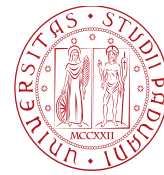


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Dinamica del punto materiale : la forza di attrito

Laboratorio



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Il laboratorio di FISICA si svolgerà a partire dal 22 novembre 2023 presso i Laboratori Didattici di Fisica al primo piano (stanza 111) del Polo Didattico con Ingresso da Via L. Loredan 10.

- **Vi ricordo che la frequenza è OBBLIGATORIA per le 3 esperienze, senza la frequenza del Laboratorio non è possibile la registrazione, dell'esame di FISICA. Non sono previsti turni di recupero. Al termine della terza esperienza ci sarà un test basato su quanto svolto in Laboratorio.**
- Il laboratorio si svolgerà in gruppi da due persone, vi chiedo di prenotarvi inserendo il vostro nome a questo link:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KljhjOS_UWtW8236M2ySc_PxoACWoSD8FvW4-3D1Csg/edit?usp=sharing

Mantenendo la STESSA SUDDIVISIONE in TURNO 1 e TURNO 2 definita per il laboratorio di Chimica, il calendario è il seguente:

Prima esperienza

- Turno 1 mercoledì 22 novembre ore 14:30 -16:30
- Turno 2 giovedì 23 novembre ore 9:30 -11:30

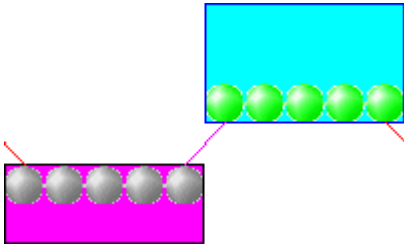
Seconda esperienza

- Turno 1 mercoledì 6 dicembre ore 12:30 -14:30
- Turno 2 mercoledì 6 dicembre ore 14:30 -16:30

Terza esperienza e test finale

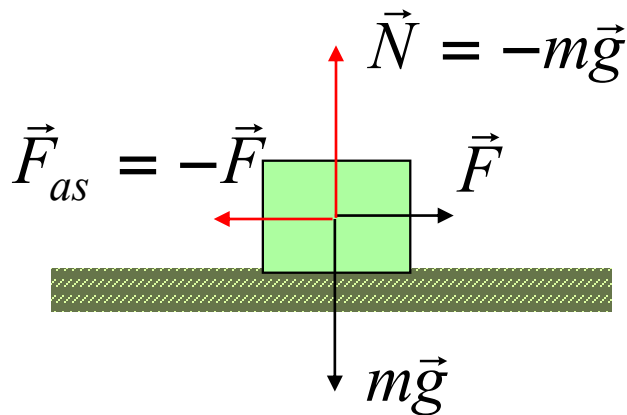
- Turno 1 martedì 9 gennaio ore 14:30 -16:30
- Turno 2 mercoledì 10 gennaio ore 14:30 -16:30

Forza di attrito



La forza d'attrito è la manifestazione macroscopica della forza elettromagnetica tra gli atomi dei materiali

Attrito statico

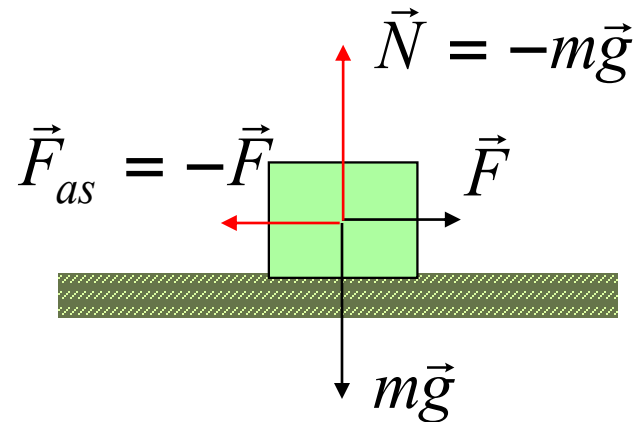


Quando si applica la forza F , non c'è **nessun movimento**

La forza di attrito è parallela al piano!!

