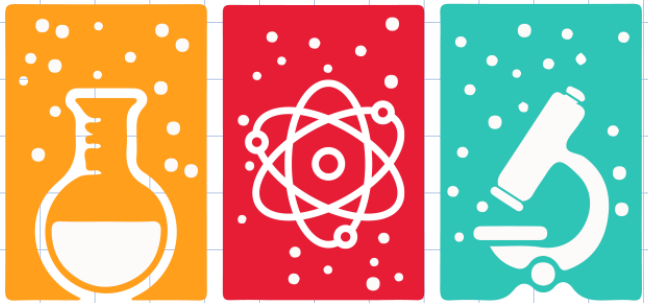
دروس الدعم والتقوية عن بعد (تطبيق zoom)

الوحدة 03: دراسة ظواهر كهربائية

ثنائي القطب RC



أكاديمية طواهرية

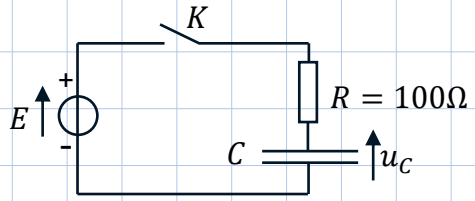
للعلوم الفيزيائية

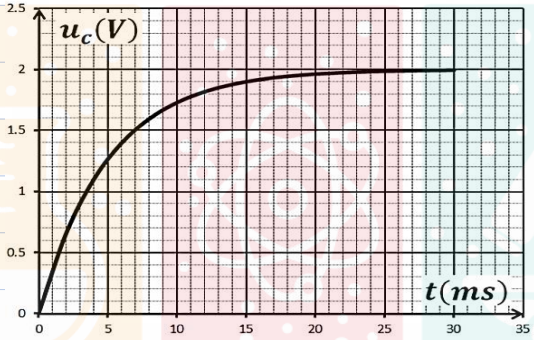
WWW.TOUAHRIA.COM

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 01

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.

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 02

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} و u_{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 و b .

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 $u_{BD} = f(t)$.

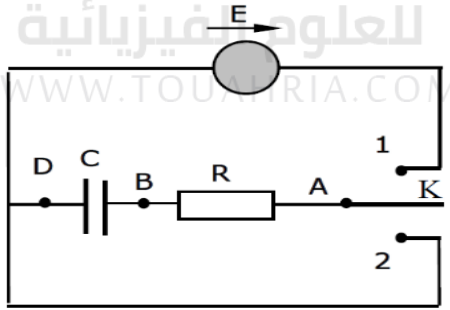
II - بعد شحن المكثفة كليا نضع البادلة في الوضع (2).

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 عملية الشحن $3.75 \times 10^{-6} joules$ ؟ برر اجابتك.

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



أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 03

تتميز بحصة للأعمال التطبيقية في الفيزياء اقترح الاستاذ انجاز تجربة للتحقق من المعلومات التي كتبها المصنع على مكثفة $C = 10\mu F$ 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 على القيم التالية:

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

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 و E .

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

5- نستعمل السلم:

$1cm \rightarrow 1.000V$ و $1cm \rightarrow 0.05s$

6- احسب قيمة السعة C للمكثفة.

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

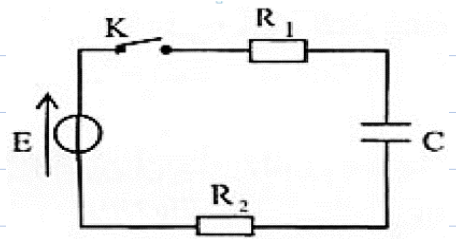
الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 04

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، قاطعة K وناقلين اوميين مقاومتيهما:
$R_1 = 1k\Omega$ و $R_2 = 4k\Omega$.
نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0$:

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

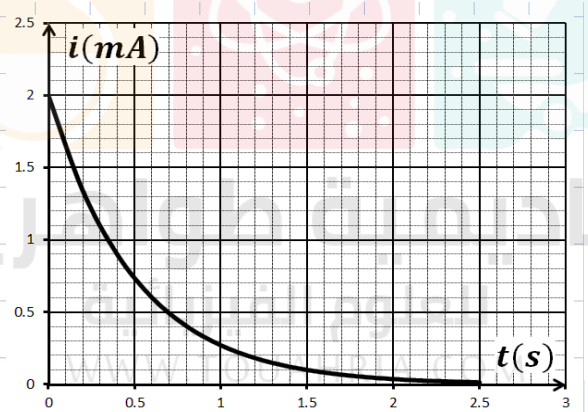
ب - بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية للشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة.

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

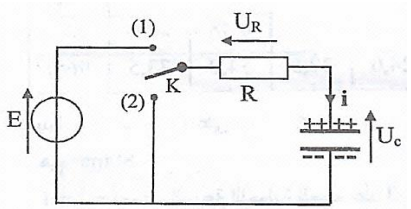
3- اعط العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة $E_c(t)$ واحسب قيمتها العظمى.



أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 05

تتميز - 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 الزمنية $t = 0$.

