تمارين حول الاسترة واماهة الاستر

التمرين1: بكالوريا 2015 علوم .

في حصة الاعمال المخبرية قام فوج من التلاميذ بدراسة تحول الاسترة بين حمض الايثانويك CH_3COOH والايثانول C_2H_5OH . أخذ التلاميذ ثمانية أنابيب اختبار ووضعوا في كل أنبوب مزيجا يتكون من $1.40mol$ من حمض الايثانويك و $1.40mol$ من الايثانول ، وبضع قطرات من حمض الكبريت المركز، ثم وضعت الانابيب في حمام مائي درجة حرارته $\theta_1 = 190°C$ بعد سدها بإحكام في $t = 0$. في اللحظة $t = 60min$ ، قام أحد التلاميذ بإخراج أحد الانابيب ووضعه في الماء المبرد ومعايرة كمية الحمض المتبقي بواسطة هيدروكسيد الصوديوم . تكررت نفس العملية مع باقي الانابيب في لحظات زمنية مختلفة ، فكانت النتائج في الجدول التالي:

$t(min)$	0	60	120	180	240	300	360	420
$n_{acide}(mol)$	1.40	0.8	0.59	0.52	0.48	0.47	0.46	0.46
$n_{ester}(mol)$								

1- أ- اكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول الاسترة الحادث، وسم الاستر المتشكل.

ب – ما هو دور الحمض في هذه التجربة ؟

2- أكمل الجدول وارسم البيان الذي يمثل تطور كمية مادة الاستر المتشكل بدلالة الزمن $n_{ester} = f(t)$.

3- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ، ثم بين أن تحول الاسترة غير تام .

4- عين بيانيا زمن نصف التفاعل.

5- مثل كيفيا المنحنى $n_{ester} = g(t)$ من أجل درجة حرارة الحمام المائي $\theta_2 = 100°C$

التمرين2: رياضيات 2009

لغرض متابعة التحول الكيميائي بين حمض الايثانويك CH_3COOH والايثانول C_2H_5OH نأخذ 7 أنابيب اختبار وعند اللحظة $t = 0$ نمزج في كل واحد منها $n_0(mol)$ من الحمض و $n_0(mol)$ من الكحول السابقين، ينمذج التحول الحادث بالتفاعل ذي المعادلة: $CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5 - OH_{(l)} = CH_3COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)}$

عايرنا عند درجة حرارة ثابتة وفي لحظات زمنية متعاقبة محتوى الأنابيب الواحد تلو الأخر من أجل معرفة كمية مادة الحمض المتبقي (n) بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$. سمحت هذه العملية بالحصول على جدول القياسات التالي:

$t(h)$	0	1	2	3	4	5	6	7
$n(mol)$	1.00	0.61	0.45	0.39	0.35	0.34	0.33	0.33
$n'(mol)$								

1. أنجز جدولا لتقدم التفاعل واحسب التقدم الأعظمي x_{max} .
2. استنتج العلاقة التي تعطي كمية مادة الاستر المتشكل (n') بدلالة كمية مادة الحمض المتبقي (n).
3. أكمل الجدول أعلاه، وباختيار سلم مناسب أرسم المنحنى الذي يمثل تغيرات كمية مادة الاستر المتشكل بدلالة الزمن $n' = f(t)$.
4. أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 3h$ ، كيف تتطور سرعة التفاعل مع الزمن؟ علل.
5. أحسب نسبة النهائية للتقدم (τ_f) وماذا تستنتج؟

التمرين 3: بكالوريا 2013 علوم .

في حصة الاعمال المخبرية ، كلف الاستاذ فوجا من التلاميذ بوضع في كل انبوب من انابيب الاختبار الثمانية مزيجا يتكون من: $4.5mmol$ من ميثانوات الايثيل و $10mL$ من الماء.

توضع أنابيب الاختبار مسدودة في حمام مائي درجة حرارته ثابتة 40°C . كل $10min$ يفرغ التلميذ محتوى أحد الانابيب في بيشر ، ثم يوضع هذا الاخير في حوض به ماء وجليد . يعاير الحمض A المتشكل في البيشر بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0.5\, mol/l$. بوجود كاشف ملون مناسب نحصل على التكافؤ بعد اضافة حجم V_E من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

يكرر التلاميذ العملية مع بقية الانابيب وتدون النتائج في الجدول التالي:

$t(min)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$V_E(ml)$	0	2.1	3.7	5	6.1	7.0	7.6	7.8	7.8

1- لماذا يوضع البيشر في حوض به ماء وجليد؟ وما هو دور الكاشف الملون؟

2- اكتب الصيغة نصف المفصلة للستر .

3- أ- سم التحول الكيميائي الحادث للجملة في الانابيب مع ذكر خصائصه عند التوازن.

ب – اكتب معادلة التفاعل الحادث في كل انبوب.

4- عبر عن n_A كمية مادة الحمض المتشكلة في كل انبوب بدلالة V_E .

- استنتج قيمة x تقدم التفاعل في كل الازمنة التالية:

$t(min)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$x(mmol)$									

5- أ- ارسم البيان $x = f(t)$ على ورقة مليمترية.

ب – احسب r مردود التحول . كيف يمكن مراقبته ؟

6- اعد رسم البيان $x = f(t)$ كيفيا على نفس المعلم في حالة ما اجريت التجربة في درجة الحرارة 60°C.

التمرين 4: علوم 2009

ننمذج التحول الحاصل بين حمض الايثانويك CH_3COOH والايثانول C_2H_5OH بالمعادلة:

$$CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} = CH_3COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)}$$

لدراسة تطور التفاعل بدلالة الزمن، نسكب في إناء موضوع داخل الجليد مزيجا من $0.2mol$ حمض الايثانويك CH_3COOH و $0.2mol$من الكحول C_2H_5OH، بعد الرج والتحريك نقسم المزيج على 10 أنابيب اختبار مرقمة من 1 إلى 10، بحيث يحتوي كل منها على نفس الحجم منها على نفس الحجم V_a من المزيج. تسد الأنابيب وتوضع في حمام مائي درجة حرارته ثابتة ونشغل الميقاتية. في اللحظة $t=0$ نخرج الأنبوب الأول ونعاير الحمض المتبقي فيه بواسطة محلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+ + OH^-\right)$ تركيزه المولي $C = 1mol.L^{-1}$، فيلزم بلوغ نقطة التكافؤ إضافة حجم من هيدروكسيد الصوديوم (V_{be})لنستنتج (V'_{be})اللازم لمعايرة الحمض المتبقي الكلي. بعد مدة نكرر العملية مع أنبوب آخر وهكذا، لنجمع القياسات في الجدول التالي:

$t(h)$	0	4	8	12	16	20	32	40	48	60
$V'_{be}(mL)$	200	168	148	132	118	104	74	66	66	66
$x(mol)$										

1- أ. ما اسم الاستر المتشكل؟

ب. انشئ جدولا لتقدم التفاعل بين الحمض CH_3COOH والكحول C_2H_5OH.

جـــ. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الحاصل بين حمض الايثانويك ومحلول هيدروكسيد الصوديوم.

2- أ- أكتب العلاقة بين الحمض المتبقي (n) و (V'_{be})حجم الأساس اللازم للتكافؤ .

ب. بالاستعانة بجدول التقدم السابق احسب قيمة (x) تقدم التفاعل ثم أكمل الجدول أعلاه.

جـــ. ارسم المنحنى البياني $x = f(t)$.

د. احسب نسبة التقدم النهائي τ ، ماذا تستنتج؟

هـــ. عبر عن كسر التفاعل النهائي Q_{rf} في حالة التوازن بدلالة التقدم النهائي x_f ثم احسب قيمته

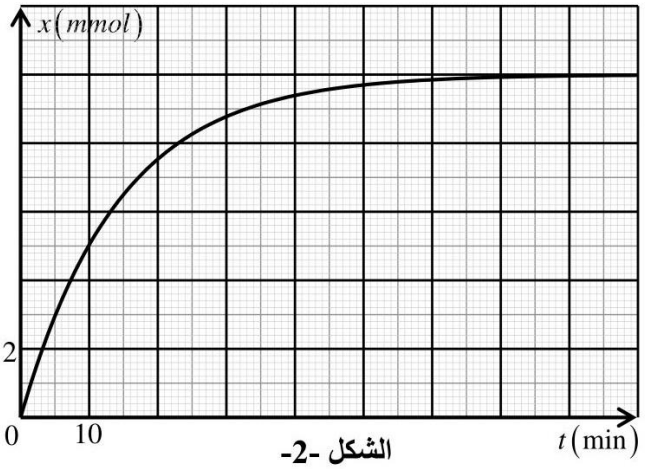
التمرين 5: علوم تجريبية 2018

صورة *jpg* **: فواكه الغابة**

تحتوي العديد من الفواكه على استرات ذات نكهة متميزة، فمثلا نكهة فواكه الغابة تعود الى ميثانوات الإيثيل الذي يمكن تحضيره في المخبر بتفاعل حمض كربوكسيلي مع كحول.

1. الدراسة الحركية لتحوّل إماهة الأستر.

المتابعة الزمنية لتفاعل مزيج ابتدائي متكافئ في كمية المادة يتكون من $0,03mol$ لكل من ميثانوات الإيثيل والماء، مكّنت من الحصول على منحنى الشكل-2-.



الشكل -2-

1.1. اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث.

2.1. أنجز جدولا لتقدم التفاعل.

3.1. استخرج من المنحنى خاصيتين يتميز بهما التفاعل مبرّرا إجابتك.

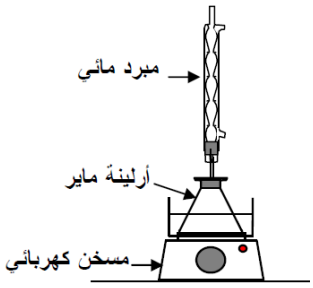
4.1. احسب مردود التفاعل. كيف يمكن جعل هذا التفاعل شبه تام؟

5.1. عيّن التركيب المولي للمزيج عند التوازن.

6.1. احسب السرعة اللحظية للتفاعل عند اللحظتين:

$t_1 = 10\,\text{min}$ و $t_2 = 30\,\text{min}$. ماذا تستنتج؟

التمرين 6: بكالوريا 2013 علوم



الهدف دراسة تحول الاسترة.

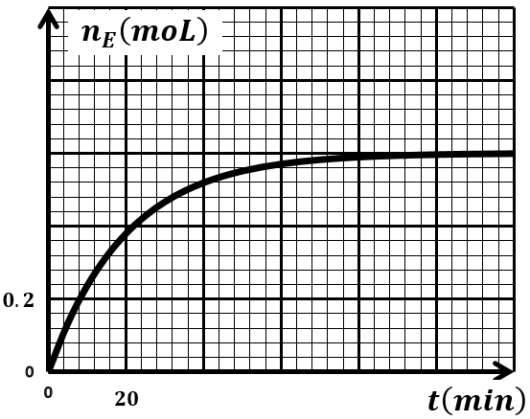
نضع في ايرلينة ماير 1mol من حمض الايثانويك CH_3COOH و1mol من الكحول C_4H_9OH . نظيف قطرات من حمض الكبريت المركز ونسد الارلينة بسدادة متصلة بمبرد ثم

نضعها في حمام مائي درجة حرارته 100°C . بعد مدة زمنية من التسخين المرتد ، نسكب محتوى الارلينة في بيشر به ماء مالح ، فنلاحظ طفو مادة عضوية .

1- ما هو دور التسخين المرتد واضافة حمض الكبريت المركز؟

2- لماذا نستعمل الماء المالح ؟

3- ان متابعة كمية مادة الاستر المتشكل n_E بدلالة الزمن مكنتنا من رسم البيان : $n_E = f(t)$.



أ- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لتحول الاسترة .

ب- هل التحول الكيميائي الحادث تام ؟ كيف نتأكد من ذلك عمليا؟

ج- جد سرعة التفاعل في اللحظات: $t_1 = 20min$ ، $t_2 = 40min$ و $t_3 = 60min$. ماذا تستنتج؟

د- عين مردود هذا التحول ، هل يمكن تحسينه عند نزع الماء الناتج؟ فسر ذلك.

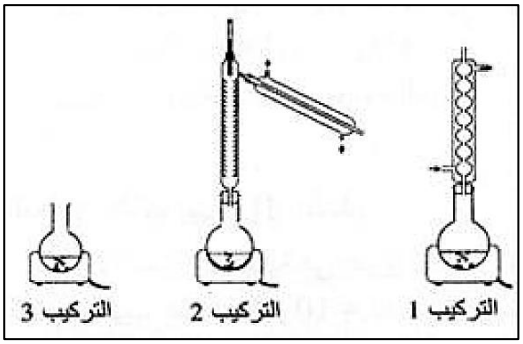
ه- استنتج صنف الكحول المستعمل . اكتب صيغته الجزيئية نصف المفصلة مع تسميته.

التمرين7: بكالوريا 2016 رياضيات

استر خلات البنزيل سائل عديم اللون موجود في عدة زيوت زهرية مثل الجاردينا والياسمين بنسبة تزيد عن 65% ، ويستعمل لتقوية رائحة المواد والمركبات العطرية النباتية، صيغته نصف المفصلة $CH_3 - COO - CH_2 - C_6H_5$ ويمكن تحضيره من أسترة حمض الايثانويك CH_3COOH بالكحول البنزيلي.

نضع في دورق كروي موضوع في حمام ماري مزيجا مكونا من $m = 24g$ من حمض الايثانويك و $V = 41.6mL$ من الكحول البنزيلي النقي السائل وقطرات من حمض الكبريت المركز.

تعطى: الكتلة الحجمية للكحول البنزيلي $\rho = 1.039g/mL$ ، الكتلة المولية الجزيئية له $M = 108g/mol$.



1- عين من الشكل التركيب المناسب لتحضير الاستر.

2- احسب كمية المادة الابتدائية لكل من الحمض والكحول.

3- استنتج الصيغة نصف المفصلة للكحول البنزيلي وصنفه.

4- اكتب معادلة التفاعل الحادث في الدورق .

5- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .

6- استنتج التركيب المولي للمزيج عند حالة التوازن.

