

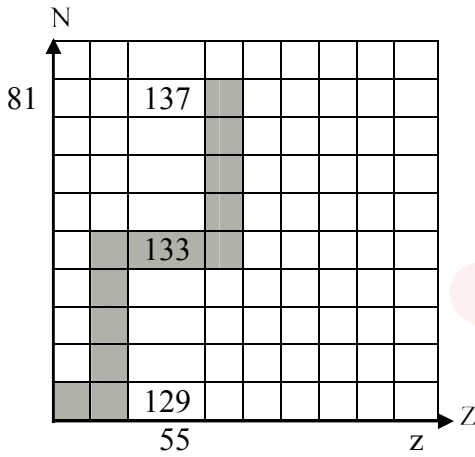


التمرين الأول : (07 نقاط)

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 β^- 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 β^- و $^{129}_{55}\text{Cs}$ حسب النمط β^+ .



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 $^{137}_{55}\text{Cs}$ و $^{129}_{55}\text{Cs}$.

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_ZX ؟

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

5- اكتب 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 λ .

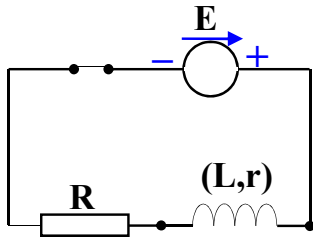
ج- قيمة الكتلة m_0 للعينة في البطارية.

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 (3)

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, α .

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

أ- اكتب المعادلة الموافقة لهذا البيان.

ب- استنتج بيانيا وبالاستعانة بالمعادلة التفاضلية السابقة قيم

ثابت الزمن τ ، ذاتية الوشعة L و توتر البطارية E .

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

ب- احسب الطاقة المخزنة في الوشعة 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 سعنتها $C = 5.10^{-5}F$ ، 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 لـ $\frac{U_C}{U_R} = f(t)$.

1- ارسم مخططا 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.

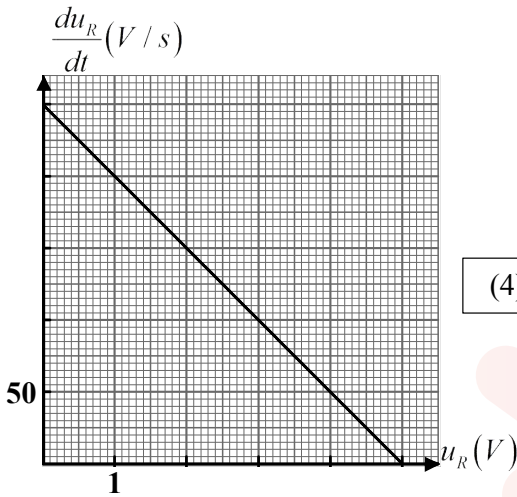
5- بين أن : $\frac{U_C}{U_R} = e^{t/\tau} - 1$ ، ثم استنتج قيمة ثابت الزمن τ لثنائي القطب RC .

6- اوجد قيمة المقاومة R .

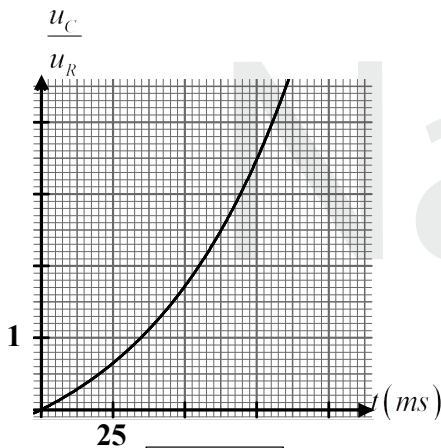
II- نحقق دائرة الشكل (6) بنفس الناقل الأومي السابق و n مكثفة مشحونة

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

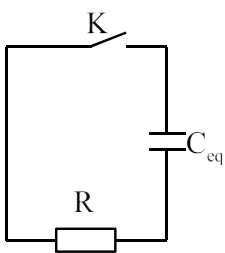
C_{eq} هي سعة المكثفة المكافئة لهذه المكثفات. نغلق القاطعة في اللحظة $t=0$.