\vec{F}_{as} **Forza di attrito statico**

Forza di attrito statico



Se F cresce, cresce anche $F_{as} = -F$, fino ad un valore massimo:

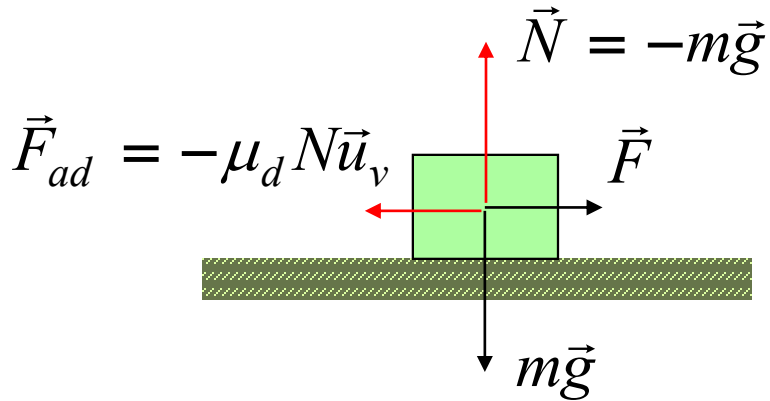
$$F_{as}^{\max} = \mu_s N$$

μ_s \longrightarrow coefficiente di attrito statico

dipende dai materiali dei corpi a contatto,
dalla lavorazione delle superfici

Quando $F > \mu_s N$ il corpo si muove

Forza di attrito dinamico



Quando il corpo si muove, al moto si oppone la forza di attrito dinamico

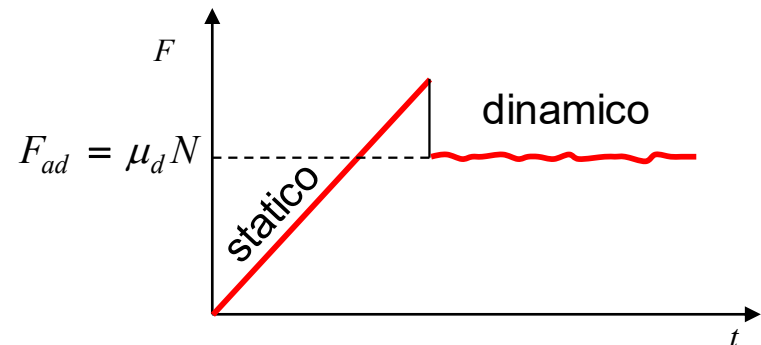
$$\vec{F}_{ad} = -\mu_d N \vec{u}_v$$

versore della velocità

μ_d coefficiente di attrito dinamico

sempre

$$\mu_d < \mu_s$$



Anche μ_d dipende dalla natura dei corpi a contatto e dal tipo di superfici

Quando una superficie non presenta attrito si dice liscia

Coefficienti di attrito



https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html

$$F_{as} \leq \mu_s N$$

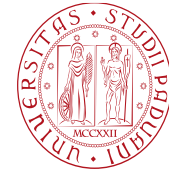
$$F_{as}^{\max} = \mu_s N$$

$$F_{ad} = \mu_d N$$

$$\mu_d < \mu_s$$

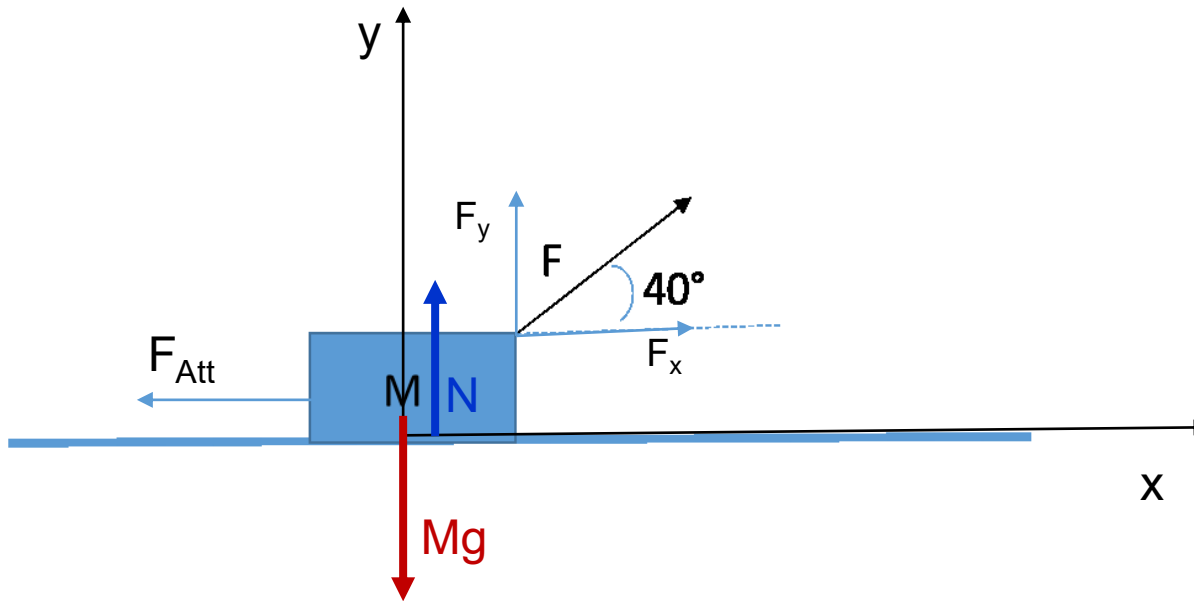
materiali	μ_d	μ_s
gomma su asfalto (asciutto)	0.80	0.90
gomma su asfalto (bagnato)	0.25	0.30
acciaio su acciaio	0.57	0.74
vetro su vetro	0.40	0.94
legno su cuoio	0.25	0.30
rame su acciaio	0.36	0.53
acciaio su ghiaccio	0.06	0.10
sci su neve	0.05	0.10
teflon su teflon	0.04	0.04

