الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

ثانوية : بوهالي محمد السعيد
المستوى : 3 علوم تجريبية

يوم : 2020 / 03 / 04
المدة : 2 ساعة

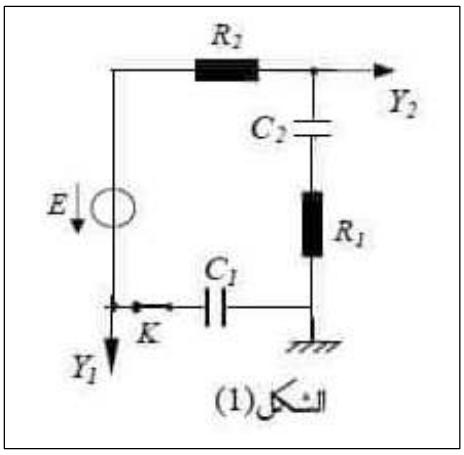
الإمتحان الثاني في مادة العلوم الفيزيائية

الجزء الأول : (13 نقطة)

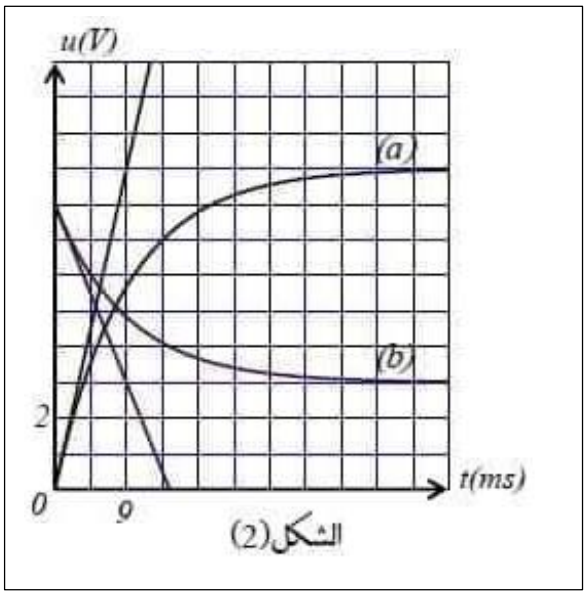
التمرين الأول : (6 نقاط)

الشكل (1) يمثل دارة كهربائية تحتوي على العناصر التالية الموصلة على التسلسل : ـ مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية E ـ قاطعة K ـ مكثفتان فارغتان سعتيهما C_1 و C_2 ـ ناقلان أوميان مقاومتيهما R_1 و R_2 و المقاومة المكافئة لهما $R_{e'q} = 6\ K\Omega$.

نصل الدارة براسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة ثم نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0\ ms$ ، فنشاهد البيانين (a) و (b) (الشكل (2))



الشكل (1)



الشكل (2)

1 ـ أرفق كل بيان بالمدخل الموافق له مع التبرير .

2 ـ أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة الأولى u_{C_1} .

3 ـ إعتمادا على البيانين ، استنتج قيمة كل من :

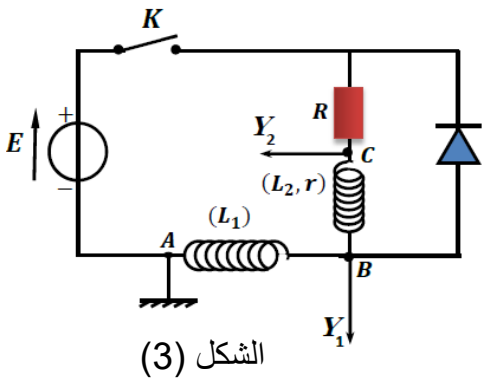
أ ـ القوة المحركة الكهربائية E للمولد و شدة التيار الأعظمية I_0 ، ثابت الزمن المميز للدارة τ .

ب ـ قيمة كل من R_1 و R_2 .

ج ـ قيمة كل من C_1 و C_2 .

التمرين الثاني : (7 نقاط)

تتكون الدارة الممثلة في الشكل (3) من : ـ مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية $E = 6\ V$ ـ وشيعة مثالية b_1 ذاتيتها L_1 و وشيعة b_2 حقيقية ذاتيتها L_2 و مقاومتها r ـ ناقل أومي مقاومته $R = 10\ \Omega$ ـ قاطعة K .



