ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

23 Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ (Πρώτη Φάση)

Κυριακή, 18 Ιανουαρίου, 2009

<u>Προτεινόμενες Λύσεις</u>

<u>ΘΕΜΑ 1 (15 μονάδες)</u>

Α (α) Πρώτος νόμος του Νεύτωνα για την περιστροφική κίνηση:

Τα σώματα τείνουν να διατηρήσουν την κατάσταση ηρεμίας ή περιστροφικής κίνησης τους με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, όταν η συνιστάμενη ροπή που ασκείται σ΄ αυτά είναι ίση με μηδέν.

Αν $\Sigma\vec{M} = 0 \Rightarrow \begin{cases} \vec{\omega} = 0 \\ \vec{\omega} = \text{σταθερή} \end{cases}$ ή (1,5 μον.)

(β) (i) Ροπή αδράνειας υλικού σημείου μάζας m που περιστρέφεται γύρω από άξονα, ορίζουμε το γινόμενο της μάζας του υλικού σημείου επί το τετράγωνο της απόστασης του, r από τον άξονα.

Η ροπή αδράνειας υλικού σημείου είναι μονόμετρο μέγεθος και δίνεται από τη σχέση,

$$\boxed{I = mr^2}$$ (1 μον.)

(ii) Ροπή αδράνειας στερεού σώματος που περιστρέφεται γύρω από άξονα, ορίζουμε το άθροισμα των γινομένων των στοιχειωδών μαζών από τα οποία αποτελείται το σώμα, επί τα τετράγωνα των αποστάσεων τους από τον άξονα περιστροφής.

Η ροπή αδράνειας στερεού σώματος είναι μονόμετρο μέγεθος και δίνεται από τη σχέση,

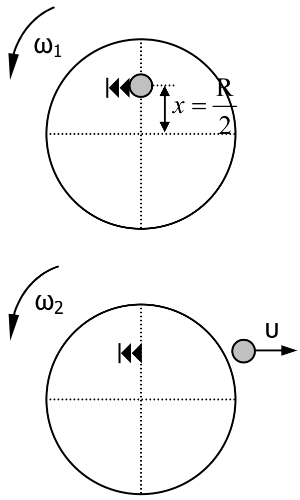
$$\boxed{I = \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2}$$ (1 μον.)

(γ) Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από τους πιο κάτω παράγοντες:

- Μάζα (Μεγαλύτερη μάζα $\rightarrow$ Μεγαλύτερη ροπή αδράνειας).
- Κατανομή μάζας (Μεγαλύτερη συγκέντρωση μάζας μακρύτερα από τον άξονα περιστροφής $\rightarrow$ Μεγαλύτερη ροπή αδράνειας).
- Από τη θέση του άξονα περιστροφής.

(1,5 μον.)

B. (α) Για το σύστημα πλατφόρμα σφαιρίδιο ισχύει η αρχή διατήρησης της στροφορμής.



$$\vec{L}_{\pi\rho\iota\nu} = \vec{L}_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow \left(\frac{1}{2}MR^2 + mx^2\right)\omega_1 = \frac{1}{2}MR^2\omega_2 - m\upsilon x$$

$$\left(\frac{MR^2}{2} + \frac{2M}{9}\frac{R^2}{4}\right)\omega_1 = \frac{MR^2}{2}2\omega_1 - \frac{2M}{9}\upsilon\frac{R}{2}$$

$$\frac{9MR^2 + MR^2}{18}\omega_1 - MR^2\omega_1 = -\frac{M\upsilon R}{9}$$

$$\frac{8MR^2\omega_1}{18} = \frac{M\upsilon R}{9} \Rightarrow \boxed{\upsilon = 4\omega_1 R}$$ (4 μον.)

