

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

**ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2006**

**Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ**

**Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Πέμπτη, 1 Ιουνίου 2006  
07.30 π.μ. – 10.30 π.μ.**

**ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΕΝΝΕΑ (9 ) ΣΕΛΙΔΕΣ  
και περιλαμβάνει δώδεκα (12) ερωτήσεις.  
Να απαντηθούν όλες οι ερωτήσεις.**

**ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από έξι ερωτήσεις των πέντε μονάδων η καθεμιά.**

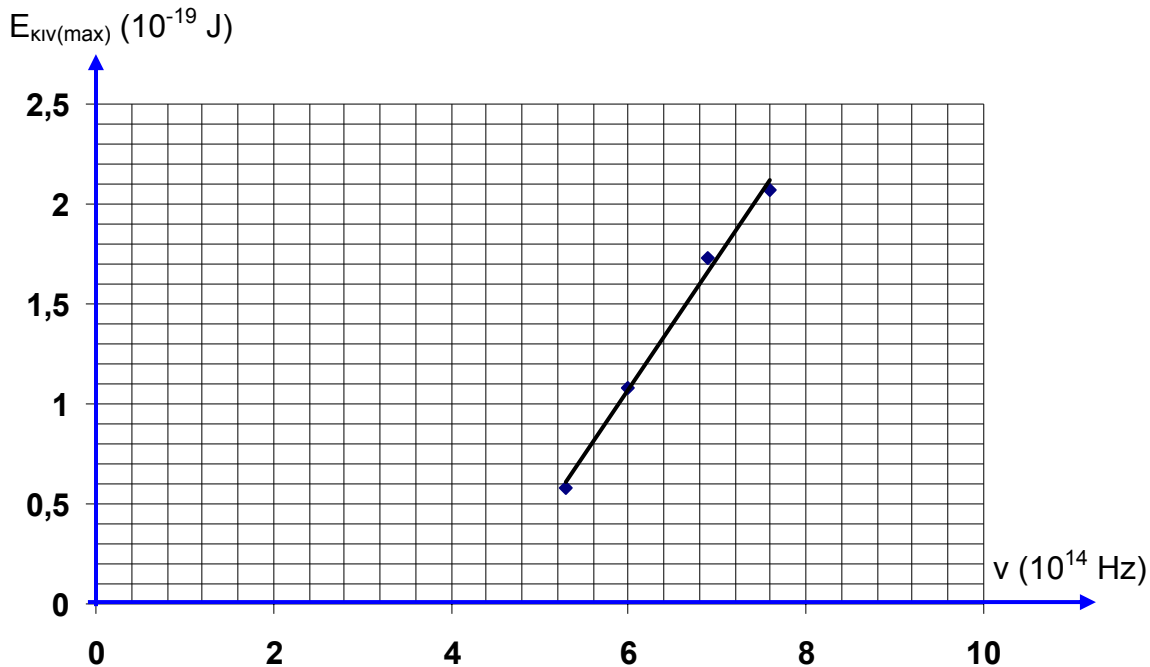
1. Δύο μαθητές, για να βρουν την ένταση του πεδίου βαρύτητας  $g$ , μέτρησαν το χρόνο δέκα ταλαντώσεων για τέσσερα διαφορετικά μήκη  $\ell$  του εκκρεμούς. Οι μετρήσεις φαίνονται στον πίνακα.

| $\ell(\text{m})$ | $t=10T \text{ (s)}$ |
|------------------|---------------------|
| 0,1              | 6,40                |
| 0,3              | 10,86               |
| 0,5              | 13,82               |
| 0,7              | 16,92               |

- (α) Να γράψετε τον τύπο που δίνει την περίοδο ταλάντωσης  $T$  του απλού εκκρεμούς.  
(μονάδα 1)
- (β) Αφού επεξεργαστείτε τις μετρήσεις, να κάνετε την κατάλληλη γραφική παράσταση και από αυτή να βρείτε το  $g$ .  
(μονάδες 4)

2. (α) (i) Δώστε ένα φυσικό μέγεθος που να είναι διαφορετικό στις ακτίνες  $X$  από ότι στο ορατό φως.  
(μονάδα 1)
- (ii) Αν το μήκος κύματος των ακτίνων  $X$  είναι  $1,5 \times 10^{-10} \text{ m}$ , να βρείτε την ενέργεια ενός φωτονίου, σε Joules.  
(μονάδες 2)
- (β) Πώς χαρακτηρίζεται το ζεύγος των πυρήνων  $^{12}_6\text{C}$  και  $^{14}_6\text{C}$  και πώς το ζεύγος  $^{14}_6\text{C}$  και  $^{14}_7\text{N}$ ; Εξηγήστε.  
(μονάδες 2)

3. Στην πιο κάτω γραφική παράσταση, φαίνεται η μέγιστη κινητική ενέργεια με την οποία εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο ενός φωτοκυττάρου, σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας που προσπίπτει στην κάθοδο.



(α) Να γράψετε τη μαθηματική σχέση η οποία εξηγεί τη γραφική παράσταση.  
(μονάδες 3)

(β) Με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης να υπολογίσετε τη σταθερά του Planck επεξηγώντας τη μέθοδό σας.

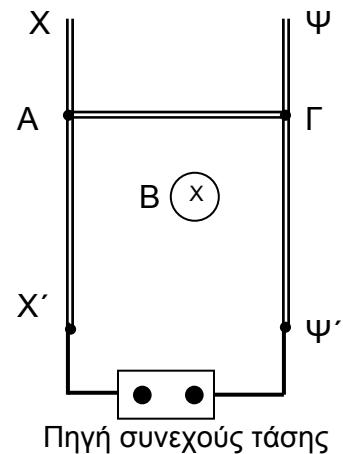
(μονάδες 2)

4. Ένας οριζόντιος αγωγός ΑΓ μήκους 0,50m και μάζας 16g μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με δύο κατακόρυφους αγωγούς ΧΧ' και ΨΨ', όπως φαίνεται στο σχήμα. Ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής 0,10 T είναι κάθετο στο επίπεδο της διάταξης και ο αγωγός ΑΓ διαρρέεται από ρεύμα.

Εάν ο αγωγός ισορροπεί:

(α) Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος.

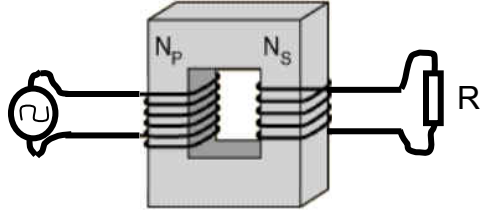
(μονάδες 3)



- (β) Να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΑΓ και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

5. Στο σχήμα φαίνεται ένας μετασχηματιστής.

