

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016
Α΄ ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία: Τρίτη 5 Ιανουαρίου 2016

Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- | | |
|----------------|----------------------|
| A1. → γ | A5. α – ΛΑΘΟΣ |
| A2. → δ | β – ΣΩΣΤΟ |
| A3. → β | γ – ΛΑΘΟΣ |
| A4. → β | δ – ΣΩΣΤΟ |
| | ε – ΛΑΘΟΣ |

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση η (β)

Η ιδιοσυχνότητα καθενός από τα τρία συστήματα μάζας – ελατηρίου είναι:

$$f_{0(I)} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f_{0(II)} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{4k}{m}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f_{0(III)} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{4m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

Παρατηρούμε ότι η ιδιοσυχνότητα του συστήματος (II) είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη. Συνεπώς το σύστημα (II) θα βρεθεί σε κατάσταση συντονισμού, με αποτέλεσμα να ταλαντώνεται με το μέγιστο δυνατό πλάτος.

B2. Σωστή απάντηση η (β)

Όταν ένα σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που γίνονται στην ίδια διεύθυνση, γύρω από το ίδιο σημείο ισορροπίας με ίδιο πλάτος και παραπλήσιες συχνότητες f_1 , f_2 προκύπτει μια ιδιόμορφη ταλάντωση με σταθερή περίοδο και μεταβλητό πλάτος ή αλλιώς λέμε πως η κίνηση παρουσιάζει διακροτήματα.

Ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών του πλάτους είναι η περίοδος του διακροτήματος που υπολογίζεται από τη σχέση:

$$T_\delta = \frac{1}{|f_1 - f_2|} \text{ ενώ για την συχνότητα της ταλάντωσης του σώματος θα}$$

$$\text{ισχύει: } \omega_T = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \text{ ή } 2\pi f_T = \frac{2\pi f_1 + 2\pi f_2}{2} \text{ ή } f_T = \frac{f_1 + f_2}{2} \text{ και επομένως}$$

$$T_T = \frac{2}{f_1 + f_2}.$$

Το πλήθος των ταλαντώσεων που εκτελεί το σώμα στη διάρκεια της περιόδου του διακροτήματος είναι:

$$N = \frac{T_\delta}{T_T} = \frac{\frac{1}{|f_1 - f_2|}}{\frac{2}{f_1 + f_2}} = \frac{f_1 + f_2}{2|f_1 - f_2|} \quad (1)$$

Όταν διπλασιάζουμε τις συχνότητες έχουμε $f'_1 = 2f_1$ και $f'_2 = 2f_2$, οπότε για την νέα ιδιόμορφη ταλάντωση θα ισχύουν:

$$T'_\delta = \frac{1}{|f'_1 - f'_2|} = \frac{1}{|2f_1 - 2f_2|} = \frac{1}{2|f_1 - f_2|} \text{ και}$$

$$T'_T = \frac{2}{f'_1 + f'_2} = \frac{2}{2f_1 + 2f_2} = \frac{2}{2(f_1 + f_2)} = \frac{1}{f_1 + f_2}$$

οπότε το πλήθος των ταλαντώσεων που εκτελεί το σώμα στη διάρκεια της νέας περιόδου διακροτήματος θα ισχύει:

$$N' = \frac{T'_\delta}{T'_T} = \frac{\frac{1}{2|f_1 - f_2|}}{\frac{1}{f_1 + f_2}} = \frac{f_1 + f_2}{2|f_1 - f_2|} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι $\frac{N}{N'} = 1$

B3. Σωστή απάντηση η (α)

Αν v_δ η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων, η χρονική καθυστέρηση είναι:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{d_2}{v_\delta} - \frac{d_1}{v_\delta} = \frac{d_2 - d_1}{v_\delta} \quad \text{ή} \quad v_\delta \cdot \Delta t = d_2 - d_1 \quad \text{ή} \quad d_2 = d_1 + v_\delta \cdot \Delta t \quad \text{ή}$$

$$d_2 = 2 \cdot \lambda + \frac{\lambda}{T} \cdot 3,25 \cdot T \quad \text{ή} \quad d_2 = 5,25 \cdot \lambda$$

