Προτεινόμενα Θέματα
Φυσική – Γ΄ Λυκείου
Μάιος 2023

ΘΕΜΑ Α

Στις προτάσεις **Α1-Α4** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Ένα μέλαν σώμα απόλυτης θερμοκρασίας T_1 εκπέμπει θερμική ακτινοβολία. Η αιχμή της καμπύλης που παριστάνει την ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας ανά μονάδα μήκους κύματος $I(\lambda)$ σε συνάρτηση με το μήκος κύματος λ της ακτινοβολίας, για απόλυτη θερμοκρασία T_1, αντιστοιχεί σε μήκος κύματος λ_1. Αν μειώσουμε την απόλυτη θερμοκρασία κατά 25% τότε το μήκος κύματος αιχμής :

α. Μειώνεται κατά 25%.
β. Αυξάνεται κατά 25%.
γ. Μειώνεται κατά 20%.
δ. Αυξάνεται κατά 33,3%.

Α2. Όταν τα άκρα ενός ωμικού αντιστάτη αντίστασης R_1 τροφοδοτηθούν από εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V\, \eta\mu\omega t$, τότε η μέγιστη ισχύς που απορροφά ο αντιστάτης είναι P_1. Σε σειρά με τον αντιστάτη συνδέουμε έναν δεύτερο όμοιο αντιστάτη, R_2 και τροφοδοτούμε το σύστημα με την ίδια πηγή εναλλασσόμενης τάσης. Η μέγιστη ισχύς που απορροφά ο αντιστάτης, R_1, είναι:

α. P_1
β. $\frac{P_1}{2}$
γ. $\frac{P_1}{3}$
δ. $\frac{P_1}{4}$

Α3. Σε μια αρμονική ταλάντωση η διαφορά φάσης μεταξύ ταχύτητας ταλάντωσης και δύναμης επαναφοράς είναι:

α. 0
β. $-\frac{\pi}{2}$
γ. $-\pi$
δ. π

Α4. Το πλάτος μίας εξαναγκασμένης ταλάντωσης γίνεται άπειρο όταν

α. Υπάρχει συντονισμός.
β. Η απόσβεση είναι μηδέν.
γ. Υπάρχει συντονισμός και η απόσβεση είναι μηδέν.
δ. Όταν το πλάτος του εξωτερικού διεγέρτη είναι άπειρο.

Μονάδες 20

Α5. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις προτάσεις που ακολουθούν με **Σωστό** αν είναι σωστή ή με **Λάθος** αν είναι λανθασμένη.

α. Κατά τη διάδοση ενός κύματος, μεταφέρεται ενέργεια και μάζα από το ένα σημείο του μέσου στο άλλο..

β. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση η δυναμική ενέργεια επαναλαμβάνεται με διπλάσια συχνότητα από αυτή της ταλάντωσης.

γ. Η αύξηση της σταθεράς απόσβεσης, σε ένα σύστημα που εκτελεί φθίνουσα μηχανική ταλάντωση, προκαλεί μικρή αύξηση της περιόδου.

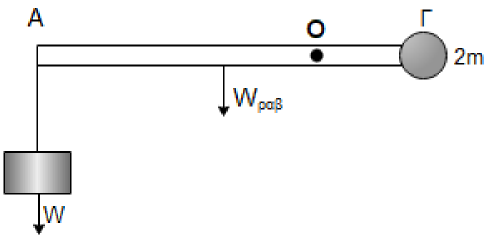
δ. Όταν ένα τετράγωνο πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές, τότε εμφανίζεται επαγωγική τάση.

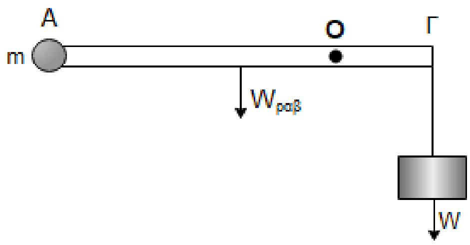
ε. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A, η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης, όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση $x_1 = A/2$ είναι ίση με το $1/4$ της μέγιστης κινητικής ενέργειας της ταλάντωσης.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Ομογενής ράβδος $ΑΓ$ βάρους $W_ρ$ και μήκους l, έχει σταθερό άξονα περιστροφής που διέρχεται από το σημείο O, όπου $OΓ = \frac{l}{4}$. Θέλουμε να μετρήσουμε το βάρος W ενός σώματος.





Περίπτωση 1η Περίπτωση 2η

Αν με τη βοήθεια νήματος αβαρούς και μη εκτατού, κρεμάσουμε το σώμα από το άκρο A, η ράβδος ισορροπεί οριζόντια τοποθετώντας σταθμά μάζας $2m$ στο άκρο $Γ$ (Περίπτωση 1η). Αν κρεμάσουμε το αντικείμενο με τη βοήθεια του νήματος στο άκρο $Γ$ για να ισορροπήσει οριζόντια, θα πρέπει στο άκρο A να τοποθετήσουμε σταθμά μάζας m (Περίπτωση 2η). Το βάρος του σώματος δίνεται από τη σχέση:

α. $w = mg$

β. $w = \frac{5}{4}mg$

γ. $w = \frac{2}{5}mg$

Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

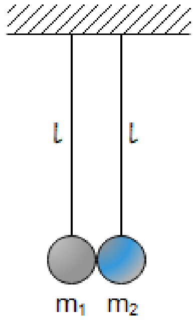
Β. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

Β2.

Δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 είναι αναρτημένα από αβαρή και μη εκτατά νήματα ίδιους μήκους l και όταν ισορροπούν βρίσκονται σε επαφή όπως στο σχήμα. Ανυψώνουμε το m_1 σε ύψος h διατηρώντας το νήμα τεντωμένο και το αφήνουμε ελεύθερα να κινηθεί και να συγκρουστεί κεντρικά και ελαστικά με το m_2. Μετά την κρούση, το m_1 φτάνει σε ύψος h_1 προς την ίδια κατεύθυνση με την αρχική του ανύψωση ενώ το m_2 σε ύψος h_2.

Για τα ύψη αυτά ισχύει $h_2 = 2{,}25\, h_1$. Ο λόγος των μαζών των δύο σωμάτων είναι:



α. $\frac{m_1}{m_2} = 1$

β. $\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{7}$

γ. $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$

Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

Β. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

Β3. Η θερμοκρασία της επιφάνειας του Ήλιου είναι περίπου 6.000 K. Αν θεωρήσουμε τον Ήλιο μέλαν σώμα και ότι η σταθερά α από το νόμο μετατόπισης του $Wien$ είναι $\alpha = 3 \cdot 10^{-3} m \cdot K$.

Ι. Το μήκος κύματος «αιχμής» λ_{max} που εκπέμπει ο ήλιος έχει τιμή:

α. 500 nm

β. 1000 nm

γ. 250 nm

Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

Β. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

ΙΙ. Ποιο θα πρέπει να είναι το ποσοστό μεταβολής της θερμοκρασίας της επιφάνειας του Ήλιου ώστε το μήκος κύματος αιχμής που εκπέμπει να αυξηθεί κατά 20%;

α. -25%

β. $-33{,}33\%$

γ. $-16{,}67\%$

Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

Β. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 3

ΘΕΜΑ Γ

Δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 αρμονικών κυμάτων απέχουν μεταξύ τους $d = 18\, m$. Οι πηγές βρίσκονται στην επιφάνεια ενός υγρού και τη χρονική στιγμή $t = 0$ αρχίζουν να ταλαντώνονται κατακόρυφα με εξίσωση απομάκρυνσης: $y = 0{,}4\eta\mu(\omega t)(SI)$ δημιουργώντας εγκάρσια αρμονικά κύματα με μήκος κύματος $\lambda = 0{,}4\, m$ και περίοδο T. Σημείο Δ της επιφάνειας τους υγρού απέχει από τις πηγές αποστάσεις r_1, r_2. Το υλικό σημείο Δ αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_1 = 4\, sec$ και τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + \frac{7}{2}T$ φτάνει σε αυτό το κύμα από την Π_2 και παύει να ταλαντώνεται ενώ την t_1 το κύμα εκτός από το σημείο Δ φτάνει και στην Π_2.

Γ1. Να υπολογίσετε τις αποστάσεις r_1 και r_2 που απέχει από το σημείο Δ από τις δύο πηγές.

Μονάδες 5

Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση ταλάντωσης του υλικού σημείου Δ.

Μονάδες 5

Γ3. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας ταλάντωσης του Δ συναρτήσει του χρόνου.

Μονάδες 5

Γ4. Η υπερβολή της συμβολής στην οποία ανήκει το σημείο Δ τέμνει το ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει τις πηγές στο σημείο E. Να προσδιορίσετε τη θέση του E.

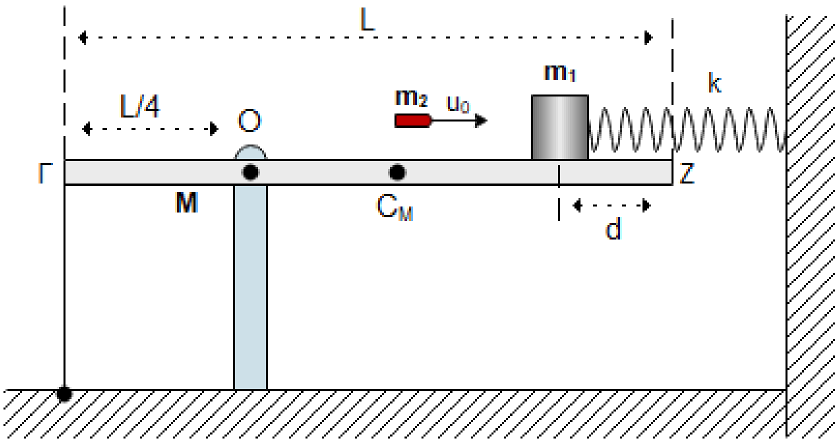
Μονάδες 5

Γ5. Μειώνουμε ταυτόχρονα την περίοδο ταλάντωσης των πηγών ώστε να παραμένουν σύγχρονες. Ποια είναι η ελάχιστη μείωση, που μπορούμε να κάνουμε ώστε το σημείο Δ να είναι σημείο ενισχυτικής συμβολής;

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής ράβδος του σχήματος έχει μάζα $M = 3\,kg$, μήκος $L = 8\,m$ και μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται κάθετα σε αυτή, στο σημείο O όπου για το $O\Gamma$ ισχύει $O\Gamma = \frac{L}{4}$. Η ράβδος έχει δεμένο το αριστερό άκρο της και ισορροπεί σε οριζόντια θέση. Σε απόσταση d από το Z ισορροπεί σώμα μάζας $m_1 = 2\,kg$ που είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\,N/m$.



Δ1. Αν η τάση του νήματος είναι ίση με $T = 70\,N$, να υπολογίσετε τη θέση που έχουμε τοποθετήσει το σώμα m_1 και τη δύναμη που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση στο O.

Μονάδες 4

Δ2. Βλήμα μάζας $m_2 = 2kg$, κινείται με οριζόντια ταχύτητα $u_0 = 20m/s$ και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το m_1. Θεωρώντας $t = 0$ τη στιγμή της κρούσης και θετική φορά προς τα δεξιά, να γράψετε την εξίσωση του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου σε συνάρτηση με το χρόνο.

