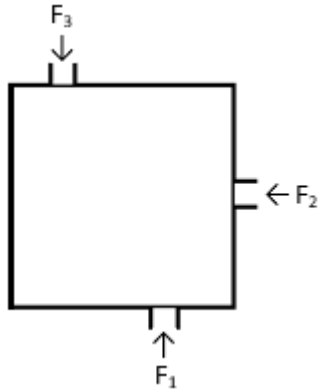
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
Γ ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Στο σχήμα έχουμε μια κατακόρυφη τομή ενός κυβικού δοχείου, το οποίο βρίσκεται εντός πεδίου βαρύτητας και είναι γεμάτο με ιδανικό ρευστό, στο οποίο υπάρχουν τρία αβαρή έμβολα σε ισορροπία που έχουν ίδια εμβαδά. Για τα μέτρα των εξωτερικών δυνάμεων που ασκούνται στα έμβολα ισχύει:



α. $F_1 > F_2 > F_3$
β. $F_1 < F_2 < F_3$
γ. $F_1 = F_2 = F_3$
δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.

Μονάδες 5

Α2. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση, κατά τη διάρκεια μιας περιόδου η κινητική ενέργεια Κ γίνεται ίση με τη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης U

α. 2 φορές β. 3 φορές γ. 4 φορές δ. 8 φορές

Μονάδες 5

Α3. Ομογενές σώμα κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντια επιφάνεια και η κινητική του ενέργεια λόγω μεταφορικής κίνησης είναι ίση με την κινητική του ενέργεια λόγω στροφικής κίνησης. Το σώμα μπορεί να είναι:

α. λεπτός δακτύλιος
β. συμπαγής κύλινδρος
γ. κοίλη σφαίρα
δ. όλα τα παραπάνω.

Μονάδες 5

Α4. Κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου, το οποίο εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα x΄x, δημιουργείται στάσιμο εγκάρσιο κύμα. Η απόσταση ενός δεσμού από την μεθεπόμενη κοιλία είναι:

α. $d = \frac{3\lambda}{4}$ β. $d = \frac{\lambda}{2}$ γ. $d = \lambda$ δ. $d = \frac{\lambda}{4}$

Μονάδες 5

Α5. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

α. Δύο σώματα που έχουν ίσες μάζες όταν συγκρούονται κεντρικά ανταλλάσσουν ταχύτητες.

β. Εάν μια ομάδα στρατιωτών κινείται με βηματισμό επάνω σε γέφυρα και έχει συχνότητα βηματισμού μικρότερη της φυσικής συχνότητας της γέφυρας τότε η γέφυρα ταλαντώνεται με το μέγιστο δυνατό πλάτος.

γ. Όταν σε ένα μέσο διαδίδονται ταυτόχρονα δύο κύματα ισχύει η αρχή της επαλληλίας μόνο αν τα κύματα έχουν την ίδια συχνότητα και το ίδιο πλάτος.

δ. Η ροή ιδανικού ρευστού είναι πάντα στρωτή και η ροή πραγματικού ρευστού είναι πάντα τυρβώδης.

ε. Το μήκος κύματος ενός τρέχοντος κύματος είναι ίσο με την ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο σημείων που βρίσκονται σε συμφωνία φάσης.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Ένας κυκλικός δίσκος κι ένας κυκλικός δακτύλιος, ίδιας μάζας Μ και ίδιας ακτίνας R κυλίονται σε οριζόντιο επίπεδο χωρίς να ολισθαίνουν. Κάποια χρονική στιγμή, η στροφορμή του κυκλικού δίσκου είναι ίση με τη στροφορμή του κυκλικού δακτυλίου. Αν η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς το κέντρο του είναι $I_1 = \frac{1}{2}MR^2$ και του δακτυλίου $I_2 = MR^2$, για τις ορμές των δύο στερεών την ίδια χρονική στιγμή, ισχύει:

α. $p_1 = p_2$ β. $p_1 = 2p_2$ γ. $p_1 = \frac{p_2}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση **Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. **Μονάδες 4**

