

ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΜΕΝΗΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: «ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ»
(Δ' ΘΕΜΑΤΑ)



ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ Δ' ΘΕΜΑΤΑ: «ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ»

1. Δ ΘΕΜΑ 26930

Πριν την εισαγωγή της κβαντικής θεωρίας, ένα από τα χαρακτηριστικά του φωτοηλεκτρικού φαινομένου που ήταν αδύνατο να εξηγηθεί ήταν το ελάχιστο χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έναρξη φωτισμού του μετάλλου και στην εκπομπή των πρώτων φωτοηλεκτρονίων. Έστω μεταλλική επιφάνεια που έχει εμβαδόν $40,0 \text{ cm}^2$, είναι φτιαγμένη από χαλκό, και φωτίζεται από λάμπα, ώστε στην επιφάνεια να προσπίπτει φως έντασης $0,280 \text{ W/m}^2$. Ο χαλκός έχει έργο εξαγωγής $7,52 \times 10^{-19} \text{ J}$, ενώ στην επιφάνειά του υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά μέσο όρο σε απόσταση $2,30 \times 10^{-10} \text{ m}$ το ένα από το άλλο. Θα εκτιμήσουμε πρώτα τον χρόνο που θα χρειαζόταν για να ξεκινήσει η εκπομπή φωτοηλεκτρονίων από την επιφάνεια του μετάλλου, αν ίσχυε η κλασική ηλεκτρομαγνητική θεωρία.

4.1. Να υπολογίσετε τη συνολική ισχύ που πέφτει στη μεταλλική επιφάνεια.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την ισχύ του προσπίπτοντος φωτός που αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε κάθε ελεύθερο ηλεκτρόνιο της επιφάνειας.

Μονάδες 7

4.3. Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερωτημάτων, να υπολογίσετε τον μέσο χρόνο που θα χρειαζόταν ένα ηλεκτρόνιο για να εκπεμφθεί από τη μεταλλική επιφάνεια, αν ίσχυε η κυματική θεωρία.

Μονάδες 7

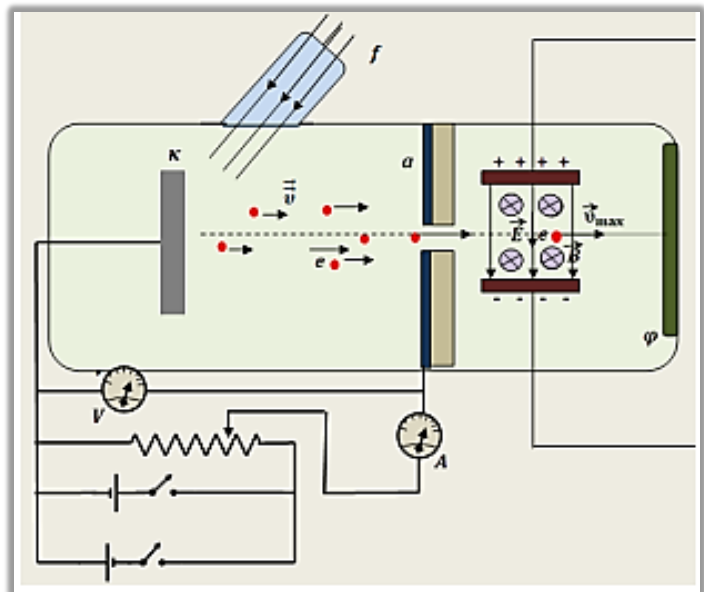
Στην πραγματικότητα, η εκπομπή των φωτοηλεκτρονίων αρχίζει σχεδόν ακαριαία με την πρόσπτωση του φωτός στη χάλκινη επιφάνεια, αρκεί η συχνότητα του φωτός να είναι πάνω από μία συγκεκριμένη τιμή. Αυτό σημαίνει πως η πρόβλεψη του προηγούμενου ερωτήματος δεν ισχύει.

4.4. Εξηγήστε με ποιον τρόπο η σωματιδιακή θεωρία αιτιολογεί τη σχεδόν ακαριαία εκπομπή φωτοηλεκτρονίων.

