

# Μηχανική Ρευστών II

Ενότητα 10): Επανάληψη ασκήσεων

Δ. Μισηρλής

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Σ, ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΞΑΜΗΝΟ 2010-2011

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

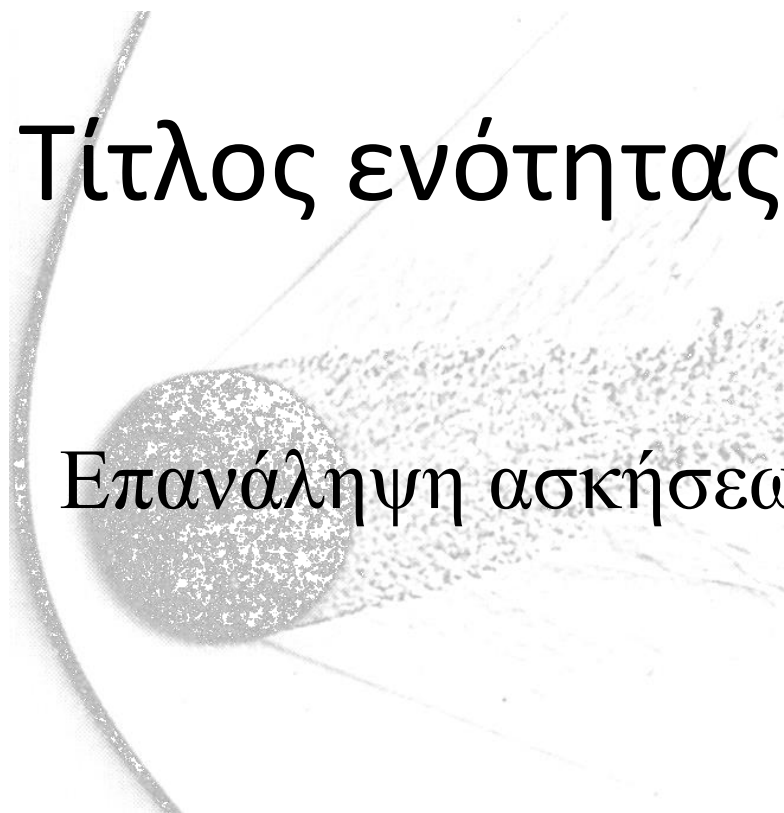
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Τίτλος ενότητας

Επανάληψη ασκήσεων



Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ II – ΘΕΩΡΙΑ

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜΕΡΙΑ: 28 ΙΟΥΝΙΟΥ 2012

Η διάρκεια της εξέτασης είναι δύο (2) ώρες. Επιτρέπεται μόνο μία χειρόγραφη κόλλα Α4 (γραμμένη από τον εξεταζόμενο), η οποία πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με την εκφώνηση και το γραπτό.

### 1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Επιβατηγό αεροπλάνο τροchioδρομεί πριν την απογείωση με ταχύτητα 150 [km/h]. Εάν η ροή πάνω από τα πτερύγιά του μπορεί να προσεγγιστεί ως ροή πάνω από επίπεδη πλάκα να υπολογίσετε:

- Το πάχος του οριακού στρώματος του αέρα σε απόσταση 3 [cm] και 2.35 [m] από την ακμή προσβολής του πτερυγίου. (1.5 μονάδες).
- Τον συντ/στή  $A$ , εάν η κατανομή της ταχύτητας του αέρα δίνεται από τη σχέση  $u/U_{\infty} = (4/3)(y/\delta) - (1/A)(y^3/\delta^3)$  και τη διατμητική τάση του τοιχώματος,  $\tau_w$ , σε απόσταση 3 [cm] από την ακμή προσβολής. (1.0 μονάδα).
- Να εκφράσετε το πάχος μετατόπισης  $\delta^*$  ως συνάρτηση του πάχους του οριακού στρώματος,  $\delta$ , εφόσον ισχύει η κατανομή της ταχύτητας του ερωτήματος (β). (1.5 μονάδες).

