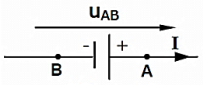
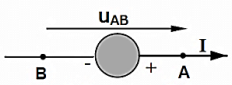
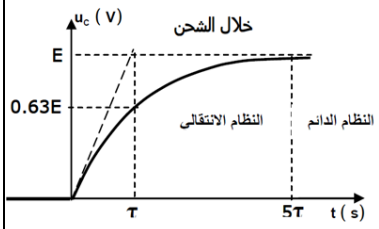
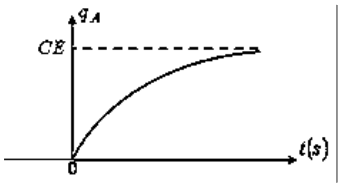
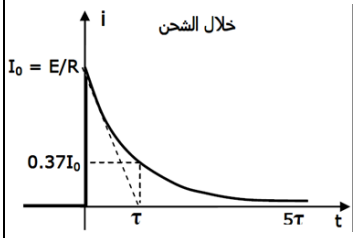
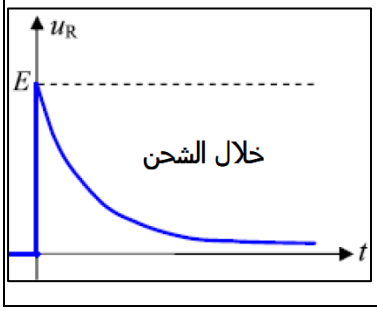
1- علاقات اساسية:

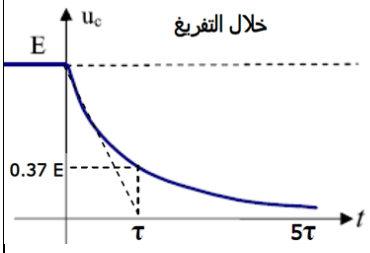
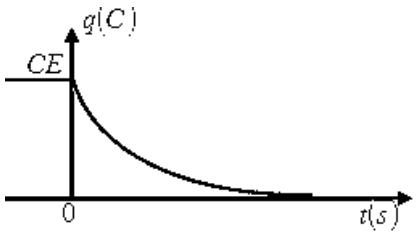
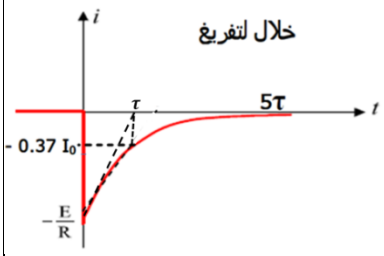
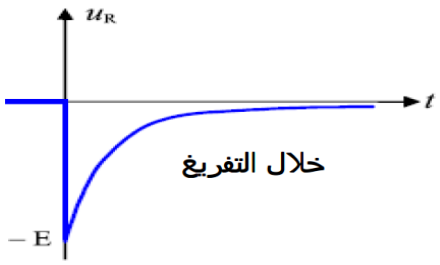
	
$U_{AB} = E - rI$ مـــــولد	$U_{AB} = E$ مـــولد مثالي

الشحنة	$q = u_C C$	الربط على التوازي	$C = C_1 + C_2 + C_3$
التيار: حالة مولد توتر	$i = \frac{dq}{dt}$	سعة المكثفة:	$C = \varepsilon \frac{S}{d}$
التيار: حالة مولد تيار	$i = \frac{q}{t}$	قانون اوم للناقل الاومي:	$u_R = Ri$
الربط على التسلسل	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	ثابت الزمن :	$\tau = RC$

2- المعادلات التفاضلية خلال الشحن:

المقدار	المعادلة التفاضلية	حلها	البيان
u_C	$E = u_R + u_C$ $\Rightarrow E = Ri + u_C$ $\Rightarrow E = R\frac{dq}{dt} + u_C$ $\Rightarrow E = R\frac{d(u_C C)}{dt} + u_C$ $\Rightarrow E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	$u_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$	
q	$E = u_R + u_C$ $\Rightarrow E = Ri + u_C$ $\Rightarrow E = R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C}$ $\Rightarrow EC = RC\frac{dq}{dt} + q$	$q = Q_0\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ $q = EC\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$	
i	$E = u_R + u_C$ $\Rightarrow E = Ri + \frac{q}{C}$ باشتقاق الطرفين: $0 = \frac{Rdi}{dt} + \frac{dq}{Cdt}$ $\Rightarrow 0 = \frac{Rdi}{dt} + \frac{i}{C}$ $\Rightarrow 0 = RC\frac{di}{dt} + i$	$i = i_0\, e^{-\frac{t}{RC}}$ $i = \frac{E}{R}\, e^{-\frac{t}{RC}}$	
u_R	$E = u_R + u_C$ $E = u_R + \frac{q}{C}$ باشتقاق الطرفين: $0 = \frac{du_R}{dt} + \frac{dq}{Cdt}$ $\Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C}i = 0$ $\Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{u_R}{RC} = 0$	$u_R = E\, e^{-\frac{t}{RC}}$	

3- المعادلات التفاضلية خلال التفريغ:

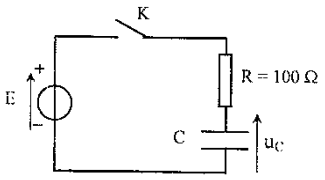
المقدار	المعادلة التفاضلية	حلها	البيان
u_C	$0 = u_R + u_C$ $\Rightarrow 0 = Ri + u_C$ $\Rightarrow 0 = R\frac{dq}{dt} + u_C$ $\Rightarrow 0 = R\frac{d(u_C C)}{dt} + u_C$ $\Rightarrow 0 = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	$u_C = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$	
q	$0 = u_R + u_C$ $\Rightarrow 0 = Ri + u_C$ $\Rightarrow 0 = R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C}$ $\Rightarrow RC\frac{dq}{dt} + q = 0$	$q = Q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $q = ECe^{-\frac{t}{\tau}}$	
i	$E = u_R + u_C$ $\Rightarrow E = Ri + \frac{q}{C}$ باشتقاق الطرفين: $0 = \frac{Rdi}{dt} + \frac{dq}{Cdt}$ $\Rightarrow 0 = \frac{Rdi}{dt} + \frac{i}{C}$ $\Rightarrow 0 = RC\frac{di}{dt} + i$	$i = -\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$ $i = -i_0 e^{-\frac{t}{RC}}$	
u_R	$E = u_R + u_C$ $E = u_R + \frac{q}{C}$ باشتقاق الطرفين: $0 = \frac{du_R}{dt} + \frac{dq}{Cdt}$ $\Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C}i = 0$ $\Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{u_R}{CR} = 0$	$u_R = -E\,e^{-\frac{t}{RC}}$	

4- الطاقة المخزنة في المكثفة:

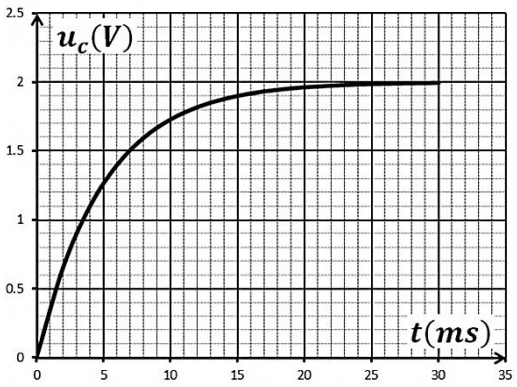
خلال الشحن:	$E_{(C)} = \frac{1}{2}qu_C$ $E_{(C)} = \frac{1}{2}Cu_C{}^2$	$t_{\frac{1}{2}} = \tau \ln\left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1}\right)$
خلال التفريغ:	$E_{(C)} = \frac{1}{2}qu_C$ $E_{(C)} = \frac{1}{2}Cu_C{}^2$	$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\tau}{2}\ln 2$

التمرين 1: باكالوريا علوم تجريبية 2015

نحقق التركيبة الكهربائية الموضحة بالشكل حيث المولد ثابت التوتر قوته المحركة الكهربائية E . يسمح جهاز اعلام آلي مزود ببرمجية مناسبة بمتابعة التطور الزمني للتوتر الكهربائي المطبق بين طرفي المكثفة .



