

A.2. Τα μεγάλα τεχνικά έργα (κρεμαστές γέφυρες, ουρανοξύστες κλπ) κατασκευάζονται έτσι ώστε :

- (α) να μην εκτελούν εξαναγκασμένη ταλάντωση όταν γίνεται σεισμός.
- (β) να αποφεύγεται το φαινόμενο του συντονισμού όταν γίνεται σεισμός.
- (γ) να απορροφούν από τον διεγέρτη (σεισμική δόνηση) μέγιστο ποσό ενέργειας.
- (δ) να έχουν σταθερά απόσβεσης μηδέν.

A.3. Υλικό σημείο μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η απομάκρυνση του υλικού σημείου από την Θέση ισορροπίας δίνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο από την εξίσωση :

$$x = A\eta\mu(\omega t) + A\sigma\upsilon\nu(\omega t)$$

Το έργο της δύναμης επαναφοράς που δέχεται το υλικό σημείο στο χρονικό διάστημα $[0, \frac{T}{8}]$, όπου T η περίοδο της ταλάντωσης, είναι :

- (α) $-\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$
- (β) $m\omega^2 A^2$
- (γ) $-\frac{3}{2}m\omega^2 A^2$
- (δ) μηδέν.

A.4. Αρμονικό κύμα, μήκους κύματος λ και πλάτους $A = \frac{\lambda}{4}$, διαδίδεται κατά μήκος του άξονα $x'Ox$, προς την θετική φορά του άξονα. Το υλικό σημείο $O(x = 0)$ εκτελεί ταλάντωση με εξίσωση $y = A\eta\mu(\omega t)$. Η μέγιστη απόσταση δύο υλικών σημείων του μέσου που ταλαντώνονται με διαφορά φάσης π είναι :

- (α) $d_{max} = \frac{\lambda\sqrt{2}}{2}$
- (β) $d_{max} = \frac{\lambda}{2}$
- (γ) $d_{max} = \lambda$

A.5. Να γράψετε στο τετράδιο σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.

[5 × 1 = 5 μονάδες]

- (α) Σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με την επίδραση δύναμης απόσβεσης της μορφής $F' = -bv$. Ο ρυθμός μείωσης του πλάτους είναι ανεξάρτητος της σταθεράς b .
- (β) Η περίοδος ενός διακροτήματος είναι ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς μηδενισμούς της απομάκρυνσης από την Θέση ισορροπίας, για ένα σώμα που εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας και σε ίδια διεύθυνση με παραπλήσιες συχνότητες.
- (γ) Ο ήχος είναι ένα διαμήκες κύμα.
- (δ) Το φαινόμενο *Doppler* είναι αποτέλεσμα της σχετικής κίνησης ανάμεσα σε μια σημειακή πηγή ηχητικών κυμάτων και έναν παρατηρητή.
- (ε) Σε ένα στάσιμο κύμα όλα τα σημεία του μέσου ταλαντώνονται με το ίδιο πλάτος.

Θέμα Β

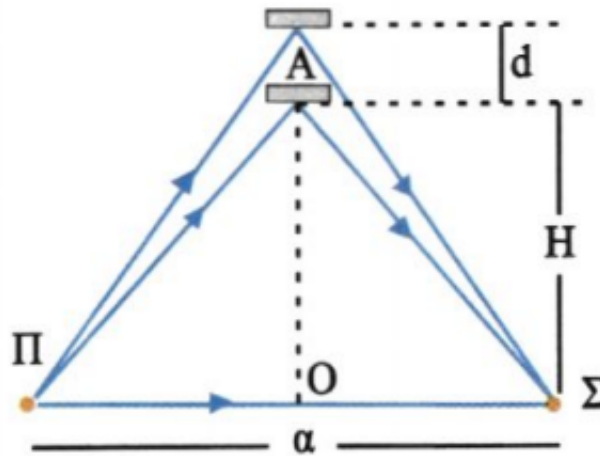
Β.1. Σώμα μάζας m είναι δεμένο στο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k που έχει το άλλο άκρο του στερεωμένο στην οροφή του σχολικού εργαστηρίου. Με κατάλληλο μηχανισμό στο σώμα ασκείται συνεχώς περιοδική δύναμη με εξίσωση $F_\delta = F_0 \sin\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}t\right)$ η οποία το εξαναγκάζει να εκτελεί ταλάντωση σταθερού πλάτους A .

