



# Γ' ΤΑΞΗ ΓΕΝ.ΛΥΚΕΙΟΥ

## ΘΕΤΙΚΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

### ΦΥΣΙΚΗ

#### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

##### **ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

1. γ.
2. γ.
3. δ.
4. δ
5. α Λάθος  
β. Σωστό  
γ. Σωστό  
δ. Σωστό  
ε. Λάθος

##### **ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

- A.  
**A1.** γ Σωστό

**A2.**  $E = U_E + U_B$    ή    $U_B = E - U_E$    ή    $U_B = E - \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

Όταν το φορτίο στον πυκνωτή είναι μέγιστο το ρεύμα στο κύκλωμα μηδενίζεται και επομένως  $U_B = 0$ .

B.

- B1.** β Σωστό

$\vec{L}_{\omega_1} = 0 \Rightarrow \vec{L}_1 + \vec{L}_2 = 0 \Rightarrow \vec{L}_1 = -\vec{L}_2$ . Επομένως οι γωνιακές ταχύτητες των δύο δίσκων έχουν αντίθετες φορές, δηλ οι δύο δίσκοι περιστρέφονται αντίρροπα.

- B2.** γ Σωστό

$$\vec{L}_{\omega_1} = 0 \quad \text{ή} \quad \vec{L}_1 + \vec{L}_2 = 0 \quad \text{ή} \quad \vec{L}_1 = -\vec{L}_2 \quad \text{ή} \quad L_1 = L_2 \quad \text{ή} \quad I_1 \omega_1 = 2I_1 \omega_2 \quad \text{ή}$$

$\omega_1 = 2\omega_2$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\frac{1}{2} I_1 \omega_1^2}{\frac{1}{2} I_2 \omega_2^2} = \frac{I_1 4 \omega_2^2}{2 I_2 \omega_2^2} = 2$$

**Γ.****Γ1.** γ Σωστό**Γ2.** Κρούση  $\Sigma_1$  με  $\Sigma_2$  ( $\Sigma_1$  ακίνητο):

$$v'_1 = \frac{2m_2}{m_2 + m_1} v = \frac{2v}{3}$$

$$v'_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} v = -\frac{v}{3}$$

**Κρούση  $\Sigma_3$  με  $\Sigma_2$  (ίσες μάζες):**

Σε κεντρική ελαστική κρούση δύο σφαιρών με ίσες μάζες παρατηρείται ανταλλαγή ταχυτήτων.

άρα:  $v''_2 = \frac{v}{3}$

$$u'_3 = -\frac{u}{3}$$

Δηλαδή το  $\Sigma_3$  θα κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση.**ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>**

a. Η ταχύτητα διάδοσης θα είναι:  $v = \frac{d_1}{t_1}$  ή  $v = 10 \text{ cm/s}$

Το μήκος κύματος προκύπτει από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής:  $v = \lambda \cdot f$  ή  $v = \lambda \frac{N}{t}$  ή  $\lambda = \frac{v \cdot t}{N} = \frac{10 \cdot 1}{5} \text{ cm}$  ή  $v = 2 \text{ cm}$

b. Μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1 = 1 \text{ s}$  στο σημείο  $\Sigma$  δεν έχει φτάσει κανένα κύμα και επομένως το σημείο  $\Sigma$  παραμένει ακίνητο.

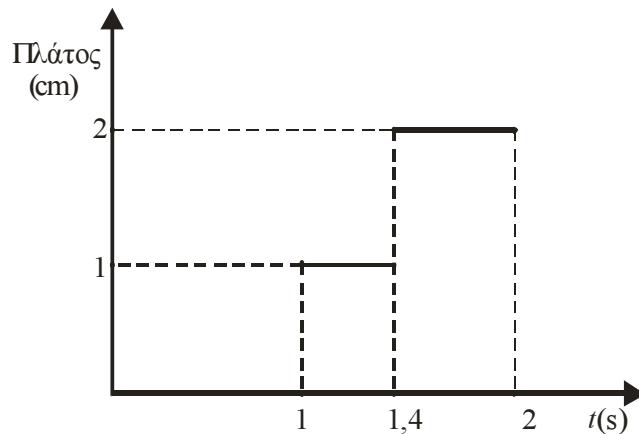
Από τη χρονική στιγμή  $t_1$  έως τη χρονική στιγμή  $t_2 = \frac{d_2}{v} = \frac{14}{10} \text{ s} = 1,4 \text{ s}$  έχει

φτάσει στο  $\Sigma$  μόνο το κύμα που προέρχεται από την πηγή  $\Pi_1$  και επομένως το πλάτος ταλάντωσης του σημείου  $\Sigma$  είναι:  $A = 1 \text{ cm}$ .

