

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός του Εργαστηρίου είναι η κατανόηση των νόμων της Μηχανικής Ρευστών, μέσω της υλοποίησης εργαστηριακών ασκήσεων.

Στο 1ο Μέρος των Σημειώσεων, παρουσιάζονται συνοπτικά οι σημαντικότεροι νόμοι της Μηχανικής Ρευστών.

Στο 2ο Μέρος, παρουσιάζεται ο διαθέσιμος Εργαστηριακός εξοπλισμός, μέσω του οποίου θα πραγματοποιηθούν οι Εργασίες.

ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

1. Να έχετε μελετήσει τις παρούσες Σημειώσεις και τα Φύλλα των Εργαστηριακών Ασκήσεων. Καμία άλλη βοήθεια δεν θα δίνεται στο Εργαστήριο.
2. Να έχετε κατεβάσει στο κινητό σας τηλέφωνο την εφαρμογή: ***Super Unit Converter***, και να έχουν εξοικειωθεί στη χρήση της.
3. Πρέπει να κρατάτε **στυλό, αριθμομηχανή, και σημειωματάριο** (τετράδιο).
4. Χρήση οργάνων μέτρησης (μανόμετρα, στροφόμετρα, αμπερόμετρα, ροόμετρα, χρονόμετρα, μετρικούς χάρακες, παχύμετρα, κλπ)

ΤΡΟΠΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1. Κάθε ομάδα θα χωριστεί σε 4 υποομάδες **αλφαβητικά**.
2. Σε κάθε μάθημα, κάθε υποομάδα θα εκτελεί μια από τις τέσσερις Εργαστηριακές Ασκήσεις. Έτσι στο τέλος του εξαμήνου, κάθε υποομάδα, θα έχει εκτελέσει όλες τις Εργασίες.
3. Κάθε υποομάδα θα πρέπει να πάρει **“επιτυχώς”** σε τρεις από τις τέσσερις Εργασίες, ώστε να περάσει το Εργαστήριο.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

1. Η φόρμα εργασίας είναι **ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ**
2. Γενικές προφυλάξεις για χρήση ηλεκτρικών συσκευών Μέσης Τάσης
3. Γενικές προφυλάξεις για χρήση μοτέρ και αντλιών, σε κίνηση
4. Γενικές προφυλάξεις για χρήση δικτύων μέσης πίεσης

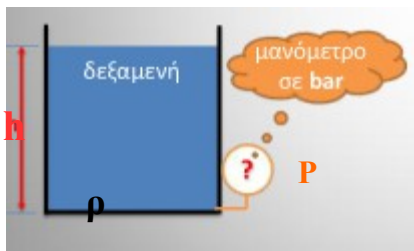
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1. Όγκοι Στερεών

Σχήμα	Τύπος υπολογισμού	Διαστάσεις
κύβος	α^3	α : η πλευρά του κύβου
ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο	$\alpha\beta\gamma$	α, β, γ : τα μήκη των τριών ακμών του παραλληλεπιπέδου
πρίσμα	Eh	E, h : το εμβαδόν διατομής και το ύψος αντίστοιχα
πυραμίδα	$\frac{1}{3} Eh$	E, h : το εμβαδόν βάσης και το ύψος αντίστοιχα
κύλινδρος	$\pi\rho^2 h$	ρ, h : η ακτίνα της βάσης και το ύψος αντίστοιχα
κώνος	$\frac{1}{3}\pi\rho^2 h$	ρ, h : η ακτίνα της βάσης και το ύψος αντίστοιχα
σφαίρα	$\frac{4}{3}\pi\rho^3$	ρ : η ακτίνα της σφαίρας

2. ΝΟΜΟΙ ΥΔΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

- **Νόμος Υδροστατικής Πίεσης**

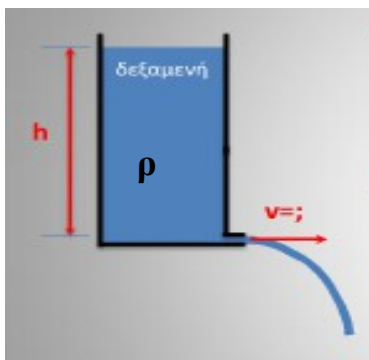


Η πίεση **P** που θα δείξει το μανόμετρο που βρίσκεται σε βάθος **h** από την επιφάνεια υγρού με πυκνότητα **ρ** είναι:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

όπου $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (επιτάχυνση βαρύτητας)

- **Νόμος Torricelli** (ταχύτητα εκροής)



Η στιγμιαία ταχύτητα **v** με την οποία εξέρχεται ένα υγρό πυκνότητας **ρ** από στόμιο που βρίσκεται σε βάθος **h** από την επιφάνεια δεξαμενής είναι:

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

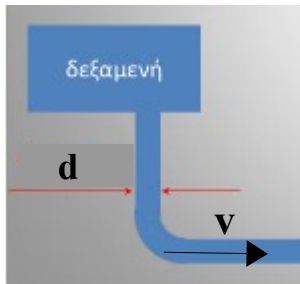
ή

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

όπου $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (επιτάχυνση βαρύτητας)

και ταυτίζεται με την ταχύτητα της ελεύθερης πτώσης του υγρού από το ύψος **h**.

Παροχή Q



Παροχή Q είναι ο όγκος υγρού V που ρέει σε ένα χρονικό διάστημα t

$$Q = V / t \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Η παροχή Q που έχει ένα υγρό που ρέει με ταχύτητα v σε ένα αγωγό με διατομή A είναι:

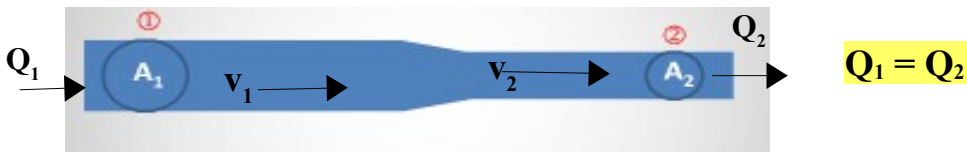
$$Q = v \cdot A \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

οπότε προκύπτει $Q = V / t = v \cdot A$

Σε κυλινδρικούς αγωγούς όπου $A = \pi \cdot d^2 / 4$ η παροχή είναι:

$$Q = v \cdot \pi \cdot d^2 / 4 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

