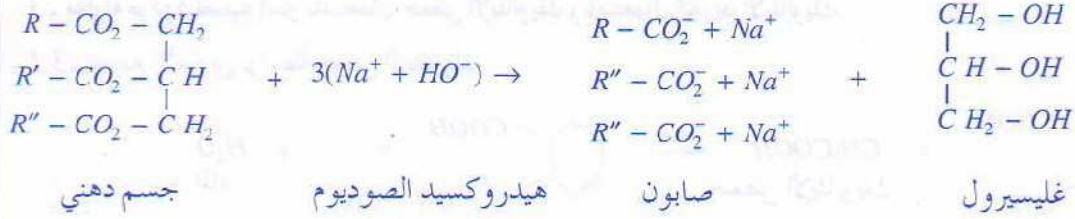


## التطبيق الصناعي

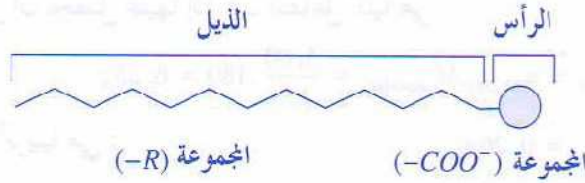
يتم الحصول على الصابون بواسطة فعل محلول هيدروكسيد الصوديوم ( $Na^+ + HO^-$ ) على الشحوم الحيوانية أو النباتية المتكونة من ثلاثي إستر.



تم حلماًة الوظائف الثلاث لإستر بواسطة الأيونات  $HO^-$ .

يوافق الصابون أيونات الكربوكسيلات، يعني القواعد المرافقة للأحماض  $RCOOH$  و  $R'COOH$  و  $R''COOH$  والتي تسمى أحماض دهنية، لأنها ناتجة عن حلماًة الشحوم (الدهون).

تتميز الأحماض الدهنية، بتوفر قاعدتها المرافقة على سلسلة كربونية طويلة تنتهي بمجموعة الكربوكسيلات  $-COO^-$ .  
- السلسلة الكربونية هيدروفوبية ولييوفيلية لأنها تتكون من ذرات  $C$  و  $H$  غير حاملة لأي شحنة كهربائية.  
- مجموعة الكربوكسيلات هيدروفيلية وهيوفوبية لأنها تتكون من ذرات  $O$  حاملة لشحنة كهربائية سالبة.



## تأثير الحفز

- يُسرّع الحفز التفاعل بتغيير الميكانيزم التفاعلي، أي أن تأثيره فقط حركي فهو لا يغير لا منحى التطور ولا توازن المجموعة الكيميائية.

يوثر الحفز بنفس الكيفية على التفاعلين الذين يحدثان في المنحيين المباشر وغير المباشر.

- تمكن انتقائية حفاز كيميائي من تفضيل تفاعل من بين عدة تفاعلات ممكنة.

## تمارين 1

تكون جزيئة مركب عضوي ( $A$ ) من الكربون والهيدروجين والأوكسجين، الكتلة المولية للمركب ( $A$ ) هي  $M(A) = 88g \cdot mol^{-1}$  وتركيبه المائوي بالكتلة هو: 54,6% من الكربون و 9,1% من الهيدروجين.

1- بين أن الصيغة الإجمالية للمركب  $A$  هي:  $C_4H_8O_2$

2- علما أن المركب  $A$  حمض كربوكسيلي ذو سلسلة خطية، اكتب صيغته نصف المنشورة وأعط اسمه.

3- نصب في حوجلة خليط مكونا من الإيثانول والمركب  $A$ ، ونضيف إليه بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز.

3.1 اكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل مع ذكر اسم المركب العضوي  $E$  الناتج.

3.2 ما هو دور حمض الكبريتيك في هذا التفاعل؟

4- نرمز لأندريد الحمض  $A$  بـ  $C$ ؛

4.1 - ما اسم المركب C ؛ وما هي صيغته نصف المنشورة ؟

4.2 - اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل بين المركب C والإيثانول.

