الكيميـــــاء: (7.0 نقط)

جميع المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة 25°C حيث $K_e = 10^{-14}$.

نعطي: $K_A(HCOOH/HCOO^-) = 1{,}8\times10^{-4}$ ، $pK_A(HCOOH/HCOO^-) = 3{,}7$.

1- نعتبر محلولا مائيا (S_A) لحمض الميثانويك $HCOOH$ تركيزه C_A ، وله $pH = 2{,}9$.

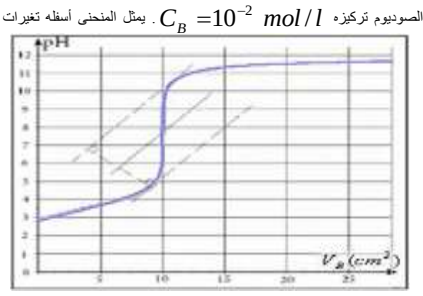
1-1- أكتب معادلة تفاعل $HCOOH$ مع الماء.

1-2- أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل.

1-3- بين أن نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل تكتب على الشكل التالي: $\tau = \dfrac{K_A}{K_A + 10^{-pH}}$. أحسب قيمة τ.

1-4- إستنتج تركيز المحلول (S_A).

2- لتحديد تركيز المحلول (S_A) بواسطة المعايرة الحمضية-القاعدية. نأخذ حجما $v_A = 10\ ml$ من المحلول (S_A) و نعايره بمحلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 10^{-2}\ mol/l$. يمثل المنحنى أسفله تغيرات $pH(V_B)$. V_B الحجم المضاف لهيدروكسيد الصوديوم).



2-1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2-2- حدد إحداثيات نقطة التكافؤ. $(V_{BE}\ ,\ pH_E)$

2-3- إستنتج التركيز C_A للمحلول (S_A) . هل هذه النتيجة توافق ما تم التوصل إليه سابقا؟

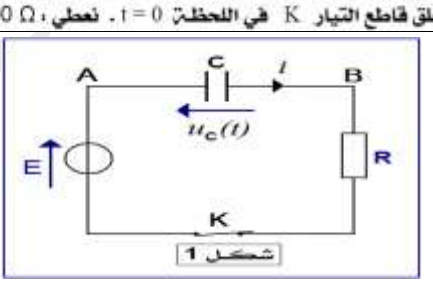
3- نمزج حجما $v_A = 10\ cm^3$ من المحلول (S_A) وحجما V_B، من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 10^{-2}\ mol/l$. نقيس pH الخليط فنجد $pH = 3{,}7$.

استنتج بطريقتين مختلفتين قيمة الحجم V_B، لمحلول هيدروكسيد الصوديوم.

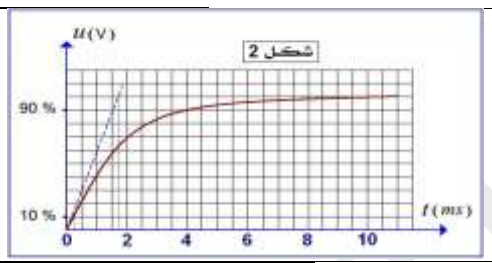
الفيزيـــــاء: (13 نقطة)

التمرين الأول (6.5 نقطة)

لدراسة استجابة ثنائي قطب RC لرتبة صاعدة للتوتر ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (1) . بعد تفريغ المكثف ، نغلق قاطع التيار K في اللحظة $t = 0$. نعطي $R = 1000\ \Omega$ ،



شكل 1



1 - بين على الشكل (1) كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف .

2 - أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$.

3 - تحقق أن $u_C(t) = E.\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ حل لهذه المعادلة التفاضلية .

4 - تعاين على شاشة راسم التذبذب التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف بدلالة الزمن (أنظر الشكل 2) .

4 - 1 - حدد مبيانيا التوتر E .

4 - 2 - حدد مبيانيا ثابتة الزمن τ ، ثم استنتج قيمة C سعة المكثف .

نعطي ، الحساسية الرأسية ، $0{,}1\ V/div$ ، الحساسية الأفقية ، $0{,}5\ ms/div$

5 - لتكن t_1 و t_2 على التوالي اللحظتان اللتان يصل فيهما التوتر إلى 10 % و 90 % من قيمة التوتر القصوى $u_\infty = E$.

عين مبيانيا t_1 و t_2 واستنتج زمن الصعود ($temps\ de\ montée$) ، $t_m = t_2 - t_1$.

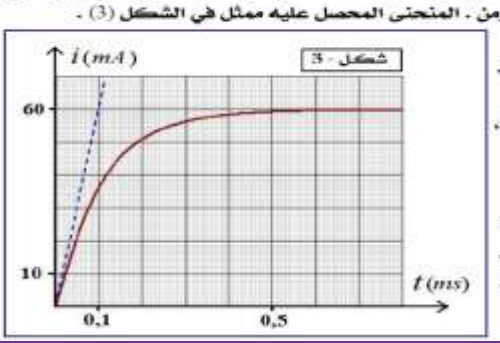
6 - بين أن تعبير t_m يكتب على الشكل التالي ، $t_m = RC.ln9$.

7 - استنتج قيمة السعة C للمكثف . قارن هذه القيمة مع القيمة المحصل عليها في السؤال (4 - 2) .

التمرين الثاني :

يتكون ثنائي قطب RL من موصل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$ ووشيعة معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها r مجهولة .

عند اللحظة $t = 0$ ، نصل مربطي ثنائي القطب RL بمولد قوته الكهرمحركة $E = 6\ V$ ومقاومته الداخلية مهملة ونعاين بواسطة راسم التذبذب تغيرات شدة التيار i المار في الدارة بدلالة الزمن . المنحنى المحصل عليه ممثل في الشكل (3) .