Μονάδες 6

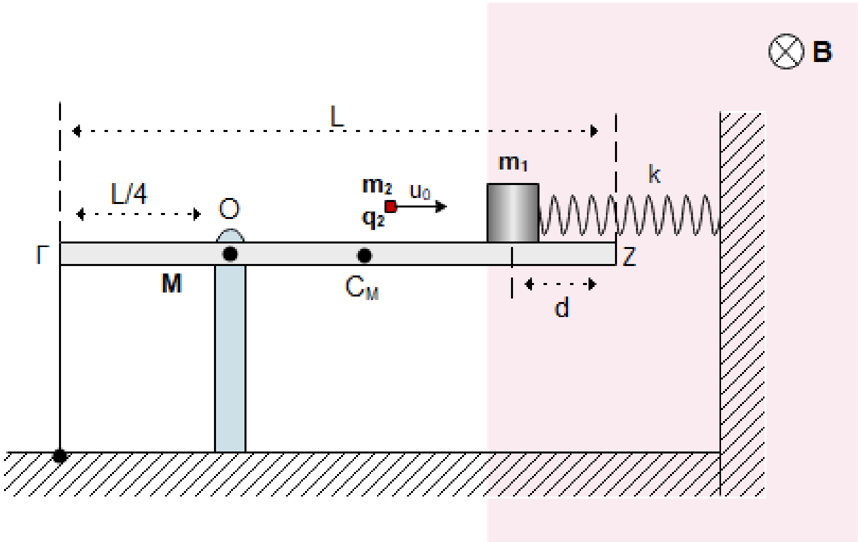
Δ3. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που σπάει το νήμα, αν το όριο θραύσης αυτού είναι $T_{\theta\rho} = 130\,N$.

Μονάδες 4

Δ4. Ποιο είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στη μέγιστη τιμή της ορμής του συσσωματώματος; Θα μπορούσαμε να το παρατηρήσουμε με γυμνό μάτι; (Δίνεται $h = 6.62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$)

Μονάδες 6

Δ5. Αν στο χώρο που εκτείνεται από τη σημειακή μάζα m_1 και δεξιά υπάρχει μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ μέτρου $B = 2T$ με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα, όπως φαίνεται στο σχήμα, να βρεθεί το φορτίο q_2 που θα έπρεπε να έχει το βλήμα ώστε το νήμα να έσπαγε αμέσως μετά την κεντρική πλαστική κρούση. Υποθέτουμε πως το μαγνητικό πεδίο και οι δυνάμεις που οφείλονται σε αυτό δεν επηρεάζουν την κρούση.



Μονάδες 5

Ενδεικτικές Απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ **Α2. δ** **Α3. β** **Α4. γ**

Α5.

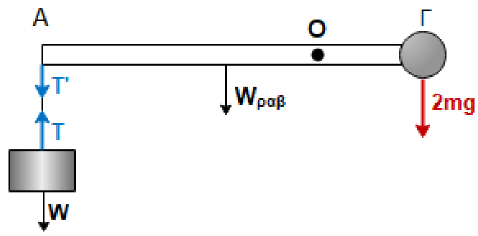
α. Λάθος **β. Σωστό** **γ. Σωστό** **δ. Λάθος** **ε. Σωστό**

ΘΕΜΑ Β

Β1.

Σωστή απάντηση: β.

1η Περίπτωση:



Για το ζητούμενο σώμα:

$\Sigma F = 0 \Longrightarrow W - T = 0 \Longrightarrow T = W$

με:

$$T' = T = W \text{ νήμα αβαρές και μη εκτατό.}$$

Για τη ράβδο:

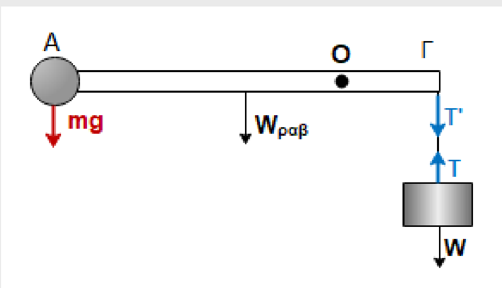
$$\vec{\Sigma}_{\tau(O)} = \vec{0} \Leftrightarrow$$

$$\vec{\tau}_{T_{(O)}} + \vec{\tau}_{W_{P(O)}} + \vec{\tau}_{2mg(O)} = \vec{0} \Leftrightarrow$$

$$T_1'(l - O\Gamma) + W_p(\frac{l}{2} - O\Gamma) - 2mg(O\Gamma) = 0 \Leftrightarrow$$

$$W(l - O\Gamma) + W_p\left(\frac{l}{2} - O\Gamma\right) - 2mg(O\Gamma) = 0 \ \ (1)$$

2η Περίπτωση:



Για το ζητούμενο σώμα:

$\Sigma F = 0 \Longrightarrow T = W$

με:

$$T' = T = W$$

Είναι:

$$\vec{\Sigma}_{\tau(O)} = \vec{0} \Leftrightarrow$$
$$\vec{\tau}_{mg_{(O)}} + \vec{\tau}_{W_{P(O)}} + \vec{\tau}_{T'(O)} = \vec{0} \Leftrightarrow$$
$$mg(l - O\Gamma) + w_\rho\left(\frac{l}{2} - O\Gamma\right) - T'(O\Gamma) = 0 \Leftrightarrow$$
$$mg(l - O\Gamma) + w_\rho\left(\frac{l}{2} - O\Gamma\right) - W(O\Gamma) = 0 \;\; (2)$$

