

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 12 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2025
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A1. Δύο σφαίρες ίδιας μάζας, κινούμενες σε λείο οριζόντιο επίπεδο με αντίθετες ταχύτητες μέτρου u , συγκρούονται κεντρικά και πλαστικά. Μετά την κρούση:

- α) οι σφαίρες θα ανταλλάξουν ταχύτητες.
- β) η μία σφαίρα θα ακινητοποιηθεί και η άλλη θα κινηθεί με ταχύτητα μέτρου u .
- γ) οι σφαίρες θα απομακρυνθούν η μία από την άλλη με ταχύτητες διαφορετικών μέτρων.
- δ) οι σφαίρες θα ακινητοποιηθούν.

Μονάδες 5

A2. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μεγαλύτερη από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή. Μειώνοντας συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη, το πλάτος της ταλάντωσης:

- α) πρώτα αυξάνεται και μετά μειώνεται.
- β) πρώτα μειώνεται και μετά αυξάνεται.
- γ) μειώνεται συνεχώς.
- δ) αυξάνεται συνεχώς.

Μονάδες 5

A3. Φωτόνιο ακτινοβολίας X σκεδάζεται κατά Compton από πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο:

- α) έχει μικρότερο μήκος κύματος από το αρχικό.
- β) έχει μικρότερη συχνότητα από το αρχικό.
- γ) μεταφέρει όλη του την ενέργεια στο ηλεκτρόνιο.
- δ) διατηρεί την αρχική του ορμή.

Μονάδες 5

A4. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που παράγεται από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, πολύ μεγάλου μήκους:

- α) είναι παράλληλες και ισαπέχουσες.
- β) έχουν την κατεύθυνση του αγωγού.
- γ) είναι ομόκεντροι κύκλοι κάθετοι στον αγωγό με κέντρο τον αγωγό.
- δ) είναι ομόκεντροι κύκλοι παράλληλοι στον αγωγό.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α) Από τον νόμο μετατόπισης του Wien προκύπτει ότι το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στο μέγιστο της έντασης της ακτινοβολίας είναι ανάλογο της θερμοκρασίας.

β) Η ροπή δύναμης είναι το διανυσματικό μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα της δύναμης να στρέφει ένα σώμα.

γ) Η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης ενός πλαισίου που περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο εξαρτάται από τη συχνότητα περιστροφής του.

δ) Στην απλή αρμονική ταλάντωση η ταχύτητα του σώματος στη θέση ισορροπίας είναι μηδενική.

ε) Σε κεντρική ελαστική κρούση δύο σωμάτων με ίσες μάζες συμβαίνει ανταλλαγή ταχυτήτων.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Λεπτή δέσμη φωτονίων, μήκους κύματος λ , προσπίπτει σε υλικό καθόδου φωτοηλεκτρικής διάταξης με αποτέλεσμα την εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων μέγιστης κινητικής ενέργειας $K_{\max} = 2\text{eV}$. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με δέσμη φωτονίων μήκους κύματος $\lambda' = \lambda/3$, οπότε τα φωτοηλεκτρόνια που εξαγονται έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια $K'_{\max} = 10\text{eV}$. Το έργο εξαγωγής του υλικού του μετάλλου είναι:

- i. 2eV ii. 4eV iii. 3eV

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 6

Λύση

α) Σωστή είναι η πρόταση i)

β) για $E'_{\phi} = hf' = h\frac{c}{\lambda'}$ (1) $E_{\phi} = hf = h\frac{c}{\lambda}$ (2) $\lambda' = \lambda/3 \rightarrow \lambda = 3\lambda'$ (3)

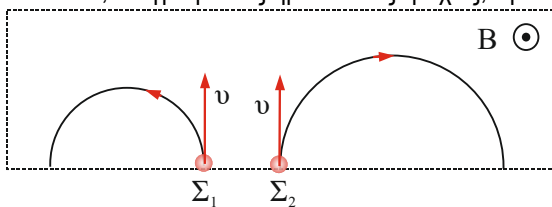
Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει $E'_{\phi} = 3E_{\phi}$

