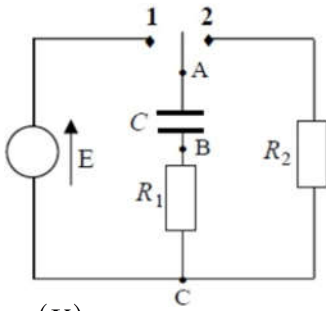
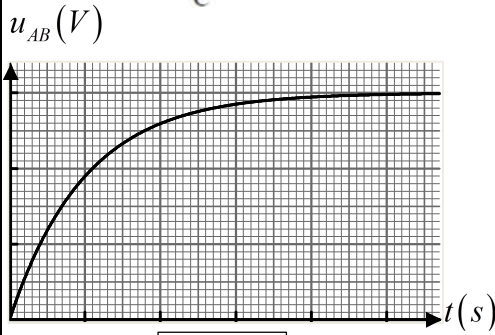


الاختبار الثاني في مادة العلوم الفيزيائية

التمرين الأول: (06 نقاط)



الشكل (1)



الشكل (2)

تضم الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (1):

مولد قوته المحركة الكهربائية E ، ناقلين أوميين $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ و R_2 .
مكثفة فارغة سعتها C و بادلة مقاومتها مهملة.

1- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$.

1- جـ العلاقة بين $\frac{du_{AB}}{dt}$ و u_{BC} .

2- يمكن متابعة تطور التوتر u_{AB} ، و تمثيل البيان $u_{AB}(t)$ في الشكل (2).

أ- بين كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي من أجل مشاهدة $u_{AB}(t)$.

ب- بين كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي للتمكن من مشاهدة كيفية تطور شدة التيار؟

ج- اشرح كيف يتم شحن المكثفة على المستوى المجهري.

مثّلنا بواسطة برنامج إعلام آلي مناسب البيان $\frac{du_{AB}}{dt} = f(u_{BC})$ (الشكل (3)).

د- من بين النقطتين (M) و (N) في الشكل (3).

أيهما توافق لحظة غلق القاطعة؟

هـ- أوجد معادلة البيان الممثل في الشكل (3) .

و- أحسب سعة المكثفة.

ي- ضع سلما لمحوري بيان الشكل (2) .

II- نفرغ المكثفة ، ثم نوصل معها بين النقطتين A و B مكثفة أخرى سعتها C' .

نضع البادلة في الوضع (1)، و لما يتم الشحن تماما نضع البادلة على الوضع (2) عند اللحظة $t = 0$.

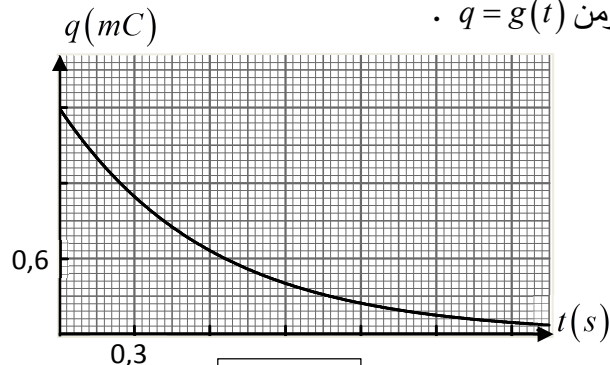
1- ماهي القيمة الجديدة لـ $u_{BC}(0)$ ؟

2- مثّلنا في الشكل (4) شحنة اللبوس الموجب للمكثفة الناتجة بدلالة الزمن $q = g(t)$.

أ- حدّد طريقة توصيل المكثفتين.

ب- أحسب قيمة السعة C' .

ج- أحسب قيمة R_2 .



الشكل (4)

التمرين الثاني:

تحتوي دارة كهربائية على التسلسل: مولد للتوتر المستمر $E = 12 \text{ V}$ و ناقل أومي قيمة مقاومته $R = 5 \Omega$ ووشية (L, r) وقاطعة.

1- أرسم الدارة الكهربائية موضحا عليها كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبلي لمشاهدة التوتر u_R عند غلق القاطعة.

2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار $i(t)$.

3- المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل: $i(t) = \frac{b}{a}(1 - e^{-at})$.

عبر عن الثابتين a و b بدلالة: E, R, L, r .

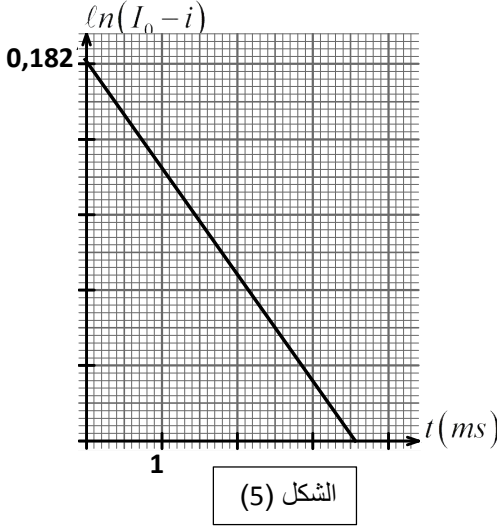
4- يمثل البيان الممثل في الشكل (5)، تغيرات $\ln(I_0 - i)$ بدلالة الزمن t

حيث شدة التيار تقاس بوحدتها الدولية.

أ- أوجد من البيان قيمة كلا من I_0 و ثابت الزمن τ .

ب- أحسب قيمتي L و r للوشية.

ج- أحسب قيمة التوتر بين طرفي الوشية عند $t = 0$ و $t = 0,2 \text{ s}$.



