

Είναι οι Γάτες Υγρό ή Στερεό;



Η Ρεολογία

της

Γάτας



Των Ρόμπ Κάμπελ και Κάρολαϊν Μάρτιν

Μετάφραση: Φωτεινή Δελησάββα

Ευχαριστούμε την Κοινωνία της Ρεολογίας των Η.Π.Α.
(Society of Rheology), τον Μ.Α. Φαρντίν,
και τους συμβούλους εκπαίδευσης
Βικτόρια Ράσελ και Κέλσι Μπρισέλι.



2023

v1.1

Είναι οι γάτες στερεό ή υγρό;

Γνωρίζουμε τις τρεις κύριες μορφές της ύλης:

ΣΤΕΡΕΟ



ΥΓΡΟ



ΑΕΡΙΟ



Τα στερεά διατηρούν το σχήμα τους. Τα υγρά και τα αέρια παίρνουν το σχήμα του δοχείου τους.

Όμως τι συμβαίνει με υλικά που βρίσκονται κάπου στο ενδιάμεσο;

Πώς μετράμε πόσο "στερεό" ή "υγρό" είναι κάτι όταν συμπεριφέρεται τόσο ως στερεό όσο και ως υγρό;

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την

ΡΕΟΛΟΓΙΑ!

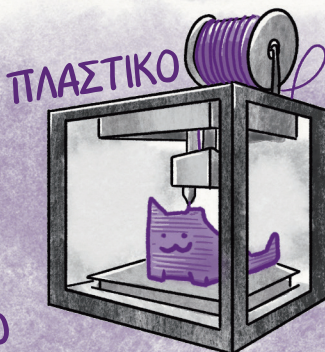


Η ρεολογία μελετά το πώς ρέουν (κυλούν)
τα υλικά αντικείμενα.

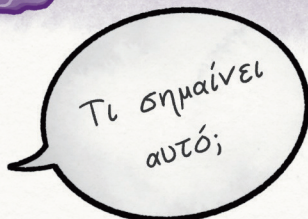
Ένας ρεολόγος μελετά το
πόσο "στερεό" ή "υγρό" είναι
κάτι, και χρησιμοποιεί αυτή την
πληροφορία για να φτιάξει υλικά
με ειδικές "ζουλιχτές" ιδιότητες!



Αντικείμενα όπως...



Οι ρεολόγοι μετράνε πώς
συμπεριφέρεται ένα υλικό με την
πάροδο του χρόνου κοιτώντας
την **τάση** και την **παραμόρφωση**.



Φαντάσου έναν χιχάντιο υπερήρωα που προσπαθεί να
χαιδέψει μία γάτα.



Η ένταση αυτού του χαδιού ονομάζεται **τάση**. Η γάτα που δουλίζεται (αλλάζοντας το σχήμα της) ονομάζεται **παραμόρφωση**. Μεγάλη τάση προκαλεί μεγάλη παραμόρφωση.

Φαντάσου μία μικροσκοπική νεράιδα που προσπαθεί να
χαιδέψει μία γάτα.



Επειδή υπάρχει πολύ μικρή τάση, υπάρχει πολύ μικρή παραμόρφωση στη γάτα. Μικρή τάση προκαλεί μικρή παραμόρφωση.

Κι αν η ποσότητα της τάσης αλλάζει
με τη πάροδο του χρόνου;



Το πώς αλλάζουν με τον χρόνο η τάση και η παραμόρφωση, και εάν συμβαίνει χρήσορα ή αρχά, είναι σημαντικό στην ρεολογία.

Συνήθως η τάση και η παραμόρφωση αλλάζουν μαζί - όσο πιο μεγάλη η τάση, τόσο πιο μεγάλη η παραμόρφωση - όμως όχι πάντοτε! Περισσότερα πάνω σε αυτό αργότερα.

Τι έχει να κάνει αυτό με τα στερεά και τα υγρά;;

Ας ξεκινήσουμε με τα στερεά. Σε σύντομο χρονικό διάστημα, οι γάτες συμπεριφέρονται όπως ένα στερεό.



