

# 1. Interacción gravitatoria

1. 1. Ley de la Gravitación

1. 2. Campo gravitatorio

1. 3. Energía Potencial

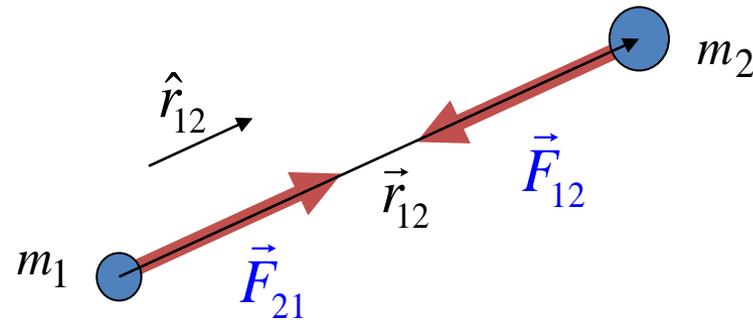
1. 4. Cálculo de campos gravitatorios

- Ley de la Gravitación

Dos partículas cualesquiera de masa  $m_1$  y  $m_2$  situadas una en presencia de la otra interactúan gravitatoriamente mediante una fuerza directamente proporcional a la masa de las partículas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$\vec{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

$$G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$



---

$$D_{SOL-TIERRA} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m} \quad M_{SOL} = 1.99 \times 10^{30} \text{ Kg} \quad M_{TIERRA} = 5.98 \times 10^{24} \text{ Kg}$$

Fuerza pequeña

---

Fuerza central conservativa

- Campo gravitatorio

El campo gravitatorio en un punto P se determina colocando una partícula de masa  $m$  en P y calculando la fuerza gravitatoria sobre ella ejercida por el resto de las partículas

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

- Principio de superposición

El campo en un punto debido a un conjunto de masas

$$\vec{g} = \sum_i \vec{g}_i$$

El campo en un punto debido a un cuerpo continuo

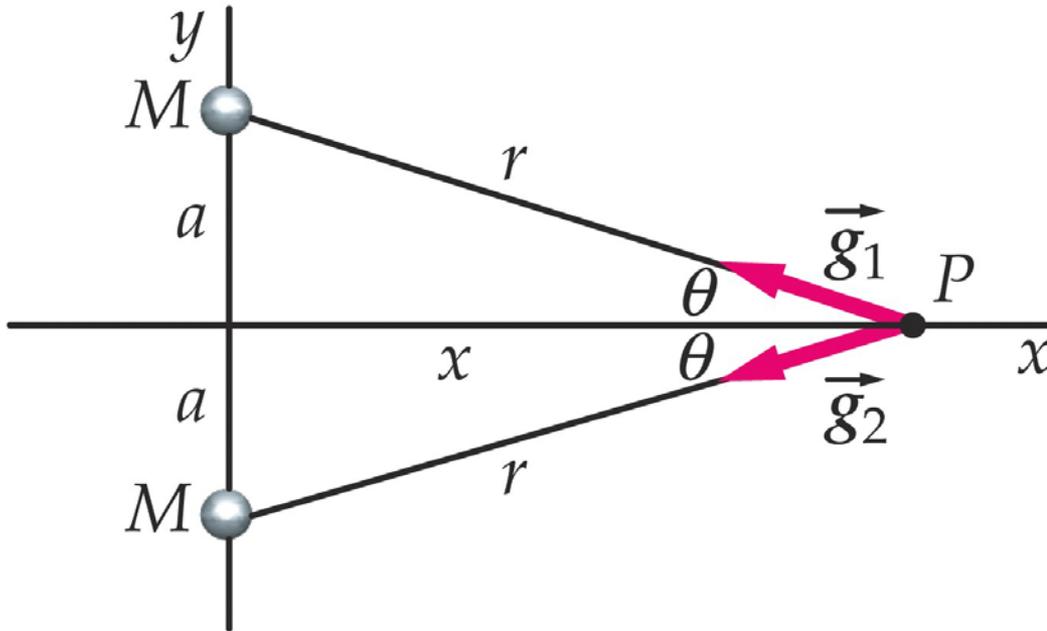
$$\vec{g} = \int d\vec{g}$$

Campo gravitatorio de la tierra a una distancia  $r \geq R_T$   $\vec{g}(r) = -G \frac{M_T}{r^2} \hat{r}$

$$\vec{F}_{SupTierra} = -m \left[ G \frac{M_{TIERRA}}{R_{TIERRA}^2} \right] = -mg$$

