

# Lezione 2 - Lo studio del moto

- Tradizionalmente lo studio del moto viene diviso in *cinematica* e *dinamica*
- **Cinematica**            pura descrizione del moto
- **Dinamica**            investigazione sulle *cause* del moto con l'applicazione del metodo scientifico

# Grandezze fisiche importanti

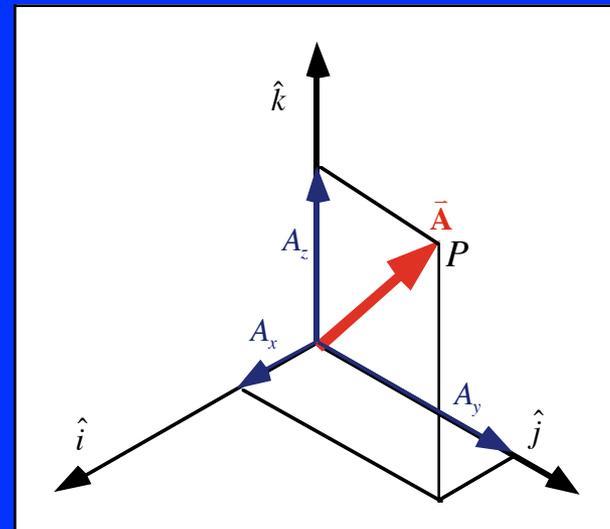
- Distanza (spostamenti)
  - *vettore*, si misura in [m]
- Tempo (intervalli di tempo)
  - *scalare*, si misura in [s]
- Velocità (media o istantanea)
  - *vettore*, si misura in [m/s]
- Accelerazione (media o istantanea)
  - *vettore*, si misura in [m/s<sup>2</sup>]

# Scalari e vettori

- Gli *scalari* non hanno proprietà direzionali e sono descritti da un solo numero
- I *vettori* hanno proprietà direzionali e sono descritti, nello spazio 3D, da tre numeri

$$\vec{\mathbf{A}} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$

$$P \equiv (A_x, A_y, A_z)$$



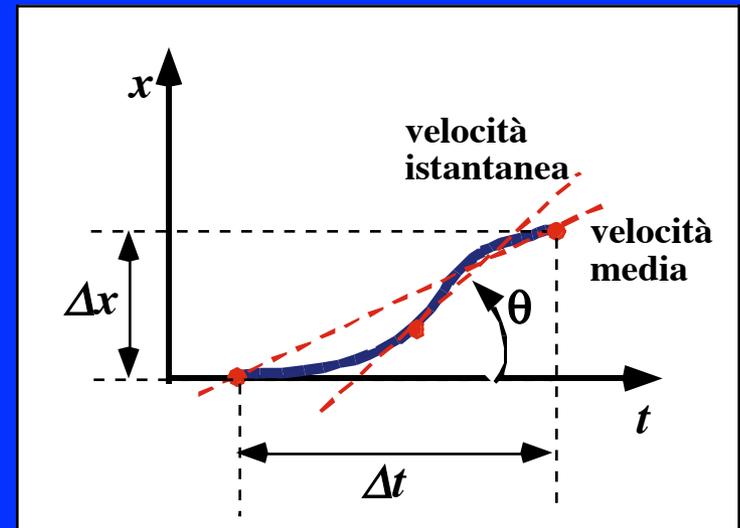
# Velocità (caso unidimensionale)

- Velocità media

$$\frac{\text{distanza percorsa} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]}{\text{tempo impiegato} \left[ \text{s} \right]}$$

- Velocità istantanea

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t \rightarrow 0} = \frac{dx}{dt} = v$$



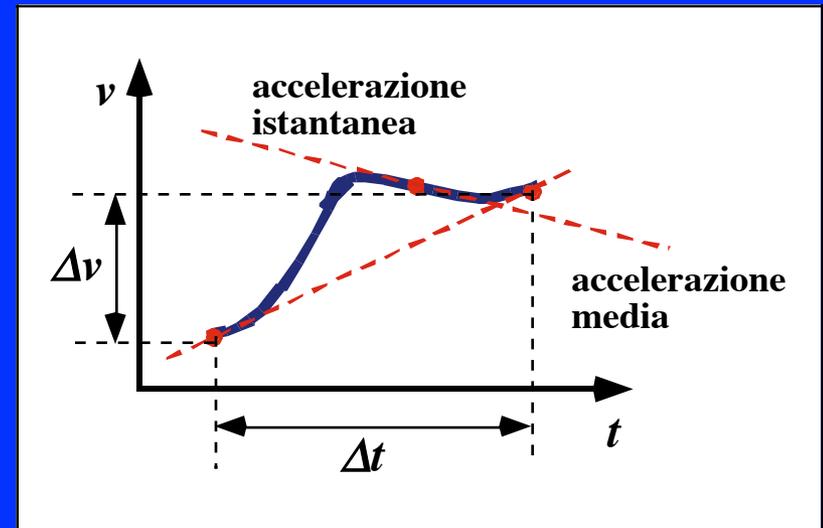
# Accelerazione (caso unidimensionale)

