

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013
ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

A1. Σε μία απλή αρμονική ταλάντωση η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται δίνεται από τη σχέση $v = A\omega \sin \omega t$. Τότε η απομάκρυνση x από τη θέση ισορροπίας δίνεται από τη σχέση:

α. $x = A \sin \omega t$

β. $x = A \cos \omega t$

γ. $x = A \sin(\omega t + \pi)$

δ. $x = A \sin\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right)$.

Μονάδες 5

Όταν οδηγούμε τη νύχτα σε βρεγμένο δρόμο, με τα φώτα αναμμένα, η οδήγησή μας είναι

α. ευκολότερη λόγω του φαινομένου της ολικής ανάκλασης του φωτός

β. ευκολότερη λόγω του φαινομένου της διάχυσης του φωτός

γ. δυσκολότερη λόγω του φαινομένου της κατοπτρικής ανάκλασης του φωτός

δ. δυσκολότερη λόγω του φαινομένου της διάχυσης του φωτός.

Μονάδες 5

A3. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση η δύναμη που προκαλεί την απόσβεση είναι της μορφής $F = -bv$, όπου b θετική σταθερά και v η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται. Το έργο της δύναμης αυτής είναι

α. θετικό, όταν το σώμα κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση

β. πάντα αρνητικό

γ. πάντα θετικό

δ. μηδέν για μια πλήρη ταλάντωση.

Μονάδες 5

A4. Ιδανικό κύκλωμα L_1 - C εκτελεί αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση με συχνότητα f_1 . Εισάγοντας πυρήνα μαλακού σιδήρου στο πηνίο, παρατηρούμε ότι η συχνότητα της ταλάντωσης γίνεται $f_2 = \frac{f_1}{4}$. Ο

συντελεστής αυτεπαγωγής L_2 του πηνίου έγινε

α. $4L_1$

β. $16L_1$

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

γ. $\frac{L_1}{4}$

δ. $\frac{L_1}{16}$

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. Τα υποθετικά στερεά που δεν παραμορφώνονται, όταν τους ασκούνται δυνάμεις, λέγονται μηχανικά στερεά.

β. Το ορατό φως παράγεται κατά τις αποδιεγέρσεις πυρήνων στα άτομα και στα μόρια.

γ. Το φαινόμενο της διάθλασης παρατηρείται μόνο στο ορατό φως.

δ. Κατά την κεντρική ελαστική κρούση δύο σφαιρών, οι οποίες έχουν ίσες μάζες, οι σφαίρες ανταλλάσσουν ταχύτητες.

ε. Μονάδα μέτρησης στροφορμής στο SI είναι το $1 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Απλός αρμονικός ταλαντωτής, ελατήριο-μάζα με σταθερά ελατηρίου $k = 100 \text{ N/m}$ και μάζα $m = 1 \text{ kg}$ εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα διεγέρτη $f = \frac{8}{\pi} \text{ Hz}$. Αν η συχνότητα του διεγέρτη αυξηθεί, τότε το πλάτος της ταλάντωσης

i. μειώνεται

ii. αυξάνεται

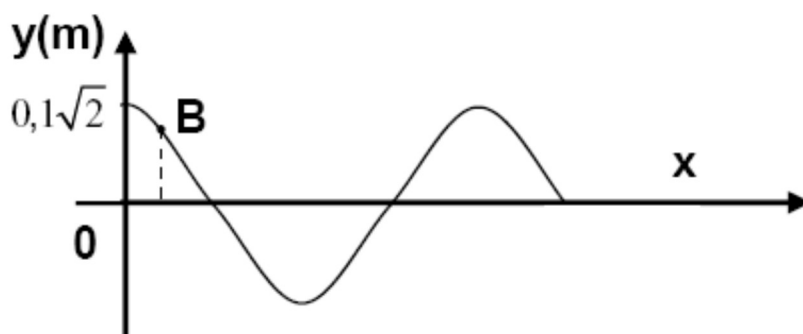
iii. μένει σταθερό

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

B2. Το παρακάτω σχήμα δίνει το στιγμιότυπο στάσιμου κύματος, με περίοδο T και μήκος κύματος λ , τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{8}$.



