

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(06 – 09 - 2007)

Θέμα 1. α). Σε περιφέρεια κύκλου ακτίνας R υπάρχει ομογενής γραμμική κατανομή φορτίου λ . Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο \vec{E} στον άξονα που διέρχεται από το κέντρο της κατανομής και είναι κάθετος στο επίπεδο αυτής.
β). Το ανωτέρω ερώτημα να απαντηθεί στην περίπτωση που στην μία ημιπεριφέρεια υπάρχει ομογενής γραμμική κατανομή φορτίου λ ενώ στην συμπληρωματική της υπάρχει ομογενής γραμμική κατανομή φορτίου $-\lambda$. Να εξηγηθεί η μορφή του ηλεκτρικού πεδίου σε αποστάσεις από το κέντρο της κατανομής πολύ μεγαλύτερες από την ακτίνα αυτής.

Θέμα 2. Εντός κυλίνδρου ακτίνας R_1 κινούνται ηλεκτρόνια παράλληλα προς τον άξονά του, τα οποία δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα χωρικής πυκνότητας $J = k(t)\rho$ όπου ρ η απόσταση από τον άξονα του κυλίνδρου. Ο συντελεστής αναλογίας είναι ημιτονοειδής συνάρτηση του χρόνου, $k(t) = k_0 \sin \omega t$. Εντός του κυλίνδρου, κάθετα στον άξονά του τοποθετείται κυκλικός συρμάτινος βρόχος ακτίνας $R_2 < R_1$ με το κέντρο του στον άξονα. Η ολική αντίσταση του βρόχου είναι R .

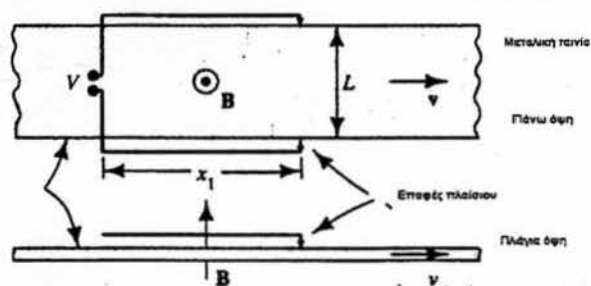
α). Να βρεθεί σε όλο τον χώρο το μαγνητικό πεδίο που οφείλεται στην κίνηση των ηλεκτρονίων.

β). Να υπολογίσετε το επαγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα στον κυκλικό βρόχο.

Θέμα 3. Μία μεταλλική ταινία κινείται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο της. Δύο σύρματα εφάπτονται στην ταινία όπως στο σχήμα και σχηματίζουν πλαίσιο μέσω της ταινίας. Το πλάτος της ταινίας είναι L και το μήκος των συρμάτων x_1 . (Βλέπε σχήμα).

α). Να ευρεθεί η τάση που αναπτύσσεται στα άκρα των συρμάτων.

β). Εάν το μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται χρονικά σύμφωνα με την σχέση $B = B_0 \cos(\omega t)$, να υπολογίσετε την συνολική επαγωγική τάση στα άκρα των συρμάτων καθώς και τη διαφορά φάσης της από το μαγνητικό πεδίο.



Θέμα 4. Να γράψετε τις εξισώσεις Maxwell στο κενό και τις κυματικές εξισώσεις που ικανοποιούν τα πεδία \vec{E} και \vec{B} . Να βρείτε τις σχέσεις μεταξύ των σταθερών \vec{E}_0 , \vec{B}_0 , \vec{k} , ω ώστε τα πεδία $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)}$ και $\vec{B}(\vec{r}, t) = \vec{B}_0 e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)}$ να αποτελούν λύση των εξισώσεων.

Καλή επιτυχία !

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (2 – 10 – 2007)

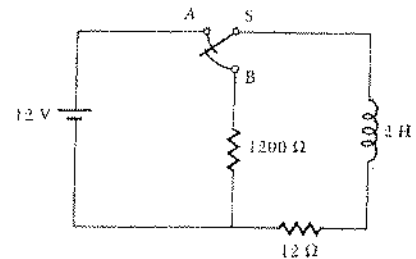
Θέμα 1. Σφαιρικός φλοιός εσωτερικής ακτίνας R_1 και εξωτερικής R_2 φέρει σφαιρικά συμμετρική χωρική κατανομή φορτίου $\rho(r) = \frac{\kappa}{r^2}$, όπου κ σταθερά και r η απόσταση από το κέντρο του φλοιού. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου \vec{E} και την συνάρτηση δυναμικού $V(r)$ σε όλο τον χώρο.

Θέμα 2. α). Επίπεδο διαρρέεται από ομογενή επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος $\vec{k} = I\vec{n}$ (\vec{n} μοναδιαίο άνυσμα του επιπέδου). Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου \vec{B} σε όλο τον χώρο.
β). Δύο παράλληλα επίπεδα τα οποία απέχουν απόσταση d , διαρρέονται από επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος $\vec{k}_1 = I_1\vec{n}$ και $\vec{k}_2 = I_2\vec{n}$ αντίστοιχα. Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο \vec{B} σε όλο τον χώρο όταν $I_1 = I_2$ και $I_1 = -I_2$.

Θέμα 3. Δέσμη φορτισμένων σωματιδίων διαρρέει κύλινδρο ακτίνας R . Η χωρική πυκνότητα ρεύματος είναι $\vec{J} = k(t)\rho\vec{z}$ όπου \vec{z} το μοναδιαίο άνυσμα που είναι παράλληλο στον άξονα του κυλίνδρου και ρ η απόσταση από τον άξονα του κυλίνδρου. Η συνάρτηση $k(t)$ δίνεται: $k(t) = k_0 \sin \omega t$.

α). Να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου \vec{B} σε ολόκληρο τον χώρο.
β). Αν εντός του κυλίνδρου τοποθετήσουμε συρμάτινο τετράγωνο πλαίσιο πλευράς R και ολικής αντίστασης r έτσι ώστε η μία πλευρά του να βρίσκεται επάνω στον άξονα του κυλίνδρου, ποιά θα είναι το ρεύμα εξ επαγωγής που διαρρέει το πλαίσιο;

Θέμα 4. Ο διακόπτης S κλείνει την επαφή A την χρονική στιγμή $t = 0$. Υπολογίστε το ρεύμα στο κύκλωμα σαν συνάρτηση του χρόνου. (Αποδείξτε το σχετικό τύπο). Αφού το ρεύμα φτάσει στη μέγιστη τιμή του ο διακόπτης κλείνει την επαφή B . Υπολογίστε την τάση στα άκρα του πηνίου την στιγμή αυτή, καθώς και την νέα σταθερά χρόνου. Σε πόσο χρόνο η τάση θα φθάσει στην τάση της πηγής;



Καλή επιτυχία !!

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(21 - 06 - 2007)

Θέμα 1. α). Δίδεται ομογενής σφαιρική κατανομή φορτίου, χωρικής πυκνότητας κ και ακτίνας R . Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε όλο τον χώρο.

β). Δίδονται δύο ομογενείς σφαιρικές κατανομές ακτίνων R_1 και R_2 και χωρικών πυκνοτήτων κ και $-\kappa$ αντίστοιχα. Εάν d είναι η απόσταση των κέντρων των δύο κατανομών και $d < R_1 + R_2$, να υπολογισθεί το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο στην τομή των δύο κατανομών.

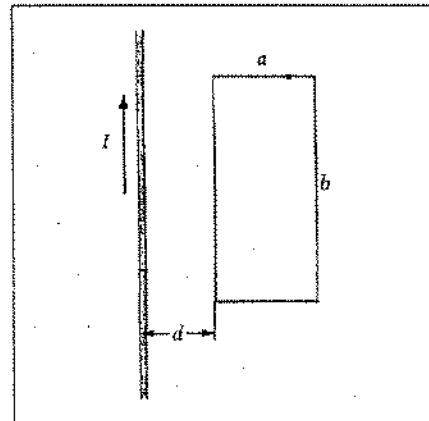
Θέμα 2. α). Να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο στον άξονα κυκλικού αγωγίου βρόχου ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα I .

β). Δίδονται δύο παράλληλοι κυκλικοί αγωγοί βρόχοι ακτίνων R_1 και R_2 . Οι βρόχοι έχουν κοινό άξονα τον z -άξονα και τα κέντρα τους είναι στα σημεία $(0,0,d)$ και $(0,0,-d)$ αντίστοιχα. Εάν ο βρόχος ακτίνας R_1 διαρρέεται από ρεύμα I_1 να ευρεθεί η ένταση και η φορά του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τον άλλο βρόχο έτσι ώστε στην αρχή των αξόνων η ένταση του μαγνητικού πεδίου να μηδενίζεται.

Θέμα 3. Ένα μεγάλου μήκους ευθύγραμμο σύρμα είναι παράλληλο προς μία πλευρά ορθογωνίου βρόχου μίας μόνο σπείρας και βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο του βρόχου όπως στο σχήμα.

α). Αν το ρεύμα στο σύρμα μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου ως $I = I_0 e^{-t/\tau}$ υπολογίστε την επαγόμενη ΗΕΔ.

β). Υπολογίστε την ΗΕΔ τη χρονική στιγμή $t = 5\text{ s}$, όταν $I_0 = 10\text{ A}$, $d = 3\text{ cm}$, $a = 6\text{ cm}$, $b = 12\text{ cm}$, $\tau = 5\text{ s}$.



$b_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$

Θέμα 4. Δίνεται σωληνοειδές πηνίο απείρου μήκους με $N = 20\pi / \text{cm}$, διαμέτρου $d = 2\text{ cm}$. Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα $i(t) = i_0 \sin \omega t$, όπου $i_0 = 10\text{ A}$ και $\omega = 100\pi (\text{rad/sec})$. Ένας κυκλικός αγωγός αντίστασης $R = 5\Omega$ και διαμέτρου $D = 10\text{ cm}$ περιβάλλει το σωληνοειδές έτσι ώστε οι άξονές τους να συμπίπτουν.

α). Να ευρεθεί το ρεύμα που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό.

β). Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (κατά μέτρο και διεύθυνση) στον κυκλικό αγωγό.

Καλή επιτυχία !

