

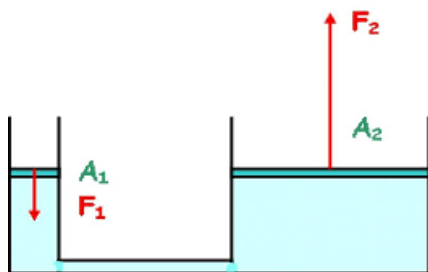
ΤΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΠΙΕΣΤΗΡΙΟ

Το υδραυλικό πιεστήριο είναι ένας μηχανισμός, που τα βασικά του μέρη είναι **δύο κυλινδρικά δοχεία** που συγκοινωνούν μεταξύ τους με λεπτό σωλήνα. Μέσα στα δοχεία που περιέχουν **υγρό** (π.χ. ορυκτέλαιο), κινούνται **δύο έμβολα** με διαφορετικό εμβαδόν.

Το υδραυλικό πιεστήριο χρησιμοποιείται:

- στα ελαιοτριβεία για την εξαγωγή του λαδιού,
- σε διάφορα εργοστάσια για την κατασκευή πρεσσαριστών αντικειμένων,
- στη συμπίεση του βαμβακιού και του αχύρου σε μπάλες,
- στη λειτουργία διαφορών γερανών κ.ά.

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΠΙΕΣΤΗΡΙΟΥ



Έστω στο οριζόντιο έμβολο εμβαδού $S_1 = A_1$ του υδραυλικού πιεστηρίου, ασκείται κάθετη δύναμη F_1 και

συνεπώς πίεση $P_1 = \frac{F_1}{S_1}$. Στο υδραυλικό πιεστήριο το

υγρό **ηρμεμεί**, οπότε σύμφωνα **με την αρχή του Pascal** η πίεση αυτή P_1 θα μεταδοθεί και στο οριζόντιο έμβολο με εμβαδόν $S_2 = A_2 > S_1$. Αποτέλεσμα στο έμβολο αυτό να

ασκηθεί κάθετη δύναμη F_2 και να έχουμε $P_2 = P_1 \Rightarrow \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_1}{S_1} \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$.

Όμως $S_2 > S_1 \Rightarrow \frac{S_2}{S_1} > 1$, οπότε από την σχέση $F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$ έχουμε $F_2 > F_1$.

Συμπέρασμα: Με το υδραυλικό πιεστήριο πετυχαίνουμε να πολλαπλασιάσουμε την δύναμη μας.

Παράδειγμα

Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο οι επιφάνειες των δύο εμβόλων έχουν εμβαδόν $S_1 = 10\text{cm}^2$ και $S_2 = 200\text{cm}^2$. Στο μικρό έμβολο ενεργεί κάθετη δύναμη που το μέτρο της είναι ίσο με $F_1 = 40\text{Nt}$. Ποιο είναι το μέτρο της δύναμης F_2 που ενεργεί στο μεγάλο έμβολο και ποια είναι η πίεση P που μεταδίδεται σ' όλα τα σημεία του υγρού που περιέχει αυτό;

Λύση

Γνωστά Μεγέθη	Άγνωστα Μεγέθη
$S_1 = 10\text{cm}^2$, $S_2 = 200\text{cm}^2$, $F_1 = 40\text{Nt}$.	$F_2 = ?$, $P = ?$.

Από την μαθηματική σχέση $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ που ισχύει στο υδραυλικό πιεστήριο, το μέτρο της

δύναμης F_2 είναι ίσο με:

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow F_2 = 40\text{Nt} \cdot \frac{200\text{cm}^2}{10\text{cm}^2} \Rightarrow F_2 = 800\text{Nt}$$

Η πίεση P που μεταδίδεται σύμφωνα με την αρχή του Pascal, σε όλα τα σημεία του υγρού που περιέχει το υδραυλικό πιεστήριο είναι:

$$P = \frac{F_1}{S_1} \Rightarrow P = \frac{40\text{Nt}}{10\text{cm}^2} \Rightarrow P = 4 \frac{\text{Nt}}{\text{cm}^2}$$

Ερωτήσεις σωστού-λάθους.

1. Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λάθος τις παρακάτω προτάσεις:

- A.** Η λειτουργία του υδραυλικού πιεστηρίου βασίζεται στο νόμο της συνέχειας.
- B.** Τα έμβολα του υδραυλικού πιεστηρίου έχουν το ίδιο εμβαδόν.
- Γ.** Το υγρό που περιέχει το υδραυλικό πιεστήριο είναι ασυμπίεστο.
- Δ.** Στο υδραυλικό πιεστήριο η πίεση που ασκείται στο μεγάλο έμβολο είναι διαφορετική από την πίεση που ασκείται στο μικρό έμβολο.
- E.** Η δύναμη που ασκείται στο μεγάλο έμβολο του υδραυλικού πιεστηρίου είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκείται στο μικρό έμβολο.
- Z.** Οι δυνάμεις που ασκούνται στα έμβολα του υδραυλικού πιεστηρίου είναι οριζόντιες.

2. Ποιες από τις παρακάτω μαθηματικές σχέσεις ισχύουν στο υδραυλικό πιεστήριο ;

- A.** $F_1 = F_2 \cdot \frac{S_2}{S_1}$
- B.** $F_2 \cdot S_1 = F_1 \cdot S_2$
- Γ.** $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_1}{S_2}$
- Δ.** $F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

1. Η λειτουργία του υδραυλικού πιεστηρίου βασίζεται:

- A. στο νόμο της συνέχειας.
- B. στην αρχή του Pascal.
- Γ. σε κανένα από τα προηγούμενα.

2. Στο υδραυλικό πιεστήριο ο λόγος των δυνάμεων που ασκούνται στα δύο έμβολα είναι:

- A. αντιστρόφως ανάλογος του λόγου των εμβαδών τους.
- B. είναι ίσος με την μονάδα .
- Γ. ανάλογος του λόγου των εμβαδών τους.

3. Με το υδραυλικό πιεστήριο πετυχαίνουμε να.....την δύναμη μας.

- A. μειώσουμε.
- B. πολλαπλασιάσουμε.
- Γ. μην μεταβάλλουμε.

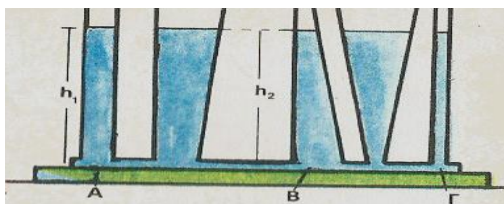
4. Στο υδραυλικό πιεστήριο ο λόγος του εμβαδού S_2 του μεγάλου εμβόλου προς το εμβαδόν S_1 του μικρού εμβόλου είναι πέντε, $\frac{S_2}{S_1}=5$. Ο αντίστοιχος λόγος των δυνάμεων είναι:

A. $\frac{F_2}{F_1}=10$. B. $\frac{F_2}{F_1}=5$. Γ. $\frac{F_2}{F_1}=1$.

5. Με ένα υδραυλικό πιεστήριο πετυχαίνουμε να τετραπλασιάσουμε την δύναμη μας. Το εμβαδόν του μεγάλου εμβόλου:

- A. είναι διπλάσιο του εμβαδού του μικρού εμβόλου.
- B. είναι τετραπλάσιο του εμβαδού του μικρού εμβόλου .
- Γ. δεν είναι κανένα από τα παραπάνω.

Η ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ



Συγκοινωνούντα δοχεία ονομάζονται δύο ή περισσότερα δοχεία που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με τρόπο ώστε να μπορεί ένα υγρό να κινείται ελεύθερα από το ένα δοχείο στο άλλο.

Σε συγκοινωνούντα δοχεία ρίχνουμε νερό ή κάποιο άλλο υγρό και το αφήνουμε να ισορροπήσει. Θα παρατηρήσουμε ότι η ελεύθερη επιφάνεια του νερού φτάνει στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο σε όλα τα δοχεία. Με μέτρηση της πίεσης **στο εργαστήριο** σε σημεία του υγρού που βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, βρίσκουμε ότι στα σημεία αυτά επικρατεί η ίδια πίεση. Έτσι καταλήγουμε στην διατύπωση της αρχής των συγκοινωνούντων δοχείων.

ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ: Όταν μέσα σε συγκοινωνούντα δοχεία ισορροπεί ένα υγρό, η ελεύθερη επιφάνεια του σε όλα τα δοχεία βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΕΙΞΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ

A. Απόδειξη της πρότασης:

- Η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού σε όλα τα δοχεία είναι οριζόντια.

