



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρδεύσεις (Εργαστήριο)

Ενότητα 2 : Οι ιδιότητες των ρευστών II
Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

1.2.1 Να υπολογιστεί η πυκνότητα, ρ , και ο ειδικός όγκος, v_s , του μεθανίου σε 40°C και απόλυτη πίεση $8,3 \text{ bar}$. (Δίδεται $R = 518$)

Λύση.

$$\rho = \frac{p}{RT} = \frac{8,3 \times 10^5 \text{ Pa}}{518 \times (273,15 + 40)} = 5,10 \text{ Kg / m}^3$$

$$v_s = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{5,10 \text{ Kg / m}^3} = 0,196 \text{ m}^3 / \text{Kg}$$

1.2.2 Να υπολογιστεί Να Αν $5,6 \text{ m}^3$ λαδιού ζυγίζουν 46800 N , να υπολογιστεί η πυκνότητα ρ και η σχετική πυκνότητά του.

Λύση.

$$\text{Βάρος μοναδιαίου όγκου (ειδικό βάρος)} \quad \gamma = \frac{46800 \text{ N}}{5,60 \text{ m}^3} = 8360 \text{ N / m}^3 = \rho g$$

Επομένως:

$$\text{Πυκνότητα} \quad \rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{8360 \text{ N / m}^3}{9,81 \text{ m / s}^2} = 852 \text{ Kg / m}^3$$

$$\text{Σχετική πυκνότητα} \quad \rho_{\text{σχ.}} = \frac{\rho_{\text{λάδι}}}{\rho_{\text{νερού}}} = \frac{852 \text{ Kg / m}^3}{1000 \text{ Kg / m}^3} = 0,852$$

1.2.3 Να υπολογιστεί η πίεση σε Pa σε βάθος 6 m κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού.

Λύση.

Χρησιμοποιώντας για το ειδικό βάρος μέση τιμή $\gamma = 9810 \text{ N / m}^3$ προκύπτει:

$$p = \rho g h = \gamma h = 9810 \text{ N / m}^3 \cdot 6 \text{ m} = 58860 \text{ N / m}^2 = 58860 \text{ Pa}$$

1.2.4 Να υπολογιστεί η πίεση σε bar σε βάθος 10 m σε λάδι σχετικής πυκνότητας $0,750$.

Λύση.

Σχετική πίεση:

$$\begin{aligned} p' &= \rho g h = \rho_{\text{σχ.}} \cdot \rho_{\text{νερού}} g h = 0,750 \times 1000 \text{ Kg / m}^3 \times 9,81 \text{ m / s}^2 \times 10,00 \text{ m} = 73600 \text{ Pa} = \\ &= \frac{73600}{10^5} \text{ bar} = 0,736 \text{ bar} \end{aligned}$$

- 1.2.5** Να υπολογιστεί η απόλυτη πίεση σε Pa σε βάθος 6 m κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού, όταν το βαρόμετρο δείχνει 760 mm υδράργυρου σχετικής πυκνότητας 13,57.

Λύση.

Απόλυτη πίεση = ατμοσφαιρική πίεση + πίεση που οφείλεται σε 6 m νερού.

$$p = p_{at.} + p_w = \gamma_{Hg} \cdot h_{Hg} + \gamma_w \cdot h_w = 13,57 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,76 \text{ m} \\ + 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 6,00 \text{ m} = 160000 \text{ Pa}$$

- 1.2.6** Σε πόσο βάθος λαδιού σχετικής πυκνότητας 0,750 δημιουργείται πίεση 2,75 bar ;
Σε πόσο βάθος νερού;

Λύση.

$$h_{\lambda\acute{\alpha}\delta\iota} = \frac{p}{\rho_{\lambda\acute{\alpha}\delta\iota} \cdot g} = \frac{2,75 \text{ bar} = 2,75 \times 10^5 \text{ Pa}}{0,750 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 37,40 \text{ m}$$

$$h_w = \frac{p}{\rho_w \cdot g} = \frac{2,75 \text{ bar} = 2,75 \times 10^5 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 28,00 \text{ m}$$

