

AXIOMATA SIVE LEGES MOTUS

Lex. I.

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

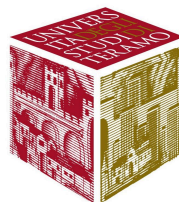
Projectilia perseverant in motibus suis nisi quatenus a resistentia aeris retardantur & vi gravitatis impelluntur deorsum. Trochus, cujus partes coherendo perpetuo retrahunt sese a motibus resiliens, non cessat rotari nisi quatenus ab aere retardatur. Majora autem Planetarum & Cometarum corpora motus suos & progressivos & circulares in spatiis minus resistentibus factos conservant diutius.

Lex. II.

Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressæ, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Si vis aliqua motum quemvis generet, dupla duplum, tripla triplum generabit, sive simul & semel, sive gradatim & successive impressa fuerit. Et hic motus quoniam in eandem semper plagam cum vi generatrice determinatur, si corpus antea movebatur, motui ejus vel conspiranti additur, vel contrario subducitur, vel obliquo oblique adjicitur, & cum eo secundum utriusque determinationem componitur.

Lex. III.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Fisica

Medicina Veterinaria — Semestre Aperto 2026

Prof. Francesco de Pasquale

Lezioni 8, 9

Outline

Lezione 8

- Dinamica del punto materiale: analisi delle interazioni tra corpi
- Formulazione dei tre principi della dinamica.
- Significato fisico del principio di inerzia e condizioni per l'equilibrio statico (prima legge)

Lezione 9

- Legame tra forza risultante e accelerazione (seconda legge).

Introduzione sulle cause del moto

I Legge di Newton — Principio di Inerzia

Enunciato

Se la risultante delle forze agenti su un sistema è nulla, $\vec{F}^{Ris} = \vec{0}$, allora $\vec{v}$ non può cambiare.

In particolare, se il corpo è fermo ($\vec{v} = \vec{0}$), rimane fermo.

Nota fondamentale

La condizione $\vec{a} \neq \vec{0}$ implica necessariamente la presenza di una forza risultante non nulla.

L'inerzia è la tendenza naturale di ogni corpo a mantenere il proprio stato di moto.





Il Legge di Newton

Enunciato:

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

La forza risultante applicata a un corpo è proporzionale all'accelerazione che produce: $\vec{F} \propto \vec{a}$.

All'aumentare di F , aumenta a .

L'unità di misura della forza è il **Newton**: $[F] = N$.

Massa Inerziale

Definizione

La massa m è una **grandezza scalare** con unità $[m] = kg$.

Significato fisico

La **massa inerziale** è la proprietà intrinseca del sistema che misura la sua resistenza alla variazione del moto.

Relazione F–a

A parità di forza, una massa maggiore produce un'accelerazione minore: $a = F/m$.

Esercizio

Un treno ETR1000 (FrecciaRossa) viaggia ad una velocità $v_0 = 300 \text{ km/h}$ ed ha una massa pari a $m = 5,01 \cdot 10^5 \text{ kg}$. Sapendo che i freni esercitano una forza frenante pari a $F_x = 4,5 \cdot 10^5 \text{ N}$, calcolare:

1. il tempo di arresto del treno;
2. Lo spazio percorso prima di fermarsi



Soluzione esercizio ETR1000

$$M_T = 5,01 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

$$V_0 = 300 \text{ km/h}$$

$$F_{\text{FRENO}} = 4,5 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$V_0 = 83,3 \text{ m/s}$$



$$F = ma \Rightarrow a = \frac{-F}{m} = -0,898 \text{ m/s}^2$$

$$V_F = V_0 + a t \Rightarrow 0 = V_0 + a t_{\text{ARRESTO}}$$

$$t_{\text{ARRESTO}} = - \frac{V_0}{a} = + \frac{83,3}{(+0,898)} = 92,7 \text{ s}$$

$$t_{\text{ARRESTO}} \approx 93 \text{ s}$$

$$x = x_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \underset{\substack{\parallel \\ 0}}{(83,3 \cdot 93)} + \frac{1}{2} (-0,898) (93^2)$$

