Lezione 5
Le leggi del moto di Newton

Ezio Maina

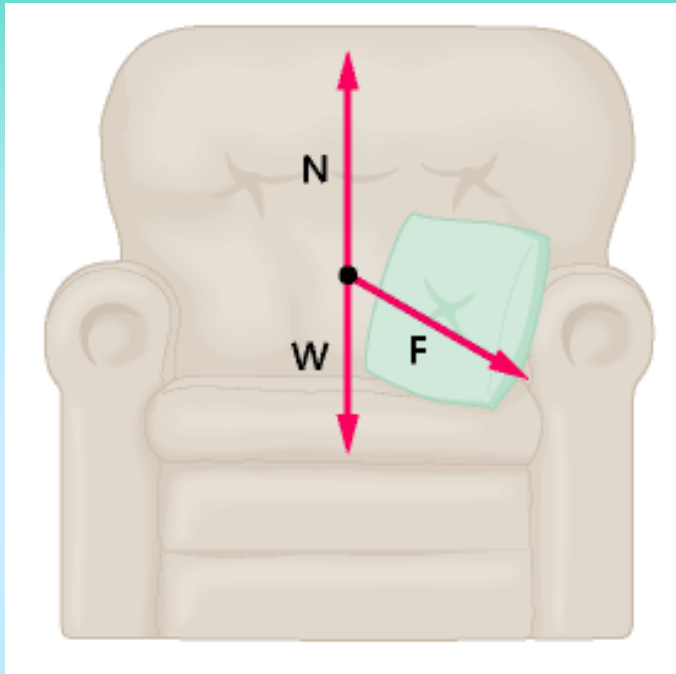
Corso di Laurea in Farmacia

Anno accademico 2022 -2023

Corso di Fisica

La lezione di oggi

Passiamo da Cinematica a Dinamica



Non pensiamo solo al moto ma anche alle CAUSE del moto

➔ le forze

Le leggi del moto di Newton

- Cinematica (descrizione del moto) → dinamica (dal greco *dunamis*, forza): studio delle cause del moto
- Newton, 1687 → scienza quantitativa e predittiva (Halley e la cometa)
- Smettono di valere solo a velocità prossime alla velocità della luce o dimensioni dell'ordine dell'atomo

- **Forza e massa**
- La prima legge del moto di Newton
- La seconda legge del moto di Newton
- La terza legge del moto di Newton
- Peso/Peso apparente/Forza normale

Forza e massa

- Forza: spinta o trazione
- La forza è un vettore (modulo, direzione, verso)

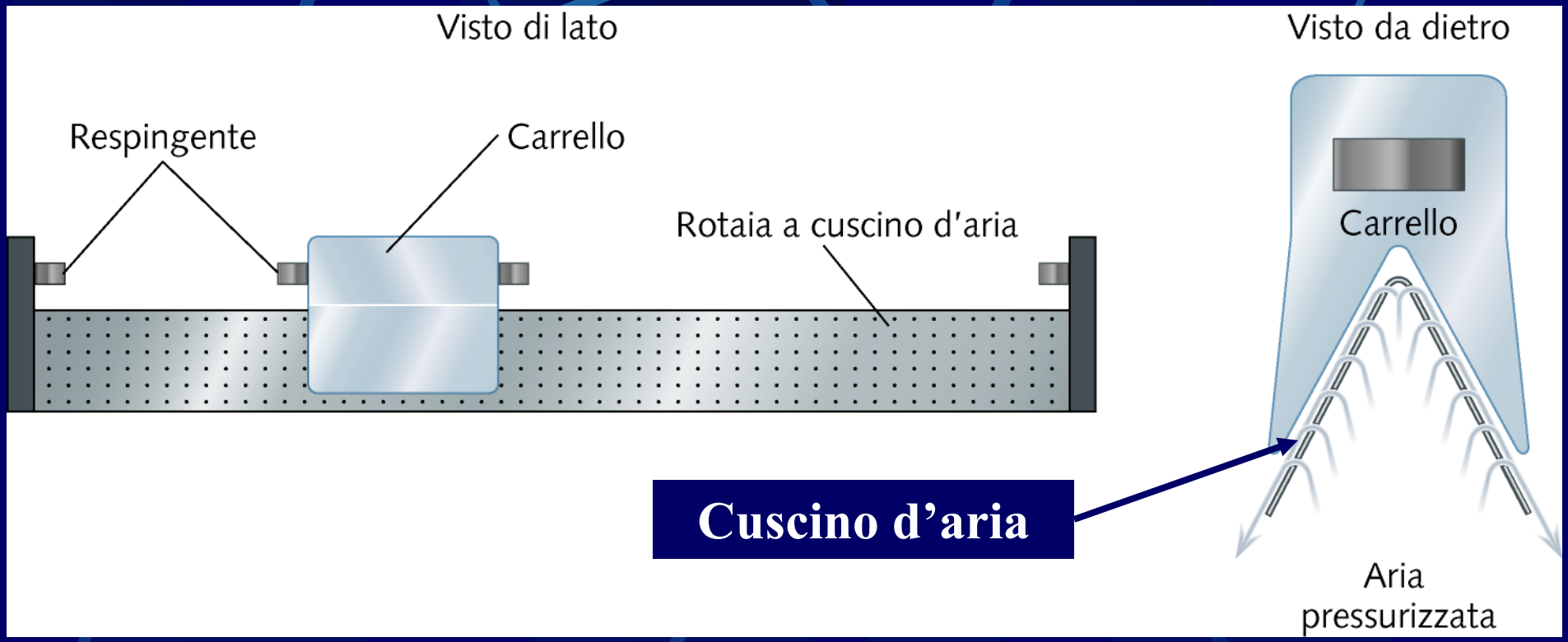
- Massa: rappresenta la misura di quanto sia difficile far cambiare la velocità di un oggetto
- Ovvero, è la quantità di materia in un oggetto
- La massa è uno scalare
- Si misura in kg

- Forza e massa
- **La prima legge del moto di Newton**
- La seconda legge del moto di Newton
- La terza legge del moto di Newton
- Peso/Peso apparente/Forza normale

La prima legge del moto di Newton

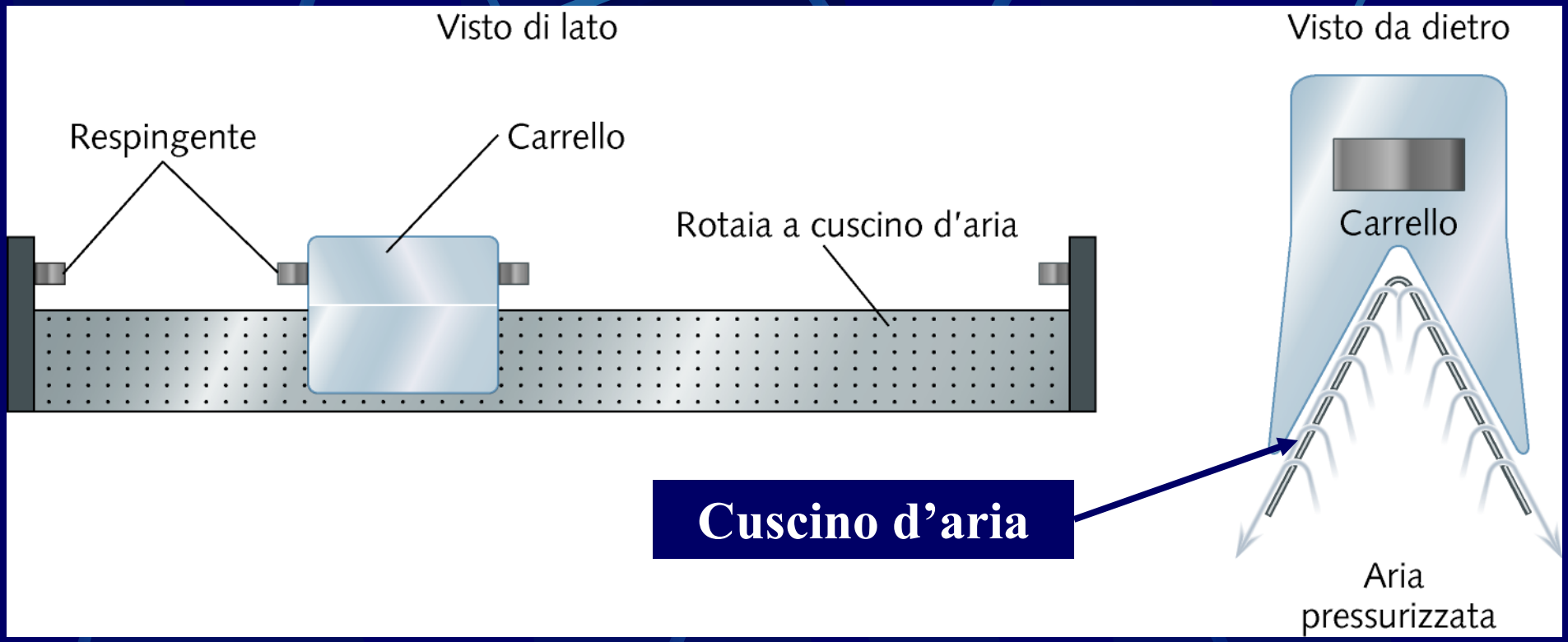
- Un oggetto non cambia il proprio stato (quiete o moto rettilineo uniforme) finchè su di esso non agiscono forze con risultante diversa da 0
  - Un oggetto fermo, rimane fermo se nessuna forza agisce su di esso
  - Un oggetto che si muove di moto rettilineo uniforme continua a muoversi di moto rettilineo uniforme se nessuna forza agisce su di esso
  - Se la risultante delle forze che agiscono su un corpo è zero, la velocità del corpo non cambia (è 0 oppure rimane costante)

La prima legge del moto di Newton



Se chiudo il getto d'aria, il carrello si ferma
→ forza di attrito

La prima legge del moto di Newton



Con il cuscino d'aria: spingo il carrello e questo si muove di moto rettilineo uniforme, finchè non incontra il respingente

→ Carrello infinito: moto rettilineo uniforme per una distanza infinita

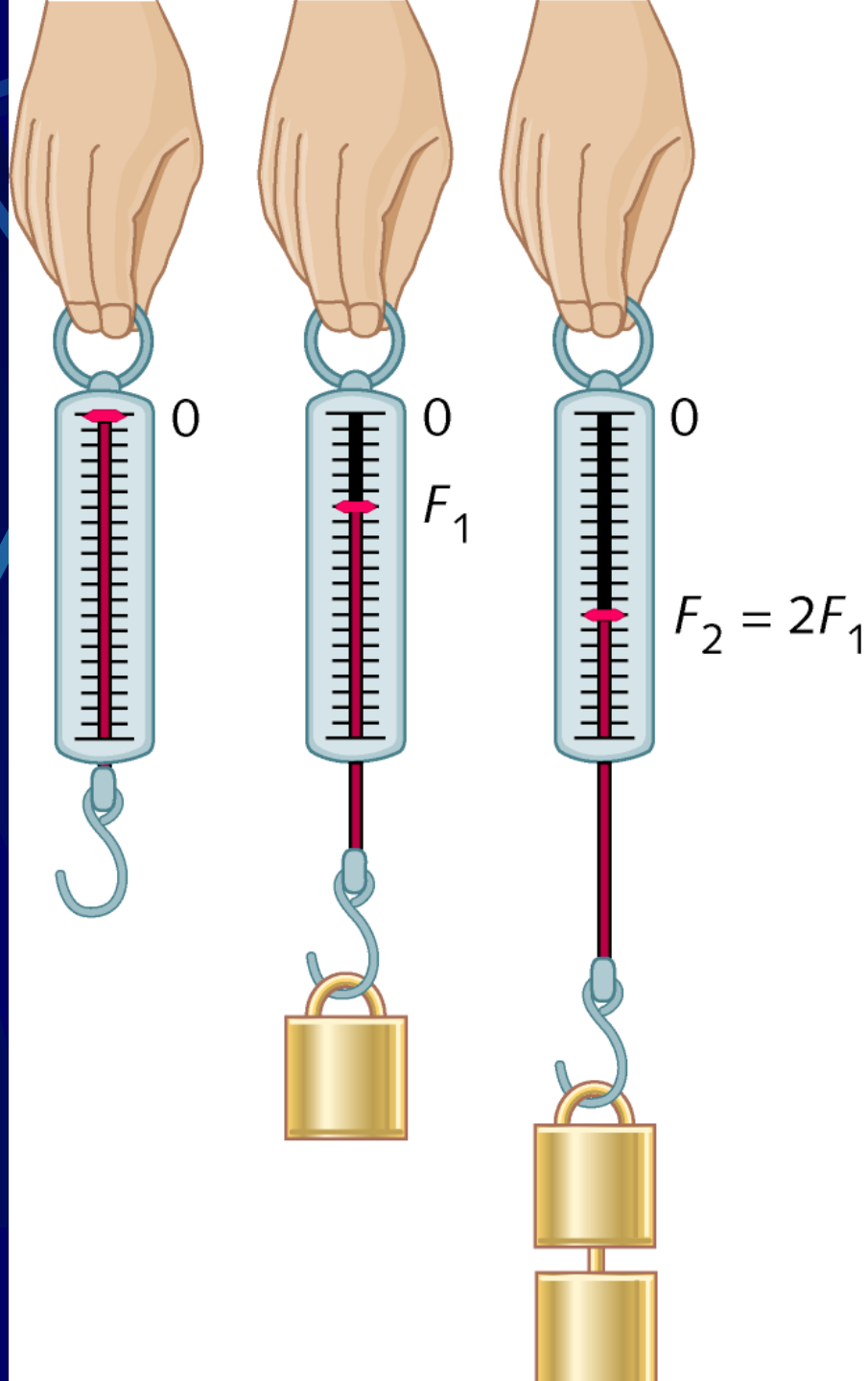
- Forza e massa
- La prima legge del moto di Newton
- **La seconda legge del moto di Newton**
- La terza legge del moto di Newton
- Peso/Peso apparente/Forza normale

