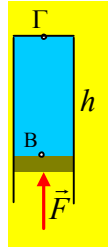


Πιέσεις και «υδροστατική πίεση»...

Ο δοκιμαστικός σωλήνας του σχήματος, συγκρατείται με το ένα μας χέρι σε κατακόρυφη θέση, ενώ περιέχει ένα ιδανικό και ασυμπίεστο υγρό, πυκνότητας $\rho=1.000\text{kg/m}^3$, κλείνεται δε με έμβολο βάρους $w=2\text{N}$, στο οποίο ασκούμε, με το άλλο μας χέρι, μια κατακόρυφη δύναμη, όπως στο σχήμα, μέτρου $F=10\text{N}$. Η διατομή του σωλήνα είναι $A=1\text{cm}^2$ και το ύψος της στήλης του υγρού $h=20\text{cm}$.



i) Να υπολογιστεί η πίεση στο σημείο B του υγρού, που βρίσκεται σε επαφή με το έμβολο.

ii) Πόση είναι η «υδροστατική» πίεση στο σημείο B και πόση η «εξωτερική» πίεση;

iii) Αν το μήκος του υγρού στο σωλήνα ήταν $h_1=40\text{cm}$, τι διαφορετικό θα είχαμε, όσον αφορά την πίεση στο σημείο B;

iv) Πόση είναι η πίεση στο πάνω μέρος του σωλήνα, στο σημείο Γ για ύψη h και h_1 της στήλης του υγρού; Δίνεται $\rho_{\text{ατ}}=10^5\text{N/m}^2$ και $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

i) Οι δυνάμεις που ασκούνται στο έμβολο, έχουν σχεδιαστεί στο διπλανό σχήμα.

Για το υγρό, η δύναμη από την ατμόσφαιρα, η ασκούμενη από εμάς δύναμη F καθώς και το βάρος του εμβόλου **ΔΕΝ** υπάρχουν!!! Το υγρό δέχεται από το έμβολο την $F_{\text{εμ.υγ}}$ και ασκεί στο έμβολο την αντίδρασή της $F_{\text{υγ}}$. Για το υγρό η δύναμη $F_{\text{εμ.υγ}}$ είναι **εξωτερική** (ασκείται στο υγρό από άλλο σώμα... εδώ το έμβολο) και εξαιτίας της επιβάλλεται κάποια πίεση στο σημείο B. Με άλλα λόγια θα μπορούσε να πει κάποιος, ότι εξαιτίας της δύναμης $F_{\text{εμ.υγ}}$ το υγρό «πιέζεται». Αν αυτό γίνεται σαφές, προχωράμε.

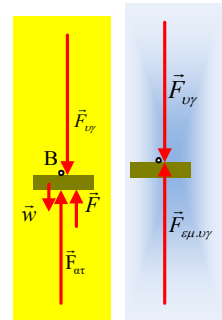
Από την ισορροπία του εμβόλου παίρνουμε:

$$\Sigma F=0 \rightarrow F_{\text{υγ}}+w-F_{\text{ατ}}-F=0 \rightarrow \frac{F_{\text{υγ}}}{A} = \frac{F_{\text{ατ}}}{A} + \frac{F-w}{A} \rightarrow$$

$$p_B = p_{\text{ατ}} + \frac{F-w}{A} \rightarrow$$

$$p_B = 10^5 \text{ Pa} + \frac{10-2}{10^{-4}} \text{ Pa} = 180.000 \text{ Pa}$$

ii) Η παραπάνω πίεση είναι **μία** και η τιμή της καθορίστηκε από τη δύναμη που ασκήθηκε στο υγρό από το έμβολο, τη δύναμη $F_{\text{εμ.υγ}}$ με μέτρο $F_{\text{εμ.υγ}}=F_{\text{ατμ}}+F-w$. Αν η δύναμη αυτή είναι εξωτερική για το υγρό, (που είναι), είμαστε υποχρεωμένοι να την συνδέσουμε με την πίεση που προκαλεί την οποία θα ονομάσουμε «εξωτερική πίεση» επιβαλλόμενη από το περιβάλλον του υγρού, στο υγρό. Αλλά τότε δεν έχουμε κανέ-

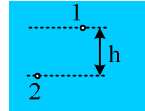


να λόγο να ορίσουμε και άλλη πίεση που να την ονομάσουμε «υδροστατική πίεση» αφού δεν υπάρχει **ΚΑΙ** κάποια άλλη πίεση.