7- يمكن تحسين مردود الاسترة بعدة طرق نذكر منها:

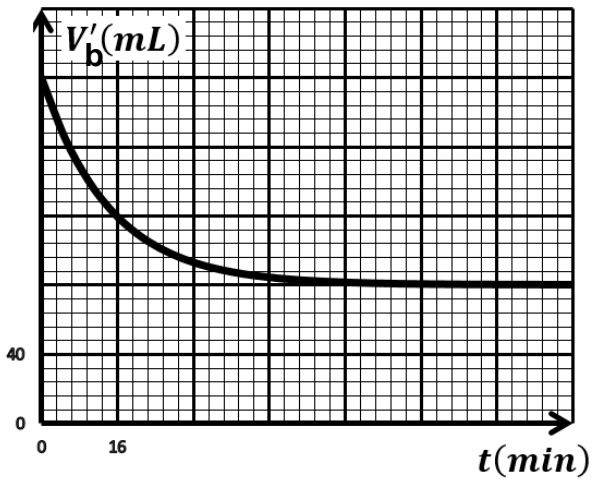
أ- نزع الماء من المزيج السابق. علل.

ب-نستبدل في المزيج الابتدائي حمض الايثانويك بكلور الايثانويل CH_3COCl . علل.

التمرين 8: بكالوريا 2016 علوم

لمعرفة صنف كحول A صيغته المجملة C_3H_7OH ، نشكل في اللحظة $t = 0$ مزيجا متكافئا في كمية المادة يتكون من الكحول A وحمض الايثانويك صيغته المجملة CH_3COOH ونسخن المزيج بطريقة التقطير المرتد . في لحظات معينة نأخذ نفس الحجم V من المزيج التفاعلي ونبرده ثم نعاير الحمض المتبقي بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_b = 1mol/L$ فيلزم لبلوغ التكافؤ اضافة حجم V_{be} ثم نستنتج الحجم V'_{be} اللازم لمعايرة الحمض المتبقي الكلي. دو النتائج ورسمنا البيان $V'_{be} = f(t)$ الممثل في الشكل.

نا



1- ما الهدف من التسخين بطريقة التقطير المرتد؟

2- بالاستعانة بالبيان جد ما يلي:

أ- كمية المادة الابتدائية للحمض المستعمل.

ب-كمية مادة الحمض عند حالة التوازن الكيميائي.

3- أ- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لتحول الاسترة .

ب – أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ثم استنتج التركيب الولي للمزيج عند بلوغ حالة التوازن الكيميائي.

ج – احسب ثابت التوازن الكيميائي K لهذا التفاعل.

4- أ- احسب مردود التفاعل واستنتج صنف الكحول المستعمل.

ب – أعط الصيغة النصف مفصلة لكل من الكحول A والاستر المتشكل ن مع ذكر اسم كل منها.

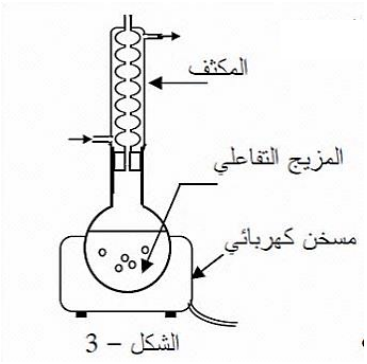
5- عند بلوغ التوازن ، نظيف للمزيج السابق $0.02mol$ من حمض الايثانويك و $0.08mol$ من الاستر السابق.

أ- احسب كسر التفاعل الابتدائي.

ب-استنتج جهة تطور التفاعل.

التمرين 9: باكالوريا 2014 رياضيات

في حصة الاعمال التطبيقية تم تحضير استر من مزيج يتكون من $0.2mol$ من الكحول C_2H_5OH و $0.2mol$ من حمض الايثانويك CH_3COOH وقطرات من حمض الكبريت المركز وتم تسخينه لمدة كافية . وضع المزيج في دورق وتم تسخينه لمدة كافية.



الشكل – 3

1- اكتب معادلة التفاعل الحادث.

2- أنجز جدول تقدم التفاعل .

3- اذا كان ثابت التوازن لهذا التفاعل هو $K = 4$.

أ- احسب كمية مادة الاستر الناتج عند بلوغ التوازن الكيميائي.

ب-احسب المردود النهائي لهذا التفاعل ، هل يؤثر التسخين على هذا المردود؟

ج- حدد الصيغة نصف المفصلة للأستر الناتج ثم اعط تسميته النظامين.

4- لتحسين مردود تفاعل الاسترة ، توجد عدة طرق :

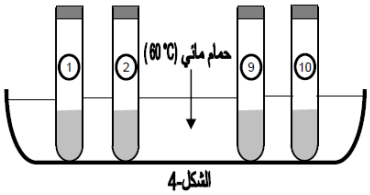
أ- اذكر طريقتين لتحسين مردود هذا التفاعل .

ب-نضيف للوسط التفاعلي عند التوازن $0.2mol$ من نفس الحمض ، حدد جهة تطور الجملة الكيميائية وجد التركيب المولي للمزيج عند التوازن الكيميائي الجديد.

<u>التمرين 10</u>:

التمرين 11: بكالوريا 2014 علوم .

مزجنا عند اللحظة $t = 0$ كمية $n_0 = 0.4mol$ من الايثانول C_2H_5OH و كتلة $m_0 = 38.4g$ من حمض كربوكسيلي $C_nH_{2n+1}COOH$ وبضع قطرات من حمض الكبريت المركز . قسمنا المزيج بالتساوي على عشرة أنابيب اختبار تسد بإحكام وتوضع في حمام مائي درجة حرارته ثابتة 60°C .

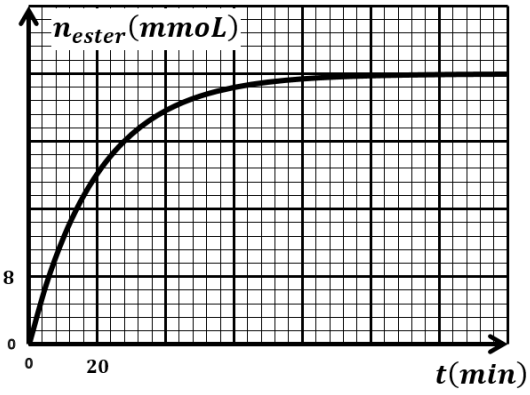


الشكل-4

1- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث .

- ماهي خصائص هذا التفاعل؟

2- قمنا بإجراء تجربة مكنتنا من قياس كمية مادة الاستر المتشكل في كل انبوب خلال الزمن ورسم المنحنى $n_E = f(t)$.



- أعط البروتوكول التجريبي الموافق.

3- أ- علما أن ثابت التوازن لتفاعل الاسترة المدروس هو $K = 4$ حدد كمية مادة الحمض في المزيج الابتدائي.

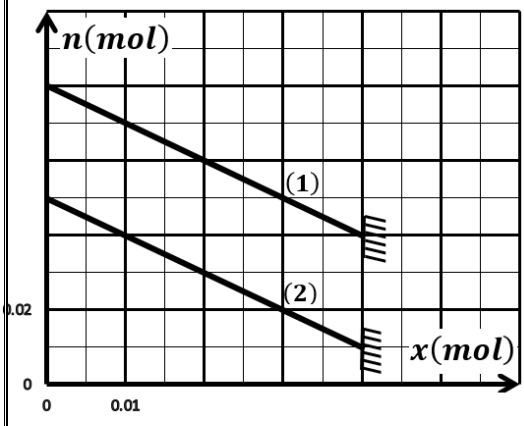
ب – جد الصيغة المجملة للحمض الكربوكسيلي واستنتج الصيغة نصف المفصلة واستنتج الصيغة نصف المفصلة للأستر واعط اسمه النظامي.

جـ – احسب مردود التفاعل وقارنه بمردود التفاعل لمزيج ابتدائي متساوي المولات. كيف تفسر ذلك ؟

4- جد التركيب المولي للمزيج التفاعلي في كل انبوب عند اللحظة $t = 120\text{min}$.

معطيات: $M(H) = 1\,g/mol$ $M(O) = 16\,g/mol$ $M(C) = 12\,g/mol$

التمرين 12: بكالوريا 2016 علوم



1- نحضر جملة كيميائية في اللحظة $t = 0$ تتكون من n_1 مول من حمض الايثانويك CH_3COOH و n_2 مول من كحول صيغته العامة C_3H_7OH وقطرات من حمض الكبريت المركز. سمحت الدراسة التجريبية لتطور التفاعل الحادث برسم المنحنيين (1) و(2) كما في الشكل:

- المنحنى (1) : يمثل تغيرات كمية مادة الكحول بدلالة التقدم x .
- المنحنى (2) : يمثل تغيرات كمية مادة الحمض بدلالة التقدم x .

أ- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحاصل.

ب- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .

ج- احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل.

د- احسب ثابت التوازن K للتفاعل ثم حدد صنف الكحول المستخدم .

ه- كيف يمكن تحسين مردود تشكل الاستر في هذا التفاعل؟

2- بعد بلوغ التوازن وتبريد المزيج مكنت المتابعة الـ pH مترية لمعايرة كمية المادة n للحمض المتبقي في المزيج بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C = 0.5mol/L$ من استخراج المعلومات الاتية:

عند اضافة الحجم $V = 10mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تكون قيمة pH المزيج هي 4,8 .

المعطيات: عند $\theta = 25°$: $Ke = 10^{-14}$ ، ثابت الحموضة للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) هو $pKa = 4,8$.

أ- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث.

ب - احسب قيمة n .

ج - أوجد ثابت التوازن K بدلالة Ka و Ke .

د - احسب قيمة K ، ماذا تستنتج؟

التمرين 13: علوم تجريبية 2017 (دورة إستثنائية)

معطيات: $\lambda_{HO^-} = 19,9\times10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{Na^+} = 5,01\times10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09\times10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$

I. بهدف الدراسة الحركية لتفاعل التصبن لأستر E صيغته الجزيئية المجملة $C_4H_8O_2$، نمزج في بيشر حجما $V_1 = 100\ mL$ من محلول الصود $\left(Na^+(aq) + HO^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $C_1 = 0,1\ mol/L$ مع $0,01\ mol$ من الأستر E (سائل نقي) ليصبح حجم الوسط التفاعلي V_T في الدرجة 25^0C.

1) أعط جميع الصيغ نصف المفصلة للأستر E مع تسمية كل منها.

2) إنّ هذا الأستر نتج من تفاعل حمض الايثانويك CH_3COOH والايثانول C_2H_5OH.

اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل في البيشر بين محلول الصود والأستر E مستعملا الصيغ نصف المفصلة.

II. تابعنا تطور هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية G للوسط التفاعلي خلال فترات زمنية مختلفة وسجلنا النتائج في الجدول الآتي:

$t(s)$	0	30	60	90	120	150	180	210
$G(mS)$	46,20	18,60	12,40	12,30	11,15	10,80	10,70	10,70

1) فسّر تناقص الناقلية G مع تطور التفاعل.

2) نُسمي K ثابت الخلية و σ الناقلية النوعية حيث $G = K\times\sigma$.

أ) جِد عبارة الناقلية G_0 في اللحظة $t = 0$ بدلالة K, C_1, V_1, V_T والناقليات النوعية المولية الشاردية λ_i.

ب) بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل، بيّن أن عبارة الناقلية G في اللحظة t تعطى بالعلاقة:

$$G = G_0 + \frac{K}{V_T}x(\lambda_{CH_3COO^-} - \lambda_{HO^-})$$

جـ) ارسم على ورقة ملمترية $G = f(t)$ بأخذ سلم الرسم: $1cm \longrightarrow 30s$ و $1cm \longrightarrow 5mS$

د) عرّف سرعة التفاعل واحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$ علما أن $\frac{K}{V_T} = 185,5\ (SI)$

هـ) أثبت أن الناقلية $G(t)$ عند زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة: $G(t_{1/2}) = \frac{G_0 + G_f}{2}$

- استنتج قيمة $t_{1/2}$.

التمرين 14 : تقني 2019

توجد الإسترات العضوية في مختلف الصناعات الغذائية، النسيجية، العطرية... إلخ، من بينها إيثانوات الإيثيل ذو الصيغة الكيميائية $CH_3COOC_2H_5$.

يهدف هذا التمرين إلى تحضير إيثانوات الإيثيل في المخبر انطلاقا من تفاعل حمض عضوي وكحول.

المعطيات: $M\left(CH_3COOC_2H_5\right)=88\ g\cdot mol^{-1}$

1. نشكل مزيج متساوي المولات من حمض عضوي (A) وكحول (B) بإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز عند درجة حرارة ثابتة 100^0C لاصطناع إيثانوات الإيثيل.

1.1. حدّد الصيغة الجزيئية نصف المفصلة مع التسمية لكل من الحمض العضوي (A) والكحول (B).

2.1. اكتب معادلة التفاعل الحادث بين كل من الحمض (A) والكحول (B)، اذكر خصائصه.

3.1. اختر قيمة ثابت التوازن K لهذا التحوّل من بين القيم الآتية: $K=4$ ، $K=2,25$ ، $K=10^{-3}$ مع التعليل.

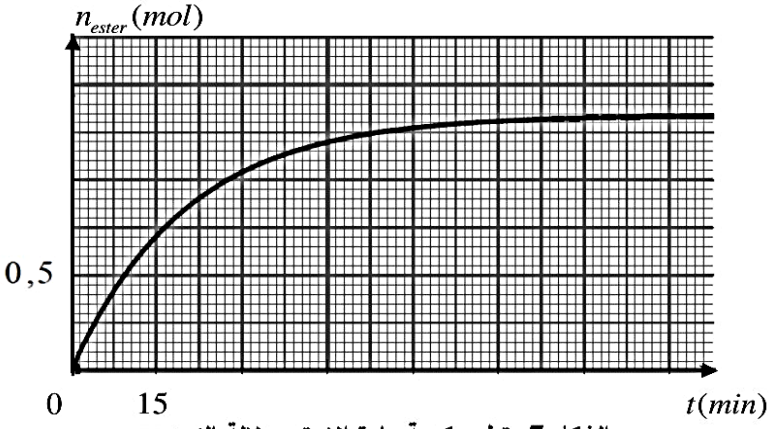
4.1. إنّ متابعة كمية مادة الإستر المتشكل في التحول السابق مكنّت من الحصول على الشكل 7 الذي يمثل تطور كمية مادة الإستر المتشكل في المزيج بدلالة الزمن $n_{ester}=f\left(t\right)$.

بالاعتماد على الشكل 7:

1.4.1. بيّن أنّ الكمية الابتدائية للمتفاعلين: $n_0\left(A\right)=n_0\left(B\right)=2mol$.