(β) $$E_{\kappa\iota\nu\pi\rho\iota\nu} = \frac{1}{2}\left(\mathrm{I}_{\pi} + \mathrm{I}_{\sigma\phi}\right)\omega_1^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}MR^2 + \frac{2M}{9}\frac{R^2}{4}\right)\omega_1^2 \Rightarrow$$

$$\boxed{E_{\kappa\iota\nu\pi\rho\iota\nu} = \frac{5MR^2\omega_1^2}{18}}$$ (2 μον.)

$$E_{\kappa\iota\nu\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = \frac{1}{2}\mathrm{I}_{\pi}\omega_2^2 + \frac{1}{2}m\upsilon^2 = \frac{1}{2}\frac{1}{2}MR^2 4\omega_1^2 + \frac{1}{2}\frac{2M}{9}16R^2\omega_1^2 = MR^2\omega_1^2 + \frac{16MR^2\omega_1^2}{9} \Rightarrow$$

$$\boxed{E_{\kappa\iota\nu\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = \frac{25MR^2\omega_1^2}{9}}$$ (2 μον.)

(γ) $$\Delta E = E_{\kappa\iota\nu\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} - E_{\kappa\iota\nu\pi\rho\iota\nu} = \frac{25MR^2\omega_1^2}{9} - \frac{5MR^2\omega_1^2}{18} = \frac{45MR^2\omega_1^2}{18} \Rightarrow \boxed{\Delta E = \frac{5MR^2\omega_1^2}{2}}$$ (2 μον.)

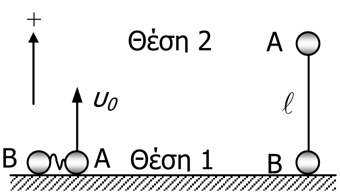
ΘΕΜΑ 2 (15 μονάδες)

A. Οι δυο αστροναύτες και η μπάλα θεωρούνται απομονωμένο σύστημα σωμάτων. Μόλις ο αστροναύτης Α πετάξει την μπάλα στον αστροναύτη Β, θα κινηθεί, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ορμής, με αντίθετη ορμή απ΄ αυτή της μπάλας. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να αρχίσει να απομακρύνεται από τον Β. Η μπάλα φτάνει στον αστροναύτη Β. Στην προσπάθεια του να πασάρει προς τον Α, θα κινηθεί με ορμή που θα έχει αντίθετη κατεύθυνση απ΄ ότι η μπάλα με αποτέλεσμα τελικά οι δύο αστροναύτες να απομακρύνονται ο ένας απ΄ τον άλλον. (4 μον.)

Σε ένα απομονωμένο σύστημα σωμάτων $\left(\Sigma\vec{\mathrm{F}}_{\varepsilon\xi} = 0\right)$ η ολική ορμή του συστήματος παραμένει σταθερή.

$$\boxed{\vec{\mathrm{P}}_{\Sigma\upsilon\sigma\tau.\alpha\rho\chi} = \vec{\mathrm{P}}_{\Sigma\upsilon\sigma\tau.\tau\varepsilon\lambda}}$$ (1 μον.)

B. (α) Το νήμα αρχίζει να τεντώνει μόλις η μπάλα Α φτάσει σε ύψος ℓ. Από το Θ.Δ.Μ.Ε έχουμε:



$$E_{\mu\eta\chi 1} = E_{\mu\eta\chi 2} \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_0^2 = mg\ell + \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 \Rightarrow$$

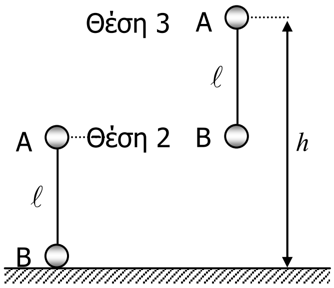
$$\upsilon_1 = \sqrt{\upsilon_0^2 - 2g\ell} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{10g\ell - 2g\ell} \Rightarrow$$

$$\boxed{\upsilon_1 = \sqrt{8g\ell}}$$ (2 μον.)

