

**ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΠΟΥ ΥΠΗΡΕΤΟΥΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ
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 εξάγονται 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) Η μέγιστη κινητική ενέργεια με μήκος κύματος λ είναι:

$$K_{\max} = hf - \phi = h\frac{c}{\lambda} - \phi \rightarrow -3K_{\max} = -3h\frac{c}{\lambda} + \phi \quad (1)$$

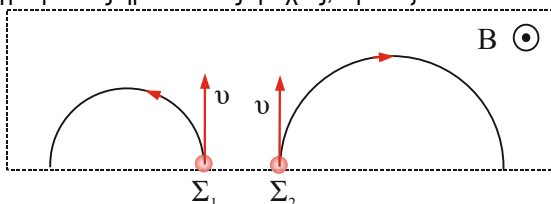
Η μέγιστη κινητική ενέργεια με μήκος κύματος λ' είναι:

$$K'_{\max} = hf' - \phi = h\frac{c}{\lambda'} - \phi \rightarrow K'_{\max} = 3h\frac{c}{\lambda} - \phi \quad (2)$$

με πρόσθεση κατά μέλη των δυο παραπάνω σχέσεων (1) και (2) προκύπτει:

$$K'_{\max} - 3K_{\max} = 2\phi \rightarrow \phi = \frac{K'_{\max} - 3K_{\max}}{2} = \frac{10 - 6}{2} = 2\text{eV}$$

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

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. Λεπτή ομογενής σκάλα μόλις που ισορροπεί στηριζόμενη σε λείο τοίχο και σε οριζόντιο δάπεδο, με το οποίο έχει συντελεστή οριακής στατικής τριβής μ . Εάν η γωνία μεταξύ σκάλας και δαπέδου είναι $\varphi = 45^\circ$, ο συντελεστής οριακής στατικής τριβής είναι:

i. $\mu = 1/2$ ii. $\mu = 3/4$ iii. $\mu = 1$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 7

Λύση

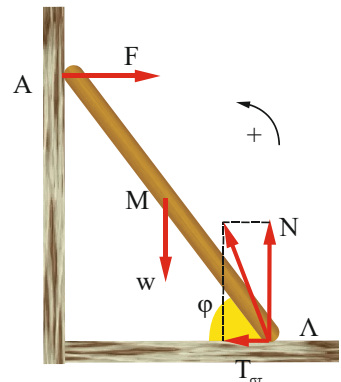
α) Σωστή είναι η πρόταση i)

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F = T_{\sigma\tau} \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N = w \quad (2)$$

$$\Sigma \tau_\Gamma = 0 \rightarrow -F \cdot L \eta \mu 45^\circ + w \frac{L}{2} \sigma \nu \nu 45^\circ = 0 \rightarrow F = \frac{w}{2} \rightarrow T_{\sigma\tau} = \frac{N}{2}$$

$$\text{Ισχύει } T_{\sigma\tau} \leq T_{\sigma\tau}(\mu_{\text{αχ}}) \rightarrow \frac{N}{2} \leq \mu N \rightarrow \frac{1}{2} \leq \mu \rightarrow \mu_{\text{ορ}} = \frac{1}{2}$$



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 μηδενικής εσωτερικής αντίστασης.

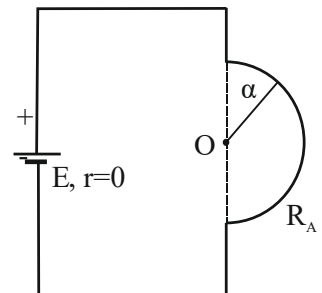
α) Να σχεδιάσετε την ένταση B_1 του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του Ο (μονάδες 2) και να υπολογίσετε το μέτρο της (μονάδες 4).