**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

Το σημείο 0 είναι κοιλία που για $t=0\text{s}$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας με θετική ταχύτητα. Το πλάτος της ταλάντωσης σημείου B με $x_B = \frac{\lambda}{8}$

είναι

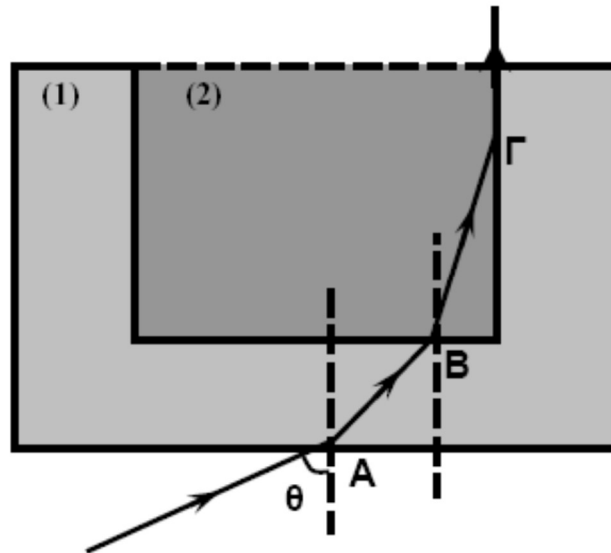
- i. 0,05 m
- ii. 0,1 m
- iii. $0,1 \sqrt{2}$ m

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2)

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

B3. Δύο υλικά (1) και (2) με δείκτες διάθλασης n_1 και n_2 , αντίστοιχα, με $n_1 < n_2$, τοποθετούνται όπως στο παρακάτω σχήμα:



Μονοχρωματική δέσμη φωτός από τον αέρα εισέρχεται στο υλικό (1) στο σημείο A με γωνία πρόσπτωσης θ . Μετά από διάθλαση στο σημείο B, εισέρχεται στο υλικό (2) και συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υλικών στο σημείο Γ. Αν γνωρίζουμε ότι στη συνέχεια κινείται παράλληλα με τη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υλικών, τότε ισχύει:

- i. $n_1 \mu \theta = \frac{n_1}{n_2}$
- ii. $n_1 \mu \theta = \sqrt{n_2^2 - n_1^2}$
- iii. $n_1 \mu \theta = 1 - \frac{n_1}{n_2}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

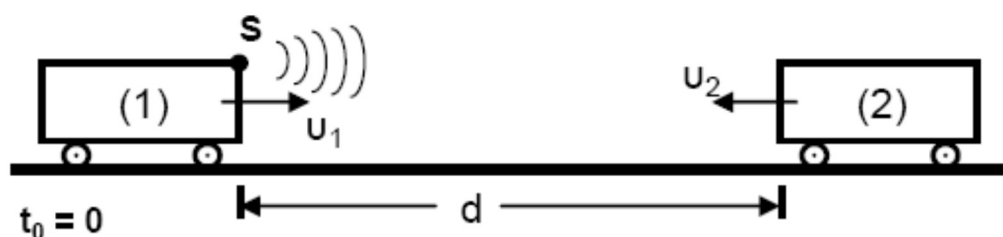
**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Σε κινούμενο τρένο (1) με ταχύτητα u_1 υπάρχει ηχητική πηγή που εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s για χρονικό διάστημα Δt_s . Τρένο (2) κινείται με ταχύτητα u_2 αντίθετης φοράς και τη χρονική στιγμή $t_0=0$ απέχει από το τρένο (1) απόσταση d . Στο τρένο (1) υπάρχει συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων στο τρένο (2) ηχητικών κυμάτων. Δίνεται ότι ο ανακλώμενος ήχος στο τρένο (2) έχει την ίδια συχνότητα με τον προσπίπτοντα σε αυτόν ήχο.



Γ1. Αν f_1 είναι η συχνότητα του ήχου που ανιχνεύει η συσκευή, να

δείξετε ότι $f_1 = \frac{(u+u_2)}{(u-u_2)} \cdot \frac{(u+u_1)}{(u-u_1)} \cdot f_s$.

Μονάδες 7

Δίνονται: ταχύτητα ήχου $u=340$ m/s, $f_s = 1900$ Hz, $u_1 = 20$ m/s, $u_2 = 20$ m/s, $\Delta t_s = 0,81$ s.

Γ2. Αν τη χρονική στιγμή $t_1 = 6,8$ s η συσκευή αρχίζει να ανιχνεύει τον ανακλώμενο ήχο, να βρεθεί η απόσταση d που είχαν τα τρένα τη χρονική στιγμή $t_0=0$.

