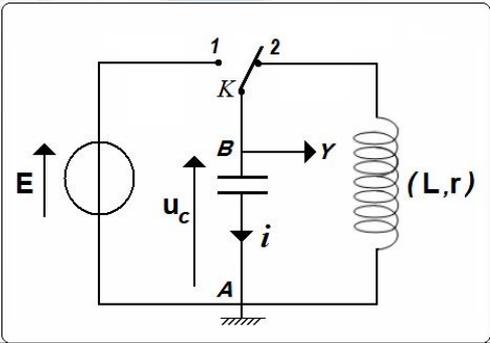


تمرين 1 :

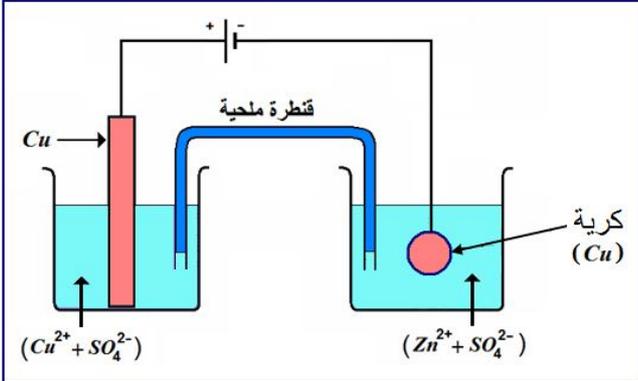
التنقيط	عناصر الإجابة
0,75	1 - حالة الشحن : نغلق K_1 ونفتح K_4 1 - 1 - K_2 و K_3 مفتوحين : 1 - 1 - 1 - المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$ هي : $u_{AB}(t) + R_1 C_1 \frac{du_{AB}(t)}{dt} = E$
0,5	1 - 1 - 2 - ثابتة الزمن : $\tau_1 = R_1 C_1 = 20 \text{ ms}$ ، نستنتج قيمة R_1 : $R_1 = \frac{\tau_1}{C_1} = 500 \Omega$
0,5	1 - 1 - 3 - شحنة المكثف في اللحظة $t = \tau_1$: $q(\tau_1) = C_1 \cdot u_{AB}(\tau_1) = 0,63 \cdot E \cdot C_1 = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ - عند نهاية الشحن : $q(\infty) = C_1 \cdot E = 0,48 \cdot 10^{-3} \text{ C}$
0,5	1 - 1 - 4 - الطاقة الكهربائية التي يخزنها المكثف في اللحظة $t = \tau_1$: $\xi(\tau_1) = \frac{1}{2} C_1 \cdot (u_{AB}(\tau_1))^2 = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ - عند نهاية الشحن : $\xi(\infty) = \frac{1}{2} C_1 \cdot E^2 = 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ J}$
0,5	1 - 1 - 5 - قيمة التوتر u_{BD} عند نهاية الشحن : $u_{BD} = 0$
1	1 - 2 - 1 - K_2 و K_3 مغلقين : 1 - 2 - 1 - حسب قانون إضافية التوترات ، نجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$ هي : حيث : $\tau = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot (C_1 + C_2)$ $\frac{du_{AB}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_{AB}(t) = \frac{E}{\tau}$
0,5	1 - 2 - 2 - قيمة C_2 : $C_2 = \tau \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \right) - C_1 = 80 \mu\text{F}$
0,5	1 - 2 - 3 - الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثفين معا عند نهاية الشحن : $\xi = \xi_1 + \xi_2 = \frac{1}{2} (C_1 + C_2) E^2 = 8,64 \cdot 10^{-3} \text{ J}$
0,5	2 - حالة التفريغ : 1 - 2 - المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$ هي : $\frac{d^2 u_{AB}(t)}{dt^2} + \frac{1}{L(C_1 + C_2)} u_{AB}(t) = 0$ أي : $\frac{d^2 u_{AB}(t)}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot u_{AB}(t) = 0$
0,5	2 - 2 - التحقق من أن $u_{AB}(t) = U_M \cos(\omega_0 t + \varphi)$ حل للمعادلة التفاضلية . - تعبير ω_0 : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L(C_1 + C_2)}}$ - قيمتي U_M و φ : $U_M = E$ و $\varphi = 0$

