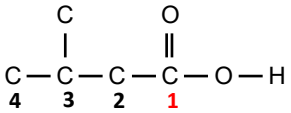
1 - نرقّم أطول سلسلة تشمل الوظيفة الحمضية، حيث نعطي الرقم 1 دائما لذرة الكربون الموجودة في الوظيفة

2 - نرصد الجذور الألكيلية وأرقام ذرات الكربون التي تتصل بها

3 - نسمي السلسلة الفحمية للألكان (ذرّة الكربون الموجودة في الوظيفة نعدّها في السلسلة الفحمية للألكان)، ثم نتبعها باللاحقة (ويك).

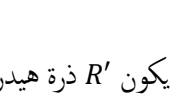
لا نذكر رقم الكربون الموجود في الوظيفة، لأنه دائما هو رقم 1.

صورة خير من مليون كلمة:



3 - ميثيل بوتانويك

1 - 4 - الأسترات $(Les\ esters)$

الأسترات العضوية هي مركبات تحتوي على الزمرة الوظيفية  ، حيث يمكن أن يكون R' ذرة هيدروجين في حالة وحيدة.

توجد الأسترات في الطبيعة في الفواكه والنباتات، ويمكن تحضيرها في المخبر. ينتج عن تفاعل كحول مع حمض كربوكسيلي أستر.

الصيغة المجملة لأستر الناتج عن كحول مشبّع أحادي الوظيفة مع حمض كربوكسيلي سلسلته الفحمية مشبعة هي $C_nH_{2n}O_2$.

ملاحظة: الحموض الكربوكسيلية والأسترات هي متماكبات وظيفية، معنى هذا أن لها نفس الصيغة المجملة، وتختلف في الوظيفة (حمضية، أسترية).

نسمّي الأسترات كما يلي:

نعلم أن الحمض الكربوكسيلي لما يتشرد يعطي شاردة الألكانوات $\boldsymbol{R-COO^-}$. $(R-COOH \rightarrow R-COO^- + H^+)$

$HCOO^-$: الميثانوات

CH_3-COO^- : الإثانوات

$CH_3-CH_2-COO^-$: البروبانوات

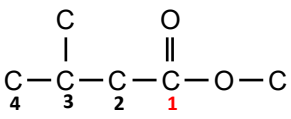
لمّا نسمي الأستر نبدأ بتسمية الشاردة الحمضية، ثم نتبعها باسم السلسلة الرئيسية في الكحول، مع ذكر أسماء الجذور الألكيلية في الشاردة الحمضية وكذلك في السلسلة الرئيسية في الكحول. (نرقّم سلسلة الحمض وكذلك سلسلة الكحول عندما تكون السلسلتان متشعّبتين، أي تحتويان على جذور)

$HCOO-CH_3$: ميثانوات الميثيل

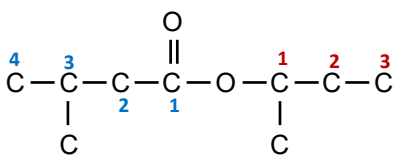
$CH_3COO-CH_3$: إيثانوات الميثيل

$CH_3COO-C_2H_5$: إيثانوات الإثيل

$CH_3-CH_2-CH_2COO-CH_3$: بوتانوات الميثيل



3 - ميثيل بوتانوات الميثيل



3 - ميثيل بوتانوات ، 1 - ميثيل بروبيل

ملاحظة: سلسلة الكحول لا ترقم من الطرفين، بل نعطي رقم 1 دائما لذرة الكربون المربوطة بذرّة الأكسوجين $(-O-)$ ، ونعدّ ابتداء من تلك الذرة للكربون أطول سلسلة فحمية.

ملاحظة: في مواضيع الامتحانات تأتيك صيغ بسيطة، أما هنا أنت تتعلّم يا عزيزي ...

2 - تفاعل الأسترة

تفاعل الأسترة هو تفاعل كحول مع حمض كربوكسيلي.

المعادلة العامة للتفاعل: $C_nH_{2n+1}-OH + C_{n'}H_{2n'+1}-COOH = C'_nH_{2n'+1}-COO-C_nH_{2n+1} + H_2O$

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

2 - 1 - خصائص تفاعل الأسترة:

- تفاعل غير تام (محدود)، وذلك بسبب تفاعل الأستر مع الماء، بحيث تصل الجملة الكيميائية إلى حالة التوازن.
- تفاعل بطيء جدّا في البرودة.
- تفاعل لا حراري (نسبة التقدّم النهائي لا تتعلّق بدرجة الحرارة). هذه الخاصية تكمن في أن عدد أنواع الروابط في المتفاعلات (الكحول والحمض) يساوي عدد ها في النواتج (الأستر والماء)، أي أن الجملة لا تمتص ولا تنشر الحرارة بشكل ملحوظ.

