

## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

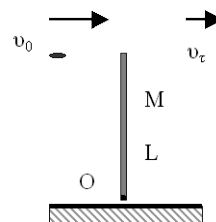
### ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

1 Οκτωβρίου 2014

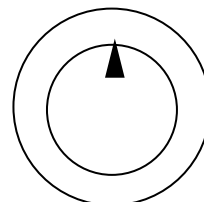
1) Ένα σώμα με μικρές διαστάσεις κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα  $u$  και στη συνέχεια συναντάει επιφάνεια της οποίας η κλίση  $\vartheta$  από την οριζόντιο, αυξάνει σύμφωνα με την σχέση  $\sin\vartheta=ks$ , όπου  $k$  σταθερά και  $s$  η απόσταση κατά μήκος της επιφάνειας από την αρχή της. Πόση απόσταση θα διανύσει το σώμα μέχρι να σταματήσει;

2) Ένα μικρό σώμα μάζας  $m$  τοποθετείται σε οριζόντιο δίσκο, σε απόσταση  $r$  από τον άξονα περιστροφής. Ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στο σώμα και τον δίσκο είναι  $\mu$ . Ο δίσκος ήταν αρχικά ακίνητος και επιταχύνεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\alpha$ . Σε ποια γωνιακή ταχύτητα ο δίσκος αρχίζει να ολισθαίνει;

3) Ράβδος μάζας  $M$  και μήκους  $L$  που είναι στερεωμένη με άρθρωση σε οριζόντιο άξονα  $O$ , είναι στην κατακόρυφη θέση και σε κατάσταση ασταθούς ισορροπίας όπως στο σχήμα. Σφαίρα μάζας  $m$  κινείται με ταχύτητα  $u_0$ , χτυπάει ακαριαία την ράβδο στο πάνω άκρο της (χωρίς να μεταβάλλει την κατανομή μάζας) και συνεχίζει την πορεία της με οριζόντια ταχύτητα  $u_t$ , ενώ η ράβδος πέφτει. Υπολογίστε την ταχύτητα του κέντρου μάζας της ράβδου τη στιγμή που χτυπά το δάπεδο. Τριβές δεν υπάρχουν. Δίνεται για τη ράβδο  $I_c = ML^2/12$ .



4) Ένας δακτύλιος, έχει εξωτερική ακτίνα  $R_a$  και εσωτερική ακτίνα  $R_b$ . Ο δακτύλιος στηρίζεται εσωτερικά σε οριζόντιο ακμή, εκτρέπεται από την κατακόρυφο κατά μικρή γωνία και αφήνεται ελεύθερο. Ξεκινώντας από τον 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα για την περιστροφική κίνηση, βρείτε τι κίνηση θα κάνει και την περίοδο της κίνησης.



5) Μία ράβδος που έχει ιδιόμηκος  $L_0$  κινείται με ταχύτητα  $u$  κατά μήκος της διεύθυνσης  $x$ . Η ράβδος σχηματίζει γωνία  $\theta_0$  με τον άξονα  $x'$ . Υπολογίστε το μήκος της ράβδου όπως μετριέται από ακίνητο παρατηρητή. Υπολογίστε την γωνία που σχηματίζει η ράβδος σύμφωνα με τον ακίνητο παρατηρητή.

6) Δίνονται οι μετασχηματισμοί Lorentz. Ξεκινώντας από αυτούς αποδείξτε τον μετασχηματισμό ταχυτήτων, σχολιάστε την πρόσθεση ταχυτήτων στη σχετικότητα. (2 μονάδες)

$$\gamma \equiv \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\begin{aligned}x' &= \gamma(x - vt) \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= \gamma\left(t - \frac{v}{c^2}x\right)\end{aligned}$$

Το κάθε θέμα 2 μονάδες. Χωρίς περιορισμό.

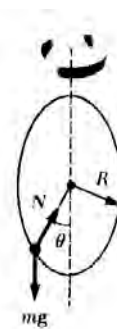
## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

### ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

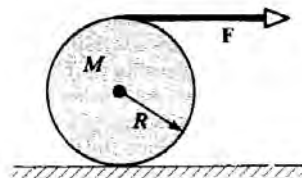
4 Φεβρουαρίου 2015

1. Σώμα κινείται ακολουθώντας την τροχιά που περιγράφεται από την εξίσωση  $y = 4x^2$ . Η προβολή της ταχύτητας στον άξονα των  $x$  είναι σταθερή και ίση με  $2\text{m/s}$ . Ξέρουμε ότι για  $t = 0\text{s}$ ,  $y = 0\text{m}$ . Υπολογίστε τα  $\vec{r}(t)$ ,  $\vec{v}(t)$ ,  $\vec{a}(t)$ .

2. Μία χάνδρα έχει περαστεί σε συρμάτινη στεφάνη χωρίς τριβές, ακτίνας  $R$ . Η στεφάνη περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο της. Η περίοδος περιστροφής της στεφάνης είναι  $T$ . Η χάνδρα έχει μάζα  $m$  και ηρεμεί ως προς τη στεφάνη σε γωνία  $\theta$ . α) Βρείτε την κάθετη δύναμη  $N$  που ασκείται από την στεφάνη στη χάνδρα. β) Προσδιορίστε την γωνία μεταξύ της κάθετης δύναμης και του άξονα περιστροφής. γ) Υπολογίστε τη κεντρομόλο δύναμη που δρά πάνω στη χάνδρα.



