ΘΕΜΑ Α

Α1.Φορτισμένο σωματίδιο κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο διαγράφοντας κυκλική τροχιά ακτίνας R.Αν το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου διπλασιαστεί , τότε η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σωματίδιο θα γίνει ίση με : α.2R β. $\frac{R}{2}$ γ.4R δ. $\frac{R}{4}$

(Μονάδες 5)

Α2.Η σκεδαζόμενη ακτινοβολία στο φαινόμενο Compton έχει :
α. Μεγαλύτερη συχνότητα από την προσπίπτουσα ακτινοβολία.
β. Μικρότερη συχνότητα από την προσπίπτουσα ακτινοβολία.
γ. Ίδια συχνότητα με την προσπίπτουσα ακτινοβολία.
δ. Μικρότερο μήκος κύματος από την προσπίπτουσα ακτινοβολία.

(Μονάδες 5)

Α3.Σωληνοειδές μεγάλου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι, οπότε στο κέντρο του δημιουργείται ομογενές μαγνητικό πεδίο του οποίου η ένταση έχει μέτρο Β. Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές ,τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σωληνοειδές κοντά στα άκρα θα γίνει ίσο με : α.Β/2 β. Β γ. 2Β δ.4Β

(Μονάδες 5)

Α4.Από τα παρακάτω ζεύγη εξισώσεων αυτό που περιγράφει σωστά στο S.I. την ένταση Ε του ηλεκτρικού πεδίου και την ένταση Β του μαγνητικού πεδίου ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος που διαδίδεται στο κενό είναι το :
α. Ε=60ημ2π(6·10^{14} t -2·10^{6} x) , Β=3·10^{-7}ημ2π(6·10^{14} t -2·10^{6} x)
β. Ε=90ημ2π(4·10^{14} t -2·10^{6} x) , Β=3·10^{-7}ημ2π(4·10^{14} t -2·10^{6} x)
γ. Ε=90ημ2π(6·10^{14} t -2·10^{6} x) , Β=3·10^{-7}ημ2π(6·10^{14} t -2·10^{6} x)
δ. Ε=60ημ2π(4·10^{14} t -2·10^{6} x) , Β=3·10^{-7}ημ2π(4·10^{14} t -2·10^{6} x)

(Μονάδες 5)

Α5. Ποιές προτάσεις είναι Σωστές και ποιες Λανθασμένες.
α. Σε μία εξαναγκασμένη ταλάντωση το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη και τη σταθερά απόσβεσης.
β. Σύμφωνα με τη συνθήκη κανονικοποίησης, η πιθανότητα να βρίσκεται ένα σωματίδιο κάπου στον χώρο είναι μεγαλύτερη από τη μονάδα.
γ. Σε μία φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο ,το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι σταθερό.

δ. Ο νόμος Biot-Savart ισχύει μόνο για ευθύγραμμους αγωγούς.
ε. Η ροπή ενός ζεύγους δυνάμεων τετραπλασιάζεται ,αν διπλασιάσουμε τα μέτρα των δυνάμεων και αφήσουμε ίδια τη μεταξύ τους απόσταση.

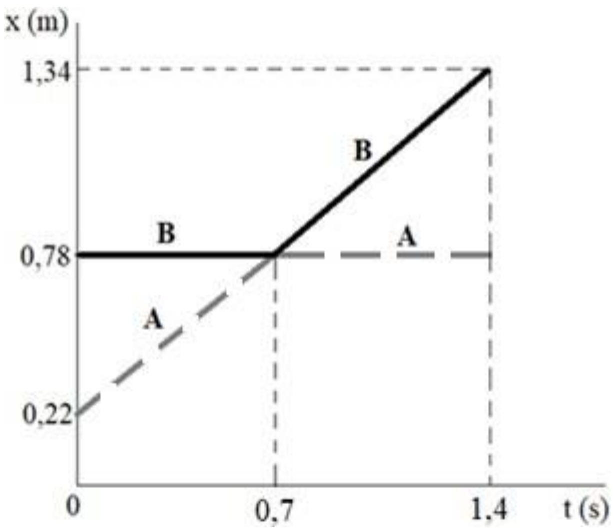
(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1.Στο εργαστήριο Φυσικής του σχολείου εκτελέστηκε ένα πείραμα κεντρικής ελαστικής κρούσης μεταξύ δύο σφαιρών Α και Β, με μάζες m_A και m_B αντίστοιχα. Με τη βοήθεια αισθητήρων κίνησης πήραμε το γράφημα θέσης-χρόνου $(x - t)$ του παρακάτω σχήματος για τις δύο σφαίρες Α (συνεχής μαύρη γραμμή) και Β (διακεκομμένη γκρι γραμμή). Από αυτό διαπιστώνουμε ότι για τις μάζες των δύο σφαιρών Α και Β ισχύει:

(α) $m_A > m_B$ **(β)** $m_A < m_B$ **(γ)** $m_A = m_B$

Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.