- Accelerazione media

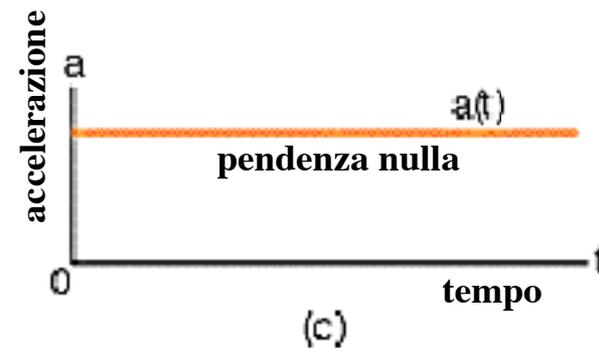
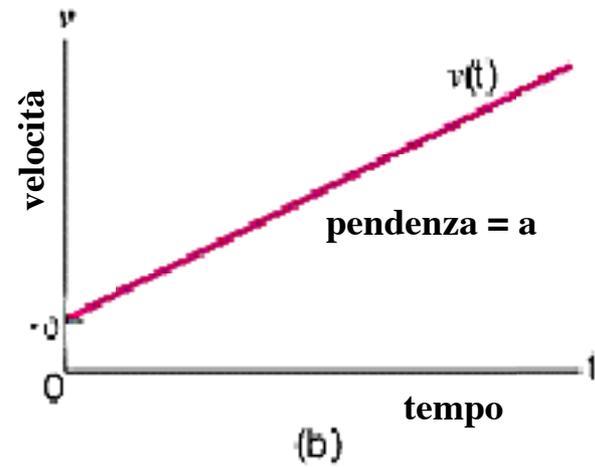
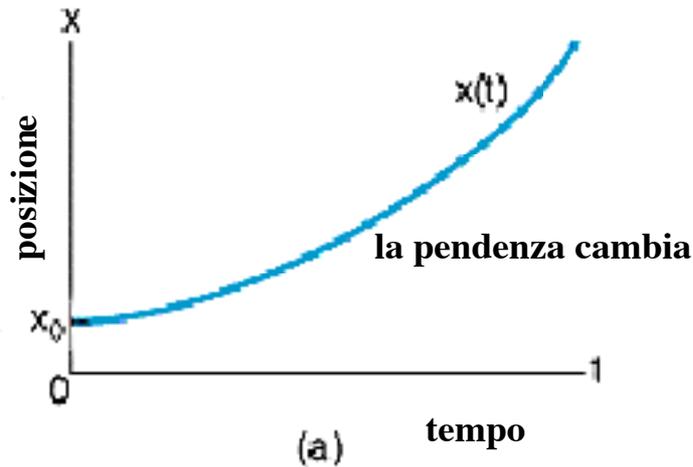
$$\frac{\text{variazione di velocità} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]}{\text{intervallo di tempo} \left[ \text{s}^2 \right]}$$

- Accelerazione istantanea

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t \rightarrow 0} = \frac{dv}{dt} = a$$



# Moto unidimensionale: caso dell'accelerazione costante



# Accelerazione costante: formule

- Equazione (grandezza implicita)

$$v = v_0 + at$$

$$x - x_0$$

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

$$v$$

$$v = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$t$$

$$x - x_0 = \frac{1}{2} (v_0 + v)t$$

$$a$$

$$x - x_0 = vt - \frac{1}{2} at$$

$$v_0$$

# L'accelerazione di gravità

- Un caso pratico importante di moto uniformemente accelerato è quello causato della gravità terrestre (Galilei)
- L'accelerazione ha la stessa intensità per tutti i corpi, indipendentemente da forma, massa e composizione, ed è diretta verso il centro della terra.
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- Le equazioni che descrivono la caduta dei gravi sono quelle appena viste con  $a = g$