Β2. Ένα σώμα μάζας $m = 1Kg$ εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που εξελίσσονται και οι δύο στον άξονα x΄x γύρω από το σημείο Ο(x=0). Οι χρονικές εξισώσεις των συνιστωσών ταλαντώσεων είναι : $x_1 = 0.2\eta\mu 10t\ (S.I)$ και $x_2 = A_2\eta\mu(10t + \pi)$ (S.I)

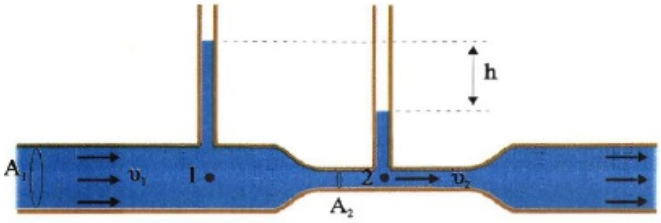
Αν η ενέργεια της συνισταμένης ταλάντωσης είναι $E = 0.5J$ και $A_2 > A_1$, το πλάτος της συνιστώσας ταλάντωσης (2) είναι:

α. $A_2 = 0.1\sqrt{2}m$ β. $A_2 = 0.4m$ γ. $A_2 = 0.3m$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση **Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. **Μονάδες 4**

Β3. Σε οριζόντιο σωλήνα ρέει υγρό πυκνότητας ρ και ο λόγος των διατομών σε δυο σημεία 1 και 2 της ίδιας ρευματικής γραμμής είναι $A_1/A_2 = 4$. Αν για τις πιέσεις γνωρίζουμε ότι $P_1/P_2 = 6$, τότε ισχύει:



α. $\frac{1}{2}\rho u_1^2 = \frac{P_1}{18}$ β. $\frac{1}{2}\rho u_1^2 = \frac{P_1}{9}$

γ. $\frac{1}{2}\rho u_1^2 = \frac{P_1}{4}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση **Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. **Μονάδες 4**

Β4. Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κάθε (π/10) s. Αν η κινητική ενέργεια του σώματος σε συνάρτηση με την απομάκρυνση είναι $K= -100x^2+400$ (S.I), τότε το πλάτος ταλάντωσης και η μάζα του σώματος είναι:

α. A=2m , m=2kg β. A=2m , m=0,5kg γ. A=1m , m=8kg

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση **Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. **Μονάδες 4**

ΘΕΜΑ Γ

Δύο σύγχρονες πηγές Α και Β βρίσκονται στην επιφάνεια υγρού και δημιουργούν αρμονικά κύματα συχνότητας $f = 2Hz$ και πλάτους $A = 10cm$ τα οποία διαδίδονται με ταχύτητα u=10m/s. Ένα σημείο Δ της επιφάνειας του υγρού απέχει από τις πηγές αποστάσεις ΑΔ=15m και ΒΔ=25m. Να βρείτε:

Γ1. Τα μήκη κύματος των δύο παραγόμενων κυμάτων και το χρόνο που χρειάζεται το κάθε κύμα για να φτάσει στο σημείο Δ.

Γ2. Την εξίσωση απομάκρυνσης του Δ από τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης για τυχαίο χρόνο t.

Γ3. Να σχεδιασθεί η γραφική παράστασης της απομάκρυνσης του υλικού σημείου Δ από τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης για $0 \le t \le 3s$

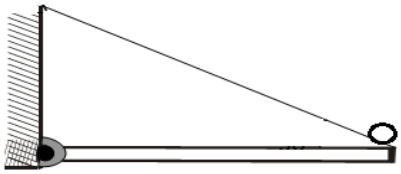
Γ4. Να υπολογισθούν οι 5 πρώτες χρονικές στιγμές όπου το Δ απέχει από τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης απόσταση 10cm.

Γ5. Αν οι πηγές Α και Β απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 18m$, να βρείτε σε πόσα σημεία μεταξύ των Α και Β, έχουμε απόσβεση.

Μονάδες 25

ΘΕΜΑ Δ

Μια ομογενής ράβδος ΑΒ έχει μάζα Μ=10kg και μήκος ℓ=2m. Το άκρο της Α της ράβδου στηρίζεται σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο. Το άλλο άκρο της Β συνδέεται με τον τοίχο με σκοινί που σχηματίζει γωνία $\phi=30^{o}$ με τη ράβδο και πάνω του υπάρχει μια ελεύθερη μάζα m_1=5kg.



