ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

20 ΜΑΪΟΥ 2011

ΘΕΜΑ Α

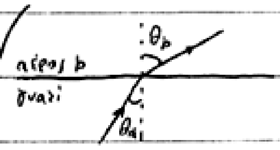
A1. γ

A2. β

A3. γ

A4. γ

A5. α. Σ β. Λ γ. Σ δ. Λ ε. Λ



(S) $\xleftarrow{+}$ (A)

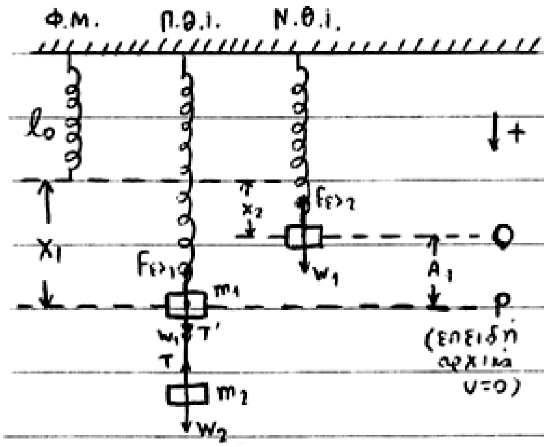
$f_A = \frac{v}{v-v_s} f_s \Rightarrow f_A > f_s$

$\lambda_A = \lambda - v_s T \Rightarrow \lambda_A < \lambda$

ΘΕΜΑ Β

B1. β.

Για το Σ_1



Π.Θ.Ι. $\Sigma F = 0 \Rightarrow w_2 + w_1 - T + T' - F_{ελ,1} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow (m_1+m_2)g = k x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{(m_1+m_2)g}{k}$

Ν.Θ.Ι. $\Sigma F = 0 \Rightarrow w_1 - F_{ελ2} = 0 \Rightarrow m_1 g = k x_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow x_2 = \frac{m_1 g}{k}$

$A_1 = x_1 - x_2 \Rightarrow A_1 = \frac{m_1 g + m_2 g - m_1 g}{k} \Rightarrow$

$\Rightarrow A_1 = \frac{m_2 g}{k}$

Ανάλογα για το Σ_2 είναι $A_2 = \frac{m_1 g}{k}$

Άρα $\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{1}{2} k A_1^2}{\frac{1}{2} k A_2^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{1}{2} k \frac{m_2^2 g^2}{k^2}}{\frac{1}{2} k \frac{m_1^2 g^2}{k^2}} = \frac{\frac{m_2^2 g^2}{2k}}{\frac{m_1^2 g^2}{2k}} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2^2}{m_1^2}$

B2. α.

Είναι $|f_1 - f| = |f_2 - f| \quad (= f_\delta)$

Με $f_1 < f < f_2$ έχουμε

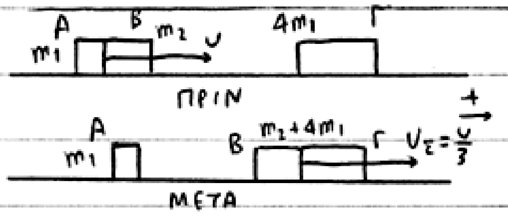
$f - f_1 = f_2 - f \Rightarrow$

$\Rightarrow 2f = f_1 + f_2 \Rightarrow f = \dfrac{f_1 + f_2}{2}$

α.

Είναι $|f_1 - f| = |f_2 - f| = f_\delta$, οπότε $f_1 - f = \pm(f_2 - f)$. Οι δυο επιλογές δίνουν $f_1 - f = f_2 - f \Rightarrow 0f = f_2 - f_1 \Rightarrow$ $\Rightarrow f_1 = f_2$ άτοπο και $f_1 - f = -f_2 + f \Rightarrow f_1 + f_2 = 2f \Rightarrow$ $\Rightarrow f = \dfrac{f_1 + f_2}{2}$.

B3. α.



