التمرين(1)

يتفاعل حمض الإيثانويك مع كحول بوتان-1 -أول لإعطاء استر E ، لتحضير المركب E ندخل في حوجلة $33g$ من حمض الإيثانويك و $37g$ من الكحول السابق ثم نضيف قطرات من حمض الكبريتيك المركز. ونسخن الخليط بالإرتداد لمدة ساعة ، ثم نوقف التفاعل.

1) أكتب معادلة التفاعل بين الحمض والكحول باستعمال الصيغ نصف المنشورة. أعط اسم الإستر الناتج
2) ما مميزات هذا التفاعل ؟ واذكر فائدة التسخين بالإرتداد.
3) أحسب كمية مادة كل من الحمض والكحول في الحالة الابتدائية وأنجز جدول التقدم.
4) نحصل عند نهاية التفاعل على $40,6g$ من الإستر أوجد كمية مادة الإستر المتكون استنتج مردود التفاعل .
5) استنتج تركيب الخليط عند نهاية التسخين و أحسب ثابت التوازن K .

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

التمرين(2)

نسخن بالإرتداد لمدة 24 ساعة خليطا حجمه $V_T = 100\ mL$ مكونا من $0,5\ mol$ من هيكسانوات الإثيل و $0,5\ mol$ من الماء .بعد عملية التبريد نأخذ حجما $V = 10,0\ mL$ من هذا المحلول ، ثم نعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C' = 2\ mol/L$ ، حيث نحصل على التكافؤ عند إضافة الحجم $V_E = 16,7\ mL$.

1) ما اسم هذا التفاعل؟ وما مميزاته ؟ .
2) أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل علما صيغة الإستر المستعمل هي: $CH_3 - (CH_2)_4 - COO - C_2H_5$
3) لماذا نعاير باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم.
4) حدد كميات مادة الخليط النهائي.
5) أنجز جدول التقدم.
6) أحسب نسبة التقدم النهائي.
7) كيف يمكن التوصل الى نفس التوازن بطريقة أسرع.

التمرين(3)

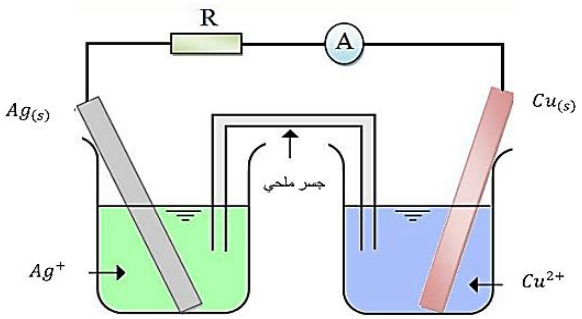
نسخن بالارتداد خليط مكون من $1mol$ من حمض الميثانويك (المركب A) و $1mol$ من البروبانول-2 أول (المركب B) ، نحصل على $53g$ من مركب عضوي C و ذلك عند توقف الجملة عن التطور أي عند التوازن.

1) أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لهذا التحول . ثم أعط اسم المركب الناتج .
2) أعط اسم و الصيغة للمجموعة الوظيفية لكل من المركبين A و B .
3) حدد كمية مادة الناتج و التقدم الأعظمي ثم استنتج مردود التفاعل.
4) أعط تركيب الخليط عند التوازن . ثم استنتج قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل.
5) عند نفس درجة انطلاقا من خليط يتكون من $1mol$ من الحمض A و $2mol$ من الكحول B .
   أ) ما المردود الذي يمكن الحصول عليه في هذه الحالة ؟
   ب) أعط تركيب الخليط عند التوازن.

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

التمرين(4)

ننجز عمود نحاس فضة بواسطة جسر ملحي ونصفي عمود. الأول مكون من صفيحة نحاس مغمورة جزئيا في محلول مائي لكبريتات النحاس تركيزه بحيث $[Cu^{2+}] = 0,05\ mo\ell/L$ والثاني مكون من صفيحة الفضة مغمورة في محلول مائي لنترات الفضة بحيث $[Ag^{+}] = 0,02\ mo\ell/L$.



1) تكتب معادلة تفاعل الأكسدة -ارجاع الممكن حدوثه كالتالي:

$$2Ag_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightleftarrows 2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$$

نعطي ثابت التوازن المقرونة بهذا التفاعل $K = 2,6.10^{-16}$.

ما منحى تطور هذه الجملة ؟

2) استنتج التفاعلين الذين يحدثان على مستوى الصفيحتين ، وعين منحى انتقال الالكترونات في العمود.
3) اعط الرمز الاصطلاحي للعمود.
4) علما أن العمود يولد خلال المدة الزمنية $\Delta t = 1,5\ mn$ تيارا شدته $I = 86\ mA$.
أ) ما كمية الكهرباء المتدخلة خلال هذه المدة.
ب) أحسب تغير كمية مادة شوارد النحاسII - وتغير كمية مادة شوارد الفضة خلال هذه المدة.

التمرين(5)

ننجز عمود باستعمال صفيحة فضة وصفيحة زنك ، جسر ملحي لنترات البوتاسيوم $(K^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)})$ حجم $V = 100mL$ من محلول نترات الفضة $(Ag^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)})$ تركيزه الابتدائي من شوارد الفضة $[Ag^{+}] = 0,2\ mo\ell/L$. حجم $V = 100mL$ من محلول كبريتات الزنك $(Zn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ تركيزه الابتدائي من شوارد الزنك $[Zn^{2+}] = 0,2\ mol/L$.

1) نربط القطب « V » لفولط متر بصفيحة الفضة والقطب « com » بصفيحة الزنك ، فيشير الفولطمتر الى توتر موجب. حدد القطب الموجب والقطب السالب للعمود.
2) ارسم مخطط للعمود باستعمال الأمبير متر وناقل أومي عوض الفولطمتر مبينا على المخطط منحى مرور الالكترونات.
3) أكتب معادلات التفاعل التي تحدث عند كل صفيحة ، والمعادلة الاجمالية . استنتج الثنائيات مرجع / مؤكسد المتدخلتين في التفاعل.
4) أعط عبارة كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$ علما أن ثابتة التوازن لتفاعل العمود هي $K = 6,8 \times 10^{28}$، تحقق من أن منحى التطور التلقائي للجملة يتوافق من نتيجة السؤال3 .
5) يشتغل العمود بتيار $I = 0,20\ A$ خلال المدة $t = 2h$.
أ) أحسب كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة $t = 2h$.
ب) أنجز جدول التقدم لمعادلة التفاعل عند القطب الموجب.
ج) حدد كمية المادة وتركيز شوارد الفضة في المحلول في نهاية مدة الاشتغال.

نعطي: $F = 96500\ C/mo\ell$.

التمرين(6)

نعتبر العمود ذا الرمز الاصطلاحي التالي : $(-)\ Fe_{(s)}/Fe^{2+}_{(aq)}\ //\ Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}\ (+)$

صفيحة النحاس $Cu_{(s)}$ مغمورة في الحجم $V_1 = 200mL$ من محلول $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ و صفيحة الحديد $Fe_{(s)}$ مغمورة في الحجم $V_2 = 200mL$ من محلول $(Fe^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$

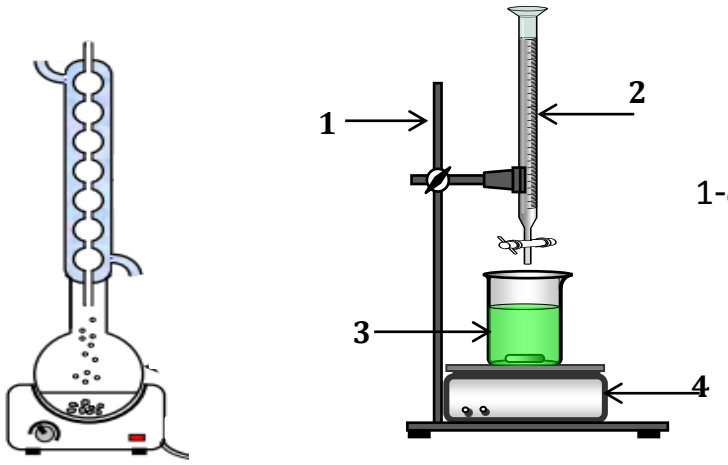
$[Fe^{2+}_{(aq)}] = [Cu^{2+}_{(aq)}] = 1mol/L$. وجسر ملحي يحتوي على محلول $(K^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)})$.

