

6.1. Κβαντομηχανική

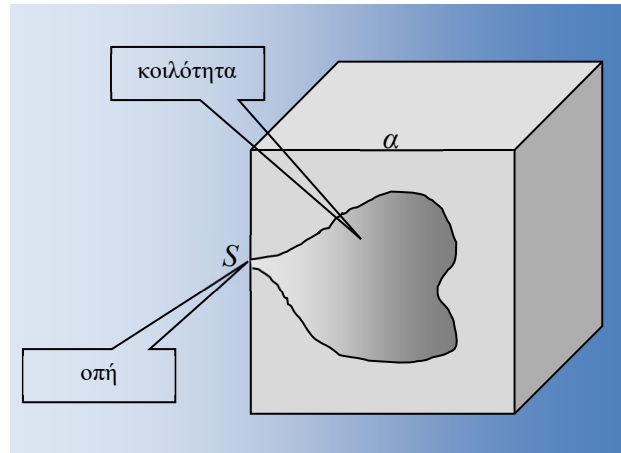
1) Ας προσεγγίσουμε ένα μέλαν σώμα

Ένας κοίλος κύβος βολφραμίου (W) έχει ακμή $a = 1m$ και στο κέντρο μιας έδρας του έχουμε κάνει μια μικρή οπή εμβαδού $S = 2mm^2$. Η θερμοκρασία του κύβου διατηρείται σταθερή στους $T = 2000K$.

Δίνονται:

ο συντελεστής θερμικής εκπομπής του βολφραμίου (στους $2000K$) $e = 0,26$, η σταθερά Stefan - Boltzmann $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$, η σταθερά του νόμου Wien $2,9 \cdot 10^{-3} K \cdot m$ η σταθερά του Planck $h =$

$6,63 \cdot 10^{-34} Js$ η σταθερά του Planck, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 m/s$



i) Να υπολογιστεί η αφετική ικανότητα (ένταση) της ακτινοβολίας που εκπέμπει η οπή και η επιφάνεια του κύβου. Δίνεται ότι η ένταση της ακτινοβολίας μέλανος σώματος θερμοκρασίας T , υπακούει στο νόμο Stefan-

Boltzmann: $I_{black} = \sigma \cdot T^4$

ii) Να υπολογιστεί η ισχύς της ακτινοβολίας που εκπέμπει η οπή και ο κύβος.

iii) Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία από την οπή

α) μπορεί να είναι ακτίνες X, αλλά όχι ραδιοκύματα.

β) μπορεί να είναι ραδιοκύματα αλλά όχι ακτίνες X.

γ) μπορεί να είναι και ακτίνες X και ραδιοκύματα.

Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

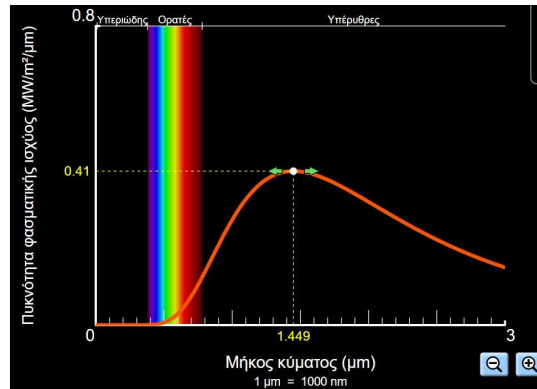
iv) Ποιο μήκος κύματος λ_{max} της ακτινοβολίας που εξέρχεται από την οπή αντιστοιχεί στη μέγιστη φασματική αφετική ικανότητα; Σε ποια περιοχή του φάσματος των ακτινοβολιών ανήκει;

v) Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα τιμών

| $T(K)$ | $\lambda_{max}(nm)$ | Περιοχή Η/Μ Φάσματος |
|--------|---------------------|----------------------|
| 1000 | | |
| 2000 | | |
| 3000 | | |
| 4000 | | |
| 5000 | | |

Στη συνέχεια να κάνετε τη γραφική παράσταση $\lambda_{max} \rightarrow T$ σε βαθμολογημένους άξονες.

