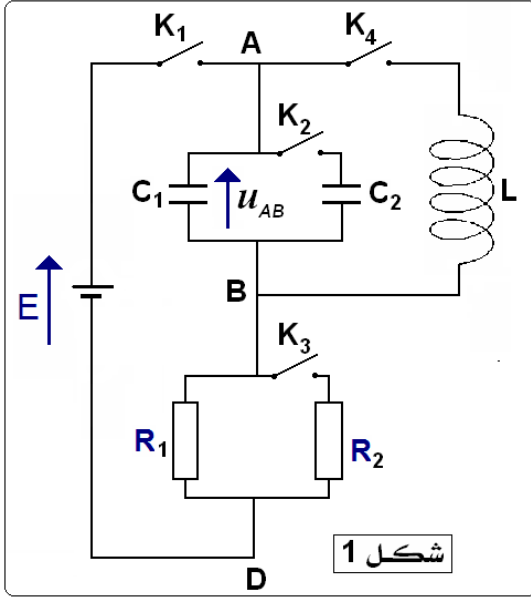


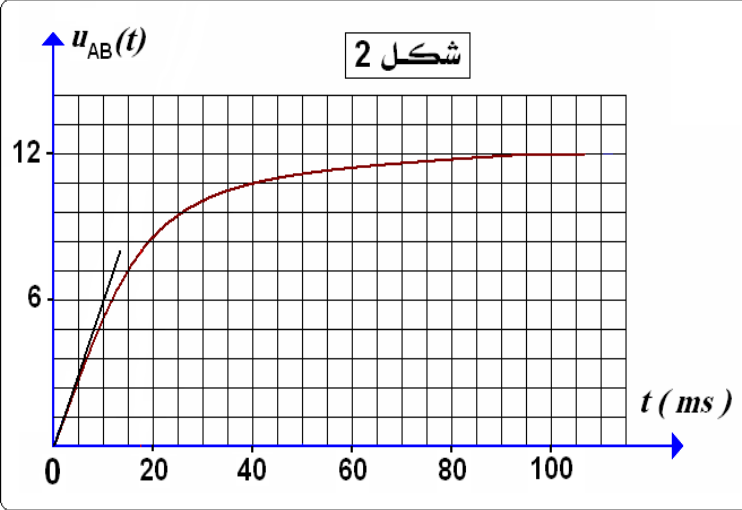
## تمرين 1 :



شكل 1

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

- 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 المعادلات التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_{AB}(t)$  .



شكل 2

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

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

حدد مبيانيا  $\tau_1$  . 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 .

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

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

تعبير  $\tau$  .

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

- 1 - 2 - 3 - أحسب الطاقة الكهربائية المخزونة 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 .

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

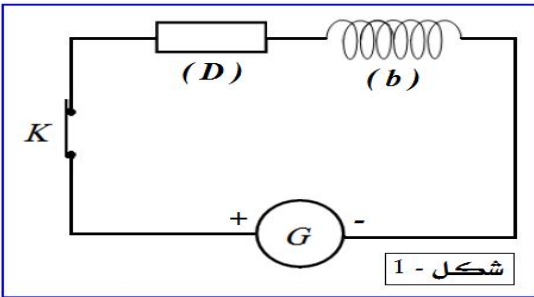
- 2 - 2 - تحقق أن الحل يكتب على الشكل  $u_{AB}(t) = U_M \cos(\omega_0 t + \varphi)$  محددًا تعبير  $\omega_0$  ثم احسب  $U_M$  و  $\varphi$  .

- 2 - 3 - حدد قيمة الدور الخاص  $T_0$  .

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

## تمرين 2 :

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



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

(2) 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 :

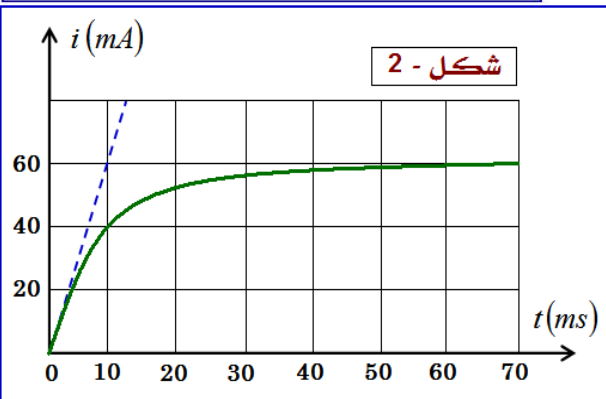
$$i(t) = I_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

حيث  $I_0$  شدة التيار الكهربائي المار في الدارة في النظام الدائم و  $\tau$  ثابتة الزمن .