Εάν υποθέσουμε ότι η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού σε ένα δοχείο **δεν ήταν οριζόντια**, τότε η συνιστώσα του βάρους κάθε μορίου του υγρού με διεύθυνση παράλληλη προς αυτή την επιφάνεια, θα προκαλούσε αρχικά κίνηση του υγρού στο δοχείο και διαδοχικά στα υπόλοιπα δοχεία. Έτσι δεν θα υπήρχε ισορροπία στο υγρό πράγμα **άτοπο**, αφού σύμφωνα με την αρχή το υγρό ισορροπεί. Άρα δεν ισχύει η αρχική μας υπόθεση.

B. Απόδειξη της πρότασης :

- Όλα τα σημεία του υγρού που βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο έχουν την ίδια πίεση.

Εάν υποθέσουμε ότι η πίεση στο σημείο A του υγρού **ήταν διαφορετική** από την πίεση στο σημείο B του υγρού που βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, τότε λόγω της διαφοράς πίεσης θα είχαμε κίνηση του υγρού. Έτσι δεν θα υπήρχε ισορροπία στο υγρό πράγμα **άτοπο**, αφού σύμφωνα με την αρχή το υγρό ισορροπεί. Άρα δεν ισχύει η αρχική μας υπόθεση.

Γ. Απόδειξη της πρότασης:

➤ Η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού σε όλα τα δοχεία είναι στο ίδιο επίπεδο.

Η πίεση του υγρού στο σημείο A που βρίσκεται σε απόσταση h_1 από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού είναι $P_A = P_{εξ.} + \varepsilon_{υγρ.} \cdot h_1$ **(1)**. Στο σημείο B διαφορετικού δοχείου, που βρίσκεται σε απόσταση h_2 από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού, η πίεση είναι

$P_B = P'_{εξ.} + \varepsilon_{υγρ.} \cdot h_2$ **(2)**. Όμως η πίεση του υγρού στα σημεία A και B που βρίσκονται στο ίδιο

οριζόντιο επίπεδο, όπως αποδείξαμε είναι ίδια $P_A = P_B$ **(3)**. Στην συνέχεια θεωρούμε ότι η

εξωτερική πίεση είναι ίδια στα δύο δοχεία $P_{εξ.} = P'_{εξ.}$ **(4)**, οπότε αντικαθιστούμε στην

σχέση **(3)** τις σχέσεις **(1)**, **(2)**, **(4)** και έχουμε,

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{εξ.} + \varepsilon_{υγρ.} \cdot h_1 = P_{εξ.} + \varepsilon_{υγρ.} \cdot h_2 \Rightarrow \varepsilon_{υγρ.} \cdot h_1 = \varepsilon_{υγρ.} \cdot h_2 \Rightarrow h_1 = h_2$$

Επομένως, η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού σε όλα τα δοχεία βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο.

Με την απόδειξη αυτής της πρότασης και της αρχικής, αποδείξαμε τελικά την πρόταση ότι η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού σε όλα τα δοχεία βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, που αποτελεί την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων.

Εφαρμογές της αρχής των συγκοινωνούντων δοχείων:

- στην ύδρευση μιας πόλης,
- στα αρτεσιανά φρεάτια,
- στα συντριβάνια.

Ερωτήσεις σωστού-λάθους.

Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λάθος τις παρακάτω προτάσεις:

A. Η ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού που ισορροπεί είναι σε διαφορετικό ύψος στα δύο συγκοινωνούντα δοχεία.

B. Η ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού που ισορροπεί είναι οριζόντια και στα τρία συγκοινωνούντα δοχεία.

Γ. Στα συγκοινωνούντα δοχεία με υγρό σε ισορροπία, η πίεση δεν είναι ίδια στα σημεία του υγρού που είναι στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

Δ. Η αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων ισχύει, όταν είναι διαφορετικές οι εξωτερικές πιέσεις που ασκούνται στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού κάθε δοχείου.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

1. Σε δύο συγκοινωνούντα δοχεία το ύψος του υγρού που ηρεμεί στο ένα δοχείο είναι h_1 .

Το ύψος h_2 του υγρού στο άλλο δοχείο είναι:

A. μεγαλύτερο του ύψους h_1 .

B. ίσο με το ύψος h_1

Γ. μικρότερο του ύψους h_1 .

2. Τρία συγκοινωνούντα δοχεία περιέχουν υγρό που ισορροπεί. Η πίεση στο σημείο Α του πρώτου δοχείου είναι $P_A=2\text{atm}$. Στο σημεία Γ του τρίτου δοχείου που βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο η πίεση P_Γ είναι:

A. $P_\Gamma=4\text{atm}$.

B. $P_\Gamma=3\cdot P_A$.

Γ. $P_\Gamma=2\text{atm}$.