2.4.1. استنتج مردود التفاعل $r\%$.

5.1. أذكر طريقتين يمكن من خلالهما تحسين مردود هذا التفاعل.



الشكل 7. تطور كمية مادة الإستر بدلالة الزمن

2. نأخذ كتلة m من الإستر السابق ونضعها في حجم $V=100\ mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+(aq)+HO^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $c=10^{-2}mol\cdot L^{-1}$ وبالتسخين المرتد يحدث التفاعل التام المنمذج بالمعادلة الآتية:

$$CH_3COOC_2H_5(\ell)+HO^-(aq)=CH_3COO^-(aq)+C_2H_5OH(\ell)$$

إنّ المتابعة الزمنية لهذا التفاعل سمحت بحساب التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد $\left[HO^-(aq)\right]$ في الوسط التفاعلي في لحظات مختلفة والمسجّلة في الجدول الآتي:

$t(min)$	0	5	10	30	50	70	90	110	120
$\left[HO^-\right]mmol\cdot L^{-1}$	10,00	8,00	6,00	2,50	1,00	0,40	0,10	0,04	0,04
$x(mmol)$									

1.2. اقترح طريقة تمكّننا من المتابعة الزمنية لهذا التحول الكيميائي.

2.2. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

3.2. أثبت أنّ عبارة تقدم التفاعل $x(t)$ تعطى بالعلاقة الآتية: $x(t) = 10^{-3} - 0{,}1\times[HO^-]$ حيث x بـ (mol).

4.2. أكمل الجدول السابق ثم ارسم منحنى تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن $x = f(t)$.

5.2. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدّد قيمته.

6.2. احسب السرعة الحجمية للتفاعل v_{VOL} عند اللحظتين $t = 0$ و $t = 70\,min$، كيف تتطور هذه السرعة؟

التمرين 15 : علوم تجريبية 2017

تهدف هذه الدراسة إلى كيفية تحسين مردود تفاعل، من أجل ذلك:

I- نفاعل $0{,}02\ mol$ من المركب $CH_3COOC_3H_7$ (A) مع $0{,}02\ mol$ من الماء في درجة حرارة مناسبة وبإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز.

يُنمذج هذا التحول بمعادلة كيميائية من الشكل :

$$\underset{(A)}{CH_3COOC_3H_7(l)} + H_2O(l) = CH_3COOH(l) + \underset{(C)}{C_3H_7OH(l)} \quad .....(1)$$

1) ما الفائدة من إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز؟

2) حدّد الوظيفة الكيميائية للمركب (A) .

3) بماذا يسمى هذا التفاعل؟

4) حدّد الوظيفة الكيميائية للمركب (C).

5) أنجز جدولا لتقدم التفاعل.

II- بعد مدة زمنية كافية يصل فيها التفاعل السابق إلى حالة التوازن، نضيف له بالتدريج محلولا من هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq), OH^-(aq))$ تركيزه المولي $C_B = 0.4\ mol/L$ بوجود كاشف ملون مناسب(فينول فتاليين) من أجل معايرة الحمض المتشكل في التفاعل السابق.

نلاحظ أن لون المزيج يتغير عند إضافة حجم من محلول هيدروكسيد الصوديوم قدره $V_B = 20\ mL$، نوقف عندها عملية المعايرة اللونية.

1) ارسم التجهيز التجريبي لعملية المعايرة اللونية موضحا عليه البيانات الكافية.

2) اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث.

3) احسب كمية مادة الحمض المتشكل عند توازن التفاعل (1).

4) احسب مردود التفاعل السابق(1) واستنتج صنف الكحول الناتج.

5) أعط التركيب المولي للمزيج السابق عند التوازن ثم احسب ثابت التوازن K له.

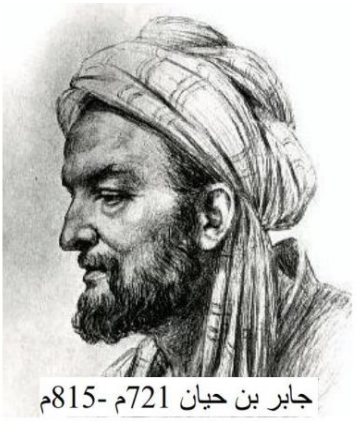
6) سَمّ المركبين (A) ، (C).

III- بعد عملية المعايرة نسخن المزيج من جديد مدة كافية فنلاحظ زوال اللون الذي ظهر عند التكافؤ السابق (يصبح المزيج شفافا).

1) فسّر ما حدث في المزيج.

2) هل تتوقع زيادة أو نقصان في مردود التفاعل السابق؟ علّل، ماذا تستنتج؟

التمرين 16 : علوم تجريبية 2017 (دورة استثنائية)


جابر بن حيان 721م -815م

جابر بن حيان أنبغ الكيميائيين المسلمين، وأعظم كيميائي العصور الوسطى بشكل عام فلقد تركت ابحاثه ودراسته أثرا خالداً. يعتبر أول من حضّر الأحماض من تقطير أملاحها منها روح الملح (محلول حمض كلور الهيدروجين)، وكذلك هو أول من اكتشف الصود الكاوي (هيدروكسيد الصوديوم).

- تحمل بطاقة قارورة المحلول التجاري S_0 المعلومات التالية:

الكثافة $d=1,068$

النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الهيدروجين $13,5\%$

$M(HC\ell)=36,5\ g/mol$

- الوسائل: ماصات عيارية: $20\ mL,\ 10\ mL,\ 5\ mL$

حوجلات عيارية: $500mL,\ 250\ mL,\ 100mL$

سحاحة مدرجة: $10\ mL$, $25\ mL$, $50\ mL$

بياشر وأرلينة ماير مختلفة السعة.

1) عرّف كل من الحمض والأساس حسب برونشتد.

2) احسب c_0 التركيز المولي لحمض كلور الهيدروجين في المحلول التجاري S_0.

3) ضع بروتوكولاً تجريبياً لتمديد المحلول S_0 التجاري 50 مرة للحصول على محلول S_1 حجمه $V_1=250\ mL$.

ثانياً: نريد معرفة أهمية الإسترات في الحياة اليومية، نأخذ حجماً من محلول الصود المتبقي في السحاحة عند نهاية المعايرة، ونضيف له زيت الزيتون الذي نعتبره يتكون من ثلاثي الغليسريد الذي صيغته الجزيئية نصف المفصلة

$$\begin{array}{l} CH_2-O-CO-C_{17}H_{33} \\ | \\ CH-O-CO-C_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2-O-CO-C_{17}H_{33} \end{array}$$

في بيشر مع التسخين فنلاحظ طفو نوعاً عضوياً عند إضافة الملح.

1) اكتب معادلة تفاعل محلول الصود مع ثلاثي الغليسريد.

2.أ) ماذا نسمي هذه العملية والنوع العضوي الذي يطفو؟

ب) فيمَ تتمثل أهمية الإسترات في الحياة اليومية؟

التمرين 17 : تقني 2017

I- نُحَضّر محلولاً مائياً (S) لحمض الايثانويك CH_3-COOH بإذابة كتلة $m=0,60g$ من حمض الايثانويك النقي في حجم $V=1,0L$ من الماء المقطر.

نقيس الناقلية النوعية σ للمحلول (S) في درجة الحرارة $25°C$ فنجدها $\sigma=1,64\times10^{-2}\ S\cdot m^{-1}$.

1- أ) اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث بين حمض الايثانويك النقي والماء.

ب) هل التفاعل السابق تمّ بين: حمض وأساسه المرافق أو حمض لثنائية وأساس لثنائية أخرى؟

جـ) احسب التركيز المولي c للمحلول (S).

2- أ) قدّم جدولاً لتقدم التفاعل الحادث في المحلول (S).

ب) جِدْ عبارة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم $\left[H_3O^+\right]_f$ في المحلول (S) بدلالة σ والناقليتين المولييتين الشارديتين $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $\lambda_{H_3O^+}$.

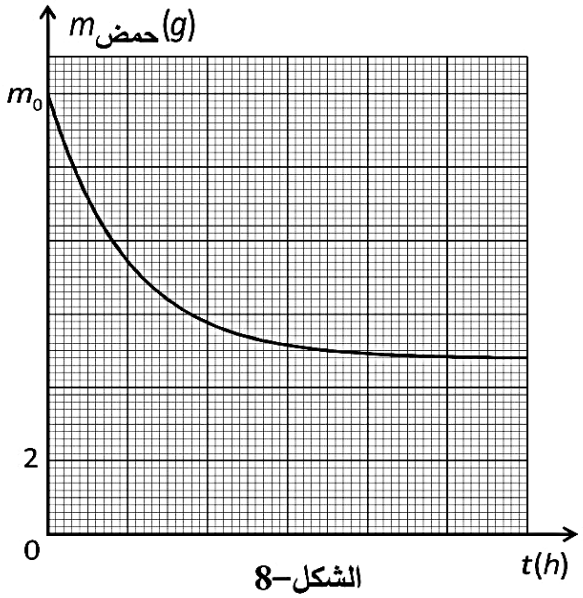
جـ) استنتج قيمة الـ pH للمحلول الحمضي (S).

3- أ) اكتب عبارة كسر التفاعل النهائي $Q_{r,f}$ للتفاعل الحادث في المحلول (S) وبيّن أنها تكتب على الشكل:

$$Q_{r,f}=\frac{10^{-2pH}}{c-10^{-pH}}$$

ب) احسب ثابت التوازن K للتفاعل السابق. ماذا تستنتج؟

II- نحقق مزيجا متساوي المولات يتكون من $n_0(mol)$ من حمض الايثانويك النقي CH_3-COOH مع $n_0(mol)$ من كحول صيغته الجزيئية المجملة C_3H_7OH.



الشكل-8

1) سمّ التفاعل الحادث في المزيج وأذكر خصائصه.

2) اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث.

3) يمثل البيان (الشكل-8) تغيرات الكتلة m للحمض المتبقى أثناء التفاعل بدلالة الزمن t.

أ) حدّد التركيب المولي للمزيج عند التوازن الكيميائي.

ب) احسب مردود التفاعل وحدّد من بين الصيغتين التاليتين:

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ ؛ $CH_3-CHOH-CH_3$ صيغة الكحول المستخدم، مع التعليل.

جـ) اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي الناتج واذكر اسمه.

4- أ) عند حدوث التوازن الكيميائي حيث ثابت التوازن للتفاعل السابق $K=2,25$، نضيف $0,1mol$ من الماء إلى المزيج التفاعلي. اعتمادا على كسر التفاعل Q_r حدّد جهة تطور حالة الجملة.

ب) حدّد التركيب المولي للمزيج عند التوازن الكيميائي الجديد.

المعطيات: $\lambda_{CH_3COO^-}=4,1\ mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+}=35,0\ mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$

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

التمرين 18 : تقني 2022

تُعتبر الأحماض الكربوكسيلية من المُركبات العضوية التي تُظهر الخاصيّة الحمضية في المحاليل المائية وتُستعمل في إنتاج مواد مُختلفة كالأسترات المُميّزة بنكهاتِها الخاصّة. صيغتها العامة $C_nH_{2n+1}COOH$ (n عدد ذرات الكربون).

يوجد في مخبر ثانوية قارورة لمحلول تجاري تحتوي على حمض عضوي مجهول، كُتِب على مُلصقتها كثافة المحلول التجاري $d=1,05$، أمّا باقي المعلومات المُتمثّلة في: الصيغة الجزيئية للحمض، كتلته المولية M ونسبة نقاوة الحمض في المحلول التجاري $p\%$، فهي غير واضحة.

اقترح الأستاذ على فوجين من التلاميذ التجربتين الآتيتين:

I. الفوج الأول: كُلّف باستكمال المعلومات غير الواضحة في مُلصقة قارورة المحلول التجاري.

قام تلاميذ الفوج بالعمليات الآتية:

– تمديد حجم $V_0=2mL$ من مُحتوى القارورة 175 مرّة لتحضير محلول مائي (S) تركيزه المولي c.

– قياس pH المحلول (S) عند درجة الحرارة 25^oC أعطى القيمة $pH=2,9$.

– مُعايرة عيّنة من المحلول (S) حجمها $V_a=10mL$ بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq)+OH^-(aq))$ تركيزه المولي $c_b=10^{-1}mol\,L^{-1}$ باستعمال كاشف الفينول فتالين. تمّ الحصول على التكافؤ حمض–أساس عند إضافة حجم $V_{bE}=10mL$ من المحلول الأساسي.

1. حدِّد الزجاجية المُناسبة لأخذ الحجم $V_0=2mL$ من القارورة مع ذكر الاحتياطات الأمنية الواجب توفيرها.

2. اكتب المعادلة الكيميائية المُنمذجة للتحول الحادث أثناء المُعايرة بيْن الحمض $C_nH_{2n+1}COOH$ والأساس.

3. عرِّف نقطة التكافؤ ثمّ استنتج التركيز المولي c للمحلول الحمضي (S) المُعايَر.

4. أنجز جدول تقدم التفاعل الحادث بيْن الحمض $C_nH_{2n+1}COOH$ والماء ثم بيّن أنّه حمض ضعيف.

5. جِدْ عبارة الثابت المُميّز للثنائية (أساس/حمض) بالشكل: $K_a=\dfrac{10^{-2pH}}{c-10^{-pH}}$. احسب قيمته عند 25^oC.

6. بالاستعانة بالجدول الآتي لقيم ثابت الحموضة pK_a لبعض الثنائيات (أساس/حمض) عند 25^oC.

(أساس/حمض)	$(HCOOH\,/\,HCOO^-)$	$(CH_3COOH\,/\,CH_3COO^-)$	$(C_2H_5COOH\,/\,C_2H_5COO^-)$
pK_a	3,80	4,80	4,87

1.6. استنتج الصيغة الجزيئية للحمض المجهول.

2.6. استكمل المعلومات غير الواضحة على مُلصقة القارورة (الكتلة المولية M، نسبة النقاوة $p\%$).

