Ωρίωνας ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	**ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

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

Ημερομηνία: Τετάρτη 04 Απριλίου 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 εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση και το πλάτος του μειώνεται σε συνάρτηση με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $A = A_o e^{-\ln 4t}$. Το πλάτος της ταλάντωσης υποδιπλασιάζεται σε χρόνο

α. 1 s.
β. 2 s.
γ. 0,5 s.
δ. 1,5 s.

Μονάδες 5

Α2. Κατά μήκος χορδής (ελαστικό μέσο) που έχει τη διεύθυνση του άξονα δημιουργείται στάσιμο κύμα.

α. Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου έχουν την ίδια ενέργεια.
β. Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου που εκτελούν ταλάντωση, αποκτούν τη μέγιστη κινητική τους ενέργεια ταυτόχρονα.
γ. Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου έχουν το ίδιο πλάτος ταλάντωσης.
δ. Το πλάτος ταλάντωσης των κοιλιών είναι διπλάσιο από το πλάτος ταλάντωσης των δεσμών.

Μονάδες 5

Α3. Ένας δίσκος αφήνεται να κινηθεί από την κορυφή κεκλιμένου επιπέδου μεγάλου μήκους. Πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο ο δίσκος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει.

α. Η συνολική ροπή που ασκείται στο δίσκο όταν αυτός κυλίεται στο κεκλιμένο επίπεδο είναι $\Sigma\tau \neq 0$.
β. Όταν ο δίσκος κυλίεται στο κεκλιμένο επίπεδο ισχύει $\alpha_{\gamma\omega\nu} = \alpha_{cm} R$.

γ. Όταν ο δίσκος κυλίεται στο κεκλιμένο επίπεδο η κινητική του ενέργεια παραμένει σταθερή.
δ. Όταν ο δίσκος κυλίεται στο κεκλιμένο επίπεδο έχει κινητική ενέργεια μόνο εξαιτίας περιστροφής.

Μονάδες 5

Α4. Σώμα μάζας m_1 κινείται χωρίς τριβές στο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα $υ_1$ και συγκρούεται ελαστικά και μετωπικά με ακίνητο σώμα ίσης μάζας m_2.
α. Μετά την κρούση τα σώματα έχουν ίσες κινητικές ενέργειες.
β. Μετά την κρούση τα σώματα κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις.
γ. Μετά την κρούση τα σώματα κινούνται στην ίδια κατεύθυνση.
δ. Κατά την κρούση όλη η κινητική ενέργεια του πρώτου σώματος μεταφέρεται στο δεύτερο.

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. Μια δύναμη μέτρου F ασκείται κάθετα σε επιφάνεια εμβαδού A και δημιουργεί πίεση p. Αν διπλασιάσουμε το μέτρο της δύναμης και διπλασιάσουμε το εμβαδόν της επιφάνειας, τότε η δημιουργούμενη πίεση θα διπλασιαστεί.
β. Κατά τη διάδοση ενός κύματος μεταφέρεται ενέργεια και ορμή από το ένα σημείο του μέσου στο άλλο, όχι όμως και ύλη.
γ. Μια δεξαμενή είναι γεμάτη με νερό η ελεύθερη επιφάνεια του οποίου βρίσκεται σε ύψος H από τον πυθμένα της δεξαμενής. Μια τρύπα βρίσκεται στο τοίχωμα της δεξαμενής και σε βάθος h από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Η ταχύτητα εκροής του νερού από την τρύπα θα είναι ίση με την ταχύτητα που θα αποκτούσε το νερό αν εκτελούσε ελεύθερη πτώση από ύψος H.
δ. Ο θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης είναι ΣF=ma.
ε. Ανελαστική, ονομάζεται η κρούση στην οποία ένα μέρος της αρχικής κινητικής ενέργειας των σωμάτων μετατρέπεται σε θερμότητα.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Ομογενής σκάλα μήκους L και βάρους w στηρίζεται σε κατακόρυφο λείο τοίχο και ισορροπεί σχηματίζοντας γωνία 45^o με το οριζόντιο δάπεδο. Ένας εργάτης βάρους $w_1 = 4w$ ανεβαίνει στη σκάλα και το ανώτατο ύψος από το οριζόντιο δάπεδο στο οποίο μπορεί να φτάσει, χωρίς η σκάλα να αρχίσει να γλιστρά, ισούται με $\frac{\sqrt{2}}{8}L$. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ της σκάλας και του οριζόντιου δαπέδου είναι:

α. 0,5.