Μονάδες 6

2. Δ ΘΕΜΑ 28601

Στο σωλήνα υψηλού κενού, μιας συσκευής μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, το μέταλλο της καθόδου (κ) φωτίζεται με ακτινοβολία από κατάλληλο παράθυρο. Η άνοδος (α), είναι μια επίπεδη μεταλλική επιφάνεια με κατάλληλη οπή στο κέντρο της από την οποία διέρχεται η δέσμη των ηλεκτρονίων. Τα ηλεκτρόνια που περνούν στο χώρο πίσω από την άνοδο δεν επηρεάζονται καθόλου από το ηλεκτρικό πεδίο που επικρατεί μεταξύ ανόδου και καθόδου της συσκευής. Η δέσμη των ηλεκτρονίων μετά την άνοδο, περνάει από την περιοχή μεταξύ δύο οριζόντιων φορτισμένων μεταλλικών πλακών



(σχήμα) που παράγουν ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης E , παράλληλο στην επιφάνεια της ανόδου και κάθετο στην διεύθυνση κίνησης της δέσμης των ηλεκτρονίων. Στην ίδια περιοχή έχουμε δημιουργήσει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , το μέτρο της οποίας μπορούμε να μεταβάλλουμε. Η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στην δέσμη των ηλεκτρονίων αλλά και στην κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου, έτσι ώστε η δύναμη Lorentz (F_L) που δέχονται τα ηλεκτρόνια από αυτό, να είναι αντίθετης κατεύθυνσης από την δύναμη ($F_{\eta\lambda}$) που δέχονται από το ηλεκτρικό πεδίο. Τα δύο πεδία ισοδυναμούν με ένα «φίλτρο ταχυτήτων», αφού επιτρέπουν την ευθύγραμμη διάδοση μόνο εκείνων των ηλεκτρονίων που έχουν ορισμένη ταχύτητα. Στο δεξιό

άκρο του αερόκενου σωλήνα, έχουμε στρώσει φωτογραφικό φιλμ (φ), στο οποίο τα ηλεκτρόνια αφήνουν ίχνος. Φωτίσαμε το μέταλλο της καθόδου με ακτινοβολία συχνότητας $f = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. Όταν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο φίλτρο ταχυτήτων έχει μέτρο $E = 3,2 \cdot 10^3 \text{ N/C}$, βρήκαμε ότι το ελάχιστο μέτρο της έντασης μαγνητικού πεδίου στην ίδια περιοχή, για την οποία ηλεκτρόνια περνούν ανεπηρέαστα προς τη φωτογραφική επιφάνεια φ , είναι $B_{\min} = 3 \text{ mT}$. Να θεωρήσετε ότι η μάζα του ηλεκτρονίου είναι $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και το στοιχειώδες φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

4.1. Να υπολογίσετε σε eV, τη μέγιστη κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που εξέρχονται από το μέταλλο της καθόδου, για τη συγκεκριμένη συχνότητα ακτινοβολίας. **Μονάδες 7**

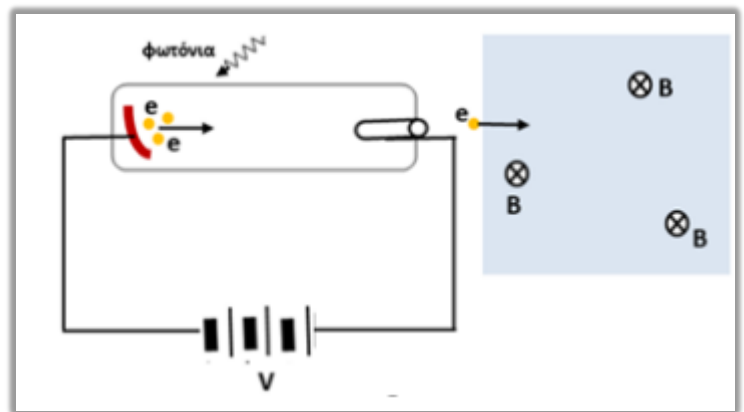
4.2. Αν δίνεται ότι η συχνότητα κατωφλίου για το μέταλλο της καθόδου είναι $f_0 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, να υπολογίσετε τη σταθερά δράσης του Planck, όπως αυτή προσδιορίζεται από τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος. **Μονάδες 6**