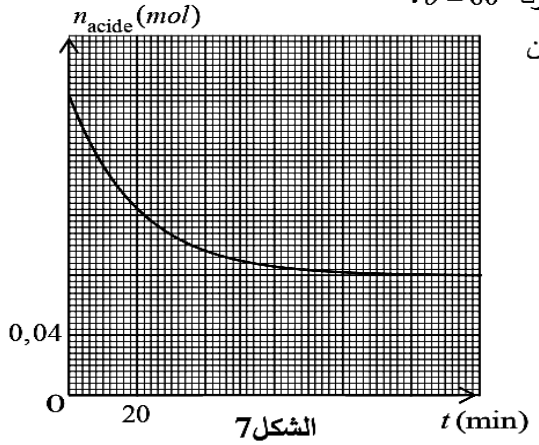
II. الفوج الثاني: كُلّف بالتحقّق من الصيغة الجزيئية للحمض ومُراقبة تفاعله مع كحول.

قام تلاميذ الفوج بالعمليات الآتية:

– تحضير مزيج ابتدائي يتكون من كمّية المادة $n=0,2mol$ للحمض مأخوذة من القارورة مع كمّية مادة $n_0=0,2mol$ من كحول نقي صيغته العامة $C_3H_7OH(l)$ وإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز.

– وضع المزيج الابتدائي عند $t=0$ في حمّام مائي درجة حرارته $\theta=60^\circ$.

– مُتابعة تطور كمّية مادة الحمض المتبقي $n_{(acide)}$ خلال الزمن



الشكل7

مكّن التلاميذ من رسم المنحنى البياني المُمثّل في (الشكل7).

1. كيف نسمّي هذا التحول الحادث؟

2. اذكر العاملين الحركيين المُستعملين لتسريع التفاعل.

3. اكتب معادلة التفاعل الحادث بيْن الحمض $C_nH_{2n+1}COOH$ والكحول $C_3H_7OH(l)$.

4. استنتج من البيان (الشكل7):

1.4. خاصيتين للتحول الكيميائي الحادث.

2.4. مردود التفاعل r ثم استنتج صِنف الكحول المُستعمل صيغته نصف المنشورة واسمه النظامي.

5. تحقّق من الصيغة الجزيئية للحمض إذا علمت أنّه في نهاية التفاعل كانت كتلة الكحول والحمض متساويتين.

6. اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي الناتج ثم أعط اسمه النظامي.

7. طلب الأستاذ اقتراحات لتحسين مردود تصنيع المركب العضوي الناتج. قدِّم هذه الاقتراحات.

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

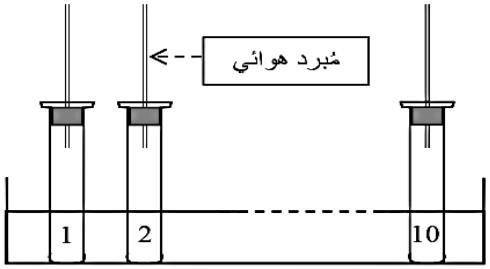
التمرين 19 : علوم تجريبية 2022

توجد الأسترات العضوية في الفواكه، الخضر، الأزهار، الزيوت ... ويُمكن اصطناعها من الكحولات والأحماض الكربوكسيلية بسهولة في المخابر. يُحضِّر الكيميائي الشروط التجريبية المُناسبة ثم يُراقب التحول الحادث من حيث سرعته، نواتجه ومردوده.

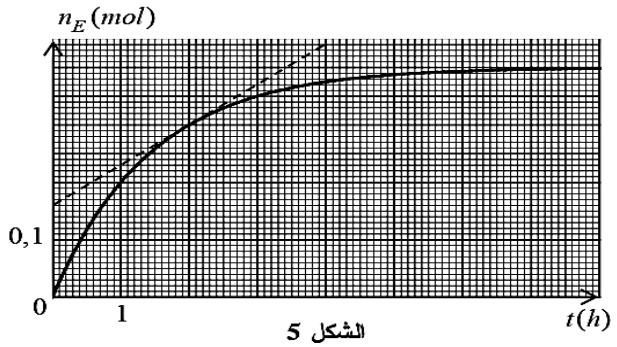
يَهدف هذا التمرين إلى متابعة تفاعل الأسترة زمنيا ومراقبة مردوده.

نُحضِّر مزيجا ابتدائيا في أرلينة ماير يتكون من $0,6mol$ من حمض الإيثانويك $CH_3COOH(\ell)$ و $0,6mol$ من كحول صيغته $C_4H_9OH(\ell)$. نُوزعه بالتساوي على عشرة (10) أنابيب اختبار ونُضيف إليها بضع قطرات من حمض الكبريت المُركز ثم نَسُدُّها بسدادات مُزوَّدة بمُبرِّد هوائي (الشكل 4).

عند اللّحظة $t=0$، نضع الأنابيب في حمام مائي درجة حرارته $80°C$. مُعايرة كمّية مادة الحمض المُتبقية في لحظات مُختلفة مكَّنت من رسم مُنحنى تغيرات كمّية مادة الأستر المُتشكلة في المزيج الابتدائي بدلالة الزمن (الشكل 5).



الشكل 4



الشكل 5

I/- المتابعة الزمنية لتحول الأسترة:

1. اذكر دور كل من إضافة بضع قطرات من حمض الكبريت المُركز وتسخين المزيج التفاعلي.

2. لماذا زودنا أنابيب الاختبار بمُبرد هوائي؟ كيْف تُسمى هذه العملية؟

3. اكتب معادلة التفاعل الحادث ثم أنجز جدولا لتقدمه.

4. بالاعتماد على المنحنى البياني (الشكل 5):

1.4. استنتج خصائص تفاعل الأسترة.

2.4. حدِّد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

3.4. احسب سرعة التفاعل عند اللّحظة $t=2h$ ثم فسِّر كيْف تتطور السرعة خلال الزمن.

5. بِناءً على ما درسته هل السرعة الحجمية لتفاعل الأسترة في المزيج الابتدائي عند اللّحظة $t=2h$ تكون: أكبر، أصغر أم تساوي السرعة الحجمية للتفاعل في أنبوبة اختبار عند نفس اللّحظة t؟ علِّل.

II/- مُراقبة تحول الأسترة:

إنَّ دراسة تحول الأسترة أبرزت عدّة عوامل تُؤثِر على مردود التفاعل المُنمذج له.

1. اعتمادا على جدول تقدم التفاعل الحادث في المزيج الابتدائي حِدْ:

1.1. التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند حالة التوازن الكيميائي.

2.1. قيمة ثابت التوازن الكيميائي K لتفاعل الأسترة.

3.1. قيمة مردود التحول الحادث r ثم استنتج صنف الكحول المُستعمل.

2. اكتب الصيغة نصف المنشورة والاسم النظامي لكُلٍ من الكحول والأستر علما أنَّ السلسلة الفحمية للكحول خطية غير مُتفرعة.

3. احسب كمِّية مادة حمض الإيثانويك $n_{(ac)}$ التي يجب إضافتها للمزيج الابتدائي في نفس شروط التجربة ليكون مردود تصنيع الأستر هو $r=95\%$.

5. حَدِّد بيانيّا المجال الزّمني لكل من النّظامين الانتقالي والدّائم واشرح كيف تتطوّر شدّة التيّار $i(t)$ فيهما؟

6. عَيِّنْ قيمة المقدار $\frac{di(t)}{dt}$ خلال النّظام الدّائم.

ثانيًا: الوشيعة مزوّدة بنواة حديديّة

نُعِيدُ نفس التّجربة السّابقة بوضع نواة حديديّة داخل الوشيعة فنحصل على **البيان2** الموضّح في **الشّكل4**.

1. باعتبار أنَّ شكل المعادلة التفاضليّة السّابقة لا يتغيّر، ما هو المقدار المتوقّع تَغيُّره في هذه المعادلة؟

2. حَدِّدْ بيانيّا قيمة τ' ثابت الزّمن المميّز الجديد للدّارة.

3. نرمز بـ L لذاتيّة الوشيعة بدون نواة حديديّة و L' لذاتيّة الوشيعة وهي مزوّدة بنواة حديديّة. استنتج تأثير النّواة الحديديّة على ذاتيّة الوشيعة.

الجزء الثّاني: (07 نقاط)

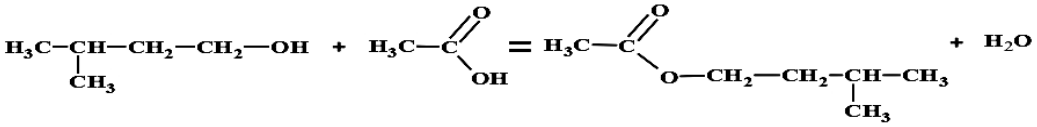
التّمرين التّجريبي: (07 نقاط)

إيثانوات 3–ميثيل بوتيل، إستر يستعمل كمعطِّر في الأدوية والياغورت والحلويّات ... يوجد طبيعيّا في الموز، يمكن تحضيره مخبريّا بإنجاز تحوّل كيميائي محدود بين حمض الإيثانويك و3–ميثيل بوتان–1–أول.

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة تركيب إستر وتحسين مردوده.

الوثيقة 1: تفاعل التّركيب (التّصنيع)

يُنَمْذَجُ تركيب الإستر (إيثانوات 3–ميثيل بوتيل) بتفاعل كيميائي معادلته:

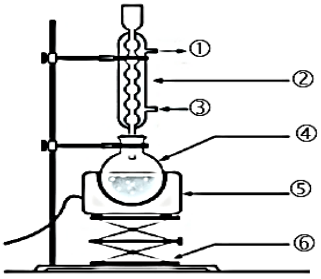


الوثيقة 2: معطيات حول المتفاعلات والنّواتج

	حمض الإيثانويك	3–ميثيل بوتان–1–أول	إيثانوات 3–ميثيل بوتيل
الكتلة الحجميّة $\rho\left(g\cdot mL^{-1}\right)$	1,05	0,81	0,87
الكتلة المولّية الجزيئية $M\left(g\cdot mol^{-1}\right)$	60	88	130

الوثيقة 3: البروتوكول التّجريبي

- نسكب في بالون (دورق كروي) سعته $250mL$ حجما V_1 من الكحول (3–ميثيل بوتان–1–أول) وحجما V_2 من حمض الإيثانويك؛
- نضيف للمزيج التفاعلي بحذر قطرات من حمض الكبريت المركّز وحبّات من حجر الخفان؛
- ننجز تركيب التّسخين المرتدّ ونسخّن لِمُدَّة $30min$؛
- نوقّف التّسخين، ونترك البالون يبرد في الهواء لِمُدَّة بضع دقائق ثم نضعه في حمّام مائي بارد مع ترك دورة الماء البارد تسري في المبرّد؛
- نقوم بفصل وتنقية الإستر المتشكّل.



الشّكل5. الرّسم التّخطيطي للتّركيب التّجريبي

1. بِناءً على المعلومات المتوفّرة، اذكر احتياطات الأمن والوقاية الّتي ينبغي اتّخاذها في عمليّة تحضير الإستر.

2. أعط أسماء عناصر التّركيب التّجريبي المرقّمة في **الشّكل5**.

لماذا نضع المبرّد شاقوليا على البالون؟

3. اذكر دور كل من حمض الكبريت المركّز وحجر الخفان في عمليّة تركيب الإستر.

4. ما هو دور العنصر ⑥ في التّركيب التّجريبي **(الشّكل5)**؟

5. اكْتُبْ معادلة التّفاعل باستعمال الصّيغ الجزيئيّة المجملة.

6. نتّبع نفس البروتوكول التّجريبي أعلاه في التّجربتين التّاليتين:

	حجم الكحول $V_1(mL)$	حجم الحمض $V_2(mL)$
التّجربة رقم 01	20	10
التّجربة رقم 02	20	25

1.6. احسب كميّة المادّة الابتدائيّة للمتفاعلين لكلّ تجربة.

2.6. التّجربة رقم 01:

1.2.6. حَدِّدْ صنف الكحول المستعمل. استنتج قيمة τ_f نسبة التّقدم النّهائي للتّفاعل.

2.2.6. بعد الفصل والتّنقية تحصّلنا على $16\,mL$ من الإستر المتشكّل، احسب مردود التّحول $\left(r=\frac{n_{exp}}{n_{max}}\right)$؟

قارنه بنسبة التّقدم النّهائي للتّفاعل τ_f. برّر النّتيجة.

3.6. التّجربة رقم 02:

احسب قيمة τ'_f نسبة التّقدم النّهائي، علما أنّ ثابت التّوازن المرتبط بمعادلة التّفاعل الحادث هو: $K=4$.

4.6. ماذا تستنتج من التّجربتين 01 و 02؟

التمرين 21 : تقني رياضي 2024

مُعَطِّرُ المشمش، إستر عضوي كثير الاستعمال في الصّناعات الغذائيّة حيث يدخل في صناعة العصائر والمثلّجات والبسكويت والحلويات...، يتميّز بتحمّله لدرجة حرارة كبيرة عند الطّبخ ودرجة برودة عند التّجميد.

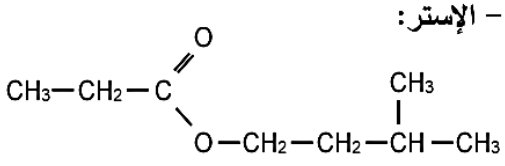
يهدف التّمرين إلى دراسة:

– تحضير إستر وتحسين مردوده.

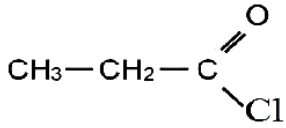
– تأثير عملية تخفيف محلول على نسبة التقدّم النّهائي وثابت الحموضة.

الوثيقة 01: الصّيغ الجزيئيّة المفضّلة

– الإستر:



– كلور البروبانويل:



الوثيقة 02: الوسائل الضّروريّة

– حمض عضوي
– كحول
– حمض الكبريت المركّز
– حجر الخفان
– دورق كروي (بالون)
– مبرّد
– حامل
– مقعد ذو رافعة
– مسخّن كهربائي

معطيات:

- كلّ المحاليل مأخوذة عند $25^{o}C$ ونهمل التّفكك الذّاتي للماء؛
- الكتل المولية الذريّة: $M(C)=12\,g\cdot mol^{-1}$ ؛ $M(O)=16\,g\cdot mol^{-1}$ ؛ $M(H)=1\,g\cdot mol^{-1}$.

أولا: تحضير إستر وتحسين مردوده

لتحضير $0,134\,mol$ من مُعَطِّر المشمش (إستر) مخبريّا، نجري التّسخين المرتد تحت درجة حرارة ثابتة لـ $14,8\,g$ من حمض عضوي مع $0,2\,mol$ من كحول، في وجود قطرات من حمض الكبريت المركّز وحبّات من حجر الخفان.