β. 0,3.

γ. 0,2.

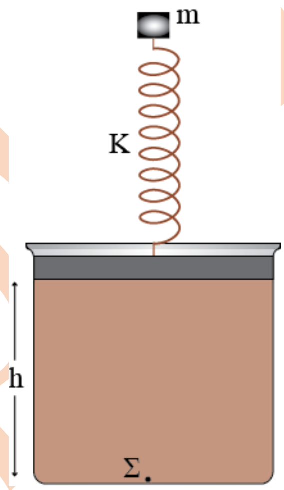
i) Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

ii) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B2. Κυλινδρικό κατακόρυφο δοχείο ύψους h και εμβαδού βάσης A είναι γεμάτο με υγρό. Στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού τοποθετείται αβαρές έμβολο πάνω στο οποίο είναι στερεωμένο ιδανικό ελατήριο σταθεράς K. Στην άλλη άκρη του ελατηρίου είναι στερεωμένο ένα σώμα μάζας m το οποίο εκτελεί στον κατακόρυφο άξονα, απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και σταθεράς ίσης με τη σταθερά του ελατηρίου. Όταν το σώμα βρίσκεται στην ανώτερη θέση της ταλάντωσής του, η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι μηδέν. Καθώς το σώμα ταλαντώνεται, η πίεση στο σημείο Σ που βρίσκεται στον πυθμένα του δοχείου μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών $p_1=2p_{ατμ}$ και $p_2=3p_{ατμ}$ όπου $p_{ατμ}$ η ατμοσφαιρική πίεση. Το πλάτος A της ταλάντωσης του σώματος είναι:



α. $A=\dfrac{p_{ατμ}A}{K}$.

β. $A=\dfrac{p_{ατμ}A}{2K}$.

γ. $A=\dfrac{2p_{ατμ}A}{K}$.

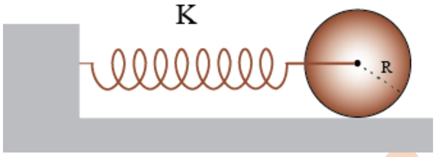
i) Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

ii) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

Β3. Στο παρακάτω σχήμα ο δίσκος μάζα M και ακτίνας R εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση στο οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση ενός ελατηρίου σταθεράς K. Το ένα άκρο του ελατηρίου είναι συνδεμένο στο κέντρο μάζας του δίσκου με τέτοιο τρόπο ώστε ο δίσκος να μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι συνδεμένο σε σταθερό σημείο. Κατά την ταλάντωσή του ο δίσκος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει. Η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης του δίσκου είναι:



α. $D = K$.

β. $D = 2K$.

γ. $D = \frac{2K}{3}$.

i) Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

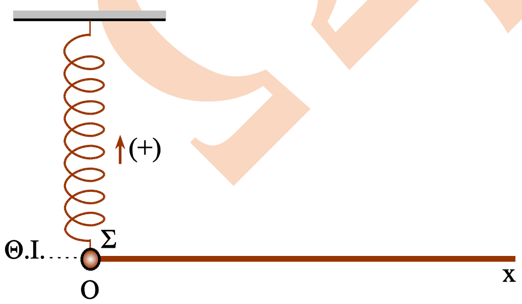
Μονάδες 2

ii) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Δίνεται $I = \frac{1}{2}mR^2$

ΘΕΜΑ Γ



Στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς K=40N/m, το άνω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο, τοποθετούμε ένα σώμα Σ μάζας m=0,4Kg και το σύστημα ισορροπεί. Στο σώμα Σ στερεώνουμε νήμα μεγάλου μήκους το οποίο βρίσκεται σε οριζόντια θέση. Τη χρονική στιγμή $t_o=0$ δίνουμε στο σώμα Σ κατακόρυφη προς τα πάνω ταχύτητα μέτρου $\upsilon_o=2m/s$ και αυτό ξεκινάει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Τότε πάνω στο νήμα στη διεύθυνση Ox διαδίδεται με ταχύτητα $\upsilon = \frac{1}{2\pi} m/s$, το αρμονικό κύμα που προέρχεται από την ταλάντωση του σώματος Σ.

