

Fisica Generale A

*Dinamica del punto
materiale*

Scuola di Ingegneria e Architettura

UNIBO – Cesena

Anno Accademico 2015 – 2016

Principi fondamentali

Sir Isaac Newton (Woolsthorpe-by-Colsterworth, 25 dicembre 1642 – Londra, 20 marzo 1727)

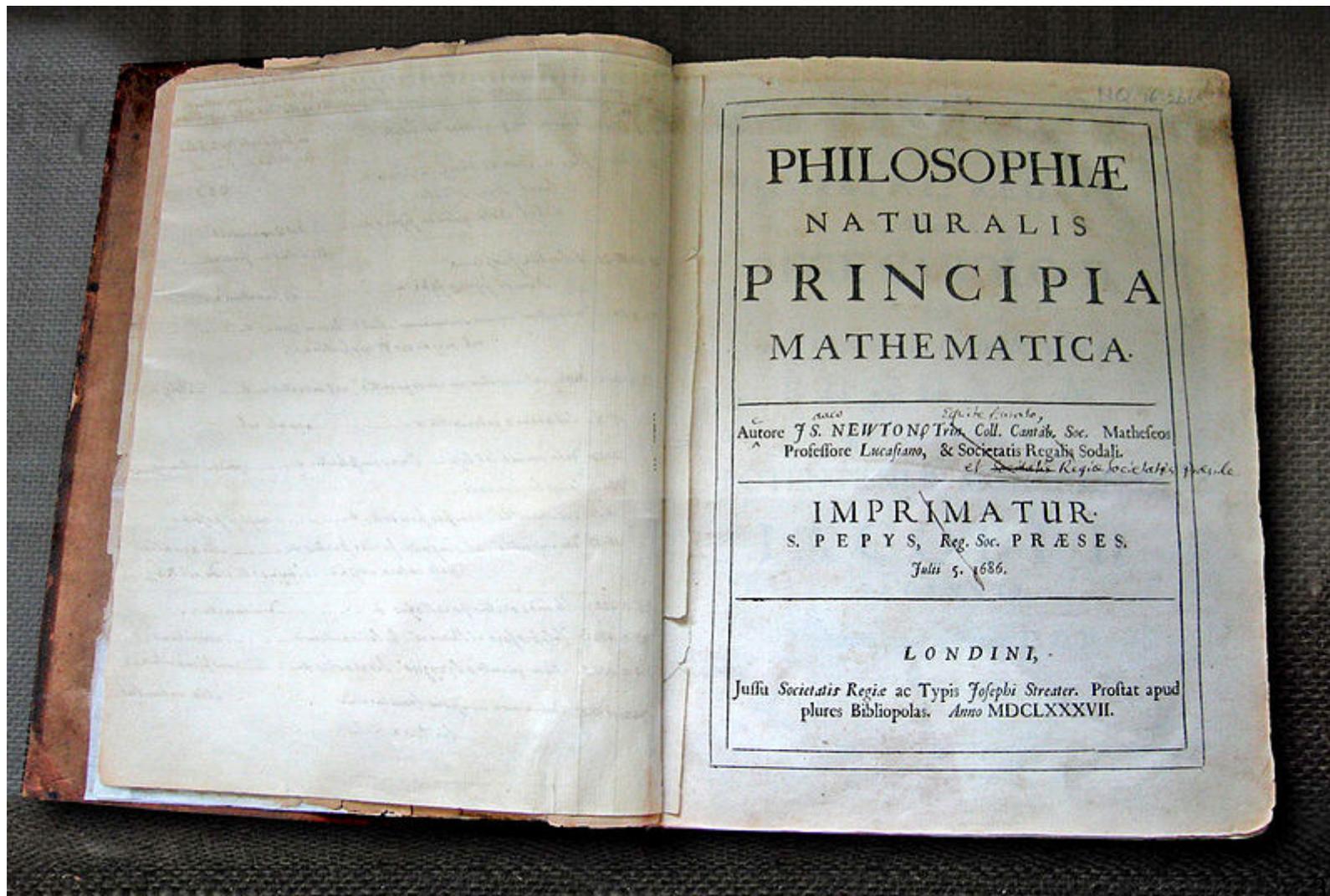
1° Principio: *Un qualunque punto materiale che non sia sottoposto ad alcuna forza o rimane in quiete o si muove di moto rettilineo uniforme.*

