

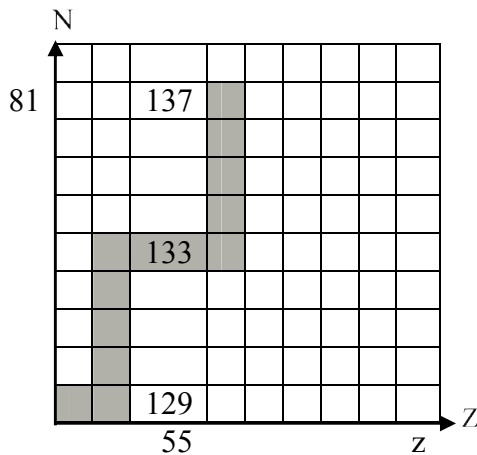
## اختبار الفصل الثاني في مادة العلوم الفيزيائية

## التمرين الأول : (07 نقاط)

بغرض تشغيل مغناطيس كهربائي في جهاز روبوت آلي، نحقق دائرة بها وشيعة (L,r) على التسلسل ، مقاومة R وبطارية نووية تحتوي على السيزيوم  $^{134}_{55}\text{Cs}$  ، توترها ثابت يتم فيها تحويل الطاقة الحرارية الناتجة بالتفكك النووي إلى تيار كهربائي باستعمال خاصية الفعل الكهروحراري.

1- تحتوي البطارية على نظير السيزيوم  $^{134}_{55}\text{Cs}$  المشع للإشعاع  $\beta^-$  ويمكنها الاشتغال لمدة كافية .

لعنصر السيزيوم عدة نظائر منها :  $^{129}_{55}\text{Cs}$  و  $^{137}_{55}\text{Cs}$  مشعان، أما  $^{133}_{55}\text{Cs}$  فهو مستقر. يشع  $^{137}_{55}\text{Cs}$  حسب النمط  $\beta^-$  و  $^{129}_{55}\text{Cs}$  حسب النمط  $\beta^+$  .



الشكل (1)

زمن نصف عمر السيزيوم 137 هو  $t_{1/2} = 30,16 \text{ ans}$ .

1- عرّف ظاهرة النشاط الإشعاعي؟

2- اكتب معادلتَي تفكك كلاً من  $^{129}_{55}\text{Cs}$  و  $^{137}_{55}\text{Cs}$ .

3- ما المقصود بالنظائر؟

4- تمثل المنطقة الملونة على مخطط سيقري جزءاً من واد الاستقرار.

أ- ما المقصود بـ A و Z في الكتابة الرمزية للنواة  $^A_Z\text{X}$ ؟

ب- حسب موضعي النواتين  $^{129}_{55}\text{Cs}$  و  $^{137}_{55}\text{Cs}$  في هذا المخطط، حدد مصدري  $\beta^+$  و  $\beta^-$ .

5- أكتب معادلة التفكك النووي الحادث للنواة  $^{134}_{55}\text{Cs}$ .

6- أمكن تتبع النشاط الإشعاعي لكتلة للعينة  $m_0$  الموجودة

في البطارية فتحصلنا على المنحنى المقابل. ( الشكل (2)).

استنتج من البيان :

أ- النشاط الإشعاعي الابتدائي  $A_0$ .

ب- زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  وثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$ .

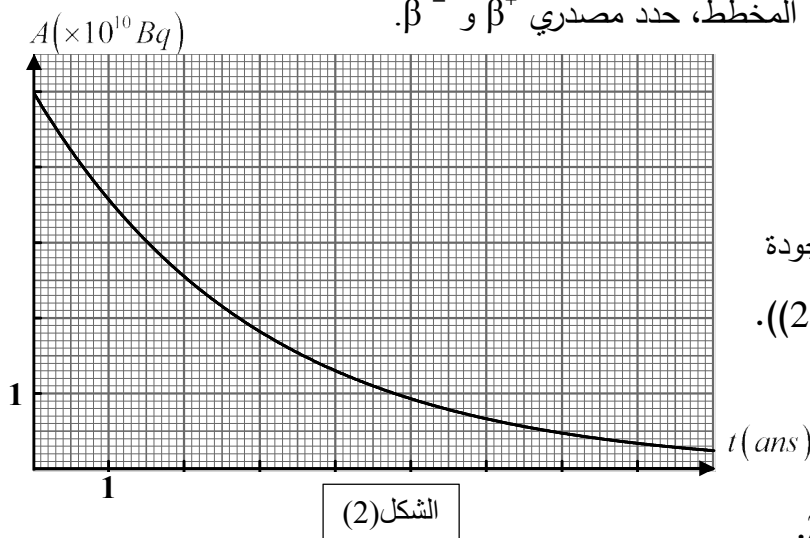
ج- قيمة الكتلة  $m_0$  للعينة في البطارية.

3- أوجد اللحظة التي يكون فيها النشاط الإشعاعي يساوي 20% من قيمته الابتدائية.

المعطيات :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ،  $^{137}_{56}\text{Ba}$  ،  $^{129}_{54}\text{Xe}$ .

II- تمت دراسة الدارة قبل تركيبها في الروبوت، وذلك من أجل إيجاد القيم الفيزيائية المناسبة لعناصر الدارة باستعمال راسم

الاهتزاز المهبطي. يعطى :  $R = 20 \Omega$  ،  $r = 4 \Omega$ .



الشكل (2)

1- أ- اوجد المعادلة التفاضلية التي تعطي تطور التوتر  $U_R$  بين طرفي المقاومة  $R$ .

ب- يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بالعلاقة :  $U_R = A - Be^{-\alpha t}$ .

عين الثوابت  $A, B, \alpha$ .

2- يعطى بيان تغيرات  $\frac{du_R}{dt} = f(u_R)$  الموضح في الشكل (4).

أ- اكتب المعادلة الموافقة لهذا البيان.

ب- استنتج بياناً وبالاستعانة بالمعادلة التفاضلية السابقة قيم

ثابت الزمن  $\tau$  ، ذاتية الوشاعة  $L$  و توتر البطارية  $E$ .

3- أ- اكتب عبارة شدة التيار الأعظمي واحسب قيمته.

ب- احسب الطاقة المخزنة في الوشاعة في النظام الدائم.

التمرين الثاني : (06 نقاط)

1- نحقق دائرة كهربائية بالربط على التسلسل العناصر الكهربائية التالية : مولد للتوتر الثابت قوته الكهرومحرركة  $E$  ، مكثفة

فارغة سعتها  $C = 5.10^{-5}F$  ، ناقل أومي مقاومته  $R$  وقاطعة  $K$ .

نغلق القاطعة  $K$  في اللحظة  $t=0$ . سمح برنامج معلوماتي وبطاقة تحصيل معلوماتية بالحصول على منحنى الشكل (5)

الممثل  $\frac{U_C}{U_R} = f(t)$ .

1- ارسم مخططاً للدائرة تبين عليه جهة التيار وتمثل عليه التوترات بأسهم .

2- اكتب المعادلة التفاضلية لتطور التوتر بين طرفي المكثفة  $U_C$ .

3- يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بإحدى العبارات التالية :

$$U_C(t) = Ee^{-\tau t} , U_C(t) = E(1 - e^{-\tau t}) , U_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$$

حدد الحل المناسب مع التبرير .

4- اعط العبارة الزمنية للتوتر  $U_R(t)$  بين طرفي الناقل الأومي.

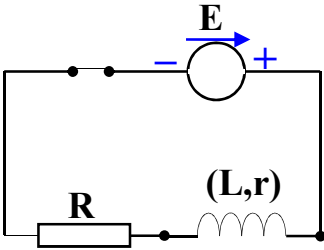
5- بين أن :  $\frac{U_C}{U_R} = e^{t/\tau} - 1$  ، ثم استنتج قيمة ثابت الزمن  $\tau$  لثنائي القطب  $RC$ .

6- اوجد قيمة المقاومة  $R$ .

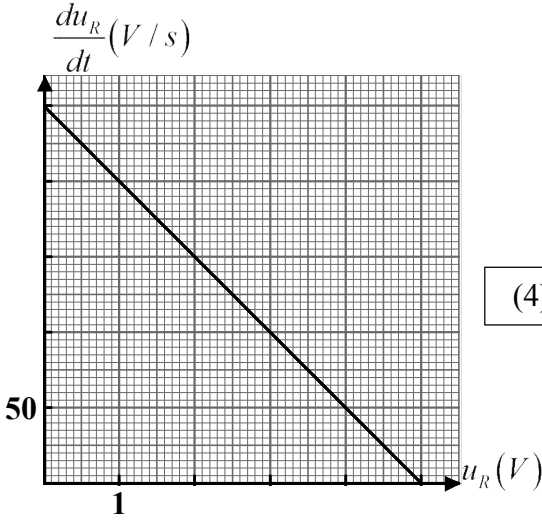
II- نحقق دائرة الشكل (6) بنفس الناقل الأومي السابق و  $n$  مكثفة مشحونة

مماثلة للمكثفة السابقة ومربوطة بنفس النمط (إما تسلسل أو تفرع) ولتكن

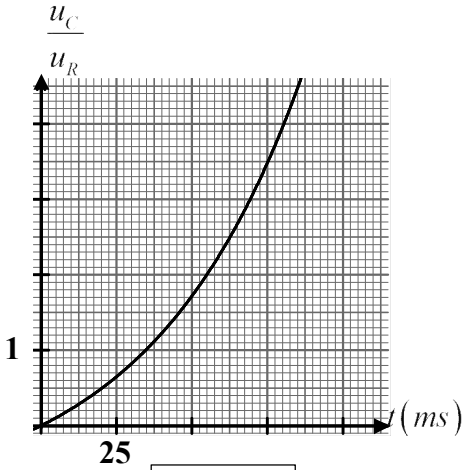
$C_{eq}$  هي سعة المكثفة المكافئة لهذه المكثفات. نغلق القاطعة في اللحظة  $t=0$ .



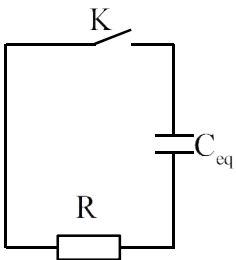
الشكل (3)



الشكل (4)

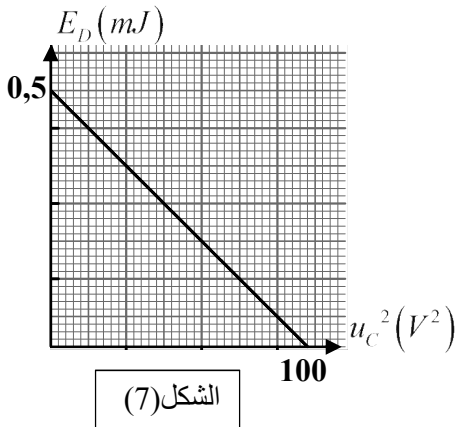


الشكل (5)



الشكل (6)

1- ماذا يحدث للمكثفة عند غلق القاطعة ؟



سمح التجهيز السابق بالحصول على منحني تغيرات الطاقة  $E_D$  المحولة إلى الناقل الأومي بدلالة مربع التوتر  $u_C$  للمكثفة المكافئة  $E_D = g(u_C^2)$  . ( الشكل (7) )

2- بين أن الطاقة المحولة  $E_D$  تعطى بالعلاقة :  $E_D = E_{\max} - \frac{1}{2} C_{eq} u_C^2$

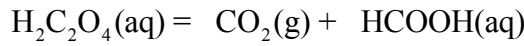
حيث  $E_{\max}$  الطاقة المحولة العظمى، يطلب إعطاء عبارتها بدلالة  $E$  و  $C_{eq}$ .

3- اكتب معادلة البيان، ثم استنتج قيمة كلاً من  $E$  و  $C_{eq}$ .

4- استنتج نمط الربط ثم حدد العدد  $n$ .

التمرين التجريبي : (07 نقاط)

1- حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4$  يتفكك حرارياً وفق تفاعل تام نمذجته بمعادلة التفاعل الكيميائي :



نتابع التفكك لكتلة  $m = 0,18 \text{ g}$  من حمض الأكساليك بقياس حجم غاز الفحم المنطلق عند درجة حرارة ثابتة  $28^\circ C$  وتحت

ضغط  $P = 10^5 \text{ Pa}$  فنحصل على نتائج ندونها في الجدول :

|                       |   |     |      |      |      |      |      |
|-----------------------|---|-----|------|------|------|------|------|
| $t(\text{min})$       | 0 | 5   | 11,6 | 20   | 35   | 56,7 | 75   |
| $V_{CO_2}(\text{mL})$ | 0 | 4,2 | 9,2  | 14,6 | 22,2 | 29,9 | 34,3 |

1- اثبت أن التفاعل الحادث أكسدة - ارجاع مع ايجاد الثنائيتين الداخلتين في التفاعل.

2- عرف الحمض حسب تعريف برونشستد.

3- صنف هذا التفاعل من حيث المدة المستغرقة.

4- بين أن الحجم المولي في شروط التجربة هو  $V_m = 25 \text{ L/mol}$ .

5- بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل :

أ- اوجد عبارة التقدم  $x$  بدلالة حجم غاز الفحم المنطلق واحسب عند كل لحظة قيمته.

ب- ارسم البيان  $x = f(t)$ .

ج- حدد زمن نصف التفاعل ، احسب سرعة التفاعل عند اللحظة  $t = t_{1/2}$ .

د- استنتج كتلة حمض الميثانويك  $HCOOH$  المتحصل عليه عند نهاية التفاعل.

6- تم استخلاص  $HCOOH$  الناتج في التفاعل السابق. نذيب حمض الميثانويك  $HCOOH$  المتحصل عليه عند نهاية

التفاعل في حجم  $V$  من الماء المقطر فنحصل على محلول تركيزه المولي  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$  وله  $pH = 2,9$ .

أ- وضح كيف يمكن تحضير هذا المحلول.

ب- اكتب معادلة انحلال الحمض في الماء.

ج- بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة بالعلاقة التالية :  $Ka = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$  ، احسب قيمته.

