**المدرســـــــة العليـــــا للأساتـــــذة بالأغـــــــواط**
***Ecole Normale supérieure de Laghouat***

مقرر:الكهرباء
الاثنين **22** ماي **2017**

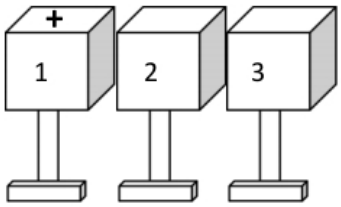
شعبة: العلوم الدقيقة (السنة 1)
مدة الإمتـحان:**1** ساعة و **30** دقيقة

# الإمتحـــان الثاني في الكهرباء

**استعمال القلم المصحح ممنوع. الاجابة علًى الاسئلة النظرية اجباري و على الطالب اختيار (02) تمرينين للحل.**

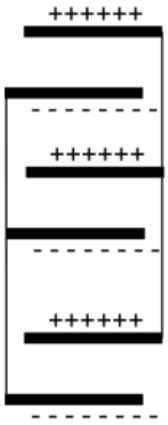
**أسئلة نظرية:( 06نقاط)** اجب على الأسئلة التالية باختصار

1. عرف الناقل المتوازن الكتروستاتيكيا، و أعط خواصه.
2. اذكر انواع التكهرب، و بين اي نوع ينطبق على الناقل او العازل؟
3. اشرح معنى "قفص فاراداي" و أعط مثال عن استعماله.
4. ثلاث مكعبات مصنوعة من مادة ناقلة موضوعة على حوامل من مادة عازلة كما هو موضح في الشكل-1. كيف يمكن ان نشحن المكعب 3 بشحنة سالبة دون اضافة منبع جهد أو ناقل اخر؟ (المكعب 1 مشحون بشحنة موجبة و المكعبان 2و 3 متعادلان).

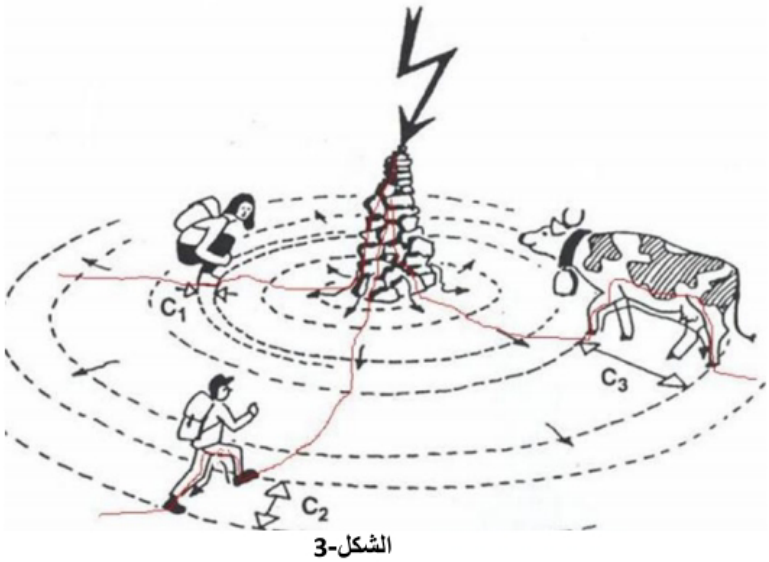



**الشكل -1**

5. 3 مكثفات $C_1$،$C_2$ ، و$C_3$ تحمل الشحنات $Q_1$،$Q_2$ ، و$Q_3$ على الترتيب. نوصل المكثفات كما في الشكل -2. أكتب عبارة السعة المكافئة.
6. عندما تضرب صاعقة في الأرض عبر شيء محدب فإنها تحدث دوائر عبارة عن سويات كمون. كما في الشكل-3. فعندما نمشي على الارض في هذه الحالة يمكن ان نصعق. في الشكل -3 نرى فتاة و رجل و بقرة ،اي منهم هو في خطر اكبر و لماذا؟