1) مثل العمود مع تسمية مكوناته .
2) أكتب المعادلة النصفية عند كل صفيحة .
3) أكتب معادلة التفاعل الحاصل .
4) أنشيئ جدول تقدم التفاعل الحاصل .
5) قيمة ثابت التوازن للتفاعل الحاصل هي : $K = 10^{38}$.
أ) أحسب قيمة τ النسبة النهائية للتقدم للتفاعل .
ب) ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل .
6) نشغل هذا العمود في دارة تحتوي على أمبير متر ، وناقل أومي مقاومته $R = 100\Omega$. الأمبير متر يشير الى القيمة $I = 5mA$. علما أن المقاومة الداخلية للعمود هي $r = 56\Omega$.
أ) أحسب E القوة المحركة للعمود .
ب) حدد Q_{max} كمية الكهرباء العظمى التي يمكن للعمود أن يقدمها .
ج) استنتج Δt_{max} مدة اشتغال العمود .
نعطي : $F = 96500C/mol$.

التمرين (7)

I. ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض البروبانيوك $C_2H_5COOH_{(l)}$ و الإيثانول $C_2H_5OH_{(l)}$ بمعادلة التفاعل التالي : $C_2H_5COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \rightleftarrows C_2H_5COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)}$

لدراسة التحول السابق نضع في دورق خليط يتكون من $n_0 = 0,02\ mol$ من الحمض و $n_0 = 0,02\ mol$ من الكحول في وجود حمض الكبريتيك المركز و نستعمل تركيب التسخين بالارتداد . بعد مدة زمنية من التسخين و بعد وصول حالة التوازن نعاير كمية الحمض المتبقي من التفاعل بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^{+}_{(aq)}(aq) + OH^{-}_{(aq)})$ تركيزه $C_b = 0,33\ mol/L$ في وجود كاشف ملون مناسب الفينول فتاليين فنلاحظ تغير لون الخليط عند إضافة الحجم $V_{bE} = 20\ mL$.



الشكل-1

1) أكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب الناتج و أعط اسمه.
2) ما هو دور كل حمض الكبريتيك والتسخين بالارتداد

3) ما نوع هذه المعايرة ؟ أكتب أسماء العناصر المشار إليها بأسهم في الشكل1
4) مثل جدول التقدم لتفاعل المعايرة ثم أكتب عبارة كمية مادة الحمض المتبقي بدلالة C_b و الحجم V_{bE} .
5) أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحاصل بين حمض البروبانيوك و الإيثانول .
6) أكتب عبارة التقدم x_f عند التوازن بدلالة C_b و الحجم V_{bE} ثم أحسب قيمته.
7) أحسب مردود التفاعل . ماذا تستنتج؟

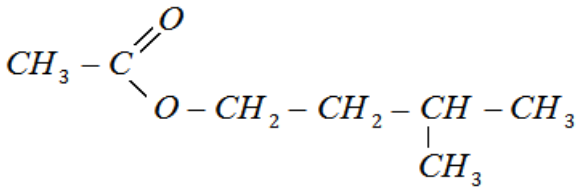
II. عند درجة حرارة 25°C نمزج خليطا يتكون من المركب الناتج عن التحول السابق $C_2H_5COOC_2H_{5(l)}$ كمية مادته $n_0 = 1$ mmol و هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)}(aq) + OH^-_{(aq)})$ تركيزه $C_0 = 0,01$ mol/ L وحجمه $V_0 = 100\ mL$ نعتبر أن حجم الخليط التفاعلي ثابت ويساوي $V_T = V_0 = 100\ mL$ ننمذج التحول الكيميائي بتفاعل تام معادلته: $C_2H_5COOC_2H_{5(l)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow C_2H_5COO^- + C_2H_5OH_{(l)}$.

1) أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحاصل .
2) أثبت أن الناقلية النوعية للمحلول تكتب على الشكل : $\sigma = 25.10^{-2} - 164\ x$ حيث يعبر عن σ ب S/m .
3) أحسب قيمة σ_0 الناقلية النوعية للخليط عند اللحظة $t = 0$ و σ_f الناقلية النوعية للخليط عند نهاية التفاعل.
4) كيف تتغير الناقلية النوعية للوسط التفاعلي مع مرور الزمن؟ علل جوابك.

نعطي : $\lambda_{Na^+} = 5,00\ mS.m^2/mol$ ، $\lambda_{OH^-} = 20mS.m^2/mol$ ، $\lambda_{C_2H_5COO^-} = 3,60\ mS.m2.mol$.

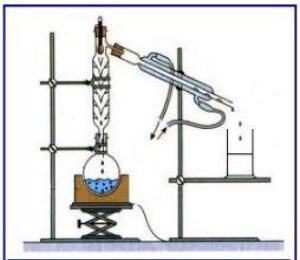
التمرين(8)

يحتوي العديد من الفواكه على إسترات ذات نكهة متميزة ، فمثلا نكهة الموز تعزى إلى أسيتات الإيزوأميل ، وهو إستر ذو ا لصيغة نصف المنشورة التالية:

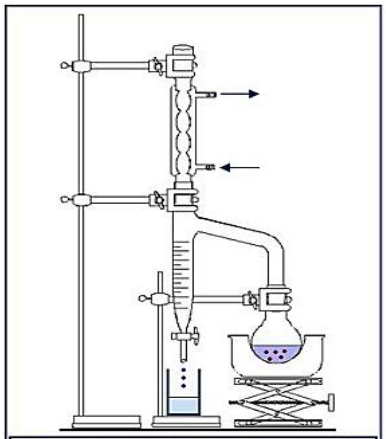


نحصل على $m = 104g$ من استر (E) مصنع مماثل للاستر الطبيعي المستخرج من الإجاص بواسطة التسخين بالارتداد لخليط مكون من $1,2\ mol$ من حمض كربوكسيلي(A) و $1,2\ mol$ من كحول (B) اسمه 3- مثيل بوتان 1 – –أول ، بوجود حمض الكبريتيك المركز.

1) باعتماد طريقة تسمية الإسترات ، اعط إسما آخر لأسيتات الإيزوأميل.
2) عين الصيغة نصف المنشورة لكل من الحمض(A) والكحول (B) محددا صنف هذا الأخير ،
3) أكتب معادلة تفاعل هذه الأسترة .
4) اعتمادا على جدول التقدم لتفاعل الأسترة ، أوجد:
أ- التقدم النهائي للتفاعل.
ب- ثابتة التوازن K لتفاعل هذه الأسترة.
ج- المردود r لهذا التفاعل.
5) فيما يلي بعض الإقتراحات لتحسين مردود التفاعل:
أ- إنجاز التحول نفسه ، انطلاقا من خليط مكون من $1,2\ mol$ من الحمض الإيثانويك (A) و $2,4\ mol$ من الكحول (B) .
ب- إضافة حمض الكبريتيك المركز.


شكل 1 : عملية تقطير الإستر

ج- إنجاز التجربة الممثلة في الشكل (1) أسفله.
د- إنجاز التجربة الممثلة في الشكل (2) أسفله.
حدد معللا جوابك كل اقتراح صحيح من بين الإقتراحات السابقة.