Γ1. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης της απλής αρμονικής ταλάντωσης του σώματος Σ, καθώς και την εξίσωση της απομάκρυνσης όλων των σημείων του νήματος κατά τη διάδοση του κύματος.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε σε ποια θέση θα έχει φτάσει το κύμα κατά τη διάδοσή του πάνω στο νήμα, τη χρονική στιγμή που η κινητική και η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος Σ είναι ίσες για τέταρτη φορά.

Μονάδες 7

Γ3. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή στην οποία η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος Σ μεγιστοποιείται για δεύτερη φορά.

Μονάδες 6

Γ4. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της φάσης όλων των σημείων του νήματος τη χρονική στιγμή που το σημείο Σ έχει συμπληρώσει την τέταρτη ταλάντωσή του.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε θετική τη φορά που φαίνεται στο σχήμα.

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Στο σχήμα το σώμα $Σ_1$ μάζας m_1=0,5Kg είναι στερεωμένο στο κάτω άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K=100 N/m και ισορροπεί. Κάτω από το σώμα $Σ_1$ μέσω ενός νήματος είναι στερεωμένο ένα σώμα $Σ_2$ μάζας m_2=0,2 Kg το οποίο είναι στερεωμένο στην άκρη μιας ράβδου μήκους L=0,4 m και μάζας M=0,4 Kg. Στο μέσο της ράβδου είναι στερεωμένο ένα σώμα $Σ_3$ μάζας m_3=0,2 Kg. Το σύστημα της ράβδου το οποίο μπορεί να στρέφεται γύρω από την άρθρωση Ο, με τα σώματα $Σ_2$ και $Σ_3$ ισορροπεί, με τη ράβδο σε οριζόντια θέση. Τη χρονική στιγμή t_o=0 κόβουμε το νήμα που συνδέει τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$.

Δ1. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης για την ταλάντωση που θα εκτελέσει το σώμα $Σ_1$ θεωρώντας θετική τη φορά προς τα πάνω και να τη σχεδιάσετε για χρόνο μιας περιόδου.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε το μέγιστο ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ταλάντωσης του σώματος $Σ_1$.

Μονάδες 6

Το σύστημα της ράβδου με τα σώματα $Σ_2$ και $Σ_3$ περιστρέφεται στο κατακόρυφο επίπεδο γύρω από το σημείο Ο. Όταν φτάσει στην κατακόρυφη θέση το σώμα $Σ_2$ συγκρούεται μετωπικά με το σώμα $Σ_4$ έχοντας γωνιακή ταχύτητα ω΄=8 rad/s.

Μετά την κρούση το σώμα $Σ_4$ το οποίο έχει μάζα m_4=0,4 Kg αποκτά οριζόντια ταχύτητα $υ_4$=2m/s.

Δ3. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του συστήματος της ράβδου με τα σώματα $Σ_2$ και $Σ_3$.

Μονάδες 4

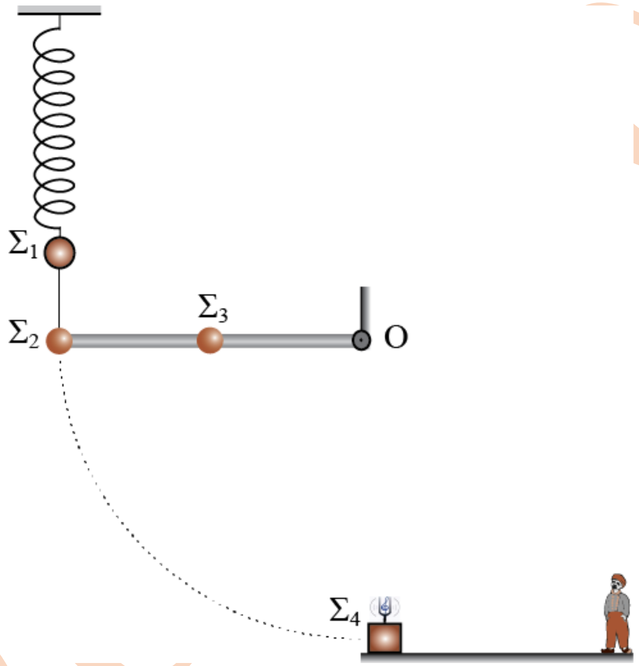
Δ4. Να υπολογίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος ράβδος σώμα $Σ_2$ και σώμα $Σ_3$ τη στιγμή που κόβεται το νήμα.

