

ΦΥΣΙΚΗ

Ο.Π. ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΘΕΜΑ Α

1. Στις ερωτήσεις Α1 έως Α4 να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Α1. Σε έναν υδραυλικό ανυψωτήρα το πρωτεύον έμβολο έχει 40 φορές πιο μικρό εμβαδόν εγκάρσιας διατομής από το δευτερεύον έμβολο που βρίσκεται στον χώρο ανύψωσης. Κατά συνέπεια αν ασκήσουμε κατακόρυφη δύναμη F_1 στο πρωτεύον:

- α) η πίεση που ασκείται στο δευτερεύον έμβολο είναι 40 φορές μεγαλύτερη.
- β) Η δύναμη που ασκείται από το υδραυλικό υγρό στο δευτερεύον έμβολο είναι 40 φορές μεγαλύτερη.
- γ) Ο όγκος του υδραυλικού υγρού που μετακινείται στο δευτερεύον έμβολο είναι 40 φορές μεγαλύτερος.
- δ) Το έργο της δύναμης που ασκεί το υδραυλικό υγρό στο δευτερεύον έμβολο είναι 40 φορές μεγαλύτερο.

Μονάδες 5

Α2. Αθλητής του άλματος εις ύψος μόλις που περνά από τον πήχη που βρίσκεται σε ύψος h από το έδαφος. (Τεχνική Φόσμπερι -1968, Fosbury flop)

Ο αθλητής κατανέμει το σώμα του με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε όταν βρεθεί στο ανώτερο σημείο της τροχιάς του να έχει το σχήμα τόξου το οποίο θεωρούμε κατά προσέγγιση ημικύκλιο, ειδικότερα το μισό πάνω μέρος ενός κύκλου. Αν κάνουμε επίσης την ρεαλιστική θεώρηση ότι η μάζα του αθλητή κατανέμεται ομοιόμορφα κατά μήκος του τόξου που σχηματίζει, τότε το κέντρο μάζας του αθλητή στο ανώτερο σημείο της τροχιάς:



- α) διέρχεται ακριβώς στο ύψος h .
- β) διέρχεται πάνω από το ύψος h .
- γ) διέρχεται κάτω από το ύψος h .
- δ) είναι ένα σημείο του σώματος του αθλητή.

Μονάδες 5

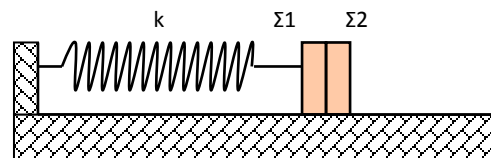


A3. Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση στην οποία έχουμε εκθετική μείωση του πλάτους, η δύναμη που προκαλεί την απόσβεση :

- α) είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μετατόπισης του σώματος.
- β) είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας του σώματος.
- γ) είναι πάντα ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του σώματος.
- δ) έχει έργο που άλλοτε είναι θετικό και άλλοτε αρνητικό.

Μονάδες 5

A4. Σώμα Σ1 μάζας m_1 είναι κολλημένο με σώμα Σ2 μάζας m_2 και εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και περιόδου T . Το σώμα που είναι προσαρμοσμένο στο ένα άκρο του ιδανικού ελατηρίου είναι το Σ1 και το επίπεδο είναι οριζόντιο και λείο. Μια στιγμή που τα σώματα έχουν την μέγιστη δυνατή ταχύτητα και φορά κίνησης προς τα δεξιά, το Σ2 αποκολλάται ακαριαία από το Σ1. Μετά την αποκόλληση το σώμα Σ1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση :



- α) διαφορετικού πλάτους και διαφορετικής περιόδου.
- β) του ίδιου πλάτους αλλά διαφορετικής περιόδου.
- γ) διαφορετικού πλάτους αλλά της ίδιας περιόδου.
- δ) του ίδιου πλάτους και της ίδιας περιόδου.

Μονάδες 5

II. Να σημειώσετε στο τετράδιο σας το γράμμα (Σ) αν είναι σωστές ή το γράμμα (Λ) αν είναι λανθασμένες οι παρακάτω προτάσεις.

