

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Κανονική εξέταση στο μάθημα: **Τεχνικές Πειραματικής Φυσικής** 19 Σεπτεμβρίου 2002

Διδάσκοντες: Β. Πέογλος, Ι. Ράπτης και Κ. Χριστοδούλιδης

Μπορείτε να απαντήσετε σε όσα και όποια θέματα θέλετε. Διάρκεια της εξέτασης: 2 ώρες.

Για να πάρετε άριστα πρέπει να συγκεντρώσετε 10 μονάδες.

1. (1 μονάδα) Μια πηγή ρεύματος παρέχει συνεχές ρεύμα ίσο με 1 pA. Το ρεύμα αυτό το μετρούμε με ένα ηλεκτρόμετρο αμελητέου θορύβου. Ποια είναι η αναμενόμενη διακύμανση $(\delta i)_{ms}$ στην ένδειξη του ηλεκτρομέτρου, αν το όργανο αυτό έχει σταθερά χρόνου ίση με 0,1 s; (Μια μέτρηση του ρεύματος θεωρείται στην περίπτωση αυτή ότι «διαρκεί» 0,1 s.)

2. (1 μονάδα) Με έναν ενισχυτή τάσης μηδενικού θορύβου, μετράμε την τάση στα άκρα μιας αντίστασης $10^6 \Omega$, η οποία βρίσκεται σε θερμοκρασία 300 K. Το όργανο έχει ενίσχυση $G = 1000$ στην περιοχή από 1 έως 10 kHz και $G = 0$ εκτός αυτής της περιοχής. Πόση θα είναι η ενεργός τιμή (ρίζα του μέσου τετραγώνου, rms) της τάσης στην έξοδο του ενισχυτή; Ποιος είναι ο ρυθμός με τον οποίο η αντίσταση παρέχει ενέργεια στον ενισχυτή (μέση ισχύς);

3. (1 μονάδα) Κατά τη μέτρηση ενός ηλεκτρικού σήματος συχνότητας 10 kHz, υπάρχει μια ανεπιθύμητη παρεμβολή στα 50 Hz. Σχεδιάστε ένα μη ενεργό φίλτρο RC διέλευσης υψηλών συχνοτήτων που να μειώνει το πλάτος του σήματος στα 50 Hz κατά έναν παράγοντα 20. Να βρείτε την τιμή του R , αν είναι $C = 0,1 \mu F$.

4. (2 μονάδες) Ένας αμφίκυρτος σφαιρικός φακός από πυριτύαλο, έχει ακτίνες καμπυλότητας 100 cm και 200 cm, αντίστοιχα, και διάμετρο ίση με 10 cm.

(α) Χρησιμοποιώντας πληροφορίες από τις Σημειώσεις, να δείξετε ότι η εστιακή απόσταση του φακού για $\lambda = 400 \text{ nm}$ (ιώδες) είναι 97 cm και για $\lambda = 750 \text{ nm}$ (ερυθρό) είναι 104 cm (προσεγγιστικά).

(β) Ο φακός χρησιμοποιείται για να σχηματιστεί το είδωλο μιας μακρινής λευκής σημειακής πηγής. Μια οθόνη τοποθετείται σε τέτοιο σημείο ώστε το είδωλο της πηγής στο ιώδες να είναι ένα σημείο. Πόση θα είναι η διάμετρος του ειδώλου της πηγής που σχηματίζεται στην οθόνη στο ερυθρό;

(γ) Αν ο φακός χρησιμοποιηθεί ως αντικειμενικός ενός τηλεσκοπίου, ποιον περιορισμό θέτουν τα φαινόμενα περιθλαστής στον ελάχιστο γωνιακό διαχωρισμό ανάμεσα σε δύο άστρα, για να φαίνονται ως δύο διακριτά αντικείμενα;

5. (2 μονάδες) Ένας φωτοπολλαπλασιαστής χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μιας σταθερής φωτεινής ροής. Στο εξωτερικό του παραθύρου του φωτοπολλαπλασιαστή προσπίπτει φως μήκους κύματος $\lambda = 400 \text{ nm}$ τέτοιας έντασης ώστε στην περιοχή που αντιστοιχεί στην ευαίσθητη επιφάνεια της φωτοκαθόδου να προσπίπτουν 10^6 φωτόνια ανά δευτερόλεπτο. Να βρεθούν:

(α) Ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια φθάνει στη φωτοκάθοδο (σε W), αν το παράθυρο του φωτοπολλαπλασιαστή είναι από σάπφειρο.

(β) Το ρεύμα των ηλεκτρονίων που φεύγουν από την κάθοδο (σε A), αν το υλικό της είναι Bialkali της εταιρείας THORN EMI.



