

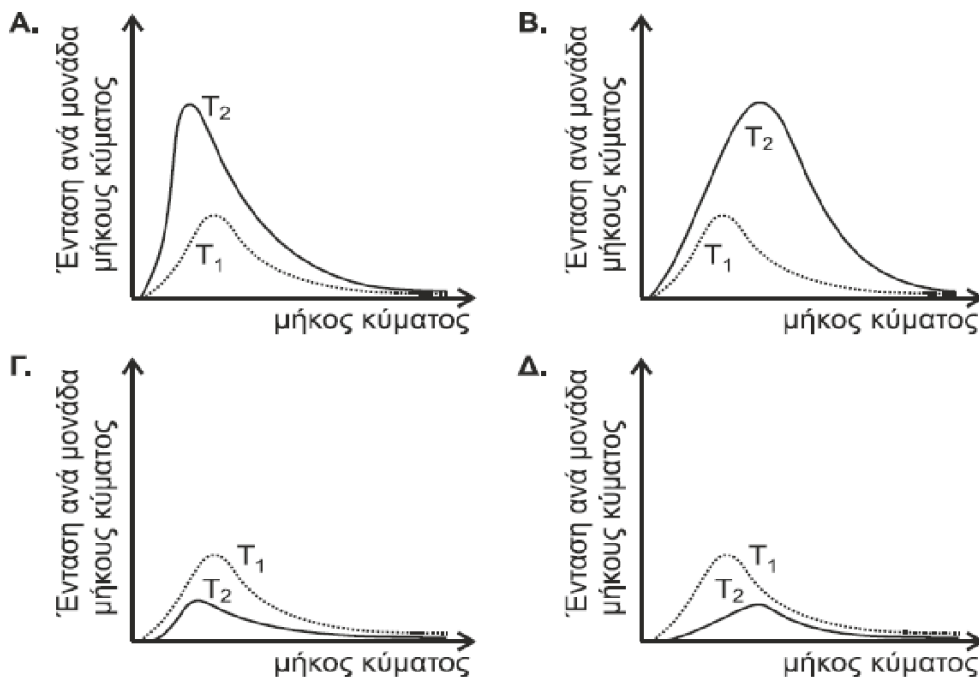
ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Ερωτήσεις 1^{ου} Θέματος

Α. Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ερωτήσεις και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Ποιο από τα παρακάτω γραφήματα απεικονίζει τα φάσματα εκπομπής δύο μελανών σωμάτων, με απόλυτες θερμοκρασίες T_1 και T_2 με $T_2 > T_1$;



α. Α.

β. Β.

γ. Γ.

δ. Δ.

Ημερ. 2023

2. Η ενοποιημένη ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell ερμήνευσε με επιτυχία:

- το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
- το φαινόμενο της σκέδασης Compton.
- την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ως μηχανισμού διάδοσης της ενέργειας του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου στο χώρο.
- την ακτινοβολία του μέλανος σώματος.

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2023

3. Φωτόνιο ακτινοβολίας Χ σκεδάζεται κατά Compton από πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο:

- έχει μικρότερο μήκος κύματος από το αρχικό.
- έχει μικρότερη συχνότητα από το αρχικό.
- μεταφέρει όλη του την ενέργεια στο ηλεκτρόνιο.
- διατηρεί την αρχική του ορμή.

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2025

B. Ερωτήσεις Σωστού - Λάθους

Για κάθε μια από τις επόμενες προτάσεις να μεταφέρετε στο τετράδιό σας το γράμμα της και δίπλα να γράψετε την ένδειξη (Σ), αν αυτή είναι Σωστή, ή (Λ), αν αυτή είναι Λανθασμένη.

