

Πείραμα ιξώδους



ΜΑΘΗΤΕΣ: ΠΡΑΞΙΤΕΛΗΣ ΧΑΝΚΟΚ-ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ, ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΣΑΠΟΙΤΗΣ, ΑΝΓΚΕΛΟΣ ΤΣΑΠΟΚΟΥ, ΝΤΕΣΙΑΝΟ ΣΕΝΙΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΕΑΣ

ΤΜΗΜΑ: Γ3, 2ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΠΑΡΤΗΣ

ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΤΟΣ: 2021-2022

Ημερομηνία: 03/01/2022

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1	ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΞΩΔΕΣ;.....	3
1.2	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	3
2.	ΜΕΘΟΔΟΣ.....	4
2.1	ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ.....	4
2.2	ΒΗΜΑ 1 ΥΛΙΚΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	4
2.3	ΒΗΜΑ 2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ.....	4
2.4	ΒΗΜΑ 3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	5
2.5	ΒΗΜΑ 4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ.....	5
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	7
3.1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ	7
3.2	ΧΡΟΝΟΙ ΠΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΜΠΙΛΙΑΣ	7
3.3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΞΩΔΟΥΣ	8
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	8
5.	ΕΠΙΛΟΓΟΣ	8
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	9

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τι είναι το ιξώδες;

Το ιξώδες μετρά την αντίσταση ενός υγρού στη ροή. Για παράδειγμα το τζελ μαλλιών, έχει υψηλό ιξώδες επειδή είναι πολύ ανθεκτικό στη ροή και έχει υψηλή εσωτερική τριβή.

Οι ιδιότητες του ίδιου του υλικού θα επηρεάσουν το ιξώδες του. Αλλά ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία.

Όσο πιο ζεστό είναι ένα υγρό, τόσο λιγότερο παχύρρευστο θα είναι. Και όσο πιο κρύο είναι ένα υγρό, τόσο πιο παχύρρευστο θα είναι. Συνήθως, αυτό σημαίνει ότι εάν θέλουμε να ρέει ένα υλικό, θα πρέπει να το θερμάνουμε, ενώ εάν θέλουμε να σταματήσει να ρέει, θα πρέπει να το κρυώσουμε.

1.2 Στόχος του πειράματος

Ο Στόχος είναι να μετρηθεί το ιξώδες διαφορετικών υλικών.

2. ΜΕΘΟΔΟΣ

Αυτή η ενότητα περιγράφει τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ιξώδους. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός δίνεται στο τμήμα **Error! Reference source not found.** και η μέθοδος στα τμήματα 2.2 έως 2.5.

2.1 Τα υλικά που χρειάζονται

Ο ακόλουθος εξοπλισμός χρησιμοποιείται σε αυτό το πείραμα:

- Δοσομετρητής
- Ζυγαριά
- Χρονόμετρο
- Τα υγρά που πρόκειται να μελετηθούν
- Ο πλαστικός κύλινδρος κλειστός στο ένα άκρο
- Ανεξίτηλος μαρκαδόρος
- Μπίλια
- Χάρακας

2.2 Βήμα 1 Υλικά μέτρησης

Πρώτα μετρήθηκε η διάμετρος της μπίλιας με έναν χάρακα. Στη συνέχεια μετρήθηκε η διάμετρος του κυλίνδρου και ελέγχθηκε ότι αυτή είναι μεγαλύτερη από τη διάμετρο της μπίλιας. Σημειώθηκε μία γραμμή στον κύλινδρο 100 mm από την κορυφή (ανοιχτό άκρο του κυλίνδρου) με τον ανεξίτηλο μαρκαδόρο.

2.3 Βήμα 2 Υπολογισμός της Πυκνότητας του Υγρού

Τοποθετήθηκε ένα δοσομετρικό δοχείο πάνω στη ζυγαριά και ρυθμίστηκε η ένδειξη της ζυγαριάς στο μηδέν. Προστέθηκαν 100 ml του υγρού προς μελέτη στο δοσομετρικό δοχείο και μετρήθηκε η μάζα του υγρού, Εικόνα 1. Υπολογίστηκε η πυκνότητα του υγρού διαιρώντας τη μάζα με τον όγκο (100 ml).



