

## 2<sup>η</sup> ΟΜΑΔΑ

Σειρά	Θέση
-------	------

### ΦΥΣ. 131 2<sup>η</sup> Πρόοδος: 15-Νοεμβρίου-2008

Πριν αρχίσετε συμπληρώστε τα στοιχεία σας (ονοματεπώνυμο και αριθμό ταυτότητας).

Ονοματεπώνυμο	Αριθμός ταυτότητας

Η εξέταση αποτελείται από 2 μέρη.

Το πρώτο μέρος έχει 2 ασκήσεις (συνολικά 55 μονάδων) που θα πρέπει να λύσετε.

Το δεύτερο μέρος έχει 15 ασκήσεις/ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (συνολικά 45 μονάδων).

Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτές θα πρέπει να αναγραφούν στο πίνακα που υπάρχει στην τελευταία σελίδα. Στο πίνακα αυτό σημειώστε με ένα Χ την απάντηση που θεωρείτε σωστή. Μόνο οι απαντήσεις που έχετε σημειώσει στο πίνακα θα βαθμολογηθούν.

Προσπαθήστε να δείξετε την σκέψη σας και να εξηγήσετε όσο το δυνατόν πιο καθαρά για ποιό λόγο κάνετε ότι γράφετε. Γράψτε καθαρά διαγράμματα με δυνάμεις, ταχύτητες, επιταχύνσεις.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΕΙΔΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΟΠΩΣ ΕΠΙΣΗΣ ΧΡΗΣΗ ΣΗΜΕΙΩΣΕΩΝ, ΒΙΒΛΙΩΝ, ΚΙΝΗΤΩΝ Η ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ ΑΛΛΟ.

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΣΤΕ ΜΟΝΟ ΤΙΣ ΣΕΛΙΔΕΣ ΠΟΥ ΣΑΣ ΔΙΝΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΜΗΝ ΚΟΨΕΤΕ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΣΕΛΙΔΑ

**Η διάρκεια της εξέτασης είναι 2 ώρες. Καλή Επιτυχία !**

## Τύποι που μπορεί να φανούν χρήσιμοι

### Γραμμική κίνηση:

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

### Στροφοική κίνηση:

$$1 \text{ περιστροφή} = 360^\circ = 2\pi \text{ ακτίνια}$$

$$\theta = \frac{s}{r}$$

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}, \quad \bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$$

$$\vec{v}_{\varepsilon\varphi} = \vec{\omega} \times \vec{r} \quad v_{\varepsilon\varphi} = \omega R$$

$$\vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \quad \vec{a}_{\varepsilon\varphi} = \vec{\alpha} \times \vec{r} \Rightarrow |a_{\varepsilon\varphi}| = \alpha R$$

$$\vec{a}_{\kappa\epsilon\nu\tau\rho} = \vec{\omega} \times \vec{v} \Rightarrow |\vec{a}_{\kappa\epsilon\nu\tau\rho}| = \frac{v_{\varepsilon\phi}^2}{R} = \omega^2 R$$

$$\vec{a}_{\eta\rho\alpha\mu} = \vec{a}_{\kappa\epsilon\nu\tau\rho} + \vec{a}_{\varepsilon\phi} = \vec{\alpha} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{v}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi R}{v_{\varepsilon\phi}}$$

### Περιστροφή σώματος:

$$I = \sum_i m_i r_i^2$$

$$E_{\kappa\iota\nu}^{\text{περιστροφική}} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = |\vec{r}| |\vec{F}| \sin\theta = I \alpha$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\vec{L} = I \vec{\omega}$$

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

$$\text{Απομονωμένο σύστημα: } \vec{L}_i = \vec{L}_f$$

### Έργο – Ενέργεια:

$$\text{Έργο σταθερή δύναμη: } W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

$$\text{Έργο μεταβαλλόμενης δύναμης: } W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$\vec{F} = -\frac{dU}{d\vec{r}}$$

$$\Delta U = -\int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

$$U_{\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2} kx^2$$

$$U_g = mgh \quad (h \ll R_{\gamma\eta\varsigma})$$

$$W = \Delta E_{\kappa\iota\nu.}$$

$$W = -\Delta U \quad (\text{για συντηρητικές δυνάμεις})$$

$$E_{\mu\eta\chi.} = E_{\kappa\iota\nu.} + U$$

$$E_{\kappa\iota\nu.} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$W = \Delta E_{\mu\eta\chi.} \quad (\text{για μη συντηρητικές δυνάμεις})$$

$$\vec{F}_{\varepsilon\lambda} = -k\vec{x}$$

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \text{και} \quad P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