Μονάδες 4

Πάνω στο σώμα $Σ_4$ είναι στερεωμένο ένα διαπασών αμελητέας μάζας το οποίο εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s=339 Hz. Μετά την κρούση το σώμα $Σ_4$ κινείται στο οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής ολίσθησης μ=0,1.

Δ5. Να υπολογίσετε τη συχνότητα που ακούει ο ακίνητος παρατηρητής μετά από χρόνο 1s αφού γίνει η κρούση. Το σώμα $Σ_4$ σταματάει πριν φτάσει στον παρατηρητή.

Μονάδες 5



Δίνεται η ταχύτητα του ήχου υ=340 m/s και g=10 m/s².

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. γ

Α2. β

Α3. α

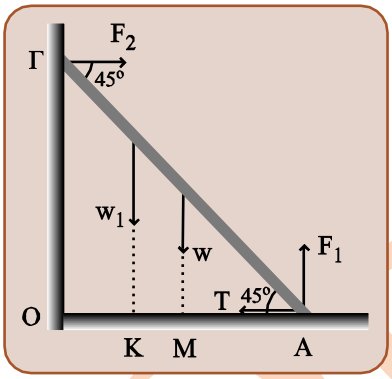
Α4. δ

Α5. Λ, Σ, Λ, Λ, Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η β.

Από την ισορροπία της σκάλας παίρνουμε:



$$\Sigma\tau_{(A)}=0\Rightarrow -F_2(O\Gamma)+w(AM)+w_1(AK)=0 \quad (1)$$

Από το σχήμα παίρνουμε:

$$\eta\mu 45^o=\frac{O\Gamma}{L}\Rightarrow O\Gamma=L\eta\mu 45^o \quad (2)$$

$$\sigma\upsilon\nu 45^o=\frac{AM}{L/2}\Rightarrow AM=\frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu 45^o \quad (3)$$

$$\varepsilon\varphi 45^o=\frac{\frac{\sqrt{2}}{8}L}{AK}\Rightarrow 1=\frac{\frac{\sqrt{2}}{8}L}{AK}\Rightarrow AK=\frac{\sqrt{2}}{8}L \quad (4)$$

Από τις (1), (2), (3) και (4) παίρνουμε:

$$\Sigma\tau_{(A)}=0\Rightarrow -F_2L\eta\mu 45^o+w\frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu 45^o+w_1\frac{\sqrt{2}}{8}L=0\Rightarrow F_2=\frac{3}{2}w \quad (5)$$

$$\Sigma F_x=0\Rightarrow T=F_2\Rightarrow T=\frac{3}{2}w \quad (6)$$

$$\Sigma F_y=0\Rightarrow F_1=w+w_1\Rightarrow F_1=5w \quad (7)$$

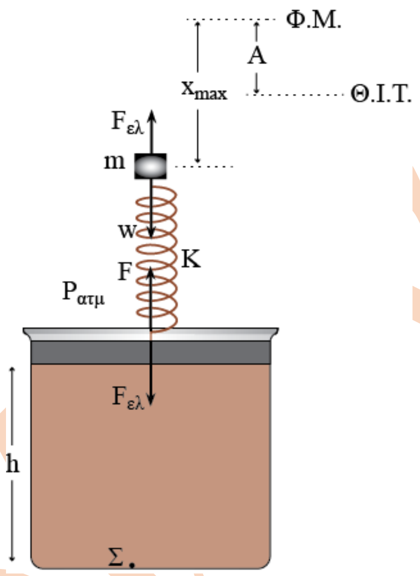
Από το νόμο της τριβής παίρνουμε:

$$T = \mu F_1 \Rightarrow \mu = \frac{T}{F_1} \xrightarrow{(6),(7)} \mu = \frac{\frac{3}{2}w}{5w} \Rightarrow \mu = 0,3$$

B2. Σωστή η β.

