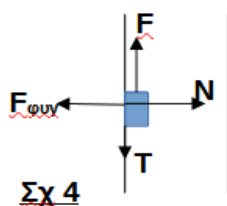
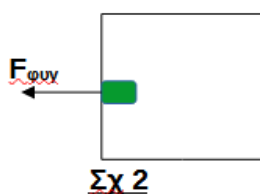
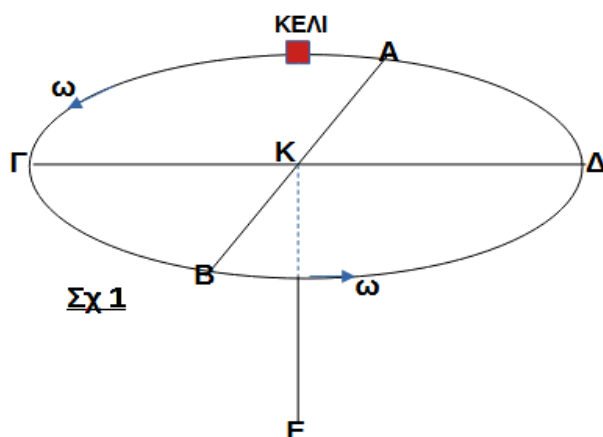


ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΛΟΝΤΟΣ



Ο διαστημικός σταθμός είναι η κατασκευή του σχήματος 1. Αποτελείται από κυβικά «κελιά» - διαμερίσματα – χώρο αναψυχής – νοσοκομειακές κλινικές – super market κλπ δίπλα σε ένα κυκλικό τούνελ κυκλοφορίας ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Τα AB, ΓΔ, ΚΕ είναι επίσης τούνελ. Στα διαγώνια τούνελ κυκλοφορούν μικρά πυραυλοκίνητα οχήματα. Στο τούνελ ΚΕ ελλιμενίζονται διαστημόπλοια μεταφοράς επιβατών και υλικών τροφοδοσίας του σταθμού.

Η ηλεκτρική ενέργεια εξασφαλίζεται με ηλιακά πάνελ περιμετρικά του σταθμού.

Στον κυκλικό σταθμό ακτίνας $KΓ = R = 160 \text{ m}$ έχει δοθεί σταδιακά από κινητήρες ιόντων και ραδιοϊσοτόπων σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω

όπως δείχνουν τα βέλη ώστε να δημιουργηθεί τεχνητή βαρύτητα στον σταθμό.

Ο σταθμός είναι σε τροχιά γύρω από τη σελήνη και φιλοξενεί όλο εκείνο το προσωπικό που εργάζεται στη βάση της σελήνης.

Για παρατηρητή μέσα στο σταθμό η όποια βαρυτική έλξη της σελήνης εξουδετερώνεται από την φυγόκεντρο δύναμη της περιφοράς του σταθμού γύρω από τη σελήνη με αποτέλεσμα η μοναδική δύναμη μέσα στο σταθμό να είναι η φυγόκεντρη δύναμη $F_{\text{φυγ}}$ λόγω περιστροφής του σταθμού και έχει ίσο μέτρο και αντίθετης φοράς με την κεντρομόλο. Μία μεγέθυνση ενός κελιού βλέπουμε στο σχήμα 2 όπου πάτωμα είναι η πλευρά του «κελιού» που είναι κάθετη στην ακτίνα. Το σχήμα 3 δείχνει ένα πυραυλοκίνητο όχημα και το σχήμα 4 ένα ηλεκτρικό.

α) Επιθυμούμε η βαρύτητα στο πάτωμα κάθε κελιού να είναι όση στη γη $g = 10 \text{ N/kg}$. Πόση ω δόθηκε στο σταθμό;

β) Γιατί το «βάρος» μέσα στα διαγώνια τούνελ δεν είναι σταθερό. Πόσο είναι το «βάρος» στο τούνελ ΚΕ;

γ) Τα πυραυλοκίνητα και ηλεκτρικά οχήματα μεταφοράς έχουν μάζα $m = 400 \text{ kg}$ περίπου με δύο επιβάτες. Ποια αρχική ταχύτητα πρέπει να δώσουν οι κινητήρες στο πυραυλοκίνητο όχημα που είναι ακίνητο στα Α, Β, Γ, Δ ώστε αυτό να φτάσει με μηδενική ταχύτητα στο Κ; Πόση ενέργεια καταναλώνουν για το ταξίδι τους;

δ) Με τι ταχύτητα θα έφταναν τα πυραυλοκίνητα οχήματα στα Α, Β, Γ, Δ αν ξεκινούσαν με ελάχιστη ώθηση από το Κ, αν δεν χρησιμοποιούσαν ανασχετικούς πυραύλους; Πόση ενέργεια καταναλώνουν για να φτάσουν με μηδενική ταχύτητα στα Α, Β, Γ, Δ;

ε) Πόση ενέργεια καταναλώνουν τα ηλεκτρικά οχήματα στο κυκλικό τούνελ για μισή περιφορά αν επιταχυνθούν αρχικά σε ελάχιστο χρόνο