- (α) Να εξηγήσετε αν ο μετασχηματιστής αυτός ανυψώνει ή υποβιβάζει την τάση. (μονάδες 2)

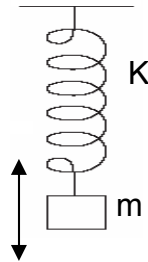


- (β) Αν το πρωτεύον του μετασχηματιστή συνδεθεί με μπαταρία συνεχούς τάσης, να εξηγήσετε κατά πόσο ο μετασχηματιστής θα λειτουργεί ή όχι. (μονάδες 3)

6. (α) Πότε μια ταλάντωση ονομάζεται εξαναγκασμένη;

(μονάδα 1)

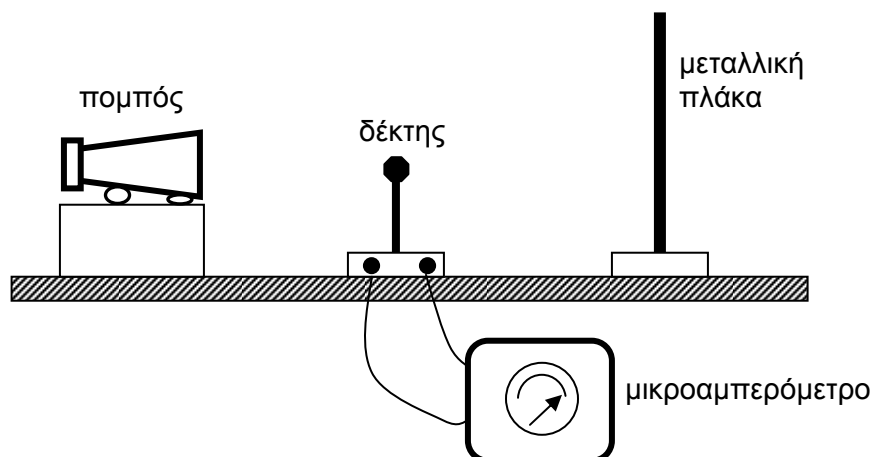
- (β) Ένα σώμα μάζας  $m = 0,5 \text{ Kg}$  είναι αναρτημένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς  $K = 50 \text{ N/m}$  όπως φαίνεται στο σχήμα. Η μάζα υποβάλλεται σε εξαναγκασμένη ταλάντωση. Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται το πλάτος ταλάντωσης της μάζας όταν η συχνότητα της εξωτερικής περιοδικής δύναμης μεταβάλλεται από  $1\text{Hz}$  μέχρι  $2\text{Hz}$ . Σχεδιάστε την καμπύλη συντονισμού.



(μονάδες 4)

**ΜΕΡΟΣ Β':** Αποτελείται από τέσσερις ερωτήσεις των δέκα μονάδων η καθεμιά.

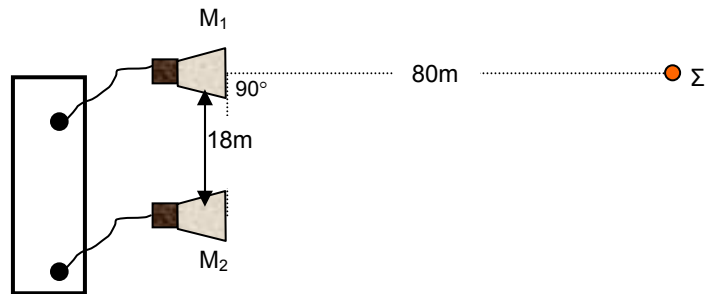
7. Πομπός μικροκυμάτων τοποθετείται μπροστά από μεταλλική πλάκα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο χώρο μεταξύ πομπού και πλάκας δημιουργείται στάσιμο κύμα.



(α) Να εξηγήσετε πώς παράγεται το στάσιμο κύμα. **(μονάδες 3)**

(β) Στο χώρο ανάμεσα στον πομπό και στην πλάκα μετακινείται κατάλληλος ανιχνευτής – δέκτης συνδεδεμένος με μικροαμπερόμετρο. Να εξηγήσετε πώς με τα πιο πάνω και με κατάλληλες μετρήσεις θα μπορούσατε να προσδιορίσετε το μήκος κύματος των μικροκυμάτων. **(μονάδες 4)**

(γ) Δύο μεγάφωνα  $M_1$  και  $M_2$  είναι συνδεδεμένα με την ίδια γεννήτρια συχνοτήτων και βρίσκονται τοποθετημένα όπως δείχνει το σχήμα. Στο σημείο Σ τοποθετείται ένας δέκτης, ο οποίος ανιχνεύει διαδοχικά μέγιστα και ελάχιστα καθώς η συχνότητα των ηχητικών κυμάτων μεταβάλλεται μεταξύ 200 Hz και 600 Hz. Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι  $340\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



Να βρείτε για ποιες συχνότητες δημιουργούνται ελάχιστα στο Σ.

**(μονάδες 3)**

8. (α) Αναφέρετε δύο σημαντικές παρατηρήσεις στο πείραμα σκέδασης του Rutherford και δώστε τα συμπεράσματα που προκύπτουν για τον πυρήνα. **(μονάδες 3)**

(β) Δώστε ένα λόγο γιατί η κλασική θεωρία δεν μπορεί να περιγράψει τη σταθερότητα του ατόμου του υδρογόνου στο μοντέλο του Rutherford. **(μονάδες 2)**

(γ) Δώστε τη μαθηματική σχέση για το μήκος κύματος κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου από στάθμη αρχικής ενέργειας  $E_{\text{αρχ}}$  σε στάθμη τελικής ενέργειας  $E_{\text{τελ}}$ . Αν η τελική ενεργειακή στάθμη είναι η  $E_2$  ποιο είναι το μεγαλύτερο μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται;

**(μονάδες 3)**

(δ) Στο άτομο του υδρογόνου αντικαθιστούμε το ηλεκτρόνιο με ένα σωματίδιο ίδιου φορτίου αλλά με μάζα 274 φορές μεγαλύτερη. Να βρείτε την ενέργεια της θεμελιώδους στάθμης του ατόμου αυτού υποθέτοντας ότι ο πυρήνας του παραμένει ακίνητος.

**(μονάδες 2)**

[Δίνεται ότι οι ενεργειακές στάθμες στο άτομο του υδρογόνου υπολογίζονται

από τις σχέσεις:  $E_n = -\frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2}$  και  $E_1 = -13.6 \text{ eV}$ . ]

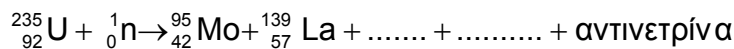
9. (α) Ραδιενεργός πηγή τοποθετείται μπροστά από ανιχνευτή-μετρητή ραδιενέργειας.

- (i) Ανάμεσα στην πηγή και τον ανιχνευτή τοποθετείται ένα φύλλο χαρτί, οπότε η ένδειξη του μετρητή μειώνεται.
- (ii) Με το φύλλο χαρτιού να παραμένει στη θέση του, η ραδιενεργός δέσμη περνά μέσα από ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετο στη δέσμη, χωρίς η ένδειξη του μετρητή να μεταβάλλεται.

Με βάση τις πιο πάνω παρατηρήσεις, να εξηγήσετε ποια είδη ραδιενέργειας εκπέμπει η πηγή.