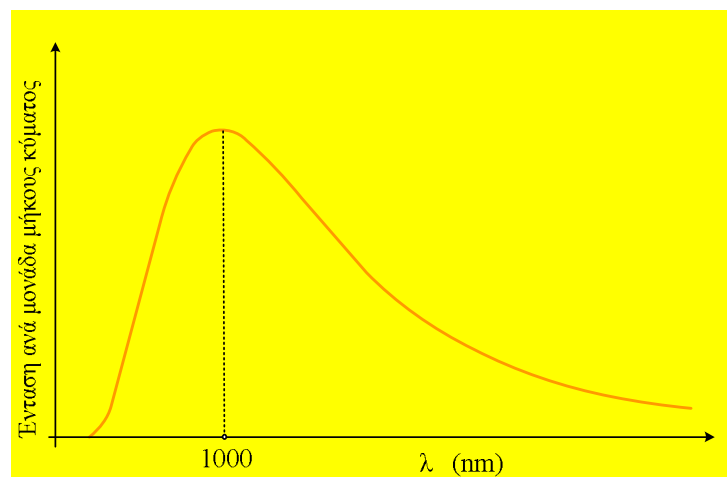
vi) Σε ένα σκοτεινό εργαστήριο, παρατηρούμε τον κύβο και την οπή. Αν δίνεται η παρακάτω εικόνα για την κατανομή της φασματικής αφετικής ικανότητας μέλανος σώματος στους $2000K$, τι χρώμα βλέπουμε τον κύβο και την οπή; Ποιο από τα δύο είναι λαμπρότερο; Γιατί;



vii) Αν ο ρυθμός με τον οποίο ακτινοβολείται ενέργεια από την οπή είναι σταθερός, σε πόσο χρόνο θα εξέλθουν από την οπή 10^{20} φωτόνια με μήκος κύματος λ_{max} ;

2) Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως και ο Ήλιος μας

Διαθέτουμε ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως των $100W$, (περιλαμβάνει ένα λεπτό σύρμα Βολφραμίου), ο οποίος λειτουργεί κανονικά, με θερμοκρασία σύρματος $T=3.200K$. Στο διάγραμμα φαίνεται η ένταση της ακτινοβολίας του λαμπτήρα, ανά μονάδα μήκους κύματος, σε συνάρτηση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, από όπου προκύπτει ότι η μέγιστη ισχύς εκπέμπεται σε μήκος κύματος $\lambda_{max}= 1.000nm$. Δεδομένου



ότι το ορατό φως έχει μήκη κύματος περίπου από τα $400nm$ έως τα $700nm$:

- Να δικαιολογήσετε γιατί ο λαμπτήρας αυτός εκπέμπει **και** ορατό φως.
- Το φως του λαμπτήρα αυτού, δεν είναι «καθαρό λευκό χρώμα», αλλά έχει μια απόχρωση προς το κίτρινο. Μπορείτε να το εξηγήσετε;
- Αν οι απώλειες ισχύος στον λαμπτήρα φτάνουν τα $12W$, τότε η ισχύς της ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπει ο λαμπτήρας μπορεί να είναι:

α) $5W$, β) $44W$, γ) $88W$

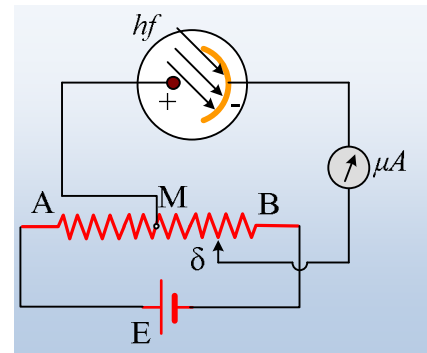
- Χρησιμοποιώντας την παραπάνω απάντησή σας, πόσα φωτόνια φτάνουν στην ίριδα του ματιού μας, όταν στεκόμαστε σε απόσταση $2m$ από τον λαμπτήρα, ανά δευτερόλεπτο; Θεωρείστε ότι η επιφάνεια της ίριδας είναι $12mm^2$ και ότι όλα τα φωτόνια του φωτός έχουν το ίδιο μήκος κύματος $\lambda=600nm$.

