

البطاقة التربوية

المستوى: 3 علوم تجريبية

رقم المذكرة: 01

المجال: الظواهر الكهربائية

الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية

<p style="text-align: center;"><u>الأسئلة الأساسية</u></p>	<p style="text-align: center;"><u>مؤشرات الكفاءة</u></p>
<p style="text-align: center;"><u>الوسائل المستعملة والطرائق</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - نماذج مكثفات خزفية ، كيميائية ، هوائية - مقياس فولط - مقياس أمبير - مقاومات - كرونومتر (ميقاوية) - مولد تيار مستمر 	<p style="text-align: center;"><u>المحتوى</u></p> <p>1- تطور التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة خلال شحنها وتفريغها</p> <ul style="list-style-type: none"> -1.1 وصف المكثفة -2.1 أنواع المكثفات -3.1 خصائص المكثفات -4.1 العلاقة بين كمية الكهرباء والتوتر -5.1 ربط المكثفات -6.1 شحن مكثفة -1.6.1 الدراسة الكيفية -2.6.1 المعادلة التفاضلية -3.6.1 الحل والتمثيل البياني $u_C = f(t)$ -7.1 تفريغ مكثفة -1.7.1 الدراسة الكيفية -2.7.1 المعادلة التفاضلية -3.7.1 الحل والتمثيل البياني $u_C = f(t)$ -8.1 مميزات دائرة الشحن والتفريغ -1.8.1 زمن نصف الشحن أو التفريغ -2.8.1 ثابت الزمن -9.1 الطاقة المخزنة في مكثفة
<p style="text-align: center;"><u>أمثلة للنشاطات</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - عرض مكثفات مختلفة - تحقيق ظاهرة الشحن والتفريغ - دراسة تطور u_C بدلالة الزمن 	<p style="text-align: center;"><u>التقويم</u></p> <p>تقويم 1</p>
<p style="text-align: center;"><u>النقد الذاتي</u></p>	<p style="text-align: center;"><u>المراجع</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - المنهاج التربوي - الكتاب المدرسي - الأنترنت

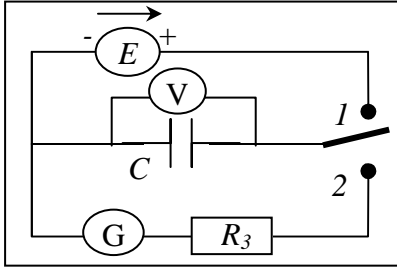
1- تطور التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة خلال شحنها وتفريغها

1.1- المكثفة: هي عنصر كهربائي يتكون من صفيحتين معدنيتين (لبوسين) يفصل بينهما عازل (هواء، ماء، زيت ... تستعمل المكثفة لتخزين كمية من الكهرباء، يرمز للمكثفات في الدارات الكهربائية بالرمز: $\left| \text{---} \right|$

2.1- أنواع المكثفات: تتنوع المكثفات بحسب مادة عازلها ووظيفتها: الهوائية، خزفية، كيميائية (إلكتروليكية)

3.1- خصائص المكثفة: بما أن المكثفة تستخدم لتخزين الكهرباء فإن لها سعة استيعاب يرمز لها بـ: C وحدة سعة المكثفة هي الفاراد (Farade) وتناسب سعة المكثفة مع كمية الكهرباء التي تخزنها.

1.3.1- سعة المكثفة (العلاقة بين كمية الكهرباء والتوتر):



نحقق الدارة الممثلة بالشكل: نشحن المكثفة بوضع البادلة في الوضع 1 ثم نغير البادلة في الوضع 2، نلاحظ أن المقياس الغلفاني G (شدة التيار) ينحرف في البداية إلى قيمة أعظمية ثم يبدأ في التناقص شيء فشيء ويتبعه في ذلك التوتر بين طرفي المكثفة. يمكن قياس كمية الكهرباء q بالإستعانة بمقياس غلفاني ومقياس التوتر من مقياس الفولط فنحصل على الجدول:

t(s)	0	0.5	1	1.5	2.5	3.5	5
Q (mC)	1.98	1.36	0.93	0.64	0.30	0.14	0.04
U(volt)	6.00	4.11	2.82	1.93	0.90	0.42	0.13

