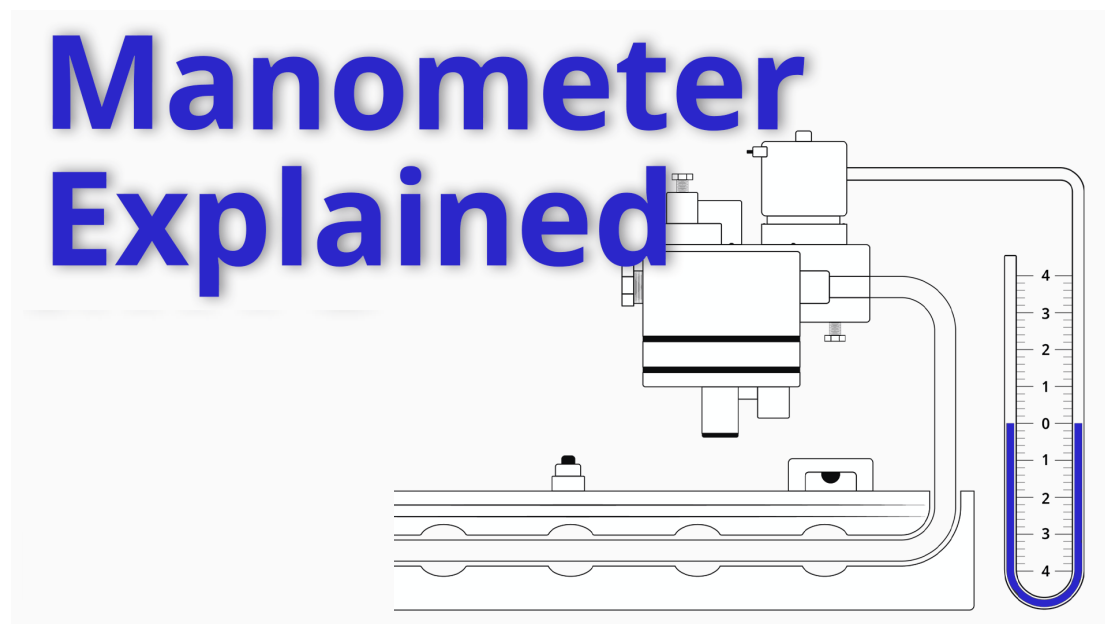


Εξήγηση Μανόμετρου - Αρχή Λειτουργίας

Μάθετε για το μανόμετρο, το οποίο είναι μία από τις πιο ακριβείς συσκευές μέτρησης πίεσης στα χαμηλά εύρη τιμών.



Σε αυτό το μάθημα, θα σας παρουσιάσουμε το μανόμετρο, το οποίο είναι μία από τις παλαιότερες συσκευές μέτρησης πίεσης που χρησιμοποιούνται ακόμη σήμερα.

Ένα μανόμετρο είναι μία από τις πιο ακριβείς συσκευές μέτρησης πίεσης στις χαμηλές κλίμακες.

Δεδομένου ότι τα μανόμετρα είναι τόσο ακριβή, συχνά χρησιμοποιούνται ως πρότυπα βαθμονόμησης.

Τι μετράει ένα μανόμετρο;

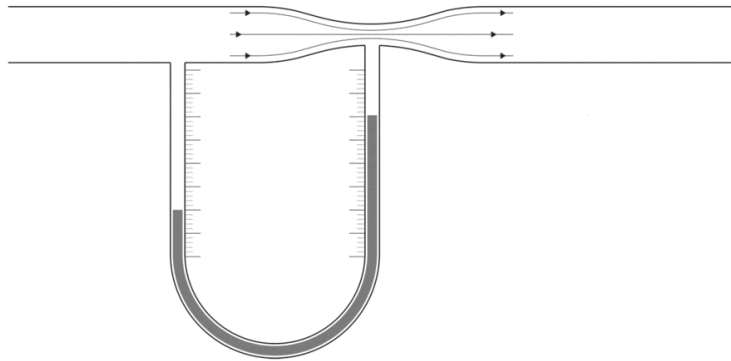
Ένα μανόμετρο είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για να μετρήσει την πίεση αερίων ή υγρών. Συγκρίνει την πίεση του μετρούμενου ρευστού με γνωστή πίεση αναφοράς, όπως η ατμοσφαιρική πίεση ή το κενό.