Αν U_{max} , K_{max} η μέγιστες τιμές της Δυναμικής και της Κινητικής ενέργειας ταλάντωσης του σώματος τότε :

$$\alpha. U_{max} = K_{max} \qquad \beta. U_{max} = \frac{K_{max}}{2} \qquad \gamma. U_{max} = 2K_{max}$$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+6= 8 μονάδες]**

B.2. Σε κάποιο σημείο στην επιφάνεια ενός υγρού δημιουργούμε κύματα με την σημειακή πηγή Π. Στο σημείο Σ της επιφάνειας, σε απόσταση a από την πηγή, τα κύματα μπορούν να φτάσουν απευθείας ή να ανακλαστούν στον ανακλαστήρα Α που βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού και πάνω στην μεσοκάθετο του τμήματος ΠΣ.



Αν μετακινήσουμε τον ανακλαστήρα παρατηρούμε πως όταν απέχει απόσταση H από το O , το σημείο Σ παραμένει συνέχεια ακίνητο, ενώ για πρώτη φορά, κάνει ταλάντωση με μέγιστο πλάτος, όταν ο ανακλαστήρας μετακινείται κατά d . Το μήκος κύματος ισούται με:

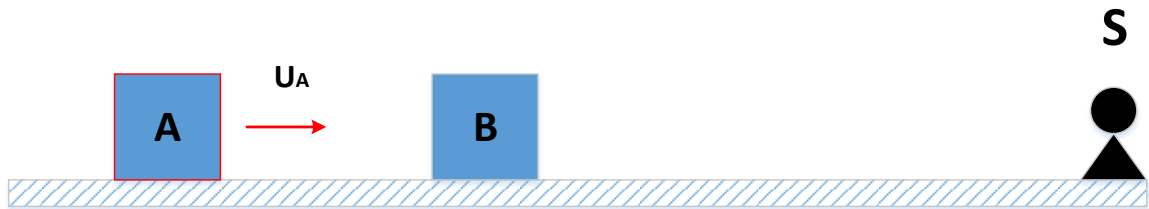
(α) $\sqrt{4(H+d)^2 + a^2} - \sqrt{4H^2 + a^2}$

(β) $2\sqrt{4(H+d)^2 + a^2} - 2\sqrt{4H^2 + a^2}$

(γ) $2\sqrt{H^2 + d^2 + a^2} - 2\sqrt{H^2 + a^2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [2+6 = 8 μονάδες]

B.3. Δύο σώματα Α και Β με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, φέρουν ανιχνευτές ηχητικών κυμάτων και βρίσκονται μπροστά από ηχητική πηγή S , που εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s . Τα σώματα βρίσκονται πάνω σε λείο επίπεδο και το Α συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το Β. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η θέση των σωμάτων πριν την κρούση.



Ο ανιχνευτής του σώματος A πριν την κρούση καταγράφει συχνότητα $f_A = \frac{11f_s}{10}$ και ο ανιχνευτής του σώματος B μετά την κρούση καταγράφει συχνότητα $f'_B = \frac{21f_s}{20}$. Ο λόγος των μαζών των δύο σωμάτων θα είναι:

$$\text{(α)} \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$$

$$\text{(β)} \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

$$\text{(γ)} \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{5}$$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+7=9 μονάδες]**

Θέμα Γ

Δύο πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 βρίσκονται στα σημεία Κ και Λ της επιφάνειας υγρού και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 10m$. Οι πηγές ταλαντώνται κατακόρυφα με εξίσωση της μορφής $y = 10\eta\mu(\omega t)$ με y σε cm , εκτελώντας 2 ταλαντώσεις το δευτερόλεπτο, δημιουργώντας εγκάρσια επιφανειακά κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα $v_\delta = 4m/s$

Σε ένα σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού που απέχει από τις δύο πηγές αποστάσεις $r_1 = 12m$ και $r_2 = 8m$, επιπλέει μια σημαδούρα μάζας m .