Μπορούν να είναι:

ΕΛΑΣΤΙΚΟ

ΠΛΑΣΤΙΚΟ

ΣΤΑΞΙΜΕΝΟ

Όταν οι γάτες τρομάζουν, είναι όπως ένα ελαστικό στερεό.



Όπως μία πλαστιχένια μπάλα, οι γάτες "επιστρέφουν" στο αρχικό τους σχήμα αφού τους έχουν υποστεί τάση και παραμόρφωση.



Αυτή η ικανότητα της επιστροφής στο αρχικό τους σχήμα ονομάζεται "ελαστικότητα".



Μερικά στερεά, όπως ο πηλός, δεν επιστρέφουν στο αρχικό τους σχήμα. Αντιθέτως, η τάση πάνω σε ένα πλαστικό στερεό το τεντώνει ή το συνθλίβει. Το στερεό παραμένει σε αυτή τη μορφή μέχρι μια νέα τάση να εφαρμοστεί πάνω του.

Αυτή η ικανότητα της αλλαγής σχήματος ονομάζεται "πλαστικότητα".

Οι γάτες ξεκινούν ως ελαστικό μέχρι να φτάσουν σε ένα τάση διαρροής, μία ποσότητα ή ένα ρυθμό τάσης που τους προκαλεί να σταματήσουν να αναπηδούν και τότε χίνονται πλαστικό.



Όμως εάν εφαρμόσεις πολύ μεγάλη τάση σε ένα στερεό...



... στο τέλος θα σπάσει.

Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα οι γάτες συμπεριφέρονται όπως ένα υγρό, παίρνοντας το σχήμα του δοχείου τους.



Σε σύγκριση με το νερό, οι γάτες είναι πιο παχύρρευστες - είναι πιο πηχτές.



Έχουν υψηλότερο ιξώδες και ρέουν πιο αργά όπως το μέλι ή η μελάσα.

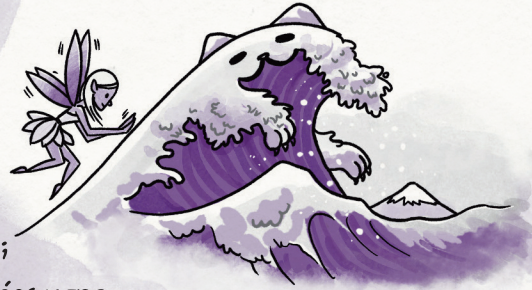
Ένα υγρό χαμηλού ιξώδους είναι πιο λεπτό, και ρέει χρήσρα όπως το νερό ή το γάλα.



Πώς βρίσκουμε την σχέση μεταξύ τάση και παραμόρφωσης σε ένα υγρό; Είναι δύσκολο!

Τα υγρά βρίσκονται μονίμως σε κίνηση, οπότε η ποσότητα της παραμόρφωσης συνεχώς αλλάζει.

Αντ' αυτού μπορούμε να κοιτάξουμε το πόσο χρήζορα αλλάζει η παραμόρφωση. Πόσο χρήζορα αλλάζει σχήμα το υγρό; Αυτό ονομάζεται **ρυθμός παραμόρφωσης**.



Το **ιξώδες** δίνει την σχέση μεταξύ τάσης και ρυθμού παραμόρφωσης. Μας

λέει το πόση τάση θα χρειάζοταν για να αλλάξεις το πόσο χρήζορα κινείται το υγρό.



Ένα υλικό με χαμηλό ιξώδες, όπως το νερό, δεν χρειάζεται πολλή προσπάθεια για να αλλάξει τον ρυθμό παραμόρφωσής του. Όμως ένα υλικό με υψηλό ιξώδες, όπως η γάτα, απαιτεί πιο πολλή τάση για να αλλάξει ο ρυθμός παραμόρφωσής του.