المكثفة في البداية فارغة . عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة K ونباشر عملية المتابعة ، فيعطي الحاسوب المنحنى البياني $u_c(t) = f(t)$ المبين في الشكل:



1- في غياب الحاسوب ، ما هو الجهاز البديل الممكن استخدامه للقيام بعملية المتابعة؟

2- أعد رسم المخطط الدارة وبين عليها طريقة توصيل هذا الجهاز بالدارة لمتابعة تطور التوتر الكهربائي $u_c(t)$.

3- بتطبيق قانون جمع التوترات ، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي $u_c(t)$.

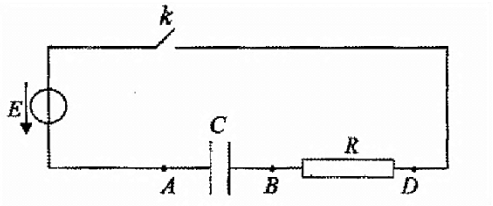
4- تحقق أن العبارة : $u_c(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ هي حل للمعادلة التفاضلية السابقة.

5- بين ان $u_c(\tau) = 0.63E$ ، ثم حدد بيانيا قيمة كلا من E و τ .

6- استنتج سعة المكثفة C.

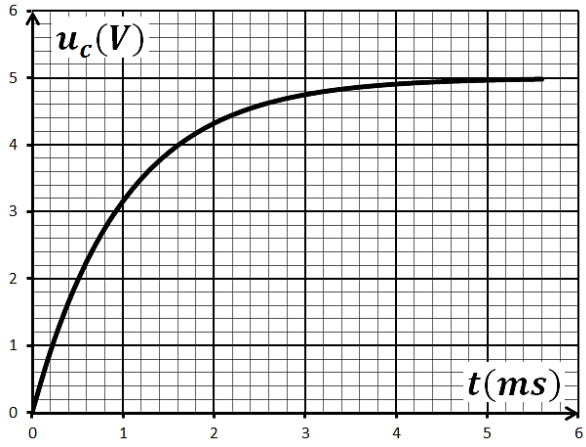
التمرين 2:

نحقق دارة كهربائية كما في الشكل تتكون من :



- ناقل اومي مقاومته $R = 100\Omega$.
- قاطعة ، مكثفة سعتها C.
- مولد كهربائي توتره ثابت $E = 5V$.

نوصل الدارة بمدخلي راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة فتحصلنا على المنحنى البياني كما في الشكل:



1- ما هي شحنة كل من اللبوسين A و B .

2- بين كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي للحصول على البيان.

3- اكتب المعادلة التفاضلية للتوتر بين طرفي المكثفة u_c.

4- حل هذه المعادلة من الشكل : $u_c = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$ حيث B ، A و τ ثوابت يطلب تعيين عبارتها.

5- عرف ثابت الزمن τ وعين قيمته ، استنتج سعة المكثفة C .

6- احسب الطاقة المخنة في المكثفة عند نهاية الشحن.

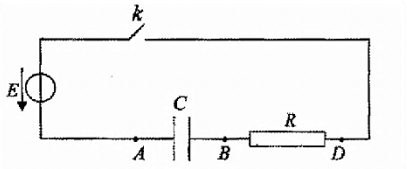
7- بواسطة تجهيز مناسب نغير من المسافة التي تفصل بين لبوسي المكثفة .

أ- من بين العبارات التالية اختر العبارة التي تعبر عن سعة المكثفة: $C = \frac{S}{\varepsilon\, d}$ ، $C = \varepsilon\frac{S}{d}$ ، $C = \varepsilon\frac{d}{S}$

حيث: S مساحة سطح اللبوس ، d المسافة بين اللبوسين ، ε ثابت يميز العازل.

ب – ارسم كيفيا في نفس المعلم السابق شكل المنحنى الذي يمكن مشاهدته على شاشة الجهاز في حالة تقريب اللبوسين من بعضهما بمقدار النصف مع التعليل.

التمرين 3: باكالوريا رياضيات 2010

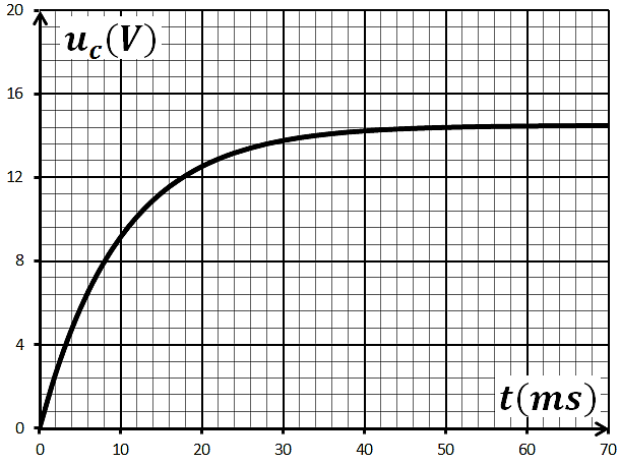


نربط على التسلسل العناصر الكهربائية التالية:

- ناقل اومي مقاومته $R = 500\Omega$ – قاطعة K .
- مولد كهربائي توتره ثابت E .
- مكثفة سعتها C غير مشحونة.

مكنت متابعة تطور التوتر الكهربائي $u_c(t)$ بين لبوسي المكثفة برسم البيان التالي:

1- عمليا يكتمل شحن المكثفة عندما يبلغ التوتر الكهربائي بين طرفيها 99% من قيمة التوتر بين طرفي المولد اعتمادا على البيان:



أ- عين قيمة ثابت الزمن τ وقيمة التوتر الكهربائي بين طرفي المولد ثم احسب سعة المكثفة C .

ب- حدد المدة الزمنية $t`$ لاكتمال عملية الشحن .

ج- ما هي العلاقة بين $t`$ و τ .

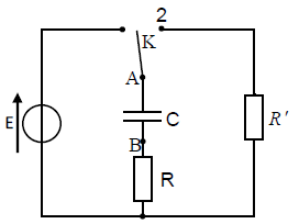
2- بتطبيق قانون جمع التوترات أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة $u_c(t)$ ، ثم بين انها تقبل حلا من الشكل $u_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.

3- أوجد قيمة E_C الطاقة المخزنة في المكثفة في اللحظات $t_0 = 0$ ، $t_1 = \tau$ و $t_2 = 5\tau$.

- توقع ـ رسم كيفي – شكل المنحنى $E_C = f(t)$.

التمرين 4: باكالوريا رياضيات 2009

نحقق التركيب الكهربائي التجريبي المبين في الشكل المقابل باستعمال التجهيز:



*مكثفة سعتها C غير مشحونة. * ناقلين اوميين مقاومتهما $R = R` = 470\Omega$.

* مولد ذي توتر ثابت E . * بادلة K . * اسلاك توصيل.

1- نضع البادلة في الوضع ـ1ـ في اللحظة $t = 0$:

أ- بين على الشكل جهة مرور التيار الكهربائي في الدارة ثم مثل بالأسهم التوترين u_c و u_R .

ب- عبر عن u_c و u_R بدلالة شحنة المكثفة $q = q_A$ ثم أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q .

ج- تقبل هذه المعادلة التفاضلية حلا من الشكل $q_A = A(1 - e^{-\alpha t})$ ، عبر عن A و α بدلالة R، C و E .

د- اذا كانت قيمة التوتر الكهربائي عند نهاية الشحن بين طرفي المكثفة $5V$ ، استنتج قيمة E .

ه- عندما تشحن المكثفة كليا تخزن طاقة قدرها $E_C = 5mJ$. استنتج قيمة سعة المكثفة C .

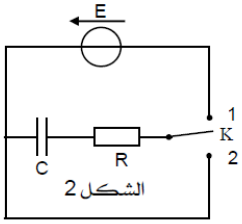
2- نجعل البادلة في الوضع ـ2ـ :

أ- ماذا يحدث للمكثفة؟

ب- قارن بين قيمتي ثابت الزمن الموافق للوضعين ـ1ـ و ـ2ـ للبادلة K .

التمرين 5: باكالوريا رياضيات 2010

بغرض شحن مكثفة فارغة سعتها C ، نصلها على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية:



الشكل 2

- مولد كهربائي توتره ثابت $E = 5V$ ومقاومته الداخلية مهملة.
- اقل اومي مقاومته $R = 120\Omega$ – بادلة K .

