

4.2. Αν κάποια χρονική στιγμή διακόψουμε το ρεύμα I να αποδείξετε ότι η ράβδος θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = 2k$. Να θεωρήσετε ότι η ράβδος εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση και κατά την διάρκεια της κίνησης η μαγνητική δύναμη που δέχεται λόγω της μετακίνησης φορτίου στο εσωτερικό της είναι αμελητέα.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το πλάτος και την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης.

Μονάδες 7

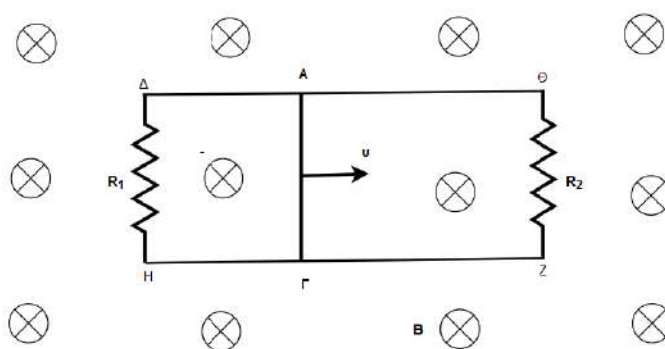
4.4. Ποια είναι η επαγωγική ΗΕΔ (τιμή και πολικότητα) που εμφανίζεται στα άκρα της ράβδου όταν διέρχεται για πρώτη φορά από την θέση ισορροπίας του συστήματος ταλάντωσης;

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 0,5kg, 3) 0,015m, 20rad/s, 4) 0,18V

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί $\Delta\theta$ και HZ μεγάλου μήκους και μηδενικής αντίστασης απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{m}$. Τα άκρα Δ, H συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R_1 = 3\Omega$ και τα άκρα θ, Z με αγωγό αντίστασης $R_2 = 6\Omega$, οπότε σχηματίζεται ένα ορθογώνιο πλαίσιο. Ο αγωγός AG , αντίστασης $R = 2\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$, η οποία είναι συνέχεια παράλληλη με τους αγωγούς $\Delta\theta$ και HZ , μένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς και σε επαφή στα σημεία A, Γ . Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



4.1. Να βρεθούν οι τιμές της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τις αντιστάσεις R_1, R_2 (μονάδες 4) και να υπολογιστεί το επαγωγικό ηλεκτρικό φορτίο που θα έχει περάσει από μια διατομή του αγωγού AG σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 2\text{s}$ (μονάδες 3).

Μονάδες 7

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο και να προσδιορίσετε τη φορά της εξωτερικής δύναμης $\vec{F}_{E\omega\tau}$, που πρέπει να ασκούμε διαρκώς στο μέσον του αγωγού AG , κάθετα σε αυτόν και της οποίας η διεύθυνση ανήκει στο επίπεδο των αγωγών, ώστε ο αγωγός να συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

4.3. Να εξηγήσετε πώς δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα στον αγωγό ΑΓ (μονάδες 3). Πόση είναι η προσφερόμενη μηχανική ισχύς που χρησιμοποιείται τότε για την συγκεκριμένη κίνηση του αγωγού ΑΓ (μονάδες 3);

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης $\vec{F}_{E\xi\omega\tau}$ για το χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 10 \text{ s}$, και να συγκριθεί με το ποσό θερμότητας που απέβαλε το κύκλωμα στο περιβάλλον σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Μονάδες 7

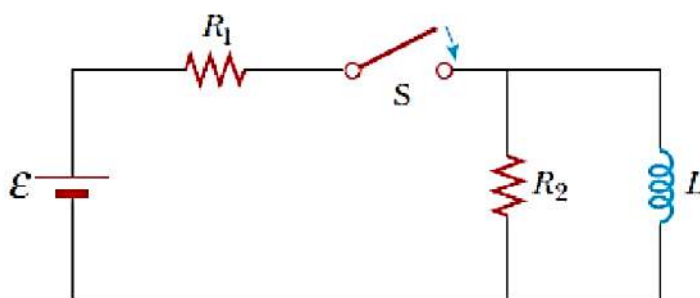
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 3

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 10/3A, 10/6A, 10C, 2) 10N, 3) 100W, 4) 10^3 J , 10^3 J

Στο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος η πηγή έχει Η.Ε.Δ. $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$ και αμελητέα εσωτερική αντίσταση, ενώ οι αντιστάτες έχουν αντίσταση $R_1 = 5\Omega$ και $R_2 = 1\Omega$. Το πηνίο είναι ιδανικό και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής L , ενώ οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση. Αρχικά ο διακόπτης S είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ρεύμα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη.



4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και μετά από αρκετό χρόνο, όταν θα έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές των ρευμάτων.

Μονάδες 6

4.2. Αφού αποκατασταθούν οι τελικές τιμές των ρευμάτων, ανοίγουμε το διακόπτη. Να καθορίσετε ποιους κλάδους του κυκλώματος εξακολουθούν να διαρρέονται από ρεύμα και να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος.

Μονάδες 6

4.3. Κάποια χρονική στιγμή t_1 μετά το άνοιγμα του διακόπτη, διαπιστώθηκε ότι το ρεύμα στον αντιστάτη R_2 είναι $i_1 = 0,3\text{A}$ και το ρεύμα στο πηνίο μειώνεται με ρυθμό $\frac{di}{dt} = -10 \frac{\text{A}}{\text{s}}$. Να υπολογιστεί ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου και ο ρυθμός απώλειας ενέργειας του πηνίου την χρονική στιγμή t_1 .

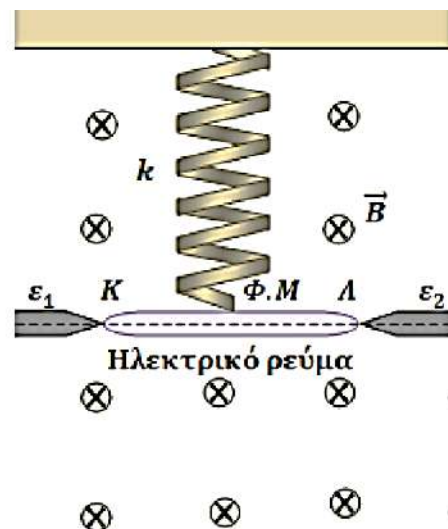
Μονάδες 6

4.4. Αν το χρονικό διάστημα από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο είναι $\Delta t = 0,2\text{s}$ να υπολογίσετε τη μέση θερμική ισχύ που θα παραχθεί στους ωμικούς αντιστάτες σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Μονάδες 7

Απ: 1) 2A, 2,4A, 3) 0,03H, 0,09J/s, 4) 0,432W

Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός $ΚΛ$, μήκους $l = 20 \text{ cm}$ και μάζας $m = 200 \text{ g}$, είναι στερεωμένος στο κάτω άκρο ιδανικού κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το πάνω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οροφή, έτσι ώστε ο αγωγός να είναι πάντα οριζόντιος. Αρχικά τα άκρα του αγωγού $ΚΛ$ είναι σε αγώγιμη επαφή με δύο μεταλλικές επαφές ϵ_1, ϵ_2 οι οποίες δεν ασκούν καμία δύναμη στήριξης στον αγωγό, απλά η επαφή μαζί τους έχει ως αποτέλεσμα αυτός να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης και φοράς. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ μέτρου $B = 4 \text{ T}$, με αποτέλεσμα ο αγωγός $ΚΛ$, να ισορροπεί ακίνητος και το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Στο σχήμα βλέπετε μια όψη αυτής της υποθετικής διάταξης, με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου να κατευθύνονται από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Να θεωρήσετε $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας.



4.1. Να προσδιορίσετε την ένταση και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό $ΚΛ$.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, με τη βοήθεια αυτοματισμού που υπάρχει στη διάταξη, απομακρύνονται ακαριαία οι δύο επαφές ϵ_1, ϵ_2 με αποτέλεσμα ο αγωγός $ΚΛ$ να πάψει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να αρχίσει να ταλαντώνεται. Οι αντιστάσεις αέρα μπορούν να αγνοηθούν.

4.2. Να αποδείξετε ότι η ταλάντωση που εκτελεί ο αγωγός $ΚΛ$ είναι απλή αρμονική και να υπολογίσετε την κυκλική συχνότητά της.

Μονάδες 7

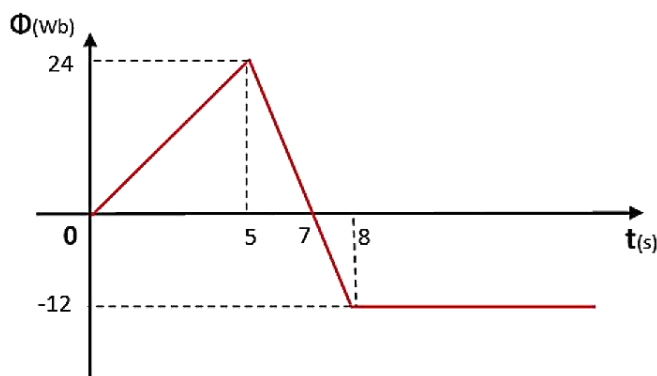
4.3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ελατηρίου στη διάρκεια της ταλάντωσης του αγωγού $ΚΛ$.

Μονάδες 6

4.4. Να εκφράσετε τη διαφορά δυναμικού $V_K - V_\Lambda$ που επάγεται στα άκρα του αγωγού $ΚΛ$, ως συνάρτηση του χρόνου από τη στιγμή που άρχισε η ταλάντωσή του.

Απ: 1) 2,5A, 2) 10rad/s, 3) 0,4J, 4) $V_\Lambda - V_K = 0,8 \sin(10t + \pi/2) \text{ (S.I.)}$

Το διάγραμμα περιγράφει την μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από ένα κλειστό τετραγωνικό πλαίσιο:



Το πλαίσιο πλευράς $a = 0,1\text{m}$ παρουσιάζει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 200 \Omega/\text{m}$.

4.1. Να αποδώσετε γραφικά την μεταβολή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος και της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο.

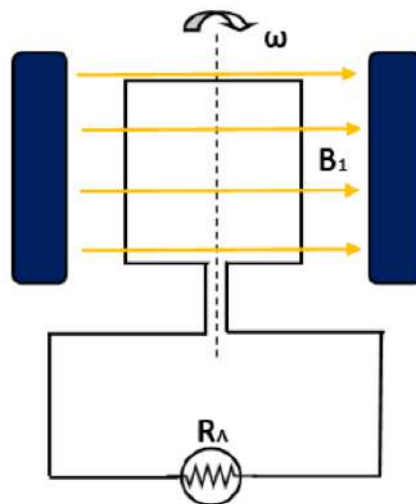
Μονάδες 8

Μετά την χρονική στιγμή $t = 8\text{s}$ καταργείται κάθε άλλο μαγνητικό πεδίο και το πλαίσιο κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $v = 10\text{m/s}$ κάθετη σε μια πλευρά του και παράλληλη στην επιφάνειά του, αρχίζει να εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{T}$ που είναι κάθετο στην επιφάνεια του πλαισίου.

4.2. Να υπολογίσετε την χρονική διάρκεια εισόδου του πλαισίου στο νέο μαγνητικό πεδίο και την εξωτερική δύναμη που το κινεί.

