

التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية

الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

الوحدة 1: التحولات السريعة و التحولات البطيئة : Réactions Lentes & Rapides

- كتابة معادلة التفاعل المندرج لتحول الأكسدة – اختزال وتعريف المزدوجتين المتدخلتين.
- تحديد تأثير العوامل الحركية على سرعة التفاعل انطلاقا من نتائج تجريبية:
 - ✓ تأثير درجة الحرارة.
 - ✓ تأثير التركيز البدئية للمتفاعلات.

www.bestcours.net

الوحدة 2: التتبع الزمني لتحول كيميائي – سرعة التفاعل : vitesse de réaction

- تحليل مختلف العمليات المنجزة خلال تتبع التطور الزمني لمجموعة؛ واستثمار النتائج التجريبية.
- معلمة التكافؤ خلال معايرة واستغلاله.
- استغلال منحنيات تطور كمية المادة لنوع كيميائي أو تركيزه أو تقدم التفاعل أو ضغط غاز أو حجمه.
- إنشاء الجدول الوصفي لتقدم التفاعل واستغلاله.
- معرفة تأثير التركيز ودرجة الحرارة على سرعة التفاعل.
- تفسير، كيفيا، تغير سرعة التفاعل بواسطة إحدى منحنيات التطور.
- تحديد قيمة السرعة الحجمية للتفاعل مبيانيا.
- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
- تحديد زمن نصف التفاعل مبيانيا أو باستثمار نتائج تجريبية.
- تفسير تأثير تركيز الأنواع الكيميائية المتفاعلة ودرجة الحرارة على عدد التصادمات الفعالة في وحدة الزمن.

جدول التخصيص و نسبة الأهمية

المجموع	حل مشكل	تطبيق حل تجريب	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	المستويات المهاربة المجالات المضامينية
6 %	2,1 %	5 %	3 %	التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية التابع الزمني – سرعة التفاعل

التحولات السريعة و التحولات البطيئة كيميائياً

◀ التحولات المبردة و التحولات البطيئة . ◀ التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل .

Applic. | ⌚ 30 min | التمرين : 2°

لسبع التطور الزمني للتحول الكيميائي الحصول بين محلول حمض الكلوريد里ك ($\text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$) و فلز المغنيزيوم، ندخل في لحظة $t=0$ كتلة $m=1\text{g}$ من فلز المغنيزيوم ($\text{Mg}_{(s)}$) في حوجلة بها حجم $V=40\text{mL}$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه المولي $C=0,5\text{mol.L}^{-1}$.

نعتبر أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتا خلال مدة التحول وأن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة هو: $V_M=24\text{ mol.L}^{-1}$.

نقيس حجم غاز ثاني الهيدروجين (H_2) المنطلق في نفس الشرطين من الضغط و درجة الحرارة، ندون النتائج الحصول عليها في الجدول أسفله:

• معطيات:

- التجربة أُنجزت عند درجة حرارة 25°C .
- الكتلة المولية للمغنيزيوم: $M(\text{Mg})=24,3\text{ g.mol}^{-1}$
- المزدوجان المتداخلان في التفاعل هما: $\text{Mg}^{2+}_{(aq)}/\text{Mg}_{(s)}$ و $\text{H}^+_{(aq)}/\text{H}_2(g)$

$t\text{ (s)}$	0	50	100	150	200	300	400	500	750
$V_{\text{H}_2}\text{ (mL)}$	0	36	64	86	104	132	154	170	200
$x\text{ (mmol)}$	0

① أكتب نصف المعادلة أكسدة - اختزال المقرونة بكل مزدوجة، ثم استنتاج المعادلة الحصيلة للتفاعل.

② اذكر، معملا جوابك ، طريقة أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التحول الكيميائي.

③ أنجز الجدول الوصفي لتقدم التفاعل و استنتاج العلاقة بين تقدم التفاعل X و حجم غاز ثاني الهيدروجين المتتصاعد ($V(\text{H}_2)$).

④ أتمم ملء الجدول أدلاه.

⑤ مثل المحنى $x=f(t)$ باعتمادك السلم التالي:

$$1\text{cm} \leftrightarrow 1\text{mmol} \quad 1\text{cm} \leftrightarrow 100\text{ s}$$

⑥ احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين $t_1=100\text{ s}$ و $t_2=400\text{ s}$. كيف تتطور هذه السرعة مع الزمن؟ فسر ذلك.

⑦ أ- أحسب التقدم الأقصى x_{max} و استنتاج المتفاصل المحد.

ب- ما المدلول الفيزيائي لزمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ؟ أوجد قيمته.

⑧ مثل موضع المحنى $x=f(t)$ ، مع التعلييل ، عندما ينجز هذا التحول في الحالتين التاليتين:

أ- عندما ينجز التحول عند درجة حرارة 50°C .

ب- إذا كانت كمية المادة البديئة للمتفاعلات أقل، مع الحفاظ على نفس الحجم للخلط التفاعلي.

• ملاحظة:

$$1\text{mL}=10^{-3}\text{ L} \quad 1\text{mmol}=10^{-3}\text{ mol}$$

Type BAC | ⌚ 30 min | التمرين : 1°

لتحديد تأثير بعض العوامل الحرارية على سرعة التفاعل انطلاقا من نتائج تجريبية، ندرس حرارة أكسدة أيونات يودور ($\text{I}^-_{(aq)}$) بواسطة أيونات بيروكسو ثانوي كبريتات ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(aq)}$) في حالات بدائية مختلفة للمجموعة الكيميائية، كما هي مدونة في الجدول الآتي:

رقم التجربة	قيمة درجة الحرارة ${}^\circ\text{C}$	قيم التراكيز المولية الفعلية عند mol.L^{-1}	
		$[\text{I}^-_{(aq)}]_i$	$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(aq)}]_i$
①	20	1.10^{-2}	2.10^{-2}
②	20	2.10^{-2}	4.10^{-2}
③	35	1.10^{-2}	2.10^{-2}

تمثل المنحنيات A و C على التوالي تطور التقدم X للتفاعل الحاصل بدلالة الزمن بالنسبة للتجارب ① و ② و ③ - الشكل 1.

المعادلة الكيميائية المنفذة لتحول أكسدة - اختزال هي:



① انطلاقا من المعادلة الحصيلة للتفاعل، حدد المزدوجتين مختزل/مؤكسد (Ox/Red) المتدخلتين في التفاعل.

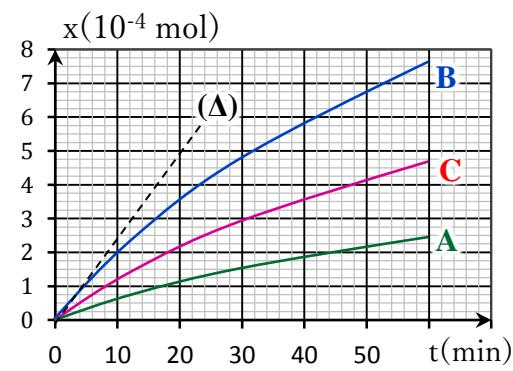
② اذكر - مع التعلييل - تقنيات أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التحول.

③ أعط تعبير السرعة الحجمية v بدلالة X تقدم التفاعل و الحجم V للمجموعة الكيميائية.

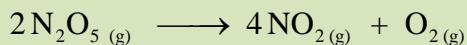
④ يمثل (Δ) الماس للمنحنى B عند اللحظة $t_0=0$. احسب بالوحدة $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ قيمة السرعة v عند اللحظة t_0 بالنسبة للتجربة رقم ② . نعطي $V=100\text{ mL}$

⑤ بمقارنة معطيات التجارب ① و ② ، ما هو العامل الحراري الذي يمكن إبرازه ؟ ما مفعوله على التأثير المدروس .

⑥ بمقارنة معطيات التجارب ① و ③ ، ما هو العامل الحراري الذي يمكن إبرازه ؟ ما مفعوله على التأثير المدروس .



في الحالة الغازية، يفكك غاز هناسي أوكسيد ثاني الأزوت N_2O_5 تحت تأثير درجة حرارة ثابتة وفق تفاعل بطيء و كلي حسب المعادلة:



• معطيات :

- نعتبر جميع الغازات كاملة ونعطي : $P.V = n.R.T$
- ثابتة الغازات الكاملة: $R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

(I) ندخل كمية المادة $n_0 = 1 \text{ mol}$ من غاز N_2O_5 في حوصلة فارغة حجمها $V = 10L$, و عند درجة حرارة ثابتة $T = 413\text{K}$.

- ① أحسب الضغط البديي P_0 في الحوصلة قبل انطلاق التفاعل.
- ② أنشئ الجدول الوصفي، ثم احسب قيمة التقدم الأقصى x_{\max}
- ③ عند لحظة t , الضغط الكلي P_t داخل الحوصلة هو مجموع الضغوط الجزئية لكل غاز: $P_t = P(N_2O_5) + P(NO_2) + P(O_2)$.
- باستغلالك للجدول الوصفي و بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة بين أن تعبير تقدم التفاعل x عند لحظة t يكتب على شكل:

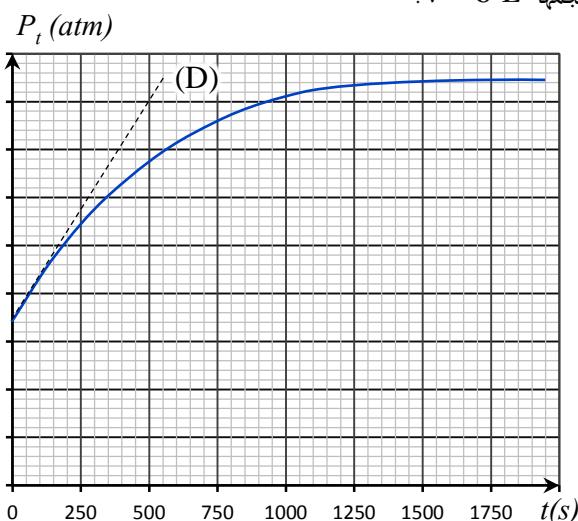
$$b = \frac{P_0 \cdot V}{3R \cdot T} \quad x = a \cdot P_t - b \quad \text{حيث } a = \frac{V}{3R \cdot T}$$

- ④ تحقق أن قيمة الضغط الأقصى في الحوصلة عند نهاية التفاعل هو $P_{\max} = 8,467 \text{ atm}$.

(II) لدراسة حركية هذا التحول عند درجة حرارة ثابتة، ننفل على كمية من $(g) N_2O_5$ داخل الحوصلة المفرغة سابقا، ثم نوصلها بواسطة أنبوب بجهاز البارومتر.

قياس الضغط داخل الحوصلة عند لحظة t ، مكتننا من تمثيل المنحنى $P=f(t)$ الممثل أسفه.

- ① أوجد تعبير السرعة الحجمية v للتفاعل بدلالة R و T و $\frac{dP_t}{dt}$
- ② عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، ثم حدد قيمته مبيانيا.
- ③ احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t_0 = 0$.
- (المستقيم (D) يمثل الماس للمنحنى عند اللحظة $t_0 = 0$)
- ④ انقل المنحنى أسفله ثم ارسم كيفيا شكل المنحنى عندما ينجز التحول عند درجة حرارة $T' = 600\text{K}$.
- ⑤ نقاش النتيجة المحصل عليها في حالة انجاز التجربة باستعمال حوصلة حجمها $V' = 5 \text{ L}$.



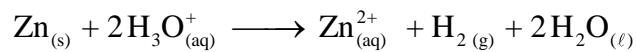
يعتبر غاز ثانوي الهيدروجين H_2 من المخروقات التي تتوفّر على طاقة عالية غير ملوثة، ويمكن تحضيره بتفاعل الأحماض مع بعض الفلزات.

يهدف هذا التمرين إلى تشجيع تطور تفاعل حمض الكبريتيك $Zn_{(s)}$ مع الزنك $2H_3O^{+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ بقياس الضغط.

• معطيات :

- تمت جميع القياسات عند $C = 25^\circ$
- معادلة الحالة للغازات الكاملة: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
- الكتلة المولية الذرية للزنك: $M(Zn) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$

ننمذج تفاعل الزنك مع محلول حمض الكبريتيك بالمعادلة التالية:



لدراسة حركية هذا التفاعل، ندخل في حوصلة حجمها ثابت $V = 1L$ المكتلة $m = 0,66 \text{ g}$ من مسحوق الزنك $Zn_{(s)}$ و نصب فيها عند اللحظة $t_0 = 0$ حجما $V_a = 75 \text{ mL}$ من محلول مائي لحمض الكبريتيك $[H_3O^+] = 0,40 \text{ mol.L}^{-1}$. نقيس في كل لحظة t الضغط P داخل الحوصلة بواسطة لاقط الضغط. لتكن $(H_3O^+)_i$ كمية المادة البديي لأيونات الأوكسونيوم و (Zn) كمية المادة البديي للزنك.

- ① أذكر طرقا أخرى يمكن اعتمادها لدراسة تطور هذا التحول مع الزمن.
- ② حدد المزدوجتين ox/red المتداخلتين في هذا التفاعل.

www.bestcours.net

- ③ أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
- ④ أحسب $(H_3O^+)_i$ و (Zn) .
- ⑤ حدد التقدم الأقصى x_{\max} والمتفاعل المحد.