1. Στον μικρόκοσμο έχουμε κρούσεις που είναι απόλυτα ελαστικές.
2. Η σχέση που περιγράφει το φαινόμενο Doppler για το φως είναι διαφορετική από αυτή που ισχύει για τον ήχο.
3. Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής έχει διαστάσεις στο SI, $kg \cdot \frac{m^2}{s}$.
4. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα. Δυο σημεία του μέσου που έχουν κάθε χρονική στιγμή την ίδια απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας τους και την ίδια ταχύτητα απέχουν μεταξύ τους απόσταση που είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος.
5. Η ταχύτητα εκροής υγρού από στόμιο που βρίσκεται σε απόσταση h από την βάση του δοχείου είναι ίση με την ταχύτητα που θα είχε το υγρό αν έπεφτε ελεύθερα από ύψος h .

Μονάδες 5



ΘΕΜΑ Β

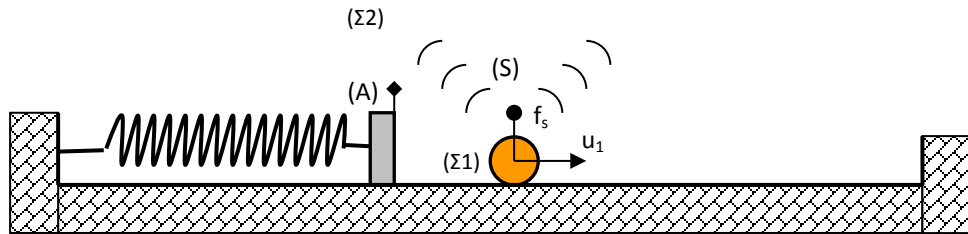
B1. Σε μια ομογενή ελαστική χορδή AB που έχει μήκος $L = AB = 3m$ έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα. Τα άκρα της χορδής είναι στερεωμένα ακλόνητα ενώ στην χορδή υπάρχουν συνολικά τέσσερα σημεία ακίνητα. Το μέσο M της χορδής εκτελεί κατακόρυφη αρμονική ταλάντωση με ολική ενέργεια $E_M = 4\mu J$. Το υλικό σημείο της χορδής που απέχει από το άκρο A απόσταση $d = 0,25m$ έχει ολική ενέργεια ταλάντωσης:

α) $E_1 = 4\mu J$ β) $E_2 = 2\mu J$ γ) $E_1 = 0$

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 8

B2. Σώμα ($\Sigma 1$) μάζας m_1 είναι ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο δίπλα από



σώμα ($\Sigma 2$) μάζας $m_2 = 3 \cdot m_1$ το οποίο είναι δεμένο με ιδανικό ελατήριο όπως φαίνεται στο σχήμα.

Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο και το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος. Το σώμα $\Sigma 1$ φέρει πάνω του ηχητική πηγή (S) αμελητέας μάζας, που εκπέμπει ήχο συχνότητας f_s .

Το σώμα $\Sigma 2$ διαθέτει ανιχνευτή ήχου (A) που έχει και αυτός αμελητέα μάζα, ο οποίος καταγράφει την συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η πηγή. Την χρονική στιγμή $t=0$ εκτοξεύουμε το σώμα $\Sigma 1$ προς τα δεξιά, στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα μέτρου u_1 . Το σώμα συγκρούεται ελαστικά με το κατακόρυφο σκαλοπάτι (αμελητέας μετωπικής επιφάνειας), αλλάζει φορά κίνησης και την χρονική στιγμή $t=t_2$ συγκρούεται κεντρικά με το $\Sigma 2$ χωρίς να γίνει συσσωμάτωση.

Η γραφική παράσταση της συχνότητας που καταγράφει ο ανιχνευτής από τη χρονική στιγμή $t=0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t=t_2$ που το $\Sigma 1$ φτάνει στο $\Sigma 2$, δίνεται στο διπλανό σχήμα.

