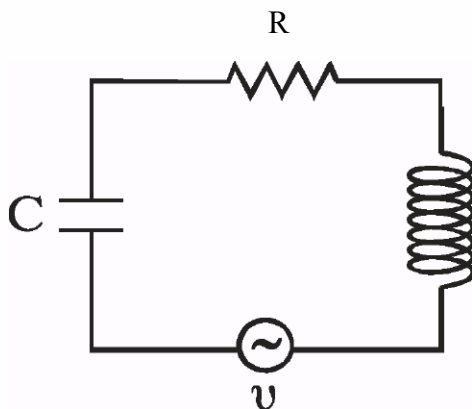


ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΘΕΜΑ 1^ο:

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ερωτήσεις 1-4 και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Στο κύκλωμα των εξαναγκασμένων ηλεκτρικών ταλαντώσεων του σχήματος



- α. το πλάτος I της έντασης του ρεύματος είναι ανεξάρτητο της συχνότητας της εναλλασσόμενης τάσης.
β. η συχνότητα της ηλεκτρικής ταλάντωσης του κυκλώματος είναι πάντοτε ίση με την ιδιοσυχνότητά του.
γ. η ιδιοσυχνότητά του κυκλώματος είναι ανεξάρτητη της χωρητικότητας C του πυκνωτή.
δ. όταν η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης γίνει ίση με την ιδιοσυχνότητά του κυκλώματος, έχουμε μεταφορά ενέργειας στο κύκλωμα κατά το βέλτιστο τρόπο.

Μονάδες 5

2. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός προσπίπτει πλάγια στη διαχωριστική επιφάνεια δυο οπτικών μέσων 1 και 2. Οι δείκτες διάθλασης στα μέσα 1 και 2 είναι αντίστοιχα n_1 και n_2 με $n_1 > n_2$. Αν η μονοχρωματική ακτίνα ανακλάται ολικά

- α. υπάρχει διαθλώμενη ακτίνα.
β. η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.
γ. η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από την κρίσιμη γωνία ανάκλασης.
δ. η ταχύτητα διάδοσης της μεταβάλλεται.

Μονάδες 5

3. Σ' ένα στάσιμο κύμα όλα τα μόρια του ελαστικού μέσου στο οποίο δημιουργείται

- α. έχουν ίδιες κατά μέτρο μέγιστες ταχύτητες.
β. έχουν ίσα πλάτη ταλάντωσης.
γ. διέρχονται ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας.
δ. έχουν την ίδια φάση.

Μονάδες 5

4. Κατά τη σύνθεση δυο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίδιας διεύθυνσης, που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο, με το ίδιο πλάτος A και συχνότητες f_1 και f_2 που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους

- α. το μέγιστο πλάτος της ταλάντωσης είναι $2A$.
β. όλα τα σημεία ταλαντώνονται με το ίδιο πλάτος.

γ. ο χρόνος ανάμεσα σε δυο διαδοχικούς μηδενισμούς του πλάτους είναι $T = \frac{1}{f_1 + f_2}$

δ. Ο χρόνος ανάμεσα σε δυο διαδοχικούς μηδενισμούς του πλάτους είναι $T = \frac{1}{2|f_1 - f_2|}$
Μονάδες 5

Στην παρακάτω ερώτηση 5 να γράψετε στο τετράδιο σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη Σωστό για τη σωστή πρόταση και τη λέξη Λάθος για τη λανθασμένη.

5. α. Το φαινόμενο Doppler χρησιμοποιείται από τους γιατρούς, για να παρακολουθούν τη ροή του αίματος.

β. Στις ανελαστικές κρούσεις δεν διατηρείται η ορμή.

γ. Σύμφωνα με την αρχή της επαλληλίας, η συνεισφορά κάθε κύματος στην απομάκρυνση κάποιου σημείου του μέσου εξαρτάται από την ύπαρξη του άλλου κύματος.

δ. Όταν μονοχρωματικό φως διέρχεται από ένα μέσο σε κάποιο άλλο με δείκτες διάθλασης $n_1 \neq n_2$, το μήκος κύματος της ακτινοβολίας είναι το ίδιο στα δυο μέσα.