شكل 2 : جهاز دين ستارك (Dean stark) يمكن من إزالة الماء

6) ما هو المردود r' الذي يمكن الحصول عليه باعتماد الإقتراح (أ) في الإقتراحات السابقة ؟

7) يتفاعل أسيتات البروبيل مع محلول الصودا $(Na^+ + OH^-)$.
أ- ما اسم هذا التفاعل ؟ وما هي مميزاته ؟
ب- أكتب معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة ، محددا أسماء المتفاعلات والنواتج

معطيات: $M(H) = 1\ g/mol$

$M(O) = 16\ g/mol \quad M(C) = 12\ g/mol$

التمرين (9)

يعطى : $pKa\ (CH_3COOH\ /\ CH_3COO^-) = 4{,}8$ ، $Ke = 10^{-14}$ ، $M(B) = 88g/moL$ ، $M(CH_3COOH) = 60g/moL$

I - تفاعل حمض الايثانويك مع الماء .

محلول (S_A) لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي C_A ، قيمة الـ pH لهذا المحلول عند 25^0C هي $pH = 3{,}4$

1 - أكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء .

2 - أعط عبارة ثابت الحموضة K_A للثنائية $(CH_3COOH\ /\ CH_3COO^-)$.

3 - مثل جدول تقدم التفاعل .

4 - بين أن نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل تكتب على الشكل التالي : $\tau_f = \dfrac{K_A}{K_A + 10^{-pH}}$.

5 - أحسب قيمة τ_f واستنتج التركيز المولي C_A للمحلول (S_A).

II - تحديد تركيز المحلول (S_A) عن طريق المعايرة .

نأخذ حجما $V_A = 10mL$ من المحلول (S_A) ونعايره بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}moL/L$ ، نحصل على التكافؤ حمض - أساس عند إضافة حجم $V_{bE} = 10mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

1 - أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2 - استنتج التركيز المولي C_A وهل يتوافق مع النتيجة السابقة .

3 - أحسب ثابت توازن تفاعل المعايرة . ماذا تستنتج ؟

III - تفاعل الحمض مع كحول:

نفاعل $12g$ من حمض الإيثانويك CH_3COOH مع $17{,}6g$ من المركب (A) (3- مثيل بوتان -1- ول) لمدة ساعة مع التسخين وإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز .

1 - أكتب الصيغة النصف المفصلة للمركب (A) والمركب (B) الناتج مع تحديد اسمه.

2 - أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحادث مستخدما الصيغ نصف المفصلة .

3 - ما الغرض من تسخين المزيج و إضافة حمض الكبريت ؟ هل يؤثر ذلك على مردود التفاعل .

4 - أوجد التركيب المولي للمزيج عند بلوغ حالة التوازن .

5 - أوجد ثابت التوازن K لهذا التفاعل .

6 - نمزج الآن $0{,}2\ moL$ من المركب (A) مع $0{,}5\ moL$ من حمض الإيثانويك و $1moL$ من المركب (B) و $1\ moL$ من الماء.

- في أية جهة تتطور الجملة الكيميائية ؟ علل إجابتك

التمرين(10)

خلال تفاعل الأستره وإماهة الأستر بين $1,0\ mol$ من حمض الإيثانويك و $1,0\ mol$ من الإيثانول يكون مردود التفاعل هو 67% .

1) أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل .أذكر خصائص هذا التفاعل .
2) أوجد تركيب الخليط في الحالة النهائية .
3) أحسب ثابت التوازن K لهذا التفاعل .
4) نضيف للمزيج السابق وهو في حالته النهائية $1,0\ mol$ من حمض الإيثانويك .
   - حدد جهة تطور التفاعل ثم أوجد تركيب الخليط عند حدوث التوازن من جديد (حالته النهائية)

التمرين(11)

خلال تفاعل الأستره وإماهة الأستر بين $0,2\ mol$ من حمض البيوتانويك و $0,2\ mol$ من 2– مثيل بروبان-1-أول نجد ان كتلة الأستر الناتج $19,3\ g$.

1) أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل وسمّ المركب العضوي (الأستر) الناتج .
2) إستنتج مردود التفاعل ثم حدد صنف الكحول .
3) أحسب ثابت التوازن K لهذ ا التفاعل .
4) ما هو الوسيط الذي يمكن استعماله لتسريع التفاعل . هل الوسيط يرفع من مردود التفاعل
5) ما هو العوامل التي ترفع من مردود التفاعل. هل يمكن أن يكون التفاعل تاما كيف .
6) نضيف للمزيج السابق وهو في حالته النهائية $0,2\ mol$ من الماء .
   - حدد جهة تطور التفاعل ثم أوجد تركيب الخليط عند حدوث التوازن من جديد (حالته النهائية) .

الحلول

التمرين(1)

1) معادلة التفاعل.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH+CH_3-COOH \rightleftarrows CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH_2-CH3+H_2O$$

2) ما اسم هذا التفاعل؟ وما مميزاته ؟ .

تفاعل الأسترة : محدود ، بطيء ولا حراري.

دور التسخين هو تسريع التفاعل ، و دور التسخين بالإرتداد هو الحفاظ على كميات مادة المتفاعلات والنواتج.

3) كمية مادة كل من الحمض والكحول في الحالة الابتدائية وأنجز جدول التقدم.

$$n_i(acide)=\frac{m}{M(CH_3COOH)}=\frac{33}{60}=0,55\ mol.$$

$$n_i(alcool)=\frac{m}{M(C_4H_9OH)}=0,5\ mol.$$

جدول التقدم :

	C_4H_9OH + CH_3COOH $\rightleftarrows$ $CH_3COOC_4H_9$ + H_2O

$t = 0$	0,5	0,55	0	0
t	$0,5 - x$	$0,55 - x$	x	x
t_f	$0,5 - x_f$	$0,55 - x_f$	x_f	x_f

4) نحصل عند نهاية التفاعل على $40,6g$ من الإستر أوجد كمية مادة الإستر المتكون استنتج مردود التفاعل .

$$n(ester) = \frac{m}{M(C_6H_{12}O_2)} = \frac{40,6}{116} = 0,35\ mol$$.

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 = \frac{0,35}{0,5} \times 100 = 70\%$$.

5) تركيب الخليط عند نهاية التسخين و أحسب ثابت التوازن K .

$$n_f(acide) = 0,55 - 0,35 = 0,20\ mol$$

$$n_f(alcool) = 0,50 - 0,35 = 0,15\ mol$$

$$n_f(ester) = n_f(eau) = 0,35mol$$

حساب ثابت التوازن:

$$K = \frac{n_f(ester) \times n_f(eau)}{n_f(alcool) \times n_f(acide)} = \frac{0,35 \times 0,35}{0,2 \times 0,15} = 4$$

التمرين(2)

1) ما اسم هذا التفاعل؟ وما مميزاته ؟ .

اسم التفاعل : إماهة الإستر.

2) المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل.

$$CH_3 - (CH_2)_4 - COO - C_2H_5 + H_2O \rightleftarrows CH_3 - (CH_2)_4 - COOH + C_2H_5 - OH$$

3) لماذا نعاير باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم.

نعاير حمض الهيكسانويك باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم لتحديد كمية مادة الحمض الناتجة عن التفاعل.

4) حدد كميات مادة الخليط النهائي.

نحدد n_A كمية مادة الحمض المتكونة:

علاقة التكافؤ: $C_a.V = C'.V_E$

$$C_a = \frac{C'.V_E}{V} = \frac{2 \times 16,7}{10} = 3,34\ mol/L$$.

كمية مادة الحمض n_A الموجودة في الحجم الكلي:

$n_A = C_a \times V_T = 3{,}34 \times 0{,}1 = 0{,}334\ mol$.

$n_{al} = 0{,}334\ mol$.

$n_{est} = 0{,}5 - 0{,}334 = 0{,}166\ mol$.

$n_{eau} = n_{est} = 0{,}166\ mol$.

5) أنجز جدول التقدم.

