CAPITOLO 5

DINAMICA → studia relazioni quantitative fra cause (forze) ed effetti ($\vec{v}$, $\vec{a}$) nei fenomeni meccanici
→ BASATA SUI 3 PRINCIPI DI NEWTON

FORZA E MASSA

MASSA → misura della sua resistenza alle variazioni di $\vec{v}$
→ scalare ed additiva $m_{12} = m_1 + m_2$
→ peso di un corpo è proporzionale alla sua massa

FORZA → una spinta o un'attrazione

PROPRIETÀ → grandezze vettoriali: intensità e direzione
→ si presentano a coppie: se un corpo A esercita una forza su un corpo B, anche B esercita una forza su A.
→ una forza può produrre $\vec{a}$ su un corpo
→ una forza può deformare un oggetto
↳ usato spesso per misurare una forza
(ex.) DINAMOMETRO → molla collegata ad una lancetta che indica l'allungamento e compressione della molla

NB La MASSA di un corpo è una QUANTITÀ INTRINSECA del corpo, la FORZA è il risultato di un'INTERAZIONE tra quel corpo e quelle altro corpo.

PRIMA LEGGE DI NEWTON E PRIMO PRINCIPIO DELLA DINAMICA

LEGGE 1 "PRINCIPIO D'INERZIA" → CIASCUN CORPO PERSEVERA NEL PROPRIO STATO DI QUIETE O DI MOTO RETTILINEO UNIFORME, ECCETTO CHE SIA COSTRETTO A MUTARE QUELLO STATO DA FORZE IMPRESSE

"SE SU UN CORPO NON VIENE ESERCITATA ALCUNA FORZA, L'ACCELERAZIONE DEL CORPO È NULLA".

METODO → se si vuole comprendere l'effetto di una grandezza su un dato fenomeno, bisogna osservare lo stesso fenomeno in assenza di tale grandezza.

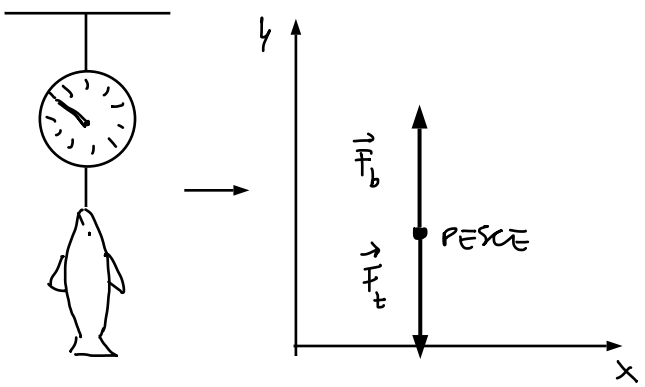
(ex) CORPO in un ambiente in cui NON AGISCA ALCUNA FORZA e verifica SE $\vec{a} = \vec{0}$

FORZA RISULTANTE → somma delle forze agenti su un corpo

$$\vec{F}_{TOT} = \sum_i \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N$$

1° LEGGE DI NEWTON SE LA FORZA AGENTE SU UN CORPO È NULLA ($\sum \vec{F} = \vec{0}$), L'ACCELERAZIONE DEL CORPO È NULLA ($\vec{a} = \vec{0}$).