β) Να υπολογίσετε το ποσό της θερμότητας που εκλύεται συνολικά στο κύκλωμα σε χρονικό διάστημα 100 s (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:

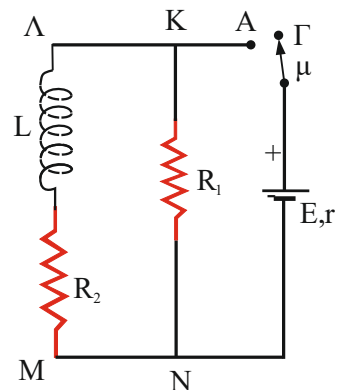
- οι αντιστάσεις $R_1 = R_2 = 4 \Omega$ και
- ο συντελεστής αυτεπαγωγής του ιδανικού πηνίου $L = 0,2 \text{ H}$.



Αρχικά ο μεταγωγός βρίσκεται στη θέση Γ. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ μετακινούμε τον μεταγωγό στη θέση Α.

Μετά την αποκατάσταση των εντάσεων των ρευμάτων στο κύκλωμα ΚΛΜΝ, να υπολογίσετε:

- α) το μέτρο της έντασης B_2 του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το πηνίο στο κέντρο του, αν γνωρίζετε ότι το πηνίο $\frac{N}{l} = 400$ σπείρες/m, όπου N ο αριθμός των σπειρών του πηνίου και l το μήκος του (μονάδες 7).
 β) την ενέργεια που αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου (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

$$I = \frac{E}{R_A} = \frac{24}{4} = 6A$$

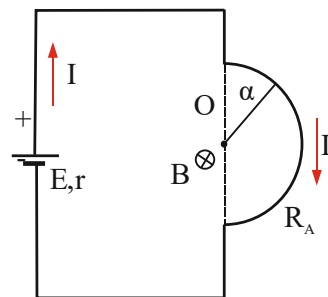
Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του Ο δίνεται από το νόμο των Biot και Savart

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

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

$$= 3\pi \cdot 10^{-5} T, \quad \vec{B} \otimes$$

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



β) Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται συνολικά στο κύκλωμα σε χρονικό διάστημα 100 s είναι:

$$Q = I^2 R_A \cdot t = 6^2 \cdot 4 \cdot 100 = 14.400 J = 14,4 KJ$$

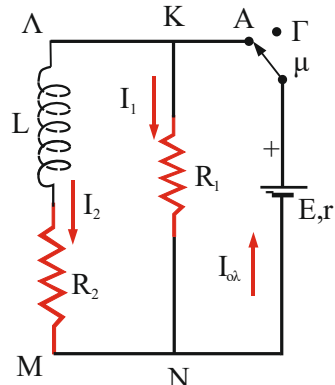
Γ2α) Με την αποκατάσταση των ρευμάτων δεν έχουμε αυτεπαγωγή στο πηνίο. Το μέτρο της έντασης B_2 του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το πηνίο στο κέντρο του είναι: $B = K_\mu 4\pi \frac{N}{l} I = \mu_0 \frac{N}{l} I$

όπου $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$ όπου N το πλήθος των σπειρών, l το μήκος του σωληνοειδούς και I το ρεύμα που το διαρρέει.

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

$$I_{ολ} = \frac{E}{R_{εξωτ} + r} = \frac{24}{2 + 0} = 12A$$

$$V_{πολ} = E - I_{ολ}r = 24 - 12 \cdot 0 = 24V$$



$$I_2 = \frac{V_{\text{πολ}}}{R_2} = \frac{24}{4} = 6\text{A}$$

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 400 \cdot 6 = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{T}$$

β) Η ενέργεια που αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου, μετά την αποκατάσταση των εντάσεων των ρευμάτων στο κύκλωμα δίνεται από τη σχέση: $U = \frac{1}{2} L I_2^2 = \frac{1}{2} 0,2 \cdot 36 = 3,6 \text{J}$

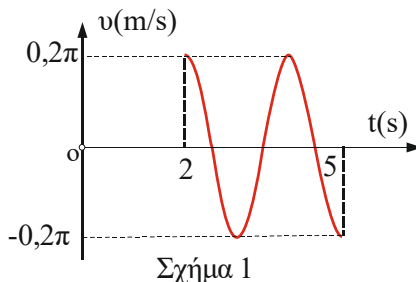
ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Σώμα μάζας 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 την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας του τη χρονική στιγμή 3 s (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 να γράψετε την εξίσωση του κύματος (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 $x_1=4,5\text{m}$. Να δείξετε ότι το σημείο στη θέση 2,75 m θα παραμείνει συνεχώς ακίνητο, όταν τα δύο κύματα συμβάλλουν στην περιοχή μεταξύ 0 m και 4,5 m (μονάδες 7).