	$ester + eau \rightleftarrows acide + alcool$			
$t = 0$	$0{,}5$	$0{,}5$	0	0
t	$0{,}5 - x$	$0{,}5 - x$	x	x
t_f	$0{,}5 - x_f$	$0{,}5 - x_f$	x_f	x_f

6) أحسب نسبة التقدم النهائي.

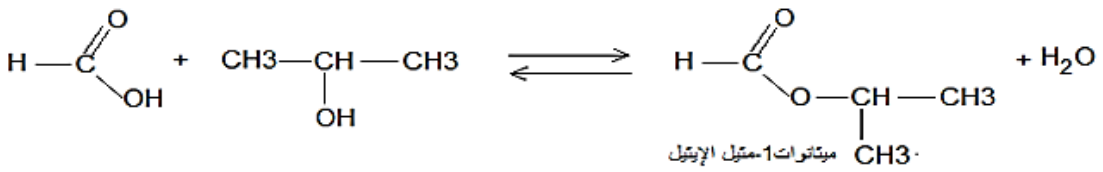
$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0{,}334}{0{,}5} = 0{,}67$$

7) كيف يمكن التوصل الى نفس التوازن بطريقة أسرع.

يمكن تسريع التفاعل بإضافة وسيط (كحمض الكبريتيك مثلا) دون أن يؤثر على الحالة النهائية للتفاعل.

التمرين(3)

معادلة التفاعل و اسم الناتج:



الاسم والصيغة للمجموعة الوظيفية للمركبين A و B .

المركب	A	B
المجموعة الوظيفية	$-COOH$	$-OH$
اسم المجموعة الوظيفية	مجموعة الكربوكسيل	مجموعة الهيدروكسيل

كمية مادة الناتج C .

$$n(C) = \frac{m}{M(C)} = \frac{m}{M(C_4H_8O_2)} = \frac{53}{12 \times 4 + 8 \times 1 + 2 \times 16} = 0{,}6\ mol$$

جدول تقدم التفاعل

	A +	B ⇄	C +	H_2O
الجالة الابتدائية	1	1	0	0
الحالة الانتقالية	$1-x$	$1-x$	x	x
الحالة النهائية	$1-x_{eq}$	$1-x_{eq}$	x_{eq}	x_{eq}

التقدم الأعظمي : $x_{max} = 1mol$

مردود التفاعل: $r = \frac{0{,}6}{1} = 0{,}6 = 60\%$

الكحول المستعمل ثانوي

تركيب الخليط عند التوازن:

الحمض (A)	الكحول (B)	الإستر (C)	الماء (H_2O)
$1-x_{eq} = 0{,}4\ mol$	$1-x_{eq} = 0{,}4\ mol$	$x_{eq} = 0{,}6\ mol$	$x_{eq} = 0{,}6\ mol$

عبارة ثابت التوازن K .

$$K = \frac{[C]_{eq}.[H_2O]_{eq}}{[A]_{eq}.[B]_{eq}} = \frac{\frac{n_C}{V}.\frac{n_{H_2O}}{V}}{\frac{n_A}{V}.\frac{n_B}{V}} = \frac{n_C.n_{H_2O}}{n_A.n_B} \Rightarrow K = \frac{(0{,}6)^2}{(0{,}4)^2} \Rightarrow K = 2{,}25$$

المردود الجديد:

	A +	B ⇄	C +	H_2O
الجالة الابتدائية	1	1	0	0
الحالة الانتقالية	$1-x$	$2-x$	x	x
الحالة النهائية	$1-x_{eq}$	$2-x_{eq}$	x_{eq}	x_{eq}

التقدم الأعظمي : $x_{max} = 1mol$

$$K=\frac{[C]_{eq}.[H_2O]_{eq}}{[A]_{eq}.[B]_{eq}}=\frac{\frac{n_C}{V}.\frac{n_{H_2O}}{V}}{\frac{n_A}{V}.\frac{n_B}{V}}=\frac{n_C.n_{H_2O}}{n_A.n_B}=\frac{x_{eq}^2}{(1-x_{eq}).(2-x_{eq})}=2,25$$

$$x_{eq}^2=2,25.(1-x_{eq}).(2-x_{eq})\Rightarrow 1,25x_{eq}^2-6,75x_{eq}+4,5=0$$

$$x_{eq}=\frac{6,75-\sqrt{6,75^2-4\times 1,25\times 4,5}}{2\times 1,25}=0,78\,mol$$

$$x'_{eq}=\frac{6,75+\sqrt{6,75^2-4\times 1,25\times 4,5}}{2\times 1,25}=4,6\,mol$$

الحل المناسب هو $x_{eq}=0,78\,mol$ ومردود التفاعل هو :

$$\frac{0,78}{1}=0,78\Rightarrow r=78\%$$

نلاحظ ان مردود التفاعل يتزايد نستنتج ان المردود يتحسن اذا استعملنا مزيج غير متساوي المولات .

تركيب الخليط عند التوازن:

الماء H_2O	الإستر (C)	الكحول (B)	الحمض (A)
$0,78mol$	$0,78mol$	$1,22mol$	$0,22mol$

التمرين(4)

1) ما منحى تطور هذه الجملة ؟

نحدد كسر التفاعل في الحالة الابتدائية:

$$Q_{r,i}=\frac{[Ag^+]_i^2}{[Cu^{2+}]_i}=\frac{(0,02)^2}{0,05}=2\times 10^{-3}\ .$$

نلاحظ أن $Q_{r,i}>K$ إذن المجموعة تتطور تلقائيا في المنحى المعاكس(غير المباشر)أي منحى تكون $Ag_{(S)}$ و Cu^{2+} وفق المعادلة التالية $2Ag^+_{(aq)}+Cu_{(S)}\rightarrow 2Ag_{(S)}+Cu^{2+}_{(aq)}$.

2) استنتج التفاعلين الذين يحدثان على مستوى الصفيحتين ، وعين منحى انتقال الالكترونات في العمود.

بجوار صفيحة النحاس يحدث أكسدة: $Cu_{(S)}=Cu^{2+}_{(aq)}+2e^-$.

بجوار صفيحة الفضة يحدث ارجاع : $Ag^+_{(aq)}+e^-=Ag_{(S)}$.

يمر التيار الكهربائي عبر الدارة الخارجية من صفيحة الفضة(القطب الموجب)الى صفيحة النحاس(القطب السالب) والالكترونات في المنحى المعاكس أي من صفيحة النحاس الى صفيحة الفضة.

3) اعط الرمز الاصطلاحي للعمود.

$(-)\ Cu_{(S)}/Cu^{2+}_{(aq)}//Ag^+_{(aq)}/Ag_{(S)}\ (+)$.

4) علما أن العمود يولد خلال المدة الزمنية $\Delta t = 1,5\ mn$ تيارا شدته $I = 86\ mA$.

أ) ما كمية الكهرباء المتدخلة خلال هذه المدة.

$$Q = I.\Delta t = 86.10^{-3} \times 1,5 \times 60 = 7,74C$$

ب) أحسب تغير كمية مادة شوارد النحاس II - وتغير كمية مادة شوارد الفضة خلال هذه المدة.

ننجز جدول التقدم.

	$2Ag^+_{(aq)}$	$+\ Cu_{(S)}$	$\rightarrow\ 2Ag_{(S)}$	$+\ Cu^{2+}_{(aq)}$
$t = 0$	$n_i(Ag^+)$	$n_i(Cu)$	$n_i(Ag)$	$n_i(Cu^{2+})$
t	$n_i(Ag^+) - 2x$	$n_i(Cu) - x$	$n_i(Ag) + 2x$	$n_i(Cu^{2+}) + x$
t_f	$n_i(Ag^+) - 2x_f$	$n_i(Cu) - x_f$	$n_i(Ag) + 2x_f$	$n_i(Cu^{2+}) + x_f$

من خلال جدول التقدم يتضح أن:

كمية مادة أيون $Ag^+_{(aq)}$ تتناقص نكتب: $\Delta n(Ag^+) = n_f - n_i = -2x$.

