

المادة: الفيزياء والكيمياء	جذابة بيداغوجية	الوحدة 6 :ثنائي القطب RC
القسم: السنة الثانية من سلك البكالوريا	الإستاذ: رشيد جنكل	الجزء الثالث: الكهرباء ( 21 % ع ف ، 19% ع أ ح )
الشعبة: العلوم التجريبية ، ع ف ، ع ح أ	الثانوية التأهيلية أيت بها	مدة الإنجاز : 6 ساعات ( ع ف ) ، 7 ساعات ( ع ح أ )

المراجع:

- الإطار المرجعي لمادة الفيزياء والكيمياء 2010 ، شعبة العلوم التجريبية ، مسلك العلوم الفيزيائية و مسلك علوم الحياة والأرض
- التوجيهات التربوية العامة والبرامج الخاصة بتدريس مادة الفيزياء والكيمياء بالتعليم الثانوي التأهيلي 2007
- الكتب المدرسية : المسار ، المفيد

الكفايات المستهدفة:

كفايات تجريبية: إختبار أدوات مناسبة لإنجاز مناولة (إنجاز شحن المكثف وتفريغه باستعمال مولد مستمر أو باستعمال GBF ) مع تيرير الإختبار ، وصف تجربة ، تحليل نتائج التجربة ...  
كفايات مناوالتية: تعرف وتسمية أدوات تجريبية ، تنفيذ بروتوكول تجربي ، احترام احتياطات السلامة عند استعمال الأدوات والأجهزة  
كفايات علمية: معرفة المكثف ودوره ، معرفة العلاقة بين شحنة المكثف وشدة التيار المار فيه ، معرفة العلاقة بين توتر بين مرطبي المكثف وشحنة المكثف ، تعرف سعة المكثف المكافئ للتركيب على التالي والتركيب على التوازي والفائدة من كل تركيب ، تعرف عملية شحن المكثف وتفريغه ، تعرف تغيرات توتر بين مرطبي المكثف عندما يخضع ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة / نازلة ، معرفة تحديد تعبير توتر بين مرطبي المكثف انطلاق من تحديد المعادلة التفاضلية وحلها ، تعرف وإستغلال تعبير الطاقة المخزونة في المكثف  
كفايات تكنولوجية : إستعمال برنم Elecroics workbensch في إنجاز التراكيب التجريبية  
كفايات مستعرضة: إتباع المنهج العلمي ( امتلاك الملاحظة العلمية ، اكتساب مبادئ التحليل ، القدرة على التركيب ، تقنيات التجريب) ، التواصل بجميع أنواعه وأشكاله المختلفة : قراءة ، تمثيل ، رسم ، إصغاء ....

الوسائل التعليمية	الأهداف الأساسية للدرس	المكتسبات القبلية الأساسية	امتدادات وتقاطعات مرتقبة مع مواد أخرى
<ul style="list-style-type: none"> <li>الحاسوب: simulation</li> <li>برنم Electronics workbench</li> <li>مولد مؤمئل ، جهاز فولطمتر ، جهاز أومبير متر</li> <li>مولد مستمر ، مولد التردد المنخفض GBF ، قاطع التيار الكهربائي ، موصل أومي ، مكثف</li> <li>أوراق ميليميتريّة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تعرف المكثف ودوره</li> <li>معرفة التمثيل الرمزي للمكثف</li> <li>معرفة العلاقة بين شحنة المكثف وشدة التيار المار فيه</li> <li>معرفة العلاقة بين توتر بين مرطبي المكثف وشحنة المكثف</li> <li>معرفة العلاقة بين توتر بين مرطبي المكثف وشدة التيار المار فيه</li> <li>تعرف سعة المكثف و وحدتها</li> <li>تعرف سعة المكثف المكافئ للتركيب على التالي والتركيب على التوازي والفاندم من كل تركيب</li> <li>تعرف تغيرات توتر بين مرطبي المكثف عندما يخضع ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة / نازلة</li> <li>معرفة تحديد تعبير توتر بين مرطبي المكثف انطلاق من تحديد المعادلة التفاضلية وحلها</li> <li>تعرف تعبير ثابتة الزمن <math>\tau</math></li> <li>تعرف وإستغلال تعبير الطاقة المخزونة في المكثف</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>إنجاز تركيب تجربي انطلاقا من تبيانة</li> <li>إستعمال الأومبير متر والفولطمتر</li> <li>قياس شدة التيار الكهربائي والتوتر الكهربائين</li> <li>قانون إضافية التوترات وقانون العقد وقانون أوم</li> <li>معرفة كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة توترات</li> <li>الطاقة الكهربائية المتبادلة على مستوى مستقبل وعلى مستوى مولد</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>الفيزياء والكيمياء: المتذبذبات الميكانيكية الحرة ، الرنين الميكانيكي ، الأعمدة الكهربائية ، قياس الموصلية والموصلية</li> <li>الرياضيات: الدوال اللوغاريتمية والأسية ن الإشتقاق ، الحساب التكاملي ن المعادلات التفاضلية</li> <li>علوم الحياة والأرض: استهلاك المادة العضوية وتدفق الطاقة ، المواد المشعة والطاقة النووية</li> <li>الفلسفة: النظرية والتجربة</li> </ul>

