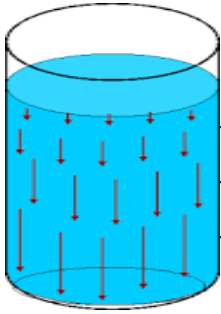


Στο **μάθημα** αυτό θα αναλύσουμε **ΤΗΝ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ** και συγκεκριμένα:

- **ΤΟΝ ΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΗΣ**
- **ΤΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ**
- **ΤΟΝ ΒΑΣΙΚΟ ΝΟΜΟ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**
- **ΤΗΝ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ



Θεωρούμε ένα δοχείο κλειστό που περιέχει υγρό που ισορροπεί. Στον πυθμένα του ενεργεί κάθετα μια δύναμη που είναι το βάρος του υγρού που περιέχει το δοχείο. Έτσι το βάρος του υγρού πιέζει τον πυθμένα και η πίεση που ασκεί ονομάζεται **υδροστατική πίεση**.

Ορισμός της υδροστατικής πίεσης:

Υδροστατική πίεση P ονομάζουμε την πίεση που οφείλεται στο βάρος του υγρού και είναι το μονόμετρο φυσικό μέγεθος, που έχει μέτρο το πηλίκο του μέτρου του βάρους $W_{υγρ}$ του υγρού που ενεργεί κάθετα σε μια επιφάνεια προς το εμβαδό S της επιφάνειας.

$$\text{Τύπος : } P = \frac{W_{υγρ}}{S}$$

Μονάδες υδροστατικής πίεσης : Στο **S.I.:** το $\frac{Nt}{m^2}$. **Ορισμός:** Ένα $\frac{Nt}{m^2}$ είναι η υδροστατική πίεση που ασκεί βάρος υγρού 1 Nt, όταν ενεργεί κάθετα σε μια επιφάνεια εμβαδού $1 m^2$. Η μονάδα αυτή της πίεσης λέγεται και **Pascal**, οπότε **1 Pa = $\frac{Nt}{m^2}$**

Στο **C.G.S.:** η $\frac{dyn}{cm^2}$ **Ορισμός:** Μία $\frac{dyn}{cm^2}$ είναι η υδροστατική πίεση που ασκεί βάρος υγρού 1 dyn, όταν ενεργεί κάθετα σε μια επιφάνεια εμβαδού $1 cm^2$.

Άλλες μονάδες της υδροστατικής πίεσης:

- το χιλιοστό στήλης υδραργύρου **1mmHg** ή **Torr**,
- η Φυσική Ατμόσφαιρα **atm** που είναι η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της

θάλασσας και είναι ίση με: **1atm=76 cmHg=760 mmHg=103300 $\frac{Nt}{m^2}$ =103300 Pa**

- το **Bar =10⁵Pa** .
- το $\frac{Kp}{ft^2}$, ο $\frac{LT}{ft^2}$, ο $\frac{MT}{m^2}$.

Όργανα μέτρησης της υδροστατικής πίεσης: είναι τα **μανόμετρα** με τα οποία μπορούμε να μετρήσουμε την πίεση σε κάποιο σημείο ενός υγρού.

ΤΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Ένα δοχείο περιέχει υγρό που ισορροπεί ειδικού βάρους $\varepsilon_{υγρ}$. Η υδροστατική πίεση που ασκείται σε μια επιφάνεια εμβαδού S , που βρίσκεται σε απόσταση h κάτω από την

ελεύθερη επιφάνεια του υγρού είναι :



εμβαδού S .

$$P_{\text{υδρ.}} = \frac{W_{\text{υγρ.}}}{S} \quad (1), \text{όπου} \quad W_{\text{υγρ.}} = \varepsilon_{\text{υγρ.}} \cdot V_{\text{υγρ.}} \quad (2) \text{είναι το βάρος του}$$

υγρού όγκου $V_{\text{υγρ.}} = S \cdot h \quad (3)$ που υπάρχει πάνω από την επιφάνεια