Δ1. Να βρείτε τις δυνάμεις που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση και το σκοινί όταν ισορροπεί οριζόντια.

Δ2. Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα. Αν θεωρήσουμε ότι τα δύο σώματα αποχωρίζονται στην οριζόντια θέση, αποδείξτε γιατί συμβαίνει αυτό.

Δ3. Όταν η ράβδος γίνει κατακόρυφη και το κέντρο μάζας της είναι κάτω από το άκρο Α, ποια θα είναι η δύναμη F_A που ασκείται από την άρθρωση στη ράβδο;

Όταν η ράβδος βρεθεί σε κατακόρυφη θέση συγκρούεται μετωπικά στο άκρο της Β με σημειακή μάζα m_2=2kg, και μετά τη κρούση η ράβδος ακινητοποιείται. Στη συνέχεια η μάζα m_2 ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο με συντελεστή τριβής μ=0,5 και αφού διανύσει οριζόντια απόσταση $x=\frac{127.5}{9}m$ συγκρούεται πλαστικά με μάζα m_3=3kg που ταλαντώνεται δεμένη σε ελατήριο σταθεράς k=320N/m που εκείνη τη στιγμή είναι στη μέγιστη απομάκρυνση δεξιά της θέσης ισορροπίας της και έχει δυναμική ενέργεια 120J.

Δ4. Να υπολογιστεί ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος των δύο μαζών κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής του.

Μονάδες 5+6+7+7

Δίνεται η ροπή αδράνειας ομογενούς ράβδου ως άξονα που περνά από το κέντρο μάζας της $I_{CM}=\frac{M\ell^2}{12}$, $\sqrt{\frac{13}{16}}=0.9$, η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$ και η τριγωνομετρική ταυτότητα ημ2α=2ημα.συνα

ΚΥΚΛΟΣ

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α: Α1.α, Α2.γ, Α3.α, Α4.α, Α5 α. Λ β. Λ γ. Λ δ. Λ ε. Σ

ΘΕΜΑ Β:

Β1. Σωστό είναι το β.

Κυκλικός δίσκος: $I_1 = \frac{1}{2}MR^2$, $L_1 = I_1 \cdot \omega_1$, $u_{cm1} = \omega_1 \cdot R$, $p_1 = M \cdot u_{cm1}$

Κυκλικός δακτύλιος: $I_2 = MR^2$, $L_2 = I_2 \cdot \omega_2$, $u_{cm2} = \omega_2 \cdot R$, $p_2 = M \cdot u_{cm2}$

'Αρα: $\frac{L_1}{L_2} = \frac{\omega_1}{2\omega_2} \xrightarrow{L_1 = L_2} \omega_1 = 2\omega_2 \Rightarrow u_{cm1} = 2u_{cm2} \Rightarrow p_1 = 2p_2$

Β2. Σωστό είναι το γ.

$$\begin{bmatrix} x_1 = 0.2\eta\mu\ 10t \ \ (\text{S.I}) \\ x_1 = A_1\eta\mu(\omega t + \varphi_{01}) \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} A_1 = 0.2m \\ \omega = 10\, rad/s \\ \varphi_{01} = 0 \end{bmatrix} \text{ και } \begin{bmatrix} x_2 = A_2\eta\mu\ 10t \ \ (\text{S.I}) \\ x_2 = A_2\eta\mu(\omega t + \varphi_{02}) \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \omega = 10\, rad/s \\ \varphi_{02} = \pi \text{ rad} \end{bmatrix}$$

Όπως γνωρίζουμε $A=A_2 - A_1$ ($A_2>A_1$). Όμως $E_T = \frac{1}{2}DA^2 \Rightarrow A = 0.1m$.

Δηλαδή $A_2=A + A_1 = 0.3$m.