1. Όσο μεγαλύτερος είναι ο μέσος χρόνος ζωής Δt μιας διεγερμένης ατομικής στάθμης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η αβεβαιότητα ΔE για την ενέργειά της.
2. Η τάση αποκοπής σε φωτοκύτταρο είναι ανεξάρτητη από την ένταση της ακτινοβολίας.
3. Η απότομη επιβράδυνση των ηλεκτρονίων, όταν προσπίπτουν στην επιφάνεια ενός μετάλλου είναι η μοναδική αιτία εκπομπής ακτίνων Χ από την μεταλλική επιφάνεια.
4. Σύμφωνα με τον Heisenberg, η αβεβαιότητα στη μέτρηση της ενέργειας μιας κατάστασης ενός συστήματος είναι αντιστρόφως ανάλογη με το χρόνο που το σύστημα παραμένει σε αυτή την κατάσταση.
5. Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ο αριθμός παραγωγής φωτοηλεκτρονίων από τη μεταλλική κάθοδο αυξάνει ανάλογα με τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
6. Η Αρχή της Αβεβαιότητας αναφέρει ότι δεν είναι δυνατόν να μετρήσουμε ταυτόχρονα και τη θέση και την ορμή ενός σωματιδίου με απερίοριστη ακρίβεια.
7. Σε οποιαδήποτε θερμοκρασία και αν βρίσκεται ένα μέλαν σώμα, εκπέμπει ενέργεια με μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε όλο το φάσμα της.
8. Το έργο εξαγωγής φωτοηλεκτρονίων από το μέταλλο της καθόδου εξαρτάται από την συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
9. Από τον νόμο μετατόπισης του Wien προκύπτει ότι το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στο μέγιστο της έντασης της ακτινοβολίας είναι ανάλογο της θερμοκρασίας.
10. Σύμφωνα με τον de Broglie, κάθε κινούμενο σωματίδιο έχει κυματική φύση και μήκος κύματος αντιστρόφως ανάλογο της ορμής του.

Ερωτήσεις 2^{ου} Θέματος

1. Σε συσκευή μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, μονοχρωματική ακτινοβολία προσπίπτει στην επιφάνεια της καθόδου. Η συχνότητα κατωφλίου, για το μέταλλο της καθόδου, είναι ίση με f_1 .

Αν η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι $f_2 = 3f_1$, τότε τα ηλεκτρόνια εξερχόμενα από την κάθοδο μόλις που καταφέρνουν να φτάσουν στην άνοδο. Η τάση αποκοπής V_0 είναι ίση με

i. $\frac{hf_1}{e}$.

ii. $\frac{2hf_1}{e}$.

iii. $\frac{3hf_1}{e}$.

α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Ημερ. 2023

2. Ένα φωτόνιο προσπίπτει σε ελεύθερο ηλεκτρόνιο με μάζα m το οποίο θεωρείται αρχικά ακίνητο. Μετά την κρούση το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει αυξημένο μήκος κύματος σε σχέση με το προσπίπτον κατά $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc}$, όπου h η σταθερά του Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός.

α. i. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο θα κινείται σε κατεύθυνση που σχηματίζει γωνία 90° με εκείνη του προσπίπτοντος.

ii. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο θα κινείται σε κατεύθυνση που σχηματίζει γωνία 0° με εκείνη του προσπίπτοντος.

iii. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο θα κινείται σε αντίθετη κατεύθυνση από εκείνη του προσπίπτοντος.

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

β. Το μέτρο της ορμής του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου είναι ίσο με

i. το άθροισμα των μέτρων των ορμών του προσπίπτοντος και του σκεδαζόμενου φωτονίου.

ii. τη διαφορά των μέτρων των ορμών του προσπίπτοντος και του σκεδαζόμενου φωτονίου.

iii. την τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των μέτρων των ορμών του προσπίπτοντος και του σκεδαζόμενου φωτονίου.

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

Δίνονται: $\sin 0^\circ = 1$, $\sin 90^\circ = 0$, $\sin 180^\circ = -1$

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2023

3. Ένα μέλαν σώμα έχει θερμοκρασία T_1 , βρίσκεται σε χώρο όπου επικρατεί κενό και εκπέμπει ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Το μεγαλύτερο τμήμα της ενέργειας που εκπέμπεται από το μέλαν σώμα περιορίζεται σε μια στενή περιοχή με «αιχμή» στο μήκος κύματος $\lambda_{1\max}$. Η φάση του ηλεκτρικού πεδίου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος αιχμής $\lambda_{1\max}$ είναι ίση με $\varphi_1 = 2\pi(10^{15}t - \frac{10^7}{3}x)$ (S.I.).

