

ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟ – ΚΥΜΑΤΙΚΗ – ΟΠΤΙΚΗ  
Α ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2022  
ΤΜΗΜΑ ΑΕΡΟΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Ε.Κ.Π.Α.

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

$$\mu_0 = 1.257 \cdot 10^{-6} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$$

ΘΕΜΑ 1 (3 μονάδες)

Μία μεταλλική σφαίρα έχει ακτίνα 10 cm και φορτίο 500 ρC.

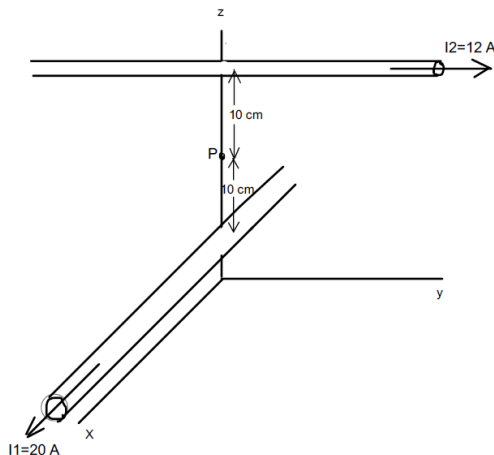
(α) Ποια είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στις παρακάτω αποστάσεις από το κέντρο της σφαίρας: (1) 5 cm, (2) 50 cm, (3), 500 cm.

(β) Ποιες θα ήταν οι απαντήσεις στα (α).1, (α).2, (α).3 αν η σφαίρα είναι ένα λεπτό μεταλλικό κέλυφος.

(γ) Ποιες θα ήταν οι απαντήσεις στα (α).1, (α).2, (α).3 αν η σφαίρα είναι φτιαγμένη από ένα μη αγώγιμο υλικό ομοιόμορφα φορτισμένο

ΘΕΜΑ 2 (2 μονάδες)

Μια μεταλλική πλάκα με πολύ μεγάλες διαστάσεις έχει επιφανειακή πυκνότητα φορτίου  $\sigma = +0.75 \text{ nC/m}^2$ . Θεωρώντας ότι η πλάκα βρίσκεται στο x-y επίπεδο και ότι έχει δυναμικό 0, να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση του ηλεκτρικού πεδίου και του δυναμικού σε συνάρτηση με το z.



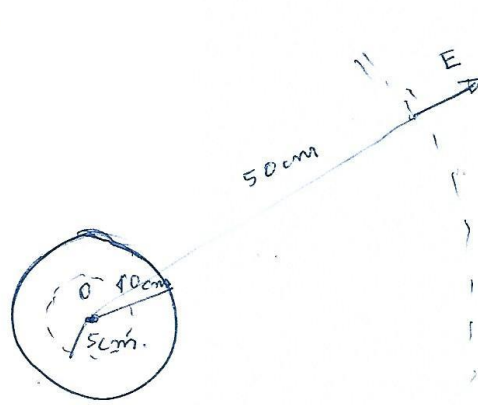
ΘΕΜΑ 3 (3 μονάδες)

Δύο καλώδια είναι προσανατολισμένα έτσι ώστε το ένα να είναι παράλληλο στον x άξονα και το άλλο παράλληλα στον γ άξονα, ενώ απέχουν μεταξύ τους 20 cm. Το ένα διαρρέεται από ρεύμα 12 A και το άλλο από ρεύμα 20 A. Να βρείτε το μέτρο, διεύθυνση, φορά του Μαγνητικού πεδίου στο σημείο P που βρίσκεται στο μέσο της μεταξύ τους απόστασης.

Θέμα 4 (2 μονάδες)

Η μαγνητική ροή μέσα από κάθε σπείρα ενός πηνίου με 75 σπείρες δίνεται από την έκφραση  $(8.8t - 0.5t^3) \times 10^{-2} \text{ T} \cdot \text{m}^2$  όπου ο χρόνος εκφράζεται σε δευτερόλεπτα. Βρείτε το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα στο οποίο είναι συνδεδεμένο το πηνίο αν η αντίστασή του είναι 10 Ohm. Ποια είναι η τιμή του ρεύματος για  $t=1 \text{ s}$  και  $t=4 \text{ s}$ .