$\uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow$

$$x_{\text{ARRESTO}} \approx 3862 \text{ m}$$

$$x_{\text{ARRESTO}} \approx 4 \text{ km}$$

II Legge di Newton — Scomposizione Vettoriale

La seconda legge di Newton si applica componente per componente. La forza risultante è la somma vettoriale di tutte le forze applicate:

$$\vec{F}^{Ris} = \sum_i^n \vec{F}_i$$

Componente x

$$F_x^{Ris} = \sum F_{ix} = ma_x$$

Componente y

$$F_y^{Ris} = \sum F_{iy} = ma_y$$

Come calcolare la risultante delle forze

$$\vec{F}^{Ris} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

$$\begin{cases} F_x^{Ris} = F_{1x} + F_{2x} + \cdots + F_{nx} = ma_x \\ F_y^{Ris} = F_{1y} + F_{2y} + \cdots + F_{ny} = ma_y \end{cases}$$

❏ Questa formulazione è valida in 2D. In 3D si aggiunge la componente $F_z^{Ris} = ma_z$.

Esercizi su II legge di Newton (Tommasi)

Esercizio # 413

$$\begin{cases} v_0 = 200 \text{ cm/s} = 2 \text{ m/s} \\ F = 20 \text{ N} \\ \Delta x = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m} \end{cases}$$

$m = ?$

- A) 20 kg
- B) 2 kg
- C) 0,2 kg
- D) 20 g
- E) 2 g

$$v = 0$$

$$0 = v_0 + at$$

$$t = v_0/a$$

$$x = x_0 + v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \leftarrow$$

$(x - x_0)$

$$\Delta x = \underbrace{v_0 \left(\frac{v_0}{a} \right)}_{\substack{\text{w} \\ t}} - \frac{1}{2} a \underbrace{\left(\frac{v_0^2}{a^2} \right)}_{\substack{\text{w} \\ t}} = \frac{v_0^2}{2a} - \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a}$$

$$\Rightarrow a = \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{\Delta x}$$

$$a = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{2} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma \Rightarrow m = \frac{F}{a} = \frac{20}{1} = 20 \text{ kg}$$

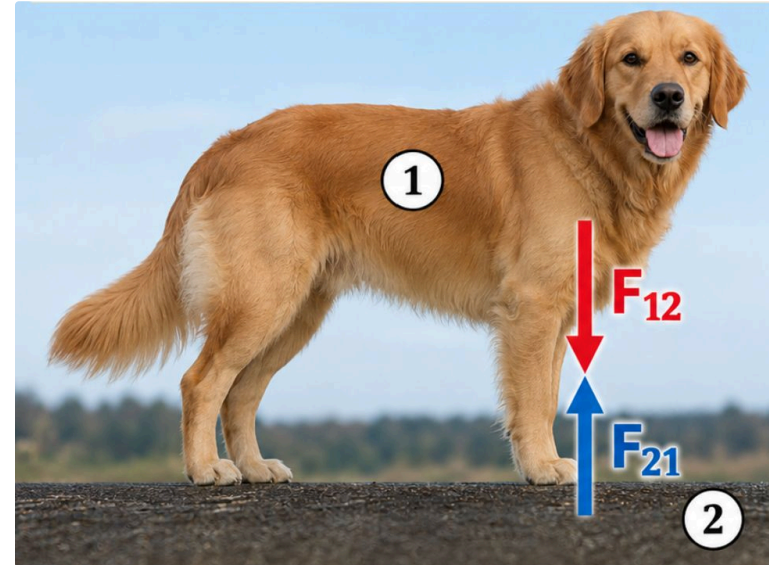
$$m = 20 \text{ kg}$$

A) ✓

III Legge di Newton — Pr. di azione-reazione

Se due sistemi si scambiano forze di contatto, queste sono **uguali in modulo e direzione** ma di **verso opposto**.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