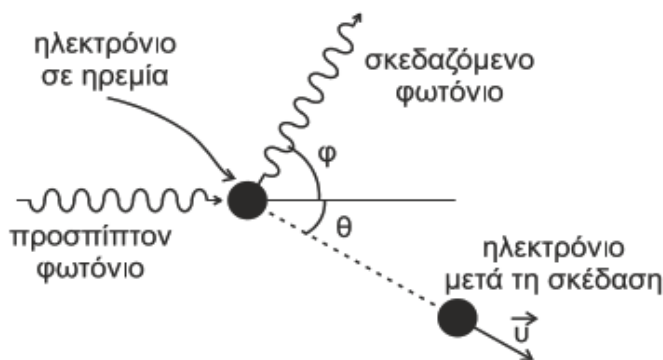
Το ίδιο μέλαν σώμα, στον ίδιο χώρο, έχοντας θερμοκρασία T_2 διπλάσια της T_1 εκπέμπει ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Στη θερμοκρασία T_2 το μεγαλύτερο τμήμα της ενέργειας που εκπέμπεται από το μέλαν σώμα περιορίζεται σε μια στενή περιοχή με «αιχμή» στο μήκος κύματος $\lambda_{2\max}$. Η φάση φ_2 του ηλεκτρικού πεδίου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος αιχμής $\lambda_{2\max}$ θα είναι ίση με:

i. $\varphi_2 = 2\pi(10^{15}t - 10^7x)$ (S.I.).

ii. $\varphi_2 = 2\pi(2 \cdot 10^{15}t - \frac{2 \cdot 10^7}{3}x)$ (S.I.).

iii. $\varphi_2 = 2\pi(2 \cdot 10^{15}t - \frac{3 \cdot 10^7}{3}x)$ (S.I.).

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



Αν γνωρίζετε ότι η σκέδαση πραγματοποιείται στο κενό, m είναι η μάζα του ηλεκτρονίου, c η ταχύτητα του φωτός στο κενό και h η σταθερά του Planck, τότε για το μήκος κύματος λ του προσπίπτοντος φωτονίου ισχύει ότι:

i. $\lambda = \frac{h}{2mc}$.

ii. $\lambda = \frac{h}{mc}$.

iii. $\lambda = \frac{2h}{mc}$.

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

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2024

6. Φωτόνιο αρχικής ενέργειας E_0 σκεδάζεται από πρακτικώς ακίνητο ηλεκτρόνιο, σύμφωνα με το φαινόμενο Compton σε γωνία $\varphi = 60^\circ$ ως προς την αρχική διεύθυνση διάδοσης του φωτονίου. Μετά τη σκέδαση η ενέργεια του σκεδαζόμενου φωτονίου είναι ίση με την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου. Αν c είναι η ταχύτητα του φωτός στο κενό και m_e η μάζα του ηλεκτρονίου, τότε η αρχική ενέργεια του φωτονίου είναι

i. $E_0 = m_e \cdot c^2$.

ii. $E_0 = 2 \cdot m_e \cdot c^2$.

iii. $E_0 = 3 \cdot m_e \cdot c^2$.

α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Ημερ. 2025

7. Λεπτή δέσμη φωτονίων, μήκους κύματος λ , προσπίπτει σε υλικό καθόδου φωτοηλεκτρικής διάταξης με αποτέλεσμα την εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων μέγιστης κινητικής ενέργειας $K_{\max} = 2 \text{ eV}$. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με δέσμη φωτονίων μήκους κύματος $\lambda' = \lambda/3$, οπότε τα φωτοηλεκτρόνια που εξαγονται έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια $K'_{\max} = 10 \text{ eV}$.

Το έργο εξαγωγής του υλικού του μετάλλου είναι:

i. 2 eV .

ii. 4 eV .

iii. 3 eV .

α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

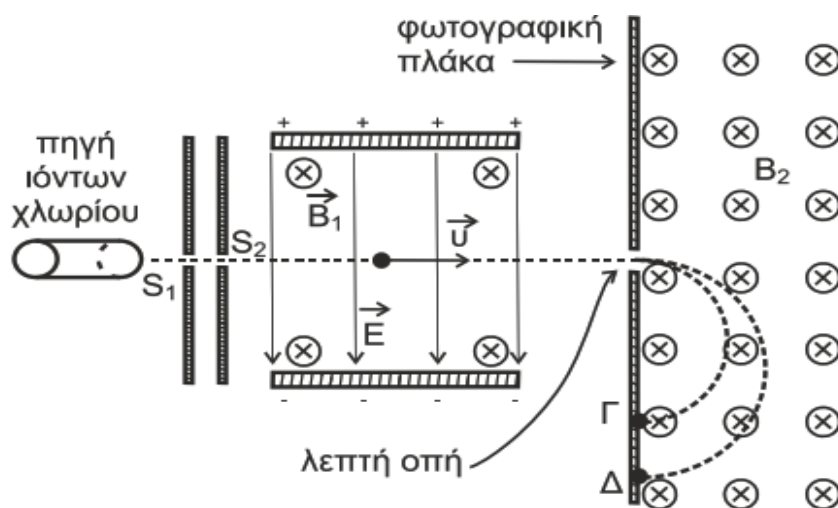
Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2025

