Ωρίωνας ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	**ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

ΤΑΞΗ: **Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

Ημερομηνία: Πέμπτη 27 Δεκεμβρίου 2018
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. Ένα σώμα $Σ_1$ μάζας m_1 κινείται με ταχύτητα $υ_1$ και συγκρούεται ελαστικά και μετωπικά με ακίνητο σώμα $Σ_2$ μάζας m_2.

α. Η μείωση της κινητικής ενέργειας του πρώτου σώματος είναι ίση με την αύξηση της κινητικής ενέργειας του δεύτερου.

β. Η κινητική ενέργεια του πρώτου σώματος παραμένει σταθερή κατά την κρούση.

γ. Η ορμή του συστήματος των σωμάτων ελαττώνεται.

δ. Η κινητική ενέργεια του συστήματος των σωμάτων αυξάνεται.

Μονάδες 5

Α2. Ένα σώμα $Σ_1$ μάζας m_1 ισορροπεί στερεωμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς Κ, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο. Ένα βλήμα $Σ_2$ μάζας m_2 συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα έχοντας κινητική ενέργεια K_2. Το συσσωμάτωμα μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση χωρίς τριβές.

α. Η ενέργεια της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι $E=K_2$.

β. Η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος μετά την κρούση είναι μικρότερη από την κινητική ενέργεια του βλήματος.

γ. Το συσσωμάτωμα ξεκινάει την ταλάντωσή του με μέγιστη δυναμική ενέργεια.

δ. Η σταθερά της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι $D=\sqrt{\dfrac{K}{m_1+m_2}}$.

Μονάδες 5

Α3. Μικρό σώμα μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σταθερού πλάτους. Ανά $\Delta t=0,4$ s το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του. Η περίοδος της ταλάντωσης του σώματος είναι

α. 0,2 s.

β. 0,4 s.

γ. 0,8 s.

δ. 1 s.

Μονάδες 5

Α4. Σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα με εξίσωση $y=0,2\eta\mu 2\pi\left(5t-\frac{x}{4}\right)$ (S.I.).

α. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι υ=10 m/s.

β. Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σημείων του ελαστικού μέσου είναι $\upsilon_{max}=2\pi$m/s.

γ. Σε χρόνο 0,2 s το κύμα διαδίδεται 8m.

δ. Τα σημεία του ελαστικού μέσου ταλαντώνονται παράλληλα με τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 5

Α5. *Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.*

α. Σε κάθε πλάγια κρούση ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής και η αρχή διατήρησης της κινητικής ενέργειας.

β. Ένα σώμα μάζας m_1 κινείται με ταχύτητα υ_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας m_2 με $m_2>m_1$. Μετά την κρούση τα δυο σώματα κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις.

γ. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με αρχική φάση π και περίοδο Τ. Τη χρονική στιγμή $t_1=T/2$ η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι μέγιστη.

δ. Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο x΄Ox στη θετική κατεύθυνση. Η εξίσωση του κύματος είναι $y=A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda}\right)$.

ε. Πάνω σε χορδή μήκους L=0,8 m που έχει σταθερά άκρα δημιουργείται στάσιμο κύμα με τρεις δεσμούς. Το μήκος κύματος του κύματος είναι λ=0,8m.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 κινείται με ταχύτητα υ_1 και συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας m_2. Η κινητική ενέργεια του σώματος Σ_1 μειώνεται 75% κατά την κρούση. Ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ είναι

α. $\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{2}$

β. $\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{3}$

γ. $\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{4}$

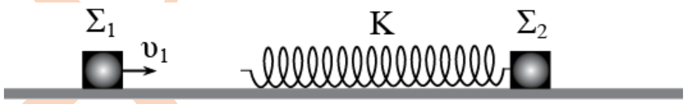
Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Β2. Ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1=m$ κινείται με οριζόντια ταχύτητα υ_1 πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Μπροστά από αυτό βρίσκεται ακίνητο ένα σώμα Σ_2 μάζας $m_2=m$, πάνω στο οποίο είναι στερεωμένο ένα ιδανικό ελατήριο σταθεράς Κ όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σώμα Σ_1 πλησιάζοντας, συσπειρώνει το ελατήριο. Όταν το ελατήριο θα αποκτήσει ξανά το φυσικό του μήκος, το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας που θα έχει χάσει το σώμα Σ_1 είναι



α. 50 %.