2 - 2 - متابعة تطور تفاعل الأسترة:

نشكّل مزيجا متساوي المولات من كحول وحمض كربوكسيلي، ولتكن n_0 هي كمية مادة كل من الكحول والحمض.

ننشئ جدول التقدم:

$R'-COOH$	+ $R-OH$	= $R'-COO-R$ +	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

ملاحظة: نستعمل في تفاعل الأسترة كحولا نقيّا وحمضا نقيا، أي لا يوجد بهما الماء، وبالتالي في جدول التقدّم لا نضع الماء بوفرة.

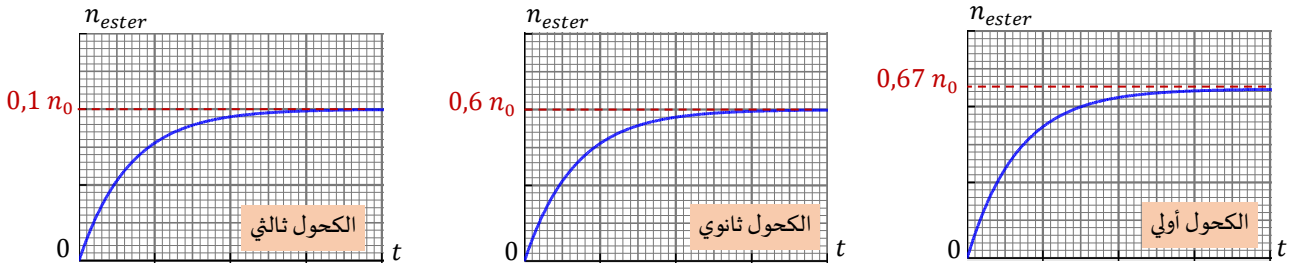
نجد تجريبيا:

إذا كان الكحول أوليّا: $x_f = 0,67\ n_0$

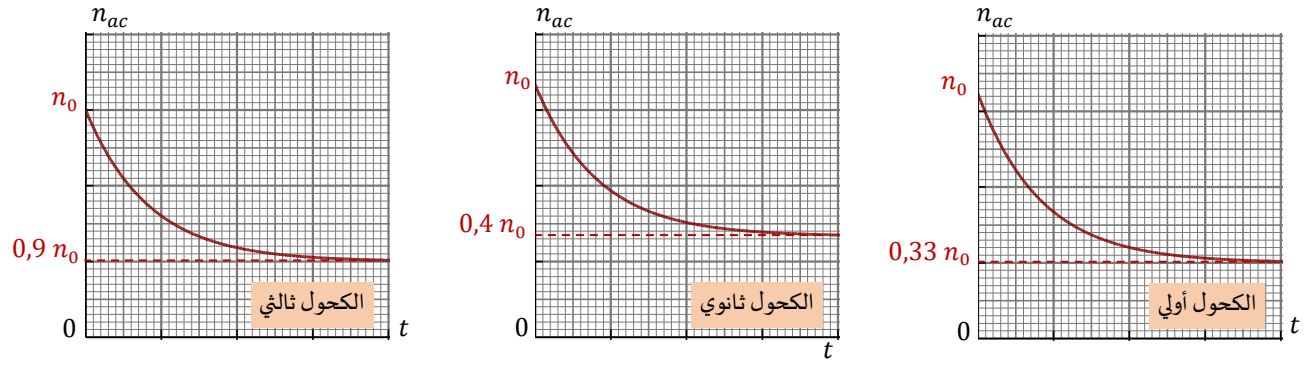
إذا كان الكحول ثانويا: $x_f = 0,60\ n_0$

إذا كان الكحول ثالثيا : $x_f \in [0,05\ n_0\ ;\ 0,1\ n_0]$ ، أي أن كمية مادة الأستر تتراوح بين $0,05\ n_0$ و $0,1\ n_0$.