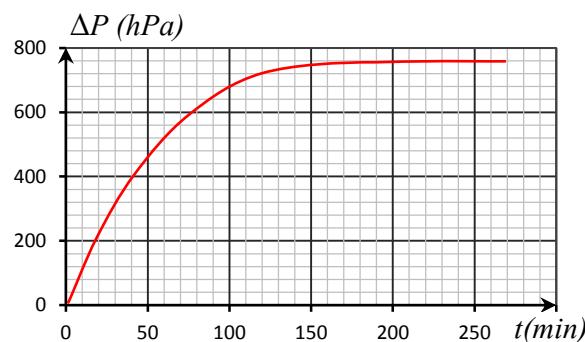
⑥ بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة و اعتمادا على الجدول الوصفي، أوجد تعبير تقدم التفاعل (t) عند لحظة t بدلالة R و T و V و P_0 ، حيث $\Delta P = P - P_0$ مع الضغط البديي المقاس عند $t_0 = 0$ و P_0 الضغط المقاس عند اللحظة t .

⑦ ليكن $\Delta P_{\max} = P_{\max} - P_0$ تغير الضغط الأقصى و

$$\text{التقدم الأقصى، بين أن: } x(t) = x_{\max} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}$$

⑧ مكتنن الدراسة التجريبية من خط المنحنى الممثل في الشكل أسفله الذي يمثل تغيرات ΔP بدلالة الزمن.

أوجد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.



نأخذ عينة من منظف طبي للجروح «الايد» حجمها $V=100 \text{ mL}$ ، وهو عبارة عن سائل يحتوي أساساً على ثانائي اليود I_2 تركيزه المولى $C_0=0,14 \text{ mol.L}^{-1}$. ثم نظيف إليها قطعة من الزنك $\text{Zn}_{(s)}$ كتلتها $m=1,6 \text{ g}$. قبل أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتاً و يساوي $V=100 \text{ mL}$ ، نعطي الكتلة المولية للزنك $M(\text{Zn})=65 \text{ g.mol}^{-1}$.

- ثانائي اليود I_2 سائل يتميز بلون أحمر آجوري.

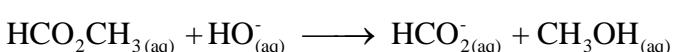
يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور تفاعل ميثانوات المثيل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم باعتماد قياس المواصلة. يعبر عن المواصلة σ عند لحظة t بالعلاقة: $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$.

نصب في كأس حجماً $S_B=2.10^{-4} \text{ m}^3$ من محلول $\text{NaOH}_{(aq)}$ تركيزه $C_B=10 \text{ mol.m}^{-3}$ الصوديوم $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)})$ و نضيف إليه، عند لحظة t_0 تعتبرها أصلًا للتاريخ، كمية المادة n_E لميثانوات المثيل متساوية لكمية المادة $n_B=n_E$ هيدروكسيد الصوديوم في محلول S_B عند أصل التاريخ.

(نعتبر أن حجم الخليط يبقى ثابتاً $V=2.10^{-4} \text{ m}^3$).

مكنت الدراسة التجريبية من الحصول على المحنى الممثل لتغيرات المواصلة σ بدلالة الزمن (أنظر الشكل أسفله)

ننمذج التحول المدروس بالمعادلة الكيميائية التالية:



يعطي الجدول التالي قيم المواصلية المولية الأيونية للأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي.

HCO_2^-	OH^-	Na^+	الأيون
$5,46.10^{-3}$	$19,9.10^{-3}$	$5,01.10^{-3}$	$\lambda (\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1})$

نعمل تركيز الأيونات H_3O^+ في الخليط التفاعلي.

أجرد الأيونات المتواجدة في الخليط عند لحظة t .

أنشئ الجدول الوصفي لتتطور هذا التحول الكيميائي.

(نرمز بـ X لتقدير التفاعل عند لحظة t)

بين أن موصلية الخليط التفاعلي، عند لحظة t تحقق العلاقة:

$$\sigma = -72,2.x + 0,25 (\text{S.m}^{-1})$$

على تناقص الموصلية σ أثناء التفاعل.

$$\sigma = \frac{x}{2} \text{ موصلية الخليط التفاعلي عند } t_{1/2}$$

أوجد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

اعط تعبير السرعة الحجمية v للتفاعل بدلالة حجم محلول V و

$$v = \frac{d\sigma}{dt}$$

حدد بالوحدة $\text{mol.m}^{-3}.min^{-1}$ قيمة السرعة الحجمية v للتفاعل عند اللحظة $t=0$ (المستقيم T) مماساً للمحنى عند $t=0$.

١ أكتب نصف المعادلة أكسدة - احتزال الم MQ، ثم استنتج المعادلة الحصيلة للتفاعل علماً أن المزدوجتين المتداخلتين في التفاعل هما: $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}_{(s)}$ و I^-/I_2 .

٢ أحسب n_0 كمية المادة البدنية لثانائي اليود I_2 و n_0 كمية المادة البدنية $\text{Zn}_{(s)}$.

٣ أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.

٤ انطلاقاً من الجدول الوصفي حدد التقدم الأقصى x_{\max} واستنتج المتفاعلات المحد.

٥ عند درجة الحرارة 20°C تتبع عن طريق المعايرات - بواسطة أيونات محلول ثيوبريتات الصوديوم - تغيرات $n(\text{I}_2)_{(aq)}$ بدلالة الزمن t فنحصل على المحنى $f(t)=f(t)=n(\text{I}_2)_{(aq)}=n(\text{I}_2)_{(aq)} \cdot n(\text{I}_2)_{(aq)}$ (الشكل أسفله).

٦ قبل المعايرة نقوم بغضس العينات بالماء المثلج. ما الفائدة من إضافة الماء المثلج قبل المعايرة؟ وكيف نتعرف على التكافؤ؟

٧ - أذكر طريقة أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التحول الكيميائي.

ج - أحسب السرعة الحجمية لاختفاء I_2 من محلول عند اللحظتين

$$t_1=0 \text{ and } t_2=5 \text{ min}$$

(تم تمثيل مستقيمين مماسين للمحنى عند اللحظتين t_1 و t_2)

د - كيف تتغير السرعة الحجمية مع الزمن؟ فسر ذلك.

هـ - عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدد قيمته.

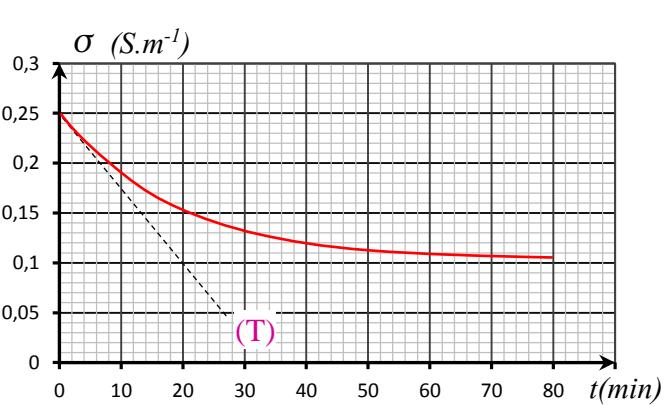
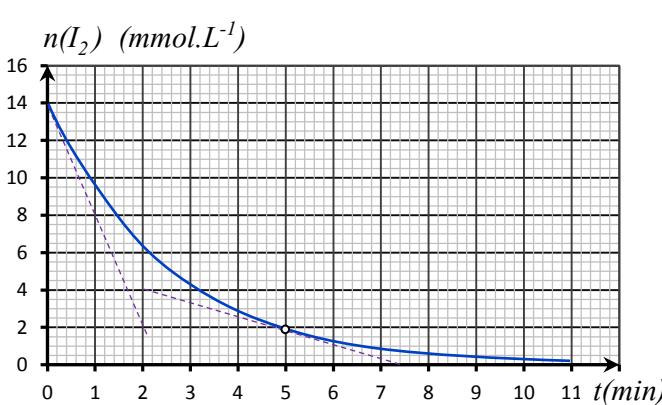
٦ تحفظ بنفس الحجم $V=100 \text{ mL}$ و بنفس التراكيز البدنية للمتفاعلات.

أرسم كييفياً مع نفس المحنى الممثل أسفله، شكل المحنى C_1 عندما ينجز التحول عند درجة حرارة 80°C على جوابك.

٧ في هذه المرة تحتفظ بنفس درجة الحرارة البدنية 20°C . لكن

نظيف حجماً $V'=50 \text{ mL}$ من الماء المقطر للمحلول السابق.

فيكون الحجم الكلي للخلط هو $V_T=150 \text{ mL}$. أرسم كييفياً في نفس المحنى السابق، شكل المحنى C_2 . علل ذلك.



الكيمياء في خدمة الشرطة العلمية

اللومينول (Luminol) مركب عضوي صيغته الإجمالية $C_8H_7N_3O_2$. خلال تفاعله مع بعض المؤكسدات مثل الماء الأوكسيجيني H_2O_2 يعطي غاز ثانوي الأزوت N_2 وأيون أمينوفتالات $C_8H_2NO_4^-$. هنا الأخير غير مستقر - يوجد في حالة إثارة - ولكي يعود إلى حالة استقراره يبعث فائض طاقته على شكل ضوء ذو لمعان أزرق يمكن رؤيته في ظلام دامس. غير أن هذا التفاعل بطيء جدا قد يتطلب شهورا ... لكن بوجود أيونات الحديد III يحدث التفاعل في عشرات الثوانی. يحتوي البيموغلوبين للكريات الحمراء للدم على أيونات الحديد III ، و انطلاقا من ذلك تعتمد الشرطة العلمية على اللومينول للكشف عن بقع الدم في الثوب أو في مسرح الجريمة حتى ولو تم غسله وتجفيفه. و كون الضوء الناتج ينطفئ بعد حوالي 30 ثانية يتم الاستعانة بآلية تصوير خاصة وفي مكان مظلم.

يتفاعل اللومينول مع الماء الأوكسيجيني حسب تفاعل أكسدة - احتزال ننمذجه بالمعادلة الكيميائية التالية:

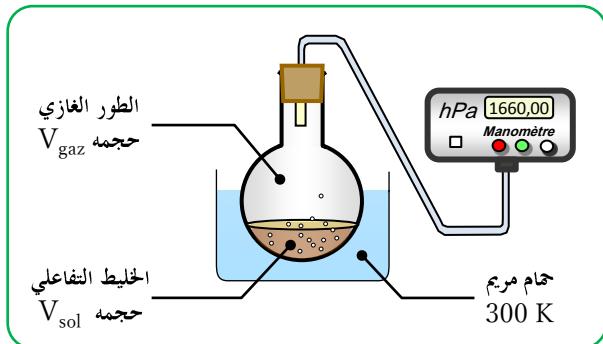


لإنجاز هذا التفاعل، عند درجة الحرارة $T=300K$. نكون خليطاً تفاعلياً حجمه V_{sol} بموج:

- كتلة $m_1=1,0$ g من اللومينول و 250g من هيدروكسيد الصوديوم و ماء مقطر.

- حجما $V=0,50$ mL من الماء الأوكسيجيني تركيزه $C=9,8 \text{ mol.L}^{-1}$.

- 5 g من مركب يحتوي على أيونات الحديد III .



معطيات:

الكتلة المولية لللومينول هي: $M=177 \text{ g.mol}^{-1}$

معادلة الحالة للغازات الكاملة: $P.V = n.R.T$

ثابتة الغازات الكاملة: $R=8,3 \text{ Pa.m}^3\text{.K}^{-1}\text{.mol}^{-1}$ (S.I.)

حجم الغاز يبقى ثابتاً خلال التفاعل: $V_{gaz}=2,1.10^{-3} \text{ m}^3$

نذكر أن $1 \text{ m}^3=10^3 \text{ L}$

ما هو دور أيونات الحديد III في هذا التفاعل؟ ①

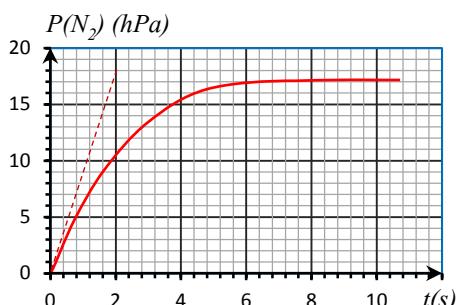
أعط تعريف المؤكسد ثم اكتب المزدوجة OX/red التي ينتهي إليها الماء الأوكسيجيني H_2O_2 . ②

اذكر، مع التعليل، تقنيتين مختلفتين يمكن اعتمادهما لدراسة تطور هذا التحول مع الزمن. ③

نرمز بـ n_1 لكمية المادة البدئية لللومينول $C_8H_7N_3O_2$ و بـ n_2 لكمية المادة البدئية للماء الأوكسيجيني H_2O_2 . ④

تحقق أن $n_1=5,6.10^{-3} \text{ mol}$ و $n_2=4,9.10^{-3} \text{ mol}$. ⑤

نعطي الجدول الوصفي المبسط التالي: انقل الجدول واملأه ثم حدد التقدم الأقصى x_{max} . ⑥



الحالة	التقدم	$2C_8H_7N_3O_2(aq) + 7H_2O_2(aq) + \dots \rightarrow 2N_2(g) + \dots$		
بدئية	0	n_1	n_2
وسيلة	x
نهائية	x_{max}

باستغلالك للجدول الوصفي ولمعادلة الحالة للغازات الكاملة أوجد التعبير التالي: $P(N_2)=\frac{V_{gaz}}{2RT} \cdot P(N_2)$ يمثل ضغط $N_2(g)$. ⑥

استنتج تعبير السرعة الحجمية v للتفاعل بدلالة V_{sol} و V_{gaz} و R و T و المشتقة $\frac{dP(N_2)}{dt}$ ، ثم حدد قيمة v عند اللحظة $t=0$. ⑦

عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدد قيمته. ⑧

كنت ضمن فريق الشرطة العلمية بمسرح الجريمة. صف بإيجاز كيف يمكن اعتماد تقنية هذا التفاعل لإبراز وجود بقع الدم في قميص الضحية بعد أن تخلص منها القاتل بالغسل والتجفيف. ⑨

التحولات غير الكلية لمجموعة كيميائية

- الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد SP,SM -

2

الوحدة 3: التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحىين:

www.bestcours.net

تعريف الحمض والقاعدة حسب برونشتاد.