Η εξίσωση του πλάτους της ταλάντωσης του σημείου M μετά τη συμβολή είναι:

$$|A'_M| = \left| 2A \cdot \sin \left[\frac{\pi}{\lambda} \cdot (d_1 - d_2) \right] \right| \quad \text{ή}$$

$$|A'_M| = 2A \cdot \left| \sin \left[\frac{\pi}{\lambda} \cdot (2 \cdot \lambda - 5,25 \cdot \lambda) \right] \right|$$

$$|A'_M| = 2A \cdot \left| \sin \left[\frac{\pi}{\lambda} \cdot (-3,25 \cdot \lambda) \right] \right| \quad \text{ή} \quad |A'_M| = 2A \cdot \left| \sin(-3,25 \cdot \pi) \right|$$

$$|A'_M| = 2A \cdot \left| \sin \left(3\pi + \frac{\pi}{4} \right) \right| \quad \text{ή} \quad |A'_M| = 2A \cdot \left| -\sin \frac{\pi}{4} \right| \quad \text{ή}$$

$$|A'_M| = 2A \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{ή} \quad |A'_M| = A \cdot \sqrt{2}$$

$$\text{Επομένως } v_{M(\max)} = \omega \cdot |A'_M| \quad \text{ή} \quad v_{M(\max)} = \omega \cdot A \cdot \sqrt{2}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από την εξίσωση $y_M = 0,3\eta\mu 2\pi(\alpha t - \beta)$ (S.I.) προκύπτει: $A = 0,3\text{m}$

Όταν στο μέσο διαδίδονται και τα δυο κύματα, δημιουργείται στάσιμο κύμα. Από την εξίσωση $v_M = 1,2\pi \cdot \sin 4\pi t$ (S.I.), προκύπτει $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$.

Η συχνότητα ταλάντωσης των σημείων του ελαστικού μέσου είναι ίδια, είτε διαδίδεται το ένα, είτε και τα δυο κύματα, οπότε:

$$\omega = 2\pi f \quad \text{ή} \quad f = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{ή} \quad f = \frac{4\pi}{2\pi} \quad \text{ή} \quad \underline{f = 2\text{Hz}}$$

$$\text{Ισχύει επίσης: } v_\delta = \lambda f \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{v_\delta}{f} \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{1,2}{2} \quad \text{ή} \quad \underline{\lambda = 0,6\text{m}}$$

όπου v_δ η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016
Α' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

Επομένως οι εξισώσεις των δυο τρεχόντων κυμάτων είναι:

$$y_1 = 0,3\eta\mu 2\pi \left(2t - \frac{x}{0,6} \right) \quad \text{ή} \quad y_1 = 0,3\eta\mu 2\pi \left(2t - \frac{5x}{3} \right) (\text{S.I.})$$

$$y_2 = 0,3\eta\mu 2\pi \left(2t + \frac{x}{0,6} \right) \quad \text{ή} \quad y_2 = 0,3\eta\mu 2\pi \left(2t + \frac{5x}{3} \right) (\text{S.I.})$$

Η εξίσωση ταλάντωσης των σημείων του ελαστικού μέσου κατά την ταυτόχρονη διάδοση και των δυο κυμάτων, ή αλλιώς η εξίσωση του στάσιμου κύματος θα είναι:

$$y = 2A \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \eta\mu \frac{2\pi t}{T} \quad \text{ή} \quad y = 2A \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \eta\mu\omega t \quad \text{ή}$$

$$y = 0,6 \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{0,6} \cdot \eta\mu 4\pi t$$

$$y = 0,6 \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{10\pi x}{3} \cdot \eta\mu 4\pi t (\text{S.I.})$$

Γ2. Όταν στο ελαστικό μέσο αποκατασταθεί στάσιμο κύμα, η εξίσωση ταλάντωσης κάθε σημείου έχει τη μορφή:

$$y = 2A \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \eta\mu \frac{2\pi t}{T} \quad \text{η οποία, θέτοντας } A' = 2A \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x}{\lambda},$$

