

Άσκηση 1: Βαθμονόμηση ογκομετρικών δοχείων και μέτρηση όγκου, μάζας & πυκνότητας.

Αντικείμενο: Να βαθμονομηθούν ογκομετρικά δοχεία και να προσδιοριστεί η πυκνότητα διαφόρων υγρών με απλές τεχνικές και ιδιοκατασκευή εξοπλισμού

Πυκνότητα υγρών

Η πυκνότητα ενός υλικού (στερεού, υγρού ή αερίου) ορίζεται ως ο λόγος της μάζας, m , ενός τυπικού δείγματος του υλικού προς τον όγκο, V , που καταλαμβάνει αυτή η μάζα. Για να προσδιορίσουμε την πυκνότητα ενός υγρού θα πρέπει να μετρήσουμε τη μάζα και τον όγκο που καταλαμβάνει η συγκεκριμένη ποσότητα υγρού. Έχουμε λοιπόν να αντιμετωπίσουμε δύο τεχνικά προβλήματα, τη μέτρηση της μάζας και τη μέτρηση του όγκου μιας ποσότητας υγρού με όσο το δυνατόν απλούστερα τεχνικά μέσα και όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια. Με αυτές τις διαδικασίες, όσο και να φαίνονται απλές, θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί.

Μάζα και μέτρηση της

Η μάζα ενός σώματος ή μιας ποσότητας υγρού αποτελεί ένα μέτρο της ύλης που περιέχεται στο σώμα ή στο υγρό. Η μάζα αποτελεί θεμελιώδες φυσικό μέγεθος, μαζί με το μήκος και το χρόνο. Έχει διαστάσεις $m [=] M$ και συνηθέστερες μονάδες μέτρησης της είναι τα kg και τα gr στο Διεθνές Σύστημα μέτρησης (SI – System International) ή τα lb_m (λίμπρες μάζας) στο Αγγλοσαξωνικό σύστημα (BS - British Standards).

Η μέτρηση της μάζας ενός σώματος (ή μια ποσότητας υγρού) γίνεται χρησιμοποιώντας μια ζυγαριά, είτε αυτή είναι ζυγαριά ισορροπίας είτε είναι ηλεκτρονική (Εικόνα 1). Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι δεν μετράμε άμεσα τη μάζα (σε αυτήν την περίπτωση θα χρησιμοποιούσαμε ένα «μαζόμετρο» - δεν υπάρχει στο εμπόριο τέτοιο όργανο) αλλά έμμεσα, μέσω της μέτρησης του βάρους του σώματος (ή της ποσότητας του υγρού) -βλέπε παρακάτω.

Βάρος και μέτρηση του

Το βάρος είναι ένα μέτρο της δύναμης με την οποία έλκεται από τον πλανήτη στον οποίο γίνεται η μέτρηση (στη δική μας περίπτωση η γή). Το βάρος αποτελεί παράγωγο φυσικό μέγεθος και ορίζεται από τον τύπο

$$B = mg \quad (1)$$

όπου m η μάζα του σώματος και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Από τον ορισμό προκύπτει ότι το βάρος, όπως και κάθε δύναμη, έχει διαστάσεις $B [=] ML/T^2 = MLT^{-2}$ και συνηθέστερες μονάδες μέτρησης τα $Nt = 1kgm/s^2$, $kp = 9,81 Nt$, στο SI ή τα lb_f (λίμπρες βάρους) στο BS. Το βάρος ενός σώματος έχει φορά κατακόρυφη (προς το κέντρο της γής) και το μέτρο του μετριέται με δυναμόμετρα είτε μηχανικά (με ελατήριο ή έλασμα) ή ηλεκτρονικά με αισθητήρα που περιλαμβάνει συνήθως ένα μετατροπέα δύναμης σε ηλεκτρικό σήμα (ηλεκτρομηκυσιόμετρο ή πιεζοηλεκτρικό στοιχείο).

