ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ 1ο:

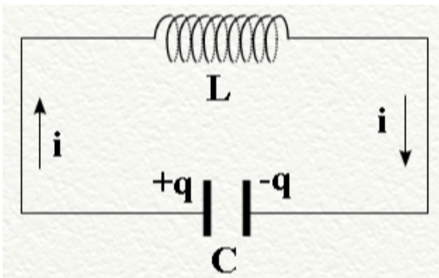
1. Ένας ομογενής δίσκος περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα με στροφορμή μέτρου L. Αν διπλασιάσουμε το μέτρο της στροφορμής του δίσκου, χωρίς να μεταβάλλουμε την ροπή αδράνειας του, τότε η κινητική του ενέργεια:

Α. θα παραμείνει σταθερή, **Β.** θα διπλασιαστεί,

Γ. θα τετραπλασιαστεί, **Δ.** θα υποδιπλασιαστεί.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

2. Κάποια στιγμή t η πολικότητα του πυκνωτή και η φορά του ρεύματος σε ένα ιδανικό κύκλωμα ηλεκτρικών ταλαντώσεων, είναι όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστή;



Α. Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα μειώνεται.

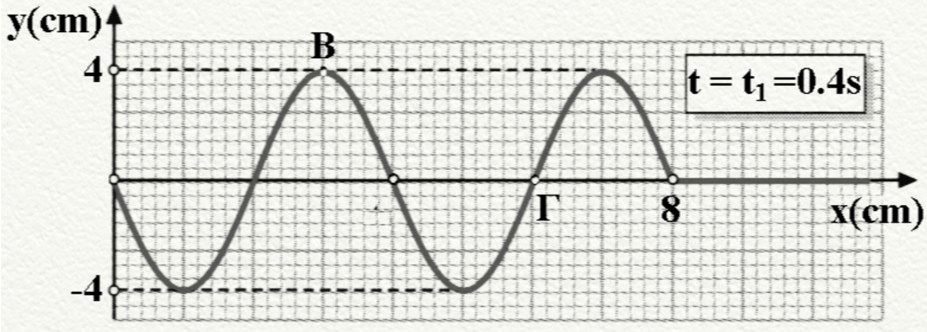
Β. Η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται.

Γ. Η τάση στα άκρα του πυκνωτή αυξάνεται.

Δ. Η τάση στα άκρα του πηνίου αυξάνεται.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

3. Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα, χωρίς αρχική φάση, που διαδίδεται στο θετικό ημιάξονα Οx, έχει την πηγή του στη θέση Ο (x = 0). Το στιγμιότυπο του κύματος κάποια στιγμή $t = t_1$ (θεωρώντας ως στιγμή t = 0 τη στιγμή που αρχίζει να ταλαντώνεται η πηγή του κύματος) φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος. Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (☑).



Α. Το μήκος κύματος του κύματος είναι $\lambda = 4cm$. ❑

Β. Η περίοδος του κύματος είναι $T = 0.4s$. ❑

Γ. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $\upsilon = 20cm/s$. ❑

Δ. Η διαφορά φάσης ταλάντωσης των σημείων Β και Γ την στιγμή t_1 είναι $\Delta\varphi = 3\pi/2$. ❑

Ε. Τη στιγμή t_1 η ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου Γ ισούται με $\upsilon_\Gamma = 40\pi$ cm/s. ❑

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

4. Σύστημα μάζας m και ελατηρίου σταθεράς k εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα $f = \frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$. Αν υποδιπλασιάσουμε τη συχνότητα της ταλάντωσης τότε το πλάτος της ταλάντωσης:

Α. θα αυξηθεί,

Β. θα μειωθεί,

Γ. θα υποδιπλασιαστεί,

Δ. δεν θα μεταβληθεί.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

5. Στην στήλη Α δίνονται οι εξισώσεις δύο γραμμικών αρμονικών ταλαντώσεων που εκτελεί ένα σώμα γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας και πάνω στην ίδια διεύθυνση και στην στήλη Β η εξίσωση της σύνθετης κίνησης που προκύπτει. Να κάνετε τις αντιστοιχήσεις.