### Ορμή – Ωθηση – Κρούσεις:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\text{Ωθηση: } \vec{I} = \int \vec{F} dt = \Delta \vec{p}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$\text{Απομονωμένο σύστημα: } \vec{p}_i = \vec{p}_f$$

$$\text{Ελαστική κρούση: } \Delta \vec{p} = 0, \quad \Delta E = 0$$

$$\text{Μη ελαστική κρούση: } \Delta \vec{p} = 0, \quad \Delta E \neq 0$$

$$\text{Ελαστική κρούση σε 1-Δ: } \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = -(\vec{v}'_1 - \vec{v}'_2)$$

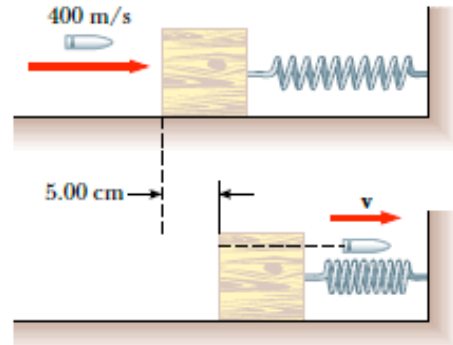
$$x_{CM} = \frac{1}{M_{\text{ολ}}} \sum_i m x_i \quad (\text{κέντρο μάζας})$$

$$\vec{v}_{CM} = \frac{1}{M_{\text{ολ}}} \sum_i m \vec{v}_i \quad (\text{ταχύτητα κέντρου μάζας})$$

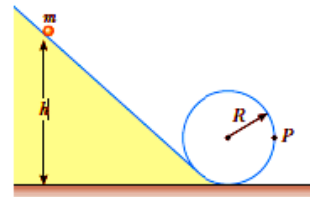
$$\sum \vec{F}_{\varepsilon\varsigma} = M \vec{a}_{CM} \quad (\text{δύναμη – επιτάχυνση CM})$$

### ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΛΥΣΗ (2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ)

1. [25π] Μια σφαίρα μάζας 5.0gr κινείται με ταχύτητα 400m/s προς ένα ξύλινο τούβλο μάζας 1Kg το οποίο είναι ακίνητο σε λεία οριζόντια επιφάνεια. Το τούβλο συνδέεται με ελατήριο σταθεράς  $K=900 \text{ N/m}$ . Το τούβλο κινείται κατά 5.0cm προς τα δεξιά μετά την πρόσκρουση της σφαίρας.
- (α) Να βρεθεί η ταχύτητα με την οποία εξέρχεται η σφαίρα από το τούβλο. [15π]
- (β) Η μηχανική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα μέσα στο τούβλο κατά την σύγκρουση. [10π]

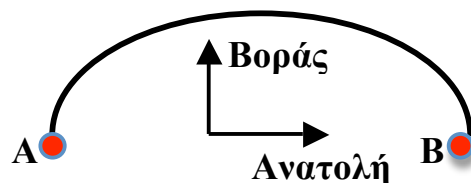


2. [30π] Μια συμπαγής σφαίρα μάζας  $m$ , ακτίνας  $r$  και ροπής αδράνειας  $I_{CM} = \frac{2}{5}mr^2$  ως προς το κέντρο μάζας της, κυλά χωρίς να γλιστρά κατά μήκος της τροχιάς του σχήματος. Ξεκινά από την ηρεμία ενώ το χαμηλότερο σημείο της περιφέρειάς της βρίσκεται σε ύψος  $h$  ως προς τη βάση του κυκλικού στεφανιού το οποίο έχει ακτίνα  $R$  πολύ μεγαλύτερη από την ακτίνα της σφαίρας  $r$ .
- (α) Ποια είναι η ελάχιστη τιμή του  $h$  (σα συνάρτηση του  $R$ ) τέτοια ώστε η σφαίρα να εκτελέσει περιστροφή του στεφανιού; [15π]
- (β) Ποιες είναι οι συνιστώσες της συνισταμένης δύναμης που αναπτύσσεται στη σφαίρα στο σημείο  $P$  (οριζόντια θέση στη μέση του κυκλικού στεφανιού) αν η σφαίρα ξεκινά από ύψος  $h = 3R$ ; [15π]



