

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ 1

Άσκηση 1.1

Η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης είναι 288 K. Να υπολογιστεί το μήκος κύματος στο μέγιστο της ακτινοβολίας μέλανος σώματος της Γης. Σε ποιο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος αντιστοιχεί η ακτινοβολία αυτή; Πως σχετίζεται η ακτινοβολία αυτή με το φαινόμενο του “θερμοκηπίου»;

Άσκηση 1.2

Μια συσκευή αναπαραγωγής Blu-Ray χρησιμοποιεί δίοδο laser με ισχύ 5 mW, η οποία εκπέμπει φως με μήκος κύματος $\lambda=405$ nm. Πόσα φωτόνια εκπέμπονται από τη συσκευή αυτή ανά δευτερόλεπτο;

Άσκηση 1.3

Η θερμοκρασία ενός σώματος αυξάνεται από $\theta= 27$ °C σε $\theta= 327$ °C. Πόσο μεταβάλλεται (α) η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και (β) το μήκος κύματος όπου η ακτινοβολία αυτή γίνεται μέγιστη;

Άσκηση 1.4

Όταν μια καθαρή επιφάνεια αργύρου ακτινοβολείται με φως μήκους κύματος 230 nm, η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που εκδιώκονται από το μέταλλο είναι 0,805 eV. (α) Να υπολογιστεί το έργο εξόδου του αργύρου. (β) Ποια είναι το κατώφλι της συχνότητας της ακτινοβολίας που απαιτείται για την εκδίωξη ηλεκτρονίων από τον άργυρο;

Δίνεται: $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

Άσκηση 1.5

Έστω ηλεκτρόνιο με κινητική ενέργεια 1.0 eV (δηλ. έχει επιταχυνθεί σε πεδίο με διαφορά δυναμικού 1 V). (α) Να υπολογιστεί η ορμή του ηλεκτρονίου, και να συγκριθεί με την ορμή ενός “τυπικού” μορίου αερίου N₂ σε θερμοκρασία δωματίου, το οποίο κινείται με ταχύτητα ~500 m/s. (β) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του ηλεκτρονίου και να συγκριθεί με την ταχύτητα του φωτός. (γ) Να υπολογιστεί το μήκος κύματος του ηλεκτρονίου, και να συγκριθεί με τη διάμετρο του ατόμου του υδρογόνου (~128 pm).

Άσκηση 1.6

Έστω φούρνος μικροκυμάτων με πηγή που παράγει ακτινοβολία συχνότητας 2,0 GHz. (α) Αν το πλάτος του φούρνου είναι 30 cm, πόσα μήκη κύματος “χωρούν” σε αυτή τη διάσταση; Στο φούρνο τοποθετούμε φλυτζάνι που περιέχει 250 mL νερό. (β) Πόσα φωτόνια πρέπει να απορροφηθούν ώστε η θερμοκρασία του νερού να ανεβεί από τους 25 °C στους 80 °C; Για απλότητα υποθέστε ότι η πυκνότητα του νερού (1,0 g/mL) και η θερμοχωρητικότητά του (4,184 J/g °C) δε μεταβάλλονται σε αυτή τη θερμοκρασιακή περιοχή.

Άσκηση 1.7

Θέλουμε να παρατηρήσουμε ένα αντικείμενο που έχει διαστάσεις 2,6 Å . Θέλουμε να ξέρουμε ποια είναι η τιμή της μικρότερης ενέργειας που απαιτείται σε περίπτωση που χρησιμοποιήσουμε φωτόνια και στην περίπτωση που χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρόνια.

Δίνεται: $hc = 12,4 \times 10^3 \text{ eV \AA}$

Άσκηση 1.8

Υποθέτουμε πως η ορμή ενός σωματιδίου μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια 1 τοις χιλίοις. Ζητούμε την ελάχιστη απροσδιοριστία της θέσης του συγκεκριμένου σωματιδίου σε δύο περιπτώσεις:

(α) σωματίδιο μάζας 1 g που κινείται με ταχύτητα 2 m/s

(β) ηλεκτρόνιο που κινείται με ταχύτητα $1,8 \cdot 10^8$ m/s = 0,6 c

Δίνονται: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s.

Άσκηση 1.9

Σε μια συσκευή μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου η άνοδος αποτελείται από ψευδάργυρο (Zn), ο οποίος έχει έργο εξόδου 4.24 eV. Το ηλεκτρόδιο έχει επιφάνεια 1.8 cm^2 και ακτινοβολείται με φως συχνότητας $3.5 \cdot 10^{15}$ Hz και έντασης $2.7 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$.

- (α) Να υπολογιστεί η ενέργεια του καθενός φωτονίου της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
- (β) Πόση ενέργεια απαιτείται για την εκδίωξη ενός φωτοηλεκτρονίου από το ηλεκτρόδιο ψευδαργύρου;
- (γ) Υποθέτοντας ότι το σύνολο της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας προσπίπτει στο ηλεκτρόδιο Zn, πόσα φωτόνια προσπίπτουν στο ηλεκτρόδιο ανά δευτερόλεπτο;
- (δ) Ποιο είναι το κατώφλι συχνότητας των φωτονίων κάτω από το οποίο δεν εκπέμπονται φωτοηλεκτρόνια από την επιφάνεια του Zn;
- (ε) Ποια είναι η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται από τον Zn;
- (στ) Ποιο είναι το δυναμικό ανάσχεσης για τα ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από το ηλεκτρόδιο;

Άσκηση 1.10

Ένα από τα πιο εντυπωσιακά χαρακτηριστικά του φωτοηλεκτρικού φαινομένου είναι ο πρακτικά μηδενικός χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στην πρόσπτωση της φωτεινής δέσμης στη φωτοκάθοδο και την εξαγωγή των ηλεκτρονίων. Ακόμα και με πολύ ασθενή δέσμη, τα φωτοηλεκτρόνια εμφανίζονται σχεδόν ακαριαία ($\tau < 10^{-9}$ sec). Η κλασική θεωρία αποτυγχάνει και σε αυτό το ζήτημα, καθώς προβλέπει ότι υπάρχει ένας χρόνος αναμονής για την απόσπαση ενός ηλεκτρονίου που εκτίθεται σε μια φωτεινή δέσμη.

Να γίνει μια εκτίμηση του “χρόνου αναμονής” για την απόσπαση ενός ηλεκτρονίου από άτομο με έργο εξόδου ~ 5 eV που εκτίθεται σε φωτεινή δέσμη που εκπέμπεται από μια λάμπα ισχύος 100 W που βρίσκεται σε απόσταση 1 m από το στόχο. Θεωρήστε το άτομο σα φωτοσυλλέκτη που απορροφά όλη την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που πέφτει στη διατομή του ($\sim 10^{-16} \text{ cm}^2$).