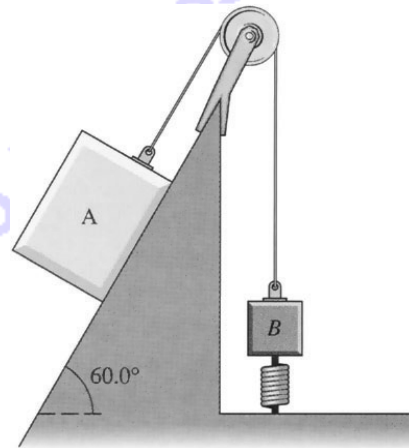


Θεωρητικό μέρος

Θέμα 1^ο

A. Δύο κιβώτια είναι κρεμασμένα στα δύο άκρα αβαρούς σχοινιού το οποίο περνά από αβαρή τροχαλία όπως φαίνεται στο σχήμα. Η τριβή μεταξύ του σχοινιού και της τροχαλίας είναι αμελητέα. Το κιβώτιο A έχει μάζα 10 Kg και βρίσκεται πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο με γωνία κλίσης 60° . Ο συντελεστής τριβής μεταξύ του κεκλιμένου και του κιβωτίου A είναι 0,5. Το κιβώτιο B έχει μάζα 1 Kg και είναι προσκολλημένο σε κατακόρυφο ελατήριο με σταθερά 200 N/m. Τα κιβώτια κρατούνται αρχικά ακίνητα με το σχοινί τεντωμένο και το ελατήριο στο φυσικό του μήκος. Αν το σύστημα αφεθεί ελεύθερο από τη θέση αυτή, να βρείτε το μέγιστο ύψος στο οποίο θα φτάσει το κιβώτιο B. Δίνεται



$$g=10\text{m/s}^2, \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \cos 60^\circ = \frac{1}{2}.$$

B. Ένα κυλινδρικό σύρμα μήκους L , ακτίνας $r \ll L$ και ειδικής αντίστασης ρ , παρουσιάζει διαφορά δυναμικού V στα άκρα του. Με δεδομένα τα L, r, ρ, V και τη μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_0 :

i) Βρείτε το ηλεκτρικό ρεύμα I που κυκλοφορεί στο σύρμα.

ii) Βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου E στην επιφάνεια του σύρματος.

iii) Βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου B στην επιφάνεια του σύρματος.

iv) Το διάνυσμα Poynting $\vec{S} = c^2 \epsilon_0 \vec{E} \times \vec{B}$ ή $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$ είναι ένα μέτρο της

ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που ρέει ανά μονάδα επιφάνειας και μας δίνει τη διεύθυνση της ροής της ενέργειας. Το εξωτερικό γινόμενο $\vec{E} \times \vec{B}$ δύο κάθετων διανυσμάτων είναι ένα διάνυσμα κάθετο στα δύο διανύσματα με κατεύθυνση που δίνεται από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού όπου με τον αντίχειρα δείχνουμε το πρώτο διάνυσμα με τον δείκτη το δεύτερο και ο μέσος δείχνει την κατεύθυνση του εξωτερικού γινομένου. Το μέτρο του διανύσματος αυτού είναι ίσο με το γινόμενο των μέτρων των δύο διανυσμάτων επί το ημίτονο της μικρότερης γωνίας που σχηματίζουν.

Βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση του διανύσματος Poynting \vec{S} το οποίο σχετίζεται με το ρεύμα στο κυλινδρικό σύρμα.

v) Όλα τα αντικείμενα με θερμοκρασία μεγαλύτερη από το απόλυτο μηδέν εκπέμπουν ακτινοβολία. Η ακτινοβολούμενη ισχύς από ένα αντικείμενο είναι: $P = \epsilon \sigma AT^4$

Όπου A το εμβαδόν της επιφάνειάς του και T η απόλυτη θερμοκρασία σε K. Η σταθερά σ καλείται σταθερά Stefan-Boltzmann με τιμή $5,671 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$.

Η ακτινοβολούμενη ισχύς εξαρτάται και από το είδος της επιφάνειας. Ο συντελεστής απορρόφησης του αντικειμένου ($0 \leq \epsilon \leq 1$) ο οποίος είναι και το κλάσμα της απορροφούμενης ισχύος από το αντικείμενο προς την προσπίπτουσα ισχύ σε αυτό. Για μέλαν σώμα (τέλειος απορροφητής και εκπομπός) $\epsilon=1$. Για ιδανικό ανακλαστήρα, (δεν υπάρχει απορρόφηση και εκπομπή) $\epsilon=0$.

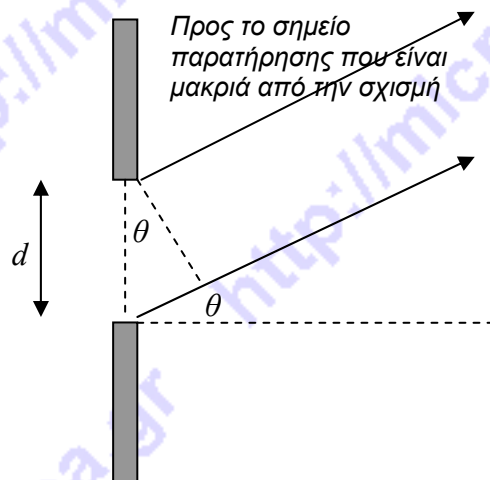
Το σύρμα για το οποίο θεωρείστε ότι $\epsilon=1$, λειώνει όταν φτάνει σε θερμοκρασία T_0 . Ποια θα πρέπει να είναι η ακτίνα r του σύρματος ώστε να λειώσει τελικά; Δίνεται η ειδική αντίσταση του σύρματος ρ και το ρεύμα I που κυκλοφορεί.