Γ.1 Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που ξεκινά να ταλαντώνεται η σημαδούρα και την χρονική στιγμή που αποκτά για πρώτη φορά την μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης.

Γ.2 Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος από την Π_1 την χρονική στιγμή $t = 1,25s$. Θεωρήστε ότι τα δύο κύματα δεν συμβάλλουν σε κανένα σημείο της επιφάνειας μέχρι την στιγμή αυτή.

- Γ.3** Να βρείτε το πλήθος των σημείων του ευθυγράμμου τμήματος ΚΛ που παραμένουν ακίνητα μετά την συμβολή των δύο κυμάτων.
- Γ.4** Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση του πλάτους ταλάντωσης της σημαδούρας από την θέση ισορροπίας, σε συνάρτηση με τον χρόνο, από την $t_0 = 0$ μέχρι τη στιγμή $t = 3,5s$
- Γ.5** Έστω ότι την χρονική στιγμή $t_1 = 1,5sec$ η Π_2 ακινητοποιείται ακαριαία στη θέση ισορροπίας της. Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της απομάκρυνσης της σημαδούρας από την θέση ισορροπίας της, σε συνάρτηση με τον χρόνο, από την $t_0 = 0$ μέχρι την $t = 4,5s$.
- Γ.6** Τοποθετώ την σημαδούρα σε ένα σημείο της μεσοκαθέτου του τμήματος ΚΛ και αλλάζω τις ρυθμίσεις λειτουργίας της Π_2 . Να γράψετε την εξίσωση ταλάντωσης της Π_2 , ώστε η σημαδούρα να παραμένει ακίνητη μετά την συμβολή των δύο κυμάτων. **Θέμα Bonus + 5 μονάδες**

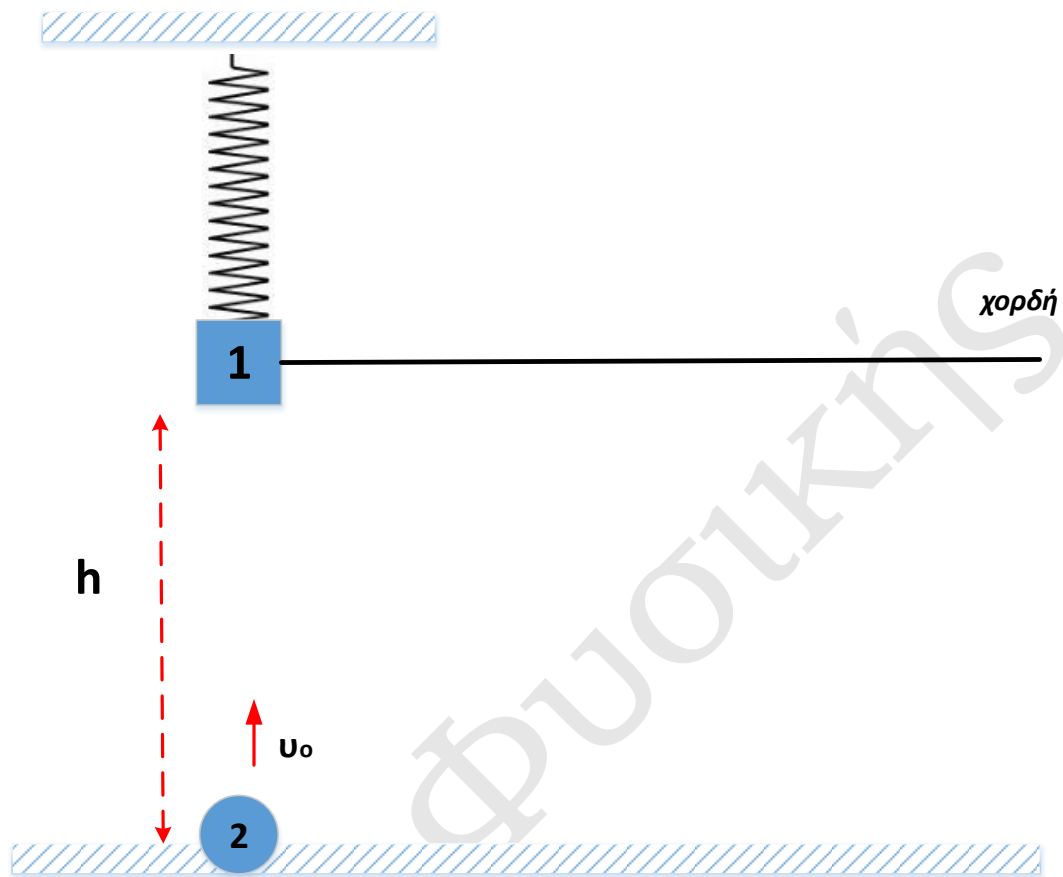
[4+5+5+5+6 μονάδες]

