الثانوية التأهيلية جمعة سحيم الأستاذ: المختار الوردي	**فرض محـــــروس رقـــــم 3** **الـــــدورة الثانية** **المستوى: الثانية باك علوم الحياة و الأرض**	المادة: فيزياء- كيمياء مدة الإنجاز: ؟ التاريخ : 2012 /03/28

ملحوظة: يؤخذ بعين الاعتبار تنظيم ورقة التحرير
يجب أن تعطي العلاقة الحرفية قبل التطبيق العددي
استعمال رقمين معبرين في التطبيقات العددية

الكيميـــــاء: منحى تطور مجموعة كيميائية (10.5 نقط)

1- الجزء الأول: الأكسدة المباشرة لفلز

نصب في كأس 100 ml من محلول نترات الفضة تركيزه $0,10\ mol.l^{-1}$ و 100 ml من محلول كلورور النحاس تركيزه $0,10\ mol.l^{-1}$ ، ثم نغمر في الكأس صفيحتين من الفضة و النحاس.

نلاحظ : -اختفاء اللون الأزرق في المحلول و توضع طبقة من الفضة على صفيحة النحاس.

1-1- أكتب معادلة التفاعل المرتبط بهذا التحول الكيميائي.

1- 2- أعط تعبير خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية ثم احسب قيمته.

1- 3- قيمة ثابتة التوازن المرتبطة بالتفاعل هي $K = 2.6.10^{-16}$.

بين أن منحى تطور المجموعة الكيميائية يتوافق مع ملاحظات التجربة السابقة.

2- الجزء الثاني: تطبيق على العمود: نحاس - فضة

ننجز عمود نحاس - فضة حيث نربط مقصورتين بواسطة قنطرة أيونية تحتوي على نترات البوتاسيوم:

- تحتوي المقصورة الأولى على 100 ml من محلول نترات الفضة تركيزه $0,10\ mol.l^{-1}$، مغمور فيه صفيحة من الفضة

- تحتوي المقصورة الثانية على 100 ml من محلول كلورور النحاس تركيزه $0,10\ mol.l^{-1}$، مغمور فيه صفيحة من النحاس.

2-1- ما هو دور القنطرة الأيونية؟

2-2- بتطبيقك لمعيار التطور التلقائي حدد قطبية العمود و كذا منحى التيار الكهربائي المار في الدارة الخارجية.

2-3- أكتب نصفي معادلتي تفاعل أكسدة - اختزال الحاصل عند كل إلكترود.

2-4- أعط التمثيل الاصطلاحي للعمود.

2- 5- ارسم تبيانة العمود. و بين منحى حركة مختلف الشحنات الكهربائية.

2- 6- أثناء اشتغال العمود. هل يتكون من مجموعة في حالة توازن أو حالة لاتوازن؟ علل جوابك.

2- 7- أعطى قياس شدة التيار القيمة $I = 20\ mA$. بين كيفية ربط جهاز أمبيرمتر.

2- 7- 1- أحسب المدة الزمنية القصوية Δt_{max} لاشتغال العمود. علما أن شدة التيار تبقى ثابتة خلال الإشتغال و كتلة كل إلكترود توجد بوفرة.

3- 7- 2- أحسب كمية الكهربائية القصوية التي يمكن أن ينتجها العمود.

3- 7- 2- بين بالحساب البعدي أن الشحنة الكهربائية لها بعد أمبير- ساعة (A.h). و تأكد من المتساوية $1\ A.h = 3600\ C$.

3- 7- 3- نعتبر أن كتلة الإلكترودين توجد بوفرة و أن التحول الكيميائي، الذي يحدث أثناء اشتغال العمود، كلي. أحسب تغير الكتلة لإلكترودي النحاس و الفضة.

نعطي الفارداي $F = 96500\ C$ ، $M(Cu) = 63\ g/mol$ و $M(Ag) = 108\ g/mol$.

الفيزيـــــاء: الكهرباء (21.25 نقطة)

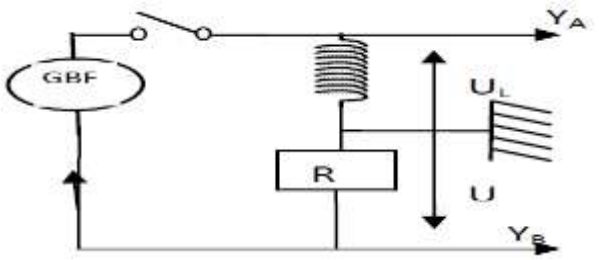
في حصة الأشغال التطبيقية كان هدف مجموعة من التلاميذ، التحديد التجريبي لقيمتي سعة مكثف و معامل تحريض وشيعة بطرق مختلفة، لمقارنتها مع القيم التي حددها الصانع.

* المعدات المتوفرة لذلك هي:

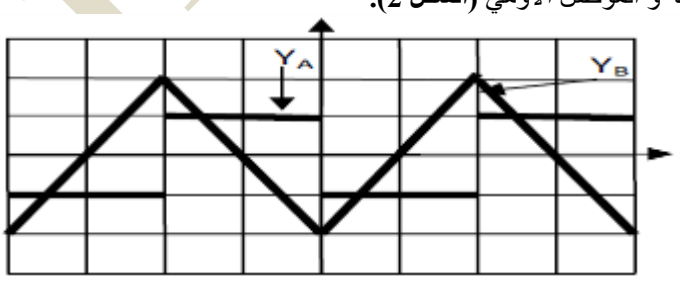
- مولد كهربائي قوته الكهرمحركة $E = 10\ V$.
- مكثف سعته حسب الصانع: $C = 10\ \mu F$
- وشيعة معامل تحريضها حسب الصانع : $L = 1\ H$ و مقاومتها $r = 10\ \Omega$.
- موصل أومي مقاومته R قابلة للغيير.
- قاطع للتيار K.
- مولد دو تردد منخفض GBF.
- راسم التذبذب.