Θέμα 2^ο

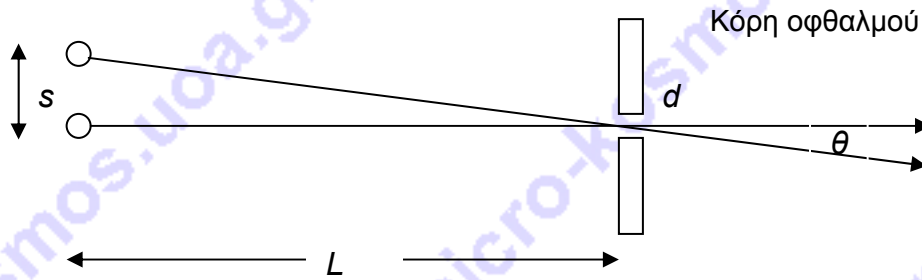
Σύμφωνα με την αρχή του Huygens «κάθε σημείο του κυματικού μετώπου γίνεται πηγή εκπομπής δευτερογενών σφαιρικών κυμάτων, τα οποία απομακρύνονται από την πηγή με την χαρακτηριστική ταχύτητα διάδοσης. Μετά την πάροδο ορισμένου χρόνου, το νέο κυματικό μέτωπο ορίζεται από την επιφάνεια που εφάπτεται με τα μέτωπα δευτερογενών κυμάτων. Κάθε σημείο του νέου κυματικού μετώπου γίνεται με την σειρά του τώρα πηγή εκπομπής δευτερογενών κυμάτων και έτσι συνεχίζεται η προηγούμενη διαδικασία κ.ο.κ.» Όταν το φως προσπίπτει σε εμπόδιο ή σε στενή σχισμή με διαστάσεις της ίδιας τάξης μεγέθους με το μήκος κύματος του φωτός, οι σχισμές επανεκπέμπουν κύματα και έτσι το φως αποκλίνει από την ευθύγραμμη διάδοση. Αυτή η απόκλιση του φωτός από την ευθύγραμμη διάδοση ονομάζεται περίθλαση.

A) Εδώ θα μελετήσετε τι συμβαίνει όταν έχουμε περίθλαση από μια στενή σχισμή και τόσο οι προσπίπτουσες στη σχισμή ακτίνες όσο και οι ακτίνες που φθάνουν στο σημείο παρατήρησης είναι παράλληλες. Το δεύτερο συμβαίνει όταν το σημείο παρατήρησης είναι μακριά από τη σχισμή ή όταν χρησιμοποιούμε συγκλίνοντα φακό για να εστιάσουμε τις παράλληλες ακτίνες σε οθόνη.

Στην περίπτωση κατά την οποία όλες οι δυνατές φάσεις αντιπροσωπεύονται εξίσου δηλαδή για κάθε $\cos(\omega t + \phi)$, να υπάρχει ένα $\cos(\omega t + \phi + \pi) = -\cos(\omega t + \phi)$, τα οποία αλληλοαναιρούνται, έχουμε καταστροφική συμβολή. Για να αντιληφθείτε πως προκύπτει αυτό δείτε το διπλανό σχήμα. Αν d το εύρος της σχισμής και λ το μήκος κύματος του φωτός, βρείτε τη συνθήκη καταστροφικής συμβολής στο σημείο παρατήρησης.

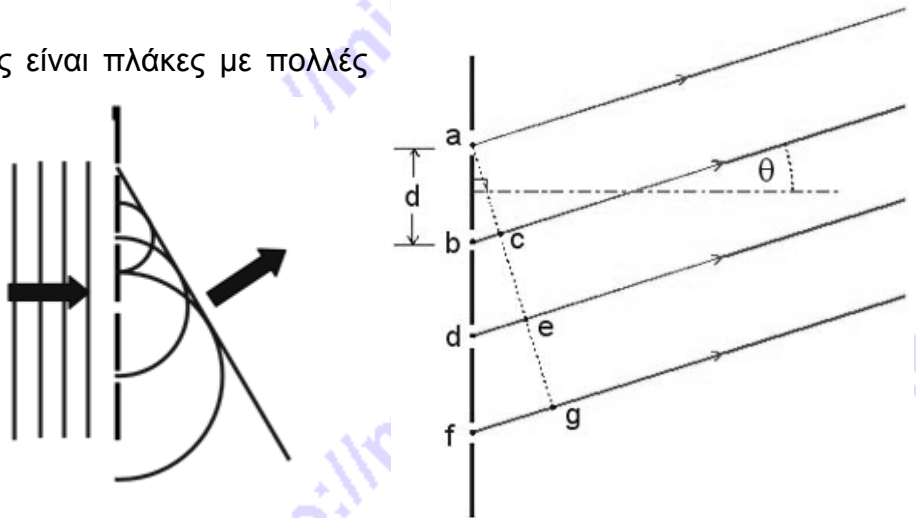


B) Πόσο μακριά θα μπορούσατε να είσαστε από ένα φίλο σας πριν αρχίσετε να τον βλέπετε σαν κύκλωπα; Δηλαδή πόσο μακριά θα έπρεπε να είσαστε ώστε να μη διακρίνετε αν έχει ένα ή δύο μάτια; Τα αποτελέσματα της περίθλασης μπορούν να σας βοηθήσουν να απαντήσετε. Έστω L η κρίσιμη απόσταση. Οι ακτίνες από τα δύο μάτια φτάνουν στο μάτι σας. Υποθέστε ότι η γωνία μεταξύ αυτών των ακτίνων είναι θ τόσο μικρή ώστε $\tan\theta \approx \sin\theta \approx \theta$ και ότι το ένα μάτι του φίλου σας απέχει από το άλλο κατά s .