التقويم	المعارف والمهارات	الأنشطة التعليمية التعليمية		الأهداف الخاصة	محاور الدرس
		نشاط المتعلم	نشاط الأستاذ		
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>معرفة مكونات المكثف ودوره</li> <li>معرفة التمثيل الرمزي للمكثف</li> <li>معرفة شحنة اللبوسين</li> <li>معرفة شحنة المكثف و وحدتها</li> <li>معرفة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحليل I:</li> </ul>	<p>&lt; نشاط وثائقي : تعريف ورمز المكثف</p> <p>في سنة 1745 وفي مدينة لايد Leyde بهولندا استطاع الفيزيائي بتروس فان موسشنيروك (petrus van musschenbroek) صنع أول مكثف كهربائي ، بواسطة قنينة من الزجاج ، عرفت في التاريخ باسم قنينة لايد وهو جهاز يمكن من جميع الشحن الكهربائية السالبة ، لكن مبدأ اشتغال هذه المركبة الإلكترونية (المكثف) ، التي أصبحت تلعب دورا أساسيا في الأجهزة الإلكترونية ، لم يكشف إلا سنة 1782 من طرف الفيزيائي الإيطالي فولطا .</p> <p>تتكون قنينة لايد من قنينة من الزجاج ملفوف عليها على التوالي من الداخل ومن الخارج ورقتان فلزيّتان A و B . تسمى الورقتان A و B لبوسين المكثف ، والزجاج الوسط العازل .</p> <p>عند ربط لبوسين المكثف بعمود كهربائي تنتقل الإلكترونات لتتجمع على اللبوس B ، فيحمل هذا الأخير كمية من الكهرباء السالبة <math>q_B</math> ، في حين يغادر نفس العدد من الإلكترونات اللبوس A تاركا مكانه شحنا كهربائية موجبة كميّتها <math>q_A</math> . توافق هذه الانتقالات مرور تيار كهربائي رغم وجود العازل بين اللبوسين . بعد مدة وجيزة تنتهي انتقالات حملة الشحنة الكهربائية فينعدم التيار الكهربائي ، نقول أن في هذه الحالة إن المكثف قد شحن .</p> <p>❖ إستثمار :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. أرسم التبيانة الموافقة لهذه التجربة</li> <li>2. ما مكونات المكثف ؟ وما الدور الذي يلعبه في دائرة كهربائية؟</li> <li>3. ما إشارتي <math>q_A</math> و <math>q_B</math> شحنتي اللبوسين A و B للمكثف؟</li> <li>4. علما أن الشحنة الكهربائية تتحفظ ، ما العلاقة التي تربط بين الشحنتين <math>q_A</math> و <math>q_B</math> عند كل لحظة؟</li> <li>5. ما شحنة المكثف أ المكثف وما وحدتها؟</li> </ol>	<p>تعرف مكونات المكثف ودوره</p> <p>معرفة شحنة المكثف و وحدتها</p>	I. المكثف