3. Γύρω από έναν ομογενή κύλινδρο είναι τυλιγμένο σχοινί. Εφαρμόζουμε στο σχοινί σταθερή δύναμη  $F$  όπως στο σχήμα. α) Υπολογίστε την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του σώματος την γωνιακή επιτάχυνση και τη δύναμη που ασκεί η επιφάνεια στον κύλινδρο. β) Ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στην επιφάνεια και τον κύλινδρο είναι  $\mu$ . Ποιά είναι η μέγιστη δύναμη που μπορεί να ασκηθεί στο σώμα ώστε να έχουμε μόνον κύλιση. γ) Όταν το σώμα έχει κυλίσει απόσταση  $d$  (η αρχική ταχύτητα ήταν  $0$ ), υπολογίστε την κινητική ενέργεια του σώματος και συγκρίνετε με το έργο των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα. Δίδεται  $I_c = \frac{1}{2} MR^2$ .



4. Ο χρόνος ζωής ενός σωματιδίου είναι  $\tau_0 = 10\text{ ns}$  (σε σύστημα αναφοράς που το σωματίδιο είναι ακίνητο). Το σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα  $u$  ως προς το εργαστήριο. α) Ποια είναι η απόσταση  $l$  που θα διανύσει το σωματίδιο, στο σύστημα εργαστηρίου, μέχρι να διασπαστεί, αν ο χρόνος ζωής του στο σύστημα αυτό είναι  $t = 20\text{ ns}$ ; β) Σε ένα άλλο σύστημα αναφοράς, το σωματίδιο διασπάται αφού διανύσει μήκος  $l/2$ . Πόσος είναι ο χρόνος ζωής στο σύστημα αυτό;

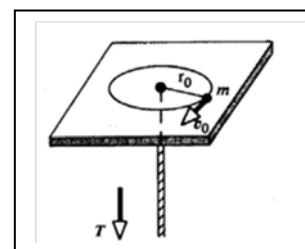
**ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ**

**3 Ιουλίου 2015**

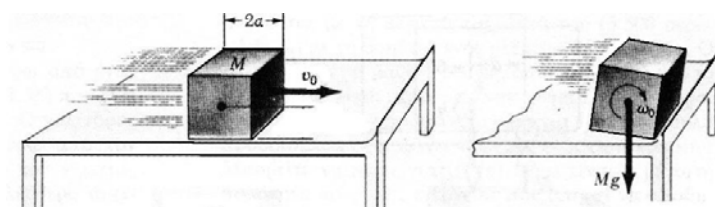
- Ένα σώμα εκτοξεύεται με ταχύτητα  $v_0$  και γωνία  $\theta_0$  σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Να υπολογίσετε την ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς (α) στο υψηλότερο σημείο (β) σε μία τυχαία θέση στην τροχιά. (χρησιμοποιήστε τη σχέση για την επιτάχυνση σε καμπυλόγραμμη κίνηση).
- Ο χρόνος ζωής ενός σωματιδίου είναι  $\tau_0 = 10 \text{ ns}$  (σε σύστημα αναφοράς που το σωματίδιο είναι ακίνητο). Το σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα  $v$  ως προς το εργαστήριο. (α) Ποια είναι η απόσταση  $l$  που θα διανύσει το σωματίδιο, στο σύστημα εργαστηρίου, μέχρι να διασπαστεί, αν ο χρόνος ζωής του στο σύστημα αυτό είναι  $t = 20 \text{ ns}$ ; (β) Σε ένα άλλο σύστημα αναφοράς, το σωματίδιο διασπάται αφού διανύσει μήκος  $l/2$ . Πόσος είναι ο χρόνος ζωής στο σύστημα αυτό; ( $1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$ )

- Στο μόριο του αζώτου, η δυναμική ενέργεια σαν συνάρτηση της απόστασης των ατόμων δίνεται από την συνάρτηση δυναμικής ενέργειας :  $U(r) = U_0 \left( e^{-\frac{2(r-r_0)}{a}} - 2e^{-\frac{(r-r_0)}{a}} \right)$ , όπου  $U_0 = 9,6 \text{ eV}$  και  $r_0 = 0,11 \text{ nm}$  και  $a$  θετική σταθερά. Να υπολογίσετε τη δύναμη ανάμεσα στα μόρια σαν συνάρτηση της απόστασης τους  $r$ . Να υπολογίσετε την θέση ισορροπίας και την ενέργεια του συστήματος στη θέση αυτή.

- Μία μάζα  $m$  είναι δεμένη σε έναν σπάγγο που περνάει μέσα από μία μικρή τρύπα και βρίσκεται πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια. Αρχικά περιστρέφεται με ταχύτητα  $v_0$  σε ακτίνα  $r_0$ . Ο σπάγγος τραβιέται αργά και η ακτίνα γίνεται  $r$ . (α) Ποια είναι η ταχύτητα της μάζας στην ακτίνα  $r$ . (β) Βρείτε την τάση του σπάγγου σαν συνάρτηση του  $r$ . (γ) Πόσο έργο έχει παραχθεί κατά την κίνηση της μάζας από την ακτίνα  $r$  στην  $r_0$ ; (δ) Υπολογίστε τις αριθμητικές τιμές για  $v$ ,  $T$ ,  $W$ , όταν  $r = 1 \text{ m}$ ,  $m = 500 \text{ g}$ ,  $r_0 = 3 \text{ m}$  και  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ .



- Ένας στερεός κύβος ακμής  $2a$  και μάζας  $M$ , γλιστράει σε λεία επιφάνεια με σταθερή ταχύτητα  $v_0$ . Στη συνέχεια χτυπά σε ένα μικρό εμπόδιο στην άκρη του τραπέζιου που αναγκάζει τον κύβο να γείρει όπως φαίνεται στο σχήμα. Βρείτε την ελάχιστη τιμή του  $v_0$  ώστε ο κύβος να πέσει κάτω από το τραπέζι. Η ροπή αδράνειας ενός ομογενούς παραλληλεπίπεδου γύρω από τον άξονα συμμετρίας είναι  $I = \frac{1}{12}(a^2 + b^2)$  όπου  $a$  και  $b$  οι ακμές του παρ/επιπέδου. ( Η κρούση στο άκρο είναι μη ελαστική).