Από τις σχέσεις $(1), (2)$:

$w(l - O\Gamma) + w_P\left(\frac{l}{2} - O\Gamma\right) - 2mg(O\Gamma) = mg(l - O\Gamma) + w_P\left(\frac{l}{2} - O\Gamma\right) - w(O\Gamma) \Leftrightarrow$

$wl - w(O\Gamma) - 2mg(O\Gamma) = mgl - mg(O\Gamma) - w(O\Gamma) \Leftrightarrow$

$wl - w(O\Gamma) + w(O\Gamma) = mgl + mg(O\Gamma) \Leftrightarrow$

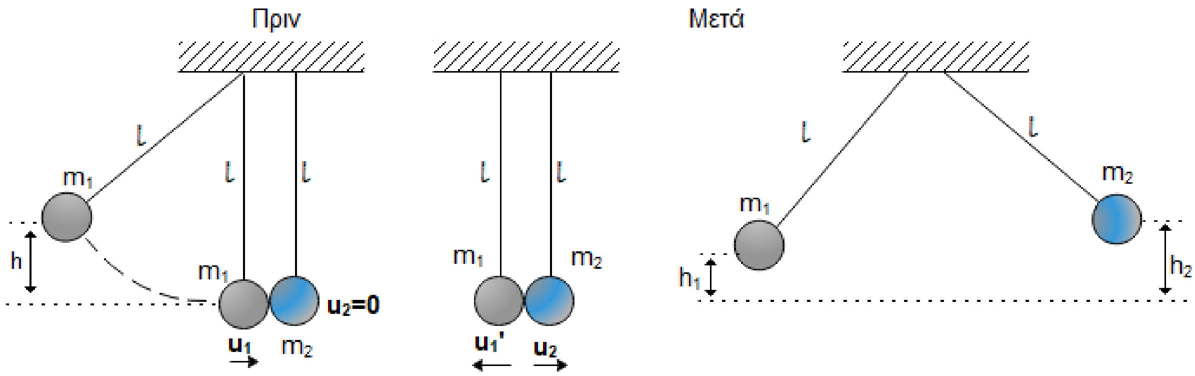
$wl = mg(l + O\Gamma) \Leftrightarrow$

$w = \frac{mg(l + O\Gamma)}{l} = \frac{mg\frac{5l}{4}}{l} = \frac{5mg}{4}$

Β2.

Σωστή απάντηση: β.

Εφαρμόζουμε $Α.Δ.Μ.Ε.$ για τα σώματα m_1, m_2 μετά την κρούση.



<u>Για το Σώμα 1:</u> Εφαρμόζουμε Αρχή Διατήρησης της Ορμής:

$$K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\varepsilon\lambda} + U_{\tau\varepsilon\lambda} \Leftrightarrow$$
$$m_1 u_1'^2 = m_1 g h_1 \Leftrightarrow$$
$$u_1' = \sqrt{2gh_1} \Leftrightarrow$$

<u>Για το Σώμα 2:</u>

Ομοίως προκύπτει:

$u_2' = \sqrt{2gh_2}$

Για τα μέτρα των ταχυτήτων ισχύει:

$\frac{u_1'}{u_2} = \frac{\sqrt{2gh_1}}{\sqrt{2gh_2}} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \sqrt{\frac{h_1}{2{,}25h_1}} = \frac{1}{1{,}5}$

Άρα:

$u_2' = 1{,}5u_1'$

Το Σώμα 1 αμέσως μετά την κρούση κινείται αντίθετα από την αρχική του ταχύτητα u_1 και από το Σώμα 2.
Άρα:
$u_2' = 1{,}5u_1'$ (1)
Η κρούση είναι κεντρική και ελαστική με $u_2 = 0$:

$$u_2' = \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2} \quad (2)$$
$$u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (1), (2) και (3):

$$(1)\underset{(3)}{\overset{(2)}{\Longrightarrow}} \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2} = -1{,}5\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 \Leftrightarrow$$

$-2m_1 = 1{,}5m_1 - 1{,}5m_2 \Leftrightarrow$
$1{,}5m_2 = 3{,}5m_1 \Leftrightarrow$
$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1{,}5}{3{,}5} = \frac{3}{7}$

Β3.

Ι. Σωστή απάντηση: α.

Από το νόμο του Wien έχουμε:
$\lambda_{max} \cdot T = a \Rightarrow$
$\lambda_{max} = \frac{\alpha}{T} = \frac{3 \cdot 10^{-3} m \cdot K}{6 \cdot 10^3 K} \Rightarrow$
$\lambda_{max} = 0{,}5 \cdot 10^{-6} m = 5 \cdot 10^{-7} m = 500 \cdot 10^{-9} m \Rightarrow$
$\lambda_{max} = 500\ nm$

ΙΙ. Σωστή απάντηση: γ

$\frac{\Delta\lambda_{max}}{\lambda_{max}} = 0{,}2 \Rightarrow$

$$\lambda'_{max} - \lambda_{max} = 0{,}2\lambda_{max} \Rightarrow$$
$$\lambda'_{max} = 1{,}2\lambda_{max}$$

Από τον νόμο Wien:
$\lambda_{max} \cdot T = \lambda'_{max} \cdot T' \Rightarrow$
$T' = \frac{\lambda_{max} \cdot T}{\lambda'_{max}} \Rightarrow$
$T' = \frac{\lambda_{max} \cdot T}{1{,}2\lambda_{max}} \Rightarrow$
$T' = \frac{5}{6}T$
Έχουμε:

$$\Pi = \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\% = \frac{T' - T}{T} \cdot 100\% \cong -16{,}67\%$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το κύμα από την Π_1 φτάνει ταυτόχρονα στην Π_2 και στο Δ. Συνεπώς: $r_1 = 18\,m = d$