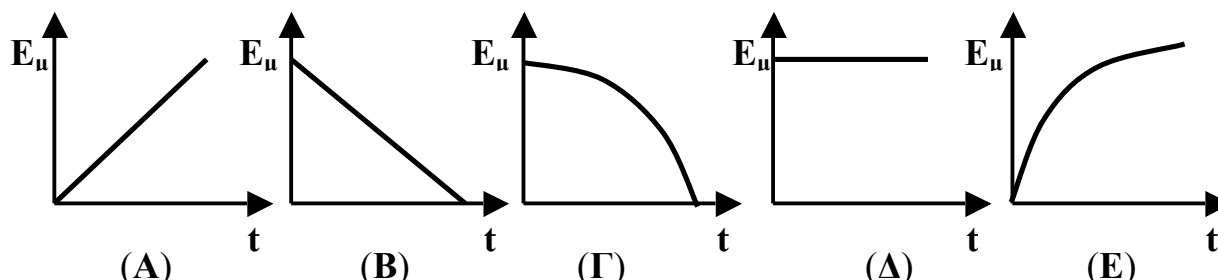
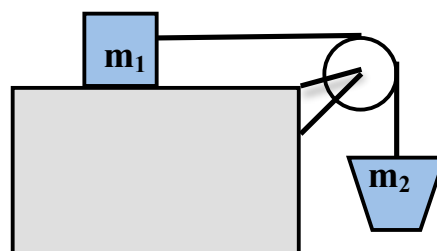
**ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ (15 ΣΥΝΟΛΙΚΑ)**

1. Ένα αντικείμενο κινείται από το σημείο A στο σημείο B πάνω σε ένα ημικύκλιο όπως στο σχήμα. Θεωρείστε τις ακόλουθες σταθερές δυνάμεις: (α) η  $F_1$  έχει κατεύθυνση προς το βορρά (β) η  $F_2$  έχει κατεύθυνση προς την ανατολή και (γ) η  $F_3$  έχει κατεύθυνση εφαπτομενική της τροχιάς σε κάθε σημείο της διαδρομής. Αν το μέτρο των τριών δυνάμεων είναι το ίδιο ποια από τις τρεις δυνάμεις παράγει το περισσότερο έργο στο σώμα καθώς αυτό μετακινείται από το σημείο A στο σημείο B; [3π]



- (A)  $W_{F_1}$       (B)  $W_{F_2}$       (Γ)  $W_{F_3}$       (Δ)  $W_{F_2} = W_{F_3}$       (Ε)  $W_{F_1} = W_{F_2} = W_{F_3}$

2. Το σύστημα μαζών του διπλανού σχήματος αποτελείται από δυο μάζες  $m_1$  και  $m_2$  οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με ένα αβαρές νήμα το οποίο περνά από αβαρή και λεία τροχαλία. Όταν η μάζα  $m_1$  κινείται στην οριζόντια επιφάνεια υπόκειται στην επίδραση τριβής. Το σύστημα είναι αρχικά ακίνητο και όταν το αφήνουμε παρατηρούμε ότι τα σώματα κινούνται με επιτάχυνση. Ποιο από τα παρακάτω γραφήματα είναι αντιπροσωπευτικό της μηχανικής ενέργειας του συστήματος συναρτήσει του χρόνου; [3π]



3. Που βρίσκεται το κέντρο μάζας του αριθμού ως προς το σύστημα συντεταγμένων του σχήματος; Όλα τα τμήματα που απαρτίζουν τον αριθμό έχουν μήκος  $L$  και μάζα  $M$ . [3π]