(Μονάδες 8)

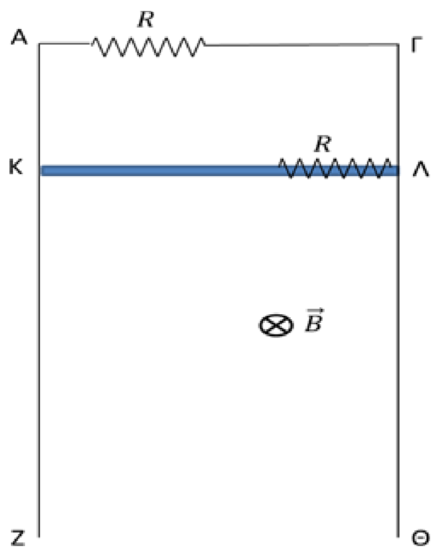
Β2.Όταν φωτεινή ακτινοβολία μήκους κύματος λ προσπίπτει σε μεταλλική επιφάνεια, εκπέμπονται από αυτή φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια K. Εάν στην ίδια μεταλλική επιφάνεια προσπίπτει φωτεινή ακτινοβολία με μήκος κύματος λ', που είναι κατά 50% μεγαλύτερο του μήκους κύματος λ, τότε αυτή εκπέμπει φωτοηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια $K'=\frac{K}{2}$. Το έργο εξαγωγής του μετάλλου αυτού είναι ίσο

(α) $\varphi = 2K$, **(β)** $\varphi =\frac{7K}{4}$ **(γ)** $\phi= \frac{K}{2}$

(Μονάδες 9)

Β3 Οι αγωγοί ΑΖ και ΓΘ της διάταξης του παρακάτω σχήματος είναι κατακόρυφοι, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν απόσταση L. Μεταξύ των Α και Γ συνδέεται ωμική αντίσταση R. Ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος, έχει μήκος L, μάζα m και ωμική αντίσταση R. Όλη η διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς ΑΖ και ΓΘ, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Ο αγωγός ΚΛ συγκρατείται ακίνητος και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνεται να κινηθεί οπότε, κάποια χρονική στιγμή, αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{u}_{op}$, της οποίας το μέτρο είναι ίσο με:

α) $υορ =\frac{2mgR}{B^2L^2}$ β) $υορ =\frac{mgR}{B^2L^2}$ γ) $υορ =\frac{mgR}{2B^2L^2}$



(Μονάδες 8)

ΘΕΜΑ Γ

Ένα κύμα διαδίδεται κατά μήκος ενός ελαστικού μέσου, προς τα δεξιά (θετική φορά) με εξίσωση: y=0,2 ημ2π(5t-10x) (S.I)

α. Να γράψετε την εξίσωση ενός άλλου κύματος το οποίο διαδίδεται κατά μήκος του ελαστικού μέσου και συμβάλλοντας με το πρώτο δημιουργεί στάσιμο, με κοιλία στη θέση x=0. Ποια η εξίσωση του προκύπτοντος στάσιμου, θεωρώντας ως t=0 τη στιγμή που τα κύματα συμβάλλουν στο Ο (x=0). **(Μονάδες 5)**

β. Να εξετάσετε αν τα σημεία Κ, με x_K=0,125m και Η με x_H=0,35m είναι δεσμοί ή κοιλίες του στάσιμου. **(Μονάδες 6)**

γ. Να βρείτε πόσες κοιλίες και πόσοι δεσμοί του στάσιμου βρίσκονται μεταξύ των σημείων Κ, Η. **(Μονάδες 6)**