الشكل (5)

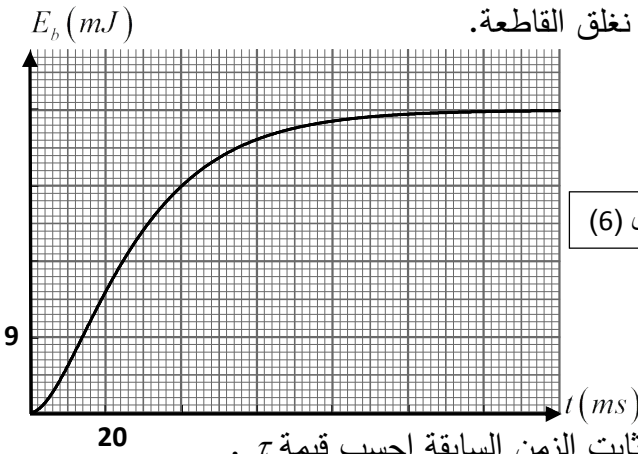
5- نستعمل الآن مولدا للتوتر المستمر $E = 6 \text{ V}$ في الدارة السابقة ثم نغلق القاطعة.

أ- اعط عبارة الطاقة المخزنة في الوشية $E_b(t)$ بدلالة الزمن.

ب- بين أن ثابت الزمن يمكن كتابته بالعبارة التالية:

$$\tau = \frac{-t}{\ln\left(1 - \sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}\right)}$$

$$I_0 = \frac{E}{R+r} \text{ حيث}$$



الشكل (6)

ج- باستغلال المنحنى البياني للطاقة الممثل في الشكل (6) و عبارة ثابت الزمن السابقة احسب قيمة τ .

التمرين الثالث:

لعنصر البولونيوم Po عدة نظائر مشعة، أحدها فقط طبيعي ومشع، نواته A_ZPo و التي تتفكك إلى نواة الرصاص ${}^{206}_{82}Pb$ و تصدر جسيما α .

1- أ- ما المقصود بكل من النظير والنواة المشعة.

ب- أكتب معادلة التفكك ثم استنتج قيمتي A و Z .

2- ليكن N_0 عدد الأنوية المشعة الموجودة في عينة من النظير A_ZPo في اللحظة $t=0$ ، $N(t)$ عدد الأنوية المشعة غير المتفككة الموجودة في العينة في اللحظة t .

أ- اختر عبارة التناقص الإشعاعي للأنوية $N(t)$ مما يلي:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}, \quad N(t) = N_0 - e^{\lambda t}, \quad N(t) = N_0 e^{-t/\tau}, \quad N(t) = N_0 e^{\lambda t}, \quad N(t) = N_0 + e^{-\lambda t}$$

ب- استنتج عبارة $N_{pb}(t)$ عدد أنوية الرصاص ${}^{206}_{82}Pb$ الناتجة في اللحظة t بدلالة N_0 و λ . استنتج $N_{pb}(\infty)$.

3- يمثل الشكل (7) تغيرات عدد أنوية الرصاص الناتجة بدلالة الزمن t .

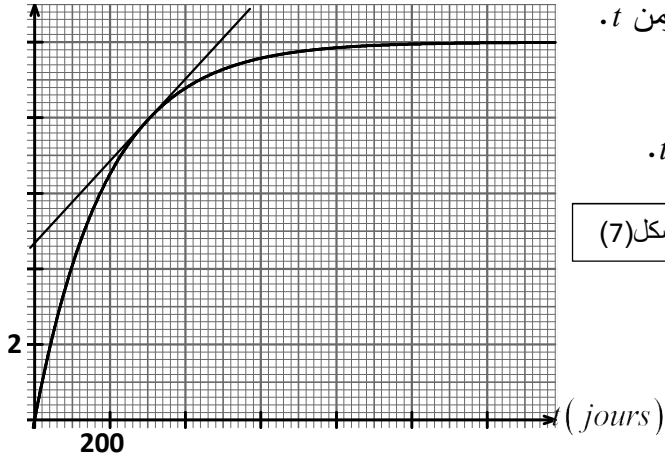
بالاعتماد على البيان استنتج مايلي:

أ- عدد الأنوية المشعة N_0 الموجودة في عينة النظير A_ZPo لما $t=0$.

ب- ثابت الزمن τ للنواة A_ZPo .

4- استنتج نشاط العينة المشعة عند اللحظة $t = 300$ ج.

الشكل (7)



5- المخطط الممثل في الشكل (8) يبين الحويلة الكتلية لتفكك النظير المشع A_ZPo إلى الرصاص.

أ- استنتج طاقة الربط E_ℓ للنواة A_ZPo .

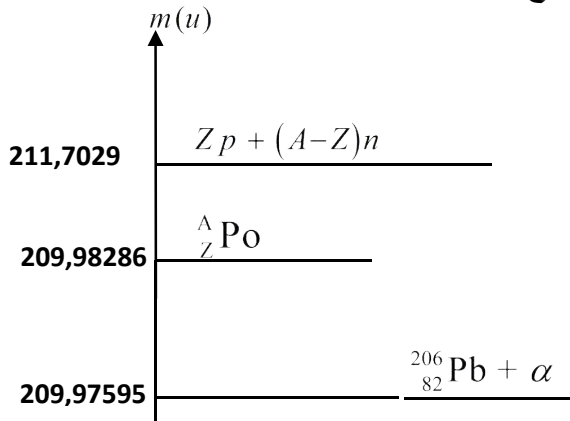
ب- الطاقة المحررة من تفكك نواة واحدة.

ج- رتب الأنوية التالية حسب تزايد استقرارها:

$${}^{239}_{94}Pu, {}^{102}_{42}Mo, {}^A_ZPo$$

$$E_{\ell({}^{102}_{42}Mo)} = 877,2 \text{ MeV}, \quad 1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

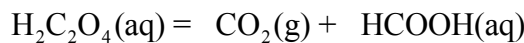
$$E_{\ell({}^{239}_{94}Pu)} = 1792,5 \text{ MeV}$$



الشكل (8)

التمرين التجريبي : (06 نقاط)

أ- حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ يتفكك حراريا 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