4.3 - قارن هذا التفاعل مع تفاعل السؤال (3.1).

نعطي :  $M(O) = 16g.mol^{-1}$  ;  $M(C) = 12g.mol^{-1}$  ;  $M(H) = 1g.mol^{-1}$

## حل

1 - تحديد صيغة المركب A

الصيغة العامة للمركب العضوي A هي  $C_xH_yO_z$

$$\%C = \frac{xM(C)}{M(A)} \cdot 100 \quad \text{أي أن} \quad 54,6 = \frac{12 \cdot x}{88} \cdot 100 \quad \text{ومنه} \quad x = 4$$

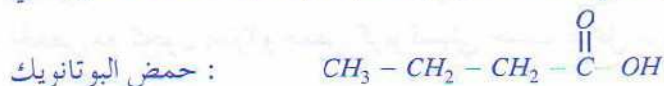
$$\%H = \frac{yM(H)}{M(A)} \cdot 100 \quad \text{أي أن} \quad 9,1 = \frac{y}{88} \cdot 100 \quad \text{ومنه} \quad y = 8$$

$$M(A) = 4M(C) + 8M(H) + zM(O) \quad \text{أي أن} \quad 88 = 48 + 8 + 16z \quad \text{ومنه} \quad z = 2$$

نستنتج أن صيغة المركب A هي  $C_4H_8O_2$

2 - الصيغة نصف المنشورة للمركب A.

بما أن المركب A حمض كربوكسيلي سلسلته الكربونية خطية، فإن صيغته نصف المنشورة هي :



3.1/3 - معادلة تفاعل الأستر



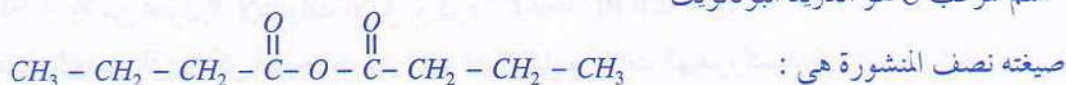
الإستر E هو بوتانات الإثيل.

3.2 - دور حمض الكبريتيك

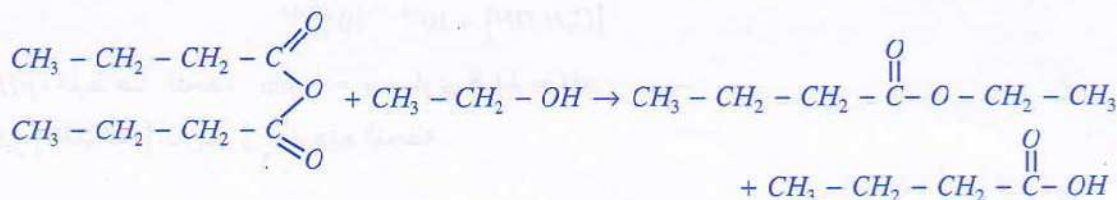
يلعب حمض الكبريتيك دور الحفاز، فهو يرفع سرعة التفاعل، حيث تصل المجموعة إلى حالة التوازن في مدة زمنية أقصر دون تغيير تركيبها.

4.1/4 - اسم وصيغة أندريد الحمض

اسم المركب C هو أندريد البوتانويك



4.2 - معادلة التفاعل بين أندريد الحمض وكحول





4.1- تفاعل أندريد البوتانويك مع الإيثانول تفاعل كلي وسريع، بينما تفاعل حمض البوتانويك مع الإيثانول تفاعل غير كلي ملحوظة: ينتج عن التفاعلين نفس الإستر.

## تمرين 2

1- يتفاعل أندريد الإيثانويك والميثانول فيتكون حمض كربوكسيلي ومركب عضوي E.

1.1- اكتب معادلة التفاعل وأعط اسم المركب العضوي E الناتج.