Η μέτρηση του βάρους ενός σώματος (ή μια ποσότητας υγρού) γίνεται χρησιμοποιώντας μια ζυγαριά, είτε αυτή είναι ζυγαριά ισορροπίας είτε είναι ηλεκτρονική (Εικόνα 1). Μπορούμε ακόμα να χρησιμοποιήσουμε ένα δυναμόμετρο με ελατήριο (το παλιό κανταράκι, πρόγονος της σύγχρονης ηλεκτρονικής ζυγαριάς). Λεπτομέρεια: τα στερεά σώματα μπορούν να τοποθετηθούν απευθείας πάνω στη ζυγαριά χωρίς δοχείο. Αντίθετα τα υγρά συνήθως πρέπει να περιέχονται σε δοχείο για να ζυγιστούν. Αυτό το ίδιο το δοχείο έχει πολλές φορές σημαντικό βάρος (απόβαρο), σε σχέση με το

βάρος του υγρού περιεχομένου (καθαρό βάρος), και αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη μέτρηση.

Όγκος & μέτρηση του

Ο όγκος είναι ένα μέτρο του τρισδιάστατου χώρου που καταλαμβάνει ένα σώμα ή μια ποσότητα υγρού. Ο όγκος δεν αποτελεί θεμελιώδες, αλλά παράγωγο φυσικό μέγεθος και ορίζεται από τον τύπο

$$\Delta V = \Delta x \Delta y \Delta z \quad (2)$$

όπου Δx Δy Δz οι στοιχειώδεις διαστάσεις στις οποίες εκτείνεται το σώμα σε τρεις ανεξάρτητες (όχι παράλληλες μεταξύ τους) διευθύνσεις.

Από τον ορισμό του όγκου προκύπτει ότι έχει διαστάσεις $V [=] LLL = L^3$ και συνηθέστερες μονάδες μέτρησης τα m^3 , cm^3 , $lt=dm^3=1000cm^3$, στο Διεθνές Σύστημα μέτρησης (SI – System International) ή τα ft^3 , in^3 , yd^3 στο Αγγλοσαξωνικό σύστημα (BS - British Standards).

Υπάρχουν δύο τρόποι προσδιορισμού του όγκου μιας ποσότητας υγρού.

i) Γεωμετρικά. Εάν το υγρό σώμα μπορεί να χωριστεί σε μικρότερα τμήματα, καθένα από τα οποία αποτελεί ένα γνωστό και καλά μελετημένο γεωμετρικό σχήμα, τότε αθροίζουμε τους επι μέρους όγκους. Εμβαδά και όγκους γνωστών γεωμετρικών σχημάτων μπορούμε να βρούμε εύκολα είτε σε τυπολόγια είτε σε εγχειρίδια μηχανικού, είτε -ευκολότερα- στο διαδίκτυο, “googlάρωντας” μια λέξη που περιγράφει το αντίστοιχο σχήμα¹. Αφού εντοπίσουμε τον τύπο που υπολογίζει τον όγκο του σχήματος που μας ενδιαφέρει, με μέτρηση κάποιων χαρακτηριστικών διαστάσεων που αναφέρει ο τύπος του όγκου για κάθε γεωμετρικό σχήμα (π.χ. διάμετρος σφαίρας, πλευρές ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου, πλευρές και ύψος πυραμίδας, διάμετρος και ύψος κώνου κλπ) μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή του όγκου με ακρίβεια.

ii) Χρησιμοποιώντας τυποποιημένα δοχεία γνωστού όγκου – δοχεία μεζούρες, π.χ. ποτήρι, μπουκάλι νερού κλπ.

iii) Με ογκομετρικό δοχείο. Αυτά είναι δοχεία που έχουν χαραγμένα στο πλάϊ ενδείξεις του όγκου του υγρού που περιέχεται σε αυτά (Εικόνα 2). Γεμίζοντας το δοχείο μέχρι κάποιο ύψος με υγρό, διαβάζουμε από την ένδειξη του δοχείου στο αντίστοιχο ύψος, τον όγκο της ποσότητας του υγρού που περιέχεται στο δοχείο.

Πυκνότητα

Η πυκνότητα είναι ένα μέτρο της ποσού της ύλης που περιέχεται στο χώρο που καταλαμβάνει ένα σώμα ή μια ποσότητα υγρού ή αερίου.

Η πυκνότητα αποτελεί παράγωγο φυσικό μέγεθος και ορίζεται από τον τύπο

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

όπου m η μάζα του σώματος και V ο όγκος που καταλαμβάνει αυτό το σώμα.

