

التمرين الأول :

1. عبارة ثابت الحموضة : $K_A = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$

2. أ) كمية الح/ض الابتدائية : $n_1 = c_1 \cdot V_1 = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

ب) جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
الحالة الابتدائية	$x = 0$	n_1	بالزيادة	0	0
الحالة النهائية	$x = x_f$	$n_1 - x_f$		x_f	x_f
التقدم الأعظمي	$x = x_{max}$	$n_1 - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

حساب x_{max} : $x_{max} = n_1$ ومنه نجد : $x_{max} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

ج) التقدم النهائي : $x_f = n(H_3O^+) = [H_3O^+]_f \times V_1 = 10^{-3,7} \times 0,1 = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$

النسبة النهائية للتقدم τ_f : $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = 7,4 \times 10^{-2} = 7,4\%$

نستنتج أن تفكك الحمض غير تام .

د) حسب مبدأ التعادل الكهربائي للمحاليل الشاردية لدينا :

$$[CH_3COO^-]_f + [OH^-]_f = [H_3O^+]_f$$

بإهمال $[OH^-]_f$ نجد : $[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f = 2 \times 10^{-4} \text{ mol}$

ولدينا كذلك : $c_1 = [CH_3COOH]_f + [CH_3COO^-]_f$

$$[CH_3COOH]_f = c_1 - [CH_3COO^-]_f = 2,7 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-4} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

حساب K_1 : $K_1 = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f} = \frac{(2 \times 10^{-4})^2}{2,5 \times 10^{-3}} = 1,6 \times 10^{-5}$

3. أ) بإهمال تركيز OH^- نجد : $[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f$

ب) عبارة الناقلية النوعية σ : $\sigma = \lambda_{CH_3COO^-} \cdot [CH_3COO^-]_f + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_f$

$$\sigma = (\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+}) \cdot [H_3O^+]_f$$

$$[H_3O^+]_f = [CH_3COO^-]_f = \frac{\sigma}{\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+}} = 1,25 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 1,25 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

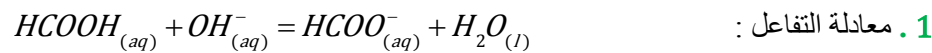
ج) حساب K_2 : $K_2 = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{c_2 - [H_3O^+]_f} \approx 1,6 \times 10^{-5}$

د) النسبة النهائية للتقدم :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n(H_3O^+) = [H_3O^+]_f \cdot V_2}{c_2 \cdot V_2} = \frac{[H_3O^+]_f}{c_2} = 1,25 \times 10^{-2} = 1,25 \%$$

4. نلاحظ أن التركيز الابتدائي c لا يؤثر على ثابت التوازن K ، ولكنه يؤثر على النسبة النهائية للتقدم τ_f ، حيث كلما زاد التركيز c نقص تفكك الحمض .

التمرين الثاني :



2. المنحنى البياني : $pH = f(V_b)$

3. حجم الصود المضاف عند التكافؤ هو : $V_{b_E} = 10,1 \text{ mL}$ ويكون للمزيج : $pH = 7,8$

حساب C_a :
$$C_a = \frac{c_b V_{b_E}}{V_a} = \frac{10,1 \times 10^{-3} \times 0,10}{100 \times 10^{-3}} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

كمية الحمض الابتدائي : $n_a = c_a V_a = 1,0 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

4. نلاحظ أن : $n'_a = \frac{1}{2} n_a$ أي تفكك نصف كمية الحمض الابتدائي ومنه : $n'_a = n_b = c_b V_b$

ومنه نجد :
$$V_b = \frac{n'_a}{c_b} = \frac{0,5 \times 10^{-3}}{0,1} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}$$

عند هذه النقطة يكون : $[HCOOH] = [HCOO^-]$ إذًا : $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 1$

ولدينا : $pH = pK_a + \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ ومنه نجد : $pH = pK_a = 3,8$

التمرين الثالث :

1. عبارة التوتر u :
$$u(t) = L \frac{di}{dt} + ri$$

2. عبارة المعادلة التفاضلية : بتطبيق قانون جمع التوترات نجد $E = u + u_R$

$$E = L \frac{di}{dt} + ri + Ri = L \frac{di}{dt} + (r + R)i$$

بوضع : $K = R + r$ نجد :
$$E = L \frac{di}{dt} + Ki$$

3. لدينا : $i = A(1 - e^{-Bt})$ ، نشتق i : $\frac{di}{dt} = A.B.e^{-Bt}$ بالتعويض في المعادلة