• Νόμος Συνεχείας



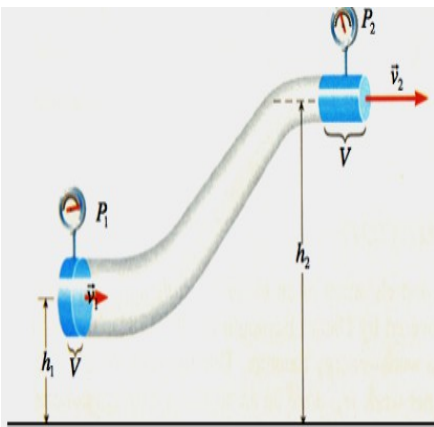
$$Q_1 = Q_2$$

Σε ένα υγρό που ρέει σε σωλήνα με διαφορετικές διατομές A₁ και A₂ η παροχή Q παραμένει σταθερή. Άρα $Q_1 = Q_2$

Η ερμηνεία είναι ότι επειδή τα υγρά είναι **ασυμπίεστα**, ο όγκος του υγρού που εισέρχεται για ένα χρονικό διάστημα, πρέπει να ισούται με τον όγκο του υγρού που εξέρχεται στο ίδιο χρονικό διάστημα, δηλαδή: $V_1 / t = V_2 / t$

αλλά και με: $v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$

• Νόμος Διατήρησης της Ενέργειας (Νόμος Bernoulli)



Σε κάθε αγωγό, που ρέει υγρό πυκνότητας ρ, ισχύει :

$$P_1 + \rho g h_1 + (1/2) \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + (1/2) \rho v_2^2$$

ή, $P + \rho g h + (1/2) \rho v^2 = \text{σταθερό}$,
 δηλαδή το άθροισμα :

- της Ενέργειας πίεσης P
- της Δυναμικής ενέργειας : $\rho g h$ και
- της Κινητικής ενέργειας : $(1/2) \rho v^2$,
είναι σταθερό, ανά μονάδα όγκου.

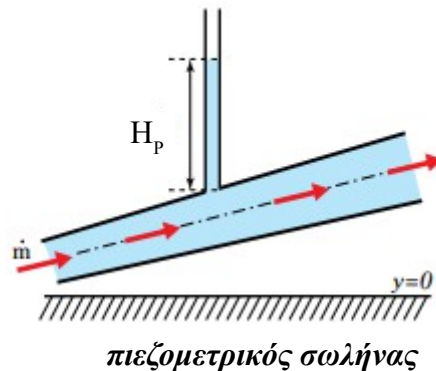
Αν κάθε όρο της εξίσωσης Bernoulli, τον διαιρέσουμε με το ειδικό βάρος (γ), του υγρού που ρέει στο σωλήνα, τότε έχουμε:

- $P/\gamma = H_P$ (ύψος πίεσης)
- $(\rho g h) / \gamma = h$ (στατικό ύψος)
- $(\rho v^2) / \gamma = H_K$ (ύψος ταχύτητας)

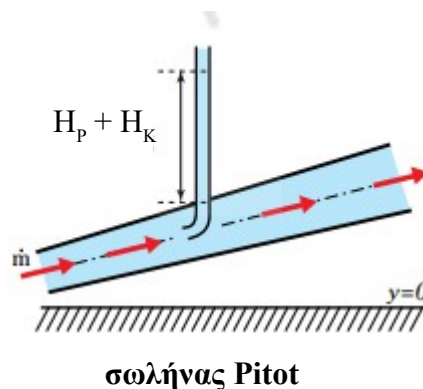
δηλαδή η εξίσωση Bernoulli γράφεται : $H_P + h + \frac{1}{2} H_K = \text{σταθερό}$

Όργανα Μέτρησης των όρων της εξίσωσης Bernoulli :

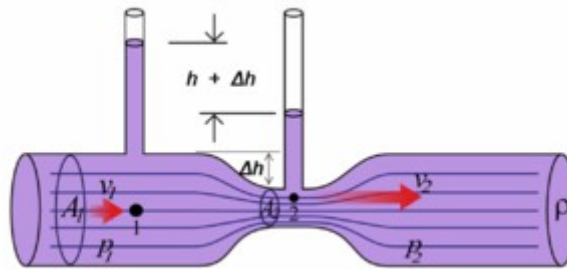
- το Στατικό Ύψος (h) μετριέται άμεσα
- το Ύψος Πίεσης (H_P) μετριέται με τον *πιεζομετρικό σωλήνα*, που είναι ένας ανοικτός σωλήνας που προσαρμόζεται κάθετα στον αγωγό ροής, όπως φαίνεται στην εικόνα:



- το Ύψος Ταχύτητας (H_K) μετριέται με τον *σωλήνα Pitot*, που είναι ένας ανοικτός σωλήνας, με κεκλιμένο το ένα άκρο, που προσαρμόζεται κάθετα στον αγωγό ροής, κατά την διεύθυνση ροής όπως φαίνεται στην εικόνα:



• Νόμος Venturi

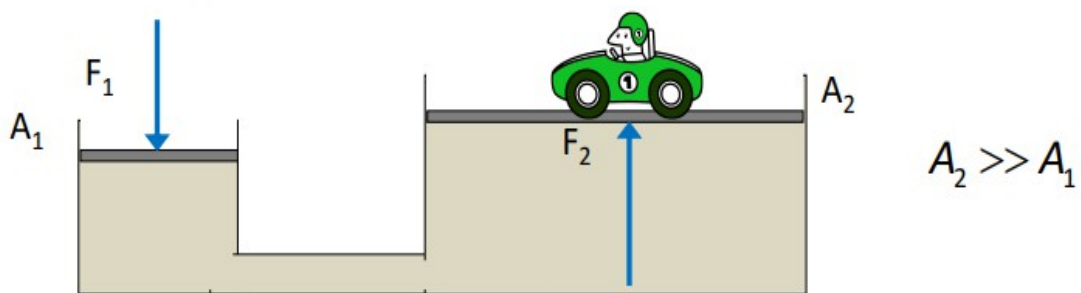


Η πίεση ενός ρευστού είναι αντιστρόφως ανάλογη της ταχύτητας ροής. Στη ροή του υγρού που δείχνει η παραπάνω εικόνα, παρατηρούμε ότι στην διατομή A_2 όπου αυξάνεται η ταχύτητα ροής ($v_2 > v_1$), η πίεση P_2 ελαττώνεται και γίνεται μικρότερη από την P_1 . **Άρα $P_1 > P_2$.**

Εφαρμογή του νόμου Venturi, έχουμε στα όργανα μέτρησης της ταχύτητας ροής.