Β3. Σωστό είναι το **α**

Από την εξίσωση της συνέχειας έχουμε: $A_1u_1 = A_2u_2 \Rightarrow u_2 = 4u_1$

Εξίσωση Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho u_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho u_2^2 \Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(u_2^2 - u_1^2\right) \Rightarrow P_1 - \frac{P_1}{6} = \frac{1}{2}\rho\left(16u_1^2 - u_1^2\right) \Rightarrow \frac{1}{2}\rho u_1^2 = \frac{P_1}{18}$$

Β4. Σωστό είναι το **α**

T/2 = (π/10)s $\Rightarrow$ T= π/5s. Kmax=E_T = 400J . Η $\omega = \frac{2\pi}{T} = 10\, rad/s$. Στην ακραία θέση Α η K=0 $\Rightarrow A = 2m$. $E_T = \frac{1}{2}DA^2 \Rightarrow D = 200\, N/m$. Τέλος από την σχέση $D=m\omega^2$ $\Rightarrow$ m=2kg.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Γνωρίζουμε ότι $f = 2Hz$ και u=10m/s άρα u=λf $\Rightarrow$ λ=5m . Ο χρόνος που χρειάζεται το κύμα από την πηγή Α για να φθάσει στο σημείο Δ είναι

$t_1 = \frac{(A\Delta)}{u} = 1.5s$ ενώ από την πηγή Β είναι $t_2 = \frac{(B\Delta)}{u} = 2.5s$

Γ2. Για χρόνο $0 \le t \le t_1$ το υλικό σημείο Δ παραμένει ακίνητο.

Για χρόνο $t_1 \le t \le t_2$ το υλικό σημείο Δ εκτελεί ταλάντωση λόγω του

κύματος από την πηγή Α με εξίσωση $y = A\eta\mu\left[2\pi\left(ft - \frac{(A\Delta)}{\lambda}\right)\right]$

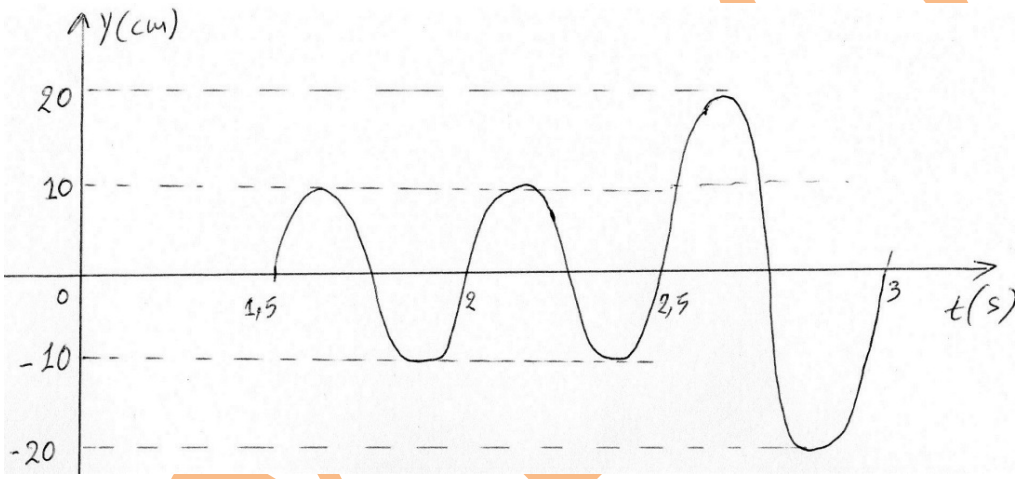
Για χρόνο $t \geq t_2$ στο υλικό σημείο Δ συμβάλουν και τα δύο κύματα οπότε αυτό εκτελεί ταλάντωση με εξίσωση

$$y = 2A\sigma\upsilon\nu\frac{\pi|(A\Delta)-(B\Delta)|}{\lambda}\eta\mu\left[2\pi\left(ft - \frac{(A\Delta)+(B\Delta)}{2\lambda}\right)\right]$$

Για ΑΔ=15m, ΒΔ=25m, λ=5m, T=0.5sec έχουμε:

$$y = \begin{cases} 0, & \text{για } 0 \leq t \leq 1.5s \\ 10\eta\mu\left[2\pi(2t-3)\right], & \text{για } 1.5s \leq t \leq 2.5s \\ 20\eta\mu\left[2\pi(2t-4)\right], & \text{για } t \geq 2.5s \end{cases} \quad (\text{y σε cm και t σε s})$$

Γ3.