الشكل (4)



الشكل (5)



الشكل (6)

1- ماذا يحدث للمكثفة عند غلق القاطعة ؟

سمح التجهيز السابق بالحصول على منحنى 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 : $E_D = E_{\max} - \frac{1}{2}C_{eq}u_C^2$

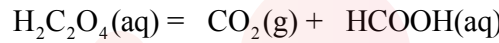
حيث E_{\max} الطاقة المحولة العظمى، يطلب إعطاء عبارتها بدلالة E و C_{eq} .

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 الأوكساليك $H_2C_2O_4$ يتفكك حرارياً وفق تفاعل تام نمذجته بمعادلة التفاعل الكيميائي :



نتابع التفكك لكتلة $m = 0,18 \text{ g}$ من حمض الأوكساليك 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 برونشنتد.

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 $t = t_{1/2}$.

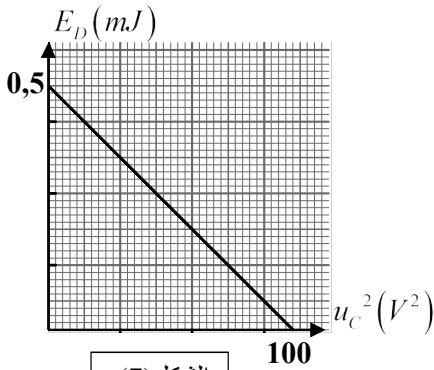
د- استنتج كتلة حمض الميثانويك $HCOOH$ المتحصل عليه عند نهاية التفاعل.

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.



الشكل (7)



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

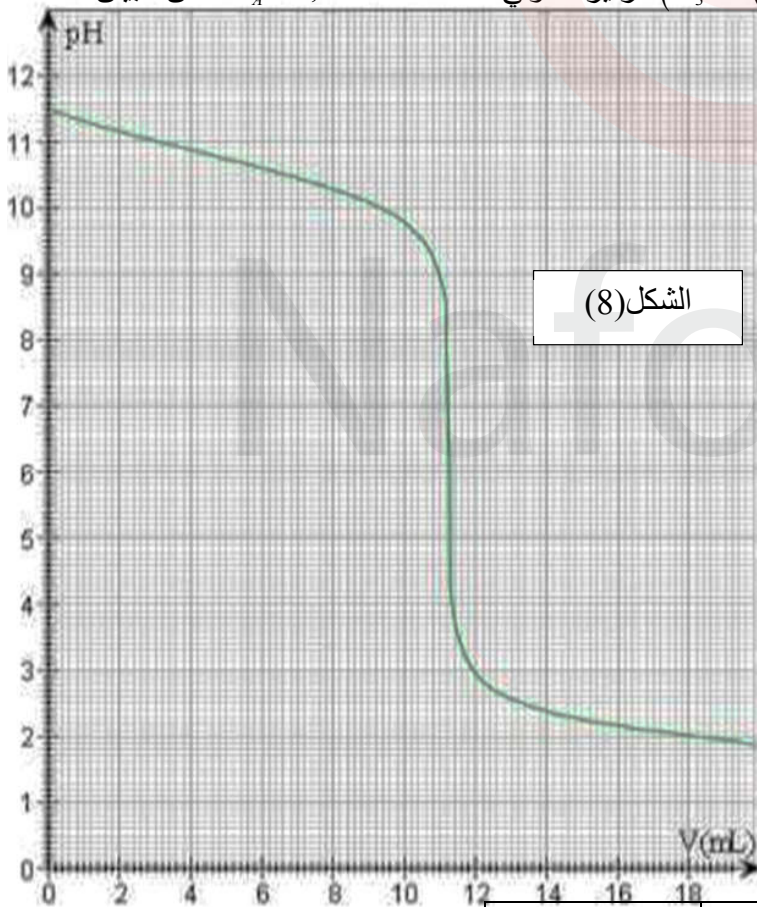
ج- اكتب معادلة انحلاله في الماء ثم انشئ جدول تقدم التفاعل .

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 بإجراء هذه المعايرة .

