

ISTITUTO COMPRESNSIVO TRENTO5

Open day Scienze - 30 novembre 2018

L'attrito

- **Cos'è l'attrito**

In fisica l'attrito è una forza che si oppone allo scivolamento o rotazione/rotolamento di un corpo su una superficie. La forza d'attrito che si manifesta tra superfici in quiete tra loro è detta di attrito statico, mentre tra superfici in moto relativo si parla invece di attrito dinamico.

L'attrito è un fenomeno macroscopico sempre presente nel mondo reale presentando vantaggi e svantaggi a seconda del contesto di analisi e la cui origine fisica è fatta risalire alle forze di adesione tra materiali in interazione tra loro, le quali a loro volta derivano in ultima analisi dall'interazione elettrostatica tra i materiali in questione.

La forza d'attrito possiamo quindi definirla come una forza di contatto passiva, ovvero generata dal semplice contatto tra due superfici e tale da opporsi al movimento di un corpo.

Le forze di attrito sono molte, e principalmente se ne distinguono tre tipi:

- **Attrito radente (F_r)**

L'attrito radente è dovuto allo strisciamento (ad esempio, l'interazione tra due superfici piane che rimangono a contatto mentre scorrono l'una rispetto all'altra).

Si esercita tra le superfici di corpi solidi a contatto ed è espresso dalla formula:

$$F_r = \mu_r \cdot F_{\perp}$$

dove F_r è la forza di attrito radente, μ_r il coefficiente di attrito radente e F_{\perp} la componente perpendicolare al piano di appoggio della risultante delle forze agenti sul corpo.

- **Attrito volvente (F_v)**

L'attrito volvente è l'attrito che si manifesta nel moto di un corpo che si muove su un altro corpo senza strisciare (rotolando), cambiando quindi continuamente superficie di contatto.

La sua formula è la seguente:

$$F_v = \frac{\mu_v \cdot F_{\perp}}{r}$$

dove F_v è la forza d'attrito volvente, μ_v il coefficiente di attrito volvente, F_{\perp} la componente perpendicolare al piano di appoggio della risultante delle forze agenti sul corpo e r il raggio di curvatura del corpo che rotola.

A parità delle altre condizioni, infatti, la resistenza opposta dall'attrito volvente è tanto minore quanto maggiore è il raggio di curvatura del corpo che rotola

- **Attrito viscoso (F_a)**

Quando un corpo si muove all'interno di un fluido (liquido o gas) è soggetto ad una forza di attrito dovuta all'interazione del corpo con le molecole del fluido. Tale forza di attrito è legata ad un numero adimensionale detto numero di Reynolds.

La formula che descrive l'attrito viscoso (F_a) è la seguente:

$$F_a = \frac{1}{2} c_r \rho S v^2$$

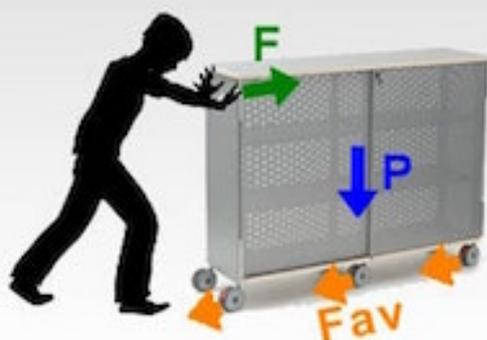
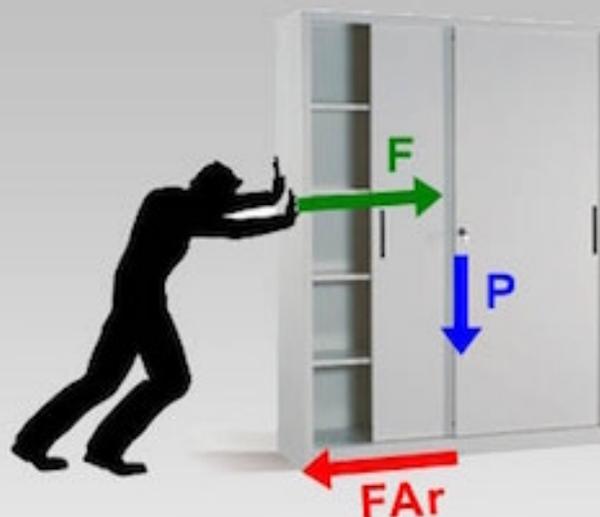
dove c_r un coefficiente aerodinamico di resistenza (adimensionale) che tiene conto della forma e del profilo del corpo in moto nel fluido, ρ la densità del fluido, S è l'area della sezione frontale del corpo e v è la velocità scalare dell'oggetto

- **Effetti dell'attrito**

Gli effetti dell'attrito sono la dispersione dell'energia meccanica (energia cinetica) in calore, il che riduce il rendimento del movimento, ma in alcuni casi questo attrito può essere utile, qualora non si cerchi un movimento ma un'adesione/controllo, soprattutto in ambito stradale, o nelle attività fisiche, permettendo gli spostamenti e azioni che altrimenti non sarebbero possibili, la tenuta stradale e la camminata/passeggiata, sono possibili anche grazie all'attrito con il suolo.