د- قارن بين قوة حمض الأكساليك وحمض الميثانويك.

**المعطيات :**  $R = 8,31 \text{ SI}$  ,  $M_O = 16 \text{ g/mol}$  ,  $M_C = 12 \text{ g/mol}$  ,  $M_H = 1 \text{ g/mol}$  ,  $PKa(H_2C_2O_4/HC_2O_4^-) = 1,2$

II- محلول مائي لمركب كيميائي B صيغته العامة  $C_nH_{2n+1}NH_2$  ، تركيزه المولي بشوارد  $OH^-$  يساوي  $3,16 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

ونسبة تقدمه النهائي  $\tau_f = 13,73 \%$  .

1-أ- احسب  $pH$  هذا المحلول وبين طبيعته (محلول حمضي أو أساسي).

ب- اوجد الصيغة المجملة لهذا المركب الكيميائي . علما أن  $M_{(C_nH_{2n+1}NH_2)} = 31 \text{ g/mol}$

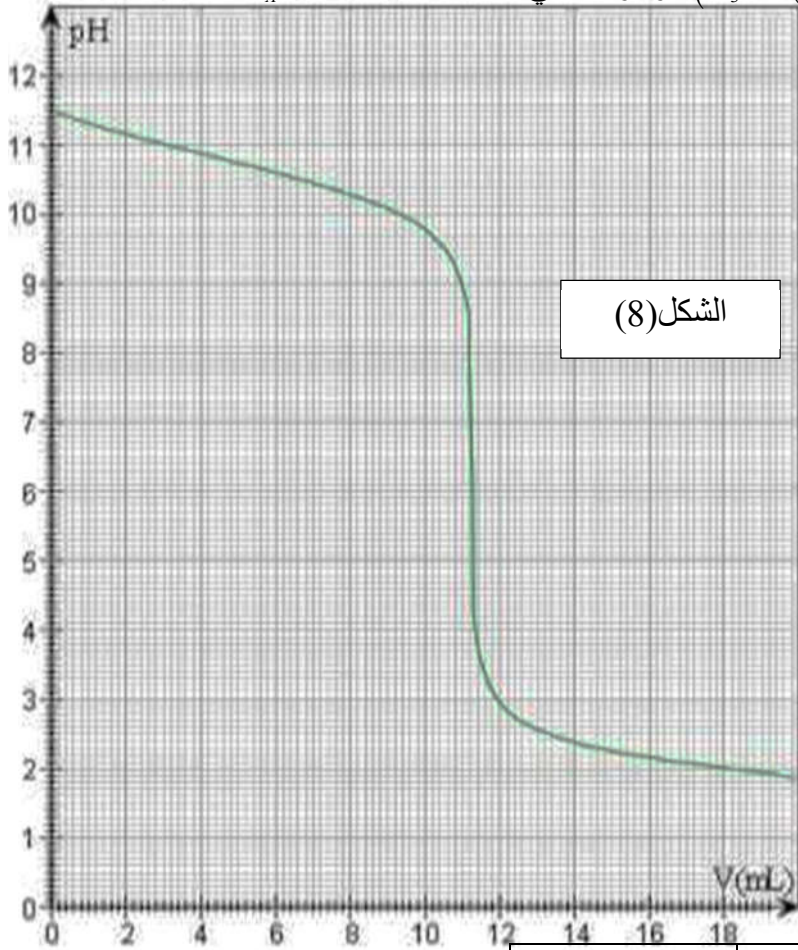
ج- اكتب معادلة انحلاله في الماء ثم انشئ جدول تقدم التفاعل.

د- اثبت أن نسبة التقدم النهائي يمكن كتابتها على الشكل :  $\tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3O^+]_f}$  ، ثم احسب قيمة  $C_B$  .

هـ- اعط عبارة ثابت الحموضة  $Ka$  للثنائية (أساس / حمض) الموافقة واحسب قيمته، استنتج قيمة  $pka$  .

1- للتأكد من قيمة التركيز المولي السابق  $C_B$  نجري معايرة  $pH$  متريية لحجم  $V_B = 22,4 \text{ mL}$  من محلول المركب B

بواسطة محلول لحمض كلور الماء  $(H_3O^+(aq), Cl^-(aq))$  تركيزه المولي  $C_A = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  فكان البيان الممثل



لتغيرات  $pH = f(V_A)$  الشكل (9).

أ- ارسم البروتوكول التجريبي الذي يسمح باجراء

هذه المعايرة.

ب- اكتب معادلة التفاعل المنمذجة لتحول المعايرة.

ج- انشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

د- جد إحداثيي نقطة التكافؤ و احسب قيمة  $C_B$  .

هـ- حدد الأنواع الكيميائية الموجودة في المزيج بعد

إضافة حجم قيمته  $V = 5,6 \text{ cm}^3$  من الحمض.

ثم احسب التركيز المولي لكل منها.

و- ما هو الكاشف الملون المناسب لتجربة المعايرة

السابقة من بين الكواشف الملونة :

| الكاشف             | أخضر البروموكريزول | أحمر الميثيل | فينول فتالين |
|--------------------|--------------------|--------------|--------------|
| مجال التغير اللوني | 5,4 - 3,8          | 6,3 - 4,8    | 10 - 8,2     |

حظ سعيد للجميع

**المعطيات :**  $Ke = 10^{-14}$  ،  $M_C = 12 \text{ g/mol}$  ،  $M_H = 1 \text{ g/mol}$  ،  $M_N = 14 \text{ g/mol}$

## التمرين الأول : (06,75 نقطة)

1-1- تعريف ظاهرة النشاط الإشعاعي: هي ظاهرة طبيعية يحدث فيها تفكك الأنوية غير المستقرة ( المشعة ) كي تصبح مستقرة و خلال ذلك تصدر إشعاعات  $\alpha$  أو  $\beta^-$  أو  $\beta^+$  و يرافقها  $\gamma$  و هي خواصها تلقائية ، حتمية و عشوائية.



3- النظائر: هي أنوية لها نفس Z أي تنتمي لنفس العنصر الكيميائي و تختلف في عدد النيوترونات N أي تختلف في A .

