



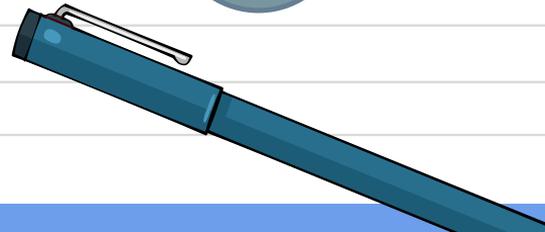
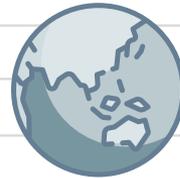
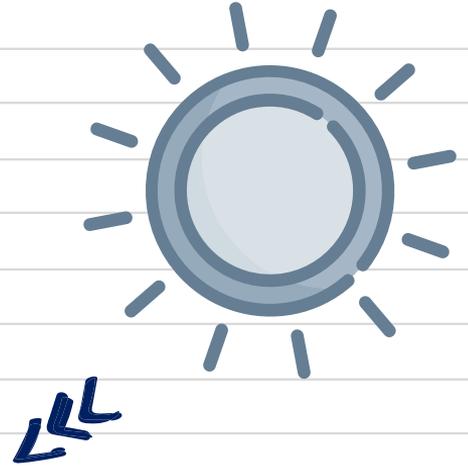
# IL CAMPO GRAVITAZIONALE

NoTeacher

# Introduzione all'argomento...



Come fa il sole a esercitare una **forza a distanza** sulla Terra, se si pensa che tra di esse vi sia perfino il vuoto cosmico?



# Introduzione all'argomento...



## Ipotesi

Ogni corpo **modifica** con la sua presenza lo **spazio** che lo circonda.

### Esempio del Telo Elastico



Sfera di massa grande



Aggiunta di sfera di massa piccola



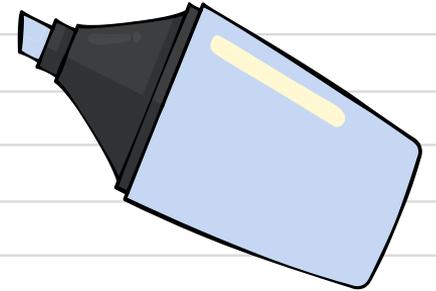
# Introduzione all'argomento



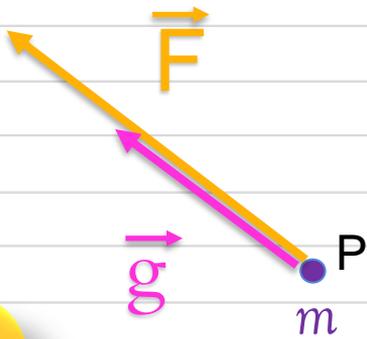
Una prima massa modifica **lo spazio**, il quale **esercita** una forza sulla seconda.



La sola **presenza** di una massa crea un CAMPO GRAVITAZIONALE



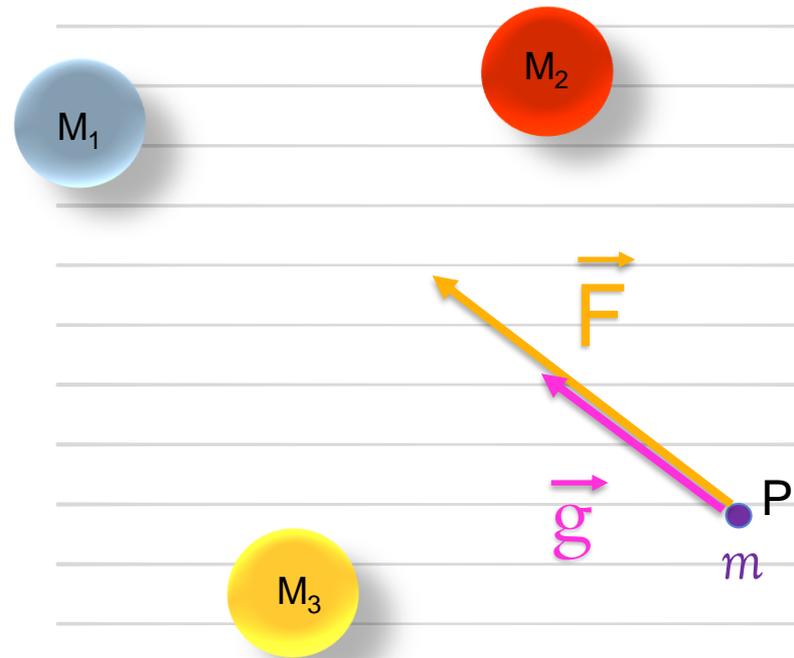
# VETTORE CAMPO GRAVITAZIONALE



$\vec{F}$  = forza gravitazionale esercitata sul sistema di masse  $M_1, M_2, M_3$  che agisce su  $m$  in  $P$

$m$  definita *massa di prova*, è così piccola da **non modificare** il sistema con il proprio effetto gravitazionale





$\vec{F}$  non è la grandezza adatta  
a descrivere il campo  
gravitazionale

Introduzione del  
**vettore campo gravitazionale**

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$[m/s^2]$        $[N]$        $[kg]$

$\vec{g}$  non dipende dalla  
particolare massa  $m$   
utilizzata.