γράφεται: $y = A' \cdot \eta\mu \frac{2\pi t}{T}$

$$\text{αν } A' > 0: \quad y = |A'| \cdot \eta\mu \frac{2\pi t}{T}$$

$$\text{αν } A' < 0: \quad y = -|A'| \cdot \eta\mu \frac{2\pi t}{T} \quad \text{ή} \quad y = |A'| \cdot \eta\mu \left(\frac{2\pi t}{T} + \pi \right)$$

Η ταχύτητα ταλάντωσης του κάθε σημείου θα περιγράφεται από την εξίσωση:

$$v = \omega |A'| \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi t}{T} \quad \text{όταν } A' > 0, \quad \text{ή}$$

$$v = \omega |A'| \cdot \sigma\upsilon\nu \left(\frac{2\pi t}{T} + \pi \right) \quad \text{όταν } A' < 0$$

Θέτοντας στην εξίσωση (1) $k=0$, παίρνουμε:

$$x_M = -\frac{\lambda}{6} \text{ (απορ.)} \quad \text{ή} \quad x_M = \frac{\lambda}{6} = \frac{2\lambda}{12} \text{ (απορ. αφού είναι } < \frac{3\lambda}{4} = \frac{9\lambda}{12} \text{)}$$

Θέτοντας στην εξίσωση (1) $k=1$, παίρνουμε:

$$x_M = \lambda + \frac{\lambda}{6} \text{ (απορ.)} \quad \text{ή} \quad x_M = \frac{5\lambda}{6} \left(= \frac{10\lambda}{12}, \text{ δεκτή} \right)$$

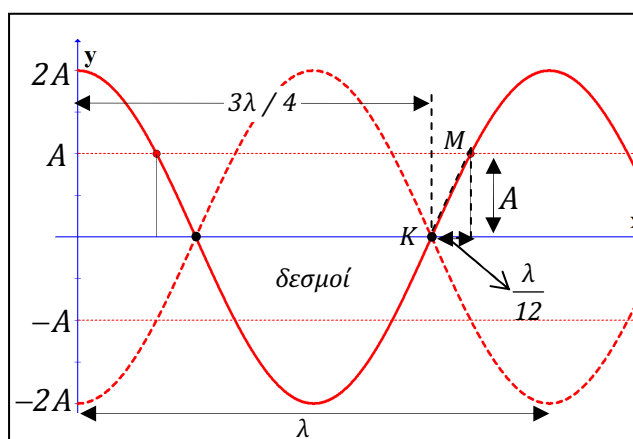
$$\text{Άρα: } x_M = \frac{5 \cdot 0,6}{6} \Rightarrow x_M = 0,5 \text{ m}$$

Γ3. Ο πλησιέστερος στο Μ δεσμός είναι αυτός που βρίσκεται στη θέση $x=3\lambda/4$. Τον ονομάζουμε Κ.

Το Μ βρίσκεται στην ελάχιστη απόστασή του από τον δεσμό Κ, τη στιγμή που και όλα τα σημεία διέρχονται από τη θέση ισορροπίας. Συνεπώς η ελάχιστη απόσταση είναι:

$$(KM)_{\min} = x_M - x_K = \frac{5\lambda}{6} - \frac{3\lambda}{4} = \frac{10\lambda}{12} - \frac{9\lambda}{12} \quad \text{ή} \quad (KM)_{\min} = \frac{\lambda}{12} = \frac{0,6}{12} \quad \text{ή}$$

$$(KM)_{\min} = 0,05 \text{ m}$$



Με βάση το παραπάνω σχήμα προκύπτει:

$$(KM)_{\max} = \sqrt{A^2 + \left(\frac{\lambda}{12}\right)^2} \quad \text{ή}$$

$$(KM)_{\max} = \sqrt{0,3^2 + 0,05^2} = \sqrt{(30 \cdot 10^{-2})^2 + (5 \cdot 10^{-2})^2} \quad \text{ή}$$

$$(KM)_{\max} = \sqrt{925 \cdot 10^{-4}} = 30,4 \cdot 10^{-2} \quad \text{ή} \quad (KM)_{\max} = 0,304 \text{ m}$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016
Α' ΦΑΣΗ

