Ωρίωνας ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	**ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

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

Ημερομηνία: Σάββατο 31 Οκτωβρίου 2020
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 μάζας m_1=m κινείται με ταχύτητα $υ_1$ και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας m_2=3m. Μετά την κρούση:

α. τα σώματα κινούνται με ίσες κινητικές ενέργειες.

β. τα σώματα κινούνται με ταχύτητες ίσου μέτρου.

γ. τα σώματα έχουν αντίθετες ορμές.

δ. το πρώτο σώμα σταματάει και το δεύτερο κινείται με ταχύτητα $υ_1$.

Μονάδες 5

Α2. Ένα σώμα Σ μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση απομάκρυνσης $x = 0,2ημ\left(2πt + \frac{11π}{6}\right)$. Τη χρονική στιγμή t_o=0:

α. η απομάκρυνση της ταλάντωσης είναι θετική.

β. η επιτάχυνση του σώματος είναι αρνητική.

γ. η ταχύτητα του σώματος είναι αρνητική.

δ. η δύναμη επαναφοράς της ταλάντωσης είναι θετική.

Μονάδες 5

Α3. Ένας ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης Ι. Αν $k_μ$ είναι η μαγνητική σταθερά, σ' ένα σημείο που απέχει απόσταση d από τον αγωγό:

α. η ένταση του μαγνητικού πεδίου δίνεται από τη σχέση $B = k_μ \frac{2πI}{d}$.

β. η ένταση του μαγνητικού πεδίου δίνεται από τη σχέση $B = k_{\mu}\dfrac{2I}{d}$.

γ. η ένταση του μαγνητικού πεδίου δίνεται από τη σχέση $B = k_{\mu}\dfrac{4\pi I}{d}$.

δ. η ένταση του μαγνητικού πεδίου δίνεται από τη σχέση $B = k_{\mu}\dfrac{4I}{d}$.

Μονάδες 5

Α4. Στα άκρα μιας ωμικής αντίστασης εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση που περιγράφεται από την εξίσωση $v = 100\eta\mu\dfrac{2\pi}{T}t$. Τη χρονική στιγμή $t_1=T/4$:

α. η στιγμιαία ισχύς πάνω στην αντίσταση γίνεται μέγιστη.

β. η στιγμιαία ισχύς πάνω στην αντίσταση είναι μηδέν.

γ. η στιγμιαία ισχύς πάνω στην αντίσταση γίνεται ίση με τη μέση ισχύ.

δ. η στιγμιαία ισχύς πάνω στην αντίσταση γίνεται ίση με τη μισή της μέγιστης.

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. Κεντρική, (ή μετωπική) ονομάζεται η κρούση κατά την οποία τα διανύσματα των ταχυτήτων των κέντρων μάζας των σωμάτων που συγκρούονται βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία.

β. Ένα σώμα μάζας m_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας m_2. Το πρώτο σώμα δίνει πάντοτε όλη την κινητική του ενέργεια στο δεύτερο.

γ. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με αρχική φάση π/2. Τότε τη χρονική στιγμή $t_o=0$ η κινητική ενέργεια του σώματος είναι μέγιστη.

δ. Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση σταθερού πλάτους. Η ενέργεια που προσφέρει ο εξωτερικός διεγέρτης στον ταλαντωτή ανά περίοδο, είναι ίση με την ενέργεια που χάνει ο ταλαντωτής λόγω τριβών.

ε. Ένα σώμα Σ εκτελεί ταυτόχρονα δυο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που γίνονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι εξισώσεις των ταλαντώσεων είναι $x_1=A_1\eta\mu\omega t$ και $x_2=A_2\sigma\upsilon\nu\omega t$ με $A_1 \neq A_2$. Η συνισταμένη ταλάντωση έχει διαφορά φάσης π/4 με κάθε μια από τις αρχικές ταλαντώσεις.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α και περιόδου Τ χωρίς αρχική φάση. Η κινητική ενέργεια του σώματος είναι τριπλάσια της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης για τρίτη φορά, τη χρονική στιγμή