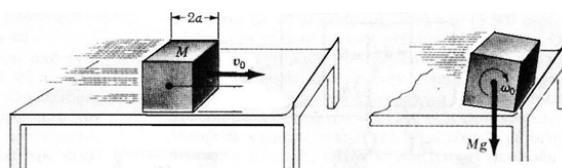
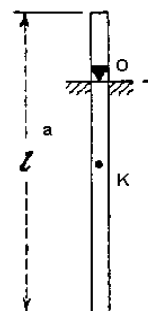
Κάθε θέμα 2.5 μονάδες, βάση 5 ανεξάρτητα επιλογών.

**ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ**

**11 Σεπτεμβρίου 2015**

- (i) Σωματίδιο κινείται σε επίπεδο και η τροχιά του δίνεται από τις σχέσεις  $x=acos\omega t$ ,  $y=bsin\omega t$ , όπου  $a, b$  και  $\omega$  γνωστές σταθερές. α) αποδείξτε ότι η τροχιά του σωματιδίου είναι έλλειψη. β) Υπολογίστε την ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς στο σημείο  $(-a, 0)$ .

(ii) Ένα σώμα μάζας 5 kg κινείται έτσι ώστε το διάνυσμα θέσης του να δίνεται από την σχέση  $\vec{r} = 2t^2\hat{i} + 3\hat{j}$ . Να υπολογίσετε την **στροφορμή του σώματος**, και την **ροπή** που ασκείται πάνω του ως προς την αρχή των συντεταγμένων.
- (i) Ένα σώμα μάζας  $m$  που κινείται με ταχύτητα  $u$  συγκρούεται πλάγια με σώμα ίδιας μάζας το οποίο αρχικά είναι ακίνητο. Αποδείξτε ότι μετά την κρούση οι ταχύτητες τους είναι κάθετες μεταξύ τους. (ii) Ένα πρωτόνιο με ταχύτητα  $u=5 \cdot 10^6$  m/s συγκρούεται πλάγια με ακίνητο πρωτόνιο. Μετά την κρούση ένα από τα πρωτόνια φεύγει σε γωνία  $30^\circ$  σε σχέση με την αρχική διεύθυνση της ταχύτητας. Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των δύο πρωτονίων μετά την κρούση.
- Ο χρόνος ζωής του νετρονίου είναι 15 min και στη συνέχεια διασπάται. Πόση πρέπει να είναι η ελάχιστη ταχύτητα ενός νετρονίου που ξεκινά από τον ήλιο για να φθάσει στη γη πριν διασπασθεί;
- Μία ράβδος μάζας  $m$  και μήκους  $l$ , μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά σε απόσταση  $a$  από το κέντρο μάζας της. i) Τι είδους κίνηση κάνει αν απομακρυνθεί κατά μικρή γωνία από τη θέση ισορροπίας και ποια είναι η περίοδος της κίνησης. ii) Βρείτε την απόσταση  $a$  για την οποία η περίοδος γίνεται ελάχιστη και πόση είναι η περίοδος στη θέση αυτή. iii) Υπολογίστε το μήκος του απλού εκκρεμούς που έχει την ίδια περίοδο με το φυσικό εκκρεμές στο ερώτημα ii.
- Ένας στερεός κύβος ακμής  $2a$  και μάζας  $M$ , γλιστράει σε λεία επιφάνεια με σταθερή ταχύτητα  $u_0$ . Στη συνέχεια χτυπά σε ένα μικρό εμπόδιο στην άκρη του τραπέζιου που αναγκάζει τον κύβο να γείρει όπως φαίνεται στο σχήμα. Βρείτε την ελάχιστη τιμή του  $u_0$  ώστε ο κύβος να πέσει κάτω από το τραπέζι. Η ροπή αδράνειας ενός ομογενούς παραλληλεπίπεδου γύρω από τον άξονα συμμετρίας είναι  $I = \frac{1}{12}(a^2 + b^2)$  όπου  $a$  και  $b$  οι ακμές του παρ/επιπέδου. ( Η κρούση στο άκρο είναι μη ελαστική).



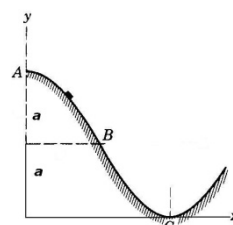
## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

25 Φεβρουαρίου 2016

1) i) Δίσκος κατά την χρονική στιγμή  $t=0$  έχει  $\theta=0$  και  $\omega=\omega_0$ . Εάν ο δίσκος περιστρέφεται έτσι ώστε ο ρυθμός της μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας σαν συνάρτηση της γωνίας να είναι σταθερός  $k$ , να βρεθούν τα  $\theta$ ,  $\omega$ ,  $\alpha$  σαν συνάρτηση του χρόνου. (1,5 μον.)

ii) Σώμα κινείται ακολουθώντας την τροχιά που περιγράφεται από την εξίσωση  $y = 4x^2$ . Η προβολή της ταχύτητας στον άξονα των  $x$  είναι σταθερή και ίση με  $2\text{m/s}$ . Ξέρουμε ότι για  $t = 0\text{ s}$ ,  $y = 0\text{ m}$ . Υπολογίστε τα  $\vec{r}(t)$ ,  $\vec{v}(t)$ ,  $\vec{a}(t)$ . (2 μον.)

2) Ένα σώμα κινείται υπό την επίδραση της βαρύτητας, σε μία σιδηροτροχιά της οποίας το ύψος μεταβάλλεται σύμφωνα με την σχέση  $y=a+a \cos(\pi \cdot x/2a)$ . Να υπολογίσετε την επιτάχυνση (συνιστώσες) σε κάθε σημείο της τροχιάς. Αν το μήκος  $a=10\text{ m}$ , να υπολογίσετε την επιτάχυνση στη θέση B και C. Αν η μάζα του σώματος είναι  $200\text{ gr}$ , να υπολογίσετε την δύναμη που ασκεί η σιδηροτροχιά πάνω στο σώμα, στις προηγούμενες θέσεις.



