

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:****Α.Μ. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:****Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:****ΠΡΟΣΟΧΗ!!!**

Στην παρακάτω Άσκηση το σύμβολο **F** αντιστοιχεί στο τελευταίο ψηφίο του Α.Μ. του εξεταζόμενου. Στον **Πίνακα Αποτελεσμάτων** της 2<sup>ης</sup> σελίδας θα συμπληρώσετε (ψηφιακά!, όχι χειρόγραφα!) στα αντίστοιχα πεδία τα αποτελέσματα του κάθε ερωτήματος (**και τις μονάδες μέτρησης των μεγεθών!**). Ολόκληρη η εκφώνηση θα αποσταλεί σε μορφή pdf, με συμπληρωμένα τα στοιχεία του διαγωνιζομένου και τα πεδία του Πίνακα Αποτελεσμάτων, στον διδάσκοντα Ι.Κ. Νικολό, είτε μέσω e-class, είτε στο προσωπικό του e-mail ([jnikolo@dpem.tuc.gr](mailto:jnikolo@dpem.tuc.gr)), από λογαριασμό e-mail του Ιδρύματος (όχι, από gmail, yahoo, κλπ.). **Επίσης, θα αποσταλεί σκαναρισμένη ολόκληρη η λύση (μαζί με τα σχετικά διαγράμματα), σε μορφή pdf. Σε κάθε σελίδα της λύσης θα υπάρχει στην κορυφή το Ονοματεπώνυμο και ο Α.Μ. του εξεταζόμενου, καθώς και η Υπογραφή του.**

**Θα γίνει αντιπαράβολή του γραφικού χαρακτήρα του εξεταζόμενου με προηγούμενα διαγωνίσματα!!!**

**Όποιος χρησιμοποιήσει λάνθασμένο Α.Μ. ή παραποιημένα στοιχεία θα μηδενιστεί στο διαγώνισμα.**

**ΑΣΚΗΣΗ**

Δύο ταυτόσημες αντλίες ακτινικής ροής (**1450 rpm**) χρησιμοποιούνται εντός αντλιοστασίου για την άντληση νερού από δεξαμενή αναρρόφησης και τη μεταφορά του σε δεύτερη δεξαμενή κατάθλιψης. Και οι δύο δεξαμενές είναι ανοικτές στην ατμόσφαιρα. Ο αγωγός από την δεξαμενή αναρρόφησης μέχρι το αντλιοστάσιο έχει συντελεστή απωλειών  $\zeta_e = 0,05 \times 10^{-4}$ , ενώ ο αγωγός από την έξοδο του αντλιοστασίου μέχρι την δεξαμενή κατάθλιψης έχει συντελεστή απωλειών  $\zeta_a = (0,1 + 0,02 \times F) \times 10^{-4}$ .

Τα χαρακτηριστικά των ταυτόσημων αντλιών δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Οι αγωγοί των διακλαδώσεων της παράλληλης σύνδεσης (μεταξύ των κόμβων **K** και **M**) έχουν αμελητέες απώλειες.

**A.** Ζητείται το σημείο λειτουργίας κάθε αντλίας (παροχή, ύψος, βαθμός απόδοσης, ισχύς), καθώς η συνολική παροχή και η συνολική ισχύς. Όλες οι βάνες είναι τελείως ανοικτές. (1.5)

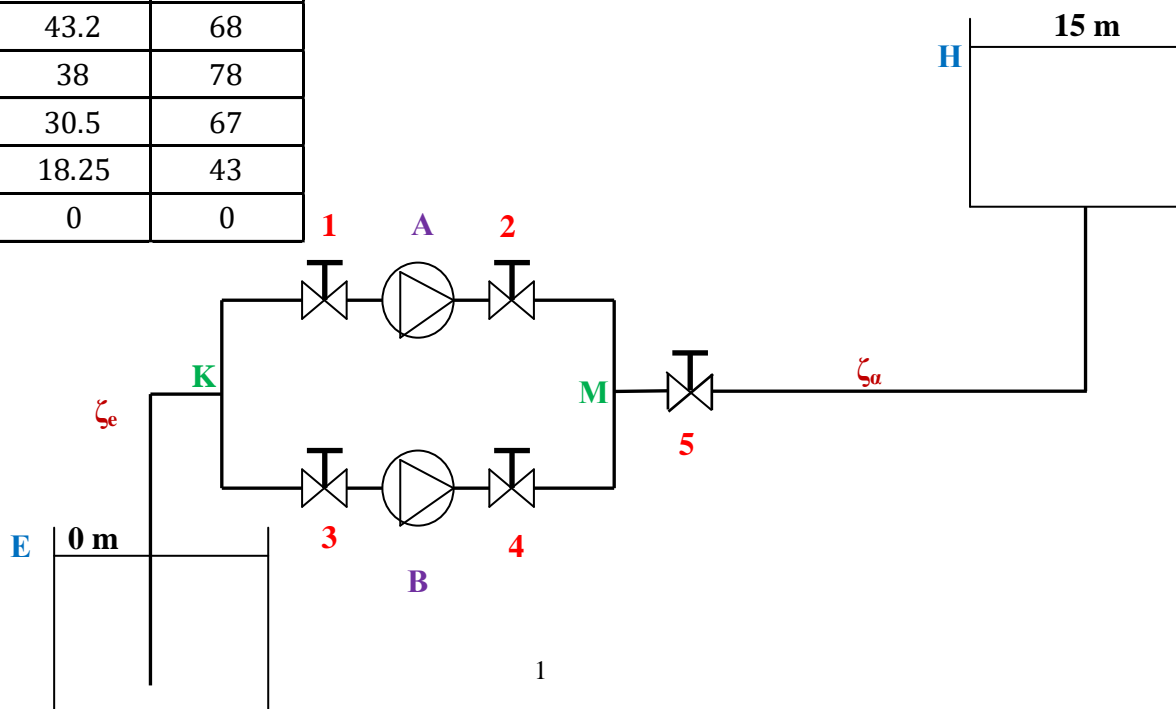
**B.** Ποιό το σημείο λειτουργίας (κάθε αντλίας, καθώς και του αντλιοστασίου) εάν η στάθμη της δεξαμενής κατάθλιψης μειωθεί κατά **3 m**; Όλες οι βάνες είναι τελείως ανοικτές. (1.0)