- (γ) Αν ο φωτοπολλαπλασιαστής έχει 14 δυνόδους και λειτουργεί με υψηλή τάση 1750 V, να βρεθεί το ρεύμα στην έξοδο (άνοδο) του φωτοπολλαπλασιαστή.
- (δ) Πόσα ηλεκτρόνια έχουμε στην έξοδο του φωτοπολλαπλασιαστή για κάθε προσπίπτον φωτόνιο;

6 (1 μονάδα) Θερμική πηγή συνεχούς φάσματος λειτουργεί σε δύο διαφορετικές ισχείς τροφοδοσίας, P_1 και $P_2 = 25 P_1$. Υποθέστε ότι ο συντελεστής απόδοσης, όσον αφορά στη συνολική ακτινοβολούμενη ισχύ ανά μονάδα επιφάνειας της πηγής, παραμένει σταθερός για μεταβλητή ισχύ τροφοδοσίας, και ότι το μήκος κύματος όπου παρουσιάζει μέγιστο η φασματική κατανομή της εκπεμπόμενης έντασης, στην περίπτωση της χαμηλής ισχύος τροφοδοσίας P_1 είναι 1,0 μμ. Υπολογίστε το αντίστοιχο μήκος κύματος στην περίπτωση της υψηλής ισχύος τροφοδοσίας, καθώς και την ενέργεια του αντίστοιχου φωτονίου. Σε ποιες περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος αντίστοιχούν τα δύο μέγιστα για P_1 και P_2 ;

7 (2 μονάδες) (α) Φωτεινή πολυχρωματική δέσμη τετραγωνικής διατομής προσπίπτει, προκειμένου να αναλυθεί, σε πρίσμα με πλευρά 10 cm, με γωνία κορυφής 60° , κατασκευασμένο από υλικό το οποίο παρουσιάζει, στη φασματική περιοχή της δέσμης, διασπορά $d\eta/d\lambda = 6 \times 10^{-5}$ nm⁻¹ και μέσο δείκτη διάθλασης $n = 1,5$. Υποθέστε ότι το πρίσμα φωτίζεται σε όλη την πλευρά του και σε συνθήκες ελαχιστοποίησης των αστιγματικών φαινομένων. Υπολογίστε τη διακριτική ικανότητα $\lambda/\Delta\lambda$ του πρίσματος, καθώς και την ελάχιστη φασματική απόσταση δύο γραμμών (σε nm) στο κέντρο του ορατού φάσματος (600 nm), οι οποίες είναι μόλις διακρίσιμες με τη βοήθεια του ανωτέρω πρίσματος.

(β) Φωτεινή πολυχρωματική δέσμη τετραγωνικής διατομής με πλευρά 10 cm, προσπίπτει, προκειμένου να αναλυθεί, σε ανακλαστικό φράγμα περίθλασης με 600 γραμμές / mm. Υπολογίστε τη διακριτική ικανότητα $\lambda/\Delta\lambda$ του φράγματος, σε πρώτη τάξη περίθλασης, καθώς και την ελάχιστη φασματική απόσταση δύο γραμμών (σε nm) στο κέντρο του ορατού φάσματος (600 nm), οι οποίες είναι μόλις διακρίσιμες με τη βοήθεια του ανωτέρω φράγματος.

(γ) Αν η αρχική δέσμη των ερωτημάτων (α) και (β) αποτελείται από τις δύο πιο ισχυρές γραμμές ενός λέιζερ ίόντων Kr⁺, $\lambda_1 = 676,4$ nm και $\lambda_2 = 647,1$ nm, πόσο θα απέχουν μεταξύ τους τα κέντρα των δύο δεσμών μετά την ανάλυση, σε απόσταση 1 m από το πρίσμα και το φράγμα, αντίστοιχα, όταν, στην περίπτωση του φράγματος, η γωνία πρόσπτωσης είναι 45° ;

8 (1 μονάδα) Υπολογίστε την πίεση (σε Torr) που δημιουργείται μέσα σε ένα θάλαμο κενού στον οποίο υπάρχει διαρροή ίση με $Q = 10^{-5}$ Torr · L / s και ο οποίος αντλείται με ταχύτητα 100 L / s.

9 (1 μονάδα) Ένας θάλαμος αντλείται με ταχύτητα άντλησης 150 L / s από μια αντλία που έχει ταχύτητα άντλησης $S = 300$ L / s. Αν ο θάλαμος συνδέεται με την αντλία μέσω ενός σωλήνα μήκους 20 cm, πόση είναι η διάμετρος του σωλήνα;

ΣΤΑΘΕΡΕΣ

$$\hbar c = 2 \times 10^{-25} \text{ J} \cdot \text{m}, \text{ όπου } \hbar \text{ είναι η σταθερά του Πλανκ και } c \text{ η ταχύτητα του φωτός στο κενό.}$$

$$\text{Φορτίο του ηλεκτρονίου: } e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C.} \quad \text{Σταθερά του Boltzmann: } k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K.}$$