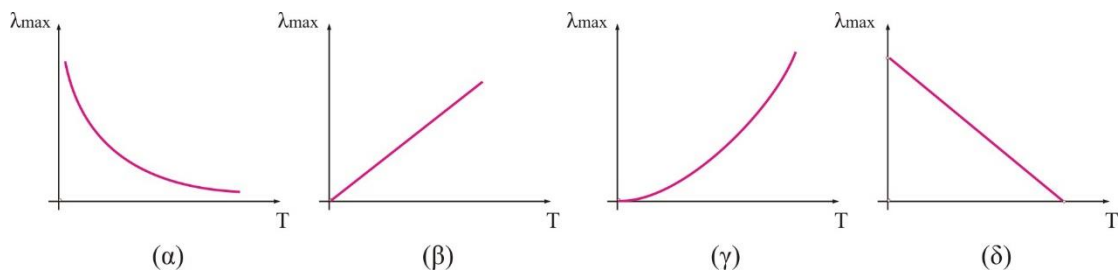


**ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**1<sup>ο</sup> ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8) - ΘΕΜΑΤΑ**

**ΘΕΜΑ Α**

Στις προτάσεις **A1α** έως **A4β** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

**A1α.** Σύμφωνα με τον Νόμο μετατόπισης του Wien, η σχέση που συνδέει το μήκος κύματος στο οποίο ένα μέλαν σώμα εκπέμπει τη μέγιστη ένταση ακτινοβολίας,  $\lambda_{\max}$  με την απόλυτη θερμοκρασία  $T$  δείχνεται στο διάγραμμα



(Μονάδες 3)

**A1β.** Σε ένα κύκλωμα φωτοκύτταρου υπάρχει ένας σωλήνας υψηλού κενού μέσα στον οποίο βρίσκονται δύο ηλεκτρόδια, το ένα χρησιμεύει ως κάθοδος και το άλλο ως άνοδος. Το ηλεκτρόδιο που χρησιμεύει ως άνοδος

- α. έχει μεγάλη επιφάνεια και φέρει επίστρωση από ένα αλκαλιμέταλλο.
- β. εκπέμπει φωτοηλεκτρόνια, όταν φωτίζεται.
- γ. έχει μικρή επιφάνεια και φέρει επίστρωση από ένα άνθρακα.
- δ. έχει μικρή επιφάνεια και συλλέγει τα φωτοηλεκτρόνια.

(Μονάδες 2)

**A2α.** Η κλασική φυσική αδυνατεί να εξηγήσει τη μεταβολή στο μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας κατά τη σκέδαση Compton, διότι, σύμφωνα με την κλασική θεωρία, η προσπίπτουσα ακτινοβολία

- α. είναι ένα ρεύμα σωματιδίων με μηδενική μάζα ηρεμίας.
- β. θα έπρεπε να έχει συχνότητα μικρότερη από τη σκεδαζόμενη.
- γ. αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να ταλαντώνονται με την ίδια συχνότητα και επακόλουθα να παράγουν Η/Μ κύματα ίδιας συχνότητας.
- δ. σκεδάζεται σε ηλεκτρόνια πρακτικώς ελεύθερα και όχι σε ηλεκτρόνια ισχυρώς δέσμια στους πυρήνες.

(Μονάδες 2)

**A2B.** Το μέγεθος ένταση ακτινοβολίας εκφράζει

- α. την ενέργεια ανά μονάδα μήκους κύματος που εκπέμπεται από τη μονάδα της επιφάνειας ενός σώματος.
- β. την ισχύ που εκπέμπεται από τη μονάδα της επιφάνειας ενός σώματος στο μονάδα του χρόνου.
- γ. την ενέργεια που εκπέμπεται από την επιφάνεια ενός σώματος, ανά μονάδα θερμοκρασίας.
- δ. την ενέργεια που εκπέμπεται από τη μονάδα της επιφάνειας ενός σώματος στη μονάδα του χρόνου.

(Μονάδες 3)

**A3α.** Οι βασικοί τρόποι παραγωγής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι:

- 1) ταλαντούμενα ηλεκτρικά δίπολα σε ηλεκτρονικά κυκλώματα
- 2) εκπομπή από ραδιενεργούς πυρήνες
- 3) εκπομπή από θερμά σώματα
- 4) ανακατανομή ηλεκτρονίων στα άτομα και τα μόρια
- 5) επιβράδυνση ταχέως κινούμενων ηλεκτρονίων από μεταλλικούς στόχους

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που παράγονται αντίστοιχα, κατά σειρά ελαττούμενου μήκους κύματος είναι

- α. 1 - 2 - 3 - 4 - 5.
- β. 5 - 4 - 3 - 2 - 1.
- γ. 1 - 3 - 4 - 5 - 2.
- δ. 2 - 1 - 3 - 5 - 4.

