

Τι θα κάνει το παγάκι στο ασανσέρ;

Ένας υπάλληλος καφενείου μπαίνει στο ασανσέρ για να πάει μια παραγγελία στον 6ο. Λίγο πριν πατήσει το κουμπί, παρατηρεί ένα κατακόρυφο κυλινδρικό παγάκι να ισορροπεί, μέσα σε ένα ποτήρι νερό. Με το ξεκίνημα του θαλάμου βλέπει

- α) να |  ται περισσότερο.
 β) να |  ένει στο ίδιο βάθος.
 γ) να βυθίζεται λιγότερο.

Επιλέξτε τη σωστή πρόταση, δικαιολογώντας την απάντησή σας.

Απάντηση

Όταν το παγάκι ισορροπεί βυθισμένο κατά h (σχήμα 1):

Οι δυνάμεις στην παράπλευρη επιφάνεια, εξ' αιτίας της ατμοσφαιρικής και υδροστατικής πίεσης εξουδετερώνονται λόγω συμμετρίας. Απομένουν οι κατακόρυφες δυνάμεις

$\vec{F}$ από το υγρό στην κάτω έδρα

$\vec{W}$ το βάρος του παγακίου

$\vec{F}_{atm}$ η δύναμη από την ατμόσφαιρα στην πάνω έδρα.

Αν ρ η πυκνότητα του νερού, m η μάζα και A το εμβαδόν της βάσης του παγακίου, η συνθήκη ισορροπίας δίνει:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow F - F_{atm} - mg = 0$$

$$\Leftrightarrow pA - p_{atm}A - mg = 0 \Leftrightarrow (p_{atm} + \rho gh)A - p_{atm}A = mg$$

$$\Leftrightarrow \rho ghA = mg \Leftrightarrow h = \frac{m}{\rho A} \quad (1)$$

Όταν το ασανσέρ (και όλα τα σώματα μέσα σε αυτό) επιταχύνεται (σχήμα 2), ας δούμε τι γίνεται με την πίεση εντός του νερού.

Μια κυλινδρική ποσότητα μάζας M νερού επιταχύνεται και αυτή με επιτάχυνση a . Ο 2ος Νόμος του Newton δίνει

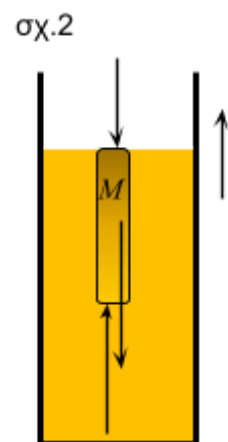
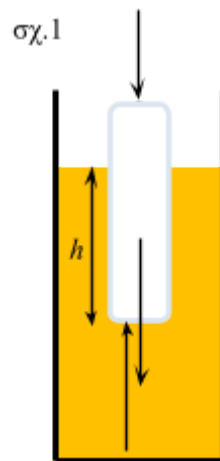
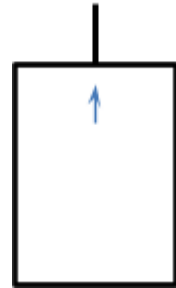
$$\Sigma \vec{F} = M \cdot \vec{a} \Leftrightarrow F - F_{atm} - Mg = M \cdot a$$

$$\Leftrightarrow pA - p_{atm}A - Mg = Ma$$

$$pA = p_{atm}A + M(g + a)$$

$$\Leftrightarrow p = p_{atm} + \rho(g + a)h \quad (2)$$

Το παγάκι επιταχύνεται με την επιτάχυνση του ασανσέρ (σχήμα 3),



άρα:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\Leftrightarrow F - F_{atm} - mg = ma$$

$$\Leftrightarrow pA - p_{atm}A - mg = ma$$

$$\xrightarrow{(2)} [pA + \rho(g+a)hA] - p_{atm}A - mg = ma$$

$$\Leftrightarrow pA + \rho(g+a)hA - p_{atm}A - mg = ma$$

$$\Leftrightarrow \rho(g+a)hA - mg = ma$$

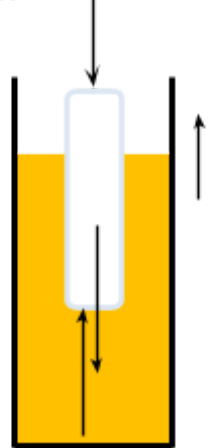
$$\Leftrightarrow h = \frac{m}{\rho A} (3)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (3), προκύπτει ότι

$$h' = h$$

Σωστή απάντηση → β

σχ.3



Σχόλιο

Το αποτέλεσμα φαίνεται παράξενο, αφού λόγω αδράνειας θα περίμενε ίσως κάποιος ότι το παγάκι θα βυθιστεί. Αν κάτω από τον υπάλληλο υπήρχε μια ζυγαριά με ελατήριο, ο δίσκος της ζυγαριάς θα «βυθιζόταν», καθώς η αντίδραση $\vec{N}$ θα αυξανόταν για να υποστηρίξει την επιταχυνόμενη κίνηση.

Η υδροστατική πίεση οφείλεται στη βαρύτητα. Η επιταχυνόμενη κίνηση του ασανσέρ, δημιούργησε για τον υπάλληλο, αυξημένη βαρύτητα στο χώρο του ασανσέρ, που αύξησε την υδροστατική πίεση, σε κάθε σημείο του υγρού. Έτσι η αύξηση στο βάρος του παγακιού εξουδετερώθηκε από την αύξηση της πιεστικής δύναμης...

Το αποτέλεσμα δε θα άλλαζε αν το ασανσέρ επιταχυνόταν προς τα κάτω. Τότε βέβαια ο υπάλληλος θα βίωνε μειωμένη βαρύτητα.

Ανδρέας Ριζόπουλος