Από τη σχέση $K'_{\max} = 10\text{eV} = 5K_{\max}$ προκύπτει:

$E'_{\phi} - \phi = 5(E_{\phi} - \phi) \rightarrow 3E_{\phi} - \phi = 5E_{\phi} - 5\phi \rightarrow 4\phi = 2E_{\phi}$ (4)

$K_{\max} = E_{\phi} - \phi \rightarrow K_{\max} = 2\phi - \phi \rightarrow \phi = K_{\max} = 2\text{eV}$

B2. Δύο φορτισμένα σωματίδια Σ_1 και Σ_2 , μάζας $m_1 = m$ και $m_2 = 4m$ και φορτίου $q_1 = -q$ και $q_2 = +2q$ εκτοξεύονται ταυτόχρονα με την ίδια ταχύτητα u κάθετα σε ομογενές πεπερασμένο μαγνητικό πεδίο B , διαγράφοντας ημικυκλικές τροχιές, πριν εξέλθουν του πεδίου.



Υποθέτοντας ότι οι δυνάμεις Coulomb είναι αμελητέες, η χρονική διαφορά της εξόδου των σωματιδίων από το μαγνητικό πεδίο είναι:

- i. $\frac{2\pi m}{qB}$ ii. $\frac{\pi m}{qB}$ iii. $\frac{\pi m}{2qB}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 6

Λύση

α) Σωστή είναι η πρόταση ii)

$$\Delta t_{\Sigma 1} = \frac{T_1}{2} = \frac{\pi m_1}{|q_1|B} = \frac{\pi m}{qB}$$

$$\Delta t_{\Sigma 2} = \frac{T_2}{2} = \frac{\pi m_2}{|q_2|B} = \frac{\pi 4m}{2qB} = 2 \frac{\pi m}{qB}$$

$$\Delta t = \Delta t_{\Sigma 2} - \Delta t_{\Sigma 1} = 2 \frac{\pi m}{qB} - \frac{\pi m}{qB} = \frac{\pi m}{qB}$$

B3. Δίσκος ακτίνας R κυλίνει χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο με το κέντρο μάζας να εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα v_{cm} . Το ελάχιστο μέτρο της ταχύτητας σημείου A του δίσκου, καθώς ο δίσκος κυλίνεται, είναι $\frac{v_{cm}}{4}$. Η μέγιστη ταχύτητα που αποκτά το σημείο A είναι:

- i. $2v_{cm}$ ii. $\frac{5}{4}v_{cm}$ iii. $\frac{7}{4}v_{cm}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 7

Λύση

α) Σωστή είναι η πρόταση iii)

Το ελάχιστο μέτρο της ταχύτητας σημείου A του δίσκου, καθώς ο δίσκος κυλίνεται, είναι $\frac{v_{cm}}{4}$. **Ισχύει**

$$v_{Amin} = \frac{v_{cm}}{4}$$

συνεπώς $r < R$ και $v_\gamma = \omega r < \omega R \rightarrow v_A < v_{cm}$.

Ισχύει γενικότερα για οποιοδήποτε σημείο του δίσκου εκτός του κέντρου του.

$$\vec{v}_A = \vec{v}_{cm} + \vec{v}_\gamma \rightarrow v_A^2 = v_{cm}^2 + v_\gamma^2 + 2v_{cm} \cdot v_\gamma \cos\theta$$

όπου θ η γωνία μεταξύ των δυο συνιστωσών v_{cm} και v_γ .

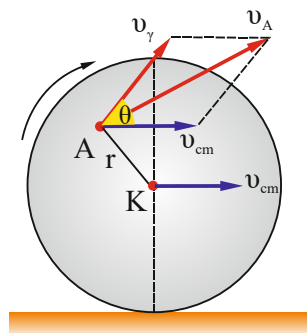
Οι ταχύτητες v_{cm} και v_γ είναι σταθερές άρα για να γίνει η v_A ελάχιστη θα πρέπει $\theta = 180^\circ \rightarrow \cos\theta = -1$, επομένως τα δυο διανύσματα πρέπει να είναι συγγραμμικά με αντίθετη φορά.