وكمية مادة أيون Cu^{2+} تتزايد نكتب : $\Delta n(Cu^{2+}) = n_f - n_i = x$

وكمية مادة الإلكترونات $n(e^-) = 2x$

$$n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I\Delta t}{F} x = \frac{I\Delta t}{2F}$$

$$\Delta n(Ag^+) = -2 \times \frac{Q}{2F} = -8 \times 10^{-4} mo\ell .$$

$$\Delta n(Cu^{2+}) = \frac{Q}{2F} = 4 \times 10^{-4} mo\ell .$$

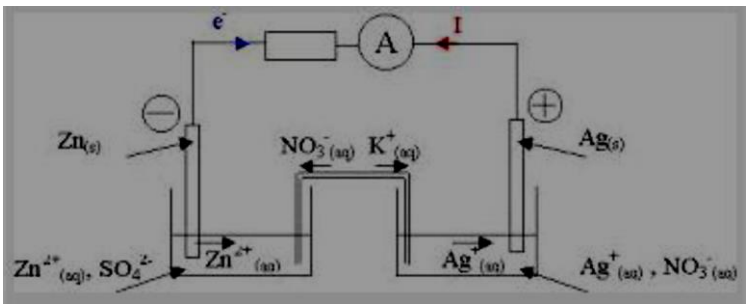
التمرين(5)

1) نربط القطب « V » لفولط متر بصفيحة الفضة والقطب « com » بصفيحة الزنك ، فيشير الفولطمتر الى توتر موجب. حدد القطب الموجب والقطب السالب للعمود.

القطب الموجب هو المرتبط بالقطب « V » - للفولطمتر ويتعلق الأمر بصفيحة الفضة.

القطب السالب هو المرتبط بالقطب com . للفولطمتر أي صفيحة الزنك.

2) ارسم مخطط للعمود باستعمال الأمبير متر وناقل أومي عوض الفولطمتر مبينا على المخطط منحى مرور الالكترونات.



3) أكتب معادلات التفاعل التي تحدث عند كل صفيحة ، والمعادلة الاجمالية . استنتج الثنائيات مرجع / مؤكسد المتدخلتين في التفاعل.

عند القطب الموجب يحدث ارجاع : $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} = Ag_{(S)}$

عند القطب السالب تحدث أكسدة : $Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$.

المعادلة الاجمالية : $Zn_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(S)}$.

الثنائيات مرجع / مؤكسد المتدخلتين في التفاعل.

$Ag^{+}_{(aq)}/Ag_{(S)}$ و $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$.

4) أعط عبارة كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$ علما أن ثابتة التوازن لتفاعل العمود هي $K = 6{,}8 \times 10^{28}$، تحقق من أن منحى التطور التلقائي للجملة يتوافق من نتيجة السؤال3 .

$$Q_{r,i} = \frac{\left[Zn^{2+}_{(aq)}\right]_i}{[Ag^{+}]_i^2} = \frac{0{,}2}{(0{,}2)^2} = 5 .$$

نلاحظ أن كسر التفاعل صغير جدا مقارنة مع الثابت K وبالتالي تتطور الجملة تلقائيا في المنحى المباشر وهذا يتوافق من نتيجة السؤال3 .

5) يشتغل العمود بتيار $I = 0{,}20\ A$ خلال المدة $t = 2h$.

أ) أحسب كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة $t = 2h$.

$Q = I.t = 0{,}20 \times 2 \times 3600 = 1440C$.

ب) أنجز جدول التقدم لمعادلة التفاعل عند القطب الموجب.

	$Ag^{+}_{(aq)}$	$+ e^{-}$	$= Ag_{(S)}$
	$n_i(Ag^{+})$	0	$n_i(Ag)$
	$n_i(Ag^{+}) - 2x$	$2x$	$n_i(Ag) + 2x$

ج) حدد كمية المادة وتركيز شوارد الفضة في المحلول في نهاية مدة الاشتغال.

$$n(e^{-}) = 2x$$

$$n(e^{-}) = \frac{Q}{F}$$

$$x = \frac{Q}{2F}$$

$$n(Ag^{+}) = [Ag^{+}]_i V - 2x = [Ag^{+}]_i V - 2\frac{Q}{2F}$$

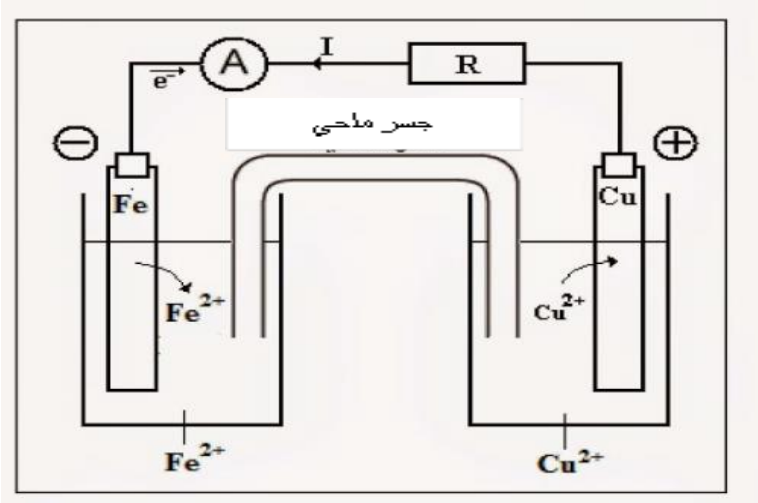
$$n(Ag^{+}) = [Ag^{+}]_i V - \frac{Q}{F}$$

$n(Ag^{+}) = 0{,}20 \times 100 \times 10^{-3} - \frac{1440}{96500} = 5 \times 10^{-3} mo\ell$.

$[Ag^+] = \frac{n(Ag^+)}{V} = 5 \times 10^{-2} mo\ell/L$.

التمرين(6)

تمثيل العمود



المعادلة النصفية عند كل صفيحة .

عند المصعد : $Fe_{(s)} = Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

عند المهبط : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- = Cu_{(s)}$.

معادلة التفاعل الحاصل .

$Fe_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} = Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$.

جدول تقدم التفاعل الحاصل .

	$Cu^{2+}_{(aq)}$ +	$Fe_{(s)}$ →	$Cu_{(s)}$ +	$Fe^{2+}_{(aq)}$
تقدم التفاعل	كميـــــــــات المادة (mol)			
0	0,2	$n_i(Fe)$	$n_i(Cu)$	0,2
x	0,2 - x	$n_i(Fe) - x$	$n_i(Cu) + x$	0,2 + x
x_m	$0,2 - x_m$	$n_i(Fe) - x_m$	$n_i(Cu) + x_m$	$0,2 + x_m$

مع: Fe و Cu بوفرة و $n_i(Fe^{2+}) = n_i(Cu^{2+}) = [Fe^{2+}_{(aq)}]_i V = [Cu^{2+}_{(aq)}]_i V = 0,2mol$

حساب قيمة τ النسبة النهائية للتقدم للتفاعل .

نعلم أن: $K = \frac{[Fe^{2+}_{(aq)}]_{éq}}{[Cu^{2+}_{(aq)}]_{éq}} = \frac{0,2 + x_{éq}}{0,2 - x_{éq}}$ وحيث: $x_{éq} = \tau . x_m = 0,2\tau$

لأن: $x_m = n_i(Fe^{2+}) = n_i(Cu^{2+}) = [Fe^{2+}_{(aq)}]_i V = [Cu^{2+}_{(aq)}]_i V = 0,2mol$

ومنه: $K = \frac{[Fe^{2+}_{(aq)}]_{éq}}{[Cu^{2+}_{(aq)}]_{éq}} = \frac{0,2 + 0,2\tau}{0,2 - 0,2\tau}$ حسابيا: $\tau = \frac{K-1}{K+1} \approx 1$

نستنتج أن التفاعل تام .

حساب E القوة المحركة للعمود .