2° Principio: *Un qualunque punto materiale che sia sottoposto ad una o più forze ha un'accelerazione vettorialmente proporzionale alla risultante di tali forze.*

3° Principio: *Ogni volta che un corpo esercita una forza su un altro corpo, il secondo esercita sul primo una forza vettorialmente opposta e con la stessa retta d'azione.*

Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (1687)

Principi fondamentali



Principi fondamentali



QuickTime Movie
SRI

1° Principio – “Principio d’inerzia”

Un qualunque punto materiale che non sia sottoposto ad alcuna forza o rimane in quiete o si muove di moto rettilineo uniforme.

Si muove rispetto a cosa?



*Sistema di riferimento
inerziale*



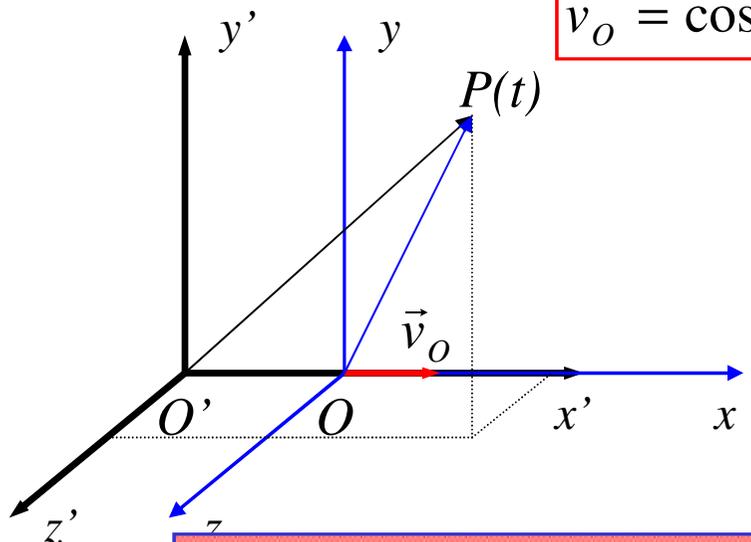
Formulazione moderna

Esiste almeno un sistema di riferimento, detto “inerziale”, rispetto al quale un qualunque punto materiale che sia sufficientemente lontano da tutti gli altri corpi, o rimane in quiete o si muove di moto rettilineo uniforme.

Principi fondamentali

1° Principio – “Principio d’inerzia”

Dato un sistema di riferimento inerziale, lo sono anche tutti gli infiniti sistemi che si muovono di moto rettilineo uniforme rispetto al primo



$\vec{v}_O = \text{costante} \quad , \quad \vec{\omega} = \vec{0}$

$x'(t) = x(t) + v_O t$
 $y'(t) = y(t)$
 $z'(t) = z(t)$

$\vec{v}_A(t) = \vec{v}_R(t) + \vec{v}_O$

$\left\{ \begin{array}{l} v_{x'}(t) = v_x(t) + v_O \\ v_{y'}(t) = v_y(t) \\ v_{z'}(t) = v_z(t) \end{array} \right.$