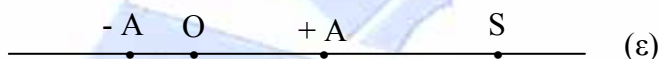
ε. Η σταθερά απόσβεσης b σε μία φθίνουσα ταλάντωση εξαρτάται και από τις ιδιότητες του μέσου.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 2^ο

Για τις παρακάτω ερωτήσεις να γράψετε στο τετράδιο σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Σε σημείο ευθείας ϵ βρίσκεται ακίνητη ηχητική πηγή S που εκπέμπει ήχο σταθερής συχνότητας. Πάνω στην ίδια ευθεία ϵ παρατηρητής κινείται εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A , όπως φαίνεται στο σχήμα.



Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής θα είναι μέγιστη, όταν αυτός βρίσκεται

α. στη θέση ισορροπίας O της ταλάντωσης του κινούμενος προς την πηγή.

β. σε τυχαία θέση της ταλάντωσης του απομακρυνόμενος από την πηγή.

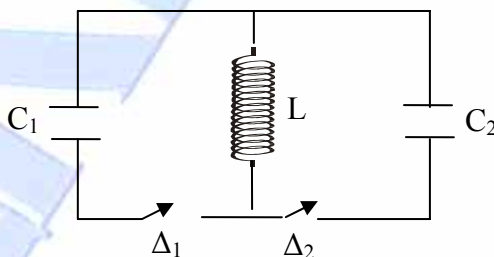
γ. σε μία από τις ακραίες θέσεις της απλής αρμονικής ταλάντωσης.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

2. Στο ιδανικό κύκλωμα LC του σχήματος έχουμε αρχικά τους διακόπτες Δ_1 και Δ_2 ανοικτούς.



Ο πυκνωτής χωρητικότητας C_1 έχει φορτιστεί μέσω πηγής συνεχούς τάσης με φορτίο Q_1 . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο διακόπτης Δ_1 κλείνει, οπότε στο κύκλωμα LC_1 έχουμε αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση. Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{5T}{4}$, όπου T η περίοδος της ταλάντωσης του κυκλώματος LC_1 , ο διακόπτης Δ_1 ανοίγει και ταυτόχρονα κλείνει ο Δ_2 . Το μέγιστο φορτίο Q_2 που θα αποκτήσει ο πυκνωτής χωρητικότητας C_2 , όπου $C_2 = 4C_1$, κατά τη διάρκεια της ηλεκτρικής ταλάντωσης του κυκλώματος LC_2 θα είναι ίσο με

α) Q_1 .

β) $\frac{Q_1}{2}$

γ) $2Q_1$

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

3. Κατά μήκος ευθείας $x'x$ βρίσκονται στις θέσεις K και Λ δυο σημειακές πηγές Π_1 και Π_2 παραγωγής μηχανικών αρμονικών κυμάτων. Η εξίσωση που περιγράφει τις απομακρύνσεις τους από τη θέση ισορροπίας τους σε συνάρτηση με το χρόνο είναι $y = A\eta\mu\omega t$.

Η απόσταση $(K\Lambda)$ είναι 6cm. Το μήκος κύματος των παραγόμενων κυμάτων είναι 4cm. Σε σημείο Σ της ευθείας $x'x$, το οποίο δεν ανήκει στο ευθύγραμμο τμήμα $K\Lambda$ και δεν βρίσκεται κοντά στις πηγές, το πλάτος ταλάντωσης του A' θα είναι

α) $A' = 2A$.

β) $A' = 0$.

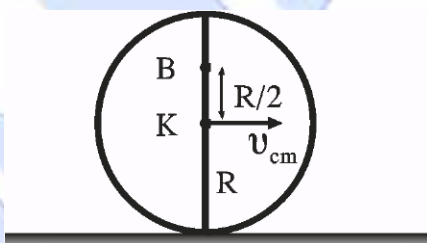
γ) $0 < A' < 2A$.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

4. Σε οριζόντιο επίπεδο ο δίσκος του σχήματος με ακτίνα R κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει και η ταχύτητα του κέντρου μάζας του K είναι v_{cm} .



