|  |
| --- |
| **Λάδι και νερό απ’ τον Πρόδρομο!** |

Κυλινδρικό δοχείο μεγάλου εμβαδού βάσης (A = 0,5 m2), περιέχει κατά το ήμισυ λάδι και κατά το ήμισυ νερό, ύψους h = 1 m το καθένα. Το κυλινδρικό αυτό δοχείο βρίσκεται πάνω σε μία ύψος h1 = 30 cm. Στο πλευρικό τοίχωμα έχουμε δύο οπές Ο1 και Ο2 πολύ μικρής διατομής Αo = π∙10–5 m2 που κλείνονται με πώματα. Ανοίγουμε τις δύο οπές ταυτόχρονα, προκειμένου να γεμίσουμε το μικρό δοχείο, χωρητικότητας Vδ = 2,632 L.

Η πυκνότητα του λαδιού είναι ρλ = 780 kg/m3 και του νερού ρν = 1000 kg/m3, η επιτάχυνση της βαρύτητας g = 10 m/s2 και η ατμοσφαιρική πίεση pατμ.= 105 Ν/m2. Θεωρείστε ότι δεν μεταβάλλονται σημαντικά τα ύψη των υγρών στο δοχείο, μέχρι να γεμίσει το μικρό δοχείο. Οι οπές Ο1 και Ο2 βρίσκονται σε παραπλήσια κατακόρυφα επίπεδα και οι φλέβες δεν τέμνονται. Επίσης θεωρείστε ότι π2 = 10.

**α.** Ποιο το μέτρο της δύναμης που ασκεί το κάθε υγρό στο κάθε πώμα; Πόση είναι η δύναμη που ασκούν τα τοιχώματα σε κάθε πώμα;

**β.** Με ποια διαφορά χρόνου φτάνουν δύο στοιχειώδεις μάζες λαδιού και νερού, που βγήκαν από τις οπές ταυτόχρονα;

**γ.** Ποια η ποσότητα νερού και ποια του λαδιού, όταν γεμίσει το μικρό δοχείο;

**δ.** Πόση είναι η ελάχιστη διάμετρος του μικρού δοχείου;

**ε.** Πόση είναι η ποσότητα του κάθε υγρού στον αέρα;

**στ.** Πόση είναι η πρόσθετη κατακόρυφη δύναμη που ασκούν τα υγρά κατά την πτώση τους στο μικρό δοχείο;

**Απαντήσεις**

**α.** Η πίεση στο πώμα Ο1 από το εσωτερικό μέρος είναι

 **p1 = 103,9 kPa**.

άρα η δύναμη που ασκεί το λάδι στο πώμα είναι:

F1 = p1∙Ao ⇒ F1 = 103,9∙103∙π∙10–5 Ν ⇒ **F1 = 1,039π Ν**

Το πώμα ισορροπεί , άρα η δύναμη που ασκούν τα τοιχώματα σε αυτό είναι

F1,τ = F1 – Fατμ = F1 – pατμ∙Α ⇒ F1,τ = 1,039π Ν – π Ν ⇒ **F1,τ = 0,039π Ν**.

Η πίεση στο πώμα Ο2 από το εσωτερικό μέρος είναι

p2 = pατμ + ρλgh + ρνgh/2 ⇒ **p2 = 112800 Pa**

άρα η δύναμη που ασκεί το νερό στο πώμα είναι:

F2 = p2∙Aο ⇒ F2 = 112,8∙103∙π∙10–5 Ν ⇒ **F1 = 1,128π Ν**

Το πώμα ισορροπεί , άρα η δύναμη που ασκούν τα τοιχώματα σε αυτό είναι

F2,τ = F2 – Fατμ = F2 – pατμ∙Α ⇒ F2,τ = 1,128π Ν – π Ν ⇒ **F1,τ = 0,128π Ν**.

**β.** Το χρονικό διάστημα που θέλει μια στοιχειώδης ποσότητα λαδιού για να φτάσει στο δοχείο είναι:

**Δt1 = 0,6 s**

και το νερό:  **Δt2 = 0,4 s**

Άρα η διαφορά χρόνου άφιξης είναι **Δt = Δt1 – Δt2 = 0,2 s**.

