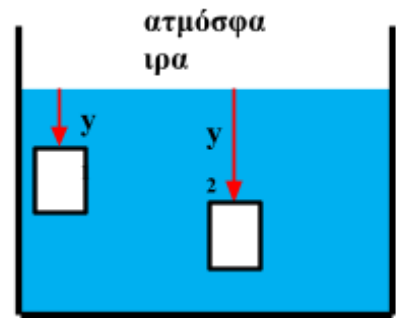


Δύναμη περιβάλλοντος ρευστού.

Βυθίζουμε ολόκληρο ένα σώμα σχήματος παραλληλεπιπέδου και όγκου V σε δοχείο που περιέχει νερό. Αρχικά το βυθίζουμε σε βάθος y_1 από την ελεύθερη επιφάνεια και με άσκηση κατάλληλης δύναμης το συγκρατούμε στο βάθος αυτό. Κατόπιν το τοποθετούμε σε διπλάσιο βάθος $y_2=2y_1$ με άσκηση κατάλληλης δύναμης.



A. Αν η δύναμη που δέχεται το σώμα από το νερό συνολικά, στο αρχικό βάθος y_1 , είναι $F_{1,περ.}$ και στη δεύτερη περίπτωση $F_{2,περ.}$, τότε, ισχύει:

- i) $F_{1,περ.} = F_{2,περ.}$ ii) $F_{1,περ.} > F_{2,περ.}$ iii) $F_{1,περ.} < F_{2,περ.}$

B. Αν το μέτρο της δύναμης συγκράτησης στο βάθος y_1 είναι F_1 και στο βάθος y_2 είναι F_2 , τότε, για τα μέτρα τους ισχύει:

- i) $F_1 = F_2$ ii) $F_1 > F_2$ iii) $F_1 < F_2$

Επιλέξτε τις σωστές απαντήσεις.
Δικαιολογήστε τις επιλογές σας.

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $p_{atm.}$ και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

Απάντηση

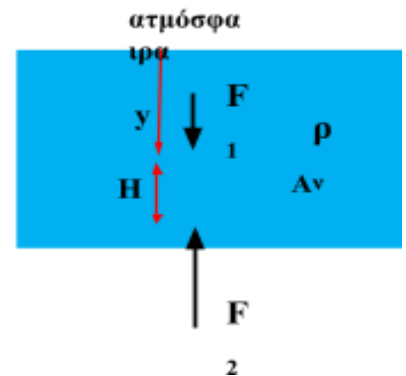
A. Σωστή επιλογή είναι το i.

Έστω ότι το σώμα που βυθίζεται έχει ύψος H και εμβαδό βάσης A . Επειδή το σώμα ισορροπεί η συνολική κατακόρυφη δύναμη από το περιβάλλον ρευστό είναι:

$$F_{περ.} = F_2 - F_1 \rightarrow F_{περ.} = P_2 A - P_1 A \rightarrow$$

$$F_{περ.} = \rho_v \cdot g \cdot (y + H) A + P_{atm.} A - \rho_v \cdot g \cdot y \cdot A - P_{atm.} A \rightarrow$$

$$F_{περ.} = \rho_v \cdot g \cdot H \cdot A \rightarrow F_{περ.} = \rho_v \cdot g \cdot V$$



Από την παραπάνω σχέση φαίνεται ότι σε οποιοδήποτε βάθος και να είναι βυθισμένο το σώμα η συνολική δύναμη που δέχεται από το περιβάλλον του είναι ίδια. Προσοχή η συνισταμένη δύναμη προκύπτει η ίδια και όχι η κάθε δύναμη ξεχωριστά.

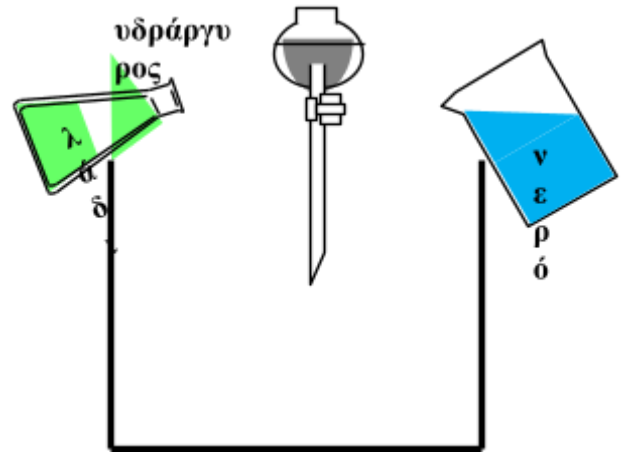
B. Σωστή επιλογή είναι το i.