4-أ- المقصود بـ A و Z في الكتابة الرمزية للنواة  $^A_Z\text{X}$  : Z هو العدد الشحني و يمثل عدد البروتونات في النواة 0,25

A العدد الكتلي و يمثل عدد النوكليونات ( بروتونات و نيوترونات ) حيث  $A = Z + N$  . 0,25

ب- حسب موضع المخطط (N-Z) فإن :

النواة  $^{137}_{55}\text{Cs}$  تقع فوق واد الاستقرار أي فيها فائض من النيوترونات فتتفكك مصدرة الإشعاع  $\beta^-$  . 0,25

النواة  $^{129}_{55}\text{Cs}$  تقع تحت واد الاستقرار أي فيها فائض من البروتونات فتتفكك مصدرة الإشعاع  $\beta^+$  . 0,25

4- معادلة التفكك النووي الحادث للنواة  $^{134}_{55}\text{Cs}$  : النواة تقع فوق واد الاستقرار أي تصدر  $\beta^-$  :  $^{134}_{55}\text{Cs} \rightarrow ^{134}_{56}\text{Ba} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu} + \gamma$  0,25

5- الاستنتاج من البيان :

أ- النشاط الإشعاعي الابتدائي  $A_0$  :  $A_0 = 5 \times 10^{10} \text{ Bq}$  0,25

ب- زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  وثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{2,05} \approx 0,338 \text{ ans}^{-1} \quad t_{1/2} \approx 2,05 \text{ ans} \quad \text{0,25}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{2,05 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60} \approx 1,072 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda = 1,072 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1} \approx 0,338 \text{ ans}^{-1} \quad \text{0,25}$$

ج- قيمة الكتلة  $m_0$  للعينة في البطارية: أولاً نحسب عدد الأنوية  $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{5 \cdot 10^{10}}{1,072 \cdot 10^{-8}} = 4,66 \cdot 10^{18} \text{ noyaux}$  0,25

$$N_0 = \frac{m_0}{M} N_A \Rightarrow m_0 = \frac{N_0 \times M}{N_A} = \frac{4,66 \cdot 10^{18} \times 134}{6,023 \times 10^{23}} = 103,675 \cdot 10^{-5} \text{ g} = 1,03675 \cdot 10^{-3} \text{ g} \approx 1,04 \text{ mg}$$

$$m_0 = 103,675 \cdot 10^{-5} \text{ g} = 1,03675 \cdot 10^{-3} \text{ g} \approx 1,04 \text{ mg} \quad \text{0,25}$$

3- إيجاد اللحظة التي يكون فيها النشاط الإشعاعي يساوي 20% من قيمته الابتدائية: أي  $\frac{A(t)}{A_0} = 20\% = \frac{20}{100} = 0,2$

ط 1 حسابية: اعتماداً على قانون التناقص الإشعاعي:  $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = 0,2$  ندخل على العبارة الأخيرة 0,25

$$\ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t \Rightarrow t = \frac{-1}{\lambda} \ln \frac{A(t)}{A_0} = \frac{-1}{0,338} \ln 0,2 = 4,76 \text{ ans} \quad \text{0,25}$$

ط 2 بيانية:  $\frac{A(t)}{A_0} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5}$  كما هو مبين على البيان  $t = 4,76 \text{ ans} \approx 4,76 \text{ ans}$

II-1-أ- إيجاد المعادلة التفاضلية بدلالة  $u_R$ :

بتطبيق قانون جمع التوترات: (1)  $E = u_b + u_R$  ، نعوض كلا من  $u_b = L \frac{di}{dt} + ri$  و  $i = \frac{u_R}{R}$  في  $\frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \frac{du_R}{dt}$  فنجد  $E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + r \frac{u_R}{R} + u_R \Rightarrow E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + u_R \left( \frac{r+R}{R} + 1 \right)$  ثم نبسط

$$0,25 \quad \frac{du_R}{dt} + \left( \frac{r+R}{L} \right) u_R = \frac{RE}{L} \quad \text{إذن} \quad \left( E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + u_R \left( \frac{r+R}{R} + 1 \right) \right) \times \frac{R}{L}$$

يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بالعلاقة:  $u_R = A - B e^{-\alpha t}$ . تعيين الثوابت  $A, B, \alpha$ : نشق  $\frac{du_R}{dt} = B \alpha e^{-\alpha t}$

نعوض عبارة  $u_R$  و مشتقه في المعادلة التفاضلية:  $B \alpha e^{-\alpha t} + \left( \frac{r+R}{L} \right) (A - B e^{-\alpha t}) = \frac{RE}{L}$

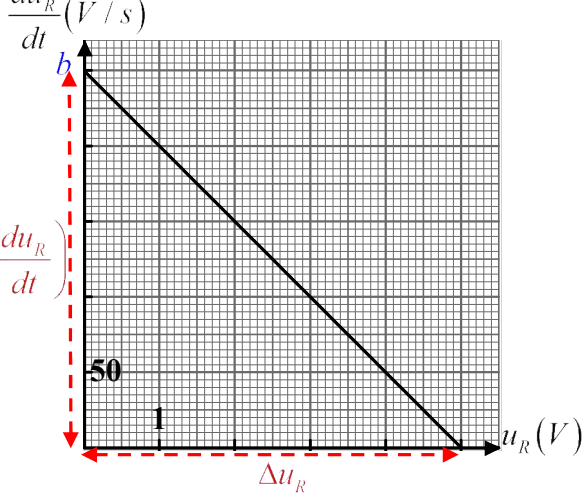
ننشر فنجد  $B \alpha e^{-\alpha t} + \left( \frac{r+R}{L} \right) A - B \left( \frac{r+R}{L} \right) e^{-\alpha t} = \frac{RE}{L}$  تتحقق هذه المعادلة لما:

$$\Rightarrow \begin{cases} A \left( \frac{r+R}{L} \right) = \frac{RE}{L} \Rightarrow \boxed{A = \frac{RE}{R+r}} & 0,25 \\ B \alpha e^{-\alpha t} - B \left( \frac{r+R}{L} \right) e^{-\alpha t} = 0 \Rightarrow B e^{-\alpha t} \left( \alpha - \left( \frac{r+R}{L} \right) \right) = 0 \Rightarrow \alpha - \frac{r+R}{L} = 0 \Rightarrow \boxed{\alpha = \frac{R+r}{L}} & 0,25 \end{cases}$$

و لدينا لما  $t = 0$ :  $u_R(0) = Ri(0) = 0 \Rightarrow i(0) = 0$  نعوض في العبارة  $u_R(t=0) = A - B e^{-\alpha \cdot 0} = A - B = 0 \Rightarrow A = B$

$$0,25 \quad \boxed{A = B = \frac{RE}{R+r}} \quad \text{فعبارة} \quad u_R(t) = A - B e^{-\alpha t} = \frac{RE}{R+r} (1 - e^{-\frac{R+r}{L} t}) \quad \text{مع أن ثابت الزمن} \quad \tau = \frac{L}{R+r}$$

1-أ- كتابة معادلة البيان  $\frac{du_R}{dt} = f(u_R)$ : البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته  $\frac{du_R}{dt} = a u_R + b$



نستنتج قيمة الثابت  $b$  من البيان:  $b = 5 \times 50 = 250 \text{ V/S}$

قيمة  $a$  تمثل معامل توجيه البيان الذي يحسب بميل البيان:  $\frac{du_R}{dt} (V/s)$

$$\text{tg } \alpha = \frac{\Delta \frac{du_R}{dt}}{\Delta u_R} = \frac{-5 \times 50}{1 \times 5} = -50 \text{ s}^{-1}$$

$$0,25 \quad \boxed{\frac{du_R}{dt} = -50 u_R + 250} \quad \dots (1) \quad \text{فمعادلة البيان:}$$