❖ تحليل 2 :

- معرفة العلاقة بين  $q(t)$  و  $i(t)$
- معرفة إنجاز تركيب تجريبي إنطلاقاً من التنبؤية
- معرفة تمثيل منحنى  $q(t) = f(u_c)$  واستغلاله
- معرفة العلاقة بين  $u_c(t)$  و  $q(t)$
- معرفة العلاقة بين  $u_c(t)$  و  $i(t)$

< نشاط تجريبي : العلاقة بين الشحنة  $q(t)$  و شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  - العلاقة بين الشحنة  $q(t)$  والتوتر  $U_{AB}$  بين مرطبي المكثف

ننجز التركيب الكهربائي جانبه، حيث يعطي المولد المؤمّل للتيار، تياراً كهربائياً شدته  $I_0$  ثابتة وقابلة للضبط، بعدما نفرغ المكثف بوصل مرطبه بموصل أومي مناسب لمدة ثانية واحدة على الأقل.

نغلق قاطع تيار الذي يشغل الميقت في نفس الوقت، ثم نقيس التوتر  $U_{AB}(t)$  بين مرطبي المكثف كل خمس ثوان، ثم ندون النتائج.

t(s)	0	5	10	15	20	25
$U_{AB}(V)$	0	0.85	1.7	2.55	3.40	4.25
$q_A(\mu C)$						

❖ استثمار:

1. تمثل شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  سبب الشحنات الكهربائية أي كمية الكهرباء المتقلبة في وحدة الزمن ويعبر عنه بالعلاقة التالية:  $i = \frac{dq_A}{dt}$ . بين أنه في لحظة  $t$  يكتب المكثف الشحنة  $q_A = I_0 \cdot t$
2. أتمم ملأ الجدول
3. مثل المنحنى لتغيرات  $q_A$  بدلالة  $U_{AB}$
4. معامل التناسب بين  $q_A$  و  $U_{AB}$ ، مقدار فيزيائي يسمى سعة المكثف، ويرمز له بالحرف  $C$ ، وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الفاراد (F)، أحسب  $C$
5. استنتج العلاقة بين  $U_{AB}$  و  $I_0$

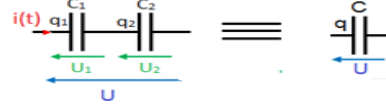
- II. تجميع المكثفات
1. التجميع على التوالي
  2. التجميع على التوازي

معرفة تحديد سعة المكثف المكافئ لمكثفات مركبة على التوالي والفائدة من هذا التركيب  
معرفة تحديد سعة المكثف المكافئ لمكثفات مركبة على التوازي والفائدة من هذا التركيب

❖ تحليل 3:

- معرفة تحديد سعة المكثف المكافئ لمكثفات مركبة على التوالي والفائدة من هذا التركيب
- معرفة تحديد سعة المكثف المكافئ لمكثفات مركبة على التوازي والفائدة من هذا التركيب

< نشاط 3 :  
تركب مكثفين سعتهما  $C_1$  و  $C_2$  على التوالي ونطبق بين مرطبيهما توتراً  $U_{AB}$  كما يبين الشكل التالي :

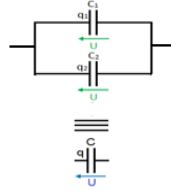


❖ استثمار:

1. بين أن  $q_1 = q_2 = q$
2. حدد سعة المكثف المكافئ  $C$  بتطبيق قانون إضافية التوترات
3. ما الفائدة من هذا التركيب

< نشاط 4 :

تركب مكثفين سعتهما  $C_1$  و  $C_2$  على التوازي ونطبق بين مرطبيهما توتراً  $U_{AB}$  كما يبين الشكل التالي :



❖ استثمار:

1. بين أن  $q_1 \neq q_2$
2. بتطبيق قانون العقد في النقطة I
3. بين أن  $q = q_1 + q_2$
4. استنتج سعة المكثف المكافئ  $C$  ما الفائدة من هذا التركيب