ΣΤΗΛΗ Α			ΣΤΗΛΗ Β
$\begin{cases} x_1 = 5\eta\mu 10t \\ x_2 = 5\eta\mu(10t+\pi) \end{cases}$	**i.**	**1.**	$x = 5\eta\mu\left(10t+\frac{\pi}{12}\right)$
$\begin{cases} x_1 = 5\eta\mu 10t \\ x_2 = 5\sigma\upsilon\nu 10t \end{cases}$	**ii.**	**2.**	$x = 10\sigma\upsilon\nu\pi t\cdot\eta\mu 501\pi t$
$\begin{cases} x_1 = 5\eta\mu\left(10t+\frac{\pi}{12}\right) \\ x_2 = -10\eta\mu\left(10t+\frac{\pi}{12}\right) \end{cases}$	**iii.**	**3.**	$x = 5\sqrt{2}\,\eta\mu\left(10t+\frac{\pi}{4}\right)$
$\begin{cases} x_1 = 5\eta\mu 500\pi t \\ x_2 = 5\eta\mu 502\pi t \end{cases}$	**iv.**	**4.**	$x = 0$
		5.	$x = 5\eta\mu\left(10t+\frac{13\pi}{12}\right)$

Στήλη Α.	**i.**	**ii.**	**iii.**	**iv.**
Στήλη Β.				

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

ΘΕΜΑ 2ο: **1. Ι.** Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα με εξίσωση $E = E_{max}ημ\frac{2π}{7}(10^{15}t - 10^7x)$ (S.I.) διαδίδεται σε κάποιο μέσο Μ. Το κύμα αυτό μπορεί να ανήκει:

Α. στο ορατό, **Β.** στο υπεριώδες, **Γ.** στο υπέρυθρο.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 2+4)

ΙΙ. Κάποια στιγμή και ενώ διαδίδεται στο μέσο Μ, το παραπάνω κύμα προσπίπτει με γωνία πρόσπτωσης $θ_{πρ} = 60^0$ στη διαχωριστική επιφάνεια με τον αέρα. Εξαιτίας της πρόσπτωσης το κύμα:

Α. διαθλάται στον αέρα,

Β. ανακλάται ολικά πίσω στο μέσο Μ,

Γ. εισέρχεται στον αέρα χωρίς να υποστεί διάθλαση.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο κενό: $c_0 = 3 \cdot 10^8$m/s.

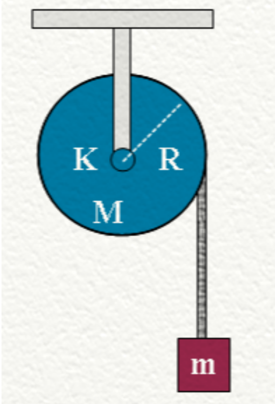
(ΜΟΝΑΔΕΣ: 2+4)

2. Δύο ηχητικές πηγές S_1 και S_2 με μάζες $m_1 = m$ και $m_2 = 3m$, κινούνται επάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητες ίδιου μέτρου $υ_1 = υ_2 = υ$. Οι πηγές S_1 και S_2 εκπέμπουν κύματα συχνότητας f_S, τα οποία καταγράφονται με συχνότητες f_1 και f_2 αντίστοιχα, από ένα ανιχνευτή Α που βρίσκεται ακίνητος επάνω στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Κάποια στιγμή οι πηγές συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά, χωρίς να καταστραφούν. Αν πριν την κρούση είχαμε $f_1/f_2 = 11/9$, τότε μετά τη κρούση ο ανιχνευτής θα καταγράφει ηχητικά κύματα συχνότητας $f_κ$ ίσης με :

Α. $20f_s/21$ **Β.** $20f_s/19$ **Γ.** $21f_s/20$.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 2+4)

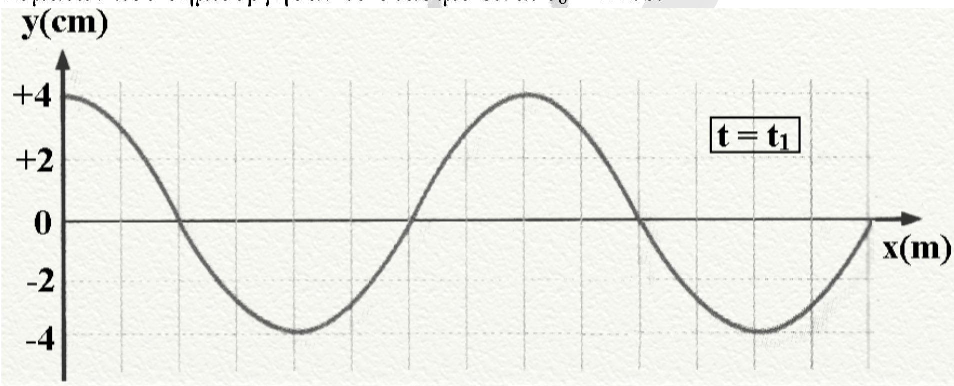
3. Η τροχαλία του σχήματος έχει μάζα Μ, ακτίνα R και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά από το κέντρο της Κ καθώς ξετυλίγεται χωρίς να γλυστράει το κατακόρυφο αβαρές και μη ελαστικό νήμα. Η μάζα του σώματος στο άκρο του νήματος είναι m=M/2. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας ως προς τον άξονα περιστροφής της είναι $Icm=MR^2/2$. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής (dL/dt) του συστήματος τροχαλία-σώμα είναι:



Α. mgR/4 **Β.** mgR **Γ.** (m+M)gR

(ΜΟΝΑΔΕΣ:2+5)

ΘΕΜΑ 3ο: Σε ελαστική χορδή μήκους L = 3. 5m της οποίας το ένα άκρο είναι ελεύθερο και το άλλο ακλόνητο, δημιουργείται στάσιμο κύμα τέτοιο ώστε το ελεύθερο άκρο Ο της χορδής τη στιγμή t = 0 να διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα. Στο διάγραμμα του σχήματος φαίνεται το στιγμιότυπο του κύματος τη στιγμή t_1 που το ελεύθερο άκρο της χορδής έχει για 1η φορά ταχύτητα ταλάντωσης $υ_ο = 4π\sqrt{3}$ cm/s. Η ταχύτητα διάδοσης των δύο κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο είναι $υ_δ$ = 1m/s.



α) Να βρείτε το μήκος κύματος και τη συχνότητα των δύο κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

β) Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

γ) Να βρείτε την στιγμή t_1.

(ΜΟΝΑΔΕΣ:5)

δ) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της φάσης ταλάντωσης των σημείων της χορδής σε συνάρτηση με την θέση τους (x) ως προς το ελεύθερο άκρο Ο (x = 0) τη στιγμή $t_2 = 6t_1$.

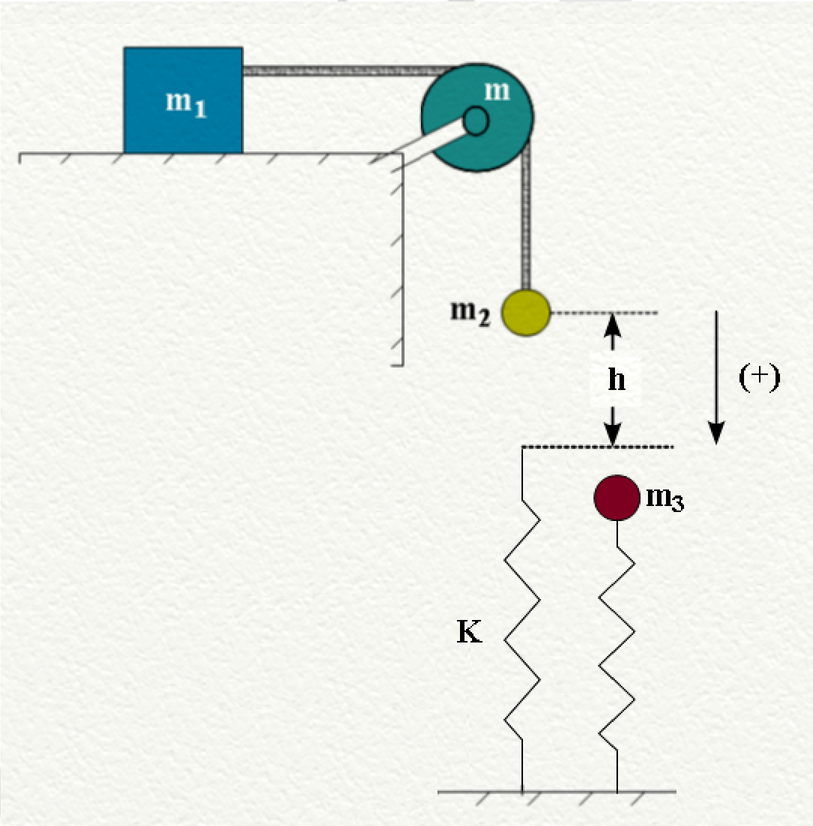
(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

ε) Να βρείτε την μεταβολή που πρέπει να προκαλέσουμε στη συχνότητα ταλάντωσης ώστε το πλήθος των δεσμών που δημιουργούνται στη χορδή να αυξηθεί κατά 1, χωρίς να μεταβληθεί η κινητική κατάσταση του ελεύθερου άκρου.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 5)