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):**

Υδραυλικό λάδι πυκνότητας  $890 \text{ [kg/m}^3\text{]}$  και μέτρου συμπιεστότητας  $5.8 \times 10^8 \text{ [Pa]}$  ρέει μεταξύ δύο κλειστών δεξαμενών, από την πάνω προς την κάτω μέσω σωλήνα διαμέτρου 2" και συνολικού μήκους 36 [m]. Το όλο σύστημα βρίσκεται υπό σχετική πίεση 27 [bar], εκτός από την κάτω δεξαμενή η οποία βρίσκεται σε πίεση 27.15 [bar]. Η διαφορά στάθμης μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας της πάνω δεξαμενής και της εισόδου του σωλήνα στην κάτω δεξαμενή είναι 2.3 [m].

Τη ροή στον σωλήνα την ρυθμίζει βάνα η οποία αρχικά είναι εντελώς ανοικτή. Εάν υποθέσουμε ότι δεν υπάρχουν απώλειες πίεσης στο σύστημα, να υπολογίσετε:

- (α) Το χρονικό διάστημα του κλεισίματος της βάνας, κάτω από το οποίο προκαλείται υδραυλικό πλήγμα στην εγκατάσταση (**0.5 μονάδες**).
- (β) Την ταχύτητα της ροής πριν το κλείσιμο της βάνας (**0.5 μονάδες**).
- (γ) Την ελάχιστη και μέγιστη τιμές της πίεσης, της πυκνότητας και της ταχύτητας εάν η βάνα κλείσει σε μέσα σε διάστημα  $\Delta t = 0.066 \text{ [s]}$  (**1.5 μονάδες**).
- (δ) Την ελάχιστη και μέγιστη τιμές της πίεσης, της πυκνότητας και της ταχύτητας εάν η βάνα κλείσει σε μέσα σε διάστημα  $\Delta t = 0.096 \text{ [s]}$  (**0.5 μονάδες**).

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):**

HM/NIA: 28 ΙΟΥΝΙΟΥ 2012

Δύο πολεμικά αεροπλάνα πετάνε σε εντελώς αντίθετη κατεύθυνση, το πρώτο με ταχύτητα 1.23 Mach σε ύψος 3600 [μ] και το δεύτερο με ταχύτητα 1.06 Mach. Ο αέρας έχει σταθερή ατμοσφαιρική θερμοκρασία 43 [°C] (και στο ύψος του αεροπλάνου και στο έδαφος) με μέτρο συμπίεστικότητας 143000 [Pa] και πυκνότητα 1.122 [kg/m<sup>3</sup>]. Εάν  $t=0$  [s] όταν τα δύο αεροπλάνα βρίσκονται αμφότερα ακριβώς πάνω από ακίνητο παρατηρητή και εάν ο χρόνος που περνάει μέχρι ο τελευταίος να ακούσει τα δύο αεροπλάνα είναι ακριβώς ο ίδιος (δηλαδή τα ακούει ταυτόχρονα) να υπολογίσετε:

- (α) Τον χρόνο μετά τον οποίο ακούει τα δύο αεροπλάνα ο παρατηρητής. **(1.5 μονάδες)**.  
 (β) Το ύψος πτήσης του δεύτερου αεροπλάνου. **(1.5 μονάδες)**.

Θεμα 2<sup>ο</sup>

$U_1 = 1.23 \text{ (Mach)}$   
 $U_2 = 1.06 \text{ (Mach)}$   
 $h_1 = 3600 \text{ m}$   
 $\phi_1 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.23}\right) = 54.39^\circ$   
 $\phi_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.06}\right) = 70.63^\circ$   
 $\alpha) \tan \phi_1 = \frac{h_1}{s_1} = \frac{h_1}{U_1 t} \Rightarrow t = \frac{h_1}{U_1 \tan \phi_1}$   
 $t = \frac{3600}{(1.23 \times 357) \times \tan 54.39^\circ} \Rightarrow \boxed{t = 5.87 \text{ (s)}}$   
 $\beta) \tan \phi_2 = \frac{h_2}{s_2} \Rightarrow h_2 = \tan \phi_2 \cdot U_2 t \Rightarrow$   
 $h_2 = \tan 70.63^\circ \cdot (1.06 \times 357) \times 5.87 \Rightarrow$   
 $\boxed{h_2 = 6318.35 \text{ (m)}}$