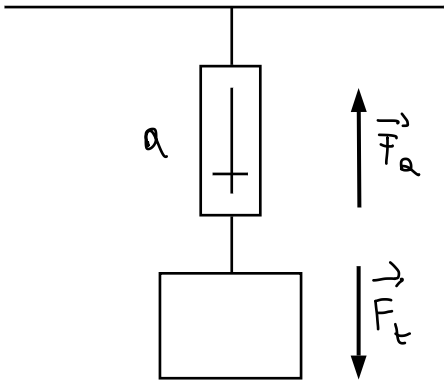
(ex) FORZA PESO

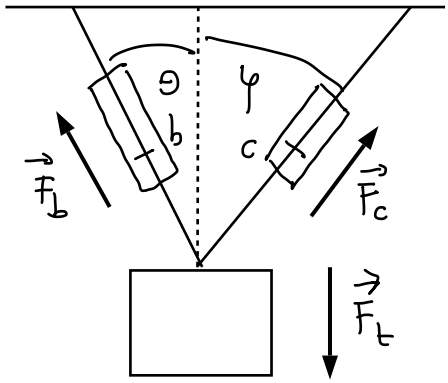


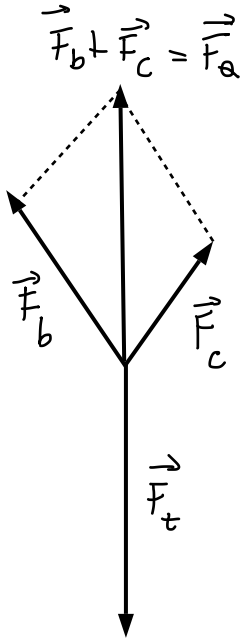
$$\sum \vec{F} = \vec{0} = \vec{F}_b + \vec{F}_t =$$
$$= F_b \hat{j} + (-F_t \hat{j}) =$$
$$= (F_b - F_t)\hat{j} = \vec{0}$$
$$\hookrightarrow F_b = F_t$$

Possiamo utilizzare la 1° LEGGE DI NEWTON per verificare sperimentalmente che la FORZA è un VETTORE.

(ex) DINAMOMETRO e forze peso







SISTEMA INERZIALE → sistema di riferimento in cui la 1° legge di Newton è valida

Possiamo infine enunciare il 1° principio della dinamica:

ESISTONO INFINITI SISTEMI DI RIFERIMENTO, DETTI SISTEMI INERZIALI, CIASCUNO IN MOTO RETTILINEO E UNIFORME RISPETTO AGLI ALTRI, NEI QUALI UN CORPO NON SOGGETTO A FORZE SI MUOVE A VELOCITÀ COSTANTE.

SECONDA LEGGE DI NEWTON E SECONDO PRINCIPIO DELLA DINAMICA

1° PRINCIPIO → nei sistemi inerziali le forze sono responsabili delle accelerazioni dei corpi

2° PRINCIPIO → relazione funzionale tra forza applicata ed accelerazione impressa ad un corpo

LEGGE 2 → IL CAMBIAMENTO DI MOTO È PROPORZIONALE ALLA FORZA MOTRICE IMPRESSA ED AVVIENE LUNGO LA LINEA RETTA SECONDO LA QUALE LA FORZA È STATA IMPRESSA

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

$m \equiv$ MASSA INERZIALE

L'ACCELERAZIONE DI UN CORPO È PROPORZIONALE ALLA FORZA RISULTANTE ESERCITATA SUL CORPO

MASSA INERZIALE → quella proprietà del corpo che fa sì che resista a qualsiasi cambiamento di $\vec{v}$

2° LEGGE DI NEWTON

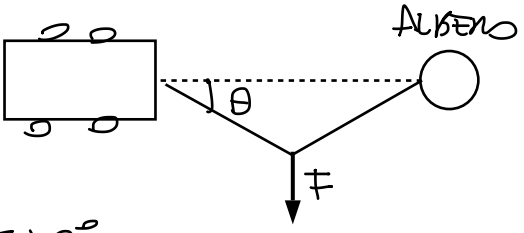
SE IN UN SISTEMA DI RIFERIMENTO INERZIALE UN CORPO SI MUOVE DI MOTO ACCELERATO, ESISTE, INDIPENDENTEMENTE DAL FATTO CHE SI POSSA MISURARE, ALMENO UNA FORZA RESPONSABILE DI TALE $\vec{a}$ TALE CHE $\vec{F} = m\vec{a}$ E $\vec{F}$ È LA RISULTANTE DELLE FORZE AGENTI SUL CORPO

PROPRIETÀ → ma singola frase che agisce da sola su un corpo ha la stessa direzione di $\vec{a}$ e $|\vec{a}| \propto |\vec{F}|$

$$1\,N = 1\,kg \cdot m/s^2$$

NB la 2° legge della dinamica è la legge fondamentale per studiare il moto di un corpo.