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (07 – 02 – 2008)

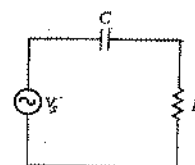
- Θέμα 1.** α). Σε επιφάνεια σφαίρας ακτίνας R υπάρχει ομοιόμορφη επιφανειακή κατανομή φορτίου σ . Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(\vec{r}) = E(r)\vec{e}_r$, καθώς και η συνάρτηση δυναμικού $\varphi(r)$ σε όλο τον χώρο.
- β). Η ανωτέρω κατανομή περιβάλλεται από αφόρτιστο αγωγίμο σφαιρικό φλοιό εσωτερικής ακτίνας a και εξωτερικής b ($b > a > R$). Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(\vec{r}) = E(r)\vec{e}_r$, σε όλο τον χώρο.
- γ). Ελαττώθηκε η αυξήθηκε η ηλεκτροστατική ενέργεια και πόσο;

Θέμα 2. Πηνίο μεγάλου μήκους και ακτίνας R , διαρρέεται από ρεύμα $I(t) = I_0 \cos \omega t$.

- α). Να γράψετε το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}(\vec{r}) = B(\rho, t)\vec{k}$ και το εξ επαγωγής ηλεκτρικό $\vec{E}(\vec{r}) = E(\rho, t)\vec{e}_\rho$ πεδίο σε όλο τον χώρο.
- β). Να υπολογίσετε την πυκνότητα του ρεύματος μετατόπισης καθώς και το συνολικό ρεύμα μετατόπισης το οποίο διαρρέει κυλινδρική περιοχή ομοαξονική με το πηνίο, ύψους L και ακτίνων, εσωτερικής a και εξωτερικής b ($b > a > R$).

Θέμα 3. Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από αντίσταση $R = 10\Omega$ και πυκνωτή C χωρητικότητας $2\mu F$. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης $V_s = V_{s,0} \cos \omega t$.

($V_{s,0} = 0.6V$ και $\omega = 6 \cdot 10^7 s^{-1}$). Το κύκλωμα έχει επιφάνεια $10cm^2$ και διαρρέεται κάθετα από μαγνητικό πεδίο $B = B_0 \cos \omega t$. ($B_0 = 5\mu T$).



- α). Υπολογίστε την ενεργό τιμή της ολικής τάσης που εφαρμόζεται στο κύκλωμα καθώς και τη διαφορά φάσης της σε σχέση με την V_s .
- β). Την σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος.
- γ). Την ενεργό τιμή του ρεύματος και τη διαφορά φάσης ως προς το V_s . ~~Σχεδιάστε~~ τα αντίστοιχα διανύσματα όπου χρειάζεται.

Θέμα 4. Να γράψετε τις εξισώσεις Maxwell στο κενό και τις κυματικές εξισώσεις που ικανοποιούν τα πεδία \vec{E} και \vec{B} . Να βρείτε τις σχέσεις μεταξύ των σταθερών \vec{E}_0 , \vec{B}_0 , k , ω ώστε τα πεδία $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kz)$ και $\vec{B}(\vec{r}, t) = \vec{B}_0 \cos(\omega t - kz)$ να αποτελούν λύση των εξισώσεων.

Καλή Επιτυχία !

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (8 – 5 – 2008)

Θέμα 1. Άπειρη κυλινδρική επιφάνεια διατομής ακτίνας R είναι φορτισμένη με επιφανειακή κατανομή φορτίου σ .

α). Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(\rho, \varphi, z) = E(\rho)\vec{e}_\rho$ σε όλο τον χώρο.

Εάν ο κύλινδρος κινείται παράλληλα στον άξονά του με σταθερή ταχύτητα v :

β). Να ευρεθεί η επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος \vec{J} , που δημιουργείται λόγω της κίνησης και το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}(\rho, \varphi, z) = B(\rho)\vec{e}_\varphi$ σε όλο τον χώρο.

Θέμα 2. Ένας δίσκος ακτίνας R φέρει ομοιόμορφη επιφανειακή κατανομή φορτίου σ .

α). Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο στον άξονα του δίσκου.

Εάν ο δίσκος περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω :

β). Να ευρεθεί η αντίστοιχη επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος.

γ). Να ευρεθεί η μαγνητική διπολική ροπή.

Θέμα 3.

α). Αγώγιμο επίπεδο (που ταυτίζεται με το $x - y$) διαρρέεται από ομογενή επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος $\vec{J} = J_0 e^{-at} \hat{i}$. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου \vec{B} σε ολόκληρο τον χώρο.

β). Κάθετα στο αγώγιμο επίπεδο τοποθετείται τετράγωνο συμμάτινο πλαίσιο πλευράς L , με τις δύο πλευρές του παράλληλες στην διεύθυνση \hat{i} . Η απόσταση της πλησιέστερης παράλληλης πλευράς από το επίπεδο είναι επίσης $3L$. Στο επίπεδο του τετραγώνου και σε απόσταση $3L$ από το αγώγιμο επίπεδο τοποθετείται συμμάτινος αγωγός παράλληλος στην διεύθυνση \hat{i} , ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα της μορφής $I = I_0 e^{-at}$ αντίρροπο με το \vec{J} . Οι δύο αγωγοί (ο συμμάτινος και το αγώγιμο επίπεδο) ευρίσκονται εκατέρωθεν του τετραγωνικού πλαισίου. Να βρεθεί η μαγνητική ροή που διαπερνά το πλαίσιο.

γ). Εάν το συμμάτινο πλαίσιο έχει ολική αντίσταση R να υπολογίσετε το ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο.

Θέμα 4. Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από αντίσταση

$R = 10\Omega$ και πυκνωτή C χωρητικότητας $2nF$. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης $V_s = V_{s,0} \cos \omega t$.

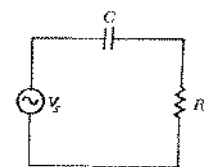
($V_{s,0} = 0.6V$ και $\omega = 6 \cdot 10^7 s^{-1}$). Το κύκλωμα έχει επιφάνεια $10cm^2$

και διαρρέεται κάθετα από μαγνητικό πεδίο $B = B_0 \cos \omega t$. ($B_0 = 5\mu T$).

α). Υπολογίστε την ενεργό τιμή της ολικής τάσης που εφαρμόζεται στο κύκλωμα καθώς και τη διαφορά φάσης της σε σχέση με την V_s .

β). Την σύνθετη αντίσταση Z του κυκλώματος.

γ). Την ενεργό τιμή του ρεύματος και τη διαφορά φάσης ως προς το V_s . Σχεδιάστε τα αντίστοιχα διανύσματα όπου χρειάζεται.



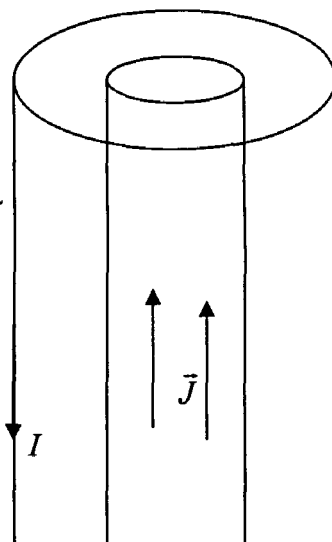
Καλή Επιτυχία !

Θέμα 1. Δίδεται «άπειρη» αγώγιμη γειωμένη επίπεδη επιφάνεια και ένα σημειακό φορτίο q , μάζας m σε απόσταση d πάνω από την επιφάνεια.

- α). Ποιό είναι το δυναμικό στον χώρο πάνω από την επιφάνεια που περιέχει το σημειακό φορτίο;
 β). Να ευρεθεί η ενέργεια αλληλεπίδρασης του φορτίου με το επίπεδο (δηλαδή το έργο για την μετακίνηση του σημειακού φορτίου από το άπειρο στην θέση d).
 γ). Αφήνουμε το φορτίο να κινηθεί από την ηρεμία προς το επίπεδο υπό την επίδραση της ελκτικής ηλεκτρικής δύναμης. Να γράψετε την εξίσωση κίνησης και τις αρχικές συνθήκες.

Θέμα 2. Ομοαξονικό καλώδιο αποτελείται από «άπειρο» κυλινδρικό αγωγό, ακτίνας R_1 , ο οποίος διαρρέεται από ομογενή πυκνότητα ρεύματος $\vec{J} = J\hat{k}$ και περιβάλλεται από ομοαξονικό κυλινδρικό φλοιό ακτίνας R_2 και αμελητέου πάχους μέσω του οποίου επιστρέφει το ολικό ρεύμα I .

- α). Να ευρεθεί το ολικό ρεύμα I που διαρρέει το καλώδιο.
 β). Να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο συναρτήσει του ολικού ρεύματος.
 γ). Εάν το ρεύμα είναι χρονικά εξαρτώμενο $I(t)$ να ευρεθεί το εξ επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E} = E(\rho)\hat{k}$ στον χώρο μεταξύ των αγωγών ($R_1 < \rho < R_2$).
 (Δίδεται ότι $E(\rho) = 0$ για $\rho \geq R_2$.)



Θέμα 3. Ράβδος μάζας m και μήκους L , γλιστράει σε δύο οριζόντιους αγωγούς χωρίς τριβή. Το όλο πλαίσιο βρίσκεται σε κατακόρυφο ομογενές και σταθερό μαγνητικό πεδίο B . Το σύρμα έχει αντίσταση R , ενώ οι οριζόντιοι αγωγοί έχουν αμελητέα αντίσταση.

- α). Το κύκλωμα τροφοδοτείται από πηγή σταθερής τάσης. Υπολογίστε την οριακή ταχύτητα της ράβδου (για $t=0, v=0$).
 β). Το κύκλωμα τροφοδοτείται από πηγή έτσι ώστε το ρεύμα της ράβδου να παραμένει σταθερό. Υπολογίστε την επιτάχυνση της ράβδου.

Θέμα 4. α). Να γράψετε τις εξισώσεις Maxwell στο κενό ($\rho = 0, \vec{J} = 0$).