1.3 Άλυτες ασκήσεις

- 1.3.1** Νερό στους $T = (25 + 0,1 \cdot N) \text{ }^\circ\text{C}$ τοποθετείται σ' ένα κύπελλο μέσα σ' ένα αεροστεγές δοχείο. Ο αέρας αντλείται βαθμιαία έξω από το δοχείο. Να υπολογιστεί η πτώση κάτω από το επίπεδο της ατμοσφαιρικής πίεσεως των $p_a = 101,33 \text{ kPa}$ μπορεί να επιτευχθεί πριν το νερό βράσει.
- 1.3.2** Αν η πυκνότητα ενός υγρού είναι $\rho = (837 + N) \text{ kg/m}^3$, να υπολογιστεί το ειδικό βάρος και τη σχετική του πυκνότητα.
- 1.3.3** Αν λάδι έχει απόλυτη συνεκτικότητα $\mu = (510 + N) \times 10^{-3} \text{ poises}$, να υπολογιστεί η συνεκτικότητά του σε μονάδες SI.
- 1.3.4** Να υπολογιστεί η κινηματική συνεκτικότητα του υδραργύρου, αν η συνεκτικότητα του είναι $\mu = (15,6 + 0,1N) \times 10^{-3} \text{ poises}$ και η σχετική του πυκνότητα είναι 13,57.
- 1.3.5** Να υπολογιστεί σε πόση πίεση σε millibars, σε Pa και σε atm βράζει το νερό σε θερμοκρασία $t = (40 + N) \text{ }^\circ\text{C}$.
- 1.3.6** Να μετατραπεί ένα ύψος πίεσης $(600 + 0,02 \cdot N) \text{ mm}$ υδραργύρου σε μέτρα λαδιού σχετικής πυκνότητας 0,750.
- 1.3.7** Να μετατραπεί ένα ύψος πίεσης $(15 + 0,02 \cdot N) \text{ m}$ υδραργύρου σε μέτρα λαδιού σχετικής πυκνότητας 0,750.

Λύσεις των ασκήσεων για $N=3$

1.6.1 Νερό στους $T = (25 + 0,1 \cdot N) \text{ }^\circ\text{C}$ τοποθετείται σ' ένα κύπελλο μέσα σ' ένα αεροστεγές δοχείο. Ο αέρας αντλείται βαθμιαία έξω από το δοχείο. Να υπολογιστεί η πτώση κάτω από το επίπεδο της ατμοσφαιρικής πίεσεως των $p_a = 101,33 \text{ kPa}$ μπορεί να επιτευχθεί πριν το νερό βράσει.

Λύση.

Είναι $T = (25 + 0,1 \cdot 3) \text{ }^\circ\text{C} = 25,3 \text{ }^\circ\text{C}$

Για τη θερμοκρασία αυτή υπολογίζεται από τον πίνακα 1.1.13. η τάση των ατμών σε KN/m^2 με γραμμική παρεμβολή από τη σχέση:

$$p_v = \alpha + (\beta - \alpha) \frac{(T - a)}{(b - a)} = 3,17 + (4,24 - 3,17) \frac{(25,3 - 25,00)}{(30,00 - 25,00)} = 3,234 \text{ kN/m}^2 = 3,234 \text{ kPa}$$

Απόσπασμα από τον πίνακα 1.1.13.

a = 25	9,777	997,0	0,890	0,893	0,0720	α = 3,17	0,33	2,22
b = 30	9,764	995,7	0,798	0,800	0,0712	β = 4,24	0,44	2,25

Επομένως η ατμοσφαιρική πίεση $p_a = 101,33 \text{ kPa}$ μπορεί να μειωθεί κατά:

$$\Delta p = 101,33 \text{ kPa} - 3,234 \text{ kPa} = 98,096 \text{ kPa} \text{ πριν το νερό βράσει.}$$

1.6.2 Αν η πυκνότητα ενός υγρού είναι $\rho = (837 + N) \text{ kg/m}^3$, να υπολογιστεί το ειδικό βάρος και τη σχετική του πυκνότητα.

Λύση.

Είναι: $\rho = (837 + 3) = 840 \text{ kg/m}^3$

Το ειδικό βάρος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\gamma = \rho g = 840 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,810 \text{ m/sec}^2 = 8240,400 \text{ N/m}^3 = 8240,4 \text{ kN/m}^3$$

Η σχετική πυκνότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\rho_{\text{σχ.}} = \frac{\rho}{\rho_w} = \frac{840 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,840$$

1.6.3 Αν λάδι έχει απόλυτη συνεκτικότητα $\mu = (510 + N) \times 10^{-3} \text{ poises}$, να υπολογιστεί η συνεκτικότητά του σε μονάδες SI.

Λύση.

Είναι: $\mu = (510 + 3) \times 10^{-3} \text{ poises} = 513 \times 10^{-3} \text{ poises}$

$$\text{Επίσης } 1 \text{ poise} = \frac{1 \text{ dyn}}{\text{cm}^2} \cdot \text{sec} = \frac{(1/981000) \cdot 9,81 \text{ N}}{10^{-4} \text{ m}^2} \cdot \text{sec} = \frac{9,81 \text{ N}}{981000 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \cdot \text{sec} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{sec}$$

$$\text{Άρα } \mu = 513 \times 10^{-3} \text{ poises} = 513 \times 10^{-3} \times 0,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{sec} = 51,3 \times 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{sec}$$

1.6.4 Να υπολογιστεί η κινηματική συνεκτικότητα του υδραργύρου, αν η συνεκτικότητα του είναι $\mu = (15,6 + 0,1N) \times 10^{-3}$ poises και η σχετική του πυκνότητα είναι 13,57.