Ασκήσεις 3^{ου} Θέματος

1. Στον φασματογράφο μάζας του παρακάτω σχήματος, μονοσθενή αρνητικά ιόντα χλωρίου (Cl^-) από μία πηγή, περνούν μέσα από τις σχισμές S_1 και S_2 , σχηματίζοντας μια λεπτή δέσμη. Η δέσμη εισέρχεται σε επιλογέα ταχυτήτων, δηλαδή σε περιοχή όπου συνυπάρχουν ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_1$ μέτρου $4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ και ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ μέτρου $2 \cdot 10^3 \text{ V/m}$, κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στη διεύθυνση της δέσμης. Η φορά των μαγνητικών γραμμών είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Μερικά από τα ιόντα που δεν εκτρέπονται και συνεχίζουν την πορεία τους, διέρχονται από λεπτή οπή διαφράγματος, του οποίου η επιφάνεια είναι κάθετη στη διεύθυνση της δέσμης. Αμέσως μετά τη διόδό τους από την οπή εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$ και μέτρου $0,1 \text{ T}$. Η φορά των μαγνητικών γραμμών είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Τα ιόντα στη συνέχεια, εκτελώντας καμπυλόγραμμη κίνηση, δημιουργούν πάνω σε φωτογραφική πλάκα δύο στίγματα στα σημεία Γ και Δ που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $(\Gamma\Delta) = 0,02 \text{ m}$.



Γ1. Να αιτιολογήσετε γιατί μερικά από τα ιόντα χλωρίου δεν εκτρέπονται κατά την κίνησή τους μέσα στον επιλογέα ταχυτήτων.

Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας των ιόντων χλωρίου που δεν εκτρέπονται κατά την κίνησή τους μέσα στον επιλογέα ταχυτήτων.

Γ3. Τα ιόντα χλωρίου δημιουργούν δύο στίγματα πάνω στη φωτογραφική πλάκα, γιατί το χλώριο (Cl) έχει δύο ισότοπα με μάζες m_1 και m_2 . Αν $m_1 > m_2$, να αιτιολογήσετε σε ποια θέση (Γ ή Δ) δημιουργούν στίγμα τα ισότοπα χλωρίου με τη μεγαλύτερη μάζα.

Δίνονται:

- το στοιχειώδες φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
- η μάζα του νετρονίου $m_n = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Να θεωρήσετε ότι:

- στο εσωτερικό του φασματογράφου υπάρχει κενό,
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2024

(συνέχεια της ίδιας άσκησης)

Γ4. Να αποδείξετε ότι το ισότοπο του χλωρίου μάζας m_1 έχει δύο νετρόνια περισσότερα από το ισότοπο μάζας m_2 .

Δίνονται:

- το στοιχειώδες φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
- η μάζα του νετρονίου $m_n = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Να θεωρήσετε ότι:

- στο εσωτερικό του φασματογράφου υπάρχει κενό,
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Επαν. Ημερ. 2024

2. Σε πείραμα μελέτης του φαινομένου Compton, μονοχρωματική δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος $\lambda = 8\lambda_c$ προσπίπτει σε υλικό, όπου $\lambda_c = \frac{h}{m_e \cdot c}$ το μήκος κύματος Compton του ηλεκτρονίου (h η σταθερά του Planck, m_e η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός).

Γ1. Να υπολογιστεί το μήκος κύματος λ' ενός φωτονίου που σκεδάζεται σε γωνία $\varphi = 180^\circ$ από πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο του υλικού ως συνάρτηση του λ_c .

Δίνεται ότι $\sin 180^\circ = -1$.

Γ2. Να εκφράσετε τις ενέργειες E_φ και E'_φ του προσπίπτοντος και του κατά $\varphi = 180^\circ$ σκεδαζόμενου φωτονίου, αντίστοιχα, ως συνάρτηση των μεγεθών m_e και c . Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου σε eV.

Η δέσμη των σκεδαζόμενων φωτονίων, μετά από πρόσπτωση σε κατάλληλο υλικό, παράγει φωτόνια μήκους κύματος $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$, τα οποία εισέρχονται σε διάταξη μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

Γ3. Εάν το έργο εξαγωγής του υλικού της καθόδου είναι $\Phi = 1,4 \text{ eV}$, να αποδείξετε τη σχέση υπολογισμού της συχνότητας κατωφλίου f_0 και να υπολογίσετε την f_0 .