(β) Αφού το νήμα τεντώνει ακαριαία δεχόμαστε ότι ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής παρά το γεγονός ότι τα βάρη των σφαιρών είναι εξωτερικές δυνάμεις.
(0.5 μον.)

$$\vec{P}_{αρχ} = \vec{P}_{τελ} \Rightarrow m\upsilon_1 = (m+m)\upsilon_2 \Rightarrow m\sqrt{8g\ell} = 2m\upsilon_2 \Rightarrow \boxed{\upsilon_2 = \sqrt{2g\ell}}$$ (2,5 μον.)

(γ) Από τη στιγμή που τεντώνει το νήμα, το σύστημα των δύο σφαιρών κινείται από τη θέση 2 με ταχύτητα υ_2 μέχρι τελικά, η σφαίρα Α, να φτάσει στο μέγιστο ύψος (θέση 3). Ισχύει το Θ.Δ.Μ.Ε.



$$E_{μηχ.συστ.2} = E_{μηχ.συστ.3} \Rightarrow$$

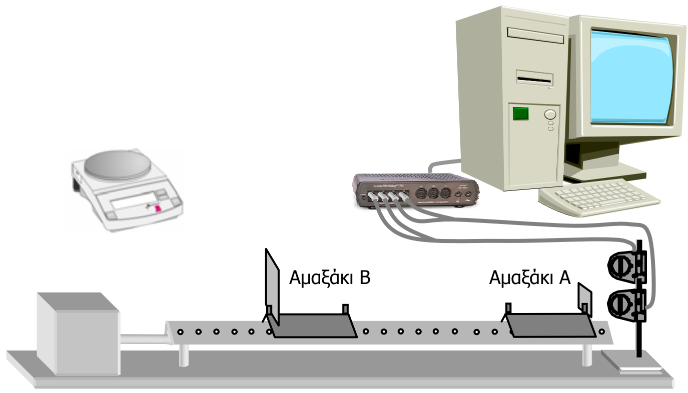
$$mg\ell + \frac{1}{2}m\upsilon_2^{\,2} + \frac{1}{2}m\upsilon_2^{\,2} = mgh + mg(h-\ell) \Rightarrow$$

$$g\ell + 2g\ell = 2gh - g\ell \Rightarrow 4\ell = 2h \Rightarrow \boxed{h = 2\ell}$$

(5 μον.)

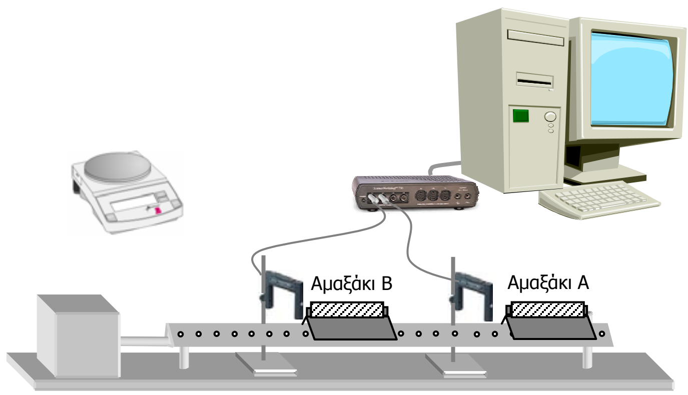
<u>ΘΕΜΑ 3 (20 μονάδες)</u>

(α) <u>Ομάδα 1</u>: Αεροδιάδρομο, Blower, δύο αμαξάκια Α & Β, χαρτονάκια, ειδικές βάσεις με λαστιχάκια ή ελάσματα ή ειδικές βάσεις με μαγνήτες, 2 αισθητήρες κίνησης τοποθετημένους σε ορθοστάτη, ζυγό, διασύνδεση με Η.Υ. και οθόνη.



Σχήμα 1 (Ομάδα 1)

<u>Ομάδα 2</u>: Αεροδιάδρομο, Blower, δύο αμαξάκια Α & Β, χαρτονάκια, ειδικές βάσεις με λαστιχάκια ή ελάσματα ή ειδικές βάσεις με μαγνήτες, 2 φωτοδιόδους τοποθετημένες σε ορθοστάτες, ζυγό, διασύνδεση με Η.Υ. και οθόνη. (4 μον.)