• Νόμος (αρχή) του Pascal



Αν στο έμβολο με διατομή A_1 ασκηθεί δύναμη F_1 , η πίεση μεταβιβάζεται αμείωτη μέσω του ρευστού στο έμβολο διατομής A_2 . (Τα υγρά είναι ασυμπίεστα)

Ισχύει:

- η πίεση στην διατομή A_1 είναι : $P_1 = F_1/A_1$ άρα $F_1 = P_1 \cdot A_1$
- η πίεση στην διατομή A_2 είναι : $P_2 = F_2/A_2$ άρα $F_2 = P_2 \cdot A_2$

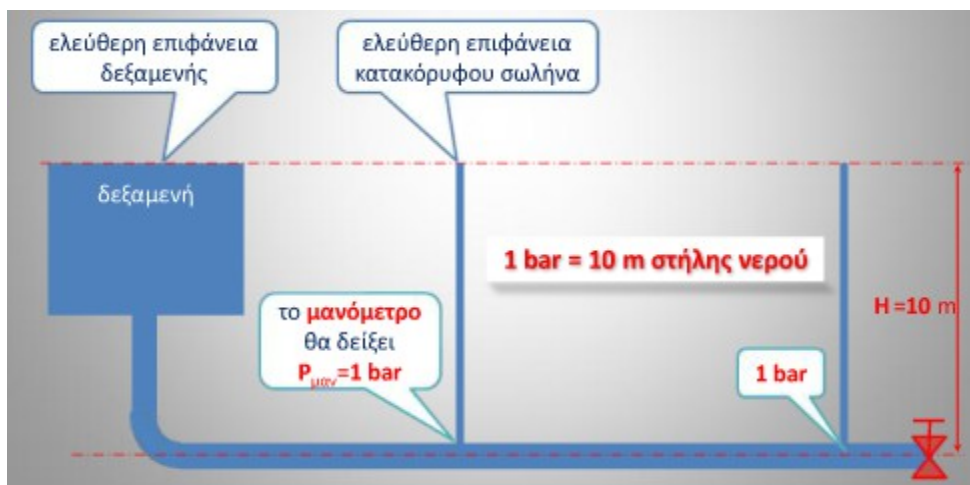
επειδή όμως $A_2 \gg A_1$, τότε και

$F_2 \gg F_1$

Εφαρμογή αυτού του νόμου έχουμε στις υδραυλικές ανυψωτικές εγκαταστάσεις.

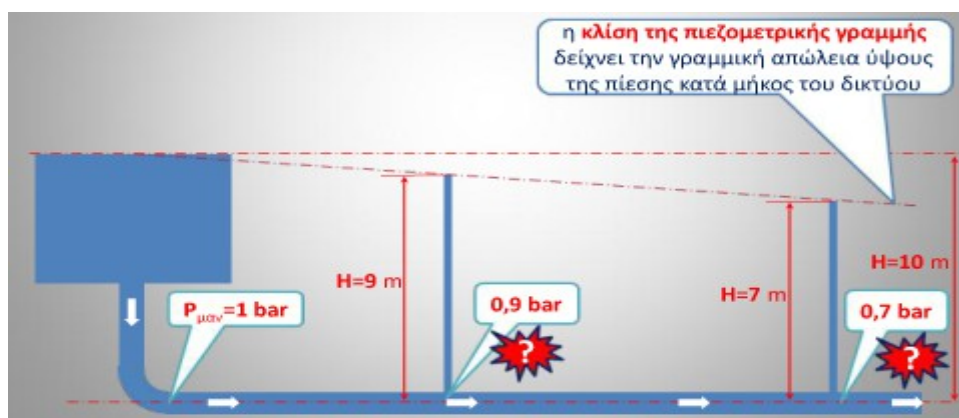
3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Πίεση δικτύου χωρίς ροή



Η πίεση σε κάθε σημείο του σωλήνα είναι η υδροστατική $P = \rho \cdot g \cdot H$ ή $P = \gamma \cdot H$ (γ = ειδικό βάρος υγρού)

- Πίεση δικτύου με ροή



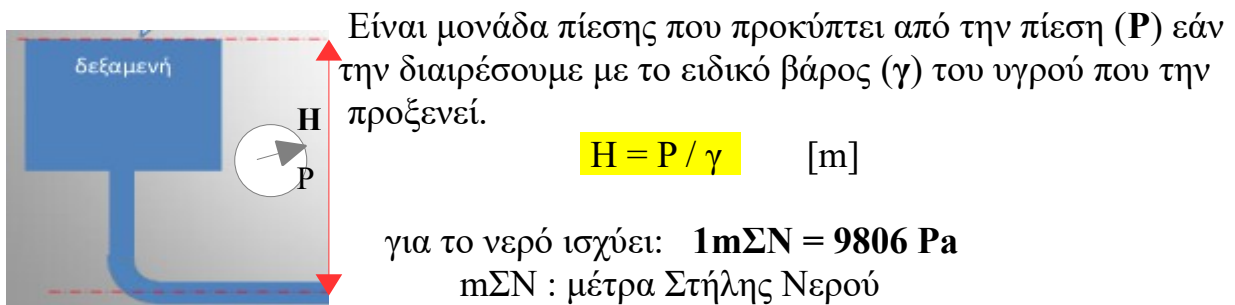
Όταν υπάρχει ροή, τότε στο δίκτυο η πίεση δεν διατηρείται σταθερή. Παρατηρούμε ελάττωση (πτώση) της πίεσης κατά μήκος του δικτύου.

Η πτώση πίεσης* οφείλεται στην αντίσταση του δικτύου στη ροή του υγρού και εξαρτάτε από:

- ανάλογα με την ταχύτητα του νερού
 - ανάλογη με το υλικό και το μήκος του δικτύου και των εξαρτημάτων του
 - αντιστρόφως ανάλογα με την διάμετρο του σωλήνα
 - ανάλογη του συντελεστή τριβής ροής.
- Στο Εργαστήριο ο υπολογισμός θα γίνεται με βάση το πρόγραμμα: *Εργ_Μηχ_Ρευστών*.