Για την ταχύτητα διάδοσης:

$$u_\delta = \frac{r_1}{t_1} = \frac{18\,m}{4\,s} = 4{,}5\frac{m}{s}$$

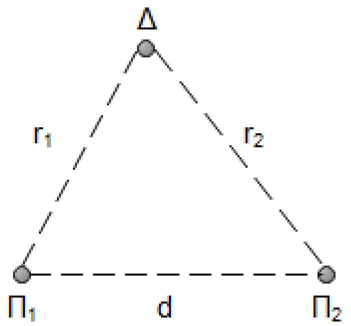
Επιπλέον:

$$r_2 = u_\delta \cdot t_2 = u_\delta\left(t_1 + \frac{7}{2}T\right) = u_\delta t_1 + u_\delta \frac{7}{2}T \Rightarrow$$

$$r_2 = r_1 + \frac{7}{2}\lambda \Rightarrow$$

$$r_2 = 18\,m + \frac{7}{2}\cdot 0{,}4\,m \Rightarrow$$

$$r_2 = 19{,}4\,m$$



Γ2. Από την εξίσωση απομάκρυνσης των πηγών έχουμε:

$$\left.\begin{array}{l} y = 0{,}4\,\eta\mu\,(\omega t) \\ y = A\,\eta\mu\,(\omega t) \end{array}\right\} \Longrightarrow A = 0{,}4\,m$$

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε:

$$u_\delta = \lambda f \Rightarrow f \cdot \frac{u_\delta}{\lambda} = \frac{4{,}5}{0{,}4} = \frac{45}{4}Hz = 11{,}25\,Hz$$

και :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{4}{45}sec$$

Άρα:

Για: $0 \le t < 4sec$ ισχύει: $y_\Delta = 0$.

Για: $t_1 \le t < t_2$ δηλαδή για $4s \le t < \frac{194}{45}sec$ ισχύει:

$$y_\Delta = A\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi r_1}{\lambda}\right) \Longrightarrow$$

$$y_\Delta = 0{,}4\eta\mu(22{,}5\pi t - 90\pi)(SI)$$

Για $t \ge t_2$ ισχύει: $y_\Delta = 0$ (ακυρωτική συμβολή).

Αποδεικνύεται και από τη σχέση:

$$A' = 2A|\sigma\upsilon\nu|\left(\pi\frac{r_2 - r_1}{\lambda_1}\right) = 0{,}8\left|\sigma\upsilon\nu\left(\pi\cdot\frac{1{,}4}{0{,}4}\right)\right| = 0$$

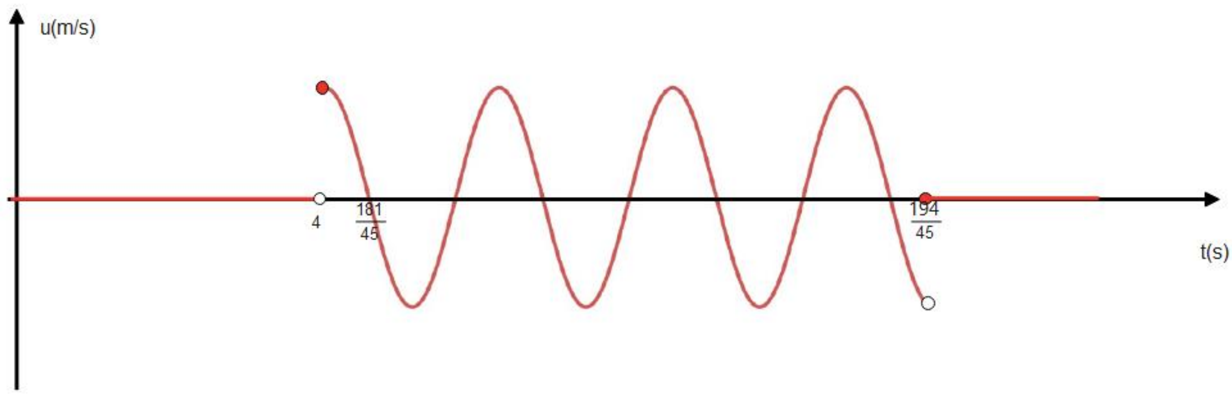
$$y_\Delta = \begin{cases} 0, 0 \leq t < 4 \\ 0{,}4\,\eta\mu(22{,}5\pi t - 90\pi), 4 \leq t < \frac{194}{45} \;(SI) \\ 0, t \leq \frac{194}{45} \end{cases}$$

Γ3.

Για την ταχύτητα ταλάντωσης του Δ ισχύει:

$$u_\Delta = \begin{cases} 0, 0 \leq t < t_1 \\ \omega A \sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right), t_1 \leq t < t_2 \Rightarrow \\ 0, \;\; t \geq t_2 \end{cases}$$

$$u_\Delta = \begin{cases} 0, 0 \leq t < 4 \\ 9\,\sigma\upsilon\nu(22{,}5\pi t - 90\pi), 4 \leq t < \frac{194}{45} \text{ στο } (SI) \\ 0, \;\; t \geq \frac{194}{45} \end{cases}$$



Γ4.