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

1-4 - حدد مبيانيا  $\tau$  .

1-5 - استنتج  $L$  .



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

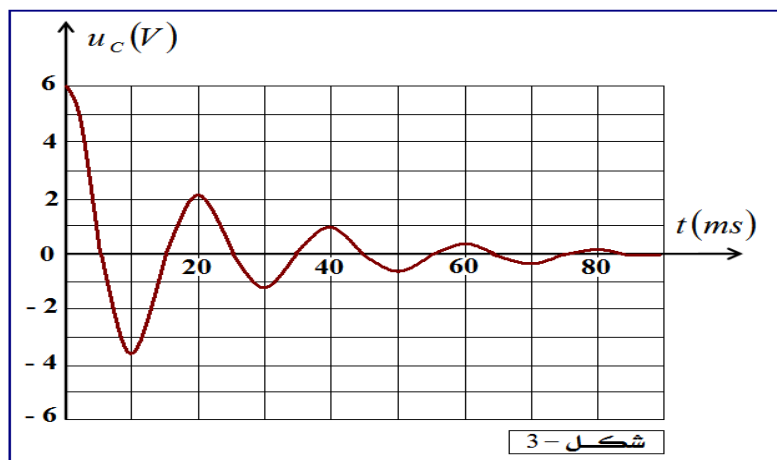
2-1 - أرسم تبياناً التركيب التجريبي المستعمل ، موضحاً كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة التوتر  $u_C(t)$  .

2-2 - علل خمود التذبذبات .

2-3 - عين مبيانيا قيمة شبه الدور  $T$  واستنتج قيمة معامل التحريض  $L$  لوشيعة (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 الوشيعة (b) والمكثف السابق على التوالي مع مولد يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار المار فيها  $(u = k \cdot i)$  . تكون التذبذبات مصانة عندما تأخذ القيمة  $k = 50 (SI)$  . أوجد  $r$  مقاومة الوشيعة .



### تمرين 3 :

#### معطيات :

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

**I** - نغمر صفيحة من الزنك ( Zn ) في كأس يحتوي على محلول كبريتات النحاس II (  $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$  ) ، فنلاحظ اختفاء اللون الأزرق للمحلول وتكون النحاس على صفيحة الزنك .

1 - أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

2 - نتجز عمود دانييل باستعمال مقصورتين :

\* الأولى تحتوي على محلول مائي لكبريتات الزنك (  $\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$  ) تركيزه  $C_1 = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  وحجمه  $V_1 = 200 \text{ mL}$  .

\* الثانية تحتوي على محلول مائي لكبريتات النحاس II (  $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$  ) تركيزه  $C_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  وحجمه  $V_2 = 200 \text{ mL}$  .

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

- 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 مربيطي عمود دانييل موصلاً أوميا ونقيس شدة التيار الذي يمر فيه خلال 3 ساعات فنجد :  $I = 30 \text{ mA}$

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

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

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

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

2 - أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

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

أحسب قيمة  $n(\text{Zn})$  .

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

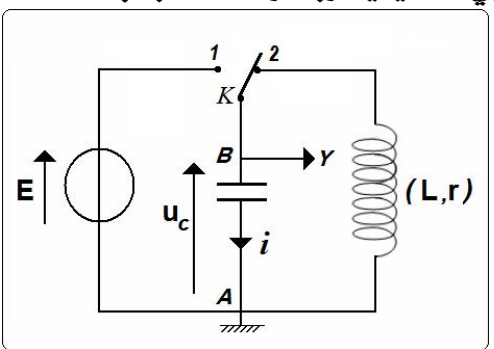
5 - ما المدة الزمنية  $\Delta t$  اللازمة لهذه العملية علماً أن شدة التيار المار في الدارة هي  $I = 1 \text{ A}$  .

تمرين 1 :