كتابة المعادلة الممندجة للتحول حمض - قاعدة وتعريف المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل.

تحديد قيمة pH محلول مائي.

حساب التقدم النهائي X_f لتفاعل حمض مع الماء انطلاقاً من معرفة تركيز و pH محلول هذا الحمض، ومقارنته مع التقدم الأقصى X_{max} .

تعريف نسبة التقدم النهائي α لتفاعل وتحديدها انطلاقاً من معطيات تجريبية.

تفسير ميكروسكوبى لحالة توازن مجموعة كيميائية.

الوحدة 4: حالة توازن مجموعة كيميائية:

استغلال العلاقة بين المواصلة G لجزء من محلول والتراكيز المولية الفعلية للأيونات المتواجدة في هذا محلول.

معرفة أن كميات المادة لا تتتطور عند تحقق حالة توازن المجموعة وأن هذه الحالة تكون ديناميكية.

إعطاء التعبير الحرفي لخارج التفاعل Q_r انطلاقاً من معادلة التفاعل واستغلاله.

معرفة أن $Q_r = \frac{P}{P_0}$ خارج التفاعل لمجموعة في حالة توازن يأخذ قيمة لا تتعلق بالتراكيز تسمى ثابتة التوازن K لمعادلة التفاعل.

معرفة أن نسبة التقدم النهائي لتحول معين تتعلق بثابتة التوازن وبالحالة البدئية للمجموعة.

الوحدة 5: التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعدة في محلول مائي:

معرفة أن الجداء الأيوني للماء هو ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل التحلل البروتوني الذاتي للماء.

$pK_e = -\log K_e$

تحديد، طبيعة محلول مائي (حمضي أو قاعدي أو محايدي) انطلاقاً من قيمة pH محلول.

تحديد، قيمة pH محلول مائي انطلاقاً من التركيز المولي للأيونات H_3O^+ أو HO^- .

كتابة تعبير ثابتة الحمضية pK_A لمعادلة تفاعل حمض مع الماء واستغلاله.

$pK_A = -\log K_A$

تحديد ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل حمض . قاعدة بواسطة ثابتة الحمضية للمزدوجتين المتواجدتين معاً.

تعيين النوع المهيمن، انطلاقاً من معرفة pH محلول المائي و pK_A المزدوجة قاعدة/حمض.

استغلال مخططات هيمنة وتوزيع الأنواع الحمضية والقاعدية في محلول.

معرفة التركيب التجاري للمعايرة. وكتابة معادلة التفاعل الحاصل أثناء المعايرة باستعمال سهم واحد .

استغلال منحى أو نتائج المعايرة

معلومة التكافؤ خلال معايرة حمض . قاعدة واستغلاله.

تعليق اختيار الكاشف الملون الملائم لمعلومة التكافؤ.

المجموع	حل مشكل	تطبيق حل تجربى	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	المستويات المهاجرة المجالات المضامينية	نسبة الأهمية
10 %	3,5 %	5 %	5 %	التحولات غير الكلية	

- ◀ التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحنين.
- ◀ حالة توازن مجموعة كيميائية.
- ◀ التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعده في محلول مائي.

التمرين : ٣° type BAC+ | ٢٠ min

يعتبر حمض الإيثانويك CH_3COOH المكون الرئيسي للخل.
● معطيات :

- ◀ تمت جميع القياسات عند 25°C :
- ◀ الكثافة المولية لحمض الإيثانويك: $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$.
- ◀ الموصليات المولية الأيونية للأيونين H_3O^+ و CH_3COO^- :

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,09 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

- ◀ تعبر الموصليات σ بدلالة التراكيز الفعلية لأنواع الأيونية X_i و الموصليات المولية الأيونية هو: $\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$.

نتوفر على محلولين مائيين (S_1) و (S_2) لحمض الإيثانويك:
 • محلول (S_1) تركيزه المولي $C_1=5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و موصليته $\sigma_1=3,5 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.
 • محلول (S_2) تركيزه المولي $C_2=5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ و موصليته $\sigma_2=1,1 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.
 نعتبر ذوبان حمض الإيثانويك مع الماء تفاعلاً محدوداً.

- ① اكتب معادلة التفاعل المنتج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء.
- ② أوجد تعابير التركيز المولي الفعلي $[\text{H}_3\text{O}^+]$ لأيونات الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة σ و $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$. احسب $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ في كل من (S_1) و (S_2).
- ③ حدد نسبتي التقدم النهائي τ_1 و τ_2 لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول ، واستنتج تأثير التركيز البديهي على نسبة التقدم النهائي.
- ④ حدد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء بالنسبة لكل من (S_1) و (S_2). ماذا تستنتج ؟

التمرين : ٤° type BAC+ | ٢٠ min

دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء بقياس الموصليات σ .

نعتبر محلولاً مائياً ، حجمه V ، لحمض الميثانويك $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$ تركيزه المولي $C=5,00 \text{ mol.m}^{-3}$. نقيس موصليات هذا محلول عند درجة الحرارة 25°C فنجد $\sigma=4,0 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$

$$\text{نعطي: } \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{HCOO}^-} = 5,46 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

نحمل تأثير الأيونات HO^- على موصليات محلول.

التمرين : ١° type BAC+ | ٢٠ min

يستعمل حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية و هو جسم صلب أبيض اللون.

نحضر محلولاً مائياً لحمض البنزويك ياذابة كتلة m من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم $V=100 \text{ mL}$ تركيزه $C=0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

● معطيات :

- ◀ الكثافة المولية لحمض البنزويك: $M=122 \text{ g.mol}^{-1}$

نقيس pH محلول حمض البنزويك عند 25°C فنجد: $\text{pH}=2,6$.

- ① أعط تعريف الحمض حسب برونشتد.
- ② احسب الكتلة m ؟
- ③ اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.
- ④ أنشئ الجدول الوصفي لنطورة المجموعة الكيميائية.
- ⑤ احسب نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل . استنتاج.
- ⑥ أوجد تعابير خارج التفاعل $Q_{r,\text{eq}}$ عند التوازن بدلالة C و pH . استنتاج قيمة ثابتة التوازن K .

التمرين : ٢° type BAC+ | ٢٠ min

دراسة محلول مائي لحمض الميثانويك بقياس pH .

نتوفر في مختبر الكيمياء على محلول مائي (S) لحمض الميثانويك $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$ حجمه V و تركيزه $C=1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. أعطي قياس pH لهذا محلول القيمة 6.

- ① أعط تعريف القاعدة حسب برونشتد، ثم اكتب الصيغة الكيميائية للقاعدة المرافقة لحمض الميثانويك.
- ② اكتب المعادلة الكيميائية الممندجة لتفاعل حمض الميثانويك $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$ مع الماء.
- ③ أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل باستعمال المقادير التالية: V و C والتقدم X_{eq} والتقدم τ عند التوازن.
- ④ عبر عن نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل بدلالة: C و $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$ و X_{eq} .
- ⑤ احسب قيمة τ . ماذا تستنتج ؟
- ⑥ أثبت أن تعابير $Q_{r,\text{eq}}$ خارج التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية يكتب كما يلي: $Q_{r,\text{eq}} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$.
- ⑦ استنتاج قيمة ثابتة التوازن K .

نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين والذي يحتوى على 200 mg من الحمض في كاس من الماء الخاص، فنحصل على محلول مائي (S) تركيزه C و حجمه L . $V=100 \text{ mL}$

أعط قياس pH للمحلول (S) القيمة 3,17 .

١ أحسب C .

٢ تحقق ، باستعانتك بالجدول الوصفي، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود.

٣ اكتب تعبير خارج التفاعل $Q_{r,\text{eq}}$ لهذا التحول.

٤ بين أن تعبير $Q_{r,\text{eq}}$ عند التوازن يكتب على الشكل التالي:

$$Q_{r,\text{eq}} = \frac{x_{\max} \cdot \tau^2}{V(1-\tau)}$$

حيث τ نسبة التقدم النهائي و x_{\max} التقدم الأقصى معبر عنه بالمول.

٥ استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدروسة.

التمرين : type BAC+ | 20 min | 7°

يستعمل حمض الإيثانويك ذي الصيغة CH_3COOH كمتفاعلاً في العديد من الصناعات، مثل صناعة المنيات و البلاستيك و السيرج و مواد الصيدلة و العطور و يشكل المكون الأساسي للخل التجاري.

نذيب كتلة m من حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء المقطر ، فنحصل على محلول مائي لحمض الإيثانويك تركيزه المولى $\text{pH}=2,90$ و حجمه L $C=0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ ، و له $V=1,00 \text{ L}$ عند 25 °C .

٦ معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك : $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$
- الموصليات المولية الأيونية عند 25 °C :

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 34,9 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,09 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

▪ يعبر عن الموصليات σ محلول يحتوى على أيونات X_i بالعلاقة التالية: $[X_i] = \sigma = \sum \lambda_i$.

١ عرف الحمض حسب برونشتед.

٢ احسب قيمة m .

٣ اكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.

٤ انشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزاً فيه حالة التوازن.

٥ أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي τ بدلالة H⁻ و C .

٦ أحسب τ واستنتاج .

٦-أ) بين أن تعبير $Q_{r,\text{eq}}$ خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب

$$Q_{r,\text{eq}} = \frac{x_{\text{eq}}^2}{V(C \cdot V - x_{\text{eq}})} \quad \text{على الشكل التالي :}$$

٦-ب) استنتاج قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل.

هل تتعلق K بالحالة البدئية ؟

٧ تتحقق أن قيمة موصليات محلول σ_{eq} عند التوازن هي:

$$\sigma_{\text{eq}} = 49,1 \text{ mS.m}^{-1}$$

١ أنشئ الجدول الوصفي لتقدم تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

٢ أوجد تعبير τ نسبة التقدم النهائي بدلالة σ و H_3O^+ و CH_3COO^- . أحسب τ ، ماذا استنتج ؟

٣ حدد قيمة pH هذا محلول المائي .

٤ أوجد قيمة $Q_{r,\text{eq}}$ خارج التفاعل عند حالة التوازن لهذا التفاعل.

٥ نخفف محلول S عشر مرات فنحصل على محلول ('S') تركيزه

$$C' = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{أي } C' = C/10$$

أ- أعلم جوابك، قيمة خارج التفاعل $Q'_{r,\text{eq}}$ عند حالة التوازن

للمحلول ('S') .

ب- اختر، مع التعليل، قيمة نسبة التقدم النهائي τ من بين القيم

$$\tau = 49,3 \% : \tau = 19,8 \% : \tau = 9,73 \% .$$

التمرين : type BAC+ | 20 min | 5°

حمض الأسكوربيك $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (أو فيتامين C) مادة طبيعية توجد في العديد من الفواكه والخضرة، كما يمكن تصنيعه في المختبر ليلاع في الصيدليات على شكل أقراص . و هو مضاد للعدوى و منشط للجسم و يساعد على غو الطعام والأوتار والأسنان ... و يعرف بالرمز E300 .

٦ معطيات:

▪ المزدوجة قاعدة/حمض: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6^{(\text{aq})} / \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-^{(\text{aq})}$.

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الأسكوربيك $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6^{(\text{aq})}$ حجمه V و تركيزه $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و له $\text{pH}=3,01$ عند 25 °C .

١ أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء .

٢ أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.

$$3. \tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C} \quad \text{٣ بين أن تعبير τ نسبة التقدم النهائي هو}$$

أحسب τ . هل التحول كلي ؟

٤ المجموعة الكيميائية في حالة توازن، أوجد قيمة خارج التفاعل

$$Q_{r,\text{eq}} . \quad \text{٥ استنتاج قيمة ثابتة التوازن K .}$$

التمرين : type BAC+ | 20 min | 6°

الإيبوبروفين (Ibuprofène) حمض كربوكسيلي، صيغته الإجمالية $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$ ، دواء يعتبر من المضادات للاتهابات إضافة إلى كونه مسكن للألام و مخفضاً للحرارة .

تابع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200mg قابل للذوبان في الماء .

٦ معطيات:

▪ نرمز للإيبوبروفين بـ RCOOH و لقاعدته بـ RCOO^- .

▪ الكتلة المولية للحمض RCOOH : $M=206 \text{ g.mol}^{-1}$.

▪ تمت جميع القياسات عند 25 °C .

يعتبر الخل التجاري محلولاً مائيّاً لحمض الإيثانويك، CH_3COOH و يتميّز بدرجة حموضة (X°) ، والتي تمثل الكتلة X بالغرام (g) لحمض الإيثانويك الموجودة في g من الخل.

● معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك: $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$
- الكثافة الحجمية للخل: $\rho=1 \text{ g/mL}$.