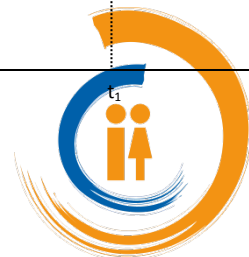
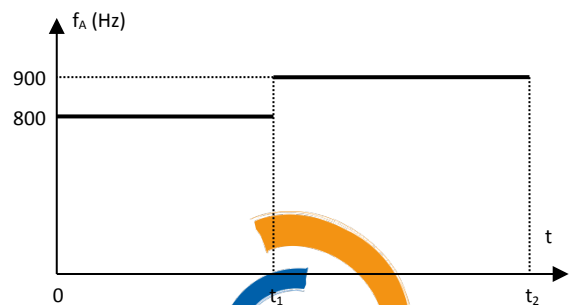
Όταν το σώμα $\Sigma 2$ σταματά στιγμιαία για πρώτη φορά μετά την κρούση του με το $\Sigma 1$, καταγράφει

συχνότητα $f_{A1} = \frac{34}{35} \cdot f_s$ χωρίς το σώμα $\Sigma 1$ να

έχει συναντήσει ξανά οποιοδήποτε εμπόδιο μέχρι εκείνη τη στιγμή.

Η κρούση μεταξύ των σωμάτων $\Sigma 1$ και $\Sigma 2$ είναι:

- α) ελαστική
- β) ανελαστική χωρίς συσσωμάτωση
- γ) ανελαστική πλαστική

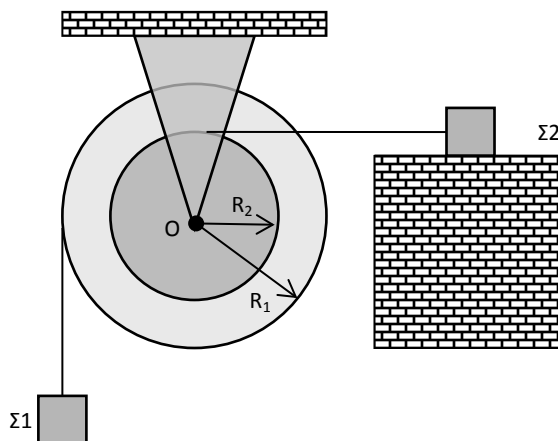


Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
 Όλες οι κρούσεις είναι ακαριαίες και η ταχύτητα του ήχου είναι u . Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 βρίσκονται αρκετά κοντά έτσι ώστε ο ανιχνευτής (A) να καταγράφει άμεσα την συχνότητα της πηγής (S).

Μονάδες 8

B3. Η τροχαλία του διπλανού σχήματος αποτελείται από δύο ομόκεντρους ομογενείς δίσκους που έχουν μάζα $m_{\Delta 1} = 8\text{kg}$,

$m_{\Delta 2} = 2\text{kg}$ και αντίστοιχα ακτίνες $R_1 = 60\text{cm}$, $R_2 = 40\text{cm}$ ο καθένας. Η διπλή τροχαλία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβή γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας της O. Γύρω από αυτήν έχουμε τυλίξει πολλές φορές αβαρές, μεγάλου μήκους και μη εκτατό σχοινί, στο ένα άκρο του οποίου έχουμε συνδέσει σώμα Σ_1 που έχει μάζα $m_1 = 10\text{kg}$ και στην άλλη ένα άλλο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 5\text{kg}$, που



βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Αρχικά κρατάμε το σύστημα σε ισορροπία και κάποια στιγμή έστω $t = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί.

