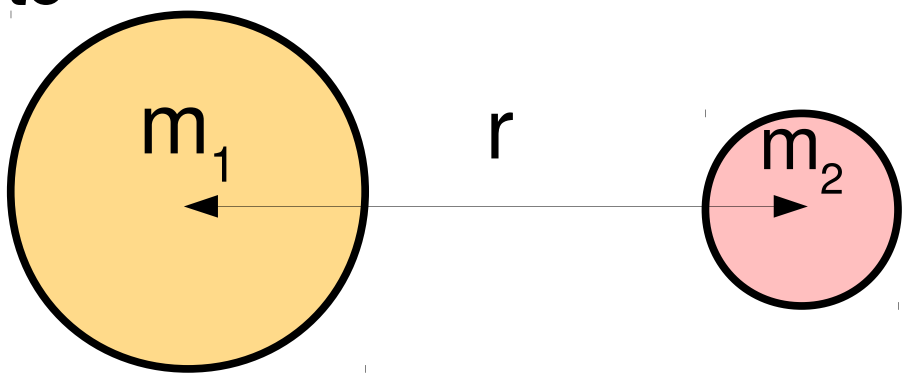
Universidad Nacional de Río Negro
Física 1 A - 2016

- **Unidad** 01 – Energía
- **Clase** 0106
- **Fecha** 28 Mar 2016
- **Cont** Escape y (al) Trabajo
- **Cátedra** Asorey – Cutsaimanis
- **Web** http://fisicareconocida.wordpress.com
- **Archivo** a-2016-U01-C06-0328-escape-trabajo

La referencia en el infinito

- **Decreto**
  - Se considera como punto de referencia para la energía r=infinito



- La energía potencial gravitatoria para dos cuerpos a distancia **r** es igual al trabajo necesario para separar esos cuerpos desde esa distancia **r** hasta una distancia **infinita**.

Luego, si h<<R

- La famosa fórmula para la **variación** de energía potencial gravitatoria

$$\Delta E_{g12} = -G\,M\,m_2\left(\frac{1}{R+h}-\frac{1}{R}\right) \simeq m\,g\,h$$