Μονάδες 15

Λύση

Δ1. α) Όπως προκύπτει από το διάγραμμα είναι: $u = u_{\text{max}} \cdot \sin(\omega t)$, $t \geq 2\text{s}$ και $u_{\text{max}} = 0,2\pi \text{ m/s}$, και η περίοδος της ταλάντωσης του σώματος είναι: $\Delta t = T + \frac{T}{2} = \frac{3T}{2} \rightarrow \frac{3T}{2} = (5 - 2)\text{s} \rightarrow T = 2\text{s}$

$$\text{οπότε: } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad/s}$$

Η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D = m\omega^2 = 0,2 \cdot \pi^2 = 0,2 \cdot 10 = 2\text{N/m}$$

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

Η απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας

του τη χρονική στιγμή 3 s θα βρεθεί από την αρχή διατήρησης της ενέργειας ταλάντωσης

Για $t=3\text{s}$ η ταχύτητα του σώματος είναι $u = -0,2\pi \text{ m/s}$ (βλέπε σχήμα 1)

$$E = K + U \rightarrow \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} D y^2 + \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow y^2 = A^2 - \frac{v^2}{\omega^2} \rightarrow y = \sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{0,2^2 - 0,2^2 \pi^2 / \pi^2} = 0$$

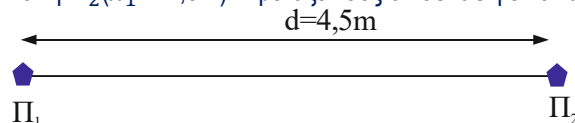
Δ2. α) $v_\delta = 1 \text{ m/s}$, $v_\delta \rightarrow \kappa' \quad y(x=0) \rightarrow y_0 = A \eta \mu(\omega t)$ ($v_\delta = \text{ταχύτητα διάδοσης του κύματος}$)
 $\omega = \pi \text{ rad/s} = 2\pi f \rightarrow f = 0,5 \text{ Hz}$

το μήκος κύματος επομένως είναι: $\rightarrow \lambda = \frac{v_\delta}{f} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m}$, $v_A - t$ για $t \geq 0$

Η εξίσωση του κύματος είναι: $y = 0,2 \eta \mu\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = 0,2 \eta \mu\left(\frac{t}{2} - \frac{x}{2}\right) = (\text{SI})$

β) Οι δυο πηγές των κυμάτων που συμβάλουν είναι η $\Pi_1 (x_0 = 0)$

και η $\Pi_2 (x_1 = +4,5 \text{ m})$ Η μεταξύ τους απόσταση είναι $d = 4,5 \text{ m}$



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 $x_1 = 4,5 \text{ m}$

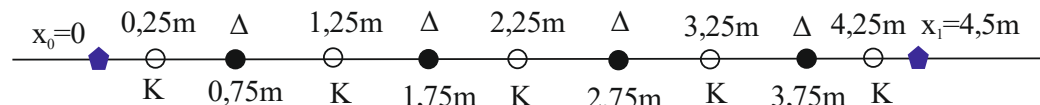
$$\text{για } N = -2, \quad 2r_1 = 2(-2) + 5,5 \rightarrow r_1 = 0,75 \text{ m}$$

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

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

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

τα σημεία ακυρωτικής συμβολής φαίνονται στο παρακάτω σχήμα



Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το σημείο στη θέση $2,75 \text{ m}$ θα παραμείνει συνεχώς ακίνητο, όταν τα δύο κύματα συμβάλλουν στην περιοχή μεταξύ 0 m και $4,5 \text{ m}$