1.2- ما هي مميزات هذا التفاعل؟

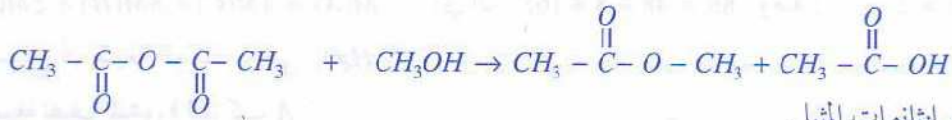
2- نجعل المركب E يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم.

2.1- اكتب معادلة التفاعل وأعط اسمي المركبين الناتجين.

2.2- ما هو اسم هذا التفاعل؟ وما هي مميزاتة؟

## حل

1.1/1- معادلة التفاعل

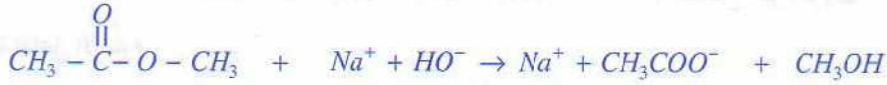


المركب E الناتج هو إيثانوات الميثيل

1.2- مميزات التفاعل

يعطي تفاعل أندريد الحمض مع كحول إسترًا وحمض كربوكسيلي حسب تفاعل سريع وكلي.

2.1/2- معادلة التفاعل



ينتج عن هذا التفاعل الميثانول وإيثانوات الصوديوم.

2.2- يسمى تفاعل إستر مع أيون الهيدروكسيد بالتصبن هو تفاعل بطيء وكلي.

## تمرين 3

يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور pH مجموعة.

نمزج، عند اللحظة  $t = 0$ ، حجما  $V_1 = 50\text{mL}$  من محلول  $S_1$  لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $c_1 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

وحجما  $V_2 = 50\text{mL}$  من محلول  $S_2$  لإيثانوات الإيثيل تركيزه  $c_2 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

1- اكتب معادلة التفاعل الذي يمكن أن يحدث بين إيثانوات الإيثيل وأيونات الهيدروكسيد.

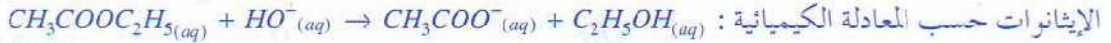
2- بين أن تعبير تركيز الإيثانول في الخليط، عند لحظة  $t$  يكتب:

$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = 10^{-2} - 10^{\text{pH}-14}$$

3- علما أن pH الخليط عند اللحظة  $t = 8 \text{ min}$  يساوي  $\text{pH} = 11,8$

احسب التركيز  $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]$  للإيثانول عند هذه اللحظة.

التفاعل الذي يحدث بين إيثانوات الإثيل وأيونات الهيدروكسيد هو تصبن إستر، الذي يعطي الإيثانول وأيون



2- تعبير تركيز الإيثانول بدلالة  $pH$  الخليط

لتحديد تركيز الإيثانول ننشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة

معادلة التفاعل				الحالة	التقدم
$CH_3COOC_2H_5(aq) + HO^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + C_2H_5OH(aq)$					
كميات المادة (mol)				البديئية	الوسيطه
$c_2 \cdot V_2$	$c_1 \cdot V_1$	0	0	0	0
$c_2 \cdot V_2 - x$	$c_1 \cdot V_1 - x$	x	x	x	x

حسب الجدول الوصفي، يساوي تقدم التفاعل كمية الإيثانول المتكون.

لدينا:  $[C_2H_5OH] = \frac{x}{V}$  مع  $V = V_1 + V_2$

ولدينا:  $[HO^-] = \frac{c_1 V_1 - x}{V}$  ومنه:  $x = c_1 V_1 - V \cdot [HO^-]$

ومنه:  $[C_2H_5OH] = \frac{c_1 V_1}{V} - [HO^-]$

أي أن:  $[C_2H_5OH] = \frac{c_1 \cdot V_1}{V} - \frac{K_e}{[H_3O^+]}$

يعني:  $[C_2H_5OH] = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 50}{100} - \frac{10^{-14}}{10^{-pH}}$

وبالتالي:  $[C_2H_5OH] = 10^{-2} - 10^{pH-14}$

3- حساب التركيز  $[C_2H_5OH]$  عند اللحظة  $t$ :

$$(pH = 11,8) [C_2H_5OH] = 10^{-2} - 10^{11,8-14} \approx 3,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

#### تمرين 4

لتحضير 7,1g من إستر الفنول، نجعل 5,2g من الفنول يتفاعل مع  $10 \text{ cm}^3$  من أندريد الإيثانويك ذي الكثافة  $d = 1,08$  نستعمل حمض الكبريتيك كحفاز.

1- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل.

2- يمكن تحضير نفس الإستر بواسطة حمض الإيثانويك. فسر لماذا نستعمل، أندريد الإيثانويك.

3- ما هو مردود تحضير الإستر؟

نعطي: الكثلة الحجمية للماء:  $\rho_e = 1 \text{ g.cm}^{-3}$

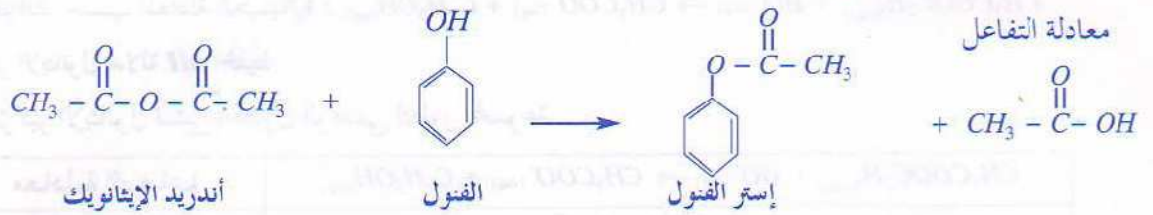
صيغة الفنول:  -OH

$$M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1} ; M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1} ; M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$$



## 1 - معادلة التفاعل الحاصل

يتفاعل أندريد الحمض مع الفنول حسب المعادلة :



## 2 - تحليل استعمال أندريد الحمض

يُمكن كل من حمض الإيثانويك وأندريد الإيثانويك من تحضير نفس الإستر بتفاعلهما مع نفس المركب العضوي، غير أنه باستعمال الحمض يكون التفاعل بطيئا وغير كلي، بينما باستعمال أندريد الحمض يكون التفاعل سريعا وكليا وذا مردود أحسن.

## 3 - تحديد مردود التفاعل

كمية المادة البدئية للمتفاعلات :

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{5,2}{94} = 0,0553 \text{ mol} \quad \text{- بالنسبة للـ فنول :}$$

$$n_2 = \frac{\rho \cdot V}{M_2} = \frac{\rho_e \cdot d \cdot V}{M_2} \quad \text{- بالنسبة لأندريد الحمض}$$

$$n_2 = \frac{1,1 \cdot 0,08 \cdot 10}{102} = 0,106 \text{ mol}$$

نشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة :

معادلة التفاعل				معادلة التفاعل		
فنول	+	أندريد	→	إستر	+	حمض
كميات المادة (mol)				التقدم	الحالة	
0,0553		0,106		0		البدئية
0,0553 - x		0,106 - x		x		الوسيطة

المتفاعل المحد هو الفنول (أندريد)  $n_1 < n_2$ ، وبالتالي فإن التقدم الأقصى هو:  $x_{\max} = 0,0553 \text{ mol}$

لدينا حسب الجدول الوصفي :

$$n(\text{إستر})_{\max} = x_{\max}$$

$$n(\text{إستر})_{\text{exp}} = \frac{m}{M} = \frac{7,1}{136} = 0,0522 \text{ mol} \quad \text{كمية الإستر المحصل عليها تجريبيا}$$

$$r = 94\% \quad \text{أو} \quad r = \frac{n(\text{إستر})_{\text{exp}}}{n(\text{إستر})_{\max}} = \frac{0,0522}{0,0553} \approx 0,94 \quad \text{وبالتالي مردود التفاعل هو :}$$