Forza d'attrito

F = Forza di spinta
F_{Ar} = Forza d'attrito radente
F_{Av} = Forza d'attrito volvente
P = Forza peso



In caso di attrito volvente, per spostare un corpo occorre meno forza, a parità di peso.

Le forze di attrito

La forza di attrito è sempre diretta in senso **contrario** al movimento.



attrito radente



attrito volvente



attrito viscoso

L'attrito nella storia

Originariamente Aristotele, in seguito alle sue osservazioni del mondo quotidiano, legò il fenomeno dell'attrito alla dinamica di un corpo, quindi di fatto non lo riconobbe: egli infatti riteneva che "un corpo tenderebbe naturalmente a fermarsi se non mosso da qualche forza terza".

Storicamente fu Galileo Galilei a rendersi conto attraverso gli esperimenti sul "piano inclinato" che l'attrito era un fenomeno a sè stante e variabile in base al tipo di contatto tra i corpi e non, come era stato ritenuto fino a quel momento una caratteristica "propria" dei corpi stessi.

Gli studi sull'attrito furono approfonditi da Coulomb che arrivò all'enunciazione di tre leggi classiche riguardanti in particolare l'attrito radente: questo dipende linearmente dal carico di compressione delle superfici, non dipende dall'estensione della superficie di contatto tra i due corpi, ed infine non dipende dalla velocità relativa di strisciamento di un corpo sull'altro.

Queste tre leggi sono in realtà approssimazioni, in quanto valide solo sotto particolari ipotesi riduttive. In particolare l'ultima legge è valida solo per velocità di strisciamento piuttosto ridotte, poiché all'aumentare della velocità il coefficiente di attrito diminuisce con legge non lineare;

Un esempio quotidiano della non validità dell'ultima legge si manifesta oggi nei freni automobilistici: la forza frenante non dipende solo dal coefficiente μ_{rd} e dalla forza che preme il tamburo sul cerchione o la pastiglia sul disco (mentre è sostanzialmente indipendente dall'estensione dell'area di quest'ultimo), ma dipende anche dalla velocità di strisciamento tra pastiglia e disco e di conseguenza una frenata di intensità costante ha una efficacia che aumenta al diminuire della velocità, causando il classico effetto di "contraccolpo" al momento dell'arresto.

La causa dell'attrito radente fu però sempre individuata nelle asperità tra le superfici a contatto fino a quando Hertz dimostrò come l'attrito radente sia dovuto soprattutto a fenomeni di adesione (legami chimici) tra le superfici a contatto, e modificò quindi il modello matematico che esprime il fenomeno. Si osserva in particolare che lastre metalliche lucidate a specchio in condizioni di vuoto spinto possiedono un coefficiente di attrito enorme.

Esperimento

Science Day 2018

Materiali:

- **Magneti (Supermag)**
- **Palline d'acciaio lucido trattato a specchio**

Procedimento:

Prendere i magneti e formare una struttura romboidale regolare di dimensione a piacere, posizionando sui vertici le palline di metallo. Posizionare su una delle palline posta al vertice un' ulteriore pallina e un magnete individuando così il punto di rotazione.

Osservazioni:

Imprimendo un momento rotazionale alla struttura questa gira su sè stessa a lungo e molto velocemente, grazie alla poca forza di attrito data dalle ridotte superfici a contatto, alla giunzione magnetica ed al trattamento a specchio delle superfici.

Tale attrito posso ridurlo ulteriormente utilizzando del lubrificante posizionato tra le due palline.

In fisica l'attrito è una forza che si oppone allo scivolamento o rotazione di un corpo su una superficie.

Variante:

Se si aumenta l'attrito togliendo una delle due palline, quando si applica il momento rotazionale la struttura gira più difficilmente.

Questo perché la superficie di contatto aumenta e quindi l'attrito è più elevato di quello delle due palline a contatto.