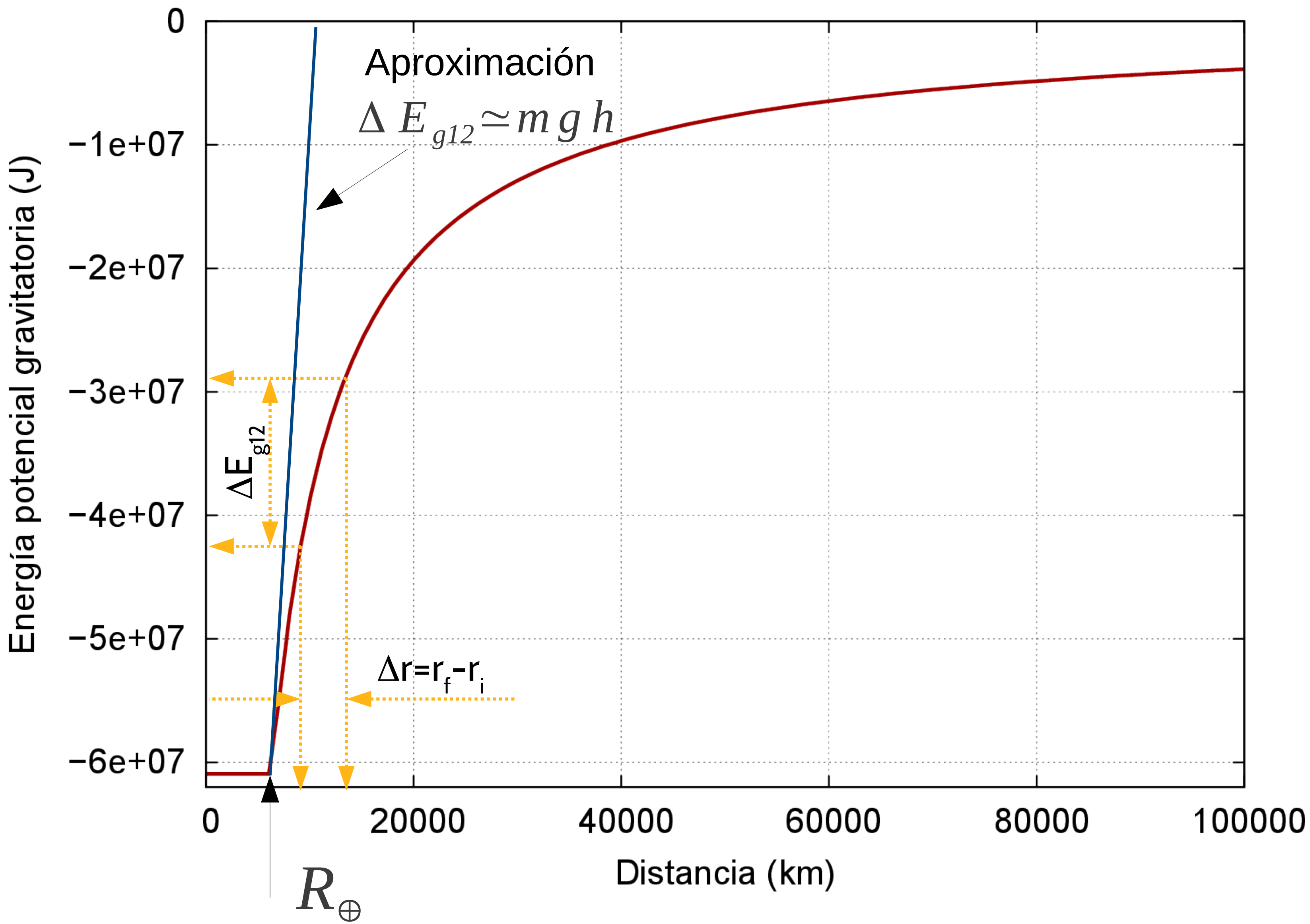
$$g = \frac{G\,M}{R^2}$$

- **g** es la aceleración de la gravedad
- Sobre la superficie terrestre, g=9.8 m/s²
- ¿Podremos calcular los valores de g para otros cuerpos?

la Tierra

$$\left(g_{\oplus} = \frac{G\,M_{\oplus}}{R_{\oplus}^2}\right)$$

La gráfica



Aproximación
$\Delta E_{g12} \simeq m g h$
ΔE_{g12}
$\Delta r = r_f - r_i$
$R_\oplus$
Energía potencial gravitatoria (J)
Distancia (km)
0
−1e+07
−2e+07
−3e+07
−4e+07
−5e+07
−6e+07
0
20000
40000
60000
80000
100000

La energía se conserva.... siempre

- Dado que la energía se conserva:

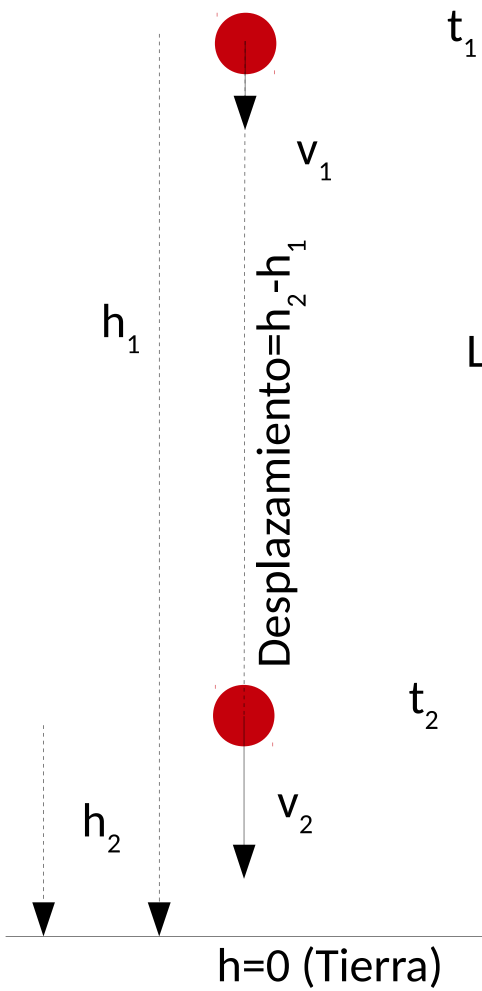
La variación de un tipo de energía implica la variación de otro tipo para compensar el cambio: la variación total es cero