Esercizio



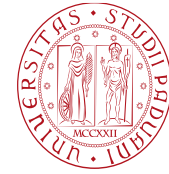
Un blocco di massa $M= 30 \text{ kg}$ viene trascinato lungo un piano orizzontale scabro. Al corpo viene applicata una forza F che forma un angolo di 40° con l'orizzontale e la forza è costante e ha modulo $F= 5 \text{ N}$.

Sapendo che il blocco si muove con velocità costante, calcolare il coefficiente di attrito dinamico tra il blocco e il piano.



$$F_x = F \cos 40^\circ$$
$$F_y = F \sin 40^\circ$$

Esercizio



Il corpo si muove a velocità costante lungo l'asse x scelto e non si muove lungo l'asse y quindi possiamo scrivere l'equazione per la risultante delle forze lungo l'asse x e lungo l'asse y imponendo che l'accelerazione sia nulla.

$$\text{asse x} \quad F \cos 40^\circ - F_A = F \cos 40^\circ - \mu_d N = 0$$

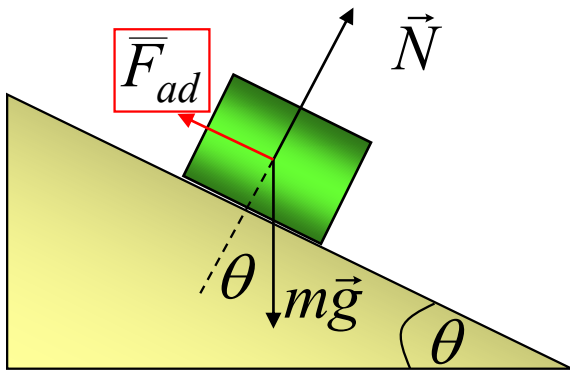
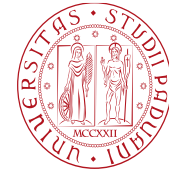
$$\text{asse y} \quad -Mg + F \sin 40^\circ + N = 0 \quad \longrightarrow \quad N = Mg - F \sin 40^\circ$$

Sostituendo il valore di N nella prima equazione otteniamo che:

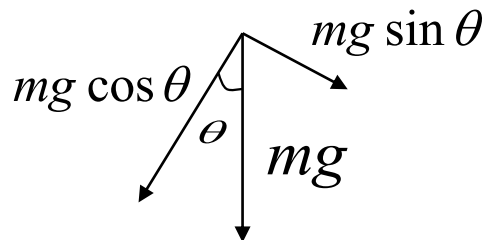
$$F \cos 40^\circ - \mu_d (Mg - F \sin 40^\circ) = 0$$

$$\mu_d = F \cos 40^\circ / (Mg - F \sin 40^\circ) = 0.013$$

Piano inclinato scabro



Un corpo di massa m scende lungo un piano inclinato scabro

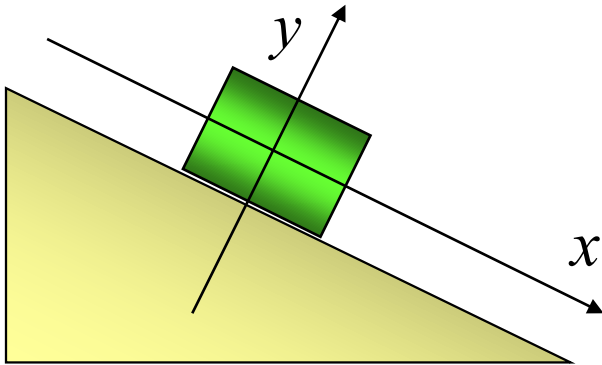


$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_a = m\vec{a}$$

Piano inclinato scabro



E' conveniente utilizzare un sistema di riferimento solidale al piano



$$\begin{aligned}x : mgsen\theta - \mu_d N &= ma_x \\y : N - mg \cos\theta &= 0\end{aligned}$$

La componente del peso ortogonale al piano si annulla con la reazione vincolare

$$a_x = g(\sin\theta - \mu_d \cos\theta)$$

Se inizialmente il corpo scende

$$v_x > 0, \vec{v} \parallel \vec{a} \text{ il verso dipende da } (\sin\theta - \mu_d \cos\theta)$$