I. Ονομάζουμε a_1, a_2 τα μέτρα των επιταχύνσεων που αποκτούν τα σώματα Σ_1, Σ_2

αντίστοιχα. Για το πηλίκο $\frac{a_1}{a_2}$ ισχύει :

- α) $\frac{a_1}{a_2} = 1$ β) $\frac{a_1}{a_2} = \frac{2}{3}$ γ) $\frac{a_1}{a_2} = \frac{3}{2}$

II. Η γωνιακή επιτάχυνση που αποκτά η τροχαλία έχει μέτρο :

- α) $a_\gamma = 10\text{rad} / \text{s}^2$ β) $a_\gamma = 5\text{rad} / \text{s}^2$ γ) $a_\gamma = 15\text{rad} / \text{s}^2$

III. Τη στιγμή που το σώμα Σ_2 κινείται με ταχύτητα $u_2 = 6\text{m} / \text{s}$ ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της τροχαλίας ισούται με:

- α) $300 \frac{\text{J}}{\text{s}}$ β) $240 \frac{\text{J}}{\text{s}}$ γ) $160 \frac{\text{J}}{\text{s}}$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Μονάδες 3+3+3

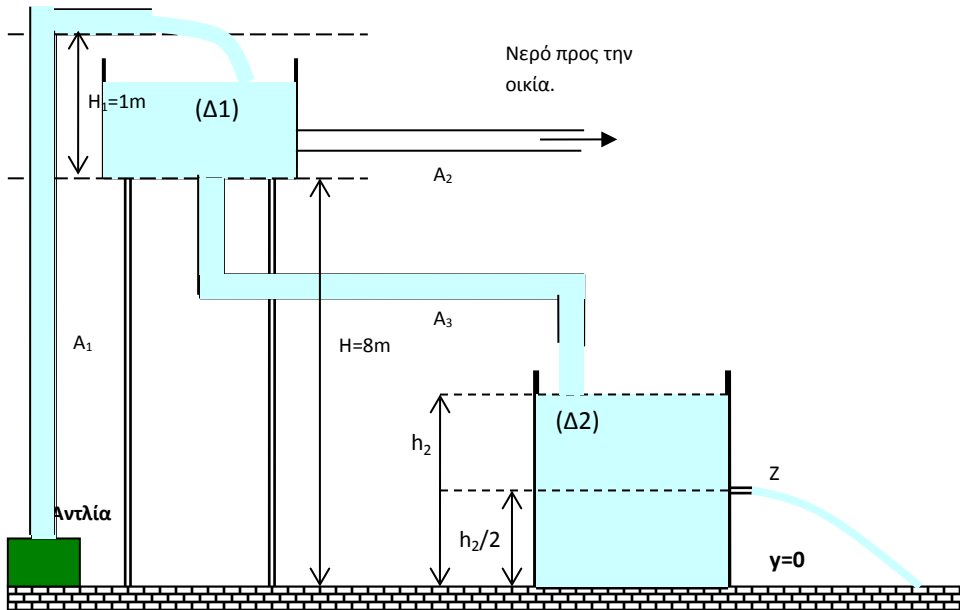
Δίνεται ότι ομογενής δίσκος μάζας m και ακτίνας R έχει ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα συμμετρίας που διέρχεται από το κέντρο μάζας, κάθετο στο επίπεδό του

$$I_{cm} = \frac{1}{2}mR^2 \text{ και } g = 10\text{m} / \text{s}^2$$



ΘΕΜΑ Γ

Στην διάταξη του σχήματος η δεξαμενή νερού ($\Delta 1$) που βρίσκεται σε ύψος $H=8\text{m}$



τροφοδοτεί με νερό μια κατοικία για οικιακή και γεωργική χρήση. Μια αντλία που βρίσκεται στο έδαφος τροφοδοτεί τη δεξαμενή ($\Delta 1$) με νερό χρησιμοποιώντας έναν κυλινδρικό σωλήνα με ακτίνα εγκάρσιας διατομής $r_1 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \text{cm}$. Η ταχύτητα με την οποία ρέει το νερό είναι $u = 10 \text{m/s}$ και ο σωλήνας που χρησιμοποιεί η αντλία φτάνει $H_1 = 1 \text{m}$ πάνω από την δεξαμενή.

Η δεξαμενή ($\Delta 1$) παρέχει νερό στην οικία μέσω ενός σωλήνα εμβαδού εγκάρσιας διατομής $A_2 = 4 \text{cm}^2$ και γεμίζει την δεξαμενή ποτίσματος ($\Delta 2$) με έναν σωλήνα που έχει εμβαδόν εγκάρσιας διατομής $A_3 = 2 \text{cm}^2$.

