ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

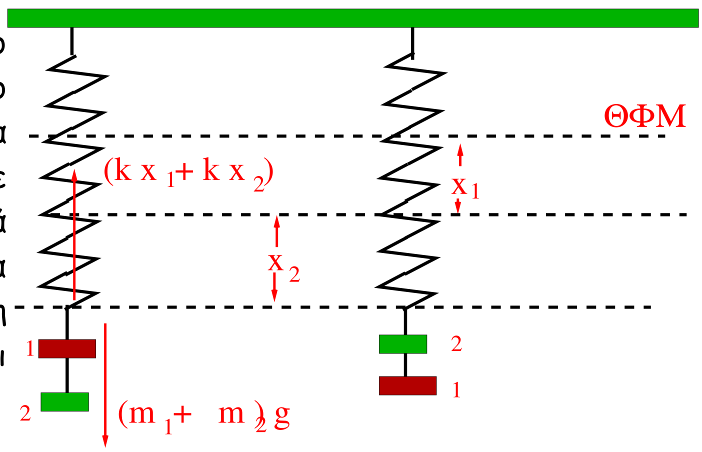
ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 20 ΜΑΙΟΥ 2011

ΘΕΜΑ ΠΡΩΤΟ

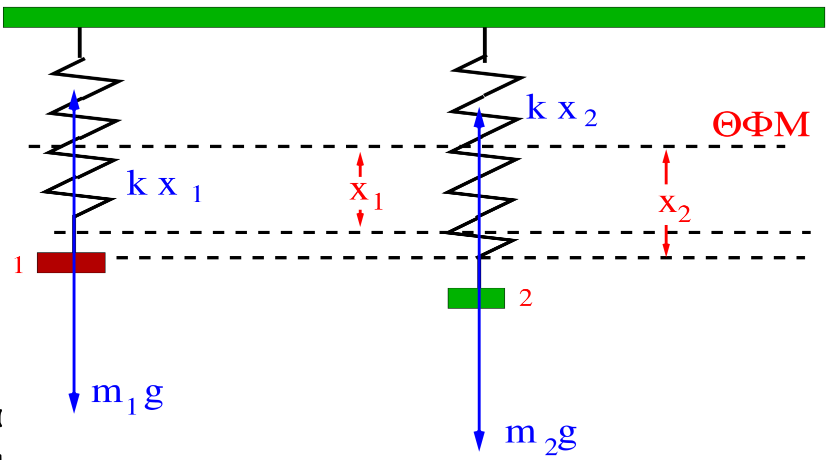
1) γ)
2) β)
3) γ)
4) γ)
5) α) Σ
   β) Λ
   γ) Σ
   δ) Λ
   ε) Λ

ΘΕΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ

1) Αρχικά και στα δυο ελατήρια κρέμεται το ίδιο βάρος. Στη συνέχεια θα θεωρήσουμε ότι στο κάθε ελατήριο κρέμεται ξεχωριστά το κάθε βάρος ώστε να βρούμε την παραμόρφωση του ελατηρίου που οφείλεται στο κάθε βάρος ξεχωριστά.