(Μονάδες 3)

**A3β.** Σε κάθε σωματίο μάζας  $m$ , που κινείται με ταχύτητα πολύ μικρότερη από την ταχύτητα του φωτός και έχει κινητική ενέργεια  $K$ , σύμφωνα με τον de Broglie, είναι συνδεδεμένο ένα κύμα το μήκος κύματος  $\lambda$  του οποίου δίνεται από τη σχέση

α.  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK}}$       β.  $\lambda = \frac{h}{K}$  .  
 γ.  $\lambda = \frac{h}{m}$       δ.  $\lambda = \frac{2h}{\sqrt{mK}}$  .

(Μονάδες 2)

**A4α.** Μια κυματοσυνάρτηση  $\psi$  ενός σωματιδίου στην κβαντομηχανική

- α. υπολογίζει με ακρίβεια τη θέση και την ορμή του σε μια χρονική στιγμή.
- β. υπολογίζει την ταχύτητά του μια χρονική στιγμή.
- γ. υπολογίζει τη θέση του σωματιδίου σε κάποια χρονική στιγμή.
- δ. δεν έχει άμεση φυσική σημασία και δεν μπορεί να εκφράσει πιθανότητα.

(Μονάδες 3)

**A4β.** Αν ορίσουμε έναν στοιχειώδη όγκο  $dV$  γύρω από ένα συγκεκριμένο σημείο  $(x, y, z)$ , τότε η πιθανότητα να βρίσκεται κάποιο σωματίο μέσα στον όγκο  $dV$  σε δεδομένη χρονική στιγμή ανά μονάδα όγκου προτάθηκε από τον

- α. Born και είναι το τετράγωνο του μέτρου της κυματοσυνάρτησης  $|\psi|^2$ .
- β. Compton και είναι το μέτρο του τετραγώνου της κυματοσυνάρτησης  $|\psi|^2$ .
- γ. Schrödinger και είναι το τετράγωνο του μέτρου της κυματοσυνάρτησης  $|\psi|^2$ .
- δ. de Broglie και είναι το μέτρο του τετραγώνου της κυματοσυνάρτησης  $|\psi|^2$ .

(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. Σύμφωνα με την αρχή της αβεβαιότητας δεν είναι δυνατόν να μετρήσουμε ταυτόχρονα και τη μάζα και το φορτίο ενός ηλεκτρονίου με απεριορίστη ακρίβεια.
- β. Όταν ένα ηλεκτρόνιο μεταπηδήσει από τη θεμελιώδη κατάσταση σε κατάσταση μεγαλύτερης ενέργειας εκπέμπει φωτόνιο ενέργειας  $h \cdot f$ , ίσης με τη διαφορά ενέργειας των δύο καταστάσεων στις οποίες βρέθηκε.
- γ. Η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του.
- δ. Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκτείνεται μεταξύ 400nm και 700nm.
- ε. Η σχέση  $\sum |\psi|^2 dV = 1$  δηλώνει ότι ένα σωματίδιο σε κάθε χρονική στιγμή θα βρίσκεται σίγουρα σε κάποιο σημείο του χώρου.

(Μονάδες 5)

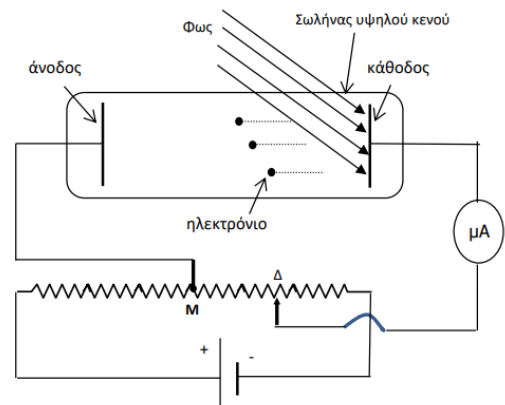
## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Στο σχήμα δείχνεται μια αναπαράσταση για το κύκλωμα ενός φωτοκύτταρου. Ο δρομέας Δ μπορεί να μετακινείται κατά μήκος της μεταβλητής αντίστασης, ενώ η επαφή Μ είναι σταθερή. Όταν ο δρομέας Δ βρίσκεται δεξιά από την επαφή Μ, τότε τα ηλεκτρόνια της καθόδου που μετατρέπονται σε φωτοηλεκτρόνια απορροφούν ενέργεια

α. από τη φωτεινή δέσμη και από την ηλεκτρική πηγή.

