

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.

- A1.** Ένα σώμα μάζας $m_1=m$ κινείται με ταχύτητα v_1 και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας $m_2=3m$. Μετά την κρούση:
- τα σώματα κινούνται με ίσες κινητικές ενέργειες.
 - τα σώματα κινούνται με ταχύτητες ίσου μέτρου.
 - τα σώματα έχουν αντίθετες ορμές.
 - το πρώτο σώμα σταματάει και το δεύτερο κινείται με ταχύτητα v_1 .

Μονάδες 5

- A2.** Ένα σώμα Σ μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση απομάκρυνσης $x = 0,2\eta\mu\left(2\pi t + \frac{11\pi}{6}\right)$. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$:
- η απομάκρυνση της ταλάντωσης είναι θετική.
 - η επιτάχυνση του σώματος είναι αρνητική.
 - η ταχύτητα του σώματος είναι αρνητική.
 - η δύναμη επαναφοράς της ταλάντωσης είναι θετική.

Μονάδες 5

- A3.** Ένας ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I . Αν k_μ είναι η μαγνητική σταθερά, σ' ένα σημείο που απέχει απόσταση d από τον αγωγό:

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

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

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

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

Μονάδες 5

A4. Στα άκρα μιας ωμικής αντίστασης εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση που περιγράφεται από την εξίσωση $v = 100\eta\mu \frac{2\pi}{T} t$. 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

A5. 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 $\pi/2$. Τότε τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ 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 $\pi/4$ με κάθε μια από τις αρχικές ταλαντώσεις.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και περιόδου T 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

- B2.** Η πηγή μιας εναλλασσόμενης τάσης αποτελείται από ένα ορθογώνιο πλαίσιο εμβαδού A που έχει N 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 B . 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:

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

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.

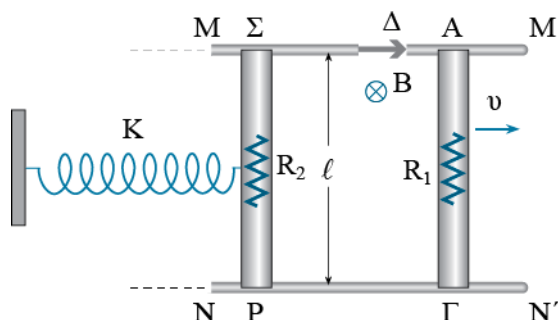
Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Στο παρακάτω σχήμα ο αγωγός ΑΓ μήκους $\ell=1\text{m}$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v 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 $R_1=1\Omega$. Ένας άλλος αγωγός ΣΡ ίδιου μήκους ℓ , μάζας $m=1\text{Kg}$ και αντίστασης $R_2=3\Omega$ έχει και αυτός τα άκρα του πάνω στα δυο σύρματα ΜΜ' και ΝΝ', ενώ είναι στερεωμένος στο μέσον του με οριζόντιο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $K=100\text{N/m}$, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη σε σταθερό σημείο. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=4\text{T}$. Όταν ο διακόπτης Δ του κυκλώματος είναι κλειστός ο αγωγός ΣΡ ισορροπεί με το ελατήριο να έχει δυναμική ενέργεια ίση με $U_{ελ}=8\text{ J}$.



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 $t_0=0$ 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.

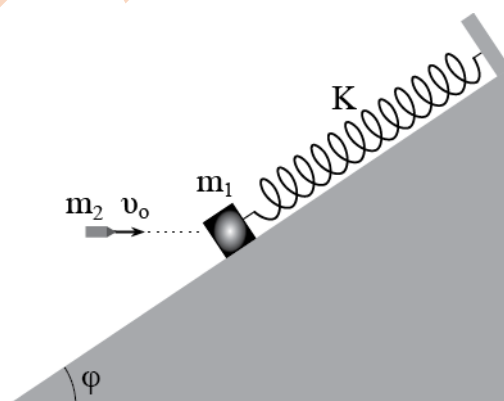
Μονάδες 5+3

Να θεωρήσετε:

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

ΘΕΜΑ Δ

Από την κορυφή λείου κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης $\varphi=30^\circ$ εξαρτάται ιδανικό ελατήριο σταθεράς $K=100\text{N/m}$ και στο κάτω ελεύθερο άκρο του συνδέεται σώμα μάζας $m_1=2\text{Kg}$. Το σύστημα ισορροπεί πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο. Ένα βλήμα μάζας $m_2=2\text{Kg}$ κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $v_0=2\text{m/s}$ και τη χρονική στιγμή $t_0=0$ 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:

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

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και η τριγωνομετρική ταυτότητα $\eta\mu 2\alpha = 2\eta\mu\alpha \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha$.

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.

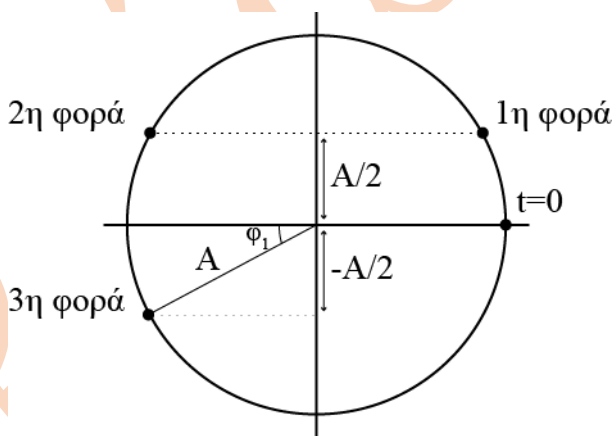
- A1. β
- A2. δ
- A3. β
- A4. α
- A5. Σ, Λ, Λ, Σ, Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή η β.

Από τη διατήρηση της ενέργειας στον ταλαντωτή παίρνουμε:

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



$$\eta \mu \varphi_1 = \frac{\frac{A}{2}}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{6}$$

$$\omega t = \pi + \varphi_1 \Rightarrow \frac{2\pi}{T} t = \pi + \frac{\pi}{6} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} t = \frac{7\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{7T}{12}$$

B2. Σωστή η β.

Το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης είναι:

$$V = N\omega BA$$

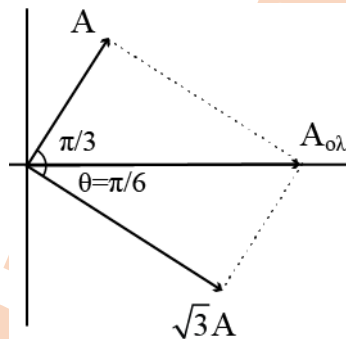
Αν διπλασιάσουμε την περίοδο και υποδιπλασιάσουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, το πλάτος γίνεται:

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

B3. 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:

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

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:

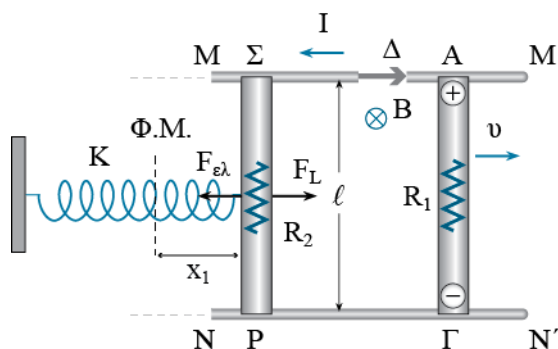
$$x = A_{ολ}\eta\mu\omega t \Rightarrow x = 2A\eta\mu\omega t$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι:

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

Από την ισορροπία του αγωγού ΣΡ παίρνουμε:



$$\begin{aligned} \Sigma F = 0 &\Rightarrow F_{ελ} = F_L \Rightarrow Kx_1 = BI\ell \Rightarrow Kx_1 = B \frac{E_{επ}}{R_1 + R_2} \ell \Rightarrow Kx_1 = B \frac{Bv\ell}{R_1 + R_2} \ell \Rightarrow \\ &\Rightarrow Kx_1 = \frac{B^2 v \ell^2}{R_1 + R_2} \Rightarrow 100 \cdot 0,4 = \frac{4^2 v \ell^2}{4} \Rightarrow v = 10 \text{ m/s} \end{aligned}$$

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

$$V_{ΣΡ} = IR_2 = \frac{E_{επ}}{R_1 + R_2} R_2 = \frac{Bv\ell}{R_1 + R_2} R_2 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 1}{4} 3 = 30 \text{ V}$$

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.