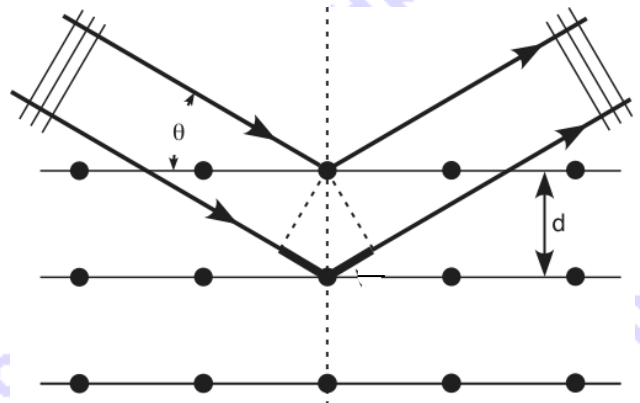


Αυτές οι δύο ακτίνες μπαίνοντας στο μάτι σας περιθλώνται αφού διέρχονται από σχισμή, την κόρη του οφθαλμού σας η οποία έχει εύρος d . Σύμφωνα με ένα γνωστό κριτήριο, το κριτήριο του Rayleigh, θα μπορείτε να τις διακρίνετε όταν το πρώτο ελάχιστο της εικόνας περίθλασης της πρώτης παρατίθεται με το μέγιστο της δεύτερης.

Γ) Τα φράγματα περίθλασης είναι πλάκες με πολλές στενές διαφανείς περιοχές. Το φως μπορεί να περνά μόνο μέσα από αυτές τις περιοχές. Η απόσταση δύο γειτονικών «σχισμών» είναι d όπως φαίνεται στο δεύτερο διπλανό σχήμα. Βρείτε τη συνθήκη ενισχυτικής συμβολής.



Δ) Η σκέδαση Bragg είναι μια περίπτωση φράγματος περίθλασης που μας επιτρέπει να μετρήσουμε την απόσταση των ατομικών επιπέδων ενός κρυστάλλου. Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται μια περιοχή του κρυστάλλου στην οποία προσπίπτουν ακτίνες x με μήκος κύματος λ . Υπάρχουν ορισμένες γωνίες θ μεταξύ των ακτίνων και του ατομικού επιπέδου όπως φαίνεται στο σχήμα, για τις οποίες όλες οι σκεδαζόμενες ακτίνες από το πρώτο και το δεύτερο ατομικό επίπεδο συμβάλλουν ενισχυτικά. Αν d η απόσταση των δύο πρώτων ατομικών επιπέδων, να βρείτε τη συνθήκη ενισχυτικής συμβολής και συνεπώς ισχυρής σκέδασης.



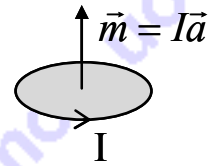
Θέμα 3°

Α. Ένας ρευματοφόρος βρόχος μέσα σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο θυμίζει τη συμπεριφορά μιας μαγνητικής βελόνας μέσα σ' ένα τέτοιο πεδίο. Η μία όψη του βρόχου συμπεριφέρεται ως βόρειος πόλος της βελόνας και η άλλη όψη ως νότιος πόλος. Οι

μαγνητικές βελόνες, οι γραμμικοί μαγνήτες και οι ρευματοφόροι βρόχοι μπορούν να θεωρηθούν ως μαγνητικά δίπολα.

Η μαγνητική διπολική ροπή είναι ένα διάνυσμα που ορίζεται από τη σχέση:

$$\vec{m} = I\vec{a}$$



Όπου I είναι το ρεύμα και a το εμβαδόν της επιφάνειας του βρόχου. Η κατεύθυνση της μαγνητικής διπολικής ροπής προκύπτει από τον κανόνα του δεξιού χεριού και φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

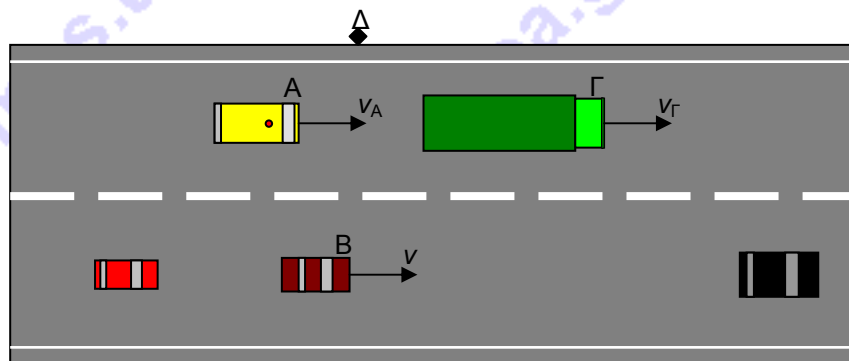
Η συνισταμένη δύναμη σε μαγνητικό δίπολο από ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι μηδέν. Η ροπή που δέχεται το μαγνητικό δίπολο από ομογενές μαγνητικό πεδίο κατά πλήρη αντιστοιχία με τη ροπή που δέχεται ηλεκτρικό δίπολο από ομογενές ηλεκτρικό πεδίο είναι:

$$\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B} \quad \text{οπότε } \tau = mB\sin\theta \quad \text{όπου } \theta \text{ η γωνία μεταξύ } \vec{m} \text{ και } \vec{B}.$$