- v) Αν μια μέρα έχουμε πτώση τάσεως δικτύου από τα 230V στα 160V, τι πρόκειται να παρατηρήσουμε στην λειτουργία του λαμπτήρα;
- vi) Λαμβάνοντας την αντίστοιχη καμπύλη της ($I/\Delta\lambda=f(\lambda)$) για το ηλιακό φως, βρίσκουμε ότι το μέγιστο της ακτινοβολούμενης έντασης εμφανίζεται περίπου στα 550nm (η μέση τιμή των μηκών κύματος του ορατού φωτός). Θεωρώντας ότι το φως αυτό προέρχεται από την επιφάνεια του Ήλιου, μπορείτε να υπολογίσετε την επιφανειακή του θερμοκρασία;

Δίνονται η σταθερά του Planck $h=6,6\cdot 10^{-34}$ J·s και η ταχύτητα του φωτός $c=3\cdot 10^8$ m/s.

3) Ένα κύκλωμα για το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Στο σχήμα δίνεται μια πειραματική διάταξη για την μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, όπου $E=8$ V, ενώ το ποτενσιόμετρο μήκους (AB)=20cm παρουσιάζει αντίσταση $R=4\Omega$. Η φωτιζόμενη κάθοδος του αερόκενου σωλήνα συνδέεται με τον δρομέα δ, ενώ η άνοδος με το μέσον M του ποτενσιομέτρου. Ρίχνουμε στην κάθοδο μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος $\lambda=375$ nm (στην περιοχή του υπεριώδους), με αποτέλεσμα από την κάθοδο να εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια, ενώ ο δρομέας απέχει από το M απόσταση (Mδ)=5cm.



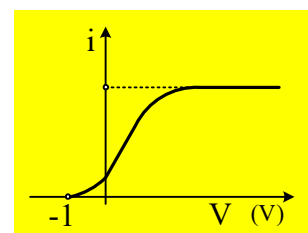
Δίνονται το έργο εξαγωγής του υλικού της καθόδου $\phi=2,1$ eV, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c=3\cdot 10^8$ m/s, το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e=-e=-1,6\cdot 10^{-19}$ C και η σταθερά του Planck $h=6,6\cdot 10^{-34}$ J·s.

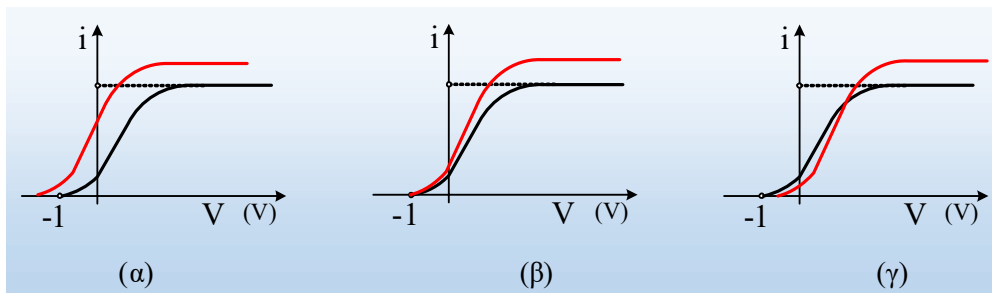
- Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός φωτονίου της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε J και σε eV.
- Ποια η μέγιστη κινητική ενέργεια, την οποία μπορεί να έχει ένα ηλεκτρόνιο, την στιγμή της εξόδου του από την κάθοδο;
- Θεωρώντας αμελητέα την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το μικροαμπερόμετρο (αμελητέα σε σχέση με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή), να βρεθεί η τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου.
- Ποια η μέγιστη κινητική ενέργεια που μπορεί να έχει ένα ηλεκτρόνιο τη στιγμή που φτάνει στην άνοδο;
- Να βρεθεί η ελάχιστη μετακίνηση του δρομέα δ, από την προηγούμενη θέση του, ώστε το μικροαμπερόμετρο να πάψει να διαρρέεται από ρεύμα;

4) Το διάγραμμα $i=f(V)$ στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Στο διπλανό σχήμα δίνεται το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με την τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου σε ένα φωτοκύτταρο, όπου φωτίζουμε την κάθοδο με την βοήθεια μιας λάμπας A, η οποία τοποθετείται σε απόσταση d.

- Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα δίνει την μορφή της καμπύλης (κόκκινη γραμμή), στην περίπτωση που πλησιάσουμε την λάμπα σε απόσταση $d_1 < d$;





ii) Απομακρύνουμε την λάμπα φωτισμού σε απόσταση $d_2 > d$. Να χαράξετε πάνω στο αρχικό διάγραμμα, την νέα καμπύλη $i=f(V)$.

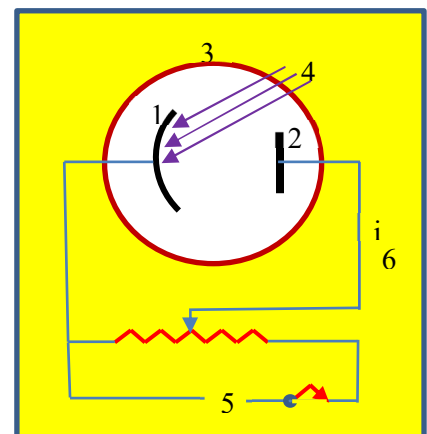
iii) Αλλάζουμε λάμπα φωτισμού πλησιάζοντας σε απόσταση d , μια άλλη B η οποία εκπέμπει σε μικρότερα μήκη κύματος, στέλνοντας στην κάθοδο, τον ίδιο αριθμό φωτονίων, με την A . Ποια θα είναι τώρα η μορφή της καμπύλης $i=f(V)$. Η νέα καμπύλη να χαραχθεί πάνω στο αρχικό διάγραμμα.

iv) Ποια η αντίστοιχη καμπύλη αν η λάμπα B εξέπεμπε ακτινοβολία της ίδιας έντασης με την αρχική λάμπα A ;

Θεωρούμε ότι ο αριθμός των εξερχομένων φωτοηλεκτρονίων είναι ίσος με ένα σταθερό ποσοστό του αριθμού των φωτονίων, τα οποία προσπίπτουν στην κάθοδο.

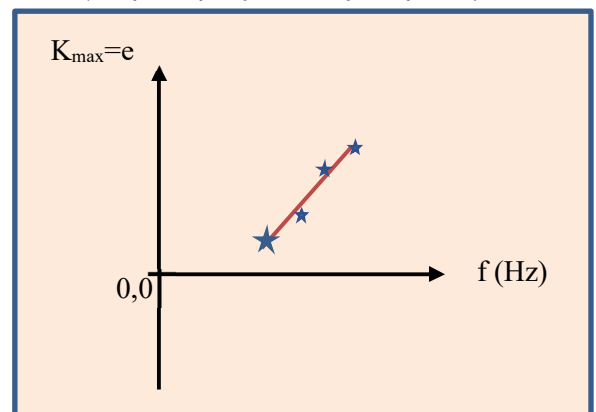
5) Σχετικά με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

1) Στη δοθείσα σχηματική παράσταση ενός κυκλώματος φωτοκύτταρου που βρίσκεται σε λειτουργία, να δώσετε τις ονομασίες που αφορούν τα "στοιχεία" 1,2,3,4 και επι πλέον να σχεδιάσετε α) μερικά (π.χ δύο) φωτοηλεκτρόνια και την κατεύθυνση κίνησής τους β) τους πόλους της ηλεκτρικής πηγής στη θέση 5 και γ) την φορά του φωτορεύματος που δημιουργείται, θέση 6



2) Σ' ένα πείραμα φωτοηλεκτρικού φαινομένου με φως κάποιας συχνότητας η απαιτούμενη τάση αποκοπής, ήταν V_0 . Να υπολογίσετε την \max ταχύτητα των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων τη στιγμή που βγαίνουν από το φωτοευαίσθητο υλικό, θεωρώντας ότι τα εξερχόμενα e βρίσκονται λίγο πριν την έξοδό τους, στην επιφάνεια του φωτοευαίσθητου υλικού.

