1.1 Masa inercial

$$\frac{GM_T}{r^2} m_g = m_{In} \cdot g$$

Luego como lo demostró galileo estableciendo que todos los cuerpos caen con igual aceleración se llega a Mg/Mi = 1

Por lo tanto Mi y Mg son iguales.

Masa : es proporcional a la cantidad de materia contenida en un espacio físico, Es una medida de la inercia del cuerpo.

- **Peso**: acción de la fuerza de gravedad sobre un cuerpo. El peso de un cuerpo es la fuerza gravitacional total ejercida sobre él por todos los
- demás cuerpos del Universo.

1.2 ley de Gravitación

1. La fuerza gravitacional es una fuerza de campo que siempre existe entre dos partículas, cualquiera que sea el medio que las separe.
2. La fuerza varía como 1 sobre el cuadrado de la distancia entre las partículas y, por tanto, decrece rápidamente con una separación creciente.
3. La fuerza es proporcional al producto de las masas de las partículas.
4. La fuerza gravitacional es muy débil; esto lo podemos observar cuando un cuerpo de masa m experimenta una caída libre: inmediatamente es atraído por la masa de la Tierra M.
5. La fuerza gravitacional ejercida por un objeto esférico sobre una partícula ubicada afuera de la esfera sería la misma si toda la masa de la esfera estuviera concentrada en su centro.

1.2 ley de Gravitación

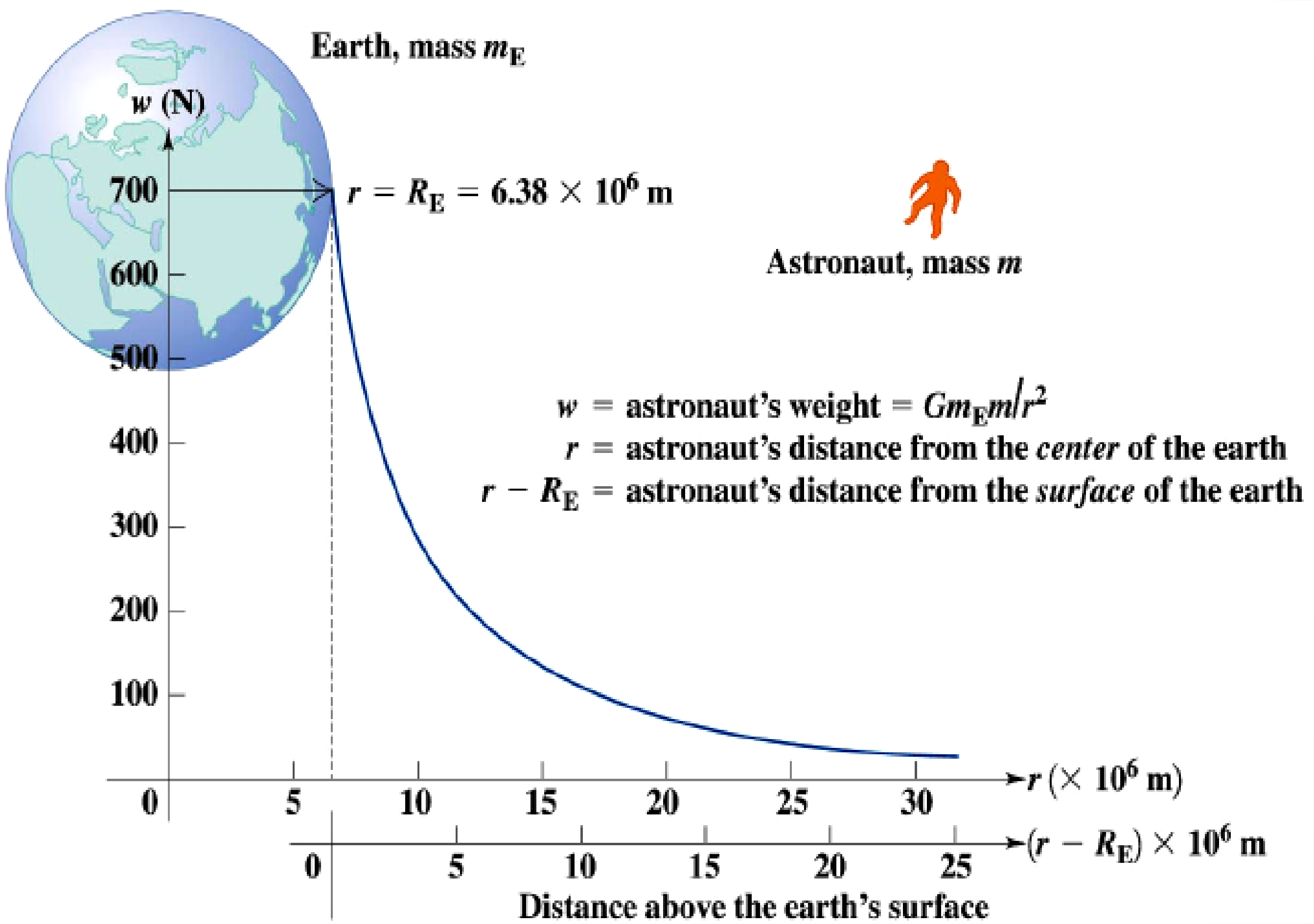
Toda partícula de materia en el universo, atrae a todas las demás partículas con una fuerza directamente proporcional al producto de las masas de las partículas, y es inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que las separa.