Από την Αρχή Διατήρησης της Ορμής

με $p_{ολ(αρχ)} = (m_1 + m_2)υ$

και $p_{ολ(τελ)} = (m_2 + 4m_1)\dfrac{υ}{3}$

έχουμε $p_{ολ(αρχ)} = p_{ολ(τελ)} \Rightarrow$

$\Rightarrow m_1υ + m_2υ = m_2\dfrac{υ}{3} + 4m_1\dfrac{υ}{3} \Rightarrow$

$\Rightarrow m_2υ - \dfrac{1}{3}m_2υ = \dfrac{4}{3}m_1υ - m_1υ \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{2}{3}m_2υ = \dfrac{1}{3}m_1υ \Rightarrow m_1 = 2m_2 \Rightarrow \dfrac{m_1}{m_2} = 2$

ΘΕΜΑ Γ

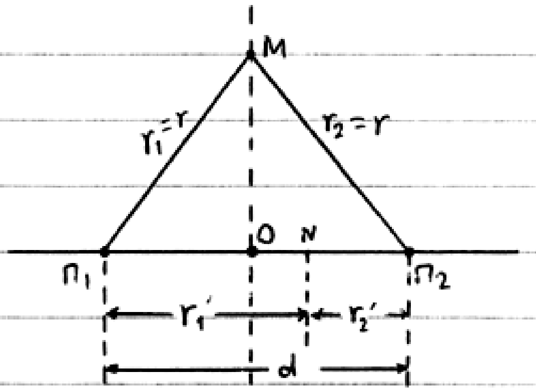
Γ1. Είναι $ψ = 2Α συν2π\dfrac{r_1 - r_2}{2λ} ημ2π\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{r_1 + r_2}{2λ}\right)$ και για το Μ

$\left.\begin{aligned} ψ_M &= 2Α\, ημ2π\left(\frac{t}{T} - \frac{r_1+r_2}{2λ}\right) \\ ψ_M &= 0{,}2\, ημ2π(5t - 10) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} &\frac{t}{T} = 5t \Rightarrow f = 5Hz \\ &\frac{r_1 + r_2}{2λ} = 10 \\ &(\text{και } 2Α = 0{,}2 \Rightarrow Α = 0{,}1m) \end{aligned}$

Άρα $υ = λf \Rightarrow 2 = λ \cdot 5 \Rightarrow λ = \frac{2}{5}m \Rightarrow λ = 0{,}4m$

Αλλά για το Μ είναι $r_1 = r_2 = r$, οπότε

$\dfrac{2r}{2λ} = 10 \Rightarrow r = 10λ \Rightarrow r = 10 \cdot 0{,}4m \Rightarrow r = 4m$



Γ2. Για το Ο είναι $r_1 = r_2 = \dfrac{d}{2}$, οπότε

$φ_O = 2π\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{d}{2λ}\right) \Rightarrow φ_O = 2π\left(5t - \dfrac{1}{0{,}8}\right) \Rightarrow φ_O = 2π\left(5t - \dfrac{5}{4}\right)$

και $φ_O - φ_M = 2π\left(5t - \dfrac{5}{4}\right) - 2π(5t - 10) \Rightarrow$

$\Rightarrow φ_O - φ_M = 2π(5t - 1{,}25 - 5t + 10) = 2π \cdot 8{,}75 \Rightarrow$

$\Rightarrow φ_O - φ_M = 17{,}5π$ rad

Γ3. Για τα σημεία με μέγιστο πλάτος $r_1'-r_2'=\kappa\lambda$, με $\kappa=0,\pm1,\ldots$

Για τέτοιο σημείο N του $\Pi_1\Pi_2$ είναι $r_1'+r_2'=d$,

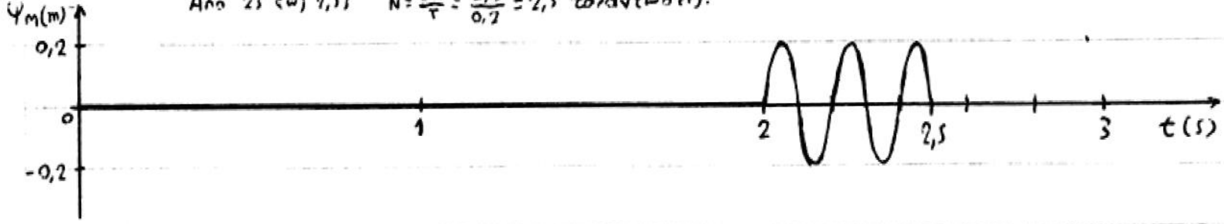
οπότε $r_1'-(d-r_1')=\kappa\lambda \Rightarrow 2r_1'-1=0{,}4\kappa \Rightarrow r_1'=0{,}2\kappa+0{,}5$

Με $0<r_1'<d$ είναι $0<0{,}2\kappa+0{,}5<1 \Rightarrow -0{,}5<0{,}2\kappa<0{,}5 \Rightarrow$
$\Rightarrow -2{,}5<\kappa<2{,}5 \Rightarrow \kappa=-2,-1,0,1,2$ 5 σημεία.