3) Ύστερα από πειραματικές μετρήσεις, (μέσω διάταξης φωτοηλεκτρικού φαινομένου), της τάσης αποκοπής για διάφορες συχνότητες της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε συγκεκριμένο υλικό, πήραμε την διπλανή παράσταση, της \max κινητικής ενέργειας των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων, τη στιγμή που βγαίνουν από το φωτοευαίσθητο υλικό, σε σχέση με την συχνότητα της



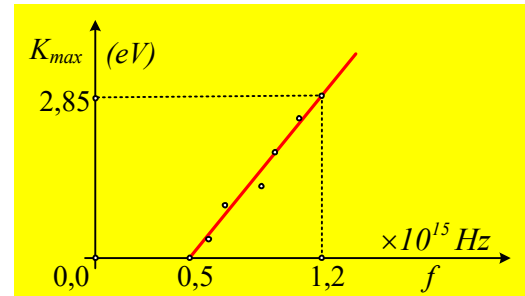
προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Να δώσετε εξήγηση πως μπορούμε να υπολογίσουμε τη σταθερά Planck από την δοθείσα παράσταση.

(Στην δοθείσα παράσταση υπάρχουν τα ζεύγη τιμών (K_{\max}, f) τα οποία εν προκειμένω δεν φαίνονται παρά μόνο σαν σημεία μια και δεν απαιτείται λογιστικός υπολογισμός)

4) Στην δοθείσα παράσταση (K_{\max}, f) να δείξετε α) την συχνότητα κατωφλίου και β) το έργο εξαγωγής, εξηγώντας.

6) Αλλάζοντας το υλικό της καθόδου

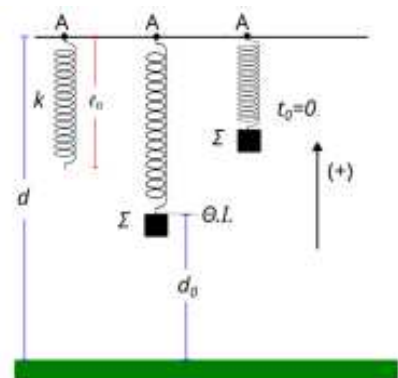
Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, κατασκευάσαμε το διάγραμμα της μέγιστης κινητικής ενέργειας των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας που πέφτει στην κάθοδο, παίρνοντας το διπλανό διάγραμμα. Αντλώντας πληροφορίες από το διάγραμμα αυτό και γνωρίζοντας το φορτίο του ηλεκτρονίου $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:



- Ποια η τάση ανακοπής για τις συχνότητες $f_1 = 0,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ και $f_2 = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$;
- Να υπολογιστεί η σταθερά h του Planck.
- Ποιο το έργο εξαγωγής του υλικού της καθόδου;
- Αν αλλάξουμε την λυχνία, χρησιμοποιώντας μια άλλη όπου το υλικό της καθόδου έχει έργο εξαγωγής $\phi_1 = 3,25 \text{ eV}$:
 - Να βρεθεί η πειραματική τιμή της συχνότητας κατωφλίου.
 - Να χαράξετε, πάνω στο προηγούμενο διάγραμμα, την γραφική παράσταση $K_{\max} = f(t)$ και να υπολογίστε την τάση αποκοπής για ακτινοβολία με συχνότητα $f_2 = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

7) Ένας κλασικός ταλαντωτής θεωρείται κβαντισμένος

Ένα ιδανικό ελατήριο έχει τον άξονά του κατακόρυφο και το άνω του άκρο στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο A (οροφή), όπως φαίνεται στο σχήμα. Η σταθερά του ελατηρίου αυτού ισούται με $k = 200 \text{ N/m}$ και το φυσικό του μήκος με $l_0 = 50 \text{ cm}$. Η απόσταση του σημείου A από το έδαφος ισούται με $d = 2 \text{ m}$. Συνδέουμε στο κάτω ελεύθερο άκρο του ελατηρίου ένα σώμα Σ αμελητέων διαστάσεων και παρατηρούμε ότι όταν αυτό ισορροπεί, απέχει από το έδαφος απόσταση $d_0 = 1,4 \text{ m}$. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.



A. Να υπολογίσετε τη μάζα του σώματος Σ .

Μετακινούμε κατακόρυφα το σώμα Σ κατά 20cm πάνω από τη θέση ισορροπίας του και τη χρονική στιγμή που θεωρούμε ως αρχή μέτρησης των χρόνων $t_0=0$ το αφήνουμε ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D=k$.

