المدرســـــة العليـــا للأساتــــذة بالأغــــــواط

Ecole Normale supérieure de Laghouat

شعبة: العلوم الدقيقة (السنة 1)

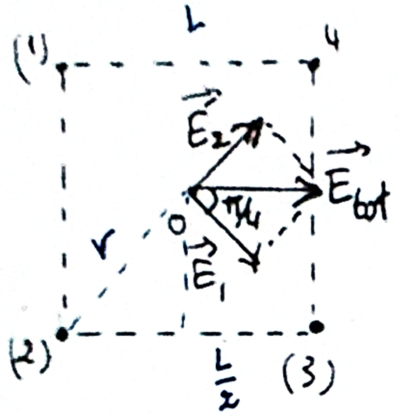
مدة الإمتحان: 1 ساعة و 30 دقيقة

مقرر: الكهرباء

الأحد 19 سبتمبر 2021

الإمتحـــان الشامل في الكهرباء

التمرين الأول:(07 نقاط)



0,25

1- نتيجة التناظر لدينا : $\vec{E}_4 = \vec{E}_2 \quad , \vec{E}_1 = \vec{E}_3$

الحقل الكلي هو مجموع الحقول الناتجة عن الشحنات 1، 2، 3، و 4:

$$\vec{E}_{Tot} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4$$

$$\vec{E}_{Tot} = 2(\vec{E}_1 + \vec{E}_2) \quad 0,25$$

$$0,25 \quad \vec{E}_1 = \frac{k.q}{r^2}\vec{u}_1 = \frac{k.q}{r^2}\cos\frac{\pi}{4}\vec{\imath} - \frac{k.q}{r^2}sin\frac{\pi}{4}\vec{\jmath}$$

$$0,25 \quad \vec{E}_2 = \frac{k.q}{r^2}\vec{u}_2 = \frac{k.q}{r^2}\cos\frac{\pi}{4}\vec{\imath} + \frac{k.q}{r^2}sin\frac{\pi}{4}\vec{\jmath}$$

$$r = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

$$\vec{E}_{Tot} = 2\frac{k.q}{r^2}\cos\frac{\pi}{4}\vec{\imath} = 2\frac{k.q}{\frac{L^2}{2}}\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{\imath}$$

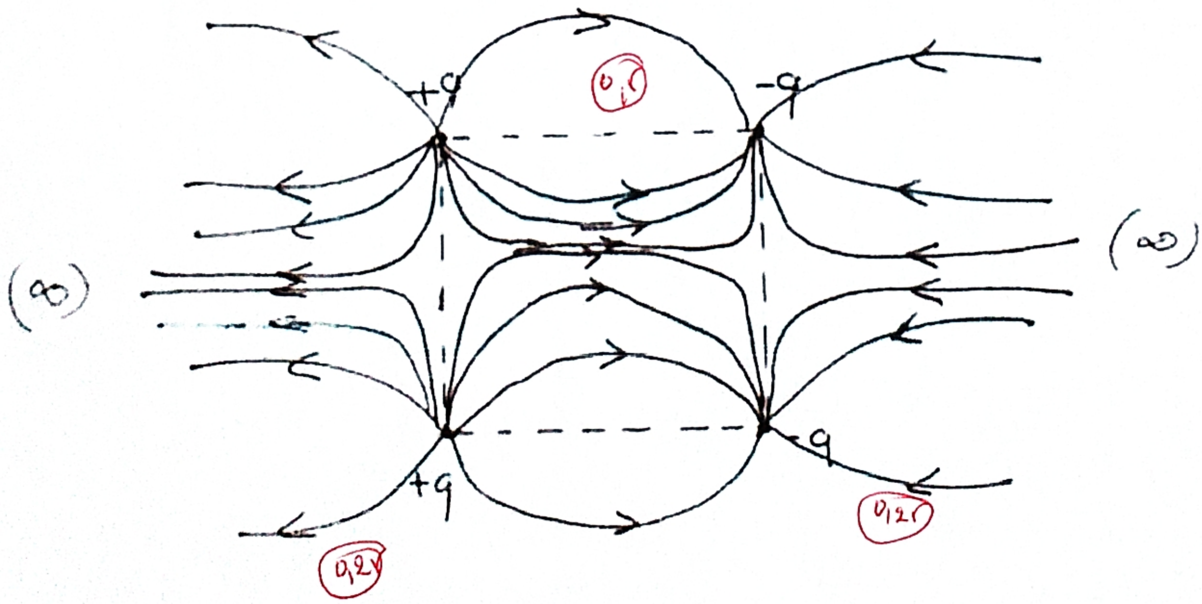
$$\vec{E}_{Tot} = 2\frac{k.q}{L^2}\sqrt{2}\vec{\imath} \quad 1$$

الكمون الكلي الناتج عن الشحنات 1، 2، 3، و 4:

$$V_3 = -V_1 \quad , V_4 = -V_2 \quad 0,5$$

$$V_{Tot} = 0V \quad 0,5$$

2- خطوط الحقل:



3- عبارة الطاقة الداخلية للجملة:

$$U = \frac{1}{2}\sum_{i \neq j}\sum_{j}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_i q_j}{r_{ij}} = \frac{1}{2}\sum_{i} q_i V_i$$ 0,5

$$U = \frac{1}{2}[q_1.V_1 + q_2.V_2 + q_3.V_3 + q_4.V_4]$$

$$U = -k\frac{q^2}{L}\sqrt{2}$$ 0,5

4- القوة الكهربائية :

$$\vec{F} = q_0.\vec{E} = q_0 2\frac{k.q}{L^2}\sqrt{2}\vec{\imath}$$ 1

الطاقة الداخلية:

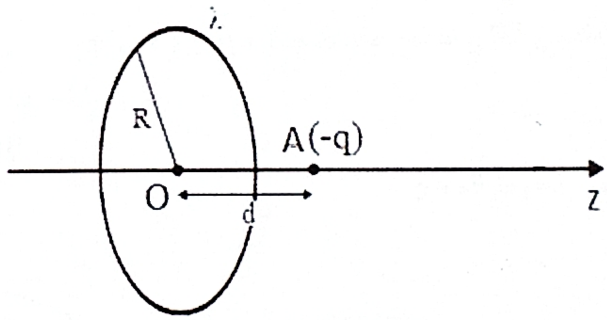
نضيف الطاقة الكامنة للشحنة q_0

$$E_p = q_0.V_0 = 0$$ 0,5

إذن الطاقة الكلية لا تتغير تبقى نفس القيمة السابقة

$$U = -k\frac{q^2}{L}\sqrt{2}$$ 0,5

<u>التمرين الثاني</u>:(06 نقاط)



1- عبارة الكثافة الخطية λ حتى تكون الشحنة الكلية للحلقة تساوي q+

بالنسبة لحلقة: $Q = \lambda.2\pi R = +q$

0,25

$$\lambda = \frac{+q}{2\pi R}$$ 0,25

2- عبارة الحقل الكهربائي في أي نقطة M تقع على محور الحلقة.

نحسب أولا الحقل الناتج عن حلقة مشحونة:

حسب تناظر المسألة الحقل يكون محمول على $\vec{O}$ محور الحلقة

$$\overrightarrow{dE}(M) = \frac{k.dq}{r^2}\vec{u}$$

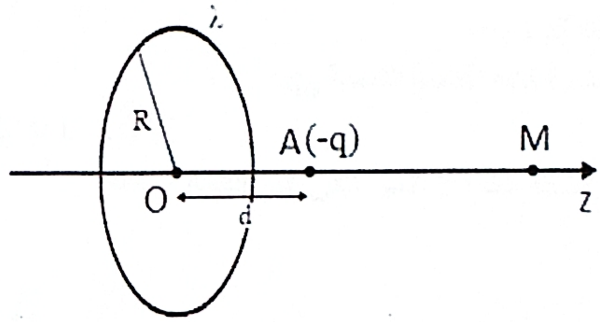
$$dE = dE_z = \frac{k.dq}{r^2}cos\alpha$$

$$r^2 = R^2 + z^2$$

$$cos\alpha = \frac{z}{r} = \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}}$$

$$dq = \lambda.dl = \lambda.R.d\theta$$

$$E = \frac{k.\lambda.R.z}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}\int_0^{2\pi} d\theta = \frac{k.\lambda.R.z.2\pi}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{k.q.z}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$$



الحقل الناتج عن الشحنة q–

$$\vec{E}(M) = -\frac{k.q}{AM^2}\vec{u}_z$$

يكون كذلك محمول على $\vec{O}$ لكن اتجاهه عكس $\overrightarrow{Oz}$

$z > 0 \quad z > d, \quad AM = z - d\,;$

$z > 0 \quad z < d, \quad AM = d - z\,;$

$z < 0, \quad AM = -z + d.$

إذن نجد أن: $AM = |z - d|$

$$\vec{E}(M) = -\frac{k.q}{|z - d|^2}\vec{u}_z$$

الحقل الكلي:

$$\vec{E}_{Tot}(M) = \left(\frac{k.q.z}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} - -\frac{k.q}{|z - d|^2}\right)\vec{u}_z$$

3- الكمون الناتج في النقطة M

الكمون الناتج عن الحلقة:

$$dV = \frac{k.dq}{r}$$

$$V = \frac{kq}{\sqrt{R^2 + z^2}}$$ 0,2

الكمون الناتج عن الشحنة:

$$V = \frac{-k.q}{AM} = \frac{-k.q}{|z - d|}$$ 0,2

الكمون الكلي: $V_{Tot} = \frac{kq}{\sqrt{R^2+z^2}} - \frac{k.q}{|z-d|}$ 0,2

التمرين الثالث:(07 نقاط)

1- الشحنة Q التي يحملها الناقل S.

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

حسب مبدأ التركيب: $V=V_1+V_2$ 0,1ن

حيث: $V_1 = K\frac{Q}{R}$ ، $V_2 = K\frac{Q'}{l}$ و $R \ll l$ و $R' \ll l$ ومنه: 0,1ن 0,1ن

$$V = K\frac{Q}{R} + K\frac{Q'}{l}$$ 0,1ن

و منه: $Q = R(\frac{V}{K} - \frac{Q'}{l})$ 0,1ن

2- الكمون V' للناقل S':

بنفس الطريقة نجد:

$$V' = K\frac{Q'}{R'} + K\frac{Q}{l} = l\frac{Q'}{R'} + \frac{K}{l}.R(\frac{V}{K} - \frac{Q'}{l})$$ 0,1ن

$$V' = KQ'\left(\frac{1}{R'} - \frac{R}{l^2}\right) + \frac{R}{l}.V$$ 0,1ن