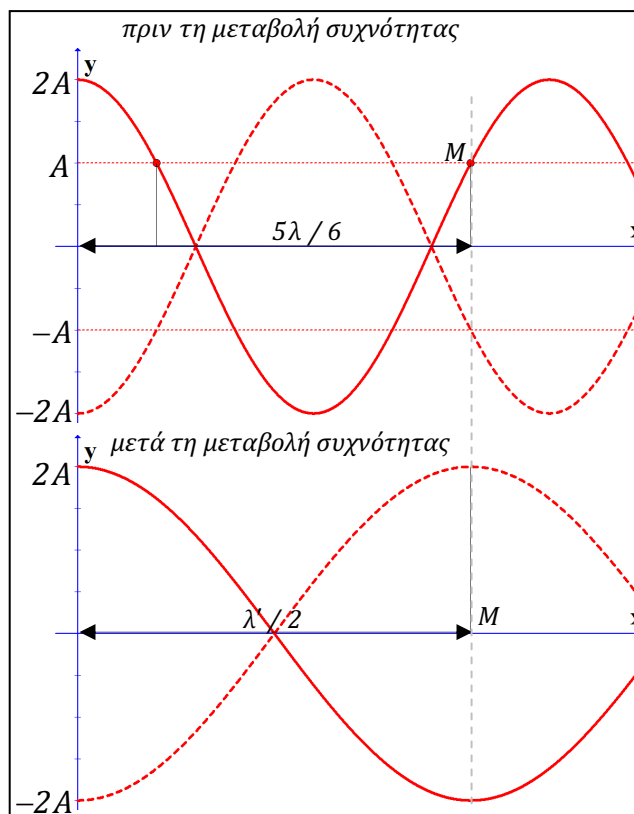
E_3.Φλ3Θ(α)

- Γ4.** Όταν η συχνότητα των κυμάτων μεταβληθεί, το Μ θα είναι η 1^η κοιλία στον θετικό ημιάξονα Οx, μετά την κοιλία στο σημείο Ο. Με τη μεταβολή της συχνότητας δεν μεταβάλλεται η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων, που εξαρτάται μόνο από το μέσο διάδοσης. Συνεπώς (βλέπε σχήμα παρακάτω) ισχύει:

$$\frac{5 \cdot \lambda}{6} = \frac{\lambda'}{2} \quad \text{ή} \quad \frac{5 v_K}{6 f} = \frac{1 v_K}{2 f'} \quad \text{ή} \quad f' = \frac{3}{5} f \quad \text{ή} \quad f' = 0,6f$$

Συνεπώς το ποσοστό μεταβολής της συχνότητας είναι:

$$\Pi_f = \frac{f' - f}{f} 100\% \quad \text{ή} \quad \Pi_f = \frac{0,6f - f}{f} 100\% \quad \text{ή} \quad \boxed{\Pi_f = -40\%}$$



Ο ζητούμενος λόγος θα είναι:

$$\frac{E_M}{E'_M} = \frac{\frac{1}{2} m \omega^2 A_M^2}{\frac{1}{2} m \omega'^2 A_M'^2} \quad \text{ή} \quad \frac{E_M}{E'_M} = \frac{4\pi^2 f^2 A_M^2}{4\pi^2 f'^2 A_M'^2} \quad \text{ή} \quad \frac{E_M}{E'_M} = \left(\frac{f}{f'} \right)^2 \left(\frac{A_M}{A_M'} \right)^2 \quad \text{ή}$$

$$\frac{E_M}{E'_M} = \left(\frac{f}{0,6f} \right)^2 \left(\frac{A}{2A} \right)^2 \quad \text{ή}$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016
Α' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

$$\frac{E_M}{E'_M} = \frac{1}{0,36 \cdot 4} \quad \text{ή} \quad \frac{E_M}{E'_M} = \frac{100}{36 \cdot 4} \quad \text{ή}$$

$$\boxed{\frac{E_M}{E'_M} = \frac{25}{36}}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στη διάρκεια της ταλάντωσης το σώμα διέρχεται από τη Θ.Ι. κάθε μισή περίοδο άρα με βάση τα δεδομένα, θα είναι $\frac{T}{2} = 0,25\text{s}$ ή $T = 0,5\text{s}$.