Γ4. θέλουμε $y = \pm 10cm$. Όπως φαίνεται κι από τη γραφική παράσταση οι 4 πρώτες χρονικές στιγμές όπου $y = \pm 10cm$ είναι: $t_1 = 1.5 + \frac{T}{4} = 0.625s$, $t_2 = 1.5 + \frac{3T}{4} = 1.875s$, $t_3 = 1.5 + \frac{5T}{4} = 2.125s$, $t_4 = 1.5 + \frac{7T}{4} = 2.375s$. Για να βρούμε την t_5 θα λύσουμε την $y=20\eta\mu\left[2\pi(2t-4)\right]$ για $t \geq 2.5s$ ως προς t και θα κρατήσουμε τη μικρότερη δυνατή τιμή. Δηλ. $\frac{1}{2} = \eta\mu\left[2\pi(2t-4)\right] \Rightarrow \left\{t = \frac{k}{2} + \frac{49}{24}\ (1)\ \text{ή}\ t = \frac{k}{2} + \frac{53}{24}\ \ \text{με k=0,1,2.....}\right\}$

Για κ=1 η (1) δίνει $t_5 = \frac{61}{25} > 2.5s$.

Γ5. Έστω σημείο Κ ανάμεσα στα σημεία Α και Β με αντίστοιχες αποστάσεις r_1 και r_2. Τότε θα ισχύει:

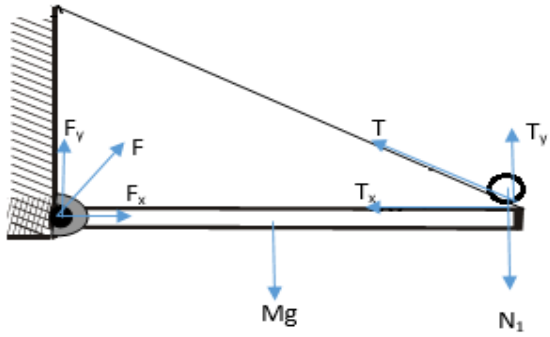
$$r_1 - r_2 = (AK) - (KB) = (2N+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow (AK) - [d - (AK)] = (2N+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow (AK) = \frac{d}{2} + (2N+1)\frac{\lambda}{4}$$

Όπως 0<(AK)<d και μετά την επίλυση της ανισότητας

$-4.1 < N < 3.1$ άρα έχουμε N:-4 , -3, -2, -1,0,1, 2, 3 δηλ. 8 σημεία απόσβεσης

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η ράβδος δέχεται στο άκρο της Β, από τη μάζα m_1, κατακόρυφη δύναμη προς τα κάτω ίση με το βάρος της μάζας m_1. Οπότε:



$N_1 = m_1 \cdot g = 5kg \cdot 10m/s^2 \Longrightarrow N_1 = 50N$

Για την ισορροπία της ράβδου θα έχω:

$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_x - T_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_y + T_y - Mg - N_1 = 0 \\ \Sigma \tau_{(A)} = 0 \Rightarrow T_y \ell - Mg\frac{\ell}{2} - N_1 \ell = 0 \end{cases}$$

Προκύπτει Ty=100N, Tx=$100\sqrt{3}$ N και T=200N . Ομοίως Fy=50N και Fx=$100\sqrt{3}$ N άρα

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow F = 50\sqrt{13}N \text{ , εφθ}=\frac{F_y}{F_x} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

Δ2. Η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής της, που είναι το άκρο της Α, σύμφωνα με το θ.Steiner θα είναι: $I_A = \frac{M\ell^2}{12} + M\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 = \frac{M\ell^2}{3} = 40/3\, Kg.m^2$

Στην οριζόντια θέση που είναι η ράβδος ισχύει ο θεμελιώδης νόμος στροφικής κίνησης οπότε: $\Sigma\tau = I_A.\alpha_\gamma \Rightarrow Mg\,\ell/2 = I_A.\alpha_\gamma \Rightarrow \alpha_\gamma = 7.5\, rad/s^2$. Η επιτρόχιος επιτάχυνση για το άκρο Β της ράβδου θα είναι $a_B = a_\gamma \ell = 15\, m/s^2$. Όμως για τη μάζα m_1 που εκτελεί ελεύθερη πτώση είναι α_1=g=10m/s^2<α_B, άρα τα δύο σώματα αποχωρίζονται.

