

## Διαγώνισμα Φυσικής Γ' Λυκείου

### Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Κύματα

~ Διάρκεια: 3 ώρες ~

#### Θέμα Α'

Στις ερωτήσεις 1-4 να επιλέξετε τη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

- 1) Ταλαντωτής εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με τη συχνότητα  $f$  του διεγέρτη να είναι λίγο μεγαλύτερη από την ιδιοσυχνότητα  $f_0$  του ταλαντωτή. Αν ελαττώσουμε την περίοδο του διεγέρτη, το πλάτος της ταλάντωσης του ταλαντωτή
  - α) παραμένει σταθερό
  - β) αυξάνεται αρχικά και μετά ελαττώνεται
  - γ) ελαττώνεται αρχικά και μετά αυξάνεται
  - δ) ελαττώνεται.
- 2) Μεταξύ δύο σημείων Α και Β στάσιμου κύματος που έχει δημιουργηθεί σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο παρεμβάλλονται συνολικά δύο δεσμοί. Τα σημεία Α και Β έχουν μεταξύ τους διαφορά φάσης ίση με
  - α) 0
  - β)  $\pi$
  - γ)  $\frac{\pi}{4}$
  - δ)  $\frac{\pi}{2}$
- 3) Δύο μικρά σώματα με μάζες  $m$  και  $4m$ , που κινούνται στην ίδια ευθεία με αντίθετες κατευθύνσεις και ταχύτητες  $v_1$  και  $v_2$  αντίστοιχα, συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά. Αν η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα και το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται, τότε τα δύο σώματα πριν την κρούση είχαν
  - α) αντίθετες ταχύτητες
  - β) ίσες ορμές
  - γ) αντίθετες ορμές
  - δ) ίσες κινητικές ενέργειες.

- 4) Σε μια φθίνουσα ταλάντωση στην οποία το πλάτος μειώνεται εκθετικά με το χρόνο
- Η περίοδος δε διατηρείται σταθερή για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης  $b$
  - Όταν η σταθερά απόσβεσης  $b$  μεγαλώνει, το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται πιο γρήγορα
  - Η κίνηση μένει περιοδική για οποιαδήποτε τιμή της σταθεράς απόσβεσης
  - Η σταθερά απόσβεσης  $b$  εξαρτάται μόνο από το σχήμα και τον όγκο του σώματος που ταλαντώνεται.
- 5) Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις με Σωστό ή Λάθος.
- Το φαινόμενο Doppler αξιοποιείται από τους γιατρούς για την παρακολούθηση της ροής του αίματος.
  - Περίοδος  $T_\delta$  ενός διακροτήματος ονομάζεται ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς μηδενισμούς της απομάκρυνσης.
  - Σε ένα σύστημα μάζας ελατηρίου το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί για να μετατραπεί η κινητική ενέργεια σε δυναμική ισούται με  $\frac{T}{2}$ .
  - Σε ένα αρμονικό κύμα που διαδίδεται χωρίς απώλειες ενέργειας σε χορδή, όλα τα σημεία έχουν το ίδιο πλάτος και την ίδια περίοδο ταλάντωσης.
  - Στην ανελαστική κρούση δεν ισχύει η διατήρηση της ορμής.

(5+5+5+5+5=25 μονάδες)

### Θέμα Β'

- 1) Σώμα αμελητέων διαστάσεων εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με εξισώσεις:

$$x_1 = A_1 \eta \mu \left( \omega t + \frac{\pi}{3} \right) \quad \text{και} \quad x_2 = A_2 \eta \mu \left( \omega t - \frac{\pi}{6} \right)$$

Η ενέργεια του σώματος αν εκτελούσε μόνο την πρώτη ταλάντωση θα ήταν  $E_1$  και η ενέργειά του αν εκτελούσε μόνο τη δεύτερη ταλάντωση θα ήταν  $E_2$ .

i) Η ενέργεια της σύνθετης ταλάντωσης θα είναι:

α)  $E = E_2 - E_1$

β)  $E = E_1 + E_2$

γ)  $E = 0$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+3=5 μονάδες)

ii) Με βάση την αποδεκτή τιμή της ενέργειας από το προηγούμενο ερώτημα και αν η συνισταμένη ταλάντωση είναι της μορφής  $x = A\eta\mu\omega t$  συμπεραίνουμε ότι ο λόγος των πλατών είναι:

α)  $\frac{A_2}{A_1} = 2$

β)  $\frac{A_2}{A_1} = \sqrt{3}$

γ)  $\frac{A_2}{A_1} = 0,25$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+3=5 μονάδες)