Η ταχύτητα του σημείου που βρίσκεται στη θέση B της κατακόρυφης διαμέτρου και απέχει απόσταση $R/2$ από το K θα είναι

α) $\frac{3}{2}v_{cm}$

β) $\frac{2}{3}v_{cm}$

γ) $\frac{5}{2}v_{cm}$

Μονάδες 2

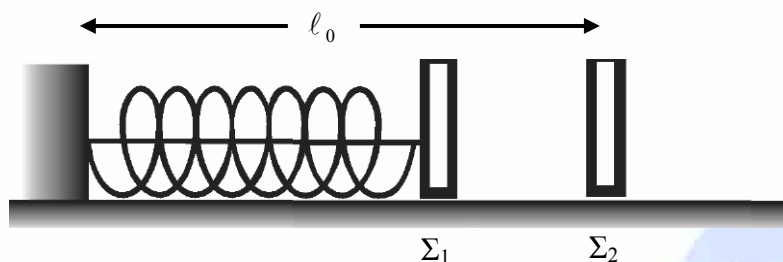
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 3^ο

Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 , αμελητέων διαστάσεων, με μάζες $m_1 = 1 \text{ kg}$ και $m_2 = 3 \text{ kg}$ αντίστοιχα είναι τοποθετημένα σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στη μία άκρη οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$. Η άλλη άκρη του ελατηρίου, είναι ακλόνητα στερεωμένη. Το ελατήριο με τη βοήθεια νήματος είναι συσπειρωμένο κατά $0,2 \text{ m}$, όπως φαίνεται

στο σχήμα. Το Σ_2 ισορροπεί στο οριζόντιο επίπεδο στη θέση που αντιστοιχεί στο φυσικό μήκος ℓ_0 του ελατηρίου.



Κάποια χρονική στιγμή κόβουμε το νήμα και το σώμα Σ_1 κινούμενο προς τα δεξιά συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα Σ_2 . Θεωρώντας ως αρχή μέτρησης των χρόνων τη στιγμή της κρούσης και ως θετική φορά κίνησης την προς τα δεξιά, να υπολογίσετε

- την ταχύτητα του σώματος Σ_1 λίγο πριν την κρούση του με το σώμα Σ_2 . Μονάδες 6
- τις ταχύτητες των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , αμέσως μετά την κρούση. Μονάδες 6
- την απομάκρυνση του σώματος Σ_1 , μετά την κρούση, σε συνάρτηση με το χρόνο. Μονάδες 6
- την απόσταση μεταξύ των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 όταν το σώμα Σ_1 ακινητοποιείται στιγμιαία για δεύτερη φορά.

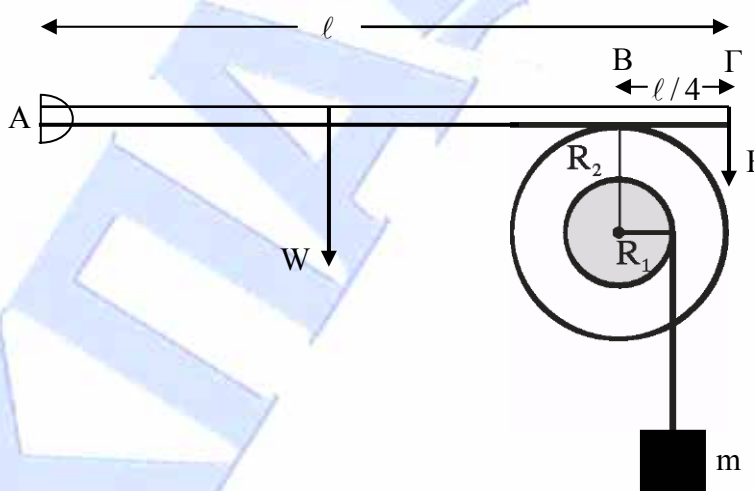
Δεχθείτε την κίνηση του σώματος Σ_1 τόσο πριν, όσο και μετά την κρούση ως απλή αρμονική ταλάντωση σταθεράς k .