التفاضلية نجد : $E = L.A.B e^{-Bt} + KA - KAe^{-Bt}$

$$Ae^{-Bt}(LB - K) = (E - KA)$$

لدينا : $Ae^{-Bt} \neq 0$ مهما كانت قيمة t ، بالتعويض عن قيمتي A و B نجد :

$$(LB - K) = 0 \quad \text{و} \quad (E - KA) = 0$$

إذًا : $A = \frac{E}{K}$ و $B = \frac{K}{L}$

- وحدة A : $A = \frac{E}{K} = \frac{E}{R + r}$ ومنه : $A = \frac{U}{R} = [I]$ وحدة A هي الأمبير

حساب قيمة A :
$$A = \frac{12}{(2,5 + 0,5)} = 4,0 \text{ A}$$

4. لدينا : $i = A(1 - e^{-Bt})$ من أجل $t = 0$ نجد : $i(0) = A(1 - 1) = 0$ هذا يجعلنا نلغي المنحنى (3) لأن عنده : $i(0) = -4,0 \text{ A}$

من أجل : $i \rightarrow \infty$ فإن : $i \rightarrow A$ ، أي : $i \rightarrow 4,0 \text{ A}$ ، وهذا يجعلنا نلغي المنحنى (2) ، ومنه المنحنى (1) هو الذي يمثل $i(t)$.

5. ثابت الزمن τ من المنحنى : لإيجاد قيمة τ نتبع إحدى الطريقتين التاليتين :

- نرسم المماس على المنحنى $i(t)$ في المبدأ ، فيقطع الخط المقارب الأفقي $i = 4,0 \text{ A}$ في نقطة فاصلتها $\tau = 10 \mu\text{s}$.

- من أجل $t = \tau$ ، $i(\tau)$ يساوي 63% من الشدة الأعظمية (ثابتة في النظام الدائم) حيث : $i(\tau) = 0,63 \times 4,0 = 2,5 \text{ A}$ ، وبعدها نرسم المستقيم الأفقي $i = 2,5 \text{ A}$ ، فيقطع المنحنى $i(t)$ في نقطة فاصلتها : $t = \tau = 10 \mu\text{s}$.

3. البرهان : لدينا

$$u_R + u_C = 0$$

$$Ri + u_C = 0$$

$$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

$$\frac{1}{RC} u_C + \frac{du_C}{dt} = 0 \Leftrightarrow \alpha u_C + \frac{du_C}{dt} = 0$$

$$\alpha = \frac{1}{RC} \quad \text{بالمطابقة نجد :}$$

4. لدينا : $u_C = Ae^{-\beta t}$ نشتق بالنسبة للزمن نجد : $\frac{du_C}{dt} = -\beta Ae^{-\beta t}$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد : $\frac{1}{RC} Ae^{-\beta t} = \beta Ae^{-\beta t}$ ومنه نجد : $\beta = \frac{1}{RC}$

5. إيجاد قيمة A : $u_C(0) = U_0 = 10V$

ومنه نجد : $A = U_0 = 10V$ $u_C(0) = Ae^{-\beta \times 0} = A$

6. في اللحظة $t = 0$ ، $u_C = 10V$ وهذا متوافق مع المنحنى (2) .

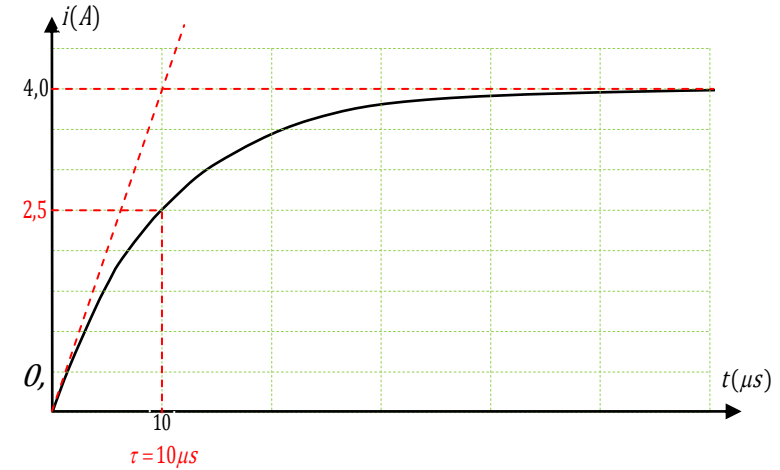
7. عبارة τ : $\tau = RC$

نستنتج أن τ متجانس مع الزمن.
$$[\tau] = [R] \cdot [C] = \frac{[U]}{[I]} \cdot [I] = \frac{[T]}{[U]} = [T]$$