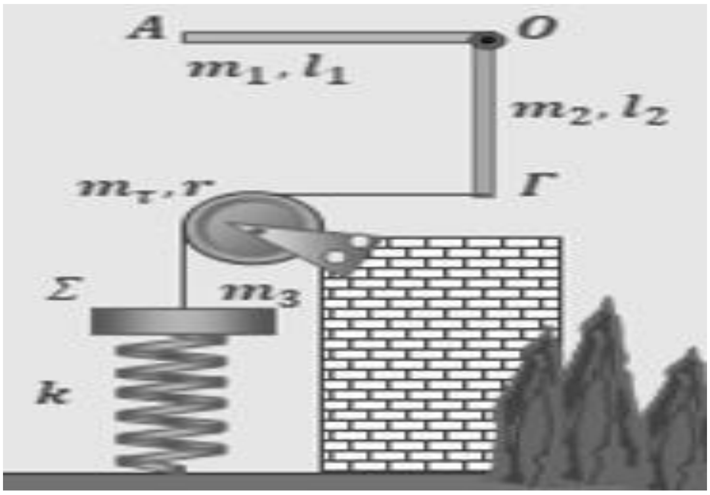
δ. Δύο σημεία Ζ, Μ του μέσου βρίσκονται στις θέσεις x_Z=0,21m και x_M=0,30m. Να βρείτε πόσοι δεσμοί του στάσιμου βρίσκονται μεταξύ των σημείων Ζ, Μ και στη συνέχεια να υπολογίσετε την απομάκρυνση και την ταχύτητα του σημείου Μ, τη χρονική στιγμή που το Ζ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα. **(Μονάδες 8)**

ΘΕΜΑ Δ

Δύο λεπτές, ισοπαχείς και ομογενείς ράβδοι (OA) και $(O\Gamma)$, έχουν συγκολληθεί στο κοινό τους άκρο O, έτσι ώστε να κινούνται σαν ένα σώμα και να είναι κάθετες μεταξύ τους. Στο κοινό άκρο O των δύο ράβδων προσαρμόσαμε σταθερό άξονα, οριζόντιο και κάθετο στο επίπεδό τους, γύρω από τον οποίο μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα, χωρίς τριβές, όπως στο σχήμα. Οι δύο ράβδοι έχουν μάζες $m(OA) = m_1 = 6$ kg και $m(O\Gamma) = m_2 = 3$ kg. Τα μήκη των δύο ράβδων είναι ίσα και δίνονται $l_1 = l_2 = l = 2{,}5$ m. Στο άκρο Γ της ράβδου $O\Gamma$, δέσαμε το ένα άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος. Το νήμα τεντωμένο και οριζόντιο περνάει στο αυλάκι μιας τροχαλίας μάζας $m_T = 1$ kg και ακτίνας r, η οποία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα στο κέντρο της. Το νήμα μετά την τροχαλία τεντωμένο και κατακόρυφο, δένεται σε σώμα Σ, μάζας m_3 = 3 kg, το οποίο είναι στερεωμένο στο πάνω άκρο ιδανικού, σταθεράς κ=300N/m

το άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο.

–



Αρχικά η διάταξη ισορροπεί, με όλα τα σώματα ακίνητα .

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης Τ του νήματος, την οποία δέχεται η ράβδος (ΟΓ) στο άκρο Γ. **(Μονάδες 6)**

β .Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης F ,την οποία δέχεται η τροχαλία από τον άξονά της. **(Μονάδες 6)**

Τη χρονική στιγμή t_0=0 ,κόβουμε το νήμα ,με αποτέλεσμα το σώμα Σ να τεθεί σε κατακόρυφη ταλάντωση.
γ. Να δείξετε ότι η ταλάντωση του σώματος είναι απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε την περίοδό της. **(Μονάδες 6)**

δ. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης και τη μέγιστη δυναμική ενέργεια τους συστήματος εξαιτίας του παραμορφωμένου ελατηρίου. **(Μονάδες 7)**

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας 10m/s^2

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. β) Α2. β) Α3. β) Α4. γ) Α5. α. Σ, β. Λ , γ. Λ , δ. Λ , ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Η σφαίρα Α από 0-0,7s κινείται με ταχύτητα v_A, που θα την υπολογίσουμε από την κλίση της γραφικής παράστασης $x-t$: κλίση=$υ_A$ = $\frac{0{,}78-0{,}22}{0{,}7-0}$ =0,8 m/s

Κινούμενη με την ταχύτητα αυτή, η σφαίρα Α συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά τη χρονική στιγμή t=0,7s με την ακίνητη σφαίρα Β($υ_B$=0).Παρατηρούμε ότι μετά την κρούση η σφαίρα Α έχει μηδενική ταχύτητα (v'_A = 0) ,ενώ η σφαίρα Β αποκτά ταχύτητα $υ'_B$ που θα την υπολογίσουμε από τη κλίση της γραφικής παράστασης x-t :

κλίση=$υ'_B$ = $\frac{1{,}34-0{,}78}{1{,}4-0{,}7}$ =0,8 m/s.