β. 75 %.

γ. 100 %.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

Β3. Στην ελεύθερη επιφάνεια υγρού και κατά μήκος ευθείας x΄x βρίσκονται στις θέσεις Κ και Λ δύο σημειακές πηγές $Π_1$ και $Π_2$ παραγωγής μηχανικών αρμονικών κυμάτων μήκους κύματος λ που διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού. Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή $Π_1$ απόσταση $r_1=2λ$ και από την πηγή $Π_2$ απόσταση r_2, με $r_1>r_2$.

Τα σημεία Κ, Λ και Σ σχηματίζουν ορθογώνιο τρίγωνο με $\hat{Σ}=90^o$. Το σημείο Σ ανήκει στην πιο κοντινή στη μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ υπερβολή ακυρωτικής συμβολής. Η απόσταση μεταξύ των δυο πηγών ισούται με

α. 1,5λ.

β. 2,5λ.

γ. 4λ.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Γ

Ένα στάσιμο κύμα που δημιουργείται πάνω σε μια χορδή στην κατεύθυνση του άξονα x΄x περιγράφεται από την εξίσωση $y=0{,}4\cdotσυν20πx\cdotημ10πt$ (S.I). Τη χρονική στιγμή $t_o=0$ το υλικό σημείο που βρίσκεται στην αρχή του άξονα έχει απομάκρυνση $y_O=0$ και θετική ταχύτητα.

Γ1. Να γράψετε τις εξισώσεις των αρχικών κυμάτων τα οποία δημιουργούν το στάσιμο κύμα.

Μονάδες 6

Γ2. Να υπολογίσετε τον αριθμό των δεσμών που υπάρχουν μεταξύ των σημείων Λ και Μ που βρίσκονται στις θέσεις $x_Λ=-10cm$ και $x_M=30cm$.

Μονάδες 5

Γ3. Σε κοινό διάγραμμα να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος μεταξύ των σημείων Λ και Μ, τη χρονική στιγμή $t_1=0{,}025s$ και τη χρονική στιγμή t_2 στην οποία κάθε σημείο της χορδής έχει μέγιστη δυναμική ενέργεια για δεύτερη φορά.

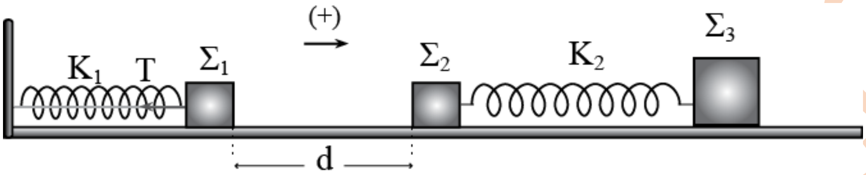
Μονάδες 7

Γ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του σημείου Μ τη χρονική στιγμή που η απομάκρυνσή του είναι η μισή της μέγιστης.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Στο παρακάτω σχήμα τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ (αμελητέων διαστάσεων) έχουν ίσες μάζες $m_1=m_2=1Kg$ και δεν παρουσιάζουν τριβή με το οριζόντιο δάπεδο. Το σώμα $Σ_3$ μάζας $m_3=4Kg$ παρουσιάζει τριβή με το οριζόντιο δάπεδο. Τα ελατήρια είναι ιδανικά και έχουν σταθερές $K_1=100N/m$ και $K_2=400N/m$. Αρχικά το σώμα $Σ_1$ ισορροπεί μέσω ενός νήματος με το ελατήριο K_1 να είναι συσπειρωμένο, ενώ τα σώματα $Σ_2$ και $Σ_3$ ισορροπούν με το ελατήριο K_2 στο φυσικό του μήκος. Η τάση του νήματος έχει τιμή $T=8N$ και τα σώματα $Σ_1$, $Σ_2$ απέχουν μεταξύ τους $d=0,12m$. Τη χρονική στιγμή $t_o=0$ κόβουμε το νήμα και το σώμα $Σ_1$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



Δ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης για την ταλάντωση του σώματος $Σ_1$.

