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	0.9	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 قيمتي سرعة التفاعل عند للحظة $t = 3h$ ، 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 $C = 0.1mol.L^{-1}$، 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
$n^1_{be}(mL)$	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:

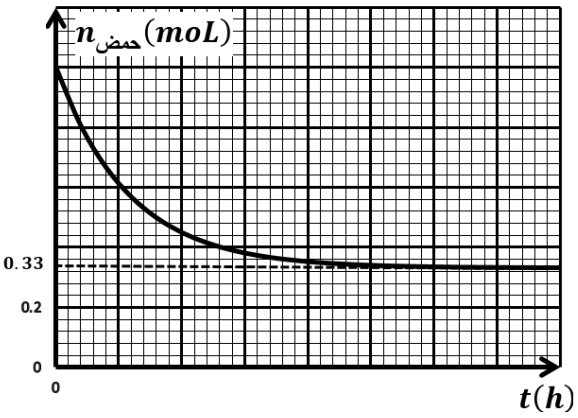
لغرض متابعة ومراقبة تطور جملة كيميائية مكونة من حمض الايثانويك والايثانول، نمزج في اللحظة $t = 0s$وفي درجة حرارة ثابتة، $1.0mol$من حمض الايثانويك و $1.0mol$ من الايثانول. يتطور التحول الكيميائي مباشرة لحظة المزج، ينتج عنه الماء ومركب عضوي E.

1- أ. ما اسم هذا التحول؟ اذكر خصائصه.

ب. اكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحول الحادث.

جـــ. اعط اسم المركب العضوي E.

2- لمتابعة تطور المزيج التفاعلي نأخذ منه عينة حجمها V من الحجم الكلي، نبرد العينة المأخوذة آنيا، ثم نعاير حمض الايثانويك المتبقي في العينة بمحلول لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي معلوم. نكرر العملية في لحظات زمنية محددة، البيان يلخص مختلف النتائج التجريبية .



أ. أوجد السرعة اللحظية للتفاعل في اللحظة $t = 25h$.

ب. احسب مردود التفاعل عند التوازن.

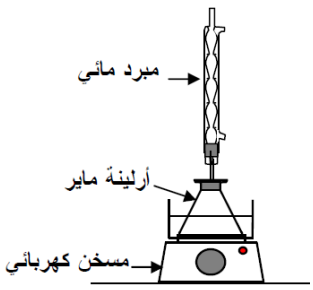
3- لزيادة مردود التفاعل، هل نقوم بـــ:

- زيادة حرارة المزيج التفاعلي؟
- استخدام مزيج ابتدائي غير متساوي المولات؟
- إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز؟

4- أ. احسب كسر التفاعل للجملة الكيميائية السابقة، عند التوازن $Q_{réq}$، ثم استنتج ثابت التوازن K.

ب. عند التوازن نضيف إلى المزيج التفاعلي $0.2mol$ من حمض الايثانويك، حدد جهة تطور الجملة. علل.

التمرين 6: بكالوريا 2013 علوم



الهدف دراسة تحول الاسترة.

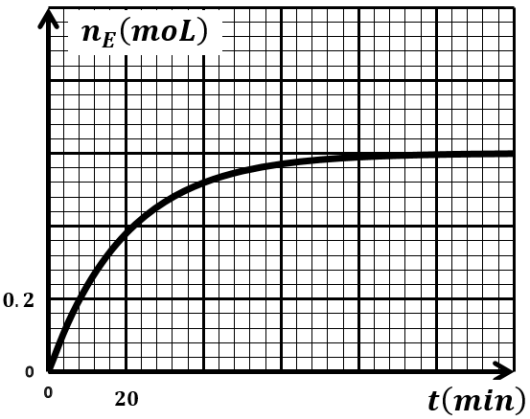
نضع في ايرلينة ماير 1mol من حمض الايثانويك CH_3COOH و1mol من الكحول C_4H_9OH . نظيف قطرات من حمض الكبريت المركز ونسد الارلينة بسدادة متصلة بمبرد ثم

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.

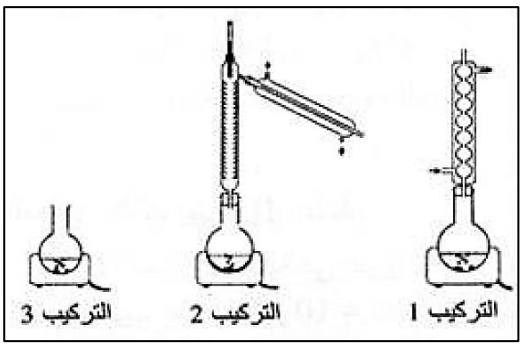
ه- استنتج صنف الكحول المستعمل . اكتب صيغته الجزيئية نصف المفصلة مع تسميته.