$$\vec{F} = G\frac{Mm}{r^2}\vec{u_r}$$

G= Constante gravitacional

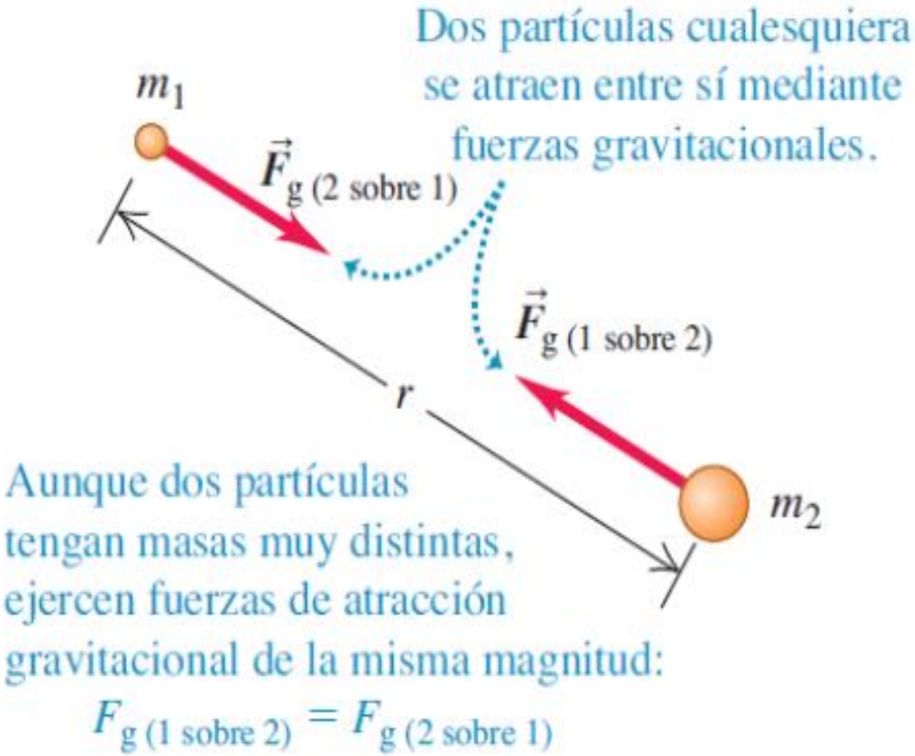
$$G = 6.6742(10) \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$$