1- الطريقة الأولى: تحديد معامل التحريض الذاتي للوشيعة

في النشاط الأول أنجزت المجموعة التركيب التجريبي الممثل في الشكل أسفله **(الشكل 1)**، حيث ضبطت المقاومة على $R = 100\ \Omega$ و عاينوا بواسطة كاشف التذبذب التوتر بين مربطي كل من الوشيعة و الموصل الأومي **(الشكل 2)**.



الشكل 1



الشكل 2

ضبطت الحساسية الأفقية $S_x = 0.02\ s/div$ و الحساسية الرأسية $S_y = 1.6\ V/div$.

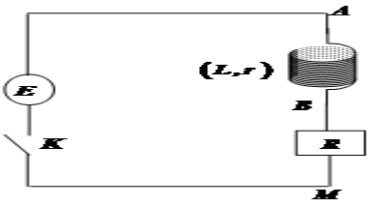
1- بين أن $U_L = -\frac{L}{R}\frac{dU}{dt}$. علما أن المقاومة r للوشيعة مهملة بالمقارنة مع R.

2- أحسب معامل التحريض الذاتي L للوشيعة.

3- أحسب الطاقة القصوية ξ_m *المخزونة في الوشيعة*.

2- الطريقة الثانية: تحديد معامل التحريض الذاتي للوشيعة بطريقة ثانية

أنجز لهذا الغرض التركيب الممثل في الشكل 3 و أغلق قاطع التيار ***K*** . علما أن R = 990Ω



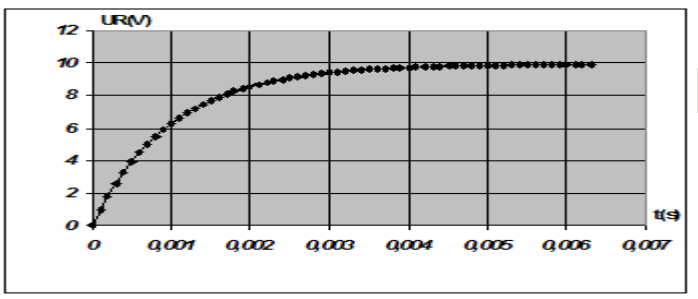
الشكل 3

2-1- بتطبيق قانون إضافية التوترات أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي المار في الدارة.

2-2- بين أن حل المعادلة التفاضلية يكتب كالتالي: $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ حيث $I_0 = \frac{E}{R+r}$ و $\tau = \frac{L}{R+r}$ مع τ ثابتة الزمن.

2- 3- بين أن τ لها بعد الزمن.

2- 4- تمثل الوثيقة أسفله **(الشكل 4)** تغيرات التوتر u_R بين مربطي الموصل الأومي بدلالة الزمن.



الشكل 4

2- 4- 1- حدد مبيانيا قيمة ثابتة الزمن τ.

2- 4- 2- أحسب قيمة $i(t)$ بالنسبة ل $t \geq 5\tau$. و حدد مبيانيا قيمة 5τ و تأكد من قيمة τ.

2- 4- 3- يتميز تطور التيار في الوشيعة بوجود نظامين. سمهما و أعط المدة الزمنية لكل واحد.

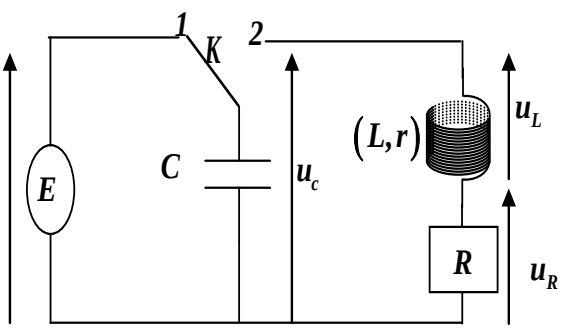
3- نسمي t_p مدة إقامة التيار، و نعتبر أن إقامة التيار (النظام الدائم) تتحقق عندما تكون شدة التيار تساوي تقريبا 99% من I_0. أكتب t_p بدلالة τ ثم أحسب قيمتها.

4- أحسب قيمة شدة التيار في النظام الدائم.

5- عند اللحظة $t = 1ms$ تساوي الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الوشيعة 63% من القيمة I_0. حدد قيمة L. هل هذه القيمة متجانسة مع معطيات الصانع.