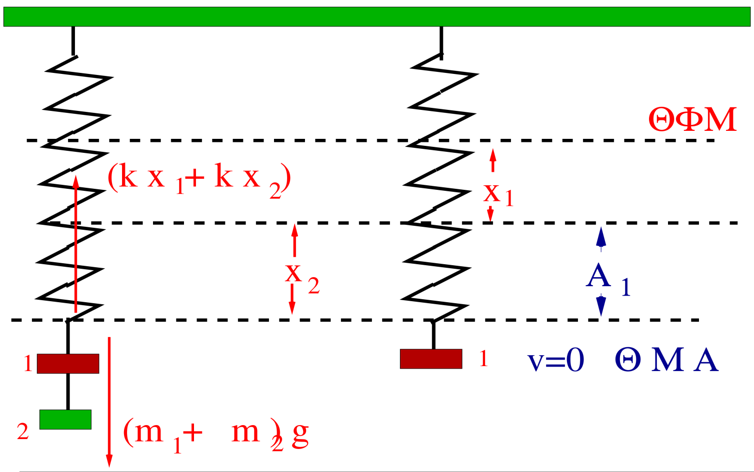


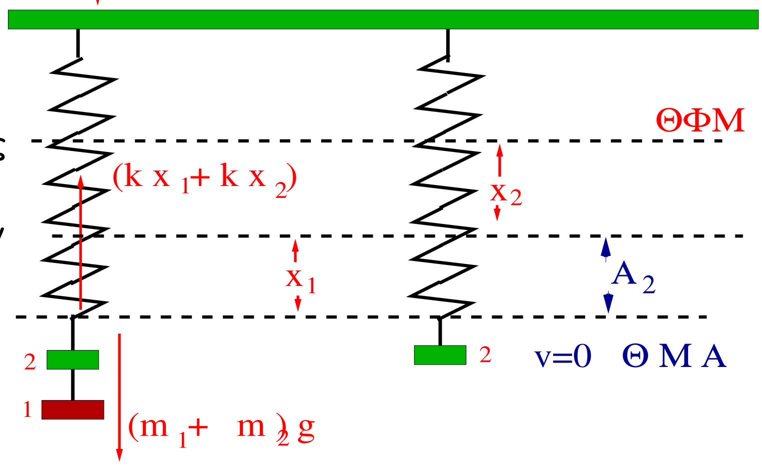
Οι αρχικές συνθήκες ισορροπίας στα δυο ελατήρια καθώς και οι συνθήκες ισορροπίας για το κάθε βάρος ξεχωριστά αν ήταν μόνο του στο ελατήριο είναι:



$$\begin{matrix} m_1 g + m_2 g = k(x_1 + x_2) \\ m_1 g = k x_1 \\ m_2 g = k x_2 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} x_1 = \dfrac{m_1 g}{k} \\ x_2 = \dfrac{m_2 g}{k} \end{matrix}$$

Όταν κόψουμε τα σκοινιά τα ελατήρια εκτελούν ταλάντωση με πλάτος την παραμόρφωση του ελατηρίου που οφείλεται στη μάζα που έφυγε. Από τα σχήματα φαίνεται ότι τη στιγμή που κόβονται τα νήματα η ταχύτητα των σωμάτων είναι 0 άρα είναι στην Θέση Μέγιστης Απομάκρυνσης τους. Επομένως τα πλάτη των ταλαντώσεων τους θα είναι:





$$A_2 = \frac{m_1 g}{k}$$

$$A_1 = \frac{m_2 g}{k}$$

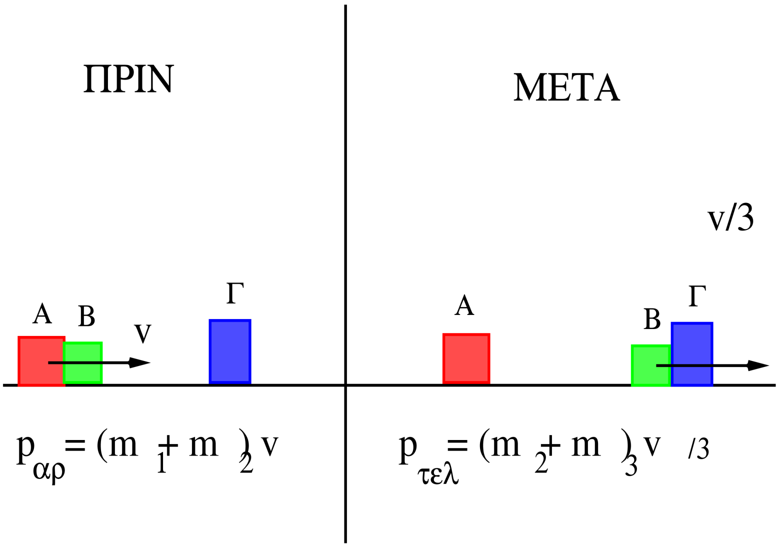
Και οι ενέργειες τους θα είναι : $\begin{matrix} E_2 = \dfrac{k\,A_2^2}{2} = \dfrac{m_1^2 g^2}{2k} \\ E_1 = \dfrac{k\,A_1^2}{2} = \dfrac{m_2^2 g^2}{2k} \end{matrix} \Rightarrow \dfrac{E_1}{E_2} = \dfrac{m_2^2}{m_1^2}$

Επομένως σωστό το β

2) Η σχέση για τη συχνότητα διακροτήματος είναι: $f_\delta = |f_\mu - f| \Rightarrow \begin{matrix} f_\delta = f_2 - f \\ f_\delta = f - f_1 \end{matrix} \Rightarrow f_2 - f = f - f_1 \Rightarrow f = \dfrac{f_1 + f_2}{2}$