Μονάδες 4

Δ2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή στην οποία το σώμα $Σ_1$ συγκρούεται με το σώμα $Σ_2$.

Μονάδες 5

Μετά την κρούση (η οποία είναι ελαστική και μετωπική) το σώμα $Σ_1$ ακινητοποιείται στιγμιαία, ενώ το $Σ_2$ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με το σώμα $Σ_3$ να παραμένει συνεχώς ακίνητο.

Δ3. Θεωρώντας χρονική στιγμή $t_o'=0$ τη στιγμή της κρούσης, να γράψετε τις χρονικές εξισώσεις των απομακρύνσεων για τις κινήσεις των δυο σωμάτων μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ4.i. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της στατικής τριβής στο σώμα $Σ_3$ και να τη σχεδιάσετε για χρόνο μιας περιόδου.

Μονάδες 4

Δ4.ii. Να υπολογίσετε τον ελάχιστο συντελεστή στατικής τριβής ώστε το σώμα $Σ_3$ να παραμένει συνεχώς ακίνητο.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε:
- τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.
- ότι τα σχήματα δεν είναι υπό κλίμακα.
- τις διαστάσεις των σωμάτων αμελητέες.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g=10\frac{m}{s^2}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. α

Α2. β

Α3. γ

Α4. β

Α5. Λ, Σ, Λ, Λ, Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η β.

Υπολογίζουμε την ταχύτητα του Σ_1 μετά την κρούση.

$$K_{1,\tau\varepsilon\lambda} = \frac{K_{1,\alpha\rho\chi}}{4} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon_1'^2 = \frac{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2}{4} \Rightarrow \upsilon_1'^2 = \frac{\upsilon_1^2}{4} \Rightarrow \upsilon_1' = \pm\frac{1}{2}\upsilon_1$$

Και ο λόγος των μαζών είναι:

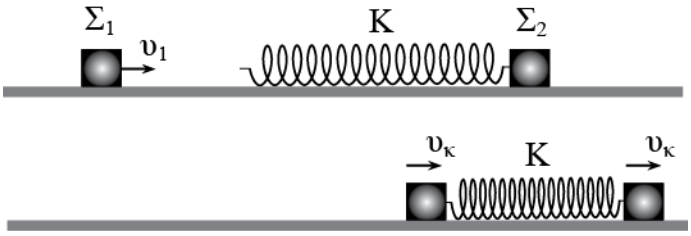
$$\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \Rightarrow -\frac{1}{2}\upsilon_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \Rightarrow 2m_1 - 2m_2 = -m_1 - m_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3m_1 = m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

Β2. Σωστή η γ.

Στη μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου τα σώματα θα έχουν την ίδια ταχύτητα υ_κ.

$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow m_1\upsilon_1 = (m_1 + m_2)\upsilon_\kappa \Rightarrow m\upsilon_1 = 2m\upsilon_\kappa \Rightarrow \upsilon_\kappa = \frac{\upsilon_1}{2}$$



Οι ταχύτητες των δυο σωμάτων όταν το ελατήριο αποκτήσει ξανά το φυσικό του μήκος είναι υ_1' και υ_2'.

Από τη διατήρηση της ορμής παίρνουμε:

$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow (m_1+m_2)\upsilon_\kappa = m_1\upsilon_1' + m_2\upsilon_2' \Rightarrow 2m\frac{\upsilon_1}{2} = m\upsilon_1' + m\upsilon_2' \Rightarrow \upsilon_1 = \upsilon_1' + \upsilon_2' \quad (1)$$

Από τη διατήρηση της ενέργειας παίρνουμε:

$$K_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1'^2 + \frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 \xrightarrow{m_1=m_2} \upsilon_1^2 = \upsilon_1'^2 + \upsilon_2'^2 \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) παίρνουμε:

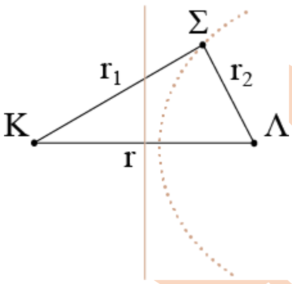
$$\upsilon_1^2 = \upsilon_1'^2 + (\upsilon_1 - \upsilon_1')^2 \Rightarrow \upsilon_1^2 = \upsilon_1'^2 + \upsilon_1^2 - 2\upsilon_1\upsilon_1' + \upsilon_1'^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2\upsilon_1\upsilon_1' - 2\upsilon_1'^2 = 0 \Rightarrow \upsilon_1'(\upsilon_1 - \upsilon_1') = 0 \Rightarrow \left| \begin{array}{l} \upsilon_1' = 0 \\ \upsilon_1' = \upsilon_1 \end{array} \right.$$

Η λύση $\upsilon_1' = \upsilon_1$ είναι η αρχική. Άρα η ταχύτητα του πρώτου σώματος όταν το ελατήριο αποκτήσει ξανά το φυσικό του μήκος είναι $\upsilon_1' = 0$.

Επομένως αφού το σώμα Σ_1 σταματάει, χάνει το 100% της αρχικής κινητικής του ενέργειας.

Β3. Σωστή η β.



Από τη συνθήκη της ακυρωτικής συμβολής παίρνουμε:

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

Αφού το σημείο Σ ανήκει στην πιο κοντινή στη μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ υπερβολή ακυρωτικής συμβολής παίρνουμε N=0.

$$r_1 - r_2 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2\lambda - r_2 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow r_2 = 2\lambda - \frac{\lambda}{2} \Rightarrow r_2 = 1,5\lambda$$

Από το πυθαγόρειο θεώρημα παίρνουμε:

$$r^2 = r_1^2 + r_2^2 \Rightarrow r^2 = (2\lambda)^2 + (1,5\lambda)^2 \Rightarrow r^2 = 4\lambda^2 + 2,25\lambda^2 \Rightarrow r^2 = 6,25\lambda^2 \Rightarrow r = 2,5\lambda$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Συγκρίνοντας την εξίσωση του προβλήματος με τη γενική εξίσωση του στάσιμου κύματος παίρνουμε:

$$2A = 0,4 \Rightarrow A = 0,2\,m$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = 20\pi x \Rightarrow \lambda = 0,1\,m$$

$$\frac{2\pi t}{T} = 10\pi t \Rightarrow T = 0,2\,s$$

Και οι εξισώσεις των αρχικών κυμάτων είναι:

$$y_1 = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \Rightarrow y_1 = 0,2\eta\mu 2\pi(5t - 10x)$$

$$y_1 = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right) \Rightarrow y_1 = 0,2\eta\mu 2\pi(5t + 10x)$$

Γ2. Ο αριθμός των δεσμών μεταξύ των σημείων Λ και Μ είναι:

$$x_\Lambda \leq (2N+1)\frac{\lambda}{4} \leq x_M \Rightarrow -0,1 \leq (2N+1)\frac{0,1}{4} \leq 0,3 \Rightarrow -0,4 \leq (2N+1)0,1 \leq 1,2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -4 \leq 2N+1 \leq 12 \Rightarrow -5 \leq 2N \leq 11 \Rightarrow -2,5 \leq N \leq 5,5$$

Επομένως το Ν παίρνει τις τιμές Ν=-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5.

Άρα μεταξύ των σημείων Λ και Μ υπάρχουν 8 δεσμοί.

Γ3. Υπολογίζουμε το πλάτος των σημείων Λ και Μ.

$$A_\Lambda = |0,4\sigma\upsilon\nu 20\pi x| = |0,4\sigma\upsilon\nu 20\pi(-0,1)| = 0,4\,m$$

$$A_M = |0,4\sigma\upsilon\nu 20\pi x| = |0,4\sigma\upsilon\nu 20\pi 0,3| = 0,4\,m$$

Άρα στη σημεία Λ και Μ υπάρχουν κοιλίες.