Μια μη αγώγιμη σφαίρα έχει μάζα 80 g και ακτίνα 20 cm. Η σφαίρα φέρει ένα επίπεδο συμπαγές πηνίο με 5 σπείρες τυλιγμένες γύρω της και είναι τοποθετημένη σε κεκλιμένο επίπεδο το οποίο σχηματίζει γωνία θ με το οριζόντιο επίπεδο έτσι ώστε οι σπείρες του πηνίου να είναι παράλληλες στο κεκλιμένο επίπεδο. Στο χώρο υπάρχει ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο 0,350 T με κατεύθυνση προς τα πάνω. Δίνεται η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας $g=9,80 \text{ m/s}^2$.

- Βρείτε την ένταση του ρεύματος στο πηνίο το οποίο επιτρέπει στη σφαίρα να ισορροπεί ακίνητη πάνω στο κεκλιμένο;
- Εξαρτάται το αποτέλεσμα από την τιμή της γωνίας θ ;

Β. Στο παρακάτω σχήμα, το ασθενοφόρο Α κινείται με ταχύτητα $v_A=126 \text{ km/h}$, το αυτοκίνητο Β με ταχύτητα $v_B=90 \text{ km/h}$ και το φορτηγό Γ με ταχύτητα $v_\Gamma=108 \text{ km/h}$. Ο οδηγός του ασθενοφόρου Α πριν ακόμα προσπεράσει το αυτοκίνητο Β έχει θέσει σε λειτουργία τη σειρήνα του ασθενοφόρου η οποία εκπέμπει ήχο συχνότητας 300Hz. Ένας εργάτης συνεργείου συντήρησης της εθνικής οδού είναι ακίνητος στο σημείο Δ. Θεωρείστε ότι όλα τα οχήματα και ο εργάτης είναι περίπου στην ίδια ευθεία. Δίνεται η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v_{\eta\chi}=1224 \text{ km/h}$



- Ποιος είναι ο λόγος των συχνοτήτων που αντιλαμβάνεται ο εργάτης πριν και μετά τη διέλευση του ασθενοφόρου από μπροστά του.
- Ποιος είναι ο λόγος των συχνοτήτων που αντιλαμβάνεται ο οδηγός του αυτοκινήτου Β πριν και μετά το προσπέρασμα του ασθενοφόρου στο αυτοκίνητο Β.

iii. Ποια είναι η συχνότητα του διακροτήματος που αντιλαμβάνεται ο οδηγός του ασθενοφόρου λόγω της υπέρθεσης του ήχου που εκπέμπει η σειρήνα με τον ήχο που επιστρέφει στο ασθενοφόρο αφού ανακλαστεί στο φορτηγό;

Πειραματικό μέρος

Έχει διαπιστωθεί πειραματικά ότι όταν ακτινοβολία ορισμένης συχνότητας προσπέσει σε μεταλλική επιφάνεια είναι δυνατό να προκαλέσει εξαγωγή ηλεκτρονίων (φωτοηλεκτρονίων) από το μέταλλο. Για παράδειγμα, το φωτοκύτταρο με το οποίο μπορεί να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα αμέσως μόλις πέσει φως σε μια μεταλλική πλάκα.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρουν ενέργεια. Έτσι κάποια ηλεκτρόνια των ατόμων του μετάλλου κερδίζουν ενέργεια από τα Η/Μ κύματα και ξεφεύγουν από τα άτομα.

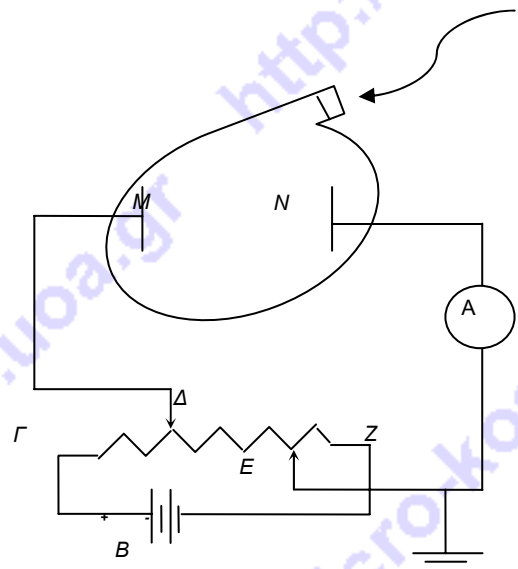
Η ενέργεια που μεταφέρεται από τα κύματα εξαρτάται μόνο από το πλάτος τους, συνεπώς από την ένταση της ακτινοβολίας. Η συχνότητα δεν θα έπρεπε να έχει καμία σημασία. Για παράδειγμα αν κόκκινο φως και υπεριώδης ακτινοβολία της ίδιας έντασης έπεφταν στην επιφάνεια ενός μετάλλου θα έπρεπε να εξάγουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων, τα οποία θα έπρεπε να έχουν και την ίδια μέγιστη κινητική ενέργεια και στις δύο περιπτώσεις. Επίσης αν η ένταση ήταν πολύ μικρή τότε δεν θα έπρεπε να εκπέμπονται καθόλου ηλεκτρόνια ή να εκπέμπονται μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Όμως κάτι τέτοιο δεν παρατηρείται στα πειράματα.