الشكل (3)

I ـ عند $t = 0$ نغلق القاطعة K و نتابع تطور التوترين u_{AB} بين طرفي الوشيعة b_1 و u_{AC} بين طرفي الوشيعتين $(b_1 + b_2)$ بدلالة الزمن .

الشكل (4) و الشكل (5) منحنى التوترين $u_{AB}(t)$ و $u_{AC}(t)$.

1 ـ أثبت أن المعادلة التفاضلية للتيار المار في الدارة $i(t)$ تكتب بالشكل:

$$\frac{di}{dt} + \frac{R + r}{L_1 + L_2} i = \frac{E}{L_1 + L_2}$$

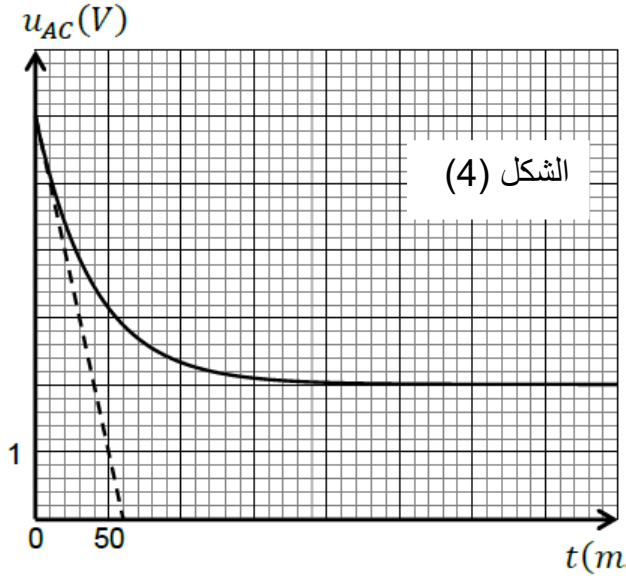
2 ـ حل المعادلة السابقة من الشكل $i(t) = A + B\,e^{-\frac{t}{\tau}}$ حيث A و B و τ ثوابت يطلب تعيين عبارة كل منها .

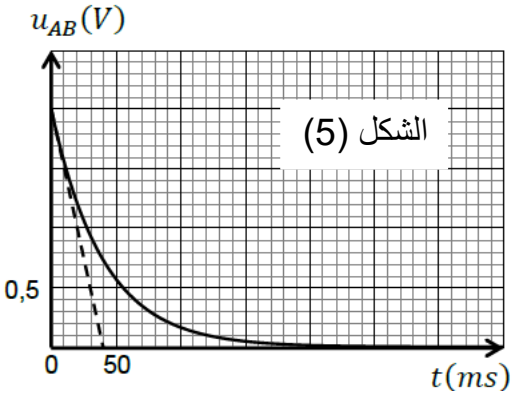
3 ـ ما المدلول الفيزيائي للثابت τ ، ثم استنتج قيمته .

4 ـ أحسب قيمة I_0 الشدة الأعظمية للتيار المار في الدارة .

5 - أوجد العبارة اللحظية لكل من التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة b_1 و التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة b_2 .

6 - أوجد قيم المقادير r و L_1 و L_2 .





II - نفتح القاطعة K في لحظة زمنية نعتبرها $t=0$.

1 - أوجد المعادلة التفاضلية للتيار المار في الدارة $i(t)$

2 - أوجد قيمة τ_2 في هذه الحالة .

3 - أوجد قيمة الطاقة التي ضاعت على شكل حرارة في الناقل الأومي عند اللحظة $t=\tau_2$.

