

ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
2^ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8) - ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ Α

Στις προτάσεις **A1a** έως **A4B** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

A1a. Μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται από τον αέρα σε ένα μέσο διάδοσης, με αποτέλεσμα το μήκος κύματος της να υποδιπλασιαστεί. Κατά την μετάβαση αυτή

- α. η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας διπλασιάζεται.
- β. το μέτρο της ορμής ενός φωτονίου της ακτινοβολίας υποδιπλασιάζεται.
- γ. ο λόγος του πλάτους της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου προς το πλάτος της έντασης του μαγνητικού πεδίου της ακτινοβολίας παραμένει σταθερός.
- δ. ο λόγος του πλάτους της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου προς το πλάτος της έντασης του μαγνητικού πεδίου της ακτινοβολίας υποδιπλασιάζεται.

(Μονάδες 3)

A1B. Ένα μέλαν σώμα από μαλακό μέταλλο και επιφάνεια εκπομπής A , όταν βρίσκεται σε θερμοκρασία T εκπέμπει θερμική ακτινοβολία με μήκος κύματος αιχμής λ_{\max} . Ένα δεύτερο μέλαν σώμα από σκληρό μέταλλο με διπλάσια επιφάνεια εκπομπής, που βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία T , εκπέμπει θερμική ακτινοβολία με μήκος κύματος αιχμής λ'_{\max} . Τα δύο μήκη κύματος αιχμής συνδέονται με τη σχέση

- α. $\lambda'_{\max} = \lambda_{\max}$.
- β. $\lambda'_{\max} > \lambda_{\max}$.
- γ. $\lambda'_{\max} < \lambda_{\max}$.
- δ. που δεν μπορούμε να γνωρίζουμε, καθώς τα στοιχεία δεν επαρκούν.

(Μονάδες 2)

A2a. Η θεωρία των κβάντα του Planck, με την οποία ερμηνεύτηκε η ακτινοβολία του μέλανος σώματος, αποδέχεται ότι

- α. η ενέργεια ενός ταλαντούμενου ατόμου μπορεί να πάρει τιμές που είναι ανεξάρτητες της συχνότητας ταλάντωσής του, f .
- β. η ενέργεια ενός ταλαντούμενου ατόμου έχει μία συγκεκριμένη τιμή για κάθε είδος ατόμου.
- γ. το ποσό της ενέργειας που μπορεί να εκπέμψει ένα άτομο δεν μπορεί να ισούται με το ποσό ενέργειας που μπορεί να απορροφήσει.

δ. ένα άτομο όταν παραμένει στη ίδια ενεργειακή στάθμη δεν εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

(Μονάδες 3)

A2B. Μονοχρωματική ακτινοβολία προσπίπτει στην κάθοδο μιας συσκευής μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, με ενέργεια φωτονίου ίση με $1,4\phi$, όπου ϕ το έργο εξαγωγής για το μέταλλο της καθόδου. Η κινητική ενέργεια των εξερχομένων φωτοηλεκτρονίων έχει τιμή που είναι μεταξύ

- α. 0 και $1,4\phi$.
- β. 0 και $0,4\phi$.
- γ. $0,4\phi$ και $1,4\phi$.
- δ. $1,4\phi$ έως $2,4\phi$.

(Μονάδες 2)

A3α. Η μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων φωτοηλεκτρονίων από την κάθοδο στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο μειώνεται όταν αυξηθεί

- α. η συχνότητα των φωτονίων που προσπίπτουν στην κάθοδο.
- β. η ορμή των φωτονίων που προσπίπτουν στην κάθοδο.
- γ. το μήκος κύματος των φωτονίων που προσπίπτουν στην κάθοδο.
- δ. η διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου και καθόδου.

(Μονάδες 3)

A3B. Σύμφωνα με την πρωτοποριακή υπόθεση του Louis de Broglie κάθε κινούμενο ηλεκτρόνιο έχει

- α. κυματική φύση και κινητική ενέργεια ανάλογη του μήκους κύματός του.
- β. σωματιδιακή φύση και κινητική ενέργεια ανάλογη του τετραγώνου της ορμής του.
- γ. κυματική φύση με μήκος κύματος ανάλογο του τετραγώνου της ορμής του.
- δ. κυματική φύση με μήκος κύματος αντιστρόφως ανάλογο της ορμής του.