لمتابعة تطور التوتر الكهربائي u_C بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن ، نوصل مقياس فولط متر رقمي بين طرفي المكثفة وفي اللحظة $t = 0$ نضع البادلة في الوضع ـ1ـ ، بالتصوير المتعاقب تم تصوير شاشة جهاز الفولط متر الرقمي لمدة معينة ، وبمشاهدة شريط الفيديو ببطء سجلنا النتائج التالية:

$t(ms)$	0	4	8	16	20	24	32	40	48	60	68	80
$u_C(V)$	0	1	2	3.3	3.8	4.1	4.5	4.8	4.9	5	5	5

1- أـ رسم البيان $u_C = f(t)$.

ب ـ عين بيانيا قيمة ثابت الزمن τ لثنائي القطب RC واستنتج قيمة السعة C للمكثفة.

2- كيف تتغير قيمة ثابت الزمن في الحالتين :

- الحالة ـ أـ من اجل مكثفة سعتها $C`$ حيث $C` > C$ و $R = 120\Omega$.
- الحالة ـ بـ من اجل $C`` = C$ حيث $C``$ و $R` < 120\Omega$.
- ارسم كيفيا في نفس المعلم المنحنيين ـ1ـ و ـ2ـ المعبرين عن u_C في الحالتين ـ أـ و ـ بـ السابقتين.

3- أـ بين ان المعادلة التفاضلية المعبرة عن $q(t)$ تعطى بالعبارة: $\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{RC}q(t) = \frac{E}{R}$

بـ يعطى حل المعادلة التفاضلية بالعبارة $q_A = Ae^{\alpha t} + \beta$ حيث A ، β وα ثوابت يطلب تعيينها .

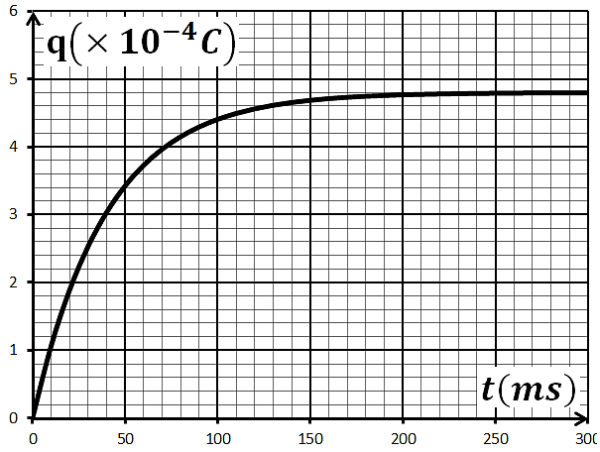
4- المكثفة مشحونة ، نضع البادلة في الوضع ـ2ـ في لحظة نعتبرها كمبدأ للأزمنة .

أـ احسب في اللحظة $t = 0$ الطاقة الكهربائية المخزنة E_0 في المكثفة .

ب- ما هو الزمن الذي من أجله تصبح الطاقة المخزنة في المكثفة $E = \frac{E_0}{2}$.

التمرين 6 : باكالوريا علوم تجريبية 2013

تتكون دارة كهربائية على التسلسل من: مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E، ناقل اومي مقاومته $R = 1k\Omega$ ومكثفة سعتها C وقاطعة K . نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$.



1- ارسم الدارة الكهربائية مع توجيها بالنسبة لشدة التيار والتوتر الكهربائيين .

2- جد المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة $q(t)$ خلال شحن المكثفة .

3- حل المعادلة السابقة يعطى بالشكل: $q(t) = Ae^{\alpha t} + B$

- جد عبارة كلا من : A , B و α .

4- التمثيل البياني يمثل تطور شحنة المكثفة q(t) بدلالة الزمن t :

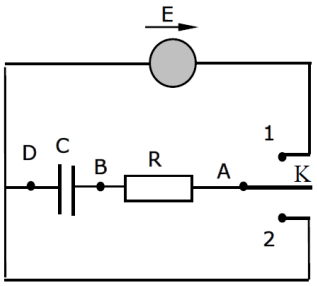
أـ استنتج بيانيا قيمة τ ثابت الزمن ، ثم احسب سعة المكثفة .

ب- استنتج قيمة E القوة المحركة الكهربائية للمولد .

ج- احسب الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة عند: $t = 200ms$

التمرين 7: **باك علوم تجريبية** 2016

تتألف الدارة الكهربائية المبينة في الشكل من مكثفة فارغة سعتها $C = 100nF$ ، ناقل اومي مقاومته $R = 10k\Omega$ ، مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية $E = 5V$ وبادلة K .



I. نضع البادلة في الوضع (1) بغية شحن المكثفة .

1- بين على الشكل جهة التيار الكهربائي المار في الدارة ومثل بسهم كلا من التوترين الكهربائيين u_{AB} وu_{BD} .

2- باستعمال قانون جمع التوترات الكهربائية ، جد المعادلة التفاضلية لتطور التوتر الكهربائي $u_{BD}(t)$ بين طرفي المكثفة .

3- المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل $u_{BD}(t) = E + Ae^{-bt}$. جد عبارة كل من الثابتين A وb .

4- اعط عبارة ثابت الزمن للدارة المدروسة ، ماذا يمثل عمليا ؟ احسب قيمته .

5- بين على الشكل كيفية ربط راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة لمشاهدة تطور التوتر $u_{BD}(t)$ ، ثم مثل شكلا تقريبيا لـ $u_{BD} = f(t)$

II. بعد شحن المكثفة كليا نضع البادلة في الوضع (2) .

1- احسب قيمة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة في بداية التفريغ وعلى أي شكل تستهلك في الدارة ؟

2- بعد تفريغ المكثفة كليا ، نربط معها مكثفة اخرى سعتها C' ثم نعيد البادلة في الوضع (1) .

أ- كيف يجب ربطها مع المكثفة السابقة حتى تكون قيمة الطاقة الكهربائية المخزنة في مجموع المكثفتين عند نهاية الشحن $3.75\times10^{-6}joules$ ؟ برر اجابتك .

ب- ما هي قيمة سعتها C' ؟ $1nF = 10^{-9}F$

التمرين 8: **باك رياضيات** 2016

بحصة للأعمال التطبيقية في الفيزياء اقترح الاستاذ انجاز تجربة للتحقق من المعلومات التي كتبها المصنع على مكثفة مكتوب عليها $C = 10\mu F$ وذلك باستعمال التجهيزات المخبرية التالية:

ناقل اومي مقاومته $R = 10k\Omega$ ، اسلاك توصيل ، قاطعة ، مولد للتوتر الثابت E وتجهيز التجريب المدعم بالحاسوب باستخدام لاقط التوتر.

بعد تركيب الدارة المناسبة وتشغيل تجهيز التجريب المدعم بالحاسوب وغلق القاطعة لدارة الشحن تحصل التلاميذ من خلال مجدولة $Excel$ على القيم التالية:

$u_R(V)$	9.000	5.458	3.330	2.008	1.218	0.738	0.448	0.271	0.164	0.060
$t(s)$	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.4	0.5

1- ارسم الدارة الكهربائية التي ركبها التلاميذ.

2- باستعمال قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية للتوتر u_R بين طرفي المقاومة .

3- علما ان حل المعادلة التفاضلية من الشكل : $u_R(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$. اوجد عبارتي الثابتين A و τ بدلالة R ، C وE .

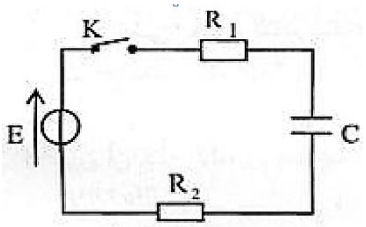
4- ارسم المنحنى البياني للدالة $u_R = f(t)$ ثم استنتج كل من قيمتي E وثابت الزمن τ للدارة .

5- نستعمل السلم: $1cm \to 1.000V$ و $1cm \to 0.05s$.

6- احسب قيمة السعة C للمكثفة .

