

5^ο Επαναληπτικό Διαγώνισμα

Ηλεκτρομαγνητισμός & Κβαντομηχανική

Θέμα Α

Στις ημιτελείς προτάσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

A1. Ένα μέλαν σώμα βρίσκεται σε απόλυτη θερμοκρασία T και το μήκος κύματος αιχμής της ακτινοβολίας του ανήκει στο ορατό φάσμα. Αν διπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του:

- Η συνολική ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας θα υποδιπλασιαστεί.
- Το μήκος κύματος αιχμής βρίσκεται πλέον στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος.
- Το μήκος κύματος αιχμής της ακτινοβολίας θα υποδιπλασιαστεί.
- Το μέλαν σώμα θα απορροφά συχνότητες πιο κοντά στο υπεριώδες.

A2. Στην επιφάνεια ενός μετάλλου προσπίπτει μονοχρωματικό φως, με αποτέλεσμα να εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια. Εάν διπλασιαστεί η συχνότητα του προσπίπτοντος φωτός:

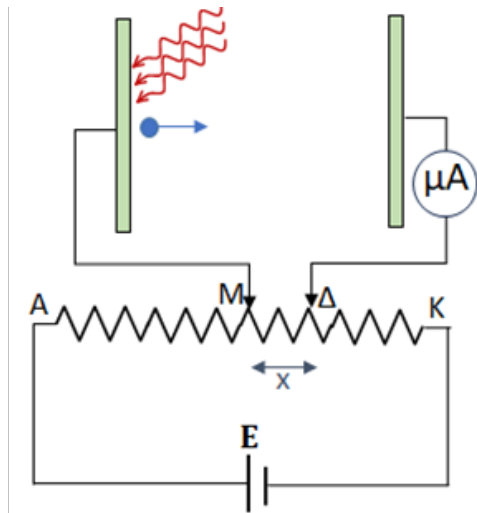
- Διπλασιάζεται και η μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων.
- Τα εξερχόμενα ηλεκτρόνια θα έχουν μικρότερο μήκος κύματος κατά de Broglie.
- Το έργο εξαγωγής του μετάλλου θα διπλασιαστεί.
- Η μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων θα παραμείνει σταθερή.

A3. Ένα στρεφόμενο πλαίσιο μηδενικής αντίστασης στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο γύρω από άξονα που είναι κάθε-

τος στις δυναμικές γραμμές και βρίσκεται στο επίπεδό του. Στα άκρα του πλαισίου παράγεται εναλλασσόμενη τάση. Σε σειρά με το πλαίσιο είναι συνδεδεμένος αντιστάτης, αντίστασης R . Σε χρόνο Δt καταναλώνεται στον αντιστάτη θερμότητα ίση με Q . Διπλασιάζοντας τη γωνιακή ταχύτητα του πλαισίου, σε χρόνο $2\Delta t$ θα καταναλώνεται στον αντιστάτη R θερμότητα ίση με:

- α. Q β. $2Q$ γ. $4Q$ δ. $8Q$

A4. Μία συσκευή μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου αποτελείται από πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και ωμικό αντιστάτη AK από ομογενές μέταλλο σταθερής διατομής. Παράλληλα προς τον αντιστάτη συνδέουμε καθοδικό σωλήνα κενού, μέσω ηλεκτροδίων με άκρα M και Δ αντίστοιχα. Ο δρομέας Δ μπορεί να κινείται ελεύθερα πάνω στον AK , με αποτέλεσμα αυτός να λειτουργεί ως ροοστάτης. Στην επιστρωμένη από μέταλλο πλάκα προσπίπτουν φωτόνια, με αποτέλεσμα να εκπέμπονται από την κάθοδο φωτοηλεκτρόνια.