2) Σε γραμμικό ελαστικό μέσο (1) δημιουργείται στάσιμο κύμα έτσι ώστε το ένα άκρο του μέσου να είναι δεσμός και το άλλο άκρο να είναι κοιλία. Μεταξύ των δύο άκρων υπάρχουν άλλοι 5 δεσμοί. Σε ένα δεύτερο ελαστικό μέσο (2) από το ίδιο υλικό αλλά με διπλάσιο μήκος από το πρώτο, δημιουργείται άλλο στάσιμο κύμα, έτσι ώστε και τα δύο άκρα του δεύτερου μέσου να είναι δεσμοί. Μεταξύ των δύο άκρων του δεύτερου μέσου υπάρχουν άλλοι 8 δεσμοί. Ο λόγος των συχνοτήτων ταλάντωσης των δύο μέσων είναι

α)  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{11}{9}$

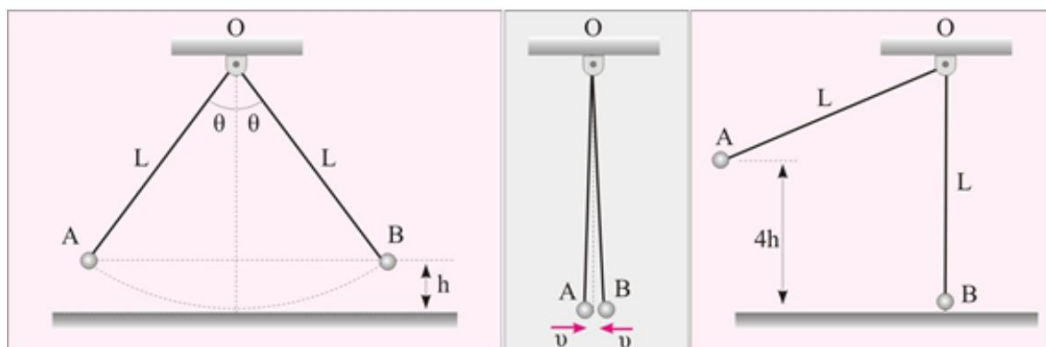
β)  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{2}{3}$

γ)  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{9}{11}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+5=7 μονάδες)

- 3) Τα σφαιρίδια  $\Sigma_A$  μάζας  $m_A$  και  $\Sigma_B$  μάζας  $m_B$  του σχήματος, είναι δεμένα στις άκρες μη ελαστικών νημάτων ίδιου μήκους. Τα σφαιρίδια ελευθερώνονται ταυτόχρονα με τα νήματα τεντωμένα από θέσεις συμμετρικές ως προς την κατακόρυφο που διέρχεται από τη θέση ισορροπίας τους (όπως φαίνεται στο σχήμα) και συγκρούονται μετωπικά και ελαστικά στη θέση ισορροπίας τους.



Μετά την κρούση, το σφαιρίδιο A επιστρέφει πίσω και εκτελώντας κυκλική τροχιά φτάνει σε μέγιστο ύψος τετραπλάσιο από αυτό που ελευθερώθηκε. Ο λόγος των μαζών  $\frac{m_A}{m_B}$  είναι:

- α)  $\frac{1}{2}$   
 β)  $\frac{1}{3}$   
 γ)  $\frac{1}{4}$

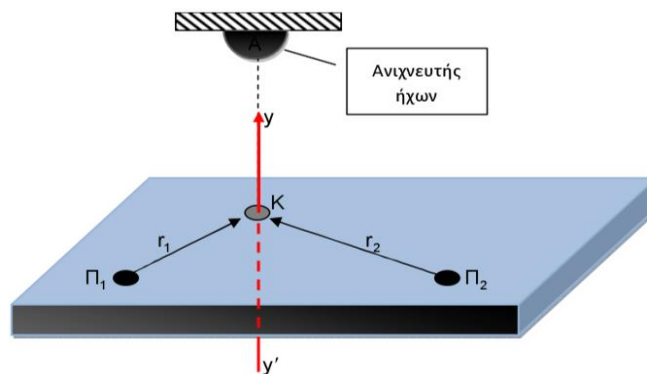
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

(2+6=8 μονάδες)

### Θέμα Γ'

Στην επιφάνεια ενός υγρού που ηρεμεί, βρίσκονται δύο σύγχρονες σημειακές πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$ , που δημιουργούν εγκάρσια αρμονικά κύματα ίσου πλάτους. Τα κύματα διαδίδονται στο υγρό με ταχύτητα μέτρου  $2\frac{m}{s}$ . Οι πηγές αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  ξεκινώντας από τη θέση ισορροπίας τους, κινούμενες κατακόρυφα προς τα πάνω, κατεύθυνση που θεωρούμε ως θετική. Σε ένα σημείο Κ της