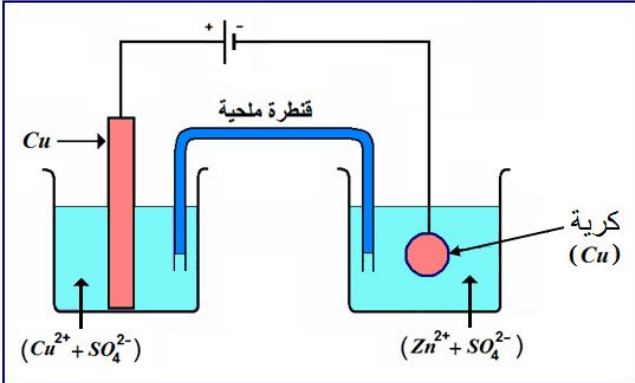
التنقيط	عناصر الإجابة
0,75	1 - حالة الشحن : نغلق $K_1$ ونفتح $K_4$ 1 - 1 - $K_2$ و $K_3$ مفتوحين : 1 - 1 - 1 - المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$ هي : $u_{AB}(t) + R_1 C_1 \frac{du_{AB}(t)}{dt} = E$
0,5	1 - 1 - 2 - ثابتة الزمن : $\tau_1 = R_1 C_1 = 20 \text{ ms}$ ، نستنتج قيمة $R_1$ : $R_1 = \frac{\tau_1}{C_1} = 500 \Omega$
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 - 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 $\omega_0$ : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L(C_1 + C_2)}}$ - قيمتي $U_M$ و $\varphi$ : $U_M = E$ 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 الوشيعه : * 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 : $\xi(t_1) = \frac{1}{2} L(i(t))^2 = \frac{1}{2} L\left(\frac{2\pi}{T_0}(C_1 + C_2).E\right)^2 = 8,63.10^{-3} J$

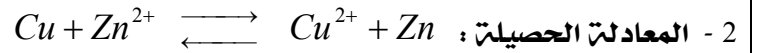
## تمرين 2 :

0,75	(1) 1-1 - المعادلتا التفاضليتا : حسب قانون اضايفتا التوترا ، نجد : $\tau \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R+r}$ ، حيث : $\tau = \frac{L}{R+r}$
0,5	1-2 - التتحق 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 منحنى 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 + كيفيتا ربط راسم التذبذب 
0,5	2-2 - خمود التذبذبات ناتج عن تبدد الطاقة الكهربائيتا على شكل طاقة حراريتا بمفعول جول ، وذلك بسبب وجود المقاومتا .
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 $t = 25 ms$ : $E_e = \frac{1}{2} C \times u_C^2 = 0 \Leftarrow u_C = 0$ أى الطاقة الكهربائيتا المخزونة في المكثف منعدمتا ، وبالتالي الطاقة المخزونة في الدارة عند هذه اللحظتا هي الطاقة المغناطيسيتا للوشيعتا .
0,5	2-5 - مقاومتا الوشيعتا : $r = k = 50 \Omega$

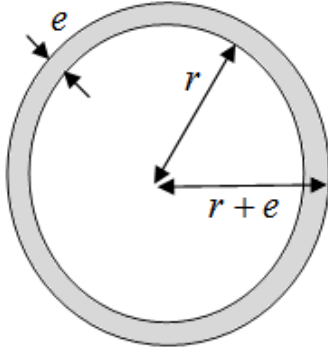
### تمرين 3 :

0,5	<p>( I ) المعادلة الحصيلة : <math>Zn + Cu^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + Cu</math> ( 1 )</p>
0,5	<p>( 2 ) 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 : <math>Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Cu^{2+}]_i} = 2</math> ، <math>Q_{r,i} &lt; K \Leftarrow</math> المجموعة تتطور في المنحى المباشر .</p>
1	<p>( 3 - 2 ) أ - تركيز كل من الأيونات <math>Zn^{2+}</math> و <math>Cu^{2+}</math> بعد تمام ثلاث ساعات من اشتغال العمود : - حسب معادلة الإختزال : <math>n(Cu^{2+}) = n_0(Cu^{2+}) - x</math> و <math>n(e^-) = 2x = \frac{Q}{F}</math> إذن : <math>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}</math> <math>[Cu^{2+}] = C_2 - \frac{Q}{2V_2 \cdot F} = 0,042 \text{ mol.L}^{-1} \Leftarrow</math> - حسب معادلة الأكسدة : <math>n(Zn^{2+}) = n_0(Zn^{2+}) + x</math> و <math>n(e^-) = 2x = \frac{Q}{F}</math> إذن : <math>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}</math> <math>[Zn^{2+}] = C_1 + \frac{Q}{2V_1 \cdot F} = 0,108 \text{ mol.L}^{-1} \Leftarrow</math></p>
1	<p>ب - كتلة الفلز المتكون ( النحاس ) : لدينا : <math>n(Cu) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} \Leftarrow m(Cu) = \frac{Q}{2} \times M(Cu) = 0,107 \text{ g}</math> - كتلة الفلز المستهلك ( الزنك ) : لدينا : <math>n(Zn) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{m(Zn)}{M(Zn)} \Leftarrow m(Zn) = \frac{Q}{2} \times M(Zn) = 0,11 \text{ g}</math></p>
0,75	<p>( II ) 1 - تجربة التحليل الكهربائي : </p>

0,5



1



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

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

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

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

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

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

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

0,5

- 5 المدة الزمنية اللازمة لعملية الطلاء :

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

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

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