

# DINAMICA



Studio del movimento considerando la cause che lo generano, ovvero le forze.

# Quantità di moto

Primo principio della dinamica:

$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} = k$$

Quantità di moto:  $\vec{L} = m\vec{v}$

$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{L} = k$$

Primo principio della dinamica:

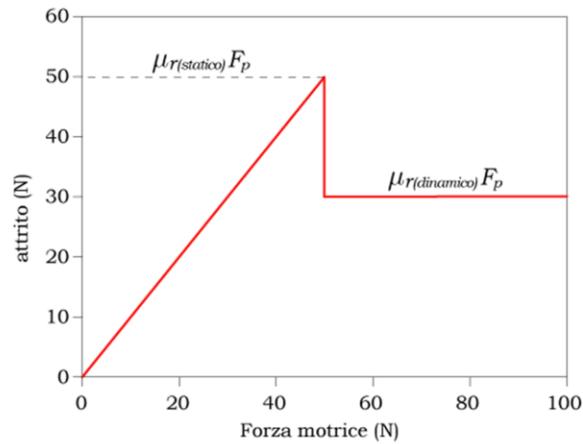
“Un corpo persevera nel proprio stato di quiete o moto rettilineo uniforme quando la risultante delle forze che agiscono su di esso è nulla”.

In assenza di accelerazione di gravità, è comunque necessario applicare una forza per sollevare una massa (per es. un bilanciere di 50 kg che si trova fermo sul pavimento) ? Perché?

Quanta forza è necessaria per fargli raggiungere la velocità di 2 m/s in un secondo?

# Attrito

1. Radente
2. Volvente
3. Viscoso



Attrito statico e dinamico

Attrito: forza dissipativa (non conservativa) che si oppone al movimento, sottraendo energia meccanica e convertendola in calore.

Radente: sci su neve. Volvente: mozzo bicicletta, freni a tamburo. Viscoso: aria, acqua.

L'attrito può essere statico o dinamico. Se è dinamico è costante (a prescindere dalla forza applicata) e dipende solo dal coefficiente di attrito delle superfici dei materiali a contatto.

# Attrito radente

$$\vec{F}_r = k\vec{F}_p$$

k: coefficiente di attrito

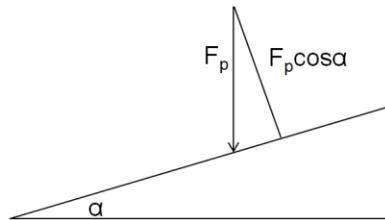
$F_p$ : peso del corpo

Se superficie non orizzontale:

$$F_r = kF_p \cos \alpha$$

$\alpha$ : angolo tra superficie e orizzontale

$$F_p \cos \alpha = F_{\perp}$$



## Esercizio 1

$$F_p = mg = 0,17 \cdot 9,8 = 1,7N$$

$$F_r = kF_p = 0,1 \cdot 1,7 = 0,17N$$



Calcolare l'attrito dinamico che si oppone all'avanzamento di un disco da hockey su una pista di ghiaccio. La massa del disco è 0,17 kg, il coefficiente attrito gomma-ghiaccio (da tabella) è  $k = 0,1$ .

## Esercizio 2



$$F_a = kF_p \Rightarrow k = \frac{F_a}{F_p} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad \Delta s = v_m \Delta t$$

Un disco da hockey del peso di 1,1 N scivola sul ghiaccio per 15 m prima di fermarsi.

La sua velocità iniziale è 6,1 m/s. Hp: moto uniformemente accelerato.

Calcolare il coefficiente di attrito dinamico e l'intensità della forza di attrito tra disco e ghiaccio.

Per calcolare il coefficiente di attrito è necessario conoscere il valore della forza di attrito.

Poi si calcola il valore di  $a$  dai dati cinematici.

$$v_m = \frac{v_i + v_f}{2} = \frac{(6,1 + 0)}{2} = 3,05 \frac{m}{s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v_m} = \frac{15}{3,05} = 4,9s$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(0 - 6,1)}{4,9} = -1,2 \frac{m}{s^2}$$

$$k = \frac{a}{g} = \frac{-1,2}{-9,8} \cong 0,12 \quad F_a = 0,12 \cdot 1,1N = 0,13N$$

## Esercizio 3



$$v_i = 25 \frac{km}{h} \Rightarrow v_i = 25 / 3,6 = 6,9 \frac{m}{s} \quad v_f = 0$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(0 - 6,9)}{10} = -0,69 \frac{m}{s^2}$$

$$F = ma = 75 \cdot (-0,69) = -52N$$

Una bicicletta viaggia su una strada pianeggiante alla velocità di 25 km/h.