Το σώμα ισορροπεί δεχόμενο το βάρος του, \vec{w} , τη δύναμη συγκράτησης, $\vec{F}_{συγκρ.}$ και τη δύναμη από το περιβάλλον ρευστό, $\vec{F}_{περ.}$. Από το προηγούμενο ερώτημα αποδείχθηκε ότι η δύναμη του περιβάλλοντος είναι ίδια και στα δύο βάθη. Επομένως

και στα δύο βάθη προκύπτει ίδια δύναμη συγκράτησης για την ισορροπία του σώματος. $\Sigma \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_{\text{συγκρ}} + \vec{w} + \vec{F}_{\text{περ}} = 0 \rightarrow \vec{F}_{\text{συγκρ}} = -\vec{w} - \vec{F}_{\text{περ}}$.

Στρωματοποίηση

A. Ρίχνουμε σε ένα δοχείο νερό, λάδι και υδράργυρο όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν γνωρίζετε ότι $\rho_{\lambda} < \rho_{\nu} < \rho_{\text{Hg}}$ να επιλέξετε ποιο από τα παρακάτω σχήματα αντιπροσωπεύει την τελική κατάσταση ισορροπίας των υγρών αν αυτά δεν αναμιγνύονται μεταξύ τους.

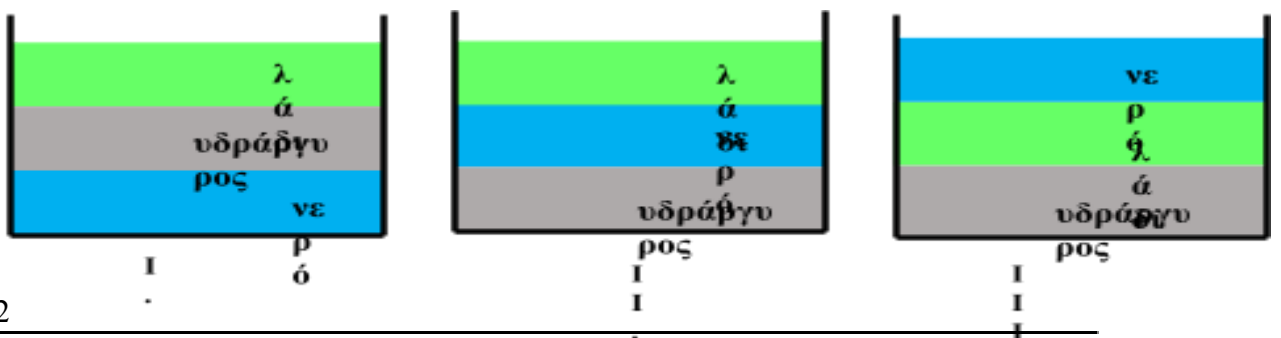
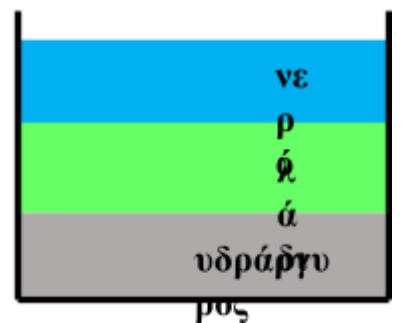


Επιλέξτε το σωστό σχήμα.



Δικαιολογήστε την επιλογή σας.

B. Αν με κάποιο τρόπο τοποθετήσουμε τα στρώματα των ρευστών όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα χωρίς να υπάρχει παραμικρή διαταραχή και αφήσουμε το σύστημα ελεύθερο χωρίς να μετακινούνται αρχικά τα στρώματα, να επιλέξετε ποιο από τα παρακάτω σχήματα αποτυπώνει την τελική κατάσταση.



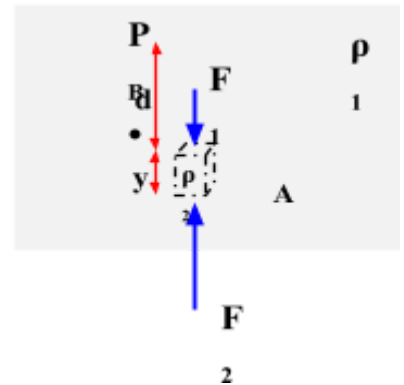
Επιλέξτε το σωστό σχήμα.
Δικαιολογήστε την επιλογή σας.

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση p_{atm} και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας g . Τα υγρά θεωρούνται ιδανικά ρευστά.