Αφού στην ανώτερη θέση της ταλάντωσης η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι μηδέν, αυτό βρίσκεται στο φυσικό του μήκος. Η πίεση τότε στο σημείο Σ είναι:

$$p_1 = p_{ατμ} + \rho g h \Rightarrow 2p_{ατμ} = p_{ατμ} + \rho g h \Rightarrow \rho g h = p_{ατμ}$$



Η μέγιστη πίεση στο σημείο Σ θα ασκείται όταν το ελατήριο βρίσκεται στη μέγιστη συσπείρωσή του.

$$p_2 = p_{ατμ} + \rho g h + \frac{F_{ελ}}{A} \Rightarrow 3p_{ατμ} = 2p_{ατμ} + \frac{F_{ελ}}{A} \Rightarrow \frac{F_{ελ}}{A} = p_{ατμ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{ελ} = Ap_{ατμ} \Rightarrow Kx_{max} = Ap_{ατμ} \Rightarrow x_{max} = \frac{Ap_{ατμ}}{K}$$

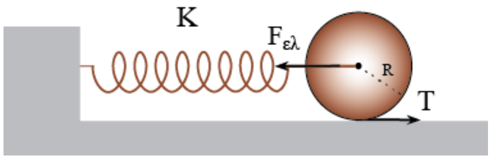
Και το πλάτος της ταλάντωσης είναι:

$$A = \frac{x_{max}}{2} \Rightarrow A = \frac{p_{ατμ}A}{2K}$$

B3. Σωστή η γ.

Από το νόμο της στροφικής κίνησης παίρνουμε:

$$\Sigma\tau = I\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow TR = \frac{1}{2}mR^2\frac{\alpha}{R} \Rightarrow T = \frac{1}{2}m\alpha \Rightarrow m\alpha = 2T$$



Από το 2ο νόμο του Νεύτωνα για τη μεταφορική κίνηση παίρνουμε:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} - T = m\alpha \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} - T = 2T \Rightarrow T = \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{3}$$

Η δύναμη επαναφοράς της ταλάντωσης είναι:

$$\Sigma F = T - F_{\varepsilon\lambda} \Rightarrow \Sigma F = \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{3} - F_{\varepsilon\lambda} \Rightarrow \Sigma F = -\frac{2F_{\varepsilon\lambda}}{3} \Rightarrow \Sigma F = -\frac{2K}{3}x$$

Και η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης είναι:

$$D = \frac{2K}{3}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η περίοδος ταλάντωσης του σώματος Σ είναι.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,4}{40}} = 0,2\pi\,s$$

Το μήκος κύματος του κύματος είναι.

$$\upsilon = \lambda f \Rightarrow \upsilon = \lambda\frac{1}{T} \Rightarrow \lambda = \upsilon T = \frac{1}{2\pi}0,2\pi = 0,1m$$

Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2\pi} = 10\,rad/s$$

Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Σ είναι.

$$\upsilon_o = A\omega \Rightarrow A = \frac{\upsilon_o}{\omega} = \frac{2}{10} = 0,2\,m$$

Η εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου Σ είναι.

$$y_O = A\eta\mu\omega t \Rightarrow y_O = 0,2\eta\mu 10t$$

Η εξίσωση της απομάκρυνσης των σημείων του νήματος είναι.

$$y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \Rightarrow y = 0,2\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{0,2\pi} - \frac{x}{0,1}\right) \Rightarrow y = 0,2\eta\mu 2\pi\left(\frac{5t}{\pi} - 10x\right)$$

Γ2. Από τη διατήρηση της ενέργειας για την ταλάντωση του Σ παίρνουμε.

$$K + U = E \xrightarrow{K=U} 2U = E \Rightarrow 2\frac{1}{2}Dy_O^2 = \frac{1}{2}DA^2 \Rightarrow y_O^2 = \frac{A^2}{2} \Rightarrow y_O = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$$

Υπολογίζουμε τη χρονική στιγμή που ισχύει το παραπάνω.