επιφάνειας του υγρού βρίσκεται μικρή σημαδούρα, η οποία φέρει στην κορυφή της ενσωματωμένη πηγή ηχητικών κυμάτων συχνότητας  $f_s = 672 \text{ Hz}$ . Οι αποστάσεις του σημείου Κ από τις δύο πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  είναι αντίστοιχα  $r_1$  και  $r_2$  με  $r_1 < r_2$ . Σε θέση Α, που βρίσκεται σε διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του υγρού (ΚΑ), ακριβώς πάνω από τη σημαδούρα, είναι στερεωμένος στην οροφή ένας ανιχνευτής ήχων. Η σημαδούρα είναι αρχικά ακίνητη και αρχίζει να ταλαντώνεται κατά τη διεύθυνση του κατακόρυφου άξονα  $y'y'$ , τη χρονική στιγμή  $t_1 = 0,4\text{s}$  με πλάτος  $\frac{0,2}{\pi} \text{ m}$ , ενώ από τη χρονική στιγμή  $t_2 = 0,6\text{s}$  και έπειτα το πλάτος ταλάντωσής της διπλασιάζεται. Με δεδομένο ότι το σημείο Κ βρίσκεται στην υπερβολή ενίσχυσης που είναι πλησιέστερη στη μεσοκάθετο του τμήματος  $\Pi_1 \Pi_2$ :



- α. Να υπολογίσετε τις αποστάσεις  $r_1$  και  $r_2$  του σημείου Κ από κάθε πηγή.
- β. Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει την απομάκρυνση της σημαδούρας από τη θέση ισορροπίας της σε συνάρτηση με το χρόνο για  $t \geq 0$ .
- γ. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή κατά την οποία η δυναμική ενέργεια ταλάντωσης της σημαδούρας λαμβάνει τη μέγιστη δυνατή τιμή της για πρώτη φορά.
- δ. Να βρείτε τη μέγιστη τιμή της συχνότητας του ήχου που καταγράφεται από τον ανιχνευτή Α κατά την ταλάντωση της σημαδούρας.

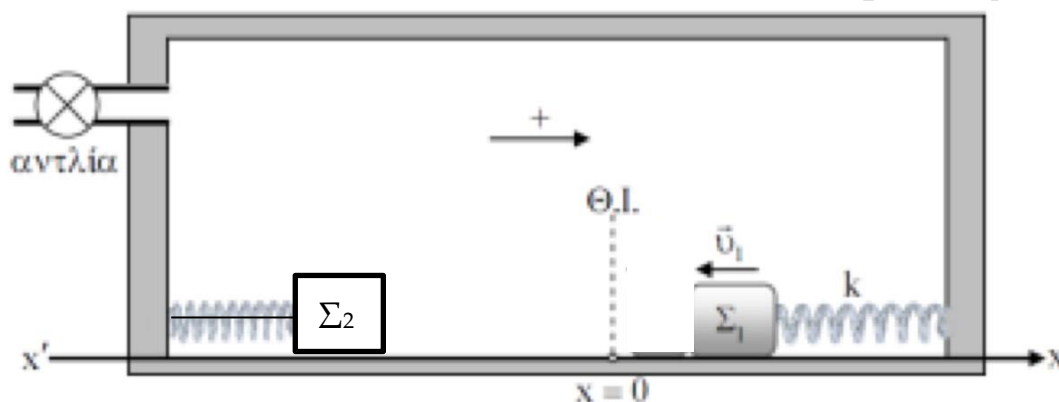
Δίνεται ότι το μέτρο της ταχύτητας του ήχου στον αέρα είναι

$$v_{\eta\chi} = 340 \text{ m/s}.$$

(4+9+5+7=25 μονάδες)

Θέμα Δ'

Σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1$  είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k = 160 \text{ N/m}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο στο κατακόρυφο τοίχωμα ενός κλειστού δοχείου, από το οποίο έχει αφαιρεθεί ο αέρας μέσω αντλίας κενού.