Αυτό συμβαίνει στην κατακόρυφη διάμετρο του δίσκου σε σημείο κάτω από το κέντρο του. Άρα

$$v_{Amin} = \frac{v_{cm}}{4} = v_{cm} - v_\gamma \rightarrow v_\gamma = v_{cm} - \frac{v_{cm}}{4} \rightarrow v_\gamma = \frac{3}{4}v_{cm}$$

Η μέγιστη ταχύτητα επομένως θα είναι σε σημείο στην κατακόρυφη διάμετρο του δίσκου και πάνω από το κέντρο του όπου τα διανύσματα των ταχυτήτων είναι ομόρροπα. άρα:

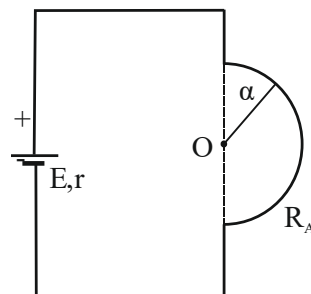
$$v_{Amax} = v_{cm} + \frac{3}{4}v_{cm} = \frac{7}{4}v_{cm}$$



ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Ο ημικυκλικός αγωγός του διπλανού σχήματος έχει ακτίνα $a = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, αντίσταση $R_A = 4 \Omega$ και συνδέεται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 24 \text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 2 \Omega$.

α) Να σχεδιάσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του O (μονάδες 2) και να υπολογίσετε το μέτρο της (μονάδες 4).



β) Να υπολογίσετε το πηλίκο του ρυθμού, με τον οποίο εκλύεται θερμότητα στον ημικυκλικό αγωγό προς τον ρυθμό, με τον οποίο εκλύεται θερμότητα στην εσωτερική αντίσταση της πηγής (μονάδες 4).

Μονάδες 10

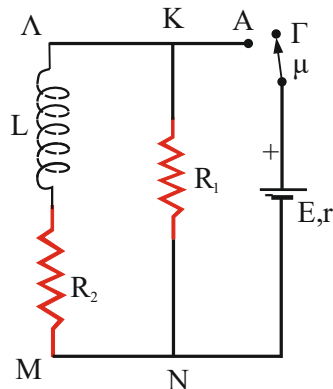
Γ2. Η ηλεκτρική πηγή του ερωτήματος Γ1 συνδέεται μέσω μεταγωγού (μ) με το κύκλωμα ΚΛΜΝ του διπλανού σχήματος, για το οποίο δίνονται:

- οι αντιστάσεις $R_1 = R_2 = 4\Omega$ και
- ο συντελεστής αυτεπαγωγής του ιδανικού πηνίου $L = 0,2H$.

Αρχικά ο μεταγωγός βρίσκεται στη θέση Γ.

α) Τη χρονική στιγμή $t = 0$ μετακινούμε τον μεταγωγό στη θέση Α. Να υπολογίσετε την ενέργεια που αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου, μετά την αποκατάσταση των εντάσεων των ρευμάτων στο κύκλωμα (μονάδες 7).

β) Τη χρονική στιγμή t_1 μετακινούμε τον μεταγωγό πίσω στη θέση Γ. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής $\left(\frac{di}{dt}\right)$ της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα ΚΛΜΝ αμέσως μετά τη χρονική στιγμή t_1 (μονάδες 8).



Μονάδες 15

Δίνονται: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$

Να θεωρήσετε ότι οι αγωγοί σύνδεσης του κυκλώματος δεν έχουν αντίσταση.