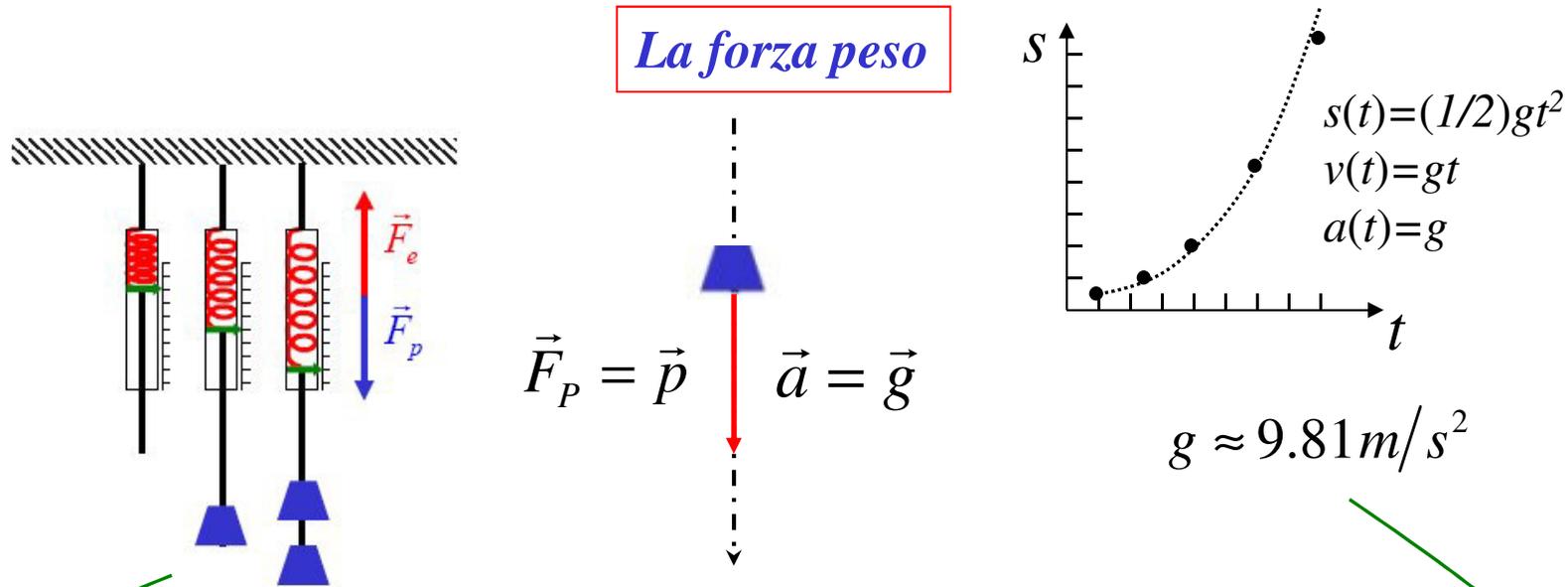
$\vec{a}_A = \vec{a}_R$

\Rightarrow Se $\vec{a}_A = \vec{0}$ anche $\vec{a}_R = \vec{0} \quad \forall R$ con $\vec{v}_O = \text{costante}$

Principi fondamentali

2° Principio

Uno strumento per studiare il secondo principio:

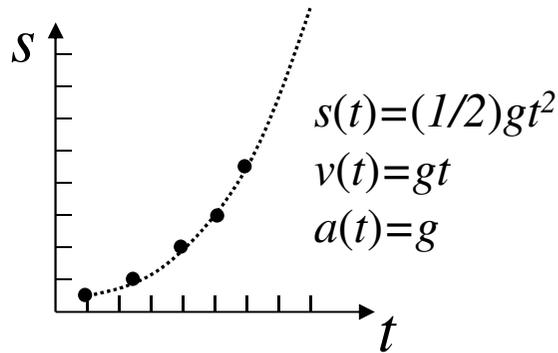


$g \approx 9.81 m/s^2$

Si osserva che:

“pesi” diversi, caratterizzati da valori diversi della forza peso cadono con la stessa accelerazione g

