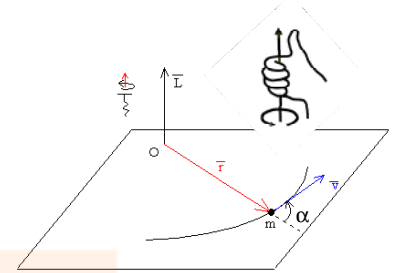


## CAMPO GRAVITATORIO

- 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·m<sup>2</sup>/s

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Módulo } L = r \cdot m \cdot v \cdot \text{sen } \alpha \\ \text{Dirección: } \perp \text{ a } \vec{r} \text{ y } \vec{v} \\ \text{Sentido: regla del tornillo} \end{array} \right.$$



- Leyes de Kepler:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{a}}: \text{ Los planetas giran en órbitas elípticas con el Sol en uno de los focos.} \\ 2^{\text{a}}: \text{ La velocidad areolar es constante. } v_a = \frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} \\ 3^{\text{a}}: T^2 \propto r^3; \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3} \end{array} \right.$$

- Fuerzas centrales y conservación del momento angular:

La fuerza gravitatoria es una fuerza central:  $M = r \cdot F \cdot \text{sen } 180^\circ = 0$

$$\text{Si } \vec{M} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \Rightarrow \frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{L} = \text{cte} \Rightarrow r_1 \cdot v_1 \cdot \text{sen } \alpha_1 = r_2 \cdot v_2 \cdot \text{sen } \alpha_2$$

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:  $\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \dots$

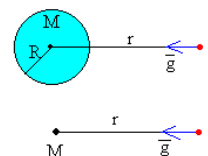
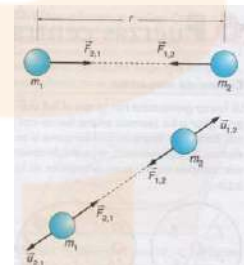
- La fuerza de gravedad es conservativa:  $W_{\text{campo}} = -\Delta E_p$  ;  $W_{\text{ext}} = \Delta E_p$  ;

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

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

- 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

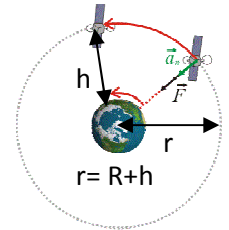
Principio de superposición: Si hay varias masas:  $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$



- 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 geostacionario: 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 para colocar un satélite en órbita:

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

- Velocidad de escape:

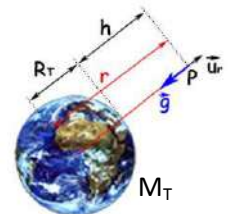
$$E_{c0} + E_{p0} = 0 \rightarrow \frac{1}{2} m \cdot v_e^2 - G \frac{mM}{r} = 0 \rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot r}$$

- Campo gravitatorio terrestre:

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

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

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



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