

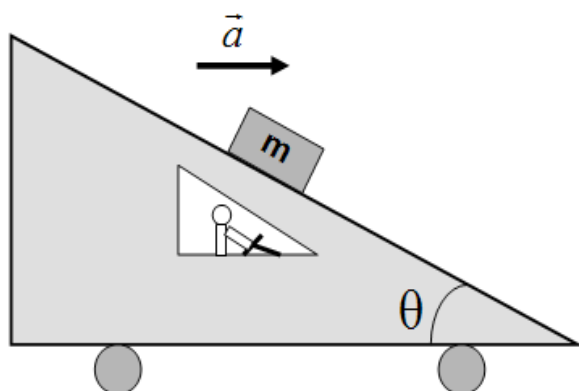
ΕΜΠ-ΣΧΟΛΗ ΕΜΦΕ-ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ Ι

Κεφάλαιο ΙΙΙ (Συστήματα Αναφοράς)

Γ.1 Ένα ασανσέρ κατεβαίνει με επιτάχυνση $-2\hat{y} m/sec^2$ ως προς το έδαφος ξεκινώντας από ύψος y_0 . Κάποια στιγμή $t=0$, ξεκολλάει και πέφτει το κάλυμμα της λάμπας που βρίσκεται 2.5m πάνω από το πάτωμα του θαλάμου. Εκείνη ακριβώς τη στιγμή ένας επιβάτης το βλέπει και συνειδητοποιεί ότι θα του χτυπήσει το πόδι. **α)** Να γράψετε την εξίσωση κίνησης του καλύμματος στο σύστημα αναφοράς του ασανσέρ. **β)** Να βρείτε πόσο χρόνο έχει ο επιβάτης να τραβήξει το πόδι του για να μην τον χτυπήσει το κάλυμμα. **γ)** Με πόση ταχύτητα θα φτάσει το κάλυμμα στο πάτωμα στο σύστημα αναφοράς του ασανσέρ. **δ)** Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης του καλύμματος και του επιβάτη και να περιγράψετε τις κινήσεις τους ως προς ένα παρατηρητή ακίνητο στο έδαφος.

Γ.2 Αμαξάκι σχήματος κεκλιμένου επιπέδου κινείται οριζόντια με επιτάχυνση a . Επάνω στο κεκλιμένο επίπεδο βρίσκεται ένα σώμα μάζας m , η τριβή ολίσθησης ανάμεσα στο κεκλιμένο επίπεδο και το σώμα είναι μ . Υποθέτουμε ότι $\mu \tan \theta < 1$ όπου θ η γωνία του κεκλιμένου επιπέδου με τον οριζόντιο. (α) Βρείτε την επιτάχυνση a_0 του αμαξιού ώστε το σώμα να ισορροπεί επί του κεκλιμένου επιπέδου χωρίς την δύναμη της τριβής. (β) Εάν $a > a_0$ περιγράψτε την κίνηση του σώματος ως προς το αμαξάκι και βρείτε την επιτάχυνση του σώματος ως προς το κεκλιμένο επίπεδο.



Γ.3 Λεία ράβδος μήκους L περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω , σε οριζόντιο επίπεδο, περί κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της. Κατά μήκος της ράβδου κυλά χωρίς τριβή σφαιρίδιο μάζας m το οποίο ξεκινά από το σταθερό άκρο της ράβδου με αρχική ταχύτητα v_0 . Πότε φτάνει στο L ;

Γ.4 Ένα σώμα μάζας m κινείται στο επίπεδο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , $\frac{d\theta}{dt} = \omega = \text{σταθ.}$.