Εφαρμογές μανομέτρου

Ορισμένες τυπικές βιομηχανικές εφαρμογές μανομέτρου περιλαμβάνουν:

- Μετρήσεις ροής υγρού
- Συντήρηση συστημάτων HVAC
- Μέτρηση πίεσης βαλβίδας αερίου καυστήρα σε οικιακούς ή εμπορικούς χώρους

Fluid flow measurements

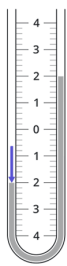


Αρχή λειτουργίας μανομέτρου

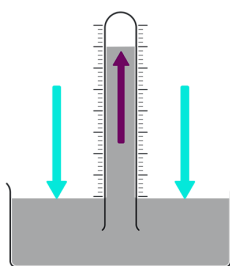
Ας ξεκινήσουμε. Όλα τα μανόμετρα λειτουργούν με την αρχή ότι οι μεταβολές πίεσης προκαλούν άνοδο ή πτώση ενός υγρού σε σωλήνα.

Αυτή η άνοδος ή πτώση του υγρού είναι μια βασική αρχή στατικής ρευστών: όταν ασκείται πίεση σε περιορισμένο υγρό μέσα σε σωλήνα, προκαλείται μετρήσιμη μετατόπιση.

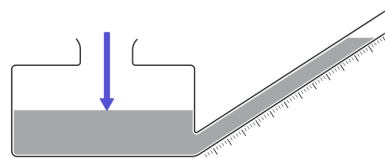
Υπάρχουν διάφοροι τύποι μανομέτρων και θα συζητήσουμε πολλούς σε αυτό το μάθημα.



U-tube manometer



Barometer



Inclined manometer

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, όλα τα μανόμετρα λειτουργούν με την αρχή ότι οι μεταβολές πίεσης προκαλούν άνοδο ή πτώση ενός υγρού σε σωλήνα.

Τύποι μανόμετρον

1) Μανόμετρο U-tube

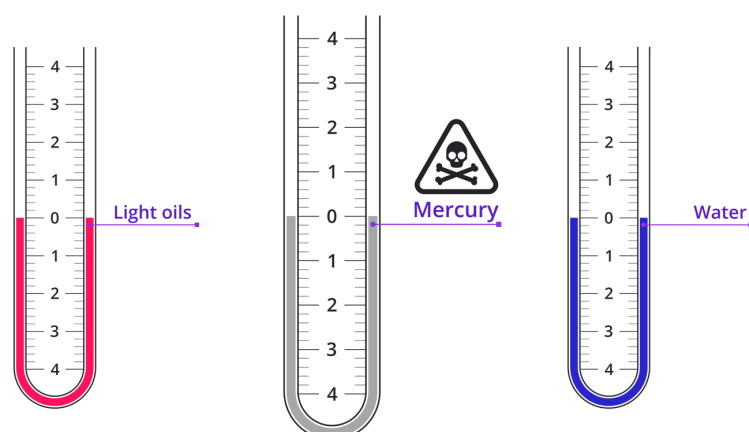
Ας δούμε ένα **μανόμετρο U-tube** καθώς είναι πιθανώς το πιο κοινό μανόμετρο που χρησιμοποιείται σήμερα. Θα συζητήσουμε πώς χρησιμοποιείται για να **μετρήσει την πίεση**.

Τύποι υγρών

Όπως είπαμε νωρίτερα, ένα μανόμετρο είναι γεμάτο με ένα υγρό. Τυπικά υγρά μανομέτρων είναι το **υδράργυρος**, το νερό και τα ελαφρά λάδια.

Αξίζει να αναφερθεί εδώ ότι ο υδράργυρος ήταν σύνηθες υγρό πλήρωσης μανομέτρου στο παρελθόν, αλλά έχει αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό λόγω των περιβαλλοντικών και υγειονομικών κινδύνων του.

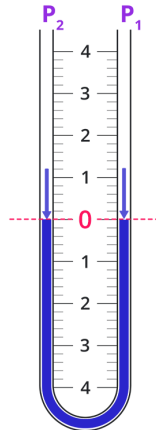
Πολύ συχνά το υγρό είναι χρωματισμένο για να διευκολύνει την παρατήρηση της μετακίνησης του υγρού.