أحمر الكريزول	أهلياتين	الأهلياتين	أزرق البروموتيمول	الكافش الملون
7,2 – 8,8	3,1 – 4,4	6,0 – 7,6	6,0 – 7,6	منطقة الانعطاف

(I) نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V و تركيزه $C=5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. $\text{pH}=3,03$

- ① أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل مبرزاً فيه حالة التوازن.
- ② احسب τ نسبة التقدّم النهائي للتفاعل. هل التحوّل كلي؟
- ③ أوجد تعبير $Q_{r,\text{eq}}$ خارج التفاعل عند التوازن بدلاّلة C و τ .
- ④ تحقق أن قيمة ثابتة الحموضة pK_A للمذوقة (acid/base) $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ هي $\text{pK}_A=4,75$.
- ⑤ حدد النوع الكيميائي المهيمن في محلول من بين النوعين CH_3COO^- و CH_3COOH .

(II) نأخذ حجماً $V_0=1,00 \text{ mL}$ من خل تجاري درجة حموضة (7°) و تركيزه المولي C_0 ، و نضيف إليه الماء المقطر لتحضير محلول مائي (S) . $V_S=100 \text{ mL}$ و حجمه C_S .

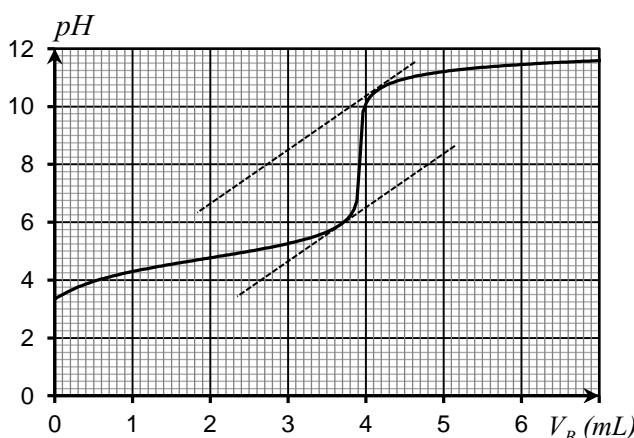
ناعير الحجم $V_A=5,00 \text{ mL}$ من محلول (S) بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ تركيزه المولي $C_B=1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

يمثل المنحنى أسفله تغير pH الخليط بدلاّلة الحجم المضاف V_B .

- ① اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- ② حدد، مبانيها، كل من pH_E و $V_{B,E}$ إحداثيّي نقطة التكافؤ.
- ③ أوجد قيمة التركيز C_A .
- ④ استنتج قيمة m كتلة حمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من حمض الإيثانويك.

هل تتوافق هذه النتيجة مع القيمة المسجلة على الخل التجاري ؟

- ⑤ حدد الكافش الملون الملائم لإنجاز هذه المعايرة. علل جوابك.



حمض السليسليك هو حمض كربوكسيلي عطري عديم اللون يستخلص طبيعياً من الباتات كالصفصاف و إكليلية المروج ، له عدة فوائد حيث يستعمل في علاج بعض الأمراض الجلدية و كداء لخفيف صداع الرأس و كمخفض لدرجة حرارة الجسم كما يعتبر المركب الرئيسي لتصنيع دواء الأسبرين.

● معطيات:

- ـ نرمز لحمض السليسليك بـ AH ولقاعده المرافقة بـ A^- .
- ـ تمت جميع القياسات عند 25°C .
- ـ الموصليات المولية الأيونية: $\lambda_{\text{A}^-} = 3,62 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.
- ـ $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.

ـ تعبير الموصليات σ لمحلول مائي مخفف لحمض AH هو:

$$\sigma = \lambda_{\text{A}^-} \cdot [\text{A}^-] + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$$

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض السليسليك حجمه $V=100 \text{ mL}$ و تركيزه المولي $C=5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. وأعطي قياس موصليات محلول القيمة $\sigma=7,18 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.

1 انقل الجدول الوصفي التالي و أتممه.

المعادلة الكيميائية		كميات المادة (mol)				
حالة الشفاعة	البيئية	$x=0$	وفي
خلال التطور		x	وفي
عند التوازن		x_{eq}	وفي

2 أوجد تعبير x_{eq} تقدم التفاعل عند التوازن بدلاّلة $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ و λ_{A^-} .

3 حدد قيمة τ نسبة التقدّم النهائي للتفاعل ثم استنتاج.

4 بين أن القيمة التقريرية pH للمحلول هي $\text{pH} \approx 2,73$.

5 بين أن تعبير $Q_{r,\text{eq}}$ خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب على

$$\text{الشكل التالي: } Q_{r,\text{eq}} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$$

6 احسب خارج التفاعل عند التوازن $Q_{r,\text{eq}}$. واستنتاج قيمة ثابتة التوازن K المقوونة بهذا التفاعل.

6 نأخذ حجماً من محلول S و نضيف إليه كمية من الماء المقطر للحصول على محلول S' تركيزه $C'=2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

احسب في هذه الحالة نسبة التقدّم النهائي τ للتفاعل بين حمض السليسليك مع الماء. ماذا تستنتاج ؟

ملاحظة

إضافة كمية من الماء المقطر لمحلول \Rightarrow تخفيف هذا محلول

يهدف هذا التمرين إلى دراسة محلول مائي للأمونياك و معايرته بواسطة قياس pH.

• معطيات :

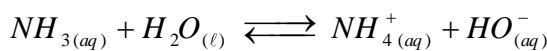
- تمت جميع القياسات عند : 25°C
- الجداء الأيوني للماء : $K_w = 10^{-14}$
- ثابتة الحمضية للمزدوجة : $pK_A = 9,2$: $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$

أحمر الكريزول	أزرق البروموتيمول	فينول فتالين	الميلياتين	الكافش الملون
7,2 – 8,8	6 – 7,6	8,2 – 10	3,1 – 4,4	منطقة الانعطاف

(I) نعتبر محلولاً مائياً للأمونياك $\text{NH}_3 \text{(aq)}$ حجمه V و تركيزه $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

أعطي قياس pH هذا محلول القيمة 10,75 .

نندمج التفاعل الكيميائي بين الأمونياك و الماء بمعادلة التالية.



① حدد نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل. ماذا تستنتج ؟

② عبر عن تعبير خارج التفاعل $Q_{r,\text{eq}}$ عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة C_B و τ . احسب قيمته .

③ تتحقق من قيمة pK_A للمزدوجة $(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)$.

(II) نعایر الحجم $V_B = 30 \text{ mL}$ من محلول مائي للأمونياك (S'_B) . تركيزه $C_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ذي التركيز $\text{H}_3\text{O}^+ \text{(aq)} + \text{Cl}^- \text{(aq)}$ بقياس pH.

① أكتب المعادلة الكيميائية المنفذة لهذه المعايرة .

② يمثل المنحنى الممثل في الشكل أسفله تغير pH الخليط بدلالة الحجم للمحلول (S_A) لحمض الكلوريدريك المضاف .

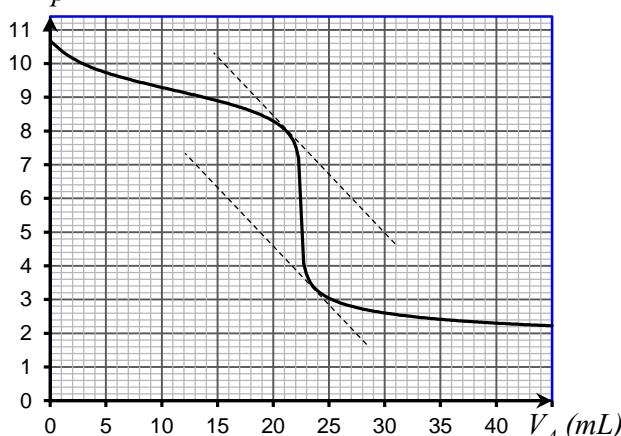
أ- حدد الإحداثيتين pH_E و V_{AE} لنقطة التكافؤ .

ب- احسب C'_B .

ج- باعتمادك على الجدول أعلاه ، عين ، معللاً جوابك ، الكافش الملائم لإنجاز هذه المعايرة في حالة غياب جهاز pH-متر .

د- حدد الحجم V_{A1} من محلول حمض الكلوريدريك الذي يجب إضافته لكي تتحقق العلاقة $[\text{NH}_4^+] = 15 [\text{NH}_3]$ في الخليط .

pH



يعتبر حمض الميثانويك HCOOH من الأدوية الناجعة لخاربة بعض الطفيلييات التي تهاجم النحل المنتج للعسل .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء و مع هيدروكسيد الصوديوم .

• معطيات :

جدول مناطق انعطاف بعض الكافش الملونة .

الكافش الملون	أزرق البروموتيمول	فينول فتالين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	6,0 – 7,6	10 – 8,2	7,2 – 8,8

ثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$

(I) نحضر محلولاً مائياً (S) لحمض الميثانويك HCOOH حجمه V و تركيزه C_A و له $pH = 3,46$ عند 25°C .

① أكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

② أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل .

③ بين أن تعبير أن نسبة التقدم النهائي τ هو : $\tau = \frac{1}{1 + 10^{pK_A - pH}}$.

(II) للتحقق من التركيز C_A لحمض الميثانويك ، نعایر الحجم $V_A = 10 \text{ mL}$ من محلول سابق (S_A) بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم (Na⁺_(aq) + HO⁻_(aq)) ذي التركيز $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

① ارسم التركيب التجريبي لإنجاز هذه المعايرة .

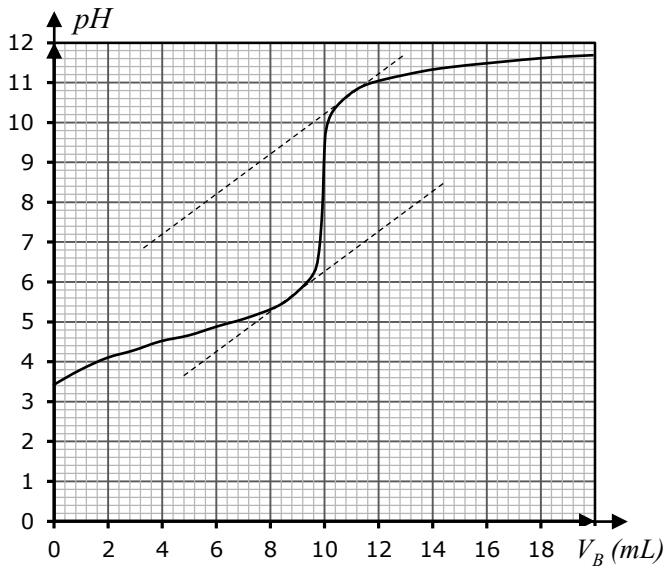
② أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

③ باعتمادك على المنحنى $pH = f(V_B)$ الممثل أسفله ، حدد إحداثيات نقطة التكافؤ $E(pH_E, V_{BE})$.

④ استنتاج التركيز C_A للمحلول (S_A) .

⑤ باعتمادك على الجدول أعلاه ، حدد ، معللاً جوابك ، الكافش الملون المناسب لهذه المعايرة .

⑥ حدد النوع المبين من بين النوعين HCOO⁻ و HCOOH عند إضافة الحجم $V_B = 12 \text{ mL}$ على جوابك .



يُستعمل حمض البروبانويك كمادة حافظة للأغذية و يحمل المرمز E280، نجده في المشروبات والعلبات والأجبان، كما يستعمل في تحضير بعض العطور و مستحضرات التجميل و بعض الأدوية.

معطيات:

- ـ تمت جميع القياسات عند : 25°C
- ـ ثابتة الحموضة للمزدوجة $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^{-}$ هي : $K_e = 10^{-14}$
- ـ الجداء الأيوني للماء : $\text{K}_w = 10^{-14}$
- ـ نرم لحمض البروبانويك $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} \rightleftharpoons \text{AH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^{-}$ و لقاعدته المترافق A^{-}
- ـ ثابتة الحموضة للمزدوجة $\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^{-}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^{-}$ هي : $K_A = 10^{-4,9}$
- ـ منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة :

الكافش الملون	أزرق البروموتيمول	الهيليانتين	أزرق الشيمول	pH
منطقة الانعطاف	8 - 9,6	6 - 7,6	3,1 - 4,4	

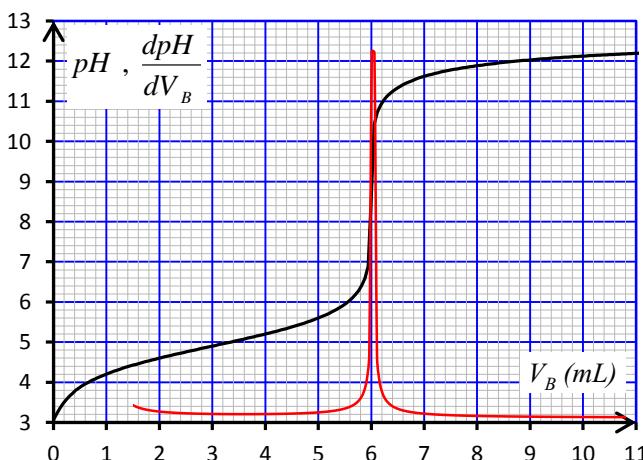
نعاير بقياس pH ، حجما $V_A = 5 \text{ mL}$ من محلول مائي (S_A) لحمض البروبانويك AH تركيزه C_A بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $C_B = 5,10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
 $\frac{dpH}{dV_B} = f(V_B)$ يمثل الشكل أسفه المنحنين ($\text{pH} = f(V_B)$) و لهذه المعايرة.

- ① اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- ② اذكر خاصيتين لهذا التفاعل.

