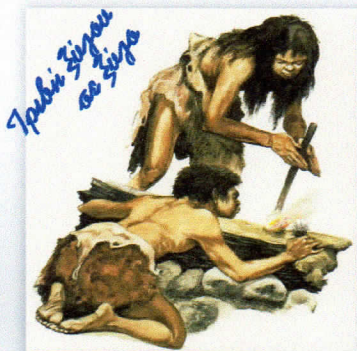


ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ
ΕΠΟΧΗ

➤ 50.000 π.Χ.: Φωτιά

➤ 8.000 π.Χ.: Τροχός



Τριβή ζυγού
σε ζυγό



Μεταφορές και
υπερνίκηση
τριβών

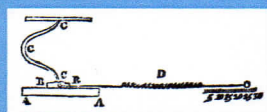
Λιπαντικά:
ζωικό λίπος
φυτικά έλαια

Ανεξάρτητη* επανοδιατύπωση
των νόμων της τριβής από τους
Amontons, Coulomb, Morin.
* οι σημειώσεις του L. Da Vinci
ήρθαν στη Γαλλία αργότερα.

Ανάγκη για
τεχνολογική υποστήριξη
Στρατού & Ναυτικού



Guillaume Amontons [1699]



Τριβή είναι η
δυσκολία κίνησης
των σχοινιών σε
τροχαλίες και
βαρούλκα.

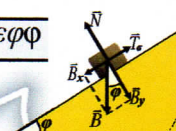
Η τριβή είναι ανεξάρτητη
της επιφάνειας επαφής.

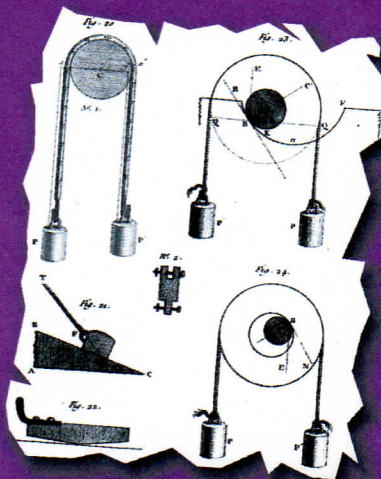
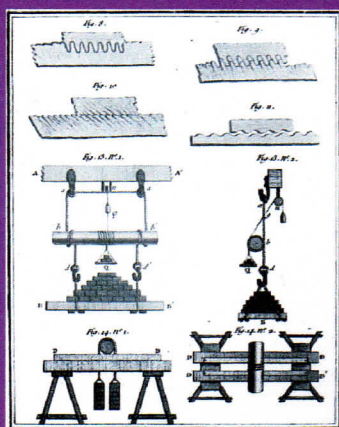
Η τριβή είναι ευθέως
ανάλογη με την κάθετη
δύναμη.

$$T = \frac{1}{3} N$$

ΜΟΝΤΕΛΟ:
ΑΛΛΗΛΟΣΥΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

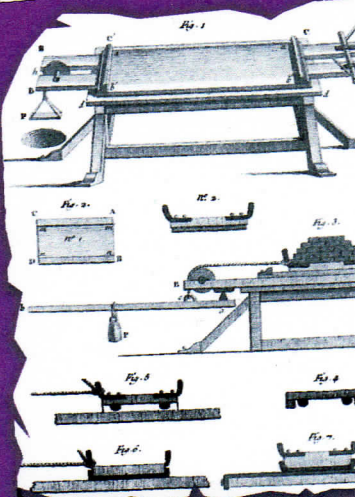






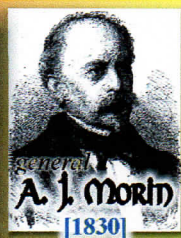
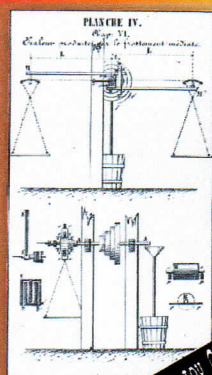
ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΩΝ
ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΩΝ
ΑΠΟΦΕΩΝ ΓΙΑ
ΤΗΝ ΤΡΙΒΗ ΚΑΙ...

