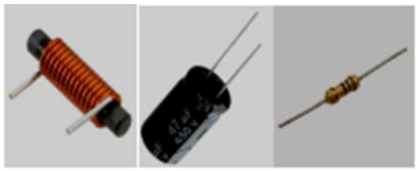
الفرض الثاني للفصل الثاني في مادة: العلوم الفيزيائية
المدة: 01 ساعة

التمرين (20ن)

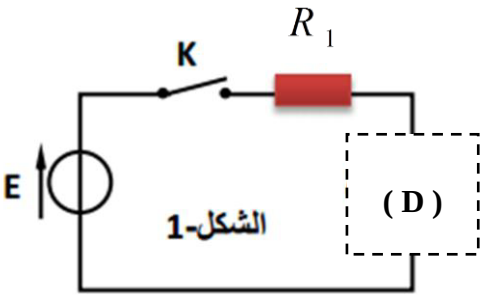


يعتمد اشتغال الأجهزة الكهربائية أساسا على عدة عناصر كهربائية من بينها : النواقل الأومية ، المكثفات ، الوشائع .....

الهدف من هذا التمرين هو دراسة سلوك هذه العناصر الكهربائية في دارة .

I- الدراسة النظرية :

نحقق الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل (01) والمكونة من :



الشكل-1

- مولد مثالي للتوتر قوته المحركة الكهربائية $E = 6V$.
- ناقل أومي مقاومته $R_1 = 100\Omega$.
- قاطعة K .
- ثنائي قطب (**Dipôle**) نرمز له بالرمز (**D**) يوافق إحدى الحالات الاتيه :
  - الحالة (01) : (**D**) عبارة عن ناقل أومي مقاومته $R_2 = 400\Omega$.
  - الحالة (02) : (**D**) عبارة عن مكثفة سعتها C .
  - الحالة (03) : (**D**) عبارة عن وشيعة مقاومتها الداخلية r وذاتيتها L .

نستعمل راسم اهتزاز ذي ذاكرة لمتابعة تطور التوتر الكهربائي بين طرفي ثنائي القطب (**D**) بدلالة الزمن $u_D = f(t)$

1) أعد رسم الدارة على ورقة إجابتك ثم :
- وضّح كيفيّة توصيل راسم الاهتزاز لمشاهدة تطور التوتر بين طرفي ثنائي القطب (**D**) .
- بيّن جهة التيار الكهربائي المار في الدارة ، ثم مثّل بسهم التوتر الكهربائي بين طرفي كل عنصر .

2) نعتبر أن ثنائي القطب (**D**) يوافق الحالة (01).
- بالاعتماد على قانون أوم، أكتب عبارة شدة التيار I الذي يسري في الدارة ، ثم أحسبه .

3) نعتبر أن ثنائي القطب (**D**) يوافق الحالة (02).

أ- بتطبيق قانون جمع التوترات ، أكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي u_C.

ب- حل المعادلة التفاضلية من الشكل : $u_C = A\left(1 - e^{-t/\tau_1}\right)$ ، حيث A و τ_1 ثابتين يطلب تحديد عبارة كل منهما بدلالة ثوابت عناصر الدارة . ماذا يمثّل كل منهما ؟ حدّد وحدة τ_1 باستعمال التحليل البعدي .

ج- استنتج العبارة اللحظية لشدة التيار $i(t)$ ، ثم أرسم كيفيا البيان $i = f(t)$.

4) نعتبر أن ثنائي القطب (**D**) يوافق الحالة (03).

أ- بالاعتماد على قانون جمع التوترات، أكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي i.

ب- المعادلة التفاضلية تقبل أحد الحلول الآتية :

$i = E(1-e^{-t/\tau_2})$ $\quad$ $i = I_0 e^{-t/\tau_2}$ $\quad$ $i = I_0(1-e^{-t/\tau_2})$

