

الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

الوحدة 9: تفاعلات الأسترة و الحلمأة:

- معرفة المجموعات المميزة: COOH - و OH - و CO_2R - و CO - O - CO - في نوع كيميائي.
- كتابة معادلات تفاعلات الأسترة و الحلمأة.
- إيجاد صيغتي الحمض الكربوكسيلي و الكحول الموافقتين انطلاقاً من الصيغة نصف المنشورة للإستر.
- تسمية الإسترات المتضمنة لخمس ذرات كربون على الأكثر.
- معرفة مميزات كل من تفاعل الأسترة و تفاعل الحلمأة (محدود و بطيء جداً).
- معرفة أن الحفاز يزيد في سرعة التفاعل دون أن يغير حالة توازن المجموعة.
- معرفة أن وجود أحد المتفاعلات بوفرة أو إزالة أحد النواتج، يزيح حالة توازن المجموعة في المنحى المباشر.
- تحديد تركيب الخليط عند لحظة معينة

الوحدة 10: التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل:

- تعليل اختيار المعدات التجريبية و استخدامها في المختبر: التسخين بالارتداد، و التقطير الجزأ، و التبلور، و الترشيح تحت الفراغ.
- تعرف قواعد السلامة.
- اقتراح بروتوكول تجريبي و تعليل مراحلها.
- كتابة معادلة تفاعل أندريد حمض مع كحول، و معادلة الحلمأة القاعدية للإستر.
- معرفة مميزات تفاعل أندريد حمض مع كحول (تفاعل سريع و كلي).
- حساب مردود تحول كيميائي.
- تعرف الجزء الهيدروفيلي و الجزء الهيدروفوبي لأيون كربوكسيلات ذي سلسلة طويلة.
- معرفة الدور التسريعي و الانتقائي للحفاز.

جدول التخصيص و نسبة الأهمية

المجموع	حل مشكل	تطبيق حل تجريبي	استعمال الموارد (المعارف و المهارات)	المستويات المهارية المجالات المضامينية
7 %	2,45 %	5 %	3,5 %	كيفية التحكم في تطور المجموعات الكيميائية

التمرين : 3° | 20 min | type BAC

زيت الياسمين (إيثانوات البنزيل) إستريستعمل في صناعة العطور، ويمكن تحضيره في المختبر انطلاقا من التفاعل بين حمض الإيثانويك و $\text{CH}_3\text{—COOH}$ و الكحول البنزيلي $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—OH}$. نحضر خليطا يتكون من $m_{ac}=6,00\text{ g}$ من حمض الإيثانويك و $m_{al}=10,8\text{ g}$ من الكحول البنزيلي. في ظروف تجريبية معينة، نسخن الخليط بالارتداد بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز و بعض حصى الخفان. نحصل عند نهاية التفاعل على كتلة $m=9,75\text{ g}$ من إيثانوات البنزيل.

معطيات:

المركب العضوي	الكتلة المولية (g.mol^{-1})
حمض الإيثانويك	60,0
الكحول البنزيلي	108
إيثانوات البنزيل	150

- 1 ما الفائدة من التسخين بالارتداد
- 2 اكتب المعادلة الكيميائية الممنذجة لتفاعل السترة.
- 3 احسب المردود r_1 لتفاعل الأسترة.
- 4 أوجد ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل.
- 5 في نفس الظروف التجريبية السابقة، نعيد التجربة باستعمال $n_{ac}=0,10\text{ mol}$ من حمض الإيثانويك و $n_{al}=0,20\text{ mol}$ من الكحول البنزيلي. أوجد المردود r_2 لتفاعل الأسترة في هذه الحالة.
- 6 بمقارنة r_1 و r_2 ، ماذا تستنتج ؟

التمرين : 4° | 20 min | type BAC

لتحضير إستر (E) (إيثانوات الليناليل)، نسخن بالارتداد خليطا متساوي المولات مكونا من حمض الإيثانويك CH_3COOH و اللينالول (كحول) ROH بوجود حفاز ملائم.