- $T_{στ} > T_{ολ}$
- T : ανεξάρτητη της
σχετικής ταχύτητας
κίνησης



Ο Coulomb είχε συνείδηση του ρόλου που παίζουν οι συγκολλησεις, αλλά δεν θεώρησε αυτόν τον παράγοντα σημαντικό.

ΝΕΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟΦΕΙΣ



ΜΟΝΤΕΛΟ
ΑΛΛΗΛΟΣΥΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ



Διαχωρισμός
Τριβής

Λιπασμένων & Αλείφαντων
επιφανειών

Διαφορετική εξάρτηση
βάρους, σχετικής ταχύτη-
τας και επιφάνειας επαφής

ΛΙΠΑΝΤΙΚΟ:

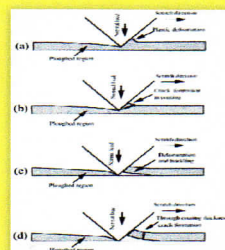
χέμισμα
μικροανισομοτιών
οι επιφάνειες
γίνονται πιο
ομοιογενείς

Ενίσχυση του Coulomb
de la tribu de la roue

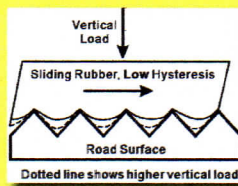
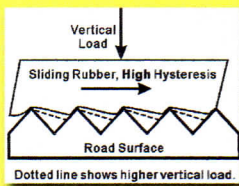
ΜΟΝΤΕΛΑ - ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ (ΞΗΡΗΣ) ΤΡΙΒΗΣ

1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΟΡΓΩΜΑΤΟΣ: Μεταξύ υλικών διαφορετικής σκληρότητας (η σκληρή οργώνει την μαλακή)

ΤΡΙΒΗ: εξαρτάται από το όριο τάσης του μαλακού και από το γεωμετρικό σχήμα και τις προεξοχές του σκληρού.

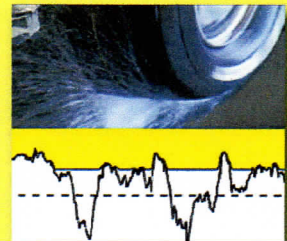


2 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΥΣΤΕΡΙΣΗ: ελαστική συμπίεση και στη συνέχεια λασκάρισμα



Ερμηνεία τριβής
ελαστικών

δεν επανακτάται
όλη η ενέργεια



ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

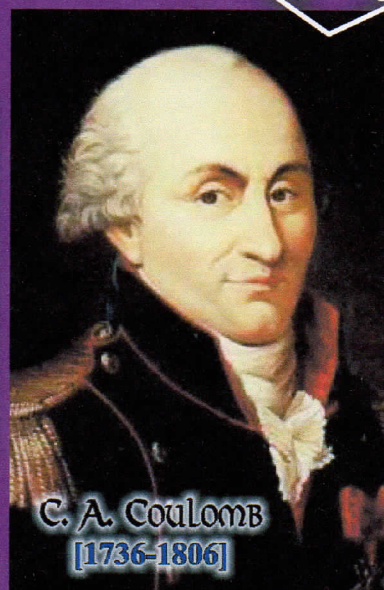
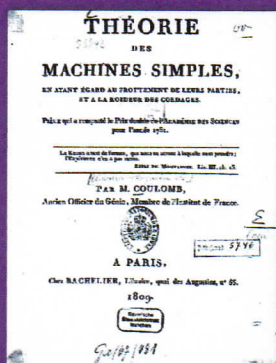
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ:

- α) φύση των επιφανειών και οι επιστρώσεις τους
- β) πίεση στην επιφάνεια επαφής
- γ) εμβαδόν επιφανειών
- δ) χρόνος επαφής
- ε) ταχύτητα μετακίνησης
- [στ] υγρασία ατμόσφαιρας]

Υλικά Μελέτης:

- » ΕΥΛΟ - ΕΥΛΟ
- » ΕΥΛΟ - ΜΕΤΑΛΛΟ
- » ΜΕΤΑΛΛΟ - ΜΕΤΑΛΛΟ

Το βραβείο κερδίζει ο Coulomb το 1785:



C. A. Coulomb
[1736-1806]

Το 1781 η Γαλλική Ακαδημία Επιστημών προκηρύσσει διαγωνισμό με θέμα τους νόμους της τριβής και την σκληρότητα των σχοινιών