Moto indipendente dei componenti



La forza peso produce un moto uniformemente accelerato



QuickTime Movie
Moto Grave

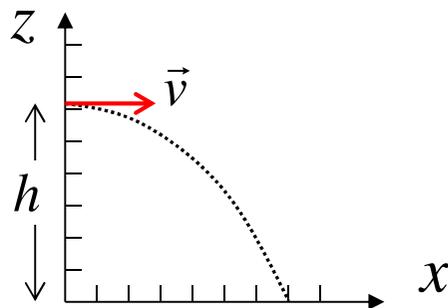
Si osserva che:

- *Se l'oggetto è lasciato cadere da fermo la sua traiettoria è rettilinea.*
- *Se è lanciato orizzontalmente con velocità v la sua traiettoria è parabolica.*
- *Il moto è la combinazione di due moti rettilinei: uno uniforme (orizzontale) e uno uniformemente accelerato (verticale).*

$a_x = 0$

$v_x = a_x t + v_{x0} = v$

$x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{x0} t + x_0 = vt$



$a_z = -g$

$v_z = a_z t + v_{z0} = -gt$

$z = \frac{1}{2} a_z t^2 + v_{z0} t + z_0 = -\frac{1}{2} gt^2 + h$

$$z = h - \frac{1}{2} \frac{g}{v^2} x^2$$

$$x_{\max} = \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} \right) v$$

Principi fondamentali



QuickTime Movie

D Ghiaccio Secco

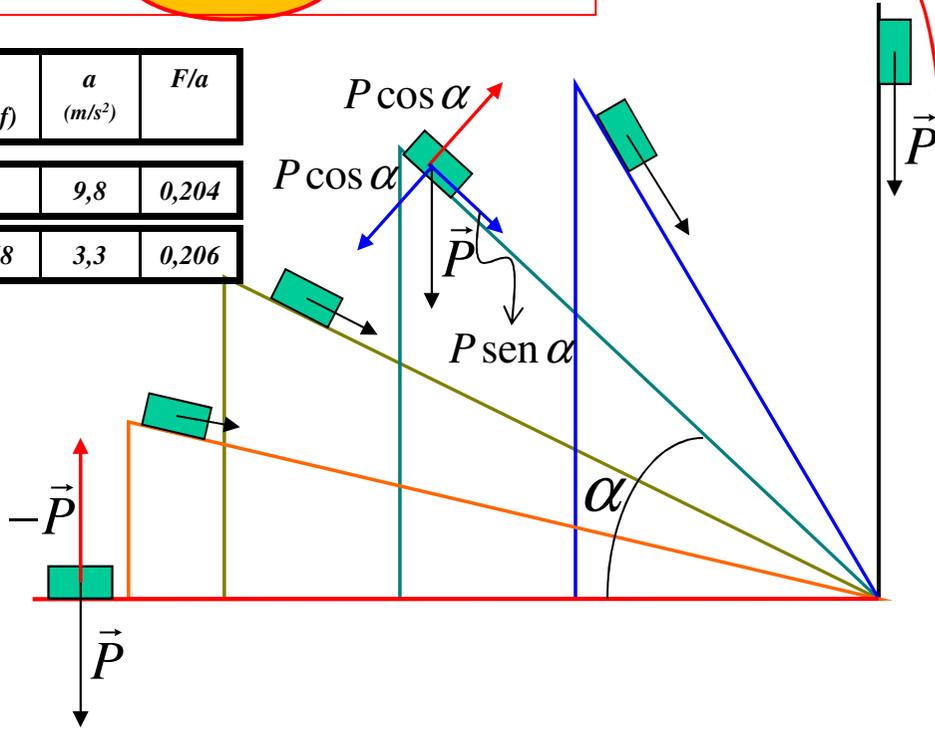
2° Principio

Il piano inclinato come strumento per produrre forze variabili