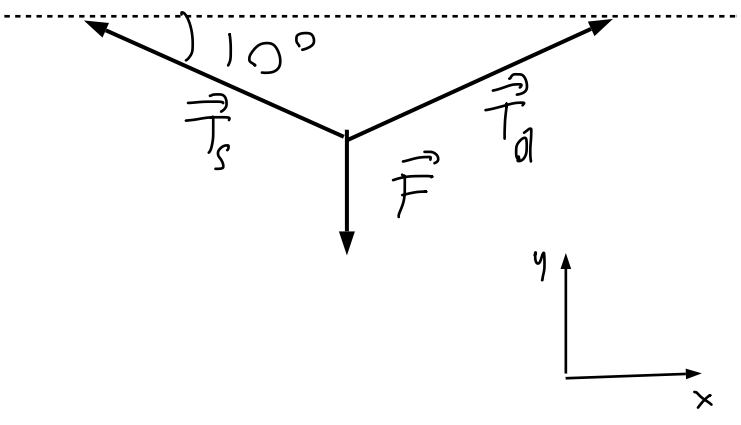
Ex.



$\theta = 10°$

$|\vec{F}| = 400\,N$ → per estrarre frutta

Forza effettiva per estrarlo?



⊗ $\vec{T}_{sx} + \vec{T}_{dx} = \vec{0}$

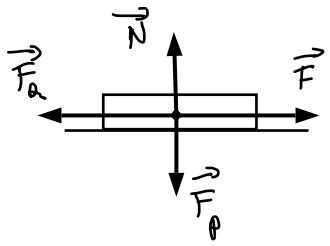
$-T\cos\theta + T\cos\theta = 0$

④ $\vec{T}_{sy} + \vec{T}_{dy} + \vec{F} = \vec{0}$

$T\sin\theta + T\sin\theta - F = 0$

$T = \frac{F}{2\sin\theta} = 1150\ N \rightarrow \theta = 10°$ triplica $|\vec{F}|$!

FORZA D'ATTRITO → forza di contatto tra due corpi, anche detta FORZA DI REAZIONE



$|\vec{F}_a| = \mu |\vec{N}|$ μ_s = coefficiente attrito statico

μ_d = coefficiente attrito dinamico

$\mu_d < \mu_s$

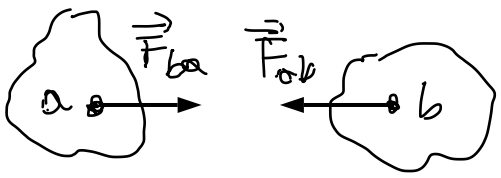
TERZA LEGGE DI NEWTON O PRINCIPIO DI AZIONE E REAZIONE

1°/2° LEGGE → un membro del corpo che applica la forza su un altro corpo

LEGGE 3 "PRINCIPIO DI AZIONE E REAZIONE" → AD OGNI AZIONE CORRISPONDE UN'AZIONE UGUALE E CONTRARIA; OSSIA, LE MUTUE AZIONI DI DUE CORPI SONO SEMPRE UGUALI FRA LORO E DIRETTE VERSO PARTI OPPOSTE

$$\vec{F}_{ab} = -\vec{F}_{ba}$$

NB Le forze si presentano sempre a coppie. Forze singole non esistono.



INTERAZIONE → due corpi esercitano una forza l'uno sull'altro

$\vec{F}_{ba}, \vec{F}_{ab}$ COPPIA AZIONE-REAZIONE

NB La forze previste dalla 3° legge di Newton non compaiono mai nello stesso diagramma delle forze del corpo libero dato che questo coinvolge sempre un solo corpo, mentre la 3° legge di Newton dice.

Possiamo tirar fuori una definizione OPERATIVA della MASSA.