iii) Και 40cm να ήταν το ύψος του υγρού στο σωλήνα ΔΕΝ θα άλλαζε κάτι. Με την επίδραση των ίδιων ακριβώς δυνάμεων το έμβολο θα ισορροπούσε ξανά, η δύναμη από το υγρό στο έμβολο θα είχε το ίδιο μέτρο $F_{\nu\gamma}=18\text{N}$ και η πίεση στο σημείο Β, θα ήταν επίσης ίση με $p_B=180.000\text{N}$. Με άλλα λόγια δεν μας ενδιαφέρει πόσο υγρό υπάρχει πάνω από το έμβολο, σε πόσο ύψος εκτείνεται, αφού δεν παίζει κάποιον ρόλο στην πίεση στο σημείο Β, την οποία αποδίδουμε στην εξωτερική δύναμη $F_{\epsilon\mu,\nu\gamma}$ και η οποία μένει σταθερή. Αρκεί βέβαια με τις δυνάμεις αυτές, να ισορροπεί το έμβολο...

iv) Για δύο σημεία εντός του ίδιου υγρού σε ισορροπία, ισχύει η θεμελιώδης εξίσωση της υδροστατικής:

$$p_2 - p_1 = \rho g h \quad (1)$$



όπου p_2 και p_1 οι πιέσεις στα σημεία 2 και 1, τα οποία απέχουν κατακόρυφα κατά h (με ψηλότερο το σημείο 1). Να σημειωθεί ότι αυτή η διαφορά στην πίεση οφείλεται στο βάρος του υγρού και ονομάζεται συνήθως «υδροστατική πίεση». Αξίζει εδώ να δώσω το αντίστοιχο κομμάτι θεωρίας, όπως το γράφει το έτερο βιβλίο, της ομάδας Δρη:

Μια σημαντική σχέση στη

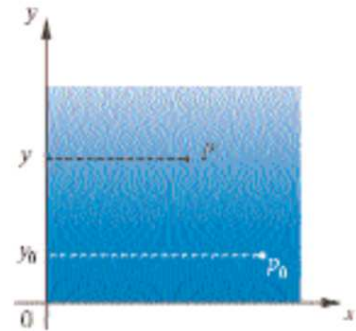
στατική των ρευστών είναι η

$$\frac{dp}{dy} = -\rho g \quad (4.1)$$

η οποία για ρευστό σταθερής πυκνότητας ρ οδηγεί στη σχέση

$$p = p_0 + \rho g(y_0 - y) \quad (4.2)$$

Όπου p είναι η πίεση του ρευστού σε ύψος y , p_0 , η πίεση του ρευστού σε ύψος y_0 (Σχ. 4.2) και g , η επιτάχυνση της βαρύτητας.



Δεν θα βρείτε πουθενά να μιλάει για «υδροστατική πίεση»... Πού πήγε ο ορισμός; (Μάλλον τον ξέχασε...)

Από την εξίσωση (1) παίρνουμε:

$$p_B - p_{\Gamma} = \rho g h \rightarrow$$

$$p_{\Gamma} = p_B - \rho g h = 180.000\text{Pa} - 1.000 \cdot 10 \cdot 0,2\text{Pa} = 178.000\text{Pa}$$

Ενώ όταν το ύψος του υγρού γίνει $h_1=0,4\text{m}$:

$$p_B - p_{\Gamma 1} = \rho g h_1 \rightarrow$$

$$p_{\Gamma 1} = p_B - \rho g h_1 = 180.000\text{Pa} - 1.000 \cdot 10 \cdot 0,4\text{Pa} = 176.000\text{Pa}$$

Συμπέρασμα:

Όταν αλλάζει το ύψος του υγρού στο σωλήνα, αυτό που μεταβάλλεται είναι η πίεση στην πάνω επιφάνεια του σωλήνα και όχι η πίεση στο σημείο Β, στο πυθμένα του υγρού!!!

Περίεργο; Περίεργο αν έχουμε συνηθίσει να μιλάμε για ρευστά και να σκεφτόμαστε το διπλανό ποτήρι με το κρασί...

Τότε και οι «ορισμοί» για υδροστατικές πιέσεις είναι μια χαρά και όλα είναι τέλεια, οπότε δεν χρειάζεται να διορθώσουμε κάτι...

Αν είναι έτσι, τότε:



Στην υγεία μας βρε παιδιά και καλή Πρωτοχρονιά!

dmargaris@gmail.com