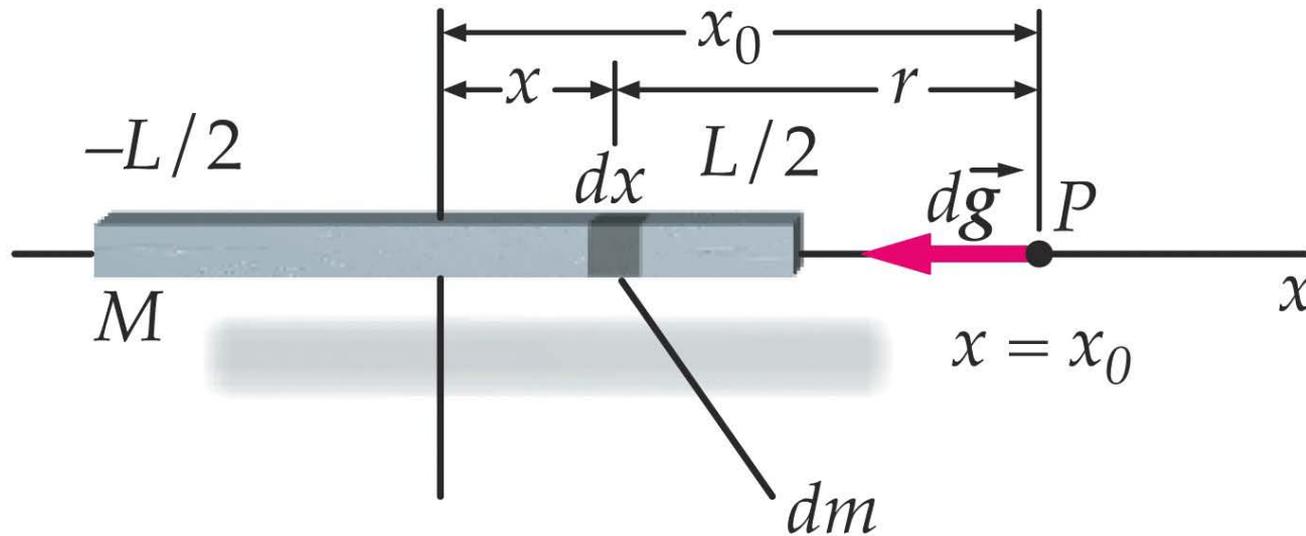
$$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

- Campo gravitatorio de dos partículas puntuales



$$\vec{g} = -\frac{2GMx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \hat{i}$$

- Campo gravitatorio de una barra uniforme



$$\vec{g} = -\frac{GM}{x^2 - (L/2)^2} \hat{i} \quad \dots \quad x > L/2$$

- Energía Potencial Gravitatoria

Energía asociada a una fuerza conservativa

$$dE_{p12} = -\vec{F}_g \cdot d\vec{l} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} dr$$

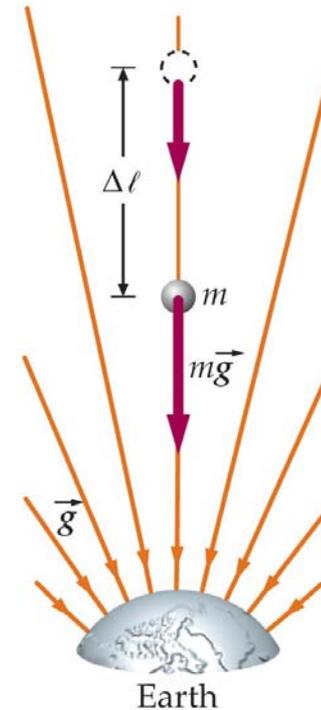
$$E_{p12}(r_{12}) = -\int_{r_1}^{r_2} \vec{F}_{12} \cdot d\vec{r}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}}$$

Si el cuerpo se aleja,  $r_{12}$  aumenta, la fuerza gravitacional hace un trabajo negativo y la energía potencial aumenta (se hace menos negativa)