الجزء الثاني : (7 نقاط)

التمرين : (7 نقاط)

يعطى الجدول :

pK_i	لون الأساس	مجال التغير اللوني	لون الحمض	الكاشف الملون
3,7	أصفر برتقالي	3,4 – 4,4	أحمر	الهيليانتين
4,7	أزرق	3,8 – 5,4	أصفر	أخضر البروموكريزول
7,0	أزرق	6,0 – 7,6	أصفر	أزرق البروموتيمول
9,4	وردي	8,0 – 10,0	شفاف	الفينول فتاليين

I - لدينا حوجلة تحتوي على كاشف ملون مجهول تركيزه المولي $C_0 = 2{,}90\times10^{-4} moL.L^{-1}$. نقيس الـ pH له فنجد القيمة 4,18 . يمكن أن نرمز للثنائية الموافقة للكاشف بـ (HIn/In^-) . محلول حُضر من الصفة الحمضية HIn للثنائية .

1 - أكتب معادلة تفاعل HIn مع الماء .

2 - أحسب تركيز شوارد الأكسونيوم $[H_3O^+]_f$ في المحلول .

3 - باعتبار حجم $V = 100\ mL$ من محلول الكاشف .عيّن النسبة النهائية لتقدم تفاعل HIn مع الماء . هل تشرد الحمض كليا ؟ برر إجابتك .

4 - عيّن عبارة ثابت الحموضة K_i الموافقة للثنائية (HIn/In^-) .

5 - بعد حساب التراكيز المولية لكل الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول عند حالة التوازن تأكد أن : $K_i = 1{,}95\times10^{-5}$.

6 - إستنتج pK_i الثنائية (HIn/In^-) ، ثم تعرف عن الكاشف انطلاقا من الجدول .

II - نعتبر محولا تجاريا لحمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي C و كثافته $d = 1{,}16$ و درجة نقاوته P ، نخفف المحلول 1000 مرة فنحصل على محلول (S_1) تركيزه المولي C_1 .

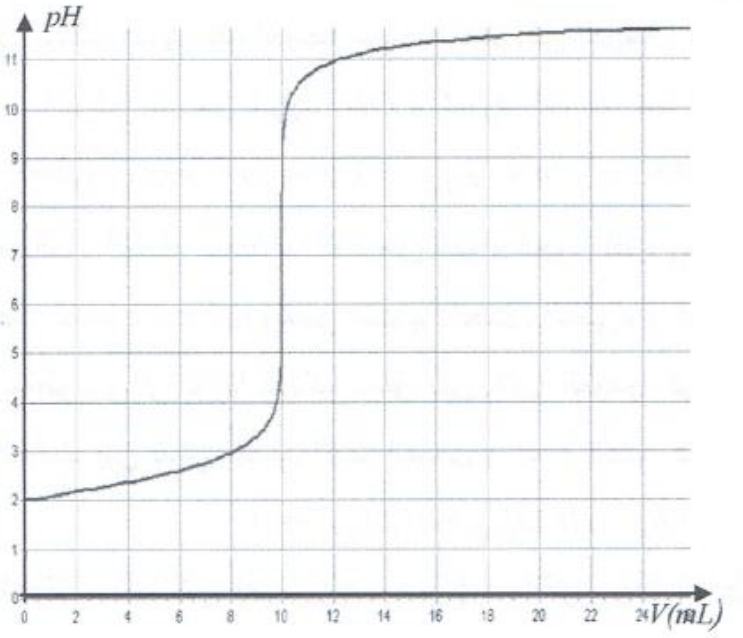
1 - نأخذ $V = 10\ mL$ من المحلول (S_1) و نضيف له بواسطة سحاحة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}\ moL.L^{-1}$ ، ونسجل قيمة pH المزيج عند كل إضافة للحجم V_b و نرسم المنحنى المبين في الشكل (6) .

أ ـ أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب ـ حدد بيانيا إحداثيات نقطة التكافؤ E .

ج ـ هل الكاشف الملون السابق مناسب للمعايرة إذا كان الجواب بلا حدد الكاشف المناسب .

2 ـ أحسب التركيز C_1 للمحلول (S_1) و استنتج التركيز C للمحلول التجاري و احسب درجة النقاوة P لحمض كلور الماء التجاري .



الشكل (6)

بالتوفيق

الجهلاء هم الذين لا يعرفون الخير الذي بين أيديهم إلاّ بعد طرحه جانبا .