ب- اكتب معادلة التفاعل المنمنجة 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

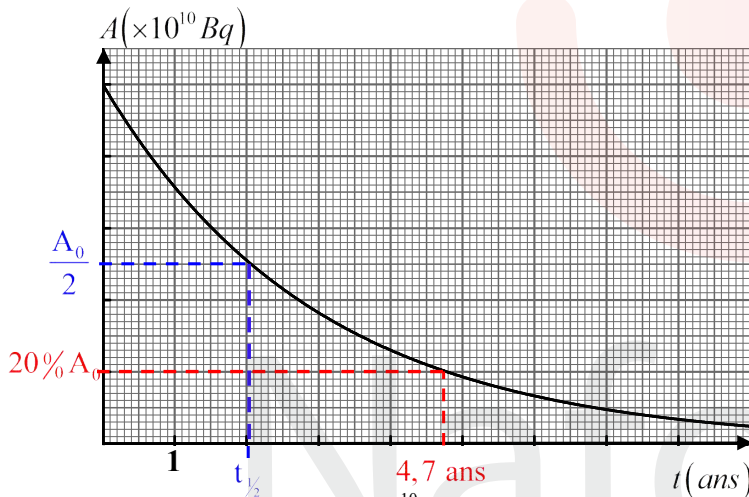
المعطيات : $Ke = 10^{-14}$ ، $M_C=12 \text{ g/mol}$ ، $M_H=1 \text{ g/mol}$ ، $M_N= 14 \text{ g/mol}$



التمرين الأول : (06,75 نقطة)

- 1-1- تعريف ظاهرة النشاط الإشعاعي: هي ظاهرة طبيعية يحدث فيها تفكك الأنوية غير المستقرة (المشعة) كي تصبح تصبح مستقرة و خلال ذلك تصدر إشعاعات α أو β^- أو β^+ و يرافقها γ و هي خواصها تلقائية ، حتمية و عشوائية.
- 2- معادلتى التفكك: $0,25 \cdot {}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + {}^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu} + \gamma$ $0,25 \cdot {}^{129}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{129}_{54}\text{Xe} + {}^0_{+1}\text{e} + \nu + \gamma$ $0,25$
- 3- النظائر: هي أنوية لها نفس Z أي تنتمي لنفس العنصر الكيميائي و تختلف في عدد النيوترونات N أي تختلف في A .
- 4- المقصود بـ A و Z في الكتابة الرمزية للنواة A_ZX : 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 الاشعاع β^- $0,25$
- النواة ${}^{129}_{55}\text{Cs}$ تقع تحت واد الاستقرار أي فيها فائض من البروتونات فتتفكك مصدرة الاشعاع β^+ $0,25$
- 4- معادلة التفكك النووي الحادث للنواة ${}^{134}_{55}\text{Cs}$: النواة تقع فوق واد الاستقرار أي تصدر β^- : ${}^{134}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{134}_{56}\text{Ba} + {}^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu} + \gamma$ $0,25$
- 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 λ :

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

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

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

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

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

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

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

ط1 حسابية: اعتماداً على قانون التناقص الإشعاعي: $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$ ندخل على العبارة الأخيرة $0,25$

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

$$t = 4,76 \text{ ans} \approx 4,76 \text{ ans} \quad \text{ط2 بيانية: } \frac{A(t)}{A_0} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5} \text{ كما هو مبين على البيان}$$



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

بتطبيق قانون جمع التوترات: (1) $E = u_b + u_R$ ، نعوض كلا من $E = L \frac{di}{dt} + ri$ و $i = \frac{u_R}{R}$ و $\frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \frac{du_R}{dt}$

فنجد $E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + r \frac{u_R}{R} + u_R \Rightarrow E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + u_R \left(\frac{r+R}{R} \right)$ بتوحيد المقامات نجد $E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + u_R \left(\frac{r+R}{R} \right)$ ثم نبسط

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

يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بالعبارة : $u_R = A - B e^{-\alpha t}$. تعيين الثابت A, B, α : نشتق $\frac{du_R}{dt} = B \alpha e^{-\alpha t}$