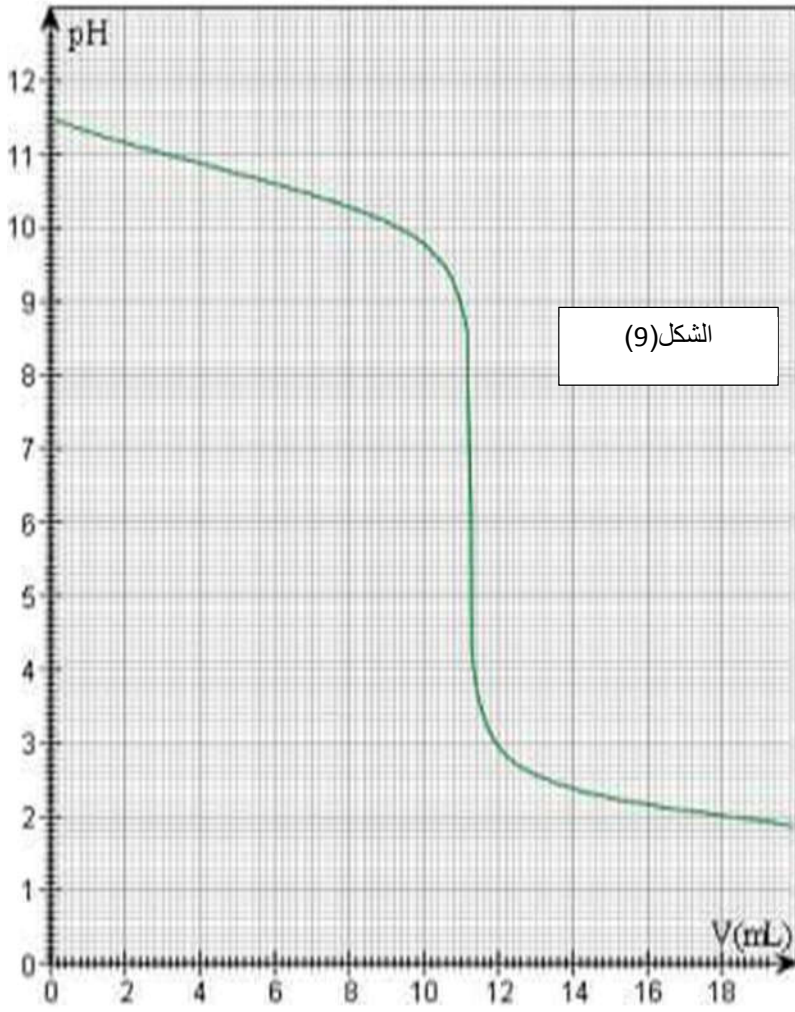
- 1- أثبت أن التفاعل الحادث أكسدة - ارجاع مع ايجاد الثنائيتين الداخلتين في التفاعل.
 - 2- عرف الحمض حسب تعريف برونشتد.
 - 3- صنف هذا التفاعل من حيث المدة المستغرقة.
 - 4- بين أن الحجم المولي في شروط التجربة هو $V_m = 25 \text{ L/mol}$.
 - 5- بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل :
 - أ- أوجد عبارة التقدم x بدلالة حجم غاز الفحم المنطلق واحسب عند كل لحظة قيمته.
 - ب- أرسم 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 $\text{pH} = 2,9$.
 - أ- وضح كيف يمكن تحضير هذا المحلول.
 - ب- أكتب معادلة انحلال الحمض في الماء.
 - ج- بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة بالعلاقة التالية : $Ka = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C - 10^{-\text{pH}}}$ ، احسب قيمته.
 - د- قارن بين قوة حمض الأكساليك وحمض الميثانويك.
- المعطيات :**

$$R = 8,31 \text{ SI} , M_O = 16 \text{ g/mol} , M_C = 12 \text{ g/mol} , M_H = 1 \text{ g/mol} , \text{PKa}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{HC}_2\text{O}_4^-) = 1,2$$

- II- محلول مائي لمركب كيميائي B صيغته العامة $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2$ ، تركيزه المولي بشوارد OH^- يساوي $3,16 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ونسبة تقدمه النهائي $\tau_f = 13,73 \%$.
 - 1-أ- أحسب pH هذا المحلول وبين طبيعته (محلول حمضي أو أساسي).
 - ب- أوجد الصيغة المجملة لهذا المركب الكيميائي . علما أن $M_{(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2)} = 31 \text{ g/mol}$.
 - ج- أكتب معادلة انحلاله في الماء ثم انشئ جدول تقدم التفاعل.
 - د- اثبت أن نسبة التقدم النهائي يمكن كتابتها على الشكل : $\tau_f = \frac{K_e}{C_B \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_f}$ ، ثم احسب قيمة C_B .
 - هـ- أعط عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (أساس / حمض) الموافقة واحسب قيمته، استنتج قيمة pka .

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

بواسطة محلول لحمض كلور الماء ($\text{H}_3\text{O}^+ (aq), \text{Cl}^- (aq)$) تركيزه المولي $C_A = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ فكان البيان الممثل



لتغيرات $pH = f(V_A)$ الشكل (9).

أ- أرسم البروتوكول التجريبي الذي يسمح بإجراء هذه المعايرة.

ب- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لتحول المعايرة.

ج- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

د- جد إحداثي 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 أحسب 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 : $M_N = 14 \text{ g/mol}$ ، $M_H = 1 \text{ g/mol}$ ، $M_C = 12 \text{ g/mol}$ ، $K_e = 10^{-14}$

*** بالتوفيق ***

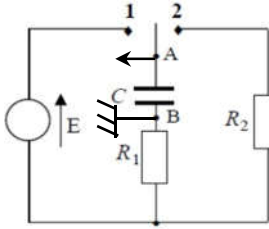
التمرين الأول: (03,5 نقطة)

1- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$.

1- جد العلاقة بين $\frac{du_{AB}}{dt}$ و u_{BC} : $u_{BC} = u_R$ ، $u_{AB} = u_C$

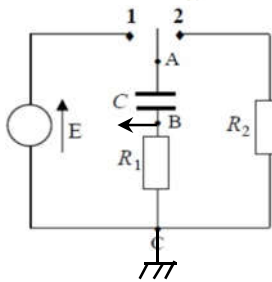
بتطبيق قانون جمع التوترات: $E = u_C + u_R$ لدينا: $u_R = Ri$ و $i = \frac{dq}{dt}$ إذن $u_R = R \frac{dC u_C}{dt} = RC \frac{du_C}{dt}$

$$\text{إذن } u_R = RC \frac{du_C}{dt} \text{ إذن } u_{BC} = RC \frac{du_{AB}}{dt} \quad (0,25)$$



2-أ- كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي من أجل مشاهدة $u_{AB}(t)$: (0,25)

نوصل المدخلين (الأرضي و المدخل y_A) بين طرفي المكثفة كما في الشكل المقابل.