α. $t = \frac{5T}{12}$

β. $t = \frac{7T}{12}$

γ. $t = \frac{25T}{12}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Β2. Η πηγή μιας εναλλασσόμενης τάσης αποτελείται από ένα ορθογώνιο πλαίσιο εμβαδού Α που έχει Ν σπείρες. Το πλαίσιο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα των δυο απέναντι πλευρών του, μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στον άξονα περιστροφής του πλαισίου. Το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης που δημιουργείται είναι V. Αν διπλασιάσουμε την περίοδο περιστροφής του πλαισίου και υποδιπλασιάσουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, τότε το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης γίνεται:

α. $V' = V$

β. $V' = \frac{V}{4}$

γ. $V' = 4V$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B3. Υλικό σημείο εκτελεί ταυτόχρονα δυο απλές αρμονικές ταλαντώσεις, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας και στην ίδια διεύθυνση. Οι ταλαντώσεις περιγράφονται από τις σχέσεις:

$$x_1 = A\eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right), \qquad x_2 = \sqrt{3}A\eta\mu\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$$

Αν x είναι η απομάκρυνση της συνισταμένης ταλάντωσης, τότε ισχύει

α. $x = 2A\eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$

β. $x = 2A\eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$

γ. $x = 2A\eta\mu\omega t$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

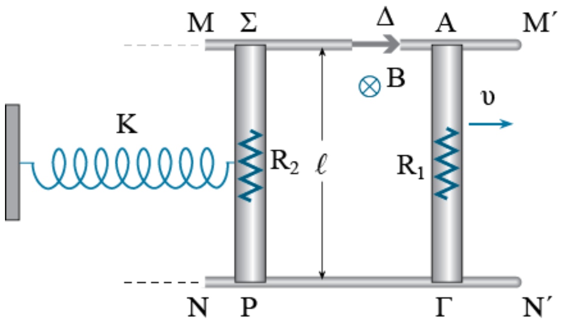
Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Στο παρακάτω σχήμα ο αγωγός ΑΓ μήκους ℓ=1m κινείται με σταθερή ταχύτητα υ χωρίς τριβές, έχοντας συνεχώς τα άκρα του πάνω σε δυο οριζόντια σύρματα ΜΜ΄ και ΝΝ΄ μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης. Η αντίσταση του αγωγού ΑΓ είναι R_1=1Ω. Ένας άλλος αγωγός ΣΡ ίδιου μήκους ℓ, μάζας m=1Kg και αντίστασης R_2=3Ω έχει και αυτός τα άκρα του πάνω στα δυο σύρματα ΜΜ΄ και ΝΝ΄, ενώ είναι στερεωμένος στο μέσον του με οριζόντιο ιδανικό ελατήριο σταθεράς K=100N/m, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη σε σταθερό σημείο. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B=4T. Όταν ο διακόπτης Δ του κυκλώματος είναι κλειστός ο αγωγός ΣΡ ισορροπεί με το ελατήριο να έχει δυναμική ενέργεια ίση με $U_{ελ}$=8 J.



Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία κινείται ο αγωγός ΑΓ.

Μονάδες 6

Γ2. Να υπολογίσετε την διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού ΣΡ.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_o=0 ανοίγουμε τον διακόπτη.

Γ3. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της φάσης για την ταλάντωση που θα εκτελέσει ο αγωγός ΣΡ, θεωρώντας θετική τη φορά προς τα δεξιά και να τη σχεδιάσετε για χρόνο δυο περιόδων.

Μονάδες 4+2

Γ4. Να δείξετε πως μεταβάλλεται η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του αγωγού ΣΡ και να τη σχεδιάσετε για χρόνο μιας περιόδου.