Σχήμα 2 (Ομάδα 2)

(β) Από τις γραφικές παραστάσεις του σχήματος 3 μπορούμε να υπολογίσουμε τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο αμαξιών.

$$\vec{P}_{Απριν} = m_A\vec{\upsilon}_{Απριν} = 0{,}2\vec{\upsilon}_{Απριν} \Rightarrow$$

$$0{,}11kgms^{-1} = 0{,}2\vec{\upsilon}_{Απριν} \Rightarrow$$

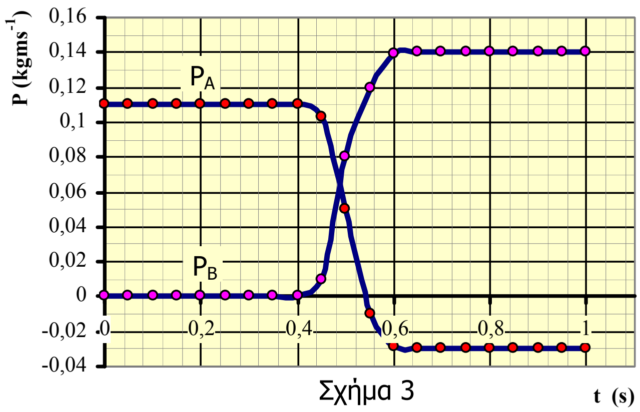
$$\boxed{\vec{\upsilon}_{Απριν} = 0{,}55m/s}$$

$$\vec{P}_{Βπριν} = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{\upsilon}_{Βπριν} = 0m/s}$$

$$\vec{P}_{Αμετά} = m_A\vec{\upsilon}_{Αμετά} = 0{,}2\vec{\upsilon}_{Αμετά} \Rightarrow$$

$$-0{,}03kgms^{-1} = 0{,}2\vec{\upsilon}_{Αμετά} \Rightarrow$$

$$\boxed{\vec{\upsilon}_{Αμετά} = -0{,}15m/s}$$



Σχήμα 3

$\vec{P}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = m_B \vec{\upsilon}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = 0{,}4\vec{\upsilon}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow 0{,}14kgms^{-1} = 0{,}4\vec{\upsilon}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow \boxed{\vec{\upsilon}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = 0{,}35m/s}$ (4 μον.)

(Να αφαιρεθεί 0,5 μον. αν δεν καθοριστεί η κατεύθυνση των ταχυτήτων με πρόσημο ή με άλλο τρόπο)

(γ)
$$\left.\begin{aligned}\vec{P}_{\sigma\upsilon\sigma\tau.\pi\rho\iota\nu} &= \vec{P}_{A\pi\rho\iota\nu} + \vec{P}_{B\pi\rho\iota\nu} = 0{,}11 + 0 = 0{,}11kgms^{-1}\\ \vec{P}_{\sigma\upsilon\sigma\tau.\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} &= \vec{P}_{A\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} + \vec{P}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = -0{,}03 + 0{,}14 = 0{,}11kgms^{-1}\end{aligned}\right\}$$

Ισχύει η αρχή διατήρησης της Ορμής αφού $\vec{P}_{\sigma\upsilon\sigma\tau.\pi\rho\iota\nu} = \vec{P}_{\sigma\upsilon\sigma\tau.\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}}$

(2 μον.)

$$E_{\kappa\iota\nu.\sigma\upsilon\sigma\tau.\pi\rho\iota\nu} = \frac{(\vec{P}_{A\pi\rho\iota\nu})^2}{2m_A} + \frac{(\vec{P}_{B\pi\rho\iota\nu})^2}{2m_B} = \frac{0{,}11^2}{0{,}4} + 0 = 0{,}03025J$$

$$E_{\kappa\iota\nu.\sigma\upsilon\sigma\tau.\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} = \frac{(\vec{P}_{A\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}})^2}{2m_A} + \frac{(\vec{P}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}})^2}{2m_B} = \frac{(-0{,}03)^2}{0{,}4} + \frac{0{,}14^2}{0{,}8} = 2{,}25.10^{-3} + 24.10^{-3} = 0{,}02675J$$