Λύση.

Είναι: $\mu = (15,6 + 0,3) \times 10^{-3}$ poises = $15,90 \times 10^{-3}$ poises = $1,590 \times 10^{-3}$ N sec/m²

$$\text{Επίσης } 1 \text{ poise} = \frac{1 \text{ dyn}}{\text{cm}^2} \cdot \text{sec} = \frac{(1/981000) \cdot 9,81 \text{ N}}{10^{-4} \text{ m}^2} \cdot \text{sec} = \frac{9,81 \text{ N}}{981000 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \cdot \text{sec} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{sec}$$

Η κινηματική συνεκτικότητα υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu}{\rho_{\text{σχ.}} \cdot \rho_w} = \frac{15,90 \times 10^{-3} \text{ poises}}{13,57 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3} = \frac{1,590 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{sec/m}^2}{13,57 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3} = 0,1172 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{sec}}$$

1.6.5 Να υπολογιστεί σε πόση πίεση σε millibars, σε Pa και σε atm βράζει το νερό σε θερμοκρασία $t = (40+N)^\circ\text{C}$.

Λύση.

Είναι $t = (40 + 3)^\circ\text{C} = 43^\circ\text{C}$

Για τη θερμοκρασία αυτή υπολογίζεται από τον πίνακα 1.1.13. η τάση των ατμών σε KN/m² με γραμμική παρεμβολή από τη σχέση:

$$p_v = a + (b - a) \frac{(T - a)}{(b - a)} = 7,38 + (12,33 - 7,38) \frac{(43,00 - 40,00)}{(50,00 - 40,00)} = 8,865 \text{ kN/m}^2$$

Άρα

$$p_v = 8,865 \text{ kN/m}^2 = 8865 \text{ Pa} = 8865 \times 10^{-2} = 88,65 \text{ millibars} = 8865 \times 9,87 \cdot 10^{-6} \text{ atm} = 0,087 \text{ atm}$$

1.6.6 Να μετατραπεί ένα ύψος πίεσης $(600 + 0,02 \cdot N)$ mm υδραργύρου σε μέτρα λαδιού σχετικής πυκνότητας 0,750.

1.6.7 Να μετατραπεί ένα ύψος πίεσης $(15 + 0,02 \cdot N)$ m υδραργύρου σε μέτρα λαδιού σχετικής πυκνότητας 0,750.

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. Μενέλαος Θεοχάρης, "ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 2012.
2. Μενέλαος Θεοχάρης, "Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 1998.
3. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις ", Άρτα 1998
4. Θεοχάρης Μ.: " Η Άρδευση με Σταγόνες ", Άρτα 1998
5. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις , Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 1998
6. Καρακατσούλης Π. : " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις και Προστασία των Εδαφών ", Αθήνα 1993.
7. Κωνσταντινίδης Κ. : "Η μέθοδος αρδεύσεως δια καταιονήσεως ", Θεσσαλονίκη - Αθήνα 1975.
8. Μιχελάκης Ν. : "Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με Σταγόνες"
9. Daugerty - Franzini : "Υδραυλική" Τόμοι I , II, Εκδόσεις Πλαίσιο , Αθήνα.
10. Davis- Sorensen : " Handbook of applied Hydraulics" Third edition McGraw-Hill Book Company, 1969.
11. Ουζούνης Δ. "Θεωρητική και Πρακτική Μέθοδος της Άρδευσης με Σταγόνες" Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη 1997.
12. Τερζίδης Γ. : "Μαθήματα Υδραυλικής " , Τόμοι I ,II , III, Θεσσαλονίκη 1986.
13. Τερζίδης Γ. - Παπαζαφειρίου Ζ. : " Γεωργική Υδραυλική " Εκδόσεις Ζήτη , Θεσσαλονίκη 1997.
14. Τζιμόπουλος Χ. : " Γεωργική Υδραυλική ", Τόμοι I , II, Εκδόσεις Ζήτη , Θεσ-σαλονίκη 1982.
15. Τσακίρης Γ. : "Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Έργων " , Αθήνα
16. Hansen V. - Israelsen : "Αρδεύσεις. Βασικοί Αρχαί και Μέθοδοι . Μετάφραση από τους Α. Νικολαΐδη και Α. Κοκκινίδη ", Αθήνα 1968.

Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Αρδεύσεις (Εργαστήριο). ΤΕΙ Ηπείρου.
Διαθέσιμο από:

<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG110/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



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