β). Δίνονται τα πεδία $\vec{E} = (0, E_y(x,t), 0)$ και $\vec{B} = (0, 0, B_z(x,t))$. Ποιες εξισώσεις πρέπει να ικανοποιούν οι συνιστώσες $E_y(x,t), B_z(x,t)$ ώστε να αποτελούν λύση των εξισώσεων Maxwell;

γ). Αν $E_y(x,t) = E_0 \cos kx \cos ct$ να δείξετε ότι ικανοποιεί την μονοδιάστατη κυματική εξίσωση. Να δώσετε την φυσική ερμηνεία της λύσης αυτής.

(Υπενθυμίζεται ότι τα απλά μονοδιάστατα επίπεδα κύματα είναι συναρτήσεις της μορφής $f(x+ct)$ η $g(x-ct)$.)

Καλή Επιτυχία !

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (16 – 02 – 2010)

Θέμα 1. Κυλινδρικός πυκνωτής απείρου μήκους έχει οπλισμούς σε ακτίνες $R_1 < R_2$. Ο εσωτερικός οπλισμός φορτίζεται σε δυναμικό $V_0 > 0$ και ο εξωτερικός γειώνεται.

~~α.~~ Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(\vec{r})$ και το δυναμικό $V(\vec{r})$ σε όλο τον χώρο.

~~β.~~ Να ευρεθεί το ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο ανά μονάδα μήκους στον εσωτερικό οπλισμό και η χωρητικότητα ανά μονάδα μήκους του πυκνωτή.

Θέμα 2. Τετράγωνος βρόχος πλευράς s διαρρέεται από ρεύμα έντασης I .

~~α.~~ Να ευρεθεί το ακριβές μαγνητικό πεδίο σε απόσταση z πάνω από το κέντρο του βρόχου.

~~β.~~ Επαληθεύστε ότι για $z \gg s$ ανάγεται στο πεδίο ενός διπόλου με κατάλληλη διπολική ροπή.

Θέμα 3. Μακρύ ομοαξονικό καλώδιο αποτελείται από εσωτερική κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας a και εξωτερική ακτίνας b ($b > a$). Στο ένα άκρο συνδέουμε τους αγωγούς με πηγή συνεχούς τάσεως V και στο άλλο με ωμική αντίσταση R , δημιουργώντας ρεύμα $I = \frac{V}{R}$.

~~α.~~ Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}(\vec{r})$ σε όλο το χώρο.

~~β.~~ Θεωρώντας πως οι δύο αγωγίμες επιφάνειες έχουν σταθερή γραμμική πυκνότητα φορτίου k και $-k$ αντίστοιχα, να ευρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}(\vec{r})$ του συστήματος (κυλινδρικός πυκνωτής).

~~γ.~~ Να ευρεθεί το άνυσμα Poynting καθώς και η μεταφερόμενη ισχύς. Πώς εξηγείτε το αποτέλεσμα σας ;

Θέμα 4 Ένας πυκνωτής που βρίσκεται σε κινητό τηλέφωνο, έχει οπλισμούς παράλληλους, με επιφάνεια 1 mm^2 . Στον πυκνωτή εφαρμόζεται τάση $V = 5 \cos(12 \times 10^9 t) \text{ V}$.

~~α.~~ Να υπολογίσετε το ρεύμα μετατόπισης μέσα στον πυκνωτή.

~~β.~~ Να υπολογίσετε το μαγνητικό πεδίο σε απόσταση 2 mm από το κέντρο του πυκνωτή. (Θεωρείστε ότι οι οπλισμοί έχουν σχήμα δίσκου).

~~γ.~~ Σε ένα απλό σχήμα δείξτε τη μορφή των πεδίων.

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}.$$

$$d = 1 \text{ mm}$$

Καλή Επιτυχία!

Θέμα 1: α). Δίδεται σφαίρα ακτίνας R με ομογενή χωρική κατανομή φορτίου κ_0 . Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$ σε όλο τον χώρο.

β). Δίδονται δύο σφαίρες ακτίνας R εκ των οποίων η μία φέρει ομογενή χωρική κατανομή φορτίου κ_0 και η άλλη $-\kappa_0$. Τα κέντρα των δύο σφαιρών απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d < 2R$, δηλαδή οι δύο σφαίρες τέμνονται. Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο στην τομή των δύο σφαιρών.

Θέμα 2: α). Να ευρεθεί η συνάρτηση δυναμικού διπόλου διπολικής ροπής $\vec{p} = p_0\hat{z}$.

β). Στις θέσεις $(0, 0, a)$, $(0, 0, -a)$, $(a, 0, 0)$ και $(-a, 0, 0)$, τοποθετούνται φορτία q , $-q$, q και q αντίστοιχα. Να ευρεθεί η συνάρτηση δυναμικού στα σημεία του άξονα, $\phi(0, 0, z)$, μέχρι και την προσέγγιση διπόλου.

Θέμα 3: Εντός κυλίνδρου απείρου μήκους και ακτίνας R κινούνται φορτία τα οποία δημιουργούν χωρική πυκνότητα ρεύματος $\vec{J} = J(t)\hat{z}$ κατά την διεύθυνση του άξονα του κυλίνδρου.

α). Να ευρεθεί το ολικό ρεύμα που διαρρέει τον κύλινδρο καθώς και το μαγνητικό πεδίο σε ολόκληρο τον χώρο.

β). Τετράγωνο αγώγιμο πλαίσιο πλευράς R και ολικής αντίστασης r_0 τοποθετείται ώστε ο άξονας του κυλίνδρου να ανήκει στο επίπεδο του πλαισίου και η πλησιέστερη πλευρά του να απέχει $\frac{R}{2}$ από τον άξονα. Να ευρεθεί το εξ επαγωγής ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο. Δίδεται $J(t) = J_0 \cos \omega t$.

Θέμα 4: α). Να διατυπώσετε τις εξισώσεις Maxwell στο κενό ($\rho = 0$, $\vec{j} = 0$) και να δείξετε ότι το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο ικανοποιούν κυματικές εξισώσεις.

β). Δίδονται τα πεδία $\vec{E} = E_0 \hat{z} \cos \omega t \sin kx$ και $\vec{B} = B_0 \hat{y} \sin \omega t \cos kx$.

Να προσδιορισθεί η σχέση μεταξύ των σταθερών E_0 , B_0 , ω και k ώστε τα πεδία \vec{E} και \vec{B} να αποτελούν λύσεις των εξισώσεων Maxwell στο κενό.

Καλή επιτυχία!

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(01 – 02 – 2012)

Θέμα 1: Δίδεται αγώγιμη, γειωμένη σφαίρα ακτίνας R και φορτίο q εκτός αυτής σε απόσταση d από το κέντρο της ($d > R$).

α). Να ευρεθεί η συνάρτηση δυναμικού σε όλο τον χώρο.

β). Να ευρεθεί η ηλεκτροστατική ενέργεια αλληλεπίδρασης του συστήματος αγωγού φορτίου.

Θέμα 2: Σε επιφάνεια σφαίρας ακτίνας R δίδεται ομογενής κατανομή φορτίου σ .

α). Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$ σε όλον τον χώρο.

β). Η σφαίρα περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω περί άξονα ο οποίος διέρχεται από κέντρο της. Να γραφεί η επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος και να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο της σφαίρας.

(Υπενθυμίζεται ότι για κυκλικό δακτύλιο ακτίνας a , αμελητέας διατομής, ο οποίος

διαρρέεται από ρεύμα I , το μαγνητικό πεδίο στον άξονά του είναι $\vec{B}(z) =$

$$\frac{\mu_0 I a^2}{2\pi} \frac{1}{(a^2+z^2)^{3/2}} \hat{n}, \text{ όπου } z \text{ η απόσταση του σημείου του άξονα από το κέντρο του}$$

δακτυλίου και \hat{n} το μοναδιαίο άνωσμα κατά μήκος του άξονα με διεύθυνση καθοριζόμενη από την φορά του ρεύματος. Επίσης δίδεται το ολοκλήρωμα

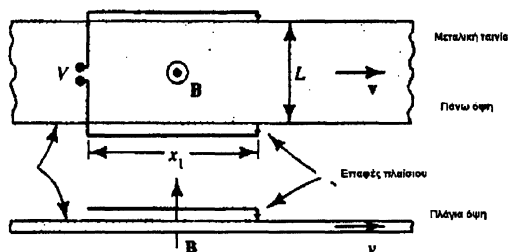
$$\int_0^\pi \sin^3 \theta d\theta = \frac{4}{3}.)$$

Θέμα 3: Άπειρος κύλινδρος ακτίνας R φέρει ομογενή χωρική κατανομή φορτίου κ .

α). Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(\vec{r}) = E(\rho)\hat{\rho}$ σε όλο τον χώρο (ρ είναι η απόσταση από τον άξονα του κυλίνδρου).

β). Ο κύλινδρος περιστρέφεται περί τον άξονά του με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}(\vec{r}) = B(\rho)\hat{k}$ σε όλο τον χώρο.

Θέμα 4: Μία μεταλλική ταινία κινείται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο της. Το μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται σύμφωνα με την σχέση $B=B_0 \cos(\omega t)$. Δύο σύρματα εφάπτονται στην ταινία όπως στο σχήμα και σχηματίζουν βρόχο μέσω της ταινίας. Να υπολογίσετε τις τάσεις που επάγονται στα άκρα των συρμάτων και τη συνολική τάση.



Καλή επιτυχία!

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(13 – 06 – 2012)

Θέμα 1. α). Σε περιφέρεια κύκλου ακτίνας R υπάρχει ομογενής γραμμική πυκνότητα φορτίου λ . Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}(0,0,z)$ στον άξονα που διέρχεται από το κέντρο του κύκλου και είναι κάθετος στο επίπεδο αυτού.

β). Να απαντηθεί το ίδιο ερώτημα στην περίπτωση που η μία ημιπεριφέρεια έχει πυκνότητα λ και η άλλη $-\lambda$. Να σχολιασθεί η μορφή του ηλεκτρικού πεδίου για $|z| \gg R$.

Θέμα 2. α). Επίπεδο φέρει ομογενή επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ . Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο \vec{E} σε όλο τον χώρο. Ο υπολογισμός να γίνει με χρήση του νόμου της ηλεκτρικής ροής (Gauss) και με χρήση του νόμου Coulomb (ολοκλήρωση).