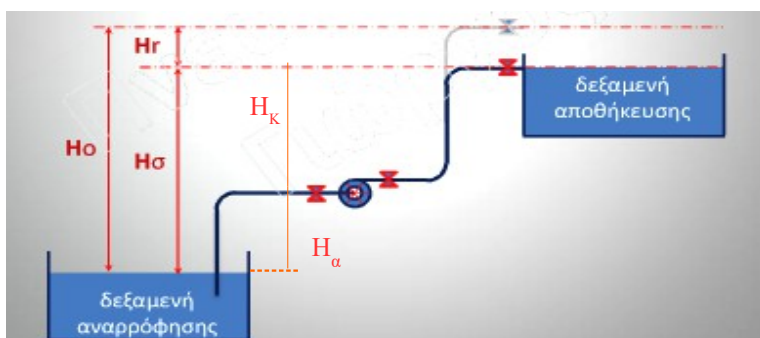
ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΨΗ

- Ύψος Πίεσης σε mΣΝ (H)



Επίσης το ύψος πίεσης μετράτε και σε μονάδες:

- mm Hg : χιλιοστά στήλης Υδραργύρου ή Torr
 - in Hg : ίντσες στήλης Υδραργύρου
- Μανομετρικά Ύψη Αντλιών



- Ύψος Αναρρόφησης H_a : η απόσταση της επιφάνειας αναρρόφησης από τον άξονα της αντλίας.
- Ύψος Κατάθλιψης $H_κ$: η απόσταση από τον άξονα της αντλίας ως την επιφάνεια κατάθλιψης,
- Στατικό ύψος $H_σ$: η απόσταση της επιφάνειας αναρρόφησης ως την επιφάνεια κατάθλιψης.

- Ύψος Αντιστάσεων H_r : η πτώση πίεσης του δικτύου λόγω της αντίστασης του στη ροή του υγρού (εξαρτάτε από τη φύση του δικτύου), μετρούμενη σε ύψος.
- Ολικό ύψος H_o : είναι το άθροισμα Στατικού Ύψους H_s και Ύψους Αντιστάσεων H_r δηλαδή: $H_o = H_s + H_r$ και είναι το ύψος που πρέπει να αντιμετωπίσει η αντλία στη λειτουργία της.

ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ

Σπηλαιώση (cavitation) ονομάζεται ο σχηματισμός φουσαλίδων ατμού στη ροή ενός υγρού, που δημιουργούνται με εξάτμιση στις περιοχές όπου η στατική πίεση του υγρού είναι μικρότερη από την πίεση ατμών του στη θερμοκρασία αναφοράς.

- **Περιορισμοί στο Ύψος αναρρόφησης (H_a)**

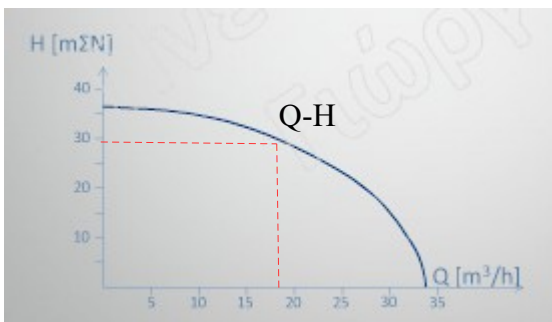
1ος Περιορισμός: Πρέπει η απόλυτη πίεση αναρρόφησης να είναι : $P_A > 0$.

Για την αναρρόφηση νερού, αυτό ισχύει όταν $H_a < 10,33 \text{ m}$

2ος Περιορισμός: Στην αναρρόφηση δεν πρέπει να δημιουργηθούν συνθήκες βρασμού. Αυτό αποφεύγεται όταν $H_a < (P_{ατμ} - P_v) / \gamma$ (P_v = η τάση ατμών, που εξαρτάτε από την θερμοκρασία του υγρού)

Στο νερό όταν έχει θερμοκρασία 25°C , πρέπει: $H_{a(25)} < 10 \text{ m}$, ενώ
όταν έχει θερμοκρασία 60°C , πρέπει: $H_{a(60)} < 8,3 \text{ m}$

- **Διάγραμμα Λειτουργίας Αντλίας**



Η παροχή Q μιας αντλίας είναι συνάρτηση του Ολικού Μανομετρικού Ύψους H_o που θα αντιμετωπίσει στη λειτουργία της. Κάθε αντλία συνοδεύεται από το διάγραμμα λειτουργία της, με βάση το οποίο γίνεται και η επιλογή της

- **Σημείο Λειτουργίας** λέγεται το ζεύγος τιμών **Q - H** που δουλεύει η αντλία μια δεδομένη στιγμή.
- **Ισχύς Αντλίας** σε κάθε αντλία υπάρχει:
 - η ωφέλιμη ισχύς $N_{ωφ}$ που είναι η υδραυλική ισχύς που αποδίδει η αντλία και είναι:

$$N_{ωφ} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_0}{3.600} \text{ [W]}$$

- η ισχύς λειτουργίας N_a που είναι η ισχύς αποδίδει ο κινητήρας στην αντλία και είναι:

$$N_a = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_0}{3.600 \cdot \eta_a} \text{ [W]}$$

όπου η_a : ο βαθμός απόδοσης της αντλίας

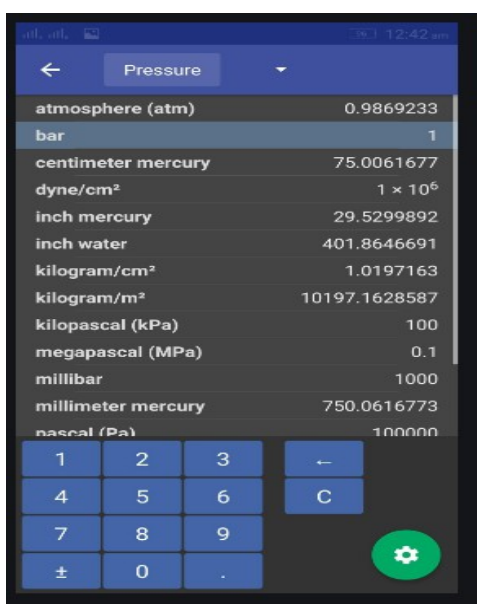
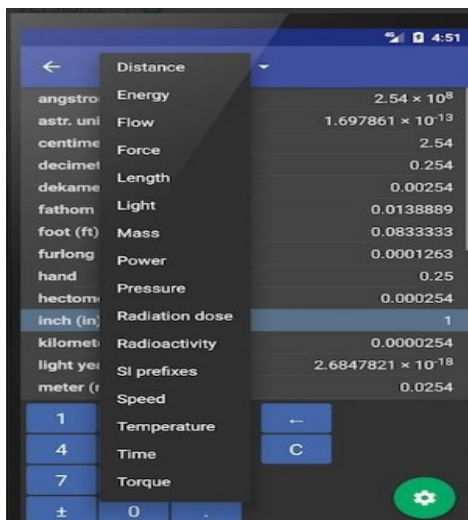
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Εργασία 1η