0,5	2-3 - قيمة الدور الخاص : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 6,16.10^{-2} s$
0,75	2-4 - الطاقة المغناطيسية المخزونة في الوشيعية : * عند اللحظة $t_0 = 0$: $\xi(t_0) = \frac{1}{2} L.(i(0))^2 = 0 J$ * عند اللحظة $t_1 = \frac{T_0}{4}$: لدينا : $i(t) = -\frac{2\pi}{T_0}(C_1 + C_2).U_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ إذن : $\xi(t_1) = \frac{1}{2} L(i(t))^2 = \frac{1}{2} L\left(\frac{2\pi}{T_0}(C_1 + C_2).E\right)^2 = 8,63.10^{-3} J$

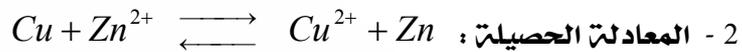
تمرين 2 :

0,75	(1) 1-1 - المعادلتا التفاضليتا : حسب قانون اضافة التوترات ، نجد : $\tau \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R+r}$ ، حيث : $\tau = \frac{L}{R+r}$
0,5	1-2 - التحقق من حل المعادلتا التفاضليتا : $i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ ، حيث : $I_0 = \frac{E}{R+r}$
0,75	1-3 - حسب منحى الشكل (2) : $I_0 = \frac{E}{R+r} = 60 mA$ $\Leftarrow r = \frac{E}{I_0} - R = 50 \Omega$
0,5	1-4 - مبيانيا ، نجد : $\tau = 10 ms$
0,5	1-5 - قيمتا L : $L = \tau.(R+r) = 1 H$
0,75	(2) 1-2 - تبيانتا التركيب التجريبي + كيفية ربط راسم التذبذب 
0,5	2-2 - خمود التذبذبات ناتج عن تبدد الطاقة الكهربائيتا على شكل طاقة حراريتا بمفعول جول ، وذلك بسبب وجود المقاومة .
0,75	2-3 - شبه الدور : $T = 20 ms$ - قيمتا معامل التحريض : لدينا : $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ ، إذن : $L = \frac{T^2}{4\pi^2.C} = 1 H$
0,5	2-4 - حسب الشكل (3) ، عند اللحظتا $t = 25 ms$: $E_e = \frac{1}{2} C \times u_C^2 = 0 \Leftrightarrow u_C = 0$ أي الطاقة الكهربائيتا المخزونة في المكثف منعدمتا ، وبالتالي الطاقة المخزونة في الدارة عند هذه اللحظتا هي الطاقة المغناطيسيتا للوشيعتا .
0,5	2-5 - مقاومتا الوشيعتا : $r = k = 50 \Omega$

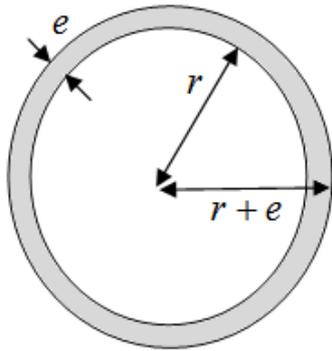
تمرين 3 :