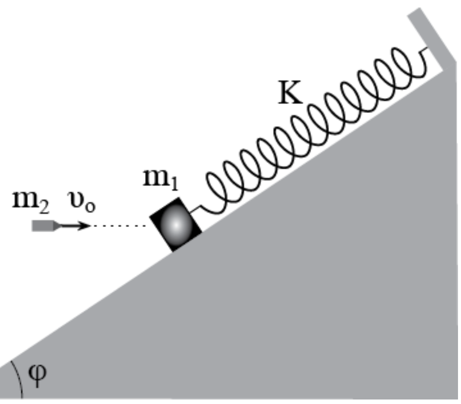
Μονάδες 5+3

Να θεωρήσετε:

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

ΘΕΜΑ Δ

Από την κορυφή λείου κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης φ=30^o εξαρτάται ιδανικό ελατήριο σταθεράς K=100N/m και στο κάτω ελεύθερο άκρο του συνδέεται σώμα μάζας m_1=2Kg. Το σύστημα ισορροπεί πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο. Ένα βλήμα μάζας m_2=2Kg κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $υ_o$=2m/s και τη χρονική στιγμή t_o=0 συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με το σώμα μάζας m_1. Η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα και κατά την κρούση το συσσωμάτωμα δεν αναπηδά.



Δ1. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος.

Μονάδες 5

Δ2. Να δείξετε πως μεταβάλλεται η δύναμη του ελατηρίου σε συνάρτηση με το χρόνο και να σχεδιάσετε το αντίστοιχο διάγραμμα για χρόνο μιας περιόδου.

Μονάδες 4+3

Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του βλήματος μάζας m_2 κατά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ4. Να υπολογίσετε τον μέγιστο ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ταλάντωσης.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε:

- τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.
- ότι τα σχήματα δεν είναι υπό κλίμακα.
- τις διαστάσεις των σωμάτων αμελητέες.
- Θετική την κατεύθυνση της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\frac{m}{s^2}$ και η τριγωνομετρική ταυτότητα ημ2α=2ημα·συνα.

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. β

Α2. δ

Α3. β

Α4. α

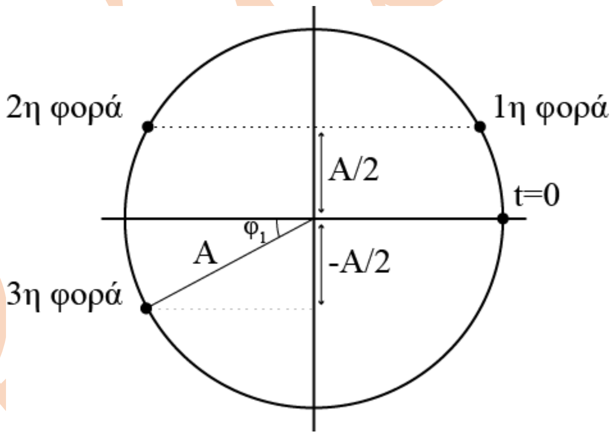
Α5. Σ, Λ, Λ, Σ, Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η β.

Από τη διατήρηση της ενέργειας στον ταλαντωτή παίρνουμε:

$$K + U = E \xrightarrow{K=3U} 4U = E \Rightarrow 4\frac{1}{2}Dx^2 = \frac{1}{2}DA^2 \Rightarrow 4x^2 = A^2 \Rightarrow x^2 = \frac{A^2}{4} \Rightarrow x = \pm\frac{A}{2}$$



$$ημφ_1 = \frac{\frac{A}{2}}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow φ_1 = \frac{π}{6}$$

$$ωt = π + φ_1 \Rightarrow \frac{2π}{T}t = π + \frac{π}{6} \Rightarrow \frac{2π}{T}t = \frac{7π}{6} \Rightarrow t = \frac{7T}{12}$$

Β2. Σωστή η β.

Το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης είναι:

$$V = N\omega BA$$

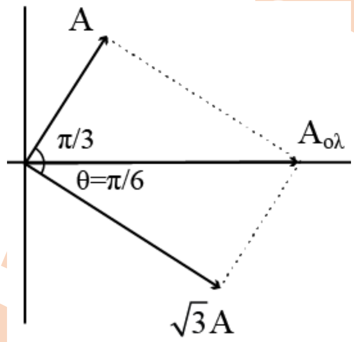
Αν διπλασιάσουμε την περίοδο και υποδιπλασιάσουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, το πλάτος γίνεται:

$$V' = N\omega' B' A \Rightarrow V' = N\frac{2\pi}{T'}B'A \Rightarrow V' = N\frac{2\pi}{2T}\frac{B}{2}A \Rightarrow V' = \frac{N\omega BA}{4} \Rightarrow V' = \frac{V}{4}$$

Β3. Σωστή η γ.