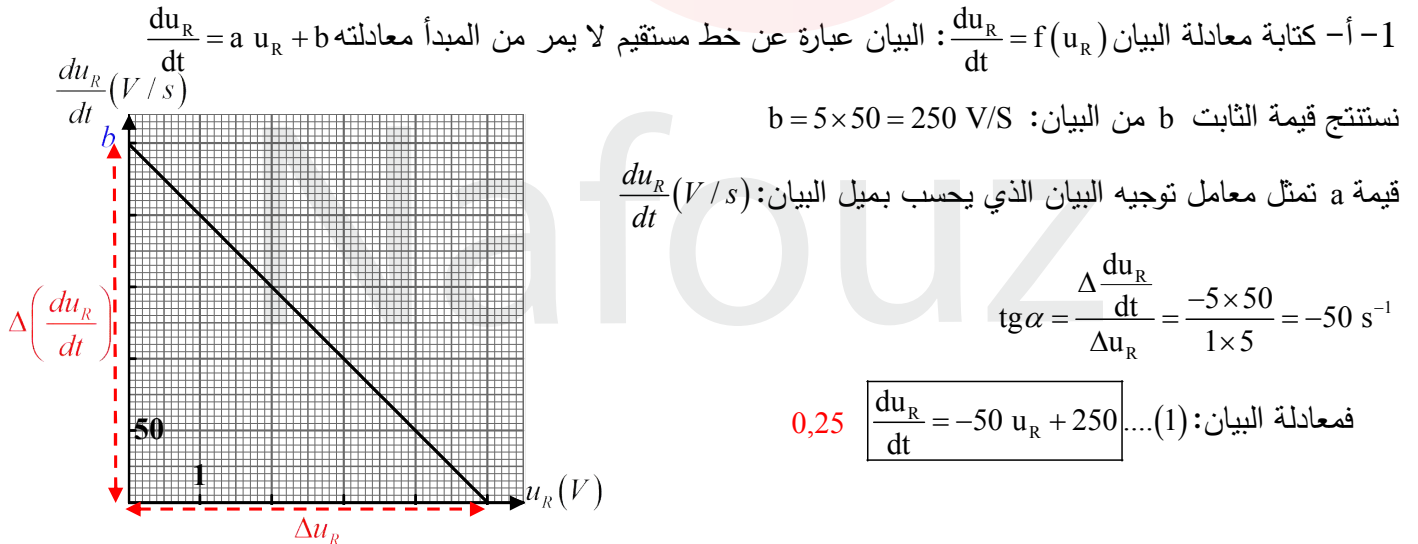
نعوض عبارة u_R و مشتقه في المعادلة التفاضلية: $B \alpha e^{-\alpha t} + \left(\frac{r+R}{L} \right) (A - B e^{-\alpha t}) = \frac{RE}{L}$

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:

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

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

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



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

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

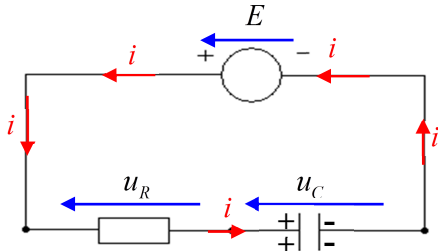
$$0,25 \quad L = 0,48 \text{ H} \quad \frac{L}{R+r} = 0,02 \text{ s} \Rightarrow L = 0,02(R+r) = 0,02(20+4) = 0,48 \text{ H} \quad \text{أي}$$

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

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

ب- حساب الطاقة المخزنة في الوشيجة 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 للدارة أبين عليه جهة التيار و التوترات بأسمهم :

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

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

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) $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ 0,25 0,25

نبحث عن المشتق (2) $\frac{du_C}{dt} = \frac{d}{dt}(E - Ee^{-t/\tau}) = 0 + \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau}$ 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 $u_R(t)$: $u_R = Ri = R \frac{dq}{dt} = RC \frac{du_C}{dt} = RC \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} = Ee^{-t/\tau}$ 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 τ : نعلم حسب المدلول الفيزيائي لـ τ أن $u_C(t = \tau) = 0,63 E$

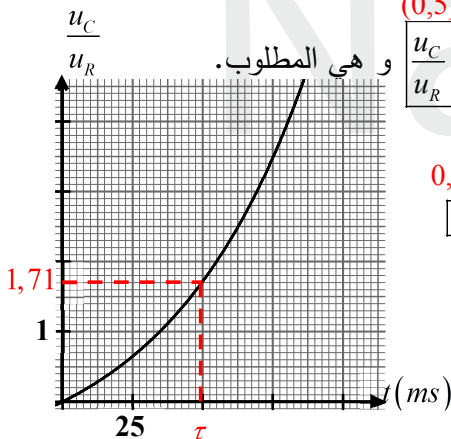
0,25 $u_R(t = \tau) = E e^{-1} = E e^{-1}$ 0,25 $\frac{u_C}{u_R}(\tau) = e^1 - 1 = 1,71$ بيانيا نجد 0,25 $\tau = 50 \text{ ms}$

