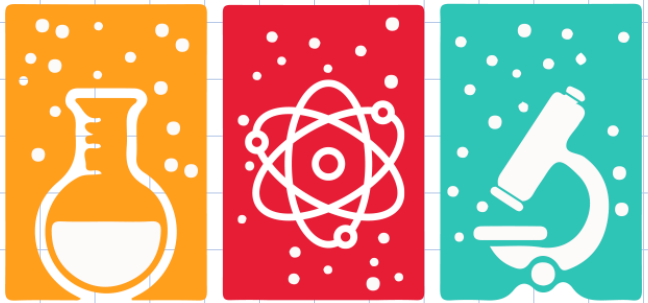
دروس الدعم والتقوية عن بعد (تطبيق zoom)

الوحدة 03: دراسة ظواهر كهربائية

ثنائي القطب RL



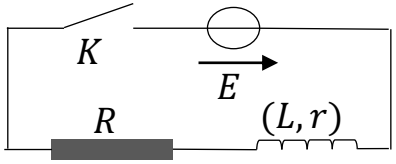
أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية

WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 02 التمرين 01

بهدف معرفة ذاتية وشيعة L ومقاومتها r نحقق التركيب الموضح بالشكل -1- حيث $R = 15\Omega$ والمولد ثابت التوتر قوته المحركة الكهربائية E.



الشكل -1-

1- بتطبيق قانون جمع التوترات، بيّن أنّ المعادلة التفاضلية لشدّة التيّار تكتب بالشكل:

$$\frac{di(t)}{dt} + \alpha i(t) = \beta$$

حيث α وβ ثابتان يطلب تحديد عبارتيهما مستعينا بالمقادير التالية: L, R, r, E.

2- تحقق أنّ العبارة: $i(t) = \frac{\beta}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t})$ هي حل للمعادلة التفاضلية السابقة.

3- بيّن أن عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة تعطى بالعلاقة التالية:

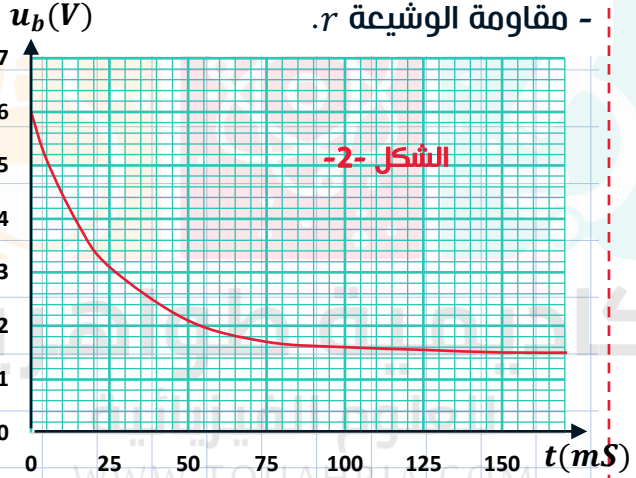
$$u_b(t) = \frac{E}{r+R}\left(r + Re^{-\frac{(r+R)}{L}t}\right)$$

4- باستعمال راسم اهتزازات ذي ذاكرة تحصلنا على بيان الشكل -2- الممثل لتغيرات التوتر بين طرفي الوشيعة بدلالة الزمن.

أ- أعد رسم الدارة موضحا كيفية توصيل راسم الاهتزازات لمشاهدة الممثل لبيان **الشكل -2-**

ب- بالاعتماد على البيان استنتج:

- القوّة المحركة الكهربائية للمولد E.
- مقاومة الوشيعة r.