التمرين 9: باك رياضيات 2016

تتميز المكثفات بخاصية تخزين الطاقة الكهربائية وامكانية استغلالها عند الحاجة . لدراسة هذه الخاصية نربط مكثفة غير مشحونة سعتها C على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية:

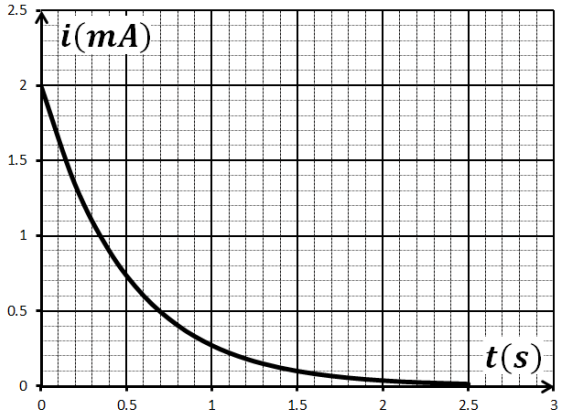


مولد كهربائي للتوتر الثابت E ن قاطعة K وناقلين اوميين مقاومتيهما: $R_1 = 1k\Omega$ و$R_2 =$ $4k\Omega$. نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0$:

1- أـ أعط تفسيرا مجهريا للظاهرة التي تحدث في المكثفة .

ب ـ بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية للشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة .

جـ ـ للمعادلة التفاضلية السابقة حلا من الشكل: $i(t) = \alpha e^{-\beta t}$ ، جد عبارتي الثابتين α و β بدلالة R_1 ، R_2 ، C ، E .



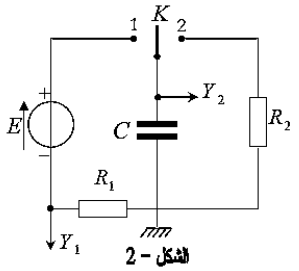
2- بواسطة لاقط شدة التيار الكهربائي موصول بالدارة وبواجهة دخول لجهز الاعلام الالي نحصل على منحنى تطور الشدة $i(t)$ لتيار الكهربائي.

3- اعتمادا على البيان اوجد قيمة كلا من : ثابت الزمن τ للدارة ، سعة المكثفة C ، التوتر الكهربائي E .

4- اعط العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة $E_c(t)$ واحسب قيمتها العظمى .

التمرين 10: باكالوريا علوم 2014

تتكون الدارة الكهربائية في الشكل المقابل من مولد كهربائي E ، مكثفة سعتها C ، ناقلين اوميين مقاومتهما: $R_1 = 1K\Omega$ و $R_2 = 2K\Omega$ و بادلة K . توصل الدارة براسم اهتزاز مهبطي ذي مدخلين Y_1 وY_2 .



الشكل - 2

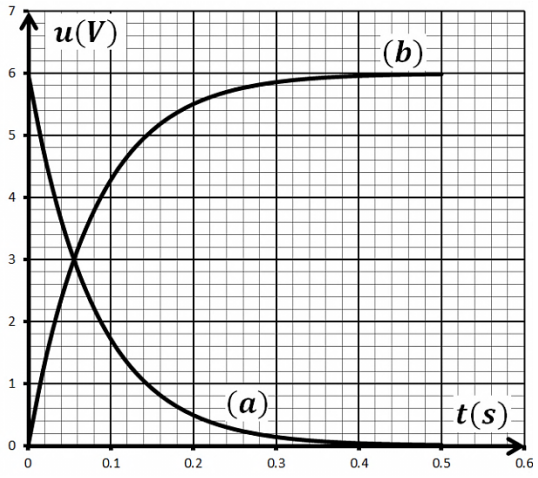
1- نضع البادلة K في الوضع 1 ، ماذا يمثل المنحنيان المشاهدان بالمدخلين Y_1 وY_2 لراسم الاهتزاز المهبطي؟

2- يظهر على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي المنحنيان (a) و (b) .

أ- ما هو المنحنى المعطى بالمدخل Y_1 ؟ برر اجابتك.

- اكتب المعادلة التفاضلية الموافقة لتطور المقدار الفيزيائي الذي يمثله هذا المنحنى .

ب- حدد قيمة ثابت الزمن τ_1 للدارة .



3- حدد قيمة كلا منE وC .

4- احسب شدة التيار $i(t)$ في اللحظة $t = 0$ وفي اللحظة $t \geq 0.6s$.

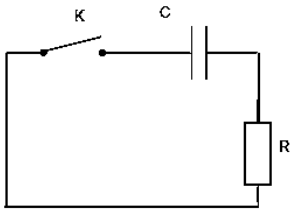
5- بعد نهاية شحن المكثفة نضع البادلة في الوضع 2 في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة .

أ- احسب قيمة τ_2 للدارة في هذه الحالة وقارنها بـ τ_1 ، ماذا تستنتج ؟

ب- احسب قيمة الطاقة الكهربائية المحولة في الناقل الاومي R_2 بفعل جول في اللحظة $t = \tau_2$.

التمرين 11 : باكالوريا رياضيات 2013

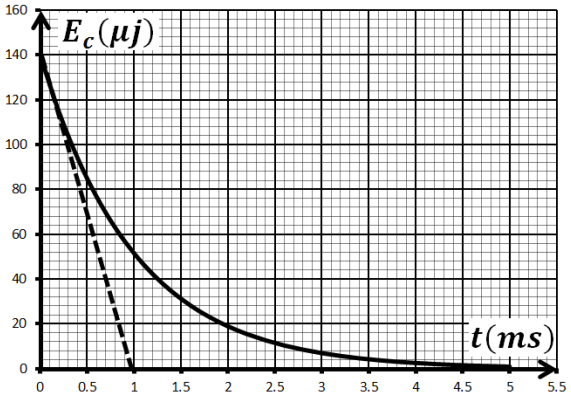
مكثفة سعتها C شحنت كليا تحت توتر ثابت : $E = 12V$. لمعرفة سعتها C نحقق الدارة الكهربائية حيث : $R = 1k\Omega$.



1- نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$.

أ- بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_C(t)$.

ب- حل المعادلة السابقة يعطى من الشكل $u_C(t) = Ae^{\alpha t}$ ، حيث A و α ثابتان يطلب تعيين عبارتهما .



2- اكتب العبارة اللحظية $E_C(t)$ للطاقة المخزنة في المكثفة .

3- الشكل يمثل تطور $E_C(t)$ الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن .

أ- استنتج قيمة $E_C(0)$ الطاقة العظمى المخزنة في المكثفة.

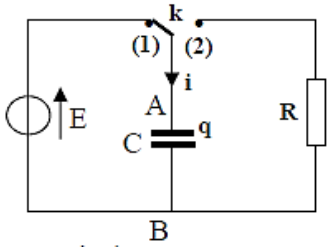
ب- بين أن المماس للمنحنى في اللحظة $t = 0ms$ يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$.

ج- احسب τ ثابت الزمن ، ثم استنتج سعة المكثفة C .

4- اثبت ان زمن تناقص الطاقة للنصف هو $t_{1/2} = \frac{\tau}{2}\ln 2$.

التمرين 12: باكالوريا رياضيات 2014

عند عجز القلب عن القيام بوظيفته ، تسمح الجراحة اليوم بوضع منشط قلبي اصطناعي في الصدر ، يجبر القلب على النبض بانتظام وذلك بإرسال اشارات كهربائية . المنشط عبارة عن مولد لإشارات كهربائية ينمذج بالدارة الكهربائية المبينة في الشكل ، حيث سعة المكثفة $C = 470\mu F$ والقوة المحركة الكهربائية للمولد $E = 6V$. نضع البادلة في الوضع 1 لمدة طويلة .



i. نضع البادلة عند $t = 0$ في الوضع 2 وندرس تطور الشحنة q للمكثفة.

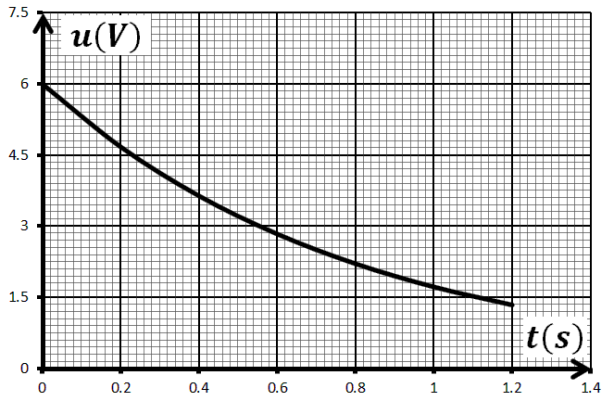
1- بين ان الشحنة الكهربائية $q(t)$ تحقق المعادلة التفاضلية التالية: $\frac{dq(t)}{dt} = -\alpha q(t)$ وأعط عبارة الثابت α .