ΘΕΜΑ 1ο



(α.1)

Στο εσωτερικό της κεντρικής σφαίρας το ηλ. πεδίο είναι 0 γιατί το δυναμικό στο εσωτερικό και στην επιφάνεια της είναι παντού το ίδιο. Κάθε σημείο με κτίο βτκβη 5 cm από το κέντρο της σφαίρας είναι στο εσωτε-

ρικό της. Άρα στην περίπτωση αυτή  $E=0$

(α.2) Ο νόμος Gauss  $\int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$  για  $S$  επιφάνεια σφαίρας με ακτίνα 50 cm δίνει  $E \int dS = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ . Το  $E$  έχει ακτινική διεύθυνση και φορά προς τα έξω. Αντιμαθιστώ και έχω:

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{500 \cdot 10^{-12} C}{(0.5)^2 m^2} = \frac{4500 \cdot 10^{-3} N}{0.25 C} = 18 \frac{N}{C}$$

(α.3) Ισχύουν τα ίδια με την περίπτωση α.2, αλλά για  $r=5m$

και  $E = 0.18 \frac{N}{C}$

(β) Οι απαντήσεις είναι ίδιες με αυτές της περίπτωσης (α). Αν η σφαίρα είναι κούφια, πάλι στο εσωτερικό της  $E=0$

(γ) Το πεδίο για  $r=50cm$  και για  $r=5cm$  είναι το ίδιο, όπως και προηγουμένως. Όμως για  $r=5cm$  υπάρχει φορτίο στο εσωτερικό της σφαίρας. Αυτό είναι ομοιόμορφα φορτισμένο, η πυκνότητα φορτίου είναι  $\frac{500 pC}{\frac{4}{3} \pi (0.1)^3 m^3}$  και

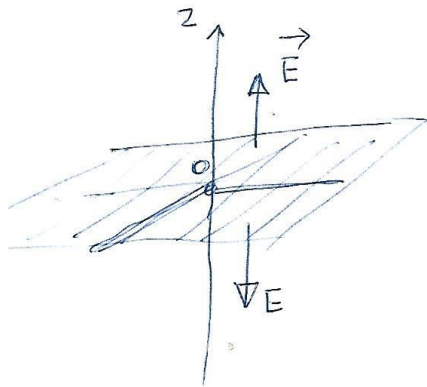
το φορτίο μέσα στην σφαίρα ακτίνας 5 cm είναι:

$$\frac{500 pC}{\frac{4}{3} \pi (0.1)^3 m^3} \cdot \frac{4}{3} \pi (0.05)^3 m^3 = 500 pC \cdot \left(\frac{0.05}{0.1}\right)^3$$

$$\delta n \gamma \alpha \delta n \frac{500 \text{ pC}}{8} = 62.5 \text{ pC}$$

$$\text{Το ηλ. πεδίο } E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{62.5 \cdot 10^{-12} \text{ C}}{(0.05)^2 \text{ m}^2} = 225 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

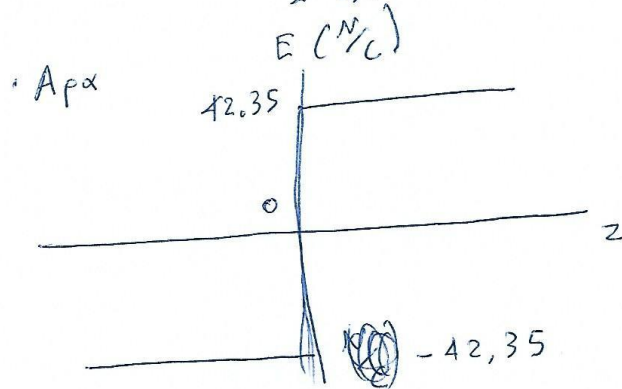
ΘΕΜΑ 2ο



Το ηλ. πεδίο είναι:

$$\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \text{ για } z > 0 \text{ και } -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \text{ για } z < 0$$

$$\delta n \gamma. \pm \frac{0.75 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 8.854 \cdot 10^{-12}} \frac{\text{N}}{\text{C}} = \pm 42.35 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$



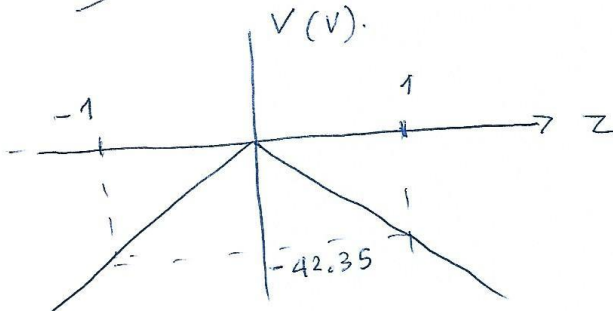
Το δυναμικό το βρούμε από την σχέση:  $z = a > 0$