→ 2 corpi le cui forze risultanti sono $\vec{F}_{ba}$ e $\vec{F}_{ab}$

$$\begin{cases} \vec{F}_{ba} = m_a \vec{a}_a \\ \vec{F}_{ab} = m_b \vec{a}_b \end{cases} \xrightarrow{\vec{F}_{ba} = -\vec{F}_{ab}} \begin{array}{l} m_a \vec{a}_a = m_b \vec{a}_b \\ m_a a_a = m_b a_b \end{array}$$

Se $m_b = 1\,kg \rightarrow m_a = 1\,kg \dfrac{a_b}{a_a}$

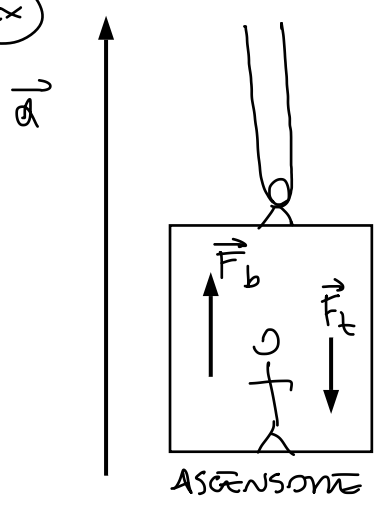
a_b → $|\vec{a}|$ chilogrammo campione

a_a → $|\vec{a}|$ corpo di massa m_a

FORZA PESO

$\vec{F} = m\vec{g}$ → NON È la 2° LEGGE DI NEWTON

ex



$\vec{F}_t = 651\,N$ bilancia quando $\vec{a} = \vec{0}$

$\vec{F}_b = 733\,N$ bilancia quando $\vec{a} \neq \vec{0}$

(a) Massa della persona

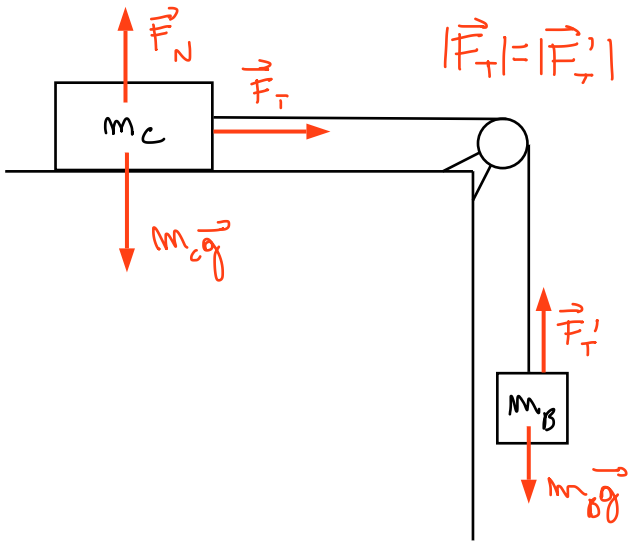
(b) Forza risultante sulla persona con $\vec{a} \neq \vec{0}$

(c) $\vec{a}$ della persona (e dell'ascensore)

(a) $\vec{F}_t = m\vec{g} \rightarrow F_t = mg \rightarrow m = \frac{F_t}{g} = \frac{651\ N}{9{,}8\ m/s^2} = 66\ kg$

(b) $\vec{F} = \vec{F}_b + \vec{F}_t \rightarrow F = F_b - F_t = 733\ N - 651\ N = 82\ N$

(c) $\vec{F} = m\vec{a} \rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{82\ N\,\hat{j}}{66\ kg} = 1{,}2\ m/s^2\,\hat{j}$



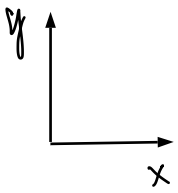
$m_C = 1{,}8\ kg$

$m_B = 0{,}50\ kg$

$|\vec{a}_C| = ?$

$|\vec{F}_T| = |\vec{F}_T'| = ?$

NB risolviamo se due sistemi di riferimenti diversi



CORPO m_C

(x) $\vec{F}_T = m_C\vec{a}$

(y) $\vec{F}_N + m_C\vec{g} = \vec{0}$

(x) $F_T = m_C a$

(y) $\begin{cases} F_N - m_C g = 0 \\ F_T - m_B g = -m_B a \end{cases} \rightarrow$