β). Εάν το φορτίο κινείται με ταχύτητα $\vec{v} = v\hat{j}$ να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο \vec{B} σε όλο τον χώρο.

Θέμα 3. Ένας πυκνωτής που χρησιμοποιείται σε κινητό τηλέφωνο, έχει εμβαδόν 1mm^2 και απόσταση ανάμεσα στους οπλισμούς 2mm . Στον πυκνωτή εφαρμόζεται τάση $V = 0,5 \cos(12 \times 10^9 t) \text{V}$.

α). Να υπολογίσετε το ρεύμα μετατόπισης μέσα στον πυκνωτή.

β). Το μαγνητικό πεδίο σε απόσταση $r = 2\text{mm}$ από το κέντρο του πυκνωτή. Θεωρούμε ότι οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν σχήμα δίσκου, και το διηλεκτρικό είναι αέρας. Δίνεται $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$.

Θέμα 4. α). Να γραφούν οι εξισώσεις Maxwell στο κενό απουσία φορτίων και ρευμάτων.

β). Δίδονται τα επίπεδα κύματα

$$\vec{E} = E_0 \hat{i} \sin(kz - kct), \quad \vec{B} = B_0 \hat{j} \sin(kz - kct)$$

Να ευρεθεί η σχέση μεταξύ των E_0, B_0 ώστε τα ανωτέρω διανύσματα να ικανοποιούν τις εξισώσεις Maxwell.

γ). Για το ανωτέρω ηλεκτρομαγνητικό κύμα να υπολογιστεί το άνυσμα Poynting $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$, η πυκνότητα ενέργειας $\omega = \frac{\epsilon_0}{2} \vec{E}^2 + \frac{1}{2\mu_0} \vec{B}^2$, και να δειχθεί ότι $\frac{\partial \omega}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{S} = 0$. Να σχολιαστεί η σημασία της ανωτέρω σχέσης.

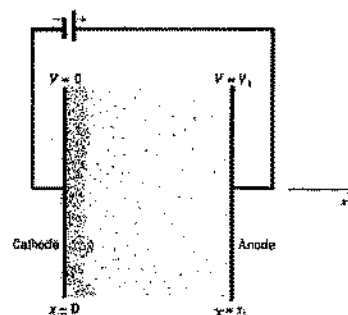
Καλή επιτυχία!

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(18 - 02 - 2013)

Θέμα 1. α). Να υπολογισθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, η συνάρτηση δυναμικού και η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται εάν φορτίο Q κατανεμηθεί ομοιόμορφα στην επιφάνεια αγωγίμης σφαίρας ακτίνας R .

β). Έστω σύστημα δύο μεταλλικών σφαιρών ακτίνας R_1 και R_2 των οποίων τα κέντρα απέχουν απόσταση $d \gg R_1 + R_2$ έτσι ώστε η αλληλεπίδρασή τους να θεωρείται αμελητέα. Να ευρεθεί πώς πρέπει να κατανεμηθεί το συνολικό φορτίο Q , ομοιόμορφα, στις δύο σφαίρες ώστε το σύστημα να έχει την ελάχιστη ενέργεια. Να γραφούν τότε τα δυναμικά των δύο σφαιρών και να σχολιασθεί το αποτέλεσμα.

Θέμα 2. Ηλεκτρόνια παραγόμενα στην κάθοδο στο $x = 0$, η οποία ευρίσκεται σε δυναμικό $V=0$ κινούνται προς την άνοδο στο $x = x_1$, η οποία ευρίσκεται σε δυναμικό V_1 . Όταν το ρεύμα σταθεροποιηθεί, η πυκνότητα φορτίου δεν μεταβάλλεται με τον χρόνο. Τότε η συνάρτηση δυναμικού στον χώρο μεταξύ των δύο πλακών είναι



$$\varphi(x) = V_1 \left(\frac{x}{x_1}\right)^3$$

α). Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E} = E(x) \hat{i}$ και η χωρική πυκνότητα $\rho(x)$ φορτίου στον χώρο μεταξύ των πλακών.

β). Να ευρεθεί η ταχύτητα των ηλεκτρονίων $\vec{u} = u(x) \hat{i}$ ως συνάρτηση της απόστασής τους από την κάθοδο, εάν η αρχική ταχύτητα εξόδου είναι μηδενική. Εν συνεχεία να ευρεθεί η πυκνότητα ρεύματος \vec{j} την οποία δημιουργούν.

Θέμα 3. Κύλινδρος απείρου μήκους και ακτίνας R περιβάλλεται από ομοαξονική κυλινδρική περιοχή απείρου μήκους με εσωτερική ακτίνα $2R$ και εξωτερική $3R$. Από τον εσωτερικό κύλινδρο ανεβαίνει ρεύμα I ομοιόμορφα κατανεμημένο, το οποίο επιστρέφει από την κυλινδρική περιοχή που υπάρχει μεταξύ των ακτίνων $2R$ και $3R$, επίσης ομοιόμορφα.

α). Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο.

β). Αν το ρεύμα είναι χρονικά μεταβαλλόμενο δηλαδή $I = I_0 \sin \omega t$, να ευρεθεί το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο σε απόσταση $\rho = 2,5R$ από τον άξονα. (Δίδεται ότι $\vec{E} = E(\rho, t) \hat{z}$ και $E(\rho, t) = 0$ για κάθε $\rho > 3R$.)

Θέμα 4. α). Να γραφούν οι εξισώσεις Maxwell στο κενό, απουσία φορτίων και ρευμάτων και εξ αυτών οι κυματικές εξισώσεις τις οποίες ικανοποιούν το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο.

β). Δίδονται ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο

$\vec{E} = E_0 \hat{i} \sin(\omega t - kz)$, $\vec{B} = \vec{B}_0 \cos(\omega t - kz + \varphi)$ αντίστοιχα. Να ευρεθεί η σχέση μεταξύ των ω και k ώστε τα ανωτέρω πεδία να ικανοποιούν τις κυματικές εξισώσεις. Να ευρεθεί το \vec{B}_0 και η γωνία φ ώστε να ικανοποιούνται οι εξισώσεις Maxwell (το E_0 θεωρείται γνωστό).

γ). Να γραφεί η τελική μορφή του ηλεκτρομαγνητικού κύματος και να υπολογισθεί το άνυσμα Poynting $\vec{P} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$.

(Υπενθυμίζεται ότι $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$ για αυθαίρετο ανυσματικό πεδίο \vec{A} .)

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(27 – 02 – 2015)

- Θέμα 1.** α). Δίδεται σφαιρική επιφάνεια ακτίνας R , φορτισμένη ομοιόμορφα με συνολικό φορτίο q . Να ευρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε όλο τον χώρο.
β). Αγώγιμη σφαιρική επιφάνεια, ακτίνας R , είναι γειωμένη. Σε απόσταση s από το κέντρο ($s > R$) τοποθετείται σημειακό φορτίο q . Να ευρεθεί η συνάρτηση δυναμικού παντού.
γ). Για την περίπτωση της διάταξης β να υπολογίσετε την ηλεκτροστατική ενέργεια.

Θέμα 2. Θεωρείστε δύο ομοαξονικά κυλινδρικά φύλλα αμελητέου πάχους, ακτίνων R_1, R_2 ($R_2 > R_1$) και μήκους H τα οποία διαρρέονται από ίσα και αντίθετα επιφανειακά ρεύματα I ομοιόμορφα κατανεμημένα.

- α). Να υπολογισθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε όλο τον χώρο. (Υποθέσατε ότι $R_1 < R_2 \ll H$ και επομένως $\vec{B}(\vec{r}) = B(\rho)\hat{\phi}$ όπου ρ η απόσταση από τον άξονα z ο οποίος θεωρείται ο κοινός άξονας των δύο φύλλων.)
β). Να υπολογισθεί η ενέργεια του συστήματος.
γ). Εάν το ρεύμα εξαρτάται από τον χρόνο, $I = I_0 t$, να ευρεθεί το εξ επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο, $\vec{E}(\vec{r}) = E(\rho)\hat{k}$, με $E(\rho) = 0$ για $\rho > R_2$.

Θέμα 3. Ένας πυκνωτής που χρησιμοποιείται σε κινητό τηλέφωνο, έχει εμβαδόν 1 mm^2 και απόσταση ανάμεσα στους οπλισμούς 2 mm . Στον πυκνωτή εφαρμόζεται τάση $\mathcal{V} = 0,5 \cos(12 \times 10^9 \text{ Hz } t) \text{ Volt}$.

- α). Να υπολογίσετε το ρεύμα μετατόπισης μέσα στον πυκνωτή.
β). Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε απόσταση $r = 2 \text{ mm}$ από το κέντρο του πυκνωτή. Θεωρούμε ότι οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν σχήμα δίσκου, και το διηλεκτρικό είναι αέρας. Δίνεται $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$. (Θεωρείστε ότι το ρεύμα μετατόπισης εκτός του πυκνωτού μηδενίζεται.)

Θέμα 4. α). Να γράψετε τις εξισώσεις Maxwell. Ποία είναι η μορφή τους στον κενό χώρο απουσία φορτίων και ρευμάτων ($\rho = 0, \vec{j} = 0$);

- β). Δίδεται το ηλεκτρικό πεδίο ηλεκτρομαγνητικού κύματος $\vec{E}(z, t) = E_0 \hat{i} \cos(kz - \omega t) + E_0 \hat{j} \sin(kz - \omega t)$. Να ευρεθεί το αντίστοιχο μαγνητικό πεδίο. Εξηγήστε την χρονική εξέλιξη του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου σε κάθε σημείο του χώρου.
γ). Να υπολογισθεί το άνυσμα Poynting και να δώσετε το φυσικό του περιεχόμενο.

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (15 – 09 – 2009)

Θέμα 1. α). Κυκλικός δακτύλιος ακτίνας a είναι φορτισμένος με ομοιόμορφη γραμμική πυκνότητα φορτίου λ . Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο στα σημεία του άξονά του.

β). Δύο λεπτοί μεταλλικοί δακτύλιοι ακτίνας a τοποθετούνται παράλληλα, σε απόσταση $L \gg a$, έτσι ώστε να έχουν κοινό άξονα και διαρρέονται από ρεύμα I ίδιας φοράς. Να βρεθεί η δύναμη που ασκεί ο ένας δακτύλιος στον άλλον.

