

تمارين في الكهرباء (2)
الثانية بكالوريا علوم فيزيائية
2010 – 2009

ثنائي القطب (RL)

التمرين 1

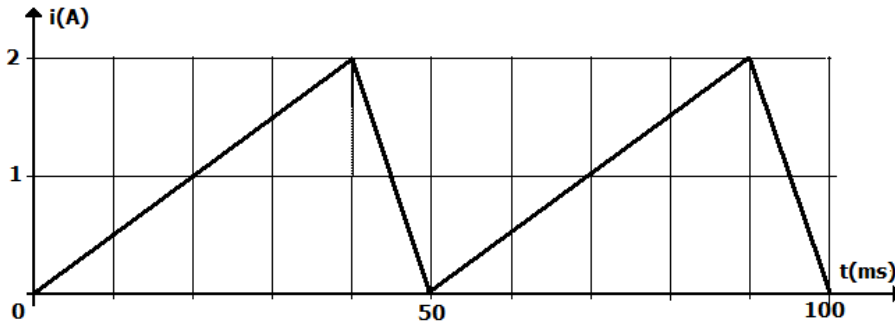
يعطي المبيان جانبه تغيرات شدة التيار الكهربائي i بدلالة الزمن في وشيعة (AB) موجهة من A نحو B . نعتبر مقاومة الوشيعة مهملة و معاما تحريضها الذاتي $L = 50\text{mH}$.

1 – ما هي العلاقة بين التوتر u_{AB} بين مربطي الوشيعة وشدة التيار i ؟

2 – أ بين أن تغيرات u_{AB} بين مربطي الوشيعة هي على شكل مربعي .

ب – حدد قيم u_{AB} في المجالات الزمنية التالية : $[0\text{ms}, 40\text{ms}]$ و $[40\text{ms}, 50\text{ms}]$.

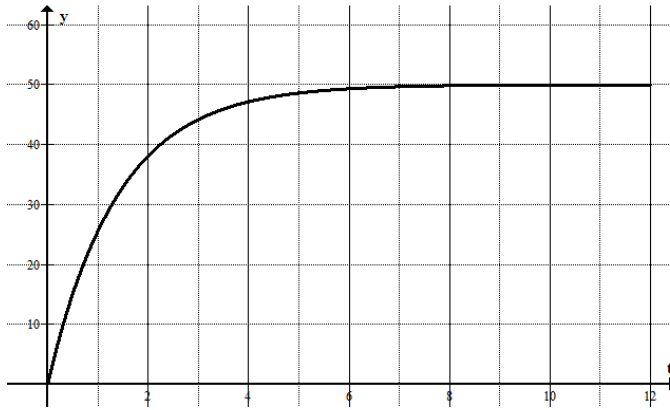
استنتج التمثيل المبياني ل u_{AB} بدلالة الزمن t



التمرين 2

نعتبر ثنائي القطب (RL) والمكون من الوشيعة (AB) معامل تحريضها L ومقاومتها r مركبة على التوالي مع موصل أومي مقاومته r' . نضع $R = r + r'$.

نسجل المنحنى $i(t)$ شدة التيار المار في الوشيعة بدلالة الزمن عندما نغذي ثنائي القطب (RL) بمولد مؤتمل للتوتر قوته الكهرومحركة E . المنحنى المحصل عليه في الشكل جانبه



1 – أ أوجد تعبير شدة التيار الكهربائي I_0 في النظام الدائم بدلالة المعطيات .

ب – أحسب قيمة R في حالة $E = 6,0\text{V}$

2 – أ حدد مبيانيا قيمة ثابتة الزمن τ ؟ ما هو تعبيرها ؟ من خلال معادلة الأبعاد بين أن τ لها بعد زمني .

ب – استنتج قيمة L

3 – أ – أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$

ب – تحقق من أن $i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-t/\tau})$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة .

التمرين 3 : إقامة التيار في ثنائي القطب (RL)

تتكون دائرة كهربائية من مولد قوته الكهرومحركة $E = 5,10\text{V}$ وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها الداخلية r وموصل أومي مقاومته r' وقاطع تيار كهربائي K .

عند علق قاطع التيار ، بواسطة جهاز ملائم نسجل التوتر بين مربطي الموصل الأومي ذي المقاومة r' ثم نقوم بحساب وتمثيل تغيرات شدة التيار $i(t)$ بجلالة الزمن t ، المنحنى المحصل عليه ممثل في الشكل (1)



1 - أنجز تبيانه للتركيب الكهربائي الذي يمكن من إنجاز هذه الدراسة التجريبية وفسر الطريقة التي تمكن من حساب الشدة $i(t)$.