Η διαφορά φάσης των αρχικών ταλαντώσεων είναι:

$$\varphi = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\pi}{2}\,\text{rad}$$



Το πλάτος της συνισταμένης ταλάντωσης είναι:

$$A_{ολ} = \sqrt{A^2 + \left(\sqrt{3}A\right)^2} = \sqrt{A^2 + 3A^2}\sqrt{4A^2} = 2A$$

Η διαφορά φάσης της συνισταμένης ταλάντωσης με την δεύτερη ταλάντωση είναι:

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{A}{\sqrt{3}A} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{6}\,\text{rad}$$

Άρα η αρχική φάση της συνισταμένης ταλάντωσης είναι μηδέν. Και η εξίσωση της συνισταμένης ταλάντωσης είναι:

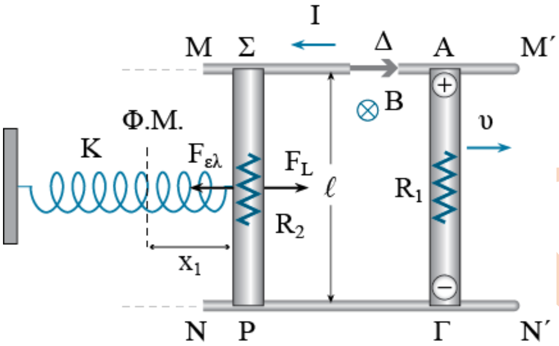
$$x = A_{ολ}\etaμ\omega t \Rightarrow x = 2A\etaμ\omega t$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι:

$$U_{\varepsilon\lambda}=\frac{1}{2}Kx_1^2 \Rightarrow 8=\frac{1}{2}100x_1^2 \Rightarrow x_1^2=0{,}16 \Rightarrow x_1=0{,}4\,\text{m}$$

Από την ισορροπία του αγωγού ΣΡ παίρνουμε:



$$\Sigma F=0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}=F_L \Rightarrow Kx_1=BI\ell \Rightarrow Kx_1=B\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1+R_2}\ell \Rightarrow Kx_1=B\frac{B\upsilon\ell}{R_1+R_2}\ell \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Kx_1=\frac{B^2\upsilon\ell^2}{R_1+R_2} \Rightarrow 100\cdot 0{,}4=\frac{4^2\upsilon 1^2}{4} \Rightarrow \upsilon=10\,\text{m/s}$$

Γ2. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού ΣΡ είναι:

$$V_{\Sigma P}=IR_2=\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1+R_2}R_2=\frac{B\upsilon\ell}{R_1+R_2}R_2=\frac{4\cdot 10\cdot 1}{4}3=30\,\text{V}$$

Γ3. Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι:

$$K=m\omega^2 \Rightarrow 100=1\omega^2 \Rightarrow \omega=10\,\text{rad/s}$$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση της ταλάντωσης του αγωγού ΣΡ.

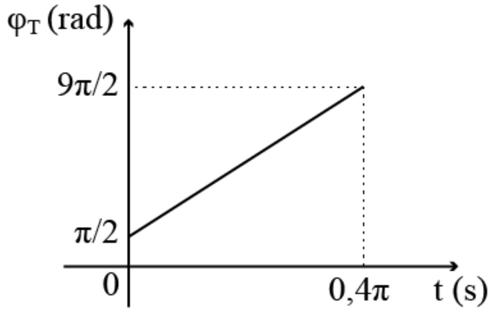
$$x=A\eta\mu(\omega t+\varphi)\xrightarrow{t=0}0{,}4=0{,}4\eta\mu\varphi \Rightarrow \eta\mu\varphi=1 \Rightarrow \eta\mu\varphi=\eta\mu\frac{\pi}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left|\begin{array}{l}\varphi=2\kappa\pi+\dfrac{\pi}{2}\\ \varphi=2\kappa\pi+\pi-\dfrac{\pi}{2}\end{array}\right. \xrightarrow{\kappa=0}\varphi=\frac{\pi}{2}\,\text{rad}$$