Για τον κλασικό αυτό ταλαντωτή,

B. να υπολογίσετε τη συχνότητα και την ενέργεια της ταλάντωσης.

Γ. Θεωρώντας ως θετική φορά την προς τα πάνω, να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απόστασης του σώματος Σ από το έδαφος και να κατασκευάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση για το χρονικό διάστημα $0 - T$, όπου T η περίοδος της ταλάντωσης.

Αν θεωρηθεί ότι το σύστημα αποτελεί κβαντικό ταλαντωτή (ταλαντωτή που η ενέργειά του μπορεί να πάρει μόνο διακριτές τιμές)

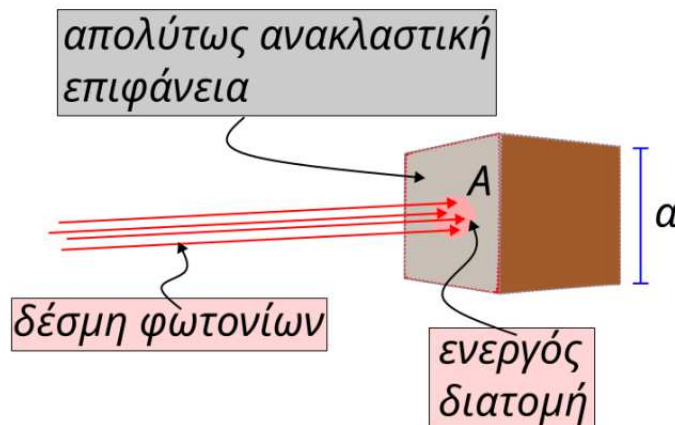
Δ. να υπολογίσετε τον κβαντικό αριθμό n της ενεργειακής στάθμης στην οποία βρίσκεται ο ταλαντωτής.

E. Ποια είναι η μικρότερη ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αφαιρεθεί από το σύστημα (λόγω τριβών);

Δίνεται η τιμή της σταθεράς του Planck $h=6,6\cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

8) Η δύναμη και η πίεση της δέσμης

Διαθέτουμε μία πηγή δέσμης φωτονίων (ένα laser που θεωρούμε ότι εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία) η οποία εκπέμπει φωτόνια μήκους κύματος $\lambda=663\text{nm}$. Η ισχύς της δέσμης είναι ίση με 3mW , ενώ η (ενεργός) διατομή της ίση με $A=3\text{mm}^2$.



A. Να υπολογίσετε την ορμή του κάθε φωτονίου της δέσμης αυτής.

B. Να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων που διέρχονται από κάποιο σημείο (μία διατομή) της δέσμης ανά δευτερόλεπτο.

Διαθέτουμε ένα ξύλινο κύβο ακμής $a=6\text{cm}$ του οποίου επικαλύπτουμε την μία έδρα με μία απολύτως ανακλαστική επιφάνεια και τον τοποθετούμε πάνω στον οριζόντιο εργαστηριακό πάγκο. Η έδρα που επικαλύψαμε είναι κατακόρυφη, όπως στο σχήμα και θεωρούμε ότι η επικάλυψη δεν αλλάζει τη μάζα του

κύβου. Με το παραπάνω laser ακτινοβολούμε την έδρα του κύβου που επικαλύψαμε, με τέτοιο τρόπο ώστε ο άξονας της δέσμης να διέρχεται από το κέντρο του κύβου και τα φωτόνια να θεωρούμε ότι προσκρούουν κάθετα στην επιφάνειά του. Παρατηρούμε ότι ο κύβος παραμένει ακίνητος.

Γ. Να υπολογίσετε τη μάζα του κύβου.

Δ. Να προσδιορίσετε την ελάχιστη τιμή του συντελεστή οριακής τριβής μεταξύ του κύβου και του πάγκου, ώστε ο κύβος να παραμένει ακίνητος.

Ε. Να υπολογίσετε την πίεση «που ασκεί» η δέσμη των φωτονίων στην ανακλαστική επιφάνεια του κύβου.