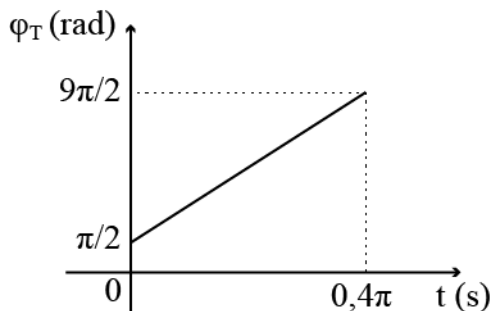
$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi) \xrightarrow{t=0} 0,4 = 0,4\eta\mu\varphi \Rightarrow \eta\mu\varphi = 1 \Rightarrow \eta\mu\varphi = \eta\mu \frac{\pi}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2} \\ \varphi = 2\kappa\pi + \pi - \frac{\pi}{2} \end{cases} \xrightarrow{\kappa=0} \varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

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

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

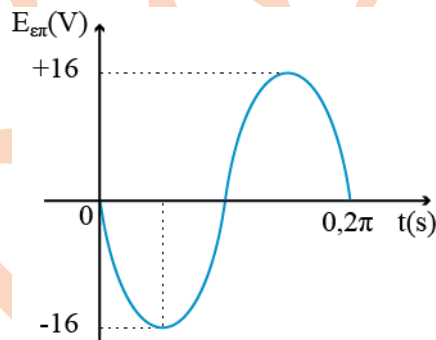
Και το διάγραμμα φάσης χρόνου είναι:



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

$$E_{επ} = Bv\ell = B\ell A\omega \sin(\omega t + \varphi) = 4 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 10 \sin\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) = 16 \sin\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Και το χρονικό διάγραμμα είναι:

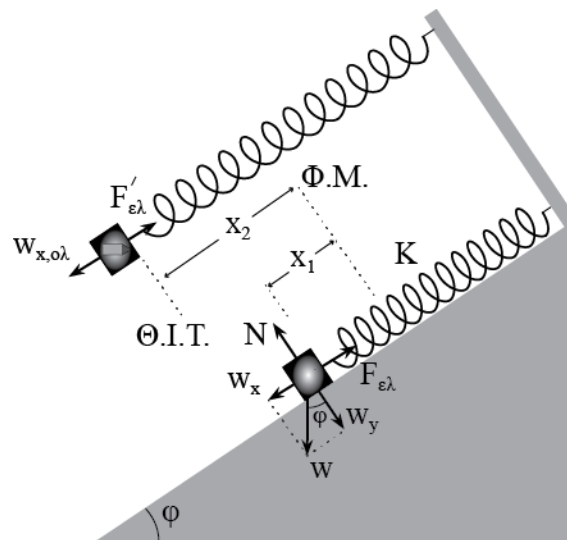


ΘΕΜΑ Δ

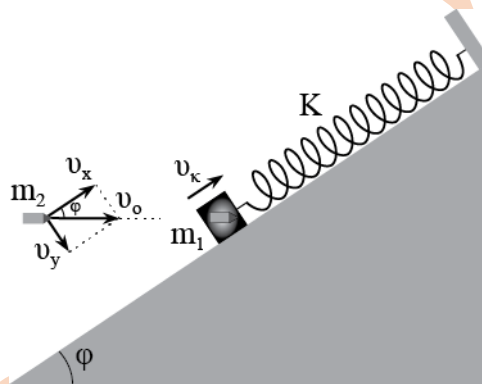
Δ1. Στην αρχική και στην τελική θέση ισορροπίας του σώματος έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F'_{ελ} = w_x \Rightarrow Kx_1 = m_1 g \eta \mu \varphi \Rightarrow x_1 = \frac{m_1 g \eta \mu \varphi}{K} = 0,1 \text{ m}$$