Θέμα Δ

Σε ύψος h από το έδαφος ισορροπεί σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1kg$ δεμένο στο κάτω άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$ το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στην οροφή ερευνητικού εργαστηρίου. Ένα δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας m_2 εκτοξεύεται με ταχύτητα $v_0 = 5m/s$ από το έδαφος και συγκρούεται ελαστικά και κεντρικά με το Σ_1 την χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Αμέσως μετά την κρούση το Σ_2 ακινητοποιείται στιγμιαία και το Σ_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου κατά την διάρκεια της ταλάντωσης είναι ίση με $8J$.

Στο σώμα Σ_1 είναι προσαρμοσμένη αβαρής σημειακή πηγή ηχητικών κυμάτων συχνότητας $f_S = 680Hz$, ενώ στο Σ_2 είναι προσαρμοσμένος αβαρής ανιχνευτής ηχητικών κυμάτων.

- Δ.1** Να υπολογιστεί η συχνότητα που καταγράφει ο ανιχνευτής του Σ_2 την στιγμή της εκτόξευσης.
- Δ.2** Να υπολογιστεί η αρχική απόσταση h των σωμάτων.



Δ.3 Να υπολογιστεί η χρονική στιγμή κατά την οποία το Σ_1 διέρχεται για πρώτη φορά από την θέση που το ελατήριο είναι συσπειρωμένο κατά $0,05m$.

Δ.4 Να βρεθεί η συχνότητα που καταγράφει ο ανιχνευτής σε συνάρτηση με τον χρόνο στο χρονικό διάστημα $0 < t \leq 0,4s$.

Πάνω στο Σ_1 είναι στερεωμένο το αριστερό άκρο ελαστικής χορδής μεγάλου μήκους πάνω στην οποία μπορεί να διαδοθεί εγκάρσιο κύμα με ταχύτητα διάδοσης $v_\delta = \frac{10}{\pi} m/s$.

Δ.5 Να γραφτεί η εξίσωση του αρμονικού κύματος που διαδίδεται στην χορδή, θεωρώντας ως αρχή μέτρησης των αποστάσεων ($x = 0$) το αριστερό άκρο της χορδής.

Δ.6 Να σχεδιάσετε την μορφή της χορδής την χρονική στιγμή που το Σ_1 διέρχεται για τρίτη φορά από θέση στην οποία το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας είναι μέγιστο.

Να θεωρήσετε ότι η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα, η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/s}^2$ και η ταχύτητα του ήχου στον αέρα $v_{\eta\chi} = 340\text{m/s}$

[4+4+5+4+4+4 μονάδες]

Οδηγίες

- Η διάρκεια της εξέτασης είναι αυστηρά 3 ώρες!
- Γράφουμε όλες τις απαντήσεις στην κόλλα αναφοράς.
- Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη λύση είναι σωστή.
- Ελέγχουμε τα αποτελέσματα μας.
- Το άγχος δεν βοήθησε ποτέ κανένα!



Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου, Φυσικός

Καλή Επιτυχία