1. ارسم بالاعتماد على **الوثيقة 02**، شكلا تخطيطيّا يجسّد تحضير الإستر عن طريق التّسخين المرتدّ.

2. استخرج اعتمادا على **الوثيقة 01**، الصّيغة الجزيئيّة نصف المفصّلة لكل من الحمض العضوي والكحول.

3. اكتب معادلة التّفاعل الكيميائي المنمذج للتّحول الحادث، واذكر خصائصه.

4. اذكر سببا يُبَيِّنُ أنّ حمض الكبريت المركّز المستعمل في تحضير الإستر يلعب دور وسيط.

5. احسب كميّة مادة الحمض العضوي المستعملة وقارنها بكميّة مادّة الكحول. ماذا تستنتج؟

6. احسب مردود التّفاعل.

7. لتحسين مردود تفاعل الأسترة الحادث يمكن استبدال الحمض العضوي بكلور البروبانويل (**الوثيقة 01**).

1.7. اكتب المعادلة الكيميائيّة للتّفاعل المنمذج للتّحول.

حل تمارين سلسلة الاسترة

حل التمرين 01 (علوم تجريبية 2015) :

0,50 1- أ) معادلة التفاعل: $CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} = CH_3COOC_2H_{5\ (\ell)} + H_2O_{(\ell)}$

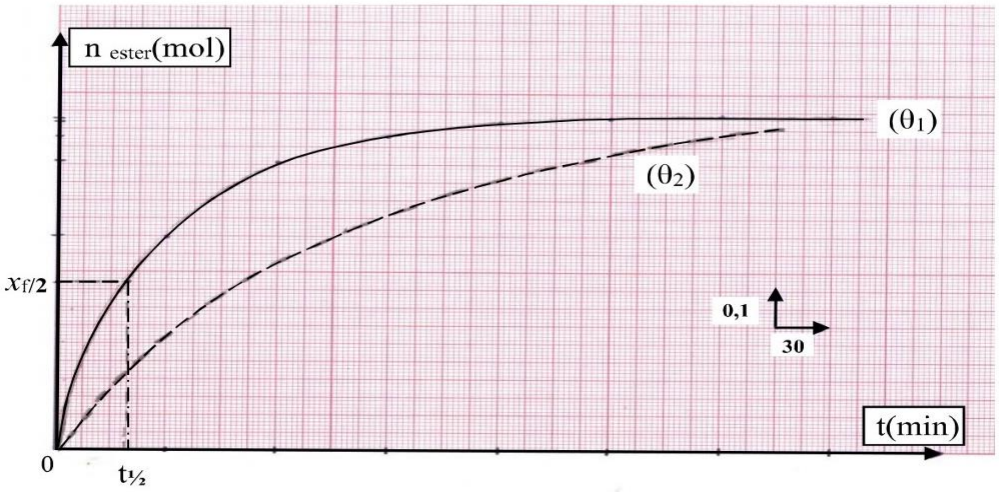
0,25 – الإستر: إيثانوات الإيثيل

0,25 ب) دور الحمض: تسريع التفاعل (وسيط)

2- الجدول:

$t\,(\min)$	0	60	120	180	240	300	360	420
$n_{acide}\,(mol)$	1,40	0,80	0,59	0,52	0,48	0,47	0,46	0,46
$n_{ester}\,(mol)$	0	0,60	0,81	0,88	0,92	0,93	0,94	0,94

0,25 – البيان: $n_{ester} = f(t)$



0,50 – جدول التقدم:

المعادلة		$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} = CH_3COOC_2H_{5\ (\ell)} + H_2O_{(\ell)}$			
ح ج	التقدم	كمية المادة بوحدة (mol)			
ح إ	0	$n_0 = 1,40$	$n_0 = 1,40$	0	0
ح إ	x	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
ح ن	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f

0,50 باعتبار التحول تام: $x_{max} = n_0 = 1,4mol$ و بيانيا : $x_f = 1,40 - 0,46 = 0,94mol$

0,50 $x_f < x_{max}$ فالتحول غير تام. أو نحسب $\tau_f = x_f / x_{max} = 67\%$

0,25 – تعيين زمن نصف التفاعل: $x(t_{1/2}) = x_f / 2 = 0,94/2 = 0,47mol$

0,25 بيانيا : $t_{1/2} \in [38\ ;\ 42](\min)$

0,25 5- تمثيل $n_{ester} = g(t)$ كيفيا عند $\theta_2 = 100°C$ (أنظر الشكل السابق)

حل التمرين 02 (تقني رياضي 2009) :

0.5 1-جدول التقدم:

$CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} = CH_3COOC_2H5_{(l)} + H_2O_{(l)}$				
ح إ	n_o	n_o	0	0
ح . إ	$n_o - x$	$n_o - x$	X	X
ح ن	$n_o - x_f$	$n_o - x_f$	x_f	x_f

0.25 استنتاج x_{max} : $n_o - x_{max} = 0$ ومنه $x_{max} = n_o = 1mol$.

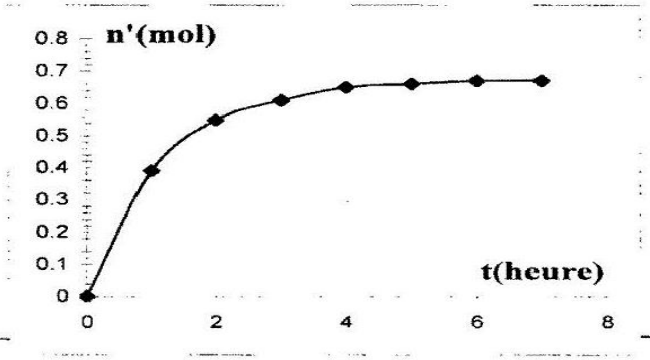
0.25 2 –العلاقة التي تعطي كمية مادة الاستر المتشكل $n' = 1 - n$.....

3– اكمال الجدول:

0.5

$n'(mol)$	0	0.39	0.55	0.61	0.65	0.66	0.67	0.67

0.5 رسم البيان : $n' = f(t)$



150

حل التمرين 03 (علوم تجريبية 2013) :

2×0.25 1– لتوقيف التفاعل. – دور الكاشف الملون لمعرفة التكافؤ.

0.25 2– الإستر : $HCOOCH_2CH_3$

0.75 3– أ– التحول الحادث: إماهة الإستر خصائصه: بطئ، غير تام، لا حراري.

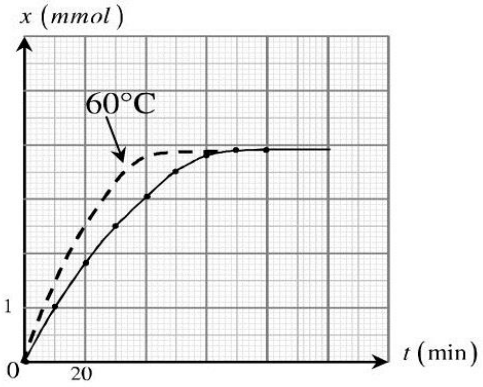
0.25 ب– $HCOOC_2H_5 + H_2O = HCOOH + C_2H_5OH$

0.5 4– عند التكافؤ يكون: $n_A = C_b.V_{éq}$ حيث: $n_A = x$ ومنه: $x = 0,5.V_{éq}$

0.5

t(min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
x(mmol)	0	1,05	1,85	2,50	3,05	3,50	3,80	3,90	3,90

0.5 5– أ – البيان:



ب – حساب المردود:

2×0.25 $r = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 = \frac{3,9 \times 10^{-3}}{4,5 \times 10^{-3}} \times 100 = 87\,\%$

مراقبة المردود: استعمال مزيج ابتدائي غير متكافئ في كمية المادة نحسن من قيمة المردود.

0.25 6– رسم البيان كيفيا.

حل التمرين 04 (علوم تجريبية 2009) :

0.25×2 1) أ – لإيثانوات الإيثيل .

ب – جدول التقدم :

0.25

الحالة	$CH_3C00H + C_2H_5OH = CH_3COOC_2H_5 + H_20$			
0.25 ح . إبتدائية	0,2	0,2	0	0
0.25 ح . إنتقالية	$0,2-x$	$0,2-x$	x	x
0.25 ح . النهائية	$0,2-x_f$	$0,2-x$	x_f	x_f

جـ - معادلة المعايرة :

0.25 $CH_3COOH + (Na^+ + OH^-) = (CH_3COO^- + Na^+) + H_2O$

0.25 2) أ – عند التكافؤ في تفاعل المعايرة : $n_A = n_B = CV'_{Be}$

0.25 في المزيج الكلي : $n_a = V'_{be}$

0.25 من جدول تقدم الأسرة : $n_a = 0,2 - x$

ومنه : $x = 0,2 - n_a$

حساب التقدم x في الجدول في كل زمن t :

0.25

$t(h)$	0	4	8	16	20	32	40	48	60
$x(mol)$	0	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,13	0,13	0,13

0.25 رسم المنحنى : $x = f(t)$ (أنظر الشكل)

0.25×2 ب - $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,13}{0,2} = 0,65$ أو 65%

نستنتج أن التفاعل غير تام .

0.25×2 جـ - $Q_{r_{(eq)}} = \frac{(x_f)^2}{(0,2-x_f)^2} = 3,14$

حل التمرين 05 (علوم تجريبية 2018) :

1.1. معادلة التفاعل الحادث :

0,25 $HCOOC_2H_5(\ell) + H_2O(\ell) = HCOOH(\ell) + C_2H_5OH(\ell)$

2.1. جدول تقدم التفاعل:

3×0,25

معادلة التفاعل	$HCOOC_2H_5(\ell) + H_2O(\ell) = HCOOH(\ell) + C_2H_5OH(\ell)$			
الحالة الابتدائية	$0,03mol$	$0,03mol$	0	0
الحالة الانتقالية	$0,03 - x(t)$	$0,03 - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$
الحالة النهائية	$0,03 - X_f$	$0,03 - X_f$	X_f	X_f

3.1. خاصيتا التحول :

2×0,25 – تفاعل بطيء لان مدة انتهاء التحول كبيرة ($t_f \approx 70\min$)

– تفاعل غير تام لان $X_f < X_{max}$ ($X_f = 0,01mol$, $X_{max} = 0,03mol$)

0,50 4.1. مردود التفاعل :

$r = \frac{X_f}{X_{max}} \times 100 \approx 33\%$

0,25 يمكن جعل هذا التفاعل شبه تام بـ نزع أحد النواتج (التقطير) (تقبل إجابات صحيحة أخرى)

5.1. التركيب المولي للمزيج عند التوازن :

0,50

النوع الكيميائي	الاستر	الماء	الحمض	الكحول
كمية المادة(mol)	0,02	0,02	0,01	0,01

6.1. حساب السرعة اللحظية للتفاعل في اللحظات : $t_2 = 30\min$ ، $t_1 = 10\min$

0,25 $v(t_1) = \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t_1} = \frac{(5-2)\times10^{-3}}{(10-0)} = 3,0\times10^{-4}\, mol\cdot\min^{-1}$

0,25	$v(t_2)=\left(\frac{dx}{dt}\right)_{t_2}=\frac{(8,8-6,0)\times10^{-3}}{(30-0)}=9,3\times10^{-5}mol\cdot\min^{-1}$ الاستنتاج: تناقص السرعة بسبب تناقص التراكيز المولية للمتفاعلات.

حل التمرين 06 (علوم تجريبية 2013) :

0.50	1- دور التسخين المرتد تكثيف البخار المتصاعد ومنع ضياعه فيعود إلى الأرلينة. - إضافة حمض الكبريت المركز هو تسريع التفاعل.
0.25	2- فصل المواد
0.50	3- أ- $CH_3COOH + C_4H_9OH = CH_3COOC_4H_9 + H_2O$
0.75	ب- $\tau_f=\frac{x_f}{x_{max}}=\frac{0,6}{1}=0,6$ نلاحظ أن : $\tau_f < 1$ للتأكد عمليا من تحول الأسترة غير تام نضيف قطرات من كاشف ملون.
4×0.25	جـ- سرعة التفاعل. $v(t_1)=\frac{\Delta n_E}{\Delta t}=0,0080mol\cdot\min^{-1}$ $v(t_2)=0,0035mol\cdot\min^{-1}$ $v(t_3)=0,0020mol\cdot\min^{-1}$ نلاحظ أن السرعة تتناقص فالتحول بطئ.
0.50	د- المردود: $r=\tau_f\times100=60\%$ يمكن تحسينه بنزع الماء الناتج من التحول وذلك لجعل التحول يتطور في اتجاه الأسترة.
0.50	هـ- صنف الكحول المستعمل: ثانوي الصيغة الجزيئية نصف المفصلة للكحول: $CH_3-CHOH-CH_2CH_3$ بوتانول-2

حل التمرين 07 (تقني رياضي2016) :

0.25 0.25	1- كمية المادة الابتدائية : $n_0(acid)=\frac{m_0}{M}=\frac{24}{60}$, $n_0(acid)=0,4moL$ $n_0(alcool)=\frac{\rho V_0}{M}=\frac{1,039\times41,6}{108}$, $n_0(alcool)=0,4moL$
0.25	2- الصيغة نصف المفصلة للكحول: $C_6H_5-CH_2-OH$ كحول أولي
0.25	3- معادلة التفاعل : $CH_3COOH+C_6H_5-CH_2-OH=CH_3COO-CH_2-C_6H_5+H_2O$
	4- جدول التقدم :

المعادلة	$CH_3COOH+C_6H_5-CH_2-OH=CH_3COO-CH_2-C_6H_5+H_2O$				
الحالة	التقدم	كميات المادة moL			
الابتدائية	$x=0$	$0,4$	$0,4$	0	0
الوسطية	$x(t)$	$0,4-x(t)$	$0,4-x(t)$	$x(t)$	$x(t)$
النهائية	x_f	$0,4-x_f$	$0,4-x_f$	x_f	x_f

0.25 0.25 0.25

0.25 5- كحول أولي و المزيج الابتدائي متساوي المولات $\Leftarrow$ مردود الأسترة $r=0,67$ أو انطلاقا من $K=4$

التركيب المولي للمزيج عند التوازن	ماء	أستر	كحول	حمض
	0,27	0,27	0,13	0,13

0.25 0.25

ملاحظة: تقبل الإجابات مهما كان عدد الأرقام المعنوية.

