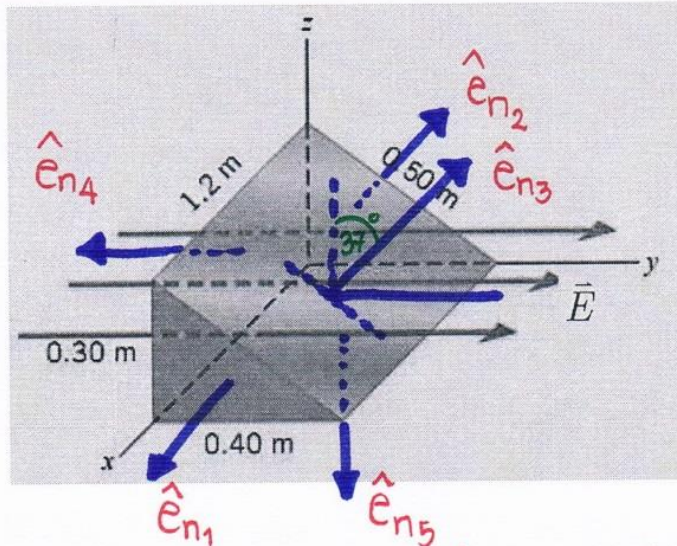


3. จากรูปสนามไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ $\vec{E} = (1 + 2x^3)\hat{e}_x + 3\hat{e}_y + 2\hat{e}_z$ N/C จงหา

ก. ฟลักซ์ไฟฟ้าที่ผ่านผิวแต่ละหน้าของกล่องนี้

ข. ประจุสุทธิในกล่อง



$$ก) \quad \phi_E = \vec{E} \cdot \hat{e}_n S = [(1 + 2x^3)\hat{e}_x + 3\hat{e}_y + 2\hat{e}_z] \cdot \hat{e}_n S$$

$$\phi_1 = [(1 + 2 \times 1.2^3)\hat{e}_x + 3\hat{e}_y + 2\hat{e}_z] \cdot \hat{e}_x \left(\frac{1}{2} (0.4)(0.3) \right) = 0.267 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \#$$

$$\phi_2 = [(1 + 2 \times 0^3)\hat{e}_x + 3\hat{e}_y + 2\hat{e}_z] \cdot (-\hat{e}_x) \left(\frac{1}{2} \times 0.4 \times 0.3 \right) = -0.06 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \#$$

$$\begin{aligned} * \phi_3 &= [(1 + 2x^3)\hat{e}_x + 3\hat{e}_y + 2\hat{e}_z] \cdot [\sin 37^\circ \hat{e}_y + \cos 37^\circ \hat{e}_z] (1.2 \times 0.5) \\ &= 2.04 \text{ Nm}^2/\text{C} \# \end{aligned}$$

$$\phi_4 = [(1 + 2x^3)\hat{e}_x + 3\hat{e}_y + 2\hat{e}_z] \cdot (-\hat{e}_y) (1.2 \times 0.3) = -1.08 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \#$$

$$\phi_5 = [(1 + 2x^3)\hat{e}_x + 3\hat{e}_y + 2\hat{e}_z] \cdot (-\hat{e}_z) (0.4 \times 1.2) = -0.96 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \#$$

$$ข) \quad \oint_S \vec{E} \cdot \hat{e}_n ds = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$0.267 - 0.06 + 2.04 - 1.08 - 0.96 = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$\therefore \sum q_i = 1.83 \times 10^{-12} \text{ C} \#$$



4. ตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนานพื้นที่ 4 cm^2 วางห่างกัน 0.05 mm โดยมีช่องว่างเป็นอากาศ นำไปต่อกับแบตเตอรี่แรงเคลื่อนไฟฟ้า 800 V เป็นเวลานาน แล้วถอดแบตเตอรี่ออก จงหา

(ก) ความจุ ประจุอิสระ และพลังงานสะสม

(ข) ถ้าเติมแผ่นฉนวนที่มี $\kappa = 2.5$ แทนที่กับระยะระหว่างแผ่นลงไป จงหาความจุ ประจุเหนี่ยวนำ และ ความหนาแน่นพลังงาน