0,5	<p>(I)</p> <p>(1) المعادلة الحصيلة : $Zn + Cu^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + Cu$</p>
0,5	<p>(2)</p> <p>1-2 - الصفيحة الموجبة هي صفيحة النحاس (Cu) ، لأنه بجوار القطب الموجب (الكاثود) يحدث تفاعل اختزال .</p>
0,5	<p>2-2 - خارج التفاعل البدئي : $Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Cu^{2+}]_i} = 2$ ،</p> <p>$Q_{r,i} < K \Leftarrow$ المجموعة تتطور في المنحى المباشر .</p>
1	<p>3-2 أ - تركيز كل من الأيونات Zn^{2+} و Cu^{2+} بعد تمام ثلاث ساعات من اشتغال العمود :</p> <p>- حسب معادلة الإختزال : $n(e^-) = 2x = \frac{Q}{F}$ و $n(Cu^{2+}) = n_0(Cu^{2+}) - x$</p> <p>إذن : $n(Cu^{2+}) = n_0(Cu^{2+}) - \frac{Q}{2F} \Leftarrow \frac{n(Cu^{2+})}{V_2} = \frac{n_0(Cu^{2+})}{V_2} - \frac{Q}{2V_2 \cdot F}$</p> <p>$[Cu^{2+}] = C_2 - \frac{Q}{2V_2 \cdot F} = 0,042 \text{ mol.L}^{-1} \Leftarrow$</p> <p>- حسب معادلة الأكسدة : $n(e^-) = 2x = \frac{Q}{F}$ و $n(Zn^{2+}) = n_0(Zn^{2+}) + x$</p> <p>إذن : $n(Zn^{2+}) = n_0(Zn^{2+}) + \frac{Q}{2F} \Leftarrow \frac{n(Zn^{2+})}{V_1} = \frac{n_0(Zn^{2+})}{V_1} + \frac{Q}{2V_1 \cdot F}$</p> <p>$[Zn^{2+}] = C_1 + \frac{Q}{2V_1 \cdot F} = 0,108 \text{ mol.L}^{-1} \Leftarrow$</p>
1	<p>ب - كتلة الفلز المتكون (النحاس) :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $m(Cu) = \frac{Q}{2} \times M(Cu) = 0,107 \text{ g} \Leftarrow$ </div> <p>لدينا : $n(Cu) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{m(Cu)}{M(Cu)}$</p> <p>- كتلة الفلز المستهلك (الزنك) :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $m(Zn) = \frac{Q}{2} \times M(Zn) = 0,11 \text{ g} \Leftarrow$ </div> <p>لدينا : $n(Zn) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{m(Zn)}{M(Zn)}$</p>
0,75	<p>(II) 1 - تجربة التحليل الكهربائي :</p> 

0,5



1



3 - كمية مادة الزنك : $n(Zn) = \frac{m(Zn)}{M(Zn)} = \frac{V(Zn) \times \rho(M)}{M(Zn)}$

حيث $V(Zn)$ حجم الزنك المتكون : $V(Zn) = \frac{4}{3}\pi(r+e)^3 - \frac{4}{3}\pi r^3$

$$\Rightarrow n(Zn) = \frac{4\pi[(r+e)^3 - r^3] \times \rho(Zn)}{3.M(Zn)}$$

$$\Rightarrow n(Zn) = \frac{4\pi[(3cm + 30.10^{-4}cm)^3 - (3cm)^3] \times 7,14g/cm^3}{3 \times 65,4g/mol}$$

$$\Rightarrow n(Zn) = 0,037 mol$$

0,75

4 - كمية مادة الإلكترونات :

كمية مادة الإلكترونات المتبادلة	$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$			نصف المعادلة الإلكترونية عند الكاثود	
	كميات المادة			التقدم	حالة المجموعة
0	$[Zn^{2+}]_i$	-	0	0	الحالة البدئية
2x	$[Zn^{2+}]_i - x$	-	x	x	الحالة النهائية

إذن : $n(e^-) = 2n(Zn) = 0,074 mol$ لدينا : $\begin{cases} n(Zn) = x \\ n(e^-) = 2x \end{cases}$

0,5

5 - المدة الزمنية اللازمة لعملية الطلاء :

لدينا كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة Δt : $Q = I \cdot \Delta t = N \cdot e = n(e^-) \cdot N_A \cdot e$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{N_A \cdot e \cdot n(e^-)}{I} = 7127,68 s$$

$$\Rightarrow \Delta t \approx 2 h$$