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

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

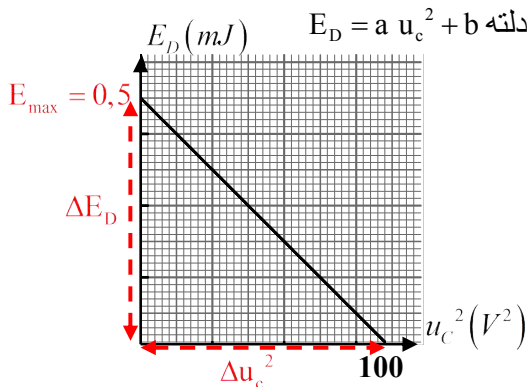
2- إثبات أن الطاقة المحولة E_D تعطى بالعلاقة : $E_D = E_{\max} - \frac{1}{2} C_{\text{eq}} u_C^2$: الدارة تتكون من مكثفة سعتها C_{eq} شحنت بمولد و افرغت في ناقل أومي مقاومته R ، إذن حسب مبدأ انحفاظ الطاقة ، المولد يخزن طاقة أعظمية E_{\max} توزع في الدارة بين المكثفة رمزها E_C و المقاومة رمزها E_D (باعتبار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

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





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



نستنتج قيمة الثابت b من البيان: $b = 0,5 \text{ mJ}$

قيمة a تمثل معامل توجيه البيان الذي يحسب بميل البيان:

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

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

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

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

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 $E_{\max} = \frac{1}{2} C_{\text{eq}} E^2$ إذن

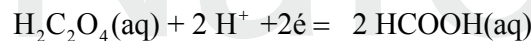
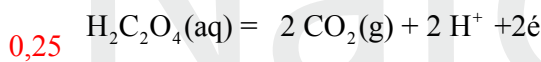
$$0,25 \quad \boxed{E = 10 \text{ V}} \quad E_{\max} = \frac{1}{2} C_{\text{eq}} E^2 \Rightarrow E^2 = \frac{2E_{\max}}{C_{\text{eq}}} = \frac{2 \times 0,5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}} = 20 \Rightarrow E = \sqrt{100} = 10 \text{ V}$$

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

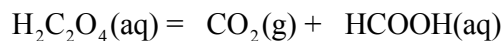
التسلسل (لأن التوصيل على التفرع يجعل السعة أكبر) و المكثفات المستعملة متماثلة أي $\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \dots$ (0,25)

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

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 الداخلتين

2- تعريف الحمض حسب تعريف برونشند: هو كل فرد كيميائي بإمكانه فقدان 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:

	$H_2C_2O_4(aq) = CO_2(g) + HCOOH(aq)$		
ح إ	2×10^{-3}	0	0
ح و	$2 \times 10^{-3} - x$	x	x
ح ن	$2 \times 10^{-3} - x_f$	x_f	x_f

$$M_{(H_2C_2O_4)} = 2 M_H + 2 M_C + 4 M_O$$

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

$$n_{0(H_2C_2O_4)} = \frac{m}{M} = \frac{0,18}{90} = 0,002 \text{ mol} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