Η κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης θα είναι:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} \quad \text{ή} \quad \omega = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Η απόσταση d , μεταξύ των ακραίων θέσεων της ταλάντωσης ισούται με $2A$ και έτσι:

$$d = 2A \quad \text{ή} \quad A = \frac{d}{2} \quad \text{ή} \quad A = \frac{0,8}{2} \quad \text{ή} \quad \underline{A = 0,4 \text{ m}}$$

Γνωρίζουμε ότι την $t=0$: $x = 0,2\sqrt{3} \text{ m}$ και αφού επιταχύνεται θα κινείται προς τη Θ.Ι. οπότε $v < 0$

$$\text{Γενικά:} \quad x = A \cdot \eta\mu(\omega t + \varphi_0) \xrightarrow[t=0]{x=0,2\sqrt{3}\text{m}} 0,2\sqrt{3} = 0,4 \cdot \eta\mu\varphi_0 \quad \text{ή}$$

$$\eta\mu\varphi_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{ή} \quad \eta\mu\varphi_0 = \eta\mu\frac{\pi}{3}, \quad \text{άρα:}$$

$$\varphi_0 = 2k\pi + \frac{\pi}{3} \quad \text{ή} \quad \varphi_0 = 2k\pi + \pi - \frac{\pi}{3} = 2k\pi + \frac{2\pi}{3} \quad k \in \mathbb{Z}$$

Δεχόμαστε: $0 \leq \varphi_0 < 2\pi$. Θέτοντας $k=0$ παίρνουμε:

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \quad \text{ή} \quad \varphi_0 = \frac{2\pi}{3} \text{ rad}$$

ενώ κάθε άλλη τιμή του k , δίνει φ_0 εκτός της δεκτής περιοχής τιμών.

Γνωρίζουμε επίσης ότι για $t=0$:

$$v < 0 \quad \text{ή} \quad v_{\max} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi_0 < 0 \xrightarrow{v_{\max} > 0} \sigma\upsilon\nu\varphi_0 < 0$$

$$\text{Άρα:} \quad \underline{\varphi_0 = \frac{2\pi}{3} \text{ rad}}$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016
Α' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

Τελικά η ζητούμενη εξίσωση είναι:

$$x = 0,4 \cdot \eta \mu \left(4\pi t + \frac{2\pi}{3} \right) (\text{S.I.})$$

Δ2. Γνωρίζοντας την αλγεβρική τιμή της δύναμης επαναφοράς, υπολογίζουμε την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας:

$$\Sigma F = -Dx \xrightarrow{D=k} \Sigma F = -kx \quad \text{ή} \quad \text{στη θέση που μας ενδιαφέρει:}$$

$$x_1 = -\frac{\Sigma F}{k} = -\frac{(-51,2)}{160} \quad \text{ή} \quad \underline{x_1 = 0,32 \text{ m}}$$

Επειδή όμως η ενέργεια της ταλάντωσης παραμένει σταθερή, η ενέργεια ταλάντωσης στη θέση που μας ενδιαφέρει (x_1) θα είναι ίση με την ενέργεια της ταλάντωσης στη θέση μέγιστης απομάκρυνσης (Θ.Μ.Α):

$$E_{(\Theta.M.A)} = E_{(x_1)} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} D x_1^2 \quad \text{ή} \quad m \omega^2 A^2 = m v_1^2 + m \omega^2 x_1^2$$

$$v_1^2 = \omega^2 A^2 - \omega^2 x_1^2 \quad \text{ή} \quad v_1^2 = \omega^2 (A^2 - x_1^2) \quad \text{ή} \quad v_1 = \pm \omega \sqrt{A^2 - x_1^2}$$