- ③ عين إحداثي نقطه التكافؤ: pH_E و V_{BE} .
- ④ بحساب ثابتة التوازن K المقرنة بتفاعل المعايرة، بين أن هذا التفاعل كلي.

- ⑤ احسب التركيز C_A لحمض البروبانويك.
- ⑥ اختر من بين الكواشف الملونة المقترحة، الكافش الملون الملائم لمعلمة التكافؤ. علل الجواب.

- ⑦ حدد النوع المهيمن AH أو A^- عند إضافة الحجم $V_B = 7 \text{ mL}$.
- ⑧ أوجد، مستعيناً بمنحنى المعايرة، الحجم V_B الذي يجب إضافته للخلط التفاعلي لكي يكون الخارج = $\frac{[AH]}{[A^-]}$



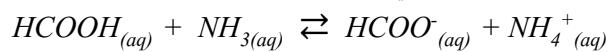
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الأمونياك $\text{NH}_3(aq)$ ثم محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $\text{Na}^+(aq) + \text{HO}^-(aq)$.

معطيات:

- ـ جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة 25°C .
- ـ ثابتة الحموضة للمزدوجة $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ هي : $pK_{A1} = 3,75$
- ـ ثابتة الحموضة للمزدوجة $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ هي : $pK_{A2} = 9,20$

الكافش الملون	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين	أحمر الكربيزول	منطقة الانعطاف
7,2 - 8,8	10 - 8,2	6,0 - 7,6		

(I) تحضير خليطا (S) حجمه V بمنج $n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$ من حمض الميثانويك و $n_2 = n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$ من الأمونياك في الماء المقطر، فيحصل تحول كيميائي تتمدجه بالمعادلة التالية:



أثنى الجدول الوصفي لتطور هذا التفاعل.

أوجد تعبير ثابتة التوازن K للتفاعل بدلالة pK_{A1} و pK_{A2} ثم تحقق أن هذا التفاعل كلي.

٣ بين أن تعبير نسبة التقدم النهائي τ يكتب على شكل: $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$ احسب τ .

٤ علماً أن pH الخليط هو $\text{pH} = 6,48$ ، حدد الأنواع المميزة من NH_4^+ ، NH_3 ، HCOO^- ، HCOOH بين الأنواع التالية:

(II) لتحديد قيمة C_A تركيز حمض الميثانويك HCOOH ، نأخذ $V_A = 10 \text{ mL}$ من هذا الحمض ونعايره بواسطة محلول مائي $C_B = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز S_B . يمثل المنحنى أسفله تغير pH الخليط بدلالة الحجم V_B للمحلول.

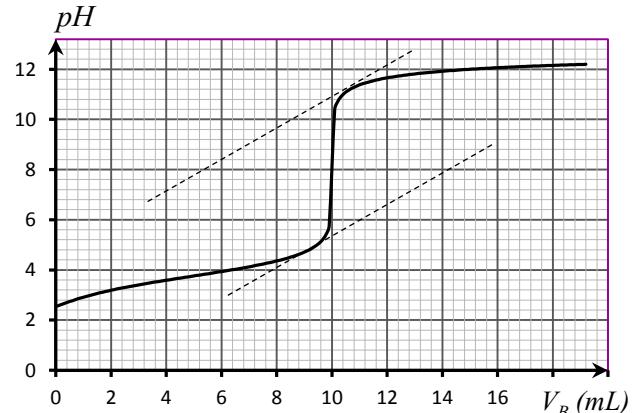
١ اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

٢ حدد، مبيانيا ، pH_E و V_{BE} ، إحداثي نقطة التكافؤ.

٣ استنتج قيمة C_A تركيز حمض الميثانويك .

٤ اختر، معللا جوابك، الكافش الملون المناسب لإنجاز هذه المعايرة في غياب جهاز pH -متر.

٥ أوجد النسبة $\frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$ عند إضافة الحجم $V_B = 8 \text{ mL}$ من محلول S_B .



منحي نطور مجموعة كيميائية

الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

www.bestcours.net

الوحدة 6: التطور التلقائي لمجموعة كيميائية:

حساب قيمة خارج التفاعل Q_r لمجموعة كيميائية في حالة معينة.
تحديد منحي تطور مجموعة كيميائية

Q_r

Q_r

الوحدة 7: التحولات التلقائية في الأعمدة و تحصيل الطاقة:

تمثيل عمود (البيانة الاصطلاحية - البيانات؛ تبیانة التركيب التجربی).
تحديد منحي انتقال حملات الشحنة الكهربائية أثناء اشتغال عمود باعتماد معيار التقدم التلقائي.
تفسير اشتغال عمود بالتوفر على المعلومات التالية: منحي مرور التيار الكهربائي، والقوة الكهرومagnetique، والتفاعلات عند الإلكترودين، وقطبية الإلكترودين، وحركة حملات الشحنة الكهربائية.
كتابة معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة أثناء اشتغال العمود.
إيجاد العلاقة بين كمية المادة لأنواع الكيميائية المكونة أو المستهلكة وشدة التيار ومرة اشتغال العمود.

□

□

□

□

□

الوحدة 8: أمثلة لتحولات قسرية:

معرفة أن التحليل الكهربائي تحول قسري.
تعرف، انطلاقاً من معرفة منحي التيار المفروض، الإلكترود الذي تحدث عنده الأكسدة (الأنود)، وال الإلكترود الذي يحدث عنده الاختزال (الكاثود).
تمثيل تبیانة تركيب تجربی للتحليل الكهربائي.
كتابة معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة.
إيجاد العلاقة بين كمية المادة لأنواع الكيميائية المكونة أو المستهلكة وشدة التيار ومرة التحليل الكهربائي.

□

□

□

□

المجموع	حل مشكل	تطبيق حل تجربی	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	المستويات المهارية المجالات المضامينية	نسبة الأهمية
7 %	2,45 %	5 %	3,5 %	منحي تطور مجموعة كيميائية	

- ◀ التطور التلقائي لمجموعة كيميائية.
- ◀ التحولات التلقائية في الأعمدة و تحصيل الطاقة.
- ◀ أمثلة لتحولات قسرية.

التمرين : type BAC | 20 min | 1°

نجز العمود نحاس / ألومنيوم باستعمال صفيحة من الألومنيوم $Al_{(s)}$ مغمورة في محلول مائي لكالورور الألومنيوم $C=0,1\text{mol.L}^{-1}$ $Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C=0,1\text{mol.L}^{-1}$ $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ من النحاس $Cu_{(s)}$ مغمورة في محلول مائي لكبريتات النحاس $C=0,1\text{mol.L}^{-1}$ $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ نصل محلولين بقنطرة أيونية من ثرات البوتاسيوم.

① حدد، بحساب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية ، منحي التطور التلقائي للمجموعة المكونة للعمود.

② أعط التعبير الاصطلاحي للعمود المدروس .

③ يمر في الدارة تيار كهربائي شدته $I=0,1A$ خلال اشتغال العمود .
أوجد تعبير Δt_{max} المدة الزمنية القصوية لاشتغال العمود بدلالة $[Zn^{2+}]_i$ و V و I . احسب Δt_{max} .

التمرين : type BAC | 20 min | 3°

نجز، عند درجة الحرارة $25^\circ C$ ، العمود نيكل-كادميوم المكون من مقصورتين تربط بينهما قنطرة ملحية. حيث تتكون المقصورة الأولى من صفيحة النيكل مغمورة في محلول مائي لكبريتات النيكل $Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ والمقصورة الثانية من صفيحة الكادميوم $Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ مغمورة في محلول مائي لكبريتات الكادميوم $. Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$

معطيات:

معادلة التفاعل المتوقع حدوثه أثناء اشتغال العمود هي :



ثابتة فرادى : $F=9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$.

المحلولان لهما نفس الحجم: $V=0,2 \text{ L}$

نفس التركيز البدئي: $[Ca^{2+}]_0 = [Ni^{2+}]_0 = 0,1\text{mol.L}^{-1}$. $M_{Cd}=112,4 \text{ g.mol}^{-1}$

تربيط قطي العمود بموصل أومي وجهاز أمبيرمتر فيشير هذا الأخير إلى القيمة $I=0,2 \text{ A}$

① حدد، معلا جوابك، منحي التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية أثناء اشتغال العمود.

② ما هو إلكترود الذي يمثل القطب الموجب للعمود ؟ علل جوابك.

③ ارسم تبیان الترکیب التجاری للعمود المنجز مبينا علما منحي حملة الشحنات الكهربائية في الأسلاك والقنطرة الملحیة.

④ ما هو دور القنطرة الملحیة ؟

⑤ ترك العمود يشتغل مدة $\Delta t=60 \text{ min}$ فتغير كتلة إلكترود الكادميوم بمقدار Δm .

أ- احسب كمية الكهرباء Q التي يمنحها العمود للدارة خلال مدة اشتغاله

ب- أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الذي يحدث عند إلكترود الكادميوم.

ج- أوجد تعبير Δm بدلالة I و Δt و F و M_{Cd} . احسب Δm .

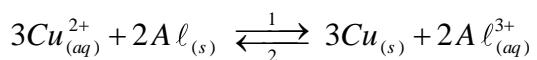
معطيات:

للمحلولين نفس الحجم:

ثابتة فرادى: $F=96500 \text{ C.mol}^{-1}$:

الكتلة المولية للألومنيوم: $M(Al)=27 \text{ g.mol}^{-1}$:

ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة الكيميائية أسفله هي: $K=10^{200}$



① باعتمادك على معيار التطور التلقائي، حدد منحي التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية عند اشتغال العمود.

② حدد، معلا جوابك، قطبية كل إلكترود.

③ تركيب بين مربطي هذا العمود موصلاً أوميا فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته ثابتة $I=40 \text{ mA}$ لمدة زمنية $\Delta t=1 \text{ h } 30 \text{ min}$.

أ- احسب كمية الكهرباء Q الممررة خلال المدة Δt .

ب- بين أن تعبير كتلة الألومنيوم المتفاعله خلال المدة Δt هو :

$$m = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(Al)}{3 \cdot F}$$

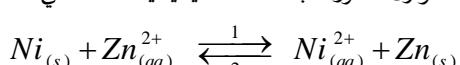
التمرين : type BAC | 20 min | 2°

نجز العمود نيكل/زنك المكون من المزدوجتين $Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}$ و $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$ وذلك بغير إلكترود النيكل في الحجم $V=150 \text{ mL}$ من محلول الكبريتات النيكل $Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ تركيزه البدئي $[Ni^{2+}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و إلكترود الزنك $Zn^{2+}_{(aq)}$ في الحجم $V=150 \text{ mL}$ من محلول الكبريتات الزنك $[Zn^{2+}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. $SO_4^{2-}_{(aq)}$ نصل محلولين مقصورتي العمود بقنطرة أيونية.

معطيات:

ثابتة فرادى: $F=96500 \text{ C.mol}^{-1}$:

ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة الكيميائية أسفله هي: $K=10^{-18}$



التمرين : 4° type BAC | 20 min | 4°

ثابتة فرادى: $\mathcal{F}=96500 \text{ C.mol}^{-1}$

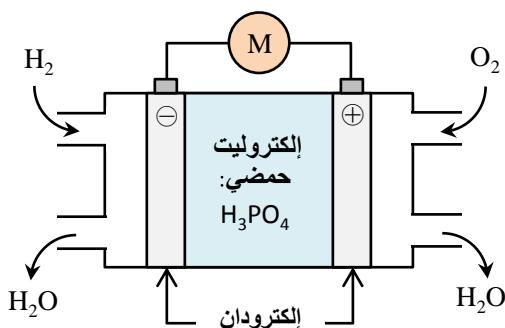
$P.V=n.R.T$

$V_M=24 \text{ L.mol}^{-1}$

ثابتة فرادى:

نعتبر الغازات كاملة حيث:

الحجم المولى



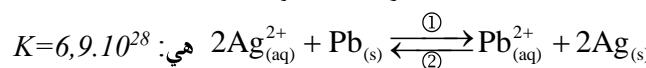
نعتبر العمود رصاص-فضة ذي التبيانة الاصطلاحية $\ominus Pb_{(s)}/Pb^{2+}_{(aq)} // Ag^+_{(aq)}/Ag_{(s)} \oplus$ ، يتطلب إنجازه الأدوات والمواد التالية:

كأس تحتوى على الحجم V_1 من محلول مائى لنترات الرصاص $C_1=1,0.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ تركيزه المولى $Pb^{2+}_{(aq)}+2NO_3^-_{(aq)}$.

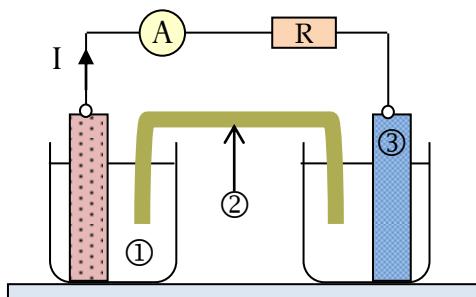
كأس تحتوى على الحجم $V_2=V_1$ من محلول مائى لنترات الفضة $C_2=1,0.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ تركيزه المولى $Ag^+_{(aq)}+NO_3^-_{(aq)}$.

صفيحة من فلز الفضة - صفيحة من فلز الرصاص - قنطرة ملحية - أسلاك الرابط.

عند 25°C ، ثابتة التوازن K المقرونة بالمعادلة الكيميائية



ثابتة فرادى: $\mathcal{F}=96500 \text{ C.mol}^{-1}$



١- أحسب خارج التفاعل Q_r في الحالى البدئية واستنتج منحى التطور التلقائى للمجموعة الكيميائية.

