

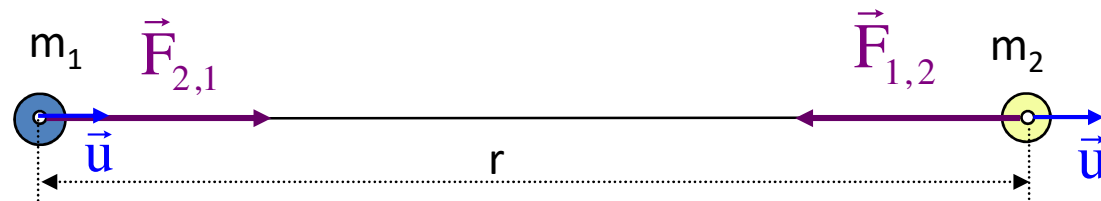
DINÁMICA CELESTE

LEI DA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

• FORZA GRAVITATORIA:

No século XVII Isaac Newton formulou matematicamente a **LEI DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL**, que di como é a interacción gravitatoria entre dous corpos calquera do universo.

Dúas partículas materiais **atráense mutuamente** con forzas dirixidas ao largo da liña que as une e cuxo módulo é **directamente proporcional ao produto das súas masas** e **inversamente proporcional ao cadrado da distancia** que as separa.



$$\vec{F}_{2,1} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \vec{u}$$

$$\vec{F}_{1,2} = - G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \vec{u}$$

Estas forzas sempre se presentan a pares e son iguais e opostas (3ª lei da dinámica: nunca se poden anular están aplicadas, cada unha, a unha masa distinta):

$$\vec{F}_{1,2} = - \vec{F}_{2,1} \quad \text{O módulo de ambas é:} \quad |\vec{F}_{1,2}| = |\vec{F}_{2,1}| = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

A constante de proporcionalidad G recibe o nome de **constante de gravitación universal** O seu valor é **independiente do medio que rodea ás masas** e é o mesmo para calquera parella de masas do universo encóntrense onde se encontren:

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

Características forza gravitatoria

- É universal, todos os corpos con masa están sometidos a ela.
- É sempre de atracción.
- Ambas forzas teñen o mesmo módulo, dirección e sentido contrario.
- Excepto en corpos de moita masa son moi débiles.

Por que non notamos a interacción gravitatoria entre nós?

Si supoñemos dous corpos, un de 50 kg e outro de 65 kg, separados a 50 cm, cal será a forza gravitatoria que se producirá entre eles?

Datos:

$m_1 = 50 \text{ kg}$

$m_2 = 65 \text{ kg}$

$r = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$

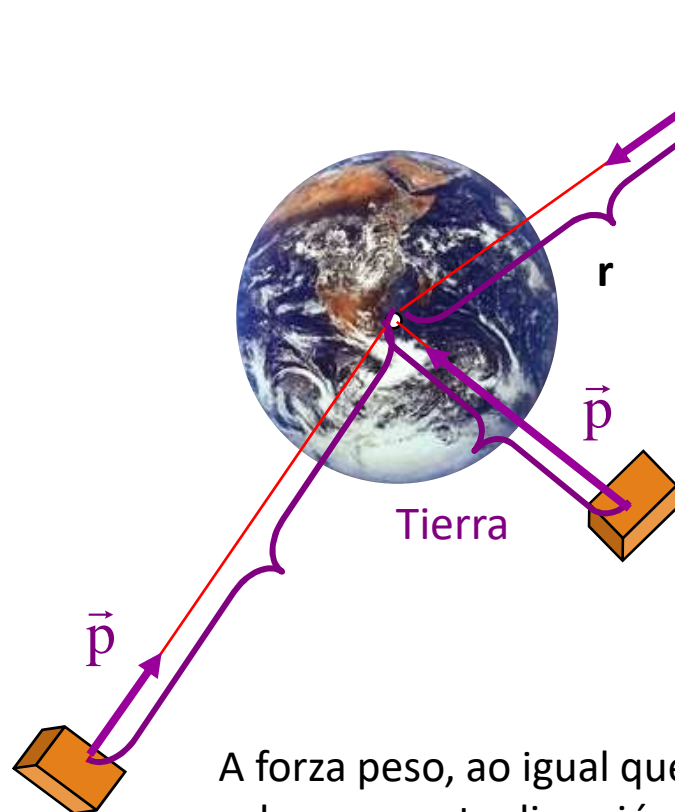
G

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Substituíndo: $8,67 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

Peso dun corpo = Atracción gravitatoria da Terra sobre el

Peso dun corpo é a forza coa que a Terra (ou o planeta no que se atope) o atrae.