Είναι $r_1'-r_2'=\kappa\lambda$, με $\kappa=0,\pm1,\ldots$

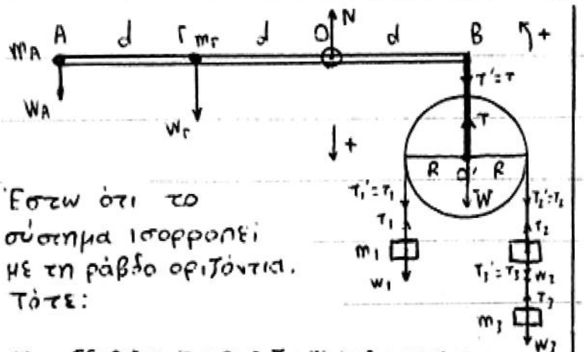
Ισχύει $|r_1'-r_2'|<d$
(η $|r_1'-r_2'|=d$ αντιστοιχεί στις πηγές Π_1,Π_2 και στα σημεία αριστερά και δεξιά των πηγών).
Άρα $|\kappa\lambda|<d \Rightarrow -d<\kappa\lambda<d \Rightarrow$
$\Rightarrow -1<0{,}4\kappa<1 \Rightarrow -2{,}5<\kappa<2{,}5 \Rightarrow$
$\Rightarrow \kappa=-2,-1,0,1,2$ 5 σημεία.

Γ4. Για το σημείο Μ είναι $\psi_M=0{,}2\,\eta\mu 2\pi(5t-10)$ με $t\geq \max\left(\frac{r}{\upsilon},\frac{r}{\upsilon}\right) \Rightarrow t\geq\frac{4}{2}\,s \Rightarrow t\geq 2s$
Για $0\leq t\leq 2s$ τα κύματα δεν έχουν φτάσει στο Μ και είναι $\psi_M=0$.
Από 2s έως 2,5s $N=\frac{\Delta t}{T}=\frac{0{,}5}{0{,}2}=2{,}5$ ταλαντώσεις.



ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Έστω ότι το σύστημα ισορροπεί με τη ράβδο οριζόντια. Τότε:

<u>m_1</u> $\Sigma F=0 \Rightarrow w_1-T_1=0 \Rightarrow T_1=m_1g=2\cdot10N \Rightarrow T_1=20N$
<u>m_1,m_2</u> $\Sigma F=0 \Rightarrow -T_2+w_2+T_3'-T_3+w_3=0 \Rightarrow T_2=(m_2+m_3)g \Rightarrow$
$\Rightarrow T_2=2\cdot10N \Rightarrow T_2=20N$

<u>Τρ</u> $\Sigma F=0 \Rightarrow T_1'+T_2'+W-T=0 \Rightarrow T=20+20+4\cdot10 \Rightarrow T=80N$

<u>Ράβδος</u> $\Sigma\tau=0 \Rightarrow w_A\cdot 2d+w_\Gamma\cdot d-T'd=0 \Rightarrow$
$\Rightarrow m_Ag\cdot 2\cancel{d}+m_\Gamma g\cdot d=T'\cancel{d} \Rightarrow T'=1\cdot10\cdot2+6\cdot10 \Rightarrow$
$\Rightarrow T'=80N$, οπότε η υπόθεση είναι σωστή.

<u>m_1,m_2,m_3</u>
$\Sigma F=w_1-T_1+T_1'-T_2'+T_2-w_2-T_3'+T_3-w_3 \Rightarrow$
$\Rightarrow \Sigma F=m_1g-m_2g-m_3g=2\cdot10-1\cdot10-1\cdot10 \Rightarrow$
$\Rightarrow \Sigma F=0$, άρα το σύστημα m_1,m_2,m_3 ισορροπεί και είναι $T_1=w_1=m_1g$ και $T_2=w_2+w_3=(m_2+m_3)g$.
Στην τροχαλία οι ροπές είναι $m_1gR=20R$ και $(m_2+m_3)gR=20R$, οπότε $m_1gR=(m_2+m_3)gR$, δηλαδή ισορροπεί.