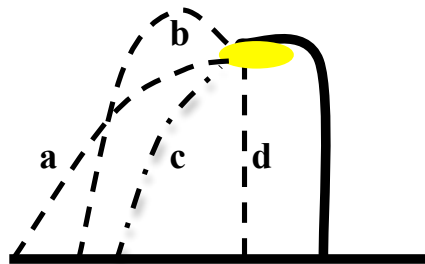
- (A)  $x_{cm} = 0$      $y_{cm} = 0$   
 (B)  $x_{cm} = 0$      $y_{cm} = L/4$   
 (Γ)  $x_{cm} = L/8$      $y_{cm} = L/8$   
 (Δ)  $x_{cm} = L/4$      $y_{cm} = L/4$   
 (Ε)  $x_{cm} = L/4$      $y_{cm} = 0$



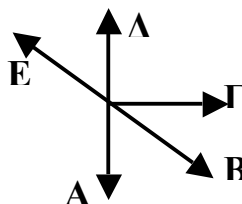
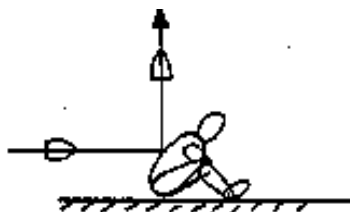
4. Εκτοξεύετε ένα βέλος μάζας  $m_B = 0.54 \text{ gr}$  χρησιμοποιώντας ένα τόξο. Το τόξο εφαρμόζει μια δύναμη  $125 \text{ N}$  για  $0.65 \text{ sec}$ . Η ταχύτητα του βέλους ενώ αφήνει τη χορδή του τόξου είναι: [3π]

- (A)  $0.10 \text{ Km/s}$     (B)  $0.15 \text{ Km/s}$     (Γ)  $0.23 \text{ Km/s}$     (Δ)  $0.27 \text{ Km/s}$     (Ε)  $0.30 \text{ Km/s}$

5. Ένα μέλος μιας συμμορίας που τρομοκρατεί μια γειτονιά βρήκε σα παιγνίδι να σπάει τις λάμπες του δρόμου ρίχνοντας πέτρες με τη σφενδόνα του. Βρήκε ακόμα πως πετώντας τις πέτρες με την ίδια ταχύτητα κάθε φορά μπορεί να σπάει τις λάμπες ρίχνοντας τις πέτρες με 4 διαφορετικές γωνίες όπως φαίνεται στο σχήμα. Για ποια από τις διαδρομές η πέτρα πέφτει στη λάμπα με τη μεγαλύτερη ταχύτητα οπότε και τη σπάει ευκολότερα; [3π]



- (A) a                      (B) b                      (Γ) c                      (Δ) d                      (E) Η ταχύτητα είναι ίδια
6. Ένα άτομο μάζας 60.0Kg είναι ακίνητο στη πρύμνη μιας βάρκας μάζας 120.0Kg. Η βάρκα είναι ακίνητη στα νερά μιας ήρεμης λίμνης. Το άτομο αρχίζει να βαδίζει προς την πλώρη της βάρκας (θετική φορά) με ταχύτητα  $v_{at} = 2.0\text{m/s}$  ως προς τη βάρκα. Ποια είναι η ταχύτητα που αποκτά η βάρκα; [3π]
- (A)  $2\text{m/s}$                       (B)  $\frac{2}{3}\text{m/s}$                       (Γ)  $-1\text{m/s}$                       (Δ)  $-\frac{2}{3}\text{m/s}$                       (E)  $-2\text{m/s}$
7. Το διαστημόπλοιο Voyager ενώ βρίσκεται στο μακρινό διαστημικό του ταξίδι εκρήγνυται και σπάει σε πολλά θραύσματα. Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές; [3π]
- (A) Η ολική ενέργεια και ορμή των θραυσμάτων είναι μεγαλύτερη αυτών του διαστημόπλοιου.  
 (B) Η ολική ορμή των θραυσμάτων είναι ίδια με αυτή του διαστημόπλοιου αλλά η ενέργειά τους είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή του διαστημόπλοιου.  
 (Γ) Κάποια από τα θραύσματα παράγονται σχεδόν σε ηρεμία και η ολική ορμή και κινητική τους ενέργεια είναι μικρότερη αυτών του διαστημόπλοιου.  
 (Δ) Η ολική ορμή των θραυσμάτων και η ολική κινητική τους ενέργεια είναι ίσες με αυτές του διαστημόπλοιου.  
 (E) Δεν ισχύει τίποτα από τα παραπάνω.
8. Ενώ ο superman είναι καθισμένος στο έδαφος δέχεται ένα καταγισμό σφαιρών οι οποίες εξοστρακίζονται στην πλάτη του όπως στο σχήμα. Ποιο από τα 5 διανύσματα που φαίνονται στο σχήμα αντιπροσωπεύει τη δύναμη που εξασκούν οι σφαίρες στο superman; [3π]