Επομένως σωστό το α

3) Από τη διατήρηση της ορμής καθώς το πρώτο σώμα σταματά ενώ σχηματίζεται συσσωμάτωμα του δεύτερου σώματος με το αρχικά ακίνητο τρίτο έχουμε

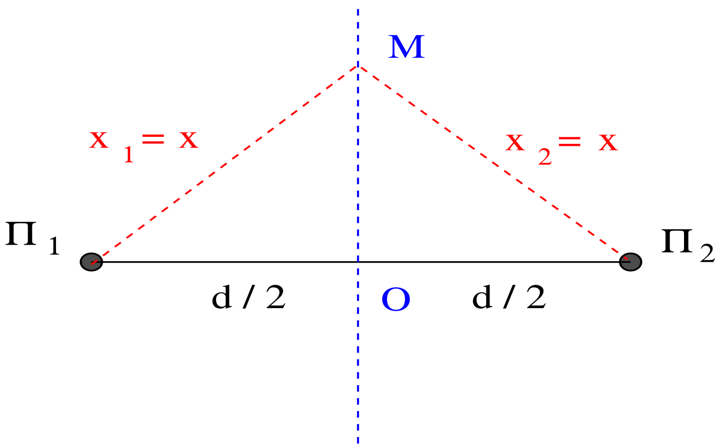


$$\begin{matrix} (m_1 + m_2)v + m_3 \cdot 0 = m_1 \cdot 0 + (m_2 + m_3)v/3 \\ m_3 = 4m_1 \end{matrix} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 2\,.$$

Επομένως σωστό είναι το α.

ΘΕΜΑ ΤΡΙΤΟ

Η άσκηση δίνει την εξίσωση της μεσοκαθέτου. Η μεσοκάθετος στο τμήμα που συνδέει τις δυο πηγές είναι ο μηδενικής τάξης κροσσός συμβολής (επειδή όλα τα σημεία της ισαπέχουν από τις δύο πηγές)



$|x_2 - x_1| = N\lambda = 0\lambda$

Η εξίσωση του κύματος σε σημείο ενίσχυσης καθώς και η εξίσωση που μας δίνει η εκφώνηση της άσκησης είναι:

$$\begin{array}{l} y = 0.2\,\eta\mu\, 2\pi(5t - 10) \\ y = 2A\,\eta\mu\, 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_2 + x_1}{2\lambda}) \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} A = 0.1\,cm \\ T = 0.2\,s \\ x/\lambda = 10 \end{array}$$

Από την θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε $v = \lambda / T \Rightarrow \lambda = 0.4\,m$

Όμως έχουμε ότι x/λ =10 άρα x=4 m.

β) Το σημείο O είναι το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος που συνδέει τις δύο πηγές. Επομένως για το σημείο αυτό θα έχουμε ότι

$$\begin{array}{l} x_2 + x_1 = d \\ d = 1\,m \end{array}$$

Οι φάσεις των ταλαντώσεων των δύο σημείων είναι:

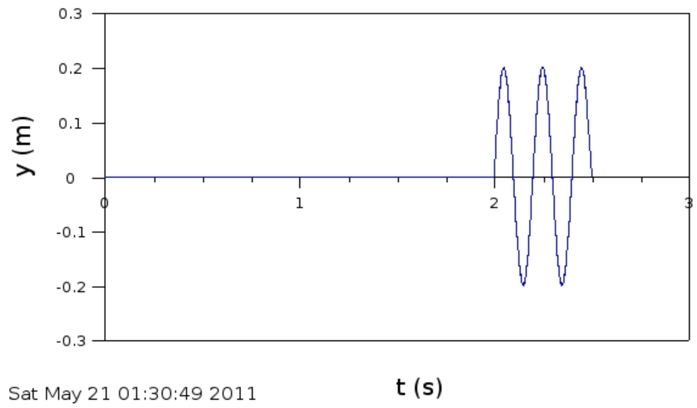
$$\begin{array}{l} \varphi_M = 2\pi(5t - 10) \\ \varphi_O = 2\pi(5t - 1/0.8) \end{array} \Rightarrow \varphi_O - \varphi_M = 17.5\pi$$

γ) Η εξίσωση της ενίσχυσης είναι (έχοντας υπόψιν μας ότι το άθροισμα των δύο τμημάτων είναι το d)

$$\begin{array}{l} x_2 - x_1 = N\lambda \\ x_2 + x_1 = d \\ 0 \le x_1 \le d \\ \lambda = 0.4\,m \\ d = 1\,m \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} x_1 = 0.2N + 0.5 \\ 0 \le x_1 \le d \end{array} \Rightarrow -\frac{0.5}{0.2} \le N \le \frac{0.5}{0.2} \Rightarrow N = -2, -1, 0, 1, 2$$

Επομένως έχουμε 5 σημεία.