La seconda legge del moto di Newton

Tengo in mano un dinamometro (bilancia a molla). Se non attacco nulla al gancio, l'indice segna 0

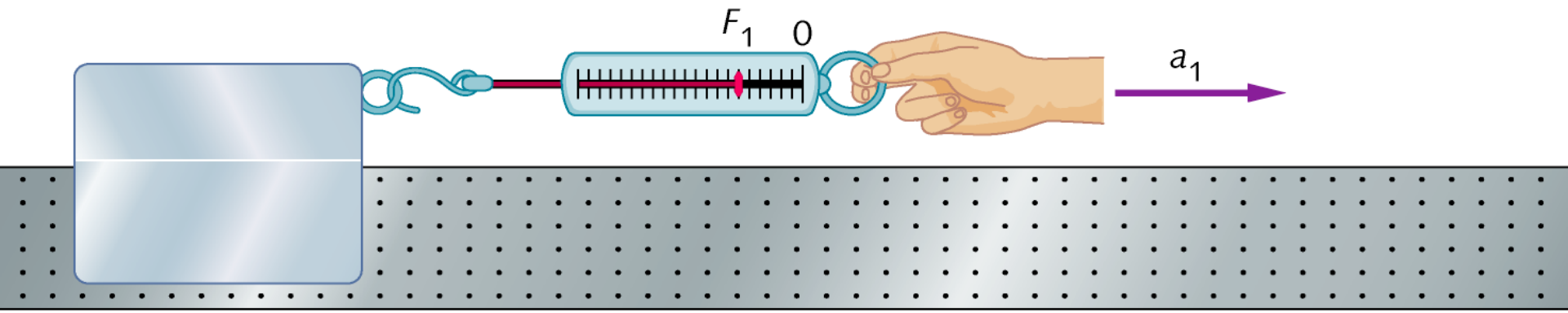
Se appendo al gancio una massa M, l'indice segna F_1

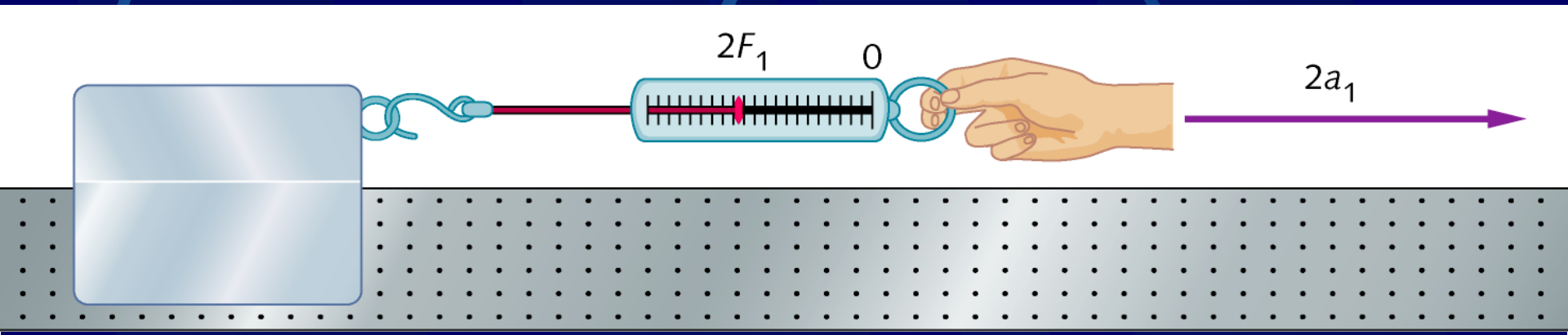
Se aggiungo al gancio una seconda massa M (quindi passo da M a 2M), l'indice segna $F_2 = 2F_1$



La seconda legge del moto di Newton

Tiro il carrello applicando una forza F_1 → si muove con moto uniformemente accelerato, con accelerazione a_1

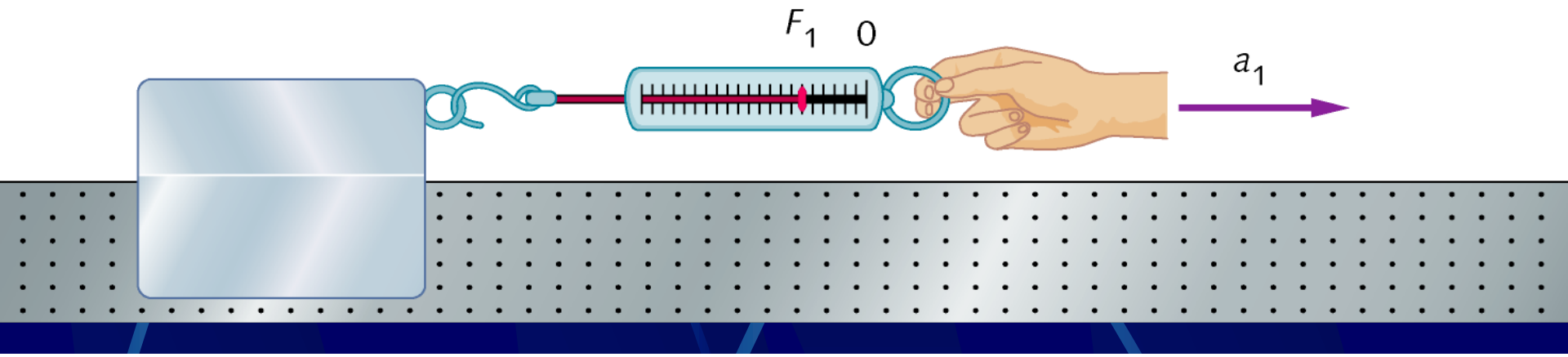


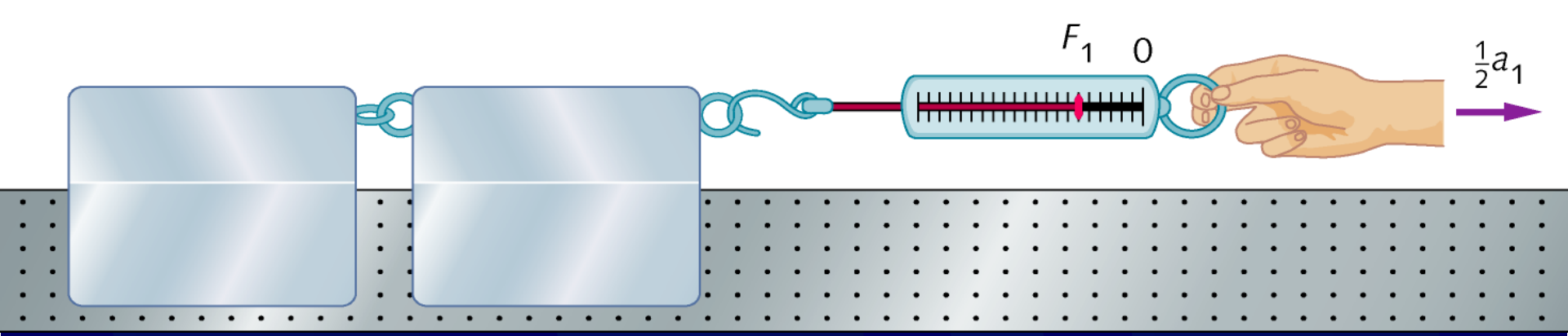


Tiro il carrello applicando una forza $F_2=2F_1$ → si muove con moto uniformemente accelerato, con accelerazione $a_2=2a_1$

La seconda legge del moto di Newton

Tiro il carrello applicando una forza F_1 → si muove con moto uniformemente accelerato, con accelerazione a_1





Tiro 2 carrelli applicando una forza F_1 → si muovono con moto uniformemente accelerato, con accelerazione ½(a_1)

La seconda legge del moto di Newton

Una forza F agisce su un corpo di massa m

$$F = ma$$

Un corpo di massa m sul quale agiscono forze di risultante $\sum \vec{F}$ si muove con accelerazione $\vec{a}$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

L'unità di misura della forza

$$1\,\text{newton} = 1\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\text{dimensionalmente}: [\text{M}][\text{L}][\text{T}^{-2}]$$

Imparo a utilizzare le leggi di Newton per risolvere un esercizio (= descrivere un esperimento)

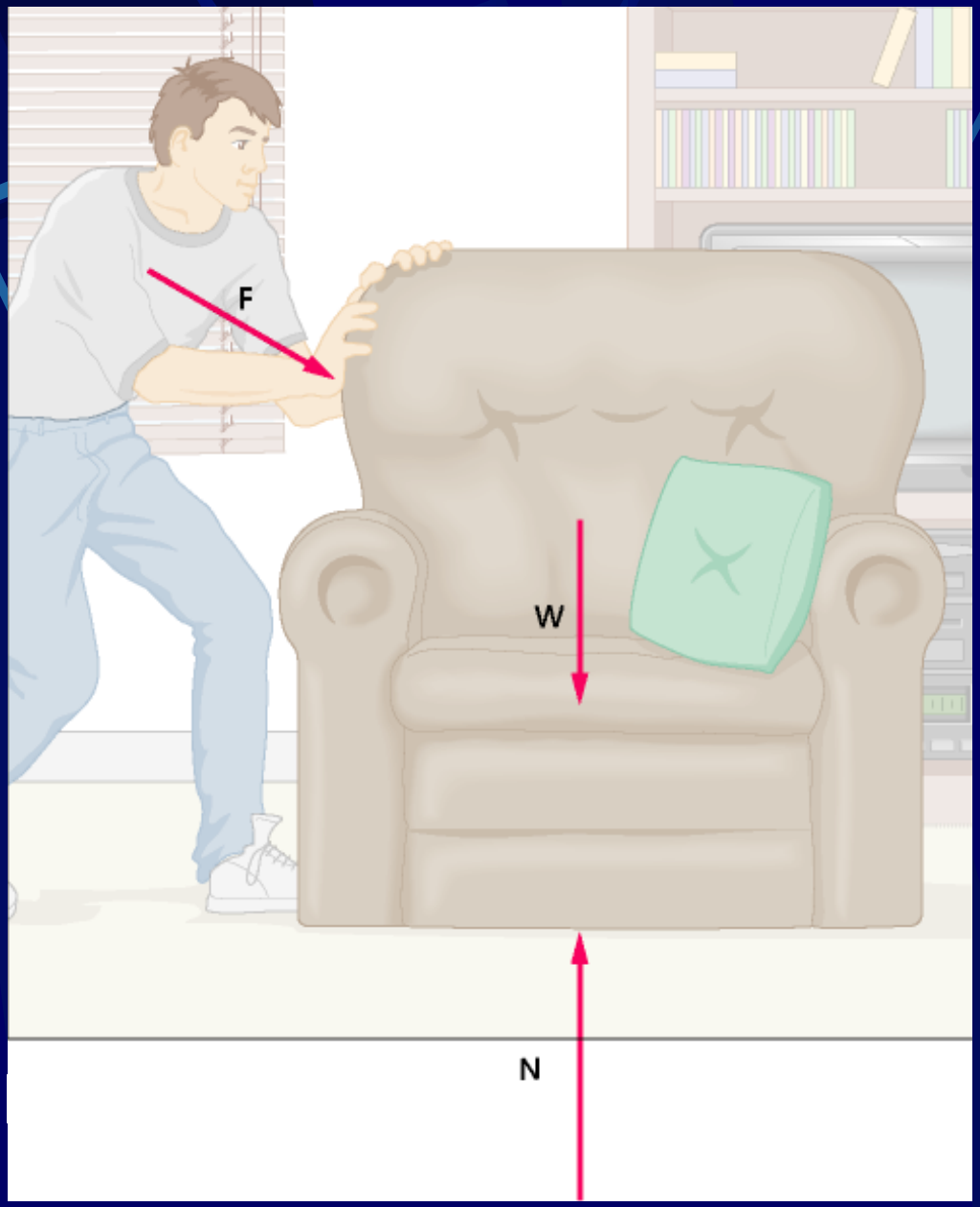
Schemi di corpo libero

Schemi di corpo libero

Occhio,

le forze sono vettori

(modulo, direzione, verso)