الحياة مليئة بالأحجار ، فلا تتعثر بها ، بل اجمعها و ابني بها سلما نحو النجاح .

الحل النموذجي لامتحان التكميلي الثاني في العلوم الفيزيائية

الجزء الأول: التمرين الأول: (6 نقاط)

① إرفاق كل بيان بالمدخل الموافق له:

$t=0 \longrightarrow u_{C_1} = u_{C_2} = 0$

$u_{R_1} = R_1 . I_0 \neq 0$ (0,25)

$u_{R_2} = R_2 . I_0 \neq 0$

$Y_1 \longrightarrow u_{C_1} = 0$ (0,25)

$Y_2 \longrightarrow u_{C_2} + u_{R_1} = 0 + R_1 I_0 \neq 0$

ومنه: (a) $\longrightarrow Y_1 (u_{C_1})$ (0,25)

(b) $\longrightarrow Y_2 (u_{C_2} + u_{R_1})$

② المعادلة التفاضلية لـ u_{C_1}:

قانون جمع التوترات:

$u_{R_2} + u_{R_1} + u_{C_2} + u_{C_1} = E$ ... ① (0,25)

ولدينا: $u_{R_1} = R_1 . i = R_1 . C_1 . \frac{du_{C_1}}{dt}$ ... ② (0,25)

$u_{R_2} = R_2 . i = R_2 . C_2 . \frac{du_{C_1}}{dt}$ ... ③

$\left.\begin{matrix} q = C_1 . u_{C_1} \\ q = C_2 . u_{C_2} \end{matrix}\right\} \longrightarrow u_{C_2} = \frac{C_1}{C_2} . u_{C_1}$ ... ④ (0,25)

بتعويض ②، ③، ④ في ① نجد:

$(R_1 + R_2) . C_1 . \frac{du_{C_1}}{dt} + \frac{C_1}{C_2} . u_{C_1} + u_{C_1} = E$ (0,25)

بضرب طرفي المعادلة في $\frac{1}{(R_1+R_2).C_1}$ نجد:

$$\boxed{\frac{du_{C_1}}{dt} + \frac{C_1 + C_2}{(R_1+R_2).C_1.C_2} . u_{C_1} = \frac{E}{(R_1+R_2).C_1}}$$

③ إستنتاج قيمة E:

$t = +\infty \longrightarrow i = 0 \longrightarrow u_{R_2} = R_1 = 0$

لدينا: $\overset{=0}{u_{R_2}} + \overset{=0}{u_{R_1}} + u_{C_2} + u_{C_1} = E$

$u_{C_2} + u_{C_1} = E$ ... ⑤ (0,25)

$t = +\infty \longrightarrow u_{C_1} = 9V$ (0,25) من المنحنى (a):

$t = +\infty \longrightarrow u_{C_2} = 3V$ (0,25) من المنحنى (b)

بالتعويض في ⑤ نجد: $\boxed{E = 12V}$ (0,25)

إستنتاج I_0:

$I_0 = \frac{E}{R_{éq}}$ (0,25)

$I_0 = \frac{12}{6.10^3} \longrightarrow \boxed{I_0 = 2.10^{-3} A}$ (0,25)

إستنتاج τ:

من المنحنى (a) فإن τ هي فاصلة نقطة تقاطع المماس للمنحنى عند المبدأ مع المستقيم: $U = u_{C_1 max}$

$\boxed{\tau = 9\ mS}$ (0,25)

① إستنتاج قيمة R_1:

$t=0 \longrightarrow u_{R_1} = R_1 . I_0$

$R_1 = \frac{u_{R_1}}{I_0}$ (0,25)

من المنحنى (b): $t=0 \longrightarrow u_{R_1} = 8V$ (0,25)

$R_1 = \frac{8}{2.10^{-3}} \longrightarrow \boxed{R_1 = 4.10^3\ \Omega}$ ومنه: (0,25)

إستنتاج قيمة R_2:

$R_{éq} = R_1 + R_2$

$R_2 = R_{éq} - R_1 \longrightarrow R_2 = (6-4).10^3$

$\boxed{R_2 = 2.10^3\ \Omega}$ (0,25)

② إستنتاج قيمة C_1:

$t = +\infty \longrightarrow u_{C_2} = 3V$; $u_{C_1} = 9V$

ولدينا: $C_2 . u_{C_2} = C_1 . u_{C_1}$

ومنه: $\frac{C_2}{C_1} = \frac{u_{C_1}}{u_{C_2}} = \frac{9}{3} = 3$

ومنه: $C_2 = 3C_1$ ... ⑥ (0,25)

ولدينا: $\tau = C_{éq} . R_{éq}$ (0,25)

الربط على التسلسل: $C_{éq} = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$ (0,25)

ومنه: $\tau = \left(\frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}\right) . R_{éq}$ ... ⑦

بتعويض ⑥ في ⑦ نجد:

$\tau = \left(\frac{C_1 . 3C_1}{C_1 + 3C_1}\right) . R_{éq} \longrightarrow \tau = \frac{3C_1}{4} R_{éq}$ (0,25)

ومنه: $C_1 = \frac{4\tau}{3 R_{éq}} \longrightarrow C_1 = \frac{4.9.10^{-3}}{3.6.10^3}$

$\boxed{C_1 = 2.10^{-6}\ F}$ (0,25)

إستنتاج قيمة C_2:

$C_2 = 3 . C_1$

$\boxed{C_2 = 6.10^{-6}\ F}$ (0,25)

التمرين الثاني: (7 نقاط)

I ① إثبات المعادلة التفاضلية لـ i:

قانون جمع التوترات:

$u_R + u_{b_1} + u_{b_2} = E$ (0,25)

$R . i + L_1 . \frac{di}{dt} + L_2 . \frac{di}{dt} + r . i = E$ (0,25)

$$(L_1+L_2)\cdot\frac{di}{dt}+(R+r)\cdot i=E$$ (0,25)

بقسمة طرفي المعادلة على (L_1+L_2):

$$\frac{di}{dt}+\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}\cdot i=\frac{E}{(L_1+L_2)}$$

② تعيين عبارة كل من A و B و τ:

$$i(t)=A+B\cdot e^{-t/\tau}$$

$t=0 \rightarrow i(0)=0 \rightarrow 0=A+B$ (0,25)

$B=-A$ ومنه:

$$i(t)=A-A\cdot e^{-t/\tau}$$

$$\frac{di}{dt}=\frac{A}{\tau}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$ (0,25)

بالتعويض في المعادلة التفاضلية:

$$\frac{A}{\tau}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}\left(A-A\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}\right)=\frac{E}{(L_1+L_2)}$$

$$\left(\frac{1}{\tau}-\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}\right)\cdot A\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}\cdot A-\frac{E}{(L_1+L_2)}=0$$

$e^{-\frac{t}{\tau}}\neq 0$

$$\frac{1}{\tau}-\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}=0 \rightarrow \boxed{\tau=\frac{L_1+L_2}{R+r}}$$ (0,25)

$$\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}\cdot A-\frac{E}{(L_1+L_2)}=0 \rightarrow \boxed{A=\frac{E}{R+r}}$$ (0,25)

$$\boxed{B=-\frac{E}{(R+r)}}$$ (0,25)

③ المدلول الفيزيائي لـ τ: τ هو ثابت الزمن للدارة ويمثل الزمن اللازم لكي تصبح شدة التيار المار في الدارة 63% من قيمتها القصوى وذلك خلال تطبيق التيار الكهربائي في الدارة. (0,25)

واستنتاج قيمة τ: من منحنى الشكل (5):

$$\boxed{\tau=40\ ms}$$ (0,25)

④ حساب قيمة I_0:

$t\rightarrow+\infty \rightarrow i=I_0$; $\frac{di}{dt}=0$; $U_R=R\cdot I_0$

$U_{b_1}=0$; $U_{b_2}=U_{b_2min}$ (0,25)

ولدينا: $U_{b_1}+U_{b_2}+U_R=E$

$U_{b_2min}+R\cdot I_0=E$

$$I_0=\frac{E-U_{b_2min}}{R}$$ (0,25)

من منحنى الشكل (4) $U_{b_2min}=2V$ (0,25)