6- أ. عند نزع الماء من المزيج يصبح Qr < K وبالتالي تنزاح الجملة في الاتجاه المباشر (تزايد الاستر). 0.25

ب. يصبح التفاعل تام عند استبدال الحمض بكلور الأسيل. 0.25

حل التمرين 08 (علوم تجريبية 2016) :

1- الهدف تسريع التفاعل بالتسخين دون فقدان كمية المادة . 0.25

2- أ- $n_0(a) = C_b V'_{be}(t=0)$
$= 1 \times 0.2 = 0.2 \text{ mol}$ 0.25

ب- عند التوازن:
$n_f(a) = C_b V'_{be}$
$= 1 \times 0,08 = 0,08 \text{ mol}$ 0.25

3- أ- $CH_3COOH(l) + C_3H_7OH(l) = CH_3COO\text{-}C_3H_7(l) + H_2O(l)$ 0.25

ب- جدول التقدم

معادلة التفاعل		$CH_3COOH(l) + C_3H_7OH(l) = CH_3COO\text{-}C_3H_7(l) + H_2O(l)$			
ح.ج	التقدم	كميات المادة بـ : mol			
ح.إ	0	0,2	0,2	0	0
ح.و	x	0,2 - x	0,2- x	x	x
ح.ن	x_f	0,2 - x_f	0,2 - x_f	x_f	x_f

0.25

التركيب المولي للمزيج التفاعلي:

الكحول	الحمض	الأستر	الماء
0.08 mol	0.08 mol	0.12 mol	0.12 mol

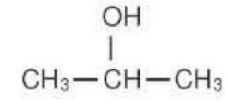
0.25

جـ- ثابت التوازن: $k = 2,25$ 0.25

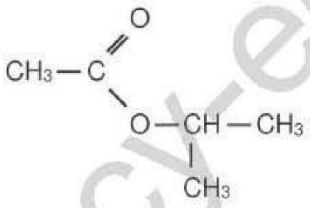
4- أ- مردود التفاعل $r = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 = \frac{0,12}{0,2} \times 100 = 60\%$ 2×0.25

كحول ثانوي 0.25

بـ - propan-2-ol



2×0.25



2×0.25

Etanoate de methylethyl

5- أ - كسر التفاعل الابتدائي $Q_{ri} = \frac{0.2 \times 0.12}{0.1 \times 0.08} = 3$ 0.25

بـ - $k < Q_{ri}$ يتطور التفاعل في اتجاه الإماهة. 0.25

www.ency-education.com

حل التمرين 09 (تقني رياضي 2014) :

0,25 — 1- معادلة التفاعل: $CH_3COOH + C_2H_5\text{-}OH = CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

2-جدول التقدم :

معادلة التفاعل	$CH_3COOH + C_2H_5\text{-}OH = CH_3COO\text{-}C_2H_5 + H_2O$				
الحالة	التقدم (x)	كمية المادة بـــ (mol)			
الابتدائية t=0	$x = 0$	$0,2$	$0,2$	0	0
الوسطية t>0	$x \rangle 0$	$0,2-x$	$0,2-x$	x	x
التوازن t_f	$x_f = x_{éq}$	$0,2-x_f$	$0,2-x_f$	x_f	x_f

2X0,25

3-أ-حساب n_f أستر: عند التوازن الكيميائي ومن جدول التقدم:

2X0,25 — $$Q_{rf} = K = \frac{[CH_3COOC_2H_5]_f\,[H_2O]_f}{[CH_3COOH]_f\,[C_2H_5-OH]_f} \Rightarrow K = \frac{x_f^2}{(0,2-x_f)^2} \Rightarrow \sqrt{4} = \frac{x_f}{(0,2-x_f)}$$

ومنه $$2 = \frac{x_f}{(0,2-x_f)} \Rightarrow x_f = n_f = 0,133mol$$

ب-حساب المردود: $r = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 \Rightarrow r = \frac{0,133}{0,2} \times 100 = 66,6\%$ حيث:

2X0,25 — $x_{max} = 0,2mol$ $r = 66,6\%$ التسخين لا يؤثر على (r).

جـــ- الصيغة نصف المفصلة للأستر :

0,25 — $CH_3\text{-}\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ إيثانوات الإيثيل

4-أ- ذكر طريقتين لتحسين (r):

0,25 — - تحقيق مزيج ابتدائي غير متكافئ.
- نزع أحد النواتج.

0,25 — ب- تحديد جهة التطور: $Qr_i = \frac{[\text{أستر}]_i.[\text{ماء}]_i}{[\text{حمض}]_i.[\text{كحول}]_i} = 0,99 < 4$

$Qr_i < K$

يتطور التفاعل في الاتجاه المباشر (تفاعل الأسترة).

- التركيب المولي الجديد عند التوازن:

0,25 — $$K = \frac{x_f^2}{(0,4-x_f)(0,2-x_f)} = 4$$

$x_f = 0,17mol$

0,25

حمض	كحول	أستر	ماء
$0,23mol$	$0,03mol$	$0,17mol$	$0,17mol$

حل التمرين 11 (علوم تجريبية 2014) :

1) معادلة التفاعل الحادث: $RCOOH + C_2H_5OH = RCOOC_2H_5 + H_2O$ — 0,25

خصائص التفاعل: بطيء – لا حراري – محدود. — 0,25

2) معايرة مختلف كميات المادة للحمض المتبقي بواسطة محلول من الصودا معلوم التركيز — 0,25

$(n_{ester})_{éq} = n_0(acide) - n_{reste}(acide)$

3) أ- حسب البيان فإن: $(n_{ester})_{éq} = 0,032\ mol = x_f$ بالتالي:

$(n_{acide})_{éq} = \frac{n_{0(acide)}}{10} - 0,032$ و $(n_{alcool})_{éq} = 0,04 - 0,032 = 0,008\ mol$ — 0,25

و $(n_{eau})_{éq} = (n_{ester})_{éq} = 0,032\ mol$ — 0,25

حيث أن: $K = \frac{(n_{ester})_{éq} \times (n_{eau})_{éq}}{(n_{acide})_{éq} \times (n_{alcool})_{éq}} = 4$ — 0,25

فإن: $\frac{0,032^2}{\left(\frac{n_0}{10} - 0,032\right) \times 0,008} = 4$

$\Leftarrow \quad n_0 = \left(\frac{0,032^2}{4 \times 0,008} + 0,032\right) \times 10 = 0,64\ mol$ — 0,25

ب- الصيغة المجملة للحمض $RCOOH$:

$M(RCOOH) = \frac{m_0}{n_0} = \frac{38,4}{0,64} = 60\ g \cdot mol^{-1}$ و منه: $n_0 = \frac{m_0}{M}$ — 0,25

صيغة الحمض $RCOOH$: $C_nH_{2n+1}COOH$

و منه: $M(RCOOH) = (14n + 46)\ g \cdot mol^{-1}$ — 0,25

بالتالي: $n = \frac{60 - 46}{14} = 1$ و منه: CH_3COOH — 0,25

صيغة و اسم الأستر المتشكل: $CH_3COOC_2H_5$ إيثانوات الإيثيل. — 0,25

ج- $r = \frac{(n_{ester})_{éq}}{0,1 \times (n_{alcool})_0} = \frac{0,032}{0,1 \times 0,4} = 0,80 = 80\%$ — 0,25

المقارنة: في حالة مزيج متساوي المولات مردود التفاعل هو: 67% وهو أصغر من المردود السابق. — 0,25

يفسر ذلك بتأثير التركيب المولي الابتدائي للمزيج على مردود التفاعل. — 0,25

4- التركيب المولي عند اللحظة $t = 120\ min$ في كل أنبوب:

النوع الكيميائي	C_2H_5OH	CH_3COOH	$C_4H_8O_2$	H_2O
بعد اللحظة $t = 120\ min$	$0,008mol$	$0,032mol$	$0,032mol$	$0,032mol$

0,5

حل التمرين 12 (علوم تجريبية 2016) :

1 – أ – معادلة التفاعل :

$CH_3COOH\ (l) + C_3H_7\text{-}OH\ (l) = CH_3COO\text{-}C_3H_7(l) + H_2O(l)$ — 0.25

ب – جدول التقدم: من البيان يقبل الجدول بالعبارات الحرفية لكميات المادة

الحالة	$CH_3COOH\ (l) + C_3H_7\text{-}OH\ (l) =$		$CH_3COO\text{-}C_3H_7(l) + H_2O(l)$	
الابتدائية	0,05	0,08	0	0
الانتقالية	$0,05 - x$	$0,08 - x$	x	x
النهائية	0,01	0,04	0,04	0,04

0.25 0.25

جـ – نسبة التقدم النهائي : من البيان : $x_f = 0.04$ mol

$x_{max} = 0.05$ mol

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0.04}{0.05} = 0,8$$

0.25 0.25 0.25

د – نحسب ثابت التوازن :

$$K = \frac{[CH_3COO-C_3H_7]_f[H_2O]_f}{[CH_3COOH]_f[C_3H_7OH]_f} = \frac{x_f^2}{(0.05-x_f)(0.08-x_f)} = 4$$

0.50

إذن صنف الكحول : أولي 0.25

هـ – لتحسين مردود التفاعل : – نزع الماء و/أو – إضافة الكحول 0.25

2 – أ – معادلة تفاعل المعايرة :

$$CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) = CH_3COO^-(aq) + H_2O(L)$$ 0.25

ب – $pH = 4.8 = pK_a$ ← يمثل V حجم نصف التكافؤ ← $V_E = 2V = 20mL$. 0.25

$$n(\text{حمض}) = n(OH^-) = C.V_E = 0.01\ mol$$ 0.25

جـ – تفاعل تام $\Rightarrow$

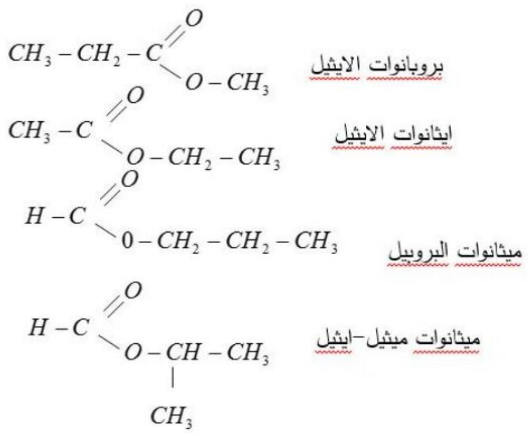
$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f[HO^-]_f}.\frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} = \frac{K_a}{K_e} \rightarrow K = 10^{(pK_e - pK_a)} = 1,6.10^9$$ 0.25 0.25

حل التمرين 13 (علوم تجريبية 2017 دورة إستثنائية) :

ملاحظة هامة: التمرين الثاني (كيمياء) الموضوع الأول، في حالة عدم انتباه المترشح للمعطيات:
–يتم منح علامة **II–1**/ (0,25 نقطة) إلى السؤال **II–2–جـ**/ (رسم المنحنى).
–يتم منح علامة السؤال **II–2–د**/ (0,25 نقطة)، (حساب قيمة السرعة) على نفس السؤال في تعريف السرعة.

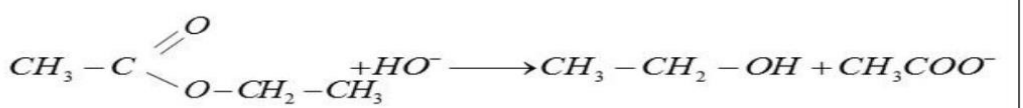
8x0,25

I -1)– الصيغ نصف المفصلة:



0,5

2– معادلة التفاعل:



0,25

II- 1 – تتناقص الناقلية لأن $\lambda_{HO^-} > \lambda_{CH_3COO^-}$

0,5	2- أ) $G_0 = \frac{KC_1V_1}{V_T}(\lambda_{HO^-} + \lambda_{Na^+})$
0,5	ب) صحة العلاقة: $G = \frac{KC_1V_1}{V_T}\lambda_{Na^+} + \frac{Kx}{V_T}\lambda_{CH_3COO^-} + \frac{K(C_1V_1 - x)}{V_T}\lambda_{HO^-}$
0,5	$G = G_0 + \frac{Kx}{V_T}(\lambda_{CH_3COO^-} - \lambda_{HO^-})$

حل التمرين 14 (تقني 2019) :

1)

1.1 الصيغ الجزيئية نصف المفصلة مع التسمية: 0.50

الحمض (A) : CH_3COOH حمض الإيثانويك 0.25

الكحول (B) : CH_3CH_2OH الإيثانول 0.25

2.1 معادلة التفاعل الحادث: $CH_3COOH(aq) + CH_3CH_2OH(aq) = CH_3COOC_2H_5(aq) + H_2O(l)$ 0.25

خصائصه: . محدود، لا حراري، بطيء. 0.25

3.1 الكحول أولي فإن ثابت التوازن: $k = 4$ 0.25 0.25

4.1

1.4.1 تبيان أن: $n_0(A) = n_0(B) = 2mol$ 0.25

عبارة ثابت التوازن $k = \frac{x_f^2}{(n_0 - x_f)^2} \Rightarrow n_0 = x_f\left(\frac{1+\sqrt{k}}{\sqrt{k}}\right)$ 0.25

من البيان فإن $x_f = 1,34\,mol$ و $K = 4$ فنجد: $n_0 = 2\,mol$ 0.25

2.4.1 مردود تفاعل الأسترة: 0.50

$$r\% = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 = \frac{n_{f\,ester}}{n_0(A)} \times 100 = \frac{1,34}{2} \times 100 = 67\%$$

0.25 0.25

يمكن الاستنتاج دون حساب

5.1 يمكن تحسين المردود: 0.25 0.25

– استعمال مزيج ابتدائي غير متساوي المولات

ـ باستبدال حمض الإيثانويك بكلور الإيثانويل

2)

1.2 يمكن انجاز متابعة زمنية عن طريق قياس الناقلية أو قياس الـ pH . 0.25

2.2 جدول التقدم للتفاعل 0.25

المعادلة		$CH_3COOC_2H_{5(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{5(aq)} + C_2H_5OH_{(\ell)}$			
ح. الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)			
ح. ابتدائية	0	$n_0 = \frac{m}{M}$	$n_0(HO^-) = cV$	0	0
ح. انتقالية	x	$n_0 - x$	$cV - x$	x	x
ح. نهائية	x_f	$cV - x_f$	$cV - x_f$	x_f	x_f

0.5

3.2. إثبات العلاقة: $x(t) = 10^{-3} - 0,1\times\left[HO^-\right]$

من جدول التقدم: $\left[HO^-\right]V = cV - x(t) \Rightarrow x(t) = 10^{-3} - 0,1\left[HO^-\right]$ 0.25 0.25

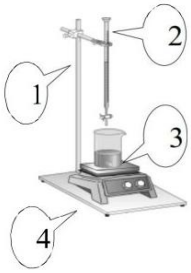
حل التمرين 15 (علوم تجريبية 2017) :

0,25	I- 1- الفائدة من إضافة قطرات من حمض الكبريت هو تسريع التفاعل
0,25	2- تحديد الوظيفة الكيميائية لـ(A): وظيفة أسترية
0,25	3- يسمى التفاعل إماهة أستر.
0,25	4- تحديد الوظيفة الكيميائية لـ(C): وظيفة كحولية.