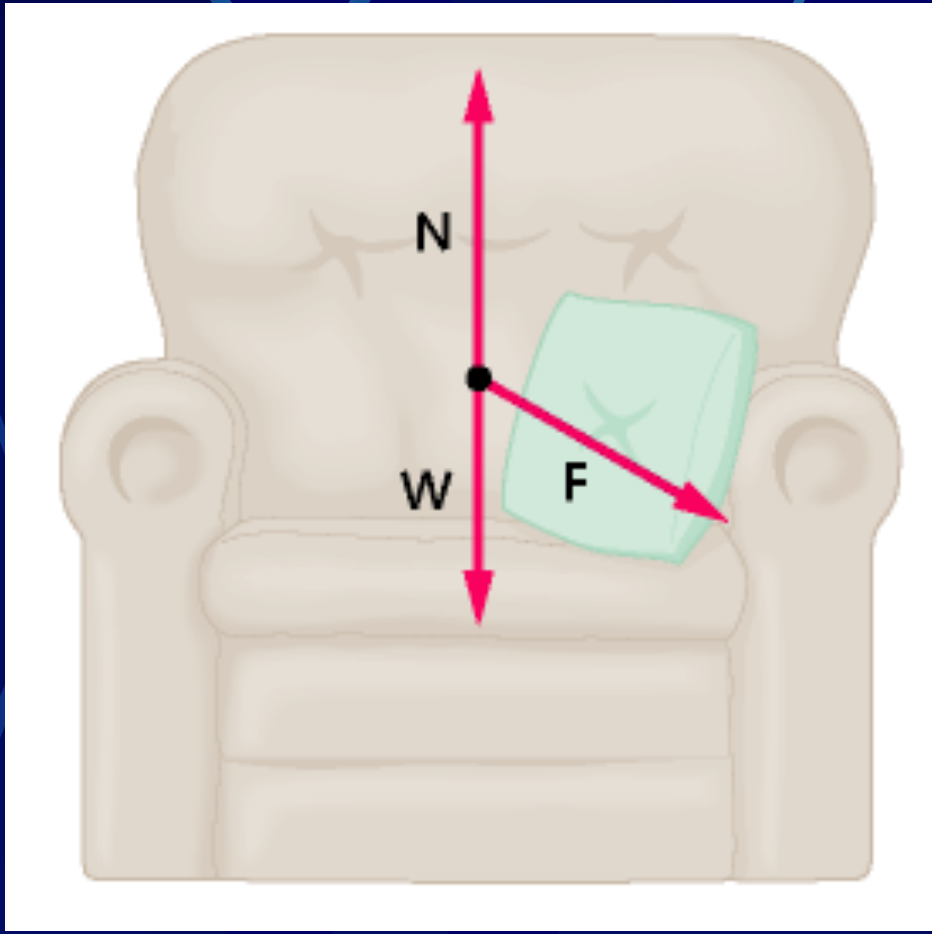


Forza perpendicolare (normale) alla superficie del pavimento

Schemi di corpo libero

Applico tutte le forze al baricentro dell'oggetto in esame

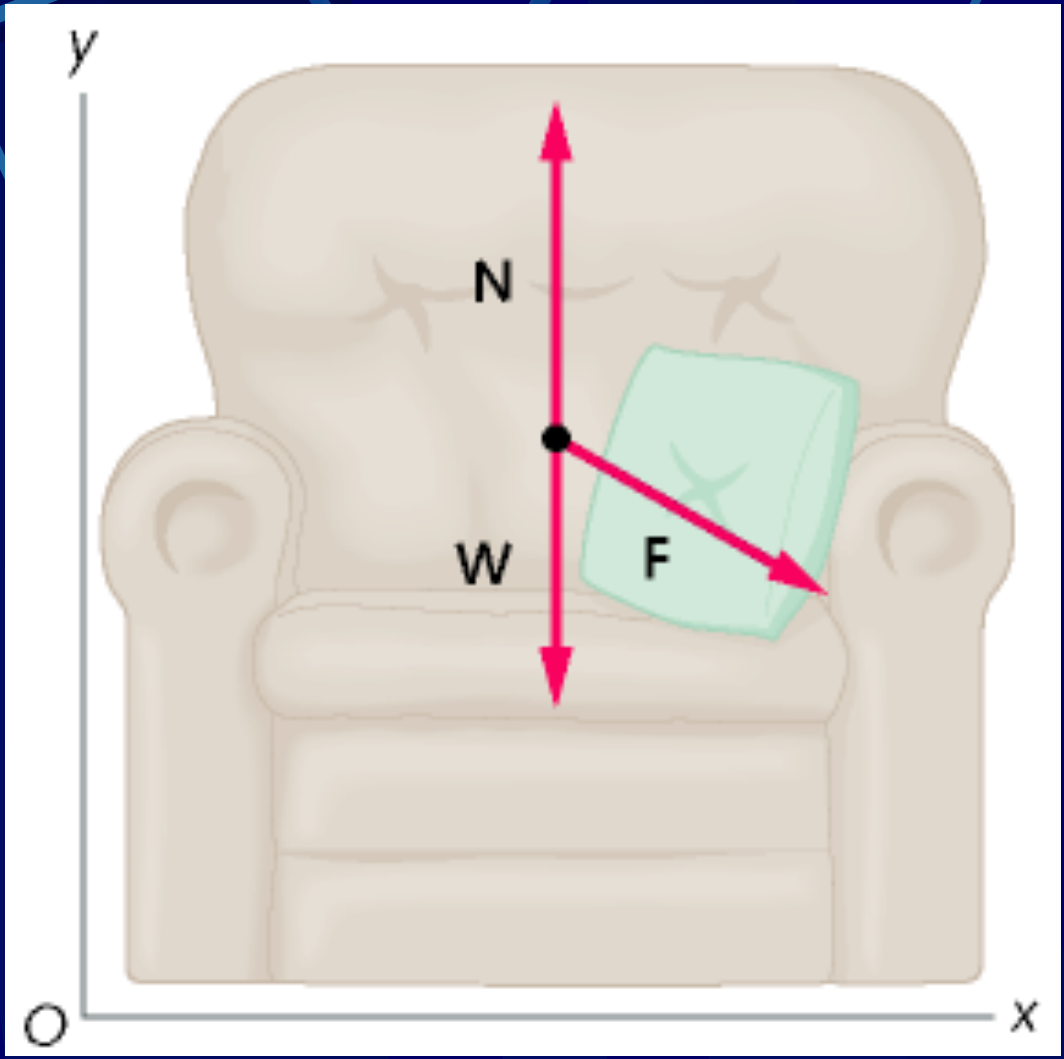
(che quindi è considerato puntiforme)



Schemi di corpo libero

Scelgo un sistema di assi cartesiani in modo opportuno

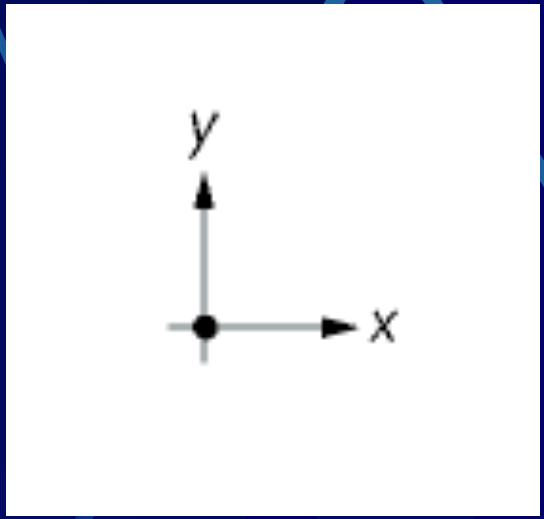
→ che mi semplifichi la vita

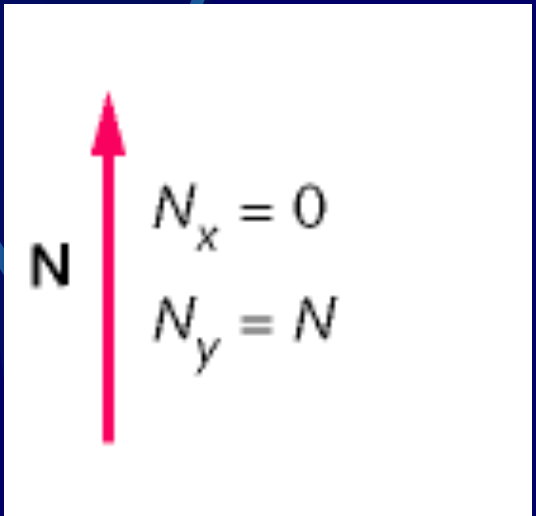


Schemi di corpo libero

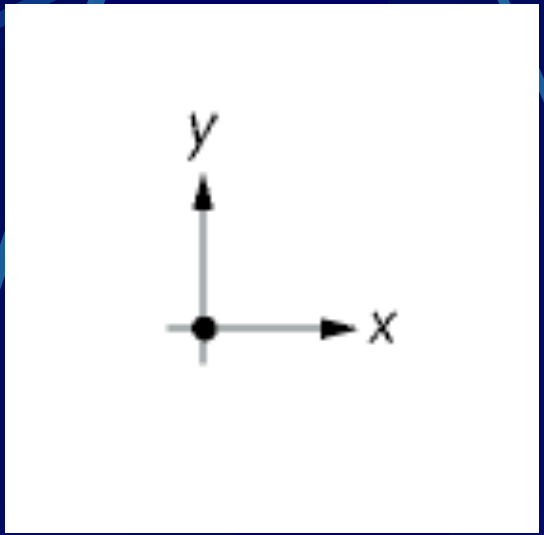
D'ora in avanti userò solo i vettori

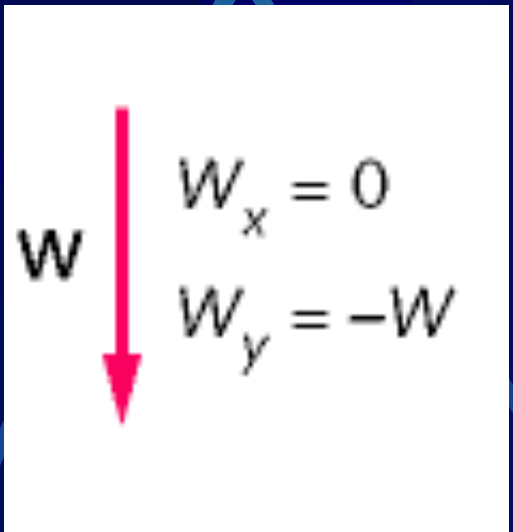
Scompongo le forze nelle loro componenti



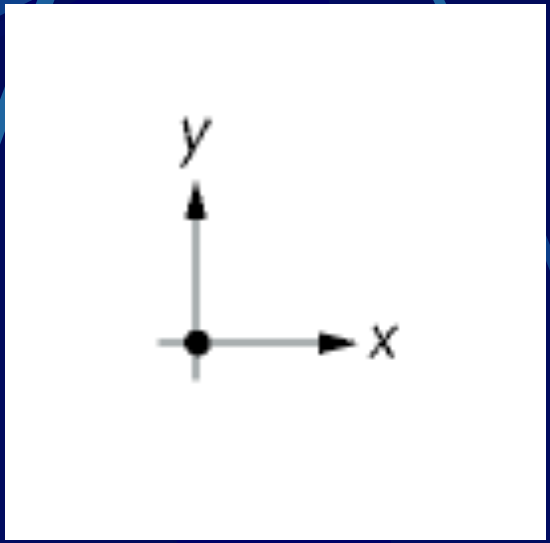


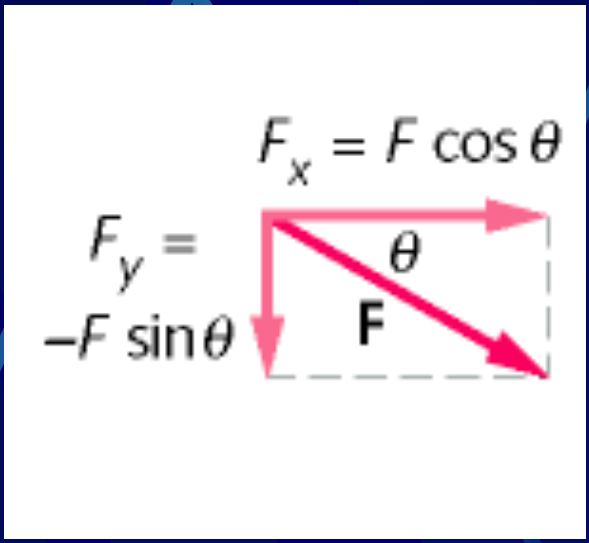
Schemi di corpo libero





Schemi di corpo libero





- Forza e massa
- La prima legge del moto di Newton
- La seconda legge del moto di Newton
- **La terza legge del moto di Newton**
- Peso/Peso apparente/Forza normale

La terza legge del moto di Newton

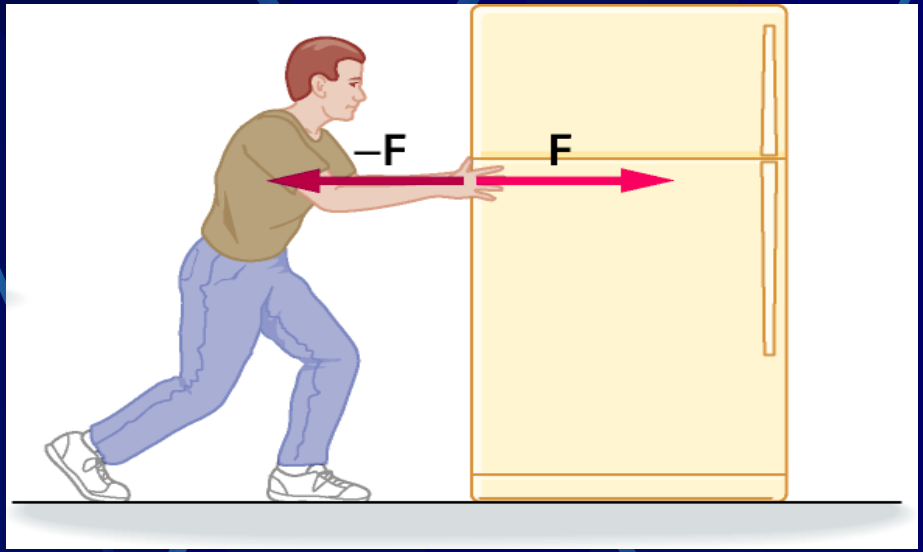
- Per ogni forza (azione) che agisce su un corpo, c'è una forza (reazione) che agisce su un corpo diverso e ha uguale modulo e direzione, e verso opposto

- Se il corpo 1 esercita una forza **F** sul corpo 2, allora il corpo 2 esercita una forza –**F** sul corpo 1