معطيات:

المركب العضوي	الكتلة المولية (g.mol^{-1})
الكحول ROH	154
إيثانوات الليناليل (E)	196

التمرين : 1° | 15 min | type BAC

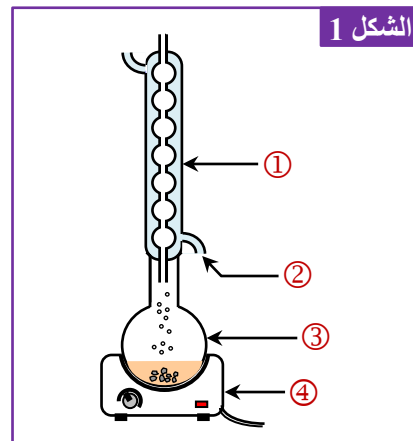
نمزج في حوجلة $n_0=0,50\text{ mol}$ من حمض البروبانويك و $n_0=0,50\text{ mol}$ من الإيثانول الخالص، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة . فنحصل عند نهاية التفاعل على مركب عضوي E كمية مادته $n_E=0,33\text{ mol}$.

- 1 علل اختيار التسخين بالارتداد
- 2 اذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.
- 3 اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي E و اعط اسمه.
- 4 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
- 5 احسب المردود r لهذا التفاعل.

التمرين : 2° | 20 min | type BAC

نمزج في حوجلة $1,0\text{ mol}$ من إيثانوات الإيثيل و $1,0\text{ mol}$ من الماء المقطر ثم نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز. نسخن باستعمال التركيب الممثل في الشكل 1 الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة، فيحصل تفاعل كيميائي. كمية مادة إيثانوات الإيثيل المتبقية عند التوازن هي $0,67\text{ mol}$.

- 1 ما دور حمض الكبريتيك ؟
- 2 ما اسم هذا التفاعل ؟ اذكر مميزتيه.
- 3 اعط اسم التركيب الممثل في الشكل 1، وأسماء العناصر المشار إليها.
- 4 اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المدروس باستعمال الصيغ نصف المنشورة.
- 5 احسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل.
- 6 اذكر طريقة تمكن من الرفع من سرعة التفاعل دون التأثير على تركيب المجموعة في الحالة النهائية.



- 1 أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض الإيثانويك و الكحول.
- 2 أذكر مميزتين لهذا التفاعل.
- 3 نمزج الحجم $V_{ac}=28,6 \text{ mL}$ من حمض الإيثانويك الخالص مع الكمية $n_{al}=0,50 \text{ mol}$ من الكحول $C_5H_{11}OH$ و نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد لمدة أربع ساعات تقريبا.
- عند التوازن، و بعد القيام بالعمليات المخبرية اللازمة، نحصل على الكتلة $m_p=43,40$ من الفيرومون (P).
- أ- ما الفائدة من التسخين بالارتداد و من إضافة حمض الكبريتيك؟
- ب- حدد، مستعينا بالجدول الوصفي، كمية المادة لكل مكون من مكونات الخليط التفاعلي عند التوازن.
- ج- أحسب r مردود التفاعل لتصنيع الفيرومون (P).
- د- أوجد قيمة K ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل.

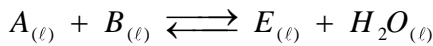
التمرين : 7° | 20 min | type BAC

تحتوي العديد من الفواكه على إسترات ذات نكهة متميزة. فمثلا نكهة الأناناس تعزى إلى بوتانات الإثيل و هو عبارة عن إستر E. لتلبية متطلبات الصناعة الغذائية من هذا الإستر E، يستعمل إستر مصنع مماثل للإستر الطبيعي. يصنع هذا الإستر بسهولة و بتكلفة أقل.

معطيات: الكتل المولية الذرية.

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

- 1 نحصل على بوتانات الإثيل بواسطة تفاعل حمض كربوكسيلي A مع كحول B بوجود حمض الكبريتيك حسب المعادلة الكيميائية التالية:



- أ- ما اسم هذا التفاعل ؟ اذكر مميزته .
- ب- اكتب معادلة هذا التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة .
- ج- اعط اسم كل من الحمض الكربوكسيلي A و الكحول B.
- 2 نسخن بالارتداد، عند درجة حرارة ثابتة، خليطا متساوي المولات يحتوي على $n_0=0,3 \text{ mol}$ من الحمض A و $n_0=0,3 \text{ mol}$ من الكحول B بوجود حمض الكبريتيك. عند التوازن الكيميائي نحصل على كتلة $m=23,2 \text{ g}$ من بوتانات الإثيل.