2 - 2 - 1 - التمثيل البياني لكمية مادة الأستر الناتج بدلالة الزمن: $n_{ester} = f(t)$



2 - 2 - 2 - التمثيل البياني لكمية مادة الحمض بدلالة الزمن: $n_{ac} = f(t)$



2 - 2 - 3 - مردود الأسترة:

مردود الأسترة هو النسبة المئوية للأستر المتشكل، أي النسبة بين كمية المادة الناتجة من الأستر وكمية مادة الحمض أو الكحول (كمية المادة الأصغر من بين الكحول والحمض في حالة مزيج ابتدائي غير متساوي المولات)، أي $r = \frac{x_f}{x_m} \times 100$

r : المردود

x_f : التقدّم النهائي، أي كمية مادة الأستر عند التوازن

x_m : كمية مادة الأستر لو فرضنا أن التفاعل تـام

بالنسبة لمزيج متساوي المولات من الحمض والكحول، يكون المردود:

- كحول أوّلي: $r = \frac{0{,}67\, n_0}{n_0} \times 100 = 67\ \%$
- كحول ثانوي: $r = \frac{0{,}60\, n_0}{n_0} \times 100 = 60\ \%$
- كحول ثالثي: $r = \frac{0{,}1\, n_0}{n_0} \times 100 = 10\ \%$ ، قمة المردود محصورة بين 5% و 10%

2 - 2 - 4 - كسر التفاعل:

$$Q_r = \frac{[R'-COO-R]\,[H_2O]}{[R'-COOH]\,[R-OH]} = \frac{\frac{n\,(R'-COO-R)}{V} \times \frac{n\,(H_2O)}{V}}{\frac{n(R'-COOH)}{V} \times \frac{n\,(R-OH)}{V}} = \frac{n\,(R'-COO-R) \times n\,(H_2O)}{n(R'-COOH) \times n\,(R-OH)}$$

أما كسر التفاعل النهائي Q_{rf} ، والذي يمثل ثابت التوازن K هو $Q_{rf} = K = \frac{[R'-COO-R]_f\,[H_2O]_f}{[R'-COOH]_f\,[R-OH]_f}$

ملاحظة: الحجم V هو حجم المزيج المتفاعل، والمقصود بالتركيز ليس تركيز محلول مائي، وإنما كمية مادة الحمض مثلا في لتر من المزيج المتفاعل ونفس الشيء بالنسبة للكحول والحمض والماء.

- كسر التفاعل، وبالتالي ثابت التوازن لا يتأثران بدرجة حرارة المزيج. (هناك تفاصيل أخرى خارج المقرّر)
- كسر التفاعل، وبالتالي ثابت التوازن لا يتأثران بالحالة الابتدائية للمزيج، سواء كان المزيج متساوي المولات أو غير متساوي المولات.

- ثابت التوازن لتفاعل الأسترة في حالة استعمال كحول أولي: $K = \frac{(0{,}67\, n_0)^2}{(0{,}33\, n_0)^2} = 4$. نجد نفس القيمة في حالة مزيج غير متساوي المولات

- ثابت التوازن لتفاعل الأسترة في حالة استعمال كحول ثانوي: $K = \frac{(0{,}60\, n_0)^2}{(0{,}40\, n_0)^2} = 2{,}25$. نجد نفس القيمة في حالة مزيج غير متساوي المولات.

2 - 2 - 5 - مراقبة سرعة الأسترة:

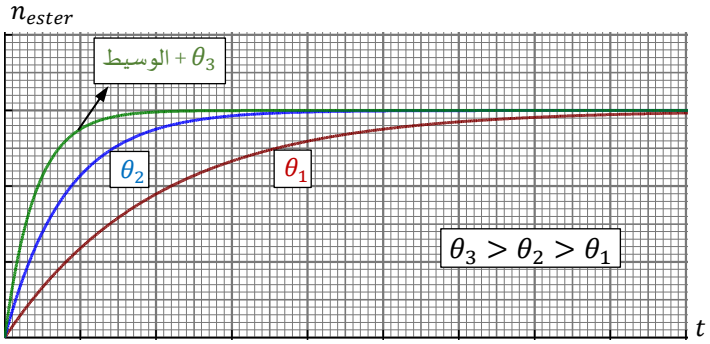
المقصود بمراقبة سرعة الأسترة هو كيفية التحكم فيها بالعوامل الخارجية.

من أجل رفع سرعة الأسترة:

- نرفع درجة حرارة المزيج المتفاعل.
- نستعمل وسيطا (الوسيط المستعمل هو شوارد الهيدروجين H^+ الناتجة عن إضافة قطرات من حمض الكبريت المركّز).

ملاحظة:

نستعمل حمض الكبريت المركز لأن نسبة الماء فيه قلية جدّا (نسبة نقاوته تتعدى 97 %)، وهذا من أجل أن لا يؤثر الماء على تفاعل الأسترة لأن الماء هو أحد نواتج تفاعل الأسترة.