- Potencial Gravitatorio creado por  $m_1$

$$U(r) = \frac{E_{p12}}{m_2} = -G \frac{m_1}{r}$$

\* principio de superposición



- Velocidad de escape

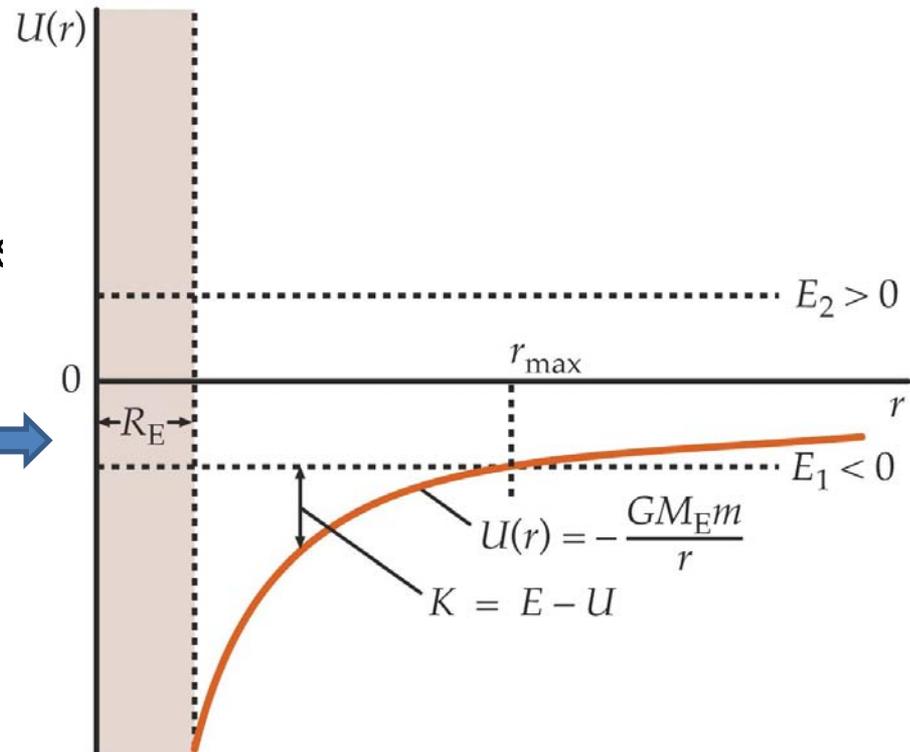
Velocidad inicial mínima para que un cuerpo escape de la tierra