(δίνεται ο τύπος για την ακτίνα καμπυλότητας  $\rho$  μίας κάμπυλης

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2y/dx^2}{(1+(dy/dx)^2)^{3/2}}, \text{ επίσης η τριγωνομετρική σχέση}$$

$$\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\theta}} \quad (2,5 \text{ μονάδες})$$

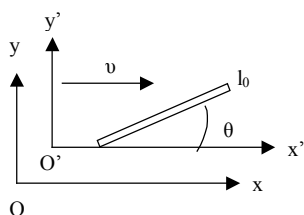
3) Ένας αθλητής πετάει δίσκο υπό γωνία  $45^\circ$  ως προς τον ορίζοντα. Ο δίσκος επιστρέφει στο ύψος από το οποίο ελευθερώθηκε, σε απόσταση  $62,5\text{ m}$ .

i) Υπολογίστε την ταχύτητα με την οποία φεύγει από το χέρι του αθλητή. (1 μονάδα)

ii) Υπολογίστε την ενέργεια και την στροφορμή του δίσκου ως προς τον δικό του άξονα περιστροφής, αν η απόσταση του από τον άξονα περιστροφής του αθλητή είναι  $0,80\text{ m}$ . Τι συμβαίνει με την στροφορμή του δίσκου, από τη στιγμή που ο δίσκος ελευθερώνεται και τι αποτέλεσμα έχει στην κίνηση του δίσκου. Η μάζα του δίσκου είναι  $2\text{ kgr}$  και η ακτίνα του  $10\text{ cm}$ . ( $I=1/2 mR^2$ ). (Δεν λαμβάνουμε υπ' όψη την αντίσταση του αέρα,  $g=10\text{m/s}^2$ ). (2 μονάδες)

4) i) Ποιά κινούμενα συστήματα αναφοράς ονομάζονται αδρανειακά; Γράψτε τους δύο νόμους της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας.

Πότε ένα σύστημα αναφοράς ονομάζεται αδρανειακό. Γράψτε τα δύο αξιώματα (νόμους) της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας. (0,5 μονάδα).



ii) Μία ράβδος που έχει ιδιόμηκος  $L_0 = 10\text{m}$  κινείται με ταχύτητα  $v=0,97c$ , κατα μήκος της διεύθυνσης  $x$ . Η ράβδος σχηματίζει γωνία  $\theta_0 = 30^\circ$  με τον άξονα  $x'$ . Υπολογίστε το μήκος της ράβδου όπως μετρείται από ακίνητο παρατηρητή. Υπολογίστε την γωνία που σχηματίζει η ράβδος σύμφωνα με τον ακίνητο παρατηρητή. (2 μονάδες)

iii) Ένα ρολόι εκπέμπει ένα φωτεινό παλμό κάθε  $1\text{ s}$ . Αν ένας παρατηρητής κινείται με ταχύτητα  $v=0,968\text{ c}$  ως προς το ρολόι, πόσο χρόνο μετράει όταν έχει καταγράψει δέκα φωτεινούς παλμούς. (1,5 μονάδες)



# ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

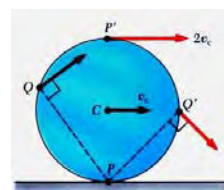
## ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

24 Ιουνίου 2016

### Θέμα1

Ένας τροχός ακτίνας  $R$  κυλιέται με σταθερή ταχύτητα  $u_0$  κατά μήκος οριζόντιου επιπέδου. i) αποδείξτε ότι η θέση ενός σημείου  $P$  στην περιφέρεια του τροχού δίνεται από τις σχέσεις :  $\mathbf{x}=\mathbf{R}(\omega t-\sin\omega t)$ ,  $\mathbf{y}=\mathbf{R}(1-\cos\omega t)$ . Όπου  $\omega$  είναι η γωνιακή ταχύτητα του τροχού και  $t=0$  όταν το σημείο  $P$  βρίσκεται σε επαφή με το επίπεδο. ii) Υπολογίστε τις συνιστώσες της ταχύτητας.

iii) Αποδείξτε ότι σε κάθε χρονική στιγμή, η ταχύτητα του σημείου  $P$  είναι κάθετη στην ευθεία που ενώνει το σημείο  $P$  με το σημείο επαφής στο επίπεδο. iv) Αν η απόσταση των δύο σημείων είναι  $\rho$  αποδείξτε ότι το μέτρο της ταχύτητας του σημείου είναι  $\mathbf{u}=\boldsymbol{\rho}\boldsymbol{\omega}$ . (1,5 και 1,5 μονάδες)



### Θέμα2

i) Πότε ένα σύστημα ονομάζεται αδρανειακό; Διατυπώστε τους δύο νόμους της σχετικότητας. ( 1 μονάδα)

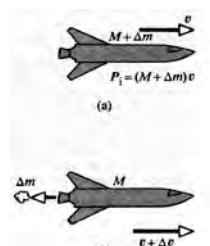
ii) Ένας αστροναύτης θέλει να πάει σε ένα άστρο που απέχει 7 έτη φωτός.