Εικόνα 1 – Δοσομετρικό δοχείο και ζυγαριά

2.4 Βήμα 3 Μέτρηση της τελικής ταχύτητας του υγρού

Αφήσαμε την μπίλια να πέσει από την κορυφή του κυλίνδρου με το υγρό και ταυτόχρονα ξεκίνησε η μέτρηση με το χρονόμετρο. Σταμάτησε η μέτρηση με το χρονόμετρο, όταν η μπίλια πέρασε την ένδειξη των 100 mm στον κυλίνδρο. Η τελική ταχύτητα της μπίλιας είναι ο χρόνος που μετράται από το χρονόμετρο διαιρούμενος από την απόσταση που έπεσε η μπίλια.

2.5 Βήμα 4 Υπολογισμός του ιξώδους του υγρού

Υπολογίζεται το ιξώδες του υγρού που προκύπτει από την εξισορρόπηση των δυνάμεων πάνω στη μπίλια ως εξής (αναφορά [1]):

Viscosity Calculation

$$\sum F_y = F_d + F_b - mg = 0$$

$$F_d = 6\pi\eta r v$$

$$mg - F_b = \frac{4}{3}\pi r^3(\rho_{ball} - \rho_{fluid})g$$

$$\eta = \frac{4\pi r^3(\rho_b - \rho_f)g}{6\pi r v} = \frac{2r^2(\rho_b - \rho_f)g}{9v} = \frac{d^2(\rho_b - \rho_f)gT}{18L}$$

Που:

η = το ιξώδες του υγρού

F_y = τη δύναμη στην κατακόρυφη κατεύθυνση

F_d = η δύναμη αντίστασης

F_b = τη δύναμη πλευστότητας

M = η μάζα της μπίλιας

g = η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας (9.81m/s/s)

d = η διαμετρος της μπίλιας (και η ακτίνα $r=d/2$)

ρ_{ball} = η πυκνότητα της μπίλιας

ρ_{fluid} = η πυκνότητα υγρού

v = η τελική ταχύτητα (T/L)

T = ο χρόνος που πήρε η μπίλια για να πέσει σε μια απόσταση L .

L = η απόσταση που έπεσε η μπίλια

Όλα τα παραπάνω πρέπει να βρίσκονται σε μονάδες SI.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Μέτρηση πυκνότητας

Μία γυάλινη μπίλια χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα (πυκνότητα του γυαλιού= 2500 kg/m³)

Πυκνότητα=μάζα δια όγκο. Η πυκνότητα των χρησιμοποιούμενων υγρών δίνεται στον Πίνακα 1

Πίνακας 1 – Πυκνότητες υγρών

Βάρος ανά 100ml	Πυκνότητα
Ελαιόλαδο 85g/100ml	850kg/m ³
Νερό 100g/100ml	1000kg/m ³
Γάλα 100g/100ml	1000kg/m ³

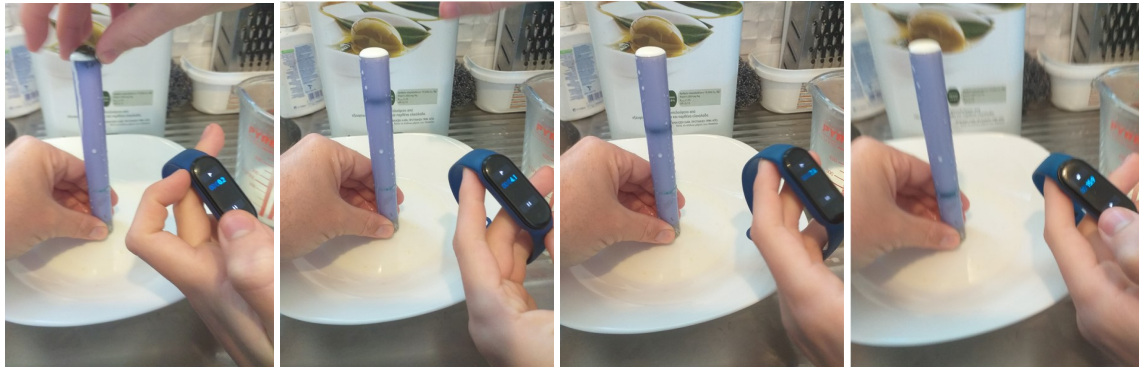
3.2 Χρόνοι πτώσης της μπίλιας

Μετρήθηκε η μπίλια και βρέθηκε ότι είχε διάμετρο 16,9mm. Επίσης, μετρήθηκε ο κύλινδρος που είχε διάμετρο 17,5 mm και μήκος 150 mm. Σημειώθηκε στον κύλινδρο η ένδειξη 100mm από την κορυφή του κυλίνδρου, που είναι η απόσταση που μετράμε από την πτώση της μπίλιας. Το πείραμα διεξήχθη σε θερμοκρασία δωματίου περίπου 20⁰C. Για κάθε ένα από τα υγρά που χρησιμοποιήθηκαν ρίξαμε την μπίλια έξι φορές και ο χρόνος που έκανε η μπίλια να πέσει, ώστε να φτάσει στα 100mm δίνεται παρακάτω: Πίνακας 2.