La terza legge del moto di Newton

F sul frigorifero

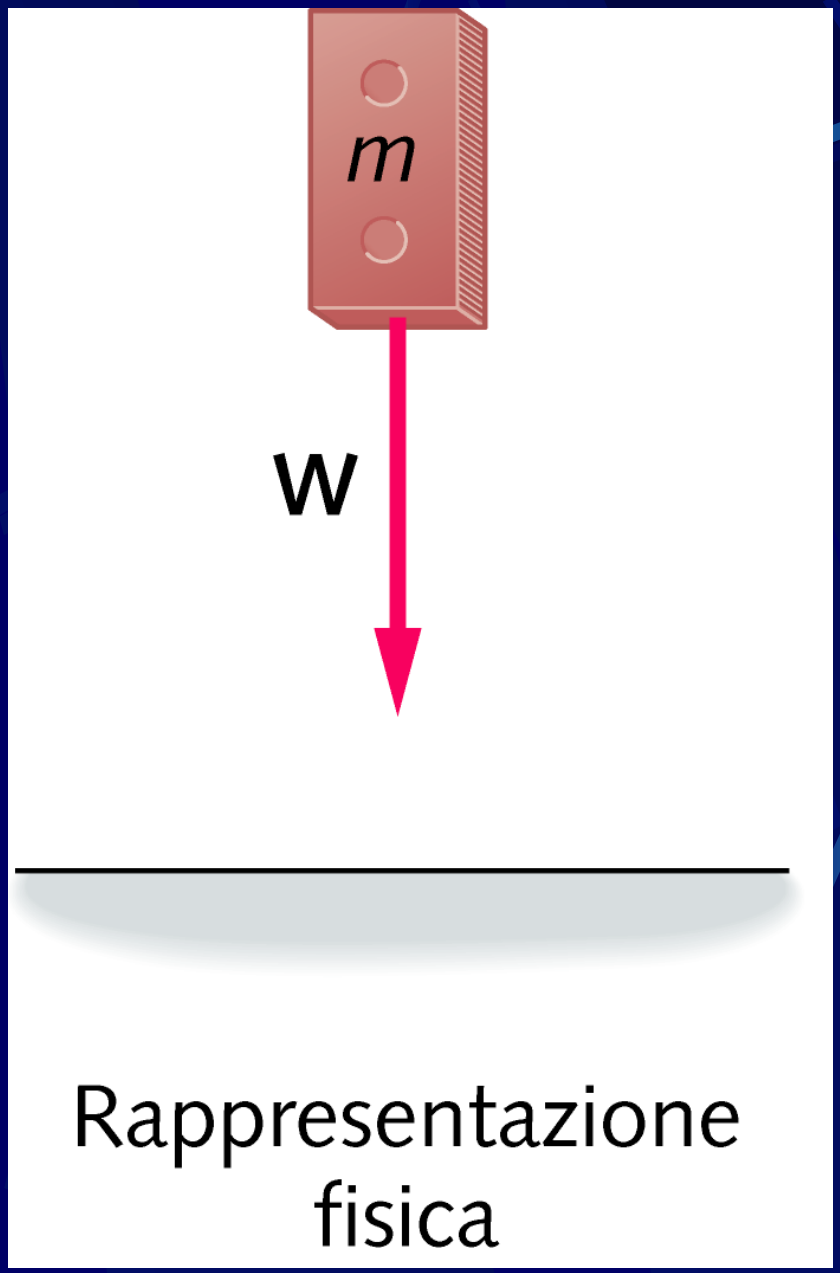
-F sulla persona



Occhio

Le forze non si eliminano a vicenda !

- Forza e massa
- La prima legge del moto di Newton
- La seconda legge del moto di Newton
- La terza legge del moto di Newton
- **Peso/Peso apparente/Forza normale**

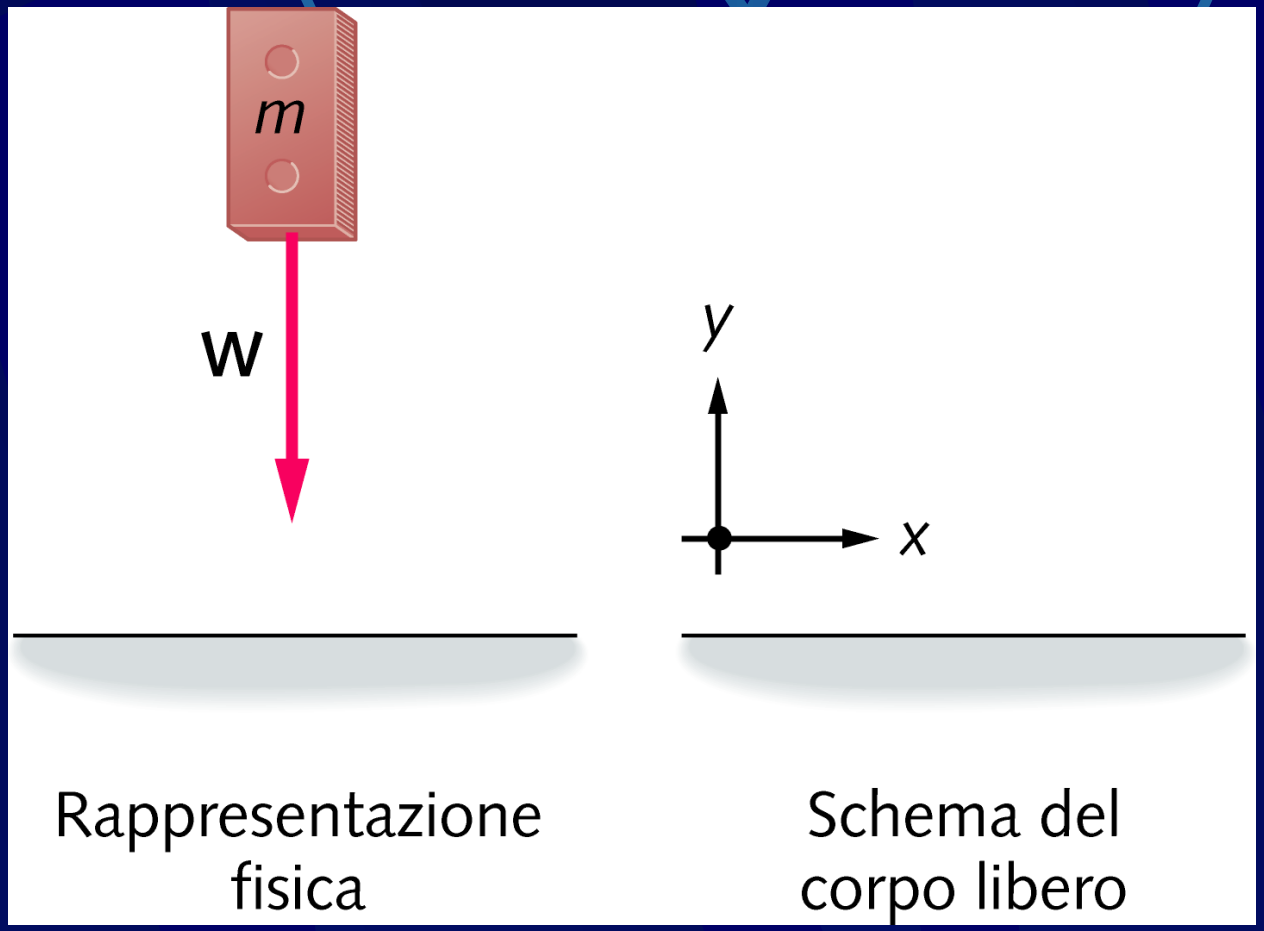


Il peso

Un mattone nel campo gravitazionale

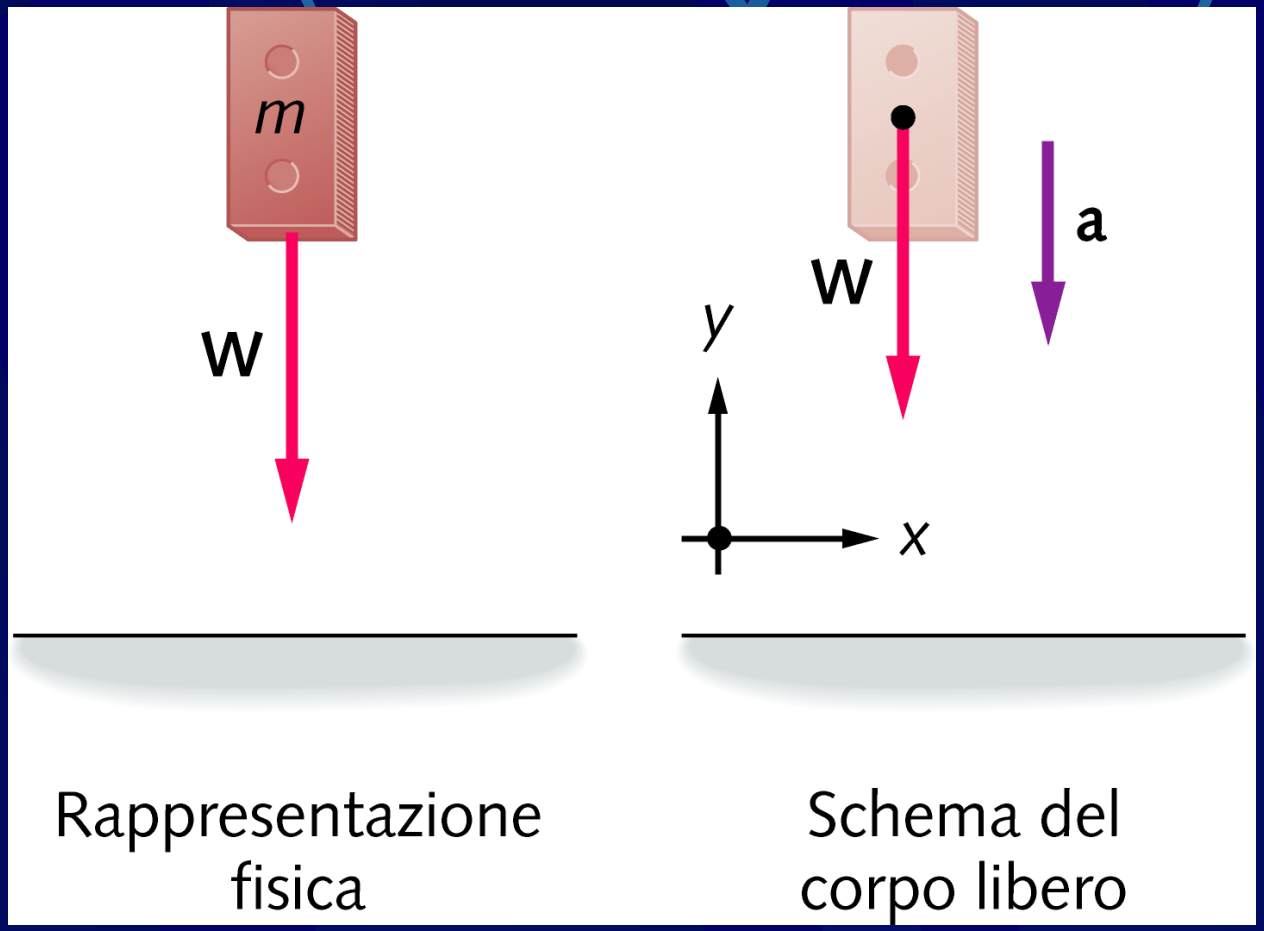
Il peso

Un mattone nel campo gravitazionale

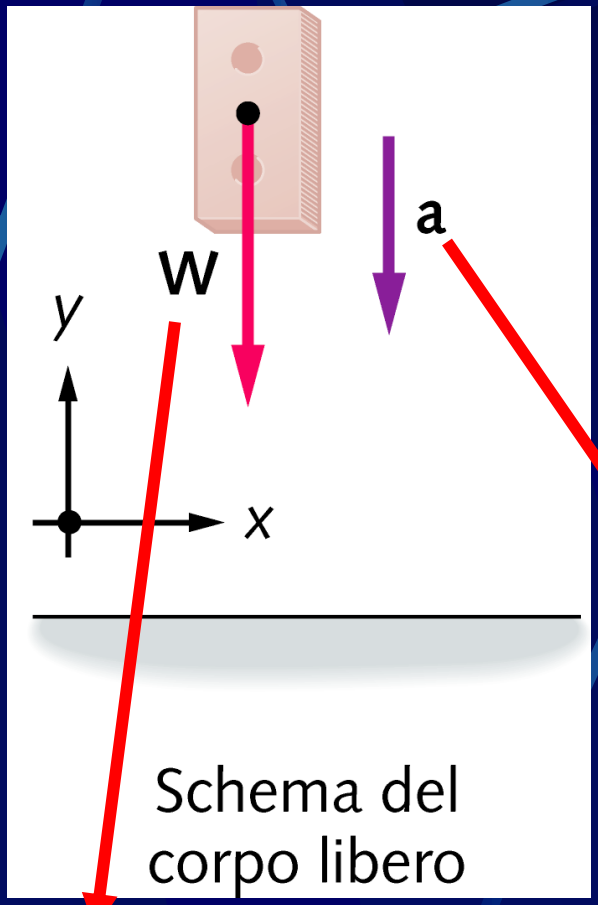


Il peso

Un mattone nel campo gravitazionale



Il peso



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} 0 = ma_x & \text{Lungo l'asse x} \\ -w = -mg & \text{Lungo l'asse y} \end{cases}$$

$$w = mg$$

W = forza peso

a = accelerazione di gravità (g)

Da dove arriva g ?