- Καθώς ο Δ μετακινείται αριστερά του M , η ένδειξη του ρεύματος θα αρχίσει να αυξάνεται γραμμικά με την απόσταση x .
- Όταν ο δρομέας ταυτίζεται με το M , τότε η ένδειξη του μικροαμπερομέτρου ισούται με μηδέν.
- Μπορούμε να προσδιορίσουμε την τάση αποκοπής σε κάποια θέση όπου ο δρομέας βρίσκεται μεταξύ του M και του K .
- Σε οποιαδήποτε θέση και αν βρίσκεται ο δρομέας δε θα εμφανιστεί φωτοηλεκτρικό ρεύμα, καθώς η πολικότητα της πηγής είναι ανεστραμμένη.

Μονάδες: 5+5+5+5

A5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.

- i. Η κυματοσυνάρτηση Ψ , που αποτελεί λύση της εξίσωσης του Schrödinger, δεν έχει κάποια φυσική σημασία.
- ii. Η ένταση του φωτοηλεκτρικού ρεύματος εξαρτάται από την κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων.
- iii. Οι δυνάμεις Laplace που αναπτύσσονται μεταξύ δύο ευθύγραμμων ρευματοφόρων αγωγών είναι ίσου μέτρου μεταξύ τους, ανεξάρτητα από την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό.
- iv. Το φάσμα απορρόφησης ενός μέλανος σώματος είναι συνεχές, ενώ το φάσμα εκπομπής του κβαντισμένο.
- v. Στο φαινόμενο Compton αποκαλύπτεται η σωματιδιακή συμπεριφορά των φωτονίων.

Μονάδες: 5

Θέμα Β

B1. Η ταχύτητα ενός ατόμου κάποιου ισότοπου μετρημένη με ακρίβεια 0,01 % βρέθηκε ίση με 6250 m/s. Αν η ελάχιστη αβεβαιότητα στη θέση του είναι διπλάσια της διαμέτρου του, τότε το στοιχείο αυτό είναι το:

i. Καλιφόρνιο ^{250}Cf

ii. Αϊνσταϊνίο ^{252}Es

iii. Φέρμιο ^{257}Fm

Δίνονται:

➤ Η διάμετρος του στοιχείου, $\delta = \frac{6,62}{\pi} \cdot 10^{-10} \text{ m}$,

➤ Η σταθερά του Planck, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$,

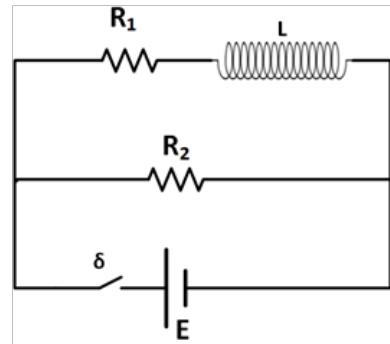
➤ Η μάζα του πρωτονίου η οποία είναι ίση με τη μάζα του νετρονίου:

$$m_p = m_n = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες: 2+6

B2. Μια ιδανική πηγή συνεχούς τάσης E , συνδέεται μέσω διακόπτη δ , παράλληλα με ωμικό αντιστάτη αντίστασης R_2 . Στα άκρα του R_2 έχει συνδεθεί αντιστάτης αντίστασης R_1 σε σειρά με ιδανικό πηνίο, όπως φαίνεται στο σχήμα.



I. Κάποια στιγμή κλείνουμε τον διακόπτη δ . Η ένταση I που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης R_2 αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη είναι ίση με:

i. $I = 0$ ii. $I = \frac{E(R_1 - R_2)}{R_1 \cdot R_2}$ iii. $I = \frac{E}{R_2}$

II. Κάποια στιγμή και αφού τα ρεύματα έχουν σταθεροποιηθεί, ανοίγουμε τον διακόπτη δ . Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα αμέσως μετά τη στιγμή που ανοίξαμε τον διακόπτη, θα είναι κατά απόλυτη τιμή ίσος με:

i. $\left| \frac{di}{dt} \right| = \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 \cdot L}$ ii. $\left| \frac{di}{dt} \right| = \frac{E(R_1 + R_2)^2}{R_1 \cdot R_2 \cdot L}$ iii. $\left| \frac{di}{dt} \right| = \frac{E \cdot R_2}{L}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις. Να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες: 2+1+4+1