(Το ιξώδες μπορεί να γίνει ακόμη πιο πολύπλοκο όταν αλλάξεις το περιβάλλον, όπως για παράδειγμα όταν αλλάξεις την θερμοκρασία. Για παράδειγμα, το ζεστό μέλι ρέει πιο χρήζορα από το κρύο μέλι.)



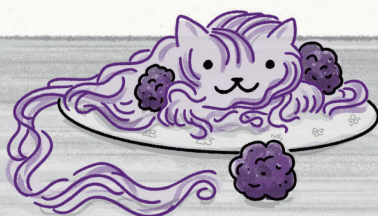
Πολλά πράγματα έχουν ένα συνδυασμό από ελαστική, πλαστική και παχύρρευστη συμπεριφορά, ακριβώς όπως οι χάτες.

ΙΞΩΔΟΠΛΑΣΤΙΚΟ



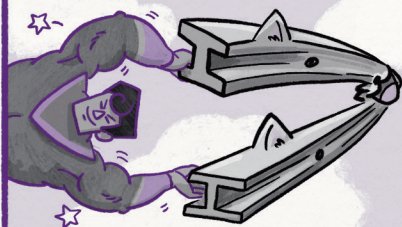
Ένα πλαστικό στερεό υπό χαμηλή τάση, και ένα ιξώδες υγρό υπό υψηλή τάση (π.χ. λάσπη, οδοντόπαστα, μαγιονέζα)

ΙΞΩΔΟΕΛΑΣΤΙΚΟ



Ο ρυθμός παραμόρφωσης εξαρτάται από τον χρόνο: ελαστική συμπεριφορά σε μικρά χρονικά διαστήματα, παχύρρευστη ροή σε μεγάλα χρονικά διαστήματα (π.χ. μια σταβή βραστά μακαρόνια, κέτσαπ)

ΕΛΑΣΤΟΠΛΑΣΤΙΚΟ



Στερεά με όριο τάσης: ελαστικό υπό χαμηλή τάση, πλαστικό (που ρέει) υπό υψηλή τάση (π.χ. ατσάλι)

ΕΛΑΣΤΟΙΞΩΔΟΠΛΑΣΤΙΚΟ



Η συμπεριφορά εξαρτάται τόσο από την ποσότητα της τάσης όσο και από τον ρυθμό παραμόρφωσης (π.χ. λάβα)

Η συμπεριφορά τους εξαρτάται από πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ τάσης και παραμόρφωσης, και χι' αυτό μπορούν να κάνουν πράγματα που φαίνονται απροσδόκητα και απρόβλεπτα!



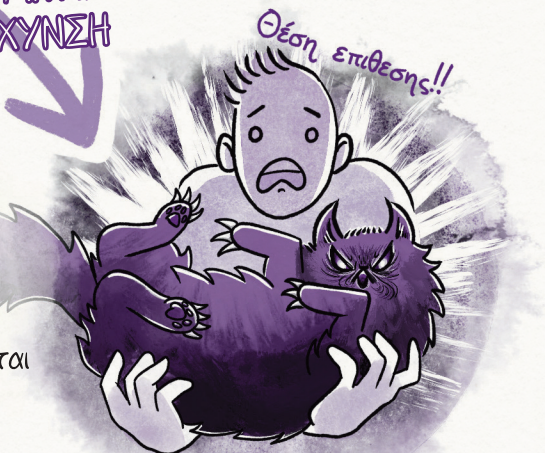
Μερικές φορές περισσότερη τάση δεν ισοδυναμεί με περισσότερη παραμόρφωση.



Εάν αυξήσεις την ποσότητα τάσης πάνω σε μία γάτα, η ποσότητα παραμόρφωσης δεν αυξάνεται πάντα. Αντιθέτως η γάτα μπορεί να αλλάξει από μία χαλαρή κατάσταση...

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΠΑΧΥΝΣΗ

... σε ξαφνική ακαμψία και ετοιμότητα για επίθεση! Το ιξώδες τους αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο ρυθμός διάτμησης και μεγάλη τάση μπορεί να προκαλέσει μικρή παραμόρφωση, που ονομάζεται **διατμητική πάχυνση**.