$$m = F/a = 0,102 \text{ kgf} / (\text{m/s}^2)$$

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

α	F (kgf)	a (m/s ²)	F/a
90	2	9,8	0,204
20	0,68	3,3	0,206

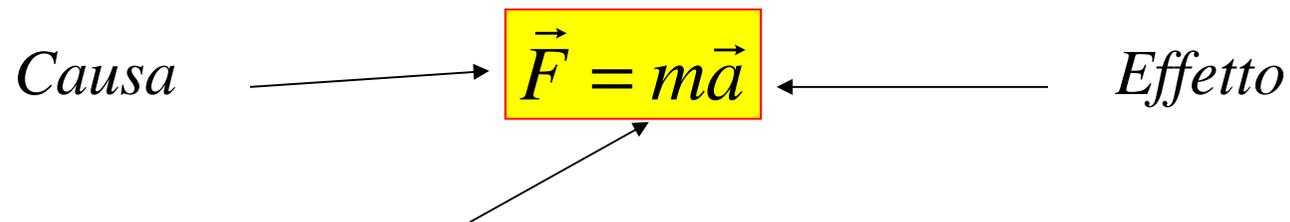


α	F (kgf)	a (m/s ²)	F/a
90	1	9,8	0,102
60	0,87	8,6	0,101
43	0,68	6,6	0,103
26	0,44	4,1	0,107
13	0,22	2,3	0,096
Media			0,102

Principi fondamentali

2° Principio

Un qualunque punto materiale che sia sottoposto ad una o più forze ha un'accelerazione vettorialmente proporzionale alla risultante di tali forze.



Massa inerziale - Risulta essere:

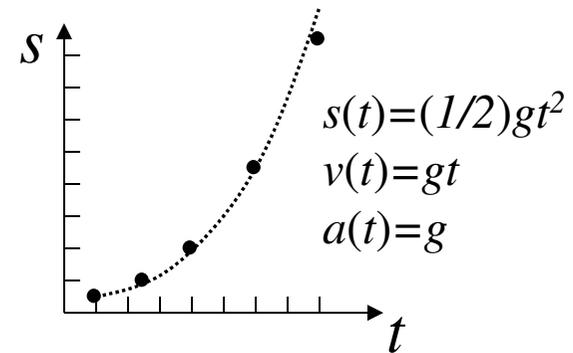
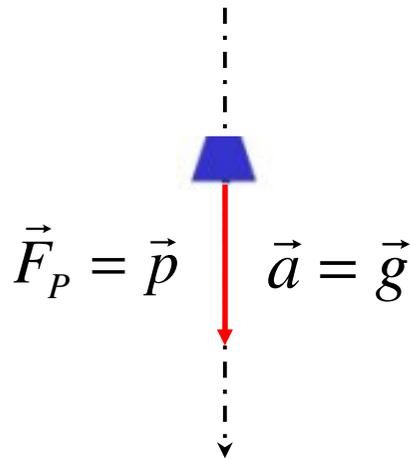
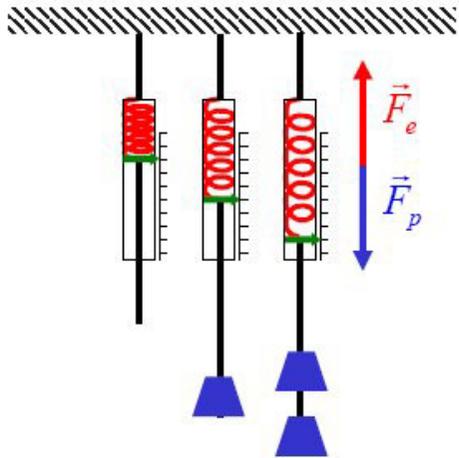
- Caratteristica di ogni corpo
- Positiva
- Indipendente da posizione e velocità



Esperimenti
Galileo

Il caso della Forza Peso

La forza peso



$$\vec{p} = m\vec{g}$$

$$\frac{p}{m} = g \text{ (costante)}$$

Nel caso della Forza Peso, il rapporto tra forza e massa è costante

L'accelerazione g, in un dato luogo, risulta la stessa per qualunque punto materiale:

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

Principi fondamentali

2° Principio

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

*Nel sistema internazionale l'unità di misura della massa è il chilogrammo (kg)
Per convenzione è la massa di un cilindro di platino-iridio depositato presso il
Bureau International des Poids et Mèsure a Sèvres*

*L'unità di misura della forza nel sistema internazionale è il Newton (N), derivata
dalla precedente scelta: Corrisponde alla forza che, agendo su una massa di 1 Kg
le imprime un'accelerazione di 1 m/s²*

*Nel sistema tecnico l'unità di misura della forza è il chilogrammo – forza (kgf)
È il peso del cilindro di cui sopra, nei luoghi in cui $g=9,80665 \text{ m/s}^2$, detto valore
“standard”.*

*L'unità di misura della massa nel sistema tecnico è $U_{mT} = 1 \text{ kgf} \times \text{s}^2/\text{m}$, ma non ha
un nome particolare e non è praticamente utilizzata. Il chilogrammo (kg), inteso
come grandezza derivata, corrisponde alla massa che, soggetta ad una forza di 1
kgf, si muove con un'accelerazione di $9,80665 \text{ m/s}^2$.*

$$1 \text{ kgf} = 9.80665 \text{ N} ; \quad 1 U_{mT} = 9.80665 \text{ kg}$$

Principi fondamentali

Dimensioni e unità di misura

Sistema internazionale, *4 unità fondamentali:*

- Lunghezza [L]: metro (m)
- Tempo [T]: secondo (s)
- Massa [M]: kilogrammo (kg)
- Intensità di corrente elettrica [i]: Ampère (A)

Tutte le altre unità si esprimono in termini di queste e si chiamano *derivate*

grandezza	dimensioni	unità di misura
velocità	$[v] = [LT^{-1}]$	m/s
accelerazione	$[a] = [LT^{-2}]$	m/s ²
forza	$[F] = [Ma] = [MLT^{-2}]$	N = kg m/s ²
densità	$[\rho] = [ML^{-3}]$	kg/m ³
quantità di moto	$[q] = [Mv] = [MLT^{-1}]$	kg m/s

Principi fondamentali

Dimensioni e unità di misura

Sistema “cgs”

- Lunghezza [L]: centimetro (cm)
- Tempo [T]: secondo (s)
- Massa [M]: grammo (g)

Unità per la forza:

Dina (dyn)

$$1 \text{ dyn} = 1 \text{ g.cm/s}^2 = 10^{-5} \text{ N}$$

Corpi estesi - densità

*Massa di un corpo = somma delle masse
dei punti materiali che idealmente
lo compongono*

Densità media $\rho_m = \frac{m}{V}$

In un volume ΔV di massa Δm $\rho_m = \frac{\Delta m}{\Delta V}$

$$\text{Densità in un punto} \quad \rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV}$$

Principi fondamentali

Quantità di moto e impulso

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

$\vec{Q} = m\vec{v}$ *quantità di moto di un punto materiale*

$\vec{Q} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$ *... di un sistema materiale costituito da n punti*

$\dot{\vec{Q}} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$ *se $m = cost \Rightarrow \dot{\vec{Q}} = m\dot{\vec{v}} = m\vec{a} \rightarrow \vec{F} = \dot{\vec{Q}}$*

Integrale dell'impulso $\vec{I} = \int \vec{F} dt$

$$\vec{I}(t_2) - \vec{I}(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d\vec{Q}}{dt} dt = \vec{Q}(t_2) - \vec{Q}(t_1)$$

Impulso della forza

Teorema dell'impulso

Principi fondamentali

$$\vec{F} = \dot{\vec{Q}}$$

Formulazione moderna del II Principio

La risultante delle forze applicate ad un qualunque punto materiale è uguale alla derivata rispetto al tempo della sua quantità di moto.

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \vec{Q}(t_2) - \vec{Q}(t_1)$$

Teorema dell'impulso

L'impulso della forza risultante agente su un punto materiale, relativo ad un dato intervallo di tempo, è uguale alla corrispondente variazione della sua quantità di moto.