Έχουμε:

$r_2 - r_1 = (19{,}4 - 18)m = 1{,}4\,m = (2 \cdot 3 + 1) \cdot 0{,}2$

Για τα σημεία ακυρωτικής συμβολής γνωρίζουμε ότι:

$r_2 - r_1 = (2N + 1)\dfrac{\lambda}{2}$

Άρα το Δ ανήκει στην υπερβολή ακυρωτικής συμβολής με $N = 3$.Επομένως:

$r_2 - r_1 = (2N + 1)\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow$

$r_2 - d + r_2 = (2N + 1)\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow$

$2r_2 = (2N + 1)\dfrac{\lambda}{2} + d \Rightarrow$

$r_2 = (2N + 1)\dfrac{\lambda}{4} + \dfrac{d}{2}$

Για $N = 3$ έχουμε:

$$r_2 = 7 \cdot 0{,}1 + 9 = 9{,}7m$$

που είναι η απόσταση του Ε από την r_2 ή ισοδύναμα:

$$r_1 = 18 - 9{,}7 = 8{,}3\,m$$

η απόσταση του Ε από την Π_1.

Γ5.

Για να έχουμε ενίσχυση στο Δ πρέπει:

$$|r_2 - r_1| = \kappa\lambda' \Rightarrow$$
$$|r_2 - r_1| = \kappa \cdot u_\delta T' \Rightarrow$$
$$T' = \frac{|r_2 - r_1|}{\kappa \cdot u_\delta} \Rightarrow$$
$$T' = \frac{1{,}4}{\kappa \cdot 4{,}5} = \frac{14}{\kappa \cdot 45}, \kappa = 1{,}2{,}3$$

Δηλαδή:

κ	$T'(sec)$
1	$\frac{14}{45}$
2	$\frac{7}{45}$
3	$\frac{14}{135}$
4	$\frac{7}{90}$

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι η αμέσως μικρότερη τιμή από την αρχική περίοδο $T = \frac{4}{4{,}5} sec$ είναι η $T' = \frac{7}{90} sec$ δηλαδή:

$$|\Delta T_{min}| = |T' - T| = \frac{1}{90} sec$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

Η ράβδος ισορροπεί:

$$\left.\begin{array}{r} \Sigma\vec{\tau}_0 = \vec{0} \\ \Sigma\vec{\tau}_0 = \vec{\tau}_{W_{(O)}} + \vec{\tau}_{T_{(O)}} + \vec{\tau}_{W_{1(O)}} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$T \cdot (O\Gamma) - W\left(\frac{L}{2} - O\Gamma\right) - W_1(L - O\Gamma - d) = 0 \Rightarrow$$

$$T \cdot \frac{L}{4} - W \cdot \frac{L}{4} = W_1(L - \frac{L}{4} - d) \Rightarrow$$

$$\frac{T \cdot \frac{L}{4} - W \cdot \frac{L}{4}}{W_1} = \frac{3L}{4} - d \Rightarrow d = \frac{3L}{4} - \frac{(T-W)\cdot\frac{L}{4}}{W_1} \Rightarrow$$

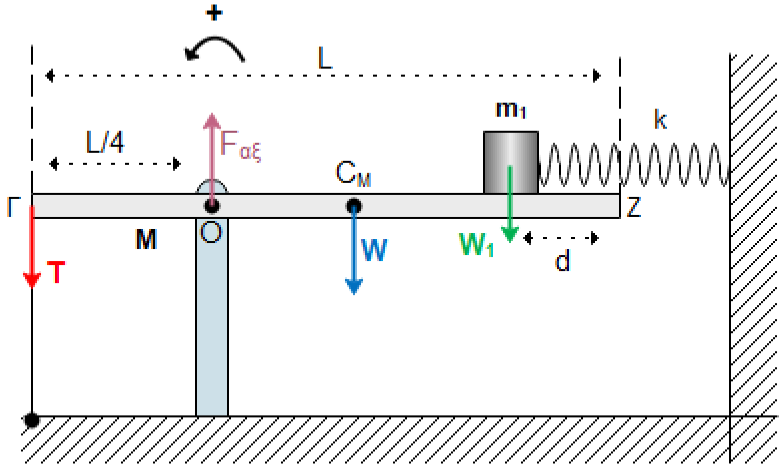
$$d = \frac{3L}{4} - \frac{(T - Mg)\cdot\frac{L}{4}}{m_1 g} \overset{(SI)}{\Longrightarrow} d = 6 - \frac{(70-30)\cdot 2}{20}\ m$$

$$\Rightarrow d = 2\,m$$

Επίσης:

$$\left.\begin{array}{r} \Sigma_F = 0 \\ \Sigma_F = T + W + W_1 - F_{\alpha\xi} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$F_{\alpha\xi} = T + W + W_1 = T + Mg + m_1 g \Longrightarrow$$
$$F_{\alpha\xi} = 120N$$

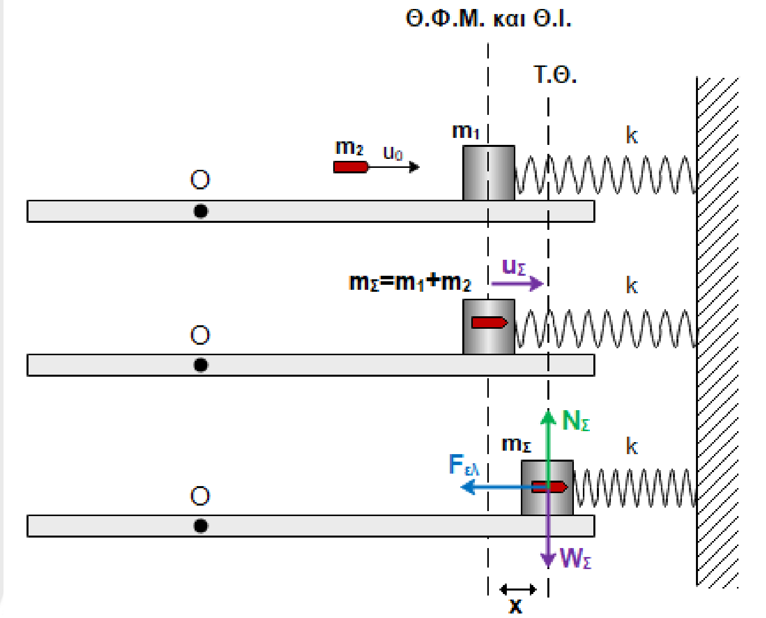


Δ2.