2 - 2 - 6 - مراقبة المردود:

المقصود بمراقبة المردود هو كيفية التحكّم في قيمة المردود بعوامل خارجية. ونقصد بتحسين المردود رفع قيمته، أي القيمة التي كنا سنحصل عليها بدون التأثير بالعوامل الخارجية.

نحسّن المردود بإحدى الطريقتين التاليتين:

- نستعمل مزيجا غير متساوي المولات من الكحول والحمض.

مثلا نستعمل $1\ mol$ من الكحول و $5\ mol$ من الحمض، حيث في هذه الحال يتفاعل الكحول كله تقريبا، ونحصل على مردودا أكبر من المردود الذي نحصل عليه بمزيج متساوي المولات.

- نسحب الماء أو الأستر خلال التفاعل

إنّ سحب الماء أو الأستر خلال التفاعل يمنع تفاعلها، وبالتالي يجري التفاعل فقط في الجهة المباشرة، ممّا يجعل تفاعل الأسترة تاما.

3 - تفاعل الإماهة

تفاعل الاماهة هو التفاعل العكسي للأسترة، أي التفاعل بين أستر والماء:

معادلة التفاعل هي: $\boldsymbol{R' - COO - R + \ H_2O \ = R - OH + \ R' - COOH}$

3 - 1 - خصائص تفاعل الاماهة:

- تفاعل غير تام (محدود)، لأن الناتجين (الكحول والحمض) يتفاعلان في نفس الوقت، مما يؤدي بالجملة الكيميائية لحالة التوازن.
- تفاعل بطيء جدّا في البرودة (نسرّعه برفع درجة الحرارة أو استعمال قطرات من حمض الكبريت المركز، أي إضافة الوسيط H^+).
- تفاعل لا حراري (نسبة التقدّم النهائي، وثابت التوازن لا يتعلقان بدرجة حرارة المزيج المتفاعل).

3 - 2 - متابعة تطور تفاعل الأسترة:

نشكّل مزيجا متساوي المولات من أستر والماء، ولتكن n_0 هي كمية مادة كل من الأستر والماء.

ننشئ جدول التقدم:

$R-COO-R' +$	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

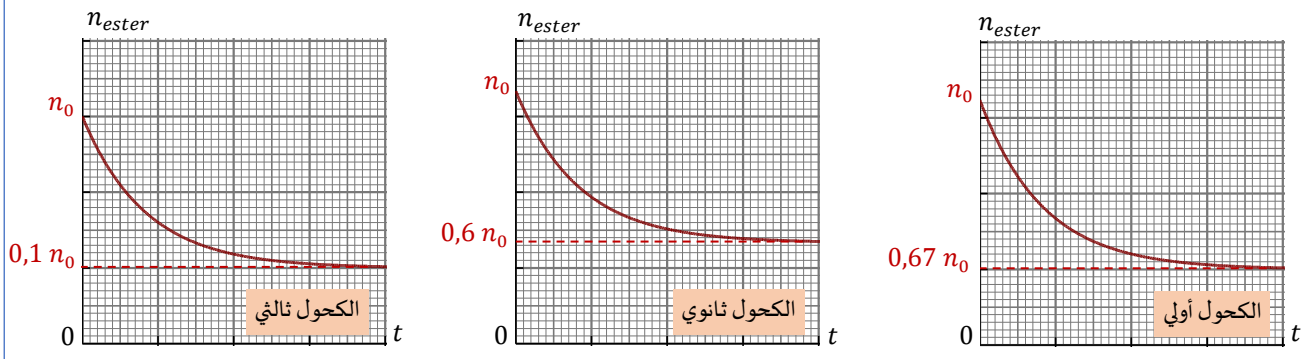
نجد تجريبيا:

إذا كان الأستر متشكلا من كحول أولي: $\boldsymbol{x_f = 0,33\ n_0}$

إذا كان الأستر متشكلا من كحول ثانوي: $\boldsymbol{x_f = 0,40\ n_0}$

إذا كان الأستر متشكّلا من كحول ثالثي: $\boldsymbol{x_f \in [0,90\ n_0\ ;\ 0,95\ n_0]}$

3 - 2 - 1 - التمثيل البياني لكمية مادة الأستر بدلالة الزمن: $\boldsymbol{n_{ester} = f(t)}$



3 - 2 - 2 - مردود الإماهة:

مردود الإماهة هو النسبة المئوية للأستر المتشكل، أي النسبة بين كمّية المادة الناتجة من الحمض أو الكحول وكمية مادة الأستر أو الماء (كمية المادة الأصغر من بين الأستر والماء في حالة مزيج ابتدائي غير متساوي المولات)، أي $\boldsymbol{r = \frac{x_f}{x_m} \times 100}$