Από τον ορισμό προκύπτει ότι η πυκνότητα έχει διαστάσεις $\rho [=] M/(LLL) = ML^{-3}$ και συνηθέστερες μονάδες μέτρησης τα kg/m^3 , gr/cm^3 , kg/lt , στο SI ή τα lb_m/ft^3 , oz/in^3 , lb_m/yd^3 στο BS.

¹ Γράφουμε τη λέξη που μας ενδιαφέρει στα Αγγλικά π.χ. εάν μας ενδιαφέρει να βρούμε τον τύπο που μας δίνει τον όγκο ενός κώνου μπρύντε να γράψουμε στο <http://www.google.com> τη λέξη “volume of cone” και η μηχανή αναζήτησης θα μας γυρίσει καταχωρήσεις στο Wikipedia ή σε άλλες ιστοσελίδες μηχανικών κλπ.

Αντικείμενο της εργαστηριακής άσκησης

Βαθμονόμηση χωρητικότητας δοχείων

Να βαθμονομηθούν ως προς τη χωρητικότητα τους συνηθισμένα δοχεία που είναι εύκολο να βρεθούν (γυάλινα & πλαστικά μπουκάλια, βάζο, πλαστικό ποτήρι μιας χρήσης, κουβάς, πλαστικό δοχείο αποθήκευσης, κουτάκι αναψυκτικού, ημισφαιρικό μπωλ κλπ).

Η βαθμονόμηση της χωρητικότητας κάποιου δοχείου γίνεται προσθέτοντας γνωστές ποσότητες υγρού. Μετά από κάθε πρόσθεση γνωστής ποσότητας υγρού (κατά προτίμηση της ίδιας) σημαδεύουμε με μαρκαδόρο τις στάθμες του υγρού για να δημιουργήσουμε μια κλίμακα μέτρησης είτε στα τοιχώματα του δοχείου, είτε κάπου αλλού (έχετε να προτείνετε που αλλού;) ώστε μετά να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η κλίμακα για ογκομέτρηση και το δοχείο να χρησιμοποιηθεί ως ογκομετρικό δοχείο.

Σημειώνεται ότι τα δοχεία της εργαστηριακής άσκησης είναι σχετικά μικρά. Η ίδια ακριβώς διαδικασία για τη βαθμονόμηση των δοχείων ακολουθείται και σε πολύ μεγαλύτερες κλίμακες για δοχεία που έχουν 1000 έως 10^6 φορές μεγαλύτερη χωρητικότητα (Εικόνα 4).

Μέτρηση πυκνότητας υγρών

Να προσδιοριστεί η πυκνότητα τριών διαφορετικών υγρών (νερού, μηχανέλαιου & γλυκερίνης) χρησιμοποιώντας μόνο τον εξοπλισμό που αναφέρεται κατά περίπτωση παρακάτω:

- A) Με χρήση ζυγαριάς και ογκομετρικού δοχείου
- B) Με χρήση ζυγαριάς και απλού δοχείου
- Γ) Με χρήση ογκομετρικού δοχείου και νερού

Διαθέσιμος εξοπλισμός

Το Εργαστήριο Υδραυλικής του τμ. ΠΕΥ διαθέτει:

- τρεις διαφορετικούς τύπους από ζυγαριές ισορροπίας και μια ηλεκτρονική ζυγαριά.
- ογκομετρικά δοχεία και σωλήνες (όλα βαθμονομημένα)
- διάφορα δοχεία, μπουκάλια κλπ, μη βαθμονομημένα (χωρίς μεζούρα).