4.3. Χρησιμοποιώντας για τη σταθερά Planck, την τιμή που προσδιορίσατε στο προηγούμενο ερώτημα, να υπολογίσετε σε eV το έργο εξαγωγής φ του μετάλλου της καθόδου. **Μονάδες 6**

4.4. Για τη συχνότητα ακτινοβολίας $f = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, που χρησιμοποιήσαμε στο παραπάνω πείραμα, να υπολογίσετε την τάση αποκοπής. **Μονάδες 6**

3. Δ ΘΕΜΑ 30314

Σε μια πειραματική διάταξη για την μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, χρησιμοποιείται πηγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας που εκπέμπει φωτόνια συχνότητας $f = 10^{16} \text{ Hz}$. Τα ηλεκτρόνια που εξέρχονται από την κάθοδο κινούνται προς την άνοδο και φθάνουν σε αυτή με κινητική ενέργεια $K_2 = 10 K_1$ ως προς αυτήν που είχαν κατά την έξοδο τους από την κάθοδο. Το έργο εξόδου είναι $\varphi = 1,4 \text{ eV}$. Να υπολογίσετε:



4.1. Την τάση αποκοπής του φωτορεύματος στο κύκλωμα. **Μονάδες 5**

4.2. Την διαφορά δυναμικού ανόδου-καθόδου που επιταχύνει τα ηλεκτρόνια. **Μονάδες 7**

Τα ηλεκτρόνια που φθάνουν στην άνοδο διέρχονται από σπή και με την βοήθεια πετάσματος επιλέγονται μόνο εκείνα που κινούνται ευθύγραμμα και οριζόντια. Από εκεί οδηγούνται σε μαγνητικό πεδίο στις δυναμικές γραμμές του οποίου εισέρχονται κάθετα και εκτελούν κυκλική κίνηση με περίοδο $T = 10^{-7} \text{ s}$.

4.3. Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τους τροχιάς. **Μονάδες 7**

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που πρέπει να εφαρμόσουμε κατάλληλα ώστε τα ηλεκτρόνια να κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά

Μονάδες 6

Δίνεται $\sqrt{1,42 \cdot 10^{15}} \approx 37,7 \cdot 10^6$. Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται κατά την εξέταση.

4. Δ ΘΕΜΑ 31672

Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, πήραμε τη γραφική παράσταση της τάσης αποκοπής V_0 σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας f που προσπίπτει στην κάθοδο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα.

4.1. Από τη μελέτη του διαγράμματος να γράψετε την εξίσωση της τάσης αποκοπής V_0 σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας f . Ακολούθως, να αποδείξετε ότι η τιμή της σταθεράς του Planck είναι $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$. **Μονάδες 7**

4.2. Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής του μετάλλου της επίστρωσης της επιφάνειας της καθόδου και τη συχνότητα κατωφλίου. **Μονάδες 6**

Δέσμη φωτονίων μονοχρωματικής ακτινοβολίας μήκους κύματος λ , προσπίπτει σε στόχο από γραφίτη και σκεδάζεται. Ανιχνεύοντας τα φωτόνια που σκεδάζονται υπό γωνία $\varphi = 120^\circ$ σε σχέση με την αρχική κατεύθυνση κίνησης της δέσμης, διαπιστώνουμε ότι το μήκος κύματός τους έχει μεταβληθεί κατά 20%. Να υπολογίσετε:

4.3. το μήκος κύματος λ της προσπίπτουσας δέσμης φωτονίων.

Μονάδες 6

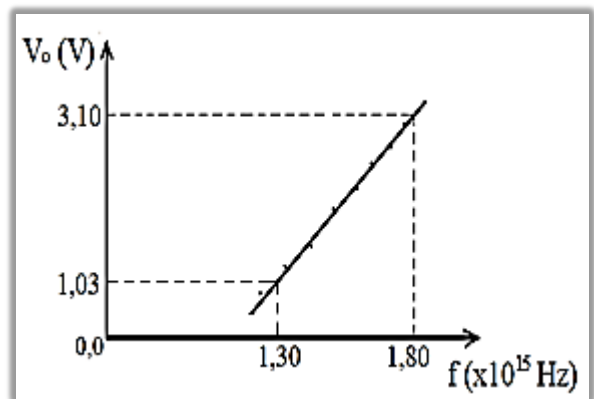
4.4. την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου.