Μονάδες 8

Αφού ολοκληρωθεί η είσοδος του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο, το ακινητοποιούμε. Συνδέουμε το πλαίσιο με λαμπτήρα που έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας (100V, 50W). Εφαρμόζουμε νέο μαγνητικό πεδίο έντασης $B_1 = 10\sqrt{2}\text{T}$, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Αμέσως μετά περιστρέφουμε το πλαίσιο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω .

4.3. Θεωρώντας αμελητέα την αντίσταση των αγωγών σύνδεσης του λαμπτήρα στο πλαίσιο, να προσδιορίσετε την γωνιακή ταχύτητα ω , ώστε ο λαμπτήρας να λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες 9

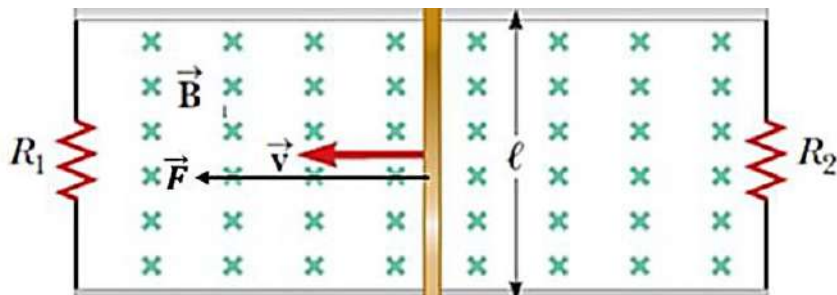
Απ: 1) 10^{-2}s , 2) $5 \cdot 10^{-3}\text{N}$, 3) 1400rad/s

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 6

ΘΕΜΑ 4

Μια αγώγιμη ράβδος μήκους $\ell = 40\text{cm}$ μπορεί να ολισθαίνει ελεύθερα σε δύο παράλληλες αγώγιμες ράβδους. Οι παράλληλες ράβδοι και η ράβδος μήκους ℓ έχουν αμελητέα αντίσταση. Δύο αντιστάτες με αντίσταση $R_1 = 2\Omega$ και $R_2 = 4\Omega$ συνδέονται στα άκρα των παράλληλων ράβδων όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σύστημα βρίσκεται στο εσωτερικό ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $B = 2,5\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές κατευθύνεται κάθετα προς τη σελίδα. Μία οριζόντια εξωτερική δύναμη F ασκείται κάθετα στην ράβδο και στο μαγνητικό πεδίο προς τα αριστερά με αποτέλεσμα η ράβδος να κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 8\frac{\text{m}}{\text{s}}$.



Να απαντήσετε στα επόμενα ερωτήματα, τα οποία αναφέρονται στο χρονικό διάστημα της κίνησης της ράβδου με σταθερή ταχύτητα πριν φτάσει στην αντίσταση R_1 .

4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.

Μονάδες 6

4.2. Να βρείτε την ενέργεια που καταναλώνει καθεμιά από τις αντιστάσεις R_1 και R_2 όταν η ράβδος μετατοπιστεί κατά $d = 2\text{m}$.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την εξωτερική δύναμη F που δέχεται η ράβδος.

Μονάδες 6

4.4. Ποιο ποσοστό του προσφερόμενου ρυθμού ενέργειας από την δύναμη F στην ράβδο, καταναλώνεται στον αντιστάτη R_2 ;

Μονάδες 7

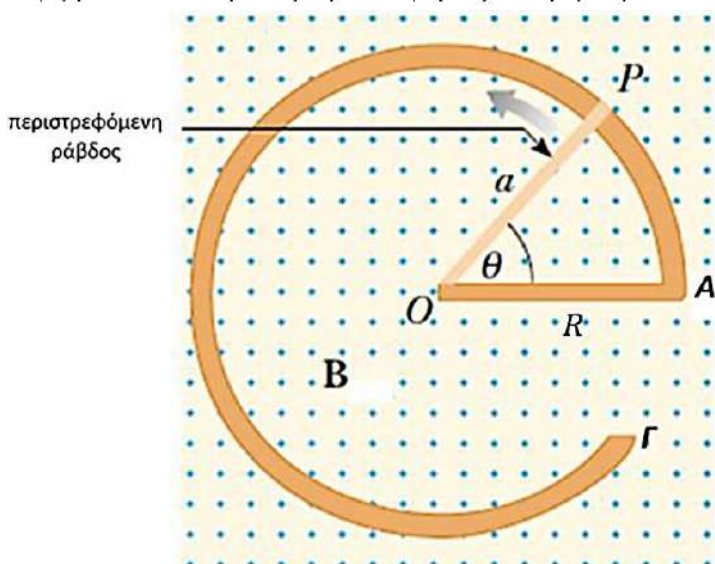
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 7

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 4A, 2A, 2) 8J, 4J, 3) 6N, 4) 100/3%

Το παρακάτω σχήμα δείχνει έναν ακίνητο αγωγό του οποίου το σχήμα είναι παρόμοιο με το αγγλικό γράμμα e. Η ακτίνα του κυκλικού τμήματος με κέντρο το O είναι $R = 50\text{ cm}$. Τοποθετείται σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,5\text{ T}$ κάθετο στο επίπεδο του αγωγού και με κατεύθυνση προς τον αναγνώστη. Μια ευθύγραμμη αγωγμή ράβδος, μήκους $a = 0,5\text{ m}$ μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το άκρο της O . Την χρονική στιγμή $t = 0$ το άκρο P της ράβδου βρίσκεται στο σημείο A και η ράβδος κινείται αριστερόστροφα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Σε όλη την διάρκεια της κίνησης η ράβδος είναι σε επαφή με τον ακίνητο αγωγό. Το μήκος του μη κυρτού τόξου AF είναι $s_{AF} = 2,8\text{m}$.



4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του άκρου P και την επαγωγική τάση στα άκρα της ράβδου OP.

Μονάδες 6

4.2. Εάν όλο το αγώγιμο υλικό (ράβδος και ακίνητος αγωγός) έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 5 \frac{\Omega}{m}$ ποιο είναι το επαγωγικό ρεύμα στον βρόχο POAP τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,25 \text{ s}$;

Μονάδες 6

4.3. Να απεικονίσετε γραφικά την επίκεντρη γωνία που διαγράφει η ράβδος OP ως συνάρτηση του χρόνου μέχρι το άκρο P να φτάσει στο σημείο Γ.

Μονάδες 6

4.4. Να εκφράσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον βρόχο POAP ως συνάρτηση του χρόνου μέχρι το άκρο P να φτάσει στο σημείο Γ και να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή του.

Μονάδες 7

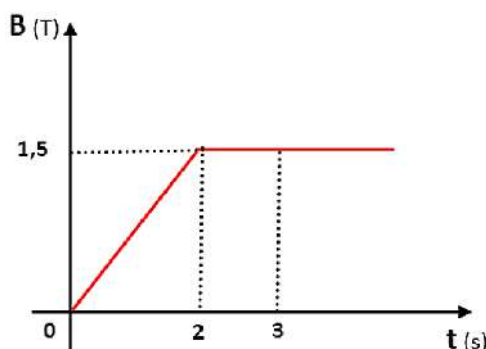
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 8

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 1m/s, 0,125V, 2) 0,02A, 4) $I=0,025/(t+1)$ (S.I.) $0 \leq t \leq 2,8\text{s}$, 1/152A

Κλειστός κυκλικός αγωγός αποτελείται από $N = 500$ σπείρες κάθε μία εκ των οποίων έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 0,2 \Omega$ και εμβαδό $A = 40 \text{ cm}^2$. Το πλαίσιο βρίσκεται με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές Ομογενούς Μαγνητικού Πεδίου (Ο.Μ.Π.), του οποίου η ένταση μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα:



4.1. Να κάνετε το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο με τον χρόνο για το χρονικό διάστημα από 0 s έως 3 s.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την ισχύ που αποδίδεται από το ηλεκτρικό ρεύμα τις χρονικές στιγμές $t_1 = 1,2 \text{ s}$ και $t_2 = 3 \text{ s}$ όπως και την συνολική θερμότητα που αποβάλλεται κατά το χρονικό διάστημα από 0 s έως 3 s.

Μονάδες 6

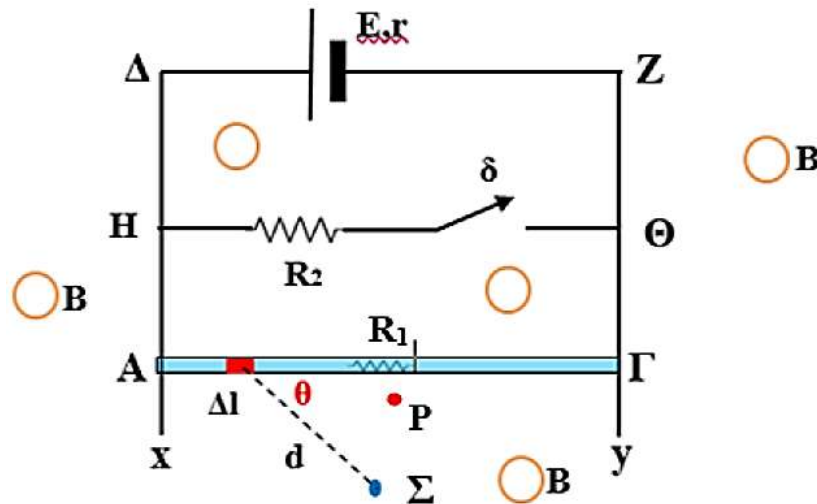
4.3. Μετά την χρονική στιγμή $t_2 = 3 \text{ s}$, το πλαίσιο αρχίζει να περιστρέφεται με γωνιακή συχνότητα $\omega = 100\sqrt{2} \text{ Hz}$. Κατά την περιστροφή αυτή, την θέτουμε ως $t' = 0$ μια κατάλληλη χρονική στιγμή έτσι ώστε η αρχική φάση της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης να είναι μηδέν. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της τάσης στα ανοικτά άκρα του πλαισίου.

Μονάδες 6

4.4. Συνδέουμε στα ανοικτά άκρα του πλαισίου αντιστάτη με αντίσταση $R_2 = 50 \Omega$. Να βρείτε την ενεργό ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.

Απ: 2) 0,0225W, 0, 0,045J, 3) $u = 300\sqrt{2} \sin(100\sqrt{2} \cdot t)$ (S.I.), 4) 2A

Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο με τον αγωγό ΑΓ, μάζας m , να μπορεί να κινηθεί κατακόρυφα, διατηρώντας τον οριζόντιο προσανατολισμό του και παραμένοντας σε επαφή με τους αγωγούς Δχ και Ζγ, που δεν παρουσιάζουν ωμικές αντιστάσεις.



Ο αγωγός ΑΓ έχει μήκος $L = 2\text{m}$ και αντίσταση $R_1 = 20\Omega$, ίση με αυτήν του αντιστάτη στον κλάδο ΗΘ ($R_2 = 20\Omega$). Για την πηγή που τροφοδοτεί το κύκλωμα, είναι $\mathcal{E} = 44\text{V}$ και $r = 2\Omega$. Το κύκλωμα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 1\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο κατακόρυφο επίπεδο του κυκλώματος. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοικτός.

4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα του αγωγού ΑΓ και την φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου Β, ώστε ο αγωγός να αιωρείται ακίνητος.

Μονάδες 7

Κλείνουμε τον διακόπτη δ.