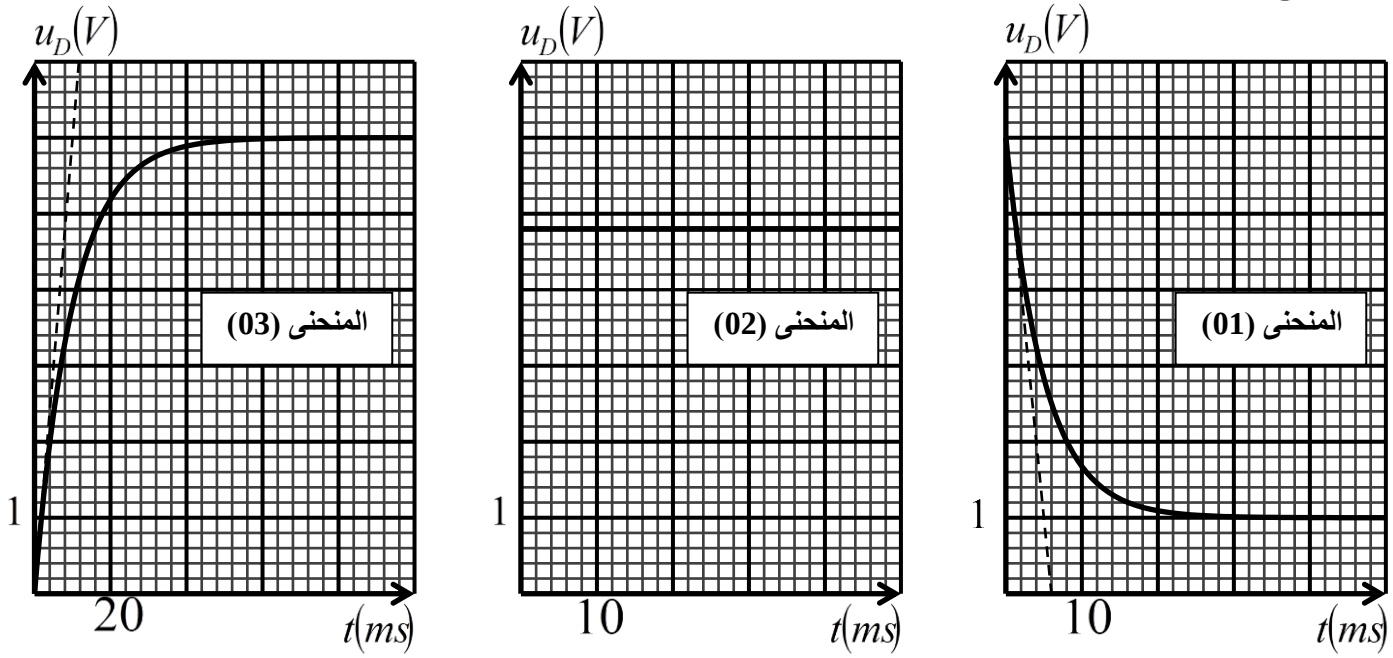
- اختر الحل المناسب مع التعليل و تحديد عبارة كل من τ_2 و I_0 شدة التيار في النظام الدائم .
- أرسم كيفيا البيان $i = g(t)$ المعبر عن تغيرات شدة التيار بدلالة الزمن .

ج- بيّن أنه يمكن كتابة عبارة التوتر اللحظية بين طرفي الوشيعة بالشكل : $u_b(t) = \alpha.e^{-t/\tau_2} + \beta$

حيث α و β ثابتين يطلب تحديد عبارتيهما .

II- الدراسة البيانية :

عند غلق القاطعة و توصيل راسم الاهتزاز المهبطي بين طرفي ثنائي القطب **(D)** الموافق لأحدى الحالات السابقة نتحصل على البيانات الآتية :

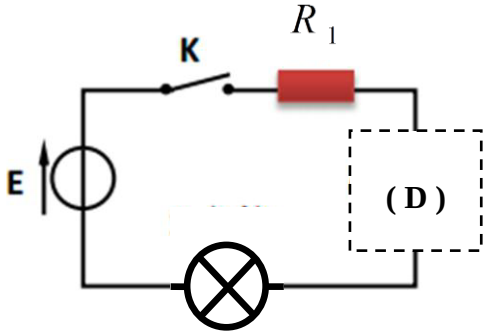


1) اعتمادا على الدراسة النظرية ، أنسب كل منحنى للحالة الموافقة له من بين الحالات السابقة .

2) باستغلال المنحنيات ،أوجد المقادير الآتية : سعة المكثفة C ، المقاومة الداخلية للوشيعة r ، الذاتية L .

3) نحقّق نفس الدارة السابقة من جديد ، ونربط على التسلسل مصباح كهربائي مع ثنائي القطب **(D)**.

نغلق القاطعة و نسجل الملاحظات حول كيفية توهج المصباح في كل حالة :



a. تتناقص شدة التوهج تدريجيا حتى ينطفئ

b. يتوهج بشكل عادي

c. تتزايد شدة التوهج تدريجيا حتى يتوهج بشكل عادي.

- أرفق كل ملاحظة بالحالة المناسبة لها .

للحصول على الحل النموذجي بالتنقيط ماعليك سوى تحميل التطبيق

Google Play **من** Scanner Code-barres & QR

وتشغيل الماسح الضوئي على الترميز الموجود على اليسار ثم تتبع الرابط.