Μονάδες 6

Δίνονται: η ταχύτητα διάδοσης του φωτός

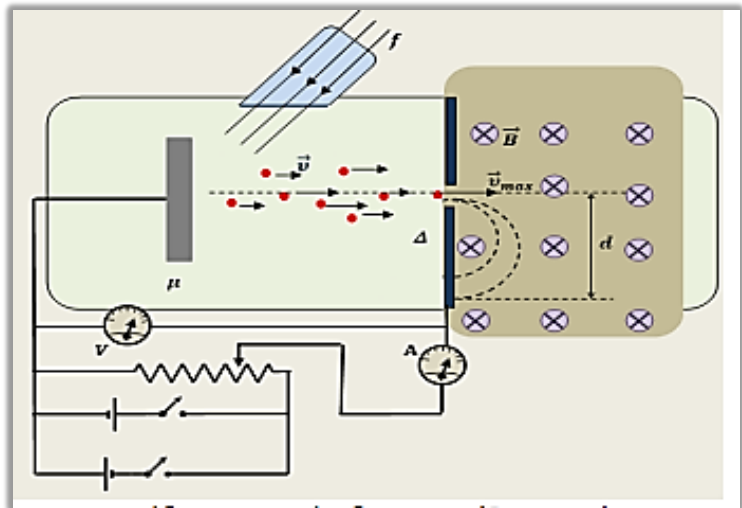
$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$, το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου

$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\sin 120^\circ = -\frac{1}{2}$. Τα αριθμητικά αποτελέσματα της άσκησης να υπολογιστούν με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.



5. Δ ΘΕΜΑ 28599

Με τη βοήθεια μιας συσκευής παρατήρησης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, δημιουργήσαμε μια πειραματική διάταξη μέτρησης της σταθεράς δράσης του Planck (h), η οποία φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η κάθοδος αποτελείται από μέταλλο (μ), με άγνωστο έργο εξαγωγής (φ) και φωτίζεται κατάλληλα μέσω παραθύρου εισόδου του φωτός. Η άνοδος είναι μια μεταλλική επίπεδη επιφάνεια με οπή σε κατάλληλη θέση, ώστε να περνά μια δέσμη ηλεκτρονίων που κατευθύνονται προς αυτή από την κάθοδο, όταν συμβαίνει



φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Στο χώρο πίσω από την κάθοδο μπορεί να ενεργοποιείται ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στη δέσμη των ηλεκτρονίων

παράλληλο με την επιφάνεια της ανόδου, το οποίο δεν επηρεάζει την κίνηση των ηλεκτρονίων στο χώρο μεταξύ καθόδου και ανόδου, όταν ενεργοποιείται, όπως στο σχήμα. Επίσης μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κίνηση των ηλεκτρονίων, μέσα στο μαγνητικό πεδίο πίσω από την επιφάνεια της ανόδου, δεν επηρεάζεται καθόλου από το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ ανόδου-καθόδου.

Με τη βοήθεια της διάταξης, βρήκαμε ότι η συχνότητα κατωφλίου είναι $f_0 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Όταν η κάθοδος φωτίζεται με μονοχρωματικό υπεριώδες φως, συχνότητας $f = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, δημιουργείται δέσμη ηλεκτρονίων και αν ενεργοποιήσουμε το μαγνητικό πεδίο, χωρίς να εφαρμόσουμε εξωτερική τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου, τα ηλεκτρόνια εκτελούν ημικυκλικές τροχιές στο χώρο του μαγνητικού πεδίου και αφήνουν στίγματα σε κατάλληλο υλικό το οποίο αποτελεί την πίσω επιφάνεια της ανόδου. Η μέγιστη διάμετρος που καταγράψαμε στη διάρκεια του πειράματος για τις τροχιές αυτές, είναι $d = 4 \text{ mm}$, όταν η ένταση του μαγνητικού πεδίου ήταν $B = 3 \text{ mT}$. Το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου είναι $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και η μάζα του $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

4.1. Να υπολογίσετε σε eV τη μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων για τη συχνότητα f του φωτός με το οποίο φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου.