Ένα μεγάλο χρονικό διάστημα Δt , μέσα στο σπίτι ρέει νερό με ταχύτητα $u_2 = 2 \text{m/s}$ ενώ η (κατακόρυφη) στάθμη του νερού τόσο στη δεξαμενή νερού ($\Delta 1$) όσο και στη δεξαμενή ποτίσματος ($\Delta 2$) παραμένει σταθερή. Στο σημείο Z της δεξαμενής ($\Delta 2$) υπάρχει μικρή οπή από την οποία εκρέει νερό με ταχύτητα $u_z = 4 \text{m/s}$.

Να υπολογίσετε:

Γ1. Την ισχύ της αντλίας που παρέχει νερό στην δεξαμενή ($\Delta 1$).

Γ2. Την ταχύτητα με την οποία εκρέει από τον σωλήνα το νερό που καταλήγει στη δεξαμενή $\Delta 2$ στο χρονικό διάστημα Δt .

Γ3. Γιατί η στάθμη του νερού στη δεξαμενή ($\Delta 2$) παραμένει σταθερή; Υπολογίστε το εμβαδόν διατομής της οπής στο σημείο Z.

Γ4. Να υπολογίσετε το ύψος του νερού h_2 στην δεξαμενή ($\Delta 2$) καθώς και το βεληνεκές της φλέβας που εκρέει. Το βεληνεκές που υπολογίσατε είναι το μέγιστο



δυνατό; Δηλαδή υπάρχει άλλο ύψος στο οποίο, αν ανοίξουμε οπή της ίδιας διατομής, θα παρατηρήσουμε μεγαλύτερο βεληνεκές; Αιτιολογήστε.

Γ5. Διακόπτουμε την παροχή νερού στην δεξαμενή (Δ2) και συνδέουμε στο σημείο Z ποτιστικό σωλήνα με εμβαδόν εγκάρσιας διατομής αντίστοιχο με αυτό που υπολογίσαμε στο ερώτημα Γ3. Ο σωλήνας αυτός φτάνει μέχρι το έδαφος ($y=0$) και βγάζει νερό.

- ι) Να βρείτε την ταχύτητα με την οποία βγαίνει το νερό από τον ποτιστικό σωλήνα.
ιι) Να βρείτε τη σχέση της πίεσης σε ένα σημείο του ποτιστικού σωλήνα σε συνάρτηση με το ύψος y του σημείου από το επίπεδο του εδάφους και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση σε βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 5+5+5+5+5

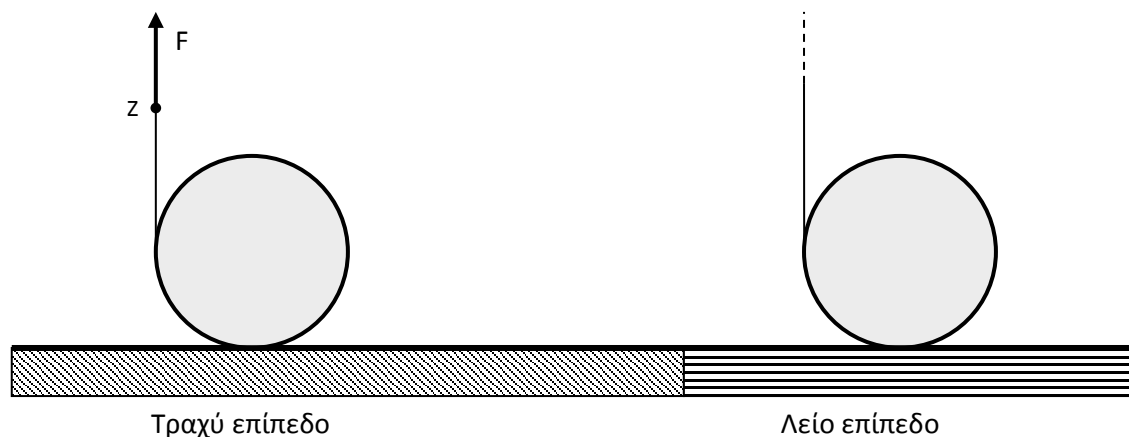
Δίνονται: Πυκνότητα νερού $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$, Ατμοσφαιρική πίεση: $p_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$

Επιτάχυνση βαρύτητας: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας της δεξαμενής (Δ2) είναι πολύ μεγαλύτερο από το εμβαδόν εγκάρσιας διατομής στο σημείο Z. Το νερό να θεωρηθεί ιδανικό ρευστό.