**(μονάδες 3)**

(β) Μια μορφή διάσπασης του  $^{235}_{92}\text{U}$  περιγράφεται από την εξίσωση:



Ζητούνται:

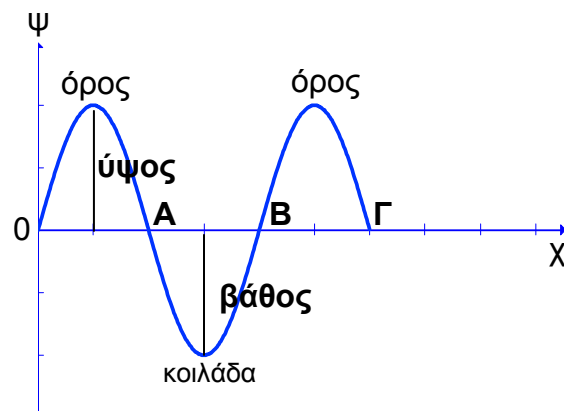
- (i) Να συμπληρώσετε την πιο πάνω εξίσωση. **(μονάδες 2)**
- (ii) Να εξηγήσετε αν κατά την πιο πάνω διάσπαση ελευθερώνεται ή απορροφάται ενέργεια. **(μονάδες 3)**
- (iii) Να υπολογίσετε, σε MeV το ποσόν της ενέργειας που ελευθερώνεται ή απορροφάται, κατά την πιο πάνω διάσπαση. **(μονάδες 2)**

Οι μάζες των  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{95}_{42}\text{Mo}$ ,  $^{139}_{57}\text{La}$ ,  ${}^1_0\text{n}$  και  ${}^0_{-1}\text{e}$  είναι αντίστοιχα 235,044u, 94,906u, 138,906u, 1,009u και 0,00055u.

10. (α) Στις σημειώσεις ενός μαθητή που δίνονται πιο κάτω περιέχονται κάποια λάθη.

Να εντοπίσετε τις λανθασμένες προτάσεις και να εξηγήσετε γιατί είναι λανθασμένες:

- (i) Όλα τα κύματα χρειάζονται μέσο για να διαδοθούν.
- (ii) Τα κύματα μεταφέρουν κατά τη διάδοσή τους ύλη από ένα σημείο σε άλλο.



- (iii) Το ύψος ενός όρους ή το βάθος μιας κοιλάδας, όπως φαίνεται στο σχήμα, ονομάζεται πλάτος.
- (iv) Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κοιλάδων είναι ίση με το μήκος κύματος.
- (v) Η απόσταση ΟΓ είναι ίση με 3 μήκη κύματος ( $3\lambda$ ).
- (vi) Τα ηχητικά και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια και διαδίδονται στο κενό.

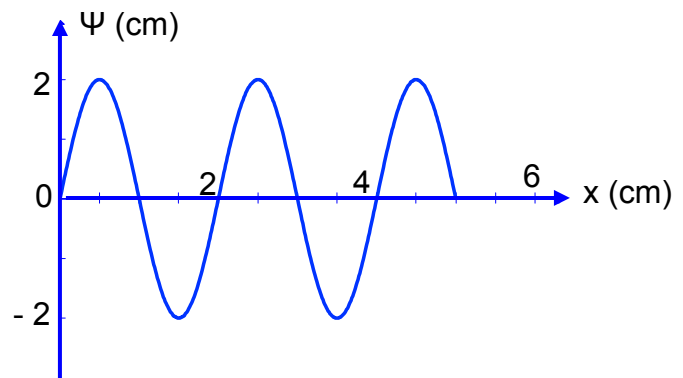
(μονάδες 4)

- (β) Στο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο κύματος τη χρονική στιγμή  $t$ .

- (i) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t' = t + \frac{T}{4}$

(T = περίοδος).

(μονάδα 1)



- (ii) Να σχεδιάσετε στιγμιότυπο κύματος το οποίο έχει την ίδια ταχύτητα διάδοσης με το δεδομένο κύμα αλλά διπλάσια συχνότητα.

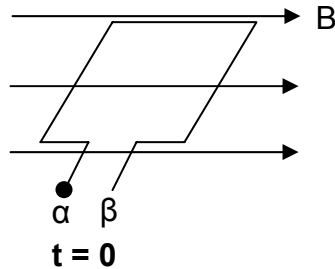
(μονάδες 2)

- (γ) Ένας λαμπτήρας 100W κρέμεται από την οροφή και βρίσκεται σε απόσταση 2,5m από το δάπεδο. Εάν μόνο το 6% της ισχύος μετατρέπεται σε ορατό φως να υπολογίσετε την ένταση του ορατού φωτός στο δάπεδο ακριβώς κάτω από το λαμπτήρα.

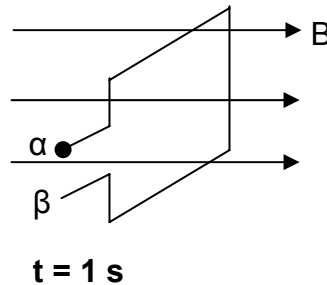
(μονάδες 3)

**ΜΕΡΟΣ Γ': Αποτελείται από δύο ερωτήσεις των δεκαπέντε μονάδων η καθεμιά.**

- 11.(α) Ένα ορθογώνιο πλαίσιο με 100 σπείρες και εμβαδόν  $0,02\text{m}^2$  περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής  $0,2\text{T}$ . Το σχήμα 2 δείχνει το πλαίσιο το οποίο έχει στραφεί κατά γωνία  $\frac{\pi}{2}$  σε σχέση με τη θέση του στο σχήμα 1.



Σχήμα 1



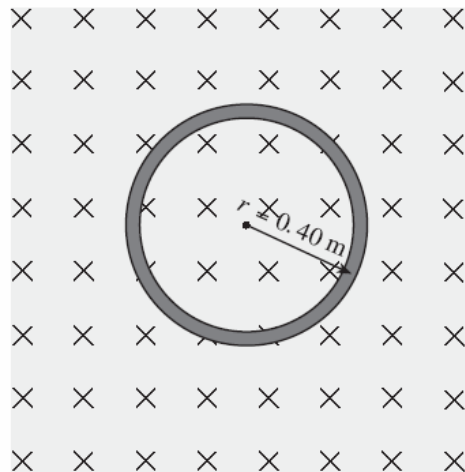
Σχήμα 2

Ζητούνται:

- (i) Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου. **(μονάδα 1)**
- (ii) Η μαγνητική ροή που περνά από το πλαίσιο τη χρονική στιγμή  $t=0$ . **(μονάδα 1)**
- (iii) Η σχέση που δίνει την επαγωγική ηλεκτρεγερτική δύναμη ( $E_{επ}$ ) που παράγεται στα άκρα του πλαισίου, σε συνάρτηση με το χρόνο. **(μονάδα 1)**
- (iv) Η γραφική παράσταση  $E_{επ}=f(t)$  σε βαθμολογημένους άξονες. **(μονάδες 2)**

- (β) Ένα αγωγίμο κυκλικό πηνίο αποτελούμενο από 50 σπείρες βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής  $0,20\text{ T}$ , με την επιφάνειά του κάθετη στις μαγνητικές γραμμές. Η ακτίνα του πηνίου είναι  $0,40\text{ m}$  και η ωμική αντίστασή του είναι  $5\ \Omega$ .

- (i) Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πηνίο αν σε χρόνο  $2\text{ s}$  η τιμή της μαγνητικής επαγωγής  $B$  αυξηθεί από  $0,20\text{ T}$  σε  $0,40\text{ T}$ .