0,75 — 5- جدول التقدم:

المعادلة		$CH_3COOC_3H_7(l) + H_2O(l) = CH_3COOH(l) + C_3H_7OH(l)$			
الحالة	التقدم	$n\ (mol)$			
الابتدائية	0	0.02	0.02	0	0
الانتقالية	x	$0.02-x$	$0.02-x$	x	x
النهائية	x_f	$0.02-x_f$	$0.02-x_f$	x_f	x_f

0,5 — II-1- رسم التجهيز التجريبي للمعايرة:



1: حامل

2: سحاحة مدرجة تحتوي على المحلول الأساسي

3: بيشر يحتوي على المحلول الحمضي

4: مخلاط مغناطيسي

0,5 — 2- معادلة تفاعل المعايرة:

$$CH_3COOH(l) + OH^-(aq) = CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$$

0,25 0,25 — 3- كمية مادة الحمض المتشكل: عند التعديل يتحقق $n_A = C_B.V_{BE}$ ومنه $n_A = 0.08\ mol$

0,5 0,25 — 4- حساب مردود التفاعل: لدينا $\rho = \frac{n_f}{n_0}\times 100 = \frac{0.008}{0.02}\times 100 = 40\%$

بما ان مردود الإماهة 40% والمزيج الابتدائي متساوي المولات فإن الكحول ثانوي

0,25 0,25 0,25 0,25 0,5 — 5- تركيب المزيج بالمول عند التوازن:

كحول	حمض	ماء	أستر
0.008	0.008	0.012	0.012

- حساب ثابت التوازن : لدينا $K = \frac{\left[CH_3COOH\right]_f.\left[C_3H_7OH\right]_f}{\left[CH_3COOC_3H_7\right]_f.\left[H_2O\right]_f} = 0.4$

6- تسمية المركبين A ، C:	0,25
المركب A : إيثانوات 1- مثيل أيثيل المركب C : بروبان2- أول	0,25
III-1- تفسير ما يحدث: يتغير لون المزيج من الأحمر البنفسجي إلى عديم اللون بسبب انزياح تفاعل الإماهة من جديد نحو نقطة توازن جديدة يتشكل عندها كمية جديدة من الحمض تجعل الوسط حامضي فيكون عديم اللون بوجود كاشف الفينول فتالين.	0,25 0,25
2- نتوقع زيادة في مردود التفاعل بسبب زيادة كمية الحمض والكحول ونقصان الأستر والماء. نستنتج أن إضافة قاعدة قوية إلى تفاعل الأماهة يؤدي إلى زيادة مردودها.	0,25

حل التمرين 16 (علوم تجريبية 2017) دورة إستثنائية :

أولا:1- الحمض: كل فرد كيميائي (شاردة أو جزئ) قادر على فقدان H^+ أثناء تفاعل كيميائي. الأساس: كل فرد كيميائي (شاردة أو جزئ) قادر على اكتساب H^+ أثناء تفاعل كيميائي.	0,25 0,25
2- التركيز المولي c_0 لحمض كلور الهيدروجين في المحلول التجاري S_0 : $c_0 = 10\dfrac{d\cdot P}{M} \Leftrightarrow c_0 = \dfrac{10\times 1,068\times 13,5}{36,5}$ $c_0 = 3,95\ \ mol\cdot L^{-1}$	0,5 0,25

3- البروتوكول التجريبي: - الوسائل المستعملة: $V_0 = 5\,mL \Leftrightarrow f = \dfrac{c}{c_0} = \dfrac{V}{V_0}$ ومنه الوسائل هي: ماصة عيارية سعتها $5\,mL$ وحوجلة عيارية $250\,mL$ - المواد المستعملة: المحلول التجاري S_0 والماء المقطر. - خطوات العمل: نأخذ بواسطة ماصة عيارية حجماً $V_0 = 5\,mL$ من المحلول S_0 ونسكبه في حوجلة عيارية سعتها $250\,mL$ بها كمية من الماء المقطر $(\frac{3}{4}V)$، ثم نكمل بإضافة الماء المقطر إلى خط العيار وبعد غلق الحوجلة بسدادة نقوم بالرج للحصول على محلول متجانس.	0,25 0,25 0,25

ثانياً:

1. معادلة تفاعل محلول الصود مع ثلاثي الغليسريد: $CH_2-O-CO-C_{17}H_{33}$ $CH-O-CO-C_{17}H_{33} + 3\left(Na^+ + HO^-\right) = CH_2OH-CHOH-CH_2OH + 3\left(Na^+ + C_{17}H_{33}-COO^-\right)$ $CH_2-O-CO-C_{17}H_{33}$	0,75
2.أ) - تسمى هذه العملية: التصبن - النوع العضوي الذي يطفو: الصابون ب) أهمية الإسترات في الحياة اليومية: - صناعة الصابون - الوقود - الملونات والمعطرات المضافة للمواد الغذائية - روائح الفواكه والأزهار والورود - ...	0,5 0,25 0,5

حل التمرين 17 (تقني 2017) :

I) 1) أ- معادلة التفاعل: $CH_3CO_2H(\ell)+H_2O(\ell)=CH_3CO_2^-(aq)+H_3O^+(aq)$ — 0,25

ب- التفاعل السابق تم بين: حمض ثنائية وأساس ثنائية أخرى. — 0,25

جـ- التركيز المولي c للمحلول (S): — 0,25

بالتعريف: $c=\frac{n_0}{V}=\frac{m}{M\cdot V}=10^{-2}mol\cdot L^{-1}$

2) أ- جدول تقدم التفاعل:

م. التفاعل		$CH_3CO_2H(aq)+H_2O(\ell)=CH_3CO_2^-(aq)+H_3O^+(aq)$			
الحالة	التقدم $x(mol)$	كميات المادة $n(mol)$			
الابتدائية	0	n_0	0	0	بوفرة
الانتقالية	x	n_0-x	x	x	
النهائية	x_f	n_0-x_f	x_f	x_f	

— 0,25

ب- عبارة $\left[H_3O^+\right]_f$ بدلالة σ و $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3CO_2^-}$:

بالتعريف: $\sigma=\sum\lambda_{X_i}\cdot[X_i]=\lambda_{H_3O^+}\cdot\left[H_3O^+\right]_f+\lambda_{CH_3CO_2^-}\cdot\left[CH_3CO_2^-\right]_f$ — 0,25

من الجدول: $\frac{x_f}{V}=\left[H_3O^+\right]_f=\left[CH_3CO_2^-\right]_f$ و منه: $\left[H_3O^+\right]_f=\frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+}+\lambda_{CH_3CO_2^-}}$ — 0,25

جـ- استنتاج قيمة الـ pH للمحلول الحمضي (S):

بالتعريف: $pH=-Log\left[H_3O^+\right]=-Log\left(\frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+}+\lambda_{CH_3CO_2^-}}\right)$ — 0,25

و منه: $pH=-Log\left(\frac{1,64\times10^{-2}}{(35,0+4,1)\times10^{-3}\times10^3}\right)=3,4$ — 0,25

3) أ- عبارة كسر التفاعل النهائي $Q_{r,f}$ للتفاعل الحادث في المحلول (S):

بالتعريف: $Q_{r,f}=\frac{\left[H_3O^+\right]_f\cdot\left[CH_3CO_2^-\right]_f}{\left[CH_3CO_2H\right]_f}$ — 0,25

- إثبات أن: $Q_{r,f}=\frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}$

من جدول التقدم لدينا: $\left[H_3O^+\right]_f=\left[CH_3CO_2^-\right]_f$ و $\left[CH_3CO_2H\right]_f=C-\left[H_3O^+\right]_f$ — 0,25

و منه: $Q_{r,f}=\frac{\left[H_3O^+\right]_f^2}{C-\left[H_3O^+\right]_f}=\frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}$ — 0,25

ب- ثابت التوازن K للتفاعل: بالتعريف: $K=Q_{r,f}=\frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}$ — 0,25

و منه: $K=\frac{10^{-2\times3,4}}{10^{-2}-10^{-3,4}}=1,65\times10^{-5}$ الاستنتاج: التفاعل غير تام $(K<10^4)$. — 0,25

II) — 0,25

1) التحول الحادث في المزيج: تحول أسترة. — 0,25

خصائصه: غير تام (محدود أو عكوس) ، لا حراري ، بطيء.

2) معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث:

$CH_3CO_2H(\ell)+C_3H_7OH(\ell)=CH_3CO_2C_3H_7(\ell)+H_2O(\ell)$ — 0,25

3) أ- التركيب المولي للمزيج في حالة التوازن الكيميائي: 0,25

النوع الكيميائي	CH_3CO_2H	C_3H_7OH	$CH_3CO_2C_3H_7$	H_2O
كمية المادة (ح. التوازن) $n(mol)$	0,08	0,08	0,12	0,12

ب- المردود: $r=\frac{n_f(CH_3CO_2C_3H_7)}{n_0(CH_3CO_2H)}\times 100=60\%$ 0,25

و منه صيغة الكحول C_3H_7-OH هي $CH_3-CHOH-CH_3$. 0,25

جـ- الصيغة نصف المنشورة للمركب الناتج واسمه: $CH_3CO_2CH(CH_3)_2$ ..... إيثانوات 1- ميثيل الإيثيل. 0,25

4) أ- جهة تطور الجملة:

بعد إضافة $0,1mol$ من الماء يصبح: $Q_{r,i}=\frac{[CH_3CO_2CH(CH_3)_2]_i\cdot[H_2O]_i}{[CH_3CO_2H]_i\cdot[(CH_3)_2CHOH]_i}$ 0,25

$$Q_{r,i}=\frac{0,12\times 0,22}{0,08\times 0,08}=4,125$$

$Q_{r,i}>K$ و منه: حالة الجملة تتطور باتجاه التفاعل غير المباشر. 0,25

(تقبل الإجابة: تتطور بجهة تشكل الحمض والكحول).

ب- التركيب المولي عند التوازن الجديد: $K=2,25=\frac{(0,12-x_f)\times(0,22-x_f)}{(0,08+x_f)^2}$ 0,25

و منه: $1,25x_f^2-0,7x_f-0,012=0 \Rightarrow x_f=0,0168mol\approx 0,017mol$

إذن:

النوع الكيميائي	CH_3CO_2H	C_3H_7OH	$CH_3CO_2C_3H_7$	H_2O
كمية المادة (ح. التوازن الجديد) $n(mol)$	0,097	0,097	0,103	0,203

0,25

حل التمرين 18 :

I/ 1. تحديد الزجاجية المُناسبة لأخذ الحجم $V_0=2mL$: بواسطة ماصة عيارية $(2mL)$ مزودة بإجاصة مص.	0,25	0,50
- الاحتياطات الأمنية الواجب توفيرها: المئزر، القفازات، النظارات، القناع.	0,25	
2. كتابة المعادلة الكيميائية المُنمذجة للتحول: $C_nH_{2n+1}COOH(aq)+OH^-(aq)=C_nH_{2n+1}COO^-(aq)+H_2O(l)$	0,25	0,25
3. تعريف نقطة التكافؤ: عندها يكون المزيج التفاعلي ستكيومتري.	0,25	0,50
- استنتاج التركيز المولي c للمحلول الحمضي (S): $c.V_a=c_b.V_b \Rightarrow c=\frac{c_b.V}{V_a}=0,1mol/L$	0,25	

4. جدول تقدم التفاعل الحادث بيْن الحمض $C_nH_{2n+1}COOH$ والماء: 0,25 — 0,50

المعادلة	$C_nH_{2n+1}COOH(aq)+H_2O(l)=C_nH_{2n+1}COO^-(aq)+H_3O^+(aq)$			
الحالة	كمّية المادة (mol)			
$t=0$	$n=c.V$	بزيادة	0	0
t	$n-x$	بزيادة	x	x
t_f	$n-x_f$	بزيادة	x_f	x_f

	0,25	– اثبات أن حمض ضعيف: $pH=2,9 \Rightarrow [H_3O^+]_f = 10^{-2,9} = 1,25\times10^{-3}\ mol/L$ بما أن: $[H_3O^+]_f < c$ إذا الحمض ضعيف. (تقبل الإجابات الأخرى)
0,50	0,25 0,25	5. إيجاد عبارة الثابت المُميّز للثنائية(أساس/حمض): $K_a = \frac{[H_3O^+]_f [A^-]_f}{[AH]_f} = \frac{10^{-pH}.10^{-pH}}{c - 10^{-pH}} = \frac{10^{-2pH}}{c - 10^{-pH}}$ حساب قيمة K_a: $K_a = \frac{10^{-2(2,9)}}{0,1 - 10^{-2,9}} = 1,6\times10^{-5}$
		1.6. استنتاج الصيغة الجزيئية للحمض المجهول: حساب ثابت الحموضة pK_a: $pK_a = -\log K_a = -\log(1,6\times10^{-5}) = 4,8$

1,0	0,25	حسب الجدول فصيغة الحمض هي: CH_3COOH
	0,25 0,25 0,25	2.6. استكمال معلومات الملصقة (الكتلة المولية M، نسبة النقاوة $p\%$): – الكتلة المولية للحمض: من صيغة الحمض نجد: $M = 2\times12 + 4\times1 + 2\times16 = 60\ g/mol$ – نسبة النقاوة: لدينا من معامل التخفيف: $F = \frac{c_0}{c} = 175 \Rightarrow c_0 = 175c = 175\times0,1 = 17,5\ mol/L$ ومن العلاقة نجد: $c_0 = \frac{10p\%d}{M} \Rightarrow p\% = \frac{c_0 M}{10d} = \frac{17,7\times60}{10\times1,05} = 100\%$
0,25	0,25	II/ 1. نسمّي هذا التحول بالأسترة.
0,25	0,25	**2.** العاملان الحركيان المُستعملان لتسريع التفاعل: – رفع درجة الحرارة – إضافة حمض الكبريت
0,25	0,25	**3.** كتابة معادلة التفاعل الحادث بيْن الحمض والكحول: $C_nH_{2n+1}COOH(l) + C_3H_7OH(l) = C_nH_{2n+1}COO - C_3H_7(l) + H_2O(l)$
1,0	0,25	1.4. خاصيتان للتحول الكيميائي الحادث: – بطيئ – غير تام(محدود)
	0,25 0,25 0,25	2.4. مردود التفاعل r: $r = \frac{X_f}{X_{max}}\times100 = \frac{0,2-0,08}{0,2}\times100 = 60\%$ – صِنف الكحول المُستعمل ثانوي – صيغة الكحول نصف المنشورة واسمه النظامي. $CH_3-CH(OH)-CH_3$ بروبان– 2– أول
0,25	0,25	5. التحقّق من صيغة الحمض: بما أنّ: $m(aci)_f = m(alc)_f \Rightarrow n(aci)_f.M(aci) = n(alc)_f.M(alc)_f$ $n(aci)_f = n(alc)_f \Rightarrow M(aci) = M(alc) = 60\ g/mol$ $14n + 46 = 60 \Rightarrow n = 1$ ومنه تكون صيغة الحمض هي: CH_3COOH
0,50	0,25 0,25	**6.** الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي الناتج واسمه النظامي: $CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$ ايثانوات ميثيل ايثيل
0,25	0,25	**7.** اقتراحات لتحسين مردود تصنيع المركب العضوي الناتج : – نزع أحد النواتج – مزيج ابتدائي غير متكافئ في كمية المادة

حل التمرين 19 :

I/- المتابعة الزمنية لتحول الأسترة:

1. دور حمض الكبريت المركز و تسخين المزيج :

إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز و تسخين المزيج التفاعلي هو لزيادة سرعة التفاعل.