$E = (R + r)I = 0,78V$

تحديد Q_{max} كمية الكهرباء العظمى التي يمكن للعمود أن يقدمها .

$Q_{max} = 2x_m F = 2 \times 0,2 \times 96500 = 3,86.10^4 C$

استنتاج Δt_{max} مدة اشتغال العمود .

$\Delta t_{max} = \frac{Q_{max}}{I} = \frac{3,86.10^4}{5.10^{-3}} = 7,72.10^6 s$

التمرين (7)

i. ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض البروبانيوك $C_2H_5COOH_{(l)}$ و الإيثانول $C_2H_5OH_{(l)}$ بمعادلة التفاعل التالي : $C_2H_5COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \rightleftarrows C_2H_5COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)}$

1) أكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب الناتج و أعط اسمه.

$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{//}}{C} - O - CH_2 - CH_3$$

إسم الإستر هو بروبانوات الإثيل

2) ما هو دور كل حمض الكبريتيك والتسخين بالارتداد.

دور حمض الكيبريتيك: هو تسريع التفاعل.

دور التسخين بالإرتداد: هو تسريع التفاعل و الحيلولة دون ضياع كمية مادة الانواع الكيميائية(بتكثيف أبخرتها وإرجاعها للوسط التفاعلي.)

3) ما نوع هذه المعايرة ؟ أكتب أسماء العناصر المشار إليها بأسهم في الشكل1

المعايرة اللونية .

كتابة أسماء العناصر المشار إليها بأسهم في الشكل1 .

1-حامل ، 2- سحاحة ، 3- كأس ، 4-محراك مغنطيسي

4) مثل جدول التقدم لتفاعل المعايرة ثم أكتب عبارة كمية مادة الحمض المتبقي بدلالة C_b و الحجم V_{bE} .

$C_2H_5COOH_{(l)} + OH^-_{(aq)} = C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

	$C_2H_5COOH_{(l)} + OH^-_{(aq)} = C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
بوفرة	0	C_bV_b	n_a	$t = 0$
بوفرة	x_E	$C_bV_{bE} - x_E$	$n_a - x_E$	عند التكافؤ

عند التكافؤ يكون الخليط ستوكيوميتري أي : $C_bV_{bE} - x_E = 0$ و $n_a - x_E = 0$.

$n_a = C_bV_{bE}$.

5) أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحاصل بين حمض البروبانيوك و الإيثانول .

	$C_2H_5COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \rightleftarrows C_2H_5COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)}$

$t=0$	$0,02$	$0,02$	0	0
t	$0,02-x$	$0,02-x$	x	x
t_f	$0,02-x_f$	$0,02-x_f$	x_f	x_f

6) أكتب عبارة التقدم x_f عند التوازن بدلالة C_b و الحجم V_{bE} ثم أحسب قيمته.

$n_a = C_b V_{bE}$.

$n_a = 0,02 - x_f$.

$C_b V_{bE} = 0,02 - x_f$.

$x_f = 0,02 - C_b V_{bE}$.

$x_f = 0,02 - 0,33 \times 20 \times 10^{-3} = 1,34 \times 10^{-2}\ mol$.

7) أحسب مردود التفاعل . ماذا تستنتج؟.

$r = \frac{x_f}{x_m} \times 100 = \frac{1,34\times10^{-2}}{0,02} \times 100 = 67\%$.

و بالتالي تفاعل الأسترة غير تام .

ii. عند درجة حرارة 25°C نمزج خليطا يتكون من المركب الناتج عن التحول السابق $C_2H_5COOC_2H_{5(l)}$ كمية مادته $n_0 = 1$ mmol و هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)}(aq) + OH^-_{(aq)})$ تركيزه $C_0 = 0,01$ mol/ L وحجمه $V_0 = 100\ mL$ نعتبر أن حجم الخليط التفاعلي ثابت ويساوي $V_T = V_0 = 100\ mL$.

1) أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحاصل .

	$C_2H_5COOC_2H_{5(l)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow C_2H_5COO^- + C_2H_5OH_{(l)}$			
$t=0$	$0,001$	$0,001$	0	0
t	$0,001-x$	$0,001-x$	x	x
t_f	$0,001-x_f$	$0,001-x_f$	x_f	x_f

2) أثبت أن الناقلية النوعية للمحلول تكتب على الشكل : $\sigma = 25.10^{-2} - 164\,x$ حيث يعبر عن σ ب S/m .

$\sigma = \lambda_{Na^+}.[Na^+] + \lambda_{OH^-}.[OH^-] + \lambda_{C_2H_5COO^-}.[C_2H_5COO^-]$

$V_T = V_0 = 100 \times 10^{-6} = 10^{-4} m^3$

$[Na^+] = 10\ mol/m^3$

$[OH^-] = \frac{0,001-x}{10^{-4}}$

$$[C_2H_5COO^-] = \frac{x}{10^{-4}}$$

نجد $\sigma = 25.10^{-2} - 164\,x$.

3) أحسب قيمة σ_0 الناقلية النوعية للخليط عند اللحظة $t = 0$ و σ_f الناقلية النوعية للخليط عند نهاية التفاعل.

$$\sigma_0 = 25.10^{-2} - 164 \times 0 = 25 \times 10^{-2}\ S/m$$

بما ان التفاعل تام فإن $x_f = x_{max} = 1mmol$.

$$\sigma_f = 25.10^{-2} - 164\,x_f = 8{,}6 \times 10^{-2}\ S/m$$

4) كيف تتغير الناقلية النوعية للوسط التفاعلي مع مرور الزمن؟ علل جوابك.

تتناقصالناقلية مع مرور الزمن .

التفسير : خلال التفاعل يبقى تركيز شوارد الصوديوم Na^+ ثابتا بينما يتناقص تركيز شوارد الهيدروكسيد OH^-

في حين يتزايد تركيز شوارد البروبانوات $C_2H_5COO^-$ بما أن $\lambda_{OH^-} > \lambda_{C_2H_5COO^-}$ فإن ناقلية الوسط التفاعلي تتناقص خلال التفاعل.

التمرين(8)

1) باعتماد طريقة تسمية الإسترات ، اعط إسما آخر لأسيتات الإيزوأميل.

إيثانوات -3 مثيل البوتيل.

2) عين الصيغة نصف المنشورة لكل من الحمض(A) والكحول (B) محددا صنف هذا الأخير.

الصيغة نصف المنشورة للحمض الكربوكسيلي (A) :

$$CH_3 - \overset{\overset{O}{//}}{C} - OH$$

الصيغة نصف المنشورة للكحول (B) :

$$HO - CH_2 - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CH_3$$

كحول أولـــي

3) أكتب معادلة تفاعل هذه الأسترة .

$$CH_3COOH + C_5H_{11}OH = CH_3COOC_5H_{11} + H_2O\ .$$

4) اعتمادا على جدول التقدم لتفاعل الأسترة ، أوجد:

	$CH_3COOH + C_5H_{11}OH = CH_3COOC_5H_{11} + H_2O$.			
$t = 0$	1,2	1,2	0	0
t	$1{,}2 - x$	$1{,}2 - x$	x	x
t_f	$1{,}2 - x_f$	$1{,}2 - x_f$	x_f	x_f

$$x_f = n(E) = \frac{m}{M} = \frac{104}{131} = 0{,}8mol \ .$$

ثابتة التوازن K لتفاعل هذه الأسترة.

$$K = \frac{n_{ester} \times n_{eau}}{n_{acide} \times n_{alcool}} = \frac{(0{,}8)^2}{(0{,}4)^2} = 4 \ .$$

المردود r لهذا التفاعل.

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 = \frac{0{,}8}{1{,}2} = 67\% \ .$$

5) فيما يلي بعض الإقتراحات لتحسين مردود التفاعل:

الإقتراحات الصحيحة لتحسين مردود التفاعل هي:

استعمال الكحول متفاعل بوفرة.

