

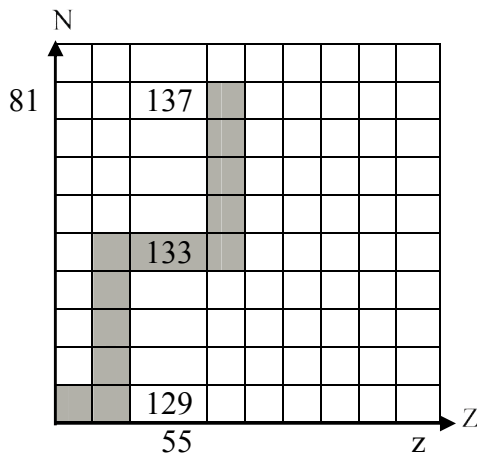
اختبار الفصل الثاني في مادة العلوم الفيزيائية

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 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 $^{129}_{55}\text{Cs}$ 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_ZX ؟

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

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 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 : $R = 20 \Omega$ ، $r = 4 \Omega$.

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 بياناً 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 سعتها $C = 5 \cdot 10^{-5} F$ ، 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.

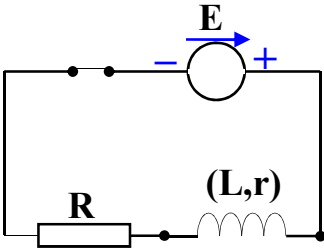
5- بين أن : $\frac{U_C}{U_R} = e^{t/\tau} - 1$ ، ثم استنتج قيمة ثابت الزمن τ لثنائي القطب RC .

6- اوجد قيمة المقاومة R .

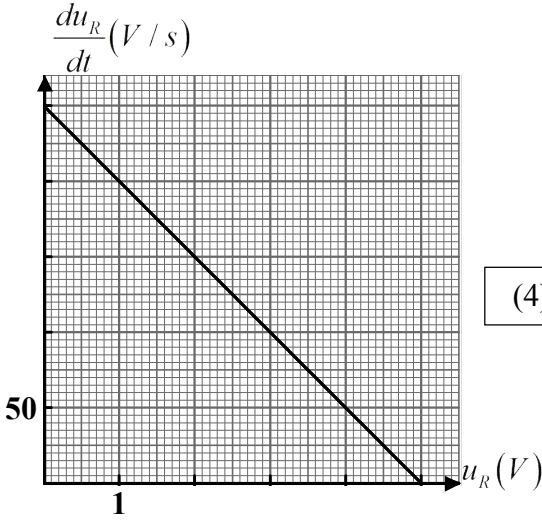
II- نحقق دائرة الشكل (6) بنفس الناقل الأومي السابق و n مكثفة مشحونة

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

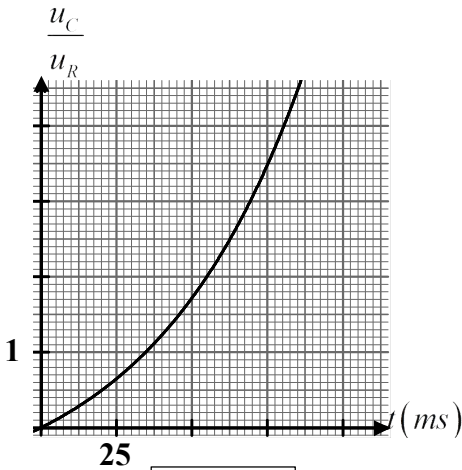
C_{eq} هي سعة المكثفة المكافئة لهذه المكثفات. نغلق القاطعة في اللحظة $t=0$.