Δ3. Εφαρμόζουμε Α.Δ.Μ.Ε για τη ράβδο από την οριζόντια ως την κατακόρυφη θέση : $Mg\,\ell/2 = \frac{1}{2}I_A.\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{15}\, rad/s$. Τότε η γραμμική ταχύτητα του κέντρου μάζας Κ της ράβδου θα είναι $u_{CM} = \omega.\ell/2 \Rightarrow \sqrt{15}\, m/s$. Η κεντρομόλος επιτάχυνση του κέντρου μάζας της ράβδου θα είναι $a_K = \frac{u_{cm}^2}{\ell/2} = 15\, m/s^2$. Για την επιτρόχια επιτάχυνση ισχύει αε=αγ·(ℓ/2), όμως στην κατακόρυφη θέση της ράβδου είναι αγ=0 άρα είναι και αε=0.

Άρα η συνολική επιτάχυνση του κέντρου μάζας της ράβδου όταν είναι κατακόρυφη είναι η a_K. Τότε ισχύει $\Sigma F = M.a_K \Rightarrow F_A - Mg = M.a_K \Rightarrow F_A = 250N$

Δ4. Κατά τη σύγκρουση της ράβδου με τη μάζα m_2, η συνισταμένη των εξωτερικών ροπών είναι μηδενική οπότε εφαρμόζουμε Αρχή Διατήρηση Στροφορμής.

$$I_A.\omega = m_2.u_2.\ell \Rightarrow u_2 = 10\sqrt{15}/3 \ \frac{m}{s}$$

Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε για την κίνηση της m_2 στο οριζόντιο επίπεδο:

$$\frac{1}{2}m_2.u_2'^2 - \frac{1}{2}m_2.u_2^2 = -\mu.m.g.x \Rightarrow u_2' = 5\,m/s^2$$

Κατόπιν εφαρμόζουμε Αρχή Διατήρησης της Ορμής για την πλαστική κρούση μεταξύ των m_2 και m_3. Η m_3 επειδή είναι στη μέγιστη απομάκρυνσή της θα έχει μηδενική ταχύτητα οπότε: $m.u_2' = (m_2 + m_3).V \Rightarrow V = 2\,m/s$. Από τη μέγιστη δυναμική ενέργεια που μας δίνεται,μπορούμε να υπολογίσουμε το πλάτος της ταλάντωσης που εκτελούσε η m_3: $U_{max} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow A = \sqrt{3}/2 \ m$. Για τη νέα ταλάντωση: $k = (m_2 + m_3).\omega'^2 \Rightarrow \omega' = 8\,rad/s$.

Τέλος εφαρμόζουμε Α.Δ.Ε. για την Ταλάντωση στη θέση κρούσης για να υπολογίσουμε το νέο πλάτος ταλάντωσης: $K + U = E_T \Rightarrow \frac{1}{2}(m_2 + m_3).V^2 + \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kA'^2 \Rightarrow A' = \sqrt{\frac{13}{16}} = 0.9m$

Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος των δύο μαζών κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής του θα είναι:

$$\frac{dK}{dt} = \Sigma F.u = -D.x.u = -D.A'\eta\mu(\omega' t + \varphi_0).\omega'.A'\sigma\upsilon\nu(\omega' t + \varphi_0) = -\frac{D.A'^2.\omega'}{2}.\eta\mu[2(\omega t + \varphi_0)]$$

Οπότε η μέγιστη τιμή του είναι: $\left(\frac{dK}{dt}\right)_{max} = \frac{D.A'^2.\omega'}{2} = 1036.8J$

<u>Επιμέλεια Θεμάτων</u>: Πλουμάκη Θεοδοσία
Τάντου Μαρία

ΚΥΚΛΟΣ