Μονάδες 6

4.2. Από τα δεδομένα του πειράματος να υπολογίσετε τη σταθερά του Planck σε μονάδες $\text{eV} \cdot \text{s}$,

αλλά και $J \cdot s$. **Μονάδες 7**

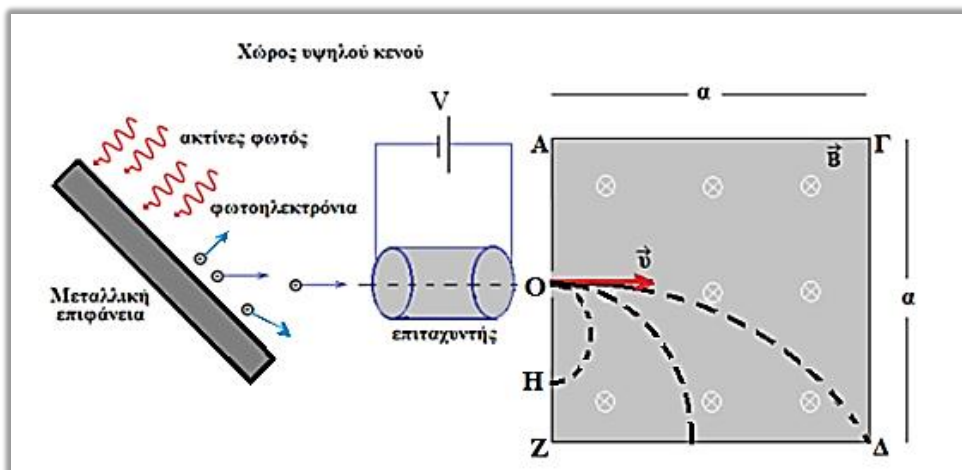
4.3. Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής φ σε eV, από την επιφάνεια του μετάλλου της καθόδου, χρησιμοποιώντας για τη σταθερά του Planck, την τιμή που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα. **Μονάδες 6**

4.4. Να υπολογίσετε την τάση αποκοπής για την συχνότητα f με την οποία φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου. **Μονάδες 6**

6. Δ ΘΕΜΑ 28007

Στο σχήμα απεικονίζεται μια μεταλλική επιφάνεια που βρίσκεται σε χώρο όπου έχουμε υψηλό κενό. Πάνω σε αυτή προσπίπτει

μονοχρωματική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία καθορισμένης συχνότητας. Τα φωτοηλεκτρόνια που εκπέμπονται διέρχονται από έναν επιταχυντή, τάσης $V = 160 \text{ V}$ και στην συνέχεια περνούν σε περιοχή όπου



επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο τετραγωνικής διατομής με πλευρά $a = 8 \text{ cm}$, με δυναμικές γραμμές κάθετες στην ταχύτητα των φωτοηλεκτρονίων και ένταση μέτρου $B = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$. Το έργο εξαγωγής της μεταλλικής επιφάνειας είναι $\varphi = 12 \text{ eV}$. Τα φωτοηλεκτρόνια που εξάγονται από τη μεταλλική επιφάνεια μπορούν να κινούνται σε διάφορες διευθύνσεις. Με κατάλληλο πέτασμα εξασφαλίζουμε ότι θα εισέλθουν στο μαγνητικό πεδίο μόνο όσα ακολουθήσουν ευθύγραμμη και οριζόντια πορεία. Η είσοδος στο μαγνητικό πεδίο γίνεται από το μέσο O της πλευράς AZ . Στη συνέχεια τα φωτοηλεκτρόνια διαγράφουν τμήμα κυκλικών τροχιών και εξέρχονται από σημεία των (OZ) και $(Z\Delta)$. Να υπολογίσετε:

4.1. το μέγιστο μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ώστε να έχουμε εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων. Σε ποια περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκεται αυτό; **Μονάδες 8**

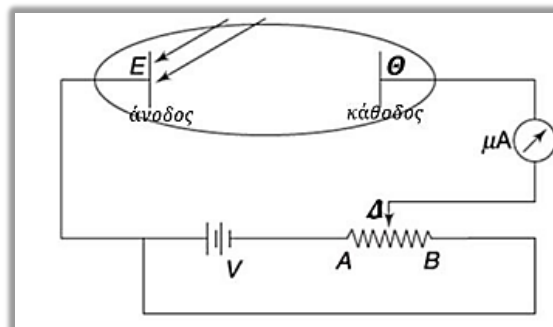
4.2. την ελάχιστη απόσταση (OH) . **Μονάδες 8**

4.3. Για ποια τιμή του μήκους κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας τα φωτοηλεκτρόνια βγαίνουν από την κορυφή Δ ; Σε ποια περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκεται αυτό; **Μονάδες 9**

Να θεωρήσετε ότι δεν έχουμε σχετικιστικά φαινόμενα. Τα αριθμητικά αποτελέσματα της άσκησης να υπολογιστούν με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.

