



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ & ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

Κανονική εξέταση στο μάθημα: **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

09/02/2016

Υπεύθυνος μαθήματος: Η. Καρκάνης

Διδάσκοντες: Ι. Θεοδώνης, Η. Καρκάνης, Κ. Μανωλάτου, Β. Πέογλος

Απαντήστε σε 5 από τα 6 ισοδύναμα θέματα.

Διάρκεια εξέτασης: 2,5 ώρες

ΘΕΜΑ 1 (Οπτική φασματοσκοπία)

α) Στο φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου που προέρχεται από μια λυχνία ηλεκτρικής εκκένωσης μετράμε με ένα φασματόμετρο φράγματος, για κάποιο χρώμα, τη γωνία περίθλασης για την πρώτη τάξη $\theta_1 = 10,9^\circ$, για τη δεύτερη $\theta_2 = 23,1^\circ$ και για την τρίτη τάξη $\theta_3 = 35,9^\circ$. Βρείτε το μήκος κύματος της συγκεκριμένης ορατής ακτινοβολίας (αντιστοιχεί στη σειρά Balmer). Το φράγμα είναι συχνότητας χαραγών $N=300$ χαραγές/mm.

β) Με βάση το μήκος κύματος που βρήκατε πειραματικά, υπολογίστε τη σταθερά Rydberg (χωρίς σφάλμα) από την σχέση :

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right), \text{ όπου } n_1 \text{ και } n_2 \text{ κύριοι κβαντικοί αριθμοί,}$$

και συγκρίνετε με τη θεωρητική $R = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$.

(Τα ισχυρότερα μήκη κύματος που μπορεί να παρατηρηθούν στο φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου είναι: ερυθρό στα 656 nm, κυανούν στα 486 nm και ιώδες στα 434 nm και 410 nm.)

γ) Στο φασματόμετρο φράγματος χρησιμοποιήσαμε φράγμα συχνότητας χαραγών $N=300$ χαραγές/mm. Ποιο είναι στο συγκεκριμένο φράγμα το θεωρητικό όριο ως προς την ανώτερη τάξη φάσματος που μπορεί να παρατηρηθεί στην ορατή περιοχή για το ερυθρό χρώμα; Δώστε ποσοτική εξήγηση κάνοντας χρήση κατάλληλων εξισώσεων.

δ) Παρατηρήσατε αλληλοεπικάλυψη, κατά ένα ποσοστό, φασμάτων διαφόρων τάξεων; Αποδείξτε ότι θα είχατε αλληλοεπικάλυψη μεταξύ φασμάτων τρίτης και τέταρτης τάξης (για ένα τουλάχιστον χρώμα).

ΘΕΜΑ 2 (Μελέτη ακουστικών κυμάτων σε ηχητικό σωλήνα)

Ένας ηχητικός σωλήνας, μήκους $L = 80$ cm, φράσσεται στο ένα άκρο του από μεγάφωνο που παράγει ακουστικά κύματα και στο άλλο από έναν μεταλλικό ανακλαστήρα.

α) Υπολογίστε τις συχνότητες συντονισμού του σωλήνα στην περιοχή 0-1 kHz, δεδομένου ότι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα για τη θερμοκρασία του πειράματος είναι 342 m/s

β) Όταν το μεγάφωνο παράγει ακουστικά κύματα συχνότητας $f = 440 \pm 1\% \text{ Hz}$, μετακινούμε το μικρόφωνο από το ένα άκρο του σωλήνα στο άλλο και παρατηρούμε ότι το σήμα εξόδου του στον παλμογράφο ελαχιστοποιείται στις θέσεις 19,6 και 58,2 cm.