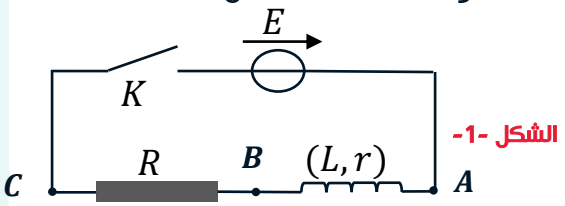


WWW.TOUAHRIA.COM

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 02 التمرين 02

دارة كهربائية تحتوي على التسلسل مولدا مثاليا قوته المحركة الكهربائية E ووشيعة ذاتيتها L ومقاومتها $r = 20\Omega$ وناقلا أوميا مقاومته $R = 180\Omega$ وقاطعة K (الشكل -1-).



الشكل -1-

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$، وباستعمال لاقط للتوتر الكهربائي، موصول بجهاز $ExAO$ حصلنا على المنحنيين (1) و(2).

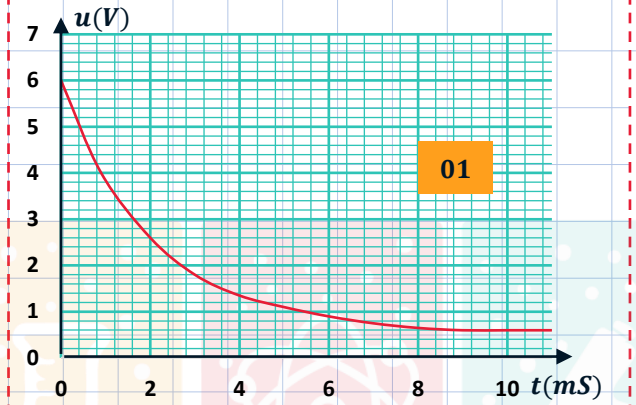
1- أعطِ عبارة التوتر $u_{BA}(t)$ بدلالة $i(t)$.

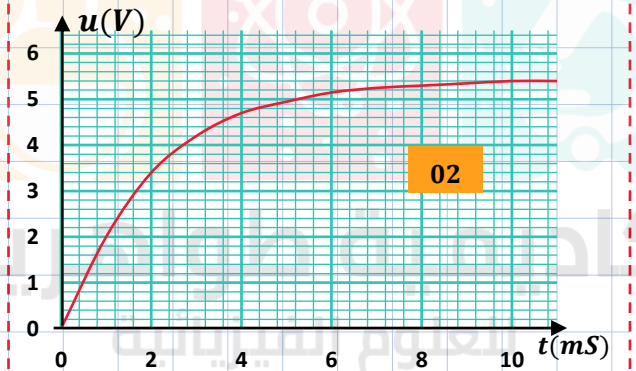
2- أكتب عبارة التوتر $u_{CB}(t)$ بدلالة $i(t)$.

3- أرفق كل منحنى بالتوتر الكهربائي الموافق u_{BA} وu_{CB} مع التعليل.

4- جد عبارة شدّة التيار الكهربائي (I_0) المار في الدارة في النظام الدائم وأحسب قيمتها وتأكد منها بيانيا.

5- جِد قيمة ثابت الزمن τ واستنتج قيمة ذاتية الوشيعة L.

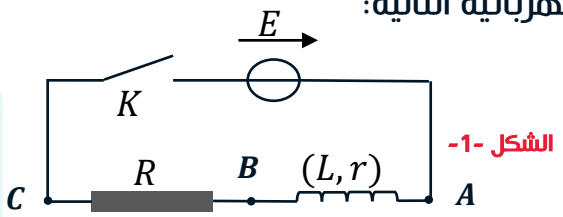




WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 02 التمرين 03

حققنا الدارة الكهربائية المتكونة من العناصر الكهربائية التالية:



الشكل -1-

مولد توتر كهربائي ثابت E وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها $r = 10\Omega$، ناقل أومي مقاومته $R = 50\Omega$، وقاطعة K، كل هذه العناصر موصولة على التسلسل (الشكل -1-).

نغلق القاطعة K عند اللحظة $t = 0$.

