Universidad Industrial de Santander

Introducción a la Física (2014)

- Unidad: 02
- Clase: 05
- Fecha: 20140529J
- Contenido: Energía
- Web: http://halley.uis.edu.co/fisica_para_todos/
- Archivo: 20140612J-HA-energia.pdf

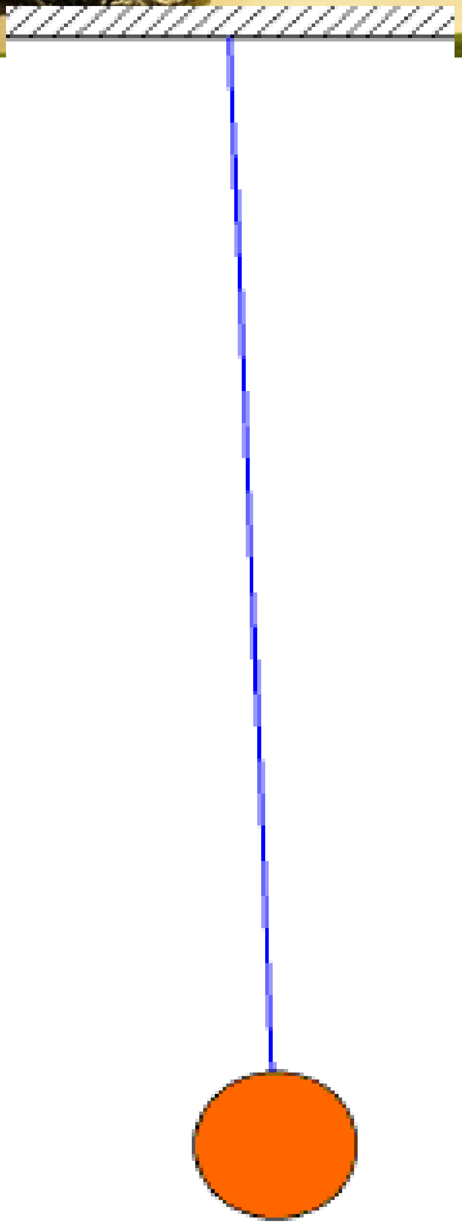
Hoy entrega en el Blog

- En el blog, buscar el link "entrega Big Bang"
- Completar el formulario
- Subir el pdf obtenido con el informe
- Verificar la confirmación de Entrega Exitosa
  - Si hay entrega exitosa → Relax
  - Si hay error → vuelva a intentarlo
- A las 23:59:59 el sistema se cierra no pudiendo realizar la entrega