α) Υπολογίστε την ταχύτητα του διαστημοπλοίου ως προς τη γη, ώστε ο χρόνος που μετράται με το ρολόϊ του αστροναύτη να είναι 2 έτη. β) Ποια θα είναι η διάρκεια του ταξιδιού όπως μετρείται από τον γήινο παρατηρητή; (3 μονάδες)

### Θέμα 3

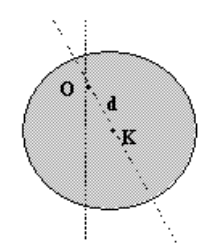
Ένας πύραυλος έχει αρχική μάζα  $M_0$  και εκτοξεύει καύσιμα με ρυθμό  $\lambda=dm/dt$ , και ταχύτητα ως προς τον πύραυλο  $u_e$ . Αν υποθέσουμε ότι βρίσκεται στο διάστημα (αμελητέα βαρύτητα) υπολογίστε την ταχύτητα του όταν η μάζα του γίνει  $M$ . Ποια είναι η προωστική δύναμη του πυραύλου;

Ένας πύραυλος με μάζα 160000 kg βρίσκεται τοποθετημένος στην εξέδρα εκτόξευσης. Αν η ταχύτητα εξόδου των αερίων είναι 3000 m/s υπολογίστε τον ρυθμό εξαγωγής καυσίμων ώστε η προωστική δύναμη να γίνει ίση με το βάρος του πυραύλου. (3 μον)



### Θέμα4

Ένας ομογενής δίσκος μάζας  $m$  και ακτίνας  $R$ , μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά σε απόσταση  $d$  από το κέντρο μάζας του. i) Τι είδους κίνηση κάνει αν απομακρυνθεί κατά μικρή γωνία από τη θέση ισορροπίας και ποια είναι η περίοδος; ii) Βρείτε την απόσταση  $d$  για την οποία η περίοδος γίνεται ελάχιστη και πόση είναι η περίοδος στη θέση αυτή. iii) Υπολογίστε την ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς το κέντρο μάζας του. (3 μον).







## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΟΔΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

### ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

5 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2016

- 1) i) Υπολογίζουμε τη περίοδο ενός απλού εκκρεμούς από τη σχέση  $T = \sqrt{\frac{l}{g}}$ , όπου  $l$  το μήκος του νήματος. Αν το νήμα διασταλεί κατά  $\delta l$ , υπολογίστε τη μεταβολή του χρόνου  $\delta T$ .
- ii) Σώμα κινείται ακολουθώντας την τροχιά που περιγράφεται από την εξίσωση  $y = 4x^2$ . Η προβολή της ταχύτητας στον άξονα των  $x$  είναι σταθερή και ίση με  $2\text{m/s}$ . Ξέρουμε ότι για  $t = 0\text{s}$ ,  $y = 0\text{m}$ . Υπολογίστε τα  $\vec{r}(t)$ ,  $\vec{v}(t)$ ,  $\vec{a}(t)$ . (3 μονάδες)
- 2) Ένα σώμα κινείται χωρίς τριβή στο εσωτερικό ενός δοχείου με κυκλική διατομή. Το σώμα ξεκινάει από τη θέση  $\theta=0$  με ταχύτητα 0. Ποια είναι η γωνιακή ταχύτητα του σώματος όταν φθάσει σε γωνία  $\alpha$  και ποια είναι η κάθετη δύναμη που ασκείται από το δοχείο στο σώμα. (3 μονάδες)
- 3) i) Πότε ένα σύστημα ονομάζεται αδρανειακό; Διατυπώστε τους δύο νόμους της σχετικότητας. (1 μονάδα)
- ii) Ένας αστροναύτης θέλει να πάει σε ένα άστρο που απέχει 7 έτη φωτός. α) Υπολογίστε την ταχύτητα του διαστημοπλοίου ως προς τη γη, ώστε ο χρόνος που μετράται με το ρολόι του αστροναύτη να είναι 2 έτη. β) Ποια θα είναι η διάρκεια του ταξιδιού όπως μετρείται από τον γήινο παρατηρητή; (3 μονάδες)

## ΓΕΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

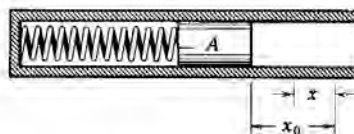
### Β' ΠΡΟΟΔΟΣ

10-6 -2016

#### Θέμα 1

i) Η δύναμη που ασκεί ένα ελατήριο αν συμπιεστεί κατά  $x$ , είναι ίση με  $F=-kx$ . Αποδείξτε ότι η δύναμη είναι διατηρητική και υπολογίστε τη συνάρτηση δυναμικής ενέργειας.

ii) Ένα σώμα μάζας  $m$  εκτοξεύεται από τη δύναμη που ασκεί ένα ελατήριο σταθεράς  $k$ . Αν η αρχική συμπίεση του ελατηρίου ήταν  $x_0$ , σε ποιά απόσταση η ισχύς που παράγει το ελατήριο γίνεται μέγιστη; Ποια η ταχύτητα του σώματος στη θέση αυτή; Πόση είναι η μέγιστη ισχύς;



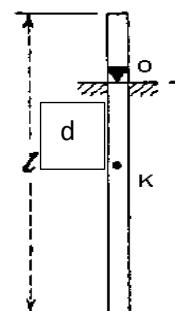
#### Θέμα 2

Ράβδος μήκους  $L$  και μάζας  $M$ , είναι ακίνητη σε οριζόντιο τραπέζι χωρίς τριβές. Μία σφαίρα μάζας  $m$  και ταχύτητας  $u$  (κάθετη προς τη ράβδο) χτυπά στο ένα άκρο της ράβδου και συνεχίζει την πορεία της στην ίδια ευθεία με ταχύτητα  $u/3$ .

Υπολογίστε την ταχύτητα του Κ.Μ. και την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής, μετά την κρούση. Υπολογίστε την ενέργεια που χάθηκε κατά την κρούση.

#### Θέμα 3

Μία ράβδος μάζας  $m$  και μήκους  $l$ , μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά σε απόσταση  $d$  από το κέντρο μάζας της. i) Τι είδους κίνηση κάνει αν απομακρυνθεί κατά μικρή γωνία από τη θέση ισορροπίας και ποια είναι η περίοδος; ii) Βρείτε την απόσταση  $d$  για την οποία η περίοδος γίνεται ελάχιστη και πόση είναι η περίοδος στη θέση αυτή. ii) Υπολογίστε την ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το κέντρο μάζας της.



## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

### ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

29-ΙΟΥΝΙΟΥ -2012

#### Θέμα 1

Ο χρόνος ζωής του νετρονίου είναι 15 min και στη συνέχεια διασπάται. Πόση πρέπει να είναι η ελάχιστη ταχύτητα ενός νετρονίου που ξεκινά από τον ήλιο για να φθάσει στη γη πριν διασπασθεί;

#### Θέμα 2

Αεριωθούμενο αεροπλάνο, κινείται με σταθερή ταχύτητα 225 m/s. Ο αέρας εξέρχεται με από τους κινητήρες με ρυθμό 80 kg/s και ταχύτητα προς το αεροπλάνο  $u_x = 800$  m/s. Ο ρυθμός κατανάλωσης καυσίμων είναι 3 kg/s. Να υπολογίσετε (1) τη δύναμη που ασκείται πάνω στο αεροπλάνο (2) την ισχύ που παράγεται πάνω στο αεροπλάνο (3) την ισχύ που παράγεται στα καυσαέρια.

#### Θέμα 3

α) Δώστε τον ορισμό της στροφορμής και αποδείξτε την σχέση .

β) Σώμα μάζας 2 kg κινείται ώστε το διάνυσμα θέσης να δίνεται από την σχέση . Να υπολογιστεί το διάνυσμα της στροφορμής και η ροπή που ασκείται στο σώμα.

#### Θέμα 4

Ένας κύλινδρος μάζας 1 kg κυλιέται σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας  $30^\circ$  με τον ορίζοντα. Γύρω από τον κύλινδρο είναι τυλιγμένο σχοινί αμελητέας μάζας, στο οποίο εφαρμόζεται δύναμη 3N παράλληλα προς το επίπεδο και προς την άνοδο. (Βλέπε σχήμα). Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του Κ.Μ του σώματος καθώς και τη γωνιακή επιτάχυνση για την περιστροφή του σώματος.

# ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

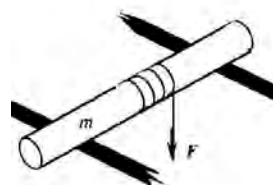
## ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

18 Μαρτίου 2014

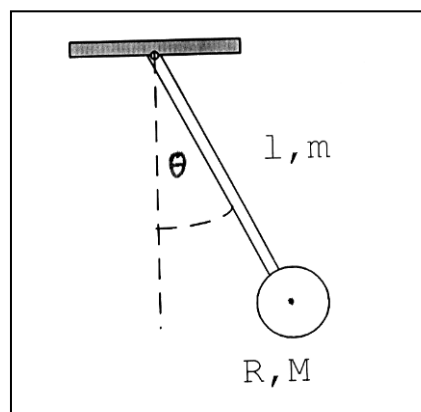
1) α) Δίσκος κατά την χρονική στιγμή  $t=0$  έχει  $\theta=0$  και  $\omega=\omega_0$ . Εάν ο δίσκος περιστρέφεται έτσι ώστε ο ρυθμός της μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας σαν συνάρτηση της γωνίας να είναι σταθερός  $k$ , να βρεθούν τα  $\theta$ ,  $\omega$ ,  $\alpha$  σαν συνάρτηση του χρόνου.

β) Ένα σώμα μάζας  $5 \text{ kg}$  κινείται έτσι ώστε το διάνυσμα θέσης του να δίνεται από την σχέση  $\vec{r} = 2t^2\hat{i} + 3\hat{j}$ . Να υπολογίσετε την **τροφορμή του σώματος**, και την **ροπή** που ασκείται πάνω του ως προς την αρχή των συντεταγμένων.

2) Κύλινδρος μάζας  $m$  βρίσκεται πάνω σε 2 οριζόντιες σανίδες. Στον κύλινδρο είναι τυλιγμένο αβαρές νήμα στο άκρο του οποίου ασκείται κατακόρυφη δύναμη  $F$  (βλέπε σχήμα). i) Πόση πρέπει να είναι η  $F$  ώστε ο κύλινδρος να κυλιέται χωρίς ολίσθηση, αν ο συντελεστής τριβής μεταξύ κυλίνδρου και σανίδων είναι  $\mu$  ( $\mu < 2/3$ ); ii) Με ποιά **επιτάχυνση** θα κινείται τότε ο άξονας του κυλίνδρου;



3) Ένα σύστημα σωμάτων έχει την μορφή του σχήματος και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον άξονα  $O$ . Η ράβδος έχει μήκος  $95 \text{ cm}$  και μάζα  $30 \text{ gr}$ . Ο δίσκος έχει ακτίνα  $5 \text{ cm}$  και βάρος  $600 \text{ gr}$ . Αν απομακρύνουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας κατά μικρή γωνία, βρείτε τις **εξισώσεις κίνησης** και **υπολογίστε την περίοδο της κίνησης**. Αν η απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας είναι κατά γωνία  $0,035 \text{ rad}$ , υπολογίστε την ταχύτητα του κέντρου του δίσκου όταν περνά από την κατακόρυφο. (Δίνονται  $I_o = 1/3 ml^2$  και  $I_c = 1/2 mr^2$ ).