σμό με θέμα τους νόμους της τριβής και την σκληρότητα των σχοινιών

...Τα Πρώτα Ρήγματα
στη Θεωρία:
[τέλη 19^{ου} αιώνα]

D. GALTON

[1878]

Πειράματα με ταχύτητες >30m/s

" $v \uparrow \Rightarrow \mu \downarrow$ "

SIR A. Ewing

[1892]

Η τριβή οφείλεται σε μοριακές δυνάμεις



G.A. Tomlinson

[1929]

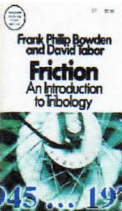
Η τριβή οφείλεται σε ενεργειακή απώλεια που συμβαίνει, όταν τα μόρια που πιέζονται σε ατομικό επίπεδο, διαχωρίζονται

SIR W. HARD

[1936]

Ερμηνία τριβής από Η/Μ πεδία που υπάρχουν μεταξύ των επιφανειών

F.P. Bowden



[1945 ... 1970]

D. TABOR

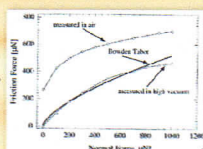
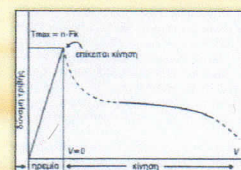


UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

Ολοκλήρωση του μοντέλου των συγκολλήσεων

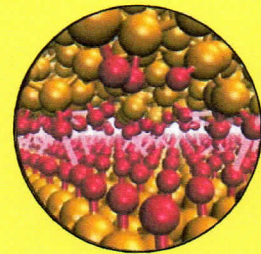
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΘΕΩΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ (ΣΗΡΗ) ΤΡΙΒΗ

- ➡ Πολύ μεγάλη λείανση των επιφανειών των μετάλλων αυξάνει τον συντελεστή τριβής.
- ➡ Αν μεταξύ καθαρών (χωρίς οξειδία) μεταλλικών επιφανειών αφαιρεθεί ο αέρας, εμφανίζονται τεράστιοι συντελεστές τριβής.
- ➡ Στα στερεά που παραμορφώνονται πλαστικά (π.χ. μέταλλα): η τριβή ανάλογη του βάρους & η τριβή ανεξάρτητη του εμβαδού της επιφάνειας.
- ➡ Στα ελαστικά στερεά: η τριβή ανάλογη του (βάρους) & η τριβή εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας.
- ➡ Για μικρές ταχύτητες: η τριβή ανεξάρτητη της σχετικής ταχύτητας.
- ➡ Για μεγάλες ταχύτητες: η τριβή μειώνεται όσο η ταχύτητα αυξάνεται.
- ➡ Οι νόμοι (στα μέταλλα) ισχύουν για ενδιάμεσες δυνάμεις συμπίεσης.



3 ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΕΛΞΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ:

► Ερμηνεύει τριβής των ηλεκτρικά μονωτικών υλικών



ΤΡΙΒΗ: η απαραίτητη δύναμη για να διαχωριστούν τα (+) και (-) φορτία που αναπτύχθηκαν στις τριβόμενες επιφάνειες.

4 ΤΟΠΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ: Ανάμεσα στις προεξοχές των επιφανειών επαφής

δεσμοί H/M φύσεως μεταξύ των μορίων

Τριβή ~ Αριθμού Δεσμών $\Rightarrow$ Τριβή ~ Πραγματικής Επιφάνειας Επαφής

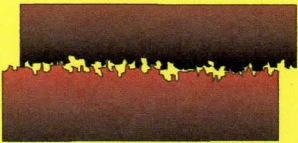
ΤΡΙΒΗ: η δύναμη που χρειάζεται για να σπάσουν αυτοί οι δεσμοί.



Εξήκει το 90% των περιπτώσεων

Η πραγματική επιφάνεια επαφής είναι πολύ μικρότερη από την φαινομενική

5 ΣΥΜΠΛΟΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ: αρχικά από τον Amontons και αργότερα από τον Coulomb.