**(μονάδες 1,5)**

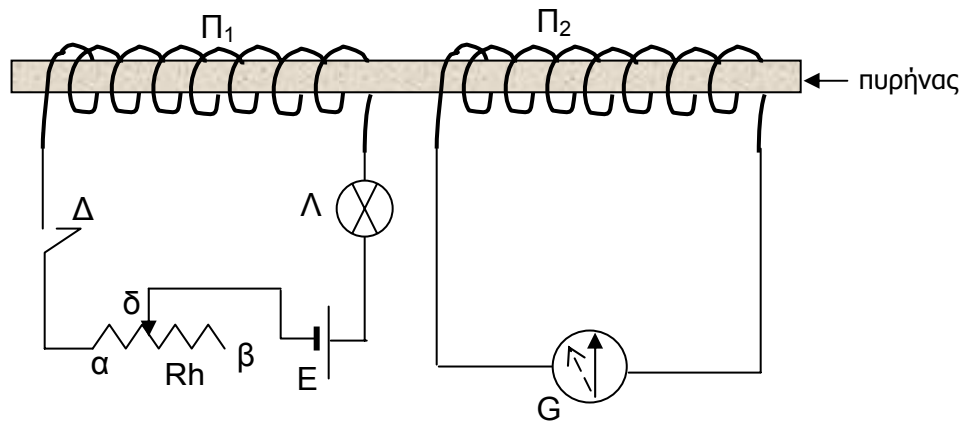
- (ii) Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πηνίο αν σε χρόνο 2 s η φορά των μαγνητικών γραμμών αντιστραφεί, χωρίς να αλλάξει η τιμή της μαγνητικής επαγωγής.

(μονάδες 1,5)

- (iii) Να σημειώσετε σε κατάλληλο σχήμα τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στην περίπτωση (ii). Εξηγήστε.

(μονάδες 2)

- (γ) Τα πηνία  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  αποτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό σπειρών. Όταν κλείσουμε το διακόπτη  $\Delta$ , παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση της φωτοβολίας του λαμπτήρα  $\Lambda$  για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και στη συνέχεια



σταθεροποιείται. Ταυτόχρονα παρατηρείται απόκλιση του δείκτη του γαλβανομέτρου  $G$  προς τα αριστερά ο οποίος στη συνέχεια επανέρχεται στη μηδενική ένδειξη.

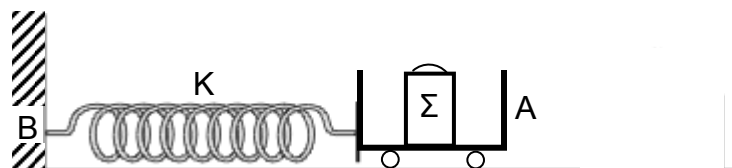
- (i) Εξηγήστε τις πιο πάνω παρατηρήσεις.

(μονάδες 3)

- (ii) Με κλειστό το διακόπτη να εξηγήσετε ένα τρόπο με τον οποίο ο δείκτης του γαλβανομέτρου να αποκλίνει προς τα δεξιά.

(μονάδες 2)

12. Μέσα σε αμαξάκι  $A$  μάζας  $2\text{Kg}$ , βρίσκεται ένα σώμα  $\Sigma$  μάζας  $3\text{Kg}$ . Το σώμα  $\Sigma$  δεν μπορεί να ολισθήσει μέσα στο αμαξάκι. Το αμαξάκι είναι δεμένο σε οριζόντιο ελατήριο σταθεράς  $K=100\text{ N/m}$ , το οποίο είναι στερεωμένο ακλόνητα στο σημείο  $B$ , όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

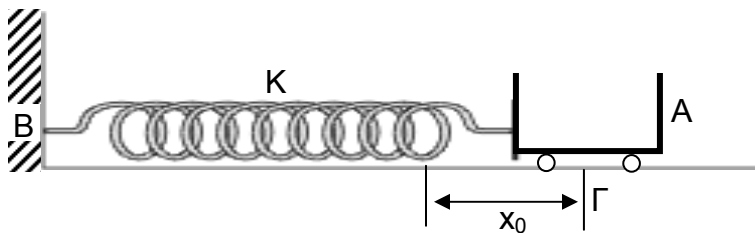


Σχήμα 1

- (α) Μετακινούμε το αμαξάκι στο λείο δάπεδο κατά  $X=0,2\text{m}$  προς τα αριστερά, από τη θέση ισορροπίας του (συμπιέζοντας το ελατήριο). Ενώ το αμαξάκι βρίσκεται σ'αυτή τη θέση, τη χρονική στιγμή  $t=0$ , δίνουμε σ'αυτό ταχύτητα  $U=1,55\text{ m/s}$  με φορά προς τα δεξιά, οπότε το αμαξάκι αρχίζει να εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση. Ζητούνται:

- (i) Η ενέργεια της ταλάντωσης,  $E_{\text{ταλ}}$ . (μονάδες 3)
- (ii) Το πλάτος της ταλάντωσης,  $X_0$ . (μονάδες 2)
- (iii) Η περίοδος της ταλάντωσης,  $T$ . (μονάδα 1)
- (iv) Η χρονική στιγμή  $t_1$ , κατά την οποία το αμαξάκι βρίσκεται στην ακραία δεξιά θέση (Γ) για πρώτη φορά. (μονάδες 4)

- (β) Όταν το αμαξάκι βρίσκεται στην ακραία δεξιά θέση Γ, αφαιρούμε το σώμα Σ και το αμαξάκι συνεχίζει να εκτελεί ταλαντώσεις (σχήμα 2).



Σχήμα 2

Ποια από τα πιο κάτω μεγέθη θα μεταβληθούν και πώς; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας:

- (i) Ενέργεια ταλάντωσης. (μονάδες 2)
- (ii) Περίοδος ταλάντωσης. (μονάδα 1)
- (iii) Μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης. (μονάδες 2)

-----ΤΕΛΟΣ-----

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

**ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2006**

**Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ**

**Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Πέμπτη, 1 Ιουνίου 2006  
07.30 π.μ. – 10.30 π.μ.**

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ**

**ΜΕΡΟΣ Α:**

1. (α)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{\lambda}{g}}$

(μονάδα 1)

(β)

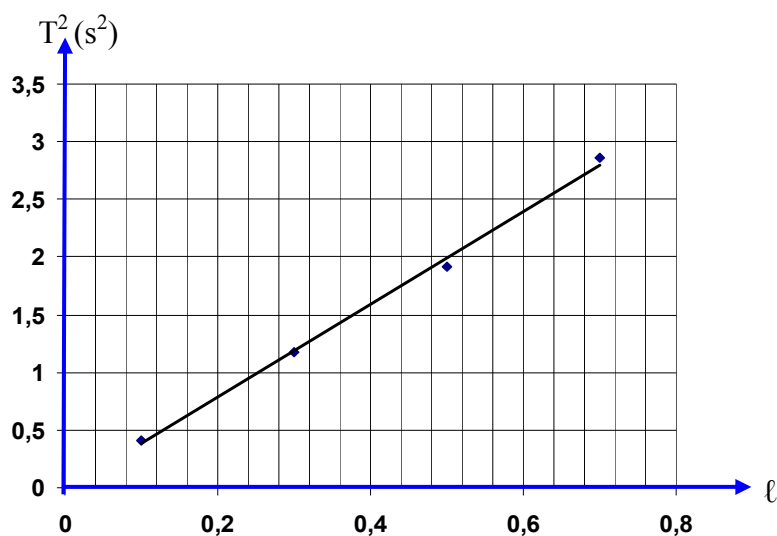
| $\ell(\text{m})$ | $t=10T(\text{s})$ | $T = \frac{t}{10}(\text{s})$ | $T^2(\text{s}^2)$ |
|------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| 0,1              | 6,4               | 0,64                         | 0,41              |
| 0,3              | 10,86             | 1,086                        | 1,18              |
| 0,5              | 13,82             | 1,382                        | 1,91              |
| 0,7              | 16,92             | 1,692                        | 2,86              |

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot \lambda$$

Όπως προκύπτει από τον τύπο υπολογισμού της περιόδου το τετράγωνο της περιόδου είναι ανάλογο του μήκους  $\lambda$ .  
Χαράζοντας τη γραφική παράσταση  $T^2 = f(\lambda)$ , η κλίση της ευθείας είναι ίση με  $\frac{4\pi^2}{g}$ .