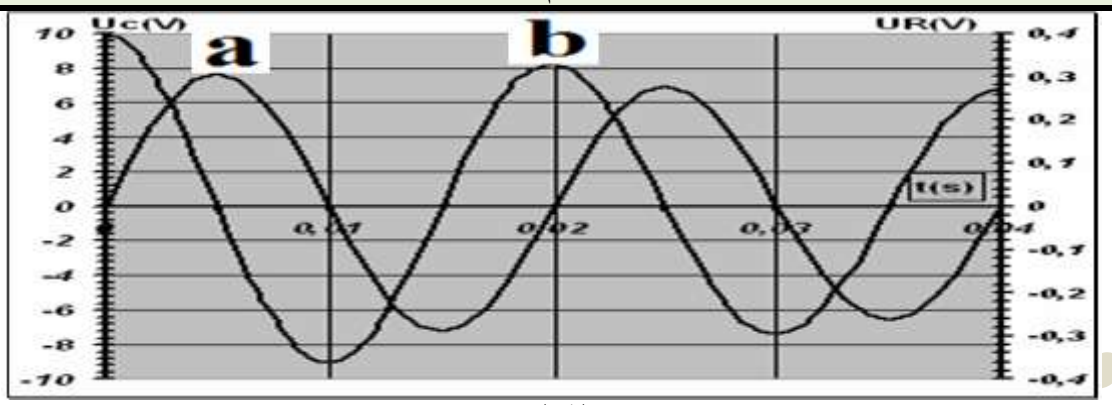
3- الطريقة الثالثة: التحقق من قيمتي L و C بواسطة المتذبذب RLC متوالي و حر.

قامت المجموعة بإنجاز التركيب الممثل في الشكل أسفله **(الشكل 5)** ، حيث وضعت قاطع التيار K في الموضع "1"، ثم أرجحته إلى الموضع "2" في لحظة اعتبرتها أصلا للتواريخ t = 0، يختزن عندها المكثف طاقة كهربائية قصوية: $\xi_e = 5.10^{-4}\ J$.



الشكل 5

عاينوا على شاشة كاشف التذبذب **(الشكل 6)** كلا من التوترين $u_C(t)$ و $u_R(t)$.



الشكل 6

3- 1- أقرن كل من المنحنيين a و b الممثلين في **الشكل 6** بما يوافقهما من التوترين $u_C(t)$ و $u_R(t)$. و مثل على تبيانة الدارة (**الشكل 5**) كيفية ربط كاشف التذبذب.

3- 2- أعط تعبير الطاقة المخزونة في المكثف.

3- 3- أوجد قيمة C. ماذا تستنتج؟

3- 4- ما هي الظاهرة المقرونة بهذه الدراسة.

3- 5- حدد مبيانيا قيمة شبه الدور T_0 ثم استنتج قيمة L. ماذا تستنتج؟

3- 6- بين أن المعادلة التفاضلية التالية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف تكتب على الشكل:

$$\frac{d^2u_C(t)}{dt^2}+2\lambda\frac{du_C(t)}{dt}+\omega_0^2\ u_C(t)=0$$ محددا تعبيري الثابتتين ω_0 و λ.

3- 7- فسر طاقيا الظاهرة الملاحظة في **الشكل 6.**

3- 8- ما هو نوع الطاقة المخزونة في المتذبذب عند t = 0s و عند t = T/4. أحسب قيمتيها.

3- 9- بين أن الطاقة الكلية غير ثابتة.

3- 10- استنتج قيمة الطاقة الضائعة بمفعول جول بين t = 0s و t = T/4.

3- الطريقة الرابعة: التحقق من قيمتي L و C بواسطة المتذبذب RLC متوالي و حر و مصان.

لصيانة التذبذبات الكهربائية في الدارة، نضيف إليها مولدا يزودها بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي المار فيها:

$u_g = Ki$.

3- 1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_C(t)$.

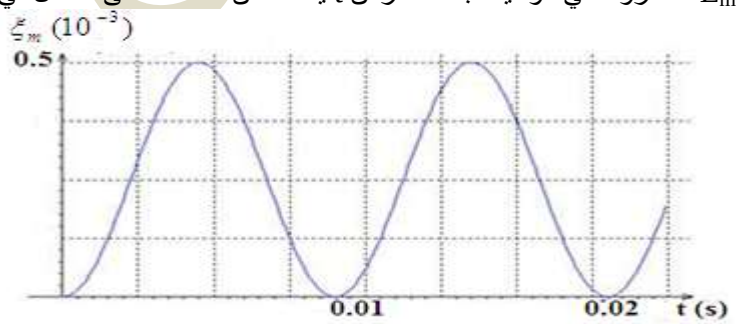
3- 2- حدد الشرط الذي ينبغي أن يستوفيه معامل التناسب K ، لتكون الدارة مقرا تذبذبات جيبية.

3- 3- عند صيانة التذبذبات نحصل على دارة مثالية.

3- 3- 1- أعط المعادلة التفاضلية في هذه الحالة.

3- 3- 2- حل هذه المعادلة يكتب على شكل $u_C(t)=U_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$. حدد T_0 و φ و U_m بدلالة المعطيات المتوفرة في النص.

3- 4- قياس الطاقة المغنطيسية E_m المخزونة في الوشيعة بدلالة الزمن t يمكننا من خط المنحنى الممثل في **الشكل 7**.



الشكل 7

3- 4- 1- أعط التعبير الحرفي لكل من $\xi_e(t)$ و $\xi_m(t)$ و $\xi_T(t)$.

3- 4- 2- بين أن الطاقة الكلية ثابتة.

3- 4- 3- أحسب قيمة سعة المكثف.

3- 4- 4- بين أن الدور T ل $\xi_m(t)$ هو $T=\frac{T_0}{2}$. و استنتج الدور الخاص T_0 للمتذبذب و قيمة معامل التحريض L.