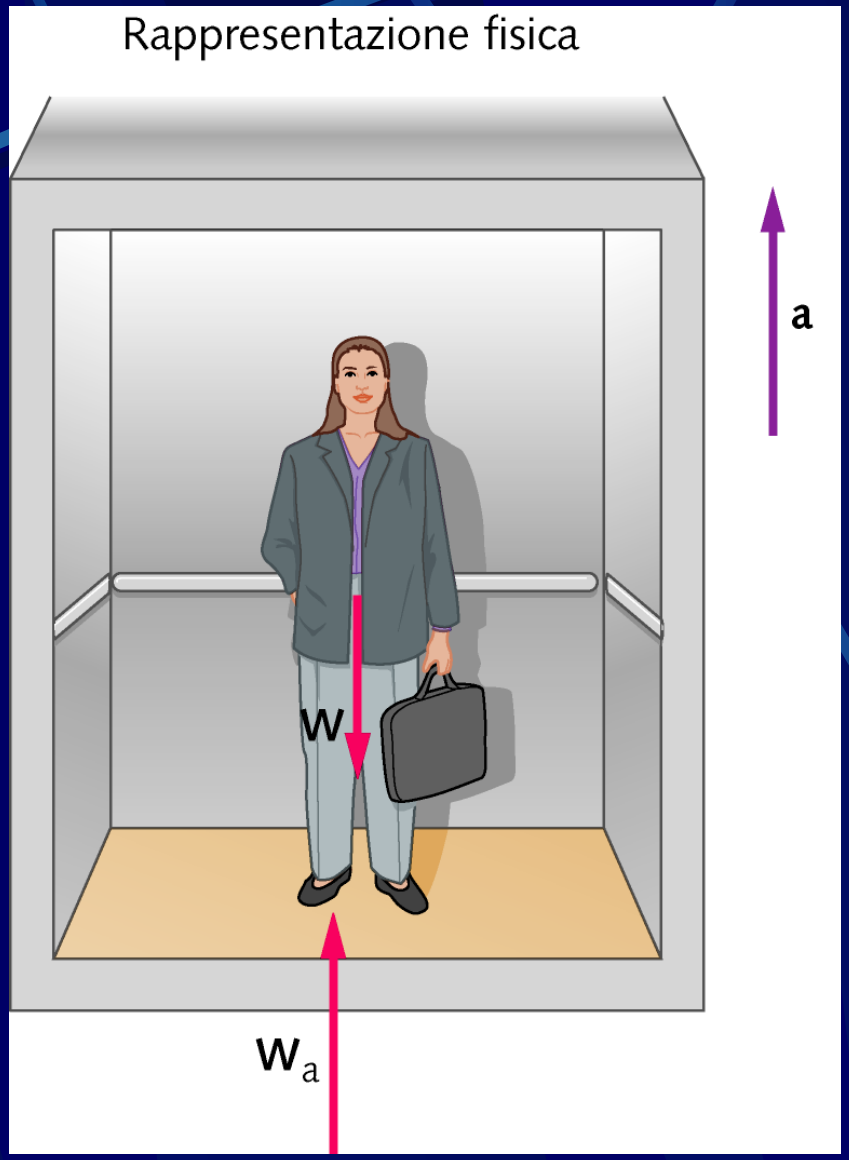
$$F_{\text{gravitazione universale}} = G\frac{m_{\text{corpo}} \cdot m_{\text{Terra}}}{r_{\text{Terra}}^2}$$

Se pongo

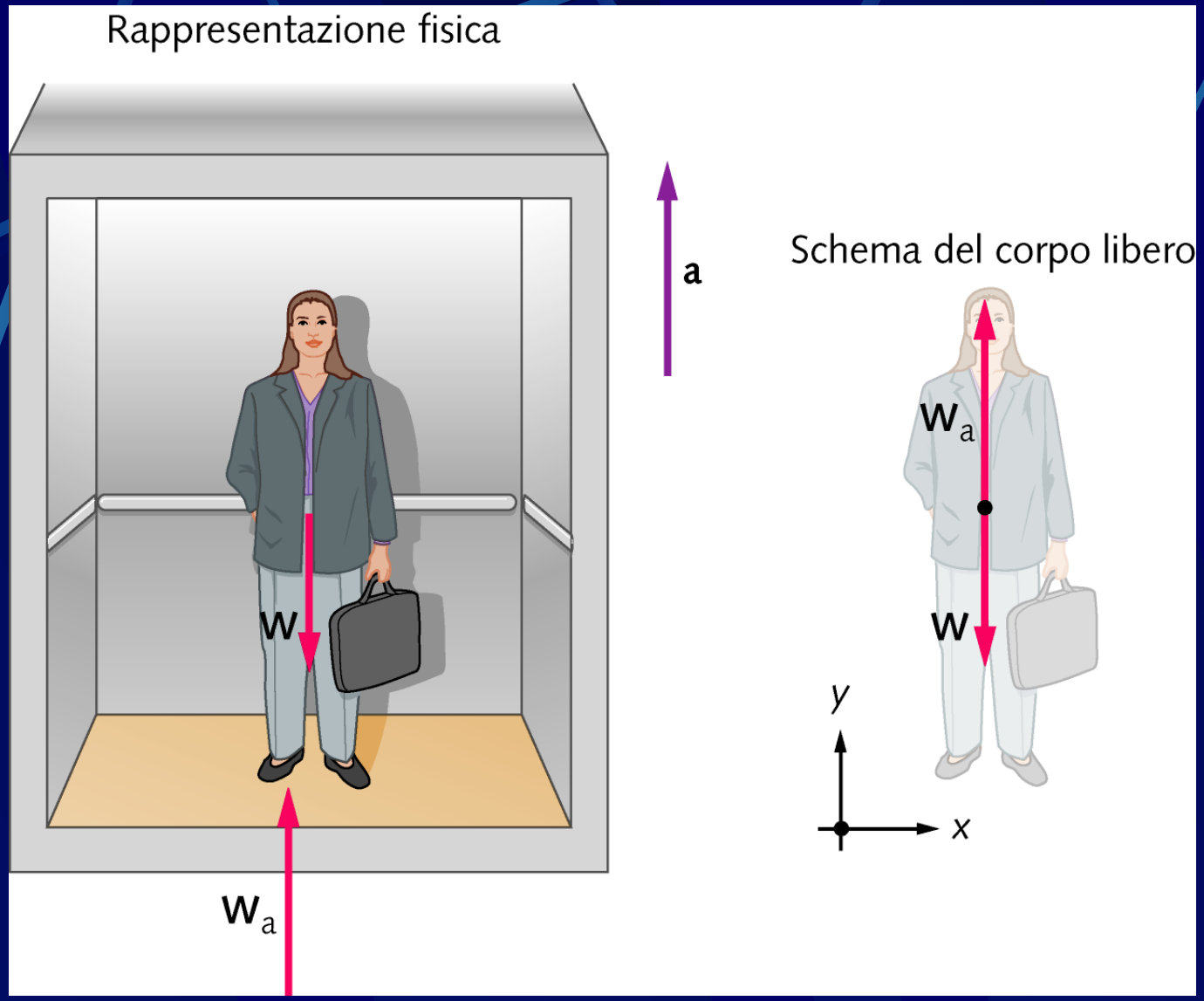
$$g = G\frac{m_{\text{Terra}}}{r_{\text{Terra}}^2}$$

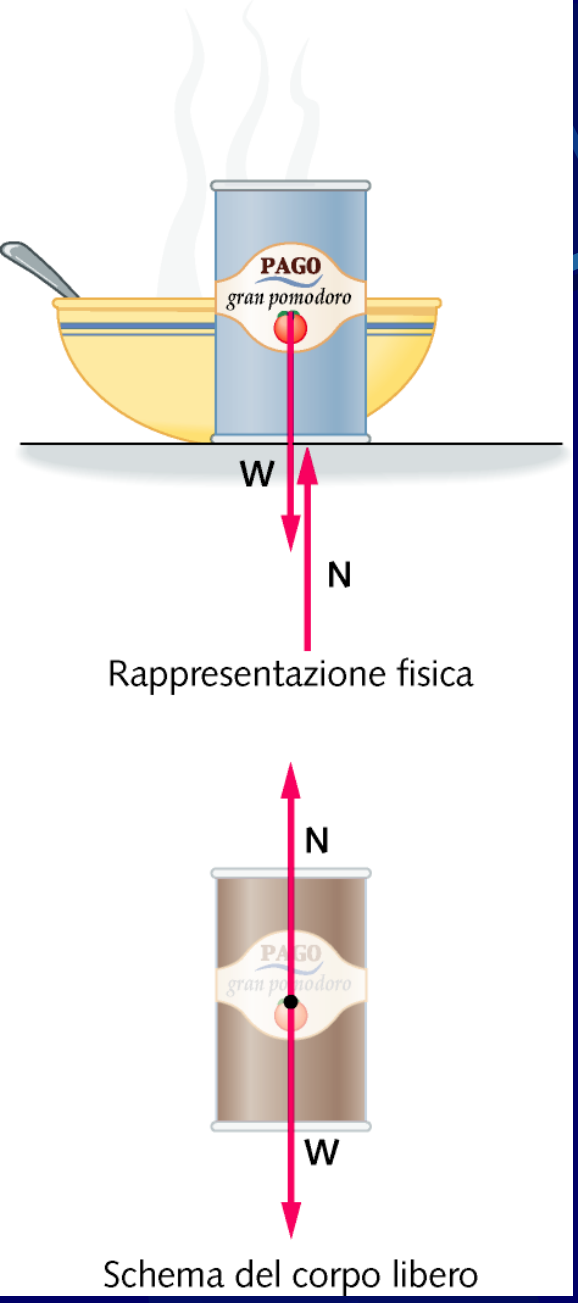
mi ritrovo il *solito* $w = mg$

Il peso apparente



Il peso apparente



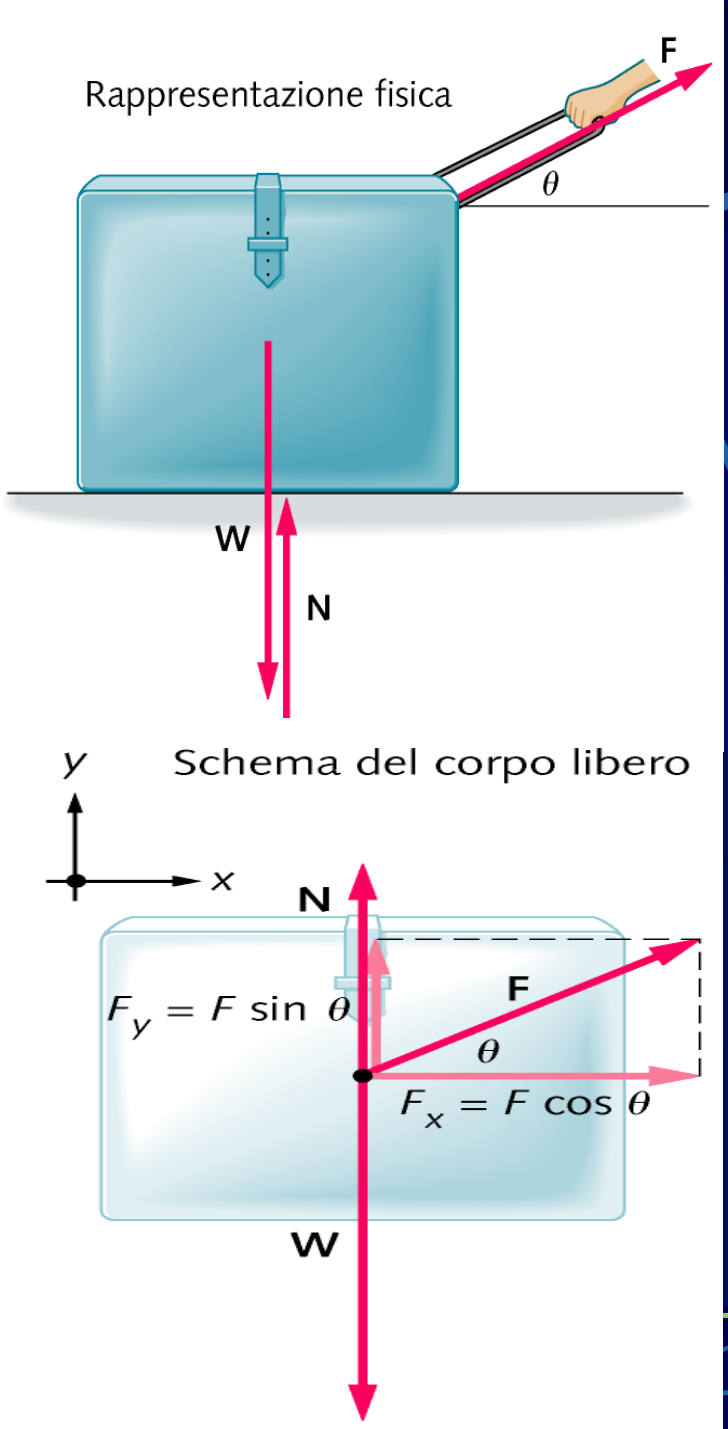


La forza normale

È sempre perpendicolare (normale) alla superficie sulla quale è appoggiato un oggetto

In questo caso la superficie è orizzontale e

$N = w$



La forza normale

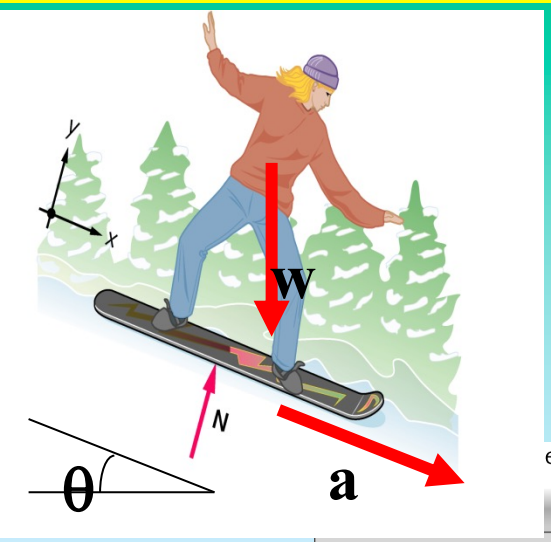
In questo caso la superficie è orizzontale ma