**الشكل-2**




**الشكل-3**

**التمرين الثاني:(07 نقاط)**

توضع كرة نصف قطرها $R_1$ تحمل شحنة $Q_1$– موزعة بانتظام على كامل حجم الكرة (نسمي الكثافة الحجمية للكرة $\rho$) ، داخل تجويف كروي من مادة ناقلة نصف قطره الداخلي $R_2$ و نصف قطره الخارجي $R_3$ يحمل شحنة $Q_2$ على سطحه الداخلي و شحنة $Q_3$ على سطحه الخارجي كما هو موضح في الشكل-04 .قيم الشحنات $Q_3$، $Q_2$ و$Q_1$ موجبة و مجموع $Q_2$+$Q_3$ أكبر من $Q_1$.

1. أكتب عبارة الحقل الكهربائي في كل نقطة من الفضاء. مثله بيانيا.
2. أكتب عبارة الكمون الكهربائي في كل نقطة من الفضاء.

**التمرين الثالث:(07 نقاط)**

صفيحة معدنية (S) موصولة بالأرض بخيط ناقل و قاطعة. في البداية تكون القاطعة مغلقة. نقرب من الناقل كرة معدنية مشحونة، نقرب من الناقل كرة معدنية مشحونة بشحنة $Q+$، بدون لمسها ثم نفتح القاطعة. نبعد الكرة عن الصفيحة. الشكل -5.

- هل يمكن ان تفسر ماذا يحدث للصفيحة؟

نستبدل الصفيحة بكرة معدنية نصف قطرها $R_1$ و مركزها $O$،موصولة بطرف مولد، فرق الكمون بين طرفيه ثابت.
يوجد بجوار الناقل ناقل آخر معزول، كروي الشكل نصف قطره $R'$ و مركزه $O'$ ، يحمل شحنة $Q'$. المسافة بين مركزي الناقلين $l$ . الشكل -6.

أحسب، بدلالة $V$، $R$،$Q'$، $R'$ و$l$ (بفرض أن $R$ و$R'$ صغيران أمام $l$)

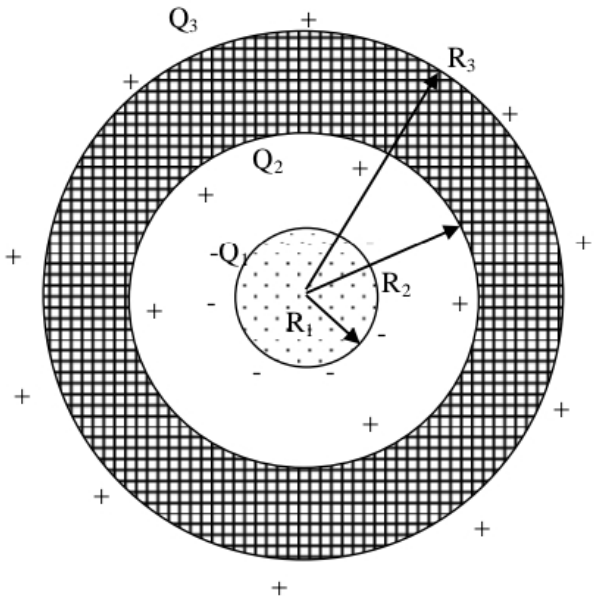
1. الشحنة $Q$ التي يحملها الناقل $S$.
2. الكمون $V'$ للناقل $S$ .

ت ع: $V=9kV$ ،$R=4cm$ ،$Q'=-4,8\mu C$ ،$R'=16cm$ و$l=1m$

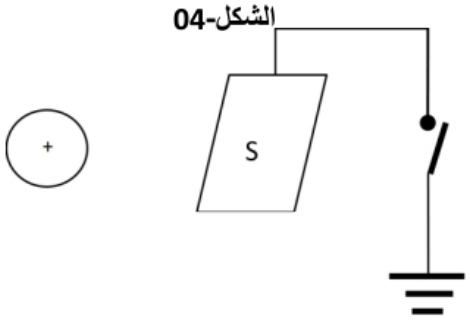
**التمرين الرابع:(07 نقاط)**

دارة كهربائية مكونة من عروتين ABCD و EFGH، العروة الثانية تحيط بالأولى كما هو موضح في الشكل 07.
قيم المقاومات و الجهد الذي يغذي الدارة معطاة في الشكل.