β. μόνο από τη φωτεινή δέσμη.

γ. από τη φωτεινή δέσμη και ένα μέρος της το αποδίδουν στο κύκλωμα με την ηλεκτρική πηγή.



Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B2.** Ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο κινούνται ευθύγραμμα με ταχύτητες πολύ μικρότερες από την ταχύτητα του φωτός. Τα δύο σωμάτια έχουν την ίδια ορμή και η αβεβαιότητα στη μέτρηση της θέσης τους,  $\Delta x$ , είναι ίση με το διπλάσιο του αντίστοιχου μήκους κύματος de Broglie. Αν θεωρήσουμε ότι η μάζα του πρωτονίου είναι 1830 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του ηλεκτρονίου,  $m_p = 1830m_e$ , τότε η ελάχιστη αβεβαιότητα στη μέτρηση της ταχύτητας του ηλεκτρονίου,  $\Delta v_e$ , και η ελάχιστη αβεβαιότητα στη μέτρηση της ταχύτητας του πρωτονίου,  $\Delta v_p$ , συνδέονται με τη σχέση

α.  $\Delta v_e = \frac{1}{1830} \Delta v_p$ .

β.  $\Delta v_e = 1830 \Delta v_p$ .

γ.  $\Delta v_e = \Delta v_p$ .

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

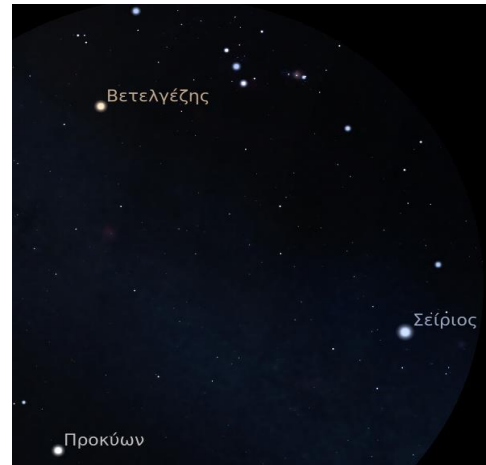
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B3.** Παρατηρώντας μια νύχτα του χειμώνα τον έναστρο ουρανό ξεχωρίζει το ισόπλευρο τρίγωνο που σχηματίζουν οι αστέρες Προκύων - Βετελγέζης - Σείριος, (χειμερινό τρίγωνο). Από την προσεκτική παρατήρηση βγαίνει το συμπέρασμα ότι το μήκος κύματος αιχμής  $\lambda_{\max}$  της ακτινοβολίας που εκπέμπει η επιφάνεια του Σείριου, προκαλεί στον άνθρωπο την αίσθηση του ιώδους-θαλασσί χρώματος, ενώ το αντίστοιχο μήκος κύματος αιχμής  $\lambda_{\max}$  για την επιφάνεια του αστέρα Βετελγέζης προκαλεί την αίσθηση του ερυθρού-πορτοκαλί χρώματος. Το μήκος κύματος αιχμής  $\lambda_{\max}$  που εκπέμπει η επιφάνεια του Ήλιου, προκαλεί στον άνθρωπο την αίσθηση του κίτρινου χρώματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί δείχνονται οι θερμοκρασίες της επιφάνειας και τα ονόματα των τριών άστρων.

| <u>Επιφανειακή θερμοκρασία</u> | <u>Όνομα αστέρα</u> |
|--------------------------------|---------------------|
| α. 3500 K                      | i. Ήλιος            |
| β. 5700 K                      | ii. Σείριος         |
| γ. 11200 K                     | iii. Βετελγέζης     |



Να αντιστοιχίσετε την επιφανειακή θερμοκρασία με το όνομα κάθε αστέρα.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B4.** Στο φαινόμενο Compton το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης  $\lambda'$  και της προσπίπτουσας ακτίνας  $\lambda$ , συνδέονται με τη σχέση  $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\varphi)$ . Η ποσότητα  $h/mc$  που εμφανίζεται στην εξίσωση έχει διαστάσεις μήκους και ονομάζεται μήκος κύματος Compton  $\lambda_c$ .