4.2. Θα κινηθεί ο αγωγός; Αν ναι, σε ποια κατεύθυνση θα κινηθεί;

Μονάδες 6

Ένα σημείο Σ απέχει απόσταση $d = 5\text{cm}$ από ένα στοιχειώδες τμήμα του αγωγού ΑΓ μήκους $\Delta l = 1\text{mm}$. Η γωνία θ μεταξύ των Δl και d δίνεται $\theta = 30^\circ$:

4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το τμήμα Δl στο σημείο Σ, όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός.

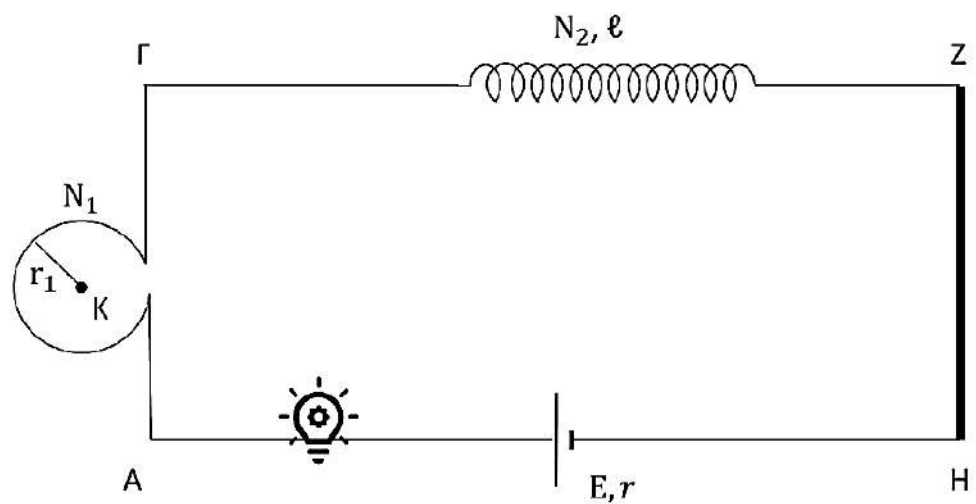
Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Ρ το οποίο απέχει από τον αγωγό ΑΓ απόσταση $x = 0,02\text{mm}$ όπως φαίνεται στο σχήμα, αν θεωρήσουμε ότι ο αγωγός ΑΓ έχει πολύ μεγάλο μήκος σε σχέση με την απόσταση x .

Μονάδες 5

Απ: 1) $0,4\text{kg}$, 2) προς τα κάτω, 3) $4 \cdot 10^{-8}\text{T}$, 4) $1,02\text{T}$

Στο κύκλωμα του σχήματος ο λαμπτήρας έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας «20W, 10V», ο κυκλικός αγωγός έχει $N_1 = 10$ σπείρες, ακτίνα $r_1 = 10\text{cm}$ και αντίσταση $R_1 = 2\Omega$, το σωληνοειδές έχει $N_2 = 1000$ σπείρες,



με ακτίνα σπειρών $r_2 = 1\text{cm}$, μήκος $\ell = 20\text{cm}$ και αντίσταση $R_2 = 5\Omega$, ο ευθύγραμμος αγωγός ΖΗ έχει αντίσταση $R_3 = 2\Omega$ και η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ $E = 30\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση r . Η αντίσταση των υπόλοιπων καλωδίων είναι αμελητέα. Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα έχει σταθερή ένταση και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά. Να υπολογίσετε:

4.1. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, την αντίσταση του λαμπτήρα και την εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του κυκλικού αγωγού στο κέντρο του Κ, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του σωληνοειδούς στο κέντρο του και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού σε σημείο που απέχει από το μέσο του Μ απόσταση $r_3 = 1\text{cm}$. Να θεωρήσετε ότι το μήκος του ευθύγραμμου αγωγού είναι πολύ μεγαλύτερο από r_3 και ότι κάθε ένα από τα πεδία των αγωγών δεν επηρεάζεται από τα υπόλοιπα.

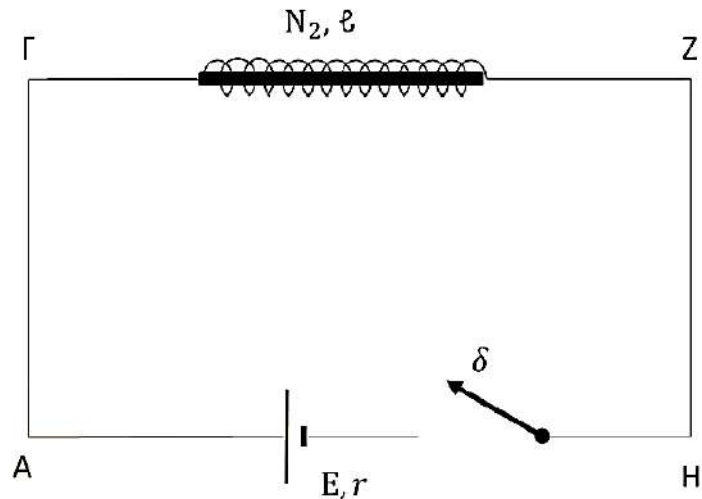
Μονάδες 6

4.3. Το συντελεστή αυτεπαγωγής του σωληνοειδούς και την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο μαγνητικό του πεδίο. Δίνεται ότι $\pi^2 = 10$.

Μονάδες 6

Δημιουργούμε ένα άλλο κύκλωμα που αποτελείται από την ηλεκτρική πηγή E, r και το σωληνοειδές στο εσωτερικό του οποίου έχουμε βάλει πυρήνα μαλακού σιδήρου με μαγνητική διαπερατότητα $\mu = 1000$. Μεταξύ τους έχουμε παρεμβάλλει ένα ανοικτό διακόπτη δ . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη δ .

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα όταν σταθεροποιηθεί η τιμή του και το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα τη χρονική στιγμή που η ένταση του ρεύματος έχει τιμή $i = 2A$.



Μονάδες 7

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται.

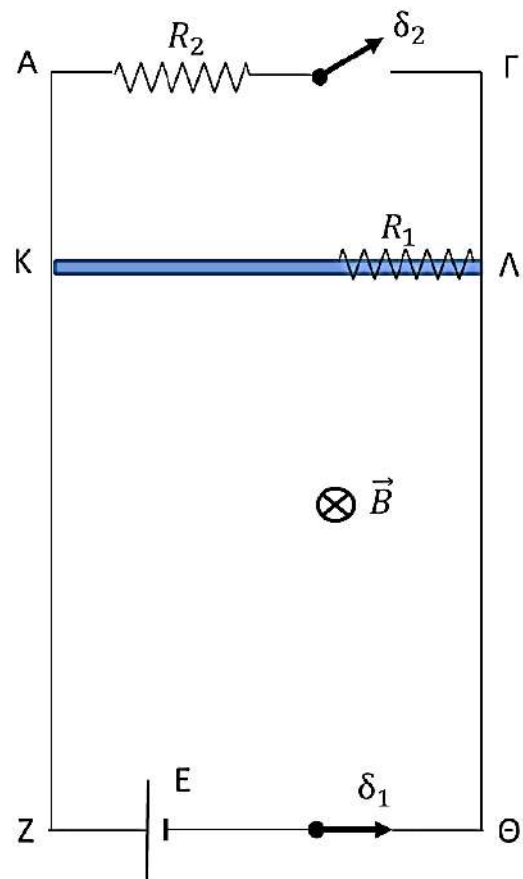
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 11

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 2A, 1Ω, 2) $4\pi \cdot 10^{-5} T$, $4 \cdot 10^{-3} T$, $4\pi \cdot 10^{-5} T$,
3) $2 \cdot 10^{-3} H$, $4 \cdot 10^{-3} J$, 4) 5A, 9A/s

Οι αγωγοί AZ και ΓΘ της διάταξης του διπλανού σχήματος είναι κατακόρυφοι, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν απόσταση $\ell = 0,5m$. Μεταξύ των A και Γ συνδέεται ωμική αντίσταση $R_2 = 1,5\Omega$ και διακόπτης δ_2 . Μεταξύ των Z και Θ συνδέεται ιδανική ηλεκτρική πηγή ($E, r = 0$) και διακόπτης δ_1 . Ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος, έχει μήκος ℓ , μάζα $m = 0,1Kg$, ωμική αντίσταση $R_1 = 0,5\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς AZ και ΓΘ παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Όλη η διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ που έχει μέτρο $B = 2T$. Όταν ο διακόπτης δ_2 είναι ανοικτός και ο διακόπτης δ_1 κλειστός, ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη δ_1 , κλείνουμε το διακόπτη δ_2 και εκτοξεύουμε τον αγωγό ΚΛ κατακόρυφα προς τα κάτω με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 4 \frac{m}{s}$. Ο αγωγός ΚΛ παραμένει συνεχώς σε επαφή με τους AZ και ΓΘ και τη χρονική στιγμή t_1 αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{v}_{op}$. Με την ταχύτητα αυτή κινείται για χρονικό διάστημα $\Delta t = 2s$, οπότε φτάνει στο ΖΘ. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$.



4.1. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.2. Να προσδιορίσετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός ΚΛ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 και να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας που αποκτά.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της ορμής του αγωγού ΚΛ και την τάση στα άκρα του τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ταχύτητά του έχει μέτρο $v = 3 \frac{m}{s}$.

Μονάδες 6

4.4. Για το χρονικό διάστημα $\Delta t = 2s$ που ο αγωγός κινείται με την οριακή ταχύτητα που απέκτησε να υπολογίσετε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που διαπερνά το πλαίσιο ΚΛΓΑΚ, το ηλεκτρικό φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα και τη θερμότητα που εκλύθηκε στις ωμικές αντιστάσεις του κυκλώματος.

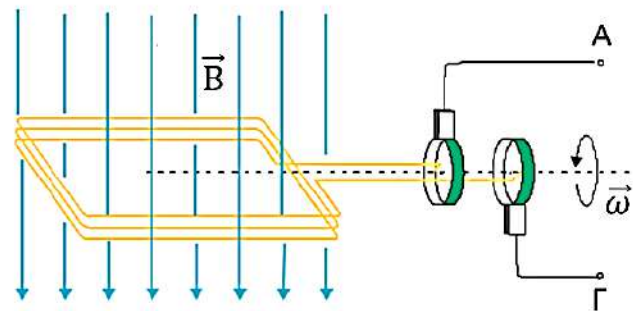
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 12

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 0,5V, 2) 2m/s, 3) $-0,5kg \cdot m/s^2$, 4) 4Wb, 2C, 4J

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η αρχή παραγωγής εναλλασσόμενης τάσης. Το συρμάτινο πλαίσιο έχει $N = 1000$ σπείρες, αντίσταση $R_1 = 10\Omega$ και περιστρέφεται με συχνότητα $f = 50Hz$ με τον άξονά του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς



μαγνητικού πεδίου $B = 2,2 \cdot 10^{-3}T$. Κάθε σπείρα έχει εμβαδόν $A = \frac{\sqrt{2}}{\pi} m^2$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το πλαίσιο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Στους ακροδέκτες Α και Γ εμφανίζεται εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V \cdot \eta \mu(\omega t)$ με την οποία τροφοδοτούμε αντιστάτη $R_2 = 100\Omega$.

4.1. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διαπερνά κάθε σπείρα του πλαισίου σε κάθε μια από τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{1}{300}s$, $t_2 = \frac{1}{200}s$ και $t_3 = \frac{2}{300}s$. Δίνεται ότι: $2,2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} = 1$

Μονάδες 6

4.2. Να γράψετε την εξίσωση της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης και την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα συναρτήσει του χρόνου.