Ελέγχουμε το % σφάλμα:

$\%\sigma\varphi\acute{\alpha}\lambda\mu\alpha = \dfrac{|\Delta E_{\kappa\iota\nu}|}{E_{\kappa\iota\nu.\pi\rho\iota\nu}}.100 = \dfrac{|0{,}02675 - 0{,}03025|}{0{,}03025}.100 = 11{,}57\%$ που είναι στα αποδεκτά όρια. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι <u>η κινητική ενέργεια διατηρείται</u>.

(4 μον.)

(δ) Από τα αποτελέσματα μας στο (γ) μπορούμε να πούμε ότι η κρούση είναι ελαστική.

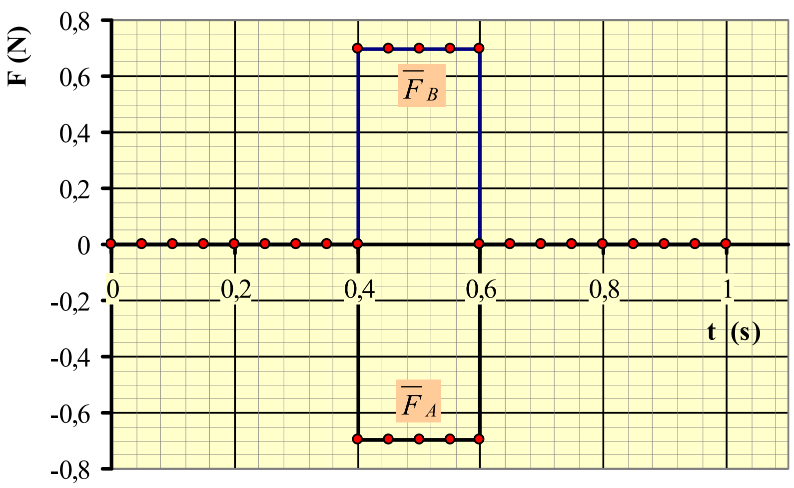
(2 μον.)

(ε)

$$\overline{F}_A = \frac{\Delta\vec{P}_A}{\Delta t} = \frac{\vec{P}_{A\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} - \vec{P}_{A\pi\rho\iota\nu}}{\Delta t} = \frac{-0{,}03 - 0{,}11}{0{,}65 - 0{,}35} = \frac{-0{,}14}{0{,}2} = -0{,}7N$$

$$\overline{F}_B = \frac{\Delta\vec{P}_B}{\Delta t} = \frac{\vec{P}_{B\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} - \vec{P}_{B\pi\rho\iota\nu}}{\Delta t} = \frac{0{,}14 - 0}{0{,}65 - 0{,}35} = \frac{0{,}14}{0{,}2} = 0{,}7N$$

(2 μον.)



(2 μον.)

ΘΕΜΑ 4 (15 μονάδες)

Α. (α) Στροφορμή στερεού σώματος ως προς άξονα περιστροφής, ονομάζουμε το άθροισμα των στροφορμών όλων των υλικών σημείων από τα οποία αποτελείται το σώμα. Η διεύθυνση της στροφορμής είναι κάθετη στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς των υλικών σημείων του σώματος και η φορά της καθορίζεται με τον κανόνα της δεξιάς παλάμης.

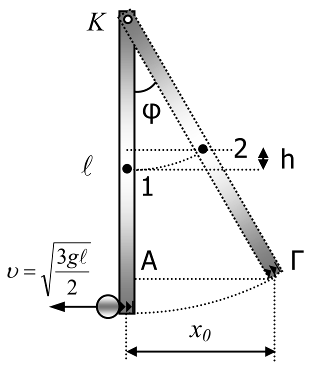
$$L = \sum_{i=1}^{n} L_i = \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2 \omega = \omega \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2 \Rightarrow \boxed{L = I\omega}$$ (1 μον.)