Απεικόνιση μέρος του πειράματος παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.

Πίνακας 2 – Χρόνοι πτώσης

Νερό			Ελαιόλαδο			Φρέσκο Γάλα		
Mins	Sec	Sec (total)	Mins	Sec	Sec (total)	Mins	Sec	Sec (total)
0	5.9	5.9	4	14	254	0	16	16
0	6	6	4	11	251	0	15	15
0	5.8	5.8	4	7	247	0	16	16
0	5.7	5.7	4	12	252	0	15.5	15.5
0	5.7	5.7	4	13	253	0	15.8	15.8
0	6	6	4	8	248	0	15.9	15.9
Μέση Τιμή		5.85	Μέση Τιμή		250.8	Μέση Τιμή		15.70



Εικόνα 2 – ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΓΑΛΑ ΣΤΟΝ ΚΥΛΙΝΔΡΟ

3.3 Υπολογισμός ιξώδους

Ο υπολογισμός του ιξώδους γίνεται με την παρακάτω εξίσωση (επεξήγηση του τρόπου παραγωγής αυτής της εξίσωσης δίνεται στην ενότητα 2).

$$\eta = \frac{d^2(\rho_b - \rho_f)gT}{18L}$$

Νερό: Μέσος χρόνος πτώσης 5,85s. Το υπολογισμένο ιξώδες του νερού είναι 13,61 kg / ms.

Γάλα: Μέσος χρόνος πτώσης 15,70s. Το υπολογισμένο ιξώδες του γάλακτος είναι 36,5 kg / ms.

Ελαιόλαδο: Μέσος χρόνος πτώσης 250,83s. Το υπολογισμένο ιξώδες του ελαιολάδου είναι 583,61 kg / ms.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από όλα τα υγρά που εξετάστηκαν το νερό είχε το χαμηλότερο ιξώδες. Το ελαιόλαδο είχε το μεγαλύτερο ιξώδες και βρέθηκε ότι ήταν 43 φορές πιο ιξώδες από το νερό. Βρέθηκε ότι το γάλα ήταν περίπου 3 φορές πιο ιξώδες από το νερό.

Αυτό το πείραμα έγινε σε θερμοκρασία δωματίου (περίπου 20 °C). Αναμένεται ότι εάν το πείραμα επαναληφθεί σε διαφορετικές θερμοκρασίες, θα έχουμε διαφορετικά αποτελέσματα. Γενικά, τα υγρά σε υψηλότερες θερμοκρασίες έχουν χαμηλότερο ιξώδες.

Το πείραμα επαναλήφθηκε έξι φορές για κάθε υγρό και ο μέσος χρόνος πτώσης της μπίλιας υπολογίστηκε από τις έξι μετρήσεις. Αυτή η μεθοδολογία βοήθησε στην ελαχιστοποίηση του πειραματικού σφάλματος.

5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα μέτρησης του ιξώδους χρησιμοποιώντας έναν κύλινδρο και μία μπίλια. Χρησιμοποιήθηκαν 3 υγρά, που τοποθετήθηκαν μέσα στον κύλινδρο: νερό, ελαιόλαδο και γάλα.

Πρώτα προστέθηκε στον κύλινδρο το νερό, χρησιμοποιήθηκε χρονόμετρο για να υπολογιστεί ο χρόνος από όταν αφήνουμε την μπίλια να πέσει από το στόμιο του κυλίνδρου μέχρι να φτάσει το σημείο 100 mm στον κύλινδρο.

Έπειτα, το πείραμα επαναλήφθηκε χρησιμοποιώντας ως υγρά στον κύλινδρο το ελαιόλαδο και μετά το γάλα. Η μπίλια έπεσε πιο αργά στο ελαιόλαδο και χρειάστηκε αρκετό χρόνο για να φτάσει στα 100mm.

Το ιξώδες είναι ένα φυσικό χαρακτηριστικό ενός ρευστού που συνήθως αλλάζει με τη θερμοκρασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Farah Ramadan (2019) Fluid Viscosity by Ball Drop, <https://youtu.be/orSVg0KnF64>