και σε αμελητέα μετατόπιση στα 36 km/h και ο συντελεστής τριβής με το πάτωμα των κυκλικών τούνελ $\eta = 0,1$; Σε πόσο χρόνο ολοκληρώνει μία περιφορά;

στ) Ποιο έχει πιο ακριβή ταρίφα το ηλεκτρικό ή το πυραυλοκίνητο ταξί;

ζ) Πως πιστεύετε μπορεί να κινηθεί το πυραυλοκίνητο όχημα στο τούνελ ΚΕ;

α) Θα πρέπει $F_{\phi\upsilon\gamma} = mg \Rightarrow m\omega^2 R = mg \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{R}} \Rightarrow$

$$\omega = 0,25 \text{ rad/s}$$

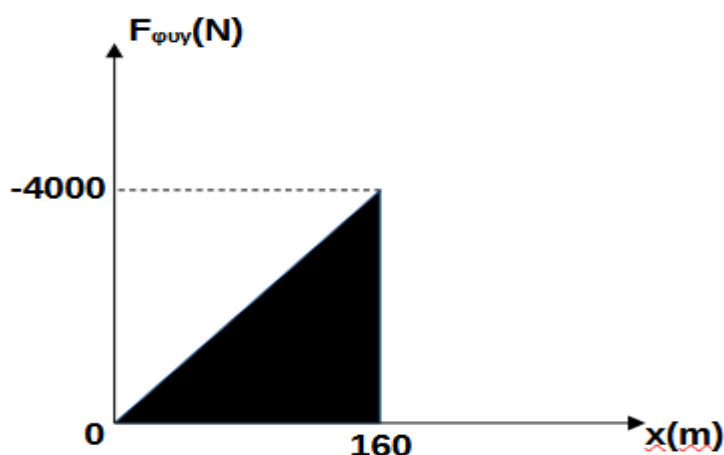
β) Το ρόλο του βάρους παίζει η φυγόκεντρη δύναμη $F_{\phi\upsilon\gamma} = m\omega^2 r$ όπου r η απόσταση από το κέντρο Κ του σταθμού. Η r όμως μεταβάλλεται κατά μήκος των διαγώνιων τούνελ άρα και το βάρος.

Στο τούνελ ΚΕ η απόσταση r από τον άξονα περιστροφής είναι σχεδόν μηδενική άρα και το βάρος.

γ) ΘΜΚΕ από Α σε Κ: $K_{\text{τελ}} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{F_{\phi\upsilon\gamma}}(1)$

η φυγόκεντρη είναι αντίθετη της κίνησης $F_{\phi\upsilon\gamma} = - m\omega^2 x \Rightarrow$

$F_{\phi\upsilon\gamma} = - 25x$ όπου το x μεταβάλλεται από 160 έως 0 m



$$W_{F_{\phi\upsilon\gamma}} = -\frac{1}{2} 160 \times 4000 = - 320.000 \text{ J}$$

$$(1) \Rightarrow 0 - \frac{1}{2} 400u^2 = -320.000 \Rightarrow$$

$$u = 40 \text{ m/s ή } 144 \text{ km/h (την λες και ταχύτητα διαφυγής)}$$

Η ενέργεια που απαιτείται είναι όση η αρχική κινητική του οχήματος.

Δηλαδή απαιτείται ενέργεια 320.000 J

Ενδεικτικά η θερμότητα καύσης της κηροζίνης είναι 43.000.000 J/kg.

δ) Η φυγόκεντρη δύναμη τώρα έχει τη φορά της κίνησης.

$$\text{ΘΜΚΕ: } W_{\text{φυγ}} = \frac{1}{2} m u^2 \Rightarrow u = \sqrt{\frac{2 \times 320000}{400}} \Rightarrow$$

$$u = 40 \text{ m/s ή } 144 \text{ km/h}$$

Προφανώς απαιτείται ενέργεια 320.000 J.

ε) $N = F_{\text{φυγ}} = m\omega^2 R = 4000 \text{ N}$, $T = \eta N = 400 \text{ N}$. Η ενέργεια E που απαιτείται είναι όση χρειάστηκε για την αρχική επιτάχυνση σε $u = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$ και όση για να αναπληρώσει την θερμότητα που παράγεται:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + |W_T| = 200 \times 100 + T \pi R = 221.062 \text{ J}$$

Δηλαδή απαιτούνται 221.062 J

στ) Η κυκλοφορία των οχημάτων στο τούνελ ΚΕ γίνεται με **πολύ μικρή αρχική ώθηση** λόγω σχεδόν μηδενικού «βάρους».

ζ) Το ηλεκτροκίνητο ταξί από το Α στο Β καταναλώνει 221.062 J ενώ το πυραυλοκίνητο 640.000 J.

Πολύ πιο ακριβή η ταρίφα στο πυραυλοκίνητο ταξί, αλλά και στους διαστημικούς σταθμούς ο χρόνος είναι χρήμα.