Μονάδες 9

Γ3. Ποια χρονική στιγμή t_2 η συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων κυμάτων σταματά να καταγράφει τον ανακλώμενο ήχο;

Μονάδες 9

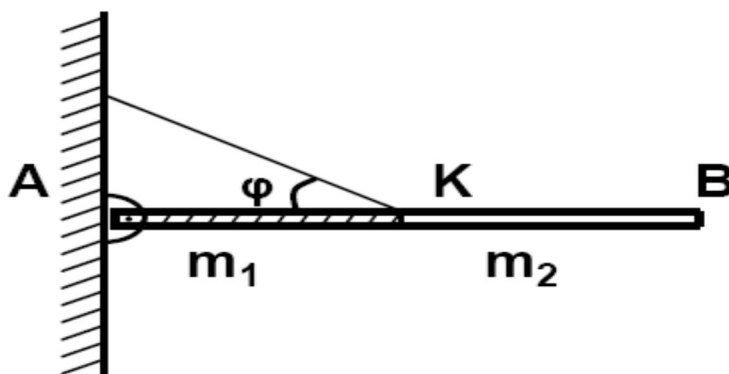
ΘΕΜΑ Δ

Μια ισοπαχής δικός AB αποτελείται από δύο ομογενή τμήματα AK και KB, μήκους $\frac{L}{2}$ το καθένα, με μάζες, $m_1 = 5 m_2$ και $m_2 = 0,5$ kg, αντίστοιχα.

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

Τα κομμάτια αυτά είναι κολλημένα μεταξύ τους στο σημείο Κ, ώστε να σχηματίζουν τη δοκό ΑΒ μήκους $L = 1 \text{ m}$.

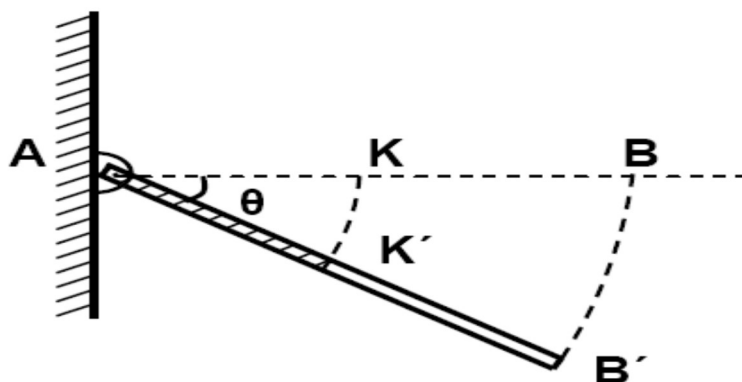
Η δοκός ισορροπεί σε οριζόντια θέση, με το άκρο της Α να στηρίζεται στον τοίχο μέσω άρθρωσης, ενώ το μέσο της Κ συνδέεται με τον τοίχο με σχοινί που σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τη δοκό.



Δ1. Να υπολογίσετε τις δυνάμεις που δέχεται η δοκός από το σχοινί και την άρθρωση.

Μονάδες 6

Κάποια στιγμή το σχοινί κόβεται και η ράβδος αρχίζει να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από το άκρο της Α σε κατακόρυφο επίπεδο.



Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της ράβδου σε συνάρτηση με τη γωνία θ , που σχηματίζει αυτή με την αρχική της θέση ($0^\circ \leq \theta < 90^\circ$).

Μονάδες 7

Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του άκρου Β' της ράβδου ($u_{B'}$) με συνάρτηση με τη γωνία θ .

Μονάδες 6

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

Τη στιγμή που η ράβδος έχει στραφεί κατά γωνία $\theta = 30^\circ$, συγκρούεται πλαστικά με αρχικά ακίνητο σφαιρίδιο αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m = m_2$, το οποίο σφηνώνεται στο μέσο K' της ράβδου.

Δ4. Να υπολογίσετε το ποσοστό απώλειας της κινητικής ενέργειας κατά την κρούση.