- أ- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل ثم أوجد قيمة القدم النهائي X_f .
- ب- حدد قيمة r مردود هذا التفاعل .
- 3 احسب خارج التفاعل في الحالة النهائية $Q_{r,f}$.
- 4 إذا علمت أن قيمة ثابتة التوازن الموافقة للتفاعل المدروس هي $K=4,0$ ، هل هذه الحالة النهائية حالة توازن ؟
- 5 للرفع من مردود تفاعل تصنيع بوتانات الإثيل، نعوض الحمض A بأحد مشتقاته. اكتب معادلة تفاعل هذا المتفاعل مع الكحول B مع إعطاء أسماء جميع المتفاعلات و النواتج.

- 1 ما فائدة التسخين بالارتداد ؟
- 2 اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك و الكحول ROH.
- 3 تم انجاز التفاعل انطلاقا من الكتلة $m=38,5 \text{ g}$ للكحول ROH فتكونت عند نهاية التفاعل الكتلة $m_E=2 \text{ g}$ للإستر (E).
- أ- أوجد المردود r لهذا التفاعل.
- ب- اقترح طريقتين مختلفتين تمكنان من الرفع من مردود هذا التفاعل.

التمرين : 5° | 20 min | type BAC

يتميز بنزوات الإثيل $C_6H_5COOC_2H_5$ بنكهة فاكهة الكرز، لذا يستعمل في الصناعة الغذائية لإضفاء هذ النكهة على المواد الغذائية المصنعة.

لتحضير بنزوات الإثيل (E) في المختبر، نمزج في حوجلة الكتلة $m_{ac}=2,44 \text{ g}$ من حمض البنزويك C_6H_5COOH مع الحجم $V_{al}=10 \text{ mL}$ من الإيثانول الخالص C_2H_5OH و نضيف بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز الذي يلعب دور الحفاز، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي تحت درجة حرارة ثابتة.

معطيات:

- الكتلة المولية لحمض البنزويك: $M(ac)=122 \text{ g.mol}^{-1}$
- الكتلة المولية للإيثانول: $M(al)=46 \text{ g.mol}^{-1}$
- الكتلة الحجمية للإيثانول الخالص: $\rho_{al}=0,78 \text{ g.mL}^{-1}$
- الكتلة المولية لبنزوات الإثيل: $M(E)=150 \text{ g.mol}^{-1}$

- 1 ما دور الحفاز في هذا التفاعل ؟
- 2 أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الحاصل بين حمض البنزويك و الإيثانول مستعملا الصيغ نصف المنشورة.
- 3 تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة $m_E=2,25 \text{ g}$ من بنزوات الإثيل. حدد قيمة r مردود التفاعل.
- 4 للرفع من مردود تفاعل تصنيع بنزوات الإثيل، نعوض حمض البنزويك بمتفاعل آخر. أعط اسم هذا المتفاعل و اكتب صيغته نصف المنشورة.

التمرين : 6° | 20 min | type BAC

تتواصل بعض الحشرات كالنمل و النحل، فيما بينها بواسطة مواد كيميائية عضوية تسمى الفيرومونات قصد الدفاع عن النفس أو التناسل ... إلخ.

يمكن تصنيع فيرومون (P) في المختبر بتفاعل حمض الإيثانويك CH_3COOH و الكحول $C_5H_{11}-OH$.

معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك: $M(ac)=60 \text{ g.mol}^{-1}$
- الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك: $\rho=1,05 \text{ g.mL}^{-1}$
- الكتلة المولية للفيرومون (P): $M(P)=130 \text{ g.mol}^{-1}$

الأسبيرين أو حمض الأسيتيلسليسيك (acide acétylsalicylique) من الأدوية الأكثر استعمالا في العالم ، فهو دواء مسكن للألام و مقاوم للحمى ...
- نقترح من خلال هذا الترين دراسة طريقة تحضير الأسبيرين -

معطيات:

- يعطي الجدول التالي الأجسام المتفاعلة و النواتج و بعض القيم المميزة لها:

الإسم	حمض السليسيك	حمض الأسيتيلسليسيك	حمض الإيثانويك	أندريد الإيثانويك
الصيغة العامة	$C_7H_6O_3$	$C_9H_8O_4$	$C_2H_4O_2$	$C_4H_6O_3$
الصيغة نصف المنشورة			CH_3-COOH	
الكتلة المولية بـ $(g.mol^{-1})$	138	180	60	102
الكتلة الحجمية بـ $(g.mL^{-1})$				1,08

- ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع حمض السليسيك: $K = 7.10^{-3}$.