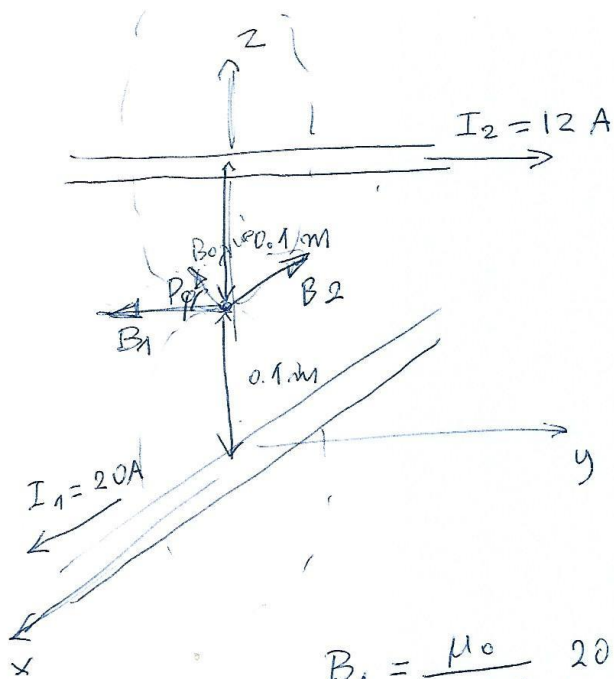
$$E = -\frac{dV}{dz} \Rightarrow -dV = E dz \Rightarrow \int_{V(z=0)}^{V(z=a>0)} dV = -E \int_{z=0}^{z=a} dz$$

$$V(a) - V(0) = -42.35 \cdot (a - 0) \Rightarrow V(a) = -42.35 \cdot a$$

Ομοίως:  $\int_{V(z=0)}^{V(z=a<0)} dV = -E \int_{z=0}^{z=a<0} dz$  για  $a < 0$

$$V(a) - V(0) = -(-42.35) \cdot (a - 0) \Rightarrow V(a) = 42.35 a$$





### ΘΕΜΑ 3ο

Χρησιμοποιώντας τον κανόνα του δεξιού χεριού βρίσκω ότι το  $B_1$  έχει διεύθυνση-φορά προς τον  $-y$  άξονα και το  $B_2$  έχει διεύθυνση-φορά προς τον  $-x$  άξονα.

Οι τιμές τους είναι:

$$B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi \cdot 0.1 \text{ m}} \cdot 20 \text{ A} = \frac{1.257 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{2\pi \cdot 0.1} \text{ T} \approx 40 \mu\text{T}$$

$$\text{και } B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi \cdot 0.1 \text{ m}} \cdot 12 \text{ A} = \frac{1.257 \cdot 10^{-6} \cdot 12}{2\pi \cdot 0.1} \text{ T} \approx 24 \mu\text{T}$$

$$\text{Άρα το } B_{\text{ολικό}} \text{ έχει μέτρο } B_{\text{ολικό}} = \sqrt{(40 \cdot 10^{-6})^2 + (24 \cdot 10^{-6})^2} \text{ T}$$

$$B_{\text{ολικό}} \approx 46,647 \mu\text{T} \text{ και η } \epsilon\varphi\varphi = \frac{B_2}{B_1} = \frac{24}{40} = 0.6$$

αφά  $\varphi = \text{τοξ}\epsilon\varphi (0.6)$ , όπου  $\varphi$  η γωνία με τον  $-y$  άξονα.

### ΘΕΜΑ 4ο

Η συνολική μαγνητική ροή είναι  $75 \cdot (8.8t - 0.5t^3) \cdot 10^{-2} \text{ T} \cdot \text{m}^2$   
Ο νόμος Faraday δίνει  $I \cdot R = \int E dl = -\frac{d\Phi}{dt}$  (το  $-$  δείχνει την φορά του ρεύματος, με τον κανόνα Lenz)

$$\text{Άρα } I = \frac{1}{10} \cdot 75 \cdot 10^{-2} (8.8 - 3 \cdot 0.5t^2) \text{ A} \text{ Για}$$

$$t = 1 \text{ s}, I = \frac{1}{10} \cdot 75 \cdot 10^{-2} (8.8 - 1.5) \text{ A} = 547,5 \text{ mA}$$

$$t = 4 \text{ s} \quad I = \frac{1}{10} \cdot 75 \cdot 10^{-2} (8.8 - 1.5 \cdot 16) \text{ A} = -1.14 \text{ A}, \text{ όπου το } - \text{ ενδείχνει ότι το ρεύμα έχει αντίθετη φορά.}$$