



التمرين الأول: 7 نقاط

لنكن لدينا حلقة دائرية نصف قطرها R تحمل شحنة موزعة بانتظام كثافتها الخطية λ موجبة ($\lambda = \text{cste}$). و ليكن (Ox) المحور العمودي على مستوي الحلقة و الذي يمر بمركزها O . و لنكن M نقطة تقع على المحور (Ox) في الاتجاه الموجب و تبعد بمسافة x عن مركز الحلقة O .

- 1- أعط رسم تخطيطي للمسألة.
- 2- أ) ما هي وحدة λ ؟ ب) أعط عبارة الشحنة العنصرية dq للحلقة. ج) أعط عبارة الشحنة الكلية q للحلقة.
- 3- أوجد عبارة الكمون الكهربائي V في النقطة M ، ثم استنتج عبارة الحقل الكهربائي E في نفس النقطة.
- 4- نضع في النقطة M ثنائي قطب كهربائي عزمه $\vec{p} = p \cdot \vec{i}$ ، أوجد عبارة طاقة كمون ثنائي القطب الموجود داخل الحقل الكهربائي الذاتي من طرف الحلقة.

التمرين الثاني: 7 نقاط



نفرض أنه لدينا كرة معدنية (S_1) نصف قطرها R_1 شحنتها q_0 موجبة و محاطة بكرة معدنية (S_2) مجوفة و معزولة نصف قطرها الداخلي R_2 و الخارجي R_3 ($R_3 > R_2 > R_1$)، الكرة المعدنية (S_2) متعادلة كهربائياً و لها نفس مركز الكرة (S_1) . عند التوازن الكهروستاتيكي، أوجد:

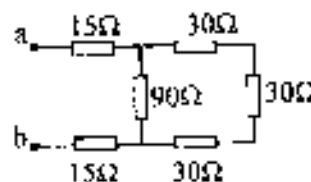
- 1- الشحنة الكهربائية المتحصنة على السطحين الداخلي و الخارجي للكرة (S_2) .
 - 2- عبارة الحقل الكهربائي في المناطق:
- $$r < R_1 \quad \text{و} \quad R_1 < r < R_2 \quad \text{و} \quad R_2 < r < R_3 \quad \text{و} \quad r > R_3$$
- 3- عبارة الكمون الكهربائي في المناطق المذكورة سابقاً.

التمرين الثالث (أسئلة متفرقة): 6 نقاط

- 1- اذكر الخصائص الكهربائية داخل الناقل المتزن كهروستاتيكياً التي رأيتها في الدرس.
- 2- أكمل العبارات الآتية:

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = \dots \quad \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = \dots \quad \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \dots$$

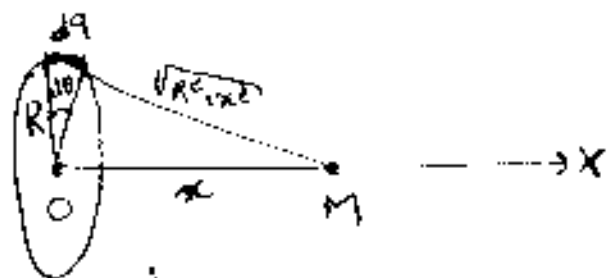
- 3- الشكل المبين أدناه يمثل تركيباً للمقاومات، المطلوب حساب المقاومة المكافئة بين النقطتين a و b:



- 4- تعطى عبارة الكمون الكهربائي بدلالة الموضع كالاتي: $V(x, y, z) = 50xyz + 20y$ المطلوب هو إيجاد عبارة الحقل الكهربائي بدلالة الموضع.

- التوزيع المتساوي الشحنة -

التوزيع الخطي



(1)

(2) $\rho = \left(\frac{Q}{\pi}\right)$ وحدة λ في π

(3) $dq = \lambda dl = \lambda R d\theta$

$$Q = q = \int dq = \int_0^{2\pi} \lambda R d\theta = \lambda 2\pi R \quad (2)$$

(3) - الشحنة الكهربائية في المنطقة π لدينا

$$V = \int dV$$

$$dV = k \frac{dq}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\rightarrow V = \frac{k}{\sqrt{R^2 + x^2}} \int dq = \frac{k \lambda 2\pi R}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$V = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}} \quad \text{وحدة}$$