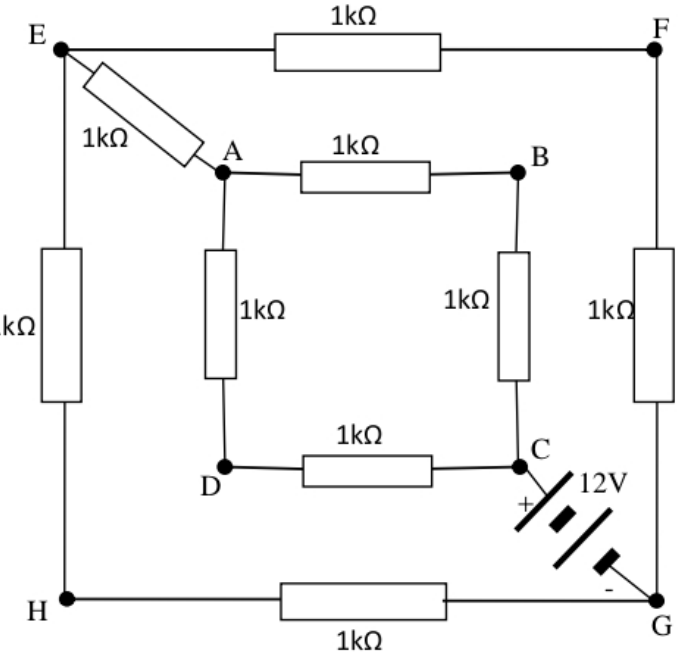
1- بسط الدارة الكهربائية و اوجد المقاومة المكافئة بين النقطتين C و G.
2- احسب شدة التيار الذي يعطيه المولد.
3- احسب فرق الكمون بين النقطتين G وE.



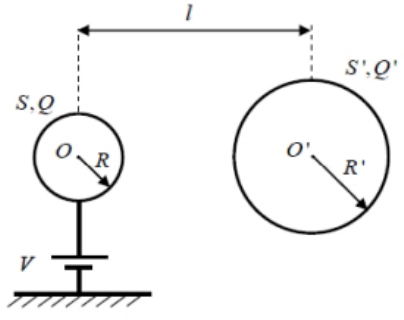

الشكل-04




الشكل-3




الشكل-07




الشكل-6

التوفيـــق ..أساتذة المادة

المدرســـــــة العليـــــا للأساتـــــذة بالأغـــــــواط
*Ecole Normale supérieure de Laghouat*

مقرر:الكهرباء
الاثنين **22** ماي **2017**

شعبة: العلوم الدقيقة (السنة 1)
مدة الإمتـحان:**1** ساعة و **30** دقيقة

# تصحيح الإمتحـــان الثاني في الكهرباء

## أسئلة نظرية:( 06نقاط)

0.25

1. **الناقل المتوازن الكتروستاتيكيا:**

هو ناقل تكون الشحنات فيه غير متحركة و ليست تحت تاثير أي قوة.

**خواص الناقل المتوازن الكتروستاتيكيا:**

0.25 **1**-الحقل داخل الناقل يكون معدوم. $\vec{E}_{int} = \vec{0}$

0.25 **2**- الشحنة داخل الناقل معدومة $Q_{int} = 0$

**3**-الناقل عبارة عن سطح تساوي الكمون. 0.25

**4***-الحقل الكهربائي بجوار الناقل عمودي على سطح الناقل و يساوي $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$. 0.25

0.25

2. **انواع التكهرب:**

-التكهرب بالتأثير: ينطبق على الناقل و العازل.