Οδηγίες εκπόνησης της γραπτής εργασίας της Εργαστηριακής Άσκησης 1

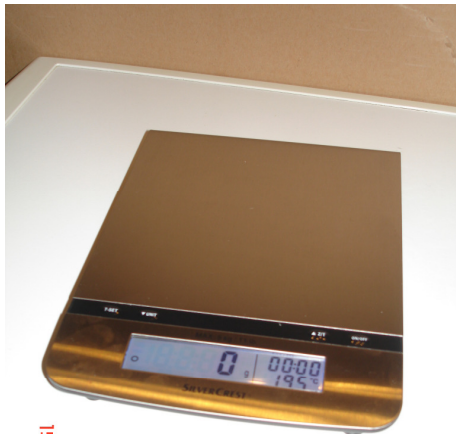
A) Δώσε στο φύλλο εργασίας της άσκησης μια περιγραφή της διαδικασίας που ακολούθησες για τη βαθμονόμηση της χωρητικότητας των δοχείων (ανάφερε και τα δοχεία που βαθμονομήσες). Γράψε 4 τουλάχιστον χαρακτηριστικά (γεωμετρικά, δομικά κλπ) που πρέπει να έχει ένα απλό δοχείο προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως ογκομετρικό δοχείο μετά από βαθμονόμηση του. Ποια από τα προαναφερθέντα (στην αρχή της σελίδας) δοχεία είναι περισσότερα αξιόπιστα από τα άλλα (ως προς τα χαρακτηριστικά τους) και γιατί;

B) Επίσης περίγραψε τη διαδικασία που ακολούθησες για τη μέτρηση της πυκνότητας των τριών υγρών και τα αποτελέσματα. Σύγκρινε με τιμές πυκνότητας που θα βρείς στο διαδίκτυο ή δημοσιευμένους πίνακες φυσικών ιδιοτήτων υγρών. Εναλλακτικά, δες τις ασκήσεις στη σελ. 6.

Γ) ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ,

Επιλύστε τις Ασκήσεις 1 ή/και 2 της σελίδας 6

ΠΡΟΣΟΧΗ - Η εργασία θα παραδοθεί στο εργαστήριο και αφού σφραγισθεί θα σου επιστραφεί. Θα φυλάξεις όλες τις σφραγισμένες εργασίες σε φάκελο μέχρι το τέλος του εξαμήνου οπότε και θα τις παραδώσεις μαζί με το φύλλο απαντήσεων στο τεστ του Εργαστηρίου. Το Εξώφυλλο της εργασίας υπάρχει στα Έγγραφα (https://eclass.teiath.gr/modules/document/file.php/PEY134/Hydraulics_I_Lab_CoverPage.doc).



(α)

19 3 2012



(β)

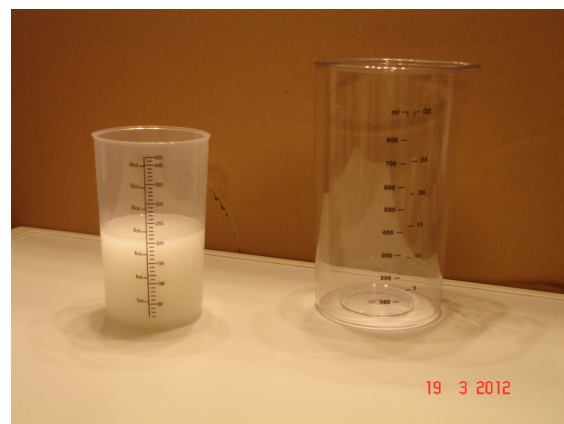
19 3 2012

Εικόνα 1 Συνηθισμένη ηλεκτρονική ζυγαριά (α) φάση αναμονής (stand-by) (β) φάση μέτρησης του μικτού βάρους (δηλαδή του απόβαρα του δοχείου μαζί με το περιεχόμενο υγρό). Η ένδειξη στη ζυγαριά είναι 238 gr.



(α)

19 3 2012



(β)

19 3 2012

Εικόνα 2 Συνηθισμένα ογκομετρικά δοχεία μικρού μεγέθους (α) Κενά δοχεία, διακρίνεται η διπλή κλίμακα βαθμονόμησης της χωρητικότητας τους (β) Το αριστερό δοχείο περιέχει υγρό του οποίου ο όγκος διακρίνεται στην κλίμακα βαθμονόμησης του ($210 \text{ ml} = 210 \text{ cm}^3$)

**Εικόνα 3**

Συνηθισμένα δοχεία μικρού μεγέθους καθημερινής χρήσης, χωρίς βαθμονόμηση και με διαφορετικά γεωμετρικά και δομικά χαρακτηριστικά.

Διάφορες κλίμακας μεγέθους δοχείων

Από τα 10 lt σε εργαστηριακή κλίμακα...

(πλαστική δεξαμενή συσκευής Εργαστηρίου Υδραυλικής)



...στα 10^3 lt (πλαστικές δεξαμενές αποθήκευσης υγρών, επιδαπέδιες και υπόγειες) ...



