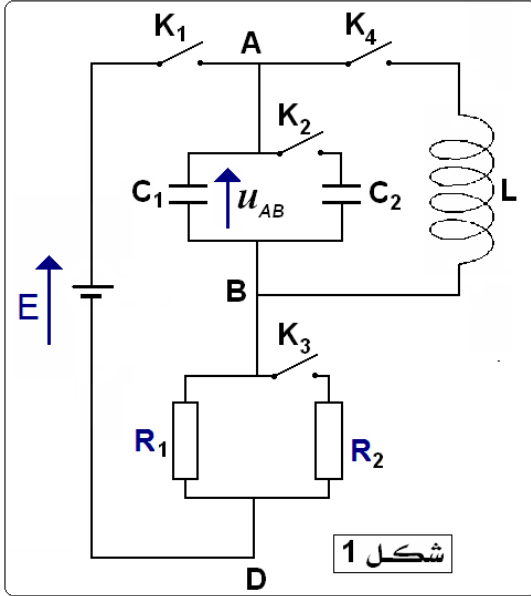


المستوى : الثانية بكالوريا علوم رياضية
المادة : العلوم الفيزيائية

فرض محروس رقم 4
سعيد الجليل *** 2011/03/15

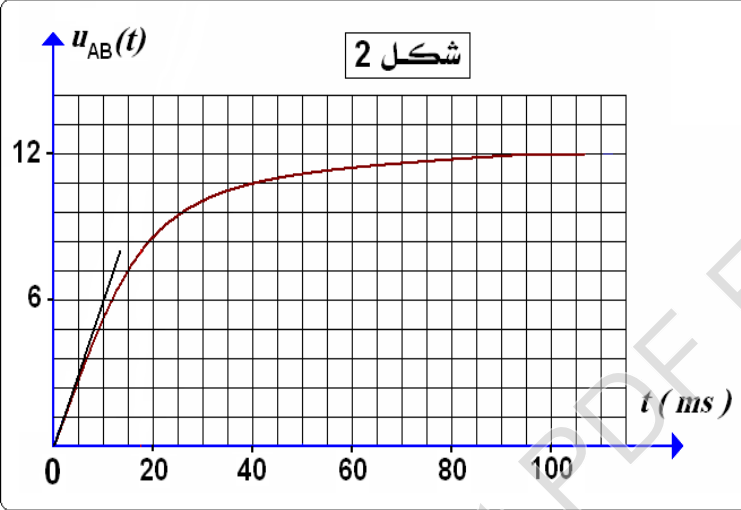
الثانوية التأهيلية بومالين دادس
السنة الدراسية : 2010 - 2011

تمرين 1 :



- يتكون التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1) من :
- * مولد قوته الكهرومحرركة E ومقاومته الداخلية مهملة .
 - * موصلان أوميان R_1 و R_2 .
 - * مكثفات C_1 و C_2 .
 - * وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة .
 - * قواطع للتيار K_1 ، K_2 ، K_3 و K_4 .
- معطيات : $R_2 = 500 \Omega$ ، $E = 12V$
 $L = 0,8 H$ ، $C_1 = 40 \mu F$

- 1 - حالة الشحن، نغلق K_1 ونفتح K_4 في لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ .
- 1 - 1 - ندرس حالة K_2 و K_3 مفتوحين :
- 1 - 1 - 1 - أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$.



- 1 - 1 - 2 - يمثل الشكل (2) تغيرات التوتر $u_{AB}(t)$ بدلالة الزمن . علما أن حل المعادلة التفاضلية هو :

$$u_{AB}(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right)$$

حدد مبيانيا τ_1 . ثم استنتج قيمة R_1 .

- 1 - 1 - 3 - أحسب شحنة المكثف في اللحظة $t = \tau_1$ وفي نهاية الشحن .

- 1 - 1 - 4 - أحسب الطاقة الكهربائية التي يخزنها المكثف في اللحظة $t = \tau_1$ وفي نهاية الشحن .

- 1 - 1 - 5 - أحسب قيمة التوتر U_{BD} بين مربطي المقاومة R_1 في نهاية الشحن .

- 2 - 1 - ندرس حالة K_2 و K_3 مغلقين :

- 1 - 2 - 1 - بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$ تكتب على الشكل $\frac{du_{AB}}{dt} + \frac{1}{\tau} u_{AB} = \frac{E}{\tau}$ ، محددًا

تعبير τ .

- 2 - 2 - 1 - علما أن قيمة τ هي : $\tau = 30 ms$ ، استنتج قيمة C_2 .