Μέτρηση πίεσης

Ο σωλήνας γεμίζεται ώστε και τα δύο σκέλη να είναι περίπου κατά το ήμισυ γεμάτα. Όταν οι πιέσεις είναι ίσες, η στήλη του υγρού σε κάθε πλευρά θα είναι στο ίδιο ύψος. Αυτό συνήθως σημειώνεται ως μηδέν σε μια κλίμακα.

Με τις δύο πλευρές του μανομέτρου ανοιχτές στην ατμόσφαιρα, η στάθμη του υγρού στο ένα σκέλος θα είναι ίδια με τη στάθμη στο άλλο, αφού P1 ισούται με P2.



Τώρα ας υποθέσουμε ότι το ένα άκρο του μανόμετρου U-tube είναι συνδεδεμένο με μια άγνωστη πίεση P_1 της οποίας η τιμή πρέπει να προσδιοριστεί. Το άλλο άκρο αφήνεται εκτεθειμένο στην ατμοσφαιρική πίεση P_2 .

Η διαφορά στο ύψος του υγρού στις δύο πλευρές του σωλήνα είναι η **διαφορική πίεση**.

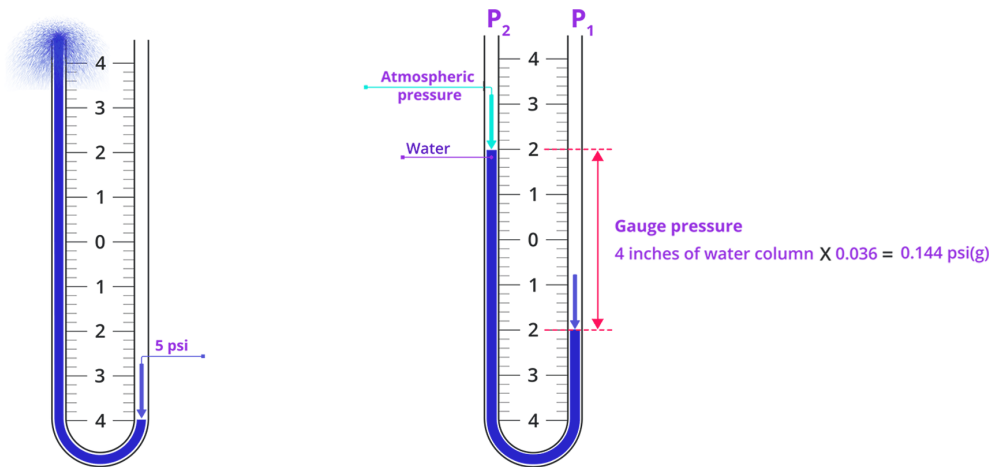
Σε αυτή την περίπτωση, το μανόμετρο παρέχει μια **μέτρηση μανομετρικής πίεσης (gauge pressure)**, καθώς αναφέρεται στην ατμοσφαιρική πίεση.

Έτσι, η συνολική διαφορά στο ύψος του υγρού είναι 4 μονάδες. Και εδώ είναι που η μέτρηση πίεσης γίνεται ενδιαφέρουσα! Τι αντιπροσωπεύει η διαφορά 4 μονάδων;

Ας υποθέσουμε ότι το μανόμετρο U-tube είναι γεμάτο με νερό. Αυτό σημαίνει ότι η διαφορική πίεση είναι 4 ίντσες στήλης νερού (4 inWC \approx 10 mbar).

Οι **ίντσες στήλης νερού** είναι μια μονάδα μέτρησης πίεσης. Χρησιμοποιώντας πίνακες μετατροπής, θα μπορούσαμε εύκολα να μετατρέψουμε 4 ίντσες στήλης νερού σε 0.144 psi(g). Η πίεση που εκφράζεται ως μέτρηση στήλης νερού χρησιμοποιείται συνήθως στη βιομηχανία.

Όπως μπορείτε να εκτιμήσετε, ένα μανόμετρο U-tube γεμάτο με νερό είναι ικανό να μετρήσει μόνο πολύ μικρές πιέσεις. Για να το δείξουμε, ας εφαρμόσουμε μια πίεση 5 psi στην πλευρά P_1 του μανόμετρου U-tube. Κάτι που δεν θα θέλαμε να συμβεί!



