

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΑΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

ΗΡΩΩΝ ΠΑΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9 - ΖΩΓΡΑΦΟΥ  
157 73 ΑΘΗΝΑ

ΤΗΛ. 010 772 3009, 772 3032 - FAX: 010 772 3025



**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY  
OF ATHENS**

**SCHOOL OF APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF PHYSICS**

ZOGRAFOU CAMPUS

157 73 ATHENS - GREECE

TEL. +3010 772 3009, 772 3032 - FAX: +3010 772 3025

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ II (Ηλεκτρομαγνητισμός I)**

**2<sup>o</sup> Εξάμηνο ΣΕΜΦΕ**

4 Οκτωβρίου 2005

Διάρκεια: 21/2 ώρες

Διδάσκοντες: K. Ράπτης

N. Τράκας

**ΑΠΑΝΤΗΣΤΕ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΘΕΜΑΤΑ  
(Χωρίς τη χρήση συγγραμμάτων, βοηθημάτων ή σημειώσεων)**

**Θέμα 1<sup>o</sup>:** Μια συμπαγής αφόρτιστη μεταλλική σφαίρα ακτίνας  $R$  περιβάλλεται από ομόκεντρο, συμπαγές μεταλλικό κέλυφος εσωτερικής ακτίνας  $a$  και εξωτερικής  $b$  ( $R < a < b$ ) το οποίο φέρει φορτίο  $+q$ . (α) Πού και με ποιά πυκνότητα κατανέμεται το φορτίο  $+q$  στο κέλυφος; Εμφανίζεται εξ επαγωγής φορτίο στη μεταλλική σφαίρα και αν ναι, πώς κατανέμεται; Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας. (β) Στη συνέχεια τοποθετούμε ίσο φορτίο  $+q$  στη σφαίρα. Περιγράψτε τις τυχόν ανακατανομές φορτίου και τις νέες πυκνότητες φορτίου στη σφαίρα και στο κέλυφος. (γ) Με φορτίο  $+q$  τόσο στη σφαίρα, όσο και στο κέλυφος υπολογίστε το δυναμικό  $V$  στην επιφάνεια της σφαίρας ακτίνας  $R$  και στην εξωτερική επιφάνεια του κελύφους ακτίνας  $b$ , με σημείο αναφοράς δυναμικού το άπειρο,  $V(\infty) = 0$ .

**Θέμα 2<sup>o</sup>:** Ευθύγραμμη λεπτή ράβδος μήκους  $L$  είναι ομοιόμορφα φορτισμένη με συνολικό φορτίο  $+q$  (γραμμική κατανομή φορτίου). Υπολογίστε το δυναμικό  $V$  που οφείλεται στην κατανομή φορτίου της ράβδου: (α) στην προέκταση της ευθείας της ράβδου και σε απόσταση  $x = s$  από το άκρο της και (β) στην κάθετη διεύθυνση και σε απόσταση  $y = L$  από το άκρο της ράβδου. Υποθέστε ως σημείο αναφοράς μηδενικού δυναμικού το άπειρο. **Υπόδειξη:** Θεωρήστε το στοιχειόδες δυναμικό  $dV = dq/(4\pi\epsilon_0 r)$  σε απόσταση  $r$  που οφείλεται στο (σημειακό) φορτίο  $dq$  του στοιχειώδους τιμήματος  $dx$  της ράβδου. Χρησιμοποιήστε ένα από τα δύο ολοκληρώματα:

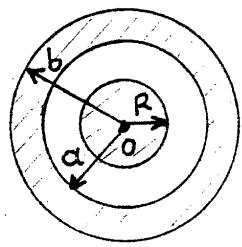
$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + \alpha^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + \alpha^2}) \quad \text{and} \quad \int \frac{d\theta}{\cos \theta} = \ln\left(\frac{1}{\cos \theta} + \tan \theta\right)$$