Μονάδες 6

Δίνονται:

- η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$,
- ροπή αδράνειας ομογενούς και ισοπαχούς ράβδου μάζας m και μήκους L ως προς τον άξονα κάθετο στο μέσο της $I = \frac{1}{12}mL^2$,
- $\eta\mu 30^\circ = \frac{1}{2}$, $\sigma\upsilon\nu 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

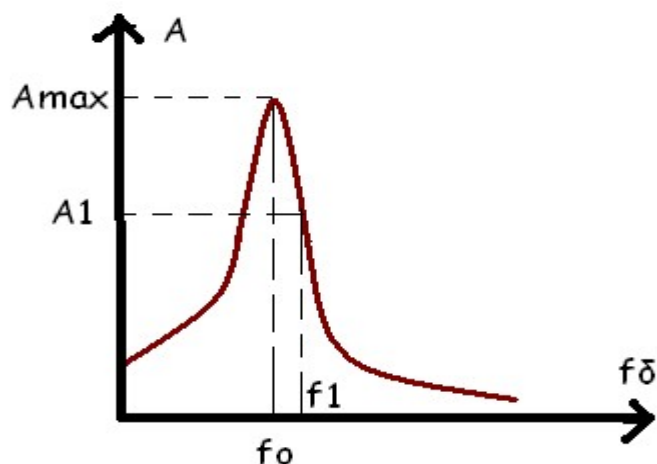
**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

A1→ δ , **A2**→ γ , **A3**→ β , **A4**→ β ,
A5 : α→Σ, β→ Λ , γ→ Λ, δ→ Σ , ε→ Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. (i→Σ)

$\omega_0 =$ (K/m)^{1/2}=10r/s
 $f_0 = \omega_0 / 2\pi = 5/\pi$ Hz. Παρατηρώ ότι
 $f_{1\delta} > f_0$ και συνεχώς αυξάνεται. Άρα
το πλάτος συνεχώς μειώνεται.



B2. (iii→Σ)

Εξίσωση στάσιμου κύματος όταν
στη θέση $\chi=0$ υπάρχει κοιλία.

$y = 2 A \sin 2\pi\chi/\lambda \sin \omega t$ για $t=T/8$ προκύπτει:

$y = 2 A \sin 2\pi\chi/\lambda \sin[(2\pi/T) T/8] = 2 A \sin 2\pi\chi/\lambda \sin \pi/4 \Rightarrow y = A\sqrt{2} \sin 2\pi\chi/\lambda$,

για $\chi=0$ $y=0,1\sqrt{2} \text{ m} \Rightarrow 0,1\sqrt{2} = A \sqrt{2} \Rightarrow \underline{A=0,1\text{m}}$.

Για $\chi=\lambda/8$ $A_B = 2A |\sin 2\pi\chi_B/\lambda| = 2 \times 0,1 \times |\sin \pi/4| = 0,1 \times 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,1\sqrt{2}$

m

$A_B = 0,1\sqrt{2} \text{ m}$

B3. Σωστό το (ii)

Σημείο A : $\eta_{\alpha\epsilon\rho\alpha} \eta \mu \theta = \eta_1 \eta \mu \theta_1$ (1)

Σημείο B : $\eta_1 \eta \mu \theta_1 = \eta_2 \eta \mu \theta_2$ (2)

Η (1) μέσω της (2) γίνεται: $\eta \mu \theta = \eta_2 \eta \mu \theta_2$ (3)

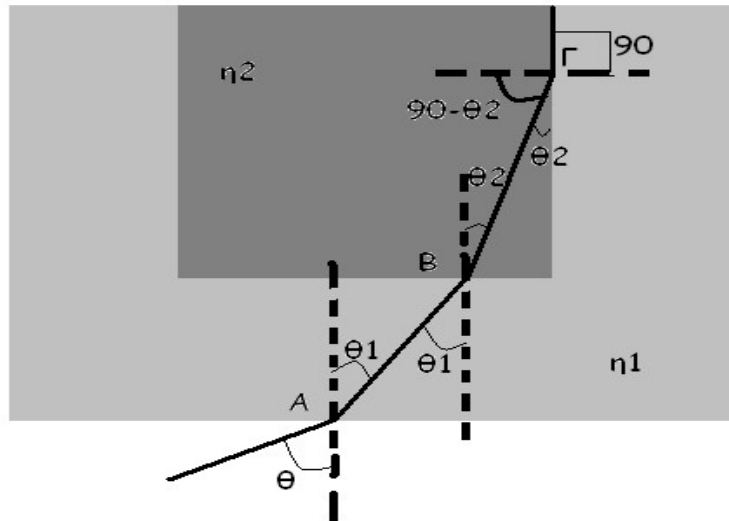
Σημείο Γ: $\eta_2 \eta \mu(90-\theta_2) = \eta_1 \eta \mu 90 \Rightarrow \sin \theta_2 = \eta_1/\eta_2$ (4)