التكهرب باللمس: ينطبق على الناقل و العازل 0.25

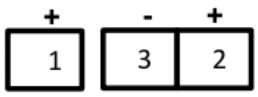
التكهرب بالدلك: ينطبق على العازل 0.25

3. **قفص فاراداي**: هو عبارة عن ناقل مجوف موصل بالأرض(كمون ثابت) يشكل شاشة كهروستاتيكية من الداخل و الخارج يستعمل لحماية الاجهزة و الاشخاص .(للمثال ) 0.5

0.5

4. نضع المكعبين 2 و3 بحيث يتلامسان ثم نقرب منهما المكعب 1 المشحون كما هو موضح في الشكل التالي:

0.25




ثم نفصل المكعبين 2و 3 :

0.25

ثم نبعد المكعب 1

0.5

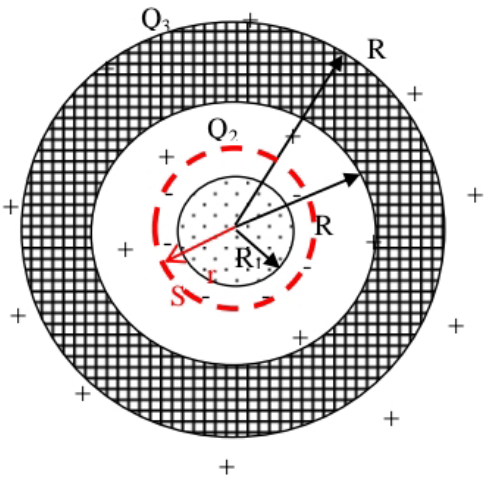
5. المكثفات $C_1$،$C_2$ ، و$C_3$ موصولة على التفرع السعة المكافئة

1 $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$

**6.** فرق الكمون بين قدمي البقرة أكبر من فرق الكمون بين قدمي الرجل و اكبر من فرق الكمون بين قدمي الفتاة اذن : البقرة في خطر اكبر ثم الرجل و الفتاة في خطر اقل.

1

## التمرين الثاني :(07 نقاط)




**الحقل $\vec{E}$ الناتج في كل نقطة من الفضاء ( عندما يتغير من r الى ∞)**

**بتطبيق نظرية غوص (théorème de Gauss)**

0.25 $$\emptyset = \iint \vec{E}.\ \overrightarrow{dS} = \frac{\sum Q_i}{\epsilon_0}$$

بما ان التوزيعات كروية، نختار سطح غوص كرة نصف قطرها r و سطحها S .

الحقل الكهربائي الناتج عن هذه التوزيعات الكروية يكون قطريا، فان $\vec{E}//\overrightarrow{dS}$ ، كما ان قيمة E تبقى ثابتة على نفس سطح غوص و عليه:

$$\emptyset = \iint \vec{E}.\overrightarrow{dS} = \iint E.dS = E.\iint dS = E.4\pi r^2$$

و منه: $E.4\pi r^2 = \frac{\sum Q_i}{\epsilon_0}$

0.25 $$\boldsymbol{E = \frac{\sum Q_i}{\epsilon_0 4\pi r^2}}$$

حساب الحقل في كل نقطة من الفضاء:

(1 $r < R_1$

$$\sum Q_i = \rho.v = \rho.\frac{4}{3}\pi r^3$$

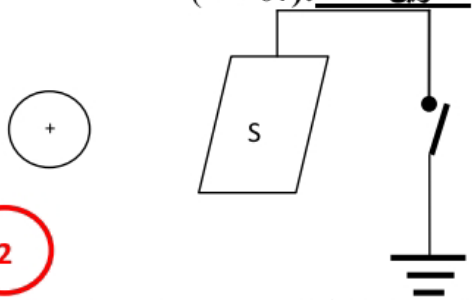
0.5 $$\boldsymbol{E = \frac{\sum Q_i}{\epsilon_0 4\pi r^2} = \frac{\rho.\frac{4}{3}\pi r^3}{\epsilon_0 4\pi r^2} = \frac{\rho}{3\epsilon_0}.r}$$

(2 $R_1 < r < R_2$

$$\sum Q_i = -Q_1 = \rho.\frac{4}{3}\pi R_1^3$$

0.5 $$\boldsymbol{E = \frac{\sum Q_i}{\epsilon_0 4\pi r^2} = \frac{\rho.\frac{4}{3}\pi R_1^3}{\epsilon_0 4\pi r^2} = \frac{\rho.R_1^3}{3\epsilon_0}.\frac{1}{r^2}}$$