$\boldsymbol{r}$: المردود

$\boldsymbol{x_f}$: التقدّم النهائي، أي كمية مادة الحمض أو الكحول ، $\boldsymbol{x_m}$: كمية مادة الحمض أو الكحول لو فرضنا أن التفاعل تام

بالنسبة لمزيج متساوي المولات من الأستر والماء، يكون المردود:

- الكحول الناتج أوّلي: $r = \frac{0{,}33\, n_0}{n_0} \times 100 = 33\ \%$
- الكحول الناتج ثانوي: $r = \frac{0{,}40\, n_0}{n_0} \times 100 = 40\ \%$
- الكحول الناتج ثالثي: المردود محصور بين 90% و 95%

3 - 2 - 3 - كسر التفاعل:

$$Q_r = \frac{[R-COOH]\,[R'-OH]}{[R-COO-R']\,[H_2O]} = \frac{\frac{n\,(R-COOH)}{V} \times \frac{n\,(R'-OH)}{V}}{\frac{n(R-COO-R')}{V} \times \frac{n\,(H_2O)}{V}} = \frac{n\,(R-COOH) \times n\,(R'-OH)}{n(R-COO-R') \times n\,(H_2O)}$$

أما كسر التفاعل النهائي Q_{rf} ، والذي يمثل ثابت التوازن K هو $Q_{rf} = K = \frac{[R-COO-H]_f\,[R'-OH]_f}{[R-COO-R']_f\,[H_2O]_f}$

- كسر التفاعل، وبالتالي ثابت التوازن لا يتأثران بدرجة حرارة المزيج.
- كسر التفاعل، وبالتالي ثابت التوازن لا يتأثران بالحالة الابتدائية للمزيج، سواء كان المزيج متساوي المولات أو غير متساوي المولات.

- ثابت التوازن لتفاعل الاماهة إذا كان الكحول الناتج أوليا: $K = \frac{(0{,}33\, n_0)^2}{(0{,}67\, n_0)^2} = 0{,}25$. نجد نفس القيمة في حالة مزيج غير متساوي المولات.

- ثابت التوازن لتفاعل الإماهة إذا كان الكحول الناتج ثانويا: $K = \frac{(0{,}40\, n_0)^2}{(0{,}60\, n_0)^2} = 0{,}44$. نجد نفس القيمة في حالة مزيج غير متساوي المولات.

4 - تفاعل التصبّن (إماهة أستر في وسط قاعدي)

تفاعل التصبّن هو تفاعل أستر مع محلول مائي لأساس قوي (مثل هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم)

معادلة التفاعل: نأخذ مثلا تفاعل إيثانوات الإثيل مع محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم.

يتم التحوّل في مرحلتين:

$$CH_3 - COO - C_2H_5 + H_2O = CH_3 - COOH + C_2H_5 - OH$$

$$CH_3 - COOH + (Na^+, HO^-) = (CH_3COO^-, Na^+) + H_2O$$

بجمع المعادلتين، نجد: $CH_3 - COO - C_2H_5 + (Na^+, HO^-) = (CH_3COO^-, Na^+) + C_2H_5 - OH$

في تفاعل التصبّن لا ينتج الحمض الكربوكسيلي، لأن الوسط قاعدي، وبالتالي ينتج ملح إيثانوات الصوديوم (CH_3COO^-, Na^+) .

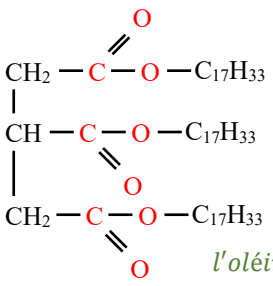
وبصفة عامة ينتج ملح ألكانوات الصوديوم.

خصائص تفاعل التصبّن:

- تفاعل تـام
- تفاعل سريع بالتسخين

إذا كان الأستر المستعمل ذهنيا، نحصل على صابون في هذا التفاعل.

مثلا صناعة الصابون باستعمال زيت الزيتون، حيث أن زيت الزيتون يحتوي على ثلاثي أستر يسمى $(l'oléine)$ ، أي يحتوي على ثلاث وظائف أسترية، صيغته الكيميائية هي:



نستعمل محلولا لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي حوالي $C = 6\ mol/L$

نستعمل كحولا من أجل مزج الزيت في المحلول

نسخّن في جهاز التسخين بالارتداد حوالي 30 دقيقة بوجود الحجر الهش.