أ- الاستنتاج بيانيا وبلاستعانة بالمعادلة التفاضلية السابقة قيم  $\tau, L$  و  $E$ : لدينا الم الت  $\frac{du_R}{dt} + \left( \frac{r+R}{L} \right) u_R = \frac{RE}{L}$  أي

$$\boxed{\tau = 0,02 \text{ s}} \quad \frac{R+r}{L} = 50 = \frac{1}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s} \quad (2) \quad \text{و} \quad \frac{du_R}{dt} = - \left( \frac{r+R}{L} \right) u_R + \frac{RE}{L} \dots (2)$$

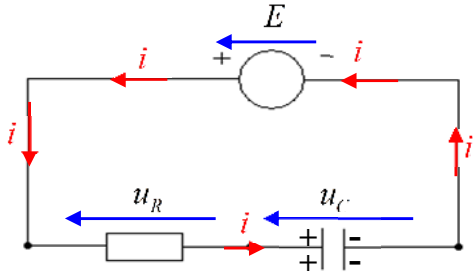
$$0,25 \quad \boxed{L = 0,48 \text{ H}} \quad \frac{L}{R+r} = 0,02 \text{ s} \Rightarrow L = 0,02 (R+r) = 0,02 (20+4) = 0,48 \text{ H} \quad \text{أي}$$

$$0,25 \quad \boxed{E = 6 \text{ V}} \quad \frac{RE}{L} = 250 \Rightarrow RE = 250 L \Rightarrow E = \frac{250 L}{R} = \frac{250 \times 0,48}{20} = 6 \text{ V}$$

3-أ- عبارة شدة التيار الأعظمي:  $I_0 = \frac{E}{R+r}$  حساب قيمته:  $I_0 = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{20+4} = 0,25 \text{ A}$  0,25  $I_0 = 0,25 \text{ A}$

ب- حساب الطاقة المخزنة في الوشعة في النظام الدائم:  $E_{b\max} = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} \times 0,48 (0,25)^2 = 0,015 \text{ J}$

0,25  $E_{b\max} = 0,015 \text{ J} = 15 \text{ mJ}$



التمرين الثاني : (04,75 نقطة)

1-1- رسم مخطط للدائرة أبين عليه جهة التيار و التوترات بأسمهم :

1- كتابة المعادلة التفاضلية بدلالة : (0,5)

بتطبيق قانون جمع التوترات:  $E = u_C + u_R \dots (1)$  لدينا:  $u_R = Ri$  و  $i = \frac{dq}{dt}$  و  $u_C = \frac{q}{C}$  إذن  $u_R = R \frac{dq}{dt} = RC \frac{du_C}{dt}$

نعوض عبارة  $u_R$  في العبارة (1):  $\left( E = u_C + RC \frac{du_C}{dt} \right) \times \frac{1}{RC}$  فنجد  $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = \frac{E}{RC}$  و هي المطلوب. (0,5)

2- يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بإحدى العبارات التالية :

الحل المناسب هو  $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$  التبرير: نعوض الحل في المعادلة التفاضلية: (1)  $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau}) = E - Ee^{-t/\tau}$  (0,25)

نبحث عن المشتق (2)  $\frac{du_C}{dt} = \frac{d}{dt}(E - Ee^{-t/\tau}) = 0 + \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} \dots (2)$  نعوض العبارتين (1) و (2): في المعادلة التفاضلية:

$\frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{1}{RC}(E - Ee^{-t/\tau}) = \frac{E}{RC} \Rightarrow \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{E}{RC} - \frac{Ee^{-t/\tau}}{RC} = \frac{E}{RC}$

3- العبارة الزمنية للتوتر  $u_R(t)$  :  $u_R = Ri = R \frac{dq}{dt} = RC \frac{du_C}{dt} = RC \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} = E e^{-t/\tau}$  0,25  $u_R(t) = E e^{-t/\tau}$

إثبات أن :  $\frac{u_C}{u_R} = e^{t/\tau} - 1$  لدينا:  $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$  و  $u_R(t) = E e^{-t/\tau}$  إذن:

0,5  $\frac{u_C}{u_R} = e^{t/\tau} - 1$  و هي المطلوب. إذن  $\frac{u_C}{u_R} = \frac{E(1 - e^{-t/\tau})}{E e^{-t/\tau}} = \frac{(1 - e^{-t/\tau})}{e^{-t/\tau}} = \frac{(1 - e^{-t/\tau}) \times e^{t/\tau}}{e^{-t/\tau} \times e^{t/\tau}} = \frac{e^{t/\tau} - 1}{1} = e^{t/\tau} - 1$

4- استنتاج قيمة  $\tau$ : نعلم حسب المدلول الفيزيائي لـ  $\tau$  أن  $u_C(t = \tau) = 0,63 E$

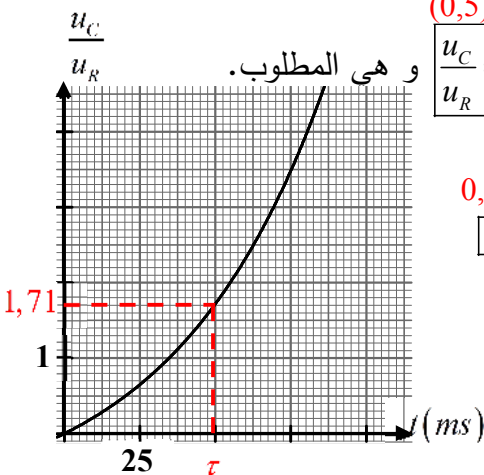
0,25  $\tau = 50 \text{ ms}$   $\frac{u_C}{u_R}(\tau) = e^1 - 1 = 1,71$  إذن  $u_R(t = \tau) = E e^{-1} = E e^{-1}$

5- إيجاد قيمة المقاومة  $R$ :  $\tau = RC \Rightarrow R = \frac{\tau}{C} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 10^3 \Omega$  0,25  $R = 10^3 \Omega$

1-1- عند غلق القاطعة المكثفة تتفرغ. (0,25)

2- إثبات أن الطاقة المحولة  $E_D$  تعطى بالعلاقة:  $E_D = E_{\max} - \frac{1}{2} C_{eq} u_C^2$  : الدارة تتكون من مكثفة سعتها  $C_{eq}$  شحنت بمولد و افرغت في ناقل أومي مقاومته  $R$  ، إذن حسب مبدأ انحفاظ الطاقة ، المولد يخزن طاقة أعظمية  $E_{\max}$  توزع في الدارة بين المكثفة رمزها  $E_C$  و المقاومة رمزها  $E_D$  ( باعتبار أسلاك التوصيل و القاطعة مثاليين ) فنكتب

$E_{\max} = E_D + E_C$  إذن  $E_D = E_{\max} - E_C$  و لدينا  $E_C = \frac{1}{2} C_{eq} u_C^2$  إذن  $E_D = E_{\max} - \frac{1}{2} C_{eq} u_C^2$  و هي المطلوب.



حيث  $E_{\max}$  الطاقة المحولة العظمى، يطلب إعطاء عبارتها بدلالة  $C_{eq}$  و  $E$ .