إزالة أحد النواتج : تمكن عملية تقطير الإستر من إزالته من الخليط أثناء تكونه.

إزالة أحد النواتج : يمكن جهاز دين ستارك من إزالة الماء أثناء تكونه ، وبالتالي تفادي اماهة الإستر المتكون

6) ما هو المردود r' الذي يمكن الحصول عليه باعتماد الإقتراح (أ) في الإقتراحات السابقة ؟

$$K = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{1{,}2-x_f}{V}\right)\left(\frac{2{,}4-x_f}{V}\right)} = 4 \ .$$

$$x_f^2 = 4\left(2{,}88 - 3{,}6x_f + x_f^2\right) \ .$$

$$3x_f^2 - 14{,}4x_f + 11{,}52 = 0 \ .$$

نجد $x_f = 1mol$ و $x_f = 3{,}78mol$ ومنه $x_f = 1mol$ لأن $x_f < 1{,}2mol$.

$$\boldsymbol{r' = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 = \frac{1}{1{,}2} \times 100 = 83\%} \ .$$

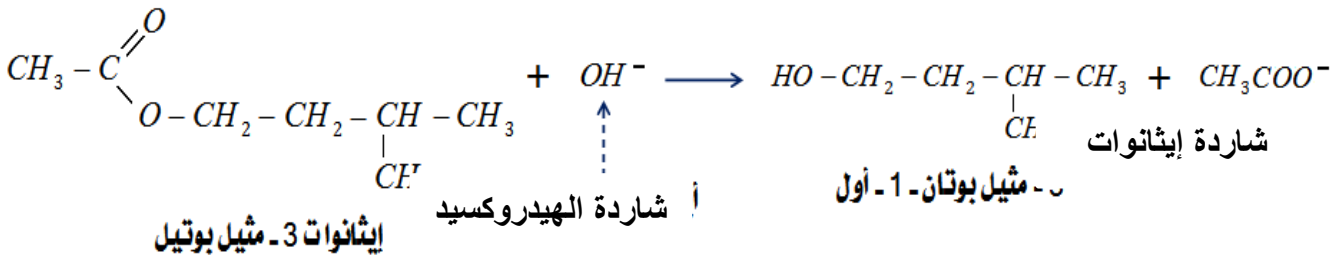
7) يتفاعل أسيتات البروبيل مع محلول الصودا $(Na^+ + OH^-)$.

أ) ما اسم هذا التفاعل ؟ وما هي مميزاته ؟ .

إسم التفاعل : تفاعل التصبن.

مميزاته : تفاعل تام وسريع.

ب) أكتب معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة ، محددا أسماء المتفاعلات والنواتج



التمرين (9)

I - 1 - معادلة التفاعل : $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$

2 - عبارة K_A : $K_A = Q_{rf} = \dfrac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$

3 - جدول التقدم :

الحالات	التقدم	$CH_3COOH_{(aq)}$	$+H_2O_{(l)}$	$=H_3O^+_{(aq)}$	$+CH_3COO^-_{(aq)}$
$t=0s$	0	C_AV_A	بوفرة	0	0
t	x	$C_AV_A - x$		x	x
t_f	x_f	$C_AV_A - x_f$		x_f	x_f

4 - إثبات العبارة $\tau_f = \dfrac{K_A}{K_A + 10^{-PH}}$: لدينا من جدول التقدم: $[H_3O^+]_f = [CH_3COO^-]_f = \dfrac{x_f}{V}$

$[CH_3COOH]_f = \dfrac{C_AV_A - x_f}{V} = C_A - \dfrac{x_f}{V} = C_A - [H_3O^+]_f$ ولدينا

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f.V}{C_A.V} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_A}$$

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C_A - [H_3O^+]_f} = \frac{[H_3O^+]_f}{\dfrac{C_A}{[H_3O^+]_f} - 1} = \frac{10^{-PH}}{\dfrac{1}{\tau_f} - 1} \Rightarrow K_A.(\frac{1}{\tau_f} - 1) = 10^{-PH} \Rightarrow K_A.\frac{1}{\tau_f} = 10^{-PH} + K_A \Rightarrow \boxed{\tau_f = \frac{K_A}{K_A + 10^{-PH}}}$$

5 - حساب τ_f و C_A :

$$\tau_f = \frac{10^{-PK_A}}{10^{-PK_A} + 10^{-PH}} = \frac{10^{-4,8}}{10^{-4,8} + 10^{-3,4}} \Rightarrow \boxed{\tau_f = 0,038}$$

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_A} \Rightarrow C_A = \frac{[H_3O^+]_f}{\tau_f} = \frac{10^{-3,4}}{0,038} \Rightarrow \boxed{C_A = 0,01 mol/l}$$

II - 1 - معادلة تفاعل المعايرة: $CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

2 - استنتاج التركيز C_A:

عند التكافؤ: $C_AV_A = C_BV_{BE} \Rightarrow C_A = \dfrac{C_BV_{BE}}{V_A} = \dfrac{0,01.10}{10} = 0,01 mol/l$

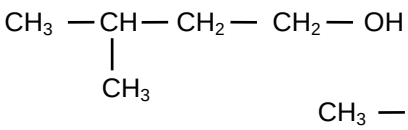
نعم تتوافق النتيجتان

3 - حساب ثابت التوازن للمعايرة :

$$K=\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f.[HO^-]_f}\Rightarrow K=\frac{[CH_3COO^-]_f.[H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f.[HO^-]_f.[H_3O^+]_f}=\frac{K_A}{K_e}\Rightarrow K=\frac{10^{-4,8}}{10^{-14}}=1,58.10^9$$

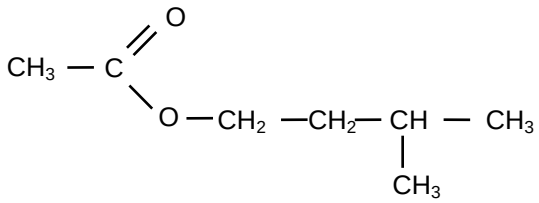
نلاحظ أنّ : $K \succ 10^4$ ومنه فإن تفاعل المعايرة تام .

III - 1 - كتابة الصيغة نصف مفصلة للمركب A :



- المركب B الناتج :

الاسم : إيثانوات 3 - ميثيل بوتيل



2 - المعادلة :

$$CH_3COOH_{(aq)}+CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2OH_{(l)}=CH_3COO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_{3(aq)}+H_2O_{(l)}$$

3 - الغرض من التسخين و إضافة حمض الكبريت : تسريع التفاعل دون التأثير على مردود التفاعل .

4 - التركيب المولي للمزيج عند بلوغ حالة التوازن :

جدول التقدم :

الحالات	التقدم	$Acide_{(aq)}$	$+Alcool_{(l)}$	$=Ester_{(aq)}$	$+Eau_{(l)}$
$t=0s$	0	$0,2mol$	$0,2mol$	0	0
t_f	x_f	$0,2-x_f$	$0,2-x_f$	x_f	x_f

$$n_0(acide)=\frac{m}{M}=\frac{12}{60}=0,2mol$$

$$n_0(alcool)=\frac{m}{M}=\frac{17,6}{88}=0,2mol$$

إيجاد x_f : بما أنّ المزيج الابتدائي متساوي المولات و الكحول أوّلي فإنّ :

$$\tau_f=\frac{x_f}{x_{max}}=0,67\Rightarrow x_f=\tau_f\cdot x_{max}=0,67\cdot 0,2=0,134mol$$

$$n_f(acide)=0,2-x_f=0,2-0,134=0,066mol$$

$$n_f(alcool)=0,066mol$$

$$n_f(ester)=n_f(eau)=x_f=0,134mol$$

5 - حساب ثابت التوازن K:

$$K=\frac{n_f(ester).n_f(eau)}{n_f(acide).n_f(alcool)}=\frac{x_f^{\,2}}{(0,2-x_f)^2}\Rightarrow K=\frac{(0,134)^2}{(0,2-0,134)^2}=4,12$$

6 - جهة تطور التفاعل :

$$Q_{ri}=\frac{n_0(ester).n_0(eau)}{n_0(acide).n_0(alcool)}=\frac{1\times 1}{0,2\times 0,5}=10$$

نلاحظ أنّ: $Q_{ri}\succ K$ و منه فإن التفاعل يتطور في الاتجاه غير المباشر أي في اتجاه الإماهة .