لتحضير الأسبيرين أو حمض الأسيتيلسليسيك، قامت مجموعتان من التلاميذ بإنجاز تجربتين مختلفتين:

① **التجربة الأولى:** تم تحضير الأسبيرين بتفاعل حمض الإيثانويك مع المجموعة المميزة هيدروكسيل لحمض السليسيك .
أنجزت المجموعة الأولى التسخين بالارتداد لخليط حجمه V ثابت ، ويتكون من كمية المادة $n_1=0,2mol$ لحمض الإيثانويك و كمية المادة $n_2=0,2mol$ من حمض السليسيك، بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

① أعط اسم المجموعات المميزة (1) و (2) و (3) المحاطة بخط متقطع مغلق في جزئتي حمض السليسيك و حمض الأسيتيلسليسيك.

② أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل مستعملا الصيغ نصف المنشورة و أعط اسمه.

③ اعتمادا على الجدول الوصفي، أثبت العلاقة $K = \left(\frac{x_{\text{éq}}}{0,2 - x_{\text{éq}}} \right)^2$: حيث $x_{\text{éq}}$ يمثل تقدم التفاعل عند التوازن.

④ حدد المردود r_1 .

② **التجربة الثانية:** لتحضير الكتلة $m_{\text{asp}}=15,3 g$ من الأسبيرين، أنجزت المجموعة الثانية خليطا مكونا من الكتلة $m_1=13,8 g$ من حمض السليسيك و الحجم $V=19,0 mL$ من أندريد الإيثانويك بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، فحدث تفاعل كيميائي.

① أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل حمض السليسيك مع أندريد الإيثانويك. اذكر مميزتين لهذا التفاعل.

④ أوجد المردود r_2 لهذا التحول باعتماد الجدول الوصفي.

③ حدد التجربة الأكثر ملائمة للتصنيع التجاري للأسبيرين، علل جوابك.

التمرين : 9° | 20 min | Appli

نحضر إسترا (E) له رائحة الموز انطلاقا من البوتان-1-أول (A) و حمض الإيثانويك أو أندريد الإيثانويك .

معطيات:

- الكتلة المولية للإستر (E) : $M(E)=116 g.mol^{-1}$

- الكتلة الحجمية للإستر (E) : $\rho_E=0,88 g.mL^{-1}$

- الكتلة المولية للكحول (A) : $M(A)=74 g.mol^{-1}$

- الكتلة الحجمية للكحول (A) : $\rho_A=0,81 g.mL^{-1}$

① اكتب معادلة التفاعلين باستعمال الصيغ نصف المنشورة .

② أعط اسم الإستر E ؟

③ ما الفرق بين هاذين التحولين ؟

④ نجعل $0,1mol$ من أندريد الإيثانويك تتفاعل مع $0,1mol$ من البوتان-1-أول.

أ- أحسب حجم الكحول المستعمل.

ب- أحسب r مردود التفاعل علما أن حجم الإستر الناتج هو $V_E=9,9 mL$.

ب- أحسب r مردود التفاعل علما أن حجم الإستر الناتج هو $V_E=9,9 mL$.

$V_E=9,9 mL$

بعض التحويلات الكيميائية تكون كلية وبعضها يكون غير كلي؛ يستعمل الكيميائي عدة طرق لتتبع، كميًا، التحويلات الكيميائية خلال الزمن و التحكم فيها للرفع من مردودها أو تخفيض سرعتها للحد من تأثيرها، و يستعمل أحيانا متفاعلات بديلة للتوصل بفاعلية إلى النواتج نفسها.