**Γ.** Ποιά θα πρέπει να είναι η τιμή του τοπικού συντελεστή απωλειών της **βάνας 5** ( $\zeta_5$ ) ώστε να επανέλθουν οι παροχές των αντλιών και η συνολική παροχή στην αρχική τους τιμή (του ερωτήματος **A**); Οι βάνες 1, 2, 3, 4 είναι τελείως ανοικτές. Στάθμες δεξαμενών όπως στο ερώτημα **B**. (1.0)

**Δ.** Έστω ότι η **αντλία B** παθαίνει βλάβη και τίθεται **εκτός λειτουργίας**, οπότε με κατάλληλο χειρισμό των βανών απομονώνεται. Ποιό το σημείο λειτουργίας της **αντλίας A** στις **1450 rpm**; (Η βάνα 5 ανοικτή. Οι στάθμες των δεξαμενών όπως στο **ερώτημα A**). (1.0)

**Ε.** Ποιές θα πρέπει να είναι οι **νέες στροφές** της **αντλίας A**, ώστε να επιτύχει (μόνη της) παροχή ίση με τη **μισή** της συνολικής παροχής του **ερωτήματος A**; (Η βάνα 5 ανοικτή. Οι στάθμες των δεξαμενών όπως στο **ερώτημα A**. Λειτουργεί μόνο η αντλία **A**). (1.5)

Q(m <sup>3</sup> /h)	H(mΣΥ)	η%
0	50	0
200	47.5	43
400	43.2	68
600	38	78
800	30.5	67
1000	18.25	43
1200	0	0



**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:****Α.Μ. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:****Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:**

**ΟΔΗΓΙΕΣ:** Οι φοιτητές πρέπει να επιδεικνύουν την ταυτότητά τους κατά τους σχετικούς ελέγχους. Απαγορεύεται κάθε είδους συνεργασία και συνομιλία μεταξύ των φοιτητών και η λήψη άλλου είδους βοήθειας. Απαγορεύεται η χρήση κινητού τηλεφώνου.

**Πίνακας ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

<i>Μεταβλητή</i>	<i>Τιμή</i>	<i>Μονάδες μέτρησης</i>
<b>Α.Μ. Εξεταζόμενου</b>	2013010116	
$F$	6	
$\zeta_a$	$0.22 \cdot 10^{-4}$	σταθερά
<b>Ερώτημα Α.</b>		
$Q_A$	770	m <sup>3</sup> /h
$H_A$	32	mΣΥ
$\eta_A$	69	(%)
$N_A$	937,1014	Watt
$Q_B$	770	m <sup>3</sup> /h
$H_B$	32	mΣΥ
$\eta_B$	69	(%)
$N_B$	937,1014	Watt
$Q_{ολ}$	980	m <sup>3</sup> /h
$N_{ολ}$	1946,2	watt
<b>Ερώτημα Β.</b>		
$Q_A$	810	m <sup>3</sup> /h
$H_A$	30	mΣΥ
$\eta_A$	66.5	(%)
$N_A$	995.75	Watt
$Q_B$	810	m <sup>3</sup> /h
$H_B$	30	mΣΥ
$\eta_B$	66.5	(%)
$N_B$	995.75	watt
$Q_{ολ}$	1020	m <sup>3</sup> /h
$N_{ολ}$	1991.503	watt
<b>Ερώτημα Γ.</b>		
$\zeta_s$	0.269	σταθερά
<b>Ερώτημα Δ.</b>		
$Q_A$		
$H_A$		
$\eta_A$		
$N_A$		
<b>Ερώτημα Ε.</b>		
$n_A$		