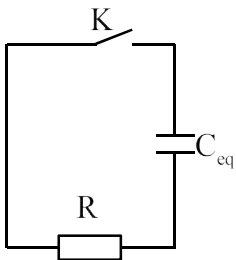
الشكل (3)



الشكل (4)

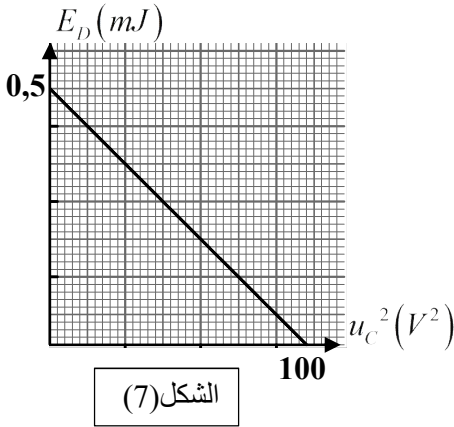


الشكل (5)



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 : $E_D = E_{\max} - \frac{1}{2} C_{eq} u_C^2$

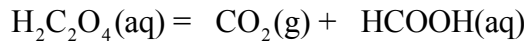
حيث $E_{\max}$ الطاقة المحولة العظمى، يطلب إعطاء عبارتها بدلالة E و C_{eq} .

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 $M_{(C_nH_{2n+1}NH_2)} = 31 \text{ g/mol}$

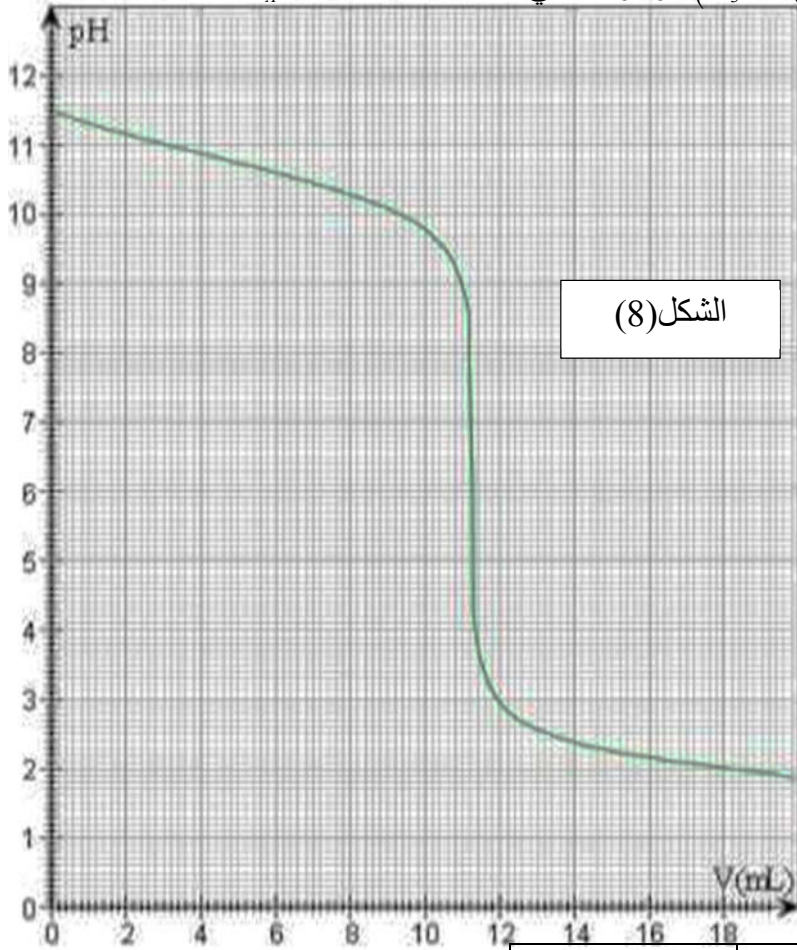
ج- اكتب معادلة انحلاله في الماء ثم انشئ جدول تقدم التفاعل.

د- اثبت أن نسبة التقدم النهائي يمكن كتابتها على الشكل : $\tau_f = \frac{K_e}{C_B \cdot [H_3O^+]_f}$ ، 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 متريّة 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 : $M_N = 14 \text{ g/mol}$, $M_H = 1 \text{ g/mol}$, $M_C = 12 \text{ g/mol}$, $Ke = 10^{-14}$

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.



