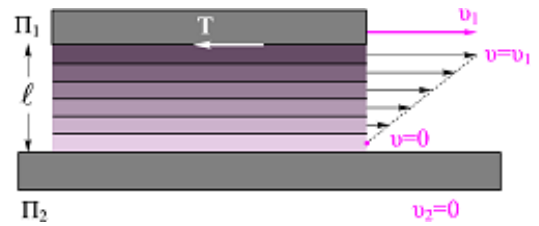


## Ιξώδες ενός ρευστού

Στα πραγματικά ρευστά, οι δυνάμεις της εσωτερικής τριβής που εμφανίζονται, όταν ένα τμήμα του ρευστού κινείται ως προς ένα άλλο τμήμα του, ονομάζονται **ιξώδες** του ρευστού.

Αν μεταξύ των πλακών  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  βάλουμε ένα ρευστό π.χ μέλι διαπιστώνουμε πως αν η κάτω πλάκα είναι ακίνητη, για να μετακινήσουμε την πάνω πλάκα απαιτείται να ασκηθεί κάποια δύναμη  $F$  ενώ τότε ασκείται και μια αντίθετη δύναμη στην κάτω πλάκα. Ένα ρευστό με εσωτερική τριβή έχει την τάση να προσκολλάται στην επιφάνεια του στερεού με το οποίο βρίσκεται σε επαφή. Δηλαδή υπάρχει ένα οριακό στρώμα ρευστού κοντά στην επιφάνεια, όπου το ρευστό σχεδόν ηρεμεί ως προς την επιφάνεια. Έτσι διαπιστώνουμε, ότι το πάνω στρώμα του ρευστού έχει προσκολληθεί στην πάνω πλάκα  $A$  και κινείται με ταχύτητα  $v$ , ενώ το κάτω στρώμα έχει προσκολληθεί στην κάτω πλάκα και παραμένει ακίνητο. Όλα τα ενδιάμεσα στρώματα, έχουν ταχύτητες διαφορετικές μεταξύ τους, που αυξάνουν σταδιακά από  $0$  έως  $v$ , καθώς πηγαίνουμε από την κάτω πλάκα προς την πάνω. Τότε λέμε ότι το ρευστό βρίσκεται σε μια κατάσταση διαρκώς αυξανόμενης διατμητικής παραμόρφωσης.



Η εξωτερική δύναμη  $F$  που θα ασκήσουμε για να εξισορροπήσουμε τις εσωτερικές τριβές εξαρτάται από:

- Την φύση του υγρού. Αν αντικαταστήσουμε το υγρό με άλλο που είναι λιγότερο παχύρρεστο, όπως το λάδι, για να διατηρήσουμε την ταχύτητα της πάνω πλάκας σταθερή πρέπει να εφαρμόσουμε δύναμη μικρότερου μέτρου.
- Το πάχος  $l$  του ρευστού. Αν αυξήσουμε το πάχος, για να διατηρήσουμε την ταχύτητα της πάνω πλάκας σταθερή πρέπει να εφαρμόσουμε δύναμη μικρότερου μέτρου.
- Την επιφάνεια,  $A$ , των πλακών. Για πλάκες μεγαλύτερης επιφάνειας, η εφαρμοζόμενη δύναμη είναι μεγαλύτερη.
- Την ταχύτητα μετακίνησης,  $v$ , της πάνω πλάκας\*. Για να την μετακινήσουμε με μεγαλύτερη ταχύτητα, πρέπει να εφαρμόσουμε δύναμη μεγαλύτερου μέτρου.

$$\text{Τα παραπάνω συνοψίζονται από τη σχέση } F = nA \frac{v}{l} \quad (1)$$

\*Το  $v$  στη σχέση (1) δηλώνει τη διαφορά ταχυτήτων μεταξύ της κάτω και πάνω επιφάνειας.

Όπου το  $n$  χαρακτηρίζει το ρευστό και ονομάζεται **συντελεστής ιξώδους**.

☆ Μονάδα μέτρησης του συντελεστή ιξώδους στο S.I. είναι το  $\text{Ns/m}^2$ . Στην πράξη ο συντελεστής ιξώδους μετριέται σε poise (p).  $1\text{p} = 0,1\text{Pa}\cdot\text{sec} = 0,1 \text{Ns/m}^2$

### Εφαρμογές της τριβής των ρευστών

Οι δυνάμεις εσωτερικής τριβής που εμφανίζονται στα ρευστά έχουν σημαντικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα στη λίπανση των τμημάτων μιας μηχανής που θα ήταν αδύνατη αν το λιπαντικό κατά τη ροή του δεν παρουσίαζε τέτοιες δυνάμεις. Η τιμή για το συντελεστή ιξώδους του νερού στους  $20^\circ\text{C}$  είναι  $n_v = 10^{-3}\text{Ns/m}^2$ , ενώ για το μηχανέλαιο  $n_{μηχ} = 250 \cdot 10^{-3} \text{Ns/m}^2$ . Αυτό σημαίνει ότι το νερό είναι ακατάλληλο για τη λίπανση των τμημάτων μιας μηχανής καθώς δεν προσκολλάται στα μέταλλα, ενώ το μηχανέλαιο που έχει 250 φορές μεγαλύτερο συντελεστή ιξώδους προσκολλάται εύκολα στα κινητά μέρη της μηχανής.

Για να εφαρμόσουμε τον τύπο της παροχής σε ένα πραγματικό ρευστό πρέπει να αντικαταστήσουμε την μέση ταχύτητα:  $\Pi = A\bar{v}$ .

### Νευτώνεια ρευστά – η ιδιαιτερότητα του αίματος

Η σχέση  $F = nA \frac{v}{l}$  δεν ισχύει για όλα τα ρευστά. Τα ρευστά που υπακούουν στη σχέση αυτή ονομάζονται **Νευτώνεια** ρευστά. Είναι αυτά στα οποία η εσωτερική τριβή είναι ανάλογη της ταχύτητας ροής τους.

**Το αίμα δεν ανήκει στα Νευτώνεια ρευστά** και παρουσιάζει την εξής **ιδιαιτερότητα**. Είναι ένα ρευστό που περιέχει πολλά στερεά σωματίδια τα οποία αιωρούνται μέσα σε υγρό. Όταν η ταχύτητα ροής του αίματος αυξάνεται, για να μην αυξηθούν υπέρμετρα οι εσωτερικές τριβές, τα **σωματίδια παραμορφώνονται** και προσανατολίζονται έτσι ώστε να **διευκολύνεται η ροή**.

Μια τυπική τιμή για το συντελεστή ιξώδους του αίματος στους 37°C είναι  $\eta_{\text{αιμ}} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{Ns/m}^2$ .

Το ιξώδες ενός υγρού **μετριέται** σε N.

Το ιξώδες ενός πραγματικού ρευστού ελαττώνεται όταν αυξάνεται το πάχος του.

Ο συντελεστής ιξώδους  $\eta$  ενός ρευστού **εξαρτάται** από τις **ιδιότητες** του ρευστού.

**Ιξώδες** σε ένα **πραγματικό** ρευστό ονομάζουμε την εσωτερική **τριβή** μεταξύ των **μορίων** του **ρευστού**.

Ο **συντελεστής ιξώδους** στα ρευστά εξαρτάται από την θερμοκρασία. Έτσι στα υγρά καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, ελαττώνεται ο συντελεστής ιξώδους, ενώ αντίθετα στα αέρια με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνεται και ο συντελεστής ιξώδους.