A. Πως εξηγούνται τα παραπάνω πειραματικά αποτελέσματα;

B. Για να εξαχθεί ένα ηλεκτρόνιο από κάποιο μέταλλο απαιτείται ενέργεια ίση με το λεγόμενο έργο εξαγωγής ϕ των ηλεκτρονίων (φωτοηλεκτρονίων) από το μέταλλο. Ποια η ελάχιστη (οριακή) συχνότητα f_0 της ακτινοβολίας που προκαλεί έξοδο φωτοηλεκτρονίων;

Γ. Αν η συχνότητα f της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο μέταλλο / φωτοκάθοδο είναι μεγαλύτερη της οριακής από ποια σχέση θα δίνεται η κινητική ενέργεια που θα έχουν τα ηλεκτρόνια κατά την έξοδό τους σαν συνάρτηση της συχνότητας f και του έργου εξαγωγής ϕ ; (φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein)

Δ. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η σχηματική αναπαράσταση μιας συσκευής για τη μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία προσπίπτει στο μέταλλο (ηλεκτρόδιο M), τα φωτοηλεκτρόνια εξερχόμενα επιταχύνονται από τη διαφορά δυναμικού V_{MN} . Πώς μεταβάλλεται η διαφορά δυναμικού μεταξύ M και N, καθώς ο δρομέας Δ κινείται κατά μήκος του σύρματος ΓΖ;



Ε. Στην περίπτωση που η συχνότητα της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο μέταλλο M είναι μεγαλύτερη της οριακής, για να εμποδίσουμε τα ηλεκτρόνια που εξέρχονται να φτάσουν στο άλλο ηλεκτρόδιο N –και επομένως για να μηδενιστεί το φωτορεύμα– θα πρέπει να εφαρμόσουμε τάση V_{MN} η οποία λέγεται «τάση αποκοπής» V_a . Βρείτε την εξίσωση η οποία συσχετίζει την τάση αποκοπής V_a , το μήκος κύματος λ της ακτινοβολίας και το έργο εξαγωγής ϕ .

ΣΤ. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα δεδομένα από ένα πείραμα

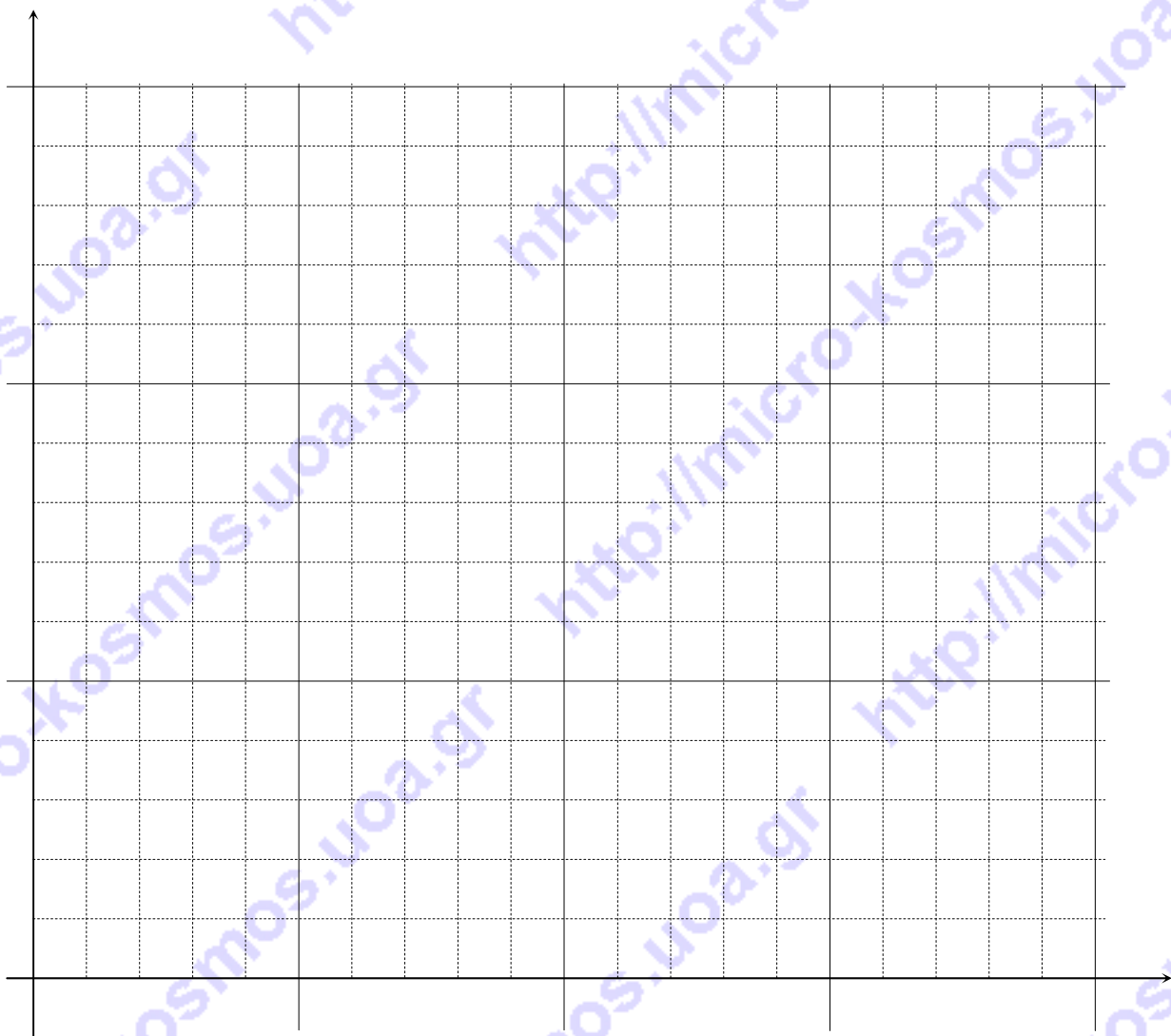
V_a (V) τάση αποκοπής	λ (nm) μήκος κύματος
1,0	200
2,0	196
3,0	158
4,0	144