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



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



$$\begin{aligned} \vec{p}_{αρχ} &= \vec{p}_{τελ} \Rightarrow m_2 v_x = (m_1 + m_2) v_{\kappa} \Rightarrow m_2 v_0 \sin \varphi = (m_1 + m_2) v_{\kappa} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 4 \frac{\sqrt{3}}{2} = 4 v_{\kappa} \Rightarrow v_{\kappa} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m/s} \end{aligned}$$

Εφαρμόζουμε τη διατήρηση της ενέργειας στην ταλάντωση του συσσωματώματος.

$$\begin{aligned} K + U &= E \Rightarrow \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{\kappa}^2 + \frac{1}{2} K (x_2 - x_1)^2 = \frac{1}{2} K A^2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow 4 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^2 + 100 \cdot 0,1^2 = 100 A^2 \Rightarrow 4 = 100 A^2 \Rightarrow A = 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

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

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

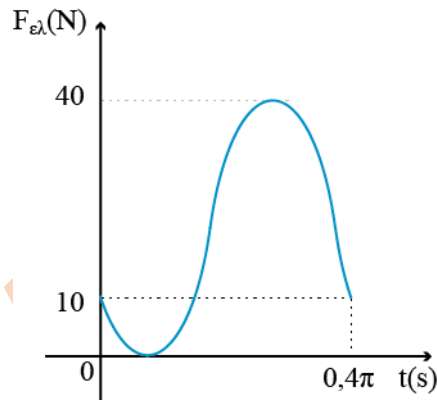
$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi = 2k\pi + \frac{\pi}{6} \xrightarrow{\kappa=0} \varphi = \frac{\pi}{6} \\ \varphi = 2k\pi + \pi - \frac{\pi}{6} \xrightarrow{\kappa=0} \varphi = \frac{5\pi}{6} \end{cases} \xrightarrow{v>0} \varphi = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

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

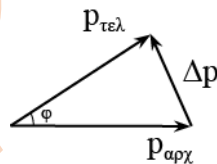
Σε μια τυχαία θέση η δύναμη του ελατηρίου είναι:

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

Και το χρονικό διάγραμμα είναι:



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



$$\begin{aligned} \Delta p^2 &= p_{\alpha\rho\chi}^2 + p_{\tau\epsilon\lambda}^2 - 2p_{\alpha\rho\chi}p_{\tau\epsilon\lambda}\cos\varphi \Rightarrow \Delta p^2 = (m_2v_o)^2 + (m_2v_\kappa)^2 - 2m_2v_o m_2v_\kappa\cos\varphi \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta p^2 = (4)^2 + \left(2\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 - 2 \cdot 4\sqrt{3} \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \Delta p^2 = 16 + 3 - 12 \Rightarrow \Delta p = \sqrt{7} \text{ Kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\frac{\Delta K}{\Delta t} &= P_{\Sigma F} = \Sigma F \cdot v = -Kx \cdot v = -KA\eta\mu(\omega t + \varphi) \cdot A\omega\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi) \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{\Delta K}{\Delta t} &= -KA^2\omega\eta\mu(\omega t + \varphi) \cdot \sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi) = -KA^2\omega \frac{\eta\mu 2(\omega t + \varphi)}{2} \xrightarrow{\eta\mu 2(\omega t + \varphi) = 1} \\ &\Rightarrow \left| \frac{\Delta K}{\Delta t} \right|_{\max} = \frac{KA^2\omega}{2} = \frac{100 \cdot 0,2^2 \cdot 5}{2} = 10 \text{ J/s}\end{aligned}$$