# ...di una massa puntiforme (M)

Su di M agisce la forza gravitazionale


$$\vec{F} = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$$

Se

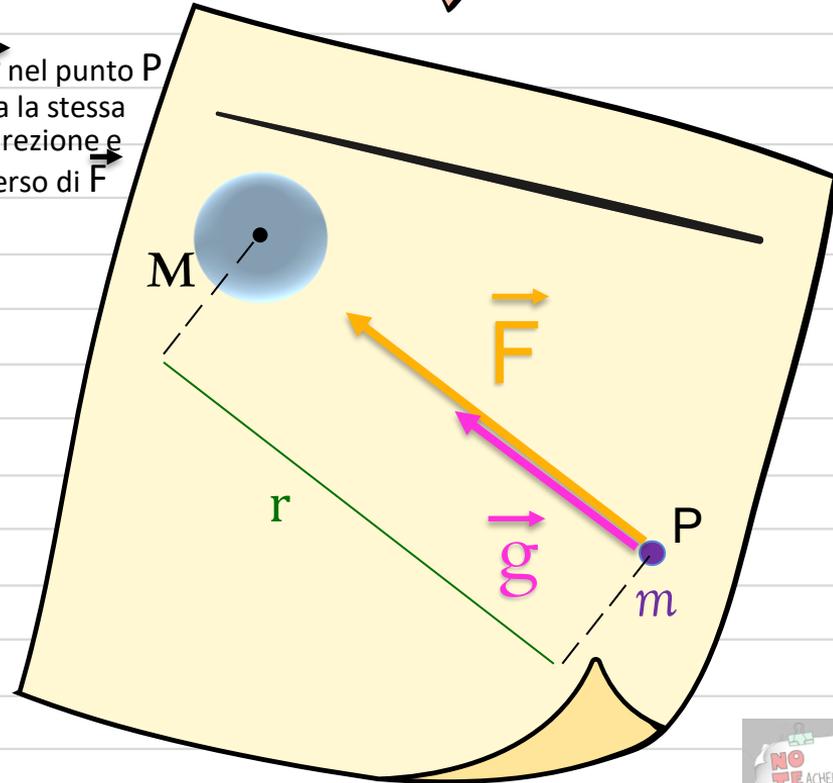
$$g \downarrow = \frac{\vec{F}}{m} = G \cdot \frac{\cancel{m} \cdot M}{r^2} \cdot \frac{1}{\cancel{m}}$$

allora

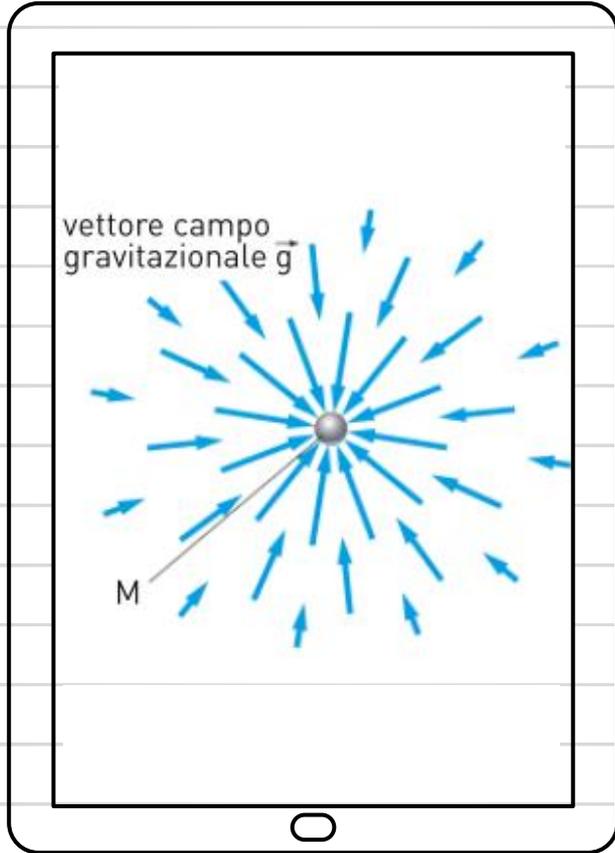
$$g \downarrow = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