Γ4. Να υπολογίσετε το δυναμικό αποκοπής V_0 στην περίπτωση που η επιφάνεια της καθόδου φωτίζεται με την παραπάνω ακτινοβολία μήκους κύματος λ_1 .

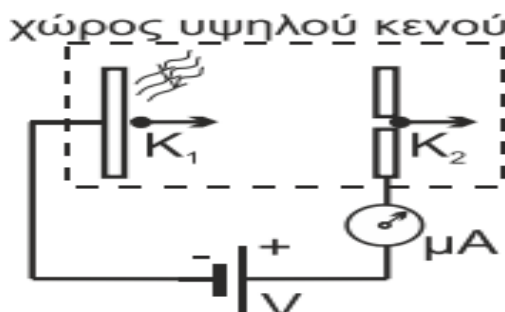
Να θεωρήσετε ότι:

- $m_e \cdot c^2 = 5 \cdot 10^5 \text{ eV}$, $hc = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}$
- $h = 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Οι πειραματικές διατάξεις βρίσκονται σε χώρο υψηλού κενού.

Ημερ. 2026

3.

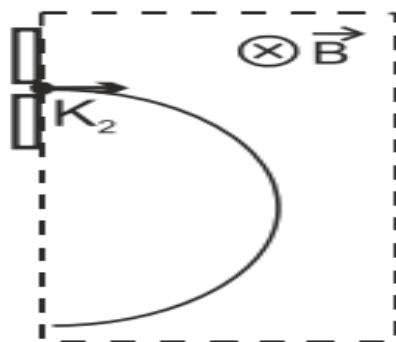


Γ1. Στο παραπάνω σχήμα παριστάνεται μία διάταξη μελέτης φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Το μέταλλο της καθόδου φωτίζεται με μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας f και μήκους κύματος $\lambda = 150 \text{ nm}$, με αποτέλεσμα να εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια φορτίου e , μάζας $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και κινητικής ενέργειας K_1 . Δίνεται ότι το έργο εξαγωγής του μετάλλου της καθόδου είναι $\phi = 3 \text{ eV}$, το γινόμενο $hc = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}$ και ότι $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

α. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια K_1 με την οποία εξέρχονται τα φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο και το δυναμικό (τάση) αποκοπής για το μέταλλο της καθόδου.

β. Αν η τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου είναι $V = 40 \text{ V}$, να δείξετε ότι η ταχύτητα με την οποία φτάνουν τα εξερχόμενα από την κάθοδο φωτοηλεκτρόνια στην άνοδο είναι ίση με $4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

Γ2. Ένα από τα φωτοηλεκτρόνια της προηγούμενης διάταξης φτάνει στην άνοδο με ταχύτητα $4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ και διέρχεται από μια μικρή οπή, η οποία βρίσκεται στο κέντρο της. Στη συνέχεια το φωτοηλεκτρόνιο εισέρχεται με την ταχύτητα αυτή κάθετα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 18 \text{ mT}$, όπως φαίνεται στο σχήμα και διανύοντας ημικύκλιο, εξέρχεται από αυτό.



α. Να υπολογίσετε τον χρόνο κίνησης του φωτοηλεκτρονίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του φωτοηλεκτρονίου μεταξύ εισόδου και εξόδου

- Η σταθερά π να μην αντικατασταθεί.

- Τις απαραίτητες φυσικές σταθερές που δεν δίνονται να τις αναζητήσετε στον πίνακα δεδομένων και τύπων που επισυνάπτεται.
- Οι πειραματικές διατάξεις βρίσκονται σε χώρο υψηλού κενού.
- Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Επαν. Ημερ. 2026

(Το ίδιο θέμα, με τα ίδια δεδομένα στο Γ1 και στο Γ2 δόθηκε και στις εξετάσεις των ομογενών. Η διαφοροποίηση αφορά τα ερωτήματα του Γ2, που δίνονται παρακάτω).

Γ2. α. Να υπολογίσετε την ακτίνα της ημικυκλικής τροχιάς που διαγράφει το φωτοηλεκτρόνιο.

β. Να υπολογίσετε τον χρόνο κίνησης του φωτοηλεκτρονίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Ομογ. 2026