1.2 ley de Gravitación

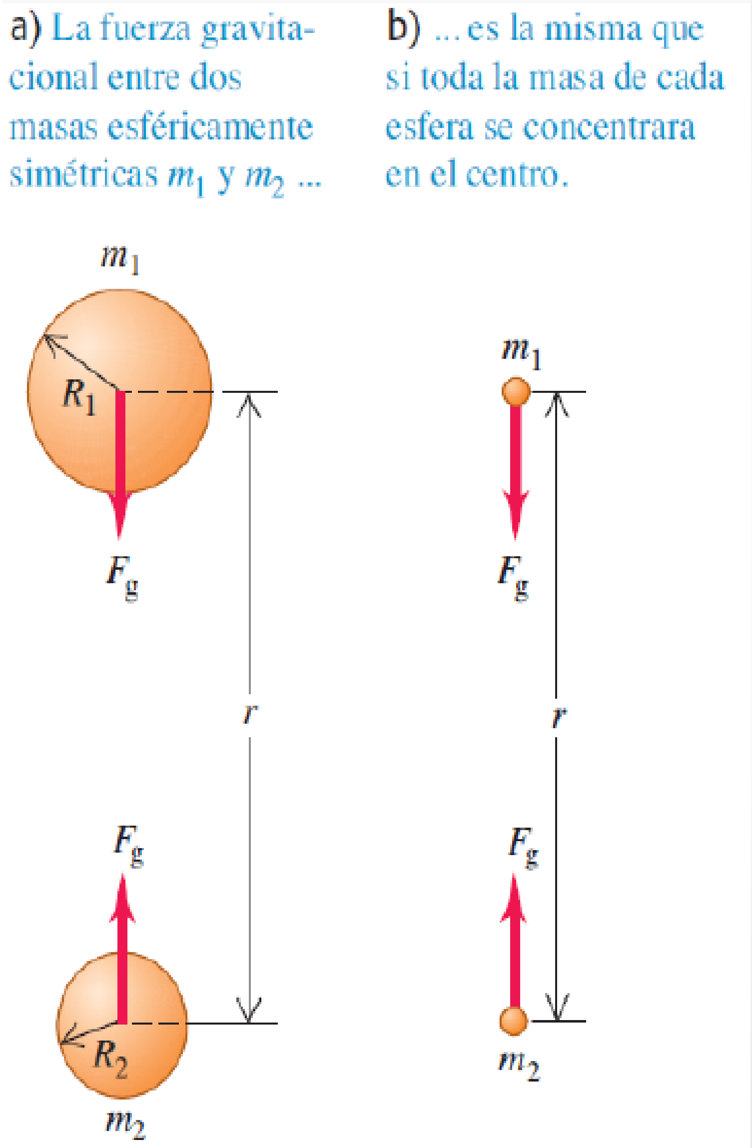


1.2 ley de Gravitación

Las fuerzas gravitacionales entre dos partículas de masas m_1 y m_2.



El efecto gravitacional *afuera* de cualquier distribución de masa esféricamente simétrica es igual que si se considera que toda la masa se concentrara en su centro.

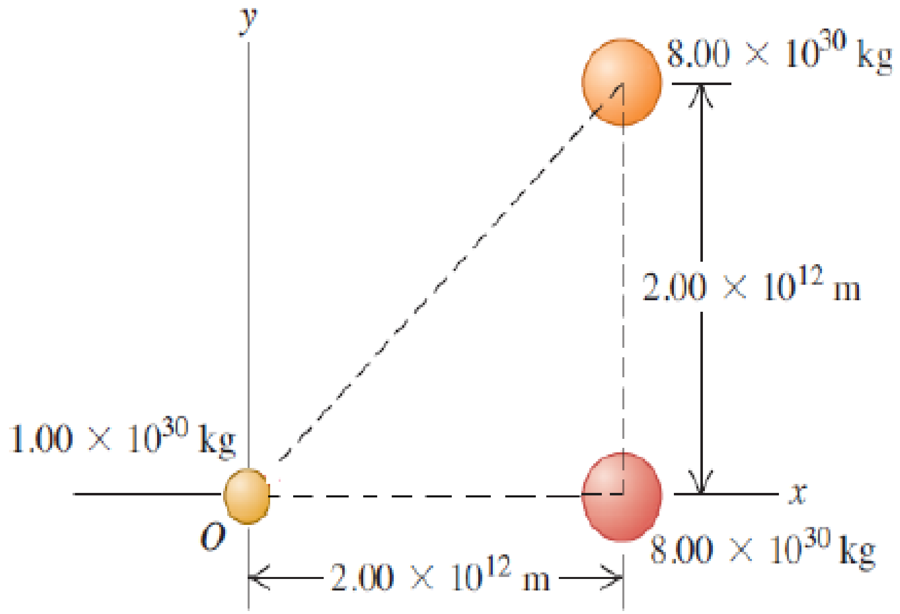


Ejemplos:

- Una esfera de masa $m1$ = 0.0100 kg, interactúa con otra esfera de masa $m2$ = 0.500 kg, y la distancia de centro a centro entre cada es de 0.0500 m. Calcule la fuerza gravitacional Fg que actúa sobre cada esfera debida a la otra esfera.

Ejemplos:

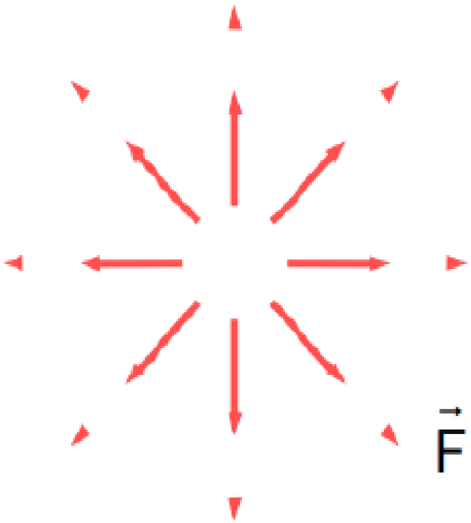
Muchas estrellas del firmamento son en realidad sistemas de dos o más estrellas que se mantienen juntas gracias a su atracción gravitacional mutua. La figura muestra un sistema de tres estrellas en un instante en que están en los vértices de un triángulo. Calcule la magnitud y la dirección de la fuerza gravitacional total ejercida sobre la estrella pequeña por las dos grandes.