3- كتابة معادلة البيان: البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته  $E_D = a u_c^2 + b$  نستنتج قيمة الثابت  $b$  من البيان:  $b = 0,5 \text{ mJ}$

قيمة  $a$  تمثل معامل توجيه البيان الذي يحسب بميل البيان:

$$\tan \alpha = \frac{\Delta E_D}{\Delta u_c^2} = \frac{-0,5 \cdot 10^{-3}}{100} = -5 \times 10^{-6} \text{ J/V}^2$$

فمعادلة البيان:  $(J) \quad E_D = -5 \cdot 10^{-6} u_c^2 + 0,5 \cdot 10^{-3}$  (0,5)

استنتاج قيمة كلاً من  $E$  و  $C_{eq}$ : لدينا  $E_D = E_{\max} - \frac{1}{2} C_{eq} u_c^2$  أي  $E_D = -\frac{1}{2} C_{eq} u_c^2 + E_{\max}$  بالمطابقة بين هذه المعادلة و

$$0,25 \quad C_{eq} = 10^{-5} \text{ F} \quad \frac{1}{2} C_{eq} = 5 \cdot 10^{-6} \Rightarrow C_{eq} = 2 \times 5 \times 10^{-6} = 10^{-5} \text{ F}$$

كذلك  $E_{\max} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$  وهي الطاقة الأعظمية التي يقدمها المولد للدائرة. لدينا  $E = u_c(t) + u_R(t)$  و لما تكون المكثفة

مشحونة تماماً  $E = u_{C_{\max}} + \underbrace{u_R(t)}_{=0}$  و بالتالي تكون  $E_{\max} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$  و تكون  $E_{\max} = \frac{1}{2} C_{eq} E^2$  إذن

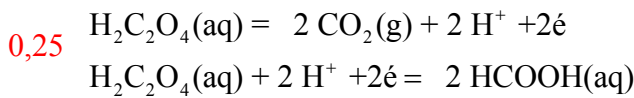
$$0,25 \quad E = 10 \text{ V} \quad E_{\max} = \frac{1}{2} C_{eq} E^2 \Rightarrow E^2 = \frac{2E_{\max}}{C_{eq}} = \frac{2 \times 0,5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}} = 20 \Rightarrow E = \sqrt{100} = 10 \text{ V}$$

1- استنتاج نمط الربط و تحديد العدد  $n$ : لدينا  $C = 5 \times 10^{-5} \text{ F}$  و  $C_{eq} = 10^{-5} \text{ F}$  نلاحظ أن  $C_{eq} < C$  أي أن الربط كان على

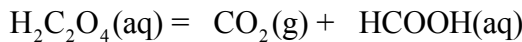
التسلسل (لأن التوصيل على التفرع يجعل السعة أكبر) و المكثفات المستعملة متماثلة أي  $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \dots$  (0,25)

$$0,25 \quad n = 5 \quad n = \frac{C}{C_{eq}} = \frac{5 \times 10^{-5}}{10^{-5}} = 5 \quad \text{أي} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{n}{C}$$

التمرين التجريبي : (08,5 نقاط)



1- اثبات أن التفاعل الحادث أكسدة - ارجاع :  $2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) = 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{HCOOH}(\text{aq})$



0,25 (  $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ) و (  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 / \text{HCOOH}$  ) : التفاعل في التائيتين الداخليتين

2- تعريف الحمض حسب تعريف برونشستد: هو كل فرد كيميائي بإمكانه فقدان  $\text{H}^+$  أو أكثر خلال تفاعل كيميائي. (0,25)

3- تصنيف هذا التفاعل من حيث المدة المستغرقة: حسب جدول القياسات نلاحظ أن عند 75 min لم يثبت بعد حجم

الغاز المنطلق إذن فهو تفاعل بطيء. (0,25)

4- إثبات أن الحجم المولي في شروط التجربة هو  $V_m = 25 \text{ L/mol}$ : لدينا معادلة الغاز المثالي:  $P V = n R T$  لما يكون

الحجم هو الحجم المولي أي  $n = 1 \text{ mol}$  فيكون

$$P V_m = RT \Rightarrow V_m = \frac{RT}{P} = \frac{8,31 \times 301}{10^5} = 2501,31 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 25,0131 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{L} = 25 \text{ L/mol}$$

$$T = 28 + 273 = 301 \text{ K}$$

5-أ- إيجاد عبارة التقدم  $x$  بدلالة  $V_{CO_2}$ :

جدول التقدم:

|     |                                                                                               |       |       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
|     | $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{HCOOH}(\text{aq})$ |       |       |
| ح إ | $2 \times 10^{-3}$                                                                            | 0     | 0     |
| ح و | $2 \times 10^{-3} - x$                                                                        | $x$   | $x$   |
| ح ن | $2 \times 10^{-3} - x_f$                                                                      | $x_f$ | $x_f$ |

$$M_{(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 2 M_H + 2 M_C + 4 M_O$$

$$= 2 \times 1 + 2 \times 12 + 4 \times 16 = 90 \text{ g/mol}$$

$$n_{0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{m}{M} = \frac{0,18}{90} = 0,002 \text{ mol} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

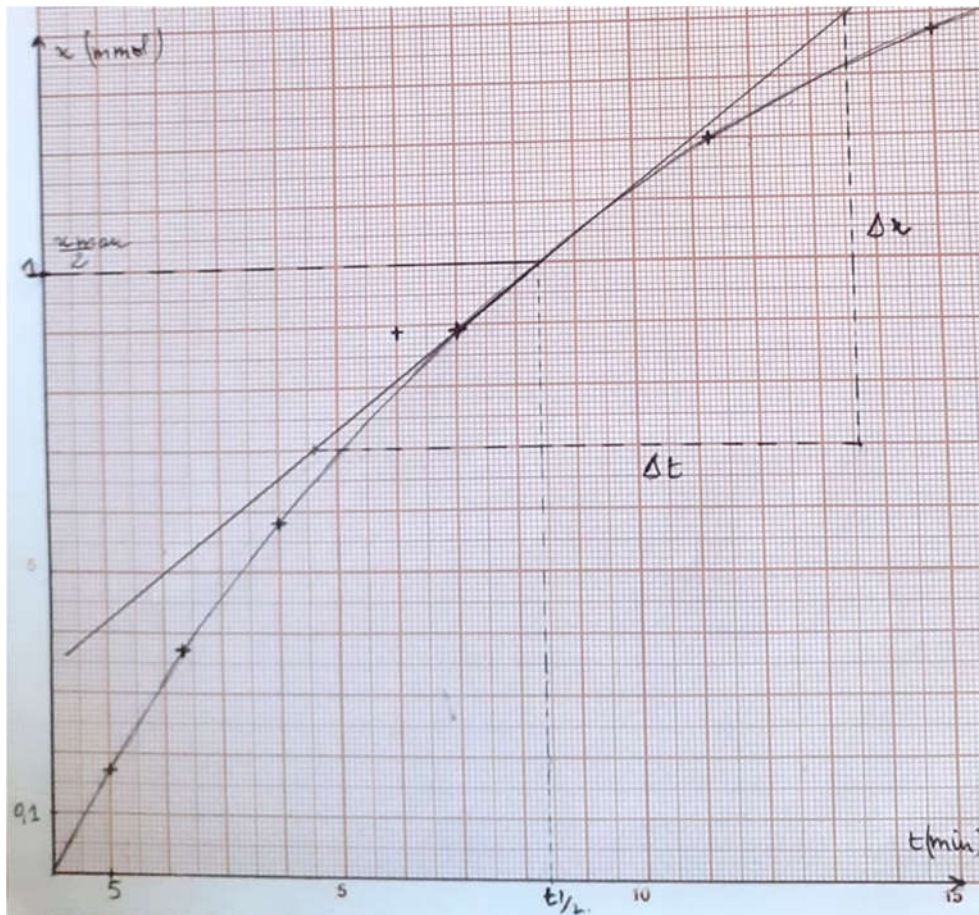
حسب جدول التقدم الحالة الوسطية نلاحظ أن  $n_{CO_2} = x$  إذن  $x(t) = \frac{V_{CO_2}(t)}{V_m}$