Λύση

Γ1 α) Η ένταση του κυκλώματος δίνεται από το νόμο του Ohm:

$$I = \frac{E}{r + R_A} = \frac{E}{r + R_A} = 4A$$

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του Ο δίνεται από το νόμο των Biot και Savart :

$$dB_i = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl_i \cdot \sin 90^\circ}{\alpha^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl_i}{\alpha^2}$$

$$\vec{B} = \sum d\vec{B}_i \rightarrow B = \sum dB_i = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \sum dl_i}{\alpha^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \pi \alpha}{\alpha^2} \rightarrow$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\pi I}{\alpha} = 2\pi \cdot 10^{-5} T$$

Σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού το B έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα, $\vec{B} \otimes$

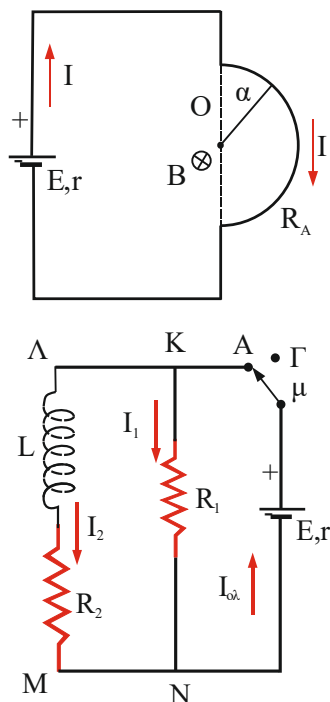
β) Ο ρυθμός, με τον οποίο εκλύεται θερμότητα στον ημικυκλικό αγωγό προς τον ρυθμό, με τον οποίο εκλύεται θερμότητα στην εσωτερική αντίσταση της πηγής είναι ίσος με:

$$\frac{\frac{dQ_{RA}}{dt}}{\frac{dQ_r}{dt}} = \frac{P_{RA}}{P_r} = \frac{I^2 \cdot R_A}{I^2 \cdot r} = \frac{R_A}{r} = \frac{4}{2} = 2$$

Γ2. Με την αποκατάσταση των ρευμάτων δεν έχουμε τάση αυτεπαγωγής στο πηνίο

$$\alpha) R_{\xi\omega\tau} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \cdot 4}{4 + 4} = 2\Omega,$$

$$I_{o\lambda} = \frac{E}{R_{\xi\omega\tau} + r} = \frac{24}{2 + 2} = 6A$$



$$V_{\pi\sigma\lambda} = E - Ir = 24 - 6 \cdot 2 = 24 - 12 = 12V$$

$$I_2 = \frac{V_{\pi\sigma\lambda}}{R_2} = \frac{12}{4} = 3A$$

Η ενέργεια που αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου, μετά την αποκατάσταση των εντάσεων των ρευμάτων στο κύκλωμα δίνεται από τη σχέση:

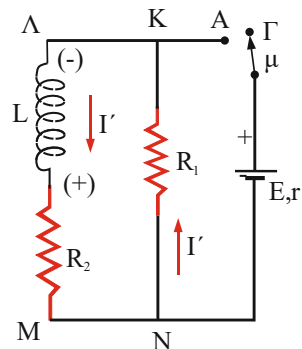
$$E = \frac{1}{2} L I_2^2 = \frac{1}{2} 0,2 \cdot 9 = 0,9J$$

β) Μετά τη χρονική στιγμή t_1 το πηνίο γίνεται πηγή και μεταφέρει την ενέργεια του στο κύκλωμα. Το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα $I' = I_2$ γιατί την χρονική στιγμή t_1 το πηνίο έχει ενέργεια $E = 0,9J$. Από τον 2 Κανόνα του Κίρχωφ:

$$|E_{\alpha\upsilon\tau}| - I'(R_1 + R_2) = 0 \rightarrow L \left| \frac{di}{dt} \right| = I'(R_1 + R_2) \quad (1)$$

Άρα έχουμε: $I' = I_2 = 3A$ τότε $\left| \frac{di}{dt} \right|_{t_1} = \frac{I_2(R_1 + R_2)}{L} = \frac{3(4+4)}{0,2} \rightarrow \left| \frac{di}{dt} \right|_{t_1} = 120A/s$. Όμως το I'