أ- كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة كيفية تطور شدة التيار : (0,25)

نوصل المدخلين (الأرضي و المدخل y_B) بين طرفي المقاومة كما في الشكل المقابل.

حيث نشاهد $u_R(t) = Ri(t)$ و هو نفس شكل البيان $i(t)$.

ج- شرح كيف يتم شحن المكثفة على المستوى المجهري: يطبق المولد توترا كهربائيا بين طرفي الدارة فيعمل كمضخة لتحريك

الالكترونات من قطبه السالب (-) (المنخفض الكمون) فتتجمع على اللبوس B للمكثفة و بالمقابل اللبوس A تغادره

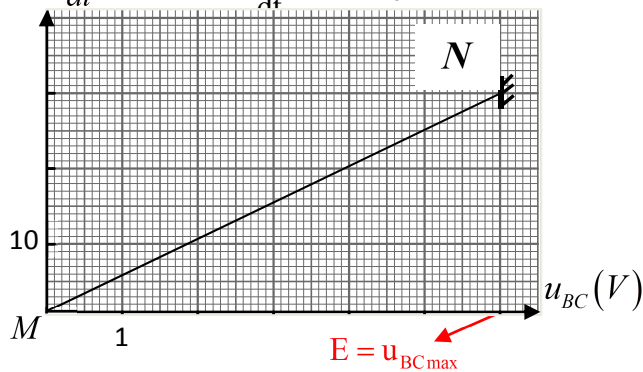
الالكترونات نحو القطب (+) للمولد ذو الكمون المرتفع فيشحن بالموجب. تتوقف عملية الشحن لما يكون $E = u_C$. (0,25)

د- من بين النقطتين (M) و (N) في الشكل (3). النقطة التي توافق لحظة غلق القاطعة هي N لأن عندها حسب البيان

يكون $u_{BC} = u_R = Ri$ أعظمي لأن تيار الشحن يكون أعظميا في البداية ثم يتناقص تدريجيا إلى أن تنتهي عملية الشحن

عند النقطة M. (0,25)

هـ- معادلة البيان $\frac{du_{AB}}{dt} = f(u_{BC})$: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته $\frac{du_{AB}}{dt} = a u_{BC}$ $\frac{du_{AB}}{dt} (V/s)$



قيمة a تمثل معامل توجيه البيان الذي يحسب بميل البيان:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta \frac{du_{AB}}{dt}}{\Delta u_{BC}} = \frac{3 \times 10}{1 \times 6} = 5 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{فمعادلة البيان: } \frac{du_{AB}}{dt} = 5 u_{BC} \quad (0,25)$$

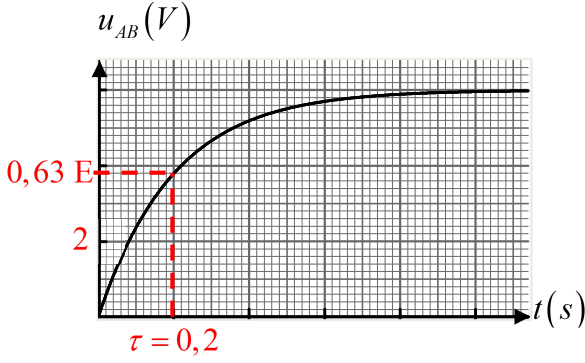
و- حساب سعة المكثفة: من المعادلة (1) $\left(u_{BC} = R_1 C \frac{du_{AB}}{dt} \right) \times \frac{1}{R_1 C} \Rightarrow \frac{du_{AB}}{dt} = \frac{1}{R_1 C} u_{BC} \dots$

بالمطابقة بين معادلة البيان $\frac{du_{AB}}{dt} = 5 u_{BC}$ و المعادلة (1):

$$\frac{1}{R_1 C} = 5 \Rightarrow \tau = R_1 C = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ s} \Rightarrow C = \frac{\tau}{R_1} = \frac{0,2}{10^3} = 2 \times 10^{-4} \text{ F} \quad (0,25)$$

ي- وضع سلم لمحموري بيان $u_{AB}(t)$: البيان يمثل تغيرات $u_C(t)$ خلال الشحن.

حسب قانون جمع التوترات عند بداية الشحن $t=0$ يكون $E = u_C + u_R$ فيكون $E = u_{BC\max}$ و حسب البيان



$$u_{BC\max} = 6 \text{ V} \text{ لدينا } \frac{du_{AB}}{dt} = f(u_{BC}) \text{ عند النقطة N}$$

إذن السلم على محور الترتيب: $1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ V}$ (0,25)

و على محور الفواصل: $u_{AB}(\tau) = 0,63 E \rightarrow 0,63 \times 3 \text{ cm} = 1,89 \text{ cm}$

بياننا نجد السلم على محور الفواصل: $1 \text{ cm} \rightarrow 0,2 \text{ s}$ (0,25)

1- القيمة الجديدة لـ $u_{BC}(0)$ هي $u_{BC}(0) = E = 6 \text{ V}$ (0,25)

2- أ- تحديد طريقة توصيل المكثفتين: مثلنا في الشكل (4) شحنة اللبوس الموجب للمكثفة الناتجة بدلالة الزمن $q = g(t)$.