... στα 10^5 lt (υδατόπυργοι από σπλισμένο σκυρόδεμα)...



...στη μεγακλίμακα (10^8 lt) των supertankers!!!

Εικόνα 4 Διαφορετικές κλίμακες μεγέθους και χωρητικότητας δοχείων. Από την εργαστηριακή κλίμακα μερικών λίτρων μέχρι την τεράστια κλίμακα εκατοντάδων εκατομμυρίων λίτρων.

Άσκηση 1 – Εφαρμογή στην πράξη με μετρήσεις

Να προσδιορίσετε με κατάλληλες μετρήσεις την πυκνότητα ενός οικοδομικού κονιάματος, π.χ. αμμοκονίαμα χτισίματος ή σοβατίσματος, μαρμαροκονία επιχρίσματος, υγρό άοπλο σκυροκονίαμα κλπ. Εάν δεν μπορείτε να βρείτε χαρμάνι ώστε να προσθέσετε νερό για τη διαδικασία μέτρησης, προσδιορίστε την πυκνότητα του απλού γιαουρτιού ή γιαουρτιού με δημητριακά ή άλλων βρώσιμων μιγμάτων κατά προτίμηση υδαρών, π.χ. της φασολάδας.

Περιορισμοί

Απαγορεύεται η χρήση πινάκων, έτοιμων δεδομένων ή στοιχείων. Επιτρέπεται η χρήση από πίνακες των φυσικών χαρακτηριστικών ιδιοτήτων ενός μόνο υγρού (προτείνεται το νερό ως πλέον κοινό και ευκολόχρηστο του οποίου η πυκνότητα ισούται με $1000\text{kg}/\text{m}^3 = 1\text{kg}/\text{lt} = 1\text{gr}/\text{cm}^3$).

Απαγορεύεται η χρήση βαθμονομημένων συσκευών, π.χ. πυκνόμετρα, ζυγαριές κλπ. Η μόνη βαθμονομημένη συσκευή που επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε είναι μέτρησης μήκους π.χ. βαθμονομημένος χάρακας, μετροταινία κλπ

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιοδήποτε υλικό (χαρτί, λαδόκολλα) ή σκεύος (λεκάνη, ποτήρια, ψαλίδι, σπάγγο, σωλήνα, μπουκάλι, ανεξίτηλο μαρκαδόρο κλπ)

Ζητούμενα

Γράψτε μια σύντομη αλλά περιεκτική και ακριβή τεχνική έκθεση που να περιγράφει τη διαδικασία που ακολουθήσατε και το αποτέλεσμα που βρήκατε.

Βοήθεια → Για διευκόλυνσή σας, η λύση ευρίσκεται στην αρχή λειτουργίας του πυκνόμετρου, αλλά με αντίστροφη εφαρμογή. Επίσης μπορείτε να συμβουλευθείτε τις λυμένες ασκήσεις Υδροστατικής στο e-class του θεωρητικού μέρους του μαθήματος

Άσκηση 2 – Εφαρμογή στην πράξη με αναλυτική προσέγγιση

Επιλύστε την άσκηση προσδιορισμού του όγκου και βαθμονόμησης ενός κωνικού δοχείου, την εκφώνηση της οποίας θα βρείτε εδώ →

https://eclass.teiath.gr/modules/document/file.php/PEY134/Hydro_I_Lab1_Exercise2.pdf

Γενικά, επισκεφθείτε την ιστοσελίδα <http://www.engineeringtoolbox.com>, για να βρείτε την αναλυτικές εκφράσεις γεωμετρικών μεγεθών (επιφανειών, όγκων) διαφόρων σχημάτων, ιδιοτήτων υλικών (πυκνότητα, μέτρο ελαστικότητας, ιξώδες, θερμοχωρητικότητα), μετατροπή μονάδων μεταξύ διαφόρων συστημάτων (SI, BS), κρίσιμα μεγέθη της μηχανικής και άλλα πολλά και χρήσιμα. Η αναζήτηση πρέπει να γίνεται στα Αγγλικά – χρησιμοποιείστε το google translate. Υπάρχουν και άλλες παρόμοιες διαδικτυακές σελίδες.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!