2- علما ان $q(t) = Q_0 e^{-\alpha t}$ حل للمعادلة التفاضلية ، حدد عبارة Q_0 واحسب قيمتها.

3- جد العبارة الحرفية لشدة التيار الكهربائي $i(t)$ في الدارة.

ii. عندما يصبح التوتر الكهربائي u_{AB} مساويا لـ 36.8% من قيمته الابتدائية ، تتحول البادلة آليا من الوضع 2 الى الوضع 1 ، فتصدر اشارة كهربائية تساعد في تقليص العضلة القلبية .

1- يمثل الشكل منحنى تطور التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة عندما تكون البادلة في الوضع 2 . علما ان اللحظة $t_0 = 0$ توافق لحظة مرور البادلة من الوضع 1 الى الوضع 2 .



أ- حدد اللحظة t_1 التي تتحول فيها البدالة آليا ولأول مرة من الوضع 2 الى الوضع 1 مبينا الطريقة المتبعة .

ب- عين بيانيا ثابت الزمن τ للدارة المدروسة .

جـ ـ استنتج قيمة المقاومة R للناقل الاومي المستعمل .

2- ان الاشارات الكهربائية المتسببة في التقلص العضلي دورية ودورها يساوي : $\Delta t = t_1 - t_0$ ، حدد عدد تقلصات القلب المفروضة من طرف الجهاز في الدقيقة الواحدة .

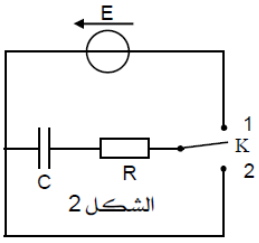
3- ما هي قيمة الطاقة المحررة من طرف المكثفة خلال اشارة كهربائية واحدة ؟

التمرين 13:

بهدف تحديد المقاومة الداخلية لعمود كهربائي نحقق الدارة الكهربائية المكونة من:

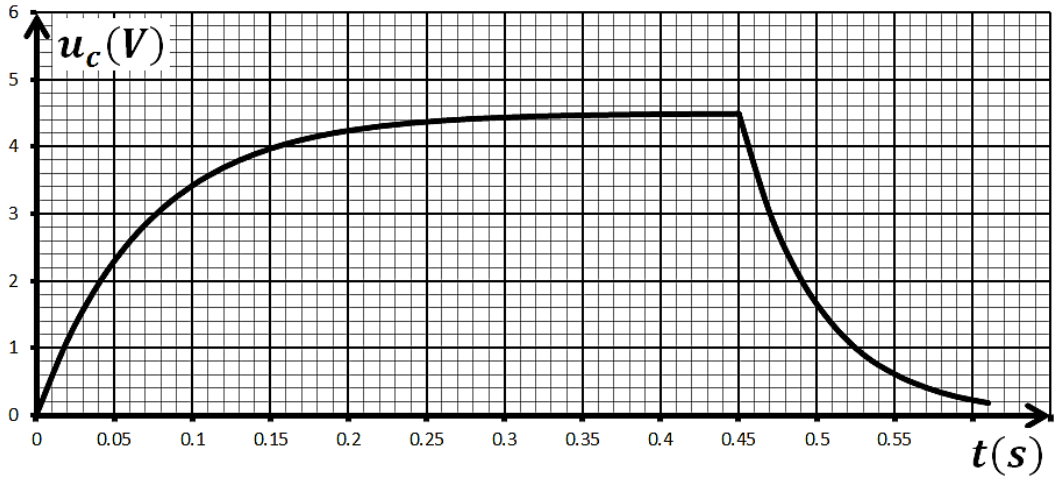
ـ عمود كهربائي قوته المحركة $E = 4.5V$ ومقاومته الداخلية r .

ـ ناقل اومي: R . ـ مكثفة سعتها: $C = 0.01F$. ـ بادلة K .



الشكل 2

في البداية المكثفة غير مشحونة في اللحظة $t = 0$ البادلة في الوضع 1 ثم في اللحظة $t = 0.45s$ تصبح في الوضع 2 ، بواسطة جهاز $ExAo$ تمكنا من الحصول على منحنى التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن .



i. دراسة عملية الشحن:

1- ما هو الجهاز الاخر الذي يسمح بالحصول على المنحنى السابق وكيف يتم توصيله ؟

2- اوجد المعادلة التفاضلية للتوتر u_c .

3- يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بالعبارة: $u_c = \frac{A}{B}(1 - e^{-Bt})$ ، أوجد عبارة كلا من A و B .

4- عرف ثابت الزمن τ وحدد وحدته بطريقتين.

5- ما هي الطرق الاربعة التي تمكن من حساب ثابت الزمن τ واختر واحدة منها لتحديد قيمته ؟

6- احسب الطاقة العظمى المخزنة في المكثفة E_{c_0} .

ii. دراسة عملية التفريغ:

1- احسب τ' ثابت الزمن في حالة التفريغ.

2- أثبت أن قيمة المقاومة الداخلية للعمود تعطى بالعلاقة: $r = \frac{\tau - \tau'}{C}$ ثم احسب قيمتها.

3- احسب قيمة R ، لماذا استعملنا ناقل اومي ذو مقاومة صغيرة في الدارة ؟

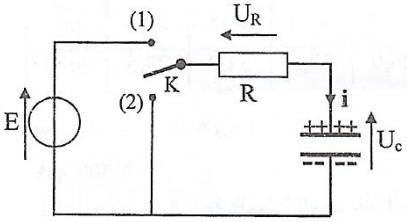
4- عبارة التوتر بين طرفي المكثفة هي: $u_c = Ee^{-\frac{t-0.45}{\tau'}}$ ، بين ان E_R عبارة الطاقة المحلولة الى الناقل الاومي في لحظة ما هي :

$$E_R = E_{c_0}\left(1 - e^{-\frac{2(t-0.45)}{\tau'}}\right)$$

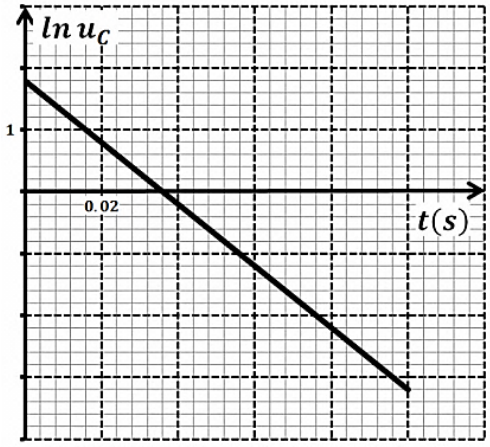
- احسب الطاقة المحولة الى الناقل الاومي في اللحظة $t = 0.5s$.

التمرين 14: باك علوم تجريبية 2016

لغرض دراسة تطور التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة نركب الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل. تتكون هذه الدارة من مولد للتوتر الثابت E ، ناقل اومي مقاومته $R = 10k\Omega$ ، مكثفة سعتها C وبادلة K .



نضع البادلة في الوضع (1) الى غاية بلوغ النظام الدائم ، ثم نغير البادلة الى الوضع (2) في اللحظة $t = 0$.



1- ما هي اشارة التيار الكهربائي المبين في الشكل؟ علل.

2- بين ان المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي u_C بين طرفي المكثفة تعطى بالشكل: $u_C + \frac{1}{\alpha} \times \frac{du_C}{dt} = 0$.

3- اذا كان حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل : $u_C = Ae^{-\alpha t}$ ، أوجد عبارتي الثابتين A و α بدلالة R ، C و E .

4- يمثل الشكل تغيرات $ln\,u_C$ بدلالة الزمن t .

أ- استنتج بيانيا عبارة الدالة $ln\,u_C = f(t)$.