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

Αλλά $\eta \mu^2 \theta_2 + \sigma \nu^2 \theta_2 = 1$ και από (4) $\Rightarrow \eta \mu \theta_2 = \sqrt{1 - \frac{n_1^2}{n_2^2}} \Rightarrow \eta \mu \theta_2 =$

$$\frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2}}{n_2} \quad (5)$$

Η (3) μέσω της (5) γίνεται: $\eta \mu \theta = n_2 \frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2}}{n_2} = \sqrt{n_2^2 - n_1^2} \Rightarrow \eta \mu \theta = \sqrt{n_2^2 - n_1^2}$



ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Θα προσδιορίσω τη συχνότητα που αντιλαμβάνεται υποτιθέμενος παρατηρητής στο όχημα 2. $f_a = (u+u_2)/(u-u_1) f_s$

Μετά την ανάκλαση το όχημα 2 μετατρέπεται σε κινούμενη πηγή με $f_s' = f_a$

Τότε : $f_1 = (u+u_1)/(u-u_2) f_s' = [(u+u_1)/(u-u_2)] (u+u_2)/(u-u_1) f_s \Rightarrow$

Τελικά προκύπτει $f_1 = \frac{(u+u_2)(u+u_1)}{(u-u_2)(u-u_1)} f_a \Rightarrow f_1 = (81/64) 1900 \text{ Hz}$

Όσα κύματα παράγονται από την πηγή τόσα κύματα ανιχνεύονται από την συσκευή.

$N_A = N_s \Rightarrow f_A \Delta t_A = f_s \Delta t_s \Rightarrow (81/64) 1900 \Delta t_A = 1900 0,81 \Rightarrow \underline{\Delta t_A = 0,64 \text{ sec}}$
 χρονική διάρκεια που ο ανιχνευτής καταγράφει κύματα.

Γ2. Εξισώσεις θέσεως:

1^ο όχημα: $\chi_1 = ut \Rightarrow \chi_1 = 20 t \text{ (S.I.)} \quad (1)$

2^ο όχημα: $\chi_2 = d - |u|t \Rightarrow \chi_2 = d - 20 t \text{ (S.I.)} \quad (2)$

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

και για τον ήχο: $X_{\eta\chi}=340t$ (S.I)(3) και $X'_{\eta\chi}=d_{\text{συν}}-340(t-t_1)$ (S.I) (4)
Συνάντηση ήχου με το 2^ο όχημα $\chi_2=\chi_{\eta\chi} \Rightarrow d-20t=340t \Rightarrow t_1=d/360$ (5),
και $d_{\text{συν}}=340d/360=17d/18 \Rightarrow d_{\text{συν}}=17d/18$ (6)
Συνάντηση ήχου με 1^ο όχημα για $t_2=6,8\text{sec}$, $X_1=X'_{\eta\chi} \Rightarrow 20t_2=17d/18-340(t_2-d/340) \Rightarrow 20 \times 6,8=17d/18-340(6,8-d/340) \Rightarrow 2 \times 68=17d/18-34 \times 68+17d/18 \Rightarrow$
 $36 \times 68=34d/18 \Rightarrow 36 \times 2 \times 18=d \Rightarrow d=36^2\text{m} \Rightarrow d=1296\text{m}.$

Γ3. Η συσκευή σταματά να καταγράφει κύματα τη χρονική στιγμή $t_2=t_1+\Delta t_A \Rightarrow$
 $t_2=6,8+0,64 \Rightarrow \underline{t_2=7,44 \text{ sec}}$ (προσθέτουμε στη χρονική στιγμή που αρχίζει να καταγράφει κύματα την χρονική διάρκεια που διαρκεί η καταγραφή τους.)