$$y_O = \frac{\sqrt{2}}{2}A \Rightarrow A\eta\mu\omega t = \frac{\sqrt{2}}{2}A \Rightarrow \eta\mu\omega t = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \eta\mu\omega t = \eta\mu\left(\frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \omega t = 2\kappa\pi + \dfrac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=0} \omega t = \dfrac{\pi}{4} \Rightarrow 10t = \dfrac{\pi}{4} \Rightarrow t = \dfrac{\pi}{40}s \\ \omega t = 2\kappa\pi + \pi - \dfrac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=0} \omega t = \dfrac{3\pi}{4} \Rightarrow 10t = \dfrac{3\pi}{4} \Rightarrow t = \dfrac{3\pi}{40}s \end{cases}$$

$$y_O = -\frac{\sqrt{2}}{2}A \Rightarrow A\eta\mu\omega t = -\frac{\sqrt{2}}{2}A \Rightarrow \eta\mu\omega t = -\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \eta\mu\omega t = \eta\mu\left(-\frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow$$

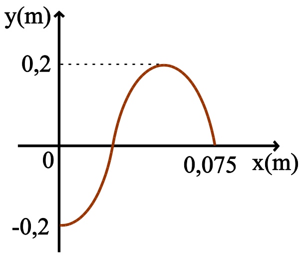
$$\Rightarrow \begin{cases} \omega t = 2\kappa\pi - \dfrac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=1} \omega t = \dfrac{7\pi}{4} \Rightarrow 10t = \dfrac{7\pi}{4} \Rightarrow t = \dfrac{7\pi}{40}s \\ \omega t = 2\kappa\pi + \pi + \dfrac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=0} \omega t = \dfrac{5\pi}{4} \Rightarrow 10t = \dfrac{5\pi}{4} \Rightarrow t = \dfrac{5\pi}{40}s \end{cases}$$

Για τέταρτη φορά η χρονική στιγμή είναι.

$$t = \frac{7\pi}{40} s$$

Η θέση στην οποία θα έχει φτάσει το κύμα την παραπάνω χρονική στιγμή είναι.

$$x = \upsilon t = \frac{1}{2\pi}\frac{7\pi}{40} = \frac{7}{80} m$$



Γ3. Η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης θα γίνει μέγιστη για δεύτερη φορά όταν το σώμα Σ βρεθεί στη θέση $y_O = -A$ για πρώτη φορά. Αυτό θα συμβεί τη χρονική στιγμή 3T/4.
Το κύμα θα έχει διανύσει απόσταση.

$$x = \frac{3\lambda}{4} = \frac{3 \cdot 0,1}{4} = 0,075 m$$

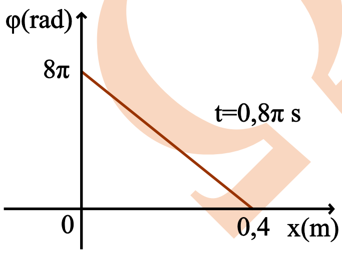
Και το στιγμιότυπο φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Γ4. Το σημείο Σ συμπληρώνει την τέταρτη ταλάντωσή του τη χρονική στιγμή.

$$t = 4T = 4 \cdot 0,2\pi = 0,8\pi s$$

Την παραπάνω χρονική στιγμή η φάση της ταλάντωσης του σημείου Σ είναι.

$$\varphi_\Sigma = \omega t = 10 \cdot 0,8\pi = 8\pi rad$$



Υπολογίζουμε την απόσταση που έχει διαδοθεί το κύμα στον παραπάνω χρόνο.

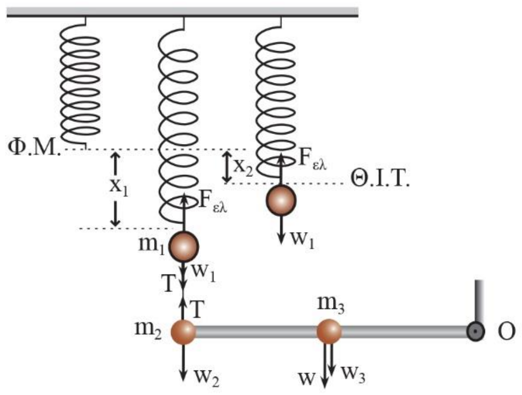
$$x = \upsilon t = \frac{1}{2\pi} 0,8\pi = 0,4 m$$

Και η γραφική παράσταση της φάσης των σημείων του νήματος φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την ισορροπία του συστήματος της ράβδου και των σωμάτων $Σ_2$ και $Σ_3$ παίρνουμε:

$$Στ_{(O)}=0 \Rightarrow T\cdot L - w_2 L - w_3\frac{L}{2} - w\frac{L}{2}=0 \Rightarrow T = m_2 g + \frac{m_3 g}{2} + \frac{Mg}{2} \Rightarrow T = 5N$$