ΘΕΜΑ 4ο: Δύο σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ με μάζες m_1 = 0.5Kg και m_2 = 1.2Kg αντίστοιχα συνδέονται μέσω αβαρούς και μη εκτατού νήματος που διέρχεται από το αυλάκι τροχαλίας με μάζα m. ακτίνα R και ροπή αδράνειας $I_{cm}=MR^2/2$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Το $Σ_1$ μπορεί να κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με συντελεστή τριβής ολίσθησης μ = 0.4. Στη διεύθυνση κίνησης του $Σ_2$

βρίσκεται κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $K = 580N/m$ στο ελεύθερο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα $Σ_3$ μάζας $m_3 = 5.8Kg$ που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A=0.2m$. Αρχικά τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ συγκρατούνται ακίνητα σε θέση ώστε το $Σ_2$ να απέχει από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου απόσταση $h = 2.2m$.Τη χρονική στιγμή $t = 0$ αφήνουμε το σύστημα των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$ να κινηθεί ελεύθερα. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 1s$ που το $Σ_3$ βρίσκεται στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης του, το $Σ_2$ συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το $Σ_3$ και ταυτόχρονα κόβεται το νήμα που το συνδέει με την τροχαλία. Αμέσως μετά την κρούση απομακρύνεται το σώμα $Σ_2$. Να υπολογιστούν:



α) η μάζα της τροχαλίας,

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 6)

β) η ταχύτητα του $Σ_3$ αμέσως μετά την κρούση,

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 6)

γ) το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του $Σ_2$ που μεταφέρθηκε στο $Σ_3$ κατά τη διάρκεια της κρούσης,

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 6)

δ) το μέτρο της μέγιστης ορμής του $Σ_3$ μετά την κρούση του με το $Σ_2$.

(ΜΟΝΑΔΕΣ: 7)

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας, $g = 10m/s^2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο: **1. Γ.**

2. Β.

3. Α. → Σ ***(2λ = 8cm)***

Β. → Λ ***(2Τ = 0.4s)***

Γ. → Σ ***(υ = λ/Τ)***

Δ. → Σ ***(Δφ = 2πΔx/λ)***

Ε. → Λ ***($υ_Γ$ = −ωΑ = −40π cm/s)***

4. Α.

5. i. ↔ 4.

ii. ↔ 3.

iii. ↔ 5.

iv. ↔ 2.

ΘΕΜΑ 2ο: **1. Ι.** Σωστό το **Γ.**

Αιτιολόγηση: Από την δοθείσα εξίσωση και συγκρίνοντας με τη γενική εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος, προκύπτει:

$$\left.\begin{array}{r} E = E_{max}\,\eta\mu 2\pi\left(f\cdot t - \dfrac{x}{\lambda}\right) \\ E = E_{max}\,\eta\mu\dfrac{2\pi}{7}\left(10^{15}t - 10^{7}x\right) \end{array}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} 2\pi f = \dfrac{2\pi}{7}10^{15} \Rightarrow f = \dfrac{10^{15}}{7}\text{Hz} \\ \dfrac{2\pi}{\lambda} = \dfrac{2\pi}{7}10^{7} \Rightarrow \lambda = 7\cdot 10^{-7}\text{m} = 700\text{nm} \end{array}\right.$$

Επειδή η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι:

$$\upsilon = \lambda\cdot f = 2\cdot 10^{8}\text{m/s}$$

συμπεραίνουμε ότι το κύμα δεν διαδίδεται στο κενό και κατά συνέπεια το μήκος κύματός στο κενό θα είναι $\lambda_0 > 700$nm. Άρα το κύμα μπορεί να ανήκει στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος.