(α) Βρείτε την τροχιά του σώματος σε πολικές συντεταγμένες εάν η κεντρομόλος επιτάχυνση είναι συνέχεια μηδέν, η απόσταση από την αρχή των αξόνων για $t=0$ είναι r_0 . (β) Σχεδιάστε πρόχειρα τις δύο δυνατές τροχιές. (γ) Ποια είναι η ταχύτητα της μάζας; Ποια δύναμη ασκείται στο σώμα;

Γ.5 Ένας κουβάς με νερό περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του με γωνιακή ταχύτητα ω στο πεδίο βαρύτητας της γης. Ποιο είναι το σχήμα της επιφάνειας του νερού;

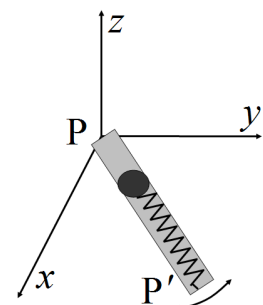
Γ.6 Άνθρωπος βρίσκεται πάνω σε οριζόντια κυκλική πλατφόρμα η οποία περιστρέφεται περί τον κατακόρυφο άξονά της με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Ο άνθρωπος βαδίζει κατά μήκος μιας ακτίνας η οποία έχει χαραχτεί στην πλατφόρμα, από τον άξονα περιστροφής στην περιφέρειά της, κινούμενος με σταθερή ταχύτητα v_{π} ως προς την πλατφόρμα. Μελετήστε το ρόλο της δύναμης τριβής (α) σύμφωνα με αδρανειακό παρατηρητή, (β) σύμφωνα με μη αδρανειακό παρατηρητή, (γ) υπολογίστε μέχρι ποιά χρονική στιγμή ή (ισοδύναμα) μέχρι ποιά απόσταση από το κέντρο, μπορεί να συνεχιστεί η κίνηση χωρίς τον κίνδυνο ολίσθησης, αν ο συντελεστής στατικής τριβής ανάμεσα στον άνθρωπο και την πλατφόρμα, είναι μ .

Γ.7 Σώμα μάζας m εκτοξεύεται οριζόντια με αρχική ταχύτητα u_0 , εκτός πεδίου βαρύτητας. (α) Βρείτε τις συντεταγμένες του σώματος σαν συνάρτηση του χρόνου σε ένα περιστρεφόμενο οριζόντιο σύστημα αναφοράς με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Αρχικά το σώμα για $t=0$ είναι στην αρχή των αξόνων. (β) Βρείτε τις φανταστικές δυνάμεις, *Coriolis* και Φυγόκεντρο, που ασκούνται στο σώμα για τον μη-αδρανειακό, περιστρεφόμενο παρατηρητή. (γ) Γράψτε την εξίσωση κίνησης.

Γ.8 Έστω ότι έχουμε ένα μαθηματικό εκκρεμές μάζας m και μήκους l σε κάποιο σημείο πάνω στη Γη. Στο σημείο ανάρτησης του εκκρεμούς δεν υπάρχουν δυνάμεις τριβής. Δείξτε ότι το επίπεδο ταλάντωσης μεταβάλλεται καθώς περιστρέφεται η Γη και βρείτε τον χρόνο μιας πλήρους περιστροφής του επιπέδου ταλάντωσης.

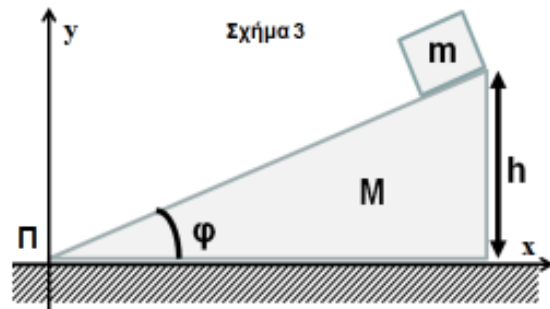
Γ.9 Ένας διαστημικός σταθμός εκτός πεδίου βαρύτητας έχει σχήμα κυλίνδρου ακτίνας R και περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του με σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Να υπολογίσετε την περίοδο περιστροφής του σταθμού ως προς ακίνητο παρατηρητή, ώστε ο αστροναύτης μάζας m που στέκεται στον εξωτερικό τοίχο να αισθάνεται ότι ζυγίζει όσο ζυγίζει και στη Γη. Ο αστροναύτης αρχίζει να τρέχει κατά μήκος του τοίχου με ταχύτητα u ως προς τον τοίχο. Βρείτε την διεύθυνση και το μέτρο της ταχύτητας του ώστε το φαινομενικό του βάρος να ελαττώνεται κατά 20%.