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$$

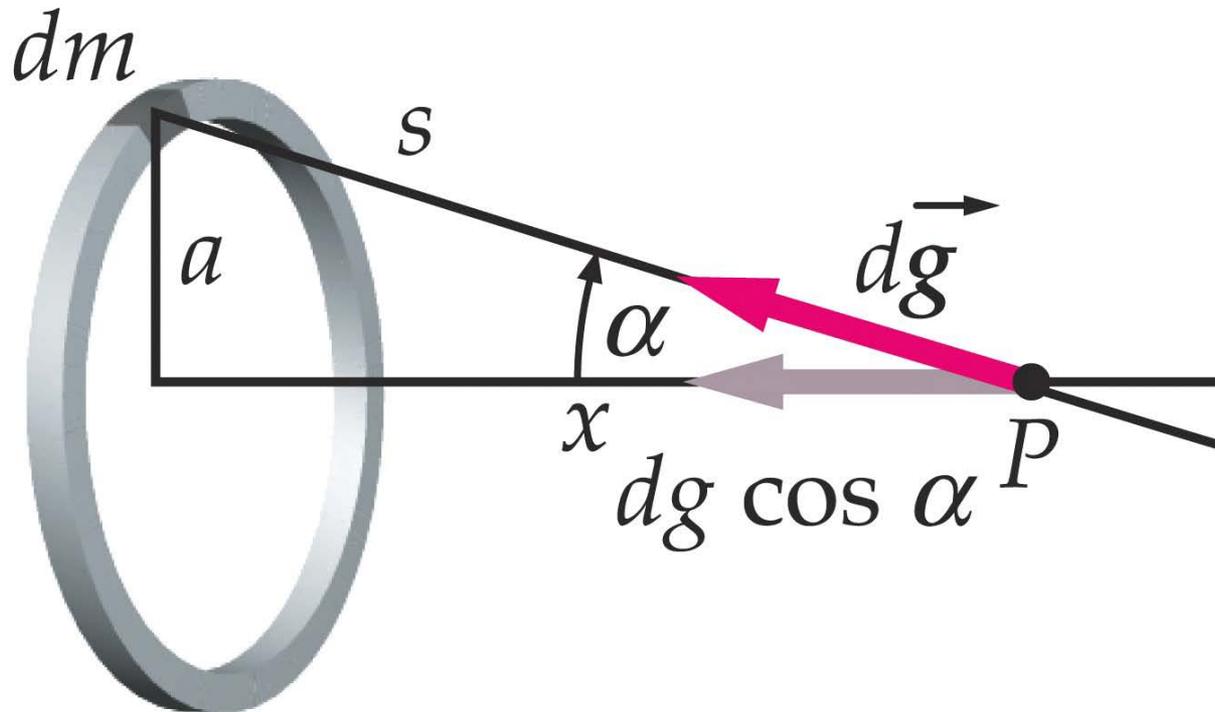
- Clasificación de las órbitas

$E < 0$  sistema ligado

$E \geq 0$  sistema no ligado