Όμως εφαρμόζοντας τάση μπορεί επίσης να βοηθήσεις τις γάτες να πάνε από άκαμπτη σε σούπερ χαλαρή κατάσταση...



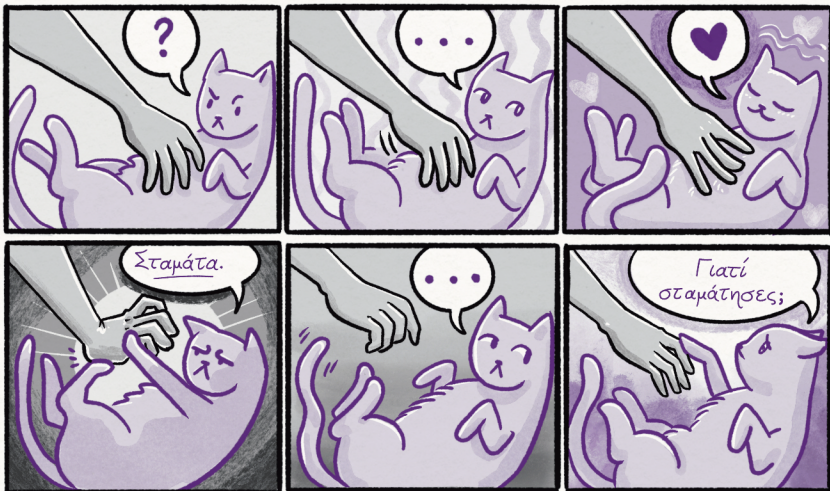
ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΛΕΠΤΥΝΣΗ



Το ιξώδες τους μειώνεται καθώς ο ρυθμός διάτμησης αυξάνεται και μικρές ποσότητες τάσης μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη παραμόρφωση, που ονομάζεται **διατμητική λέπτυνση**.

Εάν εφαρμόσεις την ίδια τάση με τον ίδιο ρυθμό για μεγάλο χρονικό διάστημα, μερικές φορές η συμπεριφορά της γάτας αλλάζει!

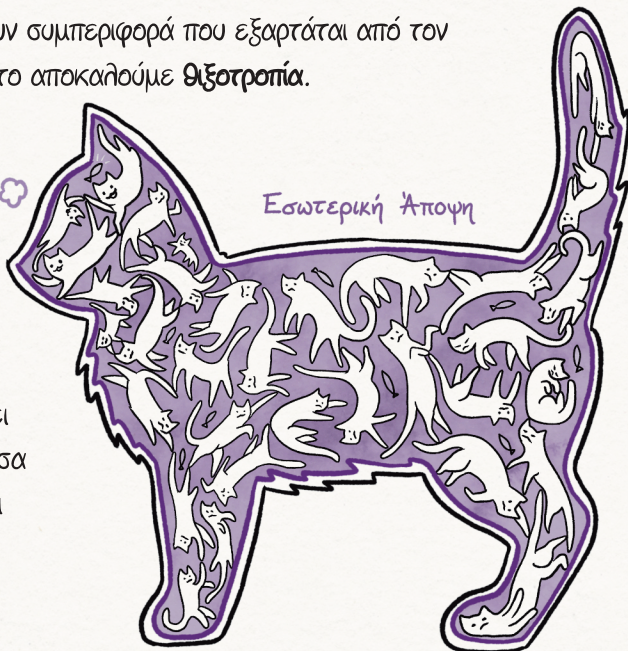
Σαν να υπάρχει μία χρονική καθυστέρηση καθώς η γάτα αποφασίζει πώς θα αντιδράσει στην τάση.



Όταν τα υλικά έχουν συμπεριφορά που εξαρτάται από τον χρόνο, όπως εδώ, το αποκαλούμε **θιξοτροπία**.