Δίνονται οι καρτεσιανές συνιστώσες του μαγνητικού πεδίου κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού τοποθετημένου στο επίπεδο xy με το κέντρο του στην αρχή των αξόνων:

$$B_x = \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{3 \cos\varphi \sin\theta \cos\theta}{r^3}, \quad B_y = \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{3 \sin\varphi \sin\theta \cos\theta}{r^3}, \quad B_z = \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{3 \cos^2\theta - 1}{r^3},$$

όπου r η απόσταση του τυχαίου σημείου από την αρχή των αξόνων ($r \gg a$), θ η γωνία του διανύσματος \vec{r} με τον άξονα z και φ η γωνία της προβολής του διανύσματος \vec{r} στο επίπεδο xy με τον άξονα x . M είναι η μαγνητική διπολική ροπή του αγωγού.

Θέμα 2. Δίνεται ευθύγραμμος συρμάτινος αγωγός απείρου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα $\vec{I}(t) = \hat{z} I_0 \sin\omega t$ και κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας $2R$, απείρου μήκους της οποίας ο άξονας είναι ο συρμάτινος αγωγός. Η κυλινδρική επιφάνεια διαρρέεται από ομοιόμορφα κατανεμημένο ρεύμα επιφανειακής πυκνότητας $\vec{K}(t) = \hat{z} K_0 \sin\omega t$.

α). Να βρεθεί το μαγνητικό πεδίο σ' ολόκληρο τον χώρο.

β). Συρμάτινο τετραγωνικό πλαίσιο πλευράς $2R$ και αντίστασης r_0 τοποθετείται ώστε ο συρμάτινος άπειρος αγωγός να ανήκει στο επίπεδο του πλαισίου και να είναι παράλληλος σε δύο πλευρές του. Η πλησιέστερη πλευρά του απέχει από τον συρμάτινο αγωγό απόσταση R . Να βρεθεί το εξ επαγωγής ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο.

γ). Ποιά σχέση πρέπει να ικανοποιούν οι δεδομένες σταθερές I_0 , K_0 και R ώστε το μαγνητικό πεδίο του πρώτου ερωτήματος να μηδενίζεται εκτός της κυλινδρικής επιφάνειας;

Θέμα 3. Ένας βρόχος σε σχήμα παραλληλογράμμου, με πλευρές $4m$ και $1m$ βρίσκεται δίπλα σε μακρύ ευθύγραμμο σύρμα με την πλησιέστερη μεγαλύτερη πλευρά παράλληλη και σε απόσταση $2m$ από αυτό. Το σύρμα διαρρέεται από ρεύμα $I = 10 \sin(1000t)$ A.

α). Υπολογίστε την ενεργή τιμή της τάσης που επάγεται στον βρόχο.

β). Υπολογίστε την αμοιβαία επαγωγή μεταξύ του βρόχου και του σύρματος.

Θέμα 4. α). Να γράψετε τις εξισώσεις Maxwell και να δείξετε ότι στο κενό ($\rho = 0$, $\vec{j} = 0$) το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο ικανοποιούν κυματικές εξισώσεις.

β). Δίδονται τα πεδία $\vec{E} = E_0 \hat{z} \cos\omega t \sin kx$ και $\vec{B} = B_0 \hat{y} \sin\omega t \cos kx$. Ποιές σχέσεις πρέπει να ικανοποιούν οι σταθερές E_0 , B_0 , ω και k ώστε τα \vec{E} και \vec{B} να αποτελούν λύσεις των εξισώσεων Maxwell στο κενό.

(Υπενθυμίζονται οι σχέσεις: $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$ και $\sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta$.)

Θέμα 1. α. Δίσκος ακτίνας a είναι φορτισμένος με ομογενή επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ . Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο \vec{E} στον άξονα του δίσκου.

β. Εάν ο δίσκος περιστρέφεται περί τον άξονά του με γωνιακή ταχύτητα ω , να ευρεθεί η επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος $\vec{J} = J(\rho) \hat{\phi}$ και η μαγνητική ροπή $\vec{\mu}$.

Θέμα 2. Ένας ομοαξονικός αγωγός έχει διάμετρο εξωτερικού αγωγού b και εσωτερικού αγωγού a .

α. Αν το διηλεκτρικό μεταξύ των αγωγών είναι αέρας, υπολογίστε την χωρητικότητα του αγωγού, ανά μονάδα μήκους.

β. Αν ο κεντρικός αγωγός διαρρέεται από συνεχές ρεύμα I το οποίο επιστρέφει από τον εξωτερικό αγωγό, υπολογίστε το Μαγνητικό Πεδίο στον χώρο μεταξύ των αγωγών και την Αυτεπαγωγή ανά μονάδα μήκους.

γ. Υπολογίστε την ποσότητα $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$. Το Z ονομάζεται Χαρακτηριστική Εμπέδηση του αγωγού. Σε τι μονάδες μετριέται; Δίδονται: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m, $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m, $a = 0,5$ mm και $b = 5$ mm.

Θέμα 3. Κύλινδρος ακτίνας R διαρρέεται από χωρικά ομογενές ρεύμα πυκνότητας $\vec{J} = J(t) \hat{z} = J_0 \sin \omega t \hat{z}$ (ο άξονας του κυλίνδρου είναι στην διεύθυνση \hat{z}). Ο κύλινδρος περιβάλλεται από ομοαξονική κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας $2R$ που διαρρέεται από ρεύμα επιφανειακής πυκνότητας $\vec{K} = K(t) \hat{z} = K_0 \sin \omega t \hat{z}$.

α. Να ευρεθεί το ολικό ρεύμα που διαρρέει τον κύλινδρο και την κυλινδρική επιφάνεια. Για ποιές τιμές των σταθερών J_0 , K_0 , R το μαγνητικό πεδίο μηδενίζεται παντού έξω από την επιφάνεια;

β. Τετράγωνο πλαίσιο πλευράς $2R$ και αντίστασης R_0 τοποθετείται ώστε η μία πλευρά του να εφάπτεται στην επιφάνεια του κυλίνδρου παράλληλα με τον άξονα αυτού. Επί πλέον ο άξονας του κυλίνδρου να ευρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το τετράγωνο πλαίσιο. Να ευρεθεί το ρεύμα εξ επαγωγής που διαρρέει το πλαίσιο.

Θέμα 4. Επίπεδος πυκνωτής ο οποίος την χρονική στιγμή $t = 0$ είναι αφόρτιστος, φορτίζεται μέσω πηγής συνεχούς τάσεως, ηλεκτρεγερτικής δύναμης \mathcal{E} με την παρεμβολή αντίστασης R .

α. Να ευρεθούν το ηλεκτρικό ρεύμα $I(t)$ που διαρρέει το κύκλωμα, η τάση $V(t)$ στα άκρα του πυκνωτή και το φορτίο $Q(t)$ του πυκνωτή κατά την διάρκεια της φόρτισης.

β. Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή υποθέτοντας ότι κάθε χρονική στιγμή είναι χωρικά ομογενές, $\vec{E}(t) = E_0(t) \hat{k}$, η διεύθυνση η κάθετη στους οπλισμούς του πυκνωτή.

γ. Να ευρεθεί η πυκνότητα του ρεύματος μετατόπισης $\vec{J}_d(t)$ και εφαρμόζοντας τον νόμο του Ampere να ευρεθεί το επαγόμενο μαγνητικό πεδίο στον χώρο μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

Οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν σχήμα δίσκου ακτίνας a και απέχουν απόσταση h . Να αγνοηθούν τα φαινόμενα στα άκρα του πυκνωτή.

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (19 – 02 – 2009)

Θέμα 1. Φορτίο Q ευρίσκεται σε απόσταση d από το κέντρο αγωγίμης γειωμένης σφαίρας ακτίνας a ($d > a$).

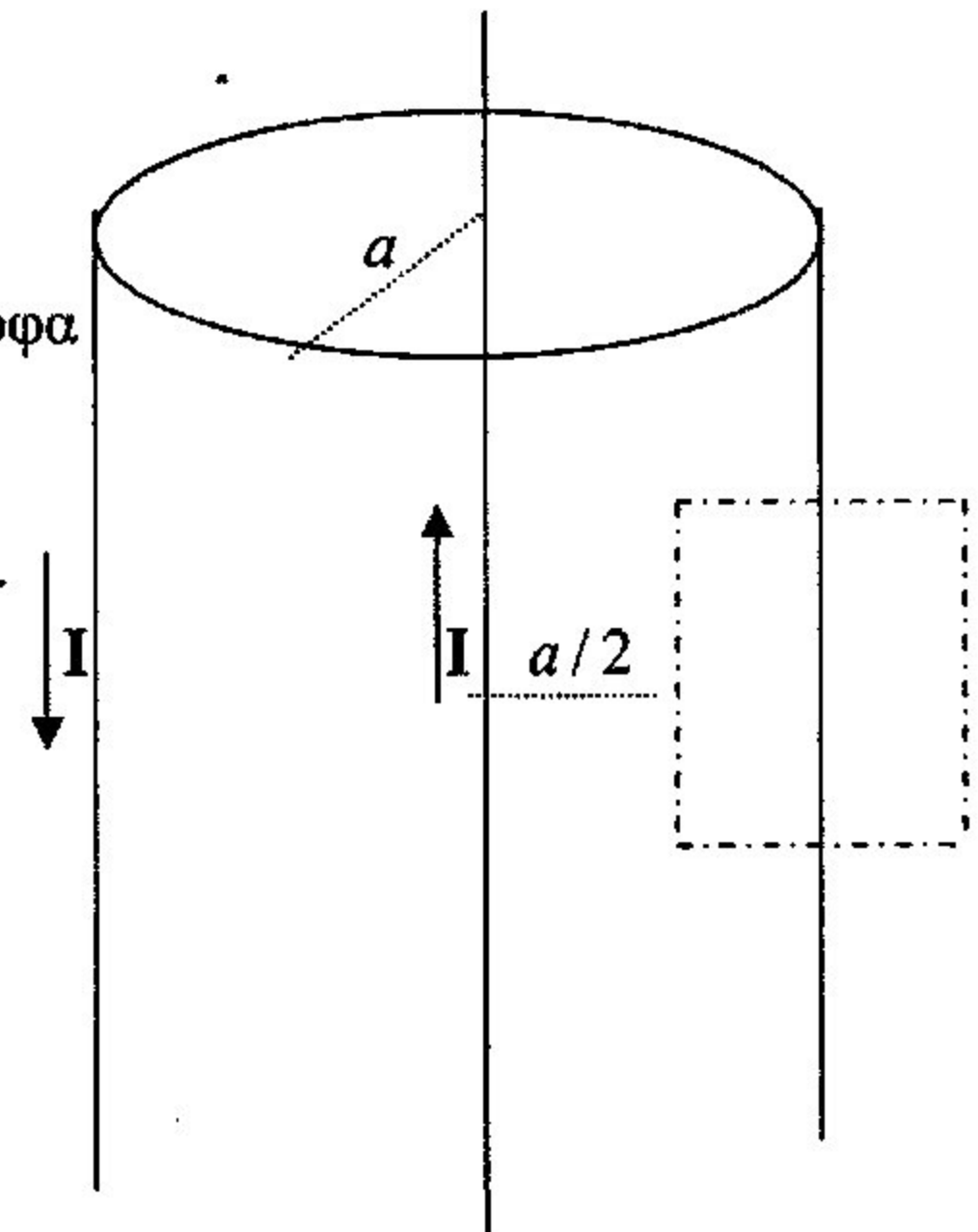
α. Να ευρεθεί το δυναμικό $\varphi(r)$ στα σημεία της ημιευθείας η οποία αρχίζει από το κέντρο της σφαίρας και διέρχεται από το φορτίο Q ($0 \leq r < \infty$).