العالم يسير نفسه بنفسه

الثانوية التأهيلية ابن سينا جمعة سحيم الأستاذ: المختار الوردي	**تصحيح الفرض المحـــــروس رقـــــم 3** **الـــــدورة الثانية** **المستوى: الثانية باك علوم الحياة و الأرض**	المادة: فيزياء- كيمياء مدة الإنجاز: ساعتان التاريخ : 20 12/03/28

الكيميـــــاء

1- الجزء الأول: الأكسدة المباشرة لفلز

1-1- معادلة التفاعل المرتبط بهذا التحول الكيميائي.

$$2Ag^+ + Cu \Leftrightarrow 2\,Ag + Cu^{2+}$$

1- 2- تعبير خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية.

$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2} = \frac{\frac{V_{Cu^{2+}}.[Cu^{2+}]}{V_T}}{\left(\frac{V_{Ag^+}\times[Ag^+]}{V_T}\right)^2} = V_T \times \frac{V_{Cu^{2+}}.[Cu^{2+}]}{(V_{Ag^+}\times[Ag^+])^2} = 0.2\times\frac{0.1\times0.1}{(0.1\times0.1)^2} = \frac{0.2}{0.01} = 20 \text{ ت.ع}$$

1- 3- قيمة ثابتة التوازن المرتبطة بالتفاعل هي $K = 2.6.10^{-16}$. أي أن $Q_{r,i} \rangle K$ المجموعة تتطور في المنحى المعاكس
إذن منحى تطور المجموعة الكيميائية يتوافق مع ملاحظات التجربة السابقة.

2- الجزء الثاني: تطبيق على العمود: نحاس - فضة

2-1- دور القنطرة الأيونية هو فصل المتفاعلين مع السماح بهجرة الأيونات لضمان الحياد الكهربائي.

2-2 معيار التطور التلقائي

$Q_{r,i} = \frac{[Ag^+]^2}{[Cu^{2+}]} = 0.1$. أي أن $Q_{r,i} \rangle K$ المجموعة تتطور في المنحى المعاكس أي تآكل فلز النحاس (الأكسدة هي فقدان للإلكترونات) و تكون فلز الفضة (الاختزال هو اكتساب للإلكترونات). إذن القطب الموجب هو إلكترود الفضة و القطب السالب هو إلكترود النحاس. و بالتالي فإن التيار الكهربائي يمر من القطب إلكترود الفضة إلى إلكترود النحاس.

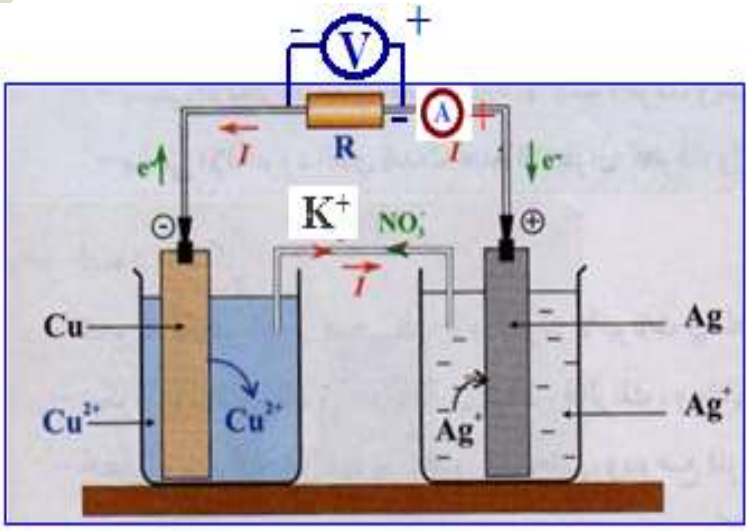
2-3- نصفي معادلة تفاعل أكسدة - اختزال الحاصل عند كل إلكترود هما:

- أكسدة فلز النحاس $Cu \Leftrightarrow Cu^{2+} + 2\,e^-$ القطب السالب
- اختزال أيونات الفضة $Ag^+ + e^- \Leftrightarrow Ag$ القطب الموجب

2-4 - التمثيل الاصطلاحي للعمود.

$$\ominus \quad Cu / Cu^{2+} // Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)} \quad \oplus$$

2-5- تبيانة العمود مع تبيان منحى حركة مختلف الشحنات الكهربائية.



2- 6- أثناء اشتغال العمود تكون المجموعة في حالة لاتوازن. لأنه في حالة التوازن لا يتم تبادل إلكتروني و بالتالي تكون شدة التيار منعدمة ($I=0\,A$).

2- 7- كيفية ربط جهاز أمبيرمتر : أنظر تبيانة العمود.

2- 7- 1- المدة الزمنية القصوية Δt_{max} لاشتغال العمود. علما أن شدة التيار تبقى ثابتة خلال الإشتغال.

- إنشاء الجدول الوصفي

معادلة التفاعل		$2Ag^+ + Cu \Leftrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$				
الحالات	التقدم	كميات المادة mol				
الحالة البدئية	0	10^{-2}	n_0		n_0	10^{-2}
أثناء التحول	x	$10^{-2} + x$	$n_0 + 2x$		$n_0 - x$	$10^{-2} - 2x$
الحالة القصوية	X_{max}	$10^{-2} + x_{max}$	$n_0 + 2x_{max}$		$n_0 - x_{max}$	$10^{-2} - 2x_{max}$

من *الأكسدة الأنودية* $Cu \Leftrightarrow Cu^{2+} + 2\,e^-$ أي أن عدد الإلكترونات القصوية المتبادلة.

$$n(e^-) = 2.x_{max} = \frac{Q_{max}}{F} = \frac{I.\Delta t_{max}}{F}.$$

$$\Delta t_{max} = \frac{2.x_{max} \times F}{I}$$

$$\Delta t_{max} = 96500\ \ s \approx 26\ h\ 48\ \text{min}\ 20\ s$$

3- 7- 2- كمية الكهربائية القصوية التي يمكن أن ينتجها العمود.

$$Q_{max} = I.\Delta t_{max} \qquad \text{ت.ع} \qquad Q_{max} = 1930\ C$$

3- 7- 2-لنبين بالحساب البعدي أن الشحنة الكهربائية لها بعد أمبير- ساعة (A.h). و أن المتساوية $1\ A.h = 3600\ C$.