حساب قيم  $x$  عند كل لحظة : 0,25

$$x(5 \text{ min}) = \frac{V_{CO_2}(5 \text{ min})}{V_m} = \frac{4,2 \times 10^{-3} \text{ L}}{25 \text{ L/mol}} = 0,168 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0,168 \text{ mmol}$$

|                  |   |      |      |      |      |      |      |
|------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| $t(\text{min})$  | 0 | 5    | 11,6 | 20   | 35   | 56,7 | 75   |
| $x(\text{mmol})$ | 0 | 0,17 | 0,37 | 0,58 | 0,89 | 1,20 | 1,37 |

ب- رسم البيان  $x = f(t)$ :



0,25

ج- تحديد زمن نصف التفاعل: لدينا  $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$  حسب جدول التقدم المتفاعل المحد هو حمض الأوكساليك  $H_2C_2O_4$

0,25  $t_{1/2} \approx 8,4 \times 5 = 42 \text{ min}$  إذن  $x_{\max} = n_{0(H_2C_2O_4)} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$  إذن  $\frac{x_{\max}}{2} = 10^{-3} \text{ mol}$  بيانيا نجد

0,25 حساب سرعة التفاعل عند اللحظة  $t = t_{1/2}$  : عبارة سرعة التفاعل  $V = \frac{dx}{dt}$

حسابها بيانيا عند  $t = t_{1/2}$  نرسم مماس البيان  $x(t)$  ثم نحسب ميله  $\text{tg } \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{7 \times 0,1}{9 \times 5} = 1,55 \times 10^{-2} \text{ mmol/min}$

0,25  $V(t_{1/2}) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 1,55 \times 10^{-2} \text{ mmol/min}$  و تكون

د- استنتاج كتلة حمض الميثانويك  $HCOOH$  المتحصل عليه عند نهاية التفاعل: حسب جدول التقدم يكون

$n_{f(HCOOH)} = \frac{m_f}{M_{(HCOOH)}} \Rightarrow m_f = x_{\max} \times M_{(HCOOH)} = 2 \times 10^{-3} \times 46 = 92 \times 10^{-3} \text{ g}$  أي  $n_{f(HCOOH)} = x_{\max} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$

0,25  $n_{f(HCOOH)} = 92 \times 10^{-3} \text{ g} = 92 \text{ mg}$   $M_{(HCOOH)} = 2 M_H + M_C + 2 M_O = 2 \times 1 + 1 \times 12 + 2 \times 16 = 46 \text{ g/mol}$

6- أ- توضيح الخطوات التجريبية لتحضير محلول  $HCOOH(aq)$ : تم استخلاص الناتج في التفاعل السابق. نذيب

حمض الميثانويك  $HCOOH$  المتحصل عليه عند نهاية التفاعل في حجم  $V = ?$  من الماء المقطر فنحصل على محلول

تركيزه المولي  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$  وله  $pH = 2,9$ . لذا نحسب حجم المحلول  $C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} = 0,2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$

الطريقة المتبعة: بعد استخلاص الناتج  $HCOOH(s)$  من التفاعل السابق و تجفيفه، نفرغه باستعمال ملعقة في حوجة 0,25

عيارية عيارها 200 mL مزودة بقمع ، نضيف حجما من الماء المقطر ، نرج جيدا لأجل ذوبان المادة الصلبة ثم نضيف

الماء المقطر إلى غاية خط العيار. نغلق الحوجة و نرجها جيدا لأجل تجانس المحلول. و نكون قد حضرنا محلولاً من

$HCOOH(aq)$  تركيزه  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ .

ب- كتابة معادلة انحلال الحمض في الماء:  $HCOOH(aq) + H_2O(l) = HCOO^-(aq) + H_3O^+(aq)$  0,25

ج- إثبات بالعلاقة:  $Ka = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$  :  $Ka = \frac{[HCOO^-]_f \times [H_3O^+]_f}{[HCOOH]_f}$

|     |                                                 |      |                |                |
|-----|-------------------------------------------------|------|----------------|----------------|
|     | $HCOOH(aq) + H_2O(l) = HCOO^-(aq) + H_3O^+(aq)$ |      |                |                |
| ح ! | C V                                             | وفرة | 0              | 0              |
| ح و | C V - x                                         |      | x              | x              |
| ح ن | C V - x <sub>f</sub>                            |      | x <sub>f</sub> | x <sub>f</sub> |

لدينا حسب جدول التقدم:

$[HCOO^-]_f = [H_3O^+]_f$

إذن  $Ka = \frac{[H_3O^+]_f^2}{[HCOOH]_f} \dots (1)$

0,25  $Ka = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$  فنجد  $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$  و  $[HCOOH]_f = C - [H_3O^+]_f$  نعوض في العبارة (1)

0,25

حساب قيمة  $Ka$ :  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$  و  $pH = 2,9$  نعوض  $Ka = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} = \frac{10^{-2 \times 2,9}}{10^{-2} - 10^{-2,9}} = 1,8 \times 10^{-4}$   $Ka = 1,8 \times 10^{-4}$

د- مقارنة قوة حمض الأكساليك وحمض الميثانويك:  $\text{PKa}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{HC}_2\text{O}_4^-) = 1,2$  أي  $\text{Ka} = 10^{-\text{pKa}} = 10^{-1,2} = 6,3 \cdot 10^{-2}$

نقارن قيم ثابتي الحموضة:  $\text{Ka}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{HC}_2\text{O}_4^-) = 6,3 \cdot 10^{-2}$  و  $\text{Ka}(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 1,8 \cdot 10^{-4}$

$6,3 \cdot 10^{-2} \gg 1,8 \cdot 10^{-4}$  إذن حمض الأوكساليك  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  أقوى من حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$ . 0,25

II - 1 - أ- حساب  $\text{pH}$  المحلول :

$$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \times [\text{OH}^-]_f \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{K_e}{[\text{OH}^-]_f} = \frac{10^{-14}}{3,16 \times 10^{-3}} = 3,16 \times 10^{-12} \text{ mol / L}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_f = -\log(3,16 \times 10^{-12}) = 11,5 \quad \boxed{\text{pH} = 11,5} \quad 11,5 > 7 \text{ فالمحلول قاعدي. 0,25}$$