$$\boxed{\begin{gathered}\Delta E_g + \Delta E_x = 0 \\ \Delta E_g = -\Delta E_x\end{gathered}}$$

$$\boxed{E_{g2} + E_{x2} = E_{g1} + E_{x1} \rightarrow E_2 = E_1}$$

La energía total inicial es igual a la energía total final

Expresión para la energía cinética



$$\Delta E_g = -\Delta E_k \rightarrow mg(h_2 - h_1) = -\Delta E_k$$

Ahora: g es la aceleración de la gravedad: $g = \dfrac{(v_2 - v_1)}{(t_2 - t_1)}$

La velocidad promedio es: $\langle v \rangle = \dfrac{(v_2 + v_1)}{2}$ y además: $\langle v \rangle = \dfrac{|(h_2 - h_1)|}{(t_2 - t_1)}$

Reemplazando $mg(h_2 - h_1) = m\left(\dfrac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}\right)\left(-\langle v \rangle (t_2 - t_1)\right)$

Uso la definición de módulo para $(h_2-h_1)<0$: $|(h_2-h_1)| = -(h_2-h_1)$

$$mg(h_2 - h_1) = -m(v_2 - v_1)\left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)$$

$$mg(h_2 - h_1) = -\frac{1}{2} m (v_2 - v_1)(v_2 + v_1)$$

$$-\Delta E_k = -\frac{1}{2} m \left(v_2^2 - v_1^2\right) \rightarrow \Delta E_k = \frac{1}{2} m \left(v_2^2 - v_1^2\right)$$

- La energía cinética de un cuerpo a velocidad v_i es

$$E_k = \frac{1}{2} m v_i^2$$

- Si debido a algún cambio de energía, su nueva velocidad es v_f, la variación es:

$$\Delta E_k = E_{kf} - E_{ki} = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\Delta E_k = \frac{1}{2} m \left(v_f^2 - v_i^2\right) = - m g \left(h_f - h_i\right)}$$

¡Recordar ese signo y de donde viene!

Lo mismo podría hacerse con la general

$$\boxed{\Delta E_{g12} = -G M m_2 \left(\frac{1}{(R+h)} - \frac{1}{R} \right) = -\frac{1}{2} m_2 \left(v_2^2 - v_1^2 \right) = -\Delta E_{k12}}$$

- Imaginemos lo siguiente: $v_2 = 0$ y $h \to \infty$
- Luego, si $h \to \infty$, $1/(R+h) \to 0$. Entonces:

$$-G M m_2 \left(-\frac{1}{R} \right) = -\frac{1}{2} m_2 \left(-v_1^2 \right)$$

$$\frac{G M}{R} = \frac{1}{2} v_1^2$$

$$v_1^2 = \frac{2 G M}{R}$$

$$\boxed{v_1 = \sqrt{\frac{2 G M}{R}} \equiv v_e}$$

v_e es la **velocidad de escape**: hay que darle esa velocidad a un cuerpo para que sea capaz de liberarse de la atracción gravitatoria de un planeta y **llegar al infinito con velocidad 0**.

$$v_{e\oplus} = \sqrt{\frac{2 G M_\oplus}{R_\oplus}}$$

Calcular v_e para la Tierra