٢- نركب بين إلكترودى العمود موصلًا أوپيا و أمبيرمترًا و نترك المجموعة تشتعل ، يمثل الشكل أعلى تبيانة العمود.

أعط أسماء مكونات العمود الموافقة للأرقام المبينة على التبيانة.

٣- يزود العمود الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I=65 \text{ mA}$ وبعد مدة زمانية Δt من الاشتغال تكون قيمة تقدم التفاعل الحالى هي $\Delta t \cdot x=1,2.10^{-3} \text{ mol}$.

٤- استنتاج كمية الكهرباء Q المرررة خلال المدة Δt .

التمرين : 6° Type BAC | 20 min | 6°

العمود الكهربائي هو جهاز كهروميكاني يحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن تفاعلات أكسدة-اختزال إلى طاقة كهربائية يمنحها للوسط الخارجى ، ويستعمل لتشغيل عدة أجهزة كهربائية وإلكترونية تعمل بالتيار المستمر.

ننجز العمود نحاس-زنك باستعمال المعدات والمحاليل التالية:

كأس زجاجية تحتوى على الحجم $V_1=100 \text{ mL}$ من محلول مائى كبريتات الزنك $(Zn^{2+}_{(aq)}+SO_4^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولى $C_1=0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

كأس زجاجية تحتوى على الحجم $V_2=100 \text{ mL}$ من محلول مائى لكبريتات النحاس $(Cu^{2+}_{(aq)}+SO_4^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولى $C_2=0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

صفيحة من النحاس $Cu_{(s)}$ وأخرى من الزنك $Zn_{(s)}$ - أسلاك.

نربط نصفي العمود بقنطرة أيونية لنترات البوتاسيوم $K^+_{(aq)}+NO_3^-_{(aq)}$.

معلمات:

ثابتة فرادى: $\mathcal{F}=96500 \text{ C.mol}^{-1}$

الكتلة المولية للنحاس: $M(Cu)=63 \text{ g.mol}^{-1}$

التمرين : 5° concours | 20 min | 5°

يعتبر العمود ذي محروق (pile à combustible) من بين البديلات الطاقية المستقبلية لكونه يمكن من الحصول على طاقة كهربائية «نظيفه» انطلاقاً من ثانى الهيدروجين $H_2(g)$ و ثانى الأوكسجين $O_2(g)$ المتواجدان بوفرة في الهواء. فقد عرفت السنوات الأخيرة تقدماً كبيراً في تطوير هذا النوع من الأعمدة الكهربائية نظراً لكثره استعمالاتها.

معلمات:

- المذووجتان مختزل / مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما:



التمرين : ٨° | 30 min | type BAC

دراسة مبسطة للعمود الألومينيوم - زنك

تعتبر الأعمدة الكيميائية أحد تطبيقات تفاعلات الأكسدة-اختزال. أثناء استغالتها، يتحول جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن هذه التفاعلات إلى طاقة كهربائية.

ننجز العمود الألومينيوم-زنك بغمر صفيحة من الألومينيوم في كأس تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكلورور الألومينيوم $\text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3\text{Cl}^{-}_{(aq)}$ تركيزه المولي البديئي $C_1 = [\text{Al}^{3+}_{(aq)}]_i = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و صفيحة من الزنك في كأس آخر تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات الزنك $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$ تركيزه المولي البديئي $C_2 = [\text{Zn}^{2+}_{(aq)}]_i = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. $(\text{K}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)})$ نوصل محلولين بقنطرة ملحية (D) وأمبيرمترا و قاطعا

للتيار K .

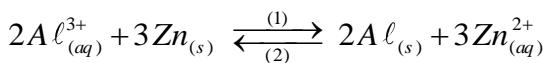
www.bestcours.net

• معطيات:

الكتلة المولية للألومينيوم $M(\text{Al}) = 27 \text{ g.mol}^{-1}$

ثابتة فرادى $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

عند 25°C . ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل:



هي $K = 10^{-90}$

نغلق قاطع التيار K عند اللحظة $t = 0$ ، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته $I = 10 \text{ mA}$.

١ احسب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية، ثم استنتج مني التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.

٢ حدد ، معللا جوابك، الإلكترود الذي يمثل القطب السالب للعمود.

٣ ارسم تبانية العمود محددا ما يلي: مختلف أجزاء العمود - مني حملة الشحنات الكهربائية أثناء اشتغال العمود .

٤ ما دور القنطرة الملحية أثناء اشتغال العمود ؟

٥ نغلق قاطع التيار و نترك العمود يستغل حتى يستهلك كلبا.

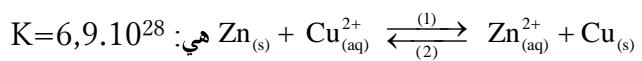
٦) أوجد تعبير عمر العمود Δt_{max} بدلالة I و F و V و C_2 . احسب Δt_{max}

(ب) استنتاج كمية الكهرباء القصوى Q_{max}

(ج) أوجد Δm تغير كتلة الألومينيوم خلال المدة Δt_{max}

(د) احسب $[Al^{3+}]_f$ التركيز المهائي لأيونات الألومينيوم.

عند 25°C ، ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة الكيميائية



١ حدد، معللا جوابك، مني التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.

٢ استنتاج معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار إلكترود النحاس. ما نوع هذا التفاعل (أكسدة أم اختزال) ؟

٣ ارسم تبانية العمود مبينا عليها: قطبية العمود - مني التيار الكهربائي

- مني انتقال حملات الشحنة الكهربائية داخل و خارج العمود - أسماء مختلف أجزاء العود.

٤ ما هو دور القنطرة الأيونية أثناء اشتغال العمود ؟

٥ خلال اشتغال، العمود يمر في الدارة الخارجية تيار كهربائي شدته $I = 70 \text{ mA}$. ثابتة Δt_{max}

أ- أوجد تعبير Δt_{max} المدة القصوى لاشتغال العمود بدلالة Δt_{max} و C_2 و F و I . احسب

ب- استنتاج كمية الكهرباء القصوى Q_{max} المنوحة من طرف العمود خلال اشتغاله.

ج- احسب قيمة Δm_{Cu} تغير كتلة النحاس خلال المدة Δt_{max}

التمرين : ٧° | 20 min | Type BAC

يتكون العمود ذي محروق من مقصورتين يفصل بينهما إلكتروليت حمضي يلعب دور القنطرة الأيونية والإلكترودين A و B. عند اشتغال العمود يتم تزويده بالميثانول السائل CH_3OH و غاز ثاني الأوكسجين $\text{O}_2(g)$.

• معطيات:

ثابتة فرادى: $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

الكتلة المولية للميثانول: $M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$

الكتلة الحجمية للميثانول: $\rho = 0,79 \text{ g.cm}^{-3}$

المزدوجتان مختزل/مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما:

$\text{O}_2(g) / \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ و $\text{CO}_2(g) / \text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$

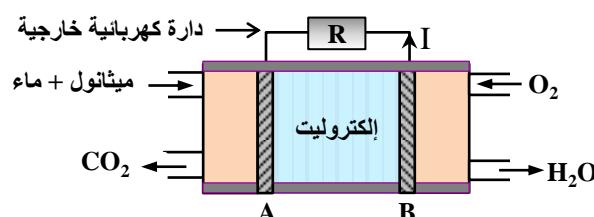
١ خلال اشتغال العمود، يحدث عند أحد الإلكترودين تحول ننمذجه بالمعادلة الكيميائية: $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + a.\text{H}^+ + b.e^-$. حدد العددان a و b.

٢ عين معللا جوابك . الإلكترود الذي يحدث عنده هذا التفاعل .

٣ أكتب المعادلة المنمذجة للتحول الحاصل عند الإلكترود الآخر، واعط اسمي الإلكترودين A و B .

٤ يزود العمود الدارة الخارجية بتيار كهربائي شدته $I = 45 \text{ mA}$ خلال مدة $\Delta t = 1\text{h } 30 \text{ min}$. احسب الحجم V للميثانول المستهلك خلال المدة Δt

أوجد الحجم V للميثانول المستهلك خلال المدة Δt



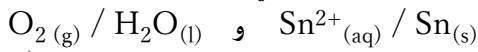
Type BAC | 20 min | 11° التمرين :

تغطية قطعة من الفولاذ بطبقة من القصدير بواسطة التحليل الكهربائي

نغمي القطعة الفولاذية كلياً في محلول كبريتات القصدير $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{SnO}_4^{2-}$ ثم نجز التحليل الكهربائي لهذا محلول بين إلكترود مكون من الصفيحة الفولاذية وإلكترود من الغرافيت.

المعطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في هذا التحليل هما:



- الكتلة المولية للقصدير: $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g.mol}^{-1}$

- الفرادي: $1\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

1 هل التحليل الكهربائي تحول تلقائي أم تحول قسري؟

2 هل يجب أن تكون الصفيحة الفولاذية هي الأنود أم الكاثود؟

3 يلاحظ انتشار غاز ثانوي الأوكسجين بجوار إلكترود الغرافيت.

كتب معادلة تفاعل التحليل الكهربائي.

4 يستغرق التحليل الكهربائي مدة $\Delta t = 10 \text{ min}$ بتيار كهربائي شدته $I = 5 \text{ A}$ ثابتة.

أ- أحسب كمية الكهرباء Q المرمرة خلال هذه المدة.

ب- أنشئ الجدول الوصفي لتفاعل الحاصل عند القطعة الفولاذية.

ج- حدد كتلة القصدير التي توضعت على القطعة الفولاذية.

Type BAC | 20 min | 12° التمرين :

يعتبر التحليل الكهربائي من التقنيات الأساسية المعتمدة في العمل المخبري والصناعي، حيث يمكن من تحضير بعض الفلزات ومركبات كيميائية أخرى تستعمل في الحياة اليومية.

لتحضير ثانوي البروم Br_2 و فلز النحاس $\text{Cu}_{(\text{s})}$ نجز التحليل الكهربائي لمحلول برومور النحاس II $(\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{Br}_{(\text{aq})})$ باستخدام إلكترودين E_1 و E_2 من الغرافيت، فيتكون ثانوي البروم على مستوى E_1 ويتوسط فلز النحاس على مستوى E_2 .

المعطيات:

- الكتلة المولية للنحاس: $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$

- الفرادي: $1\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

1 حدد المزدوجتين مختزل/مؤكسد المتدخلتين في هذا التحليل الكهربائي.

2 مثل تبانية التركيب التجاري لهذا التحليل الكهربائي محدداً الكاثود والأنود.

3 اكتب نصف معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود.

4 استنتج المعادلة الكيميائية الحصيلة الممنذجة للتحول الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي.

5 يزود مولد كهربائي الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 0,5 \text{ A}$ خلال المدة $\Delta t = 2 \text{ h}$.

حدد الكتلة m للنحاس الناتج خلال مدة اشتغال محلل الكهربائي.

Type BAC | 20 min | 9° التمرين :

يتم تحضير بعض الفلزات بالتحليل الكهربائي للمحاليل المائية التي تحتوي على كاتيونات هذه الفلزات.

إن أكثر من 50% من الإنتاج العالمي للزنك يتم الحصول عليه بالتحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك المحمض بحمض الكبريتيك.

المعطيات:

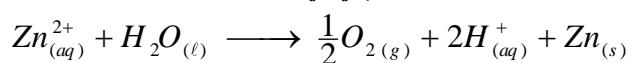
- ثابتة فرادي: $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

- الحجم المولى في ظروف التجربة: $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$

- الكتلة المولية للزنك: $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$

ت تكون خلية محلل الكهربائي من إلكترودين و محلول كبريتات الزنك المحمض. يطبق مولد كهربائي، بين الإلكترودين توترة مستمراً يمكن من الحصول على تيار شدته $I = 8,0 \cdot 10^4 \text{ A}$.

معادلة تفاعل التحليل الكهربائي هي:



1 اكتب نصف المعادلة الإلكترونية المواتقة لتكوين الزنك و نصف المعادلة الإلكترونية المواتقة لتكوين ثانوي الأوكسجين.

2 عين، معللاً جوابك، قطب المولد المرتبط بالإلكترود الذي ينتشر بجواره غاز ثانوي الأوكسجين.

3 عند اللحظة $t_0 = 0$ ينطلق التحليل الكهربائي فيستغرق مدة $\Delta t = t - t_0$. نسمى X تقدم التفاعل عند اللحظة t .

$$\text{I} = \frac{2 \cdot F \cdot x}{\Delta t}$$

4 احسب كتلة الزنك المتكون خلال المدة $\Delta t = 12,0 \text{ h}$.

Type BAC | 20 min | 10° التمرين :

نجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لنترات الرصاص $\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{NO}_3^-$. وضع هذا محلول في محلل كهربائي ونمرر تياراً كهربائياً مستمراً شدته $I = 0,7 \text{ A}$ بين الإلكترودين (A) و (B) للمحلول خلال مدة زمنية $\Delta t = 60 \text{ min}$.

نلاحظ خلال هذا التحليل الكهربائي، توضع فلز الرصاص على الإلكترون (A) وتكون غاز ثانوي الأوكسجين بجوار الإلكترون (B).

المعطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل: Pb^{2+}/Pb و $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$

- ثابتة فرادي: $1\mathcal{F} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

- الحجم المولى في ظروف التجربة: $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

أجب عن الأسئلة التالية و انقل الجواب الصحيح:

1 التحليل الكهربائي المدروس هو تحول:

فيزيائي	قسري	تلقيائي	حضر-قاعدة
---------	------	---------	-----------

2 حدد، من بين الإلكترودين (A) و (B)، الكاثود والأنود. على

3 اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترون (B).

4 الحجم $V(\text{O}_2)$ لغاز ثانوي الأوكسجين الناتج خلال المدة Δt هو:

$$V \approx 0,64 \text{ L} \quad V \approx 0,64 \text{ mL} \quad V \approx 0,16 \text{ L} \quad V \approx 0,16 \text{ mL}$$

Type BAC | 20 min | 14° التمرين : ١

نجز التحليل الكهربائي لكلورور المغنيزيوم $Mg^{2+} + 2Cl^- \rightarrow MgCl_2$ عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة تيار كهربائي شدته ثابتة $I=6A$ خلال المدة $\Delta t=10h$. أثناء هذا التحليل يتوضع فلز المغنيزيوم على أحد الإلكترودين ويتضاعف غاز ثاني الكلور بجوار الإلكترود الآخر.

المعطيات :

- المذوجتان المتدخلتان في التفاعل: Mg^{2+}/Mg و Cl_2/Cl^-
- ثابتة فرادي: $F=96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- الحجم المولى للغاز في ظروف التجربة: $V_m=68,6 \text{ L.mol}^{-1}$
- الكتلة المولية للمغنيزيوم: $M=24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

- ① أعط اسم الإلكترود (أئنود أم كاثود) الذي يتوضع عليه فلز المغنيزيوم.
- ② اكتب معادلة التفاعل عند كل الإلكترود واستنتج المعادلة الحصيلة.
- ③ حدد الكتلة m للمغنيزيوم المتوضع خلال المدة Δt .
- ④ احسب الحجم V لغاز ثاني الكلور المتكون في ظروف التجربة خلال المدة Δt .

Type BAC | 20 min | 15° التمرين : ٢

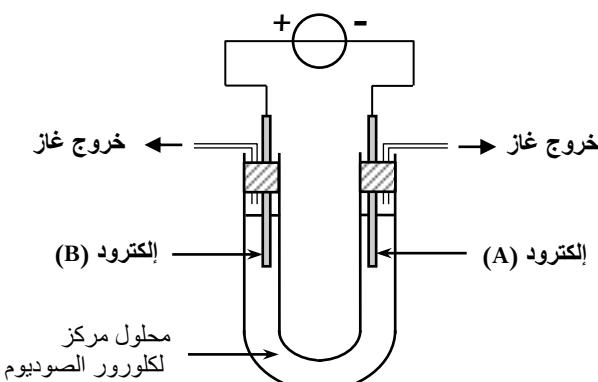
يمكن التحليل الكهربائي من الحصول على غازات ذات نقاوة عالية. نجز التحليل الكهربائي لمحالول مركز لـ كلورور الصوديوم $Na^+ + Cl_{(aq)}^- \rightarrow Cl_2 + Na^+$ ، فيتكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثاني الكلور وعلى مستوى الإلكترود الآخر غاز ثاني الهيدروجين : كما يصير الوسط التفاعلي قاعدياً خلال التحول الكيميائي.

المعطيات :

- المذوجتان المتدخلتان في التفاعل: H_2O/H_2 و Cl_2/Cl^-
- ثابتة فرادي: $F=9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
- الحجم المولى في ظروف التجربة: $V_m=25,0 \text{ L.mol}^{-1}$

يمثل الشكل أسفه تبيانة التركيب التجاري المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.

- ① حدد، معللاً جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود.
- ② اكتب معادلة التفاعل عند كل الإلكترود و المعادلة الحصيلة.
- ③ يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I=3 \text{ A}$ خلال مدة $\Delta t=25 \text{ min}$.
- أحسب $V(Cl_2)$ حجم غاز ثاني الكلور المتكون خلال المدة Δt .



Type BAC | 30 min | 13° التمرين : ٣

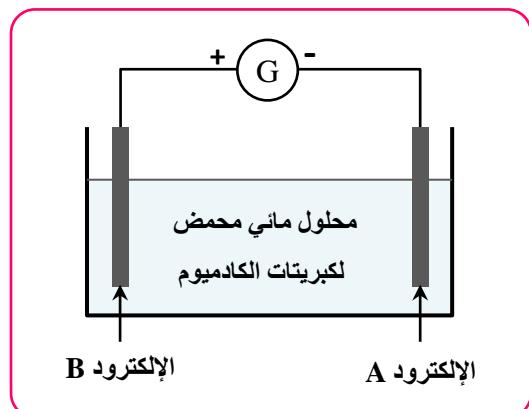
الانتاج الصناعي لفلز الكادميوم $Cd_{(s)}$

يحضر فلز الكادميوم صناعياً بواسطة التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الكادميوم $Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} \rightarrow CdSO_4$ و حمض الكبريتيك المرك.

ينجز التحليل الكهربائي تحت توتر $3,1V$ و بواسطة مولد G يعطي تياراً كهربائياً شدته ثابتة $I = 25,0 \text{ kA}$.

معطيات :

- الكتلة المولية لـ الكادميوم: $M(Cd) = 112,4 \text{ g.mol}^{-1}$
- ثابتة فرادي: $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
- الحجم المولى: $V_m = 25,2 \text{ L.mol}^{-1}$
- المذوجتان المتدخلتان في هذا التفاعل هما: $O_2(g) / H_2O(l)$ و $Cd^{2+}_{(aq)} / Cd_{(s)}$



- ١- أعط تعريف التحليل الكهربائي
- ٢- حدد، معللاً جوابك، الكاثود والأئنود من بين الإلكترودين A و B.
- ٣- ما هو الإلكترود الذي يتوضع عليه فلز الكادميوم؟
- ٤- اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل الإلكترود و المعادلة الحصيلة.
- ٥- يستغرق التحليل الكهربائي مدة $\Delta t = 12,0 \text{ h}$.
- أ- احسب كمية الكهرباء Q الممررة خلال مدة التحليل.
- ب- أوجد كتلة الكادميوم $m(Cd)$ المتكونة خلال المدة Δt .
- ج- احسب $V(O_2)$ حجم غاز ثاني الأوكسجين الناتج.

كيفية التحكم في تطور المجموعات الكيميائية

الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

الوحدة 9: تفاعلات الأسترة والحلمة:

- معرفة المجموعات المميزة: COO^- و CO_2R و OH^- و $\text{CO}-\text{O}-\text{CO}$ في نوع كيميائي.
- كتابة معادلات تفاعلات الأسترة والحلمة.
- إيجاد صيغتي الحمض الكربوكسيلي والكحول الموقفتين انطلاقاً من الصيغة نصف المنشورة للإستر.
- تسمية الإسترات المتضمنة لخمس ذرات كربون على الأكثر.
- معرفة مميزي كل من تفاعل الأسترة وتفاعل الحلمة (محدود وبطيء جداً).
- معرفة أن الحفاز يزيد في سرعة التفاعل دون أن يغير حالة توازن المجموعة.
- معرفة أن وجود أحد المتفاعلات بوفرة أو إزالة أحد النواتج، يزيح حالة توازن المجموعة في المنحى المباشر.
- تحديد تركيب الخليط عند لحظة معينة

www.bestcours.net

الوحدة 10: التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل:

- تعديل اختيار المعدات التجريبية واستخدامها في المختبر: التسخين بالارتداد، والتقطير المجزأ، والتببور، والترشيح تحت الفراغ.
- تعرف قواعد السلامة.
- اقتراح بروتوكول تجاري وتعديل مراحله.
- كتابة معادلة تفاعل أندريد حمض مع كحول، ومعادلة الحلمة القاعدية لإستر.
- معرفة مميزي تفاعل أندريد حمض مع كحول (تفاعل سريع وكلي).
- حساب مردود تحول كيميائي.
- تعرف الجزء الهيدروفيلي والجزء الهيدروفيلي لأيون كربوكسيلات ذي سلسلة طويلة.
- معرفة الدور التسريعي والانتقائي للحفاز.

جدول التخصيص و نسبة الأهمية

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

تفاعلات الأسترة و الحلماة.

التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل.

التمرين : type BAC | 20 min | 3°

زيت الياسمين (إيثانوات البنزيل) إستر يستعمل في صناعة العطور، ويمكن تحضيره في المختبر انطلاقاً من التفاعل بين حمض الإيثانويك $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{OH}$ والكحول البنزيلي CH_3-COOH .
 تحضر خليطاً يتكون من $m_{\text{ac}}=6,00 \text{ g}$ من حمض الإيثانويك و $m_{\text{al}}=10,8 \text{ g}$ من الكحول البنزيلي.
 في ظروف تجريبية معينة، نسخن الخليط بالارتداد بعد إضافة قطرات من حمض الكربونيك المركز وبعض حمض الخفاف. نحصل عند نهاية التفاعل على كتلة $m=9,75 \text{ g}$ من إيثانوات البنزيل.

معطيات :

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

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

التمرين : type BAC | 20 min | 4°

لتحضير إستر (E) (إيثانوات الليناليل)، نسخن بالارتداد خليطاً متساوياً المولات مكوناً من حمض الإيثانويك CH_3COOH و اللينالول (كحول) ROH بوجود حفاز ملائم.

معطيات :

الكتلة المولية (g.mol ⁻¹)	المركب العضوي
154	الكحول ROH
196	إيثانوات الليناليل (E)

التمرين : type BAC | 15 min | 1°

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

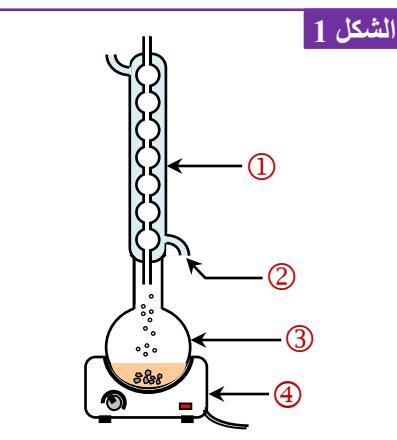
- ١ علل اختيار التسخين بالارتداد.
- ٢ اذكر مميزتين لتفاعل الحاصل.
- ٣ اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي E واعط اسمه.
- ٤ أنثئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
- ٥ احسب المردود r لهذا التفاعل.

التمرين : type BAC | 20 min | 2°

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

- ١ ما دور حمض الكربونيك ؟
- ٢ ما اسم هذا التفاعل ؟ اذكر مميزاته.
- ٣ اعط اسم التركيب الممثل في الشكل 1، وأسماء العناصر المشار إليها.
- ٤ اكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل المدروس باستعمال الصيغة نصف المنشورة.
- ٥ احسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل.
- ٦ اذكر طريقة تمكن من الرفع من سرعة التفاعل دون التأثير على تركيب المجموعة في الحالة النهائية.

الشكل 1



١ أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض الإيثانويك والكحول.

٢ اذكر مميزتين لهذا التفاعل.

٣ نمزح الحجم $V_{ac}=28,6 \text{ mL}$ من حمض الإيثانويك الحالص مع الكمية $n_{al}=0,50 \text{ mol}$ من الكحول $C_5H_{11}OH$ و نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد لمدة أربع ساعات تقريبا.

عند التوازن، وبعد القيام بالعمليات المخبرية الازمة، نحصل على الكتلة $m_p=43,40 \text{ g}$ من الفيرومون (P).

أ- ما الفائدة من التسخين بالارتداد و من إضافة حمض الكبريتيك؟

ب- حدد، مستعينا بالجدول الوصفي، كمية المادة لكل مكون من مكونات الخليط التفاعلي عند التوازن.

ج- أحسب α مردود التفاعل لتصنيع الفيرومون (P).

د- أوجد قيمة K ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل.

التمرين : type BAC | 20 min | 7°

تحتوي العديد من الفواكه على إسترات ذات نكهة متميزة، فمثلاً نكهة الأناناس تعزى إلى بوتانوات الإيثيل وهو عبارة عن إستر E. لتلبية متطلبات الصناعة الغذائية من هذا الإستر E، يستعمل إستر مصنوع مماثل للإستر الطبيعي. يصنع هذا الإستر بسهولة وبتكلفة أقل.

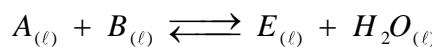
● **معطيات:** الكتلة المولية الذرية.

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

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

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

١ نحصل على بوتانوات الإيثيل بواسطة تفاعل حمض كربوكسيلي A مع كحول B بوجود حمض الكبريتيك حسب المعادلة الكيميائية التالية:



أ- ما اسم هذا التفاعل؟ اذكر مميزاته.

ب- اكتب معادلة هذا التفاعل باستعمال الصيغة نصف المنشورة.

ج- اعط اسم كل من الحمض الكربوكسيلي A والكحول B.

٢ نسخن بالارتداد، عند درجة حرارة ثابتة، خليطاً متساوياً المولات يحتوي على $n_0=0,3 \text{ mol}$ من الحمض A و $n_0=0,3 \text{ mol}$ من الكحول B بوجود حمض الكبريتيك. عند التوازن الكيميائي نحصل على كتلة $m=23,2 \text{ g}$ من بوتانوات الإيثيل.

أ- أنشئ الجدول الوصفي لتقدير التفاعل ثم أوجد قيمة القدم المائي X_F .

ب- حدد قيمة α مردود هذا التفاعل.

٣ احسب خارج التفاعل في الحالة المائية $Q_{r,f}$.