Δίνεται $\pi = 3,14$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4^ο

Άκαμπτη ομογενής ράβδος ΑΓ με μήκος ℓ και μάζα $M = 3\text{ kg}$ έχει το άκρο της Α αρθρωμένο και ισορροπεί οριζόντια. Στο άλλο άκρο Γ ασκείται σταθερή κατακόρυφη δύναμη F μέτρου 9 N , με φορά προς τα κάτω. Η ράβδος ΑΓ εφάπτεται στο σημείο Β με στερεό που αποτελείται από δυο ομοαξονικούς κυλίνδρους με ακτίνες $R_1 = 0,1\text{ m}$ και $R_2 = 0,2\text{ m}$, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Η απόσταση του σημείου επαφής Β από το άκρο Γ της ράβδου είναι $\frac{\ell}{4}$. Το στερεό μπορεί να

περιστρέφεται χωρίς τριβές, σαν ένα σώμα γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που περνάει από το κέντρο του. Ο άξονας περιστροφής συμπίπτει με τον άξονα συμμετρίας των δυο κυλίνδρων. Η ροπή αδράνειας του στερεού ως προς τον άξονα περιστροφής είναι $I = 0,09\text{ kgm}^2$. Γύρω από τον κύλινδρο ακτίνας R_1 είναι τυλιγμένο αβαρές και μη έκτατο νήμα στο άκρο του οποίου κρέμεται

σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$.

α. Να υπολογίσετε την κατακόρυφη δύναμη που δέχεται η ράβδος στο σημείο B από το στερεό.

Μονάδες 6

β. Αν το σώμα μάζας m ισορροπεί, να βρείτε το μέτρο της δύναμης της στατικής τριβής μεταξύ της ράβδου και του στερεού.

Μονάδες 6

γ. Στο σημείο επαφής B μεταξύ ράβδου και στερεού ρίχνουμε ελάχιστη ποσότητα λιπαντικής ουσίας έτσι, ώστε να μηδενιστεί η τριβή χωρίς να επιφέρει μεταβολή στη ροπή αδράνειας του στερεού. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος μάζας m , όταν θα έχει ξετυλιχθεί νήμα μήκους $0,5\text{m}$. Να θεωρήσετε ότι το νήμα ξετυλίγεται χωρίς να ολισθαίνει στον εσωτερικό κύλινδρο.

Μονάδες 6

δ. Να υπολογίσετε το ρυθμό παραγωγής έργου στο στερεό τη χρονική στιγμή που έχει ξετυλιχθεί νήμα μήκους $0,5\text{m}$.

Μονάδες 7

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Καλή επιτυχία!!!

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο:

- | | | | | |
|----|----------|----|------------|-----------|
| 1. | δ | 5. | α | Σ |
| 2. | β | | β | Λ |
| 3. | γ | | γ | Λ |
| 4. | α | | δ | Λ |
| | | | ϵ | Σ |

ΘΕΜΑ 2^ο:

1. Σωστή απάντηση η (α)

Γνωρίζουμε ότι : $f_A = f_s \frac{U \pm U_A}{U}$

Η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι μέγιστη όταν η ταχύτητα του U_A είναι μέγιστη και πλησιάζει προς την πηγή
Αυτό συμβαίνει όταν περνά από τη θέση ισορροπίας ο κινούμενος προς την πηγή.

2. Σωστή απάντηση η (γ)

Τη στιγμή $t_1 = \frac{5T}{4}$ ο πυκνωτής C_1 είναι αφόρτιστος οπότε $q = 0$ ενώ το ρεύμα στο πηνίο είναι μέγιστο $I = \omega_1 Q_1$

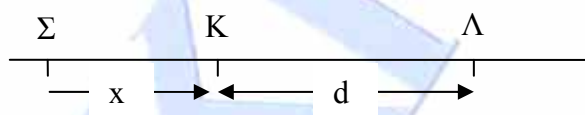
Όμως $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{LC_1}}$ οπότε $I = \frac{Q_1}{\sqrt{LC_1}}$ (1)

Όταν ο διακόπτης Δ_1 ανοίγει και κλείνει ο Δ_2 έχουμε ηλεκτρική ταλάντωση μεταξύ L και C_2 με μέγιστο ρεύμα $I = \omega_2 Q_2 \Rightarrow I = \frac{1}{\sqrt{LC_2}} Q_2$ (2)

Από (1) και (2) : $\frac{Q_1}{\sqrt{LC_1}} = \frac{Q_2}{\sqrt{LC_2}}$ και επειδή $C_2 = 4C_1$ έχουμε

$$\frac{Q_1}{\sqrt{C_1}} = \frac{Q_2}{\sqrt{4C_1}} \Rightarrow Q_2 = 2Q_1$$

3. Σωστή απάντηση η β

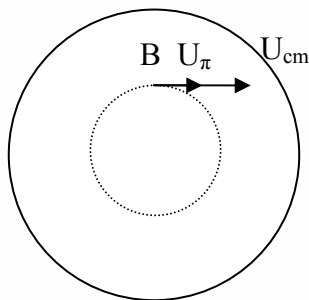


Το σημείο Σ απέχει απόσταση x από τη μια πηγή K και $d + x$ από την άλλη πηγή Λ .