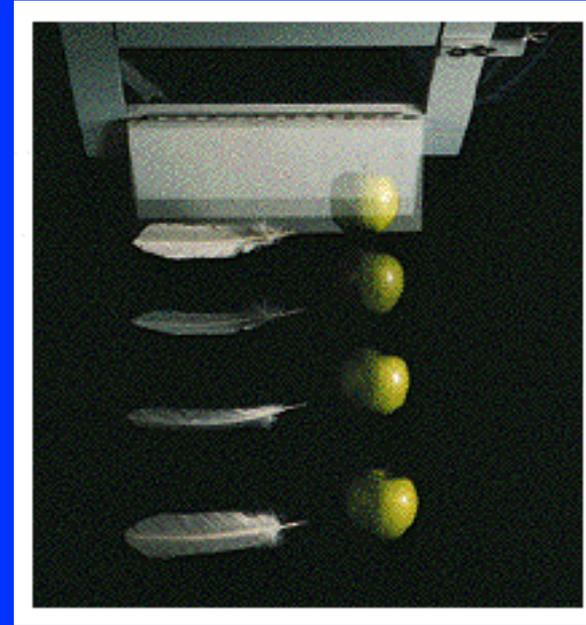
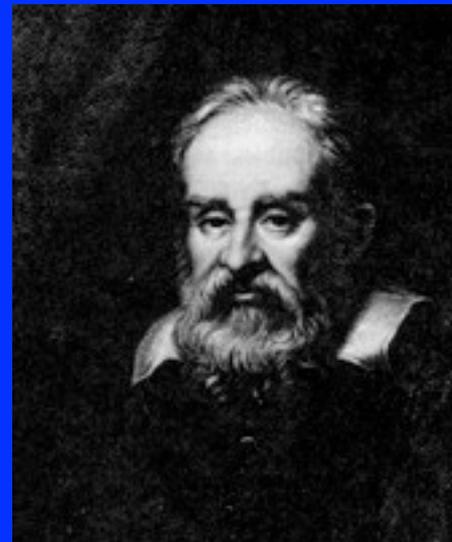


illustrazione tratta da: D.Halliday, R.Resnick, J.Walker, "Fondamenti di Fisica", IV Ed., Ambrosiana, Milano (1998)



Galileo Galilei  
(1564-1642)

# Moto in più dimensioni

illustrazione tratta da: Halliday-Resnick-Walker, "Fondamenti di Fisica", IV Ed., Ambrosiana, Milano

- Il moto in più dimensioni si descrive utilizzando i vettori
- vettore posizione

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k},$$

- vettore velocità

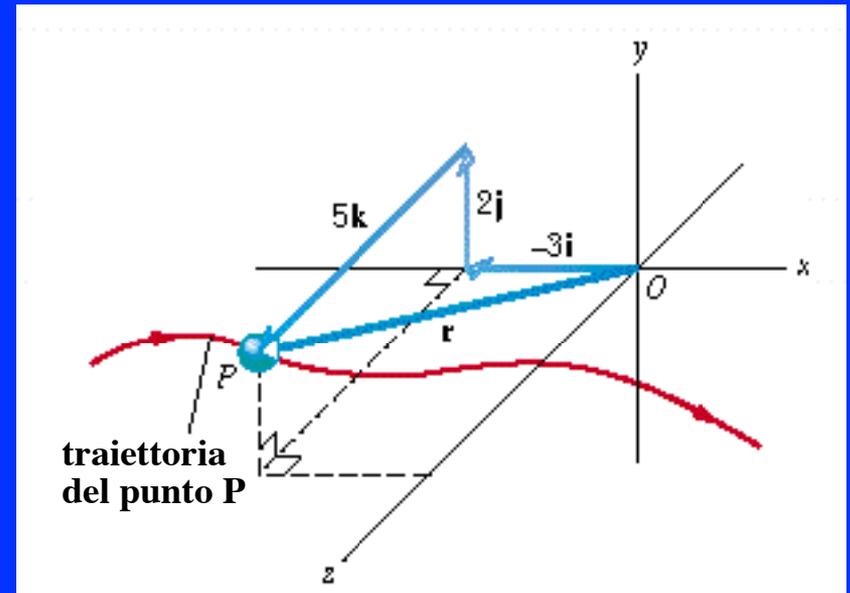
$$\mathbf{v} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j} + v_z\mathbf{k},$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt}, \quad v_z = \frac{dz}{dt}$$

- vettore accelerazione

$$\mathbf{a} = a_x\mathbf{i} + a_y\mathbf{j} + a_z\mathbf{k},$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}, \quad a_y = \frac{dv_y}{dt}, \quad a_z = \frac{dv_z}{dt}.$$



**Importante!**

Il vettore posizione può essere descritto anche descrivendo separatamente le sue componenti