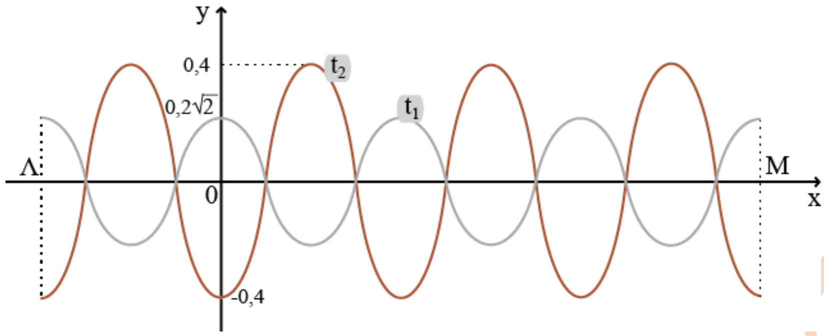
Τη χρονική στιγμή t_1 η απομάκρυνση των σημείων της χορδής είναι:

$$y = 0,4\sigma\upsilon\nu(20\pi x)\eta\mu(10\pi t) \xrightarrow{A' = 0,4\sigma\upsilon\nu(20\pi x)} \Rightarrow y = A'\eta\mu(10\pi t) = A'\eta\mu(10\pi 0,025) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = A'\eta\mu\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}A'$$

Τη χρονική στιγμή t_2 κάθε σημείο βρίσκεται στο πλάτος του αφού έχει μέγιστη δυναμική ενέργεια.

Και το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος για τις δυο χρονικές στιγμές φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Γ4. Από τη διατήρηση της ενέργειας για την ταλάντωση του σημείου Μ παίρνουμε:

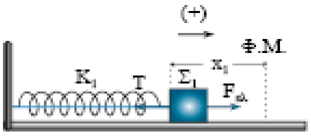
$$K+U=E \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon^2+\frac{1}{2}Dy^2=\frac{1}{2}D(2A)^2 \xrightarrow{D=m\omega^2} m\upsilon^2+m\omega^2\left(\frac{2A}{2}\right)^2=m\omega^2(2A)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon^2+\omega^2A^2=\omega^2 4A^2 \Rightarrow \upsilon^2=3\omega^2A^2 \Rightarrow \upsilon=A\omega\sqrt{3} \Rightarrow \upsilon=0,2\cdot 10\pi\sqrt{3}=2\sqrt{3}\pi\,m/s$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την ισορροπία του σώματος $Σ_1$ παίρνουμε:

$$ΣF = 0 \Rightarrow F_{ελ} - T = 0 \Rightarrow K_1 x_1 = T \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 100 x_1 = 8 \Rightarrow x_1 = 0,08\,m$$



Το σώμα ξεκινάει την ταλάντωσή του από τη θέση x=−A. Άρα το πλάτος της ταλάντωσης είναι:

$$A_1 = x_1 = 0,08\ m$$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση και τη γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης.

$$x_1 = A_1 ημ(ωt+φ) \xrightarrow{t_0=0} -A_1 = A_1 ημφ \Rightarrow$$
$$\Rightarrow ημφ = -1 \Rightarrow ημφ = ημ\frac{3π}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \left| \begin{aligned} &φ = 2κπ + \frac{3π}{2} \\ &φ = 2κπ + π - \frac{3π}{2} \end{aligned} \right. \Rightarrow φ = \frac{3π}{2}\,rad$$

$$K_1 = m_1 ω_1^2 \Rightarrow 100 = 1 ω_1^2 \Rightarrow ω_1 = 10\,rad/s$$

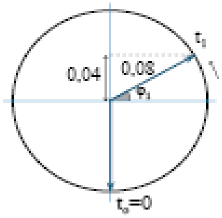
Και η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης είναι:

$$x_1 = A_1 ημ(ω_1 t + φ) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow x_1 = 0,08 ημ\left(10t + \frac{3π}{2}\right)$$

Δ2. Το σώμα $Σ_1$ συγκρούεται με το $Σ_2$ όταν βρίσκεται σε απομάκρυνση:

$$x' = 0,12 - 0,08 = 0,04\ m$$

Και η χρονική στιγμή t_1 που γίνεται η κρούση των δυο σωμάτων είναι:



$$ημφ_1 = \frac{0,04}{0,08} = \frac{1}{2} \Rightarrow φ_1 = \frac{π}{6}\,rad$$
$$φ_{ελ} = \frac{π}{2} + \frac{π}{6} = \frac{2π}{3}\,rad$$
$$φ_{ελ} = ω_1 t_1 \Rightarrow \frac{2π}{3} = 10 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{2π}{30}\,s$$