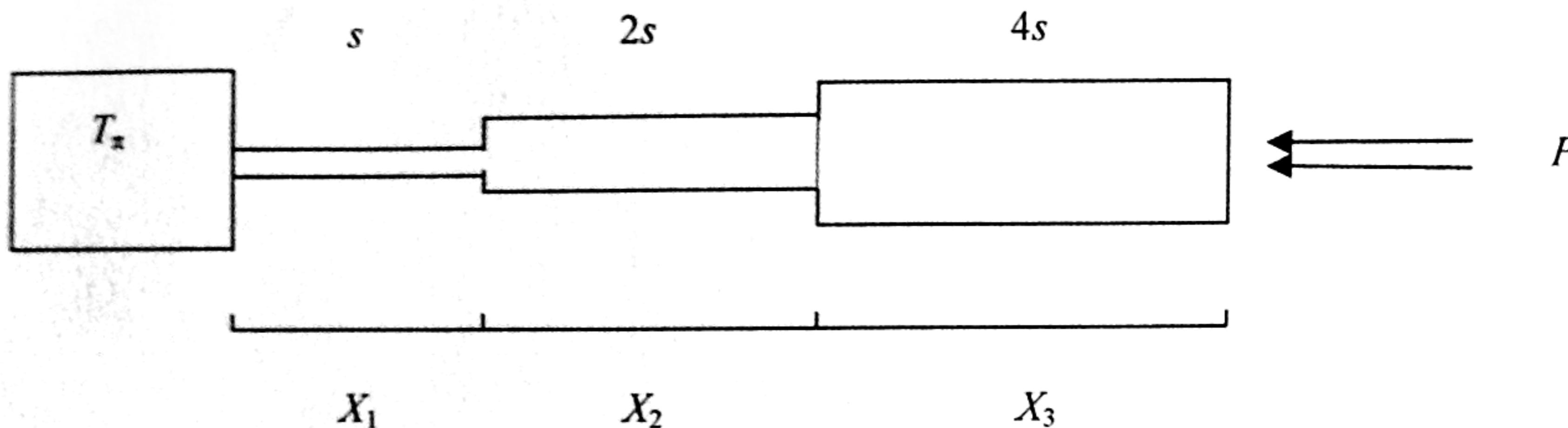
i) Σχεδιάστε το στάσιμο κύμα πίεσης ως συνάρτηση της θέσης.

ii) Υπολογίστε την ταχύτητα του ήχου και συγκρίνετε με την αναμενόμενη τιμή.

ΘΕΜΑ 3 (Μέτρηση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας υλικών)

α) Διατυπώστε τον θεμελιώδη νόμο της θερμικής αγωγιμότητας στην περίπτωση μιας ομογενούς ράβδου όπου η θερμότητα ρέει μόνο κατά μήκος της.

- β) i) Σχεδιάστε την κατανομή της θερμοκρασίας κατά μήκος της ράβδου, για διάφορες χρονικές στιγμές από 0 μέχρι ∞ .
ii) Σχεδιάστε την χρονική εξέλιξη της θερμοκρασίας του θερμαινόμενου άκρου ($x=L$) της ράβδου.
- γ) Περιγράψτε το πείραμα που κάνατε για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ενός κακού αγωγού. Γιατί το πείραμα που πραγματοποιήσατε μπορεί να αποκλίνει από τη θεωρητική σχέση που χρησιμοποιήσατε;
- δ) Σχεδιάστε ελεύθερα την κατανομή θερμοκρασίας σε μια ράβδο της οποίας η διάμετρος μεταβάλλεται όπως στο παρακάτω σχήμα και βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας. (Μόνιμη κατάσταση, P σταθερό και T_π σταθερό)



ΘΕΜΑ 4 (Θερμιονική εκπομπή ηλεκτρονίων)

- α) Σχεδιάστε το κύκλωμα τροφοδότησης διόδου κενού με κάθοδο έμμεσης θέρμανσης, επεξηγώντας τα μέρη από τα οποία αποτελείται η δίοδος κενού και συμπεριλαμβάνοντας αμπερόμετρο για την μέτρηση του ανοδικού ρεύματος.
- β) Σχεδιάστε τις καμπύλες ρεύματος-τάσης της διόδου κενού για δύο διαφορετικές θερμοκρασίες και προσδιορίστε ποια αντιστοιχεί σε υψηλή και ποια σε χαμηλή θερμοκρασία.
- γ) Περιγράψτε αναλυτικά τις τρεις περιοχές της καμπύλης ρεύματος-τάσης της διόδου κενού για σταθερή θερμοκρασία.
- δ) Ποια είναι η εξάρτηση του ρεύματος ανόδου της διόδου κενού από τη θερμοκρασία; (Εξηγήστε όλους τους όρους της εξίσωσης που θα γράψετε.)

ΘΕΜΑ 5 (Ακτινοβολία μέλανος σώματος)

Με την πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της ακτινοβολίας μέλανος σώματος λήφθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις:

T (K)	λ_{\max} (nm)	Εμβαδόν (V· nm)
2230	1310	440
2480	1150	700
2730	1090	950
2970	970	1380
3210	900	1900

Αποδείξτε την ισχύ του νόμου των Stefan-Boltzmann και του νόμου του Wien.

ΘΕΜΑ 6 (Κβαντομηχανικό φαινόμενο σήραγγας)

- α) Πώς και πότε εκδηλώνεται το φαινόμενο σήραγγας;
β) Σχεδιάστε (ελεύθερα) τα βασικά μέρη της πειραματικής διάταξης μελέτης του φαινομένου σήραγγας.
γ) Πώς έγινε ο ποιοτικός έλεγχος του νόμου Fowler-Nordheim;