ومنه: $I_0=\frac{6-2}{10} \rightarrow \boxed{I_0=0,4A}$ (0,25)

⑤ إيجاد العبارة اللحظية لـ U_{b_1}:

لدينا: $\frac{di}{dt}=\frac{A}{\tau}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

$A=\frac{E}{R+r}$; $\tau=\frac{L_1+L_2}{R+r}$

$U_{b_1}=L_1\cdot\frac{di}{dt}$

ومنه:

$$U_{b_1}=L_1\cdot\frac{E}{(R+r)}\cdot\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\boxed{U_{b_1}=\frac{L_1\cdot E}{L_1+L_2}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}}$$ (0,25)

إيجاد العبارة اللحظية لـ U_{b_2}:

لدينا: $\frac{di}{dt}=\frac{A}{\tau}\cdot e^{-t/\tau}$

$A=\frac{E}{R+r}$; $\tau=\frac{L_1+L_2}{R+r}$

$i=A-A\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

$U_{b_2}=L_2\cdot\frac{di}{dt}+r\cdot i$

ومنه:

$$U_{b_2}=L_2\cdot\frac{E}{L_1+L_2}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{r\cdot E}{R+r}-\frac{r\cdot E}{R+r}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$ (0,25)

$$\boxed{U_{b_2}=\frac{r\cdot E}{R+r}+\left(\frac{L_2}{L_1+L_2}-\frac{r\cdot E}{R+r}\right)\cdot E\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}}$$

⑥ إيجاد قيمة r:

$t=+\infty \rightarrow U_{b_2}=U_{b_2min}=\frac{r\cdot E}{R+r}$

$$r=\frac{R\cdot U_{b_2min}}{E-U_{b_2min}}$$ (0,25)

$$r=\frac{10\cdot 2}{6-2} \rightarrow \boxed{r=5\ \Omega}$$ (0,25)

إيجاد قيمة L_1: لدينا: $U_{b_1}=\frac{L_1\cdot E}{L_1+L_2}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

$t=0 \rightarrow U_{b_1}=\frac{L_1\cdot E}{L_1+L_2}$ --- (1) (0,25)

$\tau=\frac{L_1+L_2}{R+r}$ (0,25) ولدينا:

$(L_1+L_2)=\tau\cdot(R+r)$ --- (2)

بتعويض (2) في (1) نجد:

$$U_{b_1}=\frac{L_1\cdot E}{\tau\cdot(R+r)} \rightarrow L_1=\frac{U_{b_1}\cdot\tau\cdot(R+r)}{E}$$ (0,25)

من منحنى الشكل (5): $(t=0)$ $U_{b_1}=2V$

ومنه: $L_1=\frac{2\cdot 40.10^{-3}(10+5)}{6}$ (0,25)

$$\boxed{L_1=0,2H}$$

بما أن $\tau_f < 100\%$ فإن التفاعل غير كلي. (0,25)

④ تعيين عبارة K_i للثنائية (HIn / In^-):

$$K_i = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [In^-]_f}{[HIn]_f} \quad (0,25) \quad ---④$$

⑤ التأكد من قيمة K_i:

من جدول التقدم في 2 ن (0,25)

$$[In^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} = 6,61.10^{-5}\ mol/L$$

$$[HIn]_f = \frac{n_0 - x_f}{V} = \frac{n_0}{V} - \frac{x_f}{V} \quad (0,25)$$

$$[HIn]_f = C_0 - [H_3O^+]_f$$

$$[HIn]_f = 2,90.10^{-4} - 6,61.10^{-5}$$

$$[HIn]_f = 2,24.10^{-4}\ mol/L \quad (0,25)$$

بالتعويض في ④ نجد:

$$K_i = \frac{(6,61.10^{-5})^2}{2,24.10^{-4}} \rightarrow K_i = 1,95.10^{-5} \quad (0,25)$$

⑥ استنتاج الـ pK_i:

$$pK_i = -\log K_i \quad (0,25)$$

$$pK_i = -\log(1,95.10^{-5})$$

$$pK_i = 4,7 \quad (0,25)$$

$pK_i = 4,7 \rightarrow$ الكاشف الملون هو: أخضر البروموكريزول (0,25)