$N \neq w$

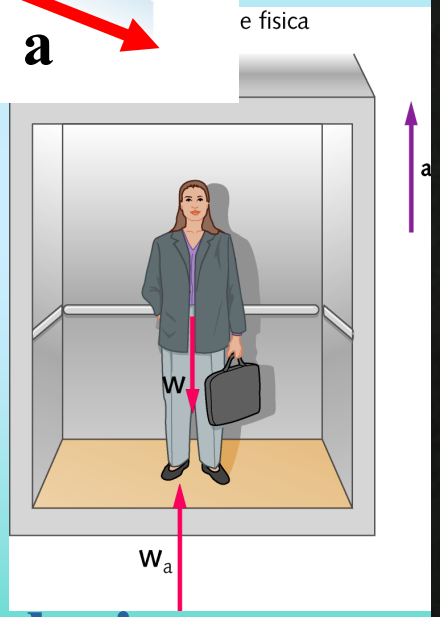
La forza normale

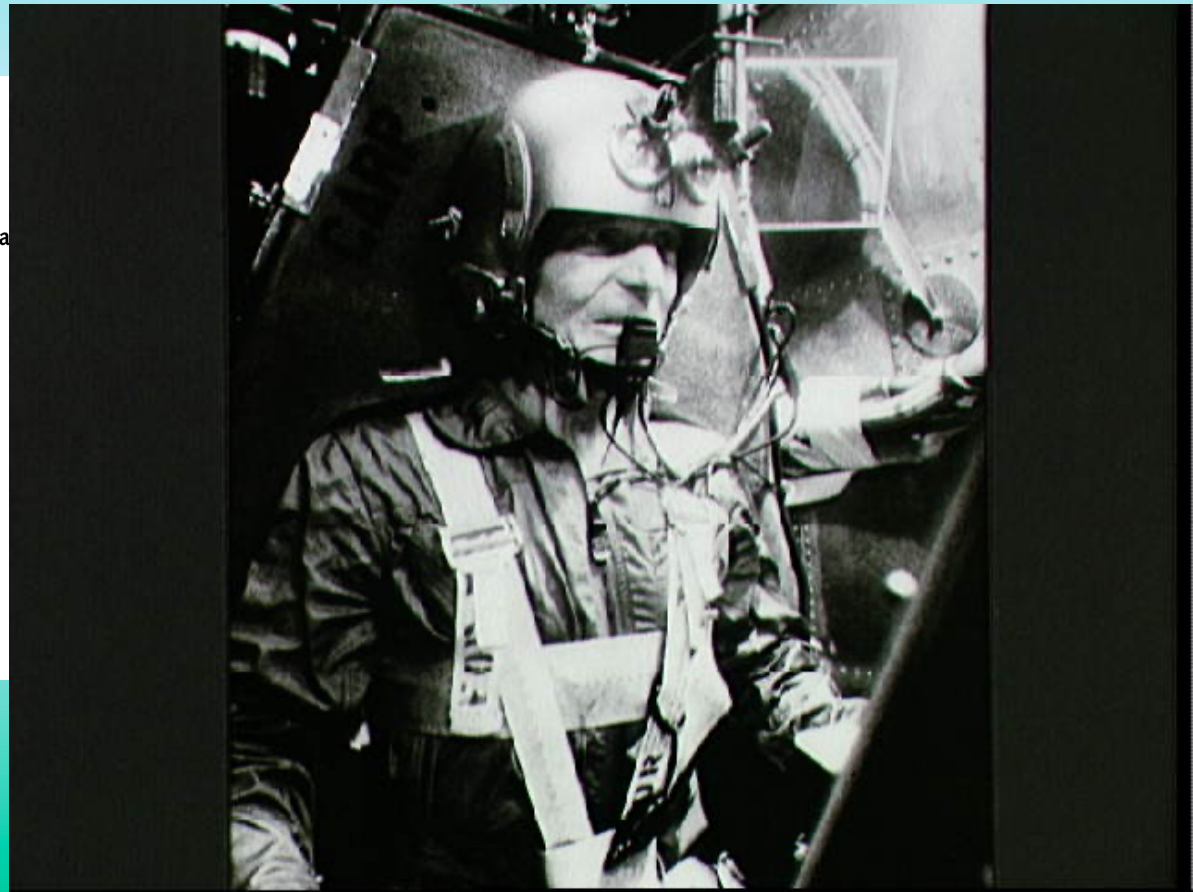
In questo caso la superficie non è orizzontale

Riassumendo



Le leggi di Newton permettono di studiare l'effetto delle forze sui corpi





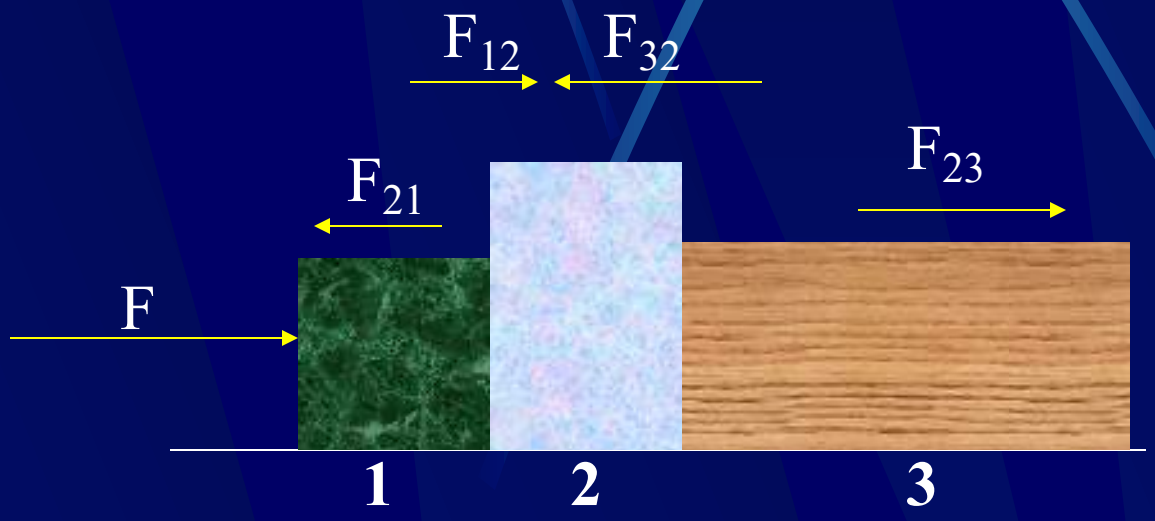
Prossima lezione:
Le applicazioni delle leggi di Newton

Esercizio da svolgere a casa:

Una forza di modulo 7.50 N spinge su una superficie liscia orizzontale tre scatole con masse m_1=1.30 kg, m_2=3.20 kg, m_3=4.90 kg. Le scatole sono poste, da sinistra a destra, nell'ordine: 1,2,3. La forza spinge da sinistra a destra, applicata alla scatola 1. Trovare la forza di contatto tra:

1. La scatola 1 e la scatola 2
2. La scatola 2 e la scatola 3

Soluzione



$$F_{32} = -F_{23}$$

$$F_{12} = -F_{21}$$

Soluzione

$F = ma = (m_1 + m_2 + m_3)a$

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{7.50\ \mathrm{N}}{(1.30 + 3.20 + 4.90)\ \mathrm{kg}} = 0.798\ \mathrm{ms^{-2}}$$

Scatola 1

$$F - F_{21} = m_1 a$$

$$F_{21} = F - m_1 a = 7.50\ \mathrm{N} - (1.30\ \mathrm{kg})(0.798\ \mathrm{ms^{-2}}) = 6.46\ \mathrm{N}$$

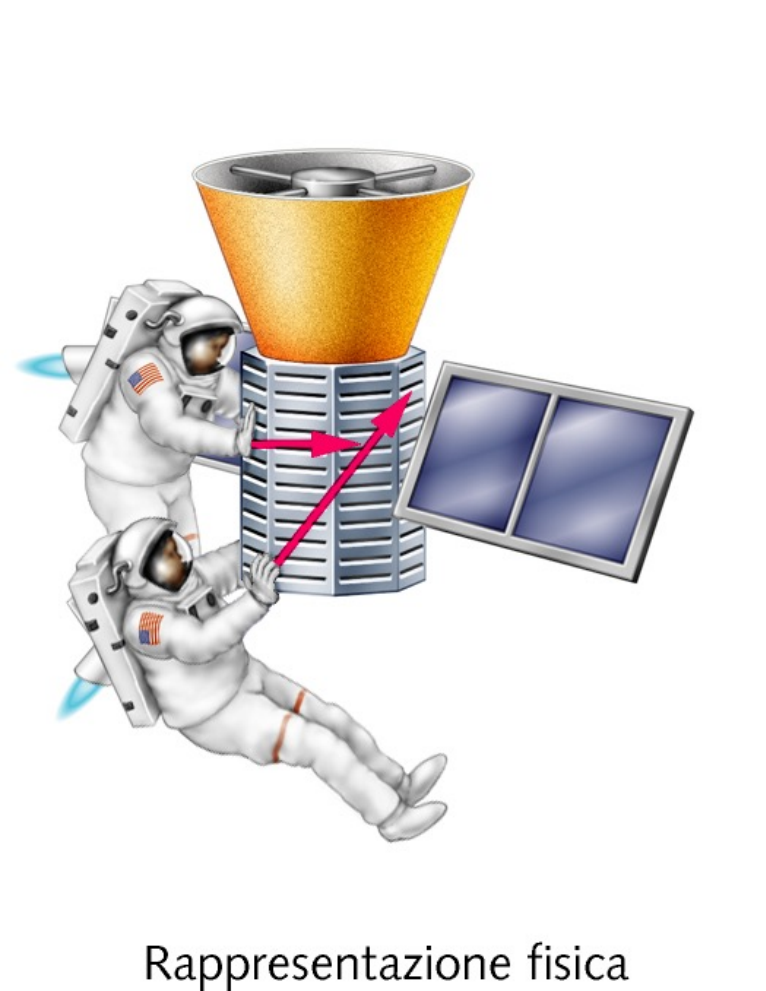
Scatola 2

$$F_{12} - F_{32} = m_2 a$$

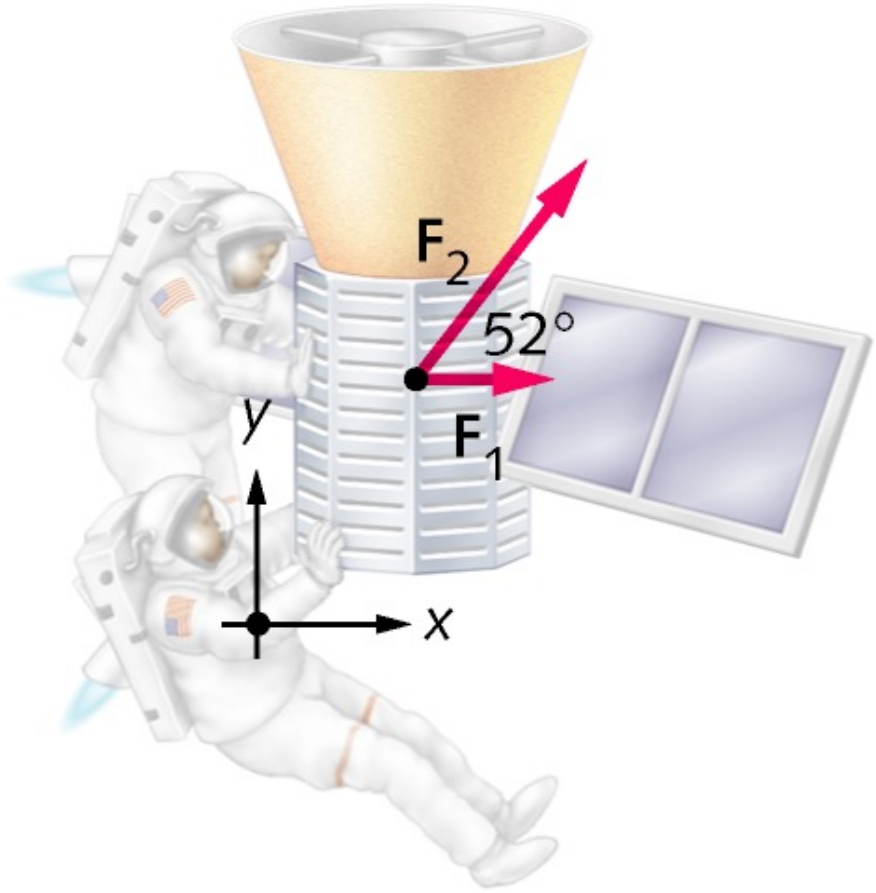
$$F_{32} = F_{12} - m_2 a = 6.46\ \mathrm{N} - (3.20\ \mathrm{kg})(0.798\ \mathrm{ms^{-2}}) = 3.91\ \mathrm{N}$$

Problema 1

Due astronauti nello spazio spingono un satellite di massa m_s=940kg. L'astronauta 1 spinge nel verso positivo delle x, l'astronauta 2 spinge con un angolo di 52°. Se l'astronauta 1 spinge con F_1 = 26 N e l'astronauta 2 spinge con F_2 = 41 N, calcolare il vettore accelerazione del satellite.

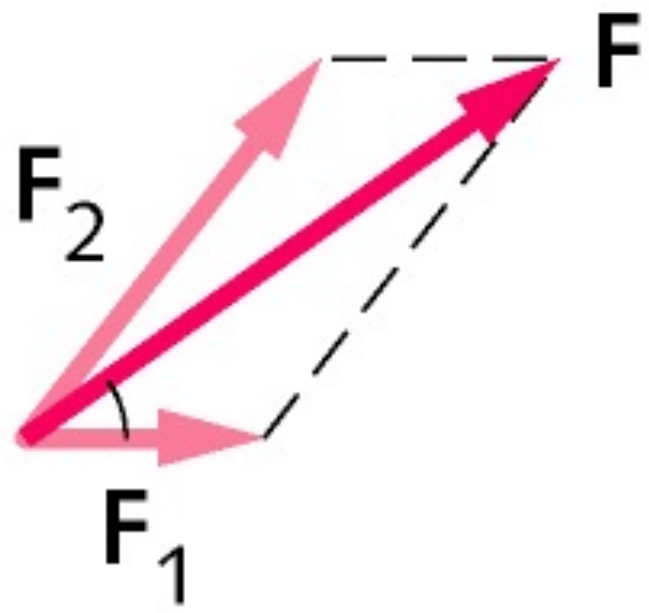


Problema 1



Schema del corpo libero

Problema 1



Forza totale

Soluzione del problema 1

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

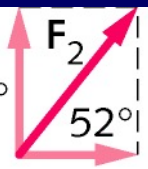
$F_{1,y} = F_1 \text{ sen}0 = 0$

$\mathbf{F}_1$

$F_{1,x} = F_1 \cos 0 = F_1$

Componenti di $\mathbf{F}_1$

$F_{2,y} = F_2 \sin 52°$



$F_{2,x} = F_2 \cos 52°$

Componenti di $\mathbf{F}_2$

$$\begin{cases} F_{1,x} + F_{2,x} = ma_x \\ F_{2,y} = ma_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} (26\text{ N}) + (41\text{ N})\cos 52° = (940\text{ kg}) \cdot a_x \\ (41\text{ N})\text{ sen } 52° = (940\text{ kg}) \cdot a_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_x = 0.055\text{ms}^{-2} \\ a_y = 0.034\text{ ms}^{-2} \end{cases}$$