(β) Αν η συνισταμένη ροπή των (εξωτερικών) δυνάμεων που ασκούνται σ΄ ένα σώμα (σ΄ ένα σύστημα σωμάτων) είναι μηδέν, τότε η στροφορμή του παραμένει σταθερή.

Αν $\Sigma\vec{M} = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{L}_{\alpha\rho\chi} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda}} \Rightarrow \boxed{I_{\alpha\rho\chi}\omega_{\alpha\rho\chi} = I_{\tau\varepsilon\lambda}\omega_{\tau\varepsilon\lambda}}$ (1 μον.)

(γ) <u>Άλμα κατάδυσης</u>: Όταν ο δύτης πηδά από την εξέδρα, ασκεί δύναμη σ΄ αυτή με αποτέλεσμα να δημιουργείται ροπή ως προς το κέντρο μάζας του και να περιστρέφεται. Από τη στιγμή που εγκαταλείπει την εξέδρα, δεν ασκείται σ΄ αυτόν καμιά εξωτερική ροπή με αποτέλεσμα η στροφορμή του να διατηρείται σταθερή. Για να αυξήσει τη γωνιακή του ταχύτητα, συμμαζεύει το σώμα του, με αποτέλεσμα η ροπή αδράνειάς του να ελαττώνεται και να περιστρέφεται πιο γρήγορα. Στο τέλος της βουτιάς τεντώνει τα πόδια του ώστε να κτυπήσει στο νερό με μικρότερη γωνιακή ταχύτητα (L=Iω=σταθερό). (1 μον.)

Β. Για το σύστημα ισχύει η αρχή διατήρησης της στροφορμής πριν και μετά την εκτόξευση.



$$\vec{L}_{\alpha\rho\chi.} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda.} \Rightarrow 0 = m\upsilon\ell - I_\rho\omega_\rho \Rightarrow$$

$$\omega_\rho = \frac{m\ell\sqrt{\frac{3g\ell}{2}}}{\frac{1}{3}M\ell^2} = \frac{m\ell\sqrt{\frac{3g\ell}{2}}}{\frac{1}{3}3m\ell^2} = \sqrt{\frac{3g}{2\ell}}$$

Το κέντρο μάζας της ράβδου θα ανέλθει κατά h. Ισχύει η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας μεταξύ των θέσεων 1 και 2.

$$E_{M\eta\chi 1} = E_{M\eta\chi 2} \Rightarrow \frac{1}{2}I_\rho\omega_\rho^{\ 2} = Mgh \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{1}{3}M\ell^2\omega_\rho^{\ 2} = Mgh \Rightarrow \frac{\ell^2\frac{3g}{2\ell}}{6} = gh \Rightarrow h = \frac{\ell}{4}$$

Τότε για τη γωνία φ στο σχήμα ισχύει:

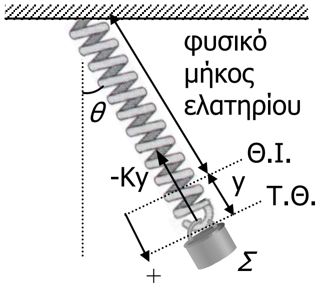
$$\sigma\upsilon\nu\phi = \frac{\frac{\ell}{2} - h}{\frac{\ell}{2}} = \frac{\frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{4}}{\frac{\ell}{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \phi = 60^o$$

Από το τρίγωνο ΚΑΓ θα έχουμε

$$\eta\mu\phi = \frac{x_0}{\ell} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{x_0}{\ell} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{\ell\sqrt{3}}{2}}$$ (12 μον.)