معطيات:

- يعطي الجدول التالي الأجسام المتفاعلة وبعض القيم المميزة لها:

الكتلة الحجمية	الكتلة المولية	الصيغة نصف المنشورة	المركب العضوي
$\rho(A)=0,956 \text{ g.mL}^{-1}$	$M(A)=88,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	الحمض (A)
$\rho(B)=0,810 \text{ g.mL}^{-1}$	$M(B)=88,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	الكحول (B)
$\rho(AN)=0,966 \text{ g.mL}^{-1}$	$M(AN)=158,0 \text{ g.mol}^{-1}$		أندريد الحمض (AN)

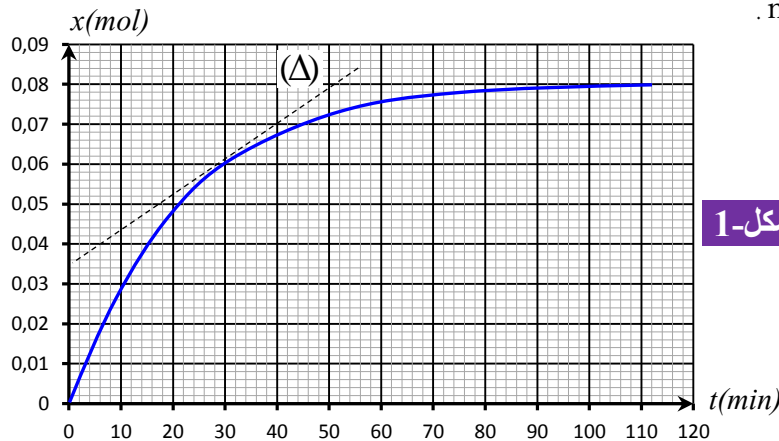
نمزج في حوجلة حجمها $V=11 \text{ mL}$ من الحمض (A) و $n_B=0,12 \text{ mol}$ من الكحول (B). نضيف إلى الخليط بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز وبعض حصيات الكدان؛ بعد التسخين، يتكون مركب عضوي (E) كتلته المولية $M(E)=158 \text{ g.mol}^{-1}$. يعطي المبيان $x=f(t)$ تطور التقدم x للتفاعل بدلالة الزمن t (شكل 1) ويمثل المستقيم (Δ) المماس للمنحنى عند اللحظة $t=30 \text{ min}$.

- 1 باستخدام الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة تصنيع المركب (E) انطلاقًا من الحمض (A) والكحول (B) و أعط اسم المركب (E).
- 2 أذكر مميزات لهذا التفاعل.
- 3 ما هو دور حمض الكبريتيك المركز المضاف؟
- 4 احسب كمية المادة البدئية للحمض (A).
- 5 حدد، مبيانيًا، التقدم x_{eq} للتفاعل عند التوازن و زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
- 6 احسب بالوحدة $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ قيمة السرعة الحجمية v للتفاعل عند اللحظة $t=30 \text{ min}$.
- 7 أوجد قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل.
- 8 نمزج، في نفس الظروف التجريبية السابقة، $0,12 \text{ mol}$ من الحمض (A) و $0,24 \text{ mol}$ من الكحول (B).
أ- تحقق أن القيمة الجديدة لتقدم التفاعل عند التوازن هي $x_{eq}=0,10 \text{ mol}$.
ب- احسب r مردود هذا التفاعل.

- 9 يمكن كذلك تحسين مردود التفاعل السابق بتعويض الحمض (A) بأندريد الحمض (AN). نمزج الحجم $V_B=13 \text{ mL}$ من الكحول (B) و حجمًا $V_{AN}=14, \text{ mL}$ من أندريد البوتانويك، فنحصل على كتلة $m(E)$ من المركب (E).

أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل في هذه الحالة، باستخدام الصيغ نصف المنشورة.

ب- احسب الكتلة $m(E)$.



شكل-1

يحضر الصابون في المختبر باتباع البروتوكول التجريبي التالي:

1 المرحلة الأولى:

نذيب الكتلة $m=60\text{ g}$ من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في 200 mL من الماء المقطر.

أ- احسب التركيز المولي C لهذا المحلول.

ب- هل هذا المحلول حمضي أم قاعدي؟ علل جوابك.

2 المرحلة الثانية:

في حوجلة، نسكب 20mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)})$ و 10mL من الإيثانول و $m=10,0\text{g}$

من زيت الزيتون (الزيتين) ثم نضيف قليلا من حصى الخفاف. نعتبر أن هذا الزيت (الزيتين) يتكون فقط من ثلاثي غليسريد، والذي ينتج عن تفاعل الغليسيرول و حمض الزيت.



أ- اذكر اسم التركيب التجريبي الذي يجب استعماله لهذا الغرض.