**γ.** Εφαρμόζουμε το νόμο του Bernoulli από την ελεύθερη επιφάνεια του λαδιού έως την έξοδο της οπής Ο1 (Επειδή Αδοχ.<< Αοπής θα είναι υλ ≈ 0)

**υ1 = π** **m/s**.

Η παροχή θα είναι: **Π1 = 10–4 m3/s**.

Η πίεση στον πυθμένα του λαδιού είναι: pπυθμένα = pατμ + ρλgh και αυτό γιατί η ροή του λαδιού είναι πολύ μικρής παροχής, και η ελεύθερη επιφάνειά του κατέρχεται με αμελητέα ταχύτητα. Μπορούμε να πούμε με πολύ μεγάλη προσέγγιση, ότι η παραπάνω πίεση μεταδίδεται αναλλοίωτη στο νερό και ότι ισχύει η αρχή του Pascal.

Εφαρμόζουμε το νόμο του Bernoulli από τo διαχωριστικό επίπεδο της επιφάνειας του λαδιού με το νερό, έως την έξοδο της οπής Ο2 (Επειδή Αδοχ. << Αοπής θα είναι υν = 0):

 **υ2 = 1,6π m/s**.

Η παροχή θα είναι: **Π2 = 1,6∙10–4 m3/s**.

Τη χρονική στιγμή t1 = 0,6 s που φτάνει το λάδι στο δοχείο, το νερό έχει γεμίσει μέρος του

ΔV2 = Π2∙Δt ⇒ ΔV2 = 1,6∙10–4∙0,2 m3 ⇒ ΔV2 = 0,32∙10–4 m3.

Άρα από τη στιγμή αυτή και μετά, θα γεμίζουν από κοινού το μέρος του δοχείου που είναι άδειο, θα ισχύει:

V = ΔV2 + (Π1 + Π2)Δt3 ⇒ **Δt3 = 10 s**.

Άρα V1 = Π1Δt3 = 10–3 m3 ⇒ **V1 = 1 L** λάδι και V2 = Vδ – V1 ⇒ **V2 = 1,632 L** νερό.

**δ.** Η οριζόντια απόσταση που θα φτάσει το λάδι μέχρι να βρει το στόμιο του μικρού δοχείου είναι:

s1 = υ1∙Δt1 ⇒ s1 = 0,6π m

Και για το νερό: s2 = υ2∙Δt2 ⇒ s2 = 0,64π m

Για να μπαίνουν και τα δύο υγρά στο δοχείο, πρέπει η διάμετρός του να είναι μεγαλύτερη ή ίση με τη διαφορά των "βεληνεκών" τους, άρα: δ ≥ s2 – s1 ⇒ δ ≥ 0,04π m ⇒ **δmin = 4π cm**.

**ε.** Η ποσότητα του κάθε υγρού στον αέρα θα βρεθεί από την παροχή του καθενός και το χρόνο που κάνει μια στοιχειώδης ποσότητα του υγρού να φτάσει στο δοχείο:

ΔV1 = Π1∙Δt1 ⇒ ΔV1 = 6∙10–5 m3 και η μάζα του λαδιού είναι: Δm1 = ρλ∙ΔV1 ⇒ **Δm1 = 46,8 g**.

ΔV2 = Π2∙Δt2 ⇒ ΔV2 = 6,4∙10–5 m3 και η μάζα του νερού είναι: Δm2 = ρν∙ΔV2 ⇒ **Δm2 = 64 g**.

**στ.** Η κατακόρυφη ταχύτητα που αποκτά κάθε στοιχειώδης μάζα υγρού λίγο πριν χτυπήσει στο μικρό δοχείο είναι υy = g∙Δt



Για το λάδι: ΣFλ = ρλ∙Π1∙g∙Δt1 ⇒ **ΣFλ = 468 mN**.

Για το νερό: ΣFν = ρν∙Π2∙g∙Δt2 ⇒ **ΣFν = 640 mN**.

Άρα η συνολική δύναμη "κρούσης" και των δύο υγρών στο μικρό δοχείο θα είναι:

ΣFολ = ΣFν + ΣFλ ⇒ **ΣFολ = 1108 mN**.

**Κορκίζογλου Πρόδρομος**

**prodkork@hotmail.com**