Από τη γραφική παράσταση προκύπτει η κλίση: είναι  $4,04 \text{ s}^2/\text{m}$ . Άρα,

$$g = \frac{4\pi^2}{\text{κλίση}} = 9,76 \text{ m/s}^2.$$



(μονάδες 4)

2. α) i) Μήκος κύματος ακτίνων  $X \sim 10^3$  φορές μικρότερο ή ενέργεια των ακτίνων  $X \sim 10^3$  φορές μεγαλύτερη. **(μονάδα 1)**

ii)  $\lambda = 1,5 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,64 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1,5 \times 10^{-10}} = 1,328 \times 10^{-15} \text{ J} \quad \textbf{(μονάδες 2)}$$

- β)  ${}^{12}_6\text{C}$  &  ${}^{14}_6\text{C}$  είναι ισότοπα γιατί έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (δηλαδή ίδιο φορτίο και ίδια θέση στον περιοδικό πίνακα).

- ${}^{14}_6\text{C}$  &  ${}^{14}_7\text{C}$  είναι ισοβαρή γιατί έχουν τον ίδιο αριθμό νουκλεονίων και σχεδόν την ίδια μάζα. **(μονάδες 2)**

3. (α)  $E_{k(\max)} = h\nu - b$  **(μονάδες 3)**

- (β) Η κλίση της ευθείας είναι ίση με τη σταθερά του Planck

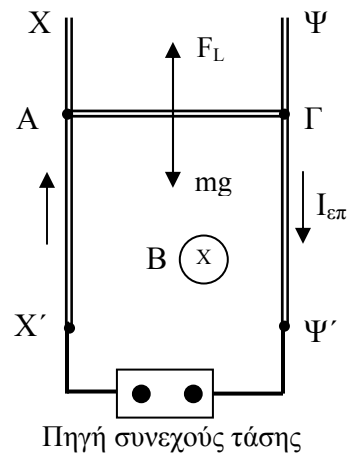
$$\text{Κλίση} = \varepsilon\phi = \frac{(2 - 0,8) \cdot 10^{-19} \text{ J}}{(7,4 - 5,6) \cdot 10^{14} \text{ Hz}} = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \quad \textbf{(μονάδες 2)}$$

4. (α)  $\Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow F_2 - mg = 0 \Rightarrow BIl = mg \Rightarrow$

$$I = \frac{mg}{Bl} \Rightarrow I = \frac{16 \times 10^{-3} \times 10}{0,10 \times 0,50} \Rightarrow I = 3,2 \text{ A}$$

**(μονάδες 3)**

- (β) Αφού ο αγωγός ισορροπεί, η δύναμη Laplace έχει φορά προς τα πάνω. Η διεύθυνση και η φορά της μαγνητικής επαγωγής είναι γνωστή. Με τον κανόνα δεξιάς χειρός βρίσκουμε ότι η φορά του ρεύματος είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα. (ή δεξιόστροφη).



**(μονάδες 2)**

5. (α) **Α' τρόπος**

Ο μετασχηματιστής υποβιβάζει την τάση διότι ο αριθμός των σπειρών στο δευτερεύον πηνίο είναι μικρότερος από τον αριθμό σπειρών στο πρωτεύον,

**Β' τρόπος**

$$\left. \begin{aligned} \frac{U_{s_{EV}}}{U_{p_{EV}}} &= \frac{N_s}{N_p} \\ N_s &< N_p \text{ (σχήμα)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{U_{s_{EV}}}{U_{p_{EV}}} < 1 \Rightarrow U_{s_{EV}} < U_{p_{EV}}$$

όπου  $U_{EV}$  είναι η ενεργός τάση.

**(μονάδες 2)**

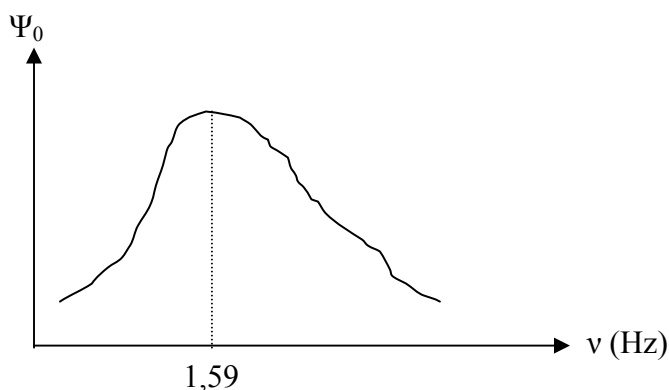
(β) Ο μετασχηματιστής δεν θα λειτουργεί επειδή στο πρωτεύον πηνίο δεν γίνεται μεταβολή της μαγνητικής ροής αφού το ρεύμα είναι σταθερό. Έτσι δεν θα μεταβάλλεται η μαγνητική ροή στο δευτερεύον και δεν θα εμφανίζεται ΗΕΔ εξ επαγωγής στα άκρα του δευτερεύοντος. **(μονάδες 3)**

6. (α) Εξαναγκασμένη ονομάζεται κάθε ταλάντωση κατά τη διάρκεια της οποίας επιδρά πάνω στον ταλαντωτή μια εξωτερική περιοδική δύναμη. **(μονάδα 1)**

(β) Η ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{50}{0,5}} = \frac{10}{2\pi} = \frac{5}{\pi} = 1,59\text{Hz}$$

Καθώς αυξάνεται η συχνότητα της εξωτερικής περιοδικής δύναμης από 1Hz μέχρι 1,59Hz το πλάτος ταλάντωσης της μάζας αυξάνεται. Στην τιμή της συχνότητας ίση με 1,59 Hz το πλάτος γίνεται μέγιστο, δηλαδή παρατηρείται συντονισμός. Για τιμές της συχνότητας μεταξύ 1,59 Hz και 2 Hz το πλάτος ταλάντωσης μειώνεται.