2. أهمية المبرد الهوائي واسم العملية:

هو الحفاظ على كمية المادة لمكونات المزيج التفاعلي من الضياع بتكثيف البخار المتصاعد.

تسمى هذه العملية بالتسخين المرتد.

3. معادلة التفاعل وجدول التقدم:

$$CH_3COOH(l) + C_4H_9OH(l) = CH_3COOC_4H_9(l) + H_2O(l)$$

معادلة التفاعل		$CH_3COOH(l) + C_4H_9OH(l) = CH_3COOC_4H_9(l) + H_2O(l)$			
الحالة	التقدم $x(mol)$	كمّية المادة (mol)			
$t=0$	0	$n_0=0,6$	$n_0=0,6$	0	0
$t>0$	x	$0,6-x$	$0,6-x$	x	x
$t=t_f$	x_f	$0,6-x_f$	$0,6-x_f$	x_f	x_f

4. بالاعتماد على المنحنى البياني:

1.4. خصائص تفاعل الأسترة:

- تفاعل بطيئ لأنه يستغرق عدة ساعات.
- غير تام (محدود) لأن $X_f=0,4mol$ لا يساوي $X_{max}=0,6mol$

2.4. تحديد قيمة زمن نصف التفاعل:

عند $t=t_{1/2}$ يكون $x=\frac{x_f}{2}=\frac{n(E)_f}{2}=0,2mol$ بالاسقاط نجد: $t_{1/2}=1h$

3.4. حساب سرعة التفاعل عند اللّحظة $t=2h$:

$$v=\frac{dx}{dt}=\frac{dn_E}{dt}=\frac{1,4\times0,1}{2}=7\times10^{-2}\,mol.h^{-1}$$

- تكون سرعة التفاعل اعظمية عند اللّحظة $t=0$ ثمّ تتناقص حتى تنعدم وهذا راجع إلى تناقص التراكيز المولية للمتفاعلات خلال الزمن(بيانيا تتناقص قيمة ميل المماس بمرور الزمن).

5. مقارنة السرعة الحجمية في المزيج الابتدائي مع السرعة الحجمية في أحد الانابيب:

تكون السرعة الحجمية لتفاعل الأسترة الحادث في المزيج عند لحظة t مساوية للسرعة الحجمية لنفس التفاعل في الانبوب عند نفس اللّحظة t لأن تغير كمية المادة على الحجم ثابتة.

II/- مراقبة تحول الأسترة:

1. بالاعتماد على جدول تقدم التفاعل.

1.1. التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند حالة التوازن الكيميائي:

$$n_f(\text{حمض}) = n_f(\text{كحول}) = n_0 - X_f = 0,6-0,4 = 0,2mol$$

$$n_f(\text{أستر}) = n_f(\text{ماء}) = X_f = 0,4\ mol$$

2.1. قيمة ثابت التوازن K :

$$K=\frac{[\text{أستر}]_f.[\text{ماء}]_f}{[\text{حمض}]_f.[\text{كحول}]_f}=\frac{X_f^2}{(n_0-X_f)^2}=\left(\frac{X_f}{n_0-X_f}\right)^2=\left(\frac{0,4}{0,6}\right)^2=4$$

3.1. إيجاد مردود التفاعل ثم استنتاج صنف الكحول:

	0,25 0,25	$r=\frac{X_f}{X_{\max}}\times 100\%=\frac{0,4}{0,6}\times 100\%=67\%$ وبما أن المزيج الابتدائي متساوي في كمية المادة ، فإن صنف الكحول أولي.
01,00	0,50 0,50	**2. الصيغة نصف المنشورة ،الإسم النظامي لكل من الكحول والأستر:** الكحول: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ بوتان – 1 – أول الاستر: $CH_3-COOCH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ إيثانوات بيوتيل
00,50	0,25 0,25	**3. حساب كمية مادة حمض الإيثانويك المظافة من أجل $r=95\%$:** $r=\frac{x_f}{X_{\max}}\times 100=\frac{n_{Ef}}{n_0}\times 100\%=95\%\Rightarrow n_{Ef}=\frac{0,6\times 95}{100}=0,57\,mol$ $K=\frac{(0,57)^2}{(0,6-0,57+n_a).(0,6-0,57)}=4\Rightarrow n_a=2,68\,mol$

المركب	حمض	كحول	أستر	ماء
$t=0$	$(0,6+n_a)$	$0,6\,mol$	0	0
t_f	$(0,6+n_a)-0,57$	$0,6-0,57$	$0,57\,mol$	$0,57\,mol$

حل التمرين 20 :

	0,25	**1.** احتياطات الأمن والوقاية: مئزر، قفازات، نظارات
0,75	0,25×2 0,25	**2.** أسماء عناصر التركيب التجريبي: ① فتحة خروج الماء ② مبرد ③ فتحة دخول الماء ④ بالون (دورق كروي) ⑤ مسخن كهربائي ⑥ مقعد ذو رافعة نضع المبرد شاقوليا على البالون لتجنب ضياع المادة حيث تتكاثف الأبخرة على جدران المبرد وترتد للوسط التفاعلي.
0,50	0,25 0,25	**3.** دور حمض الكبريت: وسيط يسرع التفاعل دور حجر الخفان: تنظيم درجة حرارة الوسط التفاعلي في البالون
0,25	0,25	**4.** دور العنصر ⑥: إبعاد المسخن الكهربائي عن البالون عند الحاجة لذلك.
0,25	0,25	**5.** المعادلة الكيميائية: $C_5H_{12}O(l)+C_2H_4O_2(l)=C_7H_{14}O_2(l)+H_2O(l)$
	0,25 0,25 0,25 0,25	**1.6.** كمية المادة الابتدائية للمتفاعلين: التجربة **01:** $n_i(alcool)=\frac{m}{M}=\frac{\rho V_1}{M}=\frac{0,81\times 20}{88}\simeq 0,18mol$ $n_i(acide)=\frac{m}{M}=\frac{\rho V_2}{M}=\frac{1,05\times 10}{60}\simeq 0,18mol$ التجربة **02:** $n_i(alcool)=\frac{m}{M}=\frac{\rho V_1}{M}=\frac{0,81\times 20}{88}\simeq 0,18mol$ $n_i(acide)=\frac{m}{M}=\frac{\rho V_2}{M}=\frac{1,05\times 25}{60}\simeq 0,44mol$

1.2.6. تحديد صنف الكحول واستنتاج قيمة نسبة التقدم النهائي للتفاعل:	0,25	5,00
✓ صنف الكحول: كحول أولي (من الوثيقة **01**)	0,25	
✓ نسبة التقدم النهائي: الكحول أولي والمزيج متكافئ في كمية المادة. منه: $\tau_f = 0,67$	0,25	
2.2.6. مردود التحول:		
$r = \frac{n_{exp}}{n_{max}}$		
$n_{exp} = \frac{\rho V}{M} = \frac{0,87 \times 16}{130} \simeq 0,11mol$	0,25	
$n_{max} = 0,18mol$	0,25	
$r = \frac{0,11}{0,18} \simeq 0,61 \rightarrow r = 61\%$	0,25	
$r < \tau_f$: أثناء تحضير الأستر يحدث ضياع طفيف للمادة بسبب التبخر وكذلك عند تنقية واستخلاص الأستر.	0,25×2	

3.6. حساب قيمة τ'_f : $\tau'_f = \frac{x_f}{x_{max}}$	0,25	
جدول التقدم:		

	$C_5H_{12}O + C_2H_4O_2 = C_7H_{14}O_2 + H_2O$			
ح. ابتدائية	0,18mol	0,44mol	0	0
ح. انتقالية	0,18 - x	0,44 - x	x	x
ح. نهائية	0,18 - x_f	0,44 - x_f	x_f	x_f

0,25×2

ثابت التوازن: $k = \frac{x_f^2}{(0,18 - x_f)(0,44 - x_f)} = 4$

$3x_f^2 - 2,48x_f + 0,317 = 0$ 0,25×3

$x_f = 0.16mol$; $x'_f = 0.67mol$ (مرفوضة)

$\tau'_f = \frac{0,16}{0,18} \simeq 0,89$ 0,25

4.6. الاستنتاج:	0,25	
تزداد قيمة τ_f عند استخدام مزيج غير متكافئ في كمية المادة.		

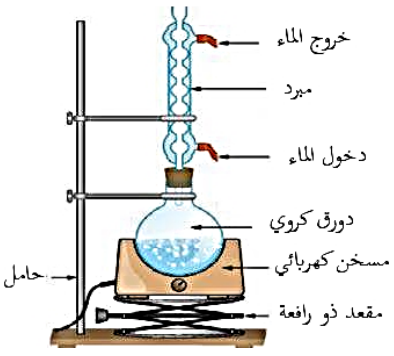
حل التمرين 21 :

الجزء الثاني: (06 نقطة)

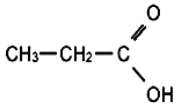
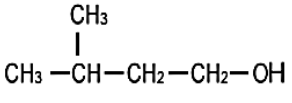
التمرين التجريبي: (06 نقطة)

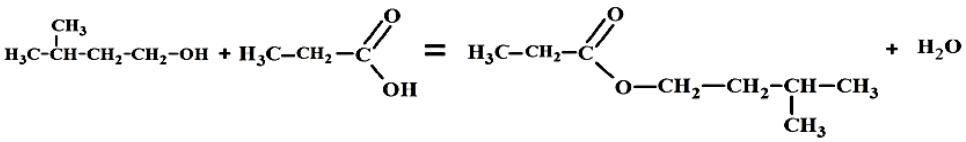
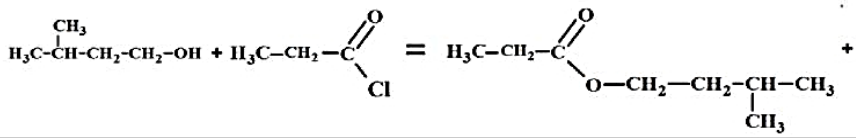
أولا: تحضير إستر وتحسين مردوده

1. الشكل التخطيطي:



	0,5	**0,5**

2. الصيغة الجزيئية نصف المفصلة للحمض والكحول:		
الحمض العضوي: $C_2H_5 - COOH$ أو: 	0,25	**0,50**
الكحول: 	0,25	

0,75	0,5 0,25	**3.** كتابة معادلة تفاعل الأسترة:  خصائصه: عكوس، لا حراري، بطيء.
0,25	0,25	**4.** لا يظهر في معادلة التفاعل الكيميائي
0,75	0,25×2 0,25	**5.** كمية المادة الحمض العضوي: $n(acide)=\frac{m}{M}=\frac{14,8}{74}=0,2\,mol$ $n(acide)=n(alcool)$ ومنه: المزيج الابتدائي متساوي المولات
0,50	0,25×2	**6.** مردود التفاعل: $r=\frac{n_{ester}}{n_{acide}}.100=\frac{0,134}{0,2}.100=67\%$
0,50	0,25	**1.7.** معادلة التفاعل: 
	0,25	**2.7.** خصائص التفاعل: تام، سريع ، ناشر للحرارة.
0,25	0,25	**8.** اقتراح طريقة أخرى لتحسين مردود التفاعل: استعمال مزيج ابتدائي غير متساوي المولات ، نزع الماء ، نزع الأستر.
0,25	0,25	**ثانيا: تأثير التخفيف على نسبة التقدم النهائي وثابت الحموضة** **1.** معادلة التفاعل: $C_2H_5COOH(aq)+H_2O(aq)=C_2H_5COO^-(aq)+H_3O^+(aq)$

1,25	0,25 0,25×4	**2.** اكمال الجدول: $\tau_f=\frac{x_f}{x_{max}}=\frac{[H_3O^+]}{c}=\frac{10^{-pH}}{c}$; $k_a=\frac{c\tau_f^2}{1-\tau_f}$

المحلول	التركيز المولي $c\left(mol.L^{-1}\right)$	pH	τ_f	K_a
S_1	$1,0\times10^{-2}$	3,44	0,036	$1,34\times10^{-5}$
S_2	$1,0\times10^{-3}$	3,96	0,110	$1,34\times10^{-5}$

0,50	0,25 0,25	**3.**الاستنتاج: عند تغيير التركيز المولي للمحلول لا تتغير قيمة ثابت الحموضة عندما ينقص التركيز المولي للمحلول تزداد نسبة التقدم النهائي للتفاعل τ_f