Με δεδομένη την ταχύτητα του φωτός $c=2,998 \cdot 10^8$ m/s και το φορτίο του ηλεκτρονίου $e=1,602 \cdot 10^{-19}$ C, κάντε το κατάλληλο γράφημα και υπολογίσετε με τη βοήθειά του τη σταθερά του Planck h και το έργο εξαγωγής ϕ .

Καλή επιτυχία

Αν θέλετε, μπορείτε να κάνετε το γράφημα σ' αυτή τη σελίδα και να την επισυνάψετε μέσα στο τετράδιό σας.

Επιλέξτε τους άξονες τιλοδοτήστε συμπεριλάβετε και τις κατάλληλες μονάδες σε κάθε άξονα.



Συνοπτικές Λύσεις**Θεωρητικό μέρος****Θέμα 1°**

A. Τη στιγμή που το κιβώτιο Β φτάνει στο μέγιστο ύψος x θα έχει ταχύτητα μηδέν, το ελατήριο θα είναι τεντωμένο κατά x και το κιβώτιο θα έχει κινηθεί και αυτό κατά x πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο και θα έχει και αυτό ταχύτητα μηδέν. Η κινητική ενέργεια του συστήματος δεν θα έχει μεταβληθεί αφού αρχικά και τα δύο σώματα ήταν ακίνητα. Συνεπώς η μεταβολή της μηχανικής ενέργειας του συστήματος θα είναι ίση με τη μεταβολή της δυναμικής του ενέργειας ΔU . Αυτή η μεταβολή θα ισούται με το έργο των μη συντηρητικών δυνάμεων που στην περίπτωση αυτή είναι μόνο η τριβή από το κεκλιμένο στο σώμα Α. Έτσι λοιπόν έχουμε:

$$\Delta U_{ολ} = W_{τριβ} \text{ δηλαδή } \Delta U_{ελατηρίου} + \Delta U_{βαρυτικήΑ} + \Delta U_{βαρυτικήΒ} = W_{τριβής} \text{ οπότε}$$

$$\frac{1}{2} kx^2 - m_A g x \sin 60 + m_B g x = -\mu m_A g \cos 60 x \text{ από την οποία προκύπτει:}$$

$$x = \frac{m_A g \sqrt{3} - \mu m_A g - 2m_B g}{k} \quad \text{ή} \quad x=0. \text{ Η λύση } x=0 \text{ απορρίπτεται και με}$$

αντικατάσταση προκύπτει ότι $x=0,516\text{m}$

$$\text{B. i. } l = \frac{V}{\rho \frac{L}{A}} = \frac{V \pi r^2}{L \rho}$$

$$\text{ii. } E = \frac{V}{L} \text{ Με κατεύθυνση: Εκείνη του σύρματος και κατά τη φορά του ρεύματος.}$$

$$\text{iii. } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 V r}{2L\rho}$$

Με κατεύθυνση: Εφαπτόμενη στο σύρμα τέτοια ώστε να βιδώνει δεξιόστροφος κοχλίας κατά τη φορά του ρεύματος.

$$\text{iv. } S = \frac{I^2 \rho}{2\pi^2 r^3}$$

Με κατεύθυνση: Κάθετη στο σύρμα προς το εσωτερικό του.

v. Η θερμοκρασία θα αυξάνεται μέχρις ότου υπάρξει μια ισορροπία ώστε η εκπεμπόμενη ισχύς να ισούται με την προσφερόμενη δηλαδή: $\sigma A T^4 = I^2 R$ οπότε επειδή: $A = 2\pi r L$

$$\sigma T^4 = \frac{I^2 \rho L}{\pi^2 2\pi r} \text{ Από την οποία:}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{I^2 \rho}{2\pi^2 \sigma T^4}}$$

Θέμα 2°

A. Η διαφορές δρόμου των κυμάτων από το πάνω μέρος της σχισμής έως το κάτω μέρος της έχουν τιμές από μηδέν έως $d \sin \theta$, όπου d το εύρος της σχισμής. Θα έχουμε καταστροφική συμβολή επειδή όλες οι φάσεις αντιπροσωπεύονται εξίσου όταν: $d \sin \theta = n\lambda$