2 - عين قيمة ثابتة الزمن τ للدارة الكهربائية

3 - حدد المدة الزمنية التي ستصبح عندها شدة التيار الكهربائي 63% من قيمته القصوى . وقرنها بثابتة الزمن τ

4 - حدد R قيمة المقاومة الكلية للدارة

5 - استنتج قيمة معامل التحريض L للوشية .

التمرين 4 : انعدام التيار في وشية

نجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل

جانبه ، يزود المولد الدارة بتوتر كهربائي ثابت

$$u = E$$

1 - نغلق قاطع التيار K :

1 - حدد الفرع من الدارة الذي يمر فيه

التيار الكهربائي وفي أي منحى ؟

1 - 2 عبر عن الشدة I_p للتيار في النظام

الدائم

2 - عند اللحظة $t = 0$ ، نفتح قاطع التيار K

ونسجل تغيرات التوتر u بين مربطي الموصل

الأومي r' .

2 - 1 حدد الفرع من الدارة الذي يمر فيه

التيار الكهربائي وفي أي منحى ؟

2 - 2 ما هي الشدة i للتيار الكهربائي عند $t = 0$ ؟

2 - 3 مثل شكل التسجيل $i(t)$ خلال الزمن t

3 - أ - عند إقامة التيار ، أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$ في الوشية بدلالة I_p و $\tau = L/R$ ،

ماذا تمثل τ ؟

ب - تحقق من أن $i(t) = I_p \cdot (1 - e^{-t/\tau})$ حلا للمعادلة التفاضلية .

التمرين 5 : الطاقة المخزونة في وشية

وشية AB معامل تحريضها L ومقاومتها الداخلية r ، موجهة من A نحو B ومركبة على التوالي مع مولد مؤتمل للتوتر قوته

الكهرمحركة E .

نعطي $E = 12V$ و $R = 10\Omega$ و $L = 500mH$

1 - أ - أكتب تعبير الطاقة المخزونة في الوشية ؟

ب - فسر ما سبب تغير هذه الطاقة خلال الزمن ؟

ج - ما هي قيمة هذه الطاقة في النظام الدائم ؟

2 - أ - أجب قيمة ثابتة الزمن τ للوشية .

ب - أحسب قيمة الطاقة المخزونة في الوشيعية عند $t = \tau$

التمرين 6

تحتوي دائرة كهربائية متوالية على مولد قوته الكهرومحرركة $E=6V$ ، وموصل أومي مقاومته $r'=300\Omega$ ووشيعية معامل تحريضها $L=1H$ ومقاومتها $r=10\Omega$ ، وقاطع التيار K . تعبير شدة التيار المار في الدائرة عند فتح قاطع التيار هو :

$$i = \frac{E}{r+r'} e^{-t/\tau}$$

1 - ما تعبير الطاقة المخزونة في الوشيعية عند اللحظة t ؟

2 - عبر عن ξ_m بدلالة E و r و r' و L .

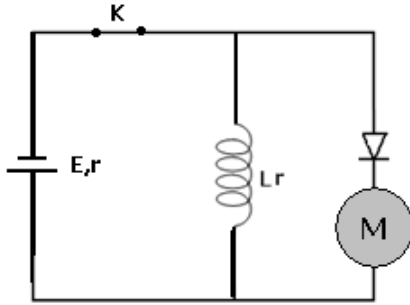
3 - أحسب ξ_m عند اللحظات : $t = \frac{\tau}{2}$ و $t = \tau$ و $t = 5\tau$. ماذا تستنتج ؟

التمرين 7: الطاقة المخزونة في وشيعية

نركب مولدا قوته الكهرومحرركة E ، ومقاومته الداخلية r ، بين مربطي وشيعية معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها الداخلية r' ، مركبة على التوازي مع صمام ثنائي ، ومحرك كما في الشكل أسفله .

نعطي $E=9,0V$ ، $R=r+r'=90\Omega$ ، و $L=1,0H$.

1 - عند غلق قاطع التيار K ، تأخذ شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة بعد مدة زمنية قيمة ثابتة I - أحسب I .



ب - هل يشغل المحرك ؟ لماذا ؟

ج - أحسب الطاقة المخزونة في الوشيعية .

د - نفتح قاطع التيار K ، فيشتغل المحرك ، ترتفع

كتلة معلمة $m=5,0g$ معلقة بحبل ملفوف حول مروود

المحرك . أحسب الارتفاع h للكتلة المعلقة .

تأخذ $g=9,8N/kg$.

4 - في الحقيقة ارتفاع الكتلة المعلقة هو $h'=7,0cm$.

أ - فسر لماذا ؟

ب - أحسب مردود المحرك .