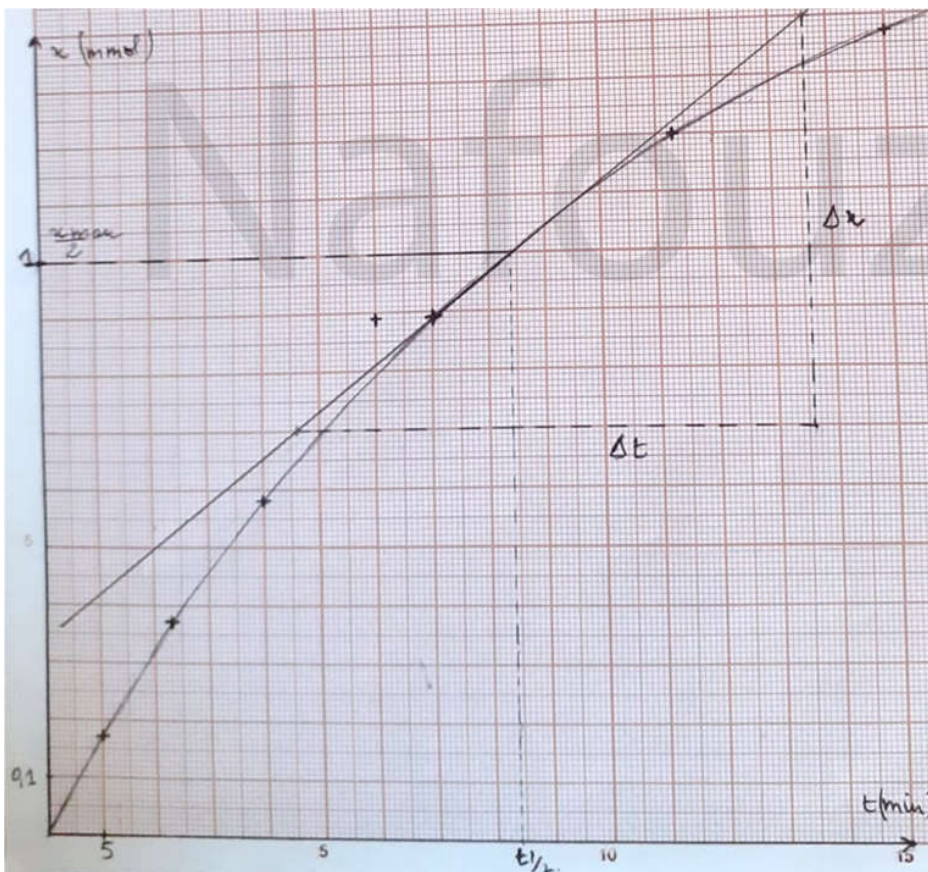
حسب جدول التقدم الحالة الوسطية نلاحظ أن $n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}(t)}{V_m}$ إذن $n_{CO_2} = x$ مثلا

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

حساب قيم x عند كل لحظة : 0,25

$t(\text{min})$	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 $H_2C_2O_4$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

الطريقة المتبعة: بعد استخلاص الناتج HCOOH(s) من التفاعل السابق و تجفيفه، نفرغه باستعمال ملعقة في حوالة 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 الحوالة و نرجها جيدا لأجل تجانس المحلول. و نكون قد حضرنا محلولاً من

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

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

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

لدينا حسب جدول التقدم:

	$HCOOH(aq) + H_2O(l) = HCOO^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
ح!	$C \quad V$	وفرة	0	0
ح و	$C \quad V - x$		x	x
ح ن	$C \quad V - x_f$		x_f	x_f

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

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

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

0,25

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



د- مقارنة قوة حمض الأوكساليك وحمض الميثانويك: $PKa(H_2C_2O_4/HC_2O_4^-) = 1,2$ أي $Ka = 10^{-pKa} = 10^{-1,2} = 6,3 \cdot 10^{-2}$

نقارن قيم ثابتي الحموضة: $Ka(H_2C_2O_4/HC_2O_4^-) = 6,3 \cdot 10^{-2}$ و $Ka(HCOOH/HCOO^-) = 1,8 \times 10^{-4}$

$6,3 \cdot 10^{-2} \gg 1,8 \cdot 10^{-4}$ إذن حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ أقوى من حمض الميثانويك $HCOOH$. 0,25

II - أ- حساب pH المحلول:

$$Ke = [H_3O^+]_f \times [OH^-]_f \Rightarrow [H_3O^+]_f = \frac{Ke}{[OH^-]_f} = \frac{10^{-14}}{3,16 \times 10^{-3}} = 3,16 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log[H_3O^+]_f = -\log(3,16 \times 10^{-12}) = 11,5 \quad \boxed{pH = 11,5} \quad 7 > 11,5 \text{ فالمحلول قاعدي. 0,25}$$

ب- إيجاد الصيغة المجملة لهذا المركب الكيميائي B :