A. Η Εφαρμογή Super Unit Converter

Μέσω αυτής της Εφαρμογής:

1. Επιλέξτε από το βέλος την κατηγορία Μονάδων π.χ. *Distance* (Μήκος)
2. Επιλέξτε την μονάδα μετατροπής π.χ. *In*
3. πληκτρολογήστε το μέγεθος π.χ. 7,5
4. αυτόματα θα υπολογιστούν οι αντίστοιχες μετατροπές στις διαθέσιμες μονάδες.

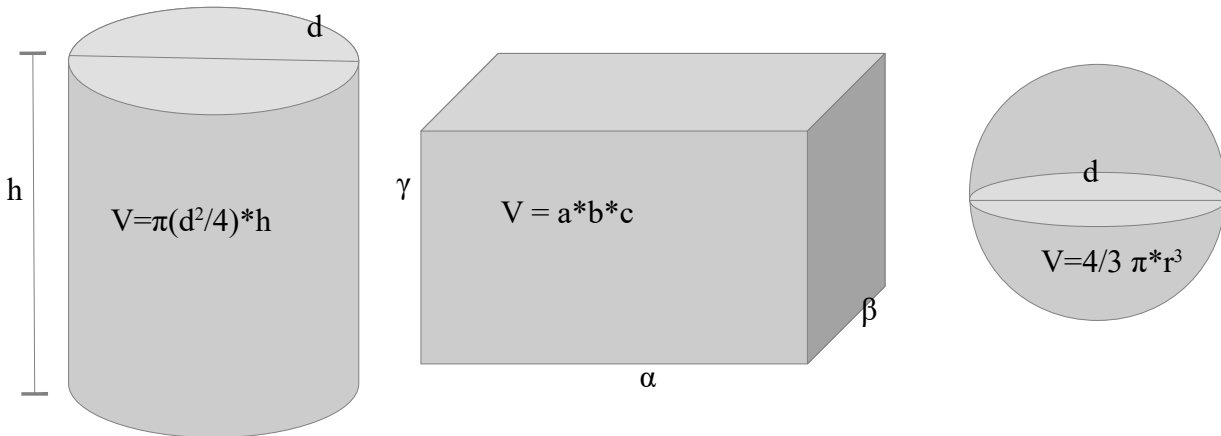


Β. ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ 1η

Χρήση Μηχανών Μετατροπής Μονάδων Μέτρησης

Μέσω της εφαρμογής *All Unit Converter*, υπολογίστε :



α). Πόσα **USG** είναι ο όγκος της κυλινδρικής Δεξαμενής με διάμετρο

$d = \dots \text{ ft}^*$ και ύψος $h = \dots \text{ ft}^*$;

Απάντηση : $V = \dots$

β). Πόσα ft^3 είναι ο όγκος της ορθογώνιας δεξαμενής με :

μήκος $a = \dots \text{ m}^*$ πλάτος $\beta = \dots \text{ m}^*$ και ύψος $\gamma = \dots \text{ m}^*$

Απάντηση : $V = \dots$

γ) Πόσα **L** είναι ο όγκος της σφαιρικής Δεξαμενής με διάμετρο $d = \dots \text{ m}^*$;

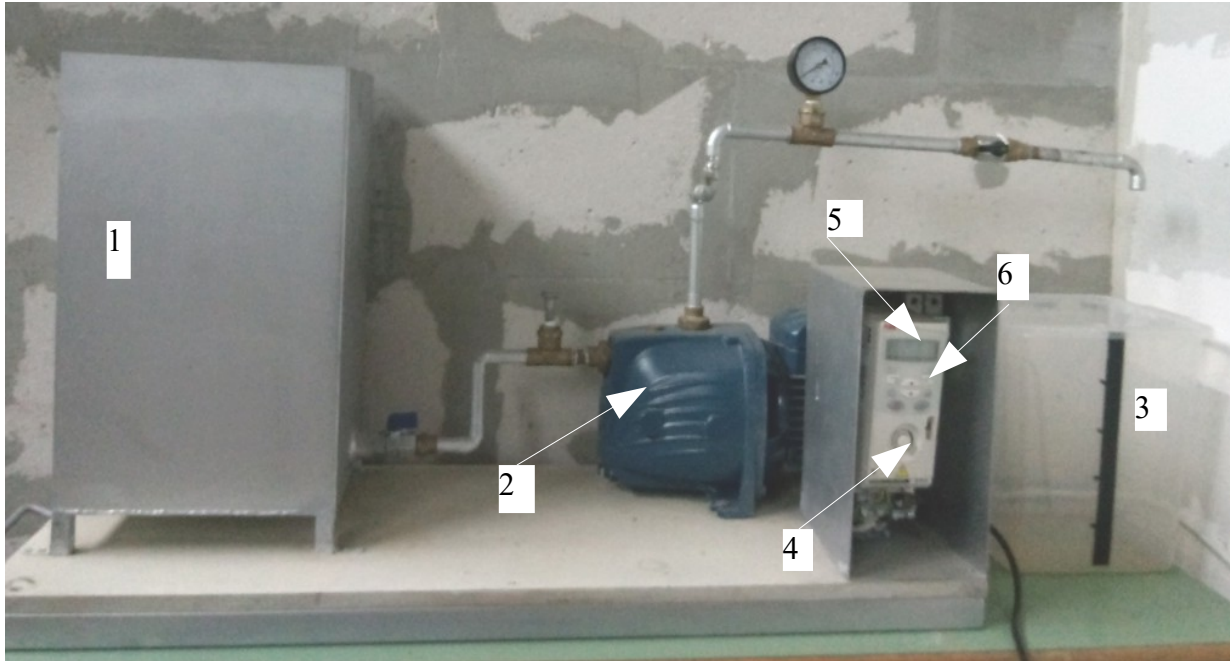
Απάντηση : $V = \dots$

δ) Κάνετε τις μετατροπές των μονάδων στο παρακάτω πίνακα :