β. Να υπολογισθεί η ενέργεια αλληλεπίδρασης φορτίου αγωγού.

Θέμα 2. Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα I . Ο αγωγός περιβάλλεται από ομοαξονικό αγωγίμο κυλινδρικό φλοιό ακτίνας a και αμελητέου πάχους. Ο φλοιός διαρρέεται ομοιόμορφα από συνολικό ρεύμα I αντίθετης φοράς από αυτήν του ρεύματος του ευθύγραμμου αγωγού.

α. Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}(\vec{r})$ σε όλο το χώρο.

β. Εάν το ρεύμα είναι χρονικά μεταβαλλόμενο της μορφής $I(t) = I_0 \sin \omega t$, να ευρεθεί το επαγόμενο ρεύμα σε τετραγωνικό αγωγίμο πλαίσιο πλευράς a και αντίστασης R το οποίο είναι τοποθετημένο όπως φαίνεται στο παράπλευρο σχήμα.



Θέμα 3. Ένας ομοαξονικός κυλινδρικός αγωγός έχει διάμετρο εσωτερικού αγωγού a και εξωτερικού αγωγού b .

α. Αν το διηλεκτρικό μεταξύ των αγωγών είναι αέρας, υπολογίστε την χωρητικότητα ανά μονάδα μήκους. Αν η τάση ανάμεσα στον εσωτερικό και εξωτερικό αγωγό είναι V , υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στην επιφάνεια του εσωτερικού αγωγού. Δίδονται : $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, $a = 0,5 \text{ mm}$, $b = 5 \text{ mm}$. $V = 100 \text{ V}$

Θεωρείστε ότι οι αγωγοί είναι φορτισμένοι με αντίθετα φορτία Q και $-Q$ αντίστοιχα ανά μονάδα μήκους.

β. Αν ο εσωτερικός αγωγός αποτελείται από χαλκό και διαρρέεται από ρεύμα $I = 1 \text{ A}$, υπολογίστε την αντίσταση ανά μονάδα μήκους και την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου κατά μήκος του αγωγού. Δίδονται ειδική αντίσταση χαλκού $S_0 = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

Θέμα 4. **α.** Να γραφούν οι εξισώσεις Maxwell στο κενό και οι κυματικές εξισώσεις για τα πεδία \vec{E} και \vec{B} .

β. Θεωρήστε ηλεκτρομαγνητικό κύμα της μορφής $\vec{E} = E_0 \hat{j} \cos(kz - \omega t)$,

$\vec{B} = \vec{B}_0 \cos(kz - \omega t)$, όπου E_0 δεδομένη σταθερά. Βρείτε την σχέση μεταξύ των ω , k καθώς και το \vec{B}_0 ώστε να ικανοποιούνται οι εξισώσεις Maxwell.

Καλή Επιτυχία!

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (14 – 09 – 2010)

Θέμα 1. α). Ημικυκλικός δακτύλιος ακτίνας a είναι φορτισμένος με ομοιόμορφη γραμμική πυκνότητα φορτίου λ . Ο δακτύλιος τοποθετείται ως προς το σύστημα συντεταγμένων περιγραφόμενος από το άνυσμα $\vec{r}'(\varphi) = a\cos\varphi\hat{i} + a\sin\varphi\hat{j}$, όπου $0 \leq \varphi \leq \pi$. Να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E} = E_y\hat{j} + E_z\hat{k}$ στα σημεία του άξονα z .

β). Ημικυκλικός τομέας που περιέχεται μεταξύ ακτίνων a_1 και a_2 είναι φορτισμένος με ομοιόμορφη επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ και τοποθετείται ως $\vec{r}'(\rho, \varphi) = \rho\cos\varphi\hat{i} + \rho\sin\varphi\hat{j}$, όπου $0 \leq \varphi \leq \pi$ και $a_1 \leq \rho \leq a_2$. Να βρεθεί η E_z στα σημεία του άξονα z και η E_y στο κέντρο του τομέα.

Θέμα 2. Κυλινδρική επιφάνεια απείρου μήκους και ακτίνας R φέρει επιφανειακή κατανομή φορτίου πυκνότητας σ .

α). Να βρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε ολόκληρο τον χώρο.

β). Αν η φορτισμένη επιφάνεια περιστρέφεται περί τον άξονά της (τον άξονα z) με γωνιακή ταχύτητα $\omega(t) = \Omega\sin\omega_0 t$ τότε τα δημιουργούμενα επιφανειακά ρεύματα δημιουργούν εντός του κυλίνδρου χωρικά ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B} = B(t)\hat{k}$ ενώ το μαγνητικό πεδίο εκτός του κυλίνδρου είναι μηδέν. Να βρεθεί το μαγνητικό πεδίο.

γ). Να βρεθεί το εξ επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E} = E(\rho, t)\hat{e}_\varphi$ εντός και εκτός του κυλίνδρου.

δ). Ποιό εί ναι το ρεύμα μετατόπισης; Να σχολιάσετε το τελευταίο αποτέλεσμα συγκρίνοντάς το με τα αρχικά επιφανειακά ρεύματα.

Θέμα 3. Πηνίο ακτίνας R , διαρρέεται από ρεύμα $I(t) = I_0\sin\omega t$. Το πηνίο χαρακτηρίζεται από n το πλήθος σπείρες ανά μονάδα μήκους.

α). Να γράψετε το μαγνητικό πεδίο σ' ολόκληρο τον χώρο.

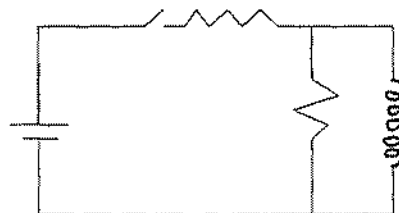
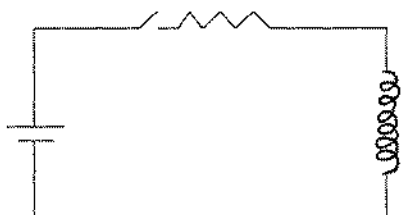
β). Να υπολογίσετε σύμφωνα με τον νόμο της επαγωγής το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται. Δίνεται ότι $\vec{E} = E(\rho, t)\hat{e}_\varphi$ και ο άξονας του πηνίου ταυτίζεται με τον άξονα z .

γ). Γνωρίζοντας τα πεδία \vec{B} και \vec{E} να υπολογίσετε το άνυσμα Poynting σε ολόκληρο τον χώρο.

δ). Να ευρεθεί η ροή ενέργειας που διαπερνά την κυλινδρική επιφάνεια τμήματος του πηνίου ύψους L . Να σχολιάσετε το αποτέλεσμα κατά την διάρκεια μιάς ημιπεριόδου του εναλλασσομένου ρεύματος $I(t)$.

Θέμα 4. α). Στο πρώτο κύκλωμα του κάτωθι σχήματος στο οποίο ο διακόπτης κλείνει την χρονική στιγμή $t = 0$ να γραφεί η διαφορική εξίσωση για το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο.

β). Το αυτό ερώτημα να απαντηθεί και για το δεύτερο κύκλωμα του σχήματος. Να δειχθεί ότι η σταθερά χρόνου είναι $\tau = R'/L$, όπου R' η εν παραλλήλω σύνθεση των δύο αντιστάσεων και L η αυτεπαγωγή του πηνίου.



ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(27 – 02 – 2015)

- Θέμα 1.** α). Δίδεται σφαιρική επιφάνεια ακτίνας R , φορτισμένη ομοιόμορφα με συνολικό φορτίο q . Να ευρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε όλο τον χώρο.
β). Αγώγιμη σφαιρική επιφάνεια, ακτίνας R , είναι γειωμένη. Σε απόσταση s από το κέντρο ($s > R$) τοποθετείται σημειακό φορτίο q . Να ευρεθεί η συνάρτηση δυναμικού παντού.
γ). Για την περίπτωση της διάταξης β να υπολογίσετε την ηλεκτροστατική ενέργεια.

Θέμα 2. Θεωρείστε δύο ομοαξονικά κυλινδρικά φύλλα αμελητέου πάχους, ακτίνων R_1, R_2 ($R_2 > R_1$) και μήκους H τα οποία διαρρέονται από ίσα και αντίθετα επιφανειακά ρεύματα I ομοιόμορφα καταναμημένα.