δ) Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσουν και τα δύο κύματα στο σημείο M (καθώς το σημείο αυτό ισαπέχει από τις πηγές και επομένως τα δύο κύματα χρειάζονται τον ίδιο χρόνο για να φτάσουν εκεί) είναι (x=4 m , v= 2 m/s)



t_1= x/v= 2 s

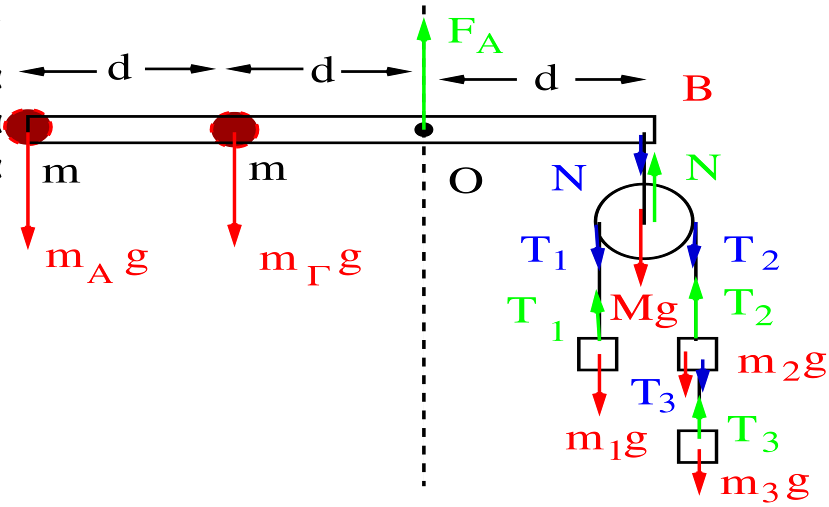
Μετά στον χρόνο
που υπολείπεται
και είναι
t_2= 2.5 – 2 = 0.5 s εκτελούνται (T=0.2 s)

N = 0.5 / T = 2.5 ταλαντώσεις.

Συνεπώς το σημείο Μ (όπως και όλα τα σημεία της μεσοκαθέτου) ή δεν ταλαντώνονται καθόλου ή ταλαντώνονται λόγω της συμβολής των δύο κυμάτων. Δεν υπάρχει χρονική περίοδος όπου το σημείο να ταλαντώνεται μόνο εξαιτίας του ενός κύματος.

ΘΕΜΑ ΤΕΤΑΡΤΟ

α) Για να ισορροπεί το σύστημα θα πρέπει να ισορροπούν όλα τα σώματα του.



Αρα θα πρέπει να έχουμε :

$$\begin{array}{ll}
m_3 g = T_3 & \textit{Μεταφορική Ισορροπία Σώματος } m_3 \\
m_2 g + T_3 = T_2 & \textit{Μεταφορική Ισορροπία Σώματος } m_2 \\
m_1 g = T_1 & \textit{Μεταφορική Ισορροπία Σώματος } m_1 \\
N = Mg + T_1 + T_2 & \textit{Τροχαλία Μεταφορική Ισορροπία} \\
T_1 R = T_2 R & \textit{Τροχαλία Περιστροφική Ισορροπία} \\
N d = m_\Gamma g d + m_A g 2d & \textit{Ράβδος Περιστροφική Ισορροπία} \\
N + m_\Gamma g + m_A g = F_A & \textit{Ράβδος Μεταφορική Ισορροπία}
\end{array}$$