Μ. Μήκους	$\dots \text{ in}^*$	= $\dots \text{ ft}$	= $\dots \text{ mm}$	= $\dots \text{ m}$
Μ. Πίεσης	$\dots \text{ PSI}^*$	= $\dots \text{ bar}$	= $\dots \text{ Pa}$	= $\dots \text{ atm}$
Μ. Όγκου	$\dots \text{ m}^3^*$	= $\dots \text{ in}^3$	= $\dots \text{ USG}$	= $\dots \text{ L}$
Μ. Ενέργειας	$\dots \text{ MJ}^*$	= $\dots \text{ BTU}$	= $\dots \text{ kJ}$	= $\dots \text{ KWh}$

*Πάρτε τις τιμές από τον Πίνακα Δεδομένων.

Εργασία 2η Α. Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ Νο 1



Βασικά Μέρη:

1. Μεταλλική Δεξαμενή Αναρρόφησης
2. Ηλεκτρική Αντλία
3. Πλαστική Δεξαμενή Κατάθλιψης
4. Ρυθμιστής στροφών ηλεκτροκινητήρα αντλίας
5. Ψηφιακό στροφόμετρο ηλεκτροκινητήρα αντλίας σε RPM

Επί πλέον εξοπλισμός:

1. μετρικός κανόνας
2. παχύμετρο
3. χρονόμετρο

Οδηγίες:

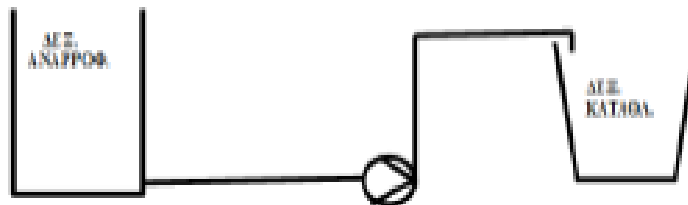
1. Η αντλία ξεκινά πιέζοντας **start** και σταματά πιέζοντας **stop** (6).
2. Οι στροφές αυξάνουν περιστρέφοντας δεξιόστροφα τον ρυθμιστή στροφών.
3. Οι στροφές ελαττώνουν περιστρέφοντας αριστερόστροφα τον ρυθμιστή στροφών
4. Οι στροφές περιστροφής της αντλίας φαίνονται στο ψηφιακό στροφόμετρο (5).

B. ΦΥΛΛΟ 2ης ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ 2η

Ογκομέτρηση Δεξαμενών – Υπολογισμός Παροχής Αντλίας

A. Η πειραματική διάταξη (1) του εργαστηρίου, φαίνεται στο σχήμα:



Δεδομένα:

1. Δεξαμενή Αναρρόφησης : Μήκος : cm, Πλάτος : cm, Ύψος H_A : cm
2. Δεξαμενή Κατάθλιψης :
 - Βάση : Μήκος cm, Πλάτος cm
 - Οροφή : Μήκος cm, Πλάτος cm
 - Ύψος H_K : cm
3. Διάμετρος Σωλήνων : $d_s =$ mm

Υπολογίστε:

A.

1. Την διατομή των σωλήνων : $A_s =$ cm^2
2. Τις διατομές των δεξαμενών :
 - Δεξαμενή Αναρρόφησης $A_A =$ cm^2
 - Δεξαμενή Κατάθλιψης : $A_B =$ cm^2 $A_C =$ cm^2
3. Τους όγκους των δεξαμενών :
 - $V_A =$ cm^3
 - $V_K =$ cm^3

B.

Λειτουργήστε την αντλία για χρόνο $t =$ sec στις RPM. Σταματήστε την αντλία και μετρήστε τη στάθμη της δεξαμενής Κατάθλιψης $h =$ cm

Υπολογίστε την παροχή $Q_{αντλ}$ της αντλίας σε L/min

Σημείωση:

Ο όγκος που αντιστοιχεί στο ύψος h είναι : $V_h = (A_B + A_C)h/2$

Η διατομή της δεξαμενής στο ύψος h είναι : $A_h = A_B + (A_C - A_B) h/H_K$ όπου:

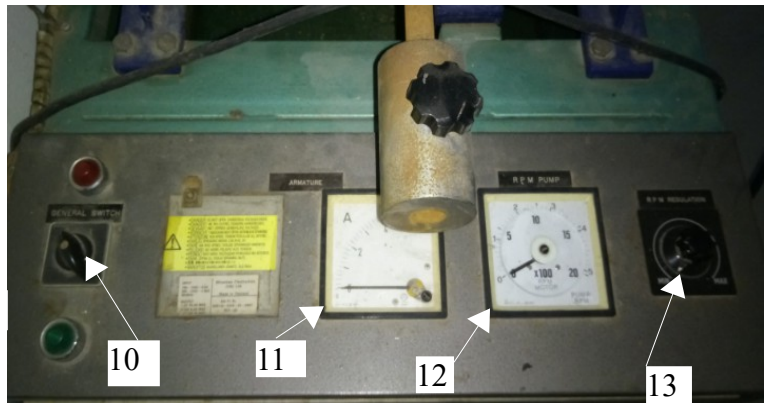
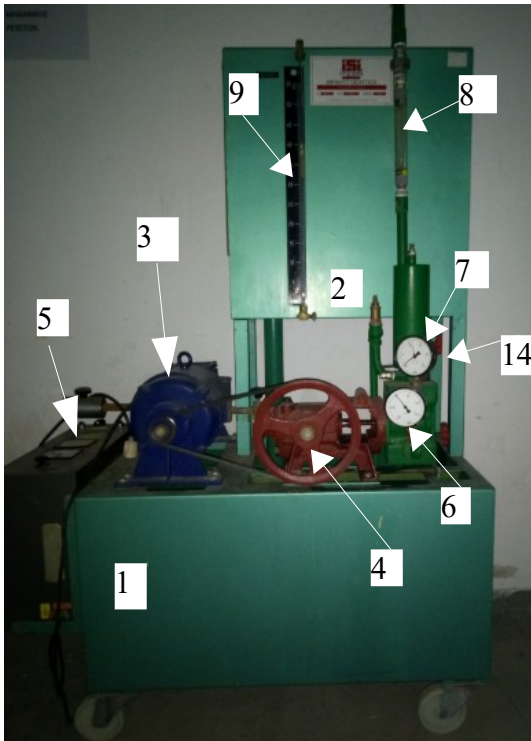
A_B : διατομή βάσης και A_C : διατομή οροφής

$Q_{αντλ} =$ L/min

Γ.