ΙΙ. Σωστό το **Β.**

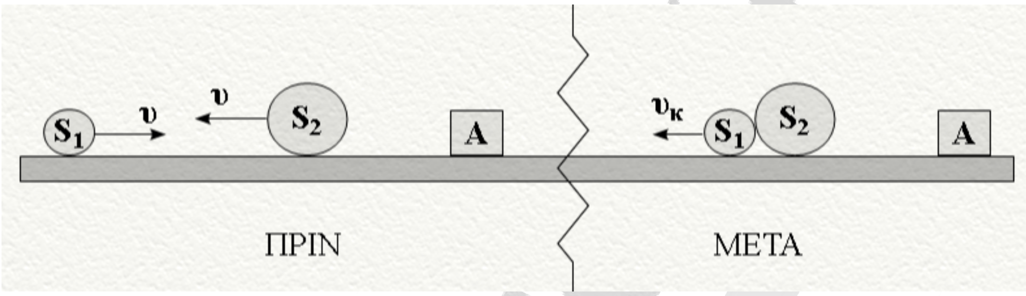
Αιτιολόγηση: Το αρχικό μέσο διάδοσης του κύματος έχει δείκτη διάθλασης: ***$n = c_0/υ = 3/2$***. Επειδή το κύμα συναντά διαχωριστική επιφάνεια με τον αέρα που είναι οπτικά αραιότερο μέσο, μπορεί να υποστεί ολική ανάκλαση. Για να εξετάσουμε αν θα συμβεί αυτό βρίσκουμε την κρίσιμη γωνία ($\theta_{κρ}$) για τη διέλευση του κύματος από το μέσο Μ στον αέρα:

$$\eta\mu\theta_{κρ} = \frac{n_{αερα}}{n} \overset{n_{αερα}=1}{=} \frac{2}{3}$$

Παρατηρούμε ότι: $\eta\mu\theta_{πρ} > \eta\mu\theta_{κρ}$, οπότε θα είναι $\theta_{πρ} > \theta_{κρ}$ και άρα το κύμα ανακλάται ολικά.

2. Σωστό το **Α.**

Αιτιολόγηση: Οι δύο πηγές κινούνται με ταχύτητες ίδιου μέτρου. Επειδή ο ανιχνευτής καταγράφει από την πηγή S_1 συχνότητα $f_1 > f_2$, (αφού $f_1/f_2 = 11/9 > 1$) συμπεραίνουμε ότι οι πηγές κινούνται αντίθετα η μία από την άλλη με την S_1 να πλησιάζει τον ανιχνευτή και την S_2 να απομακρύνεται από αυτόν, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Από την σχέση που δίνεται για τις συχνότητες που καταγράφει ο ανιχνευτής και με βάση το φαινόμενο Doppler έχουμε διαδοχικά:

$$\frac{f_1}{f_2}=\frac{11}{9}\Rightarrow\frac{\dfrac{\cancel{\upsilon_{\eta\chi}}}{\upsilon_{\eta\chi}-\upsilon}\cancel{f_s}}{\dfrac{\cancel{\upsilon_{\eta\chi}}}{\upsilon_{\eta\chi}+\upsilon}\cancel{f_s}}=\frac{11}{9}\Rightarrow\frac{\upsilon_{\eta\chi}+\upsilon}{\upsilon_{\eta\chi}-\upsilon}=\frac{11}{9}\Rightarrow\upsilon=\frac{\upsilon_{\eta\chi}}{10}$$

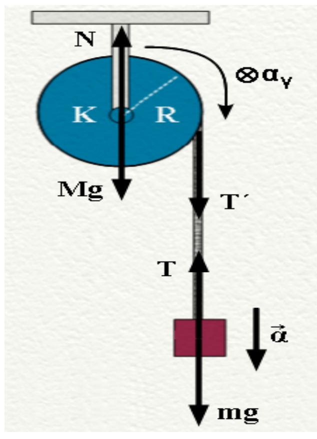
Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Ο. για την κρούση των δύο πηγών παίρνουμε:

$$\vec{P}_{\Pi\text{ΡΙΝ}}=\vec{P}_{\text{ΜΕΤΑ}}\xrightarrow{+}m\upsilon-3m\upsilon=4m\upsilon_\kappa\Rightarrow\upsilon_\kappa=-\frac{\upsilon}{2}=-\frac{\upsilon_{\eta\chi}}{20}$$

Άρα μετά τη κρούση το συσσωμάτωμα που δημιουργείται έχει φορά κίνησης ίδια με αυτή που είχε η πηγή S_2 πριν την κρούση και επομένως απομακρύνεται από τον ανιχνευτή. Συνεπώς ο ανιχνευτής θα καταγράφει μετά τη κρούση συχνότητα f_κ:

$$f_\kappa=\frac{\upsilon_{\eta\chi}}{\upsilon_{\eta\chi}+\upsilon_\kappa}f_s=\frac{\upsilon_{\eta\chi}}{\upsilon_{\eta\chi}+\dfrac{\upsilon_{\eta\chi}}{20}}f_s\Rightarrow f_\kappa=\frac{20}{21}f_s$$