$[Q]=[I]\times[\Delta t]$ إذن الشحنة بعدها هو بعد جداء شدة التيار يعبر عنها ب A و الزمن يعبر عنه بالثانية (s) أو الدقيقة (min) أو الساعة (h) أو اليوم (J) أو السنة (Année)

أذن الشحنة الكهربائية لها بعد أمبير- ساعة (A.h).

* الكولومب يوافق وحدات النظام العالمي للوحدات.

$$1\ \text{A.h} = 1\ \text{A} \times 1\ \text{h} = 1\ \text{A} \times 3600\ \text{s} = 3600\ \text{C}$$

3- 8- نعتبر أن كتلة الإلكترودين توجد بوفرة و أن التحول الكيميائي الذي يحدث أثناء اشتغال العمود كلي.

** حساب تغير كتلة إلكترودي النحاس و الفضة.*

من خلال الأكسدة الأيونية : $Cu \Leftrightarrow Cu^{2+} + 2\,e^-$ يتضح أن كمية مادة Cu تتناقص $\Leftarrow \Delta m(Cu) < 0$.

من خلال الإختزال الكاتودي: $Ag^+ + e^- \Leftrightarrow Ag$ يتضح أن كمية مادة Ag تتزايد $\Leftarrow \Delta m(Ag) > 0$.

من خلال نصف المعادلة الأولى لدينا (كمية مادة النحاس المتكون) $n(Cu) = \frac{n(e^-)}{2}$

من خلال جدول التقدم كمية مادة النحاس المتكون $n(Cu) = x_{max} \Leftarrow n(e^-) = 2.x_{max}$.

و نعلم أن $n(e^-) = \frac{q}{F} = \frac{I \times \Delta t}{F}$ إذن $\frac{I \times \Delta t_{max}}{F} = 2 \times x_{max}$ و منه $x_{max} = \frac{I \times \Delta t_{max}}{2F}$

.

و بالتالي من خلال جدول التقدم و علما أن التفاعل كلي نجد:

* $\Delta n(Cu) = n_f - n_0 = -x_{max} = -\frac{I \times \Delta t_{max}}{2F}$ أي $\Delta m(Cu) = -\frac{I \times \Delta t_{max} \times M(Cu)}{2 \times F}$

ت. ع $\Delta m(Cu) = -0.63\ g$

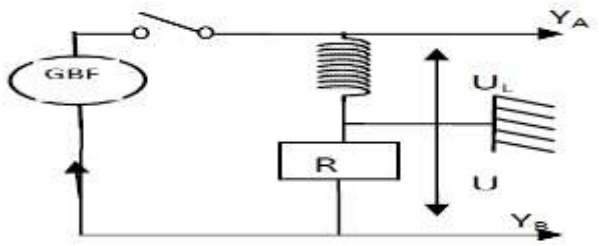
* $\Delta n(Ag) = n_f - n_0 = 2x_{max} = \frac{I \times \Delta t_{max}}{F}$ أي $\Delta m(Ag) = \frac{I \times \Delta t_{max} \times M(Ag)}{F}$

ت. ع $\Delta m(Ag) = 2.16\ g$

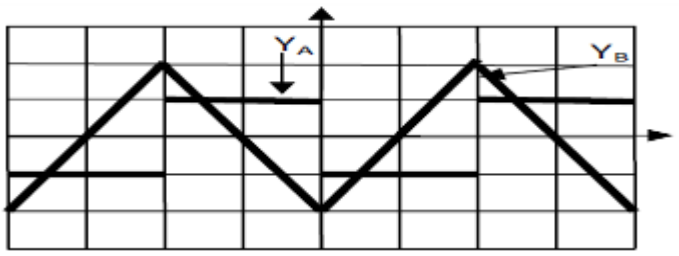
تصحيح الفيزياء : الكهرباء

1- الطريقة الأولى: تحديد معامل التحريض الذاتي للوشيعة

في النشاط الأول أنجزت المجموعة التركيب التجريبي الممثل في الشكل أسفله **(الشكل 1)**، حيث ضبطت المقاومة على $R = 100\ \Omega$ و عاينوا بواسطة كاشف التذبذب التوتر بين مربطي كل من الوشيعة و الموصل الأومي **(الشكل 2)**.



الشكل 1



الشكل 2

ضبطت الحساسية الأفقية $S_x = 0.01\ s/div$ و الحساسية الرأسية $S_y = 1.6\ V/div$.

1- لنبين أن $U_L = -\frac{L}{R}\frac{dU}{dt}$.

لدينا $U = -Ri$ و $U_L = L\frac{di}{dt}$ و منه $U_L = -\frac{L}{R}\frac{dU}{dt}$

2- حساب معامل التحريض الذاتي L للوشيعة.