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η δοκός ισορροπεί. $\Sigma F_x=0$ και $\Sigma F_y=0$ και $\Sigma \tau=0$

$$\Sigma F_x=0 \Rightarrow T_{\chi}=A_{\chi} \quad (1)$$

$$\Sigma F_y=0 \Rightarrow A_y+T_y=(m_1+m_2)g \quad (2)$$

$$\Sigma \tau_A=0 \Rightarrow m_1gL/4+m_2g3L/4=T_y L/2 \Rightarrow m_1gL/4+m_2g3L/4=T_{\eta\mu 30} L/2 \Rightarrow$$
$$m_1gL/4+m_2g3L/4=T L/4 \Rightarrow m_1g+3m_2g=T \Rightarrow T=25+15 \Rightarrow T=40\text{N}$$

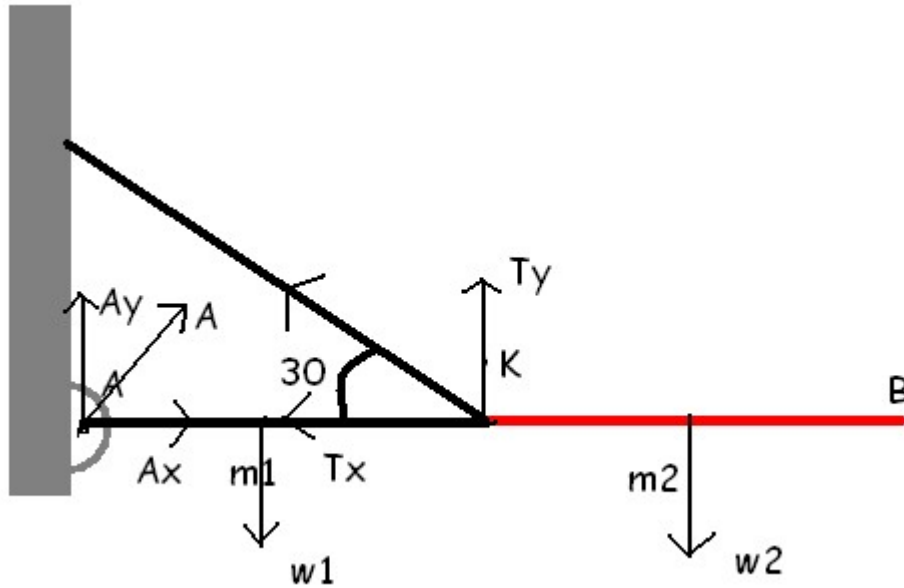
$$A_{\chi}=T_{\chi}=T \sin 30=40 \frac{\sqrt{3}}{2}=20\sqrt{3} \Rightarrow A_{\chi}=20\sqrt{3}\text{N}$$

$$A_y=(m_1+m_2)g-T_y=(2,5+0,5)10-T \eta\mu 30=30-40 \cdot 0,5=30-20=10\text{N} \Rightarrow A_y=10\text{N}$$

$$A=\sqrt{A_x^2+A_y^2}=\sqrt{(20\sqrt{3})^2+10^2}=\sqrt{400 \times 3+100}=\sqrt{1300} \Rightarrow$$

$$A=10\sqrt{13}\text{N} \quad \varepsilon\varphi\theta=A_y/A_x=\frac{10}{20\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{6}$$

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**



Δ2. $I_{1A} = 1/12 M_1 (AK)^2 + M_1 (AK/2)^2 = 1/3 \quad M_1 (AK)^2 = (1/3) \cdot 2,5^2 = 5/24 \text{ Kgr m}^2$

$I_{2A} = 1/12 M_2 (KB)^2 + M_2 (3L/4)^2 = (1/12) 0,5^2 + 0,5$

$9/16 = 1/96 + 9/32 = (1+27)/96 = 28/96$

$I_{2A} = 7/24 \text{ Kgr m}^2$

$I_{ολ(A)} = I_{1A} + I_{2A} = 12/24 \Rightarrow I_{ολ(A)} = 0,5 \text{ kgr m}^2$

Θ.Ν. ΣΤΡ. ΚΙΝ. $\Sigma \tau_A = I_{ΟΛ} \alpha_\gamma \Rightarrow m_1 g \sin \theta \cdot L/4 + m_2 g \sin \theta \cdot 3L/4 = I_{ΟΛ} \alpha_\gamma \Rightarrow$
 $25 \sin \theta \cdot 1/4 + 5 \sin \theta \cdot 3/4 = 0,5 \alpha_\gamma \Rightarrow \alpha_\gamma = 20 \sin \theta \text{ (S.I)}$