Η φάση της ταλάντωσης σε συνάρτηση με το χρόνο δίνεται από τη σχέση:

$$\varphi_T = \omega t + \varphi \Rightarrow \varphi_T = 10t + \frac{\pi}{2}$$

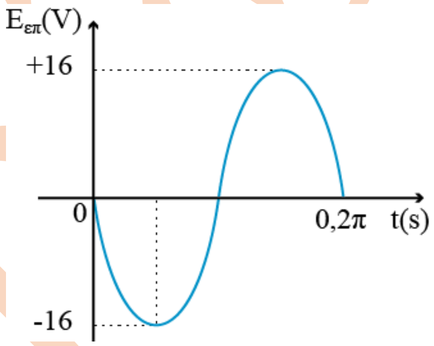
Και το διάγραμμα φάσης χρόνου είναι:



Γ4. Η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του αγωγού ΣΡ είναι:

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell = B\ell A\omega\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi) = 4 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 10\sigma\upsilon\nu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) = 16\sigma\upsilon\nu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Και το χρονικό διάγραμμα είναι:

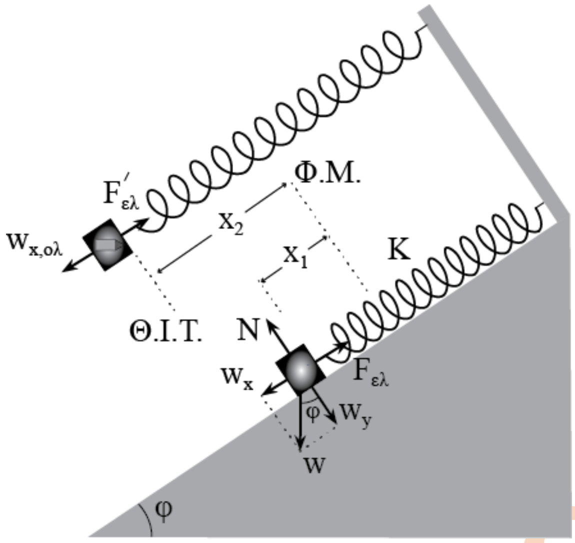


<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

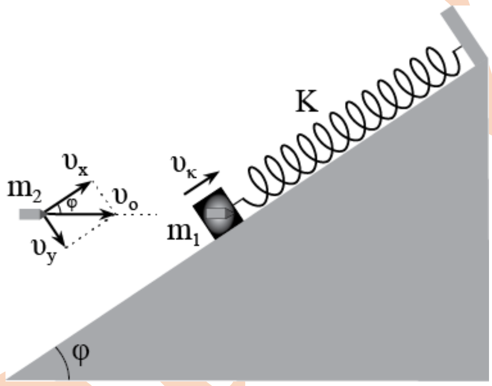
Δ1. Στην αρχική και στην τελική θέση ισορροπίας του σώματος έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w_x \Rightarrow Kx_1 = m_1 g\eta\mu\varphi \Rightarrow x_1 = \frac{m_1 g\eta\mu\varphi}{K} = 0,1\,m$$

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F'_{\varepsilon\lambda} = w_{x,o\lambda} \Rightarrow Kx_2 = (m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi \Rightarrow x_2 = \frac{(m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi}{K} = 0,2\,m$$



Από τη διατήρηση της ορμής στην κρούση υπολογίζουμε την ταχύτητα του συσσωματώματος.



$$\vec{p}_{αρχ} = \vec{p}_{τελ} \Rightarrow m_2υ_x = (m_1+m_2)υ_κ \Rightarrow m_2υ_oσυνφ = (m_1+m_2)υ_κ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4\frac{\sqrt{3}}{2} = 4υ_κ \Rightarrow υ_κ = \frac{\sqrt{3}}{2}\,m/s$$

Εφαρμόζουμε τη διατήρηση της ενέργειας στην ταλάντωση του συσσωματώματος.