لدينا $L = -\frac{1}{RU_L}\frac{dU}{dt}$

نعتبر نصف الدور الأول من الشكل 2. نجد $U_L = -1.6\ V$ و $\frac{dU}{dt} = \frac{3.2 - 0}{0.01 - 0} = 160 V/s$

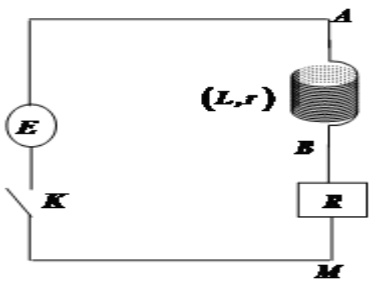
إذن $L = -\frac{RU_L}{\frac{dU}{dt}} = \frac{160}{160} \times 16 = 1\ H$

3- حساب الطاقة القصوية ξ_m *المخزونة في الوشيعة*.

$$\xi_m = \frac{1}{2}L\,I_0^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{U}{R}\right)^2 = \frac{1}{2}\times 1\times\left(\frac{3.2}{100}\right)^2 = 5.12\times 10^{-4}\ j$$

2- الطريقة الثانية: تحديد معامل التحريض الذاتي للوشيعة بطريقة ثانية

أنجز لهذا الغرض التركيب الممثل في الشكل 3 و أغلق قاطع التيار **K**.



الشكل 3

2-1- المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي المار في الدارة.

بتطبيق قانون إضافية التوترات لدينا $U + U_L = E$

بما أن $U = Ri$ و $U_L = ri + L\frac{di}{dt}$ إذن $L\frac{di}{dt} + (R+r)i = E$ أي $\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{R+r}(*)$

وهي المعادلة التفاضلية التي يحققها التيار المار في الدارة.

2-2- لنبين أن حل المعادلة التفاضلية يكتب كالتالي: $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ حيث $I_0 = \frac{E}{R+r}$ و $\tau = \frac{L}{R+r}$ مع τ ثابتة الزمن.

حل المعادلة التفاضلية (*) يكتب على الشكل $i(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B \Leftarrow$ نعوض في المعادلة التفاضلية (*) $\frac{di(t)}{dt} = -\frac{A}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$

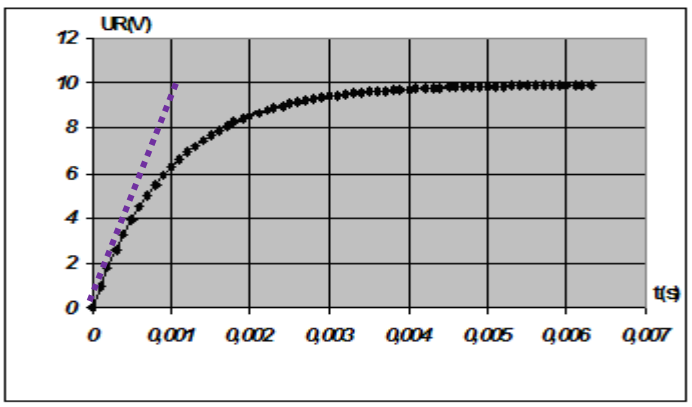
m.elouardi

نجد $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ حيث $I_0 = \frac{E}{R+r}$ و $\tau = \frac{L}{R+r}$

2- 3- لنبين أن τ لها بعد الزمن.

لنحدد بعد $\frac{L}{R+r}$: $\left[\frac{L}{R+r}\right] = \frac{[L]}{[R+r]} = \frac{\left[\frac{U_L}{\frac{di}{dt}}\right]}{\left[\frac{U_R}{i}\right]} = [dt] = s$ إذن المقدار $\tau = \frac{L}{R+r}$ له بعد الزمن.

2- 4- تمثل الوثيقة أسفله **(الشكل 4)** تغيرات التوتر u_R بين مربطي الموصل الأومي بدلالة الزمن.



الشكل 4

2- 4- 1- مبيانيا قيمة ثابتة الزمن τ.

$\tau = 0.001\ s$

2- 4- 2- حساب قيمة $i(t)$ بالنسبة ل $t \geq 5\tau$.

$i(t) = \frac{U}{R+r}(1 - e^{-5}) \approx 0.01A$ و منه $\tau = 0.001\ s$

2- 4- 3- يتميز تطور التيار في الوشيعة بوجود نظامين:

* نظام انتقالي مدته 5τ
* نظام دائم مدته τ.

3- نسمي t_p مدة إقامة التيار، و نعتبر أن إقامة التيار (النظام الدائم) تتحقق عندما تكون شدة التيار تساوي تقريبا 99% من I_0.

لدينا $i(t_p) = I_0(1 - e^{-\frac{t_p}{\tau}}) \Leftrightarrow e^{-\frac{t_p}{\tau}} = 1 - \frac{i(t_p)}{I_0}$ عند $i(t_p) = 0.99 I_0$ نجد $t_p = \tau \ln 100$ ت. ع

$t_p = 0.0046\ s$.