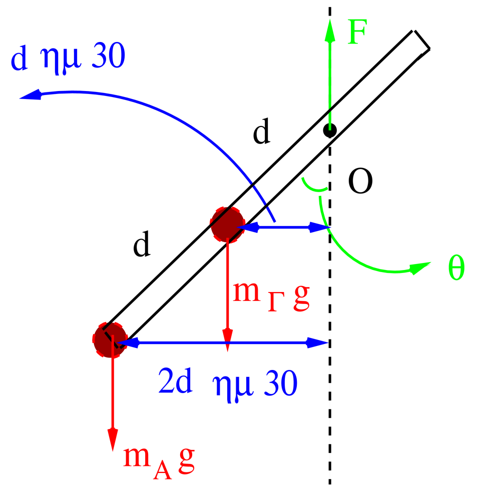
Οι εξισώσεις ικανοποιούνται καθώς για τη ράβδο τελικά ισχύει 8=8 άρα ισορροπεί περιστροφικά ενώ για τη δύναμη στηρίγματος F_A δεν έχουμε πρόβλημα που δεν τη γνωρίζουμε καθώς είναι δύναμη από άξονα και μπορεί να πάρει όποια τιμή χρειάζεται για να ικανοποιήσει την συνθήκη για τη μεταφορική ισορροπία της ράβδου.

β) Οι αποστάσεις των φορέων των δυο βαρών από τον άξονα περιστροφής είναι για την μάζα Γ

d ημ(30)

και για τη μάζα Α

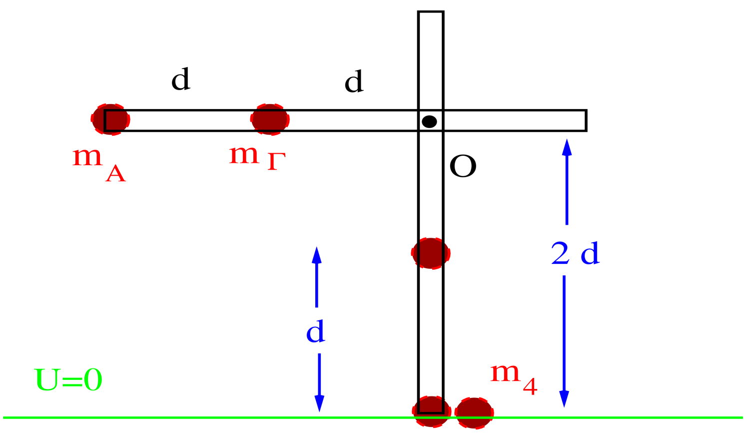
2d ημ 30



Από την $\sum \vec{\tau} = I \vec{\alpha}_\gamma$ και τον ορισμό της ροπής αδράνειας $I = \sum m_i r_i^2$ (εδώ έχουμε μόνο i=1,2 καθώς έχουμε μόνο δύο σώματα με μάζες στο σύστημα μας) έχουμε ότι:

$$\begin{matrix} m_\Gamma g\, d\, \eta\mu(30) + m_A g\, 2d\, \eta\mu(30) = I\, \alpha_\gamma \\ I = m_A (2\mathrm{d})^2 + m_\Gamma d^2 \end{matrix} \Rightarrow \alpha_\gamma = 4\, rad/s^2$$

γ) Από την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας (καθώς γνωρίζουμε ότι οι δυνάμεις στο στήριγμα δεν παράγουν έργο) με επίπεδο ορισμού βαρυτικής δυναμικής ενέργειας το χαμηλότερο σημείο της τροχιάς της μάζας Α κατά τη διάρκεια της κίνησης της έχουμε ότι:



$$
\left.\begin{array}{c}
K_{\alpha\rho\chi} + V_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\varepsilon\lambda} + V_{\tau\varepsilon\lambda} \\
K_{\alpha\rho\chi} = 0 \\
V_{\alpha\rho\chi} = m_\Gamma g\, 2d + m_A g\, 2d \\
K_{\tau\varepsilon\lambda} = \dfrac{I\omega^2}{2} \\
V_{\tau\varepsilon\lambda}\, m_\Gamma g\, d \\
I = m_A (2\mathrm{d})^2 + m_\Gamma d^2
\end{array}\right. \Rightarrow \begin{array}{c} m_\Gamma g\, 2d + m_A g\, 2d = \dfrac{I\omega^2}{2} + m_\Gamma g\, d \\ I = m_A (2\mathrm{d})^2 + m_\Gamma d^2 \end{array} \Rightarrow \omega = 4\, rad/s
$$