**(μονάδες 4)**

## **ΜΕΡΟΣ Β:**

7. (α) Το στάσιμο κύμα παράγεται με τη συμβολή του κύματος από τον πομπό και του κύματος που ανακλάται στη μεταλλική πλάκα. **(μονάδες 3)**

(β) Μετακινούμε το δέκτη πάνω σε χάρακα και εντοπίζουμε π.χ. 11 διαδοχικούς δεσμούς (ελάχιστες ενδείξεις μικροαμπερομέτρου). Μετρούμε την απόσταση AB μεταξύ των 11 διαδοχικών δεσμών. Η απόσταση αυτή είναι ίση με  $10 \frac{\lambda}{2} = AB$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{AB}{5}.$$

**(μονάδες 4)**

- (γ) Για να ανιχνεύονται ελάχιστα πρέπει:  $M_2 \Sigma - M_1 \Sigma = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, k = 0, 1, 2, \dots$

$$M_2 \Sigma = \sqrt{80^2 + 18^2} = 82m$$

Καθώς αυξάνεται η συχνότητα του κύματος, μειώνεται το μήκος κύματος.

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \Rightarrow \nu = \frac{v}{\lambda}$$

$$K=0 \Rightarrow 2=1 \frac{v}{2\nu_1} = \frac{340}{2\nu_1} \Rightarrow \nu_1 = \frac{340}{4} < 200\text{Hz} \quad (\text{αποκλείεται})$$

$$\text{για } K=1 \quad 2=3 \frac{v}{2\nu_2} \Rightarrow \nu_2 = \frac{3v}{4} = \frac{3}{4} \times 340 = \frac{1020}{4} = 255\text{Hz}$$

$$\text{για } K=2 \quad 2=5 \frac{v}{2\nu_3} \Rightarrow \nu_3 = \frac{5v}{4} = \frac{5}{4} \times 340 = 425\text{Hz}$$

$$\text{για } K=3 \quad 2=7 \frac{v}{2\nu_4} \Rightarrow \nu_4 = \frac{7v}{4} = \frac{7}{4} \times 340 = 595\text{Hz}$$

(μονάδες 3)

8. α) Τα περισσότερα α-σωματίδια της δέσμης που σκεδάζεται από μεταλλικό φύλλο δεν υφίστανται εκτροπή. Υπάρχει ένα μικρό ποσοστό που σκεδάζεται σε μεγάλες γωνίες.

Από τα αποτελέσματα αυτά συμπεραίνουμε ότι:

- 1) Το θετικό φορτίο ενός ατόμου είναι συγκεντρωμένο σε μια μικρή περιοχή του ατόμου  $\sim 10^5$  φορές μικρότερο από το άτομο.
- 2) Το μεγαλύτερο ποσοστό της μάζας του ατόμου είναι συγκεντρωμένο στη περιοχή των θετικών φορτίων.

Δηλαδή διαπιστώθηκε η ύπαρξη πυρήνα με θετικό φορτίο στο άτομο.

(μονάδες 3)

- β) Στο μοντέλο του Rutherford τα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε κυκλική τροχιά γύρω από τον πυρήνα. Σύμφωνα με την κλασσική ηλεκτρομαγνητική θεωρία τα ηλεκτρόνια εκπέμπουν ακτινοβολία επειδή η ταχύτητα τους μεταβάλλεται (υπάρχει κεντρομόλος επιτάχυνση). Επομένως επειδή ακτινοβολούν χάνουν συνεχώς ενέργεια και τελικά θα πέσουν στον πυρήνα του ατόμου.

(μονάδες 2)

$$\gamma) \quad E_n = \frac{-m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2}$$

$$\Rightarrow E_{\text{αρχ}} - E_{\text{τελ}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \text{Ενέργεια εκπεμπόμενου φωτονίου}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_{\text{τελ}} - E_{\text{αρχ}}}{hc},$$

(μονάδα 1)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \left( \frac{1}{n_{\alpha\chi}^2} - \frac{1}{n_{\tau\epsilon\lambda}^2} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{\tau\epsilon\lambda} - E_{\alpha\chi}}$$

$$E_1 = \frac{-m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{-E_1}{hc} \left( \frac{1}{n_{\tau\epsilon\lambda}^2} - \frac{1}{n_{\alpha\chi}^2} \right),$$

Η τελική στάθμη είναι η  $E_2 \Rightarrow n_{\tau\epsilon\lambda} = 2 \Rightarrow$  μεγαλύτερο  $\lambda$  όταν  $n_{\alpha\chi}=3$

$$\frac{E_1}{hc} = \frac{13,6 \times 1,6 \times 10^{-19}}{6,64 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \frac{1,097 \times 5 \times 10^7}{36} = 0,152 \times 10^7$$

$$\Rightarrow \lambda = 656,3 \text{ nm}$$

(μονάδες 2)

δ) Μάζα αρνητικού φορτίου στο άτομο αυτό =  $274m_e$

$$\Rightarrow E_1 = -274 \times 13,6 \text{ eV} = -3,73 \text{ KeV}$$

(μονάδες 2)

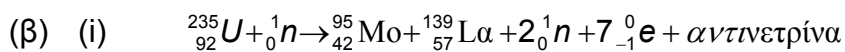
9. (α) (i) Το φύλλο χαρτιού απορροφά μόνο τη ραδιενέργεια α. Αφού η ένδειξη του μετρητή μειώνεται, η εκπεμπόμενη ραδιενέργεια περιέχει σωματίδια α.

(μονάδες 1,5)

(ii) Αφού η ένδειξη του μετρητή δεν μεταβάλλεται, η ραδιενέργεια που εξέρχεται από το φύλλο χαρτιού δεν περιέχει ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια (α ή β), αλλά μόνο ακτινοβολία γ, η οποία δεν εκτρέπεται από το μαγνητικό πεδίο και φτάνει στο μετρητή αμετάβλητη.

(μονάδες 1,5)

**Συμπέρασμα:** Η πηγή εκπέμπει σωματίδια α και ακτινοβολία γ.



(μονάδες 2)

(ii) Σε μια διάσπαση, ενέργεια ελευθερώνεται όταν η ολική μάζα των προϊόντων είναι μικρότερη από τη συνολική αρχική μάζα.

Για τη διάσπαση αυτή:

$$\begin{aligned} \text{Ολική αρχική μάζα } m_{\alpha\chi} &= m_u + m_n \Rightarrow m_{\alpha\chi} = 235,044u + 1,009u \\ &\Rightarrow m_{\alpha\chi} = 236,053u \end{aligned}$$

(μονάδα 1)

$$\text{Ολική τελική μάζα } m_{\tau\epsilon\lambda} = m_{\text{Mo}} + m_{\text{La}} + 2m_n + 7m_e \Rightarrow$$

$$m_{\tau\epsilon\lambda} = 94,906u + 138,906u + 2 \cdot 1,009u + 7 \cdot 0,00055u$$

$$\Rightarrow 94,906u + 138,906u + 2,018u + 0,00385u \Rightarrow m_{\tau\epsilon\lambda} = 235,834u$$

Αφού  $m_{\text{τελ}} < m_{\text{αρχ}} \Rightarrow$  ένα μέρος της αρχικής μάζας μετατρέπεται σε ενέργεια, άρα ελευθερώνεται ενέργεια.

