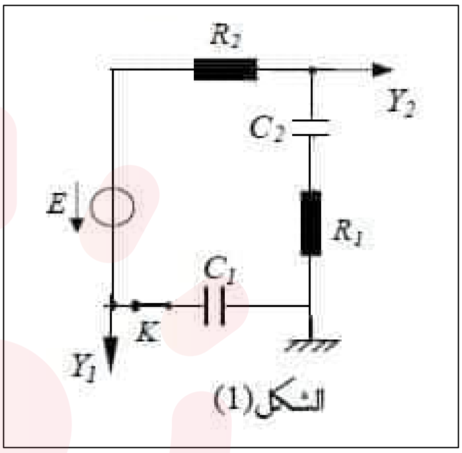
الجزء الأول : (13 نقطة)

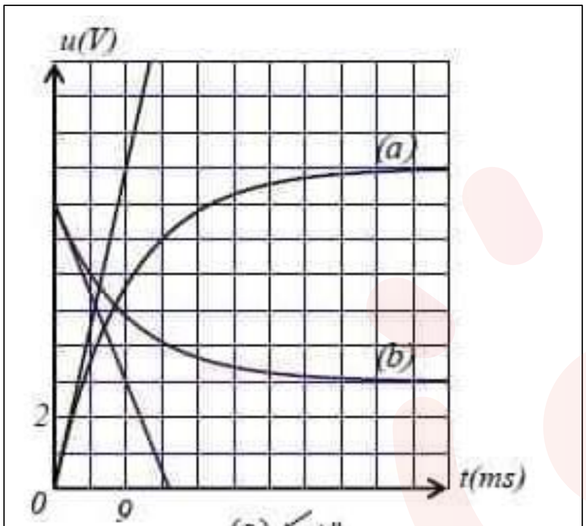
التمرين الأول : (6 نقاط)

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 :

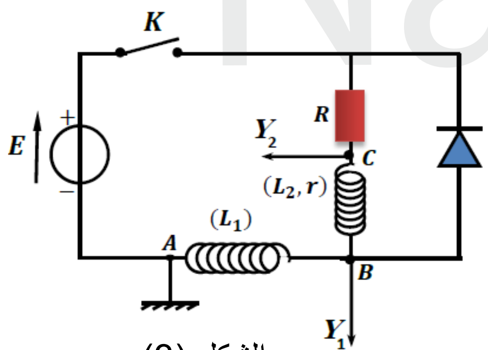
أ ـ القوة المحركة الكهربائية E للمولد و شدة التيار الأعظمية I_0 ، ثابت الزمن المميز للدارة τ .

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:

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

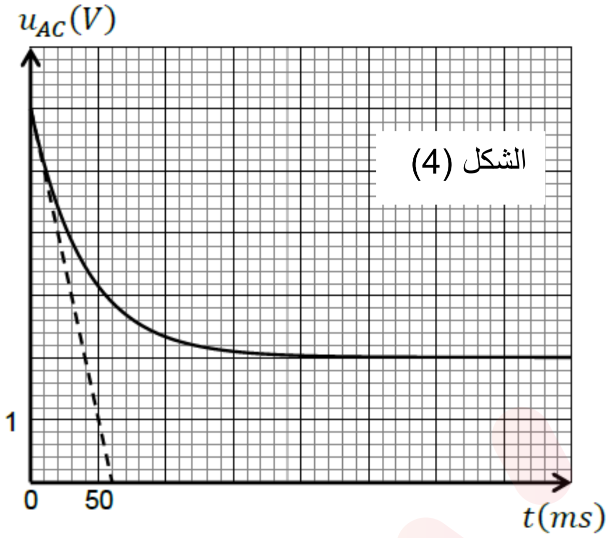
2 ـ حل المعادلة السابقة من الشكل $i(t)=A+B\,e^{-\frac{t}{\tau}}$ حيث A و B و τ ثوابت يطلب تعيين عبارة كل منها .

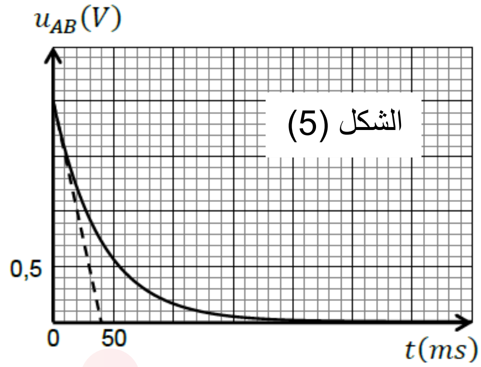
3 ـ ما المدلول الفيزيائي للثابت τ ، ثم استنتج قيمته .

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 .





Π - 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 $t=\tau_2$.

<u>الجزء الثاني</u> : (7 نقاط)

<u>التمرين</u> : (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 خُضر 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^-) .