Δ3. Α.Δ.Μ.Ε. $U_{αρχ} + K_{αρχ} = U_{τελ} + K_{τελ} \Rightarrow 0 + 0 = -m_1 g \eta \mu \theta \cdot L/4 - m_2 g \eta \mu \theta \cdot 3L/4 + 1/2 I_{ολ} \omega^2 \Rightarrow$

$25/4 \eta \mu \theta + 15/4 \eta \mu \theta = 1/2 \cdot 1/2 \omega^2 \Rightarrow \omega^2 = 40 \eta \mu \theta \Rightarrow \omega = 2\sqrt{10 \eta \mu \theta} \text{ (S.I.)}$

$u_B = \omega L = 2\sqrt{10 \eta \mu \theta} \text{ (S.I.)}$

Δ4. $\theta = 30 \eta \mu \theta = 1/2 \Rightarrow \omega = \sqrt{20} \text{ r/s}$

$I_{ολ}' = 0,5 + 0,5 \cdot 0,5^2 = 1/2 + 1/8 = 5/8 \text{ Kgr m}^2$

Κατά την κρούση αναπτύσσονται μεγάλες εσωτερικές δυνάμεις. Οι ροπές των εξωτερικών δυνάμεων θεωρούνται αμελητέες σε σχέση με τις ροπές των εσωτερικών δυνάμεων οι οποίες δεν μεταβάλλουν την στροφορμή του συστήματος. Α.Δ.Στρ. $L_{ΠΡΙΝ} = L_{ΜΕΤΑ} \Rightarrow I_{ολ(A)} \omega = I_{ολ(A)}' \omega' \Rightarrow 0,5 \omega = 5/8 \omega' \Rightarrow \omega' = 4/5 \omega$

$K_{ολ(πριν)} = 1/2 I_{ολ} \omega^2 = 1/2 \cdot 0,5 \cdot 20 = 5 \text{ J} \Rightarrow K_{ολ(πριν)} = 5 \text{ J}$

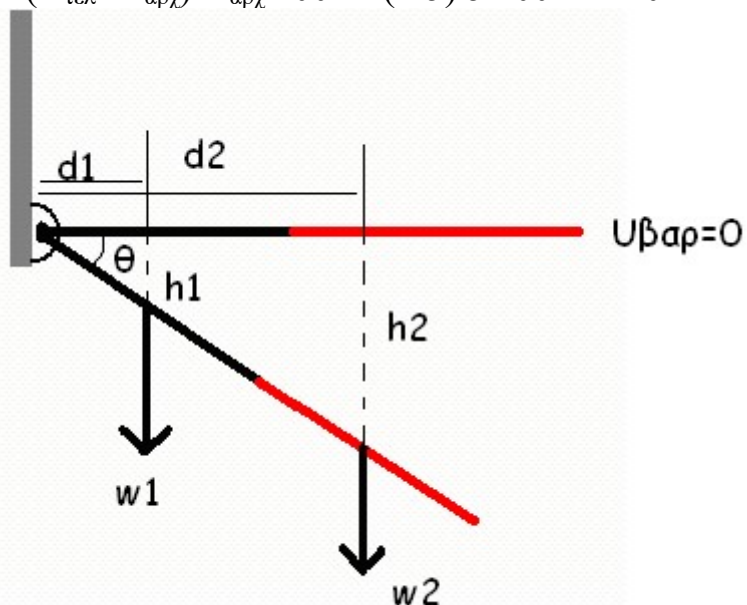
$K_{ολ(μετα)} = 1/2 I_{ολ}' \omega'^2 = 1/2 \cdot 5/8 \cdot (16/25) \cdot 20 = 4 \text{ J} \Rightarrow K_{ολ(μετα)} = 4 \text{ J}$

Α.Δ.Ε. $Q = K_{ολ(πριν)} - K_{(μετα)} = 1 \text{ J}$

$Q/K_{αρχ} \cdot 100\% = 20\%$

**ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013**

$$\Delta K/K \ 100\% = (K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}})/K_{\text{αρχ}} \ 100\% = (4-5)/5 \ 100\% = -20\%$$



$$d_1 = L/4 \cos\theta \quad d_2 = 3L/4 \cos\theta$$

$$h_1 = L/4 \sin\theta \quad h_2 = 3L/4 \sin\theta$$

ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΕ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΤΩΝ
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ «ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ» ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΖΑΒΟΣ Δ. – ΗΜΕΛΛΟΣ Μ. – ΚΑΛΑΝΤΖΗΣ Π.