9. Μια μάζα  $M_1$  κινείται με ταχύτητα  $v$  προς μια ακίνητη μάζα  $M_2$ . Ποια η ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος των δυο μαζών; [3π]

(A)  $\left(\frac{M_1}{M_2}\right)v$     (B)  $\left(1 + \frac{M_1}{M_2}\right)v$     (Γ)  $\left(1 + \frac{M_2}{M_1}\right)v$     (Δ)  $\left(1 - \frac{M_1}{M_2}\right)v$     (Ε)  $\left(\frac{M_1}{M_1 + M_2}\right)v$

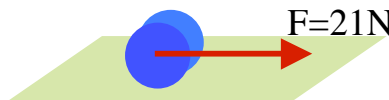
10. Ένα σωματίδιο μάζας  $m$  εξαρτάται από το άκρο ενός αβαρούς νήματος μήκους  $l$  το άλλο άκρο του οποίου είναι εξαρτημένο σε καρφί αμελητέου πάχους. Ενώ το νήμα έχει τη διεύθυνση του οριζόντιου άξονα  $x$ , το σωματίδιο αρχίζει να εκτελεί κυκλική κίνηση με ταχύτητα  $v_0$  πάνω σε λεία επίπεδη επιφάνεια με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού. Καθώς το σωματίδιο κινείται, το νήμα αρχίζει να τυλίγεται ομοιόμορφα στο καρφί. Ξαφνικά το νήμα κόβεται ενώ έχει τυλιχθεί το μισό μήκος του. Η διεύθυνση του νήματος τη στιγμή που κόβεται συμπίπτει με αυτή του άξονα  $y$ . Θεωρώντας σαν  $L_0$  τη στροφορμή του σωματιδίου τη στιγμή που αρχίζει να κινείται ποια είναι η στροφορμή του  $L$  τη στιγμή που κόβεται το νήμα; [3π]

- (A) Η στροφορμή του σωματιδίου είναι η μισή της αρχικής στροφορμής του και παράλληλη της αρχικής.  
 (B) Η στροφορμή του σωματιδίου είναι διπλάσια της αρχικής του στροφορμής αλλά κάθετη στην αρχική.  
 (Γ) Η στροφορμή του σωματιδίου είναι ίδια με την αρχική στροφορμή του και παράλληλη στην αρχική.  
 (Δ) Η στροφορμή του σωματιδίου είναι ίδια με την αρχική στροφορμή του αλλά η διεύθυνσή της είναι κάθετη στην αρχική.  
 (Ε) Κανένα από τα προηγούμενα.

11. Ένας ομοιόμορφος οριζόντιος δίσκος περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  ως προς λείο κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο του. Ένα μεγάλο έντομο μάζας  $m$  είναι ακίνητο πάνω στο δίσκο κοντά στο κέντρο του. Το έντομο σηκώνεται και περπατά στο εξωτερικό μέρος της περιφέρειας του δίσκου και ξανακάθεται ακίνητο. Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές; [3π]

- (A) Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου παραμένει αμετάβλητη αλλά η κινητική ενέργεια του συστήματος δίσκος-έντομο αυξάνει.  
 (B) Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου ελαττώνεται αλλά η κινητική ενέργεια του συστήματος δίσκος-έντομο αυξάνει.  
 (Γ) Η ροπή αδράνειας του συστήματος δίσκος – έντομο ελαττώνεται.  
 (Δ) Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου και η κινητική ενέργεια του συστήματος παραμένουν αμετάβλητες.  
 (Ε) Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου και η κινητική ενέργεια του συστήματος ελαττώνονται.