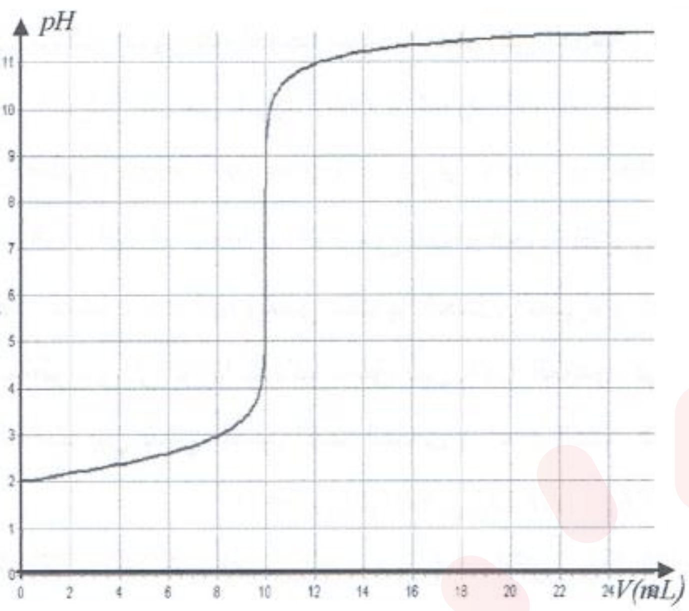
5 - بعد حساب التراكيز المولية لكل الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول عند حالة التوازن تأكد أن : $K_i=1,95\times10^{-5}$.

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

Π - 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)

الحل النموذجي لـ امتحان التجريبي 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: $(a) \longleftarrow (u_{C_1})\ Y_1$

(0,25) $(b) \longleftarrow (u_{C_2} + u_{R_1})\ Y_2$

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)

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

$q = C_1.u_{C_1}$; $q = C_2.u_{C_2}$ $\longrightarrow u_{C_2} = \frac{C_1}{C_2}.u_{C_1}$ ...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:

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

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

$u_{C_2} + u_{C_1} = E$ ...⑤ (0,25)

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

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

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)

ب) 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)

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

ج) 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: $C_2 = 3C_1$ (0,25) ...⑥

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:

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

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

$\boxed{C_1 = 2.10^{-6}\,F}$ (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:

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

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

$$B=-A$$ 0,25

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:

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

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

$$\frac{1}{\tau}-\frac{(R+r)}{(L_1+L_2)}=0 \rightarrow \boxed{\tau=\frac{L_1+L_2}{R+r}}$$ 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 الأعظمية وذلك خلال تطبيق التيار الكهربائي في الدارة. 0,25

إستنتاج 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:

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

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

$$U_{b_2}=L_2\cdot\frac{E}{L_1+L_2}\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{r\cdot E}{R+r}-\frac{r\cdot E}{R+r}\cdot e^{-t/\tau}$$ 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

ولدينا:

$$\tau=\frac{L_1+L_2}{R+r}$$ 0,25

$$(L_1+L_2)=\tau\cdot(R+r) \ ---②$$

بتعويض ② في ① نجد:

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

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

ومنه

$$L_1=\frac{2\cdot 40\cdot 10^{-3}(10+5)}{6}\rightarrow \boxed{L_1=0,2H}$$ 0,25

② إيجاد قيمة L_2: من ② نجد:

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

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

$\boxed{L_2 = 0,4\,H}$ (0,25)

II ① إيجاد المعادلة التفاضلية لـ i:

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

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

② إيجاد قيمة τ_2:

$\tau_2 = \frac{L_2}{R+r}$

$\tau_2 = \frac{0,4}{10+5} \rightarrow \boxed{\tau_2 = 2,67.10^{-2}\,s}$ (0,25)

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

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

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

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

الطاقة الضائعة على شكل حرارة:

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

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

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

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

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

الجزء الثاني: التمرين: (7 نقاط)

I ① معادلة تفاعل HIn مع الماء:

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

② حساب قيمة $[H_3O^+]_f$:

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

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

③ تعيين τ_f:

ح	$HIn_{(aq)}$ +	$H_2O_{(l)}$ =	$H_3O^+_{(aq)}$ +	$In^-_{(aq)}$
ح إ	n_0	بزيادة	0	0
ح و	$n_0 - x_f$		x_f	x_f
ح ن	$n_0 - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

(0,25)

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

بما أن الماء بزيادة فإن:

$x_{max} = n_0 = C_0 . V$ --- ② (0,25)

من جدول التقدم في ح ن:

$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \rightarrow x_f = [H_3O^+]_f . V$ --- ③ (0,25)

بتعويض ②، ③ في ① نجد:

$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0}$ (0,25) $\rightarrow \tau_f = \frac{6,61.10^{-5}}{2,90.10^{-4}}$

$\boxed{\tau_f = 22,79\%}$ (0,25)

بما أن $\tau_f < 100\%$ فإن تشرد الحمض ليس كليا. (0,25)

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

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

⑤ التأكد من قيمة K_i:

من جدول التقدم في ح ن:

$[In^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} = \boxed{6,61.10^{-5}\,mol/L}$ (0,25)

$[HIn]_f = \frac{n_0 - x_f}{V} = \frac{n_0}{V} - \frac{x_f}{V}$

$[HIn]_f = C_0 - [H_3O^+]_f$ (0,25)

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

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

بالتعويض في ④ نجد:

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

⑥ إستنتاج الـ pK_i:

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

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

$\boxed{pK_i = 4,7}$ (0,25)

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

II ① معادلة تفاعل المعايرة:

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

ب) تحديد إحداثيات نقطة التكافؤ:

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

$pH_E = 7$ (0,25)

ج) 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)

② حساب C_1 :

عند التكافؤ :

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

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

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

إستنتاج 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)