Η κρούση είναι κεντρική και πλαστική, εφαρμόζοντας Α.Δ.Ο.:

$$\vec{P}_{\text{ολ}_{\alpha\rho\chi}} = \vec{P}_{\text{ολ}_{\tau\varepsilon\lambda}} \Rightarrow$$

$$m_2 u_0 = (m_1 + m_2) u_\Sigma \Rightarrow$$
$$u_\Sigma = \frac{m_2 u_0}{m_1 + m_2} = \frac{2 \cdot 20}{4} \Rightarrow$$
$$u_\Sigma = 10 \frac{m}{s}$$



Σε μια Τυχαία Θέση (Τ.Θ) το συσσωμάτωμα μετά την $t = 0$ δέχεται το βάρος του $\overrightarrow{W_\Sigma}$, την κάθετη αντίδραση $\overrightarrow{N_\Sigma}$ και τη δύναμη του ελατηρίου $\overrightarrow{F_{\varepsilon\lambda}}$.

Στη Θέση Ισορροπίας (Θ.Ι):

$$\left.\begin{aligned}\Sigma_{F_y} &= 0\\ \Sigma_{F_y} &= W_\Sigma - N_\Sigma\end{aligned}\right\} \Longrightarrow N_\Sigma = W_\Sigma$$

Στην Τυχαία Θέση (Τ.Θ.):

$$\left.\begin{aligned}\Sigma F_x &= -F_{\varepsilon\lambda} = -kx\\ \Sigma_{F_y} &= W_\Sigma - N_\Sigma = 0\end{aligned}\right\} \Longrightarrow \Sigma F = \Sigma F_x = -kx$$

Άρα το συσσωμάτωμα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση με $D = k = 100\ N/m$,

Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ε.Τ των $(t = 0)$:

$E = K + U \Rightarrow$

$\frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_\Sigma^2 + 0 \Rightarrow$

$A = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2)u_\Sigma^2}{k}} = \sqrt{\frac{4}{100}} \cdot 10\ m \Rightarrow$

$A = 2\ m$

Για τη σταθερά επαναφοράς ταλάντωσης ισχύει:

$D = k = (m_1 + m_2)\omega^2 \Rightarrow$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} = 5$

Επίσης την $t = 0, x = 0, u = u_2 > 0$ άρα $\varphi_0 = 0$.

Συνεπώς:

$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$

$$x = 2\ \eta\mu(5t)(SI)$$

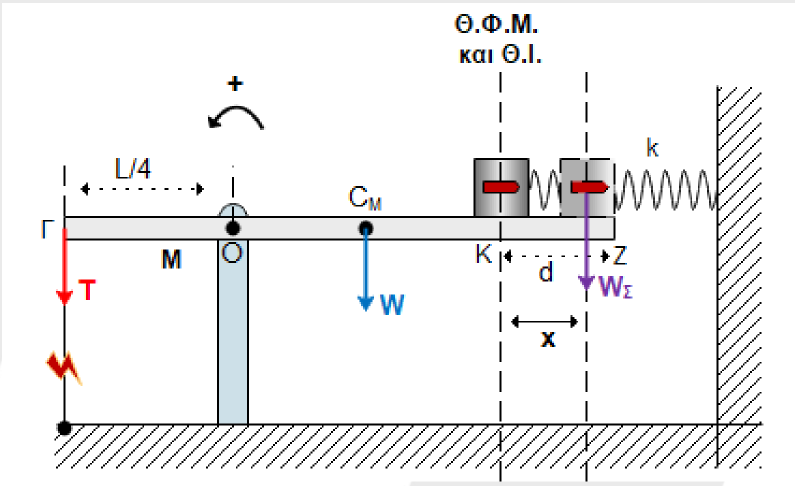
Τελικά:

$F_{\varepsilon\lambda} = k \cdot x = 200\eta\mu(5t)$ στο (SI)

Δ3.

Αρχικά βρίσκουμε σε ποια θέση x σπάει το νήμα όπου x είναι η απομάκρυνση από τη $\Theta.\mathrm{I}.$ ταλάντωσης δηλαδή την αρχική θέση K του σώματος για την οποία ισχύει:

$KZ = d = \frac{L}{4}$



Είναι:

$$\left.\begin{matrix} \Sigma\vec{\tau}_0=\vec{0} \\ \Sigma\vec{\tau}_0=\vec{\tau}_{W_0}+\vec{\tau}_{T_0}+\vec{\tau}_{W_{\Sigma(0)}} \end{matrix}\right\}\Longrightarrow$$

$$T\cdot\frac{L}{4}-W\cdot\frac{L}{4}-W_\Sigma\left(\frac{L}{2}+x\right)=0\Longrightarrow$$

$$T\frac{L}{4}=W\frac{L}{4}+W_\Sigma\left(\frac{L}{2}+x\right)\Longrightarrow$$

$$T=W+\frac{4W_\Sigma\left(\frac{L}{2}+x\right)}{L}$$

Για να μην σπάσει το νήμα πρέπει:

$$T\le T_{\theta\rho}$$

Άρα:

$$W+\frac{4W_\Sigma\left(\frac{L}{2}+x\right)}{L}\le T_{\theta\rho}\Longrightarrow$$