$$v_1 = \pm 4\pi \sqrt{0,4^2 - 0,32^2} = \pm 4\pi \sqrt{(40 \cdot 10^{-2})^2 - (32 \cdot 10^{-2})^2} \quad \text{ή}$$

$$v_1 = \pm 4\pi \sqrt{(1600 - 1024) \cdot 10^{-4}} \quad \text{ή}$$

$$v_1 = \pm 4\pi \sqrt{576 \cdot 10^{-4}} = \pm 4\pi 24 \cdot 10^{-2} = \pm 0,96\pi \frac{\text{m}}{\text{s}} \xrightarrow[\text{πλησιάζει τη Θ.Ι.}]{x_1 > 0}$$

$$\underline{v_1 = -0,96\pi \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Δ3. Από τη σταθερά επαναφοράς της αρχικής ταλάντωσης του συστήματος m_1 - k , υπολογίζουμε την m_1 :

$$D = m_1 \cdot \omega^2 \xrightarrow{D=k} m_1 = \frac{k}{\omega^2} \quad \text{ή} \quad m_1 = \frac{160}{16\pi^2} \quad \text{ή} \quad \underline{m_1 = 1 \text{ kg}}$$

Εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο στον άξονα $x'x$ για το σύστημα των Σ_1 - Σ_2 :

$$\vec{P}_{o\lambda} = \vec{P}'_{o\lambda} \quad \text{ή} \quad \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}'_{12} \quad \text{και εφόσον το ποσοστό απώλειας μηχανικής ενέργειας κατά την κρούση είναι 100\% το συσσωμάτωμα θα έχει μηδενική ταχύτητα αμέσως μετά την κρούση, οπότε:}$$

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{0} \quad \text{ή} \quad \text{αλγεβρικά} \quad m_2 |v_2| - m_1 |v_1| = 0 \quad \text{ή} \quad m_2 |v_2| = m_1 |v_1| \quad \text{ή}$$

$$|v_2| = \frac{m_1 |v_1|}{m_2} \quad \text{ή} \quad |v_2| = \frac{0,96\pi}{0,6} = \frac{96\pi}{6 \cdot 10} = \frac{4 \cdot 24\pi}{6 \cdot 10} \quad \text{ή} \quad \underline{|v_2| = 1,6\pi \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016
Α΄ ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

- Δ4.** Μετά την κρούση το σύστημα των δυο σωμάτων θα εκτελέσει φθίνουσα ταλάντωση γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας (με αυτή της ταλάντωσης του m_1), με αρχικό πλάτος $A_0 = |x_1| = 0,32 \text{ m}$ (αφού το συσσωμάτωμα δεν έχει ταχύτητα αμέσως μετά την κρούση).

Η περίοδος της φθίνουσας ταλάντωσης θα ισούται με την περίοδο της απλής αρμονικής ταλάντωσης του συστήματος των δυο σωμάτων, απουσία αποσβέσεων, δηλ:

$$T = T'_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} \quad \text{ή} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{1 + 0,6}{160}} \quad \text{ή} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{100}} \quad \text{ή}$$

$$T = \frac{\pi}{5} \text{ s}$$

Εφόσον η δύναμη απόσβεσης λόγω αέρα είναι της μορφής $F' = -bv$, το πλάτος της ταλάντωσης θα μειώνεται εκθετικά με το χρόνο και συνεπώς:

$$A_{10} = A_0 e^{-\Lambda t} \xrightarrow{t=10T} A_{10} = \frac{A_0}{e^{\frac{\ln 2}{\pi} \frac{10\pi}{5}}} \quad \text{ή} \quad A_{10} = \frac{A_0}{e^{2 \cdot \ln 2}} \quad \text{ή} \quad A_{10} = \frac{A_0}{e^{\ln 2^2}} \quad \text{ή}$$

$$A_{10} = \frac{A_0}{2^2} \quad \text{ή} \quad A_{10} = \frac{0,32}{4} \quad \text{ή} \quad \boxed{A_{10} = 0,08 \text{ m}}$$