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις (2) και (3) στην σχέση (1) έχουμε,

$$P_{\text{υδρ.}} = \frac{\varepsilon_{\text{υγρ.}} \cdot V_{\text{υγρ.}}}{S} \Rightarrow P_{\text{υδρ.}} = \frac{\varepsilon_{\text{υγρ.}} \cdot S \cdot h}{S} \Rightarrow P_{\text{υδρ.}} = \varepsilon_{\text{υγρ.}} \cdot h \text{ αλλά το ειδικό βάρος του υγρού}$$

$$\text{είναι } \varepsilon_{\text{υγρ.}} = \rho \cdot g \text{ , οπότε } P_{\text{υδρ.}} = \varepsilon_{\text{υγρ.}} \cdot h \Rightarrow P_{\text{υδρ.}} = \rho_{\text{υγρ.}} \cdot g \cdot h \text{ .}$$

Από την απόδειξη αυτή (απόδειξη του βασικού νόμου της υδροστατικής πίεσης) προκύπτουν τα παρακάτω **συμπεράσματα**:

A. Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με την πυκνότητα του υγρού για:

- το ίδιο βάθος (**h=σταθερό**) και για
- την ίδια επιτάχυνση βαρύτητας (**g=σταθερή**)

Παράδειγμα:

Σε δυο ίδια δοχεία όπου το ένα περιέχει νερό και το δεύτερο αλατόνερο, η υδροστατική πίεση στον πυθμένα του δεύτερου δοχείου είναι μεγαλύτερη, γιατί η πυκνότητα του αλατόνερου είναι μεγαλύτερη από την πυκνότητα του νερού. Έτσι έχουμε:

$$\rho_{\text{αλατόνερου}} > \rho_{\text{νερού}} \Rightarrow \rho_{\text{αλατόνερου}} \cdot g \cdot h > \rho_{\text{νερού}} \cdot g \cdot h \Rightarrow P_{\text{υδρ.}} (\text{ΑΛΑΤΟΝΕΡΟΥ}) > P_{\text{υδρ.}} (\text{ΝΕΡΟΥ})$$

Το παράδειγμα αυτό με αυτά ή με διαφορετικά υγρά επαληθεύεται στο εργαστήριο.

B. Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με την επιτάχυνση της βαρύτητας για:

- το ίδιο υγρό (**$\rho_{\text{υγρ.}}$ =σταθερή**) και για
- το ίδιο βάθος (**h=σταθερό**)

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο που περιέχει υγρό η υδροστατική πίεση στον πυθμένα του, θα είναι μεγαλύτερη από την υδροστατική πίεση που θα μετρήσουμε στην επιφάνεια της σελήνης στον πυθμένα του ίδιου δοχείου, γιατί η επιτάχυνση της βαρύτητας στην σελήνη είναι μικρότερη (περίπου 6 φορές) από την επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης.

$$\text{Έτσι έχουμε: } g_{\text{ΓΗΣ}} > g_{\text{ΣΕΛΗΝΗΣ}} \Rightarrow g_{\text{ΓΗΣ}} \cdot \rho \cdot h > g_{\text{ΣΕΛΗΝΗΣ}} \cdot \rho \cdot h \Rightarrow P_{\text{υδρ.}} (\text{ΓΗ}) > P_{\text{υδρ.}} (\text{ΣΕΛΗΝΗ})$$

Γ. Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με το βάθος του υγρού για:

- το ίδιο υγρό (**ρ =σταθερή**) και για
- την ίδια επιτάχυνση βαρύτητας (**g=σταθερή**)

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο ύψους H που περιέχει υγρό, η υδροστατική πίεση στην μέση του δοχείου (βάθους $h_1 = \frac{H}{2}$) είναι μικρότερη από την υδροστατική πίεση που θα μετρήσουμε στον πυθμένα του δοχείου, γιατί το βάθος στον πυθμένα του δοχείου είναι μεγαλύτερο.