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_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 الإشعاع β^- . 0,25

النواة $^{129}_{55}\text{Cs}$ تقع تحت واد الاستقرار أي فيها فائض من البروتونات فتتفكك مصدرة الإشعاع 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 :

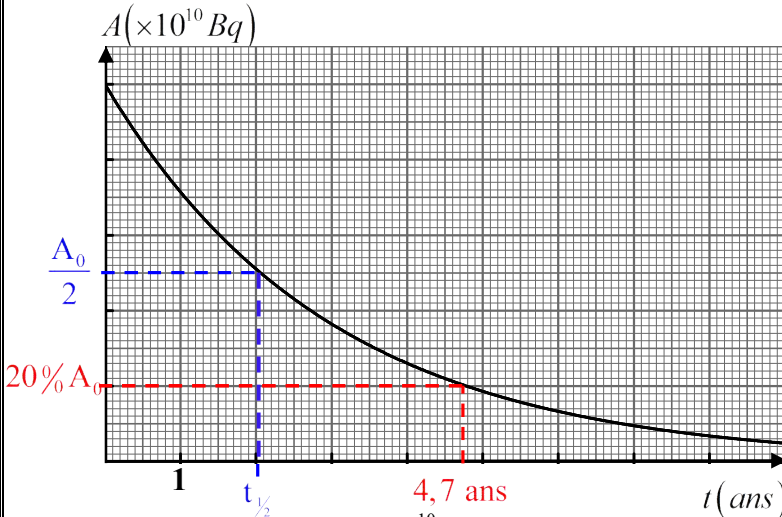
أ- النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 : $A_0 = 5 \times 10^{10} \text{ Bq}$ 0,25

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

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

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

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



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 $E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + r \frac{u_R}{R} + u_R \Rightarrow E = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + u_R \left(\frac{r}{R} + 1 \right)$ ثم نبسط

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

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

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

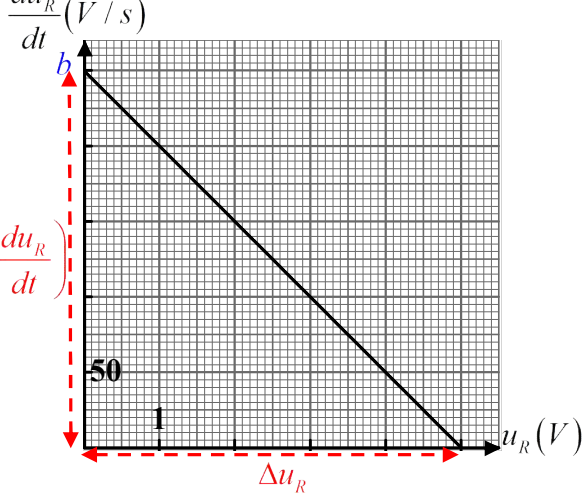
ننشر فنجد $B \alpha e^{-\alpha t} + \left(\frac{r+R}{L} \right) A - B \left(\frac{r+R}{L} \right) e^{-\alpha t} = \frac{RE}{L}$ نتحقق هذه المعادلة لما:

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

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: $\frac{du_R}{dt} (V/s)$

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

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

أ- الاستنتاج بيانيا وبلاستعانة 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

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

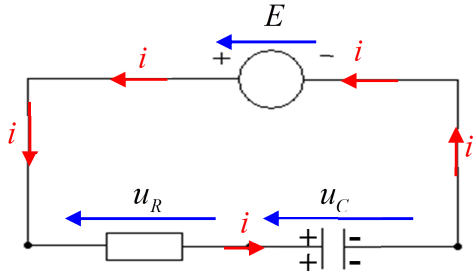
$$0,25 \quad \boxed{L = 0,48 \text{ H}} \quad \frac{L}{R+r} = 0,02 \text{ s} \Rightarrow L = 0,02 (R+r) = 0,02 (20+4) = 0,48 \text{ H} \quad \text{أي}$$