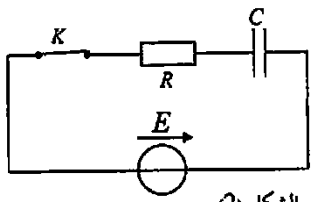
ب- بالمطابقة بين العلاقة النظرية الموافقة للمنحنى، استنتج قيم كلا من α ، C و E .

5- احسب الطاقة المحولة الى الناقل الاومي عند الحظة $t = 2.5\tau$ ، ماذا تستنتج ؟

التمرين 15: باكالوريا رياضيات 2015

تستعمل المكثفات في عدة تراكيب كهربائية ذات فائدة علمية في الحياة اليومية .

بغرض حساب سعة مكثفة غير مشحونة مسبقا ، نحقق التركيب الموضح بالشكل حيث $R =$ 100 Ω والمولد ثابت التوتر قوته المحركة الكهربائية E.

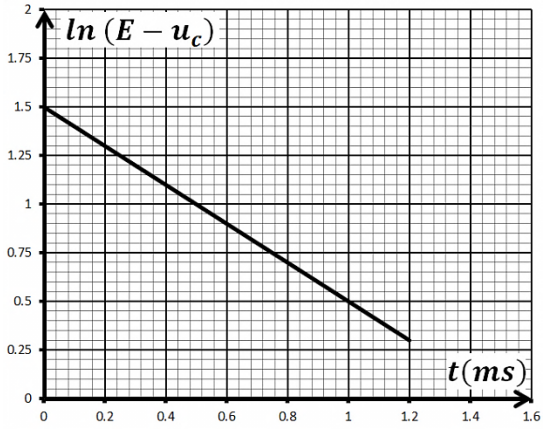


1- أعد رسم الدارة موضحا عليها التوترات بأسهم وجهة التيار الكهربائي.

2- بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة.

3- بين ان العبارة $u_C(t) = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ هي حلا للمعادلة التفاضلية ، حيث A وτ ثابتان يطلب تعيين عبارتيهما.

4- بين ان $ln(E - u_C) = -\frac{1}{\tau}t + ln\,E$.



5- بيان الشكل يمثل تغيرات $ln(E - u_C)$ بدلالة الزمن . استنتج من البيان:

أ- قيمة القوة المحركة الكهربائية E .

ب- قيمة ثابت الزمن τ وسعة المكثفة C.

6- أ- تكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة $E_C(t)$.

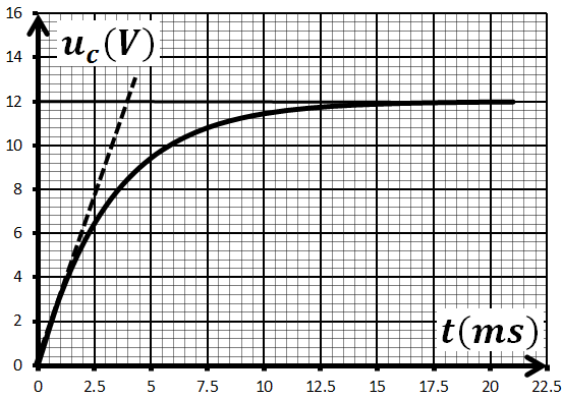
ب – نرمز بـ $E_C(\tau)$ للطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظة $t = \tau$ وبـ $E_C(\infty)$ للطاقة العظمى.

- احسب النسبة $\frac{E_C(\tau)}{E_C(\infty)}$.

7- كيف يتم ربط مكثفة سعتها C' مع المكثفة السابقة بحيث يأخذ ثابت الزمن القيمة $\tau' = \frac{\tau}{4}$ ؟ احسب قيمة C'.

التمرين 17: باك علوم تجريبية 2016

نريد دراسة تأثير مقاومة ناقل اومي على تطور التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة $u_c(t)$ ، باستخدام راسم اهتزاز بذاكرة . من اجل ذلك نحقق دارة كهربائية تتألف من العناصر التالية مربوطة على التسلسل: مكثفة فارغة سعتها C قيمتها مجهولة ، ناقل اومي مقاومته متغيرة R ، مولد ذي توتر ثابت E ، قاطعة K .

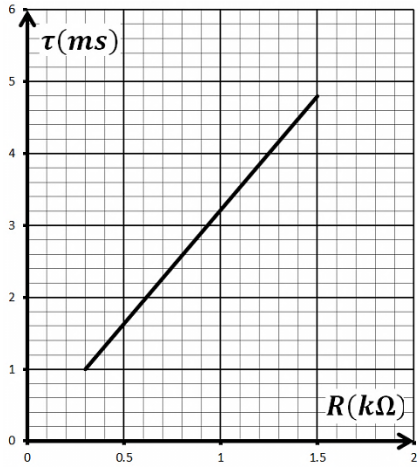


1- ارسم مخطط الدارة موضحا كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي لمتابعة تطور التوتر بين طرفي كل من : المكثفة والمولد .

2- نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$. من اجل قيمة معينة لمقاومة الناقل الاومي $R = R_1$ ، يظهر على شاشة راسم الاهتزاز المنحنيين الموضحين في الشكل المقابل :

أ- جد المعادلة التفاضلية التي تعبر عن تطور التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة .

ب- المعادلة التفاضلية السابقة تقبل حلا من الشكل : $u_c(t) = A(1 - e^{-Bt})$. جد عبارة كلا من : A و B واحسب قيمتيهما بالاستعانة ببيان الشكل-3.



ج- انقل الشكل الى ورقة الاجابة ومثل عليه كيفيا $u_c = f(t)$ من اجل $R > R_1$.

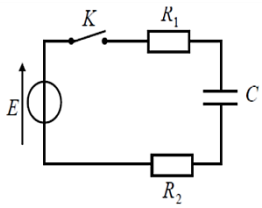
3- نغير من قيمة R مقاومة الناقل الاومي ونحسب ثابت الزمن τ الموافق ، باستخدام برمجية مناسبة حصلنا على المنحنى البياني الموضح في الشكل المقابل .

أ- بالاعتماد على منحنيي الشكلين ، استنتج سعة المكثفة C و R_1 مقاومة الناقل الاومي.

ب- في الحقيقة المكثفة السابقة مكافئة لمكثفتين سعتيهما $C_1 = 1\mu F$ و C_2 مجهولة القيمة مربوطتين ربطا مجهولا . بين كيفية الربط واستنتج قيمة C_2 .

التمرين 18:

الشكل المقابل يمثل دارة كهربائية مكونة من العناصر التالية: مولد ذو توتر ثابت E ، مكثفة سعتها C .



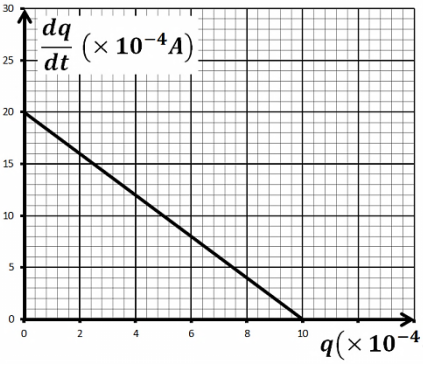
ناقلان أوميان مقاومتهما $R_1 = 1k\Omega$ ، $R_2 = 4k\Omega$ ، القاطعة K .

1- عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة K.

- أعط العبارة الحرفية للتوترات u_{R_1} ، u_{R_2} بدلالة الشحنة $q(t)$.

2- بتطبيق قانون جمع التوترات بين أن المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثفة من الشكل: $\frac{dq}{dt} = \alpha q + \beta = 0$

- استنتج عبارة كل من α, β .



3- الشكل يمثل تغيرات $\frac{dq}{dt}$ بدلالة بالاعتماد عليه أوجد كل من :

أ- ثابت الزمن τ .

ب- سعة المكثفة C

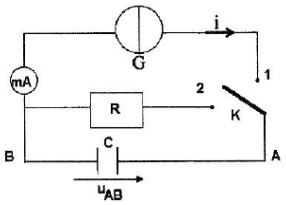
جـ- التوتر الكهربائي بين طرفي المولد E .

التمرين 19: بكالوريا 2012 –تقني رياضي .