3. Σωστό το **Β.**



Αιτιολόγηση: Οι δυνάμεις που δέχονται τα δύο σώματα φαίνονται στο διπλανό σχήμα. Η συνισταμένη των ροπών αυτών των δυνάμεων ως προς το κέντρο Κ της τροχαλίας θα είναι:

$$\Sigma\vec{\tau}_{(m+M)}=\cancel{\vec{\tau}_{(Mg)}}^{\,0}+\cancel{\vec{\tau}_{(N)}}^{\,0}+\vec{\tau}_{(T')}+\vec{\tau}_{(T)}+\vec{\tau}_{(mg)}$$
$$\Rightarrow\Sigma\tau_{(m+M)}=T'R-TR+mgR$$

Η τάση του νήματος που δέχεται η τροχαλία (Τ΄) και η τάση του νήματος που δέχεται το σώμα (Τ), επειδή το νήμα είναι αβαρές, θα έχουν ίσα μέτρα (Τ΄= Τ), όποτε η τελευταία σχέση δίνει:

$$\Sigma\tau_{(m+M)} = mgR$$

Επομένως ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής του συστήματος από τον Β΄ νόμο του Νεύτωνα για τη στροφική κίνηση θα είναι:

$$\frac{dL_{(m+M)}}{dt} = \Sigma\tau_{(m+M)} = mgR$$

ΘΕΜΑ 3ο: **α)** Από το στιγμιότυπο που δίνεται παρατηρούμε ότι το μήκος L της χορδής και το μήκος κύματος του στάσιμου κύματος συνδέονται με τη σχέση:

$$L = 3\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L = \frac{7\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4L}{7} = 2m$$

Από την θεμελιώδη εξίσωση των κυμάτων προκύπτει επομένως για τη συχνότητα του στάσιμου κύματος:

$$\upsilon_\delta = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{\upsilon_\delta}{\lambda} = 0.5Hz$$

β) Τη χρονική στιγμή t_1 από τα δεδομένα έχουμε ότι το ελεύθερο άκρο Ο της χορδής έχει ταχύτητα $\upsilon_o = 4\pi\sqrt{3}$ cm/s. Επίσης από το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος προκύπτει ότι την ίδια στιγμή το Ο έχει απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του $y_o = 4cm$. Επομένως εφαρμόζοντας την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας για την ταλάντωση του ελεύθερου άκρου Ο της χορδής τη στιγμή t_1 παίρνουμε:

$$E_o = U_o + K_o \Rightarrow \frac{DA_o^2}{\cancel{2}} = \frac{Dy_o^2}{\cancel{2}} + \frac{m\upsilon_o^2}{\cancel{2}} \overset{D=m\omega^2}{\Rightarrow} A_o^2 = y_o^2 + \frac{\upsilon_o^2}{\omega^2}$$

και εφόσον ***ω = 2πf = π r/s***, από την προηγούμενη σχέση με αριθμητική αντικατάσταση προκύπτει για το πλάτος ταλάντωσης του Ο ότι ισούται με $\boldsymbol{A_o = 0.08m}$. Επειδή το Ο είναι κοιλία θα έχουμε ότι $A_o = 2A$ και εφόσον η ταλάντωση του Ο δεν έχει αρχική φάση (αφού για t = 0 διέρχεται από την θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα), η εξίσωση του στάσιμου κύματος θα είναι τελικά:

$$y = 2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \eta\mu 2\pi ft \Rightarrow y = 0.08\sigma\upsilon\nu\pi x \cdot \eta\mu\pi t \ \ (S.I.).$$

γ) Το ελεύθερο άκρο Ο της χορδής είναι κοιλία που ταλαντώνεται χωρίς αρχική φάση. Επομένως η χρονική εξίσωση της ταχύτητάς ταλάντωσής του θα είναι:

$$\upsilon_o = \omega A_o \sigma\upsilon\nu 2\pi ft \Rightarrow \upsilon_o = 0.08\pi \cdot \sigma\upsilon\nu\pi t$$

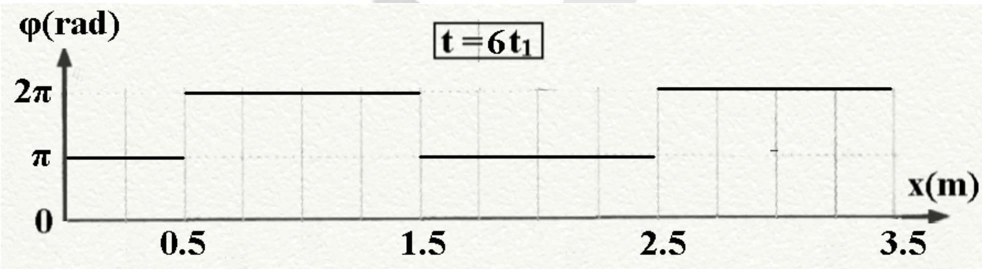
απ' όπου θα έχουμε διαδοχικά:

$$\upsilon_o = 0.04\pi\sqrt{3}\,m/s \Rightarrow 0.04\pi\sqrt{3} = 0.08\pi\cdot \sigma\upsilon\nu\pi t \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\pi t = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\pi t = \sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \pi t = 2\kappa\pi + \dfrac{\pi}{6} \Rightarrow t = 2\kappa + \dfrac{1}{6},\ \kappa\in Z \quad (1) \\ \acute{\eta} \\ \pi t = 2\kappa\pi - \dfrac{\pi}{6} \Rightarrow t = 2\kappa - \dfrac{1}{6},\ \kappa\in Z \quad (2) \end{cases}$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) για κ = 0 προκύπτει ότι η 1^{η} φορά που η ταχύτητα του Ο παίρνει την τιμή $\upsilon_o = 4\pi\sqrt{3}$ cm/s θα είναι η $\boldsymbol{t_1 = 1/6s}$.

δ) Στην χορδή, όπως φαίνεται και από το στιγμιότυπο που δίνεται, υπάρχουν 4 συνολικά δεσμοί στις θέσεις $x_1 = \lambda/4 = 0.5m$, $x_2 = 3\lambda/4 = 1.5m$, $x_3 = 5\lambda/4 = 2.5m$ και $x_4 = 7\lambda/4 = 3.5m$. Είναι γνωστό από τη θεωρία ότι κάθε φορά που «περνάμε» από ένα δεσμό η φάση ταλάντωσης μεταβάλλεται κατά Δφ = π rad, με δύο οποιαδήποτε σημεία ενός στάσιμου κύματος να έχουν διαφορά φάσης στην ταλάντωσή τους Δφ = 0 rad ή Δφ = π rad. Επομένως όλα τα σημεία μεταξύ του Ο και του $1^{ου}$ δεσμού και μεταξύ του $2^{ου}$ και του $3^{ου}$ δεσμού θα είναι συμφασικά με το Ο, ενώ όλα τα σημεία μεταξύ $1^{ου}$ και $2^{ου}$ δεσμού και μεταξύ $3^{ου}$ και $4^{ου}$ δεσμού θα είναι συμφασικά μεταξύ τους και θα έχουν διαφορά φάσης Δφ = π rad με τα προηγούμενα. Επειδή τη χρονική στιγμή $t_2 = 6t_1 = 1s$, το ελεύθερο άκρο Ο της χορδής έχει φάση ταλάντωσης $\varphi_o = \pi t_2 = \pi$ rad, τελικά το στιγμιότυπο της φάσης ταλάντωσης των διαφόρων σημείων σε συνάρτηση με τη θέση τους τη στιγμή t_2 θα είναι αυτό που φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα.



ε) Αν ο αριθμός των δεσμών αυξηθεί κατά 1 θα έχουμε συνολικά στη χορδή 5 δεσμούς. Έστω λ΄ και f΄ το νέο μήκος κύματος και η νέα συχνότητα αντίστοιχα. Για το μήκος L της χορδής θα ισχύει τότε:

$$L = 3\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = 4\frac{\lambda'}{2} + \frac{\lambda'}{4} \Rightarrow \frac{7\lambda}{\cancel{4}} = \frac{9\lambda'}{\cancel{4}} \Rightarrow \frac{7\cancel{\upsilon_\delta}}{f} = \frac{9\cancel{\upsilon_\delta}}{f'} \Rightarrow f' = \frac{9}{7}f = \frac{9}{14}Hz$$

Επομένως η συχνότητα του στάσιμου κύματος πρέπει να αυξηθεί κατά $\boldsymbol{\Delta f = f' - f = 2/14\ Hz}$.