Google Play

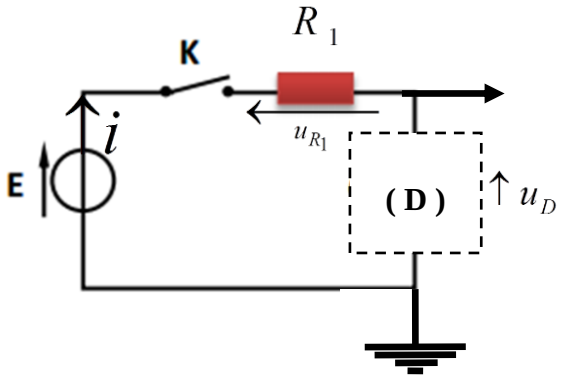
التصحيح النموذجي للفرض الثاني للفصل الثاني في مادة: العلوم الفيزيائية — المدة: 01 ساعة

عناصـر الإجابـة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

التمرين الأول:

III- الدراسة النظرية :

1) رسم الدارة وتوجيهها :



2) ثنائي القطب (D) يوافق الحاله (01):

- عبارة شدة التيار I الذي يسري في الدارة :

لدينا : $E = u_{R_1} + u_{R_2}$ **ومنه** $E = (R_1 + R_2).I$ **معناه :** $I = \dfrac{E}{R_1 + R_2}$

بالتعويض نجد : $I = \dfrac{6}{100 + 400}$ **ومنه :** $I = 12mA$

3) ثنائي القطب (D) يوافق الحالة (02):

أ- المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي u_C :

$$u_{R_1} + u_C = E$$

حسب قانون جمع التوترات : $R_1.i + u_C = E$

$$R_1.C\frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

ومنه : $\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{1}{R_1.C}.u_C = \dfrac{E}{R_1.C}$

ب- تحديد عبارة الثابتين A و τ_1 :

نشتق الحل $\dfrac{du_C}{dt} = \dfrac{A}{\tau_1}.e^{-t/\tau_1}$ **ونعوضه في المعادلة التفاضلية فنجد :**

$$A.e^{-t/\tau_1}\left(\frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{R_1.C}\right) + \frac{A}{R_1.C} = \frac{E}{R_1.C} \quad \text{ومنه :} \quad \frac{A}{\tau_1}.e^{-t/\tau_1} + \frac{A}{R_1.C} - \frac{A}{R_1.C}e^{-t/\tau_1} = \frac{E}{R_1.C}$$

ومنه نجد أن : $\begin{matrix} A = E \\ \tau_1 = R_1.C \end{matrix}$ **أي أن :** A **يمثل القوة المحركة للمولد و** τ_1 **يمثل ثابت الزمن .**

وعليه يصبح حل المعادلة التفاضلية : $u_C = E\left(1-e^{-t/\tau_1}\right)$

- **وحدة τ_1 : باستعمال التحليل البعدي :**

لدينا :

$$\tau_1 = R_1 \times C$$

$$[\tau] = [R]\times[C] = \frac{[U]}{[I]}\times\frac{[Q]}{[U]} = \frac{[I]\times[T]}{[I]} = [T]$$

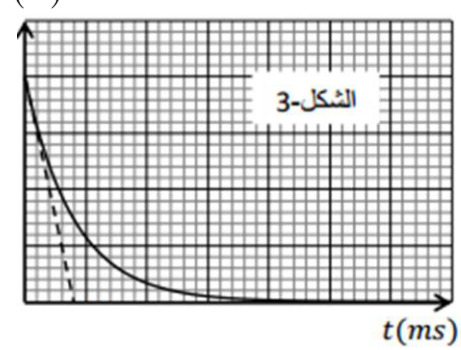
ومنه τ_1 متجانس مع الزمن .

ج- استنتاج العبارة اللحظية لشدة التيار $i(t)$:

لدينا : $i = C.\frac{du_C}{dt}$ **بتعويض الحل والاشتقاق نجد :** $i = I_0.e^{-t/\tau_1}$

حيث : $I_0 = \frac{E}{R_1}$

- رسم البيان $i = f(t)$: **البيان عبارة عن دالة أسية متناقصة كالآتي :**



4) ثنائي القطب (D) يوافق الحالة (03):

أ- المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي i :

$$u_{R_1} + u_b = E$$

بتطبيق قانون جمع التوترات :

$$(R_1 + r)i + L\frac{di}{dt} = E$$

ومنه :

$$\frac{di}{dt} + \frac{(R_1+r)}{L}.i = \frac{E}{L}$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى .

ب- اختيار الحل المناسب مع التعليل و تحديد عبارة كل من τ_2 و I_0 :

الحل المناسب هو : $i = I_0(1-e^{-t/\tau_2})$ **لأنه يحقق المعادلة التفاضلية**

حيث أن : $\frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau_2}.e^{-t/\tau_2}$

بالتعويض :

$$\frac{I_0}{\tau_2}.e^{-t/\tau_2} + \frac{(R_1+r)}{L}I_0 - \frac{(R_1+r)}{L}I_0.e^{-t/\tau_2} = \frac{E}{L}$$

ومنه :

$$\left(\frac{1}{\tau_2} - \frac{(R_1+r)}{L}\right)I_0.e^{-t/\tau_2} + \frac{(R_1+r)}{L}I_0 = \frac{E}{L}$$

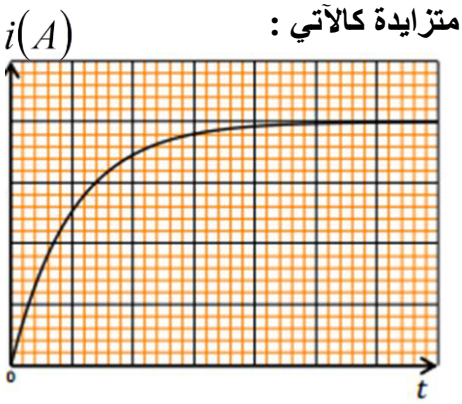
ومنه نجد أن :

$$\tau_2 = \frac{L}{R_1 + r}$$

$$I_0 = \frac{E}{R_1 + r}$$

- رسم البيان $i = g(t)$ المعبر عن تغيرات شدة التيار بدلالة الزمن :

البيان عبارة عن دالة أسية متزايدة كالآتي :



ج- إثبات أنه يمكن كتابة عبارة التوتر اللحظية بين طرفي الوشيعة بالشكل :

$$u_b(t) = \alpha.e^{-t/\tau_2} + \beta$$

لدينا : $u_b = L\frac{di}{dt} + ri$ ولدينا : $i = I_0(1 - e^{-t/\tau_2})$ نشتق ونعوض فنجد :

$$u_b = L.\frac{I_0}{\tau_2}.e^{-t/\tau_2} + rI_0 - rI_0e^{-t/\tau_2}$$

حيث : $\tau_2 = \frac{L}{R_1 + r}$ ، $I_0 = \frac{E}{R_1 + r}$

بالتبسيط نجد : $u_b = (E - rI_0)e^{-t/\tau_2} + rI_0$ ومنه : $u_b = R_1.I_0.e^{-t/\tau_2} + rI_0$

وهي من الشكل : $u_b(t) = \alpha.e^{-t/\tau_2} + \beta$ بالمطابقة نجد أن : $\alpha = R_1.I_0$ ، $\beta = r.I_0$

IV- الدراسة البيانية :

1) إرفاق كل منحنى بالحالة الموافقة له من بين الحالات السابقة :

الحالات	الحالة (01)	الحالة (02)	الحالة (03)
المنحنى المناسب	المنحنى (02)	المنحنى (03)	المنحنى (01)
التعليل	التوتر بين طرفي المقاومة ثابت لأن شدة التيار ثابتة $u_{R_2} = R_2.I$	التوتر بين طرفي المكثفة خلال الشحن متزايد $u_C = E\left(1 - e^{-t/\tau_1}\right)$	التوتر بين طرفي الوشيعة عند غلق القاطعة متناقص $u_b = R_1.I_0.e^{-t/\tau_2} + rI_0$

2) إيجاد المقادير: سعة المكثفة C ، المقاومة الداخلية للوشيعة r ، الذاتية L :

من المنحنى (03) نجد ثابت الزمن : $\tau_1 = 10ms$ ولدينا : $\tau_1 = R_1.C$

ومنه : $C = \frac{\tau_1}{R_1} = \frac{10^{-2}}{100}$ ومنه $C = 10^{-4}F$

من المنحنى (01) نجد أن : $r.I_0 = 1V$ **ولدينا :** $E = R_1 I_0 + r.I_0$

ومنه : $I_0 = \frac{E - r.I_0}{R_1} = \frac{6-1}{100}$ **وعليه :** $I_0 = 5.10^{-2} A$

إذن : $r = \frac{1}{5.10^{-2}}$ **ومنه** $r = 20\Omega$

من المنحنى (01) نجد ثابت الزمن : $\tau_2 = 5ms$ **ولدينا :** $\tau_2 = \frac{L}{R_1 + r}$

ومنه : $L = \tau_2 (R_1 + r) = 5.10^{-3}(100+20)$ **ومنه :** $L = 0,6H$

3) إرفاق كل ملاحظة بالحالة المناسبة لها :

الحالات	الحالة (01)	الحالة (02)	الحالة (03)
الملاحظة المناسبة	يتوهج بشكل عادي	تتناقص شدة التوهج تدريجيا حتى ينطفئ	تتزايد شدة التوهج تدريجيا حتى يتوهج بشكل عادي
التعليل	**شدة التيار ثابتة** $I = 12mA$	**شدة التيار متناقصة حتى تنعدم** $i = I_0.e^{-t/\tau_1}$	**شدة التيار متزايدة حتى تثبت** $i = I_0(1 - e^{-t/\tau_2})$