- 2 - 3 - 1 - أحسب الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفين معا عند نهاية الشحن .

- 2 - حالة التفريغ : نفتح K_1 ونغلق K_4 في نفس اللحظة التي نعتبرها أصل التواريخ وندرس حالة K_2 و K_3 مغلقين .

- 2 - 1 - 1 - أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$.

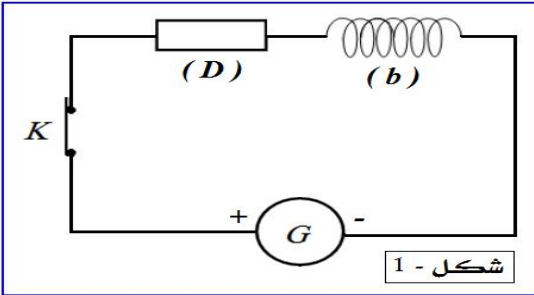
- 2 - 2 - تحقق أن الحل يكتب على الشكل $u_{AB}(t) = U_M \cos(\omega_0 t + \varphi)$ محددًا تعبير ω_0 ثم احسب U_M و φ .

- 2 - 3 - حدد قيمة الدور الخاص T_0 .

- 2 - 4 - 1 - أحسب عند اللحظتين $t_0 = 0$ و $t_1 = \frac{T_0}{4}$ الطاقة المغناطيسية المخزنة في الوشيعة .

تمرين 2 :

قامت مجموعتان من التلاميذ خلال حصّة الأشغال التطبيقية بدراستين مختلفتين لتحديد معامل التحريض الذاتي L والمقاومة r لوشية .



1 - أنجزت المجموعة الأولى التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1) والمكون من وشية (b) معامل تحريضها L ومقاومتها r وموصل أومي (D) مقاومته $R = 50 \Omega$ ، ومولد G قوته الكهرومحرّكة $E = 6 V$ ومقاومته الداخلية مهملة ، وقاطع للتيار K .

حصلت المجموعة بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على منحنى الشكل (2) الممثل لتغيرات شدة التيار المار في الدارة بدلالة الزمن $i = f(t)$.

1 - 1 - أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$.

1 - 2 - تحقق أن حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل :

$$i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

حيث I_0 شدة التيار الكهربائي المار في

الدارة في النظام الدائم و τ ثابتة الزمن .

1 - 3 - عين انطلاقا من منحنى الشكل (2) قيمة I_0 واستنتج قيمة r .

1 - 4 - حدد مبيانيا τ .

1 - 5 - استنتج L .

2 - قامت المجموعة الثانية بشحن مكثف سعته $C = 10 \mu F$ كليا بواسطة مولد G قوته الكهرومحرّكة $E = 6 V$ وتفريغه في الوشية (b) وعينت على شاشة راسم التذبذب منحنى الشكل (3) الممثل لتغيرات التوتر u_C بين مربطي المكثف بدلالة الزمن .

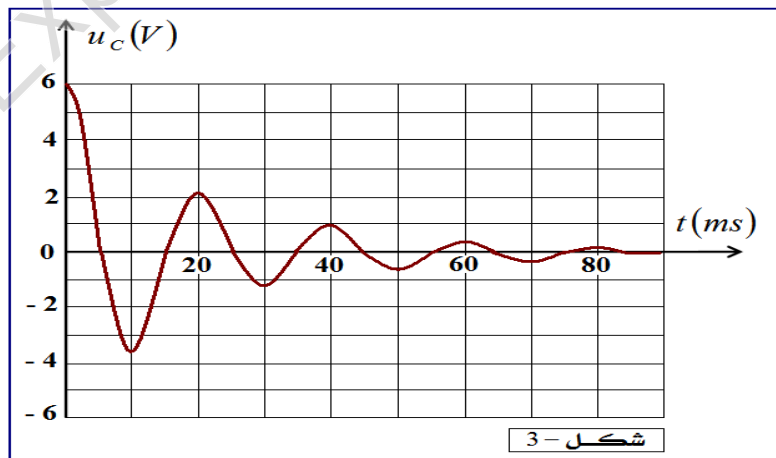
2 - 1 - أرسم تبياناً التركيب التجريبي المستعمل ، موضحاً كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة التوتر $u_C(t)$.

2 - 2 - علل خمود التذبذبات .