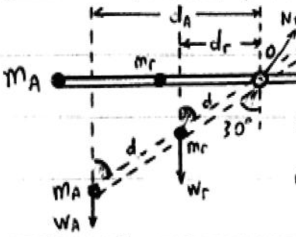
Επίσης στην τροχαλία είναι $T=W+w_1+w_2+w_3 \Rightarrow$
$\Rightarrow T=(M+m_1+m_2+m_3)g$

Η ράβδος δέχεται τις ροπές (ως προς Ο)
$w_A\cdot 2d+w_\Gamma\cdot d=m_Ag\cdot 2d+m_\Gamma gd=1\cdot10\cdot2\cdot1+6\cdot10\cdot1=80\,N\cdot m$
και $T'=(M+m_1+m_2+m_3)gd=(4+2+1+1)\cdot10\cdot1=80\,N\cdot m$
επομένως ισορροπεί οριζόντια ($\Sigma\tau_{(O)}=0$)

<u>ΑΛΛΙΩΣ</u>

Σε όλο το σύστημα είναι $\Sigma\tau_{\varepsilon\xi(O)}=$
$=w_A\cdot 2d+w_\Gamma\cdot d-w_1(d-R)-Wd-w_2(d+R)-w_3(d+R)=$
$=20+60-20+20R-40-10-10R-10-10R \Rightarrow \Sigma\tau_{\varepsilon\xi(O)}=0.$

Δ2.



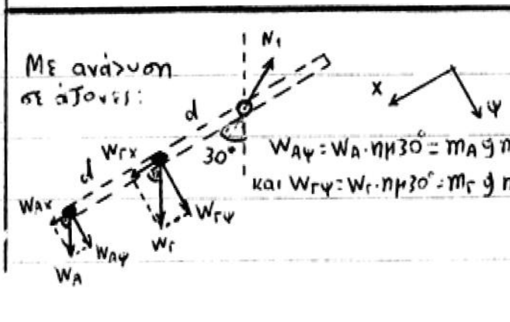
$\eta\mu30^\circ=\frac{d_\Gamma}{d} \Rightarrow d_\Gamma=d\,\eta\mu30^\circ$

$\eta\mu30^\circ=\frac{d_A}{2d} \Rightarrow d_A=2d\,\eta\mu30^\circ$

$I=m_A(2d)^2+m_\Gamma d^2=1\cdot2^2+6\cdot1^2 \Rightarrow I=10\,Kg\cdot m^2$

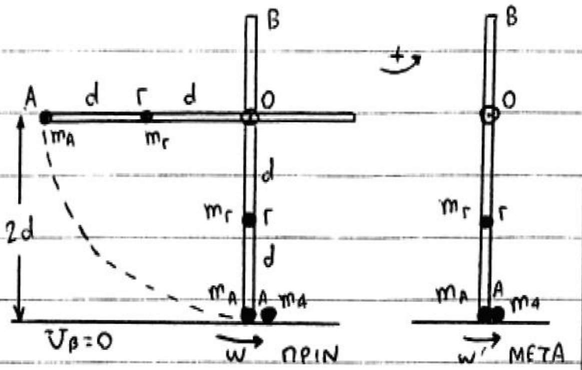
$\Sigma\tau=I\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \tau_{w_A}+\tau_{w_\Gamma}=I\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$
$\Rightarrow m_Ag\cdot 2d\,\eta\mu30+m_\Gamma g\cdot d\,\eta\mu30=I\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$
$\Rightarrow 1\cdot10\cdot2\cdot1\frac{1}{2}+6\cdot10\cdot1\cdot\frac{1}{2}=10\,\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{10+30}{10}=4\,\frac{rad}{s^2}$

Με ανάλυση σε άξονες:



$w_{A\psi}=w_A\cdot\eta\mu30^\circ=m_Ag\,\eta\mu30^\circ$
και $w_{\Gamma\psi}=w_\Gamma\cdot\eta\mu30^\circ=m_\Gamma g\,\eta\mu30^\circ$

Δ3.



Κατά την κίνηση της ράβδου δεν υπάρχουν τριβές και ασκούνται τα βάρη W_A, W_Γ που είναι συντηρητικές δυνάμεις, επομένως ισχύει το ΘΔΜΕ:

$E_{M(αρχ)} = E_{M(τελ)} \Rightarrow K_{αρχ} + U_{β(αρχ)} = K_{τελ} + U_{β(τελ)} \Rightarrow$

$\Rightarrow m_A g 2d + m_\Gamma g 2d = \frac{1}{2} I w^2 + m_\Gamma g d \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{1}{2} I w^2 = m_A g 2d + m_\Gamma g d \Rightarrow \frac{1}{2} 10 w^2 = 1 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 1 + 6 \cdot 10 \cdot 1 \Rightarrow$

$\Rightarrow 5w^2 = 20 + 60 \Rightarrow w^2 = \frac{80}{5} \Rightarrow w^2 = 16 \Rightarrow w = 4 \ \frac{rad}{s}$.