معادلة التفاعل:

$$E + 3(Na^+, HO^-) = CH_2OH - CHOH - CH_2OH + 3\,(C_{17}H_{33} - COO^-, Na^+)$$

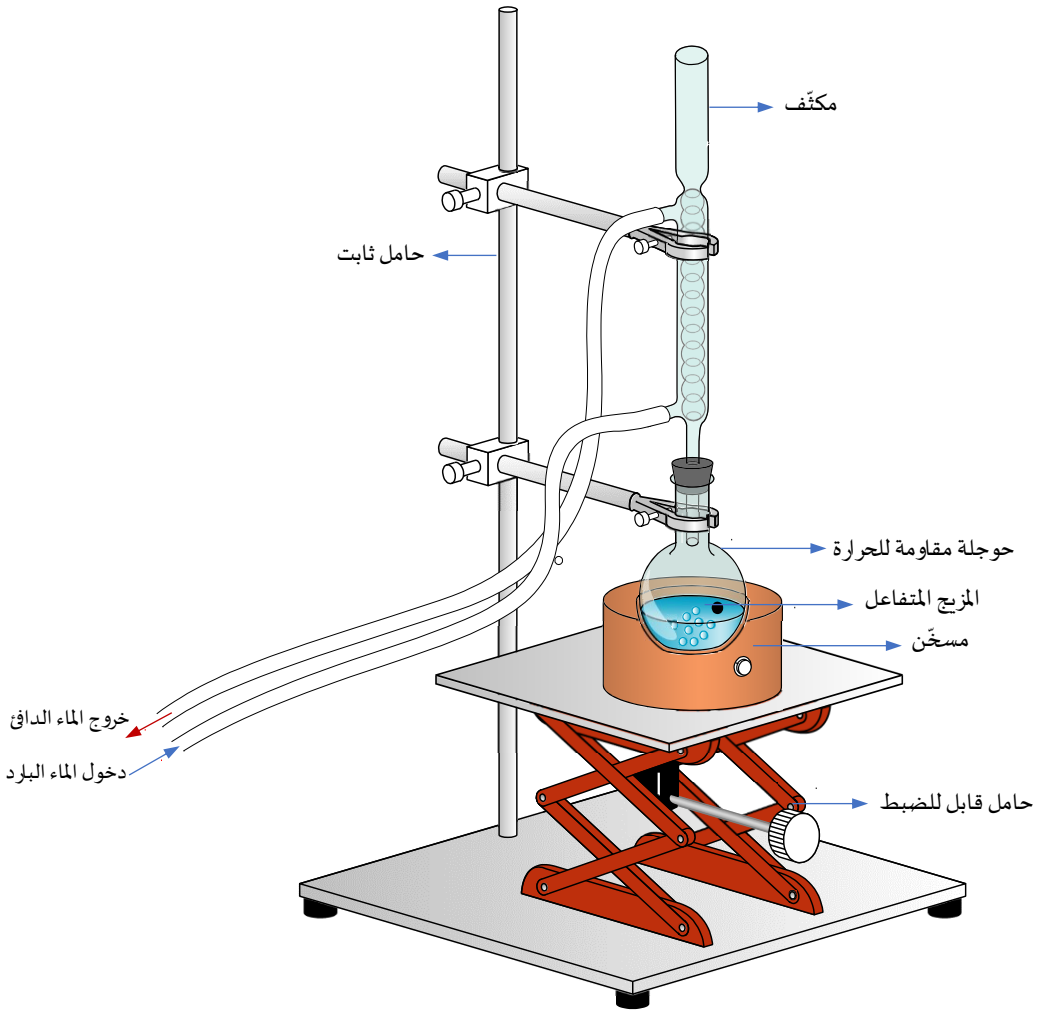
E : الأستر

$CH_2OH - CHOH - CH_2OH$: ثلاثي الغليسيرول (كحول ثلاثي الوظيفة)

$(C_{17}H_{33} - COO^-, Na^+)$: الصابون

تلاميذ ثانوية مارافال /وهران / يصنعون الصابون

التسخين بالارتداد



الهدف منه:

تسريع التفاعل، مع عدم ضياع كمية مادة المتفاعلات والنواتج.

كيف؟

أثناء التسخين، يمكن أن تتصاعد أبخرة الأنواع المشكّلة للجملة الكيميائية (الكحول، الحمض الكربوكسيلي، الأستر، الماء)، وللمحافظة عليها استعملنا مكثّفا ذا كرات، يمر فيه ماء الحنفية من الأسفل باردا ويخرج من الأعلى دافئا، وليس العكس، وذلك لكي يبقى الماء البارد أكبر مدّة ملامسا لأبخرة الأنواع الكيميائية التي خرجت من المزيج.