Η θιξοτροπία συνήθως συμβαίνει επειδή η δομή μέσα στο υλικό αλλάζει με την πάροδο του χρόνου.





Συνήθως όταν ανακατεύεις ένα ρευστό πολύ χρήγαρα, αυτό πιτσιλάει και πετάχεται έξω προς όλες τις κατευθύνσεις (όπως τα αυγά στο μίξερ), όμως κάποια υλικά θα κολλήσουν στο μίξερ όπως η χάτα, ή και ακόμη θα το σκαρφαλώσουν!

Αυτό ονομάζεται το

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΓΑΪΖΕΝΜΠΕΡΓΚ (WEISSENBERG)

Το νερό κυλάει (ρέει) έξω από τη βρύση ομαλά, όμως κάποια ιξωδοελαστικά ρευστά θα αλλάξουν σχήμα και θα διογκωθούν καθώς αφήνουν το δοχείο.

Αυτό ονομάζεται

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΜΗΤΡΑΣ (DIE SWELL)



Τελικά τί είναι
οι γάτες;

θηλαστικά!!

Υπερβολικά
χαριτωμένα!

Οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι
πίστευαν ότι έχουν
δεική ενέργεια!

Είναι προστάτες του
Κάτω Κόσμου
στην Κελτική
παράδοση!

Τέταρτο ζώο
στο Βιετναμέζικο
ζωδιακό κύκλο!



Μπορεί να μην καταλάβουμε ποτέ πλήρως γιατί οι γάτες συμπεριφέρονται έτσι, όμως ξέρουμε ότι ακολουθούν τους δικούς τους κανόνες, ακριβώς όπως κάνουν πολλά υλικά.



Υπάρχουν ακόμη πολλά που δεν καταλαβαίνουμε σχετικά με τα υλικά που βρίσκονται μεταξύ στερεού και υγρού. Η ρεολογία μας δείχνει ότι αυτές οι πολύπλοκες συμπεριφορές εξαρτώνται από την σχέση μεταξύ τάσης και παραμόρφωσης, και το πώς αυτές αλλάζουν με τον χρόνο. Όμως κάθε υλικό είναι λίγο διαφορετικό, ακριβώς όπως κάθε γάτα!



Τιιά είναι η αχατημένη σου;

ΓΛΩΣΣΑΡΙ:

ΡΕΟΛΟΓΙΑ - η μελέτη του πώς τα πράγματα ρέουν (κυλούν) σε διαφορετικές συνθήκες (ειδικά για υλικά που δεν είναι απολύτως στερεά, υγρά ή αέρια)

ΤΑΣΗ - η ποσότητα της δύναμης (ή πίεσης) που εφαρμόζεται σε ένα υλικό

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ - το πόσο αλλάζει το σχήμα του ένα υλικό

ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΣΤΕΡΕΟ - ένα υλικό που διατηρεί το σχήμα του και επιστρέφει στο αρχικό του σχήμα μετά από την εφαρμογή τάσης πάνω του

ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΣΤΕΡΕΟ - ένα υλικό που διατηρεί το σχήμα του αλλά δεν επιστρέφει στο αρχικό του σχήμα μετά από την εφαρμογή τάσης πάνω του

ΤΑΣΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ - η μέγιστη ποσότητα τάσης που ένα ελαστικό υλικό μπορεί να δεχτεί προτού μετατραπεί σε πλαστικό υλικό

ΥΛΙΚΟ ΣΕ ΘΡΑΥΣΗ - ένα υλικό που διατηρεί το σχήμα του αλλά έχει ραχίσει, σπάσει ή σκιστεί στα δύο

ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟ - ένα υλικό που ρέει και παίρνει το σχήμα του δοχείου του

ΙΞΩΔΕΣ - πόσο "λεπτό" είναι ένα υλικό, μια μέτρηση της σχέσης μεταξύ τάσης και ρυθμού παραμόρφωσης. Μιας λέει πόση τάση χρειάζεται για να αλλάξει το πόσο χρήστορα κινείται το υλικό

ΡΥΘΜΟΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ - πόσο χρήστορα αλλάζει η παραμόρφωση, πόσο χρήστορα κινείται και αλλάζει σχήμα το υλικό

ΙΞΩΔΟΠΛΑΣΤΙΚΟ - συμπεριφέρεται όπως ένα πλαστικό υλικό σε χαμηλή τάση και όπως ένα υγρό σε υψηλή τάση (π.χ. λάσπη, οδοντόπαστα, μαχιονεζα)

Ευχαριστούμε για την ανόγνωση!