Αύξηση την ακρίβεια μέτρησης

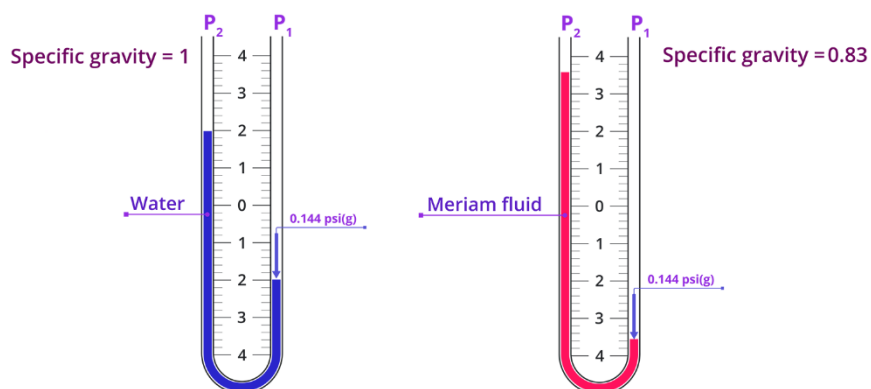
Τι θα γινόταν αν θέλαμε να μετρήσουμε με ακρίβεια πολύ χαμηλές τιμές πίεσης;

Αν αντικαταστήσουμε το νερό με ένα υγρό Meriam Red Oil θα έχουμε μεγαλύτερη διαφορά στις στάθμες του υγρού. Γιατί συμβαίνει αυτό;

Το νερό έχει ειδικό βάρος ή σχετική πυκνότητα 1.0 ενώ το υγρό Meriam είναι ένα λάδι και έχει ειδικό βάρος 0.83.

Θα έχουμε μια πολύ μεγαλύτερη διαφορά στη στάθμη του υγρού με το υγρό Meriam, που θα έχει ως αποτέλεσμα πιο ακριβή μέτρηση πίεσης.

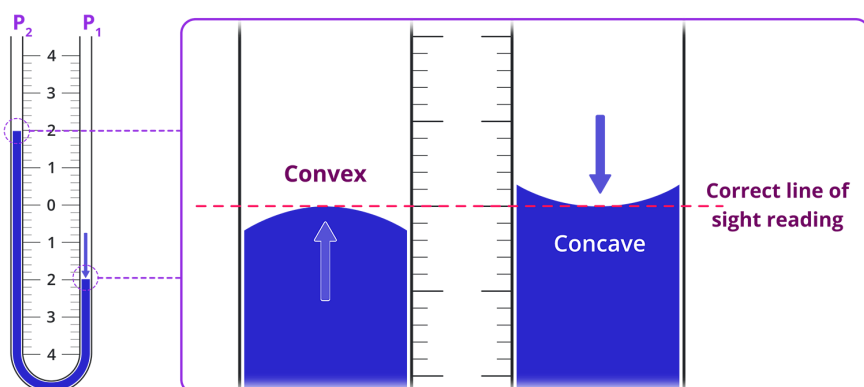
Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι προμηθευτές θα παρέχουν ένα μανόμετρο U-tube κλιμακωμένο απευθείας σε μονάδες πίεσης όπως τα κιλοπασκάλ (kPa).



Σφάλμα μενίσκου

Οι χρήστες του μανομέτρου πρέπει να είναι ενήμεροι για το σφάλμα μενίσκου.

Ο μενίσκος σχηματίζεται όταν τα μόρια του υγρού προσκολλώνται στα τοιχώματα του γυάλινου σωλήνα. Ανάλογα με τις ιδιότητες διαβροχής του υγρού, ο μενίσκος μπορεί να είναι κοίλος ή κυρτός. Σε κάθε περίπτωση, μπορεί να προκύψει σφάλμα στην ένδειξη.



Ας ρίξουμε μια ματιά σε μερικούς άλλους τύπους μανόμετρων. Ένας κοινός τύπος μανόμετρου είναι το βαρόμετρο που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη καιρικών συνθηκών μετρώντας την ατμοσφαιρική πίεση.