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.

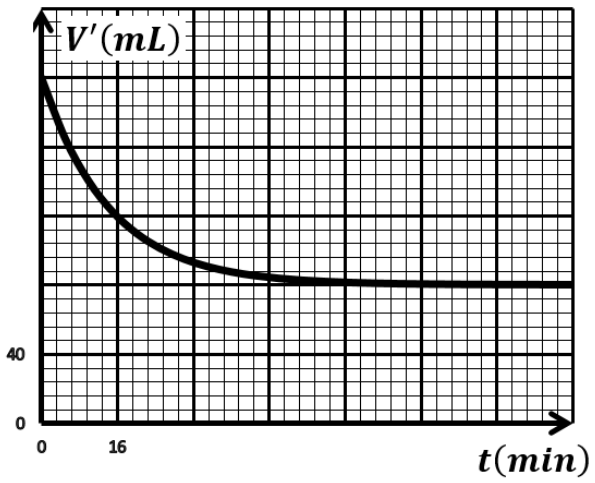
7- يمكن تحسين مردود الاسترة بعدة طرق نذكر منها:

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. دوان النتائج ورسمنا البيان $V'_{be} = f(t)$ الممثل في الشكل.



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.

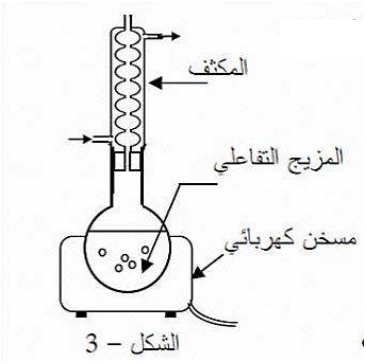
5- عند بلوغ التوازن ، نظيف للمزيج السابق $0.02mol$ من حمض الايثانويك و $0.08mol$ من الاستر السابق.

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 :

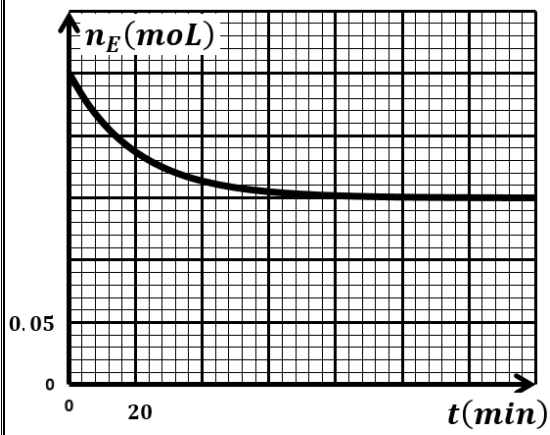
أ- اذكر طريقتين لتحسين مردود هذا التفاعل .

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>:

في حصة الاعمال المخبرية ، كلف الاستاذ فوجا من التلاميذ بتحضير مزيجا (S) يتكون من: $2mol$ من ايثانوات البروبيل $CH_3COOC_3H_7$ و $2moL$ من الماء.

لمتابعة هذا التفاعل قام التلاميذ بتقسيم المزيج التفاعلي الى ثمانية انابيب اختبار ثم تسد بإحكام ونوضع 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 . بوجود كاشف ملون مناسب نحصل على التكافؤ بعد اضافة حجم V_E من محلول هيدروكسيد الصوديوم. يكرر التلاميذ العملية مع بقية الانابيب ، النتائج سمحت برسم منحنى كمية مادة الاستر المتبقي في كل أنبوب خلال الزمن في الشكل المقابل :



1- لماذا يوضع البيشر في حوض به ماء وجليد؟

2- ما هو دور الكاشف الملون؟

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

4- أ- اكتب معادلة التفاعل الحادث ثم أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ب - احسب قيمة التقدم النهائي τ_f ثم استنتج مردود التفاعل.

جـ - حدد صنف الكحول ثم اكتب صيغته نصف المفصلة مع تسميته.

د - احسب ثابت التوازن K لهذا التفاعل .

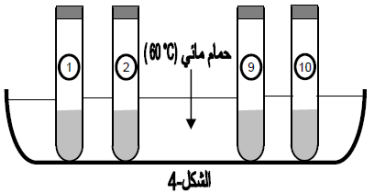
5- عند التوازن نظيف للمزيج التفاعلي (S) كمية من حمض الايثانويك قدرها $0.5mol$.

أ- حدد جهة تطور التفاعل.