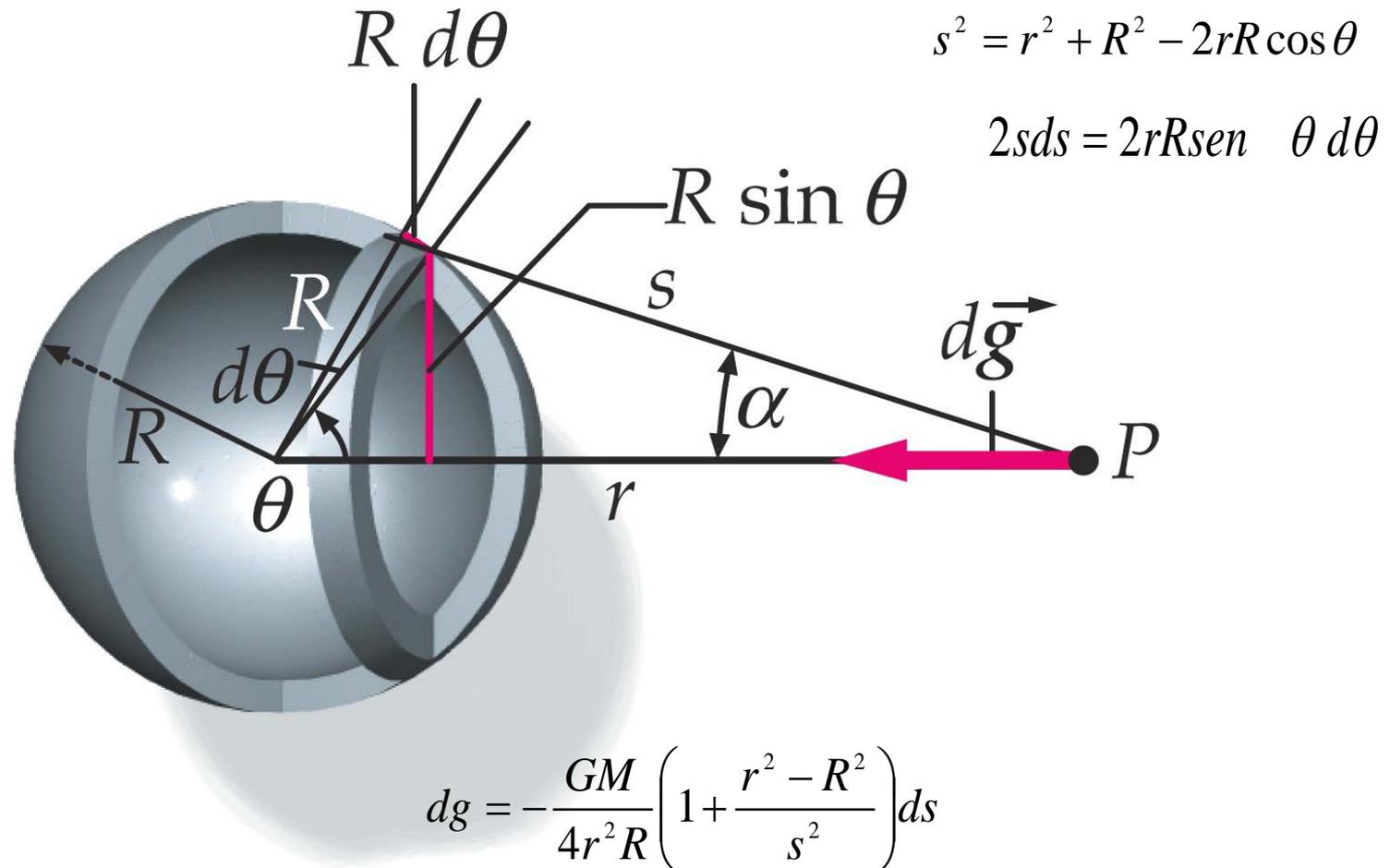


- campo gravitatorio creado por una corteza esférica



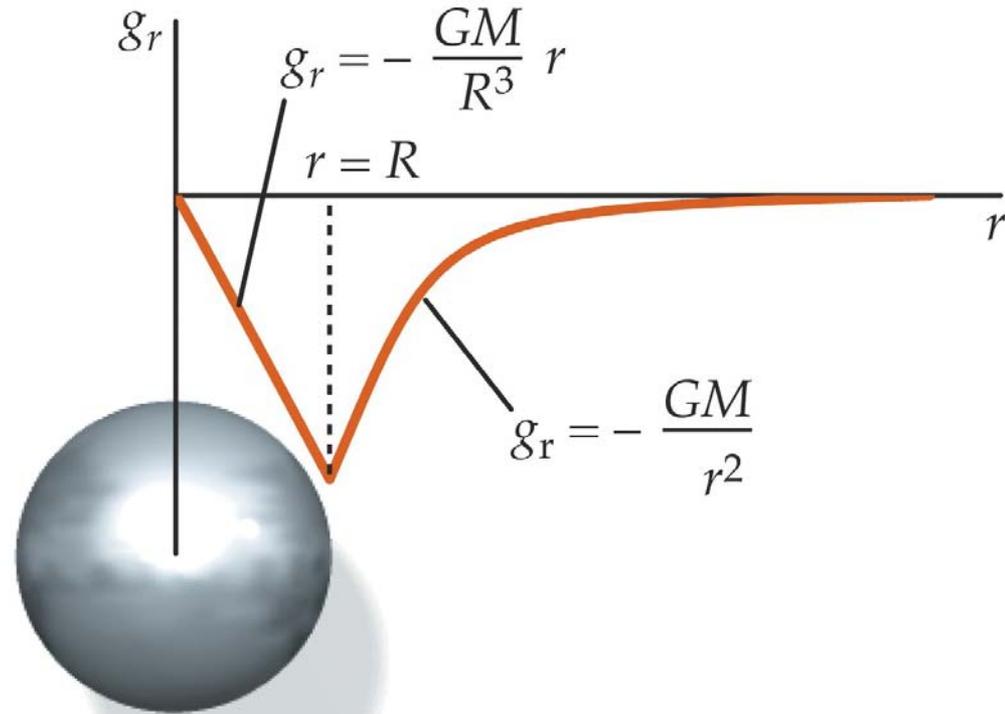
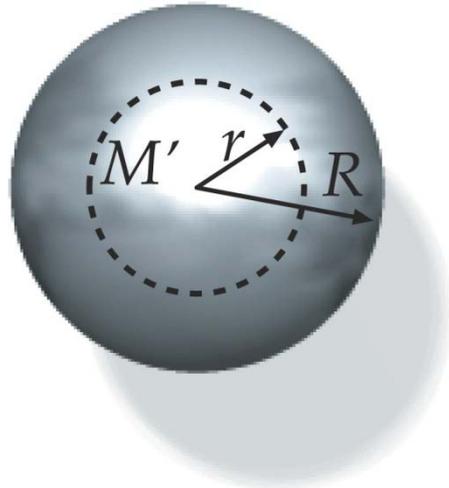
$$g = -\frac{Gm}{s^2} \cos \alpha$$