$$K+U=E \Rightarrow \frac{1}{2}(m_1+m_2)υ_κ^2 + \frac{1}{2}K(x_2-x_1)^2 = \frac{1}{2}KA^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + 100\cdot 0{,}1^2 = 100A^2 \Rightarrow 4 = 100A^2 \Rightarrow A = 0{,}2\,m$$

Δ2. Υπολογίζουμε την αρχική φάση και τη γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης.

$$x = A\eta\mu(\omega t+\varphi)\xrightarrow{t=0}0{,}1 = 0{,}2\eta\mu\varphi \Rightarrow \eta\mu\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \eta\mu\varphi = \eta\mu\frac{\pi}{6} \Rightarrow$$

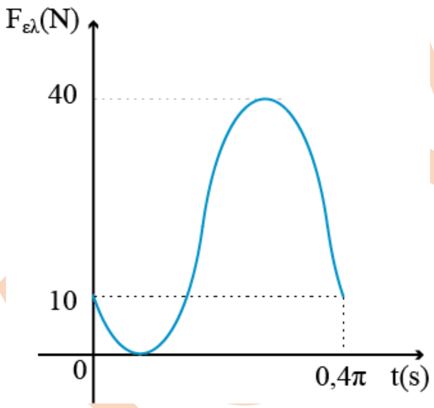
$$\Rightarrow \left| \begin{array}{l} \varphi = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{6} \xrightarrow{\kappa=0} \varphi = \frac{\pi}{6} \\ \varphi = 2\kappa\pi + \pi - \frac{\pi}{6} \xrightarrow{\kappa=0} \varphi = \frac{5\pi}{6} \end{array} \right. \xrightarrow{\upsilon>0} \varphi = \frac{\pi}{6}\text{rad}$$

$$K = (m_1+m_2)\omega^2 \Rightarrow 100 = 4\omega^2 \Rightarrow \omega = 5\text{rad/s}$$

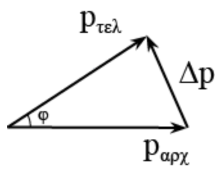
Σε μια τυχαία θέση η δύναμη του ελατηρίου είναι:

$$F_{\varepsilon\lambda} = K(x_2 - x) \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = Kx_2 - KA\eta\mu(\omega t+\varphi) \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = 20 - 20\eta\mu\left(5t+\frac{\pi}{6}\right)$$

Και το χρονικό διάγραμμα είναι:



Δ3. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής του βλήματος κατά την κρούση είναι:



$$\Delta p^2 = p_{\alpha\rho\chi}^2 + p_{\tau\varepsilon\lambda}^2 - 2p_{\alpha\rho\chi}p_{\tau\varepsilon\lambda}\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow \Delta p^2 = (m_2\upsilon_o)^2 + (m_2\upsilon_\kappa)^2 - 2m_2\upsilon_o m_2\upsilon_\kappa\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta p^2 = (4)^2 + \left(2\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 - 2\cdot 4\sqrt{3}\,\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \Delta p^2 = 16+3-12 \Rightarrow \Delta p = \sqrt{7}\,\text{Kg}\cdot\text{m/s}$$

Δ4. Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος είναι:

$$\frac{\Delta K}{\Delta t}=P_{\Sigma F}=\Sigma F\cdot\upsilon=-Kx\cdot\upsilon=-KA\eta\mu(\omega t+\varphi)\cdot A\omega\sigma\upsilon\nu(\omega t+\varphi)\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{\Delta K}{\Delta t}=-KA^2\omega\eta\mu(\omega t+\varphi)\cdot\sigma\upsilon\nu(\omega t+\varphi)=-KA^2\omega\frac{\eta\mu 2(\omega t+\varphi)}{2}\xrightarrow{\eta\mu 2(\omega t+\varphi)=1}$$

$$\Rightarrow\left|\frac{\Delta K}{\Delta t}\right|_{max}=\frac{KA^2\omega}{2}=\frac{100\cdot 0,2^2\cdot 5}{2}=10\,J/s$$