<u>ΘΕΜΑ 4ο:</u>

<u>α) Μελέτη κίνησης:</u>

$$\left.\begin{array}{r} m_2 : \Sigma\overrightarrow{F_y} = m_2\overrightarrow{\alpha_{cm}} \Rightarrow m_2 g - T_2 = m_2\alpha_{cm} \Rightarrow T_2 = m_2 g - m_2\alpha_{cm}, T_2 = T'_2 \\ m_1 : \Sigma\overrightarrow{F_x} = m_1\overrightarrow{\alpha_{cm}} \Rightarrow T_1 - T_{o\lambda} = m_1\alpha_{cm} \Rightarrow T_1 = \mu m_1 g + m_1\alpha_{cm}, T_1 = T'_1 \\ \tau\rho o\chi\alpha\lambda\acute{\iota}\alpha : \Sigma\tau_\kappa = I_\kappa\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow T_2\cdot r - T_1\cdot r = \frac{1}{2}mr^2\frac{\alpha_{cm}}{r} \end{array}\right\} \Rightarrow m = 0,6kg$$

β) Θ.Ι. m_3

$\Sigma\overrightarrow{F_y} = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = m_3 g \Rightarrow kx_3 = m_3 g \Rightarrow x_3 = \frac{1}{10}$ m

Η διαδρομή που διανύει η m_2 μέχρι τη σύγκρουση είναι $h_{o\lambda} = h + x_3 + A = 2{,}5m$ οπότε επειδή εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς υ_0

$h_{o\lambda} = \frac{1}{2}\alpha_{cm}t_1^2$ και $\upsilon_1 = \alpha_{cm}\cdot t_1 = 5$ m/s

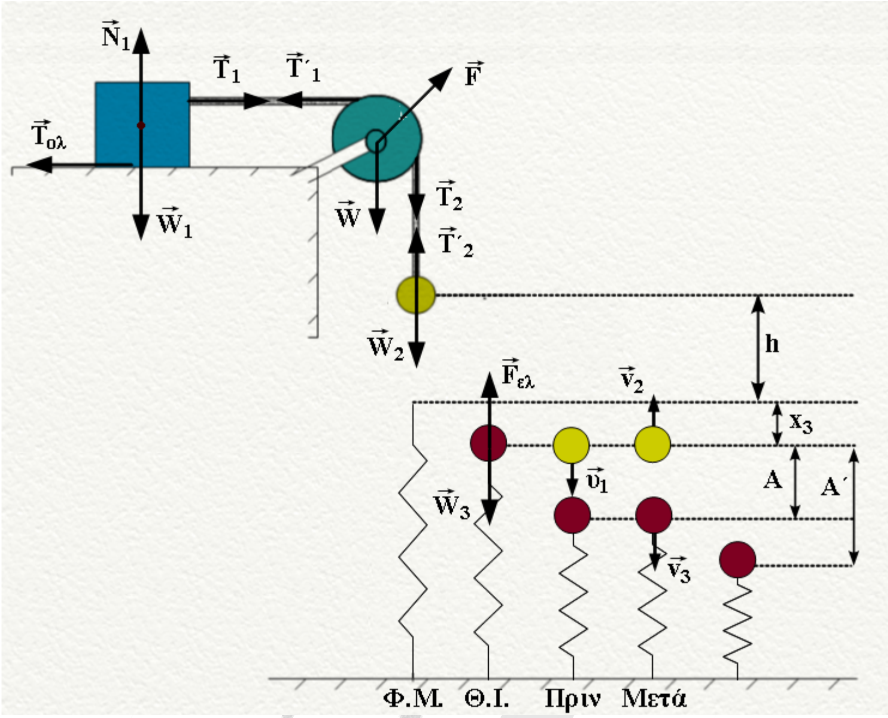
Λόγω ελαστικής $V_3 = \frac{2m_2\upsilon_1}{m_2+m_3} = \frac{12}{7}$ m/s $= 1{,}71$ m/s

γ) $\Pi = \frac{\frac{1}{2}m_3V_3^2}{\frac{1}{2}m_2v_1^2}\cdot 100\% = 56{,}6\%$

δ) ΑΔΕ για την ταλάντωση του m_3 μετά την κρούση $K + U = k_{max} \Rightarrow$

$\frac{1}{2}KA^2 + \frac{1}{2}m_3V_3^2 = \frac{1}{2}m_3V_m^2 \Rightarrow V_m = 2{,}63$ m/s

Άρα $P_{3(max)} = m_3\upsilon_m = 15{,}254$ kg m/s


$\vec{N}_1$
$\vec{T}_1$
$\vec{T}'_1$
$\vec{F}$
$\vec{T}_{ολ}$
$\vec{W}_1$
$\vec{W}$
$\vec{T}_2$
$\vec{T}'_2$
$\vec{W}_2$
h
$\vec{F}_{ελ}$
$\vec{v}_2$
x_3
$\vec{υ}_1$
A
A΄
$\vec{W}_3$
$\vec{v}_3$
Φ.Μ.
Θ.Ι.
Πριν
Μετά