**Θέμα 3<sup>o</sup>:** Επίπεδη αγώγιμη λωρίδα απείρου μήκους και πλάτους  $a$  διαρρέεται ομοιόμορφα από ρεύμα σταθερής έντασης  $I$  κατά μήκος της άπειρης διάστασης της. Υπολογίστε: (α) το μαγνητικό πεδίο  $B(s)$  (μέτρο και κατεύθυνση) σε ένα σημείο  $P$  πάνω στο επίπεδο της λωρίδας και σε απόσταση  $s$  από την ακμή AB της λωρίδας και (β) τη μαγνητική ροή  $\Phi$  μέσω του (συνεπιπέδου με τη λωρίδα) τετραγώνου πλαισίου ΓΔΕΖ ακμής  $b$  του οποίου η πλευρά ΓΖ είναι παράλληλη με την ακμή AB της λωρίδας και απέχει απόσταση  $b$  απ' αυτήν. Δίνεται το ολοκλήρωμα:

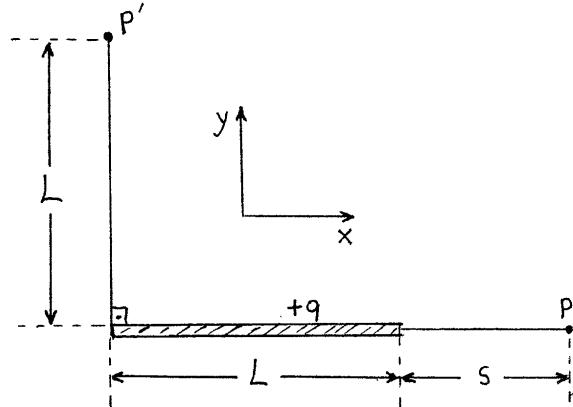
$$\int \ln x \, dx = x \ln x - x$$

**Θέμα 4<sup>o</sup>:** Ένα ομοαξονικό καλώδιο αποτελείται από δύο λεπτούς (αμελητέους πάχους) κυλινδρικούς σωλήνες απείρου μήκους ακτίνων  $a$  και  $b$  ( $a < b$ ) που διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα  $I$  ομοιόμορφα κατανεμημένο στους αγώγιμους σωλήνες, αλλά με αντίθετες κατευθύνσεις στους δύο σωλήνες. Υπολογίστε: (α) το συνολικό μαγνητικό πεδίο  $B$  που οφείλεται στα δύο ρεύματα σε όλα τα σημεία του γώρου ( $r < a$ ,  $a < r < b$ ,  $r > b$ ), (β) τη μαγνητική ενέργεια ανά μονάδα μήκους του καλωδίου κατά (γ) την αυτεπαγωγή του καλωδίου ανά μονάδα μήκους.

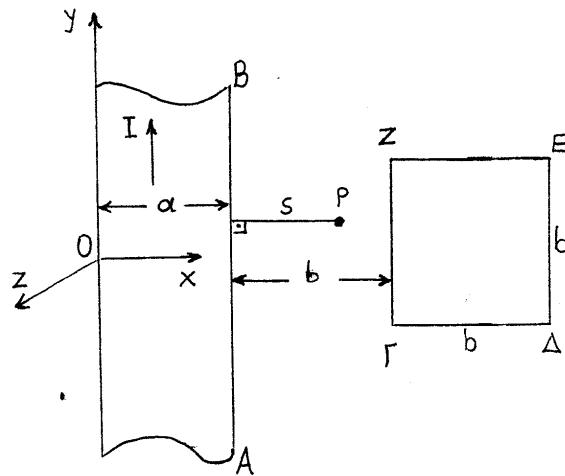




$\Theta_{\text{EFA}} 1^\circ$



$\Theta_{\text{EFA}} 2^\circ$



$\Theta_{\text{EFA}} 4^\circ$

$\Theta_{\text{EFA}} 3^\circ$