- campo gravitatorio creado por una corteza esférica

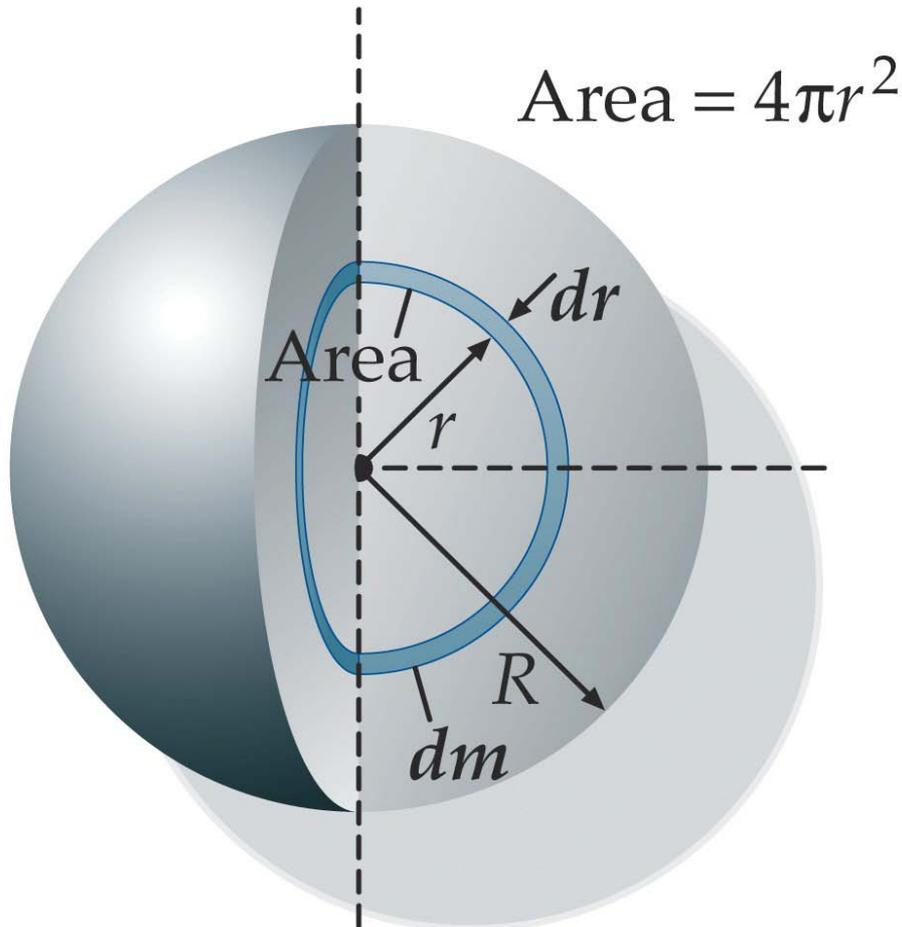


- campo gravitatorio creado en el interior de una esfera

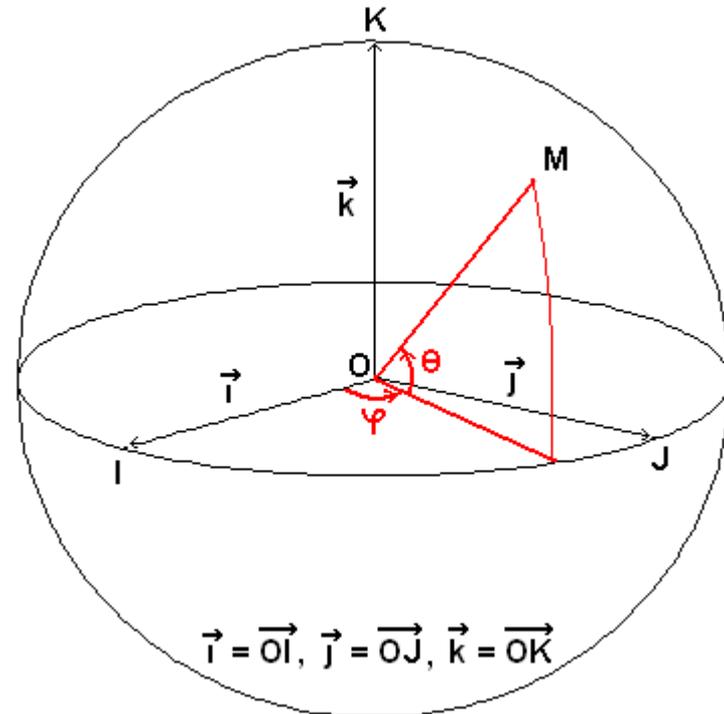
$M = \text{total } m$



- campo gravitatorio creado por una corteza esférica con densidad que depende del radio



- Coordenadas esféricas



$$\begin{cases} x = r \cos \theta \cos \phi \\ y = r \cos \theta \sin \phi \\ z = r \sin \theta \end{cases} \quad \text{con} \quad -\frac{\pi}{2} < \theta \leq \frac{\pi}{2}, \quad \text{y} \quad -\pi < \phi \leq \pi$$