تتكثف الأبخرة لتصبح في حالة سائلة وتعود للمزيج المتفاعل.

إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز: تسريع التفاعل كذلك.

إضافة الحجر الهش: نضيف الحجر الهش أو كريات زجاجية صغيرة لتجنّب الغليان المفاجئ، ولتنظيم الغليان بعد ذلك، لأن وجود الحجر الهش أو الكريات الزجاجية يمنع تشكل الفقاعات الكبيرة أثناء الغليان.

دور الحامل القابل للضبط: إبعاد المسخّن عن الحوجلة دون لمس التجهيز.

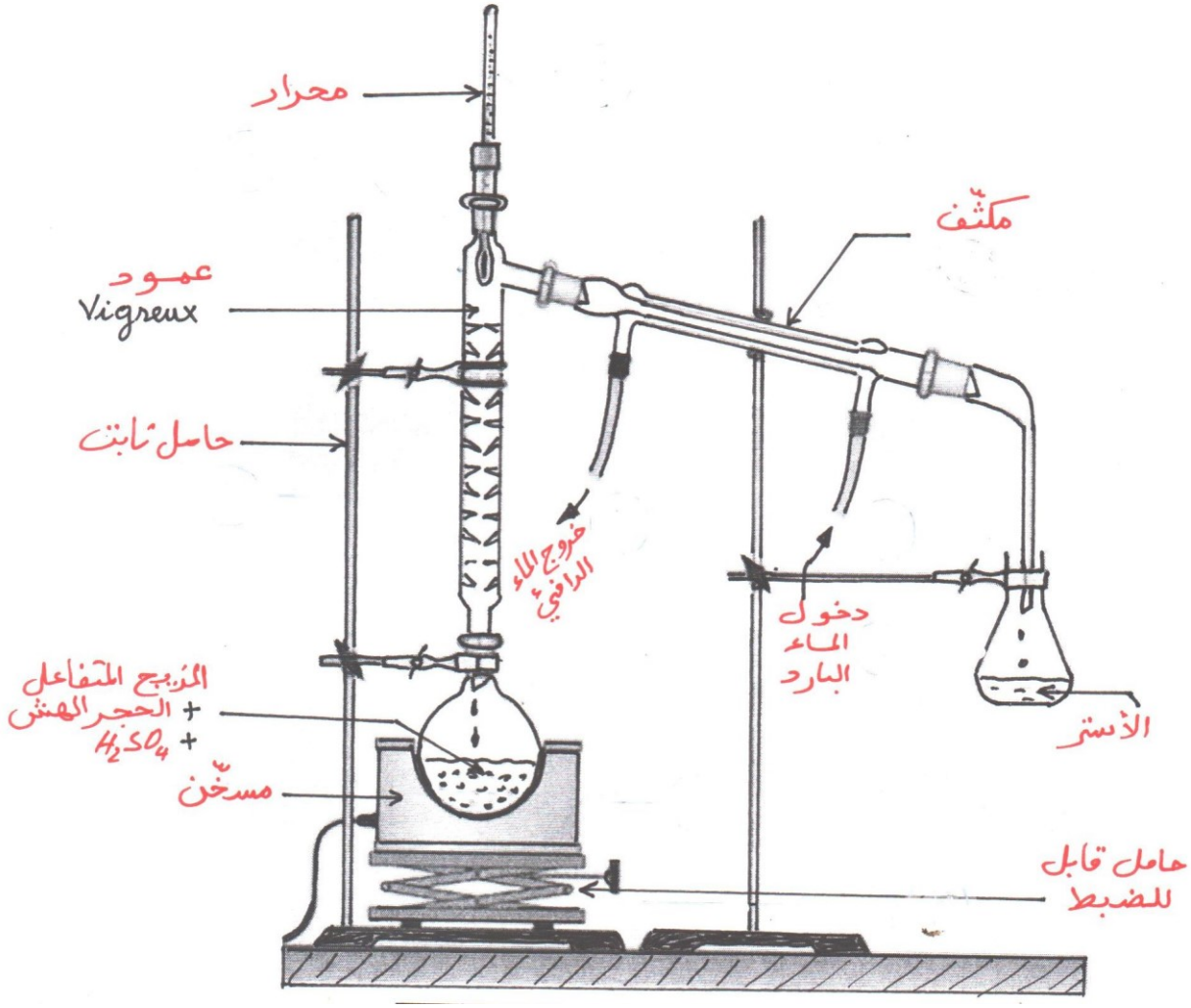
بعد انتهاء التفاعل إذا أردنا جمع الأستر الناتج، نُبعد الحامل عن الحوجلة ونتركها بعض الوقت لتنخفض درجة حرارتها، ثم نصبّ عليها ماء باردا.

