

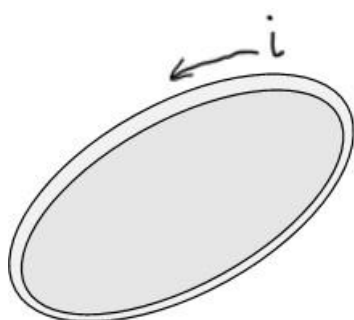
ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟ – ΚΥΜΑΤΙΚΗ – ΟΠΤΙΚΗ
Α ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2024
ΤΜΗΜΑ ΑΕΡΟΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Ε.Κ.Π.Α.

ΘΕΜΑ 1 (2 μονάδες)

Έστω δύο άγνωστα σημειακά φορτία Q1 και Q2. Σε ένα σημείο της ευθείας που τα ενώνει, το οποίο βρίσκεται στο 1/4 της απόστασης μεταξύ τους και πιο κοντά στο Q1, το ηλεκτρικό πεδίο είναι 0. Τα φορτία είναι ομόσημα ή ετερόσημα; Ποιος είναι ο λόγος Q1/Q2;

ΘΕΜΑ 2 (2 μονάδες)

3. Το ηλεκτρικό πεδίο σε μία περιοχή του χώρου έχει σταθερή διεύθυνση, φορά και μέτρο ίσο με 2 N/C. Πόση είναι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα σε δύο σημεία A και B που βρίσκονται σε αυτό τον χώρο και απέχουν 1 m όταν η ευθεία που τα ενώνει σχηματίζει γωνία 60° με το πεδίο.



ΘΕΜΑ 3 (2 μονάδες)

Να υπολογισθεί το Μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του κύκλου.

ΘΕΜΑ 4 (2 μονάδες)

Σε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα το μαγνητικό πεδίο είναι:

$B = (10^{-9}T) \cdot \hat{i} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}10^7 + \pi10^{15}t\right)$ Να βρείτε το μήκος κύματος, την συχνότητα, το πλάτος και την φορά (δηλ. τελικά την μαθηματική έκφραση) για το ηλεκτρικό πεδίο.

Θέμα 5 (2 μονάδες)

Ένα σφαιρικά διαδιδόμενο Η-Μ κύμα προέρχεται από πηγή ισχύος 2 kW. Σε απόσταση 1 m πόση είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου;

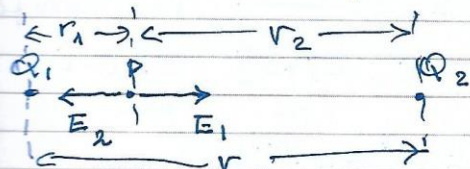
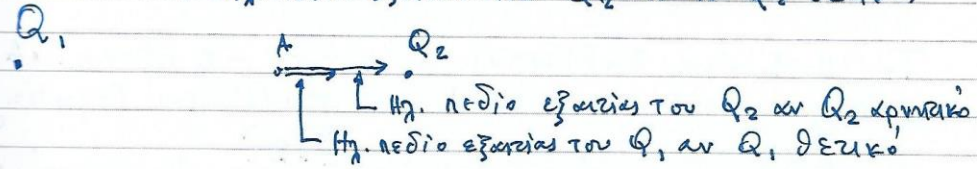
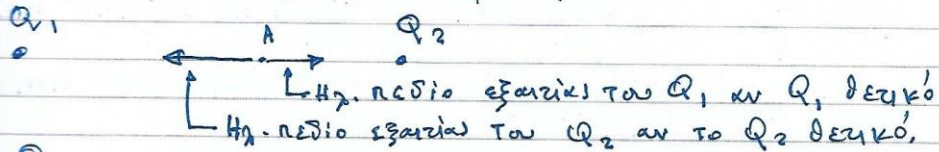
ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	$k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Άνυσμα Poynting $\vec{S} = \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_0}$	Νόμος Biot-Savart $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \cdot (\vec{dl} \times \hat{r})$	Ηλεκτρικό πεδίο-Ηλεκτρικό δυναμικό: $V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot \vec{dl}$ ή $\vec{E} = -\nabla V$	



Εθνικόν και Καποδιστριακόν
 Πανεπιστήμιον Αθηνών
 ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