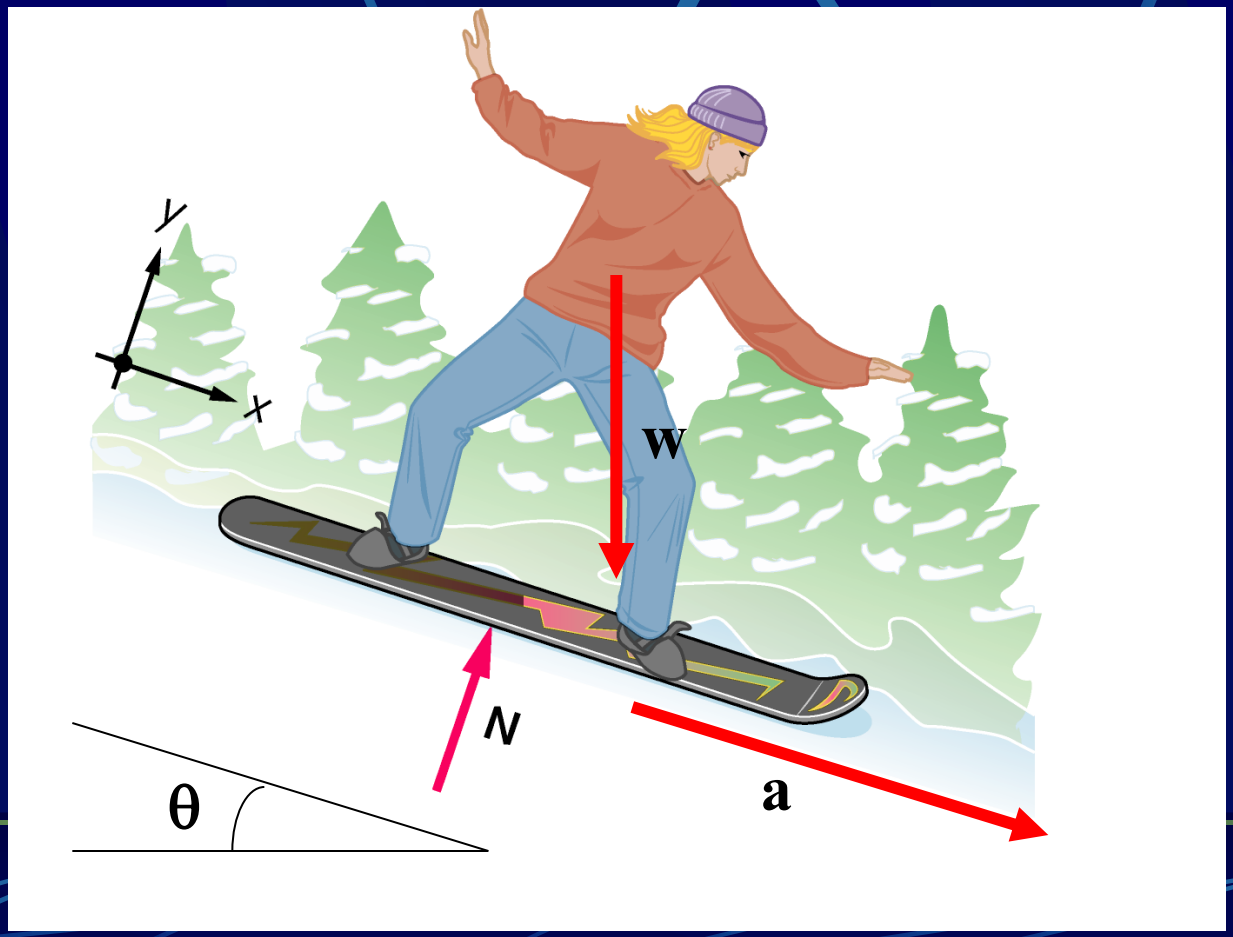
$$|\vec{a}| = a = \sqrt{\left(0.055\text{ ms}^{-2}\right)^2 + \left(0.034\text{ ms}^{-2}\right)^2} = 0.064\text{ ms}^{-2}$$

$$\theta = \arctan\frac{F_y}{F_x} = \arctan(0.62) = 31.7°$$

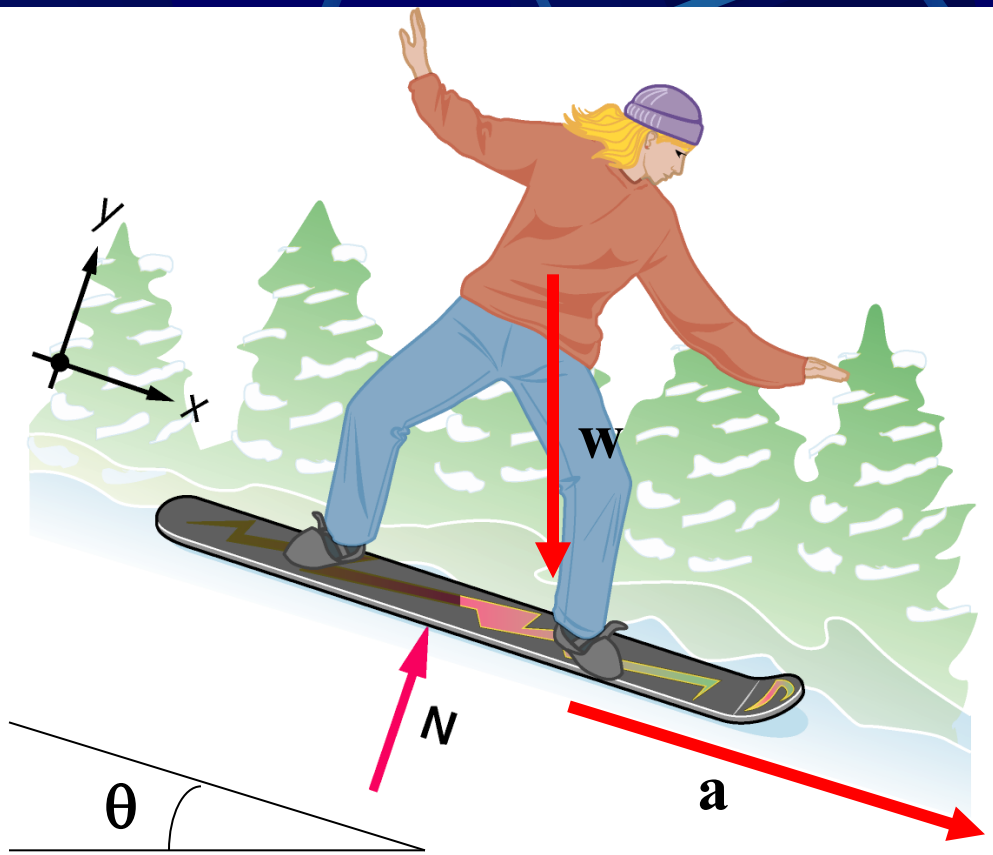
Problema 2

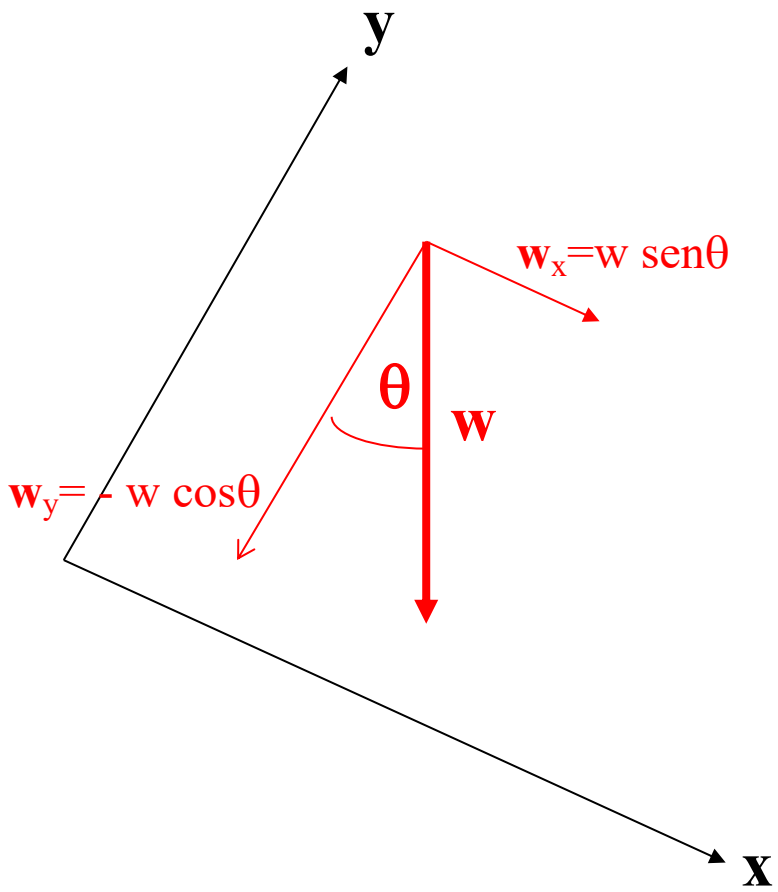
Un ragazzo di massa m=72 kg scende da un pendio con inclinazione 35° con uno snowboard. Calcolare:

1. L'accelerazione del ragazzo
2. La forza normale esercitata dallo snowboard sul ragazzo

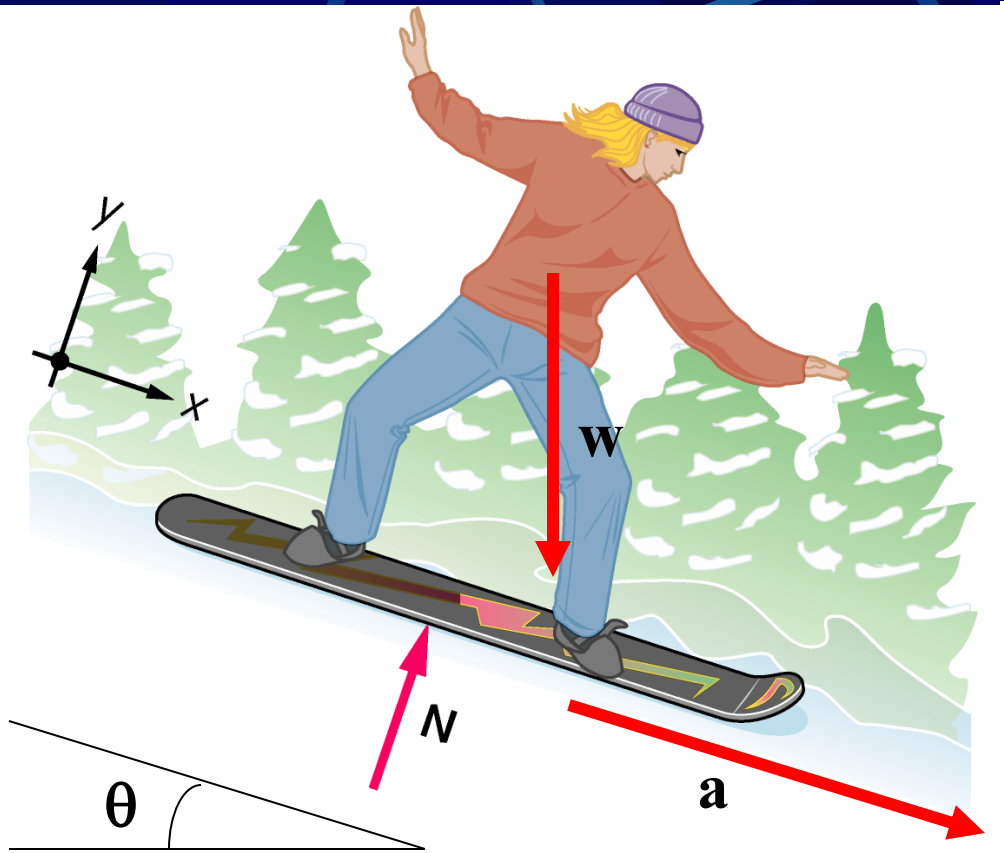


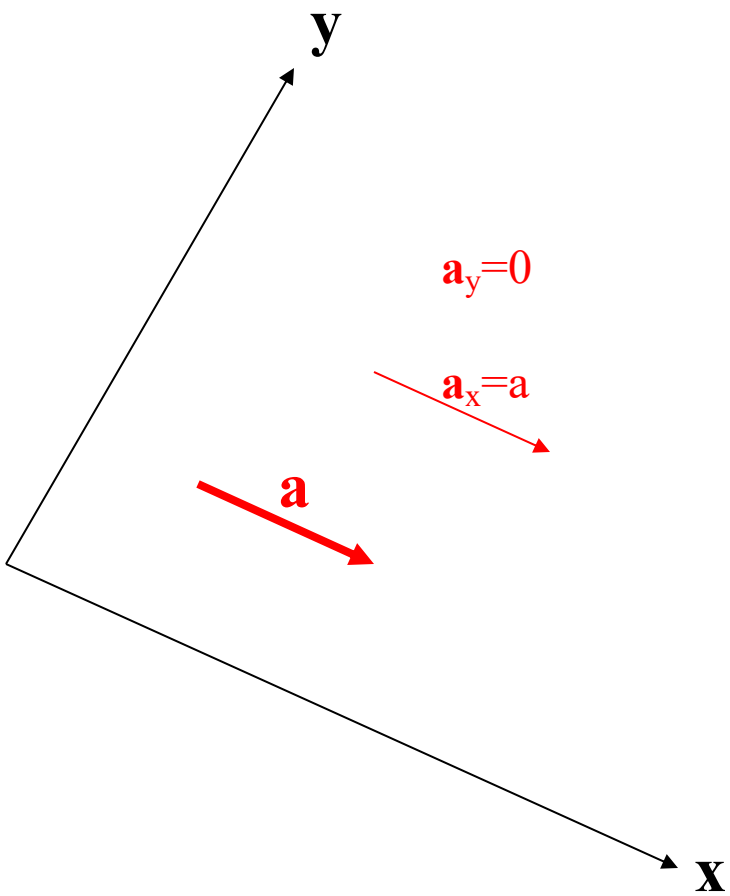
Problema 2



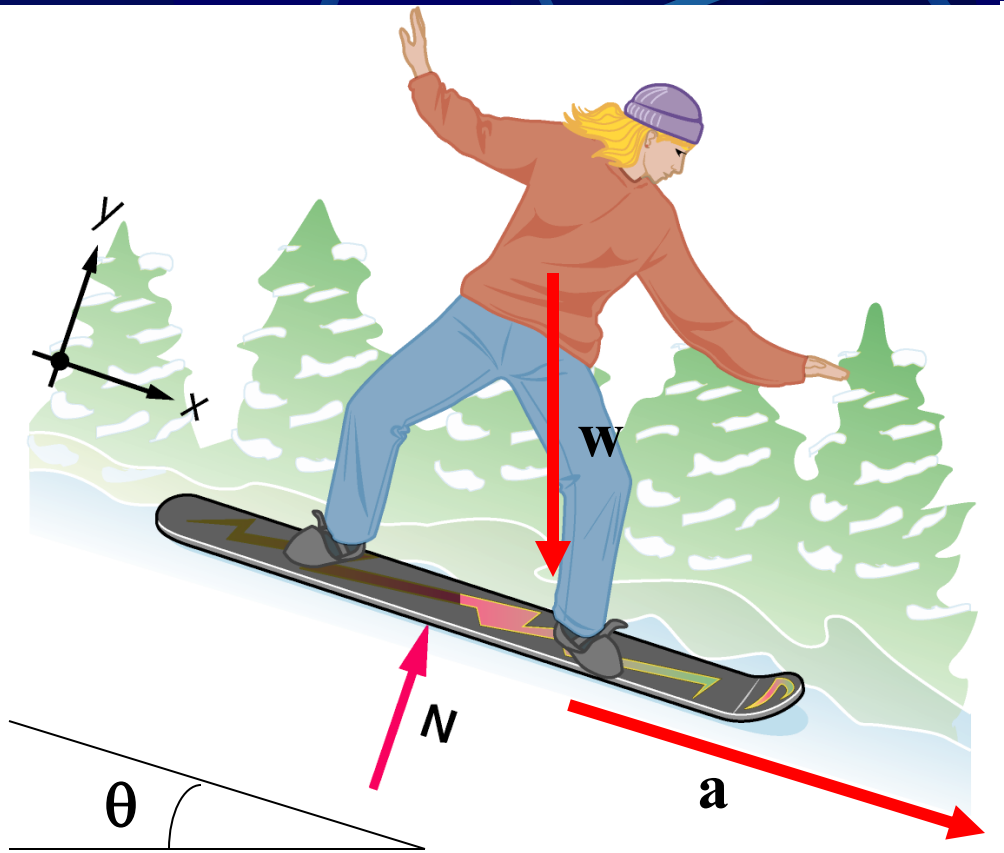


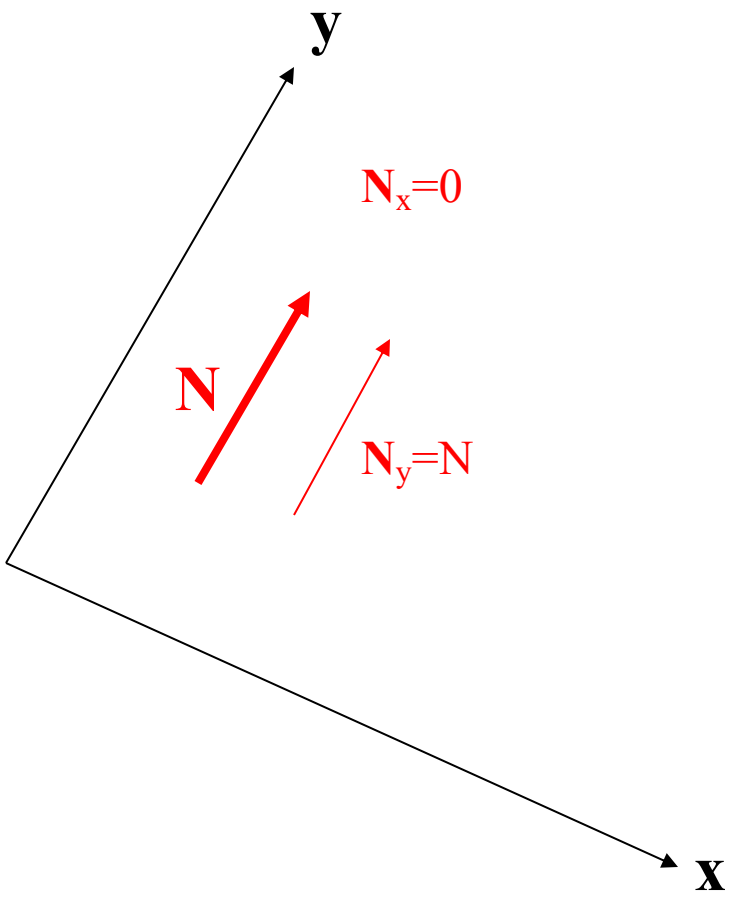
Problema 2





Problema 2





Soluzione del problema 2

$N_x=0$	$w_x=w\ \mathrm{sen}\theta$	$a_x=a$	$\theta = 35^o$
$N_y=N$	$w_y=-\ w\cos\theta$	$a_y=0$	$w = mg = 706.32$ N

condizioni a contorno

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

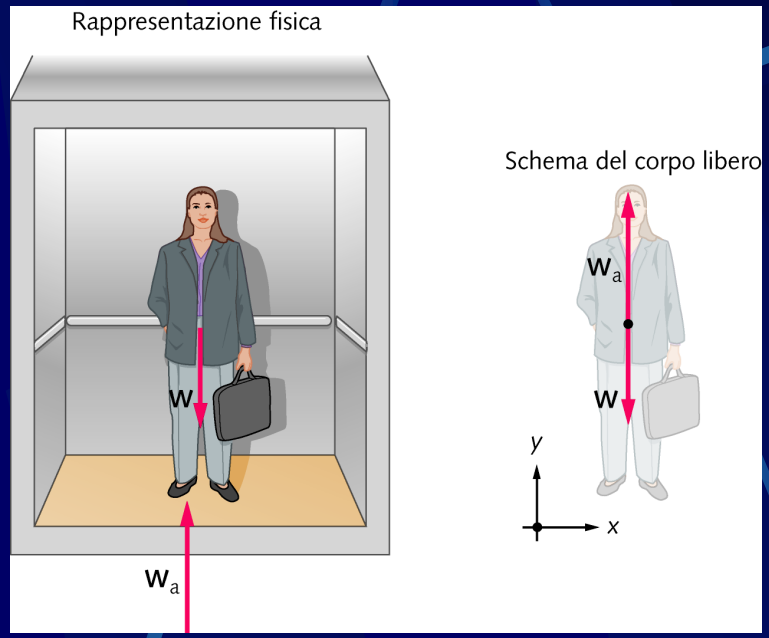
$$\begin{cases} N_x + w_x = ma_x \\ N_y + w_y = ma_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 + w\ \mathrm{sen}\theta = ma \\ N - w\cos\theta = 0 \end{cases}$$

$$a = \frac{w\ \mathrm{sen}\theta}{m} = \frac{405.13}{72} = 5.6\ \mathrm{ms}^{-2}$$

$$N = w\cos\theta = 580\ \mathrm{N}$$

Il peso apparente (a)



Problema: Una persona di massa m=53.0 kg è in un ascensore e si pesa con una bilancia. Calcolare il peso apparente nei seguenti casi:

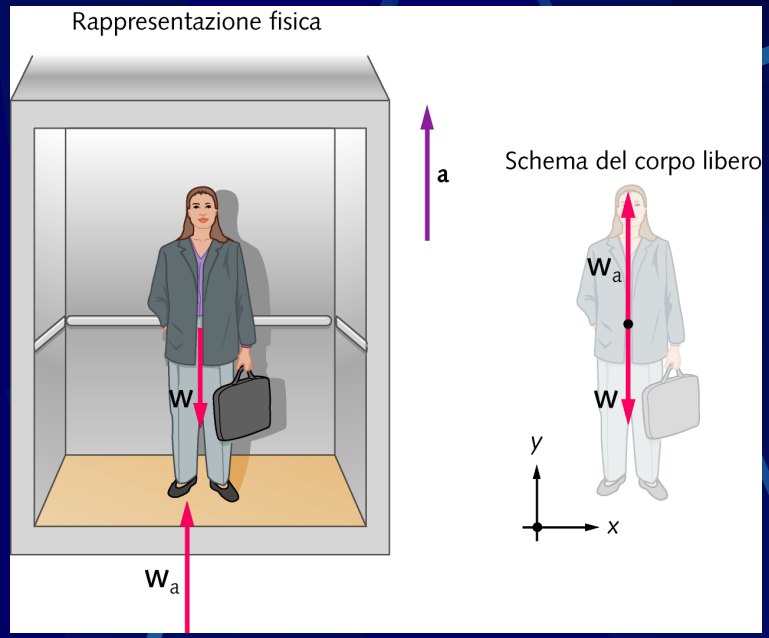
1.L'ascensore è fermo

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} 0 = ma_x & \text{Lungo l'asse x} \\ w_a - w = 0 & \text{Lungo l'asse y} \end{cases}$$

$$w_a = w = (53.0\,\text{kg}) \cdot (9.81\,\text{ms}^{-2}) = 519\,\text{N}$$

Il peso apparente (b)



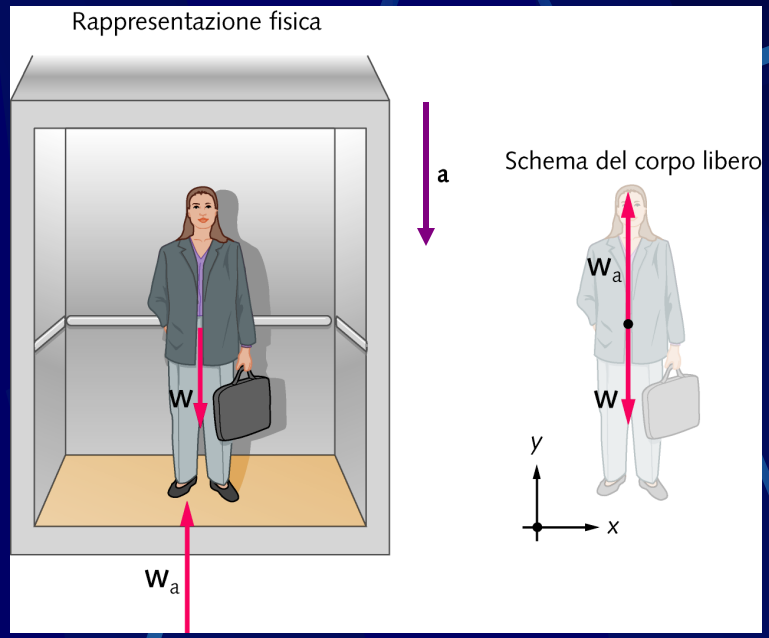
2.L'ascensore sale con a=2.50 ms^{-2}

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} 0 = ma_x & \text{Lungo l'asse x} \\ w_a - w = ma_y & \text{Lungo l'asse y} \end{cases}$$

$$w_a = w + ma = m(g+a) = (53.0\,\text{kg})\cdot(9.81 + 2.50\ \text{ms}^{-2}) = 652\ \text{N}$$

Il peso apparente (c)



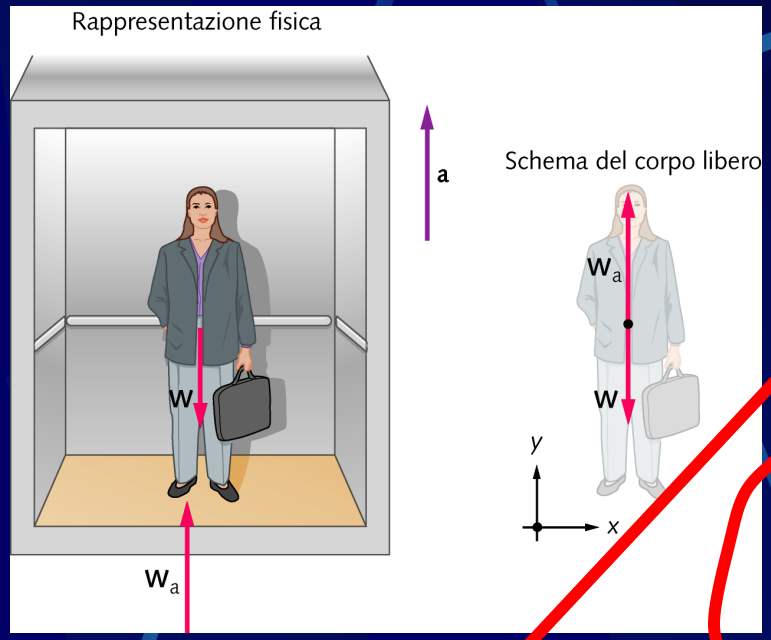
3.L'ascensore scende con a=3.20 ms^{-2}

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} 0 = ma_x & \text{Lungo l'asse x} \\ w_a - w = -ma_y & \text{Lungo l'asse y} \end{cases}$$

$$w_a = w - ma = m(g-a) = (53.0\,\text{kg})\cdot(9.81 - 3.20\ \text{ms}^{-2}) = 350\ \text{N}$$

Il peso apparente (d)



Problema: Una persona di massa m=53 kg è in un ascensore e si pesa con una bilancia. Calcolare il peso apparente nei seguenti casi:

1. **L'ascensore è fermo**
2. **L'ascensore sale con a=2.50 ms^{-2}**
3. **L'ascensore scende con a=3.20 ms^{-2}**

$$w_a = 519\ N$$

$$w_a = 652\ N$$

$$w_a = 350\ N$$