Πόσο ύψος χαμήλωσε η στάθμη της Δεξαμενής Αναρρόφησης: h_A cm

Εργασία 3η Α. Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ Νο 2



- 10. Διακόπτης on - off
- 11. Αμπερόμετρο
- 12. στροφόμετρο
- 13. ρυθμιστής στροφών
- 14. βάνα κατάθλιψης

- 1. Δεξαμενή αναρρόφησης
- 2. Δεξαμενή κατάθλιψης
- 3. Ηλεκτροκινητήρας
- 4. Εμβολοφόρος αντλία
- 5. Όργανα και χειριστήρια
- 6. Μανόμετρο αναρρόφησης
- 7. Μανόμετρο κατάθλιψης
- 8. Ροόμετρο
- 9. Υαλοδείκτης στάθμης

Επί πλέον εξοπλισμός:

- 1. αριθμομηχανή
- 2. η εφαρμογή *Super Unit Converter*
- 3. χρονόμετρο

Οδηγίες:

- 1. Η αντλία ξεκινά και σταματά από τον διακόπτη *on – off* (10).
- 2. Οι στροφές αυξάνουν περιστρέφοντας δεξιόστροφα τον ρυθμιστή στροφών.
- 3. Οι στροφές ελαττώνουν περιστρέφοντας αριστερόστροφα τον ρυθμιστή στροφών (13)
- 4. Οι στροφές περιστροφής της αντλίας φαίνονται στο στροφόμετρο (12).

B. ΦΥΛΛΟ 3ης ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ 3η

Προσδιορισμός Ορίων λειτουργίας Αντλίας

Στο αντλιοστάσιο, η Παροχή Q που αντιστοιχεί στην ταχύτητα εμβολοφόρου αντλίας, δίνονται στον παρακάτω πίνακα

RPM	Q [m ³ /s]	d _A [m]	d _K [m]	H ₀ [m]	v _A [m/s]	v _K [m/s]	V [L]	t [h]	N [KW]	E [KWh]
200	0,010	0,15	0,20	30			10.000			
400	0,015									
600	0,025									
800	0,035									

Δίδεται:

$$Q = v \cdot A \text{ [m}^3/\text{s]}, \quad A = (\pi \cdot d^2) / 4 \quad \text{μέγιστη επιτρεπτή ταχύτητα ροής : } v_{\alpha} < 0,7 \text{ m/s}$$

Υπολογισμοί:

1. Ελέγξτε και σημειώστε που αποκλίνει η ταχύτητα ροής v_A και v_K
2. Πως θα αντιμετωπίσετε το πρόβλημα;
3. υπολογίστε τον απαιτούμενο χρόνο t (σε ώρες), που αντιστοιχεί σε κάθε παροχή, για άντληση V=10.000 L νερού και συμπληρώστε τη στήλη 9 στον πίνακα.
4. Υπολογίστε στην στήλη 10, την αντίστοιχη ισχύ λειτουργίας της αντλίας, εάν η ισχύ

δίνεται από τον τύπο
$$N = \frac{\gamma \cdot H_0 \cdot Q}{\eta \cdot 3600} \quad [\text{W}],$$

όπου : $\gamma_{\text{νερό}} = 9810 \text{ N/m}^3, \quad \eta = 0,8 \quad \text{και} \quad Q \text{ σε m}^3/\text{h}$

5. Υπολογίστε την αντίστοιχη κατανάλωση της αντλίας, από τη σχέση: $E = N \cdot t$
6. Επιλέξτε, από το παρακάτω διάγραμμα, την κατάλληλη αντλία

Εργασία 4η

Α. Υπολογιστικό Πρόγραμμα Εργ_Μηχ_Ρευστών (v.4)

Λειτουργεί με *openoffice calculation document* και το ανέπτυξα με σκοπό την εξοικείωση των σπουδαστών στον υπολογισμό δικτύων και αντλιών.

Η χρήση είναι απλή και εφαρμόζει τον τρόπο υπολογισμών που παρουσιάζει το αντίστοιχο εκπαιδευτικό βιβλίο της σχολής.

Οδηγίες:

- 1. ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ :** στο φύλλο αυτό καταχωρούνται τα γεωμετρικά στοιχεία των σωληνώσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης, καθώς και τα διάφορα εξαρτήματα που απαρτίζουν το δίκτυο. Στη συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός των Συνολικών Απωλειών Σh

Α. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ				$\Sigma (L/d) =$ #DIV/0!
ΣΩΛΗΝΑ ΜΗΚΟΣ L (m)	Μήκος L (m)	Διάμετρος d (m)	L/d	
ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ	0,00	0,00	#DIV/0!	
ΚΑΤΑΘΛΙΨΗ	0,00	0,00	#DIV/0!	
Β. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ				$\Sigma K_{\text{ολικό}} =$ 0
ΕΞΑΡΤΗΜΑ	K	ΕΙΚΟΝΑ	ΤΕΜΑΧΙΑ	$\Sigma K_{\text{εξφτ}}$
Είσοδος σε σωλήνα που προεξέχει	0,8		0	0
Είσοδος σε σωλήνα με αιχμηρά χείλη	0,5			0
Είσοδος σε σωλήνα με στρογγυλεμένα χείλη	0,26			0
Εξόδος από σωλήνα	1		0	0

Μult. Τζουγανάκης - Μηχ/γος MSc
 ΠΡΟΣΟΧΗ: Μόνο για Εργαστηριακή Χρήση. Πιθανόν να υπάρχουν λάθη.
Βάζετε τιμές μόνο στα κίτρινα κελιά