(Μονάδες 2)

A4α. Σύμφωνα με την αρχή της αβεβαιότητας

- α. όταν μειώνεται το εύρος στην αβεβαιότητας της ορμής ενός σωματιδίου, τότε αυξάνεται η απροσδιοριστία στη γνώση της θέσης του.
- β. είναι δυνατό με τη σύγχρονη τεχνολογία να μετρήσουμε ταυτόχρονα τη θέση και την ταχύτητα ενός σωματιδίου.

γ. οι φασματικές γραμμές είναι αυστηρά καθορισμένες και παρέχουν ακριβή γνώση της ενέργειας των εκπεμπόμενων φωτονίων από ένα διεγερμένο άτομο.

δ. το γινόμενο της αβεβαιότητας της ορμής και της θέσης ενός σωματιδίου είναι μικρότερο μιας συγκεκριμένης ποσότητας.

(Μονάδες 3)

A4B. Η κυματοσυνάρτηση ψ ενός σωματιδίου χρησιμοποιείται στην κβαντομηχανική

α. για να διορθωθούν τα σφάλματα που προκύπτουν από την αρχή της αβεβαιότητας.

β. για να υπολογίσουμε την πιθανότητα να βρίσκεται το σωματίδιο κάποια χρονική στιγμή μέσα σε έναν συγκεκριμένο όγκο.

γ. ώστε με βάση τη συνθήκη κανονικοποίησης να είναι πάντα μικρότερη από τη μονάδα.

δ. για να ερευνήσουμε τις ιδιότητες ενός μέσου διάδοσης.

(Μονάδες 2)

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.

α. Θερμική είναι η ακτινοβολία που εκπέμπει κάθε σώμα ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του και ανεξάρτητα από το αν φωτίζεται.

β. Οι ακτίνες Χ εκπέμπονται μετά την πρόσπτωση ηλεκτρονίων μικρής κινητικής ενέργειας σε μεταλλική επιφάνεια.

γ. Η συχνότητα κατωφλίου ενός μετάλλου στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο εξαρτάται από τη διαφορά δυναμικού ανόδου και καθόδου.

δ. Τα σύμβολα Δr_x και Δx που υπεισέρχονται στην αρχή της αβεβαιότητας δηλώνουν το εύρος της απροσδιοριστίας στη μέτρηση της ορμής και της θέσης ενός σωματιδίου, αντίστοιχα.

ε. Η δημιουργία των κυματοπακέτων γίνεται για να υπολογίσουμε ταυτόχρονα την ενέργεια και την ορμή ενός σωματιδίου.

(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

B1. Μέλαν σώμα βρίσκεται σε θερμοκρασία T_1 και το μήκος κύματος αιχμής $\lambda_{1\max}$, της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας, βρίσκεται στην περιοχή του ορατού. Μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία του σώματος και το νέο μήκος κύματος αιχμής διαφέρει κατά $3\lambda_{1\max}/4$ από το αρχικό, βρισκόμενο στην περιοχή του υπεριώδους. Η % μεταβολή στη θερμοκρασία του σώματος είναι

α. $-\frac{300}{7}\%$. β. $\frac{300}{7}\%$. γ. 300%.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

B2. Ορατή μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος λ_1 προσπίπτει σε μέταλλο και εξέρχονται ηλεκτρόνια ορμής μέτρου p_1 και μέγιστης κινητικής ενέργειας ίσης με το 10% της ενέργειας των προσπιπτόντων φωτονίων. Αν στο ίδιο μέταλλο προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda_2=5\lambda_1/17$, τα εξερχόμενα ηλεκτρόνια έχουν ορμή μέτρου p_2 . Ο λόγος p_1/p_2 είναι ίσος με

α. $\frac{1}{5}$. β. $\frac{1}{10}$. γ. $\frac{1}{25}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 5)

B3. Σε ένα πείραμα σκέδασης φωτονίων σε πρακτικώς ακίνητα και ελεύθερα ηλεκτρόνια, στην περίπτωση της μέγιστης μεταβολής του μήκους κύματος της σκεδαζόμενης δέσμης σε σχέση με το μήκος κύματος της προσπίπτουσας δέσμης, παρατηρείται ότι το μέτρο της ορμής των φωτονίων μετά τη σκέδαση είναι το μισό από το μέτρο της αρχικής ορμής των φωτονίων.