1.3 Campo Gravitacional

- Un campo vectorial representa la distribución espacial de una magnitud vectorial, por lo tanto se asocia a un vector dirección a cada punto del espacio.

- Estos campos pueden ser conservativos y no conservativos.



$$\vec{F} = \frac{k}{r^2}\vec{u}_r$$

1.3 Campo Gravitacional

Sea una masa puntual M. El campo gravitatorio que crea la masa es un campo radial, dirigido siempre hacia ella.

El capo gravitacional describe el "efecto" que cualquier objeto experimenta en el espacio que rodea a otro cuerpo másico

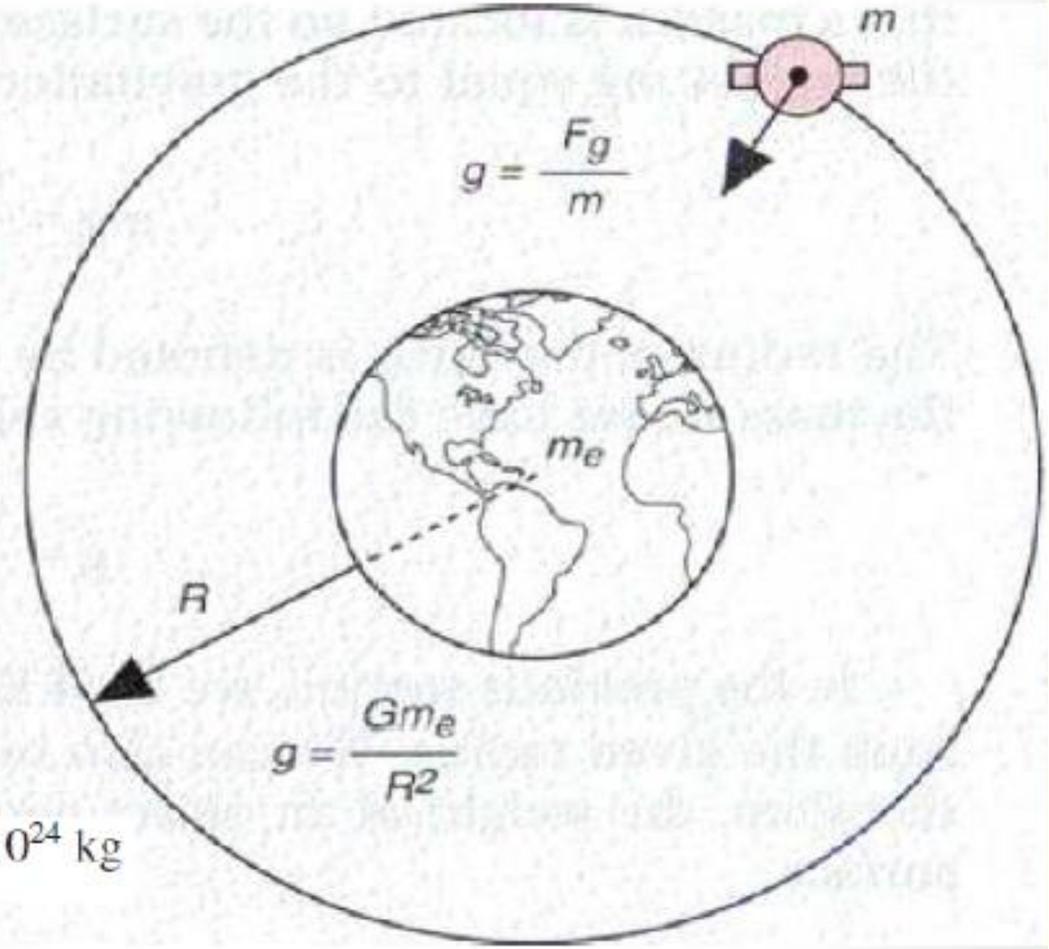
$$g = \frac{F_G}{m} = \frac{GM}{r^2} m$$

Esta expresión es válida para todos los cuerpos que se encuentran en el exterior de la superficie terrestre