4) Ένας φυσικός μετρά τον χρόνο ζωής ενός σωματιδίου. Το σωματίδιο διασπάται σε χρόνο  $260,3 \cdot 10^{-9} \text{ s}$ , έχοντας διανύσει απόσταση  $77,70 \text{ m}$  από την θέση που παράχθηκε, όπως τα μέτρησε ο φυσικός **στο εργαστήριο** του. α) Πόσος είναι ο χρόνος ζωής του σωματιδίου στο σύστημα αναφοράς όπου το **σωματίδιο είναι ακίνητο**; β) Αν ο **παρατηρητής κινούνταν** μαζί με το σωματίδιο τι **μήκος** θα μετρούσε για την απόσταση ανάμεσα στις θέσεις παραγωγής και διάσπασης του σωματιδίου;

# ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

## ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

5 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2013

1. Σωματίδιο κινείται στο επίπεδο  $xy$ , έτσι ώστε οι συντεταγμένες του να δίνονται από τις σχέσεις :  $x=kt$  m ,  $y=kt(1-nt)$  m , όπου  $k$  και  $n$  γνωστές σταθερές. Να βρεθούν :
  - i) Η εξίσωση της τροχιάς,  $y(x)$ .
  - ii) Η ταχύτητα και η επιτάχυνση σαν συναρτήσεις του χρόνου.
  - iii) Ο χρόνος  $t$  που χρειάζεται για να γίνει η γωνία μεταξύ ταχύτητας και επιτάχυνσης ίση με  $\pi/4$ .
2. Δύο λιμάνια  $A$  και  $B$  , βρίσκονται στις όχθες ποταμού, το ένα απέναντι στο άλλο. Η ταχύτητα των νερών του ποταμού είναι  $u=0,5\text{m/s}$ . Βάρκα μπορεί να κινείται με ταχύτητα  $u=0,8\text{m/s}$  ως προς το νερό. α) Υπολογίστε τη γωνία μεταξύ της ταχύτητας της βάρκας και της  $AB$  ούτως ώστε η βάρκα να φτάσει από το ένα λιμάνι στο άλλο. β) Ποια θα είναι σε αυτή την περίπτωση η ταχύτητα της βάρκας ως προς το έδαφος;
3. Σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας  $\phi$ , ολισθαίνει παραλληλεπίπεδο και κυλιέται λεπτό δακτυλίδι. α) Ποιός πρέπει να είναι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ κεκλιμένου επιπέδου και σωμάτων, ώστε αυτά να κινούνται έτσι ώστε να μην προσπερνά το ένα το άλλο; β) Ποιά θα είναι η ταχύτητα τους στη βάση αν αφεθούν από ύψος  $h$  ;
4. Παρατηρητής θέλει να επισκεφθεί ένα άστρο, που απέχει 10 έτη φωτός από τη γη. α) Να βρεθεί η ταχύτητα του παρατηρητή ως προς τη γη, αν σύμφωνα με το ρολόι του, ο χρόνος που απαιτείται για το ταξίδι είναι 2 έτη. β) Πόσος χρόνος θα απαιτηθεί για το ταξίδι σύμφωνα με παρατηρητή που βρίσκεται στη γη;

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ  
15 ΙΟΥΝΙΟΥ 2017

1. i) Πότε ένα σύστημα αναφοράς ονομάζεται αδρανειακό; Γράψτε τα δύο αξιώματα (νόμους) της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας.

ii) Ένα διαστημόπλοιο ξεκινά από τη γη με ταχύτητα  $0,95c$  με προορισμό τον  $\alpha$ -Κενταύρου που απέχει  $4,2$  έτη φωτός. 1) Πόσα έτη χρειάζεται για να φτάσει στον  $\alpha$ -Κενταύρου σύμφωνα με τους παρατηρητές στη γη; 2) Πόσα έτη χρειάζεται σύμφωνα με τους αστροναύτες; 3) Πόση είναι η απόσταση του  $\alpha$ -Κενταύρου σύμφωνα με τους αστροναύτες (σε έτη φωτός);

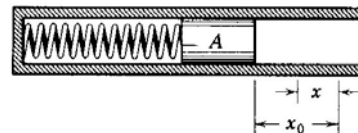
2. Από την κορυφή ενός κτιρίου ύψους  $h$ , πέφτει σφαιρίδιο, στο οποίο αναπτύσσεται δύναμη αεροδυναμικής τριβής. Αν η δύναμη αυτή ισούται με  $F = -kv$  όπου  $k = 5 \cdot 10^{-3} \text{ N/(m/s)}$  και η μάζα του σφαιριδίου είναι  $m = 30 \text{ gr}$ , υπολογίστε α) Την ταχύτητα του σφαιριδίου σαν συνάρτηση του χρόνου, β) την απόσταση που διανύει σαν συνάρτηση του χρόνου, γ) Το ύψος του κτιρίου αν φτάνει στο έδαφος μετά από χρόνο  $t = 5 \text{ s}$ .

3. Μία χάνδρα έχει περαστεί σε συρμάτινη στεφάνη χωρίς τριβές, ακτίνας  $R$ . Η στεφάνη περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο της. Η περίοδος περιστροφής της στεφάνης είναι  $T$ . Η χάνδρα έχει μάζα  $m$  και ηρεμεί ως προς τη στεφάνη σε γωνία  $\theta$ . α) Βρείτε την κάθετη δύναμη  $N$  που ασκείται από την στεφάνη στη χάνδρα. β) Προσδιορίστε την γωνία μεταξύ της κάθετης δύναμης και του άξονα περιστροφής. γ) Υπολογίστε τη κεντρομόλο δύναμη που δρά πάνω στη χάνδρα.



4. i) Η δύναμη που ασκεί ένα ελατήριο αν συμπιεστεί κατά  $x$ , είναι ίση με  $F = -kx$ . Αποδείξτε ότι η δύναμη είναι διατηρητική και υπολογίστε τη συνάρτηση δυναμικής ενέργειας.

ii) Ένα σώμα μάζας  $m$  εκτοξεύεται από τη δύναμη που ασκεί ένα ελατήριο σταθεράς  $k$ . Αν η αρχική συμπίεση του ελατηρίου ήταν  $x_0$ , σε ποιά απόσταση η ισχύς που παράγει το ελατήριο γίνεται μέγιστη; Ποια η ταχύτητα του σώματος στη θέση αυτή; Πόση είναι η μέγιστη ισχύς;



5. Ράβδος μήκους  $L$  και μάζας  $M$ , είναι ακίνητη σε οριζόντιο τραπέζι χωρίς τριβές. Μία σφαίρα μάζας  $m$  και ταχύτητας  $u$  (κάθετη προς τη ράβδο) χτυπά στο ένα άκρο της ράβδου και συνεχίζει την πορεία της στην ίδια ευθεία με ταχύτητα  $u/3$ .

