

CAMPO GRAVITATORIO

- **Momento de una fuerza:** $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$; U.S.I.: N·m
- **Momento angular:** $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m \cdot \vec{v}$; U.S.I.: kg·m²/s
- **3ª ley de Kepler:** $T^2 \propto r^3$; $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$
- **Fuerzas centrales y conservación del momento angular:**

$$r_1 \cdot v_1 \cdot \sin \alpha_1 = r_2 \cdot v_2 \cdot \sin \alpha_2$$

En el afelio y perihelio: $r_1 \cdot v_1 = r_2 \cdot v_2$

- **Ley de gravitación universal:** $F_{21} = F_{12} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

$$\vec{F}_{21} = -G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \vec{u}_{21}$$

- **Intensidad de campo gravitatorio (aceleración de la gravedad):**

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m'} = -G \frac{m}{r^2} \vec{u}_r \text{ U.S.I.: N/kg=m/s}^2$$

Módulo: $g = \frac{F}{m'} = G \frac{m}{r^2}$; sentido: hacia la masa

Principio de superposición: Si hay varias masas: $\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \dots$

- La fuerza de gravedad es conservativa: $W_{campo} = -\Delta E_p = -m \cdot \Delta V$; $W_{ext} = \Delta E_p$;

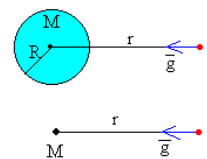
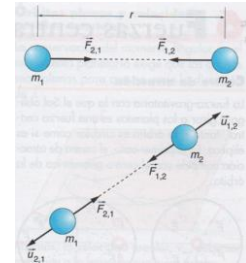
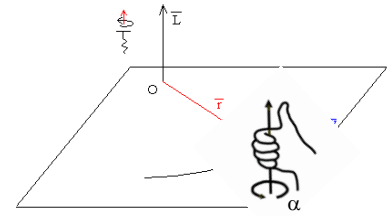
Si solo actúa la fuerza gravitatoria se conserva la energía mecánica:

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0 \text{ ; } E_{c0} + E_{p0} = E_c + E_p$$

- **Energía potencial gravitatoria:** $E_p = -G \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$; U.S.I.: J
- **Potencial gravitatorio:** $V = \frac{E_p}{m'} = -G \frac{m}{r}$; U.S.I.: J/kg ; $E_p = m' \cdot V$

Principio de superposición: Si hay varias masas: $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$

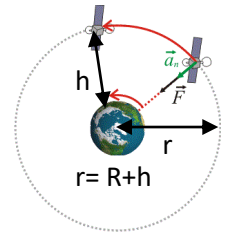
- **Recuerda:** La fuerza gravitatoria y la energía potencial se calculan para una masa mientras que la intensidad de campo y el potencial se calculan en un punto del campo.
- **Recuerda:** la fuerza y la intensidad de campo son magnitudes vectoriales mientras que la energía potencial y el potencial son magnitudes escalares siempre negativas.



- **Satélites en órbita circular.**

La fuerza centrípeta es la fuerza gravitatoria: $F_c = F_g$

$$\left\{ \begin{array}{l} m \frac{v^2}{r} = G \frac{m \cdot M}{r^2} ; v^2 = G \frac{M}{r} \\ \text{velocidad orbital: } v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \end{array} \right. \quad \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2} = G \frac{M}{r} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} r^3$$



3ª ley de Kepler ↑

Recuerda: satélite geoestacionario: T=24h

- Energía de un satélite en órbita: $E_c + E_p = \frac{1}{2} m \cdot v^2 - G \frac{M \cdot m}{r} = -\frac{1}{2} G \frac{M \cdot m}{r}$
- Energía mínima (trabajo) para colocar un satélite en órbita (energía de satelización):

$$W_{sat}, E_{sat}, E_{c0} = E_c + E_p - E_{p0} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 - G \frac{M \cdot m}{r} + G \frac{M \cdot m}{R}$$

- Velocidad de escape:

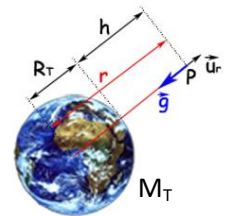
$$E_{co} + E_{po} = 0 \rightarrow \frac{1}{2} m \cdot v_e^2 - G \frac{mM}{r} = 0 \rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot r}$$

$$\text{En la superficie: } v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R}$$

- Campo gravitatorio terrestre:

$$\text{En la superficie: } \text{peso} = F_g = G \frac{m \cdot M_T}{R_T^2} ; g_o = G \frac{M_T}{R_T^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{A una altura h: } \text{peso} = F_g = G \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} ; g = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$



$$\text{Energía potencial: } E_p = -G \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)} ; \text{ Cerca de la superficie: } \Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h$$

- Densidad de una esfera: $d = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$