Παρατηρούμε ότι οι δύο σφαίρες ανταλλάσσουν ταχύτητες. Συνεπώς, έχουν ίσες μάζες. Επομένως σωστή απάντηση η **γ)**

Β2.Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein σε κάθε περίπτωση, έχουμε :
K=hf – φ (1) και K'=hf' – φ (2).
από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής : c=λf ή f=c/λ (3) και αντίστοιχα f'=c/λ' (4)
Από τις (1),(3) έχουμε K=h$\frac{c}{λ}$–φ ή hc=λ(K+φ) (5)
οπότε η σχέση (2) με την βοήθεια των σχέσεων (4),(5) γίνεται :

$K' = \frac{\lambda(K+\varphi)}{\lambda'} - \phi$ ή $\frac{K}{2} = \frac{\lambda(K+\varphi)}{\lambda'} - \phi$

Το μήκος κύματος λ' είναι κατά 50% μεγαλύτερο του μήκους κύματος λ δηλ.

$\lambda' = \lambda + \frac{50}{100}\lambda = 1{,}5 \cdot \lambda$ (7)

από τις σχέσεις (6) και (7) έχουμε : $\frac{K}{2} = \frac{\lambda(K+\varphi)}{1{,}5\lambda} - \phi$ ή $\phi = \frac{K}{2}$

Επομένως σωστή απάντηση η **γ)**

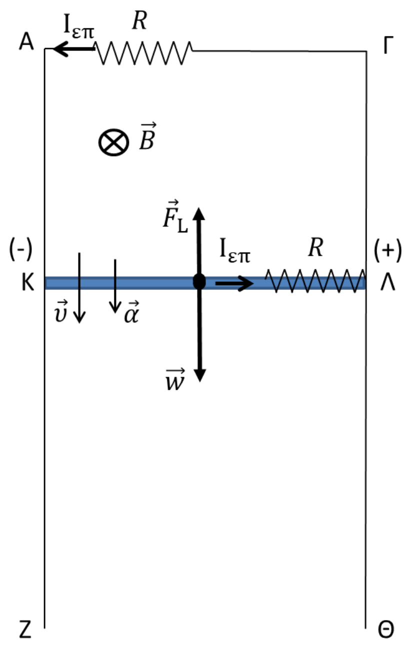
Β3. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κατέρχεται επιταχυνόμενος και κινούμενος κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Στον αγωγό ΚΛ αναπτύσσεται επαγωγική τάση $E_{επ} = B\upsilon L$.

Το κλειστό κύκλωμα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα έντασης :

$I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ΟΛ}} = \frac{B\upsilon L}{2R}$

Στον αγωγό ΚΛ ασκείται δύναμη Laplace αντίρροπη του βάρους του που έχει μέτρο :

$F_L = B \cdot I_{επ} \cdot L = \frac{B^2 \upsilon L^2}{2R}$ (1)



Τη χρονική στιγμή που ο αγωγός ΚΛ αποκτά οριακή ταχύτητα $υ_{ορ}$, η συνισταμένη δύναμη που δέχεται είναι μηδέν, επομένως ΣF=0 ή F_L=mg οπότε λόγω της (1) έχουμε

$\frac{B^2 υ_{ορ} L^2}{2R}$ =mg ή $υ_{ορ} = \frac{2mg}{B^2L^2}$

Επομένως σωστή απάντηση η **α)**

ΘΕΜΑ Γ

α) Συγκρίνοντας την εξίσωση y=0,2·ημ2π(5t-10x) με την εξίσωση του αρμονικού κύματος στην γενική μορφή y=A·ημ2π(ft –x/λ) έχουμε :

A=0,2m ,f=5Hz , λ=1/10=0,1m .

Η εξίσωση ενός άλλου κύματος το οποίο διαδίδεται κατά μήκος του ελαστικού μέσου και συμβάλλοντας με το πρώτο δημιουργεί στάσιμο κύμα θα έχει εξίσωση

y=0,2·ημ2π(5t+10x) (SI)

ενώ η εξίσωση του στάσιμου κύματος θα είναι :

y=2A·συν($\frac{2\pi}{}\chi$) ·ημ(ωt)= 0,4·συν(20πχ)·ημ(10πt)

β) Έστω ότι το σημείο Κ($χ_κ$=0,125m) είναι κοιλία ,οπότε θα ισχύει η σχέση κοιλίας χκ=N·$\lambda/2$ ή 0,125=Ν·0,05 ή Ν =2,5 Άτοπο αφού Ν =0,1,2,3,4,….