Esercizi di riepilogo sulle 3 leggi di Newton

Esercizio # 414

A e B

III° PR. DELLA DINAMICA

$$m_A = 5 \text{ Kg}$$

$$a_A = 25 \text{ m/s}^2$$

$$m_B = 5 \text{ Kg}$$

- A) 15 N
- B) 125 N
- C) 375 N
- D) 5 N
- E) 75 N

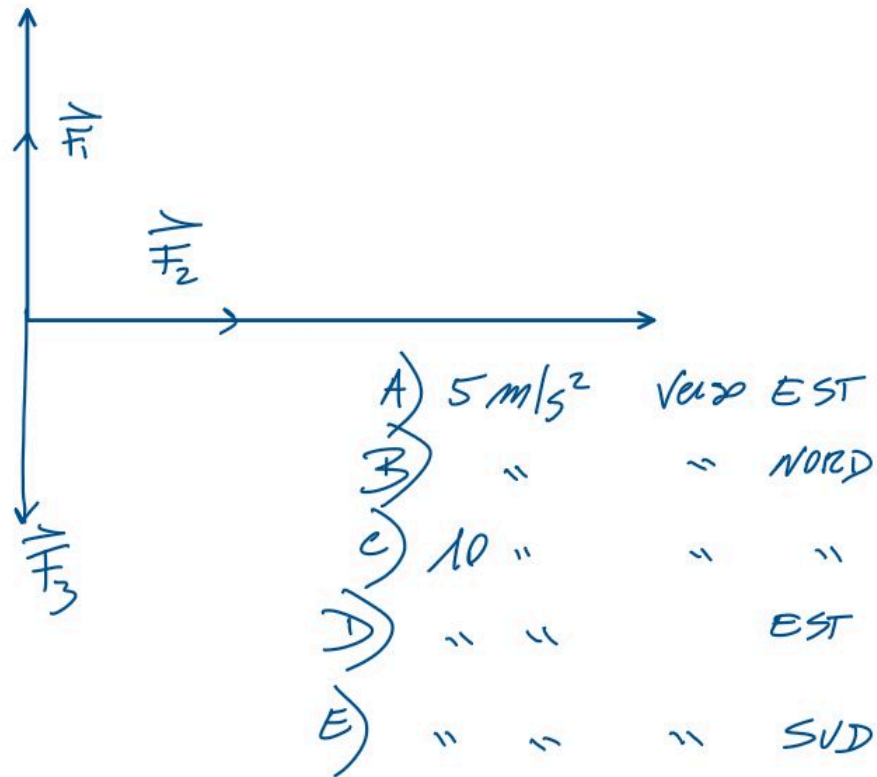
$$\overline{F_{AB}} = -\overline{F_{BA}}$$

$$m_A a_A = m_B a_B$$

$$5 \cdot 25 = 125 \text{ N}$$

Esercizio # 415

$$m = 4 \text{ kg} \quad \vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \quad F_1 = F_2 = F_3 = 20 \text{ N}$$



$$\vec{F}_{\text{ris}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad \begin{cases} F_x = 0 + F_2 = F_2 \\ F_y = F_1 + 0 - F_3 = 0 \end{cases}$$

$$\vec{F}_{\text{ris}} = (F_2; 0)$$



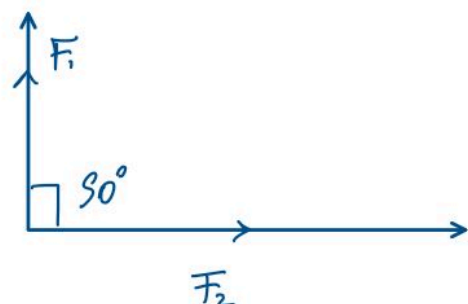
$$F_{\text{ris}} = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m/s}^2$$