## II. إستجابة

ثنائي القطب RC لرتبة توتر

1. الدراسة التجريبية

معرفة تغيرات توتر بين مرطبي المكثف عندما يخضع ثنائي القطب RC لرتبة توتر وتحديد النظامين الإنتقالي والدائم معرفة طرق لتحديد ثابتة الزمن و العوامل المثرة على شحن وتفريغ المكثف

### < الدراسة التجريبية :

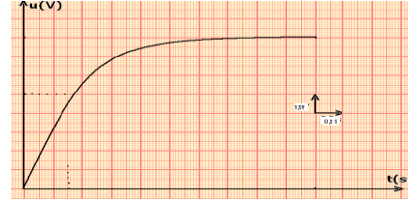
بعد تفريغ المكثف ننجز التركيب الكهربائي جانبه. حيث يمكن هذا التركيب من معاينة التوتر بين مرطبي المكثف  $U_C$  بدلالة الزمن على كاشف التذبذب ، يتألف هذا التركيب من مولد مستمر مثبت على القيمة  $E = 12V$  ، مكثف سعته  $C = 500\mu F$  و موصل أومي مقاومته  $R = 1K\Omega$  ، قاطع التيار وكاشف التذبذب لمعاينة التوتر بين مرطبي المكثف  $U_C$

❖ شحن المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة نؤرجح قاطع التيار K الى الموضع I في لحظة  $t=0$  عند إغلاق قاطع التيار k ينتقل التوتر بين مرطبي المكثف  $U_C$  لحظيا من الصفر الى قيمة حدية فنشاهد على شاشة كاشف التذبذب المنحني التالي:

< استثمار:

1. نقوم بنمذجة المنحني المحصل عليه على كاشف التذبذب

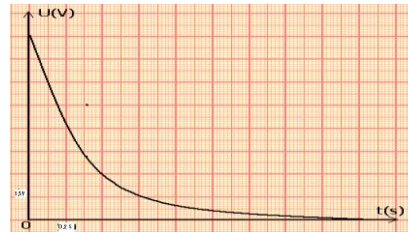
$$U(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$



حيث  $K$  و  $\tau$  ثابتان تحددان بواسطة البرنم (regressi) ، فنجد أن  $U_C(t)$  و  $U(t)$  متقاربتين وبالتالي التوتر بين مرطبي المكثف أثناء الشحن تكتب على الشكل التالي :

$$U_C(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

2. يبرز المنحني وجود نظامين : نظام انتقالي ونظام دائم ، حدد هاذين النظامين في المنحني مبرزا تغيرات كل نظام
3. عين  $U_C(t)$  عند اللحظة  $t=0$  ثم  $U_C(\infty)$  قيمة  $U_C(t)$  عندما تؤول  $t$  إلى ما لا نهاية
4. تعرف على الثابتة  $K$
5. استنتج تعبير  $U_C(t)$  بدلالة  $E$  و  $\tau$
6. عبر عن  $U_C(t=\tau)$  ثم استنتج تعريف  $\tau$
7. استنتج طريقة مبيانية تمكن من تحديد  $\tau$  ثم أوجد قيمته
8. قارن بين  $\tau$  و RC
9. تسمى  $\tau$  ثابتة الزمن ، باستعمال معادلة الإبعاد (التحليل البعدي أو تجانس الوحدات) ، بين أن  $\tau$  عبارة عن زمن
10. عين التوتر بين مرطبي المكثف عند اللحظة  $t = 5\tau$  ، ماذا تستنتج ؟
11. حدد معادلة المماس  $y(t)$  عند اللحظة  $t=0$
12. استنتج طريقة مبيانية ثانية تمكن من تحديد  $\tau$
13. ما تأثير قيمة كل من  $R$  و  $C$  على شحن المكثف



❖ تفريغ المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر نازلة نؤرجح قاطع التيار K الى الموضع 2 فلاحظ على الشاشة المنحني الممثل جانبه