1.3 Campo Gravitacional

$$g = \frac{F_g}{m} = \frac{Gm_e}{R_e^2}$$

$$g = \frac{Gm_e}{R_e^2}$$

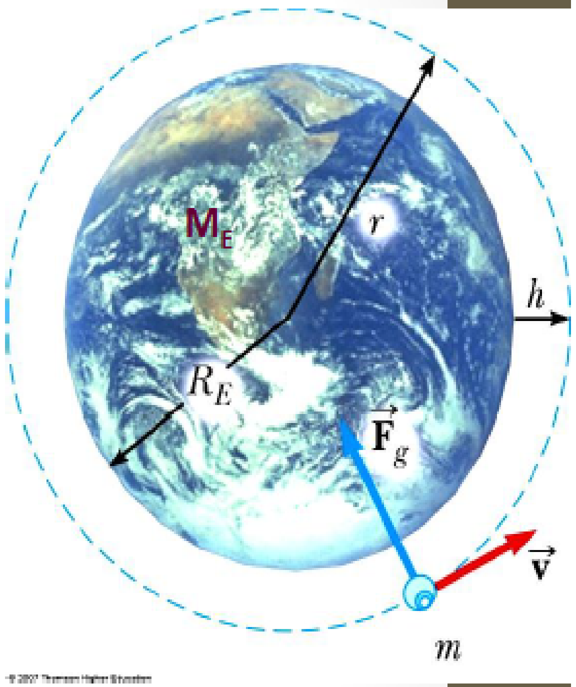


$R_E = 6380$ km y $m_E = 5.974 \times 10^{24}$ kg

Dependencia de la gravedad con la altitud

Si un cuerpo se encuentra a una distancia h de la superficie terrestre, la distancia r se expresa como **$r = R_E + h$**. Siendo mg la fuerza debido a la gravedad, si:

$$G[(mM_E)/r^2] \equiv mg'$$



Simplificando resulta:

$$g = \frac{GM_E}{(R_E + h)^2}$$

Esta ecuación indica que g disminuye cuando se incrementa la altitud; Comforme **$r \rightarrow \infty$**, el peso de los objetos tiende a cero.

Acceleration Due to Gravity at Various Locations on Earth

Location	Elevation (m)	g (m/s^2)
New York	0	9.803
San Francisco	100	9.800
Denver	1650	9.796
Pikes Peak	4300	9.789
Equator	0	9.780
North Pole (calculated)	0	9.832

Altitud: **h ≈ 1100 m**

⇒ g ≈ 9.798 m/s^2

Montet Everest: **g**

Altitud: h ≈ 8.8 km

⇒ g ≈ 9.77 m/s^2

Free-Fall Acceleration *g* at Various Altitudes Above the Earth's Surface

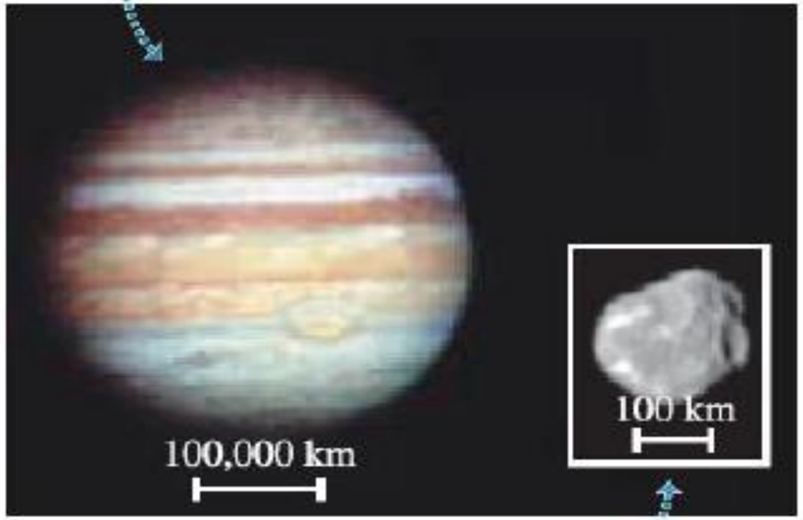
Altitude h (km)	g (m/s^2)
1 000	7.33
2 000	5.68
3 000	4.53
4 000	3.70
5 000	3.08
6 000	2.60
7 000	2.23
8 000	1.93
9 000	1.69
10 000	1.49
50 000	0.13
∞	0