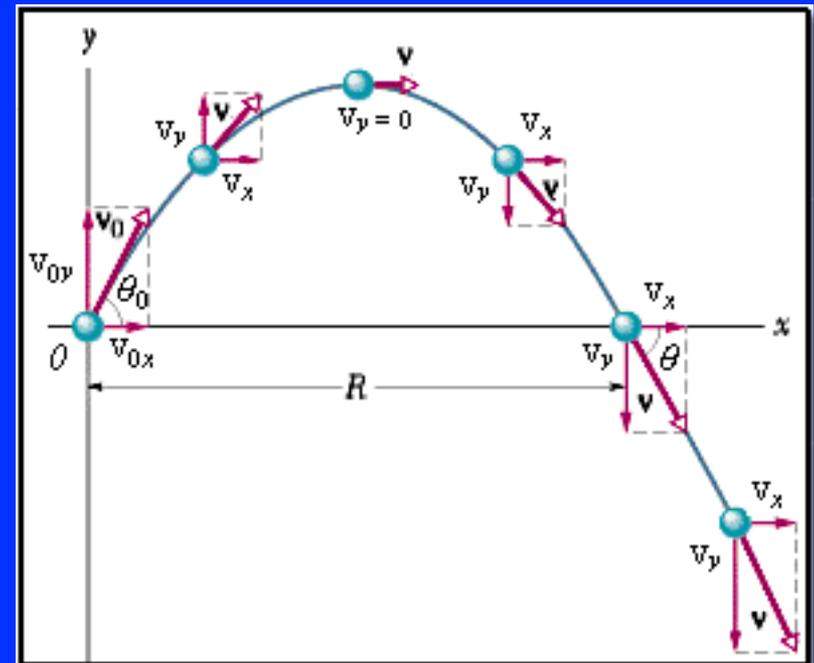


**Composizione  
dei  
movimenti**

# Moto in 2D: il "proiettile"

- I moti verticale ed orizzontale possono essere considerati separatamente
- Orizzontale: moto rettilineo uniforme
- Verticale: moto uniformemente accelerato

Proiettile



# Moto in 2D segue

- La fotografia dimostra che moti verticale ed orizzontale sono in effetti indipendenti l'uno dall'altro

- Moto orizzontale  $x - x_0 = v_{0x} t$

- Moto verticale  $y - y_0 = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$

- La traiettoria è una parabola

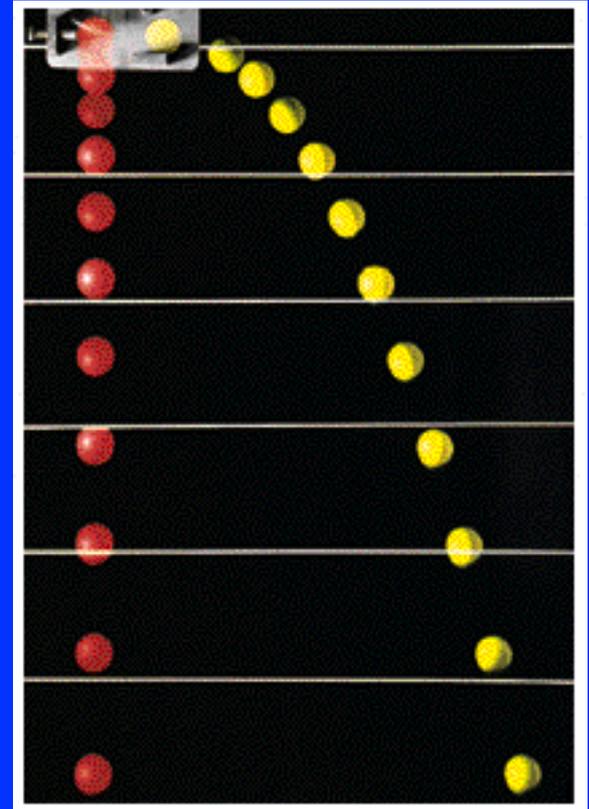


illustrazione tratta da: Halliday-Resnick-Walker, "Fondamenti di Fisica", IV Ed., Ambrosiana, Milano