Απάντηση

A. Σωστή επιλογή είναι το σχήμα II.

Έστω ένα μικρό τμήμα ρευστού ύψους y , εμβαδού βάσης A , όγκου ΔV και πυκνότητας ρ_2 που θα βρεθεί εντός ενός στρώματος ρευστού πυκνότητας ρ_1 . Αν υποθέσουμε ότι ισορροπεί τότε η συνολική κατακόρυφη δύναμη από το περιβάλλον ρευστό είναι $F_{περ} = F_2 - F_1$.



$$F_{περ.} = F_2 - F_1 = P_2 A - P_1 A = \rho_1 \cdot g \cdot (y+d) A + P_B A - \rho_1 \cdot g \cdot d \cdot A - P_B \cdot A \rightarrow$$

$$F_{περ.} = \rho_1 \cdot g \cdot y \cdot A = \rho_1 \cdot g \cdot \Delta V \quad (1)$$

Το βάρος του μικρού τμήματος είναι:
 $W = \Delta m \cdot g = \rho_2 \cdot g \cdot \Delta V \quad (2)$.

- Αν $W > F_{περ.} \rightarrow \rho_2 > \rho_1$ τότε η μάζα αυτή θα κατέβει προς τα κάτω.
- Αν $W < F_{περ.} \rightarrow \rho_2 < \rho_1$ τότε η μάζα αυτή θα ανέβει προς τα πάνω.
- Αν $W = F_{περ.} \rightarrow \rho_2 = \rho_1$ τότε η μάζα αυτή θα παραμείνει στο στρώμα αυτό.

Έτσι το πυκνότερο στρώμα δηλ. ο υδράργυρος θα πάει στον πυθμένα μετά θα είναι το νερό και στο ανώτερο το λάδι.

B. Σωστή επιλογή είναι το σχήμα III.

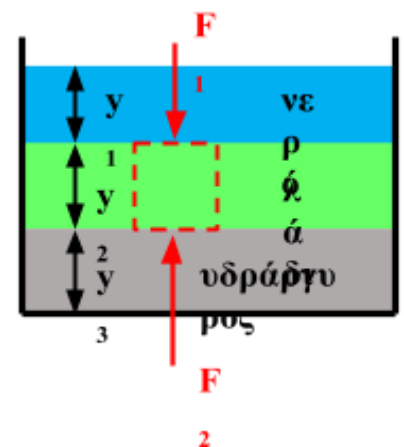
Έστω ένα τμήμα λαδιού όπως στο σχήμα.

Αν υποθεθεί ότι ισορροπεί τότε η συνολική κατακόρυφη δύναμη από το περιβάλλον ρευστό είναι $F_{περ} = F_2 - F_1$.

$$F_{περ.} = F_2 - F_1 = P_2 A - P_1 A \rightarrow$$

$$F_{περ.} = (\rho_\lambda \cdot g \cdot y_2 + \rho_\nu \cdot g \cdot y_1) A + P_{atm} A - \rho_\nu \cdot g \cdot y_1 \cdot A - P_{atm} \cdot A \rightarrow$$

$$F_{περ.} = \rho_\lambda \cdot g \cdot y_2 \cdot A = \rho_\lambda \cdot \Delta V \cdot g = \Delta m_\lambda \cdot g = W_\lambda$$

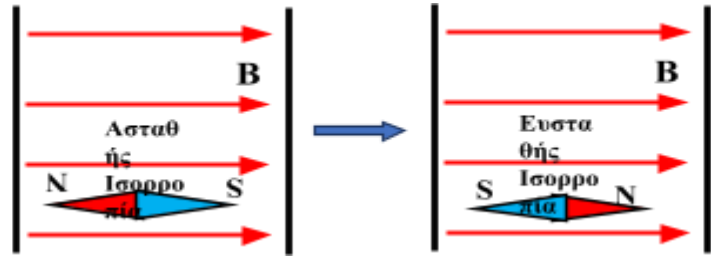


Από όπου συνάγεται ότι θα ισορροπήσει. Ακριβώς ανάλογα προκύπτει για κάθε στρώμα. Επομένως δεν θα υπάρξει μετακίνηση των ρευστών καθώς αρχικά το σύστημα δεν εμφανίζει την παραμικρή διαταραχή και η εικόνα θα είναι ίδια με την αρχική.

Σχόλιο.

Η παραπάνω ισορροπία είναι ασταθής και με την παραμικρή διαταραχή θα υπάρξει ανακατανομή των στρωμάτων ώστε πιο ψηλά να βρεθεί το λάδι, μετά το νερό και πιο χαμηλά ο υδράργυρος.

Ανάλογη περίπτωση είναι αν τοποθετηθεί μια πυξίδα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με τον άξονα της βελόνας παράλληλο στις μαγνητικές γραμμές και ο Νότιος πόλος της πυξίδας να είναι προσανατολισμένος όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Με την παραμικρή διαταραχή η βελόνα θα προσανατολιστεί ακριβώς αντίστροφα.