μειώνεται οπότε $\frac{di}{dt} \Big|_{t_1} = -120A/s$



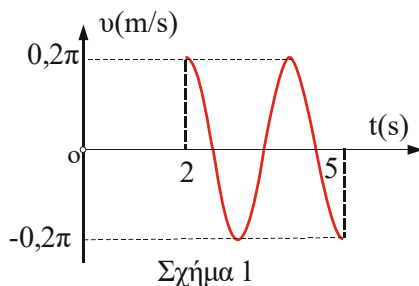
ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Σώμα μάζας $m = 200g$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η γραφική παράσταση του Σχήματος 1 αποδίδει την ταχύτητα του σώματος σε συνάρτηση με τον χρόνο για το χρονικό διάστημα από 2s έως 5s.

α) Να υπολογίσετε την περίοδο της ταλάντωσης του σώματος (μονάδες 2) και τη σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης (μονάδες 2).

Δίνεται $\pi^2 \approx 10$.

β) Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος (μονάδες 2), καθώς και τη μέση ταχύτητα που αυτό έχει στο χρονικό διάστημα από 2,5s έως 3,5s (μονάδες 4).



Μονάδες 10

Δ2. Αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος ελαστικής χορδής προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'x$ με ταχύτητα $1m/s$. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$, το σημείο στην αρχή του άξονα έχει μηδενική απομάκρυνση και ξεκινά να ταλαντώνεται με θετική ταχύτητα. Η γραφική παράσταση του Σχήματος 1 παριστάνει τώρα την ταχύτητα σημείου Α της χορδής για $t \geq 0$.

α) Να προσδιορίσετε τη θέση του σημείου Α (μονάδες 3) και τα τμήματα της χορδής, τα σημεία των οποίων τη χρονική στιγμή $t_1 = 3,5s$ έχουν αρνητική επιτάχυνση (μονάδες 5).

β) Δεύτερο πανομοιότυπο κύμα διαδίδεται ταυτόχρονα με το αρχικό προς την αρνητική κατεύθυνση του άξονα $x'x$. Το κύμα αυτό φτάνει τη χρονική στιγμή $t_0=0$ στο σημείο $x_1=4,5m$. Να προσδιορίσετε τις θέσεις των σημείων μεταξύ 0m και 4,5m που παραμένουν συνεχώς ακίνητα, όταν τα δύο κύματα έχουν διαδοθεί στην περιοχή αυτή (μονάδες 7).

Μονάδες 15

Λύση

Δ1. α) Όπως προκύπτει από το διάγραμμα είναι: $v = v_{\max} \sin(\omega t)$, $t \geq 2s$ με $v_{\max} = 0,2\pi$ m/s, και η περίοδος της ταλάντωσης του σώματος είναι: $\Delta t = T + \frac{T}{2} = \frac{3T}{2} \rightarrow \frac{3T}{2} = (5 - 2)s \rightarrow T = 2s$ οπότε: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi$ rad/s
 Η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης υπολογίζεται από τη σχέση:
 $D = m\omega^2 = 0,2 \cdot \pi^2 = 0,2 \cdot 10 = 2$ N/m

β) Το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος είναι: $A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{0,2\pi \text{ m/s}}{\pi} = 0,2$ m

$$\left. \begin{array}{l} t_1 = 2,5s \rightarrow t_1 = T + \frac{T}{4} \\ t_2 = 3,5s \rightarrow t_2 = 1,5T + \frac{T}{4} \end{array} \right\} \rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = 1,5T + \frac{T}{4} - (T + \frac{T}{4}) = \frac{T}{2} = \frac{2}{2} = 1s$$

Το μήκος της τροχιάς του σώματος για το χρονικό διάστημα $\frac{T}{2} = \frac{2}{2} = 1s$ είναι $\Delta x = 2A = 2 \cdot 0,2 = 0,4$ m.
 Η μέση ταχύτητα που αυτό έχει στο χρονικό διάστημα από 2,5s έως 3,5s υπολογίζεται από τη σχέση: $v_{\mu} = \frac{\Delta x}{t_2 - t_1} = \frac{2A}{\Delta t} = \frac{0,4}{1} = 0,4$ m/s.