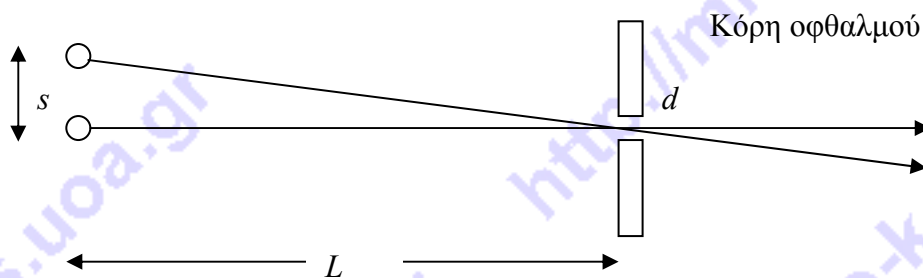
Β. Έστω L η κρίσιμη απόσταση. Οι ακτίνες από τα δύο μάτια φτάνουν στο μάτι σας. Υποθέστε ότι η μικρή γωνία μεταξύ αυτών των ακτίνων είναι θ και ότι το ένα μάτι του φίλου σας απέχει από το άλλο κατά s . Έτσι:

$$\tan\theta \approx \sin\theta \approx \frac{s}{L} \quad (9)$$

Αυτές οι δύο ακτίνες μπαίνοντας στο μάτι σας περιθλώνται αφού διέρχονται από σχισμή, την κόρη του οφθαλμού σας. Θα μπορείτε να τις διακρίνετε όταν το πρώτο ελάχιστο της εικόνας περίθλασης της πρώτης παρατίθεται με το μέγιστο της δεύτερης. Συνεπώς όταν :

$$d\sin\theta = \lambda \quad (10)$$

όπου d το εύρος της κόρης του οφθαλμού σας.



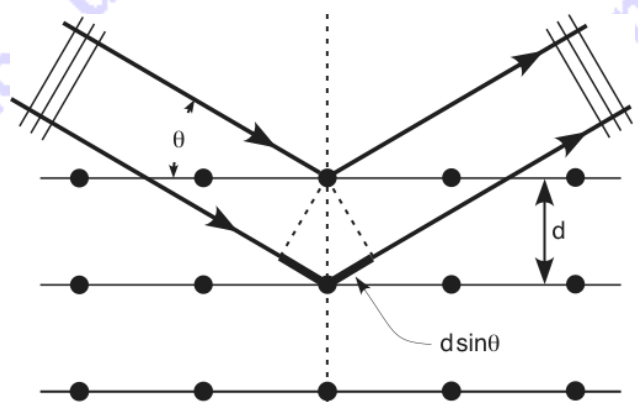
Από την (9) και την (10) προκύπτει:

$$\sin\theta = \frac{s}{L} = \frac{\lambda}{d} \quad \text{και}$$

$$L = \frac{sd}{\lambda} \quad (11)$$

Γ. Τα φράγματα περίθλασης είναι πλάκες με πολλές στενές διαφανείς περιοχές. Το φως μπορεί να περνά μόνο μέσα από αυτές τις περιοχές. Αν η απόσταση δύο γειτονικών «σχισμών» είναι d όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, η διαφορά δρόμου ανάμεσα στα κύματα που εκπέμπονται από διαδοχικές σχισμές είναι $d\sin\theta$. Εάν αυτή η διαφορά φάσης ισούται με ένα μήκος κύματος ή κάποιο ακέραιο πολλαπλάσιό του, τότε τα κύματα που εκπέμπουν οι διάφορες σχισμές κατά την κατεύθυνση θ θα είναι σε φάση. Επομένως έχουμε ενισχυτική συμβολή όταν: $d\sin\theta = n\lambda$

Δ. Πρόκειται για μια περίπτωση φράγματος περίθλασης που μας επιτρέπει να μετρήσουμε την απόσταση των ατομικών επιπέδων ενός κρυστάλλου. Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται μια περιοχή του κρυστάλλου στην οποία προσπίπτουν ακτίνες x . Υπάρχουν ορισμένες γωνίες για τις οποίες όλες οι σκεδαζόμενες ακτίνες είναι σε φάση και συμβάλλουν ενισχυτικά. Παρατηρήστε το μικρό τρίγωνο στο διάγραμμα, θα δείτε ότι η διαφορά δρόμου μεταξύ της σκεδαζόμενης από το πρώτο και



το δεύτερο ατομικό επίπεδο είναι:

$$D=2d\sin\theta \quad (6)$$

Όταν λοιπόν $D=n\lambda$, δηλαδή όταν :

$$2d\sin\theta=n\lambda \quad (7)$$

έχουμε ενισχυτική συμβολή, και ισχυρή σκέδαση.

ΠΡΟΣΟΧΗ: η γωνία θ δεν είναι η γωνία πρόσπτωσης ούτε η γωνία ανάκλασης. Η γωνία θ είναι η γωνία μεταξύ των ακτίνων και του ατομικού επιπέδου.

Θέμα 3^ο

A.

i. Από την ισορροπία της σφαίρας έχουμε:

$$T-Mg\sin\theta=0 \quad (1)$$

$$\text{και } TR-\mu B\sin\theta=0 \quad (2)$$

$$\text{Από τις (1) και (2) έχουμε: } \mu B=MgR \quad (3)$$

Από τον ορισμό της μαγνητικής ροπής:

$$\mu=Nl\pi R^2 \quad (4)$$

Έτσι από τις (3) και (4) έχουμε:

$$l = \frac{Mg}{\pi NBR} = 0,713A$$

Με φορά: αντίθετη των δεικτών του ρολογιού

ii. ΟΧΙ

B.