Από τη χρονική στιγμή  $t_2$  και μετά έχουν φτάσει στο  $\Sigma$  τα κύματα και από τις δύο πηγές και επομένως το πλάτος ταλάντωσης του σημείου  $\Sigma$  είναι:

$$A' = 2A \left| \sigma v \nu 2\pi \frac{d_1 - d_2}{2\lambda} \right| = 2 \cdot 1 \cdot \left| \sigma v \nu 2\pi \frac{10 - 14}{4} \right| = 2 \cdot |\sigma v \nu (-2\pi)| \text{ cm} \quad \text{ή}$$

$$A' = 2 \text{ cm}$$



γ. Μετά τη συμβολή, η εξίσωση της ταχύτητας θα είναι:

$$v = \omega A' \sigma v 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{d_1 + d_2}{2\lambda} \right) = 2\pi f \cdot A' \sigma v 2\pi \left( f \cdot t - \frac{d_1 + d_2}{2\lambda} \right) \text{ ή}$$

$$v = 2\pi \frac{N}{t} \cdot A' \sigma v 2\pi \left( \frac{N}{t} \cdot t - \frac{d_1 + d_2}{2\lambda} \right) = 2\pi \frac{5}{1} \cdot 0,02 \sigma v 2\pi \left( \frac{5}{1} \cdot t - \frac{10 + 14}{2 \cdot 2} \right) \text{ ή}$$

$$v = 0,2\pi \cdot \sigma v 2\pi (5t - 6) \text{ (S.I.)}$$

Έτσι, για τη χρονική στιγμή  $t=1,7$  s είναι:

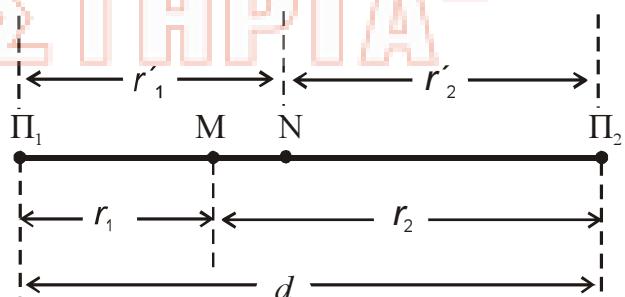
$$v = 0,2\pi \cdot \sigma v 2\pi (5 \cdot 1,7 - 6) \text{ m/s} = 0,2\pi \cdot \sigma v 2\pi (5 \cdot 1,7 - 6) \text{ m/s} \text{ ή}$$

$$v = 0,2\pi \cdot \sigma v 2\pi (5 \cdot 1,7 - 6) \text{ m/s} = 0,2\pi \cdot \sigma v (2\pi \cdot 2,5) \text{ m/s} \text{ ή}$$

$$0,2\pi \cdot \sigma v 5\pi \text{ m/s} \text{ ή } v = -0,2\pi \text{ m/s}$$

δ.

Θεωρούμε δύο διαδοχικά σημεία του ευθύγραμμου τμήματος που συνδέει τις δύο πηγές M και N, που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος  $2A$  και απέχουν από τις δύο πηγές αποστάσεις  $r_1$ ,  $r_2$  και  $r'_1$ ,  $r'_2$  αντίστοιχα.



Θεωρώντας ότι το σημείο M ανήκει στην  $k$  τάξη ενισχυτικής συμβολής, θα ισχύει:

$$r'_1 - r_2 = k \cdot \lambda \Leftrightarrow r'_1 - (d - r_1) = k \cdot \lambda \Leftrightarrow 2r'_1 - d = k \cdot \lambda, \quad k \in \mathbb{Z} \quad (1)$$

Θεωρώντας ότι το σημείο N ανήκει στην αμέσως επόμενη τάξη  $(k+1)$ , θα ισχύει:

$$r'_1 - r'_2 = (k+1) \cdot \lambda \Leftrightarrow r'_1 - (d - r'_2) = (k+1) \cdot \lambda \Leftrightarrow 2r'_1 - d = (k+1) \cdot \lambda, \quad k \in \mathbb{Z} \quad (2)$$

Αφαιρώντας την (1) από την (2) έχουμε:

$$2r'_1 - 2r_1 = \lambda \Leftrightarrow r'_1 - r_1 = \frac{\lambda}{2} \text{ ή } (MN) = 1 \text{ cm}$$

**ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>**

- α.** Από την αρχική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου, υπολογίζουμε το πλάτος της ταλάντωσης:

$$U = \frac{1}{2} kx^2 \quad \text{ή} \quad x = \sqrt{\frac{2U}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,32}{100}} \text{ m} \quad \text{ή} \quad x = 0,08 \text{ m} \quad \text{ή} \quad A = 0,08 \text{ m}$$

Για την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης ισχύει:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{ή} \quad \boxed{\omega = 10 \text{ rad / s}}$$

Για την εξίσωση της απομάκρυνσης ισχύει:  $x = 0,08\eta\mu(10t + \varphi_0)$

Επειδή την χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  s το σώμα  $\Sigma$  βρίσκεται στη μέγιστη θετική απομάκρυνση  $x = +A = +0,08$  m, θα ισχύει:

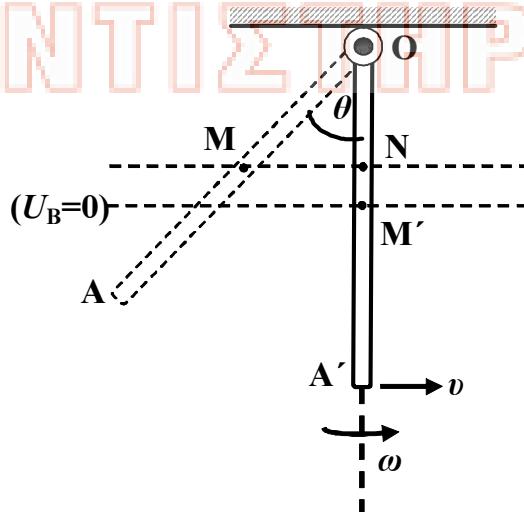
$$0,08 = 0,08\eta\mu(\varphi_0) \quad \text{ή} \quad \eta\mu(\varphi_0) = 1 \quad \text{ή} \quad \boxed{\varphi_0 = \frac{\pi}{2}}$$

Επομένως για την εξίσωση της απομάκρυνσης θα ισχύει:

$$\boxed{x = 0,08\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{SI})}$$

- β.** Εφαρμόζουμε το Θ. Steiner για να υπολογίσουμε τη ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το άκρο της O:

$$I_{(O)} = I_{\text{cm}} + m_2 \left( \frac{L}{2} \right)^2 = \frac{1}{12} ML^2 + \frac{1}{4} ML^2 = \frac{1}{3} ML^2$$



Όταν η ράβδος φθάσει στην κατακόρυφη θέση OA' το κέντρο μάζας της θα είναι στο M' και το άκρο της A' θα κινείται με ταχύτητα v. Θεωρούμε επίπεδο μηδενισμού της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας, το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το M'. Εφαρμόζουμε το θεώρημα διατήρησης μηχανικής ενέργειας, από την αρχική έως την κατακόρυφη θέση της ράβδου:

$$E_M = E_M' \quad \text{ή} \quad K + U = K' + U' \quad \text{ή} \quad 0 + Mg \cdot (M \cdot N) = \frac{1}{2} \cdot I \omega^2 + 0 \quad \text{ή}$$

$$0 + Mg \cdot \left( \frac{L}{2} - \frac{L}{2} \sigma v \nu \theta \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} M L^2 \cdot \omega^2 \quad \text{ή} \quad g \cdot \frac{L}{2} (1 - \sigma v \nu \theta) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} L^2 \cdot \omega^2 \quad \text{ή}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3g(1-\sigma v \nu \theta)}{L}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10 \cdot (1-0,6)}{0,5}} \text{ rad/s} \quad \text{ή} \quad \boxed{\omega = 2\sqrt{6} \text{ rad/s}}$$

$$\text{Η ταχύτητα του άκρου θα είναι: } v = \omega L = 2\sqrt{6} \cdot 0,5 \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad \boxed{v = \sqrt{6} \text{ m/s}}$$

γ. Όταν η κινητική γίνει ίση με τη δυναμική, θα είναι:

$$U = K \quad \text{ή} \quad U = E_{\omega} - U \quad \text{ή} \quad U = \frac{E_{\omega}}{2} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} kA^2 \quad \text{ή} \quad \boxed{x = \pm A \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