Θεωρήσετε ότι τα ανακρουόμενα ηλεκτρόνια είναι αρχικά ακίνητα κι ελεύθερα κι ότι τα μήκη κύματος της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτίνας λ' , λ , αντίστοιχα, συνδέονται με τη

σχέση $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\varphi)$. Η μέγιστη δυνατή κινητική ενέργεια των ανακρουόμενων ηλεκτρονίων είναι

α. $\frac{1}{2}mc^2$. β. $\frac{1}{12}mc^2$. γ. $\frac{1}{4}mc^2$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

B4. Μία μπάλα του τένις μάζας m , κινείται στον άξονα x 'ς με κινητική ενέργεια K και αβεβαιότητα στη θέση της ίση με το μισό του μήκους κύματος de Broglie, που αντιστοιχεί στην κίνησή της. Η ελάχιστη αβεβαιότητα στη γνώση της ορμής της είναι

α. $(\Delta p)_{\min} = \frac{\sqrt{mK}}{\pi}$. β. $(\Delta p)_{\min} = \frac{\sqrt{2mK}}{\pi}$. γ. $(\Delta p)_{\min} = \frac{\sqrt{3mK}}{\pi}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

ΘΕΜΑ Γ

Στην κάθοδο κυκλώματος φωτοηλεκτρικού φαινομένου προσπίπτουν φωτόνια μονοχρωματικού φωτός που έχουν μήκος κύματος $\lambda=2,2 \cdot 10^{-7} \text{m}$. Τα ηλεκτρόνια που εξέρχονται από την κάθοδο με μέγιστη ταχύτητα, ίση με $v_1=10^6 \text{m/s}$, φτάνουν στην άνοδο με διπλάσια ταχύτητα.

Γ1. Να υπολογίσετε τη συχνότητα κατωφλίου του μετάλλου της καθόδου.

(Μονάδες 6)

Γ2. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου - καθόδου.

(Μονάδες 6)

Γ3. Να υπολογίσετε την τάση αποκοπής, αν διπλασιάσουμε την ένταση της ακτινοβολίας που προσπίπτει στην κάθοδο, διατηρώντας σταθερό τον αριθμό των φωτονίων που προσπίπτουν σε αυτήν ανά μονάδα χρόνου.

(Μονάδες 6)

Γ4. Να σχεδιάσετε σε αριθμημένους άξονες το διάγραμμα της τάσης αποκοπής σε συνάρτηση με τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

(Μονάδες 7)

Δίνονται οι σταθερές: $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{Js}$, $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$, $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, $m_e=9 \cdot 10^{-31} \text{kg}$.

ΘΕΜΑ Δ

Από μία πηγή φωτονίων επιφάνειας εμβαδού $S=1 \text{cm}^2$ και έντασης ακτινοβολίας $I=33 \cdot 10^{-3} \text{W/m}^2$ εκπέμπονται 10^8 φωτόνια ανά δευτερόλεπτο. Η δέσμη των φωτονίων προσπίπτει σε μια υλική επιφάνεια και το σκεδαζόμενο τμήμα της ακτινοβολίας, για κάποια γωνία φ μεταξύ προσπίπτουσας και σκεδαζόμενης δέσμης, έχει συχνότητα $f'=\frac{15}{36} \cdot 10^{20} \text{Hz}$. Θεωρήσετε ότι τα

ανακρουόμενα ηλεκτρόνια είναι αρχικά ακίνητα κι ελεύθερα κι ότι τα μήκη κύματος της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτίνας λ' , λ , αντίστοιχα, συνδέονται με τη σχέση

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \sigma \nu \varphi).$$

Δ1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

(Μονάδες 5)

Δ2. Να υπολογίσετε τη γωνία φ που σχηματίζουν οι δέσμες των φωτονίων πριν και μετά τη σκέδαση.

(Μονάδες 5)

Δ3. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου για την παραπάνω γωνία φ μεταξύ των δύο δεσμών, μετά τη σκέδαση.

(Μονάδες 5)

Δ4. Να υπολογίσετε την εφαπτομένη της γωνίας θ που σχηματίζει η δέσμη των ανακρουόμενων ηλεκτρονίων με τη διεύθυνση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

(Μονάδες 5)

Δ5. Να γίνει το διάγραμμα του μήκους κύματος της σκεδαζόμενης δέσμης σε σχέση με το $\sin\varphi$, όπου φ η γωνία μεταξύ της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

(Μονάδες 5)

Δίνονται οι σταθερές: $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{Js}$, $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$, $\lambda_c = \frac{h}{mc} = 2,4 \text{pm}$.

---- ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ----

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:

Τα θέματα επιμελήθηκαν οι Βανταράκης Θάνος, Γκικόκας Κώστας, Μπετσάκος Παναγιώτης και Πασσαλίδης Δημοσθένης, Φυσικοί.

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον Παλόγο Αντώνιο, Φυσικό.