CORPO m_B

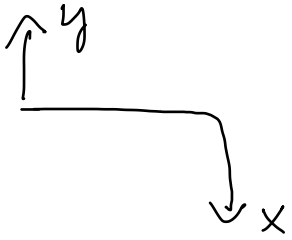
(x) —

(y) $\vec{F}_T + m_B\vec{g} = m_B\vec{a}'$

$m_C a - m_B g = -m_B a$

$a = \frac{m_B}{m_C + m_B} g = 2.1\ m/s^2$

$F_T = \frac{m_C m_B}{m_C + m_B} g = 3.8\ N$



CORPO m_C

(x) $\vec{F_T} = m_C \vec{a}$

(y) $\vec{F_N} + m_C \vec{g} = \vec{0}$

CORPO m_B

(x) $\vec{F_T} + m_B \vec{g} = m\vec{a}$

(y) —

(x) $\begin{cases} F_T = m_C a \\ -F_T + m_B g = m_B a \end{cases}$

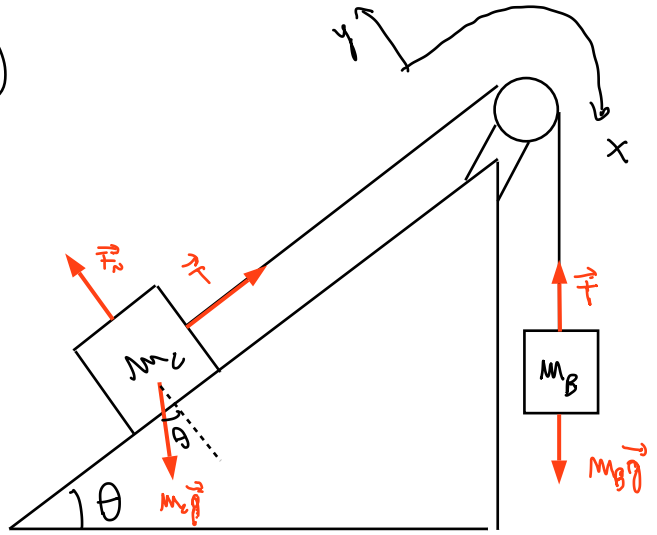
(y) $F_N - m_C g = 0$

$-m_C a + m_B g = m_B a$

$\rightarrow a = \dfrac{m_B}{m_B + m_C} g = 2.1\ m/s^2$

$F_T = \dfrac{m_C m_B}{m_B + m_C} g = 3.8\ N$

ex



$m_C = 1{,}6$ kg

$m_B = 0{,}5$ kg

$|\vec{a}| = ?$

$|\vec{T}| = ?$

$$\begin{cases} (x) & \vec{T} + (m_C\vec{g})_x = m_C\vec{a} \\ & \vec{T} + m_B\vec{g} = m_B\vec{a} \\ (y) & \vec{F}_N + (m_C\vec{g})_y = \vec{0} \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} T - m_C g\sin\theta = m_C a \\ -T + m_B g = m_B a \\ F_N - m_C g\cos\theta = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T - m_C g\sin\theta = m_C a \\ T = (g-a)m_B \\ F_N - m_C g\cos\theta = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} m_B g - m_B a - m_C g\sin\theta = m_C a \\ \text{—} \\ \text{—} \end{cases}$$

$$(m_B + m_C)a = (m_B - m_C\sin\theta)g \longrightarrow a = \frac{m_B - m_C\sin\theta}{m_B + m_C}g$$

$$T = m_B g - \frac{m_B^2 - m_B m_C\sin\theta}{m_B + m_C}g =$$

$$= \frac{\cancel{m_B^2 g} + m_B m_C g - \cancel{m_B^2 g} + m_B m_C\sin\theta g}{m_B + m_C} = g\frac{m_B m_C}{m_B + m_C}(1+\sin\theta)$$