**التمرين الثالث:(07 نقاط)**




2

عند غلق القاطعة و بوجود الشحنة Q+ فان الصفيحة تشحن بالتاثير فتتحرك الشحنات السالبة في جهة الكرة الموجبة و الشحنات السالبة في الجهة الاخرى و بما انها موصولة بالأرض فستكتسب شحنات سا لبة من الارض و عند فتح القاطعة تبقى الصفيحة سالبة حتى بعد ابعاد الكرة.

1- $Q$ **بدلالة التي يحملها الناقل S بدلالة** $V$، $Q'$، $R$، $R'$، $l$: **الشحنة**

ليكن $V_1$ الكمون الناتج عن $Q$ على $S$، $V_2$ الكمون الناتج عن $Q'$ على $S$.

0.5 حسب مبدأ التركيب: $V=V_1+V_2$

$V_1 = K\frac{Q}{R}$ ، $V_2 = K\frac{Q'}{R}$ حيث: $l \gg R$ و $R' \gg l$ ومنه:

0.5 $$V = K\frac{Q}{R} + K\frac{Q'}{l}$$

1 و منه: $$Q = R(\frac{V}{K} - \frac{Q'}{l})$$

0.75 ت ع: $Q = 0.2\mu C$

2- الكمون $V'$ للناقل $S'$:

بنفس الطريقة نجد:

0.5 $$V' = K\frac{Q'}{R'} + K\frac{Q}{l} = l\frac{Q'}{R'} + \frac{K}{l}.R(\frac{V}{K} - \frac{Q'}{l})$$

1 $$V' = KQ'\left(\frac{1}{R'} - \frac{R}{l^2}\right) + \frac{R}{l}.V$$

0.75 ت ع: $V' = -268kV$

$R_2 < r < R_3$ (3

$$\sum Q_i = -Q_1 + Q_2 = 0$$

$$\boldsymbol{E = 0}$$

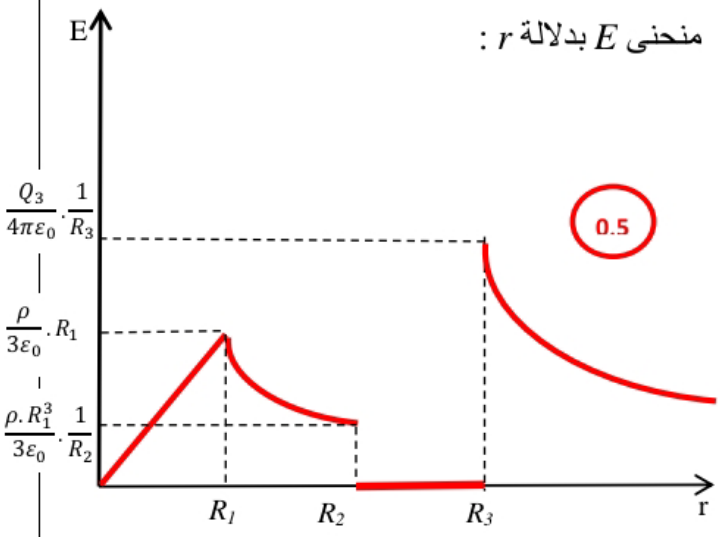
0.5 داخل الناقل الحقل معدوم

$r > R_3$ (4

$$\sum Q_i = -Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_3$$

0.5 $$\boldsymbol{E = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0 4\pi r^2} = \frac{Q_3}{\varepsilon_0 4\pi r^2} = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r^2}}$$

منحنى $E$ بدلالة $r$ :