Έτσι έχουμε:

$$H_{\text{πυθμένα}} > h_1 \Rightarrow H_{\text{πυθμένα}} \cdot \rho \cdot g > h_1 \cdot \rho \cdot g \Rightarrow P_{\text{υδρ.}}(\text{ΠΥΘΜΕΝΑ}) > P_{\text{υδρ.}}(h_1)$$

Το παράδειγμα αυτό επαληθεύεται στο εργαστήριο και για διαφορετικά βάθη.

Από το παράδειγμα αυτό της αύξησης της υδροστατικής πίεσης ανάλογα με το βάθος γίνονται κατανοητά τα εξής:

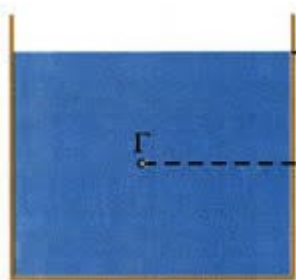
- ✓ η κατασκευή με κλιμακωτή διάταξη του φράγματος των υδατοφραγμάτων ή των λιμενικών έργων (κρηπίδωσης), αυξάνοντας προοδευτικά προς τα κάτω το πάχος.
- ✓ ο πόνος που αισθανόμαστε στα αυτιά μας όταν βουτάμε σε μεγαλύτερο βάθος στη θάλασσα.

Δ. Η υδροστατική πίεση είναι ανεξάρτητη:

- από το εμβαδόν S της επιφάνειας που ασκείται ή τον προσανατολισμό της.
- από την μάζα του υγρού.
- από τον όγκο του υγρού.

Γενικό Συμπέρασμα: Ο ΒΑΣΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

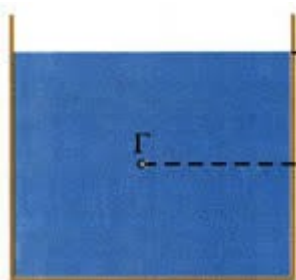
1^η Διατύπωση του νόμου.



Η υδροστατική πίεση που ασκείται σε ένα σημείο ενός υγρού που ισορροπεί είναι ανάλογη με την πυκνότητα του υγρού $\rho_{\text{υγρ.}}$, ανάλογη με την επιτάχυνση της βαρύτητας g και ανάλογη με την απόσταση h του σημείου από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

Μαθηματική έκφραση του νόμου: $P_{\text{υδρ.}} = \rho_{\text{υγρ.}} \cdot g \cdot h$

2^η Διατύπωση του νόμου.



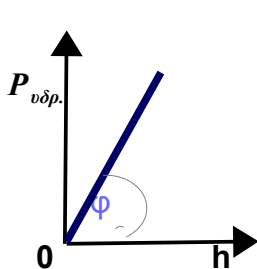
Η υδροστατική πίεση $P_{\text{υδρ.}}$ που ασκείται σε ένα σημείο ενός υγρού που ισορροπεί είναι ανάλογη με το ειδικό βάρος του υγρού $\epsilon_{\text{υγρ.}}$ και ανάλογη με την απόσταση h του σημείου από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

Μαθηματική έκφραση του νόμου: $P_{\text{υδρ.}} = \epsilon_{\text{υγρ.}} \cdot h$

Από την διατύπωση αυτή του νόμου προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

A. Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με το **ειδικό βάρος του υγρού** για το ίδιο βάθος ($h = \text{σταθερό}$).

B. Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με το **βάθος του υγρού** για το ίδιο υγρό ($\epsilon_{\text{υγρ.}} = \text{σταθερό}$).



ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ $P_{\text{υδρ.}}(h)$

Η γραφική παράσταση της υδροστατικής πίεσης συναρτήσει του βάθους h είναι μια ημιευθεία με αρχή την αρχή των αξόνων.

Η εφαπτομένη $\tan\phi$ της γωνίας που σχηματίζεται από την γραφική παράσταση της υδροστατικής πίεσης συναρτήσει του βάθους και του άξονα του βάθους μας δίνει το μέτρο του ειδικού βάρους του υγρού.

Παράδειγμα

Το φινιστρίνι ενός υποβρυχίου έχει εμβαδόν 200cm^2 και βρίσκεται σε βάθος 60m από την επιφάνεια της θάλασσας. Να βρεθεί το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο φινιστρίνι από το νερό. Δίνεται το ειδικό βάρος του νερού $\epsilon_v = 0,01 \frac{\text{Nt}}{\text{cm}^3}$.