1- أ- أعد رسم الدارة الكهربائية وحدّد جهة التيار الكهربائي وجهتي التوتر u_{AB} وu_{BC}.

ب- أعط عبارة شدّة التيار الكهربائي I_0 في النظام الدائم.

2- لمشاهدة التوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي $u_R = u_{BC}$ على شاشة راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة.

أ- بيّن كيفية التوصيل براسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة تطور $u_{BC}(t)$، مثله كيفيا بدلالة الزمن وما هو المقدار الفيزيائي الذي يماثله في التطور؟

ب- جد المعادلة التفاضلية لتطور شدّة التيّار المار في الدارة $i(t)$.

ج- إنّ حل المعادلة التفاضلية السابقة هو $i(t) = 0{,}2(1 - e^{-50t})$، حيث الزمن بالثانية (s)، وشدّة التيّار بالأمبير (A). استنتج قيمة كل من E وτ (ثابت الزمن) وL.

د- أكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في الوشيعة وأحسب قيمتها في اللحظة $t = \tau$.

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 02 التمرين 04

نحقق الدارة الكهربائية التالية حيث $R = 90\Omega$.
للمتابعة الزمنية لتطور التوترين $u_R(t)$ و$u_b(t)$ نستعمل راسم الاهتزاز المهبطي ذي ذاكرة.

1-أ- أعد رسم الدارة ثم وضّح عليها كيفية الربط لمشاهدة كل من $u_R(t)$ و$u_b(t)$.

ب- نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0$ فنشاهد على الشاشة المنحنيين (1) و(2). أنسب كل منحنى بالتوتر الموافق له مع التعليل.

2- أوجد من البيان كل من:

أ- توتر المولد E.

ب- قيمة I_0 عند بلوغ النظام الدائم.

ج- مقاومة الوشيعة r.

د- ثابت الزمن τ. ثم استنتج قيمة L.

3- دراسة النظام الانتقالي:

أ- بتطبيق قانون جمع التوترات أثبت أنّ:

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{i(t)}{\tau} = \frac{I_0}{\tau}$$

ب- تحقق أنّ حل المعادلة التفاضلية من الشكل:

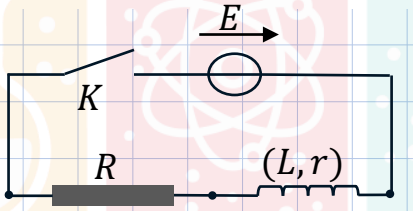
$$i(t) = I_0\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

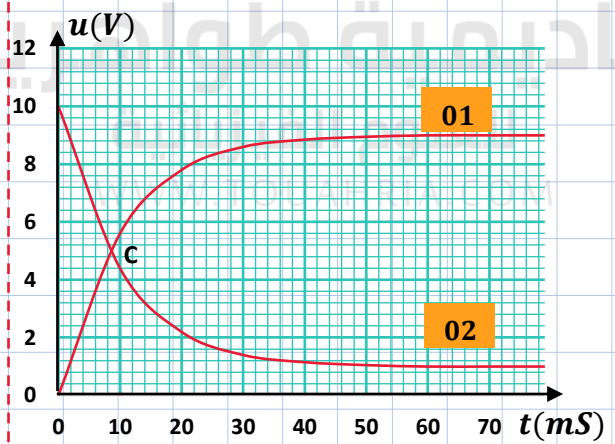
ج- أكتب العبارة اللحظية لكل من التوترين $u_R(t)$ و$u_b(t)$.

د- يتقاطع المنحنيين $u_R(t)$ و$u_b(t)$ في اللحظة t_c.

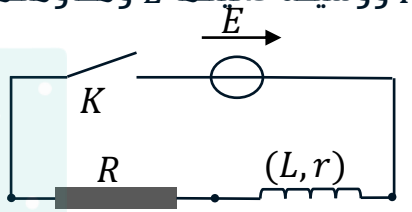
- بيّن أن: $L = \frac{R+r}{\ln\left(\frac{2R}{R-r}\right)} t_c$.

