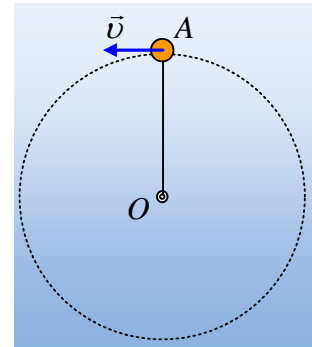


Η τάση του νήματος και η κυκλική κίνηση.

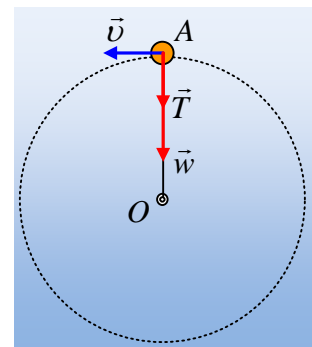
Μια σφαίρα Σ μάζας 1 kg είναι δεμένη στο άκρο νήματος μήκους 1 m , το άλλο άκρο του οποίου κρατάμε με το χέρι μας. Περιστρέφοντας κατάλληλα το χέρι μας, θέτουμε τελικά τη σφαίρα σε κατακόρυφη κυκλική τροχιά με κέντρο το άκρο O του νήματος, που το κρατάμε σταθερό.



- i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα, όταν περνά από το ανώτερο σημείο A της τροχιάς της.
- ii) Να γράψετε το 2^ο νόμο του Νεύτωνα για τη σφαίρα στην παραπάνω θέση και να υπολογίσετε την ταχύτητά της, αν η δύναμη που ασκείται στο χέρι μας από το νήμα έχει μέτρο $F_1=6\text{ N}$.
- iii) Αν μικρύνει η ταχύτητα περιστροφής του σώματος Σ , τι θα συμβεί με την τάση του νήματος στη θέση A ;
- iv) Ποια η ελάχιστη ταχύτητα της σφαίρας στη θέση A , αν θέλουμε να μηδενιστεί η τάση του νήματος, αλλά η σφαίρα να διαγράψει τον παραπάνω κύκλο;
- v) Στην περίπτωση αυτή, ποια δύναμη «παίζει» το ρόλο της κεντρομόλου;
- vi) Αγνοώντας όλα τα άλλα ουράνια σώματα και θεωρώντας τη Γη ακίνητη, δεχόμαστε ότι η Σελήνη διαγράφει κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη. Να σχεδιάσετε ένα σχήμα, στο οποίο να εμφανίζεται η τροχιά της Σελήνης και πάνω στο σχήμα να σημειώσετε την ταχύτητα και την κεντρομόλο δύναμη. Γιατί αλήθεια η Σελήνη δεν πέφτει στη Γη, όπως πέφτει ένα μήλο, αν το αφήσουμε από κάποιο ύψος;

Απάντηση:

- i) Στο διπλανό σχήμα έχουμε σχεδιάσει τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στη θέση A . Το βάρος w και η τάση του νήματος T .
- ii) Το νήμα ασκεί στα άκρα του δυνάμεις ίσου μέτρου, στα σώματα με τα οποία είναι δεμένο. Η δύναμη αυτή ονομάζεται τάση του νήματος, συνεπώς και στη σφαίρα ασκείται η τάση του νήματος μέτρου $T=4\text{ N}$. Αλλά τότε στη σφαίρα ασκείται συνισταμένη δύναμη, κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω και μέτρο $\Sigma F=w+T=mg+T=10\text{ N}+6\text{ N}=16\text{ N}$. Όμως η συνισταμένη αυτή είναι κάθετη στην ταχύτητα με κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς O , είναι συνεπώς η κεντρομόλος δύναμη που συγκρατεί στην κυκλική τροχιά το σώμα. Έτσι ο 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα μας δίνει:



$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{ή}$$

$$w + T = m \frac{v^2}{R} \quad (1) \rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{(mg + T)R}{m}} = \sqrt{\frac{(10\text{ N} + 6\text{ N})1\text{ m}}{1\text{ kg}}} = 4\text{ m/s}$$

iii) Από την σχέση (1) συμπεραίνουμε ότι αν μικρύνουμε την ταχύτητα, θα μικραίνει και η τάση του νήματος αφού $T = m \frac{v^2}{R} - mg$

$$T = m \frac{v^2}{R} - mg$$

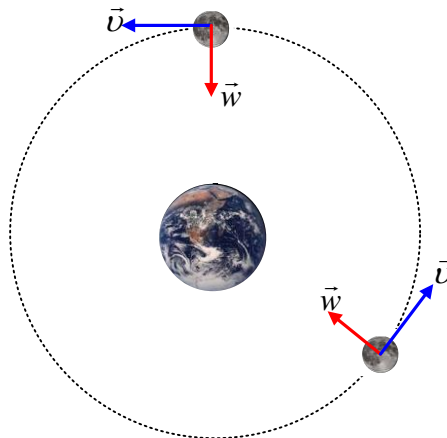
iv) Μικραίνοντας την ταχύτητα του σώματος καθώς περνά από τη θέση Α, θα φτάσουμε κάποια στιγμή η τάση του νήματος να πάρει την ελάχιστη δυνατή τιμή της. Αλλά αυτή δεν είναι άλλη, από το να μηδενιστεί η τάση, πράγμα που σημαίνει ότι το νήμα τείνει να χαλαρώσει και δεν παίζει ρόλο στην κίνηση της σφαίρας. Αλλά από τη σχέση (1) παίρνουμε:

$$w + T_{\min} = m \frac{v_{\min}^2}{R} \rightarrow$$

$$mg + 0 = m \frac{v_{\min}^2}{R} \rightarrow$$

$$v_{\min} = \sqrt{Rg} = \sqrt{1 \cdot 10} m/s \approx 3,16 m/s$$

- v) Αν τώρα η σφαίρα περάσει από το ανώτερο σημείο της τροχιάς της Α, έχοντας την ελάχιστη ταχύτητα, τότε δεν ασκείται πάνω της τάση από το νήμα. Οπότε η μοναδική δύναμη που της ασκείται είναι το βάρος, το οποίο «παίζει και το ρόλο» της κεντρομόλου δύναμης.
- vi) Στο παρακάτω σχήμα έχουν σχεδιαστεί δυο θέσεις της Σελήνης και η δύναμη που δέχεται από τη Γη, το «βάρος».



Το βάρος (η ελκτική δύναμη από τη Γη), είναι η μοναδική δύναμη που ασκείται στη Σελήνη, συνεπώς είναι η κεντρομόλος δύναμη που συγκρατεί τη Σελήνη σε κυκλική τροχιά, γύρω από τη Γη.

Η δύναμη αυτή, ονομάζεται και δύναμη παγκόσμιας έλξης και είναι ίδιας φύσης με τη δύναμη που ασκείται σε ένα μήλο, που αφήνεται να πέσει από κάποιο ύψος.

Γιατί τώρα δεν πέφτει πάνω στη Γη η Σελήνη;

Επειδή έχει ταχύτητα, κάθετη στην δύναμη! Αν υπήρχε τρόπος (π.χ. με κρούση με ένα άλλο ουράνιο σώμα) να μηδενιστεί η ταχύτητά της, τότε θα ... έπεφτε στα κεφάλια μας!!!

Σχόλιο:

Νομίζω ότι αξίζει να παρατηρήσετε την ομοιότητα μεταξύ της κατάστασης που μελετήσαμε στο v) ερώτημα, με την ερμηνεία για την περιστροφή της Σελήνης γύρω από τη Γη. Αλλά όχι μόνο.

Με αντίστοιχη λογική μπορούμε να μελετήσουμε και την περιστροφή της Γης (αλλά και των άλλων πλανητών) γύρω από τον Ήλιο...

dmargaris@gmail.com