ΘΕΜΑ 1ο: Τα διανύσματα του ηλ. πεδίου επάνω στην ευθεία που ενώνει τα δύο φορτία και κέρατά τους πρέπει να είναι αντίθετη φορά μεταξύ τους. Αυτό ισχύει μόνο αν τα Q_1 και Q_2 είναι ομόσημα:



$$E_2 - E_1 = 0 \Leftrightarrow E_1 = E_2 \quad E_1 = k \frac{Q_1}{r_1^2} \quad E_2 = k \frac{Q_2}{r_2^2}$$

$$r_1 = \frac{1}{4} r, \quad r_2 = \frac{3}{4} r \quad \text{επομένως:}$$

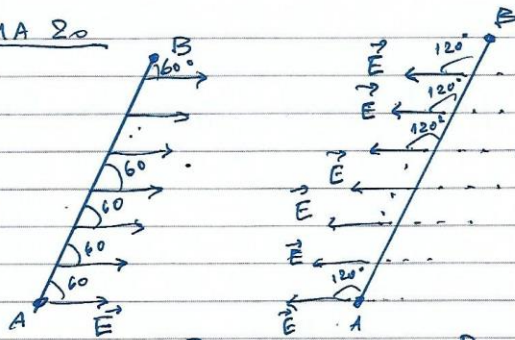
$$k \frac{Q_1}{(\frac{1}{4}r)^2} = k \frac{Q_2}{(\frac{3}{4}r)^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{Q_1}{\frac{1}{16}r^2} = \frac{Q_2}{\frac{9}{16}r^2} \Leftrightarrow \boxed{9Q_1 = Q_2}$$



Εθνικόν και Καποδιστριακόν
 Πανεπιστήμιον Αθηνών
 ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

ΘΕΜΑ 2ο

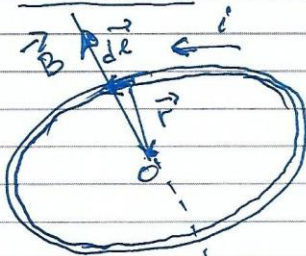


$$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = E \cdot \int_A^B d\ell = \vec{E} \cdot \vec{AB} = E \ell \cos 60^\circ = 2 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 1 \text{ V}$$



Στην περίπτωση που το \vec{E} έχει αντίθετη φορά, τότε
 $\vec{E} \cdot \vec{AB} = E \ell \cos 120^\circ = 2 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = -1 \text{ V}$

ΘΕΜΑ 3ο



Εφαρμόζουμε τον νόμο του Biot-Savart για το κ.π. στο κέντρο του κύκλου.

Το $d\vec{\ell}$ έχει φορά την φορά του ρεύματος και διεύθυνση των εφαπτομένων βζων κυκλικού σχηματισμού. Το \vec{r} είναι κάθετο

Τον κύκλο άρα το \vec{r} είναι κάθετο βζο $d\vec{\ell}$ και
 $d\vec{\ell} \times \vec{r} = d\ell \cdot 1 \cdot \sin \frac{\pi}{2} = d\ell$. Επομένως

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi r^2} d\ell \quad \text{και} \quad B = \int \frac{\mu_0 i}{4\pi r^2} d\ell = \frac{\mu_0 i}{4\pi r^2} 2\pi r \Rightarrow$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2} \cdot \frac{1}{r} \quad \text{ενώ η φορά του είναι αυτή που δείχνει το δάχτυλο.}$$



Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΘΕΜΑ 4ο: $E_0 = B_0 c$ άρα $E_0 = 10^{-9} \text{ T} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow$

$$E_0 = 0.3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ ή } 0.3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad f = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{άρα} \quad f = \frac{\pi \cdot 10^{15}}{2\pi} \text{ Hz} = \frac{1}{2} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\text{και} \quad \lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{\frac{1}{2} \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

Το Η-Μ κύμα διαδίδεται κατά τον $-z$ άξονα. Αυτό πρέπει να είναι και η φορά του ανύσφατου Ρομπτήριου.

$$\vec{S} = \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_0} \quad \text{άρα} \quad \vec{S} = S(-\hat{k}) = \frac{\vec{E} \times B\hat{l}}{\mu_0} \quad \text{Παρατηρούμε ότι}$$

$$\text{αν } \vec{E} = E \cdot \hat{j} \quad \text{θα έχουμε} \quad \vec{S} = \frac{E\hat{j} \times B\hat{l}}{\mu_0} = \frac{EB(-\hat{k})}{\mu_0}$$

$$\text{Άρα} \quad \vec{E} = 0.3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot \hat{j} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3} \cdot 10^7 + \pi \cdot 10^{15} t\right)$$

ΘΕΜΑ 5ο

Η υπερπρόθετη ισχύς ανά μονάδα επιφανείας σε απόσταση 1m από την πηγή είναι

$$S = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ W}}{4\pi \text{ m}^2}$$

$$\text{Το άνυσφο Ρομπτήριου} \quad S = \frac{EB}{\mu_0} = \frac{EE/c}{\mu_0} = \frac{E^2}{\mu_0 c} \quad \text{άρα}$$

$$E^2 = S \mu_0 c \Leftrightarrow E = \sqrt{S \mu_0 c} \quad \text{Αντιμεθεωρώντας έχω:}$$

$$E = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^3}{4\pi} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^8} \frac{\text{N}}{\text{C}} = \sqrt{6 \cdot 10^4} \frac{\text{N}}{\text{C}} = \sqrt{6} \cdot 10^2 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E \approx 245 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$