7. Δ ΘΕΜΑ 28759

Σε ένα πείραμα με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, υπεριώδης ακτινοβολία με μήκος κύματος $\lambda = 300 \text{ nm}$ προσπίπτει στην μεταλλική άνοδο E . Το έργο εξαγωγής του υλικού της ανόδου είναι $\varphi = 2,4 \text{ eV}$. Ο αγωγός AB είναι ομογενής με μήκος $L = 100 \text{ cm}$ και αντίσταση R . Η τάση στα άκρα δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ το στοιχειώδες φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και η τιμή του γινομένου της σταθεράς του Planck επί την ταχύτητα



του φωτός στο κενό $h \cdot c = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}$

4.1. Να υπολογίσετε την ενέργεια των φωτονίων που προσπίπτουν στην άνοδο Ε και το μήκος κύματος αποκοπής.

Μονάδες 6

4.2. Να βρείτε το δυναμικό αποκοπής και την ένδειξη του μικροαμπερομέτρου, όταν ο δρομέας είναι στο άκρο Α του ποτενσιόμετρου.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό ροής των ηλεκτρονίων από την άνοδο Ε στην κάθοδο Θ όταν ο δρομέας Δ βρεθεί στην θέση Β.

Μονάδες 6

4.4. Ο δρομέας μετακινείται από το Α προς το Β. Να σχεδιάσετε ποιοτικά την γραφική παράσταση της ένδειξης του μικροαμπερομέτρου σε συνάρτηση με την απόσταση x του δρομέα Δ από το άκρο Α. Στην γραφική παράσταση να συμπεριλάβετε τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές των μεγεθών των δύο αξόνων.

Μονάδες 7

8. Δ ΘΕΜΑ 25249

Το 1916 ο Αμερικανός φυσικός Millikan ανακοίνωσε φωτοηλεκτρικά δεδομένα μετρήσεων μέσω των οποίων προσδιόρισε τη σταθερά του Planck με σφάλμα της τάξεως του 0,5%. Τα ακόλουθα δεδομένα μετρήθηκαν για τη φωτοεκπομπή ενός υλικού.

$\lambda \text{ (nm)}$	404,7	365,0	312,5	253,5
$V_o \text{ (V)}$	0,73	1,09	1,67	2,57

4.1. Να προσδιορίσετε τη συχνότητα που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος $253,5 \text{ nm}$.