Δ2. α) Από την ταχύτητα διάδοσης του κύματος μπορώ να υπολογίσω το μήκος κύματος του λ έχουμε :

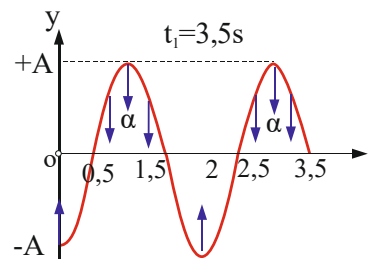
$\lambda = vT = 2$ m. Το κύμα φτάνει στο σημείο Α σε χρόνο ίσο με $t_A = 2s$, άρα η απόσταση του σημείου Α από την αρχή είναι $x_A = vt_A = 2$ m.

Σε χρόνο ίσο με $t_1 = 3,5s$ το κύμα διήνυσε απόσταση ίση με $x = vt_1 = 3,5$ m. Για να βρω τα σημεία με μέγιστη αρνητική επιτάχυνση θα κατασκευάσω το

στιγμιότυπο του κύματος. Από τη σχέση $\frac{x}{\frac{\lambda}{4}} = \frac{3,5}{1/2} = 7$

βρίσκω ότι η απόσταση x είναι ίση με $7 \frac{\lambda}{4}$ και κατασκευάζω το στιγμιότυπο.

Επειδή ισχύει $a = -\omega^2 y$, όπου το $y > 0$ η επιτάχυνση είναι αρνητική, άρα έχουμε αρνητική επιτάχυνση για τα σημεία μεταξύ των $0,5m < x < 1,5m$ και $2,5m < x < 3,5m$.



β) Μετά τη δημιουργία του στάσιμου κύματος έστω r_1 και r_2 οι αποστάσεις των σημείων του ελαστικού μέσου από τις δυο πηγές Π_1 και Π_2 αντίστοιχα. Ισχύουν οι σχέσεις:

$$r_1 + r_2 = d \rightarrow r_1 + r_2 = 4,5 \quad (1)$$

$$r_1 - r_2 = (2N+1)\frac{\lambda}{2} = (2N+1)\frac{2}{2} = 2N+1 \quad (2)$$

Με πρόσθεση κατά μέλη των δυο παραπάνω σχέσεων προκύπτει:

$$2r_1 = 2N + 5,5$$

$$\text{Ισχύει } 0 < r_1 < d \rightarrow 0 < 2r_1 < 2d \rightarrow 0 < 2N + 5,5 < 2d \rightarrow -5,5 < 2N < 9 - 5,5 \rightarrow$$

$$\rightarrow -5,5 < 2N < 3,5 \rightarrow \frac{-5,5}{2} < N < \frac{3,5}{2} \rightarrow -2,75 < N < 1,75$$

Συνεπώς $N = -2, -1, 0, +1$ τέσσερα (4) σημεία) ακυρωτικής συμβολής μεταξύ $x_0 = 0$ και $x_1 = 4,5$ m

$$\text{για } N = -2, \quad 2r_1 = 2(-2) + 5,5 \rightarrow r_1 = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{για } N = -1, \quad 2r_1 = 2(-1) + 5,5 \rightarrow r_1 = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{για } N = 0, \quad 2r_1 = 2(0) + 5,5 \rightarrow r_1 = 2,75 \text{ m}$$

$$\text{για } N = 1, \quad 2r_1 = 2(+1) + 5,5 \rightarrow r_1 = 3,75 \text{ m}$$

τα σημεία ακυρωτικής συμβολής φαίνονται στο παρακάτω σχήμα