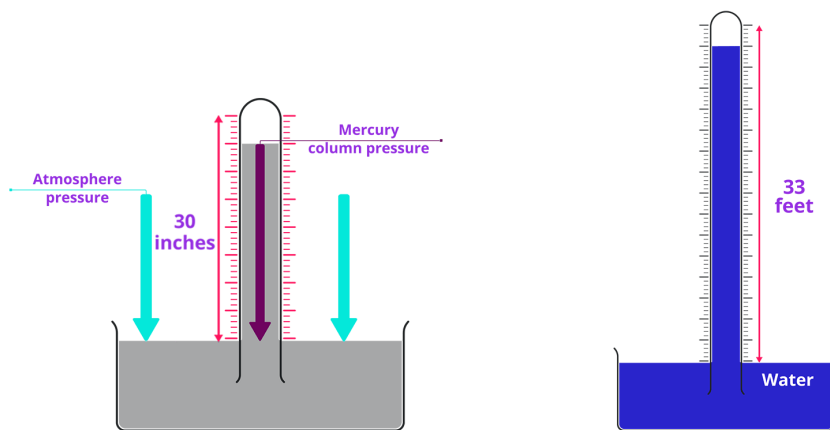
2) Βαρόμετρο

Ένα βαρόμετρο αποτελείται από έναν γυάλινο σωλήνα με το ένα άκρο σφραγισμένο. Ο εκκενωμένος σωλήνας βυθίζεται με το ανοιχτό του άκρο σε ανοιχτό δοχείο υδραργύρου.

Η πίεση που ασκείται από τη στήλη υδραργύρου εξισορροπείται από την ατμοσφαιρική πίεση. Ο γυάλινος σωλήνας είναι βαθμονομημένος σε μονάδες πίεσης.

Οποιοδήποτε υγρό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ένα βαρόμετρο, αλλά ο υδράργυρος χρησιμοποιείται λόγω του υψηλού ειδικού βάρους του.

Ένα βαρόμετρο υδραργύρου πρέπει να έχει ύψος τουλάχιστον 30 ίντσες (≈ 76 cm). Ένα βαρόμετρο νερού θα έπρεπε να έχει ύψος πάνω από 33 πόδια (≈ 10 m)!



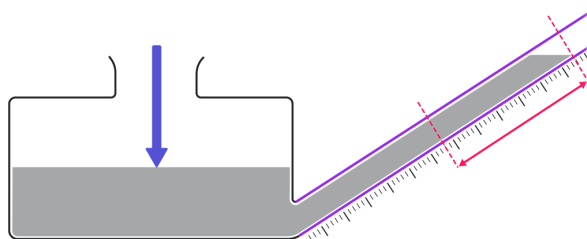
3) Κεκλιμένο μανόμετρο

Ένα μανόμετρο που παρέχει ακόμη καλύτερη ακρίβεια από το μανόμετρο U-tube είναι το κεκλιμένο μανόμετρο.

Αυτό το μανόμετρο διαθέτει ένα δοχείο (well) που περιέχει το υγρό και μια διαφανή κεκλιμένη στήλη.

Η στήλη είναι τοποθετημένη υπό γωνία.

Η πίεση προσδιορίζεται από το κατακόρυφο ύψος κατά το οποίο ανεβαίνει ή κατεβαίνει το υγρό στη στήλη. Λόγω της κλίσης, μια μικρή αλλαγή στην πίεση θα προκαλέσει μεγαλύτερη κίνηση του υγρού στη στήλη.



Περίληψη

- Ένα μανόμετρο είναι μία από τις πιο ακριβείς συσκευές για τη μέτρηση πίεσης στα χαμηλά εύρη τιμών.
- Τυπικές εφαρμογές μανομέτρου περιλαμβάνουν τη μέτρηση ροής ρευστών σε σωληνώσεις, πίεση συστημάτων HVAC και πίεση αερίου.
- Όλα τα μανόμετρα λειτουργούν με την αρχή ότι οι αλλαγές στην πίεση προκαλούν άνοδο ή πτώση ενός υγρού σε σωλήνα.
- Τυπικά υγρά μανομέτρου είναι ο υδράργυρος, το νερό και τα ελαφριά έλαια.
- Ένα άκρο ενός μανομέτρου U-tube είναι συνδεδεμένο με μια άγνωστη πίεση ενώ το άλλο άκρο είναι εκτεθειμένο στην ατμοσφαιρική πίεση. Η διαφορά στο ύψος του υγρού στις δύο πλευρές του σωλήνα είναι η διαφορική πίεση.
- Άλλοι τύποι μανομέτρων περιλαμβάνουν το βαρόμετρο και το κεκλιμένο μανόμετρο.