► Ερμηνεύει υλικών με έντονες επιφανειακές ανωμαλίες

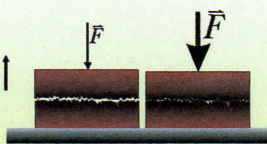
ΣΥΜΠΛΟΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ:

Η τριβή είναι δύναμη απαραίτητη για να:

Πυγίσουν Σπάσουν Ανέβουν από πάνω ...οι προεξοχές.

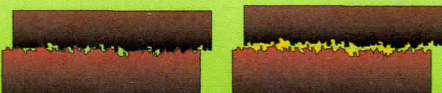
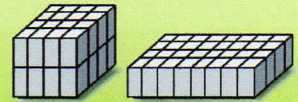
ΔΥΝΑΜΙΑ ΕΡΜΗΝΙΑΣ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ

$F_{\text{συμπ.}} \uparrow \Rightarrow \text{εμπλοκή επιφανειών} \uparrow \Rightarrow \text{Τριβή} \uparrow$



$S \uparrow \Rightarrow \text{αριθμός προεξοχών} \uparrow \Rightarrow \text{κατανομή φορτίου / προεξοχή} \uparrow \Rightarrow \text{Τριβή: σταθ.}$

Λιπαντικά: γεμίζουν τα κενά $\Rightarrow \text{εμπλοκή} \downarrow \Rightarrow \text{Τριβή} \downarrow$

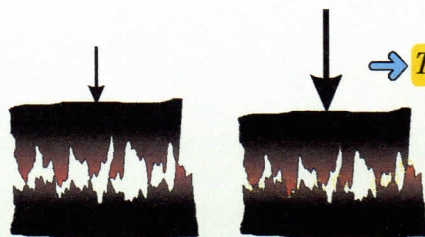




→ $T_{στ.} > T_{ολ.}$

Επιφάνειες σε σχετική κίνηση: Δεν προλαβαίνουν να σχηματιστούν μοριακοί δεσμοί και ξανασπάνε.

Επιφάνειες σε ηρεμία: ανάπτυξη μοριακών δεσμών.



→ $T \sim F_{\text{συμπ.}}$

$F_{\text{συμπ.}} \uparrow \Rightarrow$ πολύ μεγάλες πιέσεις στα σημεία επαφής

$\Rightarrow$ τήξη & πηλυστική ροή του υλικού

$\Rightarrow$ αύξηση του αριθμού των πραγματικών επαφών

$\Rightarrow$ αύξηση των μοριακών δεσμών $\Rightarrow T \uparrow$

→ $T + S$

$S \uparrow \Rightarrow$ αριθμός προεξοχών επαφής $\uparrow$

+

$S_{\text{πραγματικό}} \downarrow$ (λόγω μικρότερης πίεσης) $\Rightarrow T$: σταθερή

→ Λιπαντικά

→ μοριακοί δεσμοί ρευστού

από τους δεσμούς στο στερεό

ΑΣΘΕΝΕΙΣΘΕΡΟΙ

→ Οξείδια των Μετάλλων
"σκούριασμα"

→ προσρόφηση αέρα ή στρών $\Rightarrow$ λειτουργούν ως λιπαντικά

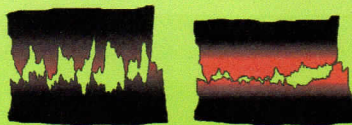
→ Μεγάλη Λείανση

→ μείωση της εμμηλοκής των ανωμαλιών



αύξηση των τοπικών συγκολλητήσεων (!)

$\Rightarrow T \uparrow$



→ Μεγάλη Ταχύτητα

→ λιπτό στρώμα μετάλλου τήκεται $\Rightarrow$ λίπανση $\Rightarrow T \downarrow$



Από το βιβλίο:
"ΤΡΙΒΗ, διδακτική διερεύνηση"

Ε. Θεοδορόπουλος

Ν. Κανδεράκης

Π. Καριώτογλου

Α. Κολιόπουλος

Γ. Μπαγάκης

Γ. Φασουλόπουλος

Εκδ. Γ.Α. Πνευματικού 1997

Επιμέλεια:

Α. Νέζης

MONTZAA - MIXANISMOI EPHES TYBHS

ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΘΕΩΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΗΡΗ ΤΡΙΒΗ

Πολύ μεγάλη λείανση των επιφανειών αν μετάλλων αυξάνει τον συντελεστή τριβής.

ENV. TOX. 1995;37:129-139