ΘΕΜΑ 5 (15 μονάδες)

Α. Στην τυχαία θέση y το σώμα δέχεται μόνο την δύναμη $F=-Ky$ από το ελατήριο, αφού δεν υπάρχει βαρύτητα στο διαστημικό σταθμό. Άρα, $\Sigma F_y = F = -Ky$ δηλαδή στο σώμα ασκείται δύναμη ανάλογη της απομάκρυνσης με φορά προς τη θέση ισορροπίας. Η δύναμη αυτή είναι δύναμη επαναφοράς άρα το σώμα εκτελεί Γ.Α.Τ. με $D=K$ (5 μον.)

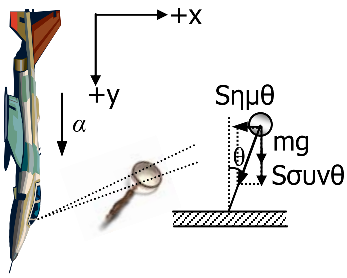


Τότε $D=K=m\omega^2 \Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{K}{m}}$. Αφού $T=\frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow$ $\boxed{T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}}$

Σημείωση: Αν η θετική φορά επιλεγεί προς τα πάνω τότε $\Sigma F_y = F = Ky$ και η απάντηση βαθμολογείται ως απόλυτα ορθή αφού η κατεύθυνση της συνιστάμενης δύναμης σ΄ αυτή την περίπτωση συμπίπτει με την θετική φορά δηλαδή είναι προς τη Θ.Ι.

(2 μον.)

Β. Πάνω στο σφαιρίδιο ασκούνται, η τάση του νήματος S και το βάρος mg. Αναλύουμε την τάση του νήματος σε δύο συνιστώσες Sημθ και Sσυνθ (θετική φορά των διανυσμάτων στους δύο άξονες φαίνεται στο σχήμα). Τότε ισχύει,



$$\Sigma F_x = -S\eta\mu\theta$$

$$\Sigma F_y = S\sigma\upsilon\nu\theta + mg = ma \Rightarrow S = \frac{m(a-g)}{\sigma\upsilon\nu\theta}$$

από τις σχέσεις (1) και (2) $\Sigma F_x = -\frac{m(a-g)\eta\mu\theta}{\sigma\upsilon\nu\theta} = -m(a-g)\varepsilon\varphi\theta = -\frac{m(a-g)}{\ell}x$. Για να μπορεί λοιπόν το σώμα να εκτελεί Γ.Α.Τ. θα πρέπει ο συντελεστής $\frac{m(a-g)}{\ell}$ να είναι μεγαλύτερος από μηδέν, ώστε $\Sigma F_x = -Dx$

$$\frac{m(a-g)}{\ell} > 0 \Rightarrow a > g$$ (6 μον.)

$D=\frac{m(a-g)}{\ell}=m\omega^2 \Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{a-g}{\ell}}$. Τότε η περίοδος θα είναι $\boxed{T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\alpha-g}}}$

(2 μον.)

ΘΕΜΑ 6 (20 μονάδες)

Α. **(α)** Γραμμική αρμονική ταλάντωση (Γ.Α.Τ.) ονομάζουμε κάθε περιοδική παλινδρομική κίνηση (μεταξύ δύο ακραίων θέσεων) που γίνεται σε ευθεία γραμμή κατά την οποία η απομάκρυνση του κινητού από τη θέση ισορροπίας είναι ημιτονοειδής (ή συνημιτονοειδής) συνάρτηση του χρόνου. (2 μον.)

(β) Για να εκτελεί ένα σώμα Γ.Α.Τ. πρέπει να ασκείται σ΄ αυτό δύναμη που να έχει μέτρο ανάλογο με την απομάκρυνση και φορά προς τη θέση ισορροπίας, να είναι δηλαδή δύναμη επαναφοράς.