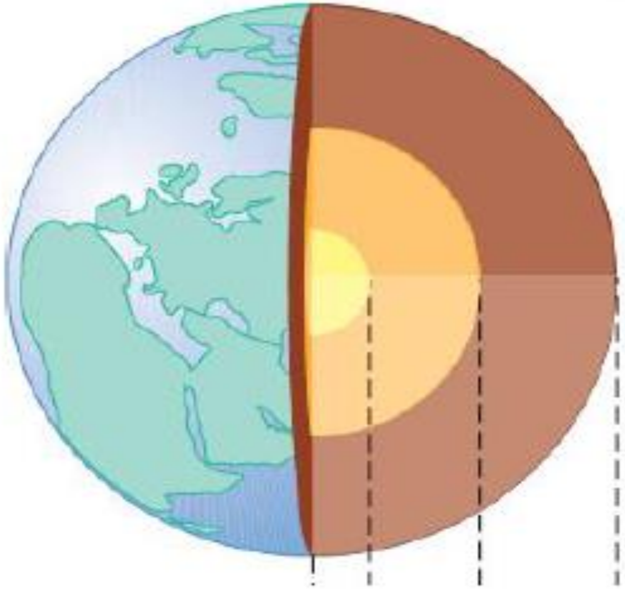
1.3 Campo Gravitacional

Porque los planetas son redondos??

Cuerpos esféricos y no esféricos: el planeta Júpiter y una de sus lunas pequeñas, Amaltea.

La masa de Júpiter es muy grande (1.90×10^{27} kg), así que la atracción gravitacional mutua de sus átomos ha hecho que el planeta adquiera una forma casi esférica.



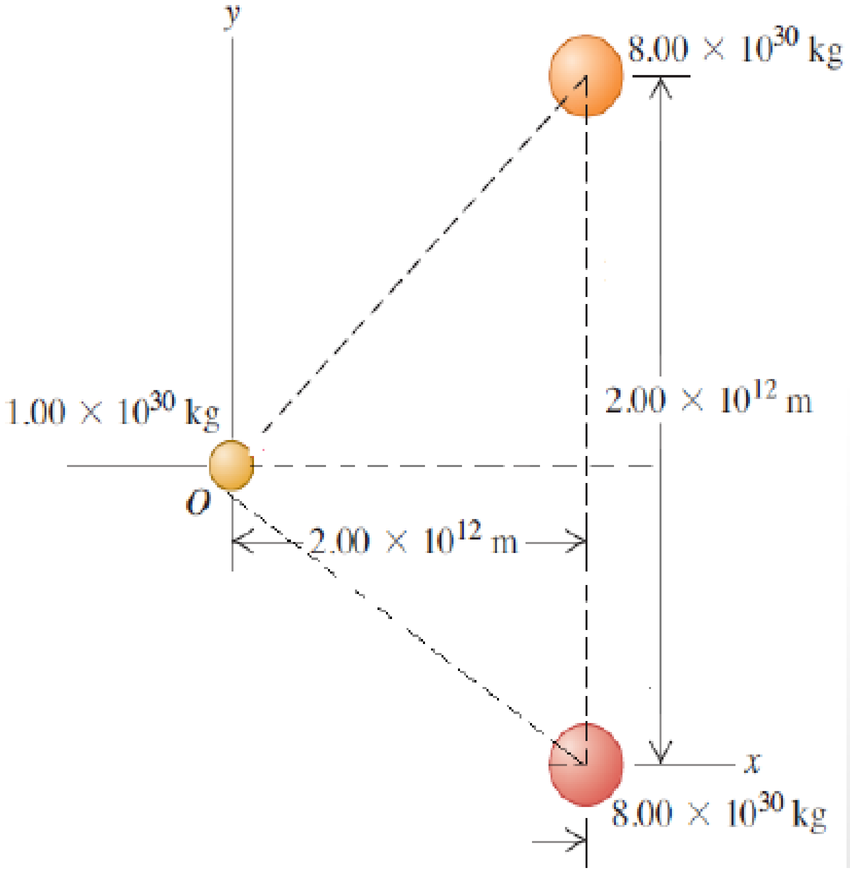


Amaltea, una de las lunas de Júpiter, tiene una masa relativamente insignificante (7.17×10^{18} kg, aproximadamente 3.8×10^{-9} la masa de Júpiter) y su atracción gravitación mutua es débil, por lo que tiene una forma irregular.

1.3.1 Distribución de Masa Discreta

Discretas: son las fuerzas y potenciales debido a masas puntuales , que ocupan un espacio reducido.

$$F_t = \sum F_n$$



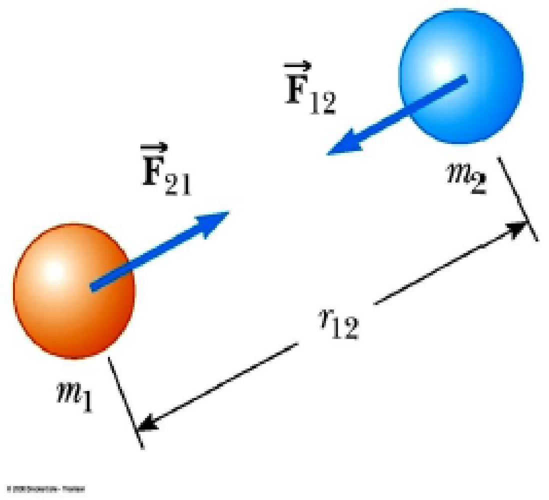
1.3.2 Distribución de Masa Continua

$$dF = \frac{GM}{r^2} dm$$

1.4 Energía potencial gravitacional

- Sabemos que la fuerza gravitacional es conservativa
- Esta fuerza es central:

1. se encuentra dirigida a lo largo de la línea que une los centros de los cuerpos.
2. Su magnitud solo depende de r
3. Una fuerza central puede ser representada



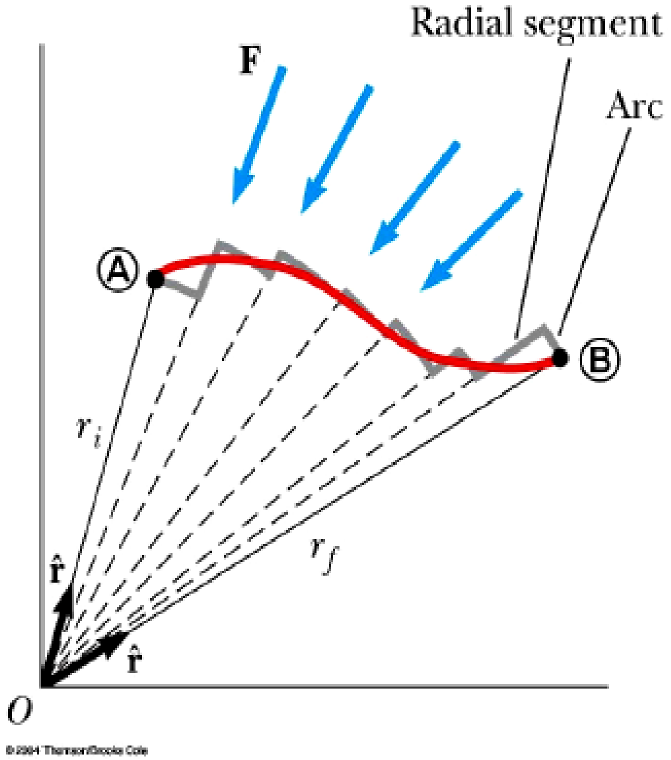
$$F(r)\,\hat{\mathbf{r}}$$

1.4 Energía potencial gravitacional

- Consideremos el movimiento de una partícula desde A hasta B bajo la acción de una fuerza central F.

- Se divide a la trayectoria curva en una suma de trayectos rectos como se ve

- El trabajo de la fuerza no depende del trayecto y solo depende de la posiciones inicial y final por tanto se dice que es conservativa



1.4 Energía potencial gravitacional

- El trabajo hecho por F a lo largo de cualquier segmento radial es $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = F(r)dr$
- El trabajo hecho por F a lo largo de los segmentos perpendiculares es nulo
- El trabajo será $$W = \int_{r_i}^{r_f} F(r)\, dr$$
- Por tanto el trabajo es independiente de la trayectoria

1.4 Energía potencial gravitacional

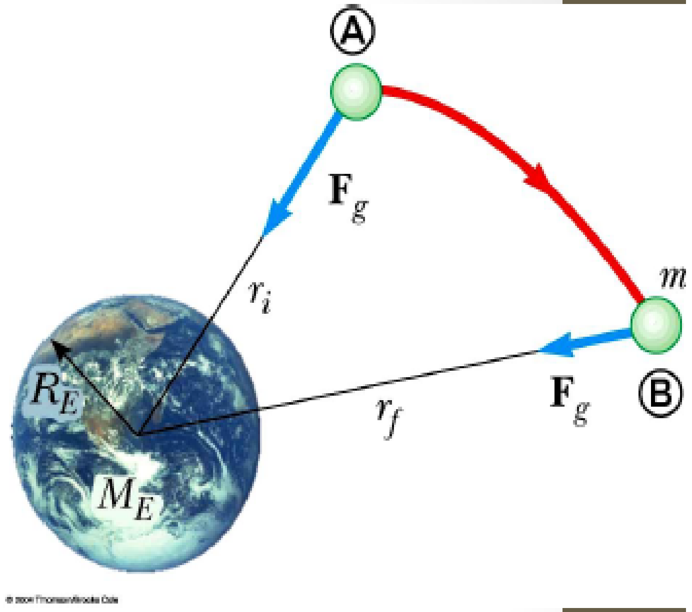
- Como el trabajo es independiente de la trayectoria, este se puede expresar como una variación de energía potencial

$$\Delta U = U_f - U_i = -\int_{r_i}^{r_f} F(r)\, dr$$

- Entonces la energía potencial gravitacional será

$$U(r) = -\frac{GM_E m}{r}$$

- Esta ecuación es válida cuando r>Rt y no es válido para partículas dentro de la tierra r<Rt