1 - اعط تبيانة التركيب التجريبي المستعمل .

2 - أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي .

3 - تحقق أن $i(t) = I_0.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ حل للمعادلة التفاضلية ،

حيث ، $I_0 = \dfrac{E}{R+r}$ و $\tau = \dfrac{L}{R+r}$.

4 - حدد مبيانيا قيمة I_0 ، ثم احسب قيمة r . ماذا تستنتج ؟

5 - حدد ثابتة الزمن τ بطريقتين مختلفتين ، استنتج قيمة L .

6 - علما أن الطاقة المغناطيسية المخزونة في الوشيعة في النظام الدائم هي $\xi_m = 1{,}8.10^{-5}\ J$ ، تحقق من قيمة L .

الكيمياء (7 نقط)

1.1- معادلة تفعل حمض الميثانويك مع الماء: $HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

2-1- الجدول الوصفي

معادلة التفاعل	$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				
الحالات	التقدم	كميات المادة			
الحالة البدئية	0	0	0	بوفرة	$c_a v_a = 0{,}30$
حالة النهائية	x_f	x_f	x_f	بوفرة	$c_a v_a - x_f$

ملحوظة: ثابتة الحمضية: $K_A = \dfrac{[HCOO^-]\times[H_3O^+]}{[HCOOH]} = \dfrac{[H_3O^+]^2}{[HCOOH]}$

3-1- بما أن حمض الميثانويك هو المتفاعل المحد: $x_{max} = c_a v_a$ و $(1)\ \tau = \dfrac{x_f}{x_{max}} = \dfrac{n(H_3O^+)}{c_a v_a} = \dfrac{[H_3O^+]}{c_a}$

من جهة لدينا: $[HCOOH] = \dfrac{c_a v_a - x_f}{v_a} = c_a - \dfrac{x_f}{v_a} \Leftarrow c_a = [HCOOH] + \dfrac{x_f}{v_a}$

و من جهة أخرى لدينا: $\dfrac{x_f}{v_a} = [H_3O^+] \Leftarrow c_a = [HCOOH] + [H_3O^+]$

بالتعويض في (1) $\tau = \dfrac{[H_3O^+]}{[HCOOH] + [H_3O^+]}$

بضرب بسط و مقام هذه العلاقة الأخيرة في $\dfrac{[H_3O^+]}{[HCOOH]}$ نحصل على: $\tau = \dfrac{K_A}{K_A + [H_3O^+]}$

و بما أن: $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ فإن $\tau = \dfrac{K_A}{K_A + 10^{-pH}}$

تطبيق عددي: $\tau = \dfrac{1{,}8\ 10^{-4}}{1{,}8\ 10^{-4} + 10^{-2{,}9}} = 0{,}125 = 12{,}5\ \%$

4-1- لدينا: $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}} = \dfrac{10^{-pH}}{c_a} \Leftarrow c_a = \dfrac{10^{-pH}}{\tau} = \dfrac{10^{-2{,}9}}{0{,}125} = 10^{-2}\ mol/l$

2. 1- تفاعل المعايرة: $HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ تفاعل كلي

2. 2- إحداثيتي نقطة التكافؤ: $v_{BE} = 10\ ml$ و $pH_E \approx 7{,}8$.

2. 3- $c_a = \dfrac{c_b v_{be}}{v_a} = \dfrac{10\times10^{-2}}{10} = 10^{-2}\ mol/L$ و هو ما يوافق النتيجة السابقة.

3- جدول تقدم التفاعل

معادلة التفاعل	$HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				
الحالات	التقدم	كميات المادة			
الحالة البدئية	0	بوفرة	0	$c_b v_b$	$c_a v_a$
الحالة النهائية	x_f	بوفرة	x_f	$c_b v_b - x_f$	$c_a v_a - x_f$

مبيانيا بالنسبة ل: $pH = 3{,}7$ نحصل على القيمة التالية: $v'_e = 5\ cm^3$.

أو نستعمل الطريقة التالية:

نعلم أن $pH = pK_A + \log\dfrac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ و بما أن $pH = pK_A = 3{,}7$ فإن $[HCOOH] = [HCOO^-]$

و من خلال جدول التقدم $c_a v_a - x_f = x_f \Leftarrow x_f = \dfrac{c_a v_a}{2} = \dfrac{10^{-2}\ mol/l \times 10\times10^{-3}\ l}{2} = 5\times10^{-5}\ mol/l$

و لدينا من خلال علاقة الجداء الأيوني للماء: $[HO^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = \dfrac{10^{-14}}{10^{-3{,}7}} = 5\times10^{-11}\ mol/l$

و من خلال جدول التقدم: $[HO^-] = \dfrac{c_b v'_b - x_f}{v'_a + v'_b} \Leftarrow 5\times10^{-11} = \dfrac{c_b v'_b - 5\times10^{-5}}{v'_a + v'_b}$ وهي معادلة من الدرجة الأولى

المجهول فيها هو الحجم $v'_b \Leftarrow v'_b = \dfrac{v_a\times5\times10^{-11} + 5\times10^{-5}}{c_b - 5\times10^{-11}} = \dfrac{10\times10^{-3}\times5\times10^{-11} + 5\times10^{-5}}{10^{-2} - 5\times10^{-11}} = 5\times10^{-3}\ l = 5ml$

m.elouardi

الفيزياء (13 نقطة)

التمرين الأول (6.5 نقطة)

التمرين الثاني (8 نقطة)

m.elouardi