1. Υπολογισμός ταχυτήτων Ροής [m/s]		T °C	ν 10 ⁶ m ² /s	ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΣΩΛΗΝΑ	
Βάλε Ύψος Αναρρόφησης	H _a =			Υλικό	πραγματοί m
Βάλε Ύψος Κατάθλιψης	H _c =			Ανοξείδωτος χάλυβας	0,000002
Θερμοκρασία Νερού [°C]	T =			Ευρωπαϊκός χάλυβας	0,000046
Πίεση Αέρα στην Αναρρόφηση [Pa]	P _a =			Γαβανισμένος χάλυβας	0,00016
Βάλε την Παροχή Q [m ³ /s]	Q =			Κυπριαίσιμος	0,00026
Πίεση Δεξαμενής κατάθλιψης [Pa]	P _c =			Ορείχαλκος	0,000002
Βάλε Κινηματικό (κώδικες [ν]) (τιμές από τον πίνακα)	ν =			Χαλκός	0,000016
Βάλε την ταχύτητα [m/s] (τιμές από τον πίνακα)	ε =			Πλαστικό	0,000016
ταχύτητα ροής αναρροή	v = 4 Q/d ² [m/s]			Κάστανο	0,000016
ταχύτητα ροής κατάθλιψης	v = 4 Q/d ² [m/s]				
Αριθμός Reynold's στην αναρρόφηση	Re _a =				
Αριθμός Reynold's στην κατάθλιψη	Re _c =				
Λόγος ε/d στην αναρρόφηση	ε/d =				
Λόγος ε/d στην κατάθλιψη	ε/d =				

2. Υπολογισμός Συντελεστή Τριβής [f]		3. Υπολογισμός Ύψους Απωλειών [m]	
Συντελεστής Τριβής στην αναρροή (Moorgh)	f _a = #DIV/0!	Ύψος απωλειών στην αναρρόφηση [m]	h _a = #DIV/0!
Συντελεστής Τριβής στην κατάθλιψη (Moorgh)	f _c = #DIV/0!	Ύψος απωλειών στην κατάθλιψη [m]	h _c = #DIV/0!
		Σύνολο Ύψους Απωλειών [m]	$\Sigma h =$ #DIV/0!

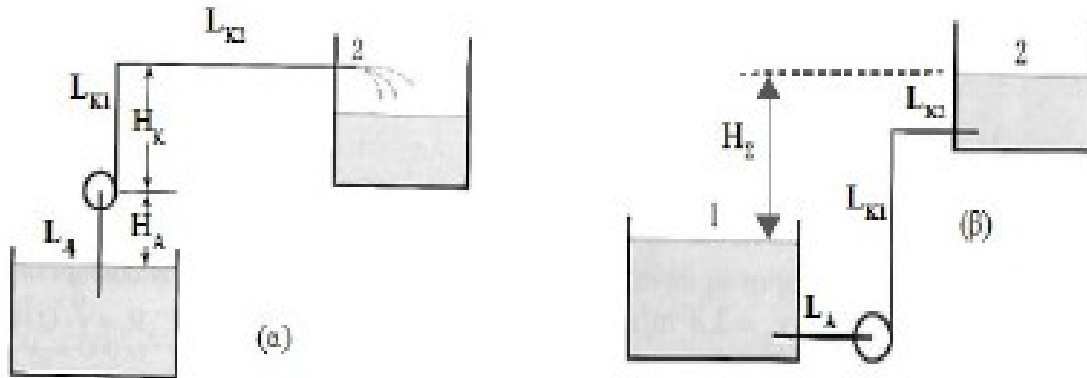
4. Καθαρό Ορετικό Ύψος Αναρρόφησης - NPSH [m]		5. Ολικό Ύψος Αντλησης [m]	
	NPSH = #DIV/0!	H ₀ =	#DIV/0!

6. Αποδιδόμενη Ισχύς Αντλίας [kW]	
	N ₀ = #DIV/0!

- 2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΡΟΗΣ :** στο φύλλο αυτό καταχωρούνται τα χαρακτηριστικά ροής, όπως η Παροχή Q, η θερμοκρασία νερού T, το υλικό των σωληνώσεων και στη συνέχεια το πρόγραμμα υπολογίζει το Ολικό Μανομετρικό H₀ και την ισχύ της Αντλίας P.

Β. ΦΥΛΛΟ 4ης ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Προσδιορισμός Παραμέτρων Λειτουργίας Αντλιοστασίου



Μέσω του αντίστοιχου Υπολογιστικού Προγράμματος του Εργαστηρίου, υπολογίστε το Αντλιοστάσιο που έχει τα παρακάτω στοιχεία:

- $d_A = \dots \text{ mm}$, $d_K = \dots \text{ mm}$, υλικό σωλήνων :
- $L_A = \dots \text{ m}$, $L_{KI} = \dots \text{ m}$, $L_{K2} = \dots \text{ m}$
- $H_A = \dots \text{ m}$ $H_K = \dots \text{ m}$ $H_C = \dots \text{ m}$ $NPSH_T = 6,75 \text{ m}$

Εξαρτήματα :

Α. Αναρρόφηση :

- 1 είσοδος σε σωλήνα που προεξέχει
- 2 βαλβίδες ανεπίστροφη
- 1 βαλβίδα σφαιρική κοχλιωτή

Β. Κατάθλιψη

- 1 βαλβίδα σφαιρική κοχλιωτή
- 1 γωνία 90°
- 1 έξοδος από σωλήνα που προεξέχει

αν η παροχή της αντλίας είναι $Q = \dots \text{ m}^3/\text{h}$ και η θερμοκρασία νερού $T = \dots \text{ }^\circ\text{C}$

Να υπολογίσετε :

1. την ταχύτητα ροής στην Αναρρόφηση: $v_A = \dots \text{ m/s}$
2. την ταχύτητα ροής στην Κατάθλιψη : $v_K = \dots \text{ m/s}$
3. τις συνολικές απώλειες του δικτύου : $\Sigma h = \dots \text{ m}$
4. το ολικό μανομετρικό $H_0 = \dots \text{ m}$
5. Αριθμός Reynolds $Re_A = \dots$ $Re_K = \dots$
6. Το NPSH λειτουργίας της αντλίας : $NPSH = \dots \text{ m}$
7. την αποδιδόμενη ισχύ της αντλίας $N_0 = \dots \text{ Kw}$
8. Ελέγξτε αν υπάρχουν συνθήκες σπηλαιώσης κατά τη λειτουργία του αντλιοστασίου
9. Αν υπάρχουν προβείτε στις κατάλληλες τροποποιήσεις για την αποφυγή τους

Περιορισμοί για αποφυγή σπηλαιώσης:

$NPSH > NPSH_T$