من البيان $q = g(t)$ نستنتج سعة المكثفة المكافئة: $q(0) = 0,6 \times 3 = 1,8 \text{ mC}$

$$q(0) = C_{\text{eq}} E \Rightarrow C_{\text{eq}} = \frac{q(0)}{E} = \frac{1,8 \times 10^{-3}}{6} = 0,3 \times 10^{-3} \text{ F} = 3 \times 10^{-4} \text{ F}$$

نقارن C بـ C_{eq} : $C = 2 \times 10^{-4} \text{ F} < C_{\text{eq}} = 3 \times 10^{-4} \text{ F}$ سعة المكثفة المكافئة ازدادت بعد إذن فالربط على التفرع. (0,5)

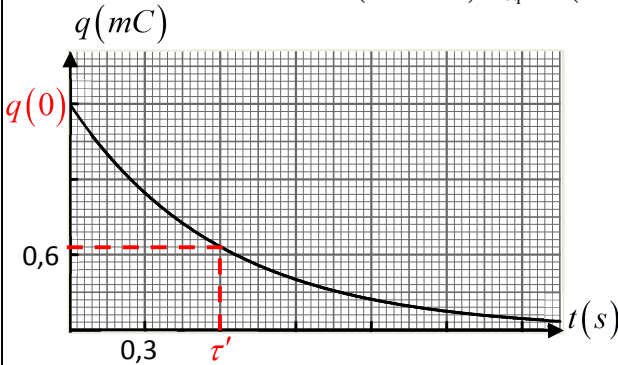
حساب قيمة السعة C' : $C_{\text{eq}} = C + C' \Rightarrow C' = C_{\text{eq}} - C = 3 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-4} = 1 \times 10^{-4} \text{ F}$ (0,25)

ج- حساب قيمة R_2 : نحدد ثابت الزمن للتفريغ $q(\tau) \rightarrow 0,37 \times 3 = 1,11 \text{ cm}$

$$\tau' = (R_1 + R_2) C_{\text{eq}} \Rightarrow (R_1 + R_2) = \frac{\tau'}{C_{\text{eq}}} = \frac{0,6}{3 \times 10^{-4}} = 0,2 \times 10^4 = 2000 \Omega \text{ و } \tau' = 0,6 \text{ s}$$

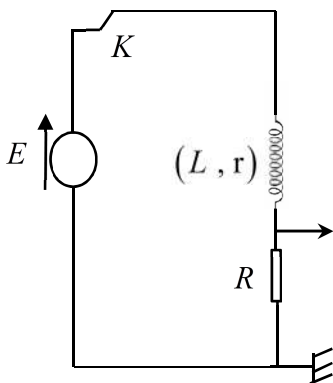
(0,25)

$$R_2 = 2000 - R_1 = 2000 - 1000 = 1000 \Omega \quad R_2 = 1000 \Omega = 1 \text{ K}\Omega$$



التمرين الثاني: (04 نقاط)

1- رسم الدارة الكهربائية وعليها كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة التوتر u_R عند غلق القاطعة: (0,25)



2- كتابة المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار $i(t)$:

$$E = u_b + u_R \quad \text{فنجد} \quad \frac{di}{dt} + \frac{(r+R)}{L} i = \frac{E}{L} \quad E = L \frac{di}{dt} + ri + Ri \Rightarrow \left(E = L \frac{di}{dt} + (r+R)i \right) \times \frac{1}{L}$$

3- المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل: $i(t) = \frac{b}{a} (1 - e^{-at})$

التعبير عن الثابتين a و b بدلالة: E, R, L, r :

$$\frac{di}{dt} = -(-a) \frac{b}{a} e^{-at} = b e^{-at} \dots (2) \quad \text{نشتق} \quad i(t) = \frac{b}{a} (1 - e^{-at}) = \frac{b}{a} - \frac{b}{a} e^{-at} \dots (1)$$

نعوض العبارتين (1) و (2) في الم الت: $\frac{di}{dt} + \frac{(R+r)}{L}i = \frac{E}{L}$

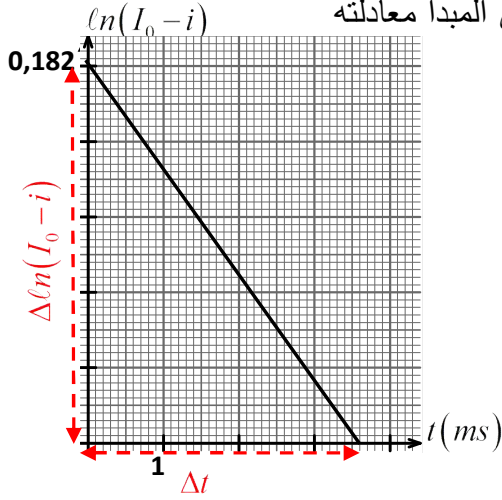
$$be^{-at} + \frac{(R+r)}{L} \left(\frac{b}{a} - \frac{b}{a} e^{-at} \right) = \frac{E}{L} \Rightarrow be^{-at} + \frac{(R+r)b}{L} - \frac{(R+r)b}{L} e^{-at} = \frac{E}{L} \dots (3)$$

تتحقق المعادلة (3) لما: $\left\{ \begin{array}{l} be^{-at} \left(1 - \frac{(R+r)}{L} \frac{1}{a} \right) = 0 \Rightarrow \boxed{a = \frac{R+r}{L}} \quad (0,25) \\ + \frac{(R+r)b}{L} = \frac{E}{L} \Rightarrow \boxed{b = \frac{E}{L}} \quad (0,25) \end{array} \right.$

$$i(t) = \frac{E}{R+r} \left(1 - e^{-\frac{(R+r)}{L}t} \right)$$

4- أ- إيجاد من البيان قيمة كلا من I_0 و ثابت الزمن τ :

كتابة معادلة البيان $\ln(I_0 - i) = f(t)$: البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته



نستنتج قيمة الثابت b من البيان: $b = 0,182$

قيمة a تمثل معامل توجيه البيان الذي يحسب بميل البيان:

$$\text{tg} \alpha = \frac{\Delta \ln(I_0 - i)}{\Delta t} = \frac{-0,182}{3,6 \times 10^{-3}} = -50,5 \text{ s}^{-1}$$

فمعادلة البيان: $\boxed{\ln(I_0 - i) = -50,5 t + 0,182} \quad (0,25)$

نجد المعادلة النظرية للبيان $\ln(I_0 - i) = f(t)$:

$$\frac{E}{R+r} = I_0 \text{ حيث } i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{(R+r)}{L}t} \right) = I_0 - I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow i - I_0 = -I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow I_0 - i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \dots (4)$$