(μονάδα 1)

(iii) Το ποσό της ενέργειας που ελευθερώνεται, δίνεται από την εξίσωση

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

Αν η  $\Delta m$  (έλλειμμα μάζας) σε ατομικές μονάδες μάζας (u), τότε

$$E = \Delta m \cdot 931 \text{ MeV} \Rightarrow E = (m_{\text{αρχ}} - m_{\text{τελ}}) \cdot 931 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow E = (236,053 - 235,834) \cdot 931 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow E = 0,219 \cdot 931 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow E = 203,889 \text{ MeV}$$

(μονάδες 2)

10. (α) (i) Όχι, όλα τα κύματα δεν χρειάζονται μέσο για να διαδοθούν, π.χ. τα ηλεκτρομαγνητικά διαδίδονται και στο κενό.

(ii) Τα κύματα μεταφέρουν ενέργεια (και ορμή) και όχι ύλη.

(iii) Σωστή.

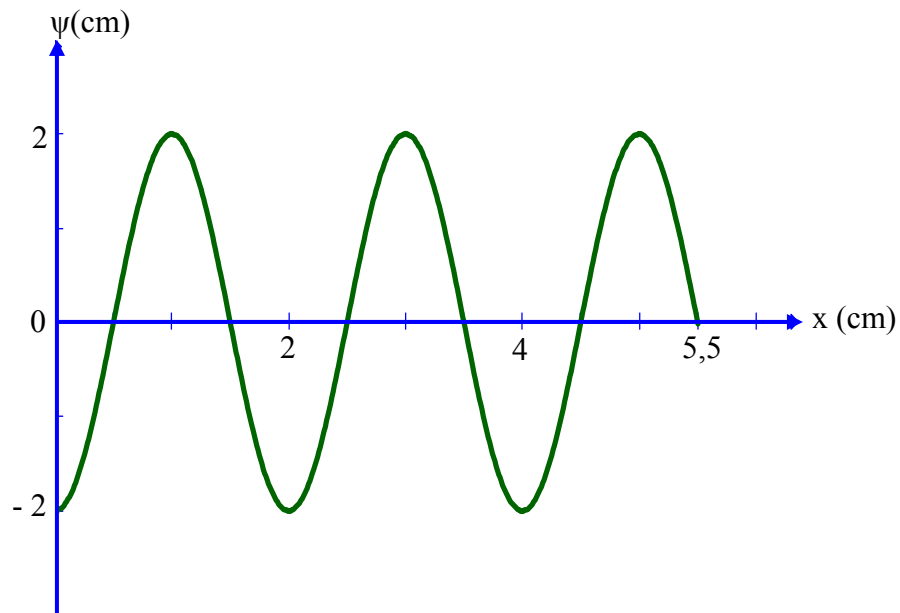
(iv) Σωστή.

(v) Η απόσταση  $OG = \frac{3}{2} \lambda$ .

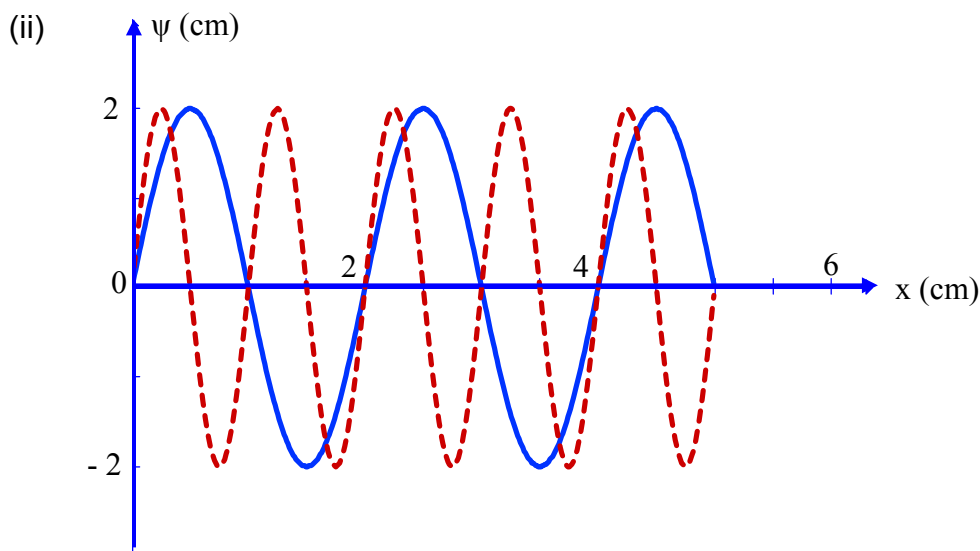
(vi) Τα ηχητικά κύματα δεν είναι εγκάρσια αλλά διαμήκη και δε διαδίδονται στο κενό. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια και διαδίδονται και στο κενό.

(μονάδες 4)

(β) (i)



(μονάδα 1)



(μονάδες 2)

(γ)  $P_{\text{φωτός}} = \frac{6}{100} \times 100 = 6 \text{ W}$  σε φως

(μονάδα 1)

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} \Rightarrow I = \frac{6}{4\pi \left(\frac{5}{2}\right)^2} \Rightarrow I = \frac{24}{100\pi} \Rightarrow I = \frac{24}{314} = 0,076 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

(μονάδες 2)

### ΜΕΡΟΣ Γ:

11. (α) (i) Από το σχήμα 1 και σχήμα 2 βρίσκουμε ότι ο χρόνος  $t = 1 \text{ s}$  αντιστοιχεί σε  $\frac{T}{4}$ .

Άρα  $T = 4 \text{ s}$ . Επομένως,  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = 1,57 \text{ rad/s}$ .

(μονάδα 1)

(ii) Τη χρονική στιγμή  $t = 0$ , η μαγνητική ροή είναι μηδέν.

(μονάδα 1)

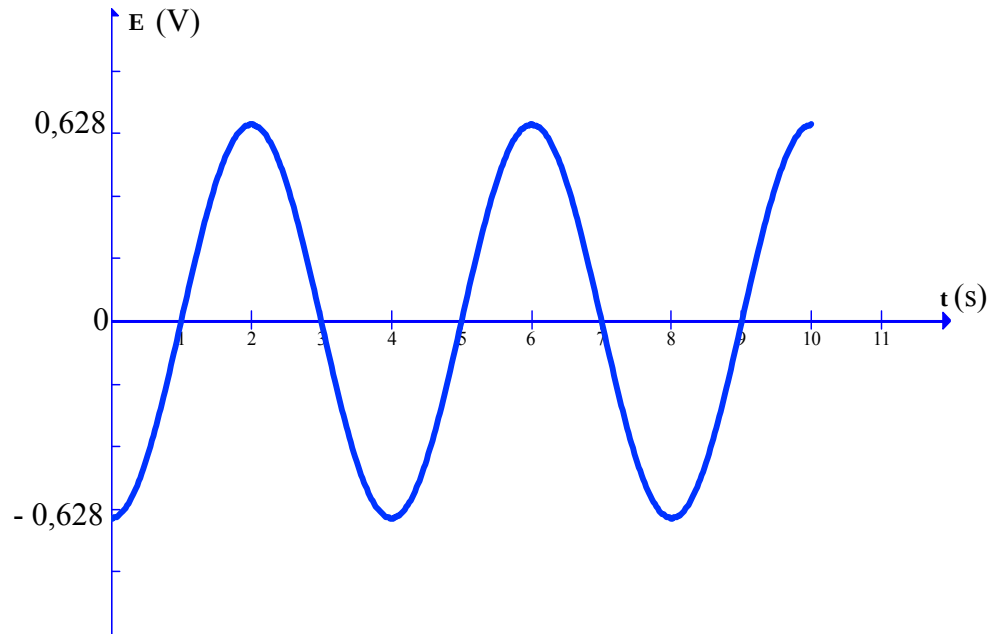
(iii) Η μαγνητική ροή ως συνάρτηση του χρόνου δίνεται από τη σχέση  $\Phi = BS\eta\mu\omega t$ .

