

ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΥΜΑΤΩΝ

1. Δυο σύμφωνες πηγές δημιουργούν στην επιφάνεια νερού αρμονικά κύματα πλάτους $A=1\text{ cm}$ και ίδιας συχνότητας. Να βρείτε το πλάτος ταλάντωσης ενός σημείου της επιφάνειας του νερού, του οποίου η διαφορά των αποστάσεων του από τις πηγές είναι $\lambda/4$, όταν τα κύματα συμβάλουν σε αυτό

2. Δυο σύμφωνες πηγές παράγουν αρμονικά ηχητικά κύματα ίδιου πλάτους και ίδιας συχνότητας στον αέρα. Σ'ένα σημείο που απέχει $d_1=2\text{ m}$ από την μια πηγή και $d_2=2,5\text{ m}$ από την άλλη πηγή ο ήχος δεν ακούγεται. Να βρείτε τη συχνότητα των πηγών. Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι $u=344\text{ m/s}$.

3. Δυο αρμονικά κύματα ίδιας συχνότητας, ίδιου πλάτους και ίδιου μήκους κύματος διαδίδονται σε μια χορδή προς την ίδια κατεύθυνση. Η διαφορά φάσης μεταξύ των δυο κυμάτων σε μια θέση την ίδια χρονική στιγμή είναι $\pi/3\text{ rad}$. Αν στη θέση αυτή το κύμα που προκύπτει από τη συμβολή έχει πλάτος $A'=2\sqrt{3}\text{ cm}$, να βρείτε τα πλάτη των δυο επιμέρους κυμάτων.

4. Δυο αρμονικά κύματα ίδιας συχνότητας, ίδιου μήκους κύματος και ίδιου πλάτους $A=5\text{ cm}$ διαδίδονται σε τεντωμένη χορδή προς την ίδια κατεύθυνση. Αν σε μια θέση την ίδια χρονική στιγμή η διαφορά φάσης των δυο κυμάτων είναι $\Delta\phi=\pi/2\text{ rad}$, να βρείτε στη θέση αυτή το πλάτος του κύματος που προκύπτει από τη συμβολή των δυο κυμάτων.

5. Δυο εγκάρσια αρμονικά κύματα με πλάτος $A=5\text{ cm}$, συχνότητα $f=10\text{ Hz}$ και μήκος κύματος $\lambda=10\text{ cm}$, παράγονται από δυο πηγές Π1 και Π2 που βρίσκονται σε φάση (σύγχρονες) και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d=20\text{ cm}$.

α. Να γράψετε την εξίσωση της ταλάντωσης ενός σημείου, που απέχει από τις πηγές αποστάσεις d_1 και d_2 αντίστοιχα, μετά την συμβολή των κυμάτων σε αυτό. Ποιο είναι το πλάτος ταλάντωσης αυτού του σημείου και ποια η φάση του;

β. Πόσα σημεία του ευθύγραμμου τμήματος Π₁Π₂ μένουν συνεχώς ακίνητα και πόσα ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος;

γ. Να βρείτε την απομάκρυνση που θα έχει από τη θέση ισορροπίας του τη χρονική στιγμή $t=\frac{37}{60}\text{ s}$, ένα σημείο που απέχει από την Π1 απόσταση $d_1=8,75\text{ cm}$ και βρίσκεται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα Π1Π2.

6. Δυο σύγχρονες πηγές Π1 και Π2 αρχίζουν τη χρονική στιγμή $t=0$ να εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση και δημιουργούν στην επιφάνεια ενός υγρού κύματα, με πλάτος $A=5\text{ mm}$ και περίοδο $T=0,4\text{ s}$. Ένα μικρό κομμάτι φελλού βρίσκεται σε κάποιο σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού, το οποίο απέχει αποστάσεις $r_1=6\text{ m}$ και $r_2=10\text{ m}$ από τις πηγές Π1 και Π2, αντίστοιχα. Το κύμα που προέρχεται από την πηγή Π1 φτάνει στο σημείο Σ τη χρονική στιγμή $t_1=3\text{ s}$.