ΙΞΩΔΟΕΛΑΣΤΙΚΟ - έχει ένα ρυθμό παραμόρφωσης που εξαρτάται από τον χρόνο: ελαστική συμπεριφορά σε μικρά χρονικά διαστήματα, παχύρρευστη ροή σε μεγάλα χρονικά διαστήματα (π.χ. μια στείβα από βραστά μακαρόνια, κέτσαπ)

ΕΛΑΣΤΟΠΛΑΣΤΙΚΟ - έχει όριο τάσης: είναι ελαστικό σε χαμηλή τάση και πλαστικό σε υψηλή τάση (π.χ. ατσάλι)

ΕΛΑΣΤΟΙΞΩΔΟΠΛΑΣΤΙΚΟ - η συμπεριφορά του αλλάζει και εξαρτάται τόσο από την ποσότητα τάσης όσο και από τον ρυθμό παραμόρφωσης (π.χ. λάβα)

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΠΑΧΥΝΣΗ - όταν το ιξώδες αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο ρυθμός διάτμησης, και μεγάλη τάση μπορεί να προκαλέσει μικρή παραμόρφωση

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΛΕΠΤΥΓΝΣΗ - όταν το ιξώδες μειώνεται καθώς αυξάνεται ο ρυθμός διάτμησης, και μικρή τάση μπορεί να προκαλέσει μεγάλη παραμόρφωση

ΘΙΞΟΤΡΟΠΙΑ - όταν η ίδια τάση μπορεί να προκαλέσει διαφορετική συμπεριφορά με την πάροδο του χρόνου, ένα φαινόμενο "χρονικής καθυστέρησης" ή "μνήμης" που συνήθως προκαλείται από την εσωτερική δομή των υλικών

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΓΑΪΖΕΝΜΠΕΡΓΚ (WEISSENBERG) - όταν ανακατεύοντας ένα υλικό, αυτό σκαφαλώνει στον αναδευτήρα αντί να πεταχτεί μακριά από αυτόν

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΜΗΤΡΑΣ (DIE SWELL) - όταν καθώς ένα υλικό ρέει έξω από μία βρύση ή ένα δοχείο, το υλικό διογκώνεται σε μέγεθος

Ρεολογία Κόμικ Νο.1

Η ρεολογία είναι η μελέτη του πώς κυλούν τα πράγματα
(ρέω = κυλώ, λόγος = μελέτη).

Τα πάντα ρει - όλα κυλάνε!

Εμπνευσμένο από το βραβευμένο με Βραβείο Ιχκ Νόμπελ άρθρο του Μ.Α. Φαρντίν "Σχετικά με την ρεολογία των γατών" (2014), αυτό το κόμικ περιγράφει τις βασικές έννοιες της ρεολογίας με τη βοήθεια των αγαπημένων μας αιλουροειδών.



Χρηματοδοτήθηκε από τη Επιχειρηματικό Ταμείο Ρεολογίας της Κοινωνίας της Ρεολογίας (Society of Rheology) των Ηνωμένων Πολιτειών την Αμερικής.



Μάθε περισσότερα πάνω στην Ρεολογία ακολουθώντας τον παρακάτω QR κωδικό (κωδικό ταχείας απόκρισης).

Αυτό το κόμικ είναι επίσης διαθέσιμο στα:

- English • 日本語
- Français • فارسی
- العربية • Español



Περισσότερα έρχονται σύντομα!