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

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

2- يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بإحدى العبارات التالية :

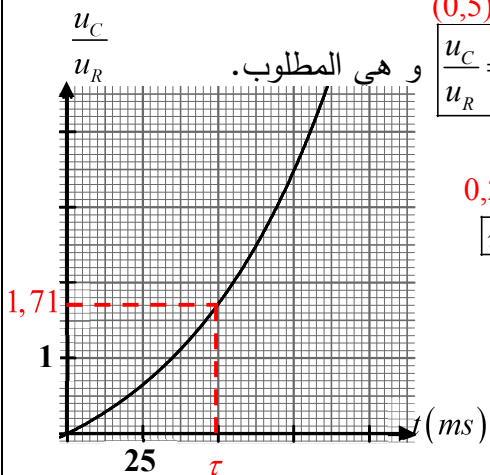
الحل المناسب هو $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ التبرير: نعوض الحل في المعادلة التفاضلية: $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ 0,25

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 τ : نعلم حسب المدلول الفيزيائي لـ τ أن $u_C(t = \tau) = 0,63 E$ 0,25

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

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

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

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

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

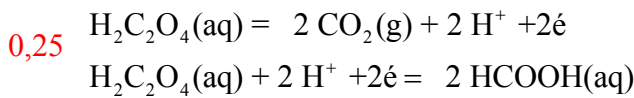
$$\text{0,25 } \boxed{E = 10 \text{ V}} \quad E_{\max} = \frac{1}{2} C_{eq} E^2 \Rightarrow E^2 = \frac{2E_{\max}}{C_{eq}} = \frac{2 \times 0,5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}} = 20 \Rightarrow E = \sqrt{100} = 10 \text{ V}$$

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

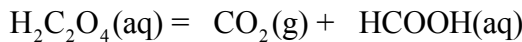
التسلسل (لأن التوصيل على التفرع يجعل السعة أكبر) و المكثفات المستعملة متماثلة أي $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \dots$ (0,25)

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

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 برونشتد: 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

0,25

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

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

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	2×10^{-3}	0	0
ح و	$2 \times 10^{-3} - x$	x	x
ح ن	$2 \times 10^{-3} - x_f$	x_f	x_f

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

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

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

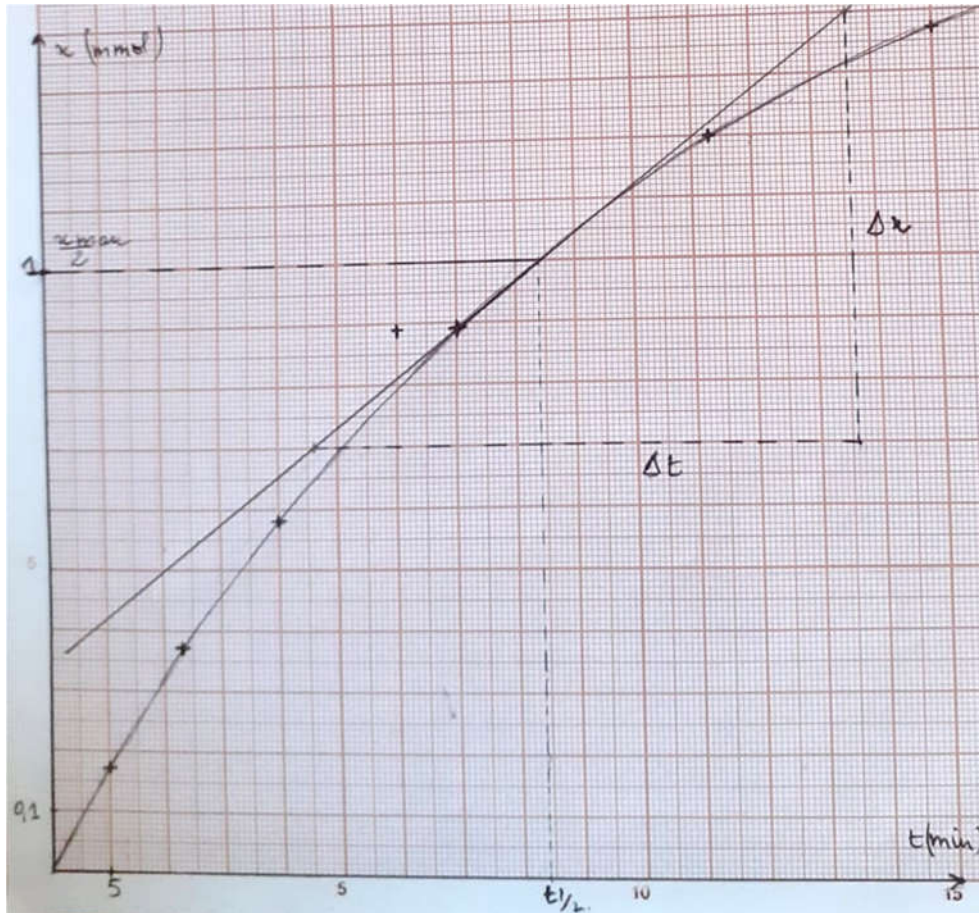
حسب جدول التقدم الحالة الوسطية نلاحظ أن $n_{CO_2} = x$ إذن $x(t) = \frac{V_{CO_2}(t)}{V_m}$