Μονάδες 6

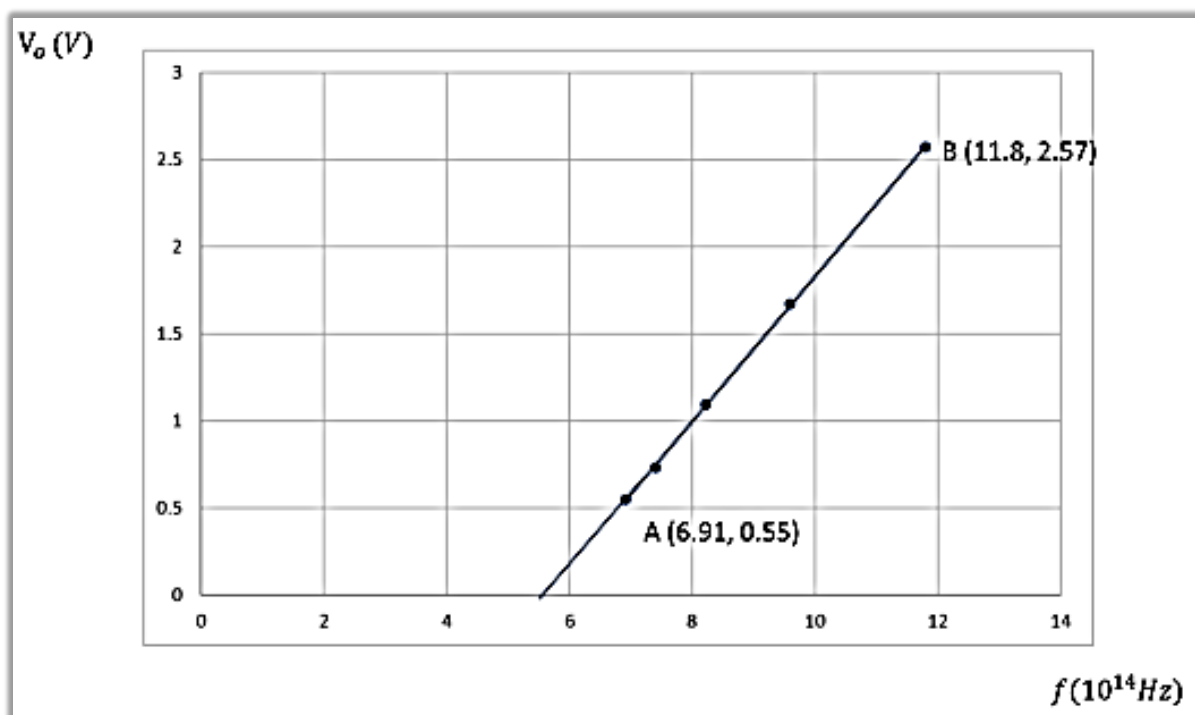
4.2. Να προσδιορίσετε την ενέργεια του φωτονίου σε eV , που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος $253,5 \text{ nm}$.

Μονάδες 7

4.3. Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση $K_{\max} = hf - \phi$, να προσδιορίσετε τη σχέση της τάσης αποκοπής V_o , συναρτήσεως της συχνότητας f

Μονάδες 5

4.4. Το διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζει την τάση αποκοπής V_o , συναρτήσεως της συχνότητας



f . Από την κλίση του διαγράμματός να προσδιορίσετε τη σταθερά του Planck.

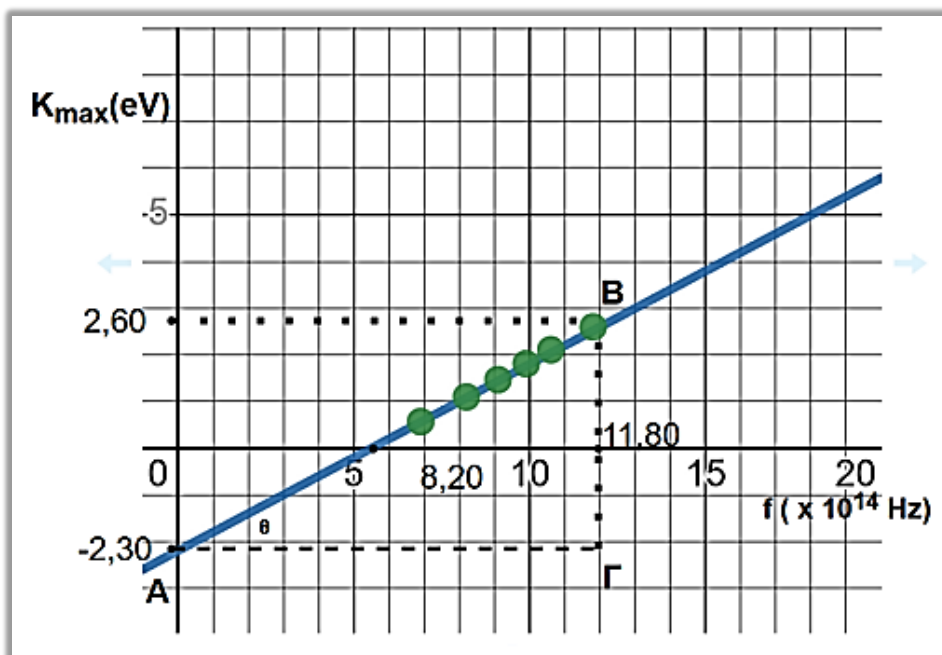
Μονάδες 7

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών, συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δόθηκε μαζί με τις εκφωνήσεις