Να υπολογίσετε:

α. Το μήκος κύματος των δυο κυμάτων

β. Την απομάκρυνση του φελλού από τη θέση ισορροπίας του τη χρονική στιγμή $t_1=3,5\text{ s}$.

Όταν έχει ήδη αρχίσει η συμβολή των δυο κυμάτων στο σημείο Σ:

γ. Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης του φελλού

δ. Να προσδιορίσετε τη χρονική στιγμή που ο φελλός διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του για δεύτερη φορά

$$[\lambda=0,8\text{ m} \text{ , , , } y=5\text{ mm} \text{ , , , } \{ A'=10\text{ mm} \text{ , , , } t=5,4\text{ s} \}$$

7. Σε δυο σημεία Π1 και Π2 της ήρεμης επιφάνειας υγρού δημιουργούνται δυο αρμονικές διαταραχές της μορφής $\psi = 2 \eta \mu \pi t$ (με y σε cm και t σε s). Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι $u = 1 \text{ m/s}$ και ένα κομμάτι φελλού μάζας $m = 10^{-3} \text{ kg}$ απέχει από τα σημεία Π1 και Π2 αποστάσεις $d_1 = 40 \text{ cm}$ και $d_2 = 35 \text{ cm}$ αντίστοιχα.

- Να γράψετε την εξίσωση της ταλάντωσης του φελλού μετά τη συμβολή των κυμάτων.
- Να βρείτε τη μέγιστη επιτάχυνση του φελλού
- Να βρείτε τη μέγιστη κινητική ενέργεια του φελλού.

8. Δυο σύγχρονες πηγές O_1 και O_2 δημιουργούν στην επιφάνεια ενός υγρού εγκάρσια κύματα, τα οποία διαδίδονται με ταχύτητα $u = 5 \text{ m/s}$. Οι δυο πηγές των κυμάτων τη χρονική στιγμή $t = 0$ αρχίζουν να εκτελούν κατακόρυφη ταλάντωση με εξίσωση:

$$y = 0,5 \eta \mu 50 \pi t \quad (\text{το } t \text{ σε s και το } y \text{ σε cm})$$

- Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των δυο κυμάτων
- Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης σε ένα σημείο Β της επιφάνειας του υγρού, του οποίου οι αποστάσεις από τις δυο πηγές των κυμάτων είναι $O_1 B = 0,3 \text{ m}$ και $O_2 B = 0,7 \text{ m}$, αντίστοιχα.
- Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης σε ένα άλλο σημείο Γ της επιφάνειας του υγρού, του οποίου οι αποστάσεις από τις δυο πηγές των κυμάτων είναι $O_1 \Gamma = 0,8 \text{ m}$ και $O_2 \Gamma = 0,5 \text{ m}$, αντίστοιχα.
- Πόσες γραμμές ενισχυτικής συμβολής υπάρχουν στην επιφάνεια του υγρού, μεταξύ των σημείων Β και Γ;

$$[\lambda = 0,2 \text{ m},, \{ A' = 1 \text{ cm},, A = 0,, \kappa = 3 \}]$$

9. Δυο πηγές Π1 και Π2 που έχουν ίδια φάση εκτελούν ταλαντώσεις με συχνότητα $f = 1 \text{ Hz}$ και πλάτος $A = 1 \text{ cm}$. Αν η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι $u = 40 \text{ cm/s}$ και ένας μικρός φελλός απέχει από τις πηγές αντίστοιχα $d_1 = 120 \text{ cm}$ και $d_2 = 40 \text{ cm}$, να βρείτε:

- Την απομάκρυνση y_1 του φελλού από τη θέση ισορροπίας του τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{41}{12} \text{ s}$.
- Τη χρονική στιγμή t_2 που ο φελλός βρίσκεται για πρώτη φορά σε θέση με απομάκρυνση $y_2 = 2 \text{ cm}$ από τη θέση ισορροπίας του
- Την ταχύτητα και την επιτάχυνση του φελλού τη χρονική στιγμή t_1 .
- Την κινητική ενέργεια του φελλού την ίδια χρονική στιγμή. Δίνεται η μάζα του φελλού $m = 10^{-3} \text{ kg}$.