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 _f		x _f	x _f

لدينا حسب جدول التقدم:

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

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

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

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 HCOOH . 0,25

II- 1- أ- حساب 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) ... $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[\text{OH}^-]_f \times V}{C_B V}$

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

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

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

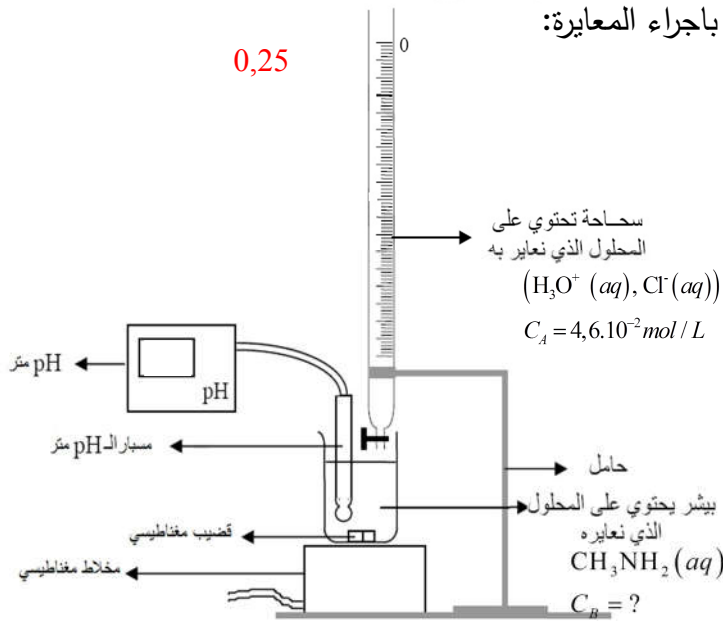
حسب جدول التقدم: $[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]_f = [\text{OH}^-]_f = \frac{x_f}{V}$ و $[\text{CH}_3\text{NH}_2]_f = C_B - \frac{x_f}{V} = C_B - [\text{OH}^-]_f$ نعوض في عبارة K_a

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

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

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: $CH_3NH_2(aq) + H_3O^+(aq) = CH_3NH_3^+(aq) + H_2O(l)$ $0,25$

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
ح و	$C_B V_B - x$	$C_A V_A - x$	x
ح ن	$C_B V_B - x_{\max}$	$C_A V_A - x_{\max}$	$x_{\max}$

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 المعاير 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