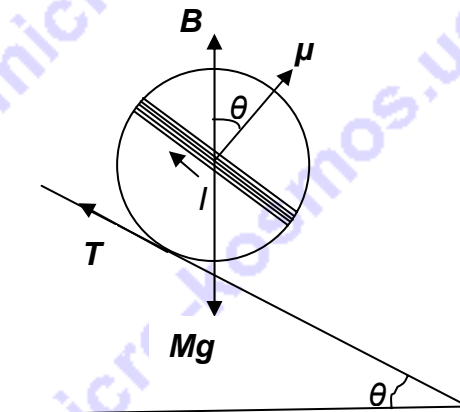
$$\text{i. } \frac{f_{\pi\rho\nu}}{f_{\mu\epsilon\acute{\alpha}}} = \frac{(v_{\eta\chi} + v_A)}{(v_{\eta\chi} - v_A)} \approx 1,23$$

$$\text{ii. } \frac{f_{\pi\rho\nu}}{f_{\mu\epsilon\acute{\alpha}}} = \frac{(v_{\eta\chi} + v_A)(v_{\eta\chi} - v_B)}{(v_{\eta\chi} - v_A)(v_{\eta\chi} + v_B)} \approx 1,06$$

$$\text{iii. } f_{\delta} = f_2 - f_s = \frac{(v_{\eta\chi} + v_A)}{(v_{\eta\chi} + v_{\Gamma})} \frac{(v_{\eta\chi} - v_{\Gamma})}{(v_{\eta\chi} - v_A)} f_s - f_s \approx 8,48\text{Hz}$$

Πειραματικό μέρος

A. Ο Einstein διακήρυξε ότι η κβάντωση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι εγγενής ιδιότητά της. Το φως μεταφέρει την ενέργειά του σε πακέτα που σημαίνει ότι αποτελείται από σωματίδια που καλούνται φωτόνια. Με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο αυτή αναδεικνύεται ο σωματιδιακός χαρακτήρας του φωτός.



Β. $f_0 = \frac{\phi}{h}$

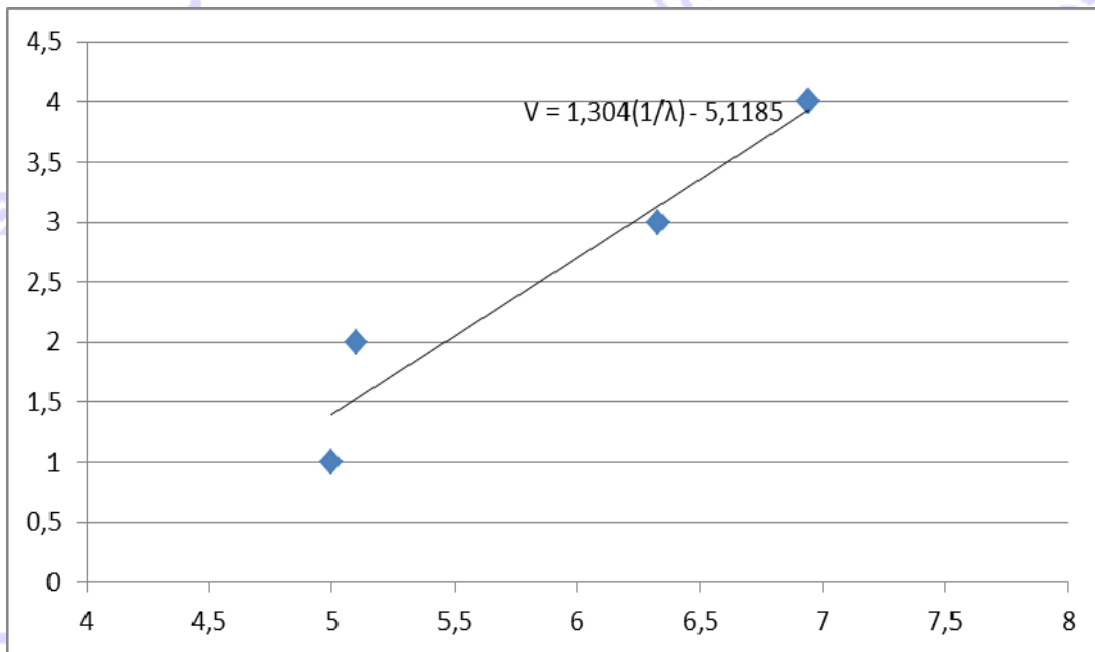
Γ. $hf - \phi = \frac{1}{2} m v^2$

Δ. Καθώς ο δρομέας Δ κινείται από το Γ προς το Ε η V_{MN} είναι θετική και μειώνεται λαμβάνοντας μηδενική τιμή όταν ο Δ φτάσει στο Ε. Κατά την κίνηση του δρομέα από το Ε στο Ν η διαφορά δυναμικού γίνεται αρνητική και μειώνεται (αυξάνεται κατά απόλυτη τιμή).

Ε. $eV_a = \frac{1}{2} m v^2$ και $hf - \phi = \frac{1}{2} m v^2$ οπότε: $eV_a = hf - \phi$ από την οποία:

$$V_a = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} \right) - \frac{\phi}{e}$$

ΣΤ. Το κατάλληλο γράφημα είναι εκείνο της V_a σε σχέση με το $\frac{1}{\lambda}$



Η κλίση είναι: $\frac{hc}{e} = 1,30 \cdot 10^{-6} \text{ Jm/C}$

$$h = 6,94 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\phi = 5,12 \text{ eV}$$