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:**

**Α.Μ. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:**

**Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:**

**Τυπολόγιο**

Ολική πίεση:  $p_t = p + \frac{1}{2}\rho c^2 + \rho g z$ ,  $\mathcal{H}_t = \frac{p}{\rho g} + \frac{1}{2g}c^2 + z$

Πίεση ανακοπής:  $p_0 = p + \frac{1}{2}\rho c^2$

Στρόβιλος ασυμπίεστου ρευστού:  $\mathcal{N}_i = \rho g Q \mathcal{H}_i$

Εργοστροβιλομηχανή ασυμπίεστου ρευστού:  $\mathcal{N}_i = \rho g Q \mathcal{H}$

Περιφερειακή ισχύς πτερωτής:  $\mathcal{N}_u = M_u \omega = \rho g Q_u \mathcal{H}_u$ ,  $\mathcal{N}_u = \rho Q_u (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1})$

Σχετικό σύστημα συντεταγμένων πτερωτής:  $c_z = w_z$ ,  $c_r = w_r$ ,  $c_u = u + w_u \Rightarrow w_u = c_u - u$   
 $\vec{c} = \vec{u} + \vec{w}$

Πραγματικό ολικό ύψος αντλίας:  $\mathcal{H} \equiv \mathcal{H}_{t,d} - \mathcal{H}_{t,s}$

$\Delta \mathcal{H}_{t,sd} = \Delta \mathcal{H}_{t,s1} + \Delta \mathcal{H}_{t,12} + \Delta \mathcal{H}_{t,2d}$

Θεωρητική ισχύς αντλίας:  $\mathcal{N}_i = \rho g Q \mathcal{H}$

Θεωρητικό ύψος (Εξίσωση Euler των στροβιλομηχανών):  $\mathcal{H}_u = (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1})/g$

Για είσοδο χωρίς συστροφή:  $\mathcal{H}_u = (u_2 c_{u2})/g$

Ιδεατός βαθμός αποδόσεως πτερυγώσεως:  $\eta_i \equiv \frac{\mathcal{H}_u}{\mathcal{H}_{u,i}} = \frac{c_{u2}}{c_{u2\infty}}$ ,  $\eta_i = 1 - \frac{w_{s2}}{c_{u2\infty}} = 1 - x \frac{u_2}{c_{u2\infty}}$

Συντελεστής αποκλίσεως:  $x = \frac{w_{s2}}{u_2}$

Θεωρητικό ύψος ιδεατής πτερωτής:  $\mathcal{H}_{u,i} = (u_2 c_{u2\infty} - u_1 c_{u1})/g$

$\mathcal{H}_{u,i} = u_2 c_{u2\infty}/g = u_2 \left( u_2 - \frac{c_{r2}}{\tan \beta_{B,2}} \right)/g$   $\mathcal{H}_u = \eta_i \mathcal{H}_{u,i} = \frac{\eta_i}{g} u_2 \left( u_2 - \frac{c_{r2}}{\tan \beta_{B,2}} \right)$

Ολικός βαθμός αποδόσεως αντλίας:  $\eta \equiv \frac{\mathcal{N}_i}{\mathcal{N}} = \frac{\rho g \mathcal{H} Q}{\mathcal{N}} \Rightarrow \mathcal{N} = \frac{\rho g \mathcal{H} Q}{\eta}$

Μηχανικός Βαθμός αποδόσεως:  $\eta_m \equiv \frac{\mathcal{N}_u}{\mathcal{N}}$

Ογκομετρικός Βαθμός αποδόσεως:  $\eta_Q \equiv \frac{Q}{Q_u}$

Υδραυλικός Βαθμός αποδόσεως:  $\eta_h \equiv \frac{\mathcal{H}}{\mathcal{H}_u}$

$\eta = \eta_m \eta_h \eta_Q$

Πραγματική ισχύς (που απορροφά η αντλία):  $\mathcal{N} = \frac{\rho g \mathcal{H} Q}{\eta}$

Απώλειες σωληνώσεως (σε mΣΥ) (για παροχή σε m<sup>3</sup>/h):

$\delta h_{fEA} = \left\{ \sum_i \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \frac{1}{2gF_i^2} + \sum_k \zeta_k \frac{1}{2gF_k^2} + \frac{1}{2gF_A^2} \right\} \cdot \left( \frac{Q}{3600} \right)^2 = \zeta_{EA} \cdot \left( \frac{Q}{3600} \right)^2$

(γραμμικές + τοπικές + απώλειες εξόδου σε δεξαμενή,  $F$ : εμβαδόν διατομής)

Μέση ταχύτητα ροής:  $c = Q / F$

Αντίστοιχα σημεία λειτουργίας:

$\frac{n'}{n''} = \frac{Q'}{Q''} = \left( \frac{\mathcal{H}'}{\mathcal{H}''} \right)^{1/2}$

Εξίσωση συνέχειας:  $Q_u = (\pi D_1 - Z_B s_1) b_1 c_{n1} = (\pi D_2 - Z_B s_2) b_2 c_{n2}$