0.5

**حساب الكمون:**

$r < R_1$ (1

$$\boldsymbol{E = \frac{\rho}{3\varepsilon_0}.r}$$

$$dV = -E.dr$$

0.5 $$V_1 = -\frac{\rho}{3\varepsilon_0}.\frac{r^2}{2} + C_1$$

$R_1 < r < R_2$ (2

$$\boldsymbol{E = \frac{\rho.R_1^3}{3\varepsilon_0}.\frac{1}{r^2}}$$

0.5 $$V_2 = \frac{\rho.R_1^3}{3\varepsilon_0}.\frac{1}{r} + C_2$$

$R_2 < r < R_3$ (3

$$\boldsymbol{E = 0}$$

0.5 $$V_3 = C_3$$

$r > R_3$ (4

$$\boldsymbol{E = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r^2}}$$

$$V_4 = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r} + C_4$$ 0.5

حساب الثوابت:

$$V_\infty = 0$$

$$r = \infty \rightarrow V_4(\infty) = 0 \rightarrow C_4 = 0$$ 0.5

$$V_4 = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r}$$

$$r = R_3 \rightarrow V_4(R_3) = V_3(R_3) \rightarrow$$

$$C_3 = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_3}$$ 0.5

$$V_3 = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_3}$$

$$r = R_2 \rightarrow V_3(R_2) = V_2(R_2) \rightarrow$$

$$\frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_3} = \frac{\rho.R_1^3}{3\varepsilon_0}.\frac{1}{R_2} + C_2$$

$$C_2 = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_3} - \frac{\rho.R_1^3}{3\varepsilon_0}.\frac{1}{R_2}$$ 0.5

$$V_2 = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_3} + \frac{\rho.R_1^3}{3\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2}\right)$$

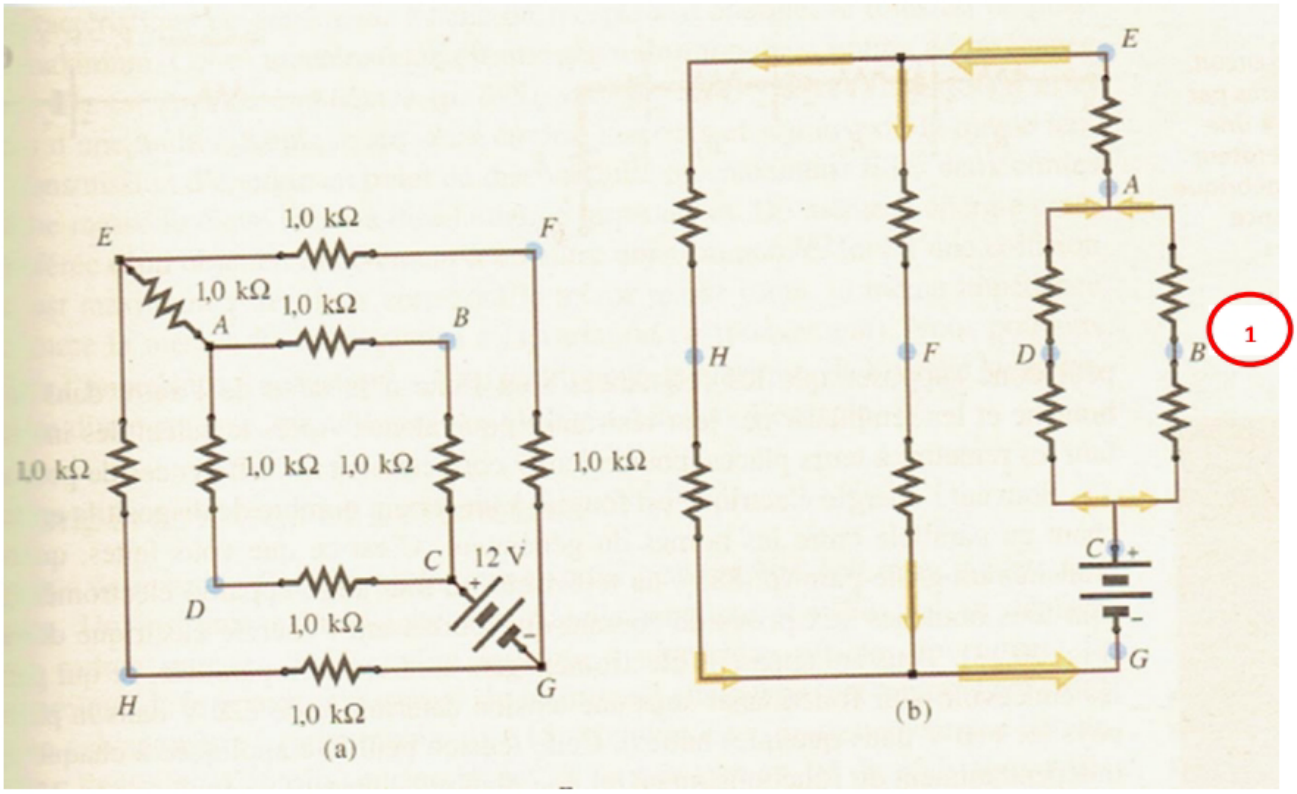
$$r = R_1 \rightarrow V_2(R_1) = V_1(R_1) \rightarrow$$