وتحقق من قيمة L التي تمّ حسابها سابقا.





بواسطة مولد مثالي، نطبّق توترا ثابتا $E = 6V$ بين طرفي ثنائي القطب (AB) مكون من ناقل أومي مقاومته R ووشيعة ذاتيتها L ومقاومتها r (**الشكل -1-**).



الشكل -1-

1- نضبط المقاومة R على القيمة $R = 50\Omega$، ونغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.

نسجل بواسطة برنامج ملائم تطور شدّة التيّار i المار في الدارة بدلالة الزمن t فنتحصل على المنحنى (**الشكل -2-**). يمثل (T) المماس للمنحنى $i = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$.

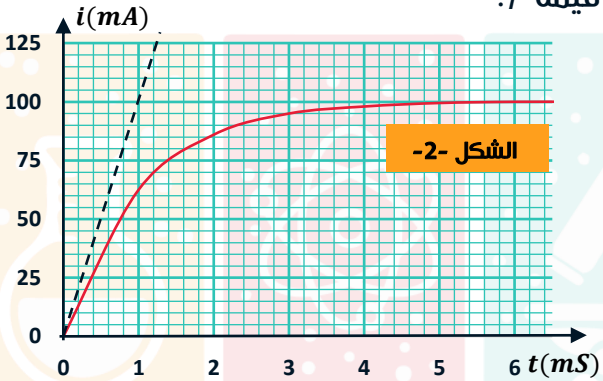
أ- أوجد المعادلة التفاضلية التي تعطي التيّار وأكتبها بالشكل التالي:

$$B = Ai + L\frac{di}{dt}$$

ب- هل يتزايد أو يتناقص المقدار $L\frac{di}{dt}$ أثناء النظام الانتقالي؟ علّل.

ج- عبّر عند اللحظة $t = 0$ عن $\frac{di}{dt}$ بدلالة E وL، ثم أوجد قيمة L.

د- أحسب قيمة $\frac{di}{dt}$ في النظام الدائم، واستنتج قيمة r.



الشكل -2-

2- بنفس التركيب التجريبي السابق، نغيّر في كل تجربة قيمة الذاتية L وقيمة المقاومة R للناقل الأومي، كما يبيّن الجدول التالي:

التجربة	$L(H)$	$R(\Omega)$	$r(\Omega)$
01	0,06	50	10
02	0,12	50	10
03	0,04	30	10

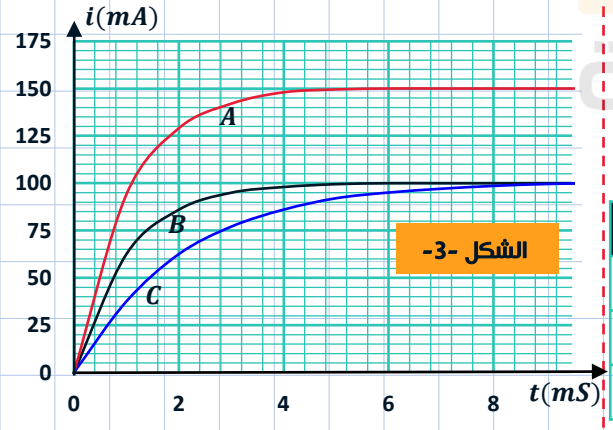
ثنائي القطب RL

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

نسجل في (**الشكل -3-**) المنحنيات A, B, C الموافقة للتجارب الثلاث.

أ- عيّن معللا اختيارك المنحنى الموافق للتجربة 01 والمنحنى الموافق للتجربة 02.