ندخل اللوغاريتم على (4): $\ln(I_0 - i) = \ln I_0 - \frac{t}{\tau}$ فتصبح المعادلة النظرية $\ln(I_0 - i) = -\frac{t}{\tau} + \ln I_0 \quad (0,25)$

بالمطابقة بين المعادلة البيانية و النظرية نجد: $\ln I_0 = 0,182 \Rightarrow I_0 = e^{0,182} = 1,2 \text{ A} \quad (0,25)$

$\tau = 20 \text{ ms} = 0,02 \text{ s} \quad (0,25) \quad \frac{1}{\tau} = 50,5 \text{ s}^{-1} \Rightarrow \tau = \frac{1}{50,5} = 20 \text{ ms}$

حساب قيمتي L و r للوشية: $\frac{E}{R+r} = I_0 \Rightarrow R+r = \frac{E}{I_0} \Rightarrow r = \frac{E}{I_0} - R = \frac{12}{1,2} - 5 = 5 \Omega \quad (0,25)$

$\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = \tau(R+r) = 20 \cdot 10^{-3} \times 10 = 0,2 \text{ H} \quad (0,25)$

ج- حساب قيمة التوتر بين طرفي الوشية عند $t = 0$ و $t = 0,2 \text{ s}$: حسب ق ج ت: $E = u_b + u_R \Rightarrow u_b(t) = E - u_R(t)$

عند $t = 0$ لحظة غلق القاطعة و بداية ظهور التيار: $u_b(0) = E - u_R(0)$ لدينا $u_R(0) = Ri(0) = 0$ إذن $u_b(0) = E \quad (0,25)$

عند $t = 0,2 \text{ s} = 10 \tau$: إذن الدارة تكون في حالة النظام الدائم $u_b(0,2 \text{ s}) = rI_0 = 5 \times 1,2 = 6 \text{ V}$ $u_b(0,2 \text{ s}) = 6 \text{ V} \quad (0,25)$

5- نستعمل الآن مولدا للتوتر المستمر $E = 6 \text{ V}$ في الدارة السابقة ثم نغلق القاطعة:

أ- اعط عبارة الطاقة المخزنة في الوشيعه $E_b(t)$ بدلالة الزمن: $E_b(t) = \frac{1}{2} Li(t)^2 = \frac{1}{2} L \frac{E^2}{(R+r)^2} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$ (0,25)

ب- إثبات أن ثابت الزمن يكتب بالعبارة: $\tau = \frac{-t}{\ln\left(1 - \sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}\right)}$ حيث $I_0 = \frac{E}{R+r}$

$$\left(E_b(t) = \frac{1}{2} LI_0^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2\right) \times \frac{2}{LI_0^2} \Rightarrow \frac{2E_b(t)}{LI_0^2} = \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}} = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} = 1 - \sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{-t}{\tau} = \ln\left(1 - \sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}\right) \Rightarrow \tau = \frac{-t}{\ln\left(1 - \sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}\right)} \quad (0, 5)$$

ج- حساب قيمة τ باستغلال المنحنى البياني للطاقة و عبارة ثابت الزمن السابقة :

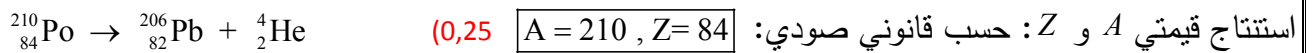
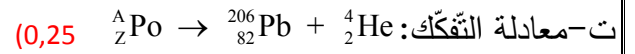
عند $t = 2 \times 20 \text{ ms} = 40 \text{ ms}$ يكون $E_b = 3 \times 9 = 36 \text{ mJ}$ ، $E_{b\max} = 4 \times 9 = 45 \text{ mJ}$

(0,25) $\tau = 17,7 \text{ ms}$ $LI_0^2 = 2E_{b\max} = 90 \text{ mJ}$ $\tau = \frac{-0,04}{\ln\left(1 - \sqrt{\frac{2 \times 36}{90}}\right)} = 17,7 \text{ ms}$

التمرين الثالث: (04 نقاط)

1- أ- النظير : نظير ذرة هي ذرة نواتها لها نفس Z و تختلف في N أي في A . (0,25)

النواة المشعة: نواة غير مستقرة كي تصبح مستقرة تتفكك و يصدر عنها إشعاعات α أو β^- أو β^+ و يرافقها γ . (0,25)



2- ليكن N_0 عدد الأنوية المشعة الموجودة في عينة من النظير ${}_{84}^{210}\text{Po}$ في اللحظة $t=0$ ، عدد الأنوية المشعة غير المتفككة الموجودة في العينة في اللحظة t .

أ- العبارة الصحيحة لتناقص الإشعاعي للأنوية $N(t)$: $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ و $N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ (0,25)

ب- استنتاج عبارة $N_{pb}(t)$ بدلالة N_0 و λ : N_0 هي عدد الأنوية لابتدائية. $N(t)$ هي عدد النوية المتبقية من ${}_{84}^{210}\text{Po}$

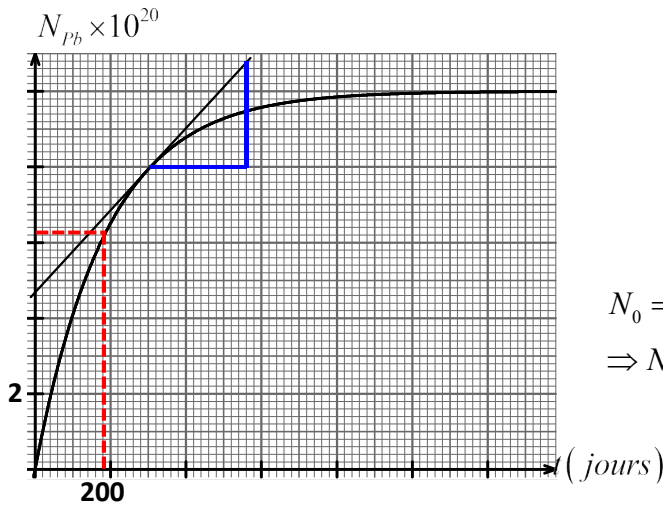
$N_0 = N(t) + N_{pb}(t) \Rightarrow N_{pb}(t) = N_0 - N(t)$. تمثل عدد الأنوية المتفككة.