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:

$u_C + \frac{1}{\alpha} \times \frac{du_C}{dt} = 0$.

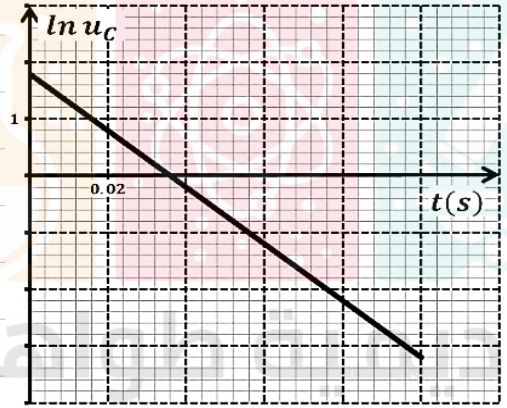
3- إذا كان حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل: $u_C = Ae^{-\alpha t}$ ، أوجد عبارتي الثابتين A و α بدلالة R ، C و E .

4- يمثل الشكل تغيرات $l\,u_C$ 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 الأومي عند الحظة $t = 2.5\tau$ ، ماذا تستنتج؟



أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

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

بغرض حساب سعة مكثفة غير مشحونة مسبقا، نحقق التركيب الموضح بالشكل حيث $R = 100\ \Omega$ 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 $l(E - u_C)$ بدلالة الزمن. استنتج من البيان:

أ- قيمة القوة المحركة الكهربائية E .

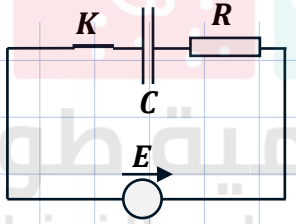
ب- قيمة ثابت الزمن τ وسعة المكثفة C.

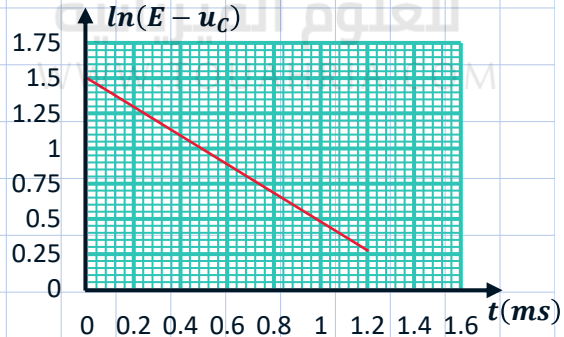
6- أ- تكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة $E_C(t)$.

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'.





الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 07

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 المنحنى الموضح في **الشكل -01-**

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

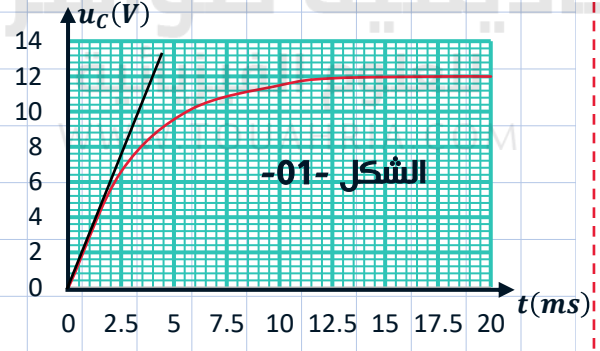
ب- المعادلة التفاضلية السابقة تقبل حلا من الشكل: $u_c(t) = A(1 - e^{-Bt})$. جد عبارة كلا من: A و B واحسب قيمتيهما بالاستعانة ببيان **الشكل-01-**.

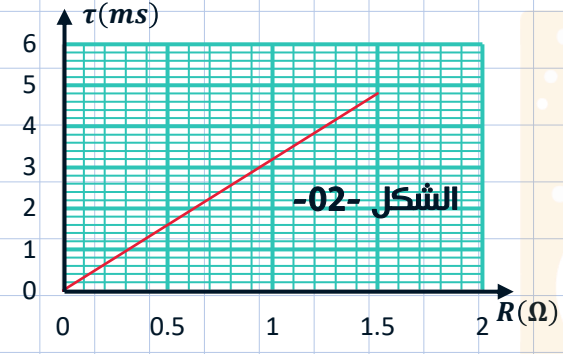
ج- انقل الشكل الى ورقة الاجابة ومثل عليه كيفيا $u_c = f(t)$ من اجل $R > R_1$

3- نغير من قيمة R مقاومة الناقل الاومي ونحسب ثابت الزمن τ الموافق، باستخدام برمجية مناسبة حصلنا على المنحنى البياني الموضح في **الشكل-02-**.

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

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.