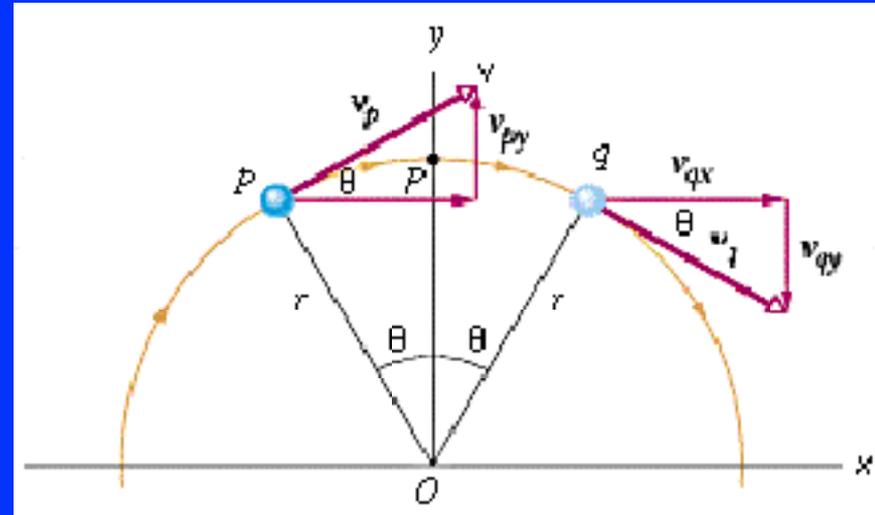


$$y = (\tan \theta_0) x - \frac{g x^2}{2(v_0 \cos \theta_0)^2}; \quad \tan \theta_0 = \frac{v_{0y}}{v_{0x}}$$

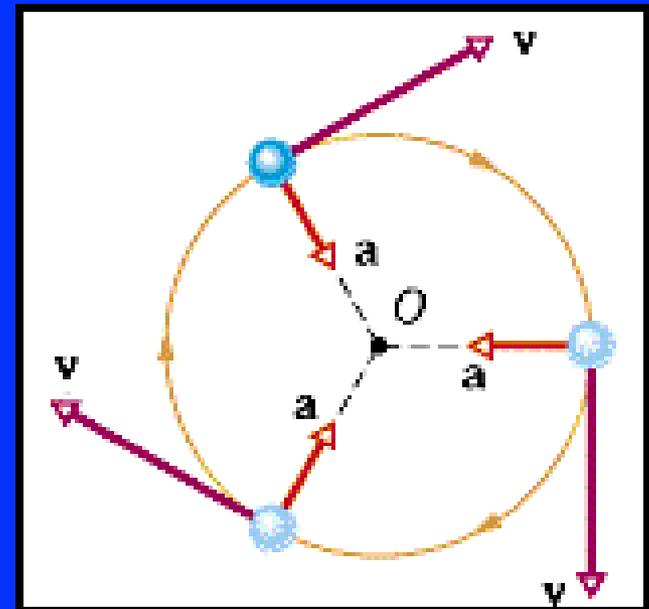
# Moto in 2D: moto circolare uniforme

- Un corpo in movimento lungo una circonferenza con *velocità scalare costante* si dice in **moto circolare uniforme**
- Il corpo risulta comunque *accelerato* perchè **il vettore velocità cambia direzione**, e quindi *varia*, istante per istante
- L'accelerazione è *centripeta*

Moto circolare uniforme



illustrazioni tratte da: Halliday-Resnick-Walker, "Fondamenti di Fisica", IV Ed., Ambrosiana, Milano





# Frequenza e periodo

- Definiamo due quantità relative ai moti periodici che saranno importanti per il seguito: **frequenza e periodo**
- **Periodo**: tempo necessario perchè il moto completi un ciclo intero  
(nel moto circolare uniforme è il tempo occorrente al corpo in moto per completare una circonferenza)
- **Frequenza** : numero di cicli completati in 1 s

$$T[\text{s}] = \frac{1}{f[\text{Hz}]}$$

# Dinamica: le cause del moto

- Abbiamo finora ignorato le cause del moto: non ci siamo cioè chiesti *perchè* i corpi si muovono
- **Newton** si pose questa domanda e la risposta che diede è oggi la base della meccanica newtoniana
- L'idea di Newton è quella di attribuire la responsabilità del moto dei corpi a degli agenti chiamati **forze**: dette forze possono essere esercitate da corpi su altri corpi sia a contatto sia a distanza
- La meccanica newtoniana studia in modo quantitativo le forze e come influenzano il moto dei corpi ed è valida per distanze che vanno dalle dimensioni degli atomi alle separazioni tra galassie

# I principi di Newton

- **Primo principio**

un corpo non soggetto a forze persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

- **Secondo principio**

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

- **Terzo principio**

se un corpo esercita su un altro corpo una forza, il secondo corpo reagirà esercitando sul primo una forza uguale e contraria