$$\frac{4W_\Sigma\left(\frac{L}{2}+x\right)}{L}\le T_{\theta\rho}-W\Longrightarrow$$

$$4W_\Sigma\left(\frac{L}{2}+x\right)\le\frac{L}{4}(T_{\theta\rho}-W)\Longrightarrow$$

$$x\le\frac{L}{4}\cdot\frac{T_{\theta\rho}-W}{W_\Sigma}-\frac{L}{2}\Longrightarrow$$

$$x\le 1m$$

Άρα:

$$x_{max}=1m$$

Συνεπώς το νήμα σπάει όταν:

$$x=1m$$

Άρα:

$$2\eta\mu(5t)=1\Longrightarrow$$

$$\eta\mu(5t)=\frac{1}{2}\Longrightarrow$$

$$\eta\mu(5t)=\eta\mu\left(\frac{\pi}{6}\right)\Longrightarrow$$

$$5t=\frac{\pi}{6}\Longrightarrow$$

$$t=\frac{2\kappa\pi}{5}+\frac{\pi}{30}\ \text{ ή }\ t=\frac{2\kappa\pi}{5}+\frac{\pi}{5}-\frac{\pi}{30}\ sec\,,\kappa\in\mathbb{Z}$$

Αφού μας ενδιαφέρει η 1^{η} φορά: $\kappa=0$:

$$t=\frac{\pi}{30}\ \text{ ή }\ t=\frac{5\pi}{30}\ sec$$

και τελικά η 1^{η} φορά θα είναι για:

$$t=\frac{\pi}{30}$$

Δ4.

Για την μέγιστη ορμή του συσσωματώματος:

$$P_{max_\Sigma} = (m_1 + m_2)u_\Sigma = 40 \cdot kg \cdot \frac{m}{s}$$

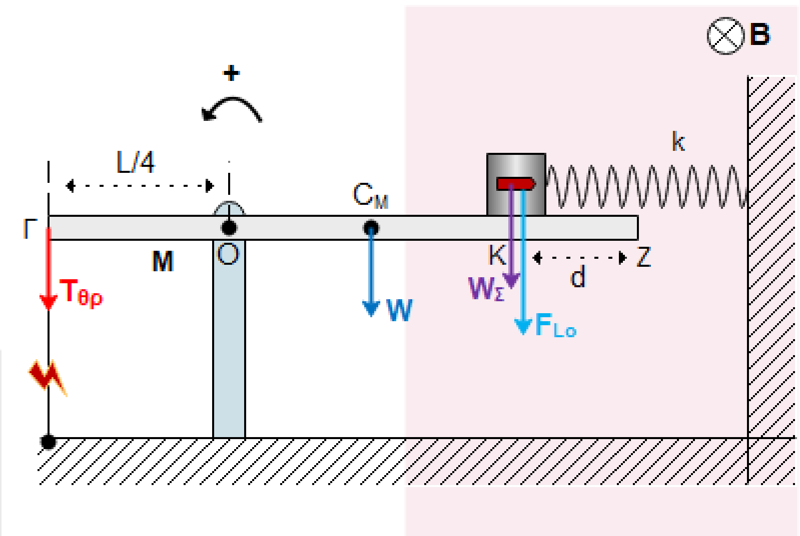
Για το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στην παραπάνω τιμή της ορμής:

$$\lambda = \frac{h}{P_{max_\Sigma}} = \frac{6{,}62 \cdot 10^{-34}}{4 \cdot 10^1} m = 1{,}655 \cdot 10^{-35} m$$

Επομένως συμπεραίνουμε ότι πρόκειται για μήκος κύματος εκτός ορατού φάσματος ακτινοβολίας.

Δ5.

Το νήμα σπάει όταν $T_{\theta\rho} = 130\ N$.



Για να επιτευχθεί αυτό αμέσως μετά την κρούση, το συσσωμάτωμα και συνεπώς η ράβδος να δέχεται μια δύναμη προς τα κάτω. Η δύναμη αυτή είναι η δύναμη *Lorentz* που δέχεται το φορτίο q_2 μετά την πλαστική κρούση:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma\vec{\tau}_0 &= \vec{0} \\ \Sigma\vec{\tau}_0 &= \vec{\tau}_{W_0} + \vec{\tau}_{W_{\Sigma_0}} + \vec{\tau}_{T_{\Theta P_0}} + \vec{\tau}_{T_{F_{L_0}}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$T_{\theta\rho} \cdot \frac{L}{4} - W \cdot \frac{L}{4} - W_\Sigma \frac{L}{2} - F_{L_0} \frac{L}{2} = 0 \Rightarrow$$

$$T_{\theta\rho} - W - 2W_\Sigma - 2FL_0 = 0 \Rightarrow$$

$$F_{L_0} = \frac{T_{\theta\rho} - W - 2W_\Sigma}{2} \overset{(SI)}{\Longrightarrow}$$

$$F_{L_0} = \frac{130 - 30 - 80}{2} = 10\ N$$

Όμως:

$$F_{L_0} = B \cdot u_\Sigma \cdot |q_2| \Rightarrow |q_2| = \frac{F_{L_0}}{Bu_\Sigma} = \frac{10}{2 \cdot 10} C = 0{,}5\ C$$

Σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού για να έχει η $\overrightarrow{F_{Lo}}$ φορά προς τα κάτω θα έπρεπε ένα θετικό φορτίο να κινείται προς τα αριστερά. Το q_2 όμως μαζί με το m_1 ως συσσωμάτωμα κινούνται προς τα δεξιά αμέσως μετά την κρούση. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το q_2 είναι αρνητικό.

Συνεπώς:

$q_2 = -0{,}5\ C$.

Ευχόμαστε καλή δύναμη & επιτυχία!