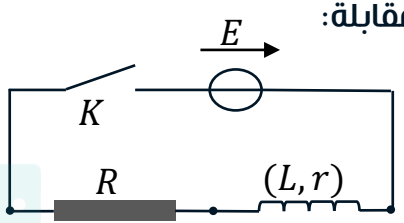
ب- نضبط في التجربة 02 المقاومة على القيمة R' ليكون ثابت الزمن هو نفسه في التجربتين الثانية والثالثة. عبّر عن R' بدلالة L_2 وL_3 وR_3 وr، ثمّ أحسب قيمتها.



الشكل -3-

الوحدة 03 السلسلة 02 التمرين 06

نركّب الدارة المقابلة:



الشكل -1-

- مولد مثالي للتوتر قوّته المحركة الكهربائية E.
- وشيعة تتحرك داخلها نواة حديدية، مما يجعل ذاتيتها L قابلة للتغيير. مقاومتها $r = 8\Omega$.
- ناقل أومي مقاومته R .
- قاطعة K مقاومتها مهملة.

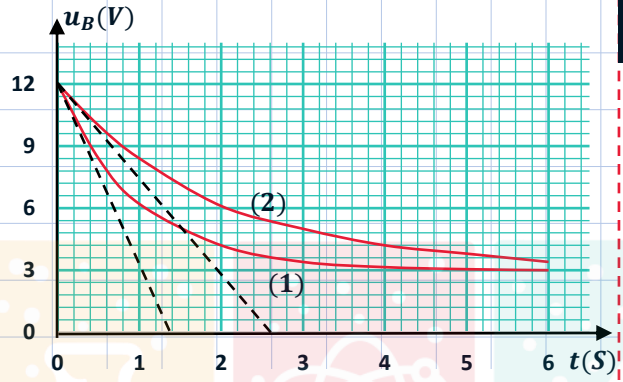
في اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة، وبتجهيز خاص تمكّنا من الحصول على البيانين $u_B = f(t)$ للتوتر بين طرفي الوشيعة من أجل قيمتين L_1 و L_2 لذاتية الوشيعة.

1- بواسطة قانون جمع التوترات، بيّن أنه عند اللحظة $t = 0$ يكون التوتر بين طرفي الوشيعة $u_B = E$.

2- إذا كانت $L_1 = 0{,}2H$ ، احسب قيمة L_2 .

3- احسب قيمة R.

4- بيّن أن المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر بين طرفي الوشيعة تُكتب بالشكل:



$$\frac{du_B}{dt} + \frac{u_B}{\tau_1} = \frac{rE}{L_1}$$

5- يُعطى حل هذه المعادلة بالشكل:

$$u_B = Ae^{-\frac{t}{\tau_1}} + B$$

أ- بيّن أن التوتر بين طرفي الوشيعة يكتب بالشكل: $u_B = RIe^{-\frac{t}{\tau_1}} + rI$ ، حيث I هي شدة التيار في النظام الدائم.

ب- أوجد بطريقتين مختلفتين قيمة I .

أكاديمية طواهرية للعلوم الفيزيائية WWW.TOUAHRIA.COM

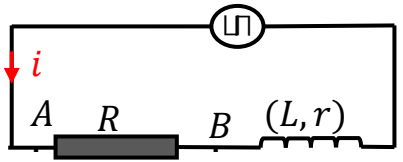
ثنائي القطب RL

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

نستعمل الأجهزة التالية:

- مولّد GBF يُعطي توترا مربّعيّا قيمته $5V$.
- وشيعة تحريضية ذاتيتها $L = 312mH$ ومقاومتها r .ناقل أومي مقاومته $R = 50\Omega$.
- جهازا الأوم متر وراسم اهتزاز مهبطي.

نركب الدارة الممثّلة في الشكل المقابل.