نصبّ محتوى الحوجلة بعد عزله عن الحجر الهش في كأس به ماء مثلّج مالح (يحتوي على كلور الصوديوم)، لأن الأستر لا ينحل في الماء المالح.

نعزله ونضيف له محلولا من كربونات الكلسيوم للتخلص من الحمض الباقي وحمض الكبريت الذي استعملناه كوسيط.

نضيف بعد ذلك كبريتات المغنزيوم اللامائية لتجفيف الأستر، ثم نقوم بالترشيح للحصول على أستر نقي.

التقطير لعزل الأستر (التلميذ غير مطالب بشرح هذا التجهيز)



العملية: سحب الأستر تدريجيا وهو يتشكل .

الهدف من العملية:

رفع مردود الأسترة، وتحديد القيمة التجريبية لهذا المردود، وذلك بقسمة كتلة الأستر الناتج على الكتلة النظرية. $\rho_{ex} = \frac{m_{ex}}{m_{th}} \times 100$ ، حيث

m_{ex} : كتلة الأستر الناتج في المخبار بعد تنقيته.

m_{th} : الكتلة النظرية للأستر، أي الكتلة التي تنتج لو كان المردود 100% . (نحسبها من معادلة التفاعل).

نستعمل هذه الطريقة عندما تكون درجة غليان الأستر هي أصغر درجة بالنسبة للكحول والحمض والماء.

مثال : ميثانوات الميثيل $HCOO - CH_3$ ، درجة غليانه $31{,}5°C$ ، أما درجة غليان حمض الميثانويك هي $100{,}5°C$ ، ودرجة غليان الميثانول هي $64{,}7°C$.

تصعد أبخرة الأستر، وتمر داخل المكثف ويصبح الأستر في حالة سائلة، ثم ينزل في المخبار.

يحتوي المخبار على ماء مثلّج محلول فيه كلور الصوديوم نعزل الأستر بنفس الطريقة المستعملة سابقا في التسخين بالارتداد.

تنبيهات عامة

التنبيه 1

نستعمل حمض الكبريت المركز كوسيط في تفاعل الأسترة، ولا نستعمل حمضا آخر لأن نسبة نقاوته عالية (حوالي 97%)، أي أنه خال تقريبا من الماء ولا ننسى أن الماء يمثّل أحد النواتج في تفاعل الأسترة، أي أن استعمال حمض آخر سيؤثّر على المردود.

التنبيه 2

درجة الحرارة واستعمال وسيط في التفاعل يؤثران على سرعة الأسترة وفي نفس الوقت على سرعة الإماهة، ولهذا لا يتأثر المردود.

التنبيه 3

التلميذ ليس مطالبا بكل التفاصيل السابقة، لكنه سيجد هنا كل المعلومات التي تساعده على الإجابة عن الأسئلة التي تُطرح في التمارين التجريبية في مواضيع البكالوريا.

التنبيه 4

يجب التفريق بين مردود عملية تحضير أستر والمردود النظري للأسترة.

مثلا: التسخين بالارتداد لمزيج ستوكيومتري من حمض الإيثانويك CH_3COOH والإثانول $C_2H_5 - OH$.

مردود هذا التفاعل حوالي 67% ، حيث أن هذا عبارة عن مردود نظري (والمقصود هو الحصول على هذه القيمة بدقة عالية تجريبيا) عند المرور بكل المراحل لتنقية الأستر، أو الحصول على الماء يمكن القيام بعدة أخطاء في الترسيب والترشيح وغسل الأستر..، وبالتالي نجد مردودا أقل من 67% (58% مثلا)، رغم أن الكحول أولي.

إذن المردود الذي وجدناه لا يُرشدنا إلى صنف الكحول دائما.

كتاب الوريد للأستاذ قزوري في جزأين... أطلبه من ديوان المطبوعات المدرسية لولايتك، حيث تجد هنا نقط البيع *www.onps.dz*

... خذْ الوريد، فلا تحتاج إلى مزيد للمزيد، إنّه الوحيد الفريد، فإذا كنتَ تائها فاليوم بصرك حديد، وعن الشعوذة بعيد