- α). Να υπολογισθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε όλο τον χώρο. (Υποθέσατε ότι $R_1 < R_2 \ll H$ και επομένως $\vec{B}(\vec{r}) = B(\rho)\hat{\phi}$ όπου ρ η απόσταση από τον άξονα z ο οποίος θεωρείται ο κοινός άξονας των δύο φύλλων.)
β). Να υπολογισθεί η ενέργεια του συστήματος.
γ). Εάν το ρεύμα εξαρτάται από τον χρόνο, $I = I_0 t$, να ευρεθεί το εξ επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο, $\vec{E}(\vec{r}) = E(\rho)\hat{k}$, με $E(\rho) = 0$ για $\rho > R_2$.

Θέμα 3. Ένας πυκνωτής που χρησιμοποιείται σε κινητό τηλέφωνο, έχει εμβαδόν 1 mm^2 και απόσταση ανάμεσα στους οπλισμούς 2 mm . Στον πυκνωτή εφαρμόζεται τάση $\mathcal{V} = 0,5 \cos(12 \times 10^9 \text{ Hz } t) \text{ Volt}$.

- α). Να υπολογίσετε το ρεύμα μετατόπισης μέσα στον πυκνωτή.
β). Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε απόσταση $r = 2 \text{ mm}$ από το κέντρο του πυκνωτή. Θεωρούμε ότι οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν σχήμα δίσκου, και το διηλεκτρικό είναι αέρας. Δίνεται $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$. (Θεωρείστε ότι το ρεύμα μετατόπισης εκτός του πυκνωτού μηδενίζεται.)

- Θέμα 4.** α). Να γράψετε τις εξισώσεις Maxwell. Ποία είναι η μορφή τους στον κενό χώρο απουσία φορτίων και ρευμάτων ($\rho = 0, \vec{j} = 0$);
β). Δίδεται το ηλεκτρικό πεδίο ηλεκτρομαγνητικού κύματος $\vec{E}(z, t) = E_0 \hat{i} \cos(kz - \omega t) + E_0 \hat{j} \sin(kz - \omega t)$. Να ευρεθεί το αντίστοιχο μαγνητικό πεδίο. Εξηγήστε την χρονική εξέλιξη του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου σε κάθε σημείο του χώρου.
γ). Να υπολογισθεί το άνυσμα Poynting και να δώσετε το φυσικό του περιεχόμενο.

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(12 – 09 – 2015)

Θέμα 1.

α). Άπειρος κύλινδρος ακτίνας R είναι φορτισμένος με ομογενή χωρική πυκνότητα φορτίου κ . Να υπολογιστεί το ηλεκτρικό πεδίο και το δυναμικό σε όλο τον χώρο.

Αν σε απόσταση d από το κέντρο του κυλίνδρου υπάρχει άπειρη κυλινδρική κοιλότητα ακτίνας R_2 , με άξονα παράλληλο με αυτόν του αρχικού κυλίνδρου, ($d + R_2 < R$) να ευρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο στο εσωτερικό της.

β). Άπειρος κύλινδρος ακτίνας R είναι φορτισμένος με χωρική πυκνότητα φορτίου $\kappa = \frac{\kappa_0}{\rho}$. Να υπολογιστεί το ηλεκτρικό πεδίο σε όλο τον χώρο. (ρ είναι η απόσταση από τον άξονα z)

Θέμα 2.

α). Άπειρο επίπεδο διαρρέεται από ρεύμα, ομογενούς επιφανειακής πυκνότητας $\vec{J}_{επ} = J_0 \hat{i}$. Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο.

β). Άπειρη επίπεδη πλάκα πάχους $2d$ τοποθετημένη παράλληλα με το επίπεδο $x - y$ και τις οριακές της επιφάνειες στα σημεία $(0,0,-d)$ και $(0,0,d)$ διαρρέεται από ρεύμα ~~ομογενούς~~ χωρικής πυκνότητας $\vec{J} = I_0 z \hat{x}$. Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο.

(Το μαγνητικό πεδίο είναι της μορφής $\vec{B} = B(z)\hat{y}$.)

Θέμα 3. Κύλινδρος απείρου μήκους και ακτίνας R διαρρέεται από ομοιόμορφα ^{χωρικό} κατανεμημένο ρεύμα I στην διεύθυνση του άξονά του. Το ρεύμα επιστρέφει από ομοαξονική άπειρη κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας $2R$, παράλληλα προς τον άξονά του με σταθερή επιφανειακή πυκνότητα.

α). Να υπολογισθεί η χωρική και η επιφανειακή πυκνότητα των ρευμάτων.

β). Να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο.

γ). Αν το ρεύμα έχει χρονική εξάρτηση, $I(t) = I_0 \sin \omega t$, να ευρεθεί το εξ' επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο.

(Το εξ' επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο θα είναι της μορφής $\vec{E} = E(\rho)\hat{z}$)

Θέμα 4.

α). Να γραφούν οι εξισώσεις Maxwell όταν υπάρχουν πηγές $\rho(\vec{r}, t)$ και $\vec{J}(\vec{r}, t)$.

β). Η πυκνότητα ενέργειας του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου δίδεται από την έκφραση

$w = \frac{\epsilon_0}{2} \vec{E}^2 + \frac{1}{2\mu_0} \vec{B}^2$. Να ευρεθεί η εξίσωση την οποία ικανοποιεί η χρονική μεταβολή της, $\frac{\partial w}{\partial t}$, και να δοθεί η ερμηνεία της.

(Ας σημειωθεί ότι πέραν του ανύσματος Poynting εμφανίζεται και άλλος όρος.)

(Δίδεται: $\vec{\nabla} \cdot (\vec{A} \times \vec{B}) = (\vec{\nabla} \times \vec{A}) \cdot \vec{B} - \vec{A} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{B})$, για αυθέραιτα διανυσματικά πεδία \vec{A} , \vec{B})

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(11 – 09 – 2017)

Θέμα 1. α). Η συνάρτηση δυναμικού για δίπολο διπολικής ροπής \vec{p} , ευρισκόμενο στην αρχή των αξόνων, είναι

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p}\cdot\vec{r}}{r^3}.$$

Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο

$$\vec{E}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}\varphi(\vec{r}).$$

β). Σε ημιπεριφέρεια κύκλου ακτίνας a υπάρχει ομογενής κατανομή φορτίου, γραμμικής πυκνότητας λ . Επιλέγοντας κατάλληλο σύστημα συντεταγμένων να υπολογίσετε το ηλεκτρικό πεδίο στον άξονα ο οποίος είναι κάθετος στο επίπεδο του κύκλου και διέρχεται από το κέντρο του.

γ). Να ευρεθούν το ολικό φορτίο και η διπολική ροπή της κατανομής και να ερμηνευθούν οι δύο κυρίαρχοι όροι του ηλεκτρικού πεδίου σε σημεία του άξονα, τα οποία απέχουν από το κέντρο απόσταση πολύ μεγαλύτερη από την ακτίνα του κύκλου.

Θέμα 2. Έστω άπειρη κυλινδρική κατανομή φορτίου, εσωτερικής ακτίνας a και εξωτερικής b , με χωρική πυκνότητα φορτίου $\kappa = \frac{\kappa_0}{\rho}$, όπου κ_0 σταθερά και ρ η απόσταση από τον άξονα του κυλίνδρου.

α). Να ευρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε ολόκληρο τον χώρο.

β). Εάν ο κύλινδρος περιστρέφεται περί τον άξονά του με γωνιακή ταχύτητα ω , να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε ολόκληρο τον χώρο.

(Δίδεται ότι $\vec{B}(\vec{r}) = B(\rho)\hat{z}$ και στο εξωτερικό του κυλίνδρου, $\rho > b$, $B(\rho) = 0$).

Θέμα 3. Μια πηγή τάσης $V = V_0\sin(\omega t)$ συνδέεται με σφαιρικό πυκνωτή που έχει ακτίνα εσωτερικού αγωγού a και ακτίνα εξωτερικού αγωγού b . Να υπολογίσετε:

α). Την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου ανάμεσα στους αγωγούς.

β). Το ρεύμα μετατόπισης που διαρρέει τον πυκνωτή.

γ). Να συγκρίνετε το ρεύμα του προηγούμενου ερωτήματος με το ρεύμα που προκύπτει από τους κανόνες των κυκλωμάτων.

Αριθμητική εφαρμογή: $a = 5\text{mm}$, $b = 20\text{mm}$, $V_0 = 100\text{V}$, $\omega = 10^6\text{rad/s}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{H/m}$, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\text{F/m}$.

Θέμα 4. Κύλινδρος απείρου μήκους και ακτίνας R διαρρέεται από ομοιόμορφα κατανεμημένο χωρικό ρεύμα ολικής έντασης I , παράλληλο με τον άξονά του. Ο κύλινδρος περιβάλλεται από απείρου μήκους ομοαξονική επιφάνεια ακτίνας $2R$ από την οποία επιστρέφει ομοιόμορφα κατανεμημένο το ρεύμα I .

α). Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο.

β). Εάν το ρεύμα έχει χρονική εξάρτηση της μορφής $I = I_0\sin(\omega t)$, να ευρεθεί το εξ επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο.

(Υπόδειξη: $\vec{E} = E\hat{z}$ και $E = 0$ εκτός της κυλινδρικής επιφάνειας ακτίνας $2R$.)

γ). Να υπολογίσετε το άνωσμα Poynting, στην περιοχή μεταξύ του κυλίνδρου και της κυλινδρικής επιφάνειας και να δώσετε την φυσική του ερμηνεία.

Καλή επιτυχία!

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(03 – 02 – 2017)

Θέμα 1. Δίδεται σφαιρική κατανομή φορτίου χωρικής πυκνότητας ρ και ακτίνας R .

α). Να υπολογισθούν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και η συνάρτηση δυναμικού σε όλο τον χώρο.

β). Σε σφαίρα ακτίνας R υπάρχει σταθερή χωρική πυκνότητα φορτίου παντού εκτός από μία σφαιρική κοιλότητα ακτίνας R_1 . Τα κέντρα των δύο σφαιρών απέχουν μεταξύ τους απόσταση d ($d + R_1 < R$). Να ευρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στην κοιλότητα.