استنتاج عبارة المجال الكهربائي في المنطقة M :

$$E = -\nabla V \quad \text{وحدة}$$

$$\vec{E} = -\frac{\partial V}{\partial x} \hat{x} = -\frac{\lambda R}{2\epsilon_0} \left(\frac{\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \hat{x}$$

$$\rightarrow \vec{E} = \frac{\lambda R x}{2\epsilon_0 (R^2 + x^2)^{3/2}} \hat{x} \quad (1)$$

(4) E_p وحدة

$$\vec{E}_p = -\vec{P} \cdot \vec{E} = -\left(P \hat{x}\right) \left(\frac{\lambda R x}{2\epsilon_0 (R^2 + x^2)^{3/2}} \hat{x} \right)$$

$$\rightarrow \vec{E}_p = \frac{-\lambda R P x}{2\epsilon_0 (R^2 + x^2)^{3/2}} \hat{x}$$

$$\rightarrow V_c = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R_3} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$r \leq R_1$: $\textcircled{**} \rightarrow dV = 0 \rightarrow V_1 = C_4 = V_c (R_1)$

$$\rightarrow V_1 = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} - \frac{1}{R_2} \right)$$

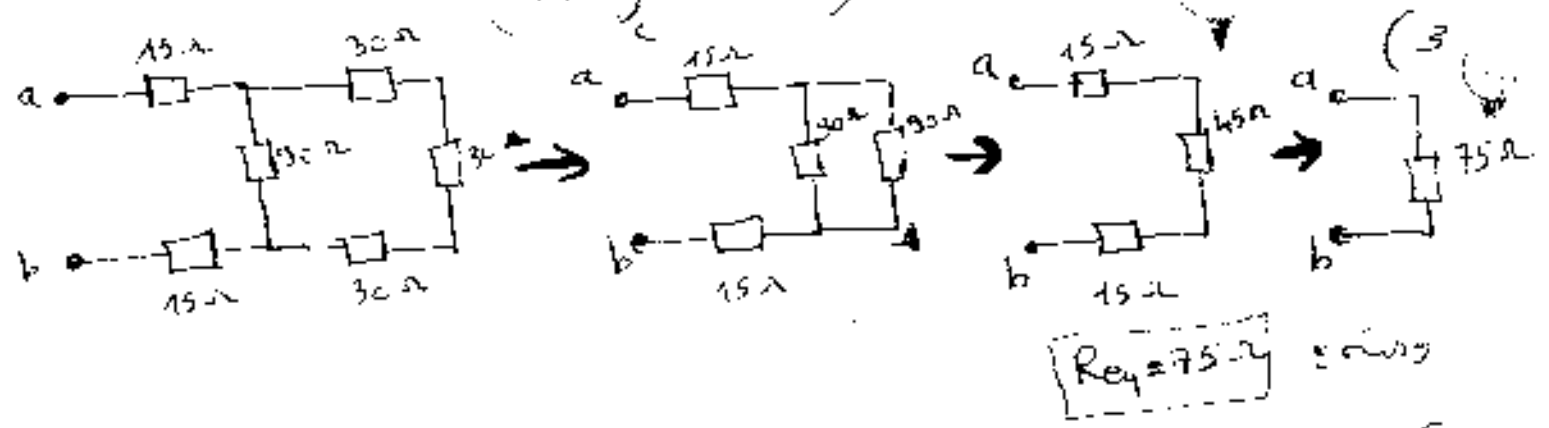
القانون الثالث

- (1) - المجال الكهربائي معدوم ($E=0$)
- (2) - الكثافة الكهربائية ثابتة ($\rho = \text{const}$)
- (3) - الكثافة الجهدية معدومة ($\gamma=0$)

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_{enc}}{\epsilon_0} \quad (2)$$

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I_i$$



$$R_{eq} = 75 \Omega$$

$$V(x, y, z) = 50xyz + 20y$$

$$\vec{E} = -\text{grad} V = -\frac{\partial V}{\partial x} \vec{i} - \frac{\partial V}{\partial y} \vec{j} - \frac{\partial V}{\partial z} \vec{k}$$

$$\rightarrow \vec{E} = -50yz \vec{i} - (50xz + 20) \vec{j} - 50xy \vec{k}$$

(4)