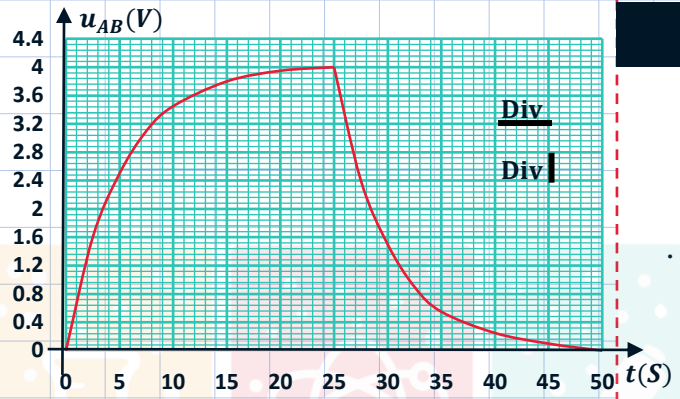


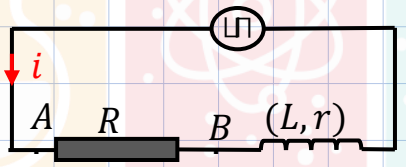
1- بيّن على الشكل كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي من أجل مشاهدة التوتر u_{AB} .

2- نمثّل بيانيا التوتر $u_{AB}(t)$. سرعة المسح الشاقولي $0,4V/Div$. سرعة المسح الأفقي $2,5ms/Div$.

بيّن أنه يُمكن متابعة تطوّر شدة التيار اعتمادا على هذا البيان.

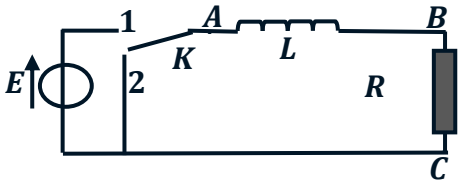
3- قسنا مقاومة الوشيعة بواسطة جهاز الأوم متر، فوجدنا $r = 12,3\Omega$. باستعمال طريقتين مختلفتين بالاعتماد على البيان، تأكد من هذه القيمة.





أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

ننجز التركيب الكهربائي **الشكل -1-**
حيث: $R = 50\Omega \ ,L = 0{,}47H \ ,E = 5V$.



1- في البداية نعتبر أن القاطعة وُضِعت في الوضع (1) منذ مدّة طويلة.

أ- أوجد عبارة الشدّة العظمى للتيّار I_0 بدلالة مميزات التركيب ثم أحسب قيمتها.

ب- أعطِ عبارة الطاقة التي تمّ تخزينها في الوشيعة ثم أحسب قيمتها.

2- في اللحظة $t = 0$ نضع القاطعة في الوضع (2).

أ- أكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_L(t)$ التوتر بين طرفي الوشيعة.

ب- إنّ حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل: $u_L(t) = Ae^{bt}$ حيث A وb ثابتين يطلب تعيين قيمة كل منهما.

ج- أثبت أن مماس المنحنى في نقطة المبدأ يقطع محور الأزمنة في اللحظة τ.

د- أحسب النسبة التي يزداد بها التوتر u_L في هذه اللحظة بالنسبة الى القيمة الابتدائية للتوتر $u_L(0)$.

3- نقوم بالمتابعة الزمنية لتطور التوتر $u_L(t)$ فنحصل على بيان **الشكل -2-**

أ- بيّن أن المنحني يوافق نتائج العبارة المستخرجة في السؤال (جـ).

ب- لتحديد ثابت الزمن τ لثنائي القطب RL نقترح الطريقة التالية:

4- لتكن t_1 اللحظة التي يزداد فيها التوتر u_L بـ 10% بالنسبة للقيمة الابتدائية $u_L(0)$، ولتكن t_2 اللحظة التي تبلغ فيها زيادة التوتر الى 90% من القيمة الابتدائية $u_L(0)$.