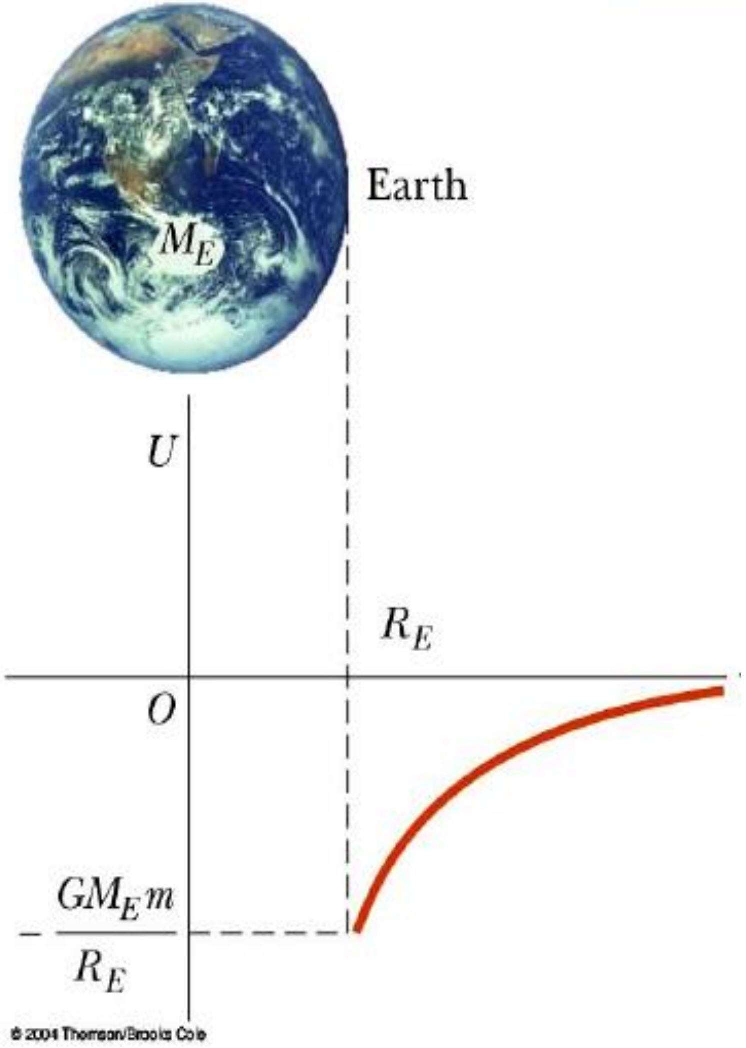
Aun cuando la ecuación fue deducida para la tierra y una partícula, es válida para cualquier par de partículas

$$U = -\frac{Gm_1 m_2}{r}$$

1.4 Energía potencial gravitacional

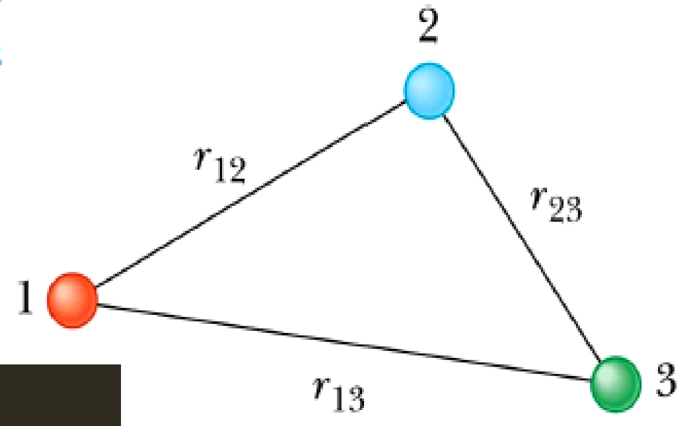
- En la figura se muestra una grafica de la energia en función de la distancia radial.

- De ella se observa que a medida que r crece la energía potencial disminuye es decir cuando r → ∞ la energía potencial gravitacional tiende a cero



1.4 Energía potencial gravitacional

- La energía potencial de un sistema de masa es la suma de las energías potenciales que aparecen de cada par de masas. A este principio s llama Principio de Superposición



$$U_{\text{total}} = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$

$$= -G\left(\frac{m_1 m_2}{r_{12}} + \frac{m_1 m_3}{r_{13}} + \frac{m_2 m_3}{r_{23}}\right)$$