12. Μια σταθερή οριζόντια δύναμη  $F$  μέτρου  $21\text{N}$  εφαρμόζεται στον άξονα ενός συμπαγούς κυλινδρικού καρουλιού όπως στο σχήμα. Το καρούλι έχει μάζα  $2.0\text{kg}$  και διάμετρο  $0.10\text{m}$  ενώ ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ καρουλιού και δαπέδου είναι  $\mu_s=0.2$ . Ξεκινώντας από την ηρεμία το καρούλι αρχίζει να κυλά χωρίς ολίσθηση στο δάπεδο. Ποια είναι η γραμμική ταχύτητα του κέντρου του καρουλιού όταν έχει καλύψει απόσταση  $12.0\text{m}$ ; (Η ροπή αδράνειας του καρουλιού ως προς άξονα που περνά από το κέντρο μάζας του είναι  $I_{\text{CM}}=MR^2/2$  και  $g=10\text{m/s}^2$ ). [3π]

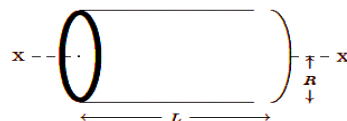


(A)  $17.32\text{m/s}$  (B)  $15.87\text{m/s}$  (Γ)  $14.28\text{m/s}$  (Δ)  $12.96\text{m/s}$  (E)  $9.80\text{m/s}$

13. Μια ρόδα ξεκινά από την ηρεμία και αρχίζει να περιστρέφεται με γωνιακή επιτάχυνση  $\alpha(t) = (6\text{rad/s}^4)t^2$ . Η γωνία κατά την οποία έχει περιστραφεί η ρόδα σε χρόνο  $t$  είναι: [3π]

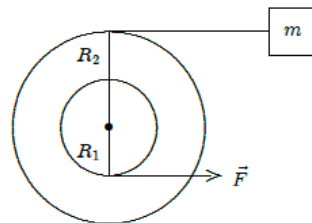
(A)  $\left[\left(\frac{1}{8}\right)t^4\right]\text{rad}$  (B)  $\left[\left(\frac{1}{4}\right)t^4\right]\text{rad}$  (Γ)  $\left[\left(\frac{1}{2}\right)t^4\right]\text{rad}$  (Δ)  $[t^4]\text{rad}$  (E)  $12\text{rad}$

14. Η ροπή αδράνειας ενός λεπτού κυλινδρικού κελύφους μάζας  $M$ , ακτίνας  $R$  και μήκους  $L$  ως προς τον άξονα συμμετρίας του (X-X') είναι: [3π]



(A)  $MR^2$  (B)  $ML^2$  (Γ)  $\frac{MR^2}{2}$  (Δ)  $\frac{ML^2}{2}$  (E) Κανένα από τα προηγούμενα

15. Ένας μικρός δίσκος ακτίνας  $R_1$  είναι στερεωμένος σε ακλόνητο κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο του. Ο δίσκος αυτός είναι στερεά συνδεδεμένος μεγαλύτερο ομοαξονικό δίσκο ακτίνας  $R_2$  όπως στο σχήμα. Το σύστημα βρίσκεται πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια. Η ροπή αδράνειας του συστήματος των δυο δίσκων είναι  $I$ . Ένα νήμα το οποίο είναι τυλιγμένο κατά μήκος της περιφέρειας του μεγάλου δίσκου συνδέεται με ένα τούβλο μάζας  $m$  το οποίο βρίσκεται στην επιφάνεια. Ένα δεύτερο νήμα είναι τυλιγμένο γύρω από την περιφέρεια του μικρότερου δίσκου και η ελεύθερη άκρη του τραβιέται από μια δύναμη  $F$  όπως στο σχήμα. Ποια είναι η επιτάχυνση του τούβλου; [3π]



(A)  $\frac{R_1 R_2 F}{(I + m R_2^2)}$  (B)  $\frac{R_1 R_2 F}{(I + m R_1 R_2)}$  (Γ)  $\frac{R_1 F}{m R_2}$  (Δ)  $\frac{R_1 R_2 F}{(I - m R_2^2)}$  (E)  $\frac{R_1 R_2 F}{(I - m R_1 R_2)}$



Συμπληρώστε παρακάτω τα στοιχεία σας

**Όνοματεπώνυμο:**

**Ομάδα:Β**

Άσκηση	A	B	Γ	Δ	Ε
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					