Έστω ότι το σημείο Κ($χ_κ$=0,125m) είναι δεσμός ,οπότε θα ισχύει η σχέση δεσμού δηλ.

$χ_δ$ =(2N+1)·λ/4 ή 0,125=(2N+1)0,025 ή Ν=2 ,επομένως το σημείο Κ είναι δεσμός.

Ομοίως εργαζόμαστε και για το σημείο Η με x_H=0,35m και διαπιστώνουμε ότι είναι κοιλία αφού χκ=N·$\lambda/2$ ή 0,35=Ν·0,05 ή Ν=7

γ) Έυρεση κοιλιών μεταξύ των σημείων Κ και Η : $x_κ$ < N·$\lambda/2$ < x_H ή

0,125<Ν·0,05< 0,35 ή 2,5<Ν<7 ή Ν=3,4,5,6 άρα υπάρχουν 4 κοιλίες

Έυρεση δεσμών μεταξύ των σημείων Κ και Η : $x_κ$ < (2N+1)·λ/4 < x_H ή
0,125<(2N+1)·0,025<0,35 ή 2<N<6,5 ή Ν=3,4,5,6 δηλ. υπάρχουν 4 δεσμοί

δ) Δεσμοί μεταξύ των σημείων Ζ(X_Z =0,21m) και Μ(X_M=0,30m) οπότε
0,21<(2N+1)· 0,025<0,30 ή 3,7<N<5,5 ή Ν=4,5 δηλ. υπάρχουν 2 δεσμοί
Η απομάκρυνση του σημείου Μ θα βρεθεί από την εξίσωση του στάσιμου κύματος y=0,4·συν(20πχ)·ημ(10πt)για χ=0,30m οπότε y_M= 0,4·συν(6π)·ημ(10πt) =0,4·ημ(10πt)

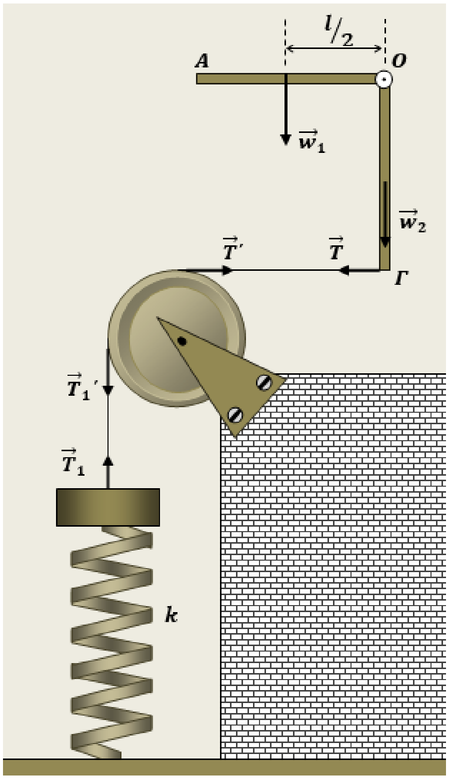
Έυρεση χρονικής στιγμής που το σημείο Ζ διέρχεται από την Θ.Ι. με θετική ταχύτητα. Το σημείο Ζ βρίσκεται μεταξύ του 4ου και 5ου δεσμού. Επομένως την t=0 θα βρίσκεται στην Θ.Ι. και θα έχει φορά προς την ακραία θετική θέση. Έτσι ο χρόνος μέχρι να διέλθει από την Θ.Ι. με θετική ταχύτητα θα είναι T=0,2 sec .