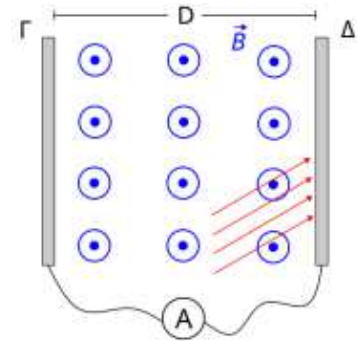
Δίνεται η σταθερά του Planck $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$, το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g=10 \text{m/s}^2$, η ταχύτητα του φωτός $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$, και η πυκνότητα του ξύλου $\rho=0,7 \text{g/cm}^3$.

9) Ακτινοβολία Ήλιου

Η μέση ισχύς που ακτινοβολείται από τον ήλιο μας είναι $3,7 \cdot 10^{27} \text{W}$. Αν το μέσο μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπει είναι 500nm βρείτε : α. Την ενέργεια των φωτονίων που έχουν μήκος κύματος ίσο με το μέσο μήκος κύματος. β. Το πλήθος των φωτονίων που εκπέμπονται ανά δευτερόλεπτο από την επιφάνεια του ήλιου θεωρώντας την ενέργεια κάθε φωτονίου ίση με την ενέργεια που αντιστοιχεί στο μέσο μήκος κύματος που βρήκατε. γ. Το κλάσμα της φωτεινής ενέργειας του ήλιου που πέφτει στην Γη αν η ακτίνα της Γης είναι 6400Km και η απόσταση Γης-Ήλιου είναι $d = 150.000.000 \text{Km}$ Δίδονται: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{js}$ και $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.

10) Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο σε μαγνητικό πεδίο

Δύο μεταλλικές επιφάνειες (πλάκες), η Γ και η Δ, είναι παράλληλα τοποθετημένες και σε απόσταση $D=10 \text{cm}$. Οι επιφάνειες αυτές είναι συνδεδεμένες μέσω ενός ιδανικού αμπερομέτρου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο χώρο μεταξύ των δύο πλακών, επικρατεί ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B που έχει τις δυναμικές του γραμμές παράλληλες με τις μεταλλικές επιφάνειες και με φορά προς τον αναγνώστη.



Φωτίζουμε με ορατό φως (ακτινοβολία με μήκος κύματος $400 \text{nm} - 700 \text{nm}$)

την επιφάνεια Δ η οποία έχει έργο εξαγωγής $2,3 \text{eV}$ (Λίθιο). Να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου για την οποία η ένδειξη του αμπερομέτρου παραμένει διαρκώς μηδενική.

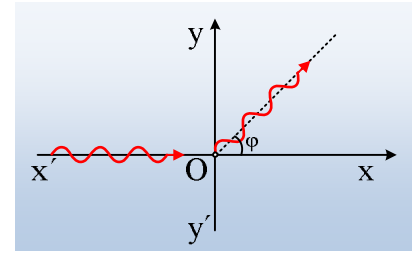
Δίνονται οι τιμές των σταθερών: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$, $1 \text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

11) Η σκέδαση Compton και μια εφαρμογή

Ένα ηλεκτρόνιο βρίσκεται ακίνητο στην αρχή Ο ενός συστήματος ορθογωνίων αξόνων. Ένα φωτόνιο με μήκος κύματος $\lambda=0,2 \text{nm}$ διαδίδεται κατά μήκος του άξονα $x'x$ και μετά την αλληλεπίδρασή του με το ηλεκτρόνιο, διαπιστώνουμε ότι το φωτόνιο αποκτά μήκος κύματος λ' και διαδίδεται όπως στο σχήμα, σχηματίζοντας γωνία ϕ με τον x άξονα, όπου $\eta \mu \phi = 0,8$ και $\sin \phi = 0,6$

Ζητούνται:

- Η ενέργεια και η ορμή του φωτονίου που προσπίπτει στο ηλεκτρόνιο.
- Η ενέργεια και η ορμή του σκεδαζόμενου φωτονίου.
- Η κινητική ενέργεια που αποκτά το ηλεκτρόνιο.
- Οι συνιστώσες της ορμής του ηλεκτρονίου στους δυο άξονες x και y.
- Η γωνία που σχηματίζει η διεύθυνση κίνησης του ηλεκτρονίου με τον άξονα x.