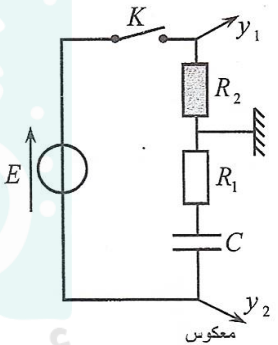


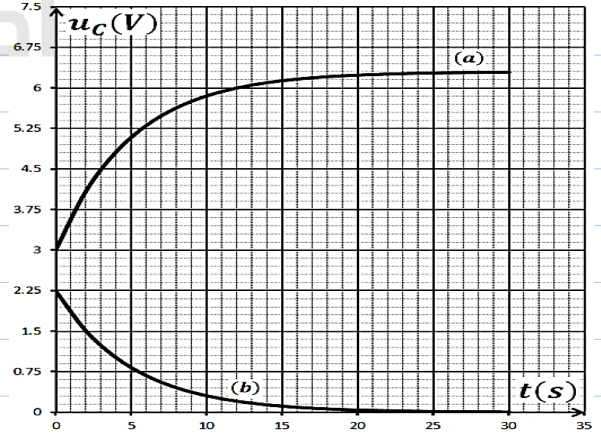
أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 08

نركب الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل 1- والمؤلفة من: مولد كهربائي للتوتر الثابت E، مكثفة غير مشحونة سعتها C، ناقلين أوميين 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.

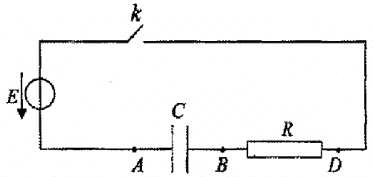
7- احسب الطاقة المخزنة في المكثفة عند نهاية الشحن.

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

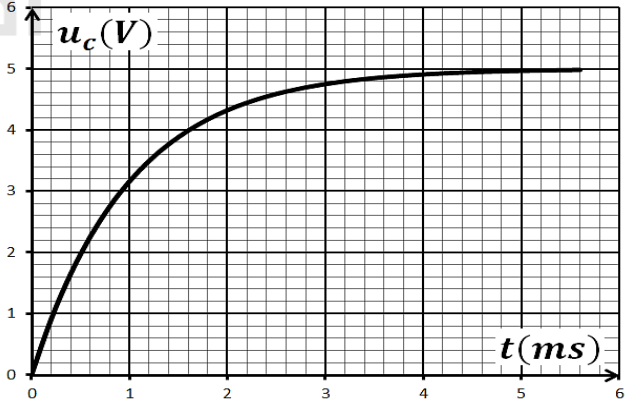
الوحدة 03 السلسلة 01 التمرين 09

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 A ، B و τ ثوابت يطلب تعيين عبارتها.

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

6- احسب الطاقة المخزنة في 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:

$$C = \varepsilon\frac{d}{S} \quad , C = \varepsilon\frac{S}{d} \quad , C = \frac{S}{\varepsilon\ d}$$

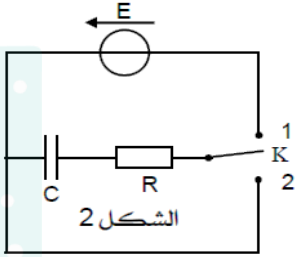
حيث: S مساحة سطح اللبوس، d المسافة بين اللبوسين، ε ثابت يميز العازل.

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.

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

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

- عمود كهربائي قوته المحركة $E = 4.5V$ ومقاومته الداخلية r .
- ناقل اومي: R .
- مكثفة سعتها: $C = 0.01F$.
- بادلة K .



الشكل 2

تكون المكثفة غير مشحونة في اللحظة $t = 0$ والبادلة 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 الأربعة التي تمكن من حساب ثابت الزمن τ ثم حدد قيمته؟

6- احسب الطاقة العظمى المخزنة E_{c_0} .

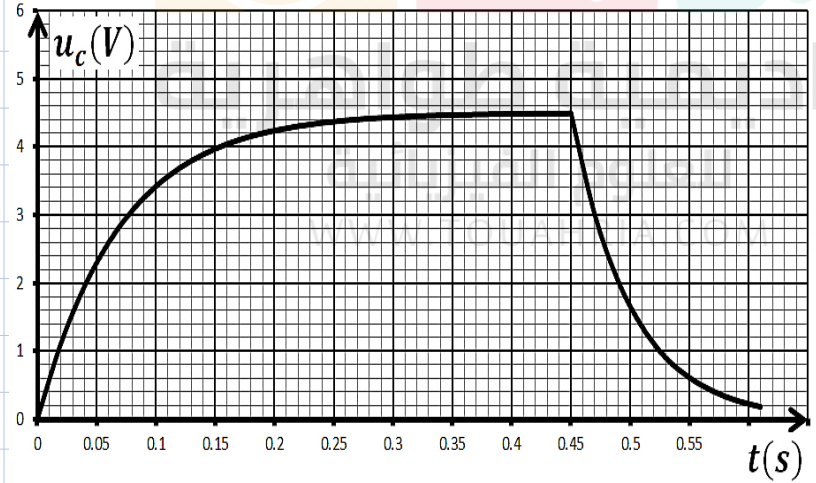
II - دراسة عملية التفريغ:

1- احسب ثابت الزمن τ' 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: $u_c = Ee^{-\frac{t-0.45}{\tau'}}$ ،



بيّن أن E_R عبارة الطاقة المحلولة الى الناقل الأومي في لحظة ما هي:

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

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