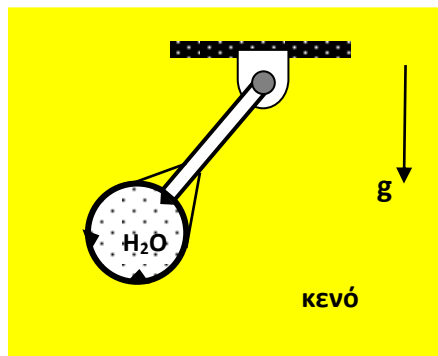


Ένα εκκρεμές γεμάτο με νερό

Ένα στερεό αποτελείται από αβαρές
τραχύ σφαιρικό φλοιό , ακτίνας R ,
κολλημένο πάνω σε αβαρή ράβδο
μήκους $d=2R$. Ο σφαιρικός φλοιός
περιέχει νερό, μάζας m , που θεωρείται
ιδανικό ρευστό. Το σύστημα εκτελεί



ταλαντώσεις μικρής γωνιακής εκτροπής
γύρω από οριζόντιο ακλόνητο άξονα με αμελητέα τριβή, με περίοδο T όταν η
θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 10°C .

Όταν η θερμοκρασία πέσει στους μηδέν βαθμούς 0°C τότε η περίοδος
ταλάντωσης του συστήματος T' θα γίνει:

($I_{\text{CMσφαίρας}} = 0,4 m R^2$)

α) $T' = T$

β) $T' > T$

γ) $T' < T$

ΛΥΣΗ

$$\Sigma \tau = I \alpha_{\gamma} \rightarrow m g \sin \theta \cdot 3R = I \theta'' \quad (1) \quad (\text{για μικρές αιωρήσεις ισχύει } \sin \theta \approx \theta)$$

Το στερεό δεν έχει μάζα και το υγρό εντός της σφαίρας δεν περιστρέφεται παρά μόνο μεταφέρεται οπότε $I = m(3R)^2$. Από 1 έχουμε: $m g 3R \theta = I \theta'' \rightarrow$ εκτελεί αρμονική ταλάντωση με $\omega^2 = m g 3R / (m 9R^2) \rightarrow \omega^2 = g / 3R$ άρα $T = 2\pi (3R/g)^{1/2}$.

Όταν το νερό παγώσει, ο πάγος δεν περιστρέφεται ως προς το σφαιρικό φλοιό, άρα ο πάγος αλλάζει προσανατολισμό κατά την αιώρηση του συστήματος. Άρα τώρα θα ισχύει από Steiner $I = m 9R^2 + 0,4m R^2 = 9,4m R^2$ οπότε έχουμε $\Sigma \tau = I \theta'' \rightarrow m g 3R \sin \theta = I \theta'' \rightarrow m g 3R \theta = 9,4m R^2 \theta'' \rightarrow \omega^2 = m g 3R / I \rightarrow T' = 2\pi (9,4m R^2 / m g 3R)^{1/2} \rightarrow T' = 2\pi (9,4R / 3g)^{1/2}$

Άρα όταν παγώσει το νερό το σύστημα θα έχει μεγαλύτερη περίοδο **$T' > T$**