ب- إيجاد الصيغة المجملة لهذا المركب الكيميائي B :

$$\text{علما أن } M_{(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2)} = 31 \text{ g/mol} \quad M_{(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2)} = 12n + 2n + 1 + 14 + 2 = 14n + 17 = 31$$

$$14n + 17 = 31 \Rightarrow 14n = 31 - 17 = 14 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1 \quad \text{CH}_3\text{NH}_2 : \text{B} \quad 0,25$$

ت- معادلة انحلال في الماء:  $\text{CH}_3\text{NH}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) = \text{CH}_3\text{NH}_3^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$  0,25

جدول تقدم التفاعل: 0,25

|     | $\text{CH}_3\text{NH}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) = \text{CH}_3\text{NH}_3^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$ |       |       |       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| ح إ | $C_B V$                                                                                               | بوفرة | 0     | 0     |
| ح و | $C_B V - x$                                                                                           |       | $x$   | $x$   |
| ح ن | $C_B V - x_f$                                                                                         |       | $x_f$ | $x_f$ |

د- اثبات أن نسبة التقدم النهائي تكتب على الشكل  $\tau_f = \frac{K_e}{C_B \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_f}$  لدينا (2) ...  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[\text{OH}^-]_f \times V}{C_B V}$

$$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \times [\text{OH}^-]_f \Rightarrow [\text{OH}^-]_f = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]_f} \quad \tau_f = \frac{K_e}{C_B \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_f} \quad \text{فنجد (2) نعوض في العبارة (2) فنجد} \quad 0,25$$

$$\tau_f = \frac{K_e}{C_B \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_f} \Rightarrow C = \frac{[\text{OH}^-]_f}{\tau_f} = \frac{3,16 \times 10^{-3}}{0,1373} = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol / L} \quad \text{ثم احسب قيمة } C_B : \quad \boxed{C_B = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol / L}} \quad 0,25$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]_f \times [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]_f} : (\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2) \text{ للثنائية } K_a \text{ ثابت الحموضة}$$

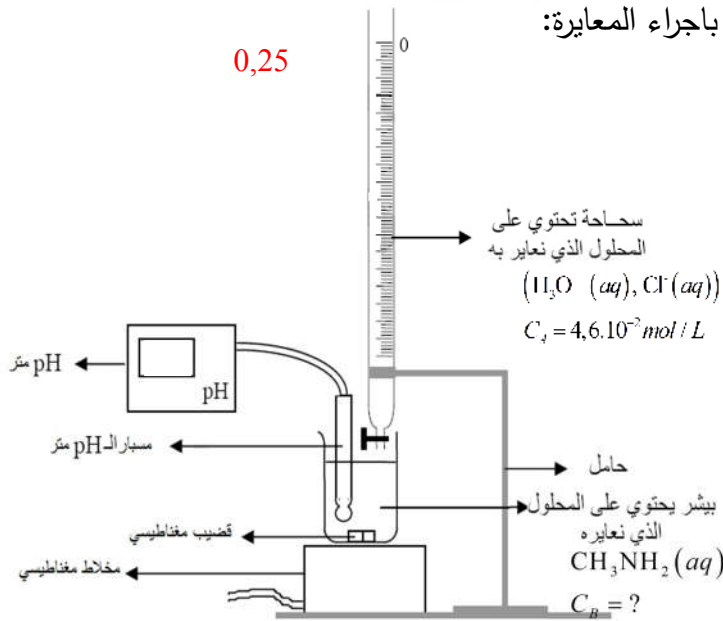
حسب جدول التقدم:  $[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]_f = [\text{OH}^-]_f = \frac{x_f}{V}$  و  $[\text{CH}_3\text{NH}_2]_f = C_B - \frac{x_f}{V} = C_B - [\text{OH}^-]_f$  نعوض في عبارة  $K_a$

$$K_a = \frac{(C_B - [\text{OH}^-]_f) \times [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{OH}^-]_f} = \frac{(2,3 \times 10^{-2} - 3,16 \times 10^{-3}) 3,16 \times 10^{-12}}{3,16 \times 10^{-3}} = 1,98 \times 10^{-11} \quad \text{نجد:}$$

$$\boxed{K_a = 1,98 \times 10^{-11} \approx 2 \times 10^{-11}} \quad 0,25$$

استنتاج قيمة  $pka$  :  $pka = -\log Ka = 12,3$   $pka = 12,3$  0,25

1-أ- رسم البروتوكول التجريبي الذي يسمح بإجراء المعايرة:



ب- معادلة تفاعل المعايرة:  $CH_3NH_2(aq) + H_3O^+(aq) = CH_3NH_3^+(aq) + H_2O(l)$  0,25

ج- جدولاً لتقدم التفاعل: 0,25

|     | $CH_3NH_2(aq) + H_3O^+(aq) = CH_3NH_3^+(aq) + H_2O(l)$ |                      |            |       |
|-----|--------------------------------------------------------|----------------------|------------|-------|
| ح أ | $C_B V_B$                                              | $C_A V_A$            | 0          | بوفرة |
| ح ب | $C_B V_B - x$                                          | $C_A V_A - x$        | $x$        |       |
| ح ج | $C_B V_B - x_{\max}$                                   | $C_A V_A - x_{\max}$ | $x_{\max}$ |       |

د- إحدائي نقطة التكافؤ: بطريقة المماسين المتوازيين نجد  $E(V_{AE} = 11,2 \text{ mL}, pH_E = 6,3)$  0,25

حساب قيمة  $C_B$ : عند التكافؤ المزيغ ستوكيومتري أي

0,25  $C_B = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$   $C_B V_B = C_A V_{AE} \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_{AE}}{V_B} = \frac{4,6 \times 10^{-2} \times 11,2}{22,4} = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

هـ- تحديد الأنواع الكيميائية الموجودة في المزيغ بعد إضافة حجم قيمته  $V_A = 5,6 \text{ cm}^3$  من الحمض:

عند هذه النقطة توجد الأنواع الكيميائية:  $CH_3NH_2$ ،  $CH_3NH_3^+$ ،  $Cl^-$  و الماء بوفرة.

$V_A < V_{AE}$  إذن المتفاعل المحد هو المعايير  $H_3O^+$  إذن حسب جدول التقدم يكون  $C_A V_A - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = C_A V_A$

نلاحظ أن  $\frac{11,2}{2} = 5,6$  إذن  $V_A = 5,6 \text{ cm}^3 = \frac{V_{AE}}{2}$  و هذا يوافق نقطة نصف التكافؤ حيث لا توجد صفة غالبية

أي  $[CH_3NH_3^+] = [CH_3NH_2] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = \frac{4,6 \times 10^{-2} \times 5,6}{22,4 + 5,6} = 0,92 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

0,75  $[CH_3NH_3^+] = [CH_3NH_2] = [Cl^-] = 9,2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$   $[Cl^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = 0,92 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

و- الكاشف الملون المناسب لتجربة المعايرة السابقة: لدينا  $pH_E = 6,3$  إذن الكاشف الملون المناسب هو أحمر الميثيل مجال

تغيره اللوني (4,8 - 6,3) يشمل نقطة التكافؤ. 0,25 وفقكم الله جميعا