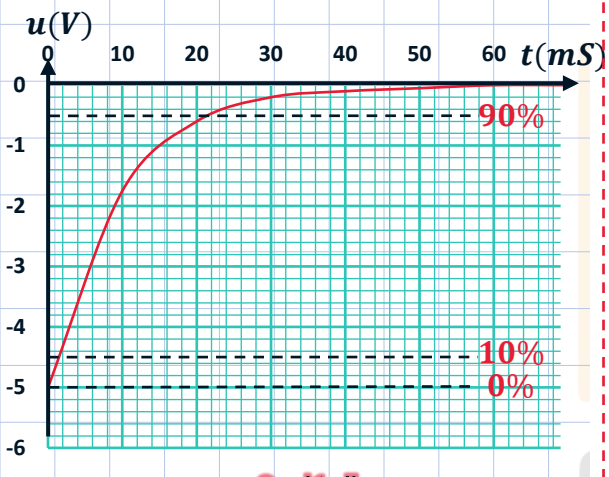
أ- أوجد عبارة مدّة الصعود t_m بدلالة τ المعرفة بالعلاقة: $t_m = t_2 - t_1$.

ب- انطلاقا من البيان عيّن قيمة t_m واستنتج قيمة τ وقارنها بالقيمة النظرية.

WWW.TOUAHRIA.COM

ثنائي القطب RL

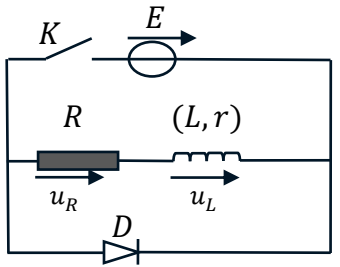
أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM



الشكل -2-

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

نعتبر الدارة الكهربائية التالية: $(r = 10\Omega)$.
نغلق القاطعة، ولمّا تصبح شدّة التيّار ثابتة $I_0 = 60mA$ نفتح القاطعة في اللحظة $t = 0$.



1- ماهي الظاهرة التي تحدث؟

2- أكتب المعادلة التفاضلية لـ $i(t)$، وبيّن أن حلها يعطى بالشكل التالي: $i(t) = Ae^{\alpha t}$

حيث A وα ثابتان يطلب تعيين عبارتيهما.

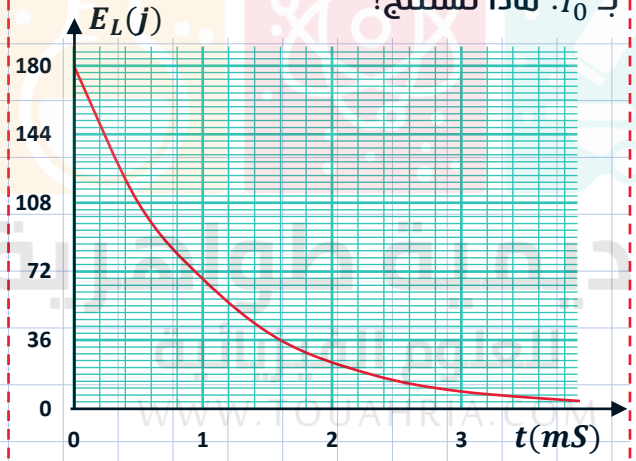
3- أعطِ العبارة الحرفية للطاقة المخزنة في الوشيعة $E_L(t)$ بدلالة الزمن.

4- نمثل الطاقة المغناطيسية في الوشيعة بدلالة الزمن $E_L(t) = f(t)$.

أ- استنتج $E_L(0)$ الطاقة العظمى المخزنة في الوشيعة. ثمّ أحسب L.

ب- بيّن أنّ المماس عند $t = 0$ يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$.

ج- عيّن بيانيا قيمة τ ثم أحسب R وE.

5-أ- أثبت أن الزمن اللازم لتناقص الطاقة الى النصف هو: $t_{1/2} = \frac{\tau}{2} ln\, 2$.

ب- أحسب شدّة التيّار عندما تفرغ الوشيعة نصف طاقتها الأعظمية، ثمّ قارنها بـ I_0. ماذا تستنتج؟