Γ.10 Λεπτή ράβδος μήκους $L = 1$ m περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\omega = 10$ rad/s, σε οριζόντιο επίπεδο, γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της P. Σε εσωτερική ορθογώνια εσοχή και κατά μήκος της ράβδου μπορεί να κυλά, χωρίς τριβή, σφαιρίδιο μάζας $M = 1$ kg. Το σφαιρίδιο είναι προσαρτημένο στην άκρη αβαρούς ελατηρίου φυσικού μήκους $L/2$ και σταθεράς $k = 1200$ N/m. Το άλλο άκρο του ελατηρίου έχει καρφωθεί στο περιστρεφόμενο άκρο P' της ράβδου. Έστω ότι την χρονική στιγμή $t = 0$ το σφαιρίδιο βρίσκεται σε απόσταση $L/3$ από το P και έχει ταχύτητα $v_0 = 5$ m/s με φορά από το P προς το P'. (α) Βρείτε και σχεδιάστε τις δυνάμεις



που δέχεται το σφαιρίδιο για $t = 0$ όπως αυτές τις μετράει ακίνητος παρατηρητής Ο. (β) Βρείτε και σχεδιάστε τις δυνάμεις που δέχεται το σφαιρίδιο για $t = 0$ όπως αυτές τις μετράει παρατηρητής Π που περιστρέφεται μαζί με την ράβδο. (γ) Δείξτε ότι σύμφωνα με τον Π η ολική δύναμη που ασκείται στο σφαιρίδιο μηδενίζεται όταν αυτό βρίσκεται για $t = t_A > 0$ σε κάποιο σημείο Α της ράβδου. (δ) Δείξτε ότι για $t > 0$ η κίνηση του σφαιριδίου ως προς τον παρατηρητή Π είναι αρμονική ταλάντωση γύρω από το σημείο Α και βρείτε την γωνιακή της συχνότητα. (ε) Ποια είναι η ελάχιστη και ποια η μέγιστη απόσταση από το κέντρο Ρ κατά την διάρκεια της ταλάντωσης;

Γ.11 Σώμα μάζας m συγκρατείται (όπως φαίνεται στο Σχήμα 3) αρχικά ακίνητο σε ύψος h στην κορυφή μίας ομογενούς τριγωνικής σφήνας μάζας M (θεωρήστε ότι το μέγεθος του σώματος είναι αμελητέο σε σχέση με αυτό της σφήνας). Η σφήνα συγκρατείται επίσης αρχικά ακίνητη σε οριζόντιο επίπεδο, ενώ οι τριβές όλων των επιφανειών του συστήματος είναι μηδενικές. Η επιφάνεια της σφήνας, πάνω στην οποία βρίσκεται το σώμα σχηματίζει γωνία φ ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Στο κάτω άκρο της σφήνας βρίσκεται ακίνητος παρατηρητής Π, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Κάποια στιγμή $t = t_0$ το σύστημα αφήνεται ελεύθερο. (α) Να υπολογιστεί η ταχύτητα της σφήνας ως προς τον ακίνητο παρατηρητή Π την στιγμή $t = t_1$ που το σώμα m φτάνει στο κατώτερο σημείο του κεκλιμένου επιπέδου. (β) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση της σφήνας ως προς τον Π όσο το σώμα m παραμένει πάνω της.



Γ.12 Σε ένα λούνα παρκ υπάρχει ένα κυλινδρικό δωμάτιο με ακτίνα R , το οποίο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του. Ένα παιδί μπαίνει μέσα στον κύλινδρο και ακουμπά στον τοίχο. Ο κύλινδρος αρχίζει να περιστρέφεται με αυξανόμενη γωνιακή ταχύτητα. Κάποια χρονική στιγμή το πάτωμα κάτω από τα πόδια του παιδιού πέφτει. Βρείτε την ελάχιστη τιμή του συντελεστή στατικής τριβής που απαιτείται για να μη γλιστρήσει το παιδί προς τα κάτω.