ب- ما الغاية من إضافة الإيثانول للخليط التفاعلي؟

ج- ما دور حصى الخفاف؟

د- اكتب معادلة تفاعل الغليسيرول و حمض الزيت و عين الصيغة نصف المنشورة للزيتين.

ه- اكتب معادلة تفاعل التصبن و عين الصيغة الكيميائية للصابون محددًا الجزء الهيدروفيلي للصابون.

3 المرحلة الثالثة:

بعد 30 دقيقة من التفاعل يفرغ الخليط التفاعلي في محلول مشبع لكلورور الصوديوم (الماء المالح) مع التحريك ثم يرشح الناتج الصلب (الصابون) بواسطة قمع و يجفف.

نقيس كتلة الصابون المحصل، فنجد $m'=8,0\text{ g}$.

أ- لماذا يتم صب الخليط التفاعلي في محلول مشبع لكلورور الصوديوم؟

ب- نفترض أن زيت الزيتون مكون فقط من الزيتين، بين أن مردود

$$r = \frac{m'}{3m} \cdot \frac{M(\text{O} \ell)}{M(\text{Sav})}$$

تفاعل التصبن يكتب على الشكل: $r = \frac{m'}{3m} \cdot \frac{M(\text{O} \ell)}{M(\text{Sav})}$ أحسب قيمته.

معطيات:

- الكتلة المولي للصابون: $M(\text{Sav})=304\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- الكتلة المولي للزيتين: $M(\text{O} \ell)=884\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- الجدا الأيوني للماء عند 25° : $K_e=10^{-14}$

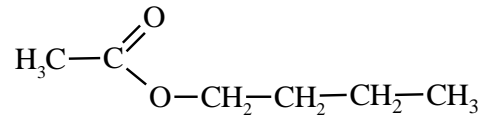
- الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم:

$M(\text{NaOH})=40\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

تعزى النكهة الموجودة في بعض الفواكه إلى وجود أنواع كيميائية عضوية تنتمي لمجموعة الإسترات. ويمكن تصنيع هذه الإسترات في المختبر عن طريق التفاعل بين حمض كربوكسيلي و كحول. يهدف هذا التمرين إلى دراسة تصنيع إستر (E) (إيثانوات البوتيل) ثم تغيير بعض الشروط للحصول على أفضل مردود.

معطيات:

- الصيغة نصف منشورة للإستر (E):



الذرة	الكربون C	الأوكسجين O	الهيدروجين H
الكتلة المولية (g.mol ⁻¹)	12	16	1

نحصل على الإستر (E) انطلاقا من حمض كربوكسيلي (A) و كحول (B).

1 أعط اسم الإستر (E).

2 اكتب معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

3 أذكر مميزتين لهذا التفاعل.

4 ننجز هذا التصنيع باستعمال تركيب التسخين بالارتداد، حيث ندخل في حوجلة كمية المادة $n_0=0,45\text{ mol}$ من الحمض (A) و كمية المادة $n_0=0,45\text{ mol}$ من الكحول (B) و قطرات من حمض الكبريتيك المركز و بعض حصى الخفاف.

في نهاية التحول نحصل على كتلة $m_E=34,8\text{ g}$ من الإستر E.

أ- ما الفائدة من استعمال التسخين بالارتداد و من إضافة حمض الكبريتيك للخليط التفاعلي.

ب- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل الحاصل.

ج- أوجد تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل بدلالة n_0 و X_{eq} ، ثم تحقق أن $K=4$.

د- احسب قيمة I مردود هذا التصنيع.

5 لتحسين مردود التصنيع، قدم التلاميذ الاقتراحات التالية:

- إزالة الماء المتكون.

- الرفع من درجة حرارة الوسط التفاعلي.

- استعمال كمية وافرة من حمض الكبريتيك المركز.

- إضافة كمية من الكحول.

- إزالة الإستر.

- تعويض الحمض الكربوكسيلي (A) بأندريد الحمض (AN). حدد، معلا جوابك، كل اقتراح صحيح.

6 باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة التفاعل في حالة استعمال أندريد الحمض عوض الحمض الكربوكسيلي.

7 نجعل الإستر (E) يتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد HO^- . اكتب معادلة هذا التفاعل ثم اذكر اسمه و مميزاته.