و لدينا $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ إذن $N_{pb}(t) = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$ (0,25)

استنتاج $N_{pb}(\infty)$ من البيان المقابل $N_{pb}(\infty) = 2 \times 5 \times 10^{20} = 10^{21} \text{ noyaux}$ $N_{pb}(\infty) = 10^{21} \text{ noyaux}$ (0,25)

3- أ- N_0 : لما تتفكك كل الأنوية الابتدائية أي $N_0 = N_{pb}(\infty) = 10^{21} \text{ noyaux}$ (0,25)

ب- ثابت الزمن τ للنواة ${}^{210}_{84}\text{Po}$: $N_{pb}(\tau) = 0,63 N_0 \rightarrow 0,63 \times 5\text{cm} = 3,15\text{ cm}$ بياننا نجد $\tau = 0,9 \times 200 = 180\text{ jours}$



(0,25) $\tau = 180\text{ jours}$

4- استنتاج نشاط العينة المشعة عند اللحظة $t = 300\text{ j}$:

$$N_{pb}(300\text{ j}) = 4 \times 2 \times 10^{20} = 8 \times 10^{20} \text{ noyaux}$$

ط1 : $A(t) = \lambda N(t)$ من البيان

$$N_0 = N(t) + N_{pb}(t) \Rightarrow N(t) = N_0 - N_{pb}(t)$$

$$\Rightarrow N(300\text{ j}) = N_0 - N_{pb}(300\text{ j}) = (10 - 8) \times 10^{20} = 2 \times 10^{20} \text{ noyaux}$$

نحسب ثابت النشاط الإشعاعي λ :

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{180 \times 24 \times 60 \times 60} = 6,43 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$$

(0,5) $A(300\text{ j}) = 1,286 \times 10^{13} \text{ Bq}$ $A(300\text{ j}) = \lambda N(300\text{ j}) = 6,43 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{20} = 1,286 \times 10^{13} \text{ Bq}$

ط2 لدينا $A(t) = \frac{-dN_{Po}}{dt} = \frac{dN_{Pb}}{dt}$ بطريقة المماسات نحسب ميل مماس البيان المرسوم عند هذه اللحظة

$$A(300\text{ j}) = 1,286 \times 10^{13} \text{ Bq} = 1,246 \times 10^{13} \text{ Bq} \quad \text{إذن} \quad \text{tg} \alpha = \frac{\Delta N_{Pb}}{\Delta t} = \frac{1,4 \times 2 \times 10^{20}}{1,3 \times 200 \times 24 \times 3600} = 1,246 \times 10^{13} \text{ Bq}$$

5- أ- استنتاج طاقة الربط E_ℓ للنواة ${}^{210}_{84}\text{Po}$: $E_\ell({}^A_Z\text{X}) = (Z m_p + (A - Z) m_n - m_{{}^A_Z\text{X}}) \times c^2$ حسب المخطط

$$E_\ell({}^{210}_{84}\text{Po}) = 1602,217 \text{ MeV} \quad E_\ell({}^{210}_{84}\text{Po}) = (211,7029 - 209,98286) \times c^2 = 1,72004 \text{ u} \times c^2 = 1,72004 \times 931,5 = 1602,217 \text{ MeV}$$

(0,25)

ب- الطاقة المحررة من تفكك نواة واحدة:

(0,25) $Q = (m_i - m_f) \times c^2 = (m_{Po} - (m_{Pb} + m_\alpha)) \times c^2$
 $= (209,98286 - 209,97595) \text{ u} \times c^2 = 6,91 \times 10^{-3} \times 931,5 = 6,436 \text{ MeV}$

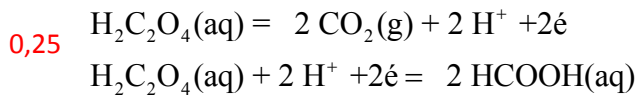
ج- ترتيب الأنوية التالية حسب تزايد استقرارها: ${}^{210}_{84}\text{Po}$ ، ${}^{102}_{42}\text{Mo}$ و ${}^{239}_{94}\text{Pu}$:

$$\text{نحسب طاقة الربط لكل نوية في كل نواة: } \frac{E_\ell({}^{210}_{84}\text{Po})}{A} = \frac{1602,217}{210} = 7,629 \text{ MeV/nucleon}$$

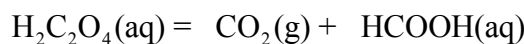
$$\frac{E_\ell({}^{239}_{94}\text{Pu})}{A} = \frac{1792,5}{239} = 7,5 \text{ MeV/nucleon} \quad , \quad \frac{E_\ell({}^{102}_{42}\text{Mo})}{A} = \frac{877,2}{102} = 8,59 \text{ MeV/nucleon}$$

(0,5) $7,5 < 7,629 < 8,59$ إذن النواة الأكثر استقرارا هي Mo ثم Po ثم Pu

التمرين التجريبي : (08,5 نقاط)



1-1- 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 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

$$0,25 \quad P V_m = R T \Rightarrow V_m = \frac{R T}{P} = \frac{8,31 \times 301}{10^5} = 2501,31 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 25,0131 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{L} = 25 \text{ L/mol}$$