οπότε η απομάκρυνση του Μ θα είναι y_M= 0,4·ημ(10πt)=0,4·ημ2π=0 και η ταχυτητά του θα είναι η μέγιστη δηλ. $υ_{max}$ =ω·Α'$_M$ =ω2Α|συν6π|=10π·2·0,2=4·π m/s

ΘΕΜΑ 4

α. Εφαρμόζουμε τη συνθήκη ισορροπίας των ροπών δυνάμεων που ασκούνται στο σύστημα των δύο ράβδων, ως προς τον άξονα στο Ο :

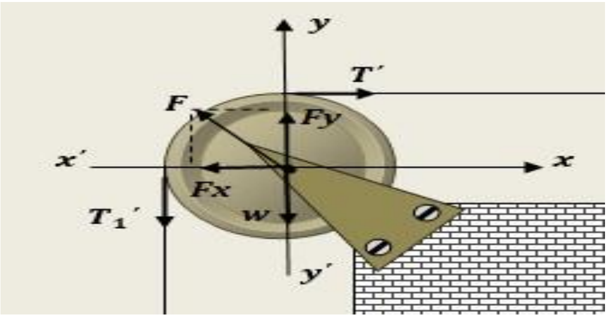
$Στ_o$=0 ή $w_1 \cdot \frac{l}{2} = T \cdot l$ ή $T=\frac{w_1}{2}$ =30N



β. Το τεντωμένο οριζόντιο τμήμα του αβαρούς νήματος ,ασκεί στα άκρα του δυνάμεις αντίθετες, δηλ. ισχύει T'=T=30N. Εφαρμόζουμε στην τροχαλία συνθήκη ισορροπίας ροπών ως προς τον άξονα περιστροφής της : $Στ_{αξ}$=0 ή $T'_1 \cdot r = T \cdot r$ ή T'_1 =T=30N.

Αναλύουμε τη δύναμη που δέχεται η τροχαλία από τον άξονά της σε δύο συνιστώσες F_X, F_y οριζόντια και κατακόρυφα. Εφαρμόζουμε συνθήκη ισορροπίας δυνάμεων κατά άξονες :

$\Sigma F_x=0$ ή $T'-F_X=0$ ή $F_X= T'=30N$ και $\Sigma F_y=0$ ή $F_y-T'_1-w=0$ ή $F_y=40N$ οπότε το μέτρο της δύναμης F που δέχεται η τροχαλία από τον άξονά της : $F=\sqrt{F_y^2+F_X^2}=50N$

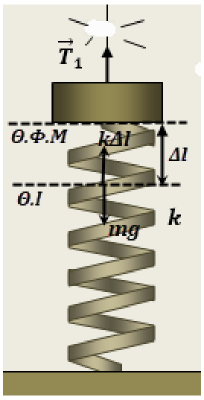


γ. Το τεντωμένο κατακόρυφο νήμα του αβαρούς νήματος ασκεί στα άκρα του αντίθετες δυνάμεις οπότε $T_1=T'_1=30N$.

Παρατηρούμε ότι το μέτρο της τάσης του νήματος που ασκείται κατακόρυφα και προς τα πάνω στο σώμα Σ είναι ίσο με το μέτρο του βάρους του $w_3=30N$.Άρα το σώμα Σ ισορροπεί αρχικά στη θέση όπου το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος .

Όταν κοπεί το νήμα το σώμα αρχίζει να ταλαντώνεται κατακόρυφα γύρω από τη Θ.Ι. ,στην οποία το ελατήριο έχει συσπείρωση κατά Δl :

Στην Θ.Ι. : $\Sigma F=0$ ή $\kappa \cdot \Delta l=m_3 \cdot g$ ή $\Delta l=0,1m$



Στην τυχαία θέση καθώς κατεβαίνει το σώμα Σ και είναι κατά χ πάνω από τη Θ.Ι. ισχύει : ΣF'=κ·(Δl-χ) - $m_3 \cdot g$ =κ·Δl-κ·χ- $m_3 \cdot g$ =-κ·χ άρα η ταλάντωση είναι ΑΑΤ.

δ. η στιγμή που κόπηκε το νήμα και άρχισε η ΑΑΤ του σώματος, η ταχύτητα του Σ ήταν μηδέν. Άρα η αρχική του θέση ήταν ακραία θέση της ταλάντωσης, συνεπώς το πλάτος ταλάντωσης είναι ίσο με την συσπείρωση του ελατηρίου στη Θ.Ι. του σώματος: Α=Δl=0,1m

Η μέγιστη συσπείρωση ελατηρίου θα εμφανίζεται στο κάτω άκρο της ταλάντωσης οπότε Δl_{max}=2·A=0,2m και η μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου θα είναι : $U_{ελ(max)}=\frac{1}{2}\cdot κ\cdot(2\cdot \mathrm{A})^2$=6J

Η μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης είναι : $U_{T(max)}=\frac{1}{2}\cdot κ\cdot A^2$=1,5 J