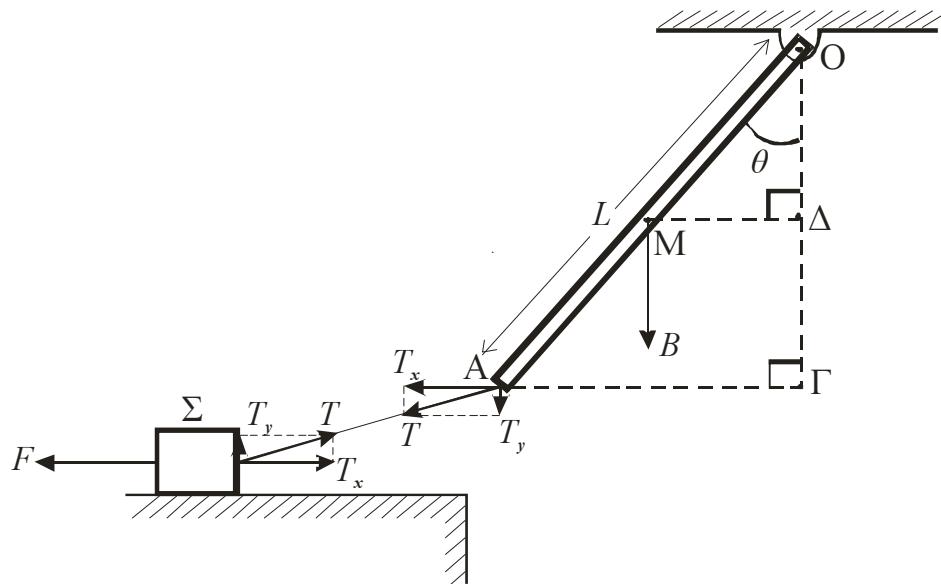
Από τις δύο τιμές, επιλέγουμε τη θετική γιατί, ο ταλαντωτής ξεκινώντας από τη θέση  $x=+A$  και κινούμενος προς τη θέση ισορροπίας, διέρχεται για πρώτη φορά από τη θέση  $\boxed{x = +A \frac{\sqrt{2}}{2}}$ .

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής θα είναι:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \Sigma F = -kx = -k \cdot A \frac{\sqrt{2}}{2} = -100 \cdot 0,08 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \quad \text{ή}$$

$$\boxed{\frac{\Delta p}{\Delta t} = -4\sqrt{2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}$$

δ. Αναλύουμε τις αντίθετες δυνάμεις μέτρου  $T$ , που ασκούνται από τις δύο άκρες του νήματος στη ράβδο και στο σώμα αντίστοιχα, σε συνιστώσες  $T_x$  και  $T_y$ . Στο σώμα  $\Sigma$  ασκούνται οριζόντια οι δυνάμεις  $F$  από το ελατήριο και  $T_x$  από το νήμα.



Επειδή το σώμα  $\Sigma$  ισορροπεί, θα είναι:

$$\sum F_x = 0 \quad \text{ή} \quad T_x - F = 0 \quad \text{ή} \quad T_x = kx \quad \text{ή} \quad T_x = kA \quad \text{ή} \quad T_x = 100 \cdot 0,08 \text{ N} \quad \text{ή}$$

$$T_x = 8 \text{ N}$$

Από το μέσο  $M$  της ράβδου, φέρνουμε το κάθετο τμήμα  $M\Delta$  ως προς την κατακόρυφη ΟΓ. Φέρνουμε επίσης την κάθετη  $A\Gamma$  ως προς την ΟΓ.

Εφαρμόζουμε τη συνθήκη στροφικής ισορροπίας της ράβδου, ως προς το άκρο της  $O$ , θεωρώντας θετική φορά περιστροφής την αντίθετη των δεικτών ρολογιού:

$$\sum \tau_{(O)} = 0 \quad \text{ή} \quad B \cdot (M\Delta) + T_y \cdot (A\Gamma) - T_x \cdot (O\Gamma) = 0 \quad \text{ή}$$

$$Mg \cdot \frac{L}{2} \eta \mu \theta + T_y \cdot L \eta \mu \theta - T_x \cdot L \sin \theta = 0 \quad \text{ή}$$

$$Mg \cdot \frac{1}{2} \eta \mu \theta + T_y \cdot \eta \mu \theta - T_x \cdot \sin \theta = 0 \quad \text{ή} \quad 4 \cdot \frac{1}{2} 0,8 + T_y \cdot 0,8 - 8 \cdot 0,6 = 0 \text{ (S.I.)} \quad \text{ή}$$

$$1,6 + T_y \cdot 0,8 - 4,8 = 0 \text{ (S.I.)} \quad \text{ή} \quad T_y = 4 \text{ N}$$

Με σύνθεση υπολογίζουμε το μέτρο της  $T$ :

$$T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \sqrt{8^2 + 4^2} \text{ N} = \sqrt{2^2 \cdot 4^2 + 4^2} \text{ N} \quad \text{ή} \quad T = 4\sqrt{5} \text{ N}$$