Corpo de masa m

$$\vec{F}_{\text{Tierra, cuerpo}} \equiv \vec{p} \quad (\text{peso})$$

O peso dun corpo está relacionado coa intensidade do campo gravitatorio da Terra (do planeta):

$$\vec{F}_{\text{Tierra, cuerpo}} = \vec{p} = -G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r^2} \cdot \vec{u}$$

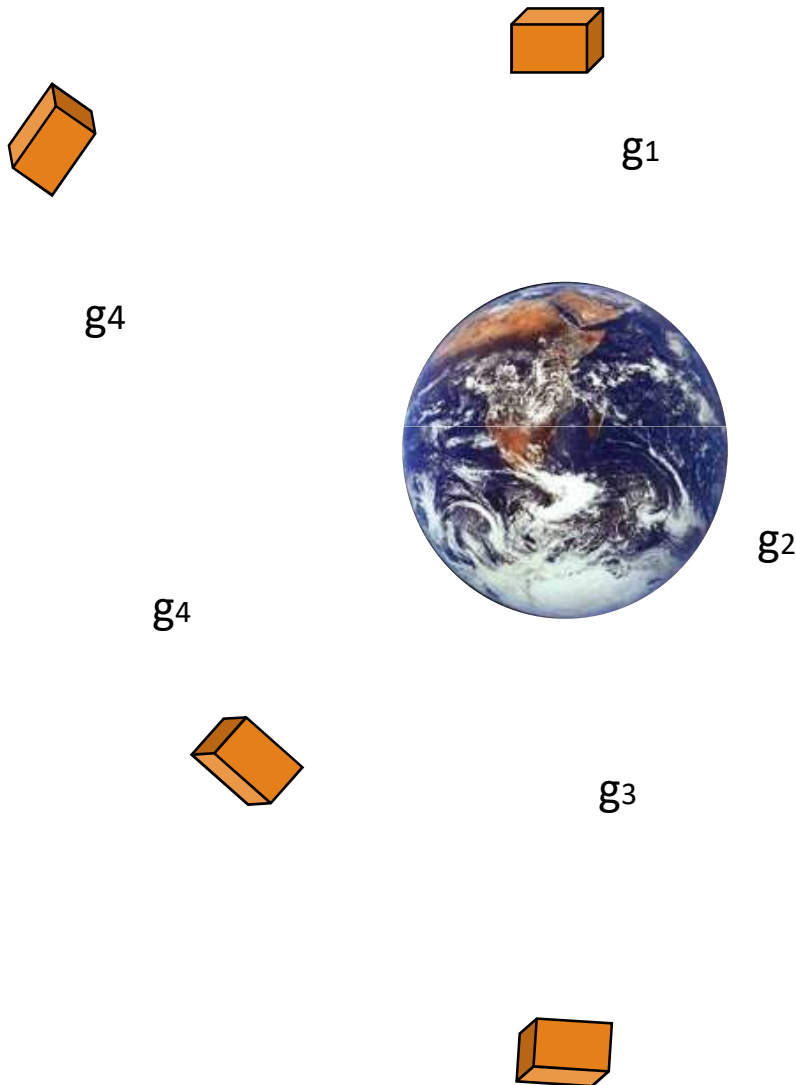
$$\vec{p} = m \cdot \vec{g}$$

A forza peso, ao igual que a intensidade de campo gravitatorio (a gravidade \vec{g}), ten en calquera punto dirección radial e sentido dirixido cara ao centro da Terra.