γ). Σε σφαίρα ακτίνας R να ευρεθεί χωρική πυκνότητα $\rho(r)$ τέτοια ώστε εντός της σφαίρας το ηλεκτρικό πεδίο να έχει σταθερό μέτρο E_0 . Ποίο είναι το ηλεκτρικό πεδίο εκτός της σφαίρας;

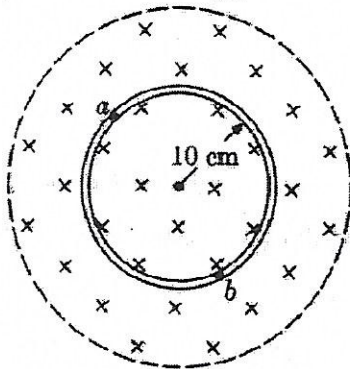
Θέμα 2. Άπειρη κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας R φέρει φορτίο σταθερής επιφανειακής πυκνότητας σ . Το σύστημα περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω περί τον άξονά του.

α). Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο. ($\vec{B}(\vec{r}) = B(\rho)\hat{k}$, $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$)

β). Εάν η γωνιακή ταχύτητα εξαρτάται από τον χρόνο $\omega(t) = \omega_0 \sin(2\pi\nu t)$, να ευρεθεί το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο. ($\vec{E}(\vec{r}) = E(\rho)\hat{\phi}$)

Θέμα 3. Στην κυκλική περιοχή του σχήματος το μαγνητικό πεδίο είναι χωρικά ομογενές, κάθετο με φορά προς τη σελίδα. Το μαγνητικό πεδίο ελαττώνεται με ρυθμό $0,1 \text{ T/s}$ (με αρχική τιμή $0,5\text{T}$).

α). Ποίο είναι το σχήμα των δυναμικών γραμμών του ηλεκτρικού πεδίου που επάγεται;



β). Στο εσωτερικό της περιοχής τοποθετούμε αγωγίμο δακτύλιο με ακτίνα 10 cm . Ποιο το μέτρο και η φορά του Ηλεκτρικού πεδίου μέσα στον αγωγό και ποια η ΗΕΔ που δημιουργείται στο δακτυλίδι;

γ). Ποίο είναι το ρεύμα αν η αντίσταση του δακτυλιδιού είναι 2Ω ;

δ). Ποία είναι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα σε οποιαδήποτε σημεία του δακτυλιδιού;

ε). Πως συμβιβάζεται η απάντηση στα γ) και δ); Αν ο δακτύλιος κοπεί σε ένα σημείο ποιά η διαφορά

δυναμικού ανάμεσα στα δύο άκρα που σχηματίστηκαν;

Θέμα 4. α). Να γραφούν οι εξισώσεις Maxwell στο κενό απουσία φορτίων και ρευμάτων.

β). Δίδεται το ηλεκτρικό πεδίο ηλεκτρομαγνητικού κύματος

$$\vec{E} = E_0 [\cos(\omega t - kz)\hat{i} + \sin(\omega t - kz)\hat{j}]$$

Να ευρεθεί το αντίστοιχο μαγνητικό πεδίο. Τι παριστάνει το ανωτέρω ηλεκτρομαγνητικό πεδίο;

γ). Να υπολογισθεί το άνυσμα Poynting $\vec{P} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$ και να δοθεί η φυσική ερμηνεία του.

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(03 – 02 – 2017)

Θέμα 1. Δίδεται σφαιρική κατανομή φορτίου χωρικής πυκνότητας ρ και ακτίνας R .

α). Να υπολογισθούν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και η συνάρτηση δυναμικού σε όλο τον χώρο.

β). Σε σφαίρα ακτίνας R υπάρχει σταθερή χωρική πυκνότητα φορτίου παντού εκτός από μία σφαιρική κοιλότητα ακτίνας R_1 . Τα κέντρα των δύο σφαιρών απέχουν μεταξύ τους απόσταση d ($d + R_1 < R$). Να ευρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στην κοιλότητα.

γ). Σε σφαίρα ακτίνας R να ευρεθεί χωρική πυκνότητα $\rho(r)$ τέτοια ώστε εντός της σφαίρας το ηλεκτρικό πεδίο να έχει σταθερό μέτρο E_0 . Ποίο είναι το ηλεκτρικό πεδίο εκτός της σφαίρας;

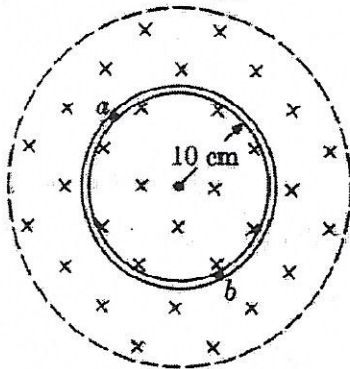
Θέμα 2. Άπειρη κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας R φέρει φορτίο σταθερής επιφανειακής πυκνότητας σ . Το σύστημα περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω περί τον άξονά του.

α). Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο. ($\vec{B}(\vec{r}) = B(\rho)\hat{k}$, $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$)

β). Εάν η γωνιακή ταχύτητα εξαρτάται από τον χρόνο $\omega(t) = \omega_0 \sin(2\pi\nu t)$, να ευρεθεί το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο. ($\vec{E}(\vec{r}) = E(\rho)\hat{\phi}$)

Θέμα 3. Στην κυκλική περιοχή του σχήματος το μαγνητικό πεδίο είναι χωρικά ομογενές, κάθετο με φορά προς τη σελίδα. Το μαγνητικό πεδίο ελαττώνεται με ρυθμό $0,1 \text{ T/s}$ (με αρχική τιμή $0,5\text{T}$).

α). Ποίο είναι το σχήμα των δυναμικών γραμμών του ηλεκτρικού πεδίου που επάγεται;



β). Στο εσωτερικό της περιοχής τοποθετούμε αγωγίμο δακτύλιο με ακτίνα 10 cm . Ποιο το μέτρο και η φορά του Ηλεκτρικού πεδίου μέσα στον αγωγό και ποια η ΗΕΔ που δημιουργείται στο δακτυλίδι;

γ). Ποίο είναι το ρεύμα αν η αντίσταση του δακτυλιδιού είναι 2Ω ;

δ). Ποία είναι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα σε οποιαδήποτε σημεία του δακτυλιδιού;

ε). Πως συμβιβάζεται η απάντηση στα γ) και δ); Αν ο δακτύλιος κοπεί σε ένα σημείο ποιά η διαφορά

δυναμικού ανάμεσα στα δύο άκρα που σχηματίστηκαν;

Θέμα 4. α). Να γραφούν οι εξισώσεις Maxwell στο κενό απουσία φορτίων και ρευμάτων.

β). Δίδεται το ηλεκτρικό πεδίο ηλεκτρομαγνητικού κύματος

$$\vec{E} = E_0 [\cos(\omega t - kz)\hat{i} + \sin(\omega t - kz)\hat{j}]$$

Να ευρεθεί το αντίστοιχο μαγνητικό πεδίο. Τι παριστάνει το ανωτέρω ηλεκτρομαγνητικό πεδίο;

γ). Να υπολογισθεί το άνυσμα Poynting $\vec{P} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$ και να δοθεί η φυσική ερμηνεία του.

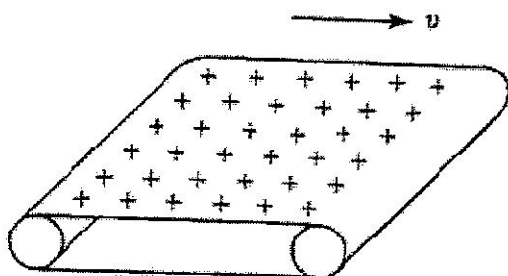
ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ
(29-01-2018)

Θέμα 1. Φορτίο q ευρίσκεται σε απόσταση d από το κέντρο γειωμένου σφαιρικού αγωγού ακτίνας a ($d > a$). Να ευρεθούν

- α) Η συνάρτηση δυναμικού και το ηλεκτρικό πεδίο σε όλο τον χώρο.
- β) Η πυκνότητα φορτίου και το συνολικό φορτίο που επάγεται στον αγωγό.
- γ) Η δύναμη η οποία ασκείται από το φορτίο στον αγωγό.
- δ) Η δυναμική ενέργεια του συστήματος.

Θέμα 2. Ίμάντας από μονωτικό υλικό είναι φορτισμένος με σταθερή επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ και κινείται με ταχύτητα v , όπως φαίνεται στο σχήμα.

- α) Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε όλο τον χώρο.
- β) Να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο τον χώρο.



(Θεωρήστε ότι οι διαστάσεις του ιμάντα είναι πολύ μεγάλες και στις δύο διευθύνσεις του.)

Θέμα 3. α) Το ηλεκτρικό πεδίο ηλεκτρομαγνητικού κύματος δίδεται από την έκφραση

$$\vec{E} = E_0 \hat{i} \cos(\omega t - ky).$$

Νά υπολογισθεί το αντίστοιχο μαγνητικό πεδίο.

β) Κυκλικός βρόχος, αποτελείται από οκτώ σπείρες, έχει επιφάνεια 0.1 m^2 και τοποθετείται κάθετα στον άξονα z στο ανωτέρω ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Η συχνότητα του κύματος είναι 2 MHz και στα άκρα του αναπτύσσεται τάση ενεργού τιμής 2 mV . Να ευρεθούν οι ενεργοί τιμές του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου.

(Υπενθυμίζεται ότι $\omega = kc$ και ότι (ενεργός τιμή) = (πλάτος)/ $\sqrt{2}$).

Θέμα 4. Επίπεδος πυκνωτής χωρητικότητας C εκφορτίζεται μέσω αντίστασης R .

- α) Να ευρεθούν το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα κατά την διάρκεια της εκφόρτισης, το φορτίο του πυκνωτού και η τάση μεταξύ των οπλισμών του, ως συναρτήσεις του χρόνου.
- β) Εάν οι οπλισμοί του πυκνωτού έχουν κυκλικό σχήμα ακτίνας a και απέχουν μεταξύ τους απόσταση d , ($d \ll a$) να ευρεθεί η πυκνότητα ρεύματος μετατόπισης και το εξ αυτού παραγόμενο μαγνητικό πεδίο εντός του πυκνωτού. Να ευρεθεί και να σχολιασθεί το ολικό ρεύμα μετατόπισης.