علما أن $M_{(C_nH_{2n+1}NH_2)} = 31 \text{ g/mol}$ $M_{(C_nH_{2n+1}NH_2)} = 12n + 2n + 1 + 14 + 2 = 14n + 17 = 31$ بعد التبسيط

0,25 CH_3NH_2 : B إذن الصيغة المجملة للمركب $14n + 17 = 31 \Rightarrow 14n = 31 - 17 = 14 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1$

ت- معادلة انحلال في الماء: $CH_3NH_2(aq) + H_2O(l) = CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$ 0,25

جدول تقدم التفاعل: 0,25

$CH_3NH_2(aq) + H_2O(l) = CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$				
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 $\tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3O^+]_f}$ لدينا (2) $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[OH^-]_f \times V}{C_B V}$

$$0,25 \quad \tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3O^+]_f} \quad Ke = [H_3O^+]_f \times [OH^-]_f \Rightarrow [OH^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f}$$

$$0,25 \quad \boxed{C_B = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol/L}} \quad \tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3O^+]_f} \Rightarrow C = \frac{[OH^-]_f}{\tau_f} = \frac{3,16 \times 10^{-3}}{0,1373} = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol/L} : C_B \text{ قيمة}$$

$$هـ- \text{عبارة ثابت الحموضة } Ka \text{ للتثائية } (CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2) : Ka = \frac{[CH_3NH_2]_f \times [H_3O^+]_f}{[CH_3NH_3^+]_f}$$

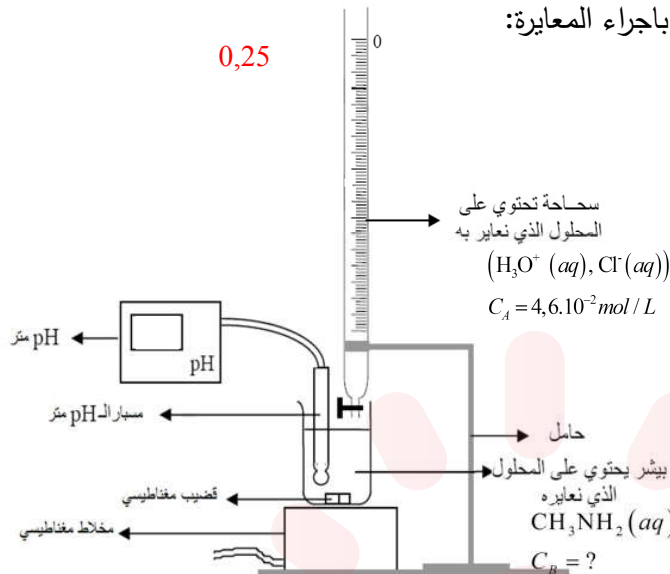
حسب جدول التقدم: $[CH_3NH_3^+]_f = [OH^-]_f = \frac{x_f}{V}$ و $[CH_3NH_2]_f = C_B - \frac{x_f}{V} = C_B - [OH^-]$ نعوض في عبارة Ka

$$نجد: $Ka = \frac{(C_B - [OH^-]_f) \times [H_3O^+]_f}{[OH^-]_f} = \frac{(2,3 \times 10^{-2} - 3,16 \times 10^{-3}) \times 3,16 \times 10^{-12}}{3,16 \times 10^{-3}} = 1,98 \times 10^{-11}$$$

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

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

	$CH_3NH_2(aq) + H_3O^+(aq) = CH_3NH_3^+(aq) + H_2O(l)$			
ح إ	$C_B V_B$	$C_A V_A$	0	بوفرة
ح و	$C_B V_B - x$	$C_A V_A - x$	x	
ح ن	$C_B V_B - x_{max}$	$C_A V_A - x_{max}$	x_{max}	

ج- جدولاً لتقدم التفاعل: 0,25

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 المزيج ستوكيومترى أي

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

هـ- تحديد الأنواع الكيميائية الموجودة في المزيج 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 $V_A = 5,6 \text{ cm}^3 = \frac{V_{AE}}{2}$ وهذا يوافق نقطة نصف التكافؤ حيث لا توجد صفة غالبية

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

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

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

تغييره اللوني (4,8 - 6,3) يشمل نقطة التكافؤ. 0,25