Μετά την προσκόλληση της m_4 η ροπή αδράνειας γίνεται

$I' = m_\Gamma d^2 + m_A (2d)^2 + m_4 (2d)^2 = 6 \cdot 1^2 + 1 \cdot 2^2 + 5 \cdot 2^2 \Rightarrow I' = 30 \ Kg \cdot m^2$

Από την Αρχή Διατήρησης της Στροφορμής

$L_{o(αρχ)} = L_{o(τελ)} \Rightarrow I w = I' w' \Rightarrow$

$\Rightarrow 10 \cdot 4 = 30 w' \Rightarrow w' = 4/3 \ rad/s$

Άρα $U_A = w' \cdot 2d \Rightarrow U_A = \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot 1 \ \frac{m}{s} \Rightarrow U_A = \frac{8}{3} \ \frac{m}{s}$

Από το ΘΜΚΕ έχουμε

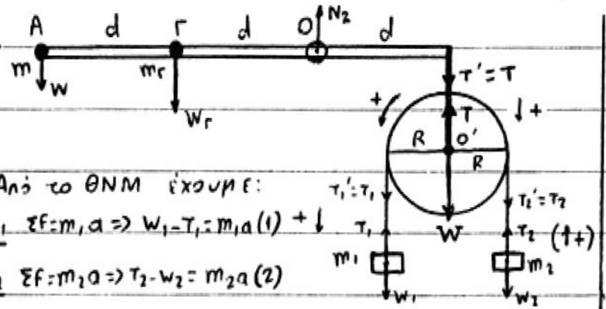
$K_{αρχ} + W_{W_A} + W_{W_\Gamma} = K_{τελ} \Rightarrow$

$\Rightarrow 0 + m_A g 2d + m_\Gamma g d = \frac{1}{2} I w^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 1 + 6 \cdot 10 \cdot 1 = \frac{1}{2} 10 w^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 5w^2 = 80 \Rightarrow w^2 = 16 \Rightarrow w = 4 \ \frac{rad}{s}$

Δ4.



Από το ΘΝΜ έχουμε:

m_1 $\Sigma F = m_1 a \Rightarrow W_1 - T_1 = m_1 a \ (1)$ $+\downarrow$

m_2 $\Sigma F = m_2 a \Rightarrow T_2 - W_2 = m_2 a \ (2)$

Τρ. $\Sigma \tau = I a_{γων} \Rightarrow T_1 R - T_2 R = \frac{MR^2}{2} \frac{a}{R} \Rightarrow T_1 - T_2 = \frac{1}{2} M a \ (3)$

Με πρόσθεση κατά μέλη παίρνουμε $(1)+(2)+(3) \Rightarrow$

$\Rightarrow m_1 g - T_1 + T_2 - m_2 g - T_1 - T_2 = m_1 a + m_2 a + \frac{1}{2} M a \Rightarrow$

$\Rightarrow 2 \cdot 10 - 1 \cdot 10 = 2a + a + \frac{4}{2} a \Rightarrow 10 = 5a \Rightarrow a = 2 \ m/s^2$

$(1) \Rightarrow m_1 g - T_1 = m_1 a \Rightarrow 20 - T_1 = 4 \Rightarrow T_1 = 16N$

$(2) \Rightarrow T_2 - m_2 g = m_2 a \Rightarrow T_2 - 10 = 2 \Rightarrow T_2 = 12N$

Για την τροχαλία είναι $\Sigma F = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow -T + W + T_1 + T_2 = 0 \Rightarrow T = 40 + 16 + 12 \Rightarrow T = 68N$

Από την ισορροπία της ράβδου βρίσκουμε

$\Sigma \tau_{(o)} = 0 \Rightarrow \tau_W + \tau_{W_\Gamma} + \tau_T = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow mg \, 2d + m_\Gamma g d - T \cdot d = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 20m = 68 - 60 \Rightarrow 20m = 8 \Rightarrow m = 0,4 \ Kg$

Με χρήση μόνο θετικής φοράς προς τα κάτω

m_1 $\Sigma F = m_1 a \Rightarrow W_1 - T_1 = m_1 a \ (1)$

m_2 $\Sigma F = m a \Rightarrow W_2 - T_2 = -m_2 a \Rightarrow T_2 - W_2 = m_2 a \ (2)$