التمرين 12 : إحداث شرارة في محرك السيارة (بكالوريا 2008 علوم فيزيائية)

يعتمد مبدأ إحداث شرارة في محرك سيارة على دارتين كهربائيتين : دائرة أولية تتكون من وشيعية معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها r تغذيها بطارية السيارة ، ودائرة ثانوية تتكون من وشيعية أخرى وشمعة الإشتعال Bougie d'allumage . يؤدي

فتح الدائرة الأولية إلى ظهور شرارة تنبعث بين مربطي شمعة الإشتعال وينتج عنها احتراق خليط هواء - بنزين . تظهر

عطه الشرارة عندما تتعدى القيمة المطلقة للتوتر بين مربطي شمعة الإشتعال $U=10000V$.

نمذج نظام إحداث شرارة في محرك سيارة بالتركيب الممثل في الشكل 1

الجزء I : إقامة التيار الكهربائي في الدائرة الأولية : نمذج الدائرة

الأولية بالتركيب الممثل في الشكل 2 حيث :

- بطارية السيارة والتي نمثلها بمولد مؤتمل لتوتر مستمر

$E=12V$

- وشيعية معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها $r=1,5\Omega$.

- D يمثل موصلا أوميا مكافئا لباقي عناصر الدائرة مقاومته

$R=4,5\Omega$.

- قاطع التيار K .

1 - نغلق قاطع التيار K عند اللحظة $t=0$ فيمر في الدائرة تيار

كهربائي $i(t)$.

1 - أنقل تبيان الشكل 2 ومثل عليها التوترات في الاصطلاح

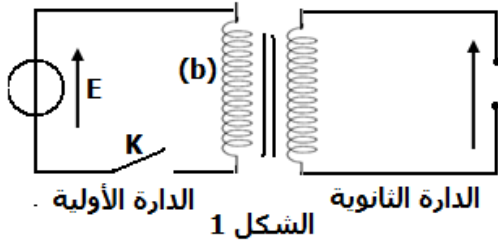
مستقبل .

1 - 2 بين لأن المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$

تكتب على الشكل $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = A$ محددا تعبيرَي الثابتين τ و A .

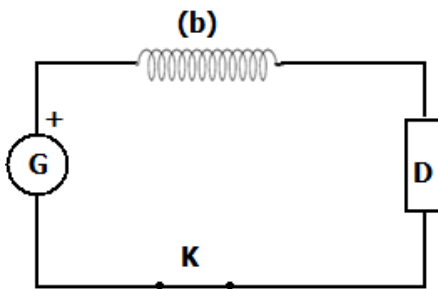
1 - 3 بين باعتماد معادلة الأبعاد أن الثابتة τ لها بعد زمني .

1 - 4 يمثل الشكل 3 منحنى تغيرات شدة التيار المار في الدائرة بدلالة الزمن .



الشكل 1 الدائرة الأولية

الدائرة الثانوية



الشكل 2

1 - 4 - 1 عين مبيانيا ثابتة الزمن τ وشدة التيار I_0 في النظام الدائم

1 - 4 - 2 استنتج معامل تحريض الذاتي L للوشية (b) .

الجزء II : انعدام التيار في الدارة الأولية

2 - نفتح الدارة الأولية عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ ($t=0$) . فتنقص

شدة التيار $i(t)$ المار في الدارة وتظهر شرارة بين مربطي الشمعة في الدارة الثانوية .

1 - 2 حدد من بين التعبيرين التاليين ل $i(t)$ ، التعبير الموافق لهذه الحالة علل جوابك .

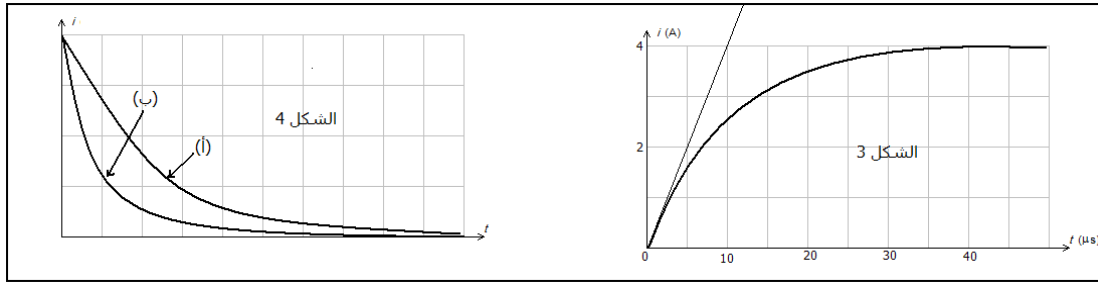
$i(t) = B \exp(-t/\tau)$ و $i(t) = B(1 - \exp(-t/\tau))$ حيث B ثابتة .