Στη συνέχεια έχουμε κρούση με στερεό σώμα το οποίο είναι στερεωμένο σε ένα σημείο του με ένα υλικό σημείο άρα διατηρείται η στροφορμή καθώς αν και υπάρχουν εξωτερικές δυνάμεις στο σημείο στήριξης που μεταβάλλουν την ορμή του συστήματος αυτές οι δυνάμεις δεν έχουν εξωτερικές ροπές καθώς οι φορείς τους περνούν από τον άξονα περιστροφής. Καθώς η m_4 κολλάει πάνω στην m_A η ροπή αδράνειας του συστήματος αλλάζει:

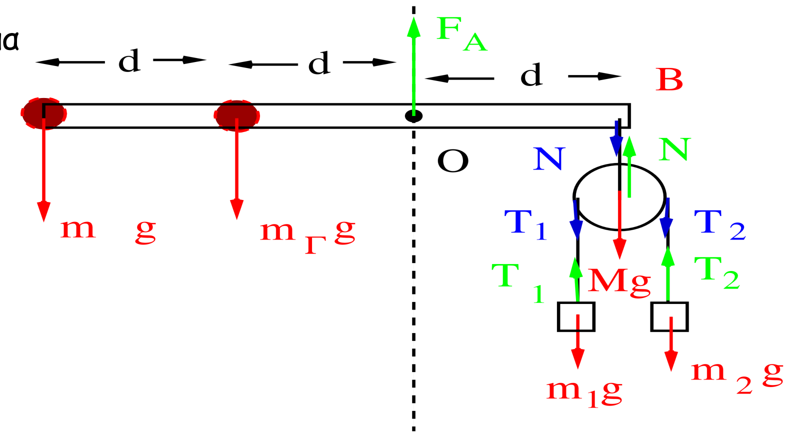
$$
\left.\begin{array}{c}
L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\varepsilon\lambda} \\
L = I\omega \\
I_{\alpha\rho\chi} = m_A (2\mathrm{d})^2 + m_\Gamma d^2 \\
I_{\tau\varepsilon\lambda} = m_A (2\mathrm{d})^2 + m_\Gamma d^2 + m_4 (2\mathrm{d})^2
\end{array}\right. \Rightarrow \omega_{\tau\varepsilon\lambda} = 4/3\, rad/s
$$

Τελικά η ταχύτητα είναι

Γνωρίζουμε ότι στην περιστροφική κίνηση ισχύει η σχέση v=ωr όπου r η ακτίνα της τροχιάς της κίνησης . Επομένως:

$$v = \omega_{\tau\varepsilon\lambda} 2\mathrm{d} = 8/3\, m/s$$

δ) Στο νέο σύστημα έχουμε ότι:



$$
\left.\begin{array}{c}
T_2 - m_2 g = m_2 a \\
m_1 g - T_1 = m_1 a \\
(T_1 - T_2) R = I \alpha_\gamma \\
a = \alpha_\gamma R \\
I = \dfrac{MR^2}{2}
\end{array}\right. \Rightarrow a = 2\mathrm{m}/s^2 \Rightarrow \begin{array}{c} T_1 = 16\, N \\ T_2 = 12\, N \end{array}
$$

Συνεπώς από την μεταφορικής ισορροπίας της τροχαλίας η δύναμη στήριξης της από τη ράβδο είναι

$$\Sigma F=0 \Rightarrow F=Mg+T_1+T_2=68\,N$$

Άρα η ισορροπία της ράβδου μας δίνει ότι:

$$\Sigma\tau=0 \Rightarrow m\,g\,2\mathrm{d}+m_\Gamma\,g\,d=68\,d \Rightarrow m=0.4\,kg$$

Η Επιτροπή Λύσεων της ΕΕΦ.

Βαβάσης Μάκης
Γκίκας Εμμανουήλ
Δαμιανός Σπύρος
Ζαρκαδούλας Γεώργιος
Κανέλλος Αγαμέμνων
Καράβολας Βασίλειος
Κοκκωνάκης Σωτήρης
Κασίδης Αθανάσιος
Μάντης Ευάγγελος
Νικολάου Χαράλαμπος
Πανάγος Λουκάς
Παυλικάκης Γιώργος
Σαββάκης Απόστολος
Σταυριανάκος Βασίλειος
Τσεφαλάς Κωνσταντίνος
Φιλντίσης Παναγιώτης
Φράγγος Δημήτριος
Ψαλλίδας Αργύρης