$$V_2(R_1) = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_3} + \frac{\rho.R_1^3}{3\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

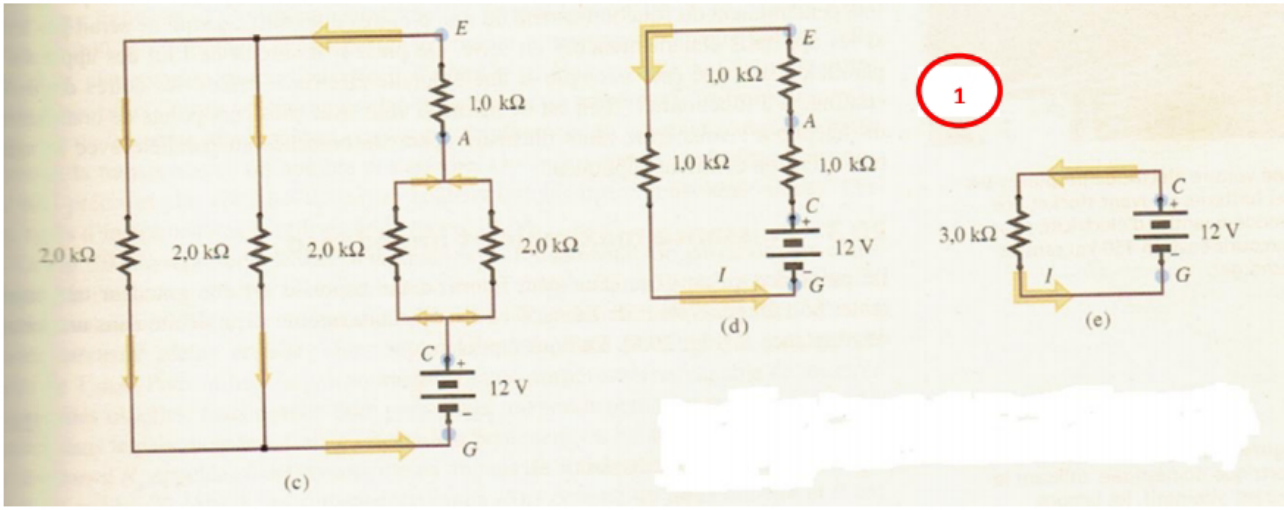
$$V_1(R_1) = -\frac{\rho}{3\varepsilon_0}.\frac{R_1^2}{2} + C_1$$

$$C_1 = \frac{\rho.R_1^2}{3\varepsilon_0}\left(\frac{R_1}{R_2} - 1\right) - \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_3}$$ 0.5

**التمرين الرابع:(07 نقاط)**




1




1

1. بتتبع مراحل تبسيط الدارة نجد: $R_{eq} = 3k\Omega$ (2)
2. شدة التيار: $V = R_{eq}.I \rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{3.10^3} = 4.10^{-3}A = 4mA$ (1)
3. فرق الكمون بين النقطتين G وE:

في الرسم (d) نجد: $V_{GE} = 12 - 2.10^3.4.10^{-3} = 12 - 8 = 4V$ (2)