Από την ισορροπία του σώματος $Σ_1$ παίρνουμε:

$$ΣF = 0 \Rightarrow F_{ελ} = w_1 + T \Rightarrow Kx_1 = m_1 g + T \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 100x_1 = 10 \Rightarrow x_1 = 0{,}1\ m$$

Στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης παίρνουμε:

$$ΣF = 0 \Rightarrow F_{ελ} = w_1 \Rightarrow Kx_2 = m_1 g \Rightarrow x_2 = 0{,}05\ m$$

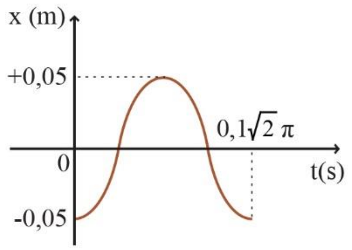
Το πλάτος της ταλάντωσης είναι:

$$A = x_1 - x_2 = 0{,}05\ m$$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση και τη γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης.

$$x = Aημ(ωt+φ) \xrightarrow{t_o=0} -A = Aημφ \Rightarrow ημφ = -1 \Rightarrow φ = \frac{3π}{2}\ rad$$

$$K = m_1 ω^2 \Rightarrow 100 = 0{,}5ω^2 \Rightarrow ω = 10\sqrt{2}\ rad/s$$



Και η εξίσωση της απομάκρυνσης είναι:

$$x = Aημ(ωt+φ) \Rightarrow x = 0{,}05ημ\left(10\sqrt{2}\,t + \frac{3π}{2}\right)$$

Το διάγραμμα απομάκρυνσης - χρόνου φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Δ2. Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας είναι:

$$\frac{dK}{dt} = ΣF\cdot υ = -Kx\cdot υ = -KAημ(ωt+φ)\cdot Aωσυν(ωt+φ) = -KA^2ω\cdot ημ(ωt+φ)\cdot συν(ωt+φ) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dK}{dt} = -\frac{1}{2}KA^2ω\cdot 2ημ(ωt+φ)\cdot συν(ωt+φ) = \frac{1}{2}KA^2ω\cdot ημ2(ωt+φ) \xrightarrow{ημ2(ωt+φ)=1}$$

$$\Rightarrow \left|\frac{dK}{dt}\right|_{max} = \frac{1}{2}KA^2ω = \frac{1}{2}100\cdot 0{,}05^2 10\sqrt{2} = 1{,}25\sqrt{2}\ \ J/s$$

Δ3. Από τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας για το σύστημα παίρνουμε:

$$K_{αρχ} + U_{αρχ} = K_{τελ} + U_{τελ} \Rightarrow (m_2 + m_3 + M)gL = \frac{1}{2}I\omega'^2 + (m_3 + M)g\frac{L}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3{,}2 = 32 \cdot I + 1{,}2 \Rightarrow I = 0{,}0625\ Kg \cdot m^2$$

Δ4. Από το νόμο της στροφικής κίνησης παίρνουμε:

$$\Sigma\tau = I\alpha_{γων} \Rightarrow m_2gL + (M+m_3)g\frac{L}{2} = I\alpha_{γων} \Rightarrow 0{,}2\cdot10\cdot0{,}4 + 0{,}6\cdot10\cdot0{,}2 = 0{,}0625\alpha_{γων} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \alpha_{γων} = 32\ rad/s^2$$

Δ5. Η κίνηση του σώματος Σ_4 είναι ομαλά επιβραδυνόμενη.

$$\Sigma F = m_4\alpha \Rightarrow T' = m_4\alpha \Rightarrow \mu m_4 g = m_4\alpha \Rightarrow \alpha = 1\ m/s^2$$

Η ταχύτητα του σώματος είναι:

$$\upsilon_s = \upsilon_4 - \alpha t \Rightarrow \upsilon_s = 2 - t$$

Τη χρονική στιγμή 1s η ταχύτητα του σώματος Σ_4 είναι:

$$\upsilon_s = 2 - t = 1\ m/s$$

Η συχνότητα που ακούει ο ακίνητος παρατηρητής είναι:

$$f_A = \frac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_s}f_s = \frac{340}{340 - 1}339 = 340\ Hz$$