التمرين(10)

1) المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل .أذكر خصائص هذا التفاعل .

$$CH_3COOH+C_2H_5OH\rightleftarrows CH_3COOC_2H_5+H_2O$$

2) تركيب الخليط في الحالة النهائية .

	$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftarrows CH_3COOC_2H_5 + H_2O$			
$t = 0$	1	1	0	0
t	$1 - x$	$1 - x$	x	x
t_f	$1 - x_f$	$1 - x_f$	x_f	x_f

$r = \frac{x_f}{x_m} \times 100$ نجد $x_f = 0{,}67mol$.

CH_3COOH	C_2H_5OH	$CH_3COOC_2H_5$	H_2O
$0{,}33mol$	$0{,}33mol$	$0{,}67mol$	$0{,}67mol$

3) ثابت التوازن K لهذا التفاعل .

$K = \frac{n_{est} \times n_{eau}}{n_{acide} \times n_{al}} = \frac{(0{,}67)^2}{(0{,}33)^2} = 4$.

4) نضيف للمزيج السابق وهو في حالته النهائية $1{,}0\ mol$ من حمض الإيثانويك .
حدد جهة تطور التفاعل ثم أوجد تركيب الخليط عند حدوث التوازن من جديد (حالته النهائية)
تصبح الحالة الابتدائية الجديدة.

CH_3COOH	C_2H_5OH	$CH_3COOC_2H_5$	H_2O
$1{,}33mol$	$0{,}33mol$	$0{,}67mol$	$0{,}67mol$

$Q_{r,i} = \frac{(0{,}67)^2}{1{,}33 \times 0{,}33} = 1$ نلاحظ أن $Q_{r,i} < K$ وبالتالي التفاعل ينزاح في الاتجاه المباشر.

	$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftarrows CH_3COOC_2H_5 + H_2O$			
$t = 0$	$1{,}33$	$0{,}33$	$0{,}67$	$0{,}67$
t	$1{,}33 - x$	$0{,}33 - x$	$0{,}67 + x$	$0{,}67 + x$
t_f	$1{,}33 - x_f$	$0{,}33 - x_f$	$0{,}67 + x_f$	$0{,}67 + x_f$

ثابت التوازن لا يتعلق بالتراكيز الابتدائية .

$K = \frac{(0{,}67 + x_f)^2}{(1{,}33 - x_f)(0{,}33 - x_f)} = 4$.

يجب أن يكون $x_f < 0{,}33$.

$(0{,}67 + x_f)^2 = 4(1{,}33 - x_f)(0{,}33 - x_f)$.

$0,45 + 1,34x_f + x_f^2 = 1,75 - 6,64x_f + 4x_f^2$.

$3x_f^2 - 7,98x_f + 1,3 = 0$.

$\Delta = 63,68 - 15,6 = 48,08$.

$x_1 = \frac{7,98-6,93}{6} = 0,175$.

$x_2 = \frac{7,98+6,93}{6} = 2,48$. وهذا الحل مرفوض لأنه لم يحقق الشرط $x_f < 0,33$.

$x_f = 0,175\ mol$.

CH_3COOH	C_2H_5OH	$CH_3COOC_2H_5$	H_2O
$1,155mol$	$0,155mol$	$0,845mol$	$0,845mol$

التمرين(11)

1) المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل وسمّ المركب العضوي (الأستر) الناتج .

$$CH_3-CH_2-CH_2-COOH + CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-OH \rightleftarrows CH_3-CH_2-CH_2-COO-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3 + H_2O$$

اسم الاستر الناتج : بوتانوات 2- مثيل البروبيل .

2) إستنتج مردود التفاعل ثم حدد صنف الكحول .

	$C_3H_7COOH + C_4H_9OH \rightleftarrows C_3H_7COOC_4H_9 + H_2O$			
$t = 0$	$0,2$	$0,2$	0	0
t	$0,2 - x$	$0,2 - x$	x	x
t_f	$0,2 - x_f$	$0,2 - x_f$	x_f	x_f

$n_e = \frac{m}{M} = x_f$.

$M = 12 \times 8 + 16 + 16 \times 2 = 144g/mol$.

$n_e = \frac{19,3}{144} = 0,134\ mol$.

$r = \frac{x_f}{x_m} \times 100$

$r = \frac{0,134}{0,2} \times 100 = 67\%$.

الكحول أولي .

3) أحسب ثابت التوازن K لهذ ا التفاعل .

$$K = \frac{n_{est} \times n_{eau}}{n_{acide} \times n_{al}} = \frac{(0,134)^2}{(0,066)^2} = 4$$.

4) ما هو الوسيط الذي يمكن استعماله لتسريع التفاعل . هل الوسيط يرفع من مردود التفاعل .

الوسيط الذي يمكن استعماله لتسريع التفاعل هو شوارد H_3O^+ وذلك بإضافة حمض الكبريت المركز .

الوسيط لا يرفع من مردود التفاعل .

5) ما هو العوامل التي ترفع من مردود التفاعل. هل يمكن أن يكون التفاعل تاما كيف .

العوامل التي ترفع من مردود التفاعل هي : استعمال مزيج غير متساوي المولات ، سحب الاستر أو الماء الناتج .

يمكن أن يكون التفاعل تاما وذلك بسحب الاستر أو الماء الناتج حتى لا يحدث تفاعل الاماهة .

أو باستعمال كلور الأسيل بدل الحمض الكربوكسيلي .

6) نضيف للمزيج السابق وهو في حالته النهائية $0,2\ mol$ من الماء .

حدد جهة تطور التفاعل ثم أوجد تركيب الخليط عند حدوث التوازن من جديد (حالته النهائية) .

تصبح الحالة الابتدائية الجديدة.

C_3H_7COOH	C_4H_9OH	$C_3H_7COOC_4H_9$	H_2O
$0,066mol$	$0,066mol$	$0,134mol$	$0,334mol$

$Q_{r,i} = \frac{0,334 \times 0,134}{0,066 \times 0,066} = 10,27$ نلاحظ أن $Q_{r,i} > K$ وبالتالي التفاعل ينزاح في الاتجاه المعاكس (تفاعل الاماهة) .

	$C_3H_7COOH + C_4H_9OH \rightleftarrows C_3H_7COOC_4H_9 + H_2O$			
$t = 0$	$0,066$	$0,066$	$0,134$	$0,334$
t	$0,066 + x$	$0,066 + x$	$0,134 - x$	$0,334 - x$
t_f	$0,066 + x_f$	$0,066 + x_f$	$0,134 - x_f$	$0,334 - x_f$

ثابت التوازن لا يتعلق بالتراكيز الابتدائية .

$$K = \frac{(0,134 - x_f)(0,334 - x_f)}{(0,066 + x_f)^2} = 4$$

.

يجب أن يكون $x_f < 0,134$.

$$4\,(0,066 + x_f)^2 = (0,134 - x_f)(0,334 - x_f)$$

$0,017 + 0,528x_f + 4x_f^2 = 0,045 - 0,47x_f + x_f^2$.

$3x_f^2 + x_f - 0,028 = 0$.

$\Delta = 1 + 0,336 = 1,336$.

$x_1 = \frac{-1+1,16}{6} = 0,026$.

$x_2 = \frac{-1-1,16}{6} = -0,36$. وهذا الحل مرفوض .

$x_f = 0,026\, mol$.

C_3H_7COOH	C_4H_9OH	$C_3H_7COOC_4H_9$	H_2O
$0,092mol$	$0,092mol$	$0,108mol$	$0,308mol$