9. Δ ΘΕΜΑ 26355

Σε ένα πείραμα φωτοηλεκτρικού φαινομένου χρησιμοποιήθηκε ως υλικό καθόδου μια επιφάνεια καθαρού νατρίου. Υπολογίσαμε την τιμή της μέγιστης κινητικής ενέργειας K_{max} των εκπεμπόμενων

ηλεκτρονίων. Αυτή μετρήθηκε για ένα αριθμό διαφορετικών συχνοτήτων f της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Τα ζεύγη τιμών που προέκυψαν απεικονίζονται ως πειραματικά σημεία όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Σχεδιάζουμε την γραφική παράσταση της μέγιστης κινητικής ενέργειας K_{max} σε συνάρτηση



της συχνότητας f της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, η οποία είναι ευθεία γραμμή. Με τη βοήθεια του γραφήματος, που είναι το παρακάτω, να υπολογίσετε:

4.1. την τιμή της σταθεράς του Planck h

Μονάδες 6

4.2. το έργο εξαγωγής ϕ του νατρίου

Μονάδες 6

4.3. τη συχνότητα κατωφλίου f_0 του νατρίου

Μονάδες 6

4.4. το μήκος κύματος λ_0 που αντιστοιχεί στην συχνότητα κατωφλίου f_0 .

Μονάδες 7

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δόθηκε μαζί με τις εκφωνήσεις.

10. Δ ΘΕΜΑ 31427

Μια μεταλλική επιφάνεια φωτίζεται με φως μήκους κύματος $\lambda_1 = 331,5 \text{ nm}$ και εκπέμπει φωτοηλεκτρόνια για τα οποία η τάση αποκοπής είναι $V_1 = 0,75 \text{ eV}$. Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ και $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

4.1. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια με την οποία εγκαταλείπουν το μέταλλο τα φωτοηλεκτρόνια και το έργο εξαγωγής του μετάλλου.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε τη συχνότητα κατωφλίου f_0 . Αν πέσει στη μεταλλική επιφάνεια φως μήκους κύματος $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ θα εξέλθουν φωτοηλεκτρόνια από το μέταλλο;

Μονάδες 6

Ακτίνες X με μήκος κύματος $\lambda = \lambda_2 / 3 \cdot 10^3$ σκεδάζονται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα.

4.3. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των φωτονίων που σκεδάζονται κατά γωνία $\varphi = 60^\circ$ σε σχέση με την αρχική τους διεύθυνση.

Μονάδες 6

6

4.4. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια, το μέτρο της ορμής και το μήκος κύματος de Broglie του ηλεκτρονίου μετά τη σκέδαση. Να μην λάβετε υπόψη σχετικιστικά φαινόμενα.

Μονάδες 7

11. Δ ΘΕΜΑ 30694

Σε ένα πυρηνικό πείραμα, ένας πυρήνας Ηλίου (He) μάζας $m = 6,4 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{C}$, κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,1 \text{T}$, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και διαγράφει κυκλική τροχιά ακτίνας $R_1 = 6 \text{cm}$. Κάποια στιγμή ο πυρήνας He διαπερνά ένα λεπτό φύλλο μολύβδου, οπότε χάνει ενέργεια. Αμέσως μετά συνεχίζει να κινείται μέσα στο ίδιο ομογενές μαγνητικό πεδίο αλλά σε κυκλική τροχιά ακτίνας $R_2 = 2 \text{cm}$. Να υπολογίσετε:

4.1. την περίοδο της κυκλικής κίνησης του πυρήνα He πριν περάσει το φύλλο του μολύβδου και αφού το διαπεράσει. Τι παρατηρείτε; **Μονάδες 6**

4.2. το μήκος κύματος de Broglie που αντιστοιχεί στον πυρήνα He πριν διαπεράσει το φύλλο μολύβδου. **Μονάδες 7**

4.3. το ποσοστό επί τοις εκατό της μεταβολής του μήκους κύματος de Broglie που αντιστοιχεί στον πυρήνα He αφού διαπεράσει το φύλλο μολύβδου. **Μονάδες 6**

4.4. την απώλεια ενέργειας του πυρήνα He κατά το πέρασμά του μέσα από το φύλλο του μολύβδου. **Μονάδες 6**

Να θεωρήσετε ότι η σταθερά του Planck έχει τιμή $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$.