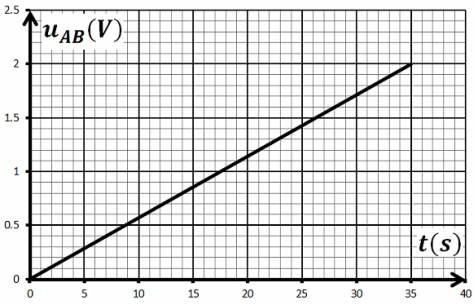
اقترح استاذ على تلامذته تعين سعة مكثفة C بطريقتين مختلفتين :

- الطريقة الاولى : شحن المكثفة بتيار مستمر ثابت .
- الطريقة الثانية : تفريغ المكثفة في ناقل اومي .

لهذا الغرض نحقق التركيب المقابل :



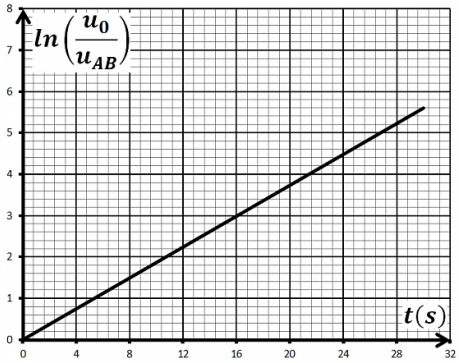
1- المكثفة في البداية فارغة. نضع في اللحظة $t = 0s$ البادلة في الوضع (1) فتشحن المكثفة بالمولد G الذي يعطي تيارا ثابتا $i = 0.31mA$ وبواسطة جهاز $ExAO$ تمكنا من مشاهدة المنحنى البياني لتطور التوتر u_{AB} بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t .



أ- أعط عبارة التوتر u_{AB} بدلالة شدة التيار i المار في الدارة وسعة المكثفة C والزمن t

ب- جد قيمة سعة المكثفة C .

1- عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة مساويا الى القيمة $U_0 = 1.6V$ نضع البادلة في الوضع (2) في لحظة نعتبرها من جديد $t = 0s$ يتم تفريغ المكثفة في ناقل اومي مقاومته $R = 1K$.

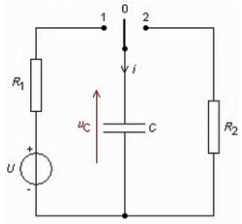


أ- جد المعادلة التفاضلية التي يحققها u_{AB} . علما أن حلها $u_{AB} = U_0 e^{\frac{-t}{\tau}}$.

ب- أثناء التفريغ سمح جهاز $ExAO$ من متابعة تطور التوتر الكهربائي u_{AB} بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t. بواسطة برمجية مناسبة تمكنا من الحصول على المنحنى البياني المقابل:جد قيمة ثابت الزمن τ ثم استنتج قيمة سعة المكثفة C.

التمرين 20 :

تتكون دارة كهربائية على التسلسل من: مولد يعطي تيارا ثابت i ، ناقلين اوميين: $R_1 = 1k\Omega$ و R_2، مكثفة:C وبادلةK .



i. نضع البادلة في الوضع ـ1ـ في لحظة : $t = 0$.

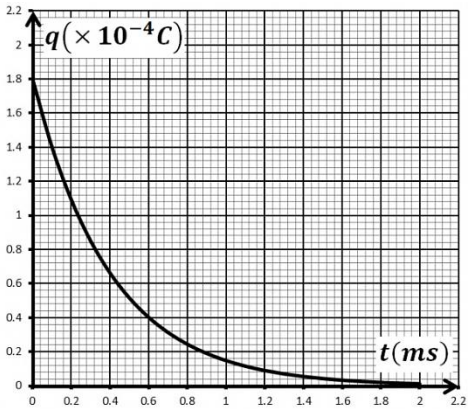
1- اكتب عبارة التوترu_1 بين طرفي المكثفة بدلالة: i ، C و t .

2- كيف يتطور التوتر بين طرفي الناقل الاومي ؟ علل .

3- عند بداية عملية الشحن كان التوتر بين طرفي المقاومة $u_{R_1} = 9$:

أ- استنتج قيمة التيار الذي شحنت به المكثفة.

ب- ماهي قيمة سعة المكثفة C اذا كان التوتر بين طرفيها عند نهاية الشحن هو $u_C = 6V$ والزمن المستغرق للشحن هو $20ms$.



ii. نضع البادلة في الوضع ـ2ـ فتحدث عملية تفريغ للمكثفة ، البيان التالي يمثل تغيرات الشحنة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن :

1- اكتب المعادلة التفاضلية للشحنة المخزنة في المكثفة .

2- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $q = \frac{A}{B} e^{-Bt}$ ، اوجد عبارة كلا من A وB .

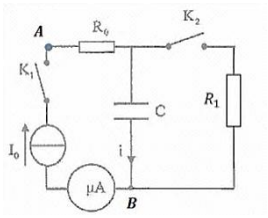
3- استنتج عبارة u_{R_2} .

4- عرف ثابت الزمن τ ثم احسبه .

5- استنتج قيمة R_2 .

التمرين 21:

نحقق التركيب الكهربائي التجريبي المبين في الشكل المقابل باستعمال التجهيز:

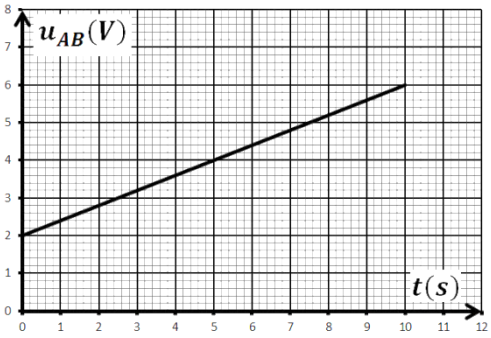


*مكثفة سعتها C غير مشحونة. * ناقلين اوميين R_0 و R_1

* مولد يعطي تيارا ثابتا $C_0 = 4\mu A$. * قاطعة K_1 و K_2.

*اسلاك توصيل، أمبير متر.

1ـ القاطعة K_2 مفتوحة ، في لحظة نعتبرها $t = 0$ نغلق القاطعةK_1 ، بواسطة راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة نتابع التوتر الكهربائي فنحصل على البيان المقابل:



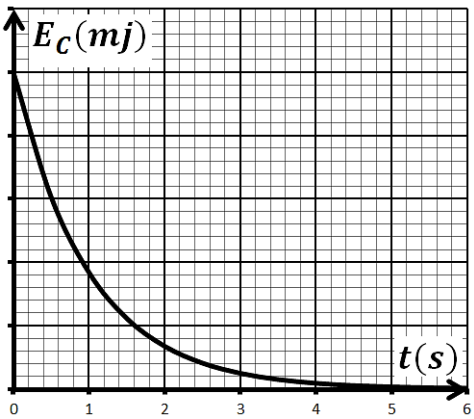
اعتمادا على البيان حدد قيمة:

أ- قيمة مقاومة الناقل الاومي R_0 .

ب- سعة المكثفة .

جـ- ما هي قيمة التوتر الذي يسجله راسم الاهتزاز المهبطي عندما يبلغ التوتر بين طرفي المكثفة $u_0 = 10V$.

2ـ عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة $u_0 = 10V$ نفتح القاطعة K_1 ثم نغلق K_2 .



أ- بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة $u_C(t)$.

ب- تأكد ان العبارة $u_C(t) = u_0 e^{\frac{-t}{\tau}}$ حلا للمعادلة التفاضلية.

ج- اكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة .

د- البيان يمثل تغيرات الطاقة المخزنة بدلالة الزمن:

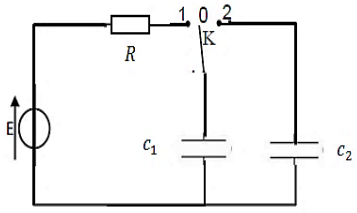
- حدد من البيان ثابت الزمن τ ثم استنتج قيمة R_1 .
- البيان ينقصه سلم الرسم ، عينه مع التعليل.

هـ- احسب الطاقة المستهلكة من طرف R_1 عند اللحظة $t = 0.5s$ حسابيا وبيانيا .