إن العلاقة بين كمية الكهرباء التي تحتويها المكثفة والتوتر بين طرفيها هي علاقة خطية من الشكل $Q = C \cdot U$

يسمى ثابت التناسب سعة المكثفة C(f) ونكتب $Q = C \cdot U$

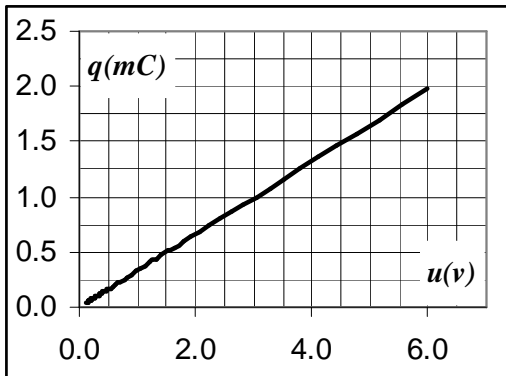
ملاحظة: إن سعة المكثفة تتغير بحسب نوع عازلها وعرضه وكذلك

مساحة سطح لبوسها وتعطى بالعلاقة $C = 8.85 \times 10^{-12} \cdot \epsilon \cdot \frac{S}{d}$

حيث: ϵ : ثابت العزل الكهربائي للعازل (هواء=1، زجاج = 6..4 ...)

S: مساحة سطح لبوسها المشترك (m^2)

d: عرض عازلها (m)



4.1- العلاقة بين كمية الكهرباء والتيار:

إن كمية الكهرباء هي عدد الشحنات (الإلكترونات) التي يجمعها تيار كهربائي على أحد لبوسي مكثفة خلال

مدة زمنية ومن أجل تيار ثابت وتعطى بالعلاقة: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ومن أجل $\Delta t \rightarrow 0$ بالعلاقة: $i = \frac{\partial Q}{\partial t}$

فنقول إن شدة التيار هو مشتق كمية الكهرباء بالنسبة للزمن

ملاحظة: يمكن إعطاء كمية الكهرباء بعلاقة أخرى: $Q = n \cdot e$ حيث n عدد الإلكترونات $e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$

5.1- ربط المكثفات: يمكن ربط المكثفات على التفرع، التسلسل، مختلط

- التفرع: تتصل فيه الأقطاب المتشابهة مع بعضها وتعطى علاقة سعتها بـ: $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

كما تعطى علاقة توتراتها وكمية كهربائها بـ: $U_1 = U_2 = \dots = U_n$ ، $Q_{eq} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$

- التسلسل: تتصل فيه الأقطاب المختلفة مع بعضها وتعطى علاقة سعتها بـ: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

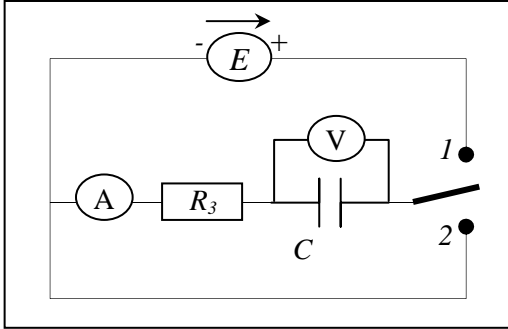
كما تعطى علاقة توتراتها وكمية كهربائها بـ: $U_{1n} = U_{11} + U_{12} + \dots + U_{1n}$ ، $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$

1.6- التفسير المجهرى للشحن والتفريغ :