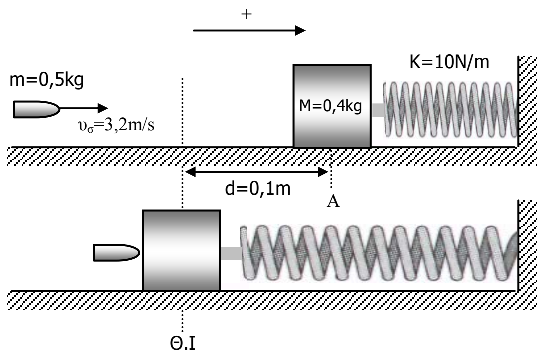
$\boxed{\Sigma F= -Dy}$ (2 μον.)

Β. (α) Αφού το σώμα εκτελεί ταλάντωση θα έχει μέγιστη ταχύτητα του δίνεται από τη σχέση $\upsilon_{01} = \omega_1 x_0 = \omega_1 d$

Για να την υπολογίσουμε θα πρέπει πρώτα να καθορίσουμε την κυκλική συχνότητα ω_1.

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{K}{M}} = \sqrt{\frac{10}{0{,}4}} = 5\frac{rad}{s}$$

Τότε $\boxed{\upsilon_{01} = 5.0{,}1 = 0{,}5 m/s}$ (3 μον.)



(β) Η κρούση γίνεται όταν το σώμα περνά από τη θέση ισορροπίας για δεύτερη φορά. Τότε η ταχύτητα του θα είναι $\vec{\upsilon}_{01} = +0{,}5 m/s$. Από την αρχή διατήρησης της ορμής θα έχουμε:

$$\vec{P}_{συστ.αρχ.} = \vec{P}_{συστ.τελ.} \Rightarrow M\vec{\upsilon}_{01} + m\vec{\upsilon}_{\sigma} = (M+m)\vec{V} \Rightarrow \vec{V} = \frac{M\vec{\upsilon}_{01} + m\vec{\upsilon}_{\sigma}}{(M+m)} = \frac{0{,}4.0{,}5 + 0{,}5.3{,}2}{0{,}9} \Rightarrow$$

$\boxed{\vec{V} = 2 m/s}$ Η ταχύτητα αυτή είναι και η μέγιστη ταχύτητα της νέας ταλάντωσης αφού η κρούση γίνεται στη Θ.Ι. (3 μον.)

(γ) Μετά την κρούση τα σώματα ταλαντώνονται μαζί. Τότε $\omega_2 = \sqrt{\frac{K}{M+m}} = \sqrt{\frac{10}{0{,}9}} \Rightarrow$

$\boxed{\omega_2 = \frac{10}{3}\frac{rad}{s}}$ Για να βρούμε το νέο πλάτος x_{02} του συστήματος των δύο μαζών εφαρμόζουμε τη σχέση $V = \omega_2 x_{02} \Rightarrow x_{02} = \frac{V}{\omega_2} = \frac{2}{10/3} \Rightarrow \boxed{x_{02} = 0{,}6m}$

(3 μον.)

(δ) Η χρονική στιγμή t_1 καθορίζεται από τη στιγμή που το σώμα μάζας Μ αρχίζει την κίνηση του. Σύμφωνα με τα δεδομένα της άσκησης $t_1 = \frac{3T_1}{4} + \frac{T_2}{4}$ όπου T_1 και T_2 οι περίοδοι της αρχικής και τελικής ταλάντωσης του.

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}4}{10}} = 0{,}4\pi \quad s$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{M+m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}9}{10}} = 0{,}6\pi \quad s$$

Τότε $t_1 = \frac{3T_1}{4} + \frac{T_2}{4} = \frac{3.0{,}4\pi}{4} + \frac{0{,}6\pi}{4} \Rightarrow \boxed{t_1 = 0{,}45\pi \quad s}$ (2 μον.)

(ε) Το σώμα τη χρονική στιγμή t_0=0s ξεκινά με μηδενική ταχύτητα αφού βρίσκεται στη δεξιά ακραία θέση του. Εκτελεί τα ¾ της πρώτης του ταλάντωσης με περίοδο T_1 και το υπόλοιπο ¼ της δεύτερης ταλάντωσης του με περίοδο T_2

(5 μον.)