Esercizio # 438

Due Forze $\perp$ $F_1 = 60\text{ N}$, $F_2 = 80\text{ N}$

$$a = 20\text{ m/s}^2$$

- A) 1 kg
 B) 3 "
 C) 5 " ←
 D) 7 "
 E) 9 "



$$\vec{F}_{Ris} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} F_x = F_2 \\ F_y = F_1 \end{array} \right.$$

$$|\vec{F}_{Ris}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{80^2 + 60^2}$$

$$= \sqrt{10^4} = 10^2\text{ N}$$

II^a LEGGE DI NEWTON

$$F = ma \quad m = \frac{F}{a}$$

$$m = \frac{100}{20} = 5\text{ kg}$$

c) ✓

Esercizio # 435

$$F_1 = 12N \quad \text{EST}$$

$$F_2 = 16N \quad \text{NORD}$$

$$F_3 = ? \quad \text{OVEST}$$

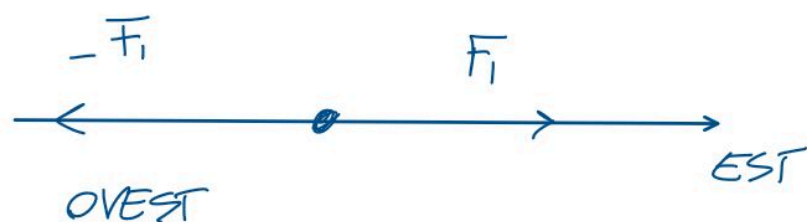
$$F_{Ris} = 16N \quad \text{NORD}$$

Quanto vale F_3 ?

- A) 2 N
- B) 6 N
- C) 12 N ←
- D) 16 N
- E) 22 N

$$\vec{F}_{Ris} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad \begin{cases} F_x = 0 = F_1 + F_{3x} \\ F_y = 16 = 16 + F_{3y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{3x} = -F_1 \\ F_{3y} = -F_1 \end{cases} \quad \begin{cases} F_{3x} = -F_1 \\ F_{3y} = 0 \end{cases}$$



$$F_3 = 12N \quad \text{verso OVEST}$$

Applicazioni Biologiche della III Legge

La III legge di Newton è alla base del movimento di tutti gli animali: terrestri, acquatici e volanti. Ogni spinta genera una reazione uguale e contraria che produce propulsione.



Animali acquatici

Il pesce spinge l'acqua indietro;
l'acqua reagisce spingendo il
pesce in avanti.



Animali volanti

Le ali spingono l'aria verso il
basso; la reazione genera
portanza e propulsione.



Animali terrestri

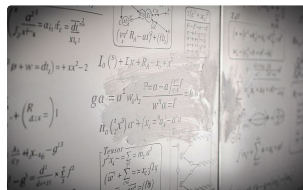
Il piede spinge il suolo; la
reazione del suolo genera la
propulsione in avanti.

Dinamica del Punto Materiale — Visione d'Insieme



Analisi delle interazioni

Studio delle forze tra corpi e formulazione dei tre principi della dinamica.



Equilibrio e accelerazione

Significato fisico del 2° principio: legame tra forza risultante e accelerazione; condizioni per l'equilibrio statico.



Azione e reazione

Applicazione della III legge all'equilibrio statico e al movimento biologico.

Punti Chiave della Lezione

1

I Legge

Senza forza risultante, il moto non cambia. L'inerzia è una proprietà fondamentale della materia.

2

II Legge

$\vec{F} = m\vec{a}$: la forza causa l'accelerazione. La massa inerziale misura la resistenza al cambiamento.

3

III Legge

Ogni azione genera una reazione uguale e opposta.
Alla base di ogni forma di locomozione.

4

Forza Peso

$F_P = mg$ per $r \ll R$. La gravità è una perturbazione dello spazio-tempo.