نقوم بنمذجة المنحني المحصل عليه بالدالة  $U(t) = k \exp(-\frac{t}{\tau'})$

1. حدد الثابتة  $k$
2. ما تمثل  $\tau'$  ثم عين هذه الثابتة بطريقتين مختلفتين
3. عين  $U_C(t=5\tau')$  ، ماذا تستنتج ؟
4. نغير  $\tau'$  الى  $\tau''$  حيث  $\tau'' < \tau'$  فنحصل على المنحني الممثل بالخط المتقطع ، ماذا تستنتج ؟
5. ما تأثير كل من سعة المكثف  $C$  والمقاومة  $R$  على تفريغ المكثف ؟
6. نعوض مولد التوتر المستمر بمولد التردد المنخفض GBF ، أعط التبيانة الموافقة ثم أرسم المنحني  $U_C(t)$  المحصل عليه تجريبيا محددًا عملية الشحن والتفريغ ( مبرزا كذلك النظامين الإنتقالي والدائم في كل عملية )

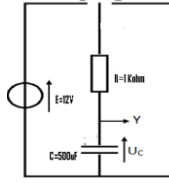
### ❖ تحليل:4:

- معرفة إجاز تركيب تجريبي إنطلاقا من التبيانة
- معرفة إستغلال برنم regressi لنمذجة المنحني المحصل عليه
- بالدالة الرياضية معرفة إستغلال المنحني المحصل ودراسته
- معرفة النظامين: النظام الدائم والنظام الإنتقالي
- معرفة إستغلال المنحني لتدبير تعبير توتر  $U_C$
- معرفة الثابتة  $\tau$
- معرفة تحديد بعد الثابتة
- معرفة تحديد قيمة الثابتة  $\tau$  إنطلاقا من المنحني بطريقتين مختلفتين
- معرفة العوامل المؤثرة عل شحن المكثف :  $R$  و  $C$
- معرفة تحديد تعبير  $U_C$  إنطلاقا من المنحني المحصل عليه أثناء عملية التفريغ
- معرفة تأثير كل من  $R$  و  $C$  على عملية تفريغ المكثف
- معرفة تمثل المنحني  $U_C$  بدلالة الزمن أثناء عملية الشحن والتفريغ

معرفة تمثل الممثل لتغيرات  $U_C$  بدلالة الزمن وتحديد النظامين : الدائم واقتفالي

ب. الدراسة النظرية :  
❖ عملية شحن المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبية توتر صاعدة

• إيجاد المعادلة التفاضلية :  
المعادلة التفاضلية : هي معادلة رياضية تجمع مقدار متغير  $X(t)$  ومشتقات لهذا المقدار



1. نضع قاطع التيار على الموضع 1 ، ارسم التبيانة التجريبية الموافقة
2. مثل توترات على التبيانة بسهم :  $U_R(t)$  توتر بين مرطبي الموصل الاومي،  $U_C(t)$  توتر بين مرطبي المكثف ،  $U(t)$  توتر المولد
3. ما تمثل هذه الظاهرة ؟
4. بتطبيق قانون اضافيات التوترات ، أوجد العلاقة بين  $U(t)$  و  $U_C(t)$  و  $U_R(t)$
5. بتطبيق قانون اوم اوجد العلاقة بين  $i(t)$  و  $U_R(t)$
6. اعط العلاقة بين  $U(t)$  و  $q(t)$  ثم العلاقة بين  $i(t)$  و  $q(t)$
7. استنتج العلاقة بين  $U_C(t)$  و  $i(t)$
8. حدد المعادلة التفاضلية ل  $U_C(t)$
9. استنتج المعادلة التفاضلية ل  $q(t)$

• حل المعادلة التفاضلية:  
ان حل المعادلة التفاضلية هو إيجاد تعبير  $U_C(t)$  بدلالة الزمن اذا علمت ان حل المعادلة التفاضلية  $E = U_C + \tau \frac{dU_C}{dt}$  يكتب على النحو التالي  $U_C = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$  حيث  $A$  و  $B$  ثابتا نحدداهما باشتقاق  $U_C$  وبمعرفة الشروط البدئية