Μονάδες 6

4.3. Να γράψετε την εξίσωση της στιγμιαίας ηλεκτρικής ισχύος στο κύκλωμα και να υπολογίσετε την τιμή της τις χρονικές στιγμές t_1 , t_2 και t_3 . Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ, $\bar{P}$, που καταναλώνεται στο κύκλωμα και το ποσό θερμότητας που εκλύεται στην αντίσταση R_2 σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2min$.

4.4. Ένα πανομοιότυπο πλαίσιο στρέφεται με τον ίδιο τρόπο αλλά με συχνότητα $f' = 44 \text{ Hz}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$ και οι ακροδέκτες του είναι συνδεδεμένοι με τον αντιστάτη R_2 . Διαπιστώνουμε ότι η μέση ισχύς, $\bar{P}'$, που καταναλώνεται στο κύκλωμα είναι ίση με την $\bar{P}$. Να υπολογίσετε το μέτρο B' της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 5

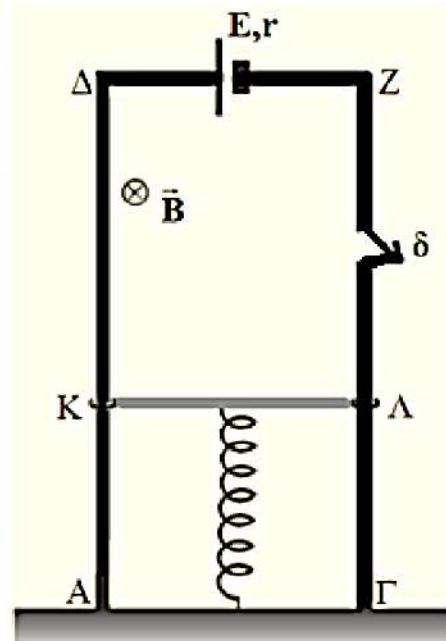
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 13

ΘΕΜΑ 4

Απ: 2) $u = 220\sqrt{2} \text{ ημ}(100\pi t) \text{ (S.I.)}$, $i = 2\sqrt{2} \text{ ημ}(100\pi t) \text{ (S.I.)}$,
3) $P = 880 \text{ ημ}^2(100\pi t) \text{ (S.I.)}$, 440 W , 48.000 J , 4) $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

Η ομογενής ράβδος ΚΛ έχει μάζα m , μήκος $L = 0,5 \text{ m}$ και ωμική αντίσταση $R = 4 \Omega$. Η ράβδος ΚΛ είναι δυνατόν να κινείται χωρίς τριβές σε επαφή με τους λείους κατακόρυφους αγωγούς ΑΔ και ΓΖ παραμένοντας συνεχώς κάθετη σε αυτούς. Οι αγωγοί ΑΔ και ΓΖ δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση ενώ τα κάτω άκρα τους Α και Γ είναι στερεωμένα, μέσω μονωτικών επαφών στο έδαφος. Τα άκρα Δ και Ζ συνδέονται με ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ $E = 10 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1 \Omega$. Στο χώρο του συστήματος υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2 \text{ T}$, με οριζόντιες δυναμικές γραμμές και φορά όπως στο σχήμα. Η ράβδος ΚΛ είναι προσδεμένη στο μέσο της σε ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$ με το κάτω άκρο του ελατηρίου να είναι μονωμένο και στερεωμένο ακλόνητα στο έδαφος. Η ράβδος ΚΛ ισορροπεί ακίνητη στη θέση αυτή που φαίνεται στο σχήμα με το ελατήριο να είναι συμπιεσμένο κατά $\Delta l = 8 \text{ cm}$ από το φυσικό του μήκος, ενώ ο διακόπτης δ είναι κλειστός.



4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα m της ράβδου ΚΛ.

Μονάδες 8

4.2. Κάποια χρονική στιγμή που τη θεωρούμε $t = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη δ, οπότε η ράβδος ΚΛ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε την απόσταση που θα διανύσει η ράβδος ΚΛ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = \frac{\pi}{10} \text{ s}$ από το άνοιγμα του διακόπτη δ.

Μονάδες 8

4.3. Να γράψετε τη σχέση της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου ΚΛ σε συνάρτηση με το χρόνο.

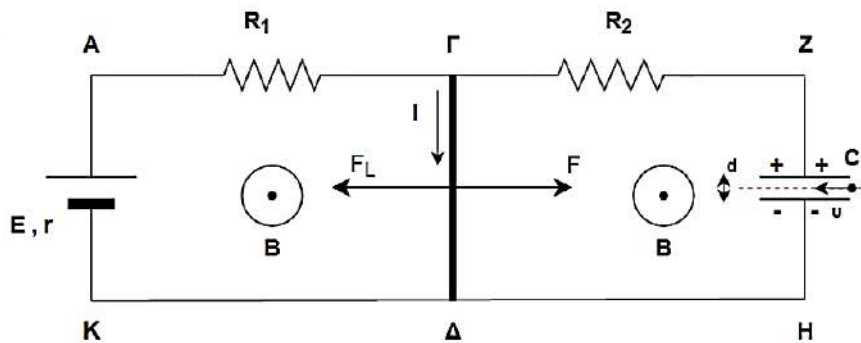
Μονάδες 9

Να θεωρήσετε ως θετική φορά της ταλάντωσης της ράβδου ΚΛ, τη φορά προς τα πάνω.

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Απ: 1) 1 kg , 2) $0,4 \text{ m}$, 3) $\mathcal{E}_{\text{επ}} = 0,2 \sin(10t + \pi/2) \text{ (S.I.)}$

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί AZ και KH απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{ m}$. Το τμήμα AG έχει αντίσταση $R_1 = 32\ \Omega$ και το τμήμα GZ έχει αντίσταση R_2 . Τα άκρα A και K συνδέονται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και εσωτερικής αντίστασης $r = 3\ \Omega$ ενώ τα άκρα Z και H συνδέονται με πυκνωτή χωρητικότητας $C = 2\ \mu\text{F}$. Ένας άλλος αγωγός $\Gamma\Delta$, με μήκος $L = 1\text{ m}$ έχει αντίσταση $R_{\Gamma\Delta} = 80\ \Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, μένοντας κάθετος και σε επαφή στα σημεία Γ και Δ με τους οριζόντιους αγωγούς AZ και KH . Ο αγωγός $\Gamma\Delta$ ισορροπεί καθώς ασκούμε στο μέσο του αγωγού σταθερή δύναμη μέτρου F η οποία είναι κάθετη στον αγωγό και η διεύθυνσή της ανήκει στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί AZ και KH . Αυτό συμβαίνει αφού έχει σταθεροποιηθεί η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα μετά από αρκετό χρόνο. Το ηλεκτρικό φορτίο που έχει αποθηκευτεί τότε στον πυκνωτή είναι $Q = 160\ \mu\text{C}$. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Το μέτρο της έντασης είναι $B = 0,5\text{ T}$.



4.1. Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στα άκρα του αγωγού $\Gamma\Delta$.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη E της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.3. Να βρεθεί η φορά των δυναμικών γραμμών του ομογενούς μαγνητικού πεδίου και το μέτρο της εξωτερικής δύναμης F για να διατηρείται ακίνητη η ράβδος.

Μονάδες 7

Στη συνέχεια ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε θέση όπου συνυπάρχουν το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή και το ομογενές μαγνητικό πεδίο όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Η ταχύτητά του $\vec{v}$ είναι οριζόντια και κάθετη στις δυναμικές γραμμές και των δύο πεδίων. Το μέτρο της ταχύτητας είναι: $v = 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

4.4. Ποιο πρέπει να είναι το είδος του ηλεκτρικού φορτίου του σωματιδίου που εισέρχεται στην περιοχή των δύο μεταλλικών πλακών (πυκνωτής) έτσι ώστε να διέρχεται ανεπηρέαστα από αυτό; Να υπολογίσετε τότε την κατακόρυφη απόσταση d μεταξύ των μεταλλικών πλακών του πυκνωτή για να συμβαίνει αυτό.

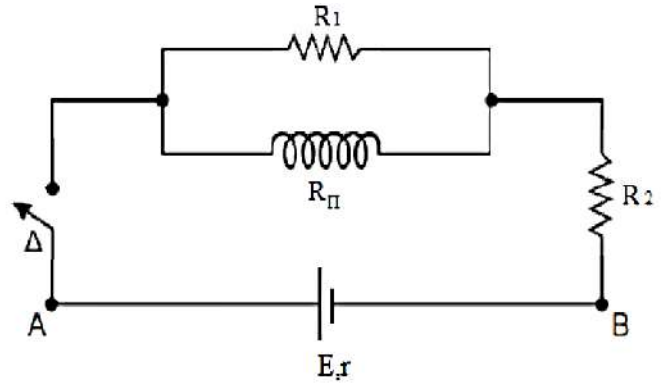
Απ: 1) 0, 2) 115V, 3) 0,5N, 4) 1,6cm

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 15

ΘΕΜΑ 4

Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από μια πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 120 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 5 \Omega$, δύο αντιστάτες με ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 60 \Omega$ και $R_2 = 10 \Omega$, πηνίο με ωμική αντίσταση $R_{\Pi} = 20 \Omega$, αριθμό σπειρών $N = 1000$, μήκος $l = 1 \text{ m}$, διάμετρο της κάθε σπείρας $\delta = 2 \text{ cm}$ και ένα διακόπτη Δ .



4.1. Να υπολογίσετε το συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου.

Μονάδες 5

Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη Δ . Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποκαθίστανται οι τελικές τιμές των ρευμάτων στο κύκλωμα.

4.2. Να υπολογίσετε την τελική τιμή του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου.

Μονάδες 9

Κάποια στιγμή ανοίγουμε το διακόπτη Δ . Να υπολογίσετε:

4.3. το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος τη στιγμή κατά την οποία η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται από αυτεπαγωγή στο κύκλωμα είναι $E_{\text{αυτ}} = 10 \text{ V}$.

Μονάδες 5

4.4. την θερμότητα που θα παραχθεί συνολικά από την αντίσταση R_1 και το πηνίο από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη Δ μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο.

Μονάδες 6

Δίνονται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$. Να θεωρήσετε ότι $\pi^2 = 10$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 16

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) $4 \cdot 10^{-4} \text{ H}$, 2) 4 A , $12\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$, 3) $-25 \cdot 10^3 \text{ A/s}$, 4) $18 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

Στο εργαστήριο φυσικής πραγματοποιείται η ακόλουθη πειραματική διαδικασία:

Ένα συρμάτινο τετράγωνο πλαίσιο που το μήκος της πλευράς του είναι $a = 10 \text{ cm}$ έχει συνολική αντίσταση $R = 20 \Omega$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το πλαίσιο τοποθετείται σε χώρο ομογενούς αλλά χρονικά μεταβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου, με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές. Αν ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου B είναι: $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 200 \cdot t \text{ (S.I.)}$ και το βάρος του πλαισίου αμελητέο,

4.1. να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή $E_{\text{επ}}$ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σε σχέση με το χρόνο t

Μονάδες 5

4.2. να υπολογίσετε την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t = 10 \text{ s}$.

4.3. να κάνετε την γραφική παράσταση της τιμής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο σε σχέση με τον χρόνο από τη στιγμή $t_0 = 0s$ έως την χρονική στιγμή $t = 10s$ (Μονάδες 3) και να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που θα περάσει από μια διατομή του αγωγού στο παραπάνω χρονικό διάστημα (Μονάδες 4).