(10 คะแนน)

$$(ก) \quad C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} (4 \times 10^{-4})}{0.05 \times 10^{-3}} = 7.08 \times 10^{-11} \text{ F} \quad \#$$

$$Q_0 = C_0 V_0 = (7.08 \times 10^{-11}) 800 = 5.66 \times 10^{-8} \text{ C} \quad \#$$

$$U_0 = \frac{1}{2} Q_0 V_0 = \frac{1}{2} (5.66 \times 10^{-8}) (800) = 2.26 \times 10^{-5} \text{ J} \quad \#$$

$$(ข) \quad C = \kappa C_0 = 2.5 (7.08 \times 10^{-11}) = 1.77 \times 10^{-10} \text{ F} \quad \#$$

$$Q_i = Q_0 \left(1 - \frac{1}{\kappa}\right) = 5.66 \times 10^{-8} \left(1 - \frac{1}{2.5}\right) = 3.40 \times 10^{-8} \text{ C} \quad \#$$

$$U_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \left(\frac{E_0}{\kappa}\right)^2 = \frac{1}{2} (8.85 \times 10^{-12}) \left[\frac{800}{0.05 \times 10^{-3} \times 2.5}\right]^2$$

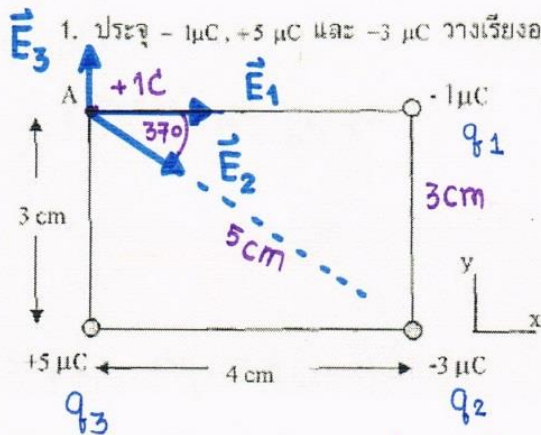
$$= 1.81 \times 10^2 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \quad \#$$

$$E_0 = \frac{V_0}{d}$$

ฟังก์ชัน

$$Q = CV = C \frac{V_0}{\kappa} = 1.77 \times 10^{-10} \frac{(800)}{2.5} = 5.66 \times 10^{-8} \text{ C}$$

EXTRA-EXPERT 1



1. ประจุ $-1\mu\text{C}$, $+5\mu\text{C}$ และ $-3\mu\text{C}$ วางเรียงอยู่ที่มุมทั้งสามของสี่เหลี่ยมมุมฉาก $3\times 4\text{ cm}^2$ จงหา

(ก) ขนาดและทิศทางของสนามไฟฟ้าที่จุด A

(ข) ศักย์ไฟฟ้าที่ A

(ค) พลังงานศักย์ไฟฟ้าของระบบ

(10 คะแนน)

$$\text{ให้ } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$\begin{aligned} \text{ก) } \vec{E}_A &= \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \frac{kq_1}{r_1^2} (\hat{e}_x) + \frac{kq_2}{r_2^2} [\cos 37^\circ \hat{e}_x + \sin 37^\circ (-\hat{e}_y)] + \frac{kq_3}{r_3^2} (\hat{e}_y) \\ &= \frac{9 \times 10^9 (10^{-6})}{(10^{-2})^2} \left[\frac{1}{4^2} \hat{e}_x + \frac{3}{5^2} \left(\frac{4}{5} \hat{e}_x - \frac{3}{5} \hat{e}_y \right) + \frac{5}{3^2} \hat{e}_y \right] \\ &= 9 \times 10^7 (0.1585 \hat{e}_x + 0.4836 \hat{e}_y) \text{ N/C} \end{aligned}$$

$$\text{ขนาด : } E_A = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 9 \times 10^7 \sqrt{0.1585^2 + 0.4836^2} = 4.58 \times 10^7 \text{ N/C}$$

$$\text{ทิศ : } \tan \theta = \frac{0.4836}{0.1585} \rightarrow \theta = 71.9^\circ$$

$$\text{ข) } V_A = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} + \frac{kq_3}{r_3} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{10^{-2}} \left[\frac{-1}{4} + \frac{(-3)}{5} + \frac{5}{3} \right] = 7.35 \times 10^5 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{ค) } E_p &= \frac{kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{10^{-2}} \left[\frac{-1(-3)}{3} + \frac{(-1)(5)}{5} + \frac{5(-3)}{4} \right] \\ &= -3.375 \text{ J} \end{aligned}$$