8. لإيجاد قيمة τ من المنحنى البياني نتبع إحدى الطريقتين التاليتين :

- نرسم المماس على المنحنى $u_C(t)$ في النقطة $(0s, 10V)$ فيقطع محور الأزمنة في النقطة

$$t = \tau = 0,07s$$



6. حساب L : $\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = \tau(R+r) = 10^{-5} \times 3 = 3,0 \times 10^{-5} H$

7. عبارة الطاقة المخزنة في الوشيرة : $W_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$

8. حساب الطاقة الأعظمية : $W_{L_{\max}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 3,0 \times 10^{-5} \times 4^2 = 2,4 \times 10^{-4} J$

التمرين الرابع :

1. العلاقة بين u_C ; u_R ، حسب قانون التوترات نكتب : $u_C + u_R = 0$

- عبارة q_A بدلالة u_C : $q_A = C \cdot u_C$

2. إشارة i سالبة (لأن جهة تيار التفريغ عكس جهة تيار الشحن) .

عبارة i : لدينا $i = \frac{dq_A}{dt} = \frac{d(C \cdot u_C)}{dt}$ ومنه نجد : $i = C \frac{du_C}{dt}$

$$i = C \frac{du_c}{dt} \Rightarrow i = -\frac{U_0}{R} e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}$$

حساب قيمة $i(0,50)$:

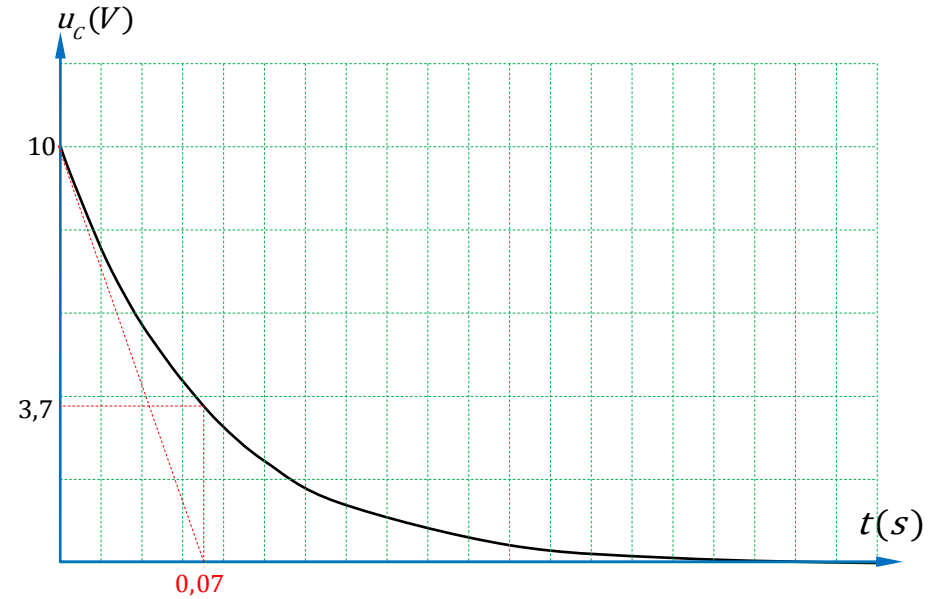
$$i(0,50) = -\frac{10}{33} e^{-\left(\frac{0,50}{0,07}\right)} = 2 \times 10^{-4} A = \boxed{0,2mA}$$

11. الطاقة المخزنة في اللحظة $t = 0$:

$$E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_c^2(0) = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_0^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} \times 10^2 = \boxed{0,1 J}$$

- من أجل $t = \tau$ فإن $u_c(\tau) = 0,37 \cdot U_0 = 3,7 V$ ، نرسم إذا المستقيم الأفقي $u_c = 3,7 V$ فيقطع المنحنى $u_c(t)$ في نقطة فاصلتها $t = \tau = 0,07 s$



9. إيجاد قيمة السعة C : $\tau = RC$

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{0,07}{33} = 2 \times 10^{-3} F = \boxed{2mF}$$

10. وجدنا : $\beta = \frac{1}{RC}$ و $A = U_0$ ومنه :

$$u_c = A e^{-\beta t} = U_0 e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}$$

$$\frac{du_c}{dt} = -\frac{U_0}{RC} e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}$$