Δίνονται $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$, $h=6,6\cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$, $q_e=-1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$, $m_e=9\cdot 10^{-31}\text{kg}$, ενώ οι ενέργειες να υπολογιστούν σε eV. Δίνεται επίσης η εξίσωση για τα μήκη κύματος προσπίπτοντος και σκεδαζόμενου φωτονίου:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos\varphi)$$

12) Μέγιστη ενέργεια και ορμή στο φαινόμενο Compton

Μια δέσμη φωτονίων με ενέργεια 12keV σκεδάζεται από ελεύθερα ηλεκτρόνια ενός στόχου.

- Ποιο είναι το μήκος κύματος των φωτονίων της δέσμης, πριν την σκέδαση;
- Ποιο είναι το μήκος κύματος των φωτονίων που σκεδάζονται κατά γωνία 90° , σε σχέση με την αρχική τους διεύθυνση;
- Να υπολογισθεί η τελική κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου πάνω στο οποίο σκεδάστηκε ένα από τα παραπάνω φωτόνια.
- Να βρεθεί η μέγιστη ενέργεια και η αντίστοιχη ορμή που μπορεί να αποκτήσει ένα ηλεκτρόνιο, μετά από την σκέδαση της παραπάνω δέσμης φωτονίων.

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

13) Κλασική θεωρία και φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως ισχύος 100W, εκπέμπει μόνο το 8% σε φωτεινή ακτινοβολία. Δεχόμαστε ότι η εκπεμπόμενη φωτεινή ενέργεια αντιστοιχεί σε φως με μήκος κύματος $\lambda=600\text{nm}$. Ο λαμπτήρας συγκρατείται σε απόσταση $R=2\text{m}$, από μια μεταλλική επιφάνεια, εμβαδού $A=3,14\text{cm}^2$, με την επιφάνεια αυτή, κάθετη στην απόσταση R.

- Πόση φωτεινή ενέργεια προσπίπτει ανά δευτερόλεπτο στην μεταλλική επιφάνεια και πόση ενέργεια μπορεί να απορροφήσει ανά δευτερόλεπτο ένα άτομο του μετάλλου, στην επιφάνεια της πλάκας, δεχόμενοι ομοιόμορφη σφαιρική εκπομπή φωτός από τον λαμπτήρα;
- Με δεδομένο ότι η ενέργεια που θα απορροφήσει το άτομο, θα χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου του, με αποτέλεσμα να έχουμε εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων από την μεταλλική επιφάνεια, να υπολογιστεί το χρονικό διάστημα φωτισμού του ατόμου, για να έχουμε εξαγωγή ενός ηλεκτρονίου, σύμφωνα με την κλασική θεωρία. Θεωρούμε ότι το άτομο απορροφά όλη την ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω του.

- iii) Σύμφωνα με την κβαντική θεωρία το φως αποτελείται από φωτόνια. Πόσα φωτόνια προσπίπτουν στην επιφάνεια της πλάκας ανά δευτερόλεπτο; Να συγκριθεί το πλήθος των φωτονίων αυτών, με τον πληθυσμό της Γης, ο οποίος υπολογίζεται στα 8 δισεκατομμύρια.
- iv) Αφού αποδείξετε ότι το φως της παραπάνω λάμπας, μπορεί να προκαλέσει εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων από την μεταλλική πλάκα, να υπολογισθούν:
- α) η μέγιστη κινητική ενέργεια σε eV, την οποία μπορεί να έχουν τα εξερχόμενα ηλεκτρόνια.
- β) ο χρόνος που απαιτείται να φωτισθεί η μεταλλική πλάκα, ώστε να αρχίσει η εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων.

Δίνεται το έργο εξαγωγής του μετάλλου $\phi=1,86\text{eV}$, η ατομική ακτίνα του υλικού της μεταλλικής πλάκας $r=2,6\cdot 10^{-10}\text{m}$, $h=6,63\cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ και $1\text{eV}=1,6\cdot 10^{-19}\text{J}$.

Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...