ب - ما هو تركيب المزيج عند التوازن ؟

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 .



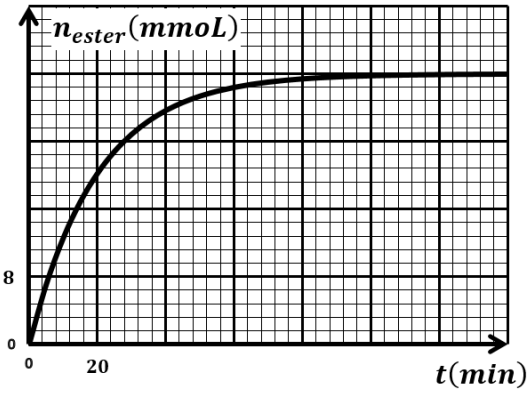
الشكل-4

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.

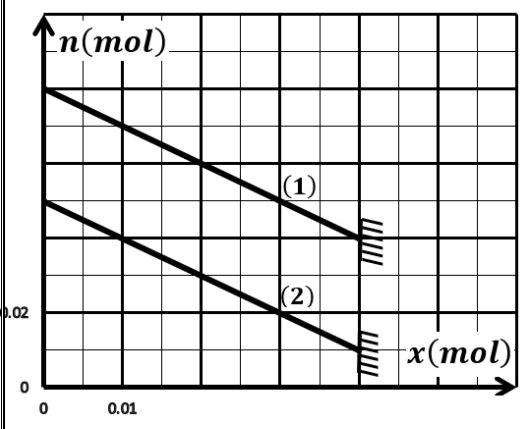
ب - جد الصيغة المجملة للحمض الكربوكسيلي واستنتج الصيغة نصف المفصلة واستنتج الصيغة نصف المفصلة للأستر واعط اسمه النظامي.

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 $t = 120min$.

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 .

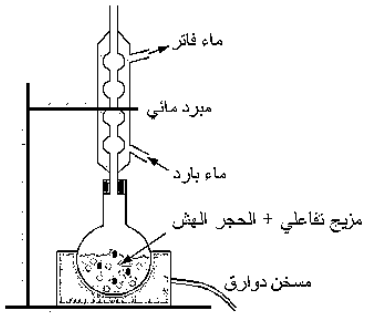
د – احسب قيمة K ، ماذا تستنتج؟

التمرين 13:

نريد تحضير استر له رائحة الموز يمكن استعمال البوتانول1 مع حمض الايثانويك أو كلور الايثانويل.

1- ندرس التحول الحاصل بين البوتانول 1 وحمض الايثانويك .

نضع في دورق $0.1mol$ البوتانول 1صيغته المجملة C_4H_9OH و $0.1mol$ من حمض الايثانويك CH_3COOH مع قطرات من حمض الكبريت المركز ، نوصل هذا الدورق بأنبوب التبريد الشكل-5. بعد مدة من التسخين المرتد نعاير محتوى الدورق بواسطة محلول لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $c = 2\,mol/l$ فكان حجم التكافؤ $V_E = 16.5ml$.



أ- اكتب معادلة تفاعل الاسترة الحادث وأعط اسم الاستر الناتج.

ب – بالاستعانة بالصيغ المفصلة اثبت أن التفاعل لا حراري.

جـ – ما الفائدة من استعمال التسخين المرتد؟

د – احسب كمية الاستر المتشكل ثم استنتج قيمة المردود .

2- ندرس التحول الحاصل بين البوتانول 1 وكلور الايثانويل.

نضع في بيشر جاف $0.1mol$ البوتانول1 ، ثم نضع البيشر داخل وعاء واسع يحتوي على الماء والجليد . نضع الجملة في سلة المدخنة ثم نسكب تدريجيا بواسطة سحاحة $0.1mol$ من كلور الايثانويل مع الرج المستمر . فنلاحظ انطلاق غاز . عند انتهاء التفاعل الذي يدوم بضع ثواني نسكب محتوى البيشر في كأس فيه ماء بارد ، فنلاحظ طفو الاستر، نقيس حجمه فنجده $13.1ml$.

أ – ارسم مخطط للتجربة .

ب – ما هو الغاز المنطلق وكيف نكشف عنه ؟

جـ – اكتب معادلة التفاعل الحادث .

د – احسب كمية مادة الاستر المتشكل ثم استنتج مردود هذا التفاعل .

3- قارن بين المردود في الحالتين وماذا تستنتج؟

معطيات: الكتلة الحجمية للأستر: $\rho_E = 0.88\,g/cm^3$.

$H = 1\,g/mol$. $C = 12\,g/mol$. $O = 16\,g/mol$