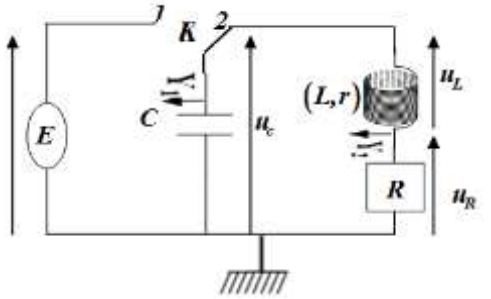
4- حساب قيمة شدة التيار في النظام الدائم.

$$I_0 = \frac{U_R}{R+r} = 0.01A$$

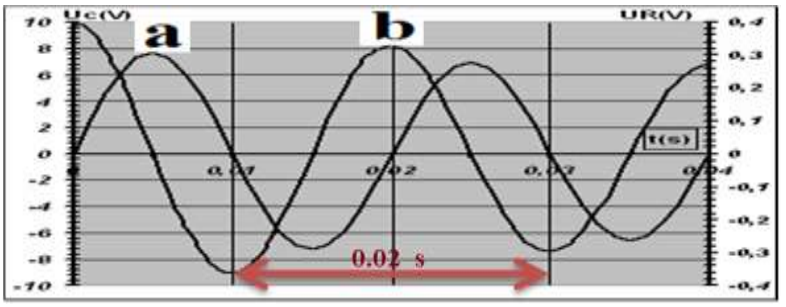
5- عند اللحظة $t = 1ms$ تساوي الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الوشيعة 63% من القيمة I_0.

لدينا $t = 1ms = \tau = \frac{L}{R+r} \Leftrightarrow L = \tau(R+r)$ ت. ع $L = 1\ H$. هذه القيمة متجانسة مع معطيات الصانع.

3- الطريقة الثالثة: التحقق من قيمتي L و C بواسطة المتذبذب RLC متوالي و حر.



الشكل 5



الشكل 6

-1 -3

* المنحنى a يمثل $u_R(t)$.

* المنحنى b يمثل $u_C(t)$.

* كيفية ربط كاشف التذبذب (أنظر **الشكل 5**).

-2 -3 تعبير الطاقة المخزونة في المكثف هو: $\xi_e(t) = \frac{1}{2} C u_C^2(t)$

-3 -3 قيمة C.

* عند t = 0 s $\xi_e(0) = \frac{1}{2} C u_C^2(0) = 5.10^{-4}\ J$ و منه $C = 10\ \mu F$

نستنتج أن هذه القيمة تساوي القيمة التي أعطاها الصانع.

-4 -3 الظاهرة المقرونة بهذه الدراسة هي ظاهرة الخمود.

-5 -3 تحديد قيمة شبه الدور $T_0 = 0.02$ s (أنظر الشكل 6).

$T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ و منه $L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$ ت. ع $L = 1\,H$ هذه القيمة هي القيمة التي يشير إليها الصانع.

-6 -3

بتطبيق قانون إضافية التوترات لدينا $u_C + u_R + u_L = 0$

$u_R = Ri$ **مع** $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$ $\Leftarrow$ $u_R = RC\frac{du_C}{dt}$ **و** $u_L = ri + L\frac{di}{dt} = rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2}$

و منه نجد $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{R+r}{L}\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC}u_c = 0$. و هي المعادلة التفاضلية لدارة متوالية RLC التي يخضع لها التوتر $u_C(t)$، و يمكن أن تكتب على شكل: $\frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + 2\lambda\frac{du_C(t)}{dt} + \omega_0^2\ u_C(t) = 0$ حيث $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ و $\lambda = \frac{R+r}{2L}$.

-7 -3

يمثل **الشكل 6** التوترين $u_R(t)$ و $u_C(t)$. حيث يمكن أن نستنتج من خلالهما تغيرات الطاقة المخزونة في المكثف $\xi_e(t)$ و الطاقة المخزونة في الوشيعة $\xi_m(t)$ و كذا الطاقة الكلية $\xi_T(t)$. من خلال الشكل 6 يتضح أن الطاقة تتناقص بفعل تبدد جزء منها على شكل حرارة (مفعول جول).

-8 -3 نوع الطاقة المخزونة في المتذبذب عند:

* t = 0s: طاقة كهربائية مخزونة في المكثف. قيمتها هي $\xi_e(0) = \frac{1}{2} C u_C^2(0) = 5.10^{-4}\ J$

* t = T/4: طاقة مغنطيسية مخزونة في الوشيعة. قيمتها $\xi_m(\frac{T}{4}) = \frac{1}{2} L(\frac{u_R(T/4)}{R})^2 \approx 4.3.10^{-5}\ J$.

-9 -3 لنبين أن الطاقة الكلية غير ثابتة.

لدينا $\frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + 2\lambda\frac{du_C(t)}{dt} + \omega_0^2\ u_C(t) = 0$

و $\frac{d\xi_t}{dt} = \frac{d(\xi_e + \xi_m)}{dt} Cu_C\frac{du_C}{dt} + Li\frac{di}{dt} = Cu_C\frac{du_C}{dt} + LC^2\frac{du_C}{dt}\frac{d^2u_C}{dt^2} = LC^2\frac{du_C}{dt}(\frac{d^2u_C}{dt^2} + \omega_0^2 u_C)$

أي $\frac{d\xi_t}{dt} = LC^2\frac{du_C}{dt}(-2\lambda\frac{du_C}{dt}) = -\frac{2\lambda}{L}(\frac{du_C}{dt})^2$ و منه $\frac{d\xi_t}{dt} = -(R+r)C^2\frac{d^2u_C}{dt^2} = -(R+r)i^2$.

و بالتالي الطاقة الكلية لا تنحفظ، حيث تتناقص بقيمة الطاقة المبددة بمفعول جول

3- 10- قيمة الطاقة الضائعة بمفعول جول بين t = 0s و t = T/4.

$$\Delta\xi_T = \xi_T(\frac{T}{2}) - \xi_T(0) = 5.10^{-4} - 0.43.10^{-4} = 4.57.10^{-4}\ J$$

علما أن $\Delta\xi_T = -\xi_J$ إذن $\xi_J = -4.57.10^{-4}\ J$

الطاقة المبددة بمفعول جول مهمة بالمقارنة مع الطاقة الكلية، و بالتالي ظاهرة جد مهمة.