Υπολογίστε την ταχύτητα του Κ.Μ. και την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της ράβδου, μετά την κρούση. Υπολογίστε την ενέργεια που χάθηκε κατά την κρούση.

6. Μία σφαίρα μπιλιάρδου, μετά από χτύπημα, αποκτά ταχύτητα  $u_0$ . Αρχικά η κίνηση είναι μικτή, ολίσθηση και περιστροφή, μετά μετατρέπεται σε αμιγή κύλιση. Πόση είναι η ταχύτητα Κ.Μ. στην αμιγή κύλιση; Πόσος χρόνος πέρασε από τη κρούση μέχρι την αμιγή κύλιση; Συντελεστής τριβής ανάμεσα στην σφαίρα και το τραπέζι  $\mu$ , ροπή αδράνειας σφαίρας  $I = \frac{2}{5} mR^2$ .

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΟΔΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ  
27 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2017

1. Σωματίδιο κινείται στο επίπεδο  $xy$ , έτσι ώστε οι συντεταγμένες του να δίνονται από τις σχέσεις :  $x=kt \text{ m}$  ,  $y=kt(1-nt) \text{ m}$  , όπου  $k$  και  $n$  γνωστές σταθερές. Να βρεθούν :
  - a. Η εξίσωση της τροχιάς,  $y(x)$ .
  - b. Η ταχύτητα και η επιτάχυνση σαν συναρτήσεις του χρόνου.
  - c. Ο χρόνος  $\tau$  που χρειάζεται για να γίνει η γωνία μεταξύ ταχύτητας και επιτάχυνσης ίση με  $\pi/4$
2. Από την κορυφή ενός κτιρίου ύψους  $h$ , πέφτει σφαιρίδιο, στο οποίο αναπτύσσεται δύναμη αεροδυναμικής τριβής. Αν η δύναμη αυτή ισούται με  $F=-kv$  όπου  $k=5 \cdot 10^{-3} \text{ N/(m/s)}$  και η μάζα του σφαιριδίου είναι  $m=30\text{gr}$ , υπολογίστε α) Την ταχύτητα του σφαιριδίου σαν συνάρτηση του χρόνου, β) την απόσταση που διανύει σαν συνάρτηση του χρόνου, γ) Το ύψος του κτιρίου αν φτάνει στο έδαφος μετά από χρόνο  $t=5\text{s}$ .
3. Μία χάνδρα έχει περαστεί σε συρματινή στεφάνη χωρίς τριβές, ακτίνας  $R$ . Η στεφάνη περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο της. Η περίοδος περιστροφής της στεφάνης είναι  $T$ . Η χάνδρα έχει μάζα  $m$  και ηρεμεί ως προς τη στεφάνη σε γωνία  $\theta$ . α) Βρείτε την κάθετη δύναμη  $N$  που ασκείται από την στεφάνη στη χάνδρα. β) Προσδιορίστε την γωνία μεταξύ της κάθετης δύναμης και του άξονα περιστροφής. γ) Υπολογίστε τη κεντρομόλο δύναμη που δρά πάνω στη χάνδρα.



# ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

## ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

5 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2013

1. Σωματίδιο κινείται στο επίπεδο  $xy$ , έτσι ώστε οι συντεταγμένες του να δίνονται από τις σχέσεις :  $x=kt$  m ,  $y=kt(1-nt)$  m , όπου  $k$  και  $n$  γνωστές σταθερές. Να βρεθούν :
  - i) Η εξίσωση της τροχιάς,  $y(x)$ .
  - ii) Η ταχύτητα και η επιτάχυνση σαν συναρτήσεις του χρόνου.
  - iii) Ο χρόνος  $t$  που χρειάζεται για να γίνει η γωνία μεταξύ ταχύτητας και επιτάχυνσης ίση με  $\pi/4$ .
2. Δύο λιμάνια A και B , βρίσκονται στις όχθες ποταμού, το ένα απέναντι στο άλλο. Η ταχύτητα των νερών του ποταμού είναι  $u= 0,5m/s$ . Βάρκα μπορεί να κινείται με ταχύτητα  $u=0,8m/s$  ως προς το νερό. α)Υπολογίστε τη γωνία μεταξύ της ταχύτητας της βάρκας και της AB ούτως ώστε η βάρκα να φτάσει από το ένα λιμάνι στο άλλο. β) Ποια θα είναι σε αυτή την περίπτωση η ταχύτητα της βάρκας ως προς το έδαφος;
3. Σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας  $\phi$ , ολισθαίνει παραλληλεπίπεδο και κυλιέται λεπτό δακτυλίδι. α) Ποιός πρέπει να είναι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ κεκλιμένου επιπέδου και σωμάτων, ώστε αυτά να κινούνται έτσι ώστε να μην προσπερνά το ένα το άλλο; β) Ποιά θα είναι η ταχύτητα τους στη βάση αν αφεθούν από ύψος  $h$  ;
4. Παρατηρητής θέλει να επισκεφθεί ένα άστρο, που απέχει 10 έτη φωτός από τη γη. α) Να βρεθεί η ταχύτητα του παρατηρητή ως προς τη γη, αν σύμφωνα με το ρολόι του, ο χρόνος που απαιτείται για το ταξίδι είναι 2 έτη. β) Πόσος χρόνος θα απαιτηθεί για το ταξίδι σύμφωνα με παρατηρητή που βρίσκεται στη γη;