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

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

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

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

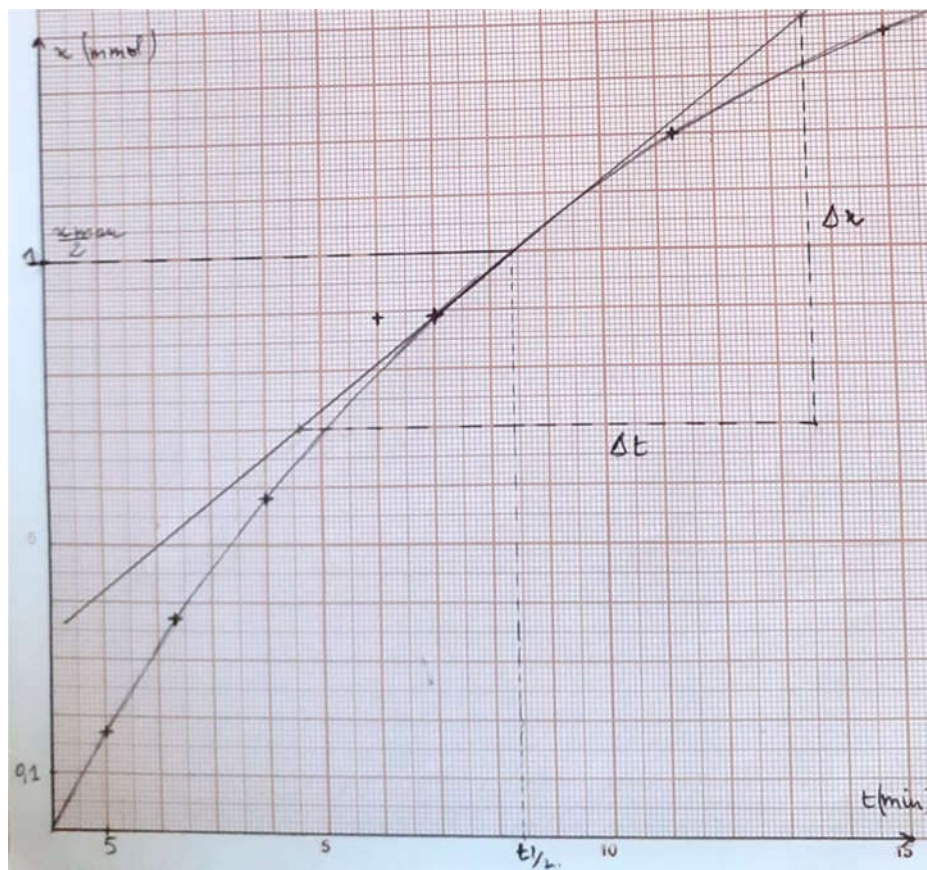
$$n_{0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{m}{M} = \frac{0,18}{90} = 0,002 \text{ mol} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

حسب جدول التقدم الحالة الوسطية نلاحظ أن $n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_m}$ 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 و تكون $V(t_{1/2}) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 1,55 \times 10^{-2} \text{ mmol/min}$

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 $C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} = 0,2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$

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

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 إ	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 $Ka = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$ 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 $Ka = \frac{10^{-2 \times 2,9}}{10^{-2} - 10^{-2,9}} = 1,8 \times 10^{-4}$ $Ka = 1,8 \times 10^{-4}$

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

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:

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

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

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

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

0,25

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

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

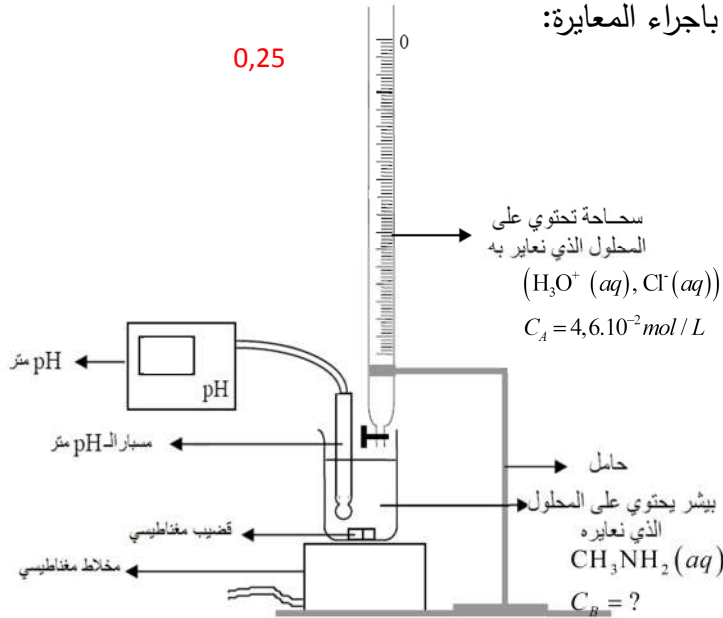
حسب جدول التقدم: $[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]_f = [\text{OH}^-]_f = \frac{x_f}{V}$ و $[\text{CH}_3\text{NH}_2]_f = C_B - \frac{x_f}{V} = C_B - [\text{OH}^-]$ نعوض في عبارة K_a

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

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

$$\text{استنتاج قيمة } pka : pka = -\log K_a = 12,3 \quad \boxed{pka = 12,3} \quad \text{0,25}$$

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



أ- معادلة تفاعل المعايرة: $\text{CH}_3\text{NH}_2 (aq) + \text{H}_3\text{O}^+ (aq) = \text{CH}_3\text{NH}_3^+ (aq) + \text{H}_2\text{O} (l)$ 0,25

ج- جدولاً لتقدم التفاعل: 0,25

	$\text{CH}_3\text{NH}_2 (aq) + \text{H}_3\text{O}^+ (aq) = \text{CH}_3\text{NH}_3^+ (aq) + \text{H}_2\text{O} (l)$			
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	$C_B V_B - x_{\max}$	$C_A V_A - x_{\max}$	$x_{\max}$	

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

حساب قيمة C_B : عند التكافؤ المزيغ ستوكيوميتري 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 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

$$\text{أي } [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = [\text{CH}_3\text{NH}_2] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = \frac{4,6 \times 10^{-2} \times 5,6}{22,4 + 5,6} = 0,92 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$$

$$0,75 \quad [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = [\text{CH}_3\text{NH}_2] = [\text{Cl}^-] = 9,2 \times 10^{-3} \text{ mol / L} \quad [\text{Cl}^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = 0,92 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$$

و- الكاشف الملون المناسب لتجربة المعايرة السابقة: لدينا $\text{pH}_E = 6,3$ إذن الكاشف الملون المناسب هو أحمر الميثيل مجال

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

وفقكم الله جميعاً