ΘΕΜΑ Δ

Γύρω από ομογενή κύλινδρο ο οποίος έχει μάζα $m = 4 \text{ kg}$ και ακτίνα $R = 0,2 \text{ m}$, τυλίγουμε αβαρές, μη εκτατό και μεγάλο μήκους σχοινί. Τοποθετούμε τον κύλινδρο πάνω σε οριζόντιο επίπεδο και τραβάμε με σταθερή δύναμη $F = 12 \text{ N}$ τη μια άκρη του



σχοινιού προς τα πάνω έτσι ώστε ο κύλινδρος να αρχίσει να κινείται πάνω σε αυτό. Κατά την κίνησή του στο μη λείο επίπεδο ο κύλινδρος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει, διατηρεί τον άξονα του οριζόντιο χωρίς να αλλάζει προσανατολισμό και εμφανίζει τριβή με το δάπεδο που έχει συντελεστή οριακής στατικής τριβής $\mu = \frac{2}{3}$.

Φροντίζουμε να συνοδεύουμε την κίνηση, έτσι ώστε το αβαρές σχοινί που ξετυλίγεται χωρίς να γλιστρά κατά την κίνηση του κυλίνδρου, να είναι συνεχώς κατακόρυφο.



Δ1. Να βρεθεί η ταχύτητα του κέντρου μάζας του κυλίνδρου τη στιγμή που το άκρο του σχοινιού Z έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα προς τα πάνω κατά 4m.

Δ2. Να βρείτε ποια είναι η μέγιστη τιμή της δύναμης που μπορούμε να ασκήσουμε εμείς στην άκρη του σχοινιού έτσι ώστε ο κύλινδρος να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει στο μη λείο επίπεδο

Δ3. Τη στιγμή που το άκρο του σχοινιού μετατοπίστηκε κατά 4m ο κύλινδρος εισέρχεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, που είναι η συνέχεια του προηγούμενου. Ο άξονας περιστροφής του κυλίνδρου διατηρεί τον προσανατολισμό του. Αν η δύναμη που ασκούμε στο άκρο του σχοινιού είναι ίδια με την αρχική ($F=12N$), να υπολογίσετε, 2 sec αφότου μπήκε στο λείο επίπεδο:

- α) την κινητική ενέργεια του κυλίνδρου.
- β) τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειάς του.

Δ4. Καθώς ο κύλινδρος κινείται στο λείο επίπεδο μια χρονική στιγμή $t=t_2$ μεταβάλλουμε την τιμή της κατακόρυφης δύναμης F με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε αυτή να αυξάνεται κατά 1N κάθε δευτερόλεπτο.

- α) Να κάνετε ποιοτικά τη γραφική παράσταση της γωνιακής επιτάχυνσης σε συνάρτηση με το χρόνο, από την χρονική στιγμή $t=t_2$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t=t_3$ που ο κύλινδρος χάνει την επαφή του με το επίπεδο.
- β) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σημείου εφαρμογής της δύναμης F την χρονική στιγμή $t=t_3$.

Μονάδες 5+6+7+7

Δίνονται: Η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου ως προς τον οριζόντιο άξονα συμμετρίας του $I_{cm} = \frac{1}{2} mR^2$ και $g = 10m / s^2$.

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΑΡΗΣ – ΚΑΤΣΑΡΟΥ ΚΑΤΕΡΙΝΑ
ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ ΚΩΣΤΑΣ – ΧΡΥΣΟΒΕΡΓΗΣ ΘΑΝΑΣΗΣ**