10. أوجد الثوابت  $A$  و  $B$  و أكتب تعبير  $U_C(t)$  بدلالة الزمن
11. مثل  $U_C(t)$  بدلالة الزمن ميرزا النظامين
12. اذكر 4 طرق لتحديد ثابتة الزمن  $\tau$
13. استنتج تعبير  $q(t)$  بدلالة الزمن
14. استنتج تعبير شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  بدلالة الزمن
15. مثل المنحنى الممثل لتغيرات شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  بدلالة الزمن ميرزا النظامين

❖ عملية تفريغ المكثف : إستجابة ثنائي القطب RC لرتبية توتر نازلة

1. نضع قاطع التيار في الموضع 2 ، ارسم التبيانة الموافقة موضعا التوترات  $U_C$  و  $U_R$  عليها
2. بتطبيق قانون اضافية التوترات والقوانين الاخرى أوجد المعادلة التفاضلية ل  $U_C(t)$
3. أوجد تعبير  $U_C(t)$  توتر بين مرطبي المكثف ( حل المعادلة التفاضلية )
4. مثل المنحنى الممثل لتغيرات  $U_C(t)$  بدلالة الزمن ميرزا النظامين
5. استنتج تعبير  $q(t)$  بدلالة الزمن
6. استنتج تعبير شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  ميرزا النظامين
7. مثل المنحنى الممثل لتغيرات شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  بدلالة الزمن
8. مثل المنحنى الممثل لتغيرات  $U_C(t)$  بدلالة الزمن أثناء شحن المكثف وتفريغه ماذا تستنتج ؟
9. مثل المنحنى الممثل لتغيرات شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  بدلالة الزمن أثناء شحن المكثف وتفريغه ، ماذا تستنتج ؟

IV. الطاقة المخزونة في المكثف

التعرف على الطاقة المخزونة في المكثف واستثمارها

1. الإبراز التجريبي للطاقة المخزونة في المكثف  $E_e$  :  
❖ استثمار:  
1. اقترح تجربة بسيطة لإبراز الطاقة المخزونة في المكثف  
2. أدرس تأثير كل من  $C$  سعة المكثف و  $U_C$  توتر بين مرطبي المكثف على حدة ، على الطاقة المخزونة في المكثف  $E_e$
2. تعبير الطاقة المخزونة في المكثف  $E_e$   
❖ استثمار :  
1. أوجد تعبير الطاقة المخزونة في المكثف  $E_e$   
2. ما هي العوامل المؤثرة على الطاقة المخزونة في المكثف

- معرفة رسم التبيانة الموافقة لعملية شحن المكثف
- معرفة كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة التوتر بين مرطبي المكثف
- معرفة تطبيق قانون إضافية التوترات ن قانون اوم
- معرفة تحديد المعادلة التفاضلية ل  $U_C$  ومعرفة حلها
- معرفة تمثيل المنحنى  $u_c$  إنطلاقا من تعبيرها
- معرفة إستنتاج المعادلة التفاضلية ل  $q(t)$  و  $i(t)$  وحلها
- معرفة تحديد الثابتة  $\tau$  وتحديد بعدها باستخدام معادلة الأبعاد
- معرفة طرق أخرى لتدبير الثابتة  $\tau$
- معرفة تمثل كل من  $q(t)$  و  $i(t)$  أثناء شحن المكثف وتفريغه

❖ تحليل 5 :

- معرفة إقتراح تجربة بسيطة لإبراز الطاقة المخزونة في المكثف
- معرفة دراسة العوامل المؤثرة على  $E_e$
- معرفة تحديد تعبير الطاقة المخزونة في المكثف واستغلالها

❖ أساليب التقويم الإجمالي :

- تمارين تطبيقية وتوليفية :
- ✓ بالنسبة لعلوم فيزيائية : 5 ، 6 ، 7 ، 8 ، ص 114 ، 115
- ✓ بالنسبة لعلوم الحياة والأرض : 9 ، 10 ، 6 ، 11 ، 12 ، 13 ، 14 ص 106 ، 107 ، 108
- سلسلة :سلسلة رقم 1 الدورة الثانية : RC ، RL ، RLC ، الموجات الكهرومناطيسية ( ع ف )، تضمين الوسع ( ع ف )
- فرض محروس : فرض محروس رقم 1 الدورة الثانية