3- الطريقة الرابعة: التحقق من قيمتي L و C بواسطة المتذبذب RLC متوالي و حر و مصان.

لصيانة التذبذبات الكهربائية في الدارة، نضيف إليها مولدا يزودها بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي المار فيها: $u_g = Ki$.

3- 1- المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_C(t)$.

حسب قانون إضافية التوترات: $u_C + u_R + u_L = u_g$

فنحصل على المعادلة التفاضلية لدارة المصانة التي يحققها التوتر $\frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + (2\lambda - \frac{K}{L})\frac{du_C(t)}{dt} + \omega_0^2\ u_C(t) = 0$

3- 2- الشرط الذي ينبغي أن يستوفيه معامل التناسب K ، لتكون الدارة مقرا تذبذبات جيبية هو $2\lambda - \frac{K}{L} = 0$ أي

$K = -(R + r)$

3- 3- عند صيانة التذبذبات نحصل على دارة مثالية

3- 3- 1- المعادلة التفاضلية في هذه الحالة تكتب على شكل: $\frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + \omega_0^2\ u_C(t) = 0$

3- 3- 2- حل هذه المعادلة يكتب على شكل $u_C(t) = U_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$. تحديد T_0 و φ و U_m بدلالة المعطيات المتوفرة في النص.

* تعبير الدور الخاص T_0.

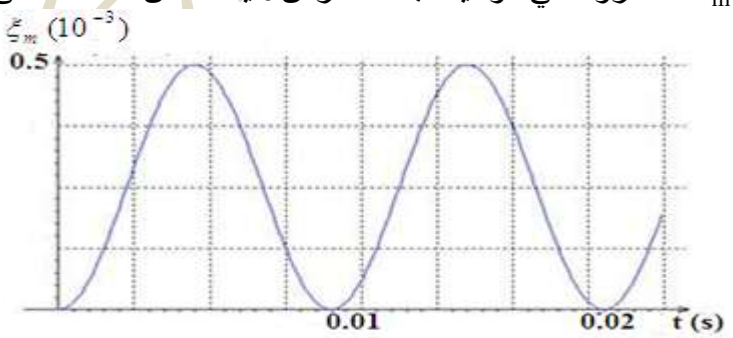
لدينا: $\frac{du_C}{dt} = -2\pi/T_0\ U_m \times sin[(2\pi/T_0)t + \varphi]$ و $\frac{d^2u_C}{dt^2} = -(2\pi/T_0)^2\ U_m \times Cos[(2\pi/T_0)t + \varphi]$

نعوض في المعادلة التفاضلية فنجد : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$

*** تحديد U_m و φ**

باستعمال الشروط البدئية للمقدارين $i = C.du_C/dt$ و u_C ، أي عند اللحظة t=0 s، نجد أن: $U_m=U_{max}$ و $\varphi = 0$.

3- 4- قياس الطاقة المغنطيسية E_m المخزونة في الوشيعة بدلالة الزمن t يمكننا من خط المنحنى الممثل في **الشكل 7**.



الشكل 7

3- 4- 1- التعبير الحرفي لكل من $\xi_e(t)$ و $\xi_m(t)$ و $\xi_T(t)$.

$\xi_e(t) = \frac{1}{2}CU_C^2$ و $\xi_m(t) = \frac{1}{2}L\,i^2$ و $\xi_T(t) = \xi_m(t) + \xi_e(t) = \frac{1}{2}CU_C^2 + \frac{1}{2}L\,i^2$

3- 4- 2- لنبين أن الطاقة الكلية ثابتة.

لدينا $\xi_t = \frac{1}{2}Cu^2 + \frac{1}{2}Li^2$

أي أن $\frac{d\xi_t}{dt} = Cu_C\frac{du_C}{dt} + Li\frac{di}{dt} = Cu_C\frac{du_C}{dt} + LC^2\frac{du_C}{dt}\frac{d^2u_C}{dt^2} = LC^2\frac{du_C}{dt}(\frac{d^2u_C}{dt^2} + \omega_0^2u_C) = 0$

أي أن $\xi_t = Cste$ و بالتالي الطاقة الكلية تنحفظ

3- 4- 3- حساب قيمة سعة المكثف.

$\xi_{e\max} = \frac{1}{2} C U_{\max}^2$ أي أن $C = \frac{2\xi_{e\max}}{U_{\max}^2}$ ت. ع $C = 10\ \mu F$ و هي تساوي قيمة الصانع.

3- 4- 4- لنبين أن الدور T ل $\xi_m(t)$ هو $T = \frac{T_0}{2}$.

لدينا $\xi_m(t) = \frac{1}{2} L I_m^2 \times \sin^2[(2\pi/T_0)t + \frac{\pi}{2}]$ إذن دورها هو $T = \frac{2\pi}{2(\frac{2\pi}{T_0})} = \frac{T_0}{2}$

* إذن الدور الخاص T_0 للمتذبذب هو $T_0 = 2T = 2 \times 0.01 = 0.02\ s$

* قيمة معامل التحريض L .

من خلال العلاقة $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ لدينا $L = \frac{(\frac{T_0}{2\pi})^2}{C} = 1\ H$ و هي تساوي قيمة التي أشار إليها الصانع.

m.elouardi