Από το νόμο του Faraday έχουμε,

$$E = -N \frac{d\Phi}{dt} = -NBS\omega\sigma\upsilon\upsilon\omega t = -100 \times 0,2 \times 0,02 \times 1,57 \times \sigma\upsilon\upsilon 1,57 t = -0,628 \sigma\upsilon\upsilon 1,57 t.$$

(μονάδα 1)

(iv)



(μονάδα 1)

(β) (i)

Υπολογίζουμε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που περνά από το πηνίο.

$$\Phi_{αρχ} = B_{αρχ} S = 0,20 \times 3,14 \times (0,40)^2 = 0,1 Wb$$

$$\Phi_{τελ} = B_{τελ} S = 0,40 \times 3,14 \times (0,40)^2 = 0,2 Wb$$

Άρα, από το νόμο του Faraday παίρνουμε,

$$E = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -50 \frac{0,2 - 0,1}{2} = -2,5 V$$

Η τιμή του επαγωγικού ρεύματος βρίσκεται από το νόμο του Ohm,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{2,5}{5} = 0,5 A$$

(μονάδες 1,5)

(ii) Υπολογίζουμε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που περνά από το πηνίο.

$$\Phi_{αρχ} = B_{αρχ} S = 0,20 \times 3,14 \times (0,40)^2 = 0,1 Wb$$

$$\Phi_{τελ} = -B_{αρχ} S = -0,20 \times 3,14 \times (0,40)^2 = -0,1 Wb$$

Άρα, από το νόμο του Faraday παίρνουμε,

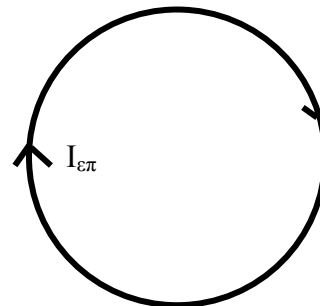
$$E = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -50 \frac{(-0,1 - 0,1)}{2} = 5V$$

Η τιμή του επαγωγικού ρεύματος βρίσκεται από το νόμο του Ohm,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{5}{5} = 1A$$

(μονάδες 1,5)

(iii) Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz η φορά του επαγωγικού ρεύματος είναι τέτοια που να αντιτίθεται στην αιτία που το προκαλεί. Άρα εφόσον το μαγνητικό πεδίο αντιστρέφεται, πρέπει το επαγωγικό μαγνητικό πεδίο να έχει την ίδια φορά με το εξωτερικό πεδίο, δηλαδή κάθετα στη σελίδα προς τα κάτω. Με τον κανόνα του δεξιού χεριού το επαγωγικό ρεύμα στον κυκλικό αγωγό είναι όπως στο σχήμα.



(μονάδες 2)

(γ) (i) Με το κλείσιμο του διακόπτη έχουμε φαινόμενο αυτεπαγωγής στο κύκλωμα με τον λαμπτήρα και φαινόμενο αμοιβαίας επαγωγής στο κύκλωμα με το γαλβανόμετρο. Στην αυτεπαγωγή δημιουργείται κατά το κλείσιμο του διακόπτη δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα αντίθετο με το ρεύμα της πηγής και έτσι καθυστερεί η φωτοβολία του λαμπτήρα να πάρει την τελική της τιμή. Επίσης στο κύκλωμα με το γαλβανόμετρο παρατηρείται μεταβολή της μαγνητικής ροής και άρα επαγωγικό ρεύμα που προκαλεί απόκλιση του δείκτη του γαλβανομέτρου.

(μονάδες 3)

(ii) Με κλειστό το διακόπτη ο δείκτης του γαλβανομέτρου αποκλίνει δεξιά αν ελαττώσουμε τη μαγνητική ροή που περνά από το κύκλωμα. Αυτό μπορεί να γίνει αν μετακινήσουμε το δρομέα του ροοστάτη προς το σημείο β αυξάνοντας την αντίσταση του κυκλώματος και άρα μειώνοντας την τιμή του ρεύματος. Ως αποτέλεσμα θα ελαττωθεί η μαγνητική ροή στο κύκλωμα και άρα απόκλιση του δείκτη του γαλβανομέτρου προς τα δεξιά.

(μονάδες 3)

$$\begin{aligned} 12. \alpha) (i) \quad E_{\text{ταλ}} &= E_{\text{κιν}} + E_{\text{δυν}} = \frac{1}{2}(M_A + M_{\Sigma})U^2 + \frac{1}{2}KX^2 = \\ &= \frac{1}{2}(2+3)1,55^2 + \frac{1}{2} \cdot 100(0,2)^2 = 8J \end{aligned}$$

(μονάδες 3)

$$\begin{aligned} (ii) \quad E_{\text{ταλ}} &= \frac{1}{2}KX_0^2 \Rightarrow 8 = \frac{1}{2} \cdot 100X_0^2 \Rightarrow \\ X_0 &= 0,4m \end{aligned}$$

(μονάδες 2)

$$(iii) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M_A + M_Z}{K}} = 2\pi \sqrt{\frac{2+3}{100}} = 1,4s \quad (\text{μονάδα } 1)$$

$$(iv) \quad \text{Ο χρόνος } t_1 = t_2 + \frac{T}{4}.$$

Ο χρόνος  $t_2$  δίνεται από τη σχέση

$$X = X_0 \cdot \eta \mu \omega t_2 \Rightarrow 0,2 = 0,4 \eta \mu \frac{2\pi}{T} \cdot t_2 \Rightarrow$$

$$0,5 = \eta \mu \frac{2\pi}{T} \cdot t_2 \Rightarrow \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{T} \cdot t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{T}{12}$$

$$t_1 = t_2 + \frac{T}{4} = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} = \frac{T}{3} = \frac{1,4}{3} = 0,47s \quad (\text{μονάδες } 4)$$

(β) (i) Τα σύμβολα με τόνο αφορούν την ταλάντωση μετά την αφαίρεση του σώματος.

$$E'_{\text{ταλ}} = E_{\text{δυν. ελατηρίου}} = \frac{1}{2} K X_0^2 \Rightarrow \text{Δεν μεταβάλλεται} \quad (\text{μονάδες } 2)$$

$$(ii) \quad T' = 2\pi \sqrt{\frac{M_A}{K}} < T = 2\pi \sqrt{\frac{M_A + M_Z}{K}} \quad (\text{μονάδα } 1)$$

$$(iii) \quad U'_0 = \left(\frac{2\pi}{T'}\right) X_0, \quad U_0 = \left(\frac{2\pi}{T}\right) X_0 \quad \text{Επειδή } T' < T \Rightarrow U'_0 > U_0 \quad (\text{μονάδες } 2)$$

.....ΤΕΛΟΣ.....