B3. Δύο φωτόνια ίδιου μήκους κύματος λ_0 , σκεδάζονται από πρακτικά ακίνητα ηλεκτρόνια. Μετά τη σκέδαση, το πρώτο ηλεκτρόνιο αποκτά τη μέγιστη δυνατή κινητική ενέργεια, K_1 . Το δεύτερο φωτόνιο σκεδάζεται σε γωνία $\varphi = 60^\circ$, οπότε το ηλεκτρόνιο αποκτά κινητική ενέργεια K_2 . Αν για τις κινητικές ενέργειες των ηλεκτρονίων ισχύει $K_1 = 2,5K_2$, τότε ο λόγος των μέτρων των ορμών των φωτονίων μετά τη σκέδαση, $\frac{p_1}{p_2}$ ισούται με:

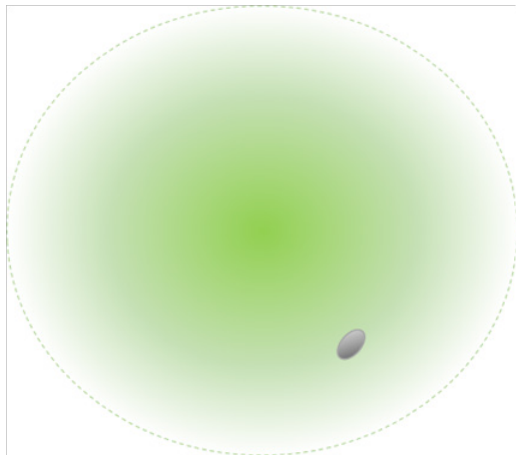
i. $\frac{1}{2}$ ii. $\frac{5}{8}$ iii. $\frac{3}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες: 2+7

Θέμα Γ

Ένας λαμπτήρας εκπέμπει ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda = 550 \text{ nm}$, με σταθερό ρυθμό $n = 5 \cdot 10^{17}$ φωτόνια ανά δευτερόλεπτο. Ο λαμπτήρας παρουσιάζει ωμική αντίσταση $R = 2 \ \Omega$ και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $i = 3 \text{ A}$. Σε απόσταση $d = 0,3 \text{ m}$ από την πηγή βρίσκεται πέτασμα το οποίο διαθέτει κυκλικό άνοιγμα ακτίνας $r = 0,3 \text{ mm}$. Ακριβώς πίσω από το πέτασμα έχει τοποθετηθεί λεπτό φύλλο μετάλλου, του οποίου το έργο εξαγωγής είναι $\varphi = 1,75 \text{ eV}$. Για κάθε 50 φωτόνια που προσπίπτουν στην επιφάνεια του μετάλλου, εκπέμπεται κατά μέσο όρο ένα ηλεκτρόνιο. Τα εκπεμπόμενα ηλεκτρόνια επιταχύνονται από διαφορά δυναμικού V από την κάθοδο προς την άνοδο και εισέρχονται σε αγωγό που δεν παρουσιάζει αντίσταση. Με ιδανικό μικροαμπερόμετρο, μετράμε την ένταση του φωτοηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από τον αγωγό.



- Γ1.** Να υπολογίσετε τη φωτεινή ενέργεια που εκπέμπεται από τον λαμπτήρα σε χρονική διάρκεια 2,5 min.
- Γ2.** Να υπολογίσετε το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια από τον λαμπτήρα.
- Γ3.** Να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που εκπέμπονται από το μέταλλο της καθόδου ανά δευτερόλεπτο.
- Γ4.** Να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια σε eV των ηλεκτρονίων που εκπέμπονται από το μέταλλο της καθόδου.
- Γ5.** Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που μετράται στο μικροαμπερόμετρο.