II ① معادلة تفاعل المعايرة:

$$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = 2H_2O_{(l)} \quad (0,25)$$

② تحديد إحداثيات نقطة التكافؤ:

بطريقة المماسات نجد: $V_E = 10\ ml$ (0,25)

$pH_E = 7$ (0,25)

③ الكاشف الملون السابق غير مناسب للمعايرة لأن: $pH_E = 7 \notin [3,8 - 5,4]$ (0,25)

الكاشف المناسب هو أزرق البروموتيمول لأن: $pH_E = 7 \in [6,0 - 7,6]$ (0,25)

لإيجاد قيمة L_2: من ② نجد:

$$L_2 = \tau(R+r) - L_1$$

$$L_2 = 40.10^{-3}(10+5) - 0,2$$

$$L_2 = 0,4\ H \quad (0,25)$$

II ① إيجاد المعادلة التفاضلية لـ i:

قانون جمع التوترات: $u_R + u_{b_2} = 0$ (0,25)

$$\frac{di}{dt} + \frac{(R+r)}{L_2} \cdot i = 0 \quad (0,25)$$

② إيجاد قيمة τ_2:

$$\tau_2 = \frac{L_2}{R+r} \quad (0,25)$$

$$\tau_2 = \frac{0,4}{10+5} \rightarrow \tau_2 = 2,67.10^{-2}\ s$$

③ إيجاد قيمة الطاقة المضاءة على شكل حرارة عند $t = \tau_2$:

$$E_{L_2 max} = \frac{1}{2} L_2 \cdot I_0^2$$

$$E_{L_2} = \frac{1}{2} \cdot L_2 \cdot i^2 \quad (0,25) \quad / \ i = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_2}} \quad (0,25)$$

$$E_{L_2} = \frac{1}{2} \cdot L_2 \cdot I_0^2 \cdot e^{-\frac{2t}{\tau_2}}$$

الطاقة المضاءة على شكل حرارة:

$$E = E_{L_2 max} - E_{L_2}$$

$$E = \frac{1}{2} L_2 \cdot I_0^2 \left(1 - e^{-\frac{2t}{\tau_2}}\right) \quad (0,25)$$

$$t = \tau_2 \rightarrow E = \frac{1}{2} \cdot L_2 \cdot I_0^2 \left(1 - e^{-2}\right)$$

$$E = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot (0,4)^2 \left(1 - e^{-2}\right)$$

$$E = 2,77.10^{-2}\ J \quad (0,25)$$

الجزء الثاني: التمرين: (7 نقاط)

I ① معادلة تفاعل HIn مع الماء:

$$HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + In^-_{(aq)} \quad (0,25)$$

② حساب قيمة $[H_3O^+]_f$:

$$[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+]_f = 10^{-4,18} \rightarrow [H_3O^+]_f = 6,61.10^{-5}\ mol/L \quad (0,25)$$

③ تعيين τ_f:

	$HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + In^-_{(aq)}$			
ح.ب	n_0		0	0
أثناء	$n_0 - x_f$		x_f	x_f
ح.ن	$n_0 - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

(0,25)

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \quad (0,25) \quad ---①$$

② حساب C_1 :

عند التكافؤ :

$V.C_1 = C_b.V_E$ (0,25)

$C_1 = \frac{C_b.V_E}{V} \rightarrow C_1 = \frac{10^{-2}.15.10^{-3}}{10.10^{-3}}$

(0,25) $\boxed{C_1 = 10^{-2}\ mol/L}$

استنتاج التركيز C :

$F = 1000$

$F = \frac{C}{C_1} \rightarrow C = F.C_1 \rightarrow C = 10^{-2}.10^3$ (0,25)

(0,25) $\boxed{C = 10\ mol/L}$

حساب درجة النقاوة P : لدينا :

$P = \frac{\text{الكتلة النقية}}{\text{الكتلة غير النقية}}.100 = \frac{C.M}{10.d}$ (0,25)

$P = \frac{10.36,5}{10.1,16} \rightarrow \boxed{P = 31,5\%}$ (0,25)