10. Δυο πηγές Π1 και Π2 εκπέμπουν με την ίδια φάση στο ίδιο ελαστικό μέσο αρμονικά κύματα με συχνότητα $f = 1 \text{ Hz}$, ταχύτητα διάδοσης $u = 2 \text{ m/s}$ και πλάτος ταλάντωσης $A = 2 \text{ cm}$. Φελλός μάζας $m = 10^{-3} \text{ kg}$ βρίσκεται σ'ένα σημείο που απέχει από τις πηγές αποστάσεις $d_1 = 20 \text{ m}$ και $d_2 = 11,5 \text{ m}$ αντίστοιχα. Να βρείτε

- Τη χρονική στιγμή t_1 που αρχίζει να ταλαντώνεται ο φελλός
- Τη χρονική στιγμή t_2 που ο φελλός εκτελεί ταλάντωση εξαιτίας της συμβολής των κυμάτων και την απομάκρυνση του από τη θέση ισορροπίας εκείνη τη στιγμή
- Το πλάτος της ταλάντωσης του φελλού και την εξίσωση της ταχύτητας του με τον χρόνο για $t > t_2$

$$(t_1 = 5,75 \text{ sec}, t_2 = 10 \text{ sec}, A = 2\sqrt{2} \text{ cm})$$

11. Πάνω στην επιφάνεια υγρού που ηρεμεί, τη χρονική στιγμή $t_0=0$, αρχίζουν ταυτόχρονα να ταλαντώνονται κατακόρυφα, χωρίς αρχική φάση, δυο σημεία Π1 και Π2, τα οποία απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d=2,5\text{ m}$, με πλάτος $A=10\text{ cm}$ και συχνότητα $f=10\text{ Hz}$. Τα παραγόμενα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα $u=20\text{ m/s}$. Να βρείτε:

- την απομάκρυνση ενός σημείου Λ, που απέχει από τα σημεία Π1 και Π2 απόσταση $r_1=8\text{ m}$ και $r_2=6\text{ m}$ αντίστοιχα, κατά τη στιγμή $t_1=2,125\text{ s}$
- την ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου Λ σε συνάρτηση με το χρόνο
- πόσα σημεία του ευθύγραμμου τμήματος Π1Π2 ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος
- την ενέργεια ταλάντωσης ενός φελλού μάζας $m=20\text{ g}$ που βρίσκεται στο σημείο Λ τη χρονική στιγμή $t_2=0,325\text{ s}$.

$$(0,2\text{ m},, V=-4\pi\sin 2\pi(10t-3,5),, 3,, 0,4\text{ j})$$

12. Δυο σύμφωνες σημειακές πηγές Π1 και Π2 δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού αρμονικά κύματα με πλάτος $A=3\text{ mm}$, με περίοδο $T=0,4\text{ s}$ και ταχύτητα $u=5\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ένα μικρό κομμάτι φελλού βρίσκεται σε κάποιο σημείο της επιφάνειας σε απόσταση $x_1=6\text{ m}$ και $x_2=5,5\text{ m}$ από τις πηγές Π1 και Π2 αντίστοιχα.