Για  $\lambda' - \lambda > \lambda_c$  το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει

α. συχνότητα μικρότερη από του προσπίπτοντος φωτονίου και γωνία σκέδασης  $0 \leq \varphi < \pi/2$ .

β. έχει μήκος κύματος μικρότερο από του προσπίπτοντος φωτονίου και γωνία σκέδασης  $\pi/2 < \varphi \leq \pi$ .

γ. έχει συχνότητα μικρότερη από του προσπίπτοντος φωτονίου και γωνία σκέδασης  $\pi/2 < \varphi \leq \pi$ .

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 5)

### ΘΕΜΑ Γ

Μια φωτεινή μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος  $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  προσπίπτει κάθετα στην κάθοδο μιας φωτοηλεκτρικής διάταξης που έχει εμβαδό  $1 \text{ cm}^2$  αποδίδοντας της ενέργεια με ρυθμό  $9 \cdot 10^{-5} \text{ J/s}$ . Τα φωτοηλεκτρόνια που ελευθερώνονται έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια  $1,75 \text{ eV}$  και η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα είναι  $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ mA}$ .

Γ1. Να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων της ακτινοβολίας που περιέχονται σε έναν στοιχειώδη κύβο όγκου  $1 \text{ cm}^3$ .

(Μονάδες 6)

Γ2. Να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων που προσπίπτουν στην επιφάνεια της καθόδου σε χρονικό διάστημα  $1 \text{ s}$ .

(Μονάδες 6)

Γ3. Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής του υλικού της καθόδου.

(Μονάδες 6)

Γ4. Να βρείτε αν η ένταση του ρεύματος  $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ mA}$  αντιστοιχεί στο μέγιστο (σταθερό) ρεύμα που μπορεί να δημιουργηθεί στο κύκλωμα για τη συγκεκριμένη ένταση ακτινοβολίας.

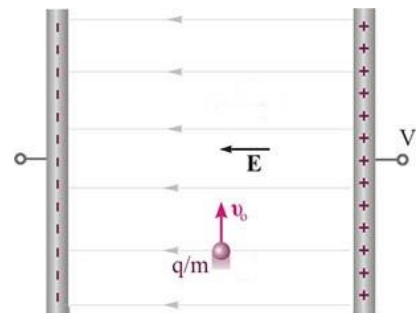
(Μονάδες 7)

Δίνονται:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

### ΘΕΜΑ Δ

Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται στο κενό με ένταση ηλεκτρικού πεδίου που περιγράφεται από την εξίσωση  $E = 60\eta\mu\left(10^{15}\pi t - \frac{\pi x}{3 \cdot 10^{-7}}\right)$  (S.I.) προσπίπτει σε μέταλλο με έργο εξαγωγής  $\phi$ , οπότε εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια με μέγιστη ταχύτητα  $v_0$ .

Η παραγόμενη δέσμη φωτοηλεκτρονίων με ταχύτητα  $v_0$  εισέρχεται σε επιλογέα ταχυτήτων κάθετα στις δυναμικές γραμμές τόσο του ηλεκτρικού πεδίου με  $E_1 = 120 \text{ V/m}$ , όσο και του μαγνητικού πεδίου με  $B_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ , όπως δείχνεται στο σχήμα. Κατά τη διέλευση των φωτοηλεκτρονίων από τον επιλογέα ταχυτήτων η ταχύτητά τους παραμένει αμετάβλητη.



Δ1. Να υπολογίσετε τη συχνότητα  $f$  της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας καθώς και τη μέγιστη ένταση  $B_{\text{max}}$  του μαγνητικού πεδίου.

(Μονάδες 6)

**Δ2.** Να σχεδιάσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στον επιλογέα ταχυτήτων και να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας  $v_0$  των φωτοηλεκτρονίων.

(Μονάδες 6)

**Δ3.** Να βρείτε το έργο εξαγωγής του μετάλλου σε eV καθώς και τη συχνότητα κατωφλίου για αυτό.

(Μονάδες 6)

**Δ4.** Να σχεδιάσετε, σε αριθμημένους άξονες, τη γραφική παράσταση της μέγιστης κινητικής ενέργειας των φωτοηλεκτρονίων σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

(Μονάδες 7)

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

Τα ζητούμενα μεγέθη σε eV να δοθούν με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

---- ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ----

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:

Τα θέματα επιμελήθηκαν οι Μπαγανάς Ιωάννης, Παρασκευόπουλος Γεώργιος και Πετρίδης Παναγιώτης, Φυσικοί.

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον Παλόγο Αντώνιο, Φυσικό.