٤ إذا علمت أن قيمة ثابتة التوازن الموقعة لتفاعل المدروس هي $K=4,0$ ، هل هذه الحالة المائية حالة توازن؟

٥ للرفع من مردود تفاعل تصنيع بوتانوات الإيثيل، نعرض الحمض A بأحد مشتقاته. اكتب معادلة تفاعل هذا المتفاعلات مع الكحول B مع إعطاء أسماء جميع المتفاعلات والنواتج.

ما فائدة التسخين بالارتداد؟

٢ اكتب المعادلة الكيميائية المنفذة للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك والكحول ROH.

٣ تم انجاز التفاعل انطلاقاً من الكتلة $m=38,5 \text{ g}$ للكحول ROH ف تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة $m_E=2 \text{ g}$ للإستر (E).

أ- أوجد المردود α لهذا التفاعل.

ب- اقترح طريقتين مختلفتين تمكنان من الرفع من مردود هذا التفاعل.

التمرين : type BAC | 20 min | 5°

يتميز بتنزوات الإيثيل $C_6H_5COOC_2H_5$ بنكهة فاكهة الكرز، لذا يستعمل في الصناعة الغذائية لإضفاء هذه النكهة على المواد الغذائية المصنعة.

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

● **معطيات:**

الكتلة المولية لحمض البنزويك: $M(ac)=122 \text{ g.mol}^{-1}$

الكتلة المولية للإيثانول: $M(al)=46 \text{ g.mol}^{-1}$

الكتلة الحجمية للإيثanol الحالص: $\rho_{al}=0,78 \text{ g.mL}^{-1}$

الكتلة المولية لبتنزوات الإيثيل: $M(E)=150 \text{ g.mol}^{-1}$

ما دور الحفاز في هذا التفاعل؟

٢ أكتب المعادلة الكيميائية المنفذة للتحول الحاصل بين حمض البنزويك والإيثanol مستعملاً الصيغة نصف المنشورة.

٣ تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة $m_E=2,25 \text{ g}$ من بتنزوات الإيثيل. حدد قيمة α مردود التفاعل.

٤ للرفع من مردود تفاعل تصنيع بتنزوات الإيثيل، نعرض حمض البنزويك بمتفاعلات آخر. أعط اسم هذا المتفاعلات و اكتب صيغته نصف المنشورة.

www.bestcours.net

التمرين : type BAC | 20 min | 6°

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

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

● **معطيات:**

الكتلة المولية لحمض الإيثانويك: $M(ac)=60 \text{ g.mol}^{-1}$

الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك: $\rho=1,05 \text{ g.mL}^{-1}$

الكتلة المولية للفيرومون (P): $M(P)=130 \text{ g.mol}^{-1}$

الأسيبرين أو حمض الأستيلساليسيليك (acide acétylsalicylique) من الأدوية الأكثر استعمالاً في العالم ، فهو دواء مسكن للألم و مقاوم للحمى ...
- نقترح من خلال هذا الترين دراسة طريقة تحضير الأسيبرين -

معطيات :

- يعطي الجدول التالي الأجسام المتفاعلة والنواتج وبعض القيم المميزة لها:

الإسم	حمض السليسليك	حمض الأستيلساليسيليك	حمض الإيثانويك	أندريد الإيثانويك
الصيغة العامة	$C_7H_6O_3$	$C_9H_8O_4$	$C_2H_4O_2$	$C_4H_6O_3$
الصيغة نصف المشورة			CH_3-COOH	
(g.mol⁻¹)	138	180	60	102
(g.mL⁻¹)				1,08

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

لتحضير الأسيبرين أو حمض الأستيلساليسيليك، قامت مجموعة من التلاميذ بإنجاز تجربتين مختلفتين:

① **التجربة الأولى:** تم تحضير الأسيبرين بتفاعل حمض الإيثانويك مع المجموعة المميزة هيدروكسيل لحمض السليسليك.

أنجزت المجموعة الأولى التسخين بالارتفاع لخلط حجمه V ثابت ، ويكون من كمية المادة $n_1 = 0,2\text{mol}$ لحمض الإيثانويك وكمية المادة $n_2 = 0,2\text{mol}$ من حمض السليسليك، بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

① أعط اسم المجموعات المميزة (1) و (2) و (3) المحاطة بخط متقطع مغلق في جزيئي حمض السليسليك و حمض الأستيلساليسيليك.

② أكتب المعادلة الكيميائية المنذجة لهذا التفاعل مستعملاً الصيغ نصف المشورة و أعط اسمه.

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

④ حدد المردود r_1 .

② **التجربة الثانية:** لتحضير الكتلة $m_1 = 13,8\text{ g}$ من حمض $m_{asp} = 15,3\text{ g}$ من الأسيبرين، أنجزت المجموعة الثانية خليطاً مكوناً من الكتلة $V = 19,0\text{ mL}$ من حمض السليسليك والحجم.

① أكتب المعادلة الكيميائية المنذجة لتفاعل حمض السليسليك مع أندريد الإيثانويك. اذكر مميزتين لهذا التفاعل.

④ أوجد المردود r_2 لهذا التحول باعتماد الجدول الوصفي.

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

Applic | 20 min | 9°

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

معطيات :

① اكتب معادلة التفاعلين باستعمال الصيغ نصف المشورة.

② أعطاء اسم E ؟

③ ما الفرق بين هاذين التحولين ؟

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

أ- أحسب حجم الكحول المستعمل.

ب- أحسب r مردود التفاعل علماً أن حجم الإستر الناتج هو $V_E = 9,9\text{ mL}$.

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

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

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

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

بعض التحولات الكيميائية تكون كلية و بعضها يكون غير كلي؛ يستعمل الكيميائي عدة طرق لتبين، كميا، التحولات الكيميائية خلال الزمن و التحكم فيها للرفع من مردودها أو تخفيف سرعتها للحد من تأثيرها، و يستعمل أحياناً متفاعلات بديلة للتوصيل بفاعلية إلى النواتج نفسها.

• معطيات:

- يعطى الجدول التالي الأجسام المتفاعلة وبعض القيم المميزة لها:

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

نمزج في حوجلة حجما $V=11 \text{ mL}$ من الحمض (A) و $n_B=0,12 \text{ mol}$ من الكحول (B). نضيف إلى الخليط بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز و بعض حصيات الكدان؛ بعد التسخين، يتكون مركب عضوي (E) كتلته المولية $M(E)=158 \text{ g.mol}^{-1}$.

يعطي المبيان (t) تطور التقدم $x=f(t)$ للتفاعل بدلالة الزمن t (شكل 1) ويمثل المستقيم (Δ) المماس للمنحنى عند اللحظة $t=30 \text{ min}$.

١- باستعمال الصيغة نصف المنشورة، اكتب معادلة تصنيع المركب (E) انطلاقاً من الحمض (A) والكحول (B) و أعط اسم المركب (E).

٢- ذكر مميزتين لهذا التفاعل.

٣- ما هو دور حمض الكبريتيك المركز المضاف ؟

٤- احسب كمية المادة البديلة للحمض (A).

٥- حدد، مبيانيا، التقدم x_{eq} للتفاعل عند التوازن و زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

٦- احسب بالوحدة $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ قيمة السرعة الحجمية v للتفاعل عند اللحظة $t=30 \text{ min}$.

٧- أوجد قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل.

٨- نمزج، في نفس الظروف التجريبية السابقة، 0,12 mol من الحمض (A) و 0,24 mol من الكحول (B).

أ- تحقق أن القيمة الجديدة لتقدير التفاعل عند التوازن هي $x_{eq}=0,10 \text{ mol}$.

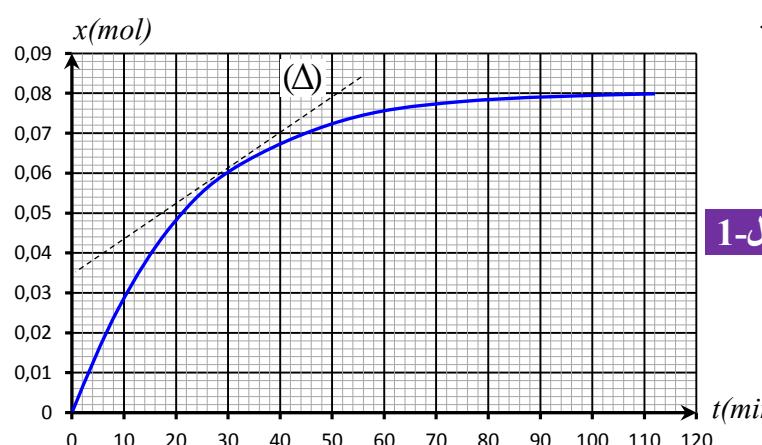
ب- احسب r مردود هذا التفاعل.

٩- يمكن كذلك تحسين مردود التفاعل السابق بتعويض الحمض (A) بأندرید الحمض (AN).

نمزج الحجم $V_B=13 \text{ mL}$ من الكحول (B) و حجما $V_{AN}=14,1 \text{ mL}$ من أندرید البوتانويك، فنحصل على كتلة (E) من المركب (E).

أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل في هذه الحالة، باستعمال الصيغة نصف المنشورة.

ب- احسب الكتلة (E).



شكل 1

يحضر الصابون في المختبر باتباع البروتوكول التجريبي التالي:

١ المرحلة الأولى:

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

- أ-** احسب التركيز المولى C لهذا محلول.
- ب-** هل هذا محلول حمضي أم قاعدي؟ علل جوابك.

٢ المرحلة الثانية:

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

من زيت الزيتون (الزيتين) ثم نضيف قليلاً من حصى الخفاف.

نعتبر أن هذا الزيت (الزيتين) يتكون فقط من ثلاثي غليسيريد، والذي ينتج عن تفاعل الغليسيرول وحمض الزيت.



- أ-** اذكر اسم التركيب التجريبي الذي يجب استعماله لهذا الغرض.
- ب-** ما الغاية من إضافة الإيثانول لخلط التفاعل؟
- ج-** ما دور حصى الخفاف؟
- د-** اكتب معادلة تفاعل الغليسيرول وحمض الزيت وعين الصيغة نصف المنشورة للزيتين.
- ه-** اكتب معادلة تفاعل التصبن وعين الصيغة الكيميائية للصابون محدداً الجزء الهيدروفيلي للصابون.

٣ المرحلة الثالثة:

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

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

- أ-** لماذا يتم صب الخليط التفاعلي في محلول مشبع للكلورور الصوديوم؟
- ب-** نفترض أن زيت الزيتون مكون فقط من الزيتين، بين أن مردود تفاعل التصبن يكتب على الشكل: $r = \frac{m'}{3m} \cdot \frac{M(O\ell)}{M(Sav)}$

أحسب قيمته.

معطيات:

- الكتلة المولى للصابون: $M(\text{Sav}) = 304 \text{ g.mol}^{-1}$
- الكتلة المولى للزيتين: $M(O\ell) = 884 \text{ g.mol}^{-1}$
- الجدا الأيوني للماء عند 25°C : $K_e = 10^{-14}$
- الكتلة المولى لهيدروكسيد الصوديوم: $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$

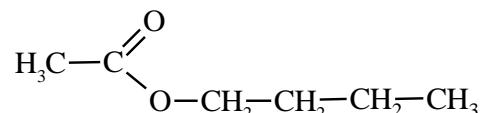
تعزى النكهة الموجودة في بعض الفواكه إلى وجود أنواع كيميائية عضوية تتنمي لمجموعة الإسترات. ويمكن تصنيع هذه الإسترات في المختبر عن طريق التفاعل بين حمض كربوكسيلي وکحول.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تصنيع إستر (E) (إيثانوات البوتيل) ثم تغيير بعض الشروط للحصول على أفضل مردود.

www.bestcours.net

معطيات:

- الصيغة نصف منشورة للإستر (E):



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

نحصل على الإستر (E) انطلاقاً من حمض كربوكسيلي (A) وکحول (B).

١ أعط اسم الإستر (E).

٢ اكتب معادلة التفاعل باستعمال الصيغة نصف المنشورة.

٣ أذكر مميزتين لهذا التفاعل.

٤ نجز هذا التصنيع باستعمال تركيب التسخين بالارتداد، حيث ندخل في وحلة كمية المادة $n_0 = 0,45 \text{ mol}$ من الحمض (A) و كمية المادة $n_0 = 0,45 \text{ mol}$ من الکحول (B) و قطرات من حمض الكبريتيك المركزو بعض حصى الخفاف.

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

٥ ما الفائدة من استعمال التسخين بالارتداد ومن إضافة حمض الكبريتيك لخلط التفاعلي.

٦ أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل الحاصل.

٧ أوجد تعبير ثابتة التوازن K المقونة بمعادلة التفاعل بدالة $K = \frac{n_0}{X_{\text{E}}}$ ، ثم تحقق أن $4 = K$.

٨ احسب قيمة I مردود هذا التصنيع.

٩ لتحسين مردود التصنيع، قدم التلاميذاقتراحات التالية:

- إزالة الماء المتكون.

- الرفع من درجة حرارة الوسط التفاعلي.

- استعمال كمية وافرة من حمض الكبريتيك المركز.

- إضافة كمية من الکحول.

- إزالة الإستر.

١٠ تعويض الحمض الكربوكسيلي (A) بأندرید الحمض (AN). حدد، معللاً جوابك، كل اقتراح صحيح.

١١ باستعمال الصيغة نصف المنشورة، اكتب معادلة التفاعل في حالة استعمال أندرید الحمض عوض الحمض الكربوكسيلي.

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