2 - 2 يمثل الشكل 4 المنحنيين (أ) و (ب) تغيرات شدة التيار بدلالة الزمن بالنسبة لوشيعتن (أ) و (ب) لهما نفس

المقاومة r ومعامل تحريض ذاتي مختلفين .

علما أن التوتر U عي الدارة الثانوية يتناسب اطرادا مع $\left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right|$ وأن اشتعال الشمعة يتم بكيفية جيدة كلما كان التوتر U كبيرا

حدد الوشية التي يتم بواسطتها اشتعال الشمعة بكيفية أفضل .



التمرين 8 : (امتحان بكالوريا 2009 الدورة الاستدراكية 2009 علوم رياضية) تحديد المقادير المميزة

لوشية ومكثف

الوشيات والمكثفات كثيرة الاستعمال في الأجهزة والأنظمة الكهربائية والإلكترونية المتداولة (لعب الأطفال ، الساعات الكهربائية ، أجهزة الإنذار والتحكم ...) .

يهدف هذا التمرين إلى تحديد المقادير الفيزيائية المميزة لكل من وشية ومكثف استخراجا من لعبة الأطفال ، وذلك من خلال الدراسات التجريبية التالية :

– استجابة ثنائي قطب RL لرتبة توتر

– التذبذبات الكهربائية الحرة في الدارة RLC متوالية

– التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية .

1 – استجابة ثنائي قطب RL لرتبة توتر

نجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 والمتكون من :

(B) : وشية معامل تحريضها L ومقاومتها r

(C) : مكثف سعته C

(D) : موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط .

(G) : مولد (GBF) ذي تردد منخفض

K : قاطع تيار قابل للتأرجح بين موضعين (1) و (2)

نضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 200\Omega$ ، ونؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (1) عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ($t=0$) ، فيطبق المولد (G) رتبة صاعدة للتوتر قيمتها E ثم رتبة نازلة للتوتر قيمتها منعدمة بين مربطي ثنائي القطب PQ المكون من الوشية B والموصل الأومي D .

تعطي الوثيقة الشكل (2) تغيرات التوتر u_{PQ} والتوتر u بين مربطي الموصل الأومي بدلالة الزمن .

1 - 1 بين معللا جوابك ، أن المنحنى (2) يمثل تغيرات u بدلالة الزمن .

1 - 2 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u أثناء إقامة التيار في الدارة .

1 - 3 أ - أوجد تعبير كل من الثابتهين A و τ بدلالة برامترات الدارة لتكون $u = A \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة .

ب - اعتمادا على الشكل (2) عين مبيانيا ، قيمة كل من E و ثابتة الزمن τ .

ج - استنتج قيمة L علما أن $r = 22,2\Omega$.

4 - 1 تعطي الوثيقة الممثلة في الشكل (3) تغيرات كل من التوتر u بين مربطي الموصل الأومي (D) والتوتر u_b بين مربطي الوشيعة (B) بدلالة الزمن في المجال $[0;10\text{ms}]$.

أ - لتكن $U_{b(t)}$ القيمة الحدية للتوتر u_b . أوجد علاقة بين R و r و E و $U_{b(t)}$

ب - يتقاطع المنحنيان $u(t)$ و $u_b(t)$ عند اللحظة t_j . بين أن $t_j = L \frac{R+r}{\ln\left(\frac{2R}{R-r}\right)}$ وتحقق من قيمة L التي تم حياها سابقا .

2 - التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية .

نضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 20\Omega$ ونؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) ، عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ $(t=0)$ ، ونعاين على شاشة كاشف التذبذب الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 4 والذي يعطي التوتر u بين مربطي الموصل الأومي (D) على المدخل Y_1 والتوتر بين مربطي المولد G على المدخل Y_2 .

2 - 1 أوجد اعتمادا على الرسم التذبذبي ، قيمة السعة C للمكثف (C) باعتبار أن شبه الدور T يساوي دوره الخاص $T_2 = 5T/4$ و $t_1 = T/4$.

3 - التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية

نضبط من جديد مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 100\Omega$.

نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2) ونجعل المولد G يطبق بين المربطين P و Q توترا متناوبا جيبيا :

$$i(t) = I\sqrt{2} \cos(2\pi.N.t) \quad u(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi.N.t + \varphi)$$

نقيس التوتر الفعال U_1 بين مربطي ثنائي القطب PF المكون من الوشيعة والمكثف السابقين والتوتر الفعال U_2 بين مربطي الموصل الأومي (D) . عند ضبط التردد على القيمة $N = 216\text{Hz}$ ، نجد أن $U_1 = U_2$.

بين في هذه الحالة أن $\tan \varphi = \pm \sqrt{\frac{R-r}{R+r}}$ ، أحسب φ .