Μονάδες 7

4.4. να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ενεργούν στο πλαίσιο κατά την εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας. Ποια είναι τότε η κινητική κατάσταση του πλαισίου;

Μονάδες 8

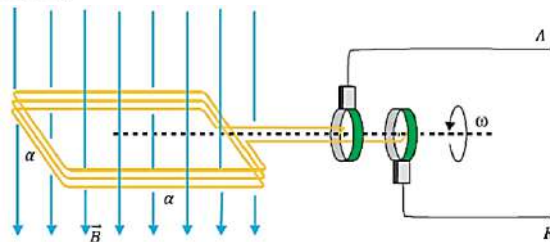
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 5
ΗΜ. ΕΠΑΓΩΓΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 17

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) $\mathcal{E}_{\text{επ}} = 2 \cdot t$, 2) 1A, 3) 5C

Ο περιστρεφόμενος βρόχος σε μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ένα τετράγωνο πλαίσιο με πλευρά $\alpha = 10\text{cm}$, το οποίο αποτελείται από $N = 3$ σπείρες. Περιστρέφεται με συχνότητα $f = \frac{200}{\pi} \text{ Hz}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,8 \text{ T}$, γύρω από άξονα που είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και βρίσκεται στο επίπεδό του. Την χρονική στιγμή $t = 0$ το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στην ένταση του μαγνητικού πεδίου.



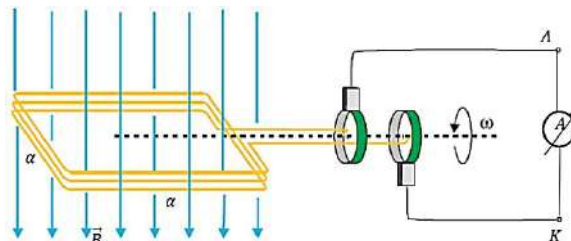
4.1. Να υπολογίσετε την μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου, ως συνάρτηση του χρόνου.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της εναλλασσόμενης τάσης που εμφανίζεται στα άκρα K και Λ του παραπάνω σχήματος.

Μονάδες 6

4.3. Στα άκρα K και Λ συνδέεται αμπερόμετρο με αντίσταση $R = 0,4\Omega$. Το πλαίσιο και οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση.



Να βρεθεί η ένδειξη του αμπερομέτρου και να σχεδιαστεί η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο ως συνάρτηση του χρόνου για χρονικό διάστημα μίας περιόδου.

Μονάδες 6

4.4. Να βρεθεί το ποσοστό μεταβολής της ισχύος που καταναλώνει το αμπερόμετρο, αν το πλαίσιο περιστραφεί με συχνότητα $f' = \frac{300}{\pi} \text{ Hz}$.

Απ: 1) $\Phi_B = 2,4 \cdot 10^{-2} 0,2 \sin(400t) \text{ (S.I.)}$, 2) $4,8\sqrt{2} \text{ V}$,
3) $12\sqrt{2} \text{ A}$, 4) 125%

Τράπεζα Θεμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 1

ΘΕΜΑ 2

2.2. Ένα μέλαν σώμα που έχει απόλυτη θερμοκρασία $T_1 = 1450\text{K}$ εκπέμπει το μέγιστο της ακτινοβολίας του στην περιοχή του υπέρυθρου Η/Μ φάσματος, σε μήκος κύματος «αιχμής» $\lambda_{1\max} = 2000\text{nm}$. Ένας τρόπος υπολογισμού της επιφανειακής θερμοκρασίας του Ηλίου είναι να θεωρηθεί ως μέλαν σώμα. Ο Ήλιος εκπέμπει το μέγιστο της ακτινοβολίας του στο ορατό φάσμα, σε μήκος κύματος $\lambda_{2\max} = 500\text{nm}$. Αυτό το μήκος κύματος αντιστοιχεί στο μέγιστο της ευαισθησίας του ανθρώπινου ματιού (κυανοπράσινο φως)! Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα η απόλυτη θερμοκρασία της επιφάνειας του Ηλίου είναι

(α) 2900K , (β) 5800K , (γ) 11600K

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

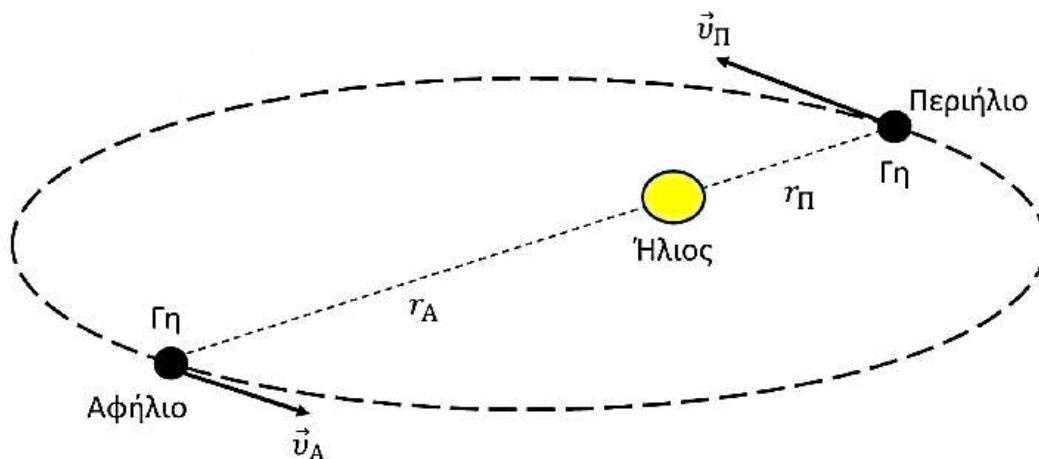
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 2

ΘΕΜΑ 2

2.2. Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτική τροχιά. Θεωρούμε ότι η μόνη δύναμη που δέχεται είναι η βαρυτική έλξη $\vec{F}_g$ από τον Ήλιο. Το σημείο της ελλειπτικής τροχιάς της Γης που βρίσκεται στη μικρότερη απόσταση, r_{Π} , από τον Ήλιο ονομάζεται περιήλιο, ενώ το σημείο που βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση, r_A , ονομάζεται αφήλιο.

Η σχέση που συνδέει τις δύο αποστάσεις είναι: $r_{\Pi} = \frac{9}{10}r_A$.



Η σχέση που συνδέει το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας της Γης στο περιήλιο, ω_{Π} , με το μέτρο της στο αφήλιο, ω_A , είναι:

(α) $\omega_{\Pi} = \omega_A$ (β) $\omega_{\Pi} = \frac{100}{81}\omega_A$ (γ) $\omega_{\Pi} = \frac{81}{100}\omega_A$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Επιμέλεια θεμάτων: Θανόπουλος Γιώργος

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στη φερώνυμη σκέδαση, κατά την πρόπτωση ακτίνων X πάνω σε μια υλική επιφάνεια, η έκφραση του μήκους κύματος Compton λ_c είναι $\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$, όπου h η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός.

Μία δέσμη φωτονίων ακτίνων X ενέργειας E , σκεδάζεται από ηλεκτρόνια ενός στόχου άνθρακα. Η σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων, που ανιχνεύεται στις 90° σε σχέση με την αρχική κατεύθυνση της δέσμης, έχει φωτόνια με ενέργεια E' , που είναι ίση με το 90% της ενέργειας των φωτονίων της αρχικής δέσμης.

Αν το αρχικό μήκος κύματος της δέσμης είναι λ , τότε η σχέση του με το μήκος κύματος Compton είναι:

(α) $\lambda = 9 \cdot \lambda_c$, (β) $\lambda = 0,9 \cdot \lambda_c$, (γ) $\lambda = \frac{10}{9} \cdot \lambda_c$.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στο διπλανό σχήμα, απεικονίζονται σε κοινό διάγραμμα, οι γραφικές παραστάσεις μέγιστης κινητικής ενέργειας εξερχόμενων ηλεκτρονίων, σε συνάρτηση με τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, για δύο διαφορετικά πειράματα φωτοηλεκτρικού φαινομένου που πραγματοποιήθηκαν με δύο λυχνίες οι οποίες έχουν διαφορετικό μέταλλο καθόδου. Πειραματικά προσδιορίσαμε ότι για τις συχνότητες κατωφλίου των δύο λυχνιών ισχύει η

σχέση $f_{0,2} = 1,5 \cdot f_{0,1}$. Για μια συχνότητα f_1 μεγαλύτερη και από τις δύο συχνότητες κατωφλίου, ίδια και στα δύο πειράματα, οι μέγιστες κινητικές ενέργειες ηλεκτρονίων είναι K_1^{max}, K_2^{max} αντίστοιχα.

Αν δίνεται ότι $f_1 = 4 \cdot f_{0,1}$, τότε ισχύει:

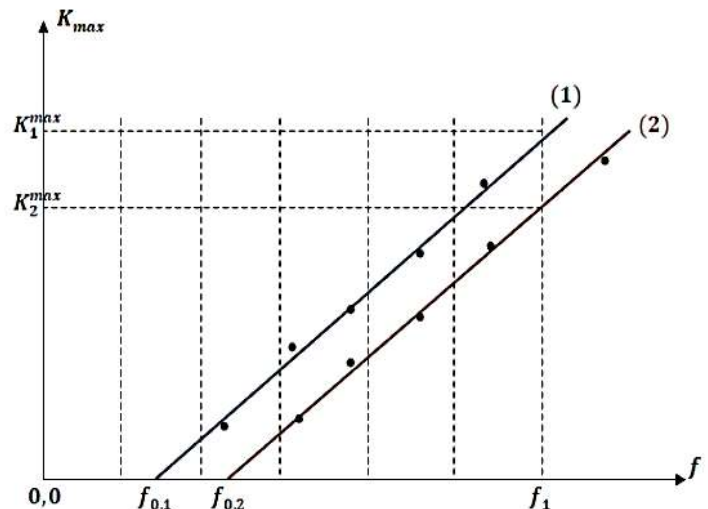
(α) $\frac{K_1^{max}}{K_2^{max}} = 1,2$, (β) $\frac{K_1^{max}}{K_2^{max}} = 4$, (γ) $\frac{K_1^{max}}{K_2^{max}} = 1,5$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9



ΘΕΜΑ 2

2.1. Όταν φωτεινή ακτινοβολία προσπίπτει σε μεταλλική επιφάνεια, εκπέμπονται από αυτή φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια K . Εάν η ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας που προσπίπτει στην ίδια μεταλλική επιφάνεια αυξηθεί κατά 25%, τότε η κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται από αυτή αυξάνεται κατά 50%. Το έργο εξαγωγής φ , του μετάλλου αυτού είναι:

(α) $\varphi = K$, (β) $\varphi = 2K$, (γ) $\varphi = K/2$

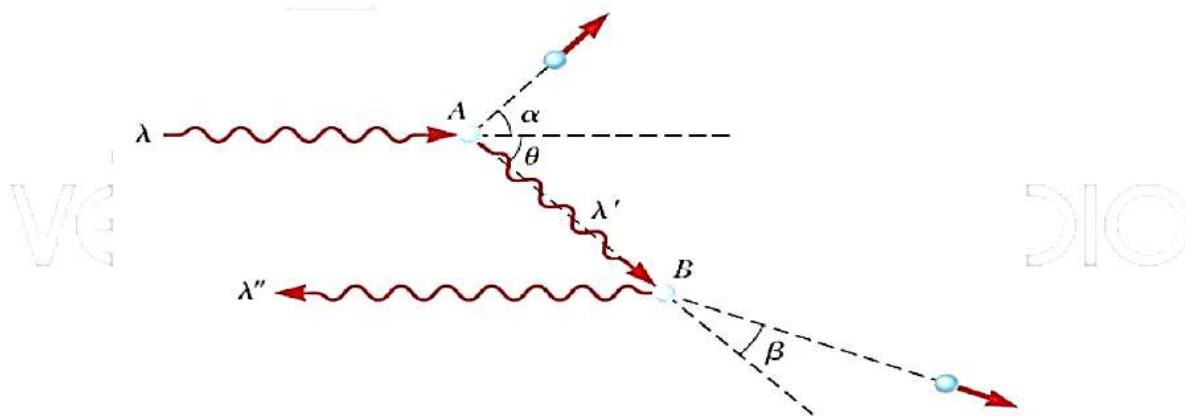
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2 Ένα φωτόνιο με μήκος κύματος λ σκεδάζεται από ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο σημείο A, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Από αυτή την σκέδαση παράγεται ένα δεύτερο φωτόνιο με μήκος κύματος λ' . Στην συνέχεια το φωτόνιο αυτό σκεδάζεται από ένα άλλο ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο B και παράγεται ένα τρίτο φωτόνιο με μήκος κύματος λ'' , το οποίο κινείται σε ακριβώς αντίθετη κατεύθυνση από το αρχικό φωτόνιο. Αν δίνονται η σταθερά του Planck h , η μάζα του ηλεκτρονίου m και η ταχύτητα το φωτός στο κενό c , τότε η διαφορά $\Delta\lambda = \lambda'' - \lambda$ είναι



(α) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc}$ (β) $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}$ (γ) $\Delta\lambda = 0$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
 ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 7

ΘΕΜΑ 2

2.2. Για τα όντα που ζουν στη Γη, θα μπορούσαμε να πούμε, ότι βλέπουν στην περιοχή μηκών κύματος του φωτός, η οποία σε γενικές γραμμές εκτείνεται από μήκος κύματος 400 nm (ιώδες), μέχρι μήκος κύματος 700 nm (ερυθρό), την περιοχή του “ορατού φωτός” για τους ανθρώπους. Σύμφωνα με τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών του Δαρβίνου, στην περιοχή αυτή που προσαρμόστηκαν τα γήινα όντα, πρέπει να υπάρχει το “περισσότερο φως”. Πράγματι, η μέγιστη ένταση φωτός υπάρχει σε αυτή την περιοχή και είναι σε μήκος κύματος περίπου $\lambda_{max}^{Γης} = 500 \text{ nm}$. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του Ήλιου είναι $T_H = 5800 \text{ K}$. Σε ένα υποθετικό πλανήτη, άλλου ηλιακού συστήματος, υπάρχουν όντα και βλέπουν φως σε άλλη περιοχή μηκών κύματος, με την μέγιστη ένταση φωτός να αντιστοιχεί σε μήκος κύματος $\lambda_{max}^{Πλανήτης} = 290 \text{ nm}$. Να υποθέσετε ότι για τη θερμική ακτινοβολία ενός άστρου, μπορείτε να εφαρμόσετε το νόμο μετατόπισης του Wien για το μέλαν σώμα. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του ήλιου, στο ηλιακό σύστημα του υποθετικού αυτού πλανήτη είναι:

$$(\alpha) T_H' = 2900 \text{ K} \quad , \quad (\beta) T_H' = 58000 \text{ K} \quad , \quad (\gamma) T_H' = 10000 \text{ K}$$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
 ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 9

ΘΕΜΑ 2

2.2. Ακτίνες X με μήκος κύματος $\lambda = 0,140 \text{ nm}$ προσπίπτουν σε άνθρακα και σκεδάζονται. Για ποια γωνία φ ανιχνεύονται φωτόνια σε σχέση με την προσπίπτουσα δέσμη και έχουμε τη μέγιστη μετατόπιση μήκους κύματος Compton;

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

$$(\alpha) 0^\circ \quad , \quad (\beta) 90^\circ \quad , \quad (\gamma) 180^\circ$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

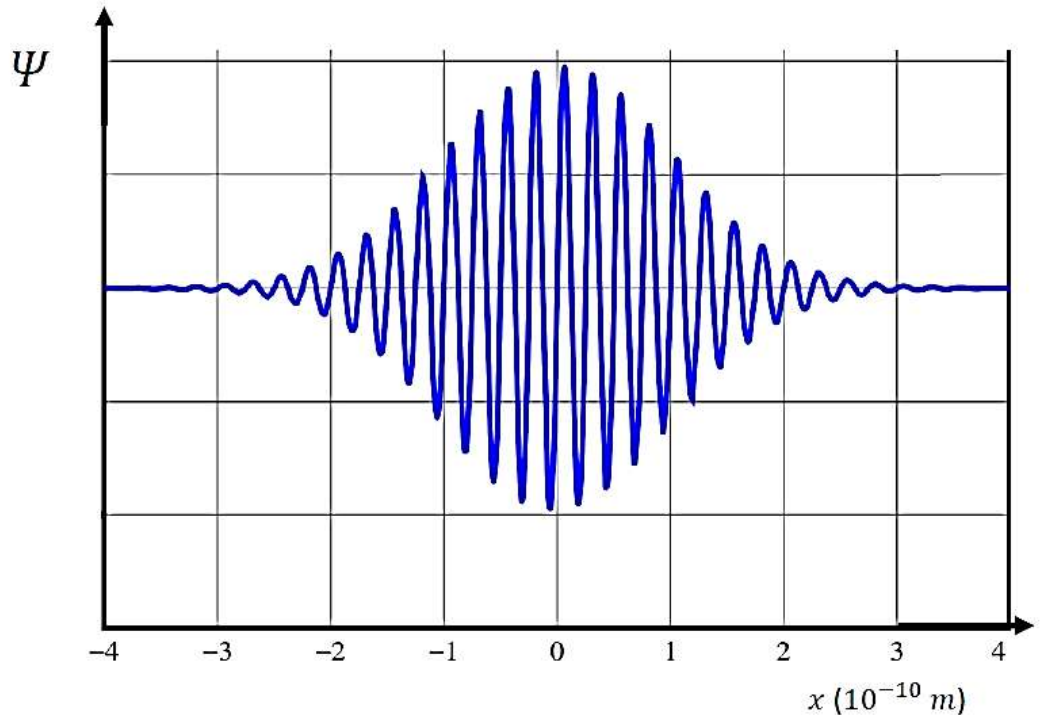
Μονάδες 8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 11

ΘΕΜΑ 2

2.1. Το διάγραμμα δείχνει τη γραφική παράσταση κυματοσυνάρτησης η οποία αντιστοιχεί σε υποατομικό σωματίδιο, σε συνάρτηση με τη θέση του. Η ελάχιστη αβεβαιότητα στην ορμή του σωματιδίου προσεγγίζεται καλύτερα από την τιμή



(α) $1,5 \times 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, (β) $7,0 \times 10^{-10} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, (γ) $1,0 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 12

ΘΕΜΑ 2

2.2. Όταν φωτεινή ακτινοβολία μήκους κύματος λ προσπίπτει σε μεταλλική επιφάνεια, εκπέμπονται από αυτή φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια K . Εάν στην ίδια μεταλλική επιφάνεια προσπίπτει φωτεινή ακτινοβολία με μήκος κύματος λ' , που είναι κατά 50% μεγαλύτερο του μήκους κύματος λ , τότε αυτή εκπέμπει φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια $K' = \frac{K}{2}$. Το έργο εξαγωγής του μετάλλου αυτού είναι ίσο με:

(α) $\phi = 2K$, (β) $\phi = \frac{7K}{4}$, (γ) $\phi = \frac{K}{2}$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

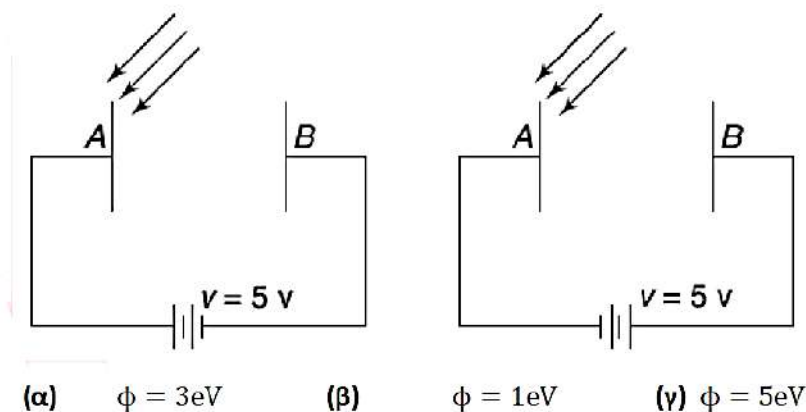
Μονάδες 9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 14

ΘΕΜΑ 2

2.1. Σε ένα πείραμα με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, μία μονοχρωματική ακτίνα φωτός προσπίπτει σε μία μεταλλική πλάκα Α όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Παρατηρήθηκε ότι όταν η τάση ήταν $V = 5V$, με την πολικότητα που φαίνεται στο σχήμα αριστερά, η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων που χτυπούσαν στην πλάκα Β ήταν $1eV$. Όταν αντιστράφηκε η πολικότητα της πηγής και διπλασιάστηκε η συχνότητα των φωτονίων που προσπίπτουν στην μεταλλική πλάκα Α, παρατηρήθηκε ότι η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που χτυπούσαν την πλάκα Β ήταν μεταξύ $5eV$ και $20eV$. Με βάση αυτά τα δεδομένα, το έργο εξαγωγής του μετάλλου στην πλάκα Α είναι:



2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

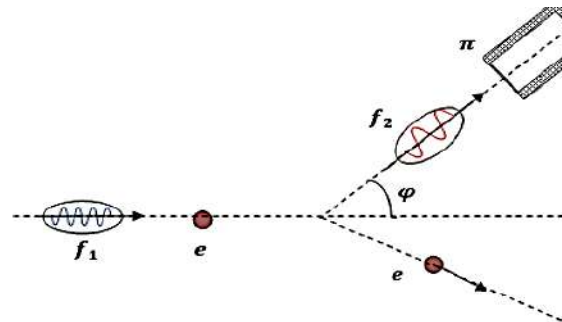
2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 15

ΘΕΜΑ 2

2.1. Μελετώντας την πρόσπτωση ακτίνων Χ, σε μια επιφάνεια, ο Compton περιέγραψε την σκέδαση των φωτονίων μήκους κύματος λ μέσω της σχέσης $(\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi))$, όπου h είναι η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός. Η ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$ έχει διαστάσεις μήκους κύματος και



ονομάζεται μήκος κύματος Compton των ηλεκτρονίων ($\lambda_c = \frac{h}{mc}$). Μια δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος ίσο με το μισό του μήκους κύματος Compton ($\lambda = \frac{\lambda_c}{2}$) σκεδάζεται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα. Αν ανιχνεύσαμε σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων με κατάλληλο “παράθυρο”, και γωνία σκέδασης $\phi = 60^\circ$, όπως στο σχήμα, το μήκος κύματος των σκεδαζόμενων φωτονίων σε σχέση με το αρχικό είναι:

- (α) αυξημένο κατά 100%,
- (β) μειωμένο κατά 100%,
- (γ) αυξημένο κατά 50%.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

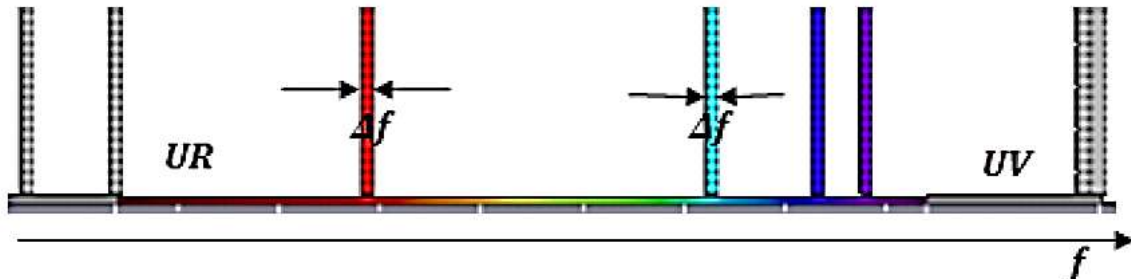
2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
 ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 16

ΘΕΜΑ 2

2.2. Ας υποθέσουμε ότι η διατύπωση της αρχής αβεβαιότητας χρόνου-ενέργειας, μπορεί να γραφεί με τη μορφή $\Delta E \cdot \Delta t \cong \frac{h}{2\pi}$, όπου h η σταθερά του Planck και Δt ο χρόνος εξέλιξης ενός κβαντικού φαινομένου. Αυτή η αρχή μπορεί να εξηγήσει γιατί στα γραμμικά φάσματα εκπομπής των χημικών στοιχείων, το φως που εκπέμπεται σε χαρακτηριστικά για το στοιχείο, μήκη κύματος, δεν είναι αυστηρά μονοχρωματικό.