Il ciclista smette di pedalare e frena, fermandosi in 10 secondi.

Calcolare l'attrito complessivo che ha arrestato il moto,

assumendo che la massa complessiva del sistema (ciclista + bicicletta) sia 75 kg.

## Esercizio 4



$\alpha=30^\circ$ ;  $m=80$  kg;  $F_a?$

Un discesista scende lungo un pendio inclinato di  $30^\circ$  rispetto all'orizzontale, con traiettoria rettilinea.

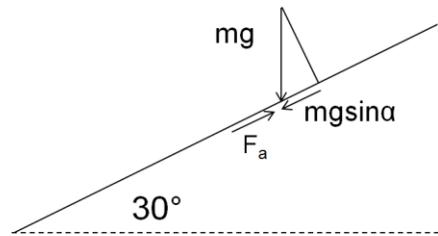
La sua velocità è costante. La massa complessiva del sistema sciatore + sci è uguale a 80 kg.

$H_p$ : resistenza dell'aria trascurabile.

Calcolare la forza di attrito **dinamico** dovuta al contatto degli sci sulla superficie nevosa.

$$F_a = F_{p//}$$

$$F_a = F_{p//} = mg \sin \alpha = 80 \cdot 9,8 \cdot \frac{1}{2} = 392N$$



In un primo tratto della discesa il moto è uniformemente accelerato, poi diventa uniforme (con  $v =$  velocità limite) nel momento in cui le forze di attrito e la componente della forza peso parallela al piano sono in equilibrio.

Quindi la condizione di moto rettilineo uniforme è:  $F_a = F_{p//}$

## Lavoro, potenza ed energia

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s} [J] \qquad P = \frac{L}{\Delta t} \left[ \frac{J}{s} \right] = [W]$$

Nel caso in cui si abbia moto uniforme con velocità  $v$ :  $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

Energia potenziale gravitazionale (dipende dalla quota  $h$ ):  $E_g = mgh$

Energia cinetica (dovuta al movimento del corpo):  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

Energia meccanica (escludendo la presenza di energia elastica)

$$E_m = E_g + E_c$$

L'unità di misura dell'energia è sempre il J, come per il lavoro.

## Esercizio 5

$$h = 1,6 - 0,8$$

$$L = E_g = mgh = 100 \cdot 9,8 \cdot 0,8 = 784J$$

$$P = \frac{L}{\Delta t} = \frac{784}{2} = 392W$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0,8}{2} = 0,4 \frac{m}{s}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot (0,4)^2 = 8J$$



Un powerlifter solleva un bilanciere di 100 kg in 2 s, da un'altezza di 80 cm ad una di 160 cm.

Hp: velocità costante.

Calcolare lavoro, potenza ed energia cinetica.

## Esercizio 6

$$v = 12 \frac{km}{h} = 3,33 \frac{m}{s} \Leftrightarrow 5 \frac{min}{km}$$

$$P = 15 \frac{W}{kg} \cdot 70kg = 1050W$$



Calcolare il dispendio energetico di un podista di 70 kg che percorre 2 km di corsa alla velocità costante di 12 km/h.

Solitamente i valori di potenza unitaria (ovvero lavoro per unità di tempo per kg di massa corporea) sono riferiti alla velocità di corsa espressa in min/km:

$$12 \text{ km/h} \leftrightarrow 1/12 \text{ h/km} = 60/12 \text{ min/km} = 5 \text{ min/km}$$

Nella corsa a 5 min/km la potenza unitaria è circa 15 W/kg (da tabella).

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{2000}{3,33} = 600s$$

$$L = P \cdot \Delta t = 1050W \cdot 600s = 630000J$$

$$1cal = 4,186J \Rightarrow$$

$$\frac{630000}{4,186} = 150501cal \approx 150kcal$$

hp: tutta l'energia viene trasformata in lavoro

## Esercizio 7

$$\Delta E_c = \Delta E_p$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{9^2}{2 \cdot 9,8} = 4,1m$$



Nel salto con l'asta l'atleta cerca di convertire tutta l'energia cinetica acquisita con la rincorsa in energia potenziale sfruttando l'elasticità dell'asta.  
Se l'atleta raggiunge la velocità di 9 m/s al momento dello stacco, quale sarà l'altezza che raggiunge il suo baricentro?