[m/s<sup>2</sup>]      [kg]      [N · m<sup>2</sup> / kg<sup>2</sup>]      [m]

$g \downarrow$  nel punto P  
ha la stessa  
direzione e  
verso di  $\vec{F}$



## Campo generato da una massa puntiforme



$\vec{g}$  dipende solo da  $M$  e da  $P$

vale anche quando il campo è la **somma vettoriale** dei campi generati da più masse

### Vettori

Il loro verso è rivolto verso  $P$  e la loro lunghezza è **inversamente proporzionale** al quadrato della distanza.

# <<< CAMPO GRAVITAZIONALE TERRESTRE >>>

**TERRA:** considerabile come punto materiale

$$\vec{g}_0 = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$G = g_0 \cdot \frac{R_T^2}{M_T}$$

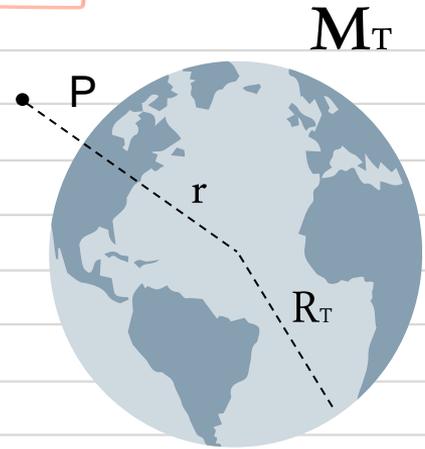
$$g = G \frac{M_T}{r^2}$$
$$G = g \frac{r^2}{M_T}$$

CONFRONTO:

$$g \frac{r^2}{M_T} = g_0 \frac{R_T^2}{M_T}$$

$$g = g_0 \cdot \frac{R_T^2}{r^2}$$

$$r \geq R_T$$



**Proporzionalità inversa** tra il campo gravitazionale terrestre e il quadrato della distanza  $r$  dal centro della terra

# Il campo gravitazionale e la velocità della luce

## Newton:

La gravità su una massa  $m$  è dovuta a una forza **agisce a distanza**  
(forza di gravitazione universale)



La forza cambia in modo istantaneo



La gravità su una massa  $m$  è dovuta all'azione del campo gravitazionale nel punto  $P$  da essa occupato

## Einstein:

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(limite massimo velocità)



La variazione della forza implica un ritardo, che è proporzionale alla distanza  $OP$



**ESEMPIO:** campo elettrico e campo magnetico

# La prima misura diretta della curvatura del campo gravitazionale

## « **Le Scienze** »

Sono stati sviluppati nuovi sensori quantistici atomici, misurando la caduta nel vuoto di nubi di atomi di rubidio ultrafreddi è stato possibile misurare la curvatura



## ESERCIZI

- Considera un punto nello spazio a 500 km dalla superficie di Venere. Calcola il modulo del campo gravitazionale di Venere in quel punto.

**DATI**

$$M_v = 4,867 \cdot 10^{24} \text{ Kg} \quad ? g$$

$$r_v = 6,052 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$d = 500000 \text{ m}$$

$$g = G \frac{M}{r^2} = G \frac{M}{(r_v + d)^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2$$

**RISOLUZIONE**

$$g = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} (4,867 \cdot 10^{24})}{(6,052 \cdot 10^6 + 5 \cdot 10^5)^2}$$
$$= 7,57 \text{ m/s}^2$$

## ESERCIZI

Sulla Terra un orologio a pendolo ha un periodo di 1,9 s.

> Quale sarebbe il suo periodo su Saturno?

> Cosa potresti fare per aumentare il periodo del pendolo?

DATI

$$T_T = 1,9 \text{ s} \quad ? T_S$$

$$M_S = 568 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$r_S = 58,232 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Aumenta L del PENDOLO

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad g = G \frac{M}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

$$L = \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2 \cdot g_T = \left( \frac{1,9}{2\pi} \right)^2 \cdot 9,81 = 0,9 \text{ m}$$

$$g_S = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} (568 \cdot 10^{24})}{(58,232 \cdot 10^6)^2} = 11 \text{ m/s}^2$$

$$T_S = 2\pi \sqrt{\frac{0,9}{11}} = 1,8 \text{ s}$$



Fonti:

- L'Amaldi per i Licei Scientifici.blu – Zanichelli
- LeScienze.it



CREDITS: This presentation template was created by Slidesgo, including icons by Flaticon, and infographics & images by Freepik.