Για παράδειγμα, στο γραμμικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου, που αποδίδεται με μια εικόνα προσομοίωσης στο πιο πάνω σχήμα, κάθε φασματική γραμμή έχει ένα εύρος συχνοτήτων Δf .

Αν υποθέσουμε ότι ο χρόνος παραμονής του ηλεκτρονίου, στη διεγερμένη κατάσταση, για τα άτομα του υδρογόνου είναι $\Delta t = \frac{4}{\pi} \cdot 10^{-8} \text{ s}$, τότε αυτό το εύρος είναι:

$$(\alpha) \Delta f = 0 \quad , \quad (\beta) \Delta f = 1,25 \cdot 10^7 \text{ Hz} \quad , \quad (\gamma) \Delta f = 8 \cdot 10^{-7} \text{ Hz}$$

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
 ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 18

ΘΕΜΑ 2

2.2. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται, ιδιαίτερα σε στρατιωτικές εφαρμογές, κάμερες υπερύθρων για τον εντοπισμό εχθρικών στρατευμάτων σε συνθήκες απόλυτου σκότους. Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπου είναι 37°C ενώ κυμαίνεται από 35°C έως 40°C . Αν θέλουμε να έχουμε τον βέλτιστο εντοπισμό ομάδας ανθρώπων που προσπαθεί να εισβάλλει, σε ποια περιοχή μηκών κύματος πρέπει να ρυθμίσουμε την συσκευή μας:

$$(\alpha) 1520\text{-}1640 \text{ nm} \quad , \quad (\beta) 9260\text{-}9420 \text{ nm} \quad , \quad (\gamma) 21220\text{-}21480 \text{ nm}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
 ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 19

ΘΕΜΑ 2

2.1. Κατά την εφαρμογή πειράματος για την μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, θελήσαμε να προσδιορίσουμε τα μεγέθη από τα οποία εξαρτάται το μέγιστο ρεύμα (ρεύμα κόρου) που διαρρέει το κύκλωμά μας. Χρησιμοποιήσαμε μονοχρωματική ακτινοβολία που μετέφερε ισχύ P και είχε συχνότητα f . Τότε η ένταση του ρεύματος κόρου προέκυψε να είναι

(α) ανάλογη της ισχύος της χρησιμοποιούμενης δέσμης και ανεξάρτητη της συχνότητας.

(β) αντιστρόφως ανάλογη της ισχύος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας και ανάλογη του μήκους κύματος αυτής.

(γ) ανάλογη της ισχύος της χρησιμοποιούμενης δέσμης και του μήκους κύματος που χρησιμοποιήθηκε.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 22

ΘΕΜΑ 2

2.2. Ένα πρωτόνιο (μάζας m_p , ηλεκτρικού φορτίου q_p) και ένα σωματίδιο άλφα (μάζας $m_\alpha = 4m_p$, ηλεκτρικού φορτίου $q_\alpha = 2q_p$) επιταχύνονται από την ηρεμία με την ίδια διαφορά δυναμικού V . Αν το μήκος κύματος de Broglie του πρωτονίου είναι $0,4 \text{ nm}$, το αντίστοιχο μήκος κύματος de Broglie για το σωματίδιο άλφα είναι:

(α) $0,1 \text{ nm}$,

(β) $0,8\sqrt{2} \text{ nm}$,

(γ) $0,1\sqrt{2} \text{ nm}$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 23

ΘΕΜΑ 2

2.1. Τα π μεσόνια ή π όνια είναι ασταθή υποατομικά σωματίδια. Χρησιμοποιούνται στην ερμηνεία της δράσης της ισχυρής πυρηνικής δύναμης, η οποία είναι ελκτική δύναμη μεταξύ των νουκλεονίων στον πυρήνα. Ένα φορτισμένο π μεσόνιο (π^+) έχει χρόνο ζωής $\Delta t = 26,4 \text{ ns}$ και ενέργεια ηρεμίας $E = 140 \text{ MeV}$. Η ανηγμένη σταθερά του Planck έχει την τιμή $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16} \text{ eV} \cdot \text{s}$. Η ελάχιστη αβεβαιότητα στην μέτρηση της ενέργειας του π μεσονίου ως κλάσμα της ενέργειας ηρεμίας του είναι

(α) $\frac{\Delta E}{E} = 1,8 \cdot 10^{-16}$

(β) $\frac{\Delta E}{E} = 1,5 \cdot 10^{-14}$

(γ) $\frac{\Delta E}{E} = 1,2 \cdot 10^{-18}$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

Ερωτήσεις: 1 – β, 2 – β, 3 – α, 4 – α, 5 – α, 6 – α, 7 – γ, 9 – γ, 11 – α, 12 – γ, 14 – α, 15 – α, 16 – β, 18 – β, 19 – γ, 22 – γ, 23 – α.

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.

λ (nm)	404,7	365,0	312,5	253,5
V_o (V)	0,73	1,09	1,67	2,57

4.1. Να προσδιορίσετε τη συχνότητα που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος 253,5nm.

Μονάδες 6

4.2. Να προσδιορίσετε την ενέργεια του φωτονίου σε eV, που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος 253,5nm.

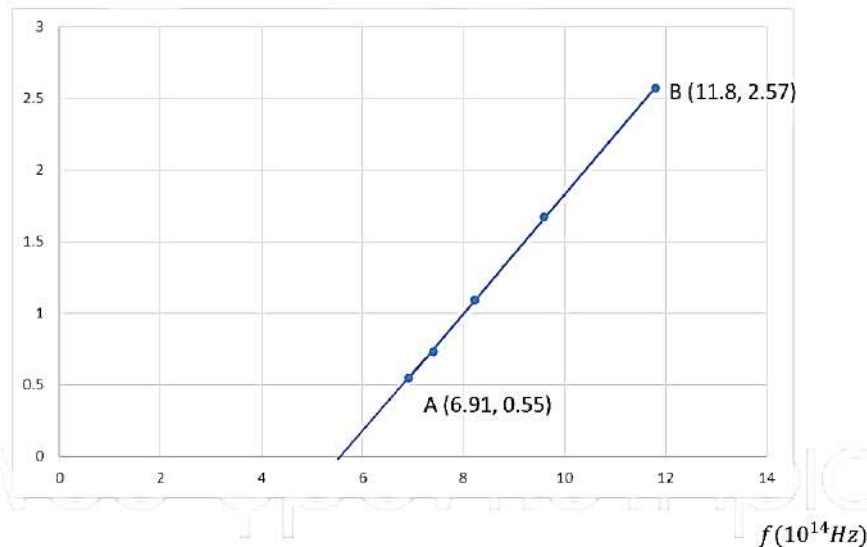
Μονάδες 7

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

Μονάδες 5

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

V_o (V)



f (10^{14} Hz)

Από την κλίση του διαγράμματος να προσδιορίσετε τη σταθερά του Planck.

Μονάδες 7

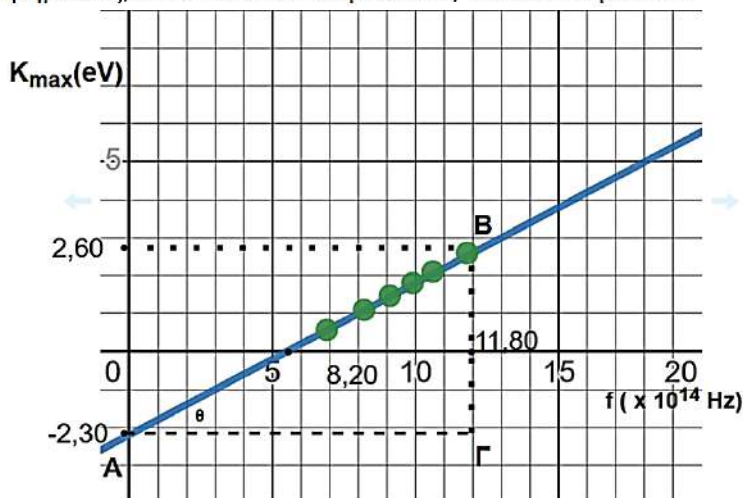
Για τις τιμές των φυσικών σταθερών, συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δόθηκε μαζί με τις εκφωνήσεις

Απ: 1) $11,8 \cdot 10^{14}$ Hz, 2) 4,9eV, 3) $V_o = \frac{h}{e} \cdot f - \frac{\phi}{e}$, 4) $4,13 \cdot 10^{-14}$ eV·s

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 και

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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 3

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) $6,60 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, 2) $3,70 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, 3) $5,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, 4) 545 nm

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.