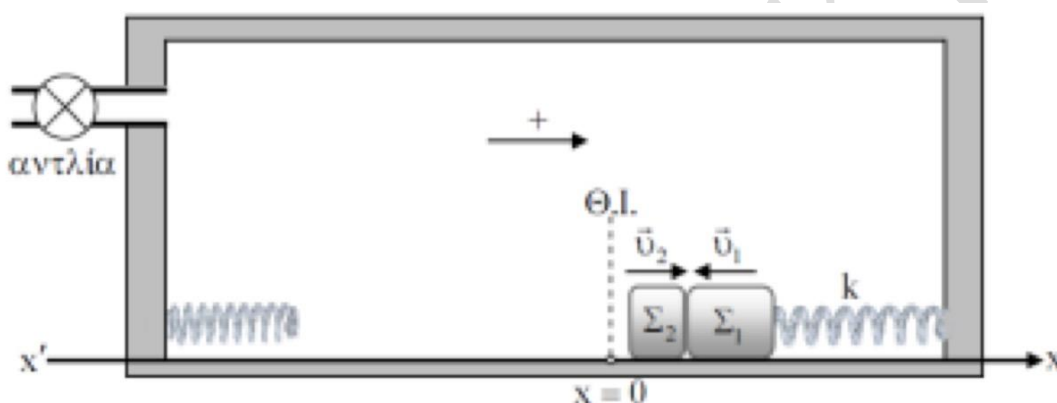
Δεύτερο ελατήριο, που έχει το ένα του άκρο δεμένο στο απέναντι κατακόρυφο τοίχωμα του δοχείου, συγκρατείται συσπειρωμένο μέσω νήματος, ενώ το άλλο του άκρο βρίσκεται σε επαφή με ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2 = 0,6 \text{ kg}$ . Το  $\Sigma_1$  εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση κινούμενο πάνω στην οριζόντια και λεία βάση του δοχείου, η διεύθυνση της οποίας ταυτίζεται με τη διεύθυνση του άξονα κίνησης  $x'Ox$ . Η ταλάντωση εξελίσσεται έτσι ώστε κατά τη διάρκειά της, το  $\Sigma_1$  να μη συγκρούεται με το  $\Sigma_2$ . Ως αρχή  $O$  του άξονα κίνησης,  $x=0$ , ορίζουμε τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης και θετική φορά όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Η απόσταση των ακραίων θέσεων της ταλάντωσης είναι ίση με  $0,8 \text{ m}$  και κατά τη διάρκεια της το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας κάθε  $0,25\text{s}$ . Τη χρονική στιγμή που θεωρούμε ως αρχή μέτρησης του χρόνου ( $t=0$ ), το σώμα βρίσκεται στη θέση  $x = 0,2\sqrt{3} \text{ m}$  και το μέτρο της ταχύτητάς του αυξάνεται.

- α. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο.

- β. Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της ταχύτητας του σώματος τη στιγμή που πλησιάζοντας στη θέση ισορροπίας, διέρχεται από θέση στην οποία η δύναμη επαναφοράς έχει αλγεβρική τιμή  $-51,2 \text{ N}$ .

Κάποια στιγμή το νήμα που συγκρατεί το αριστερό ελατήριο κόβεται και το  $\Sigma_2$  αρχίζει να κινείται προς το  $\Sigma_1$ , χάνοντας την επαφή του με το ελατήριο όταν αυτό αποκτήσει το φυσικό του μήκος. Τα δύο σώματα συγκρούονται πλαστικά τη στιγμή που η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας του  $\Sigma_1$  ισούται με  $-0,96\pi \text{ m/s}$  και κινείται στο θετικό ημιάξονα, ενώ το  $\Sigma_2$  κινείται με ταχύτητα  $\vec{v}_2$ .



Το ποσοστό απώλειας της μηχανικής ενέργειας του συστήματος των δύο σωμάτων είναι 100%.

- γ. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας  $v_2$  με την οποία προσκρούει το  $\Sigma_2$  στο σώμα  $\Sigma_1$ .

Αμέσως μετά τη σύγκρουση εισάγεται ακαριαία αέρας στο δοχείο, με αποτέλεσμα η ταλάντωση που ακολουθεί να είναι φθίνουσα. Εάν η δύναμη απόσβεσης που προκαλεί η ύπαρξη του αέρα στο δοχείο, είναι της μορφής  $F' = -bv$  και η σταθερά  $\Lambda$  έχει τιμή  $\frac{\ln 2}{\pi} \text{ s}^{-1}$ :

- δ. Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης μετά από 10 πλήρεις ταλαντώσεις.

Θεωρήστε ότι η επίδραση των αποσβέσεων είναι τέτοια ώστε η περίοδος της φθίνουσας ταλάντωσης να μπορεί να θεωρηθεί ίση με αυτής της αμείωτης απλής αρμονικής.

Δίνονται:  $\eta\mu\frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,  $\pi^2 = 10$ ,  $\sqrt{576} = 24$ .

(7+7+5+6=25 μονάδες)

Πηγή θεμάτων: Πανελλήνιες εξετάσεις, ΟΕΦΕ, study4exams.

~ Οδός Φυσικής ~