التمرين 22 :

تتكون دارة كهربائية على التسلسل من: مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل اومي مقاومته $R = 1k\Omega$ ، مكثفتين: C_1 و $C_2 = 200\mu F$ وبادلة K .

- نضع البادلة في الوضع ـ1ـ في لحظة : $t = 0$.



1- بين أن المعادلة التفاضلية للتوتر بين طرفي الناقل الاومي هي: $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{RC_1}u_R = 0$.
حل المعادلة السابقة يعطى بالشكل : $u_R(t) = Ae^{\alpha t}$ حيث A وα ثوابت يطلب تعيينها.

2- البيان التالي يمثل تغيرات u_R بدلالة الزمن .

أ- استنتج قيمة التوتر الذي شحنت به المكثفة E .

ب- عرف ثابت الزمن τ وماهي قيمته ، ثم استنتج سعة المكثفة C_1.

3- باستعمال قانون جمع التوترات استنتج عبارة u_{C_1} التوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t .

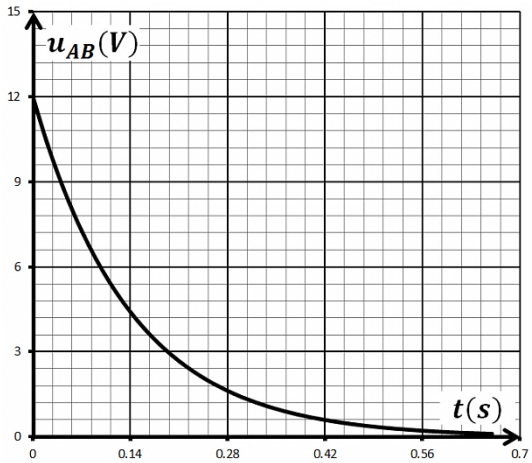
4- احسب قيمتي الشحنة و الطاقة المخزنة في المكثفة C_1 عند نهاية الشحن .

- نضع البادلة في الوضع ـ2ـ فيتشكل تيار انتقالي سريع حتى يحدث التوازن بين المكثفتين .

1- احسب قيمة الشحنة التي تحتويها كل مكثفة .

2- استنتج قيمة التوتر الجديد بين طرفي المكثفتين .

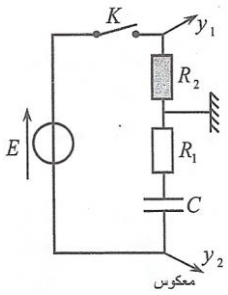
3- احسب الطاقة المخزنة في المكثفين واستنتج مقدار الطاقة الضائعة وفي أي شكل فقدت ؟



التمرين 23: باك علوم تجريبية 2016 بتصرف

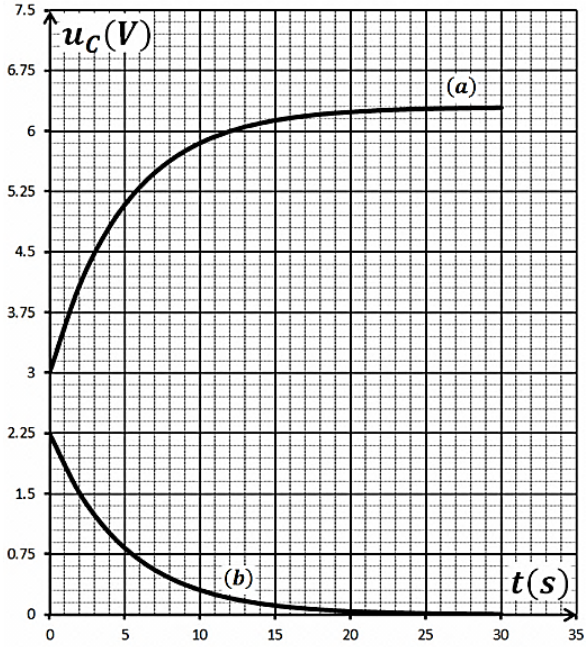
نركب الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل والمؤلفة من:

- مولد كهربائي للتوتر الثابت E .
- مكثفة غير مشحونة سعتها C .
- ناقلين اوميين مقاومتيهما : $R_1 = 1k\Omega$ ، R_2 غير معلومة .
- قاطعة كهربائية K .



نوصل الدارة الكهربائية براسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة كما هو موضح على الشكل

ثم نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$ ، فنشاهد على الشاشة المنحنيين (a) و(b) .



1- ارفق لكل منحنى المدخل الموافق له مع التعليل.

2- اكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي u_{R_2} بين طرفي المقاومة R_2 .

3- باستعمال قانون جمع التوترات أوجد عبارة الشدة I_0 للتيار الاعظمي المار في الدارة .

4- بين أن العبارة $u_{R_2} = R_2 I_0 e^{\frac{-t}{\tau}}$ حلا للمعادلة التفاضلية .

5- استنتج عند اللحظة $t = 0$ عبارة التوتر بين طرفي الناقل الاومي R_2 بدلالة E ، R_1 وR_2 .

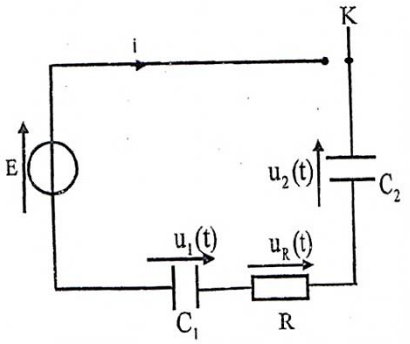
6- اعتمادا على البيانين ، استنتج قيمة كلا من E ، I_0 ، R_2 و C .

7- احسب الطاقة المخزنة في المكثفة عند نهاية الشحن.

التمرين 24:

تعتبر الدارة RC من بين الدارات الكهربائية المستعملة في التراكيب الالكترونية لمجموعة من الاجهزة الكهربائية .

نحقق الدارة المبينة في الشكل:



- مولد مثالي للتوتر قدرته المحركة الكهربائية .
- مكثفتان سعتاهما C_1 و $C_2 = 2\mu F$.
- ناقل اومي مقاومته $R = 3k\Omega$.
- قاطعة K .

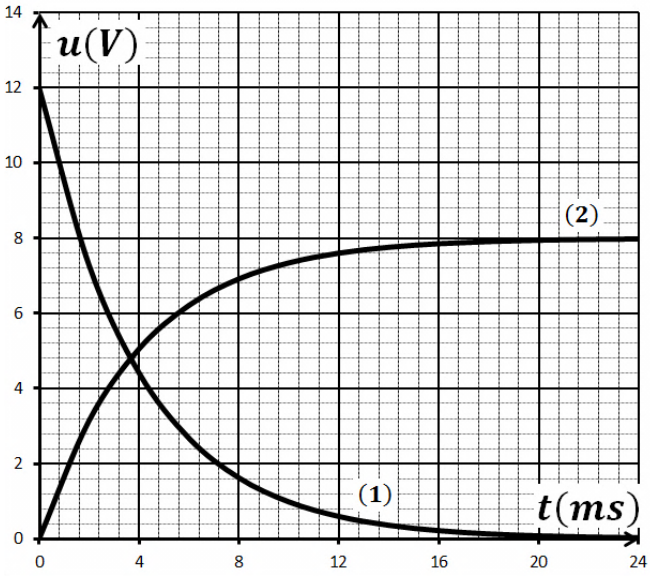
نضع البادلة في الوضع (1) :

1- بين ان سعة المكثفة المكافئة تكتب بالشكل: $C_e = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$.

2- بين المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_{C_2} بين طرفي المكثفة C_2 هي: $\frac{du_{C_2}}{dt} + \frac{1}{RC_e}u_{C_2} = \frac{E}{RC_2}$

3- حل المعادلة هو: $u_{C_2}(t) = A(1 - e^{\alpha t})$ ، اوجد عبارتي كلا من A و α .

4- الشكل يمثل تغيرات التوترات $u_{C_2}(t)$ و$u_R(t)$:



أ- حدد المنحنى الموافق لكل توتر مع التعليل.

ب- حدد قيمة كلا من E وτ ثابت الزمن المميز للدارة .

ج- التوترات $u_{C_{1f}}$ و $u_{C_{2f}}$ في النظام الدائم .

د- سعة المكثفة C_1 .

ه- الطاقة العظمى المخزنة في المكثفة C_1 .