Το πλάτος της ταλάντωσης του είναι $A' = \left| 2A \sin \pi \frac{d + x - x}{\lambda} \right| = \left| 2A \sin \frac{\pi d}{\lambda} \right| \Rightarrow$

$$A' = \left| 2A \sin \frac{6\pi}{4} \right| = \left| 2A \sin \frac{3\pi}{2} \right| \Rightarrow A' = 0$$

4. Σωστή απάντηση η (α)



Το σημείο B έχει δύο ταχύτητες :

α) U_{cm} λόγω της μεταφορικής κίνησης

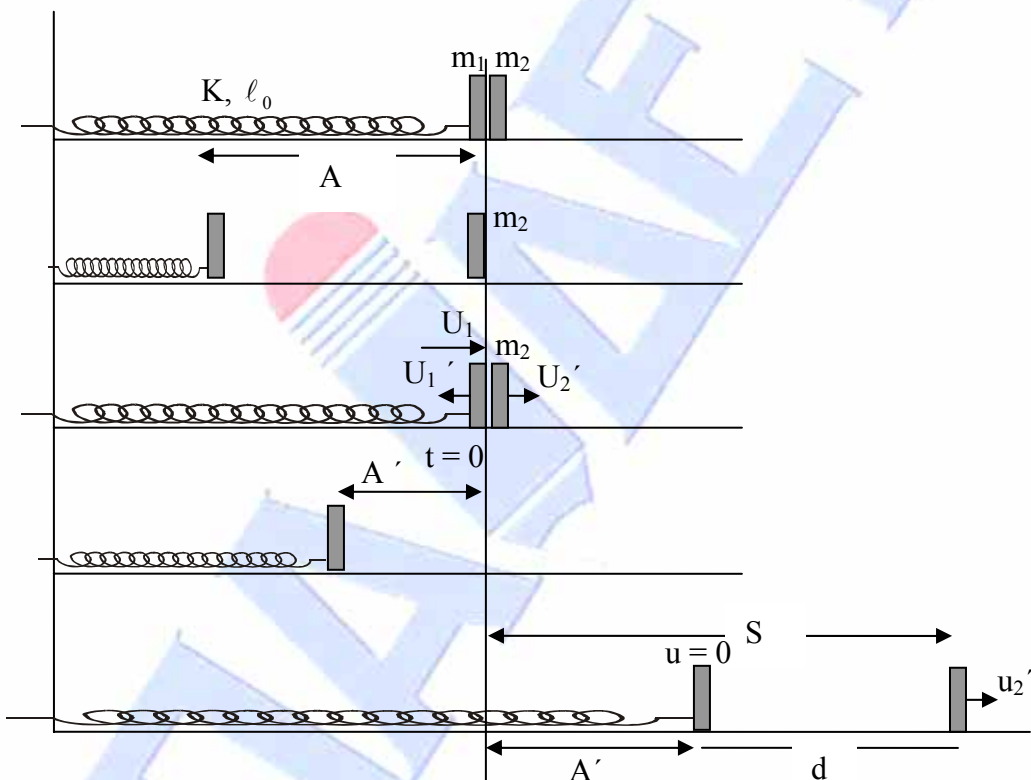
β) $U_{\pi} = \omega \frac{R}{2}$ λόγω της στροφικής κίνησης.