Δ3. Το σώμα $Σ_1$ ξεκινάει να ταλαντώνεται μετά την κρούση από τη νέα ακραία του θέση:

$$A_2 = 0,04\ m$$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση της νέας ταλάντωσης.

$$x_1' = A_1'\eta\mu(\omega t' + \varphi') \xrightarrow{t_0'=0} A_1' = A_1'\eta\mu\varphi' \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \eta\mu\varphi' = 1 \Rightarrow \eta\mu\varphi' = \eta\mu\frac{\pi}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \left| \begin{array}{l} \varphi' = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2} \\ \varphi' = 2\kappa\pi + \pi - \frac{\pi}{2} \end{array} \right. \Rightarrow \varphi' = \frac{\pi}{2}\,\text{rad}$$

Και η εξίσωση της νέας ταλάντωσης του σώματος Σ_1 είναι:

$$x_1' = A_1'\eta\mu(\omega t' + \varphi') \Rightarrow$$
$$\Rightarrow x_1' = 0,04\eta\mu\left(10t' + \frac{\pi}{2}\right)$$

Υπολογίζουμε την ταχύτητα του σώματος Σ_1 τη στιγμή της κρούσης.

$$K + U = E \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon'^2 + \frac{1}{2}K_1x'^2 = \frac{1}{2}K_1A_1^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow m_1\upsilon'^2 + m_1\omega^2x'^2 = m_1\omega^2A_1^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \upsilon'^2 + \omega^2x'^2 = \omega^2A_1^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \upsilon'^2 + 10^2 \cdot 0,04^2 = 10^2 \cdot 0,08^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \upsilon'^2 = 0,64 - 0,16 \Rightarrow \upsilon' = 0,4\sqrt{3}\,m/s$$

Μετά την κρούση τα σώματα ανταλλάσσουν ταχύτητες. Επομένως αφού το σώμα Σ_2 ξεκινάει την ταλάντωσή του από τη θέση ισορροπίας του, η μέγιστη ταχύτητά του είναι:

$$\upsilon_{2,max}' = \upsilon' \Rightarrow \upsilon_{2,max}' = 0,4\sqrt{3}\,m/s$$

Υπολογίζουμε το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος Σ_2.

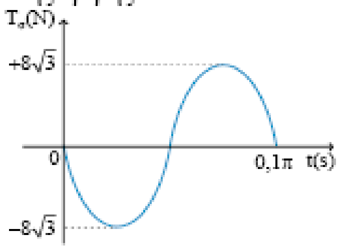
$$K_2 = m_2\omega_2^2 \Rightarrow 400 = 1\omega_2^2 \Rightarrow \omega_2 = 20\,rad/s$$
$$\upsilon_{2,max}' = A_2'\omega_2 \Rightarrow 0,4\sqrt{3} = A_2' 20 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow A_2' = 0,02\sqrt{3}\,m$$

Και η εξίσωση της ταλάντωσης του σώματος Σ_2 είναι: $x_2' = A_2'\eta\mu\omega_2t' \Rightarrow x_2' = 0,02\sqrt{3}\eta\mu20t'$

Δ4.i. Από τη ισορροπία του σώματος Σ_3 παίρνουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow \vec{F}_{\varepsilon\lambda} + \vec{T}_\sigma = 0 \Rightarrow T_\sigma = -K_2x_2' \Rightarrow$$
$$\Rightarrow T_\sigma = -400 \cdot 0,02\sqrt{3}\eta\mu20t' \Rightarrow$$
$$\Rightarrow T_\sigma = -8\sqrt{3}\eta\mu20t'$$

Και το χρονικό διάγραμμα της στατικής τριβής είναι:



Δ4.ii. Πρέπει η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής να μην είναι μεγαλύτερη από την τριβή ολίσθησης.

$$T_{\sigma,max} \le T_{o\lambda} \Rightarrow T_{\sigma,max} \le \mu m_3 g \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 8\sqrt{3} \le \mu 4 \cdot 10 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \mu \ge 0,2\sqrt{3} \Rightarrow \mu_{min} = 0,2\sqrt{3}$$