2 - 3 - عين مبيانيا قيمة شبه الدور T واستنتج قيمة معامل التحريض L لوشية (b) باعتبار الدور الخاص T_0 للمتذبذب يساوي شبه الدور T . (نأخذ $\pi^2 = 10$)

2 - 4 - ما نوع الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة $t = 25 ms$ ؟ علل جوابك .

2 - 5 - ركبت المجموعة الثانية الوشية (b) والمكثف السابق على التوالي مع مولد يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار المار فيها $(u = k.i)$. تكون التذبذبات مصانة عندما تأخذ k القيمة $k = 50 (SI)$. أوجد r مقاومة الوشية .



تمرين 3 :

معطيات :

- * الكتلة المولية الذرية : $M(Zn) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $M(Cu) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$
- * ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، الشحنة الابتدائية : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- * الكتلة الحجمية للزنك : $\rho(Zn) = 7,14 \text{ g.cm}^{-3}$
- * حجم كرية شعاعها r : $V = \frac{4}{3} \pi . r^3$

I - نغمر صفيحة من الزنك (Zn) في كأس يحتوي على محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ ، فنلاحظ اختفاء اللون الأزرق للمحلول وتكون النحاس على صفيحة الزنك .

1 - أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

2 - ننجز عمود دانييل باستعمال مقصورتين :

* الأولى تحتوي على محلول مائي لكبريتات الزنك $(Zn^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزه $C_1 = 10^{-1} \text{ mol . L}^{-1}$ وحجمه $V_1 = 200 \text{ mL}$.

* الثانية تحتوي على محلول مائي لكبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزه $C_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol . L}^{-1}$ وحجمه $V_2 = 200 \text{ mL}$.

- المحلولين مرتبطين بقنطرة أيونية تحتوي على محلول كلورور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$.

- قيمة ثابتة التوازن الحاصل داخل العمود هي : $K = 10^{37}$.

2 - 1 - ما الصفيحة التي تكون القطب الموجب لهذا العمود ؟ علل جوابك .

2 - 2 - احسب $Q_{r,i}$ خارج التفاعل البدئي ، ثم أوجد منحى التطور التلقائي للعمود .

2 - 3 - نركب بين مربطي عمود دانييل موصلًا أوميا ونقيس شدة التيار الذي يمر فيه خلال 3 ساعات فنجد : $I = 30 \text{ mA}$

أ - حدد تركيز كل من الأيونات Cu^{2+} و Zn^{2+} بعد تمام 3 ساعات من اشتغال العمود .

ب - ما كتلة الفلز المتكونة ؟ وما كتلة الفلز المستهلكة ؟

II - نريد طلاء كرية من النحاس شعاعها $r = 3 \text{ cm}$ بطبقة رقيقة من الزنك سمكها $e = 30 \mu m$ بواسطة التحليل الكهربائي .

1 - اقترح تجربة تمكن من إنجاز هذه العملية . (وضح ذلك بتبيان)

2 - أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

3 - أوجد تعبير $n(Zn)$ كمية مادة الزنك اللازمة لهذه العملية بدلالة $\rho(Zn)$ و $M(Zn)$ و e و r .
أحسب قيمة $n(Zn)$.

4 - أوجد قيمة $n(e^-)$ كمية مادة الإلكترونات التي تجتاز المحلل الكهربائي خلال هذه العملية .

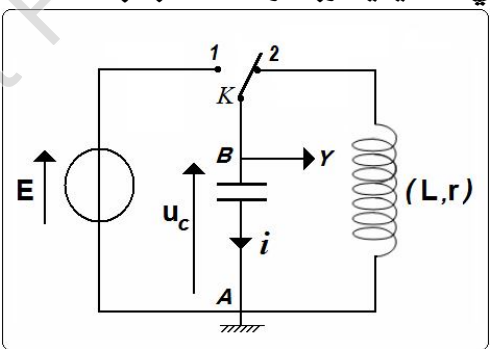
5 - ما المدة الزمنية Δt اللازمة لهذه العملية علما أن شدة التيار المار في الدارة هي $I = 1 \text{ A}$.