Επειδή ο κύλινδρος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει :

$$\omega R = U_{cm} \quad \text{οπότε} \quad U_{\pi} = \frac{U_{cm}}{2}$$

Η ταχύτητα του σημείου B είναι συνολικά : $U_B = U_{cm} + U_{\pi} = U_{cm} + \frac{U_{cm}}{2} = \frac{3}{2} U_{cm}$

ΘΕΜΑ 3^ο:



α) Κίνηση Σ_1 :

$$A.\Delta.E. : U_{\max} = K_{\max} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} K A^2 = \frac{1}{2} m_1 U_1^2 \Rightarrow U_1 = A \sqrt{\frac{K}{m_1}} \Rightarrow U_1 = 2 \text{ m/s}$$

β) Ελαστική κρούση m_1, m_2

$$\text{Γνωρίζουμε από θεωρία σχολικού βιβλίου ότι : } U_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} U_1 \Rightarrow U_1' = -1 \text{ m/s}$$

$$U_2' = \frac{2m_1 U_1}{m_1 + m_2} \Rightarrow U_2' = 1 \text{ m/s}$$

- γ) Ταλάντωση του m_1 μετά την κρούση
Το πλάτος A' υπολογίζεται με Α.Δ.Ε.

$$K_{\max} = U_{\max} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 U_1'^2 = \frac{1}{2} K A'^2 \Rightarrow A' = U_1' \sqrt{\frac{m_1}{k}}$$

$$A' = 0,1 \text{ m}$$

Γνωρίζουμε ότι η σταθερά επαναφοράς $D = K$ οπότε

$$m_1 \omega^2 = K \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{K}{m_1}} \Rightarrow \omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\text{Για } t = 0 \quad x = A' \text{ ή } \varphi_0 \Rightarrow \eta\mu \varphi_0 = \frac{x}{A'}$$

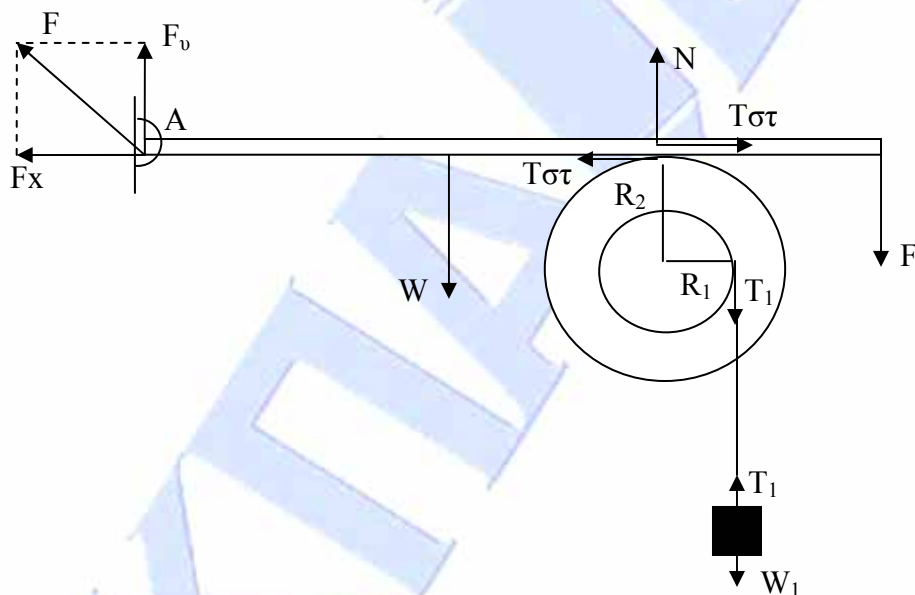
Όμως $x = 0$ και η ταχύτητα αρνητική οπότε $\eta\mu \varphi_0 = 0$ που σημαίνει ότι $\varphi_0 = 0$ ή $\varphi_0 = \pi$
Η ταχύτητα για $t = 0$ είναι $U = U_{\max} \sin \varphi_0$ που για να είναι $U < 0$ σημαίνει ότι $\varphi_0 = \pi$
Έτσι: $x = 0,1 \eta\mu (10t + \pi)$ (SI)

- δ) Όταν σταματά το m_1 για 2^η φορά περνά χρόνος $t = \frac{3T}{4} = \frac{3}{4} \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow t = \frac{3\pi}{20} \text{ s}$

$$\text{Στο χρόνο αυτό το } m_2 \text{ κινήθηκε } s = U_2 t \Rightarrow s = 1 \frac{3\pi}{20} \Rightarrow s = 0,471 \text{ m}$$

$$\text{Τα σώματα } m_1, m_2 \text{ απέχουν: } d = s - A' = 0,371 \text{ m}$$

ΘΕΜΑ 4^ο:



- α) Ισορροπία ράβδου

$$\Sigma \tau(A) = 0 \Rightarrow F\ell + W \frac{\ell}{2} = N \frac{3\ell}{4}$$

$$4F + 2W = 3N \Rightarrow N = \frac{4F + 2Mg}{3} \Rightarrow$$

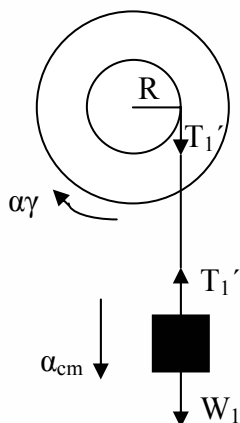
$$N = \frac{4 \cdot 9 + 6 \cdot 10}{3} = \frac{96}{3} = 32 \text{ N}$$

- β) Ισορροπία σώματος μάζας m
 $\Sigma F = 0 \Rightarrow W_1 = T_1 \Rightarrow mg = T_1 \Rightarrow T_1 = 10\text{N}$

Ισορροπία τροχαλίας

$$\Sigma \tau = 0 \Rightarrow T_{\text{στ}} R_2 = T_1 \cdot R_1 \Rightarrow T_{\text{στ}} = \frac{T_1 R_1}{R_2} \Rightarrow T_{\text{στ}} = \frac{10 \cdot 0,1}{0,2} \Rightarrow T_{\text{στ}} = 5\text{N}$$

γ)



Τώρα η $T_{\text{στ}} = 0$. Ουσιαστικά έχουμε συνδυασμό κίνησης, του σώματος m που κάνει την μεταφορική κίνηση και της τροχαλίας που κάνει στροφική κίνηση.

m : μεταφορική,
 $\Sigma F = m a_{\text{cm}} \Rightarrow W_1 - T_1' = m_1 a_{\text{cm}} \Rightarrow m_1 g - T_1' = m_1 a_{\text{cm}} \quad (1)$

Τροχαλία κάνει στροφική κίνηση
 $\Sigma \tau = I \alpha_{\gamma} \Rightarrow T_1' \cdot R_1 = I \alpha_{\gamma}$

Όμως $a_{\text{cm}} = \alpha_{\gamma} R_1$ οπότε $T_1 \cdot R_1 = I \frac{a_{\text{cm}}}{R_1} \Rightarrow T_1 = \frac{I}{R_1^2} a_{\text{cm}} \quad (2)$

$(1) + (2) : m_1 g =$

$$\left(m_1 + \frac{I}{R_1^2} \right) a_{\text{cm}} \Rightarrow a_{\text{cm}} = \frac{m_1 g}{m_1 + \frac{I}{R_1^2}} \Rightarrow a_{\text{cm}} = \frac{10}{1 + \frac{910^{-2}}{10^{-2}}} \Rightarrow a_{\text{cm}} = 1\text{m/s}^2$$

Η κίνηση είναι επιταχυνόμενη :

$$X = \frac{1}{2} a_{\text{cm}} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2x}{a_{\text{cm}}}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5}{1}} = 1\text{s}$$

$$U = a_{\text{cm}} t = 1\text{ m/s}$$

Μπορούμε να πάρουμε και Α·Δ·Μ·Ε :

$$K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ.}} + U_{\text{τελ.}} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} m U^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

Όμως $\omega = \frac{U}{R_1}$ οπότε : $mgh = mgh = \frac{1}{2} m U^2 + \frac{1}{2} I U^2$

$$\Rightarrow U = \sqrt{\frac{2mgh}{m + \frac{I}{R_1^2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,5}{1 + \frac{910^{-2}}{10^{-2}}}} = 1\text{m/s}$$

- δ) Ο ρυθμός παραγωγής έργου στο στερεό είναι : $\frac{\Delta W}{\Delta t} = \Sigma \tau \cdot \omega = I \alpha_{\gamma} \omega \quad (1)$

Όμως : $\alpha_{\gamma} = \frac{a_{\text{cm}}}{R_1} \Rightarrow \alpha_{\gamma} = \frac{1}{0,1} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

Και : $\omega = \frac{U}{R_1} \Rightarrow \omega = \frac{1}{0,1} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$$\text{Οπότε (1): } \frac{\Delta W}{\Delta t} = 9 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10 \Rightarrow \frac{\Delta W}{\Delta t} = 9 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$