عند بداية الشحن تكون كمية الكهرباء على لبوسي المكثفة معدومة $Q_i = 0$ ، وعند توصيل طرفيها بمولد يحدث اختلال في التوازن الإلكتروني بينهما فيضخ الإلكترونات إلى القطب السالب ويسحب الإلكترونات من القطب الموجب وتتوقف هذه العملية عندما لا يقوى المولد على ضخ مزيد من الإلكترونات $Q_f = Q_{max}$ وفي عملية التفريغ يلغى المولد تنتقل الإلكترونات من القطب السالب للمكثفة إلى القطب الموجب وتستمر هذه العملية حتى يزول استقطاب المكثفة $Q_f = 0$

6.1- شحن مكثفة (الدراسة الكيفية)

نحقق الدارة الممثلة بالشكل: نشحن المكثفة الفارغة أولا بوضع البادلة في الوضع 1 فيمر تيار كهربائي نلاحظ أن مقياس الفولط ينطلق من الصفر مسجلا قيم متزايدة بينما يسجل شدة التيار قيمة أعظمية وتتناقص بمرور الزمن



1.6.1- قانون التوترات: باستعمال قانون التوترات لدارة الشحن

$$E = u_c + u_R$$

$$1.6.2- \text{المعادلة التفاضلية: لدينا } u_R = R.i = R \cdot \frac{\partial q}{\partial t} = R.C \cdot \frac{\partial u_c}{\partial t}$$

$$\text{بالتعويض في قانون التوترات نجد } R.C \cdot \frac{\partial u_c}{\partial t} + u_c = E$$

$$\text{بالقسمة على RC نحصل على } \frac{\partial U_c}{\partial t} + \frac{1}{R.C} U_c - \frac{E}{R.C} = 0$$

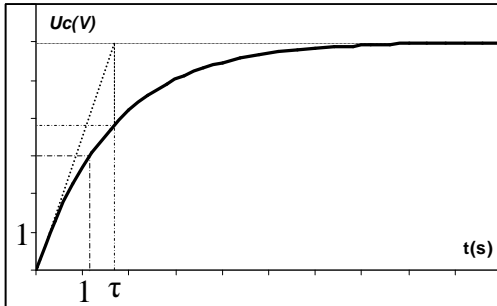
وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى تقبل حلا أسيا من

$$\text{الشكل: } U_c(t) = E(1 - e^{-\frac{1}{RC}t})$$

كما يمكن إعطاء علاقة كمية الكهرباء والتيار بالعلاقتين:

$$i(t) = \frac{\partial q}{\partial t} = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{1}{RC}t} \quad q(t) = C.U_c = Q_0(1 - e^{-\frac{1}{RC}t})$$

1.6.3- التمثيل البياني $u_C = f(t)$:



7.1- تفريغ مكثفة (الدراسة الكيفية)

إما عند عملية التفريغ توضع البادلة في الوضع 2 نلاحظ تناقص التوتر U_C و Q بمرور الزمن حسب قانون التوترات

1.7.1- قانون التوترات: باستعمال قانون التوترات لدارة الشحن

$$u_c + u_R = 0$$

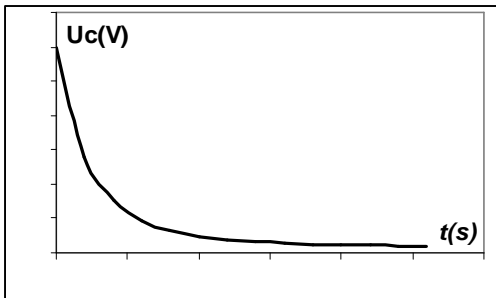
2.7.1- المعادلة التفاضلية: بالتعويض في قانون التوترات نجد

$$\text{وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى } \frac{\partial U_c}{\partial t} + \frac{1}{R.C} U_c = 0$$

$$\text{حلها أسى متناقص من الشكل: } U_c(t) = E e^{-\frac{1}{RC}t}$$

3.7.1- التمثيل البياني $u_C = f(t)$:

ومخططها من الشكل

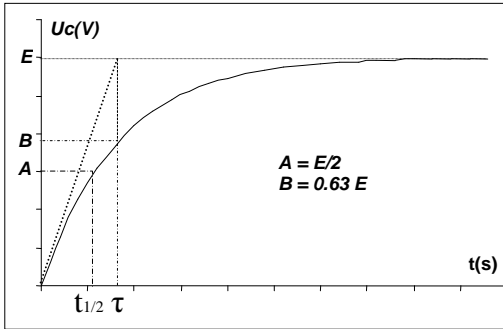


1.8- مميزات دائرة الشحن أو التفريغ : تتميز دائرة الشحن أو التفريغ بميزتين رئيسيتين:

1.8.1- زمن نصف الشحن أو التفريغ: وهو الزمن اللازم لبلوغ التوتر بين طرفي المكثفة نصف قيمته الأعظمية (E/2)
يرمز له بالرمز $t_{1/2}$ (وهو كذلك زمن بلوغ نصف كمية الكهرباء الاعظمية (Q/2)
بالتعويض في حل المعادلة التفاضلية نجد : من أجل $t = t_{1/2}$ فإن $u_C = E/2$

$$t_{1/2} = RC \ln 2 \quad \text{نجد أن} \quad E/2 = Ee^{-\frac{1}{RC}t_{1/2}}$$

بالتعويض في حل المعادلة التفاضلية نجد
يمكن استخراج زمن نصف الشحن او التفريغ من المنحنى البياني
بالطريقة التالية:



2.8.1- ثابت الزمن : هو الزمن اللازم لبلوغ 63 % من عملية الشحن أو 37%
من عملية التفريغ يرمز لثابت الزمن بالرمز τ وحدته S

$$\tau = RC$$

وتعطي قيمته بالعلاقة
ملاحظة : يمكن الحصول على $t_{1/2}$ و τ بيانيا كما هو موضح بالشكل

9.1- الطاقة المخزنة في مكثفة: تخزن المكثفة الطاقة بشكل

كمية كهرباء تعيده للدائرة في شكل تيار كهربائي حيث تتعلق

هذه الطاقة بتوتر الشحن والسعة يمكن قياس الطاقة بالاستعانة

بالمخطط الأول $Q = f(U_C)$ فهي تمثل مساحة الحيز (المثلث)

وتعطي بالعلاقة: $E_C = \frac{1}{2}QU_C = \frac{1}{2}CU_C^2$ وحدتها (Jouls)

ملاحظة: إن الزمن اللازم لفقدان المكثفة نصف طاقتها لا يساوي في

$$\text{مقداره } \tau \cdot \ln 2 \quad \text{بل يعطى بالعلاقة: } t_{1/2} = \frac{1}{2} \tau \cdot \ln 2$$

تقويم 1:

التركيب الكهربائي الموضح بالشكل يمثل ثنائي قطب RC ضمن دائرة كهربائية

I- نضع البادلة أولا في الوضع 1 نلاحظ مباشرة أن مقياس الأمبير قفز إلى قيمة

أعظمية $I_0 = 0.2 \text{ mA}$ ، ويبدأ بالتناقص شيئا فشيئا حيث يمر

بالقيمة $I_1 = 0.1 \text{ mA}$ بعد مضي 2.5 ثواني

ونلاحظ ان مقياس الفولط ينطلق من الصفر وتزايد قيمته حيث يستقر على قيمة

أعظمية $U = 6 \text{ volts}$.

1- ماذا تمثل اللحظة 2.5 s وماذا تمثل القيمة 6 volts - علل

II- ننقل البادلة إلى الوضع 2

1- ماذا تسمى هذه الدارة

2- باستخدام قانون التوترات استخراج المعادلة التفاضلية

للتوتر بين طرفي المكثفة - أعط عبارة حلها

المنحنى اللمثل بالشكل يوضح $u_C = f(t)$

3- حدد المدلول الفيزيائي للنقاط a , b , c , d , e

وحسب قيمة كل منها

4- احسب سعة المكثفة C