O peso do corpo situado a certa distancia da Terra pode:

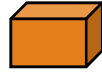
► Facer caer o obxecto sobre a superficie terrestre

A caída ten lugar con unha aceleración á que chamamos **aceleración de la gravedad \vec{g}** , que ten o mesmo valor que a intensidade do campo gravitatorio nese punto.



A aceleración da gravidade (e a intensidade do campo gravitatorio) non é constante senón que diminúe ao aumentar la distancia ao centro da Terra.

$$\vec{g} = -G \cdot \frac{M_T}{r^2} \cdot \vec{u}$$



$$g = 9 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,1 \text{ m/s}^2$$

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

$$g = 9,3 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,4 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,5 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,6 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,7 \text{ m/s}^2$$

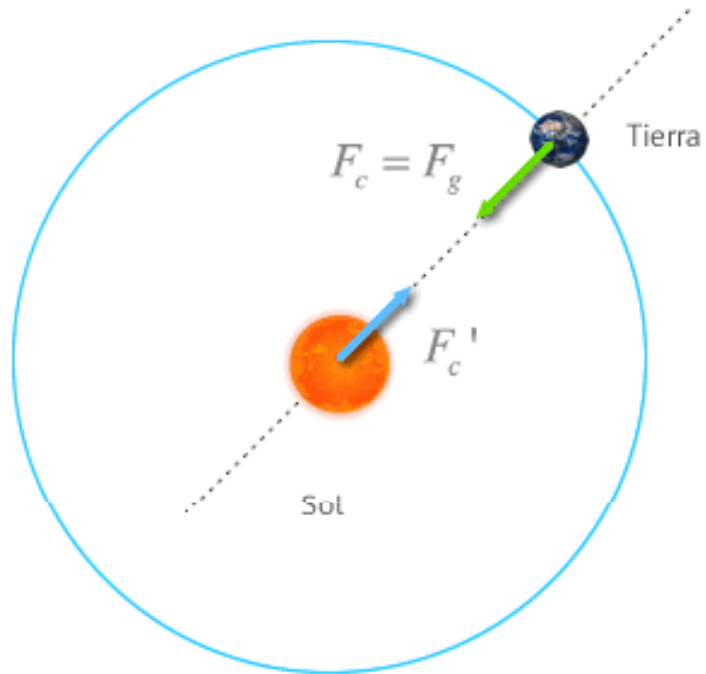
$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$



A aceleración da gravidade (e a intensidade do campo gravitatorio) non é constante senón que diminúe coa distancia ao centro da Terra.

$$g = g_0 \cdot \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

- MOVIMIENTO ORBITAL:



$$F_c = F_g$$

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}$$

$$v^2 = \frac{GM}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Exercicio

Calcula o módulo da forza de atracción gravitacional entre dous corpos esféricos de masa 35 kg e 50 kg que teñen os seus centros a unha distancia de 1 m

Datos: $m_1 = 35 \text{ Kg}$

$m_2 = 50 \text{ kg}$

$d = 1 \text{ m}$

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

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Substituíndo $F = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

A que distancia debemos colocar os centros deses dous corpos par aque esta forza sexa de 1 N? Que conclusión obtés do resultado?

$$d = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}}$$

Substituíndo $d = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

Esta distancia é demasiado pequena para que se poida levar a cabo a experiencia, o que pon de manifesto que as forzas gravitacionais son de escasa intensidade entre corpos de masas relativamente pequenas.

Exercicio

Calcula o peso dun corpo de 25 kg de masa que se atopa a 10 km de altura sobre a superficie da Terra.

Datos: $m = 25 \text{ kg}$

$h = 10 \text{ km} = 10.000 \text{ m}$

$M (\text{Terra}) = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

$R(\text{Terra}) = 6370 \text{ km} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$

$$g = g_0 \cdot \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

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

Substituíndo obtemos $g = 9,8 \text{ N/kg}$

$$P = m \cdot g; P = 245 \text{ N}$$

A que altura debe de subir ese corpo para que o seu peso sexa de 240 N? (Sol 80 km)

Exercicio

Calcular a velocidade orbital da Terra arredor do Sol.

Masa Sol: $2 \cdot 10^{30}$ kg. Radio da órbita da Terra = $1,5 \cdot 10^8$ km