تمرين 1 :

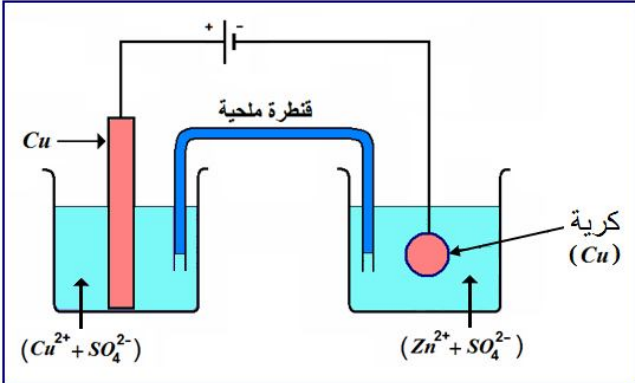
التنقيط	عناصر الإجابة
0,75	1 - حالة الشحن : نغلق K_1 ونفتح K_4 1 - 1 - K_2 و K_3 مفتوحين : 1 - 1 - 1 - المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$ هي : $u_{AB}(t) + R_1 C_1 \frac{du_{AB}(t)}{dt} = E$
0,5	1 - 1 - 2 - ثابتة الزمن : $\tau_1 = R_1 C_1 = 20 \text{ ms}$ ، نستنتج قيمة R_1 : $R_1 = \frac{\tau_1}{C_1} = 500 \Omega$
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 - C_2 قيمة : $C_2 = \tau \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \right) - C_1 = 80 \mu\text{F}$
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 $\varphi = 0$

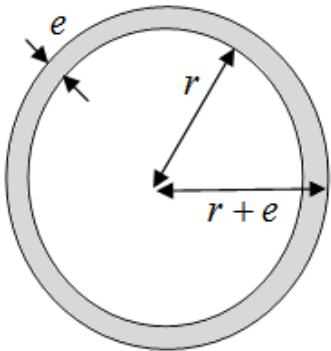
0,5	2 - 3 - قيمة الدور الخاص : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 6,16.10^{-2} s$
0,75	2 - 4 - الطاقة المغناطيسية المخزونة في الوشعة : * عند اللحظة $t_0 = 0$: $\xi(t_0) = \frac{1}{2} L.(i(0))^2 = 0 J$ * عند اللحظة $t_1 = \frac{T_0}{4}$: لدينا : $i(t) = -\frac{2\pi}{T_0}(C_1 + C_2).U_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ 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 - المعادلتان التفاضليتان : حسب قانون إضافتي التوترات ، نجد : $\tau \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R+r}$ ، حيث : $\tau = \frac{L}{R+r}$
0,5	1 - 2 - التحقق من حل المعادلتان التفاضليتان : $i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ ، حيث : $I_0 = \frac{E}{R+r}$
0,75	1 - 3 - حسب منحني 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 - قيمة L : $L = \tau.(R+r) = 1 H$
0,75	(2) 1 - 2 - تبيان التركيب التجريبي + كيفية ربط راسم التذبذب 
0,5	2 - 2 - خمود التذبذبات ناتج عن تبدد الطاقة الكهربائية على شكل طاقة حرارية بمفعول جول ، وذلك بسبب وجود المقاومة .
0,75	2 - 3 - شبه الدور : $T = 20 ms$ - قيمة 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 اللحظة $t = 25 ms$: $E_e = \frac{1}{2} C \times u_c^2 = 0 \Leftarrow u_c = 0$ أي الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف منعدمة ، وبالتالي الطاقة المخزونة في الدارة عند هذه اللحظة هي الطاقة المغناطيسية للوشعة .
0,5	2 - 5 - مقاومة الوشعة : $r = k = 50 \Omega$

تمرين 3 :

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

0,5	2 - المعادلة الحصيلة : $Cu + Zn^{2+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + Zn$																							
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 : <table><tr><th rowspan="2">كمية مادة الإلكترونات المتبادلة</th><th colspan="3">$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$</th><th colspan="2">نصف المعادلة الإلكترونية عند الكاثود</th></tr><tr><th colspan="3">كميات المادة</th><th>التقدم</th><th>حالة المجموعة</th></tr><tr><td>0</td><td>$[Zn^{2+}]_i$</td><td>-</td><td>0</td><td>0</td><td>الحالة البدئية</td></tr><tr><td>2x</td><td>$[Zn^{2+}]_i - x$</td><td>-</td><td>x</td><td>x</td><td>الحالة النهائية</td></tr></table> لدينا : $\begin{cases} n(Zn) = x \\ n(e^-) = 2x \end{cases}$ إذن : $n(e^-) = 2n(Zn) = 0,074 mol$	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
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																			
0,5	5 - المدة الزمنية اللازمة لعملية الطلاء : لدينا كمية الكهرباء التي تجتاز الدارة خلال المدة Δt : $Q = I.\Delta t = N.e = n(e^-).N_A.e$ $\Rightarrow \Delta t = \frac{N_A.e.n(e^-)}{I} = 7127,68 s$ $\Rightarrow \Delta t \approx 2 h$																							