$\alpha(43^\circ\text{C}) = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{143000}{1.122}} = 357.00 \text{ m/s}$

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):**

Υδρογόνο ( $H_2$ ), το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ιδανικό αέριο, ρέει σε αγωγό. Οι συνθήκες στην είσοδο του αγωγού είναι  $p_1=12$  [bar] και  $\theta_1=185$  [ $^{\circ}C$ ], ενώ στην έξοδο  $p_2=560$  [kPa] και  $\theta_2=98$  [ $^{\circ}C$ ]. Η σταθερά,  $R$ , του Υδρογόνου είναι  $4124$  [J/kg K] και ο λόγος των θερμοχωρητικοτήτων,  $k$ , είναι  $1.41$ . Να υπολογίσετε:

- (α) Τη μεταβολή της πυκνότητας μεταξύ εισόδου και εξόδου. **(1.0 μονάδα)**.  
 (β) Τη μεταβολή της ενθαλπίας μεταξύ εισόδου και εξόδου. **(1.0 μονάδα)**.  
 (γ) Τη μεταβολή της εντροπίας μεταξύ εισόδου και εξόδου **(1.0 μονάδα)**.  
 (δ) Την ταχύτητα του ήχου του Υδρογόνου στους  $580$  [ $^{\circ}C$ ] **(1.0 μονάδα)**.

**2.**  $C_p = \frac{kR}{k-1} = \frac{1.41 \times 4124}{1.41-1.0} = 14182.54$  [J/(kg K)]

α)  $\rho_1 = \frac{p_1}{T_1 \cdot R} = \frac{12 \times 10^5}{(185+273.15) \times 4124} = 0.6351$  [kg/m<sup>3</sup>]  
 $\rho_2 = \frac{p_2}{T_2 \cdot R} = \frac{560 \times 10^3}{(98+273.15) \times 4124} = 0.3659$  [kg/m<sup>3</sup>]  
 $\Delta \rho = \rho_2 - \rho_1 = -0.2692$  [kg/m<sup>3</sup>]

β)  $h_2 - h_1 = C_p (T_2 - T_1) = 14182.54 \times (371.15 - 458.15) = -1,233,880.58$   $\left[ \frac{J}{kg} \right]$

γ)  $s_2 - s_1 = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1} = 14182.54 \ln \frac{371.15}{458.15} - 4124 \ln \frac{560 \times 10^3}{12 \times 10^5} = 156.36$   $\left[ \frac{J}{kg K} \right]$

δ)  $\alpha = \sqrt{kRT} = \sqrt{1.41 \times 4124 \times (580 + 273.15)} = 2227.31$  [m/s]



**1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):**

Δύο ορθογωνικά αρδευτικά κανάλια μεγάλου μήκους, έχουν σταθερή διατομή και κλίση σε όλο το μήκος τους. Το πρώτο έχει πλάτος 4.8 [m], γωνία με το οριζόντιο επίπεδο  $0.25^\circ$  και δίνει παροχή 320 [m<sup>3</sup>/min], ενώ το δεύτερο έχει πλάτος 9.1 [m], γωνία με το οριζόντιο επίπεδο  $0.18^\circ$  και δίνει παροχή 545 [m<sup>3</sup>/min]. Τα κανάλια αυτά σε κάποιο σημείο, ενώνονται σε μία κοινή κοίτη η οποία επίσης διαθέτει σταθερή γωνία με το οριζόντιο επίπεδο  $0.15^\circ$  και σταθερό βάθος ροής 3.8 [m] για ένα μεγάλο ευθύγραμμο μήκος. Εάν ο συντελεστής Manning για όλες τις παραπάνω κοίτες είναι 0.014, να υπολογίσετε:

- (α) Το βάθος ροής στα δύο κανάλια για το ευθύγραμμο τμήμα τους. (**1.5 μονάδες**).
- (β) Το πλάτος της κοινής κοίτης για το ευθύγραμμο τμήμα της. (**1.5 μονάδες**).