Λύση

Γνωστά Μεγέθη	Άγνωστα Μεγέθη
$h = 60 \cdot \text{m} = 60 \cdot 100 \cdot \text{cm} = 6000 \cdot \text{cm}$,	$F = ?$
$S = 200 \cdot \text{cm}^2$, $\epsilon_v = 0,01 \frac{\text{Nt}}{\text{cm}^3}$.	

Η υδροστατική πίεση σε αυτό το βάθος είναι:

$$P_{\text{υδρ.}} = \epsilon_{\text{υγρ.}} \cdot h = 0,01 \cdot \frac{\text{Nt}}{\text{cm}^3} \cdot 6000 \cdot \text{cm} = 60 \cdot \frac{\text{Nt}}{\text{cm}^2}$$

Η πίεση αυτή ασκείται στο φινιστρίνι οπότε το μέτρο της δύναμης είναι:

$$F = P_{\text{υδρ.}} \cdot S = 60 \cdot \frac{\text{Nt}}{\text{cm}^2} \cdot 200 \cdot \text{cm}^2 = 1200 \cdot \text{Nt}$$

Ερωτήσεις σωστού – λάθους.

- Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λάθος τις παρακάτω προτάσεις:
 - A.** Η Υδροστατική πίεση είναι αντιστρόφως ανάλογη του βάθους του υγρού.
 - B.** Η Υδροστατική πίεση εξαρτάται από τον τόπο που γίνεται η μέτρηση.
 - Γ.** Η Υδροστατική πίεση είναι μικρότερη σε μεγαλύτερο βάθος.
 - Δ.** Η Υδροστατική πίεση στον πυθμένα ενός δοχείου εξαρτάται από την ποσότητα του υγρού που περιέχει το δοχείο.

- E.** Η κατασκευή των φραγμάτων βασίζεται στο νόμο της συνέχειας.
- Z.** Στο ίδιο βάθος το πυκνότερο υγρό ασκεί μεγαλύτερη πίεση.
- H.** Τα μανόμετρα είναι όργανα μέτρησης της υδροστατικής πίεσης.
- Θ.** Η Υδροστατική πίεση είναι διανυσματικό μέγεθος.
- I.** Η υδροστατική πίεση οφείλεται στο βάρος του υγρού.
- 2.** Δυο κύλινδροι περιέχουν νερό που φτάνει και στους δύο στο ίδιο ύψος h . Ο ένας κύλινδρος είναι φαρδύς και ο άλλος στενός. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
 - A.** Η υδροστατική πίεση είναι μικρότερη στον στενό κύλινδρο.
 - B.** Η υδροστατική πίεση είναι διπλάσια στον φαρδύ κύλινδρο.
 - Γ.** Η υδροστατική πίεση είναι ίδια και στους δύο κυλίνδρους.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

- 1.** Ένα δοχείο περιέχει οινόπνευμα με πυκνότητα $\rho_{ov.} = 800 \cdot \frac{kg}{m^3}$ και ένα άλλο ίδιο δοχείο περιέχει αλατόνερο πυκνότητας $\rho_{αλατ.} = 1600 \cdot \frac{kg}{m^3}$. Η υδροστατική πίεση που ασκείται στα δύο δοχεία είναι:
 - A.** μεγαλύτερη στο δοχείο με το οινόπνευμα.
 - B.** μικρότερη στο δοχείο με το αλατόνερο.
 - Γ.** ίδια και στα δύο δοχεία
 - Δ.** διπλάσια στο δοχείο με το αλατόνερο.
- 2.** Σε βάθος 1m ενός υγρού επικρατεί υδροστατική πίεση $1 \frac{Nt}{cm^2}$. Η πίεση που επικρατεί σε βάθος 30m είναι: **A.** $15 \frac{Nt}{cm^2}$, **B.** $10^4 Pa$, **Γ.** $30 \frac{Nt}{cm^2}$.