- Να αποδείξετε ότι ο φελλός θα κάνει απλή αρμονική ταλάντωση και να βρείτε την περίοδο και το πλάτος της ταλάντωσης.
- Ποια είναι η μέγιστη ταχύτητα του φελλού και ποια η επιτάχυνση του όταν βρίσκεται σε απόσταση $y=+3\text{ mm}$ από τη θέση ισορροπίας του;

$$(15\pi\sqrt{2}\frac{\text{mm}}{\text{s}},, -75\pi^2\frac{\text{mm}}{\text{s}^2})$$

13. Σε δυο σημεία Κ και Λ της ήρεμης επιφάνειας υγρού δημιουργούνται τη χρονική στιγμή $t=0$ ταυτόχρονα δυο πηγές αρμονικών κυμάτων πλάτους $A=3\text{ cm}$ και συχνότητας $f=10\text{ Hz}$. Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι $u=1\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Αν σε ένα σημείο Μ της επιφάνειας του υγρού, που απέχει από τις πηγές αποστάσεις $d_1=80\text{ cm}$ και $d_2=57,5\text{ cm}$ αντίστοιχα υπάρχει ένας μικρός φελλός, να βρείτε:

- Πότε αρχίζει να κινείται ο φελλός
- Την εξίσωση που μας δίνει την απομάκρυνση του φελλού από τη θέση ισορροπίας του όταν τα κύματα από τις πηγές συμβάλλουν
- Την απομάκρυνση του φελλού από την θέση ισορροπίας του τις χρονικές στιγμές $t_1=0,5\text{ sec}$, $t_2=0,7\text{ sec}$ και $t_3=1\text{ sec}$.

$$(0,575\text{ s},, y=3\sqrt{2}\eta\mu 2\pi(10t-6,875),, 0\text{ cm},, 3\text{ cm},, 3\text{ cm})$$

14. Δυο πηγές Π1 και Π2 εκπέμπουν με την ίδια φάση στο ίδιο ελαστικό μέσο αρμονικά κύματα με συχνότητα $f=1\text{ Hz}$, ταχύτητα διάδοσης $u=2\frac{\text{m}}{\text{s}}$ και πλάτος ταλάντωσης $A=2\text{ cm}$. φελλός μάζας $m=10^{-3}\text{ kg}$ βρίσκεται σε ένα σημείο που απέχει από τις πηγές αποστάσεις $d_1=20\text{ m}$ και $d_2=11,5\text{ m}$ αντίστοιχα. Να βρείτε:

- Τη χρονική στιγμή t_1 που αρχίζει να ταλαντώνεται ο φελλός
- Τη χρονική στιγμή t_2 που ο φελλός ταλαντώνεται λόγω της συμβολής των κυμάτων και την απομάκρυνση του από τη θέση ισορροπίας εκείνη τη στιγμή

γ. Το πλάτος της ταλάντωσης του φελλού και την εξίσωση της ταχύτητας του με τον χρόνο για $t > t_2$,

$$(5,75 \text{ sec},, 10 \text{ sec},, 2 \text{ cm},, 2\sqrt{2} \text{ cm},, u = 4\pi\sqrt{2} \text{ συν } 2\pi(t - \frac{31,5}{4}))$$

15. Δυο εγκάρσια αρμονικά κύματα με πλάτος $A = 5 \text{ cm}$, συχνότητα $f = 10 \text{ Hz}$ και μήκος κύματος $\lambda = 10 \text{ cm}$, παράγονται από δυο πηγές Π1 και Π2 που βρίσκονται σε φάση (σύγχρονες) και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 20 \text{ cm}$.

α. Να γράψετε την εξίσωση της ταλάντωσης ενός σημείου, που απέχει από τις πηγές αποστάσεις d_1 και d_2 αντίστοιχα, μετά την συμβολή των κυμάτων σε αυτό. Ποιο είναι το πλάτος ταλάντωσης αυτού του σημείου και ποια η φάση του;

β. Πόσα σημεία του ευθύγραμμου τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ μένουν συνεχώς ακίνητα και πόσα ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος;

γ. Να βρείτε την απομάκρυνση που θα έχει από τη θέση ισορροπίας του τη χρονική στιγμή $t = \frac{37}{60} \text{ s}$, ένα σημείο που απέχει από την Π1 απόσταση $d_1 = 8,75 \text{ cm}$ και βρίσκεται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα $\Pi_1\Pi_2$.

$$(N = 4,, N = 3,, \frac{5}{2}\sqrt{6} \text{ cm})$$