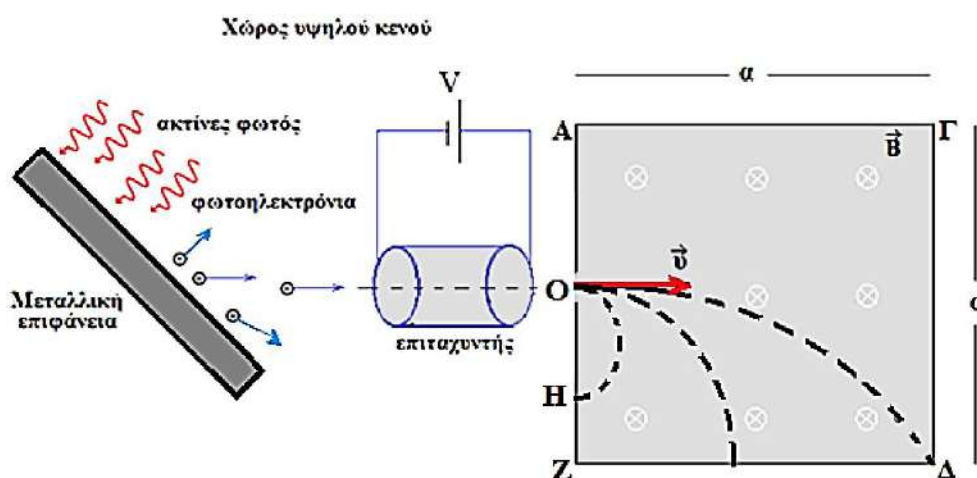
Μονάδες 7

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7 ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ	ΑΣΚΗΣΗ: 4 ΘΕΜΑ 4	Απ: 1) $1,12 \cdot 10^{-3} \text{ W}$, 2) $1,48 \cdot 10^{-20} \text{ W}$, 3) 50,8s
----------------------------	---------------------	---



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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

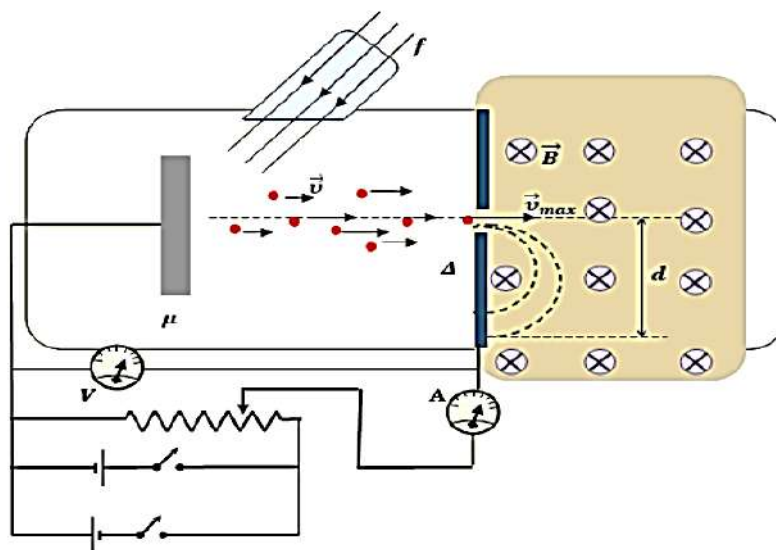
ΑΣΚΗΣΗ: 5

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 100nm, 2) $34,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, 3) 0,22nm

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 $\text{J} \cdot \text{s}$.

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

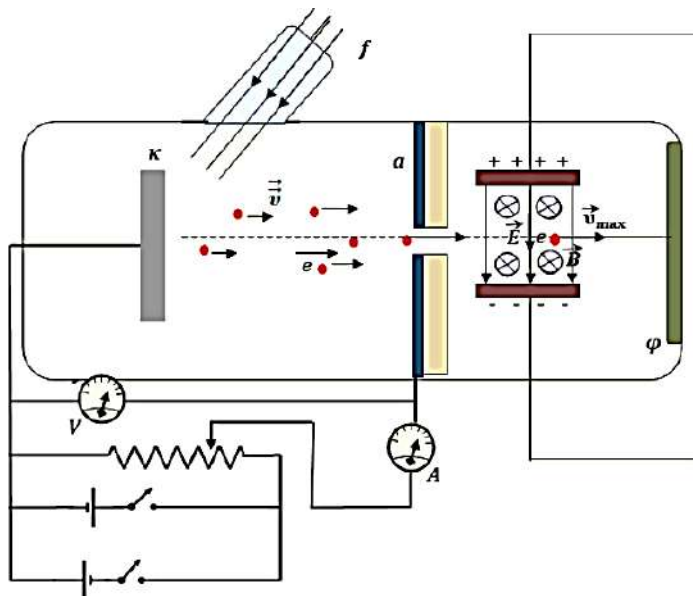
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 6

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 3,2eV, 2) $4 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} = 4,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 3) 2,8eV, 4) 3,2V

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 $\vec{E}$, παράλληλο στην επιφάνεια της ανόδου και κάθετο στην διεύθυνση κίνησης της δέσμης των ηλεκτρονίων. Στην ίδια περιοχή έχουμε δημιουργήσει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, 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 ($\vec{F}_L$) που δέχονται τα ηλεκτρόνια από αυτό, να είναι αντίθετης κατεύθυνσης από την δύναμη ($\vec{F}_{\eta\lambda}$) 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 $E = 3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, 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.

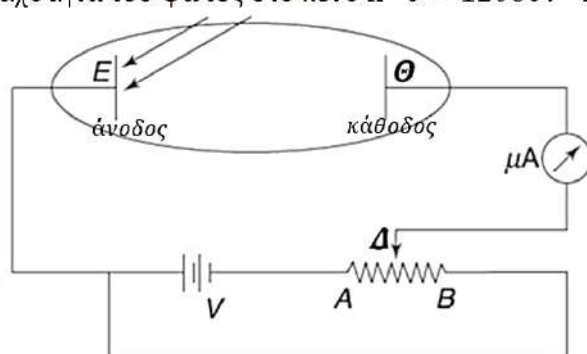
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 7

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) 3,2eV, 2) $3,75 \cdot 10^{13} \text{ ηλ}$, 3) 2,8eV, 4)

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 $\phi = 2,4 \text{ eV}$. Ο αγωγός AB είναι ομογενής με μήκος $L = 100 \text{ cm}$ και αντίσταση R . Η τάση στα άκρα της πηγής είναι $V = 10 \text{ V}$. Ο μεταγωγός Δ μπορεί να μετακινείται από το A στο B. Όταν ο μεταγωγός είναι στο άκρο B, η ένδειξη του μικροαμπερομέτρου είναι $i = 6 \mu\text{A}$. Θεωρώντας ότι το φωτοηλεκτρικό ρεύμα είναι πολύ μικρότερο από το ρεύμα που διαρρέει το ποτενσιόμετρο, να απαντήσετε στις επόμενες ερωτήσεις. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, 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 E 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 A του ποτενσιόμετρου.

Μονάδες 6

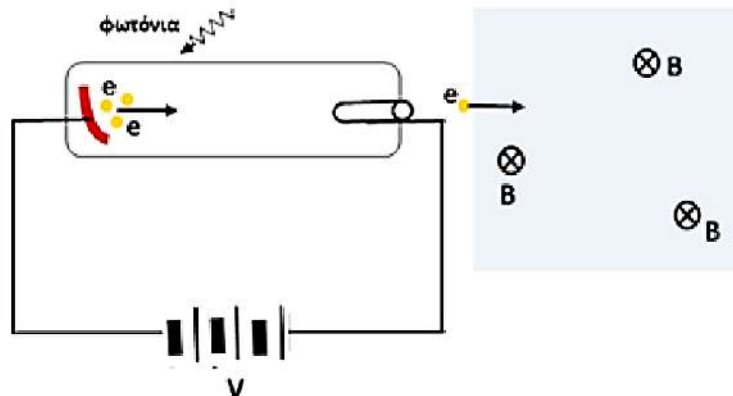
4.3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό ροής των ηλεκτρονίων από την άνοδο E στην κάθοδο Θ όταν ο δρομέας Δ βρεθεί στην θέση B.

Μονάδες 6

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

Απ: 1) 500nm, 2) 1,6V, 3) $3,75 \cdot 10^{13} \text{ ηλ/s}$, 4) $84 \text{ cm} \leq x \leq 100 \text{ cm}$

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 $K_2 = 101K_1$ ως προς αυτήν που είχαν κατά την έξοδό τους από την κάθοδο. Το έργο εξόδου είναι $\phi = 1,4 \text{ eV}$.



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.

Απ: 1) 40V, 2) 4000V, 3) 0,6m, 4) 13462,67V/m

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 $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7
ΚΒΑΝΤΟ/ΝΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ: 10

ΘΕΜΑ 4

Απ: 1) $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ s}$, 2) $343,75 \cdot 10^{-15} \text{ m}$, 3) 200%, 4) $25,6 \cdot 10^{-7} \text{ J}$

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 $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, 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 $\lambda = \frac{\lambda_2}{3 \cdot 10^3}$ 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.

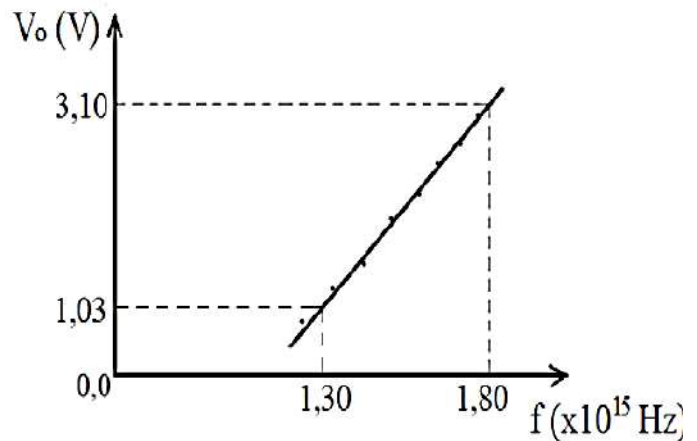
Μονάδες 6

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

Απ: 1) 3 eV , 2) $72,4 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$, $50 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$, 3) $20,12 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, 4) $59,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $32,7 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, $2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

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 . Ακολουθώντας, 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 επιστρώσεως της επιφάνειας της καθόδου και τη συχνότητα κατωφλίου.

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 $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. $\sin 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Τα αριθμητικά αποτελέσματα της άσκησης να υπολογιστούν με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής πειράματος το δέρμα των επιστημόνων εκτίθεται σε ανεπιθύμητη υπεριώδη ακτινοβολία συνολικής ενέργειας 200 J. Για να μην υποστεί το δέρμα τους έγκαυμα πρέπει η απορροφούμενη από αυτό ενέργεια να μην υπερβαίνει το 21% της συνολικής ενέργειας της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Το μήκος κύματος της ανεπιθύμητης προσπίπτουσας υπεριώδους ακτινοβολίας είναι 6,63 nm. Τότε:

4.1. Να υπολογίσετε τον μέγιστο αριθμό των φωτονίων n που μπορεί να απορροφήσει η επιφάνεια για να αποφύγουμε το έγκαυμα.

Μονάδες 5

Απ: 1) $V_0 = 4,14 \cdot 10^{-15} \cdot f - 4,35$ (S.I.), 2) $6,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $1,05 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$,
 3) $1,84 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, 4) $1,80 \cdot 10^{-15} \text{ J}$

Στη συνέχεια αν ο ρυθμός απορρόφησης της ενέργειας από την επιφάνεια του δέρματος θεωρηθεί σταθερός και απορροφηθούν $N = 10^3$ φωτόνια σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 10^{-12} \text{ s}$,

4.2. να υπολογίσετε την ισχύ της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την ολική απορροφούμενη ενέργεια σε χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 2 \text{ min}$.

Μονάδες 6

4.3. Για ποιο χρονικό διάστημα πρέπει να είμαστε εκτεθειμένοι στην ακτινοβολία αυτή για να μην προκληθεί ο παραπάνω τραυματισμός (έγκαυμα);

Μονάδες 7

4.4. Εάν η απορρόφηση της ακτινοβολίας, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του δέρματος κατά 2°C ανά 4 J να βρεθεί η αύξηση της θερμοκρασίας του όταν προσληφθεί ο μέγιστος αριθμός φωτονίων.

Μονάδες 7

Δίνεται: Δίνεται η σταθερά του Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

και η ταχύτητα του φωτός στον αέρα: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Απ: 1) $14 \cdot 10^{17}$, 2) $3 \cdot 10^{-2} \text{ J/s}$, 3,6J, 3) 1400s, 4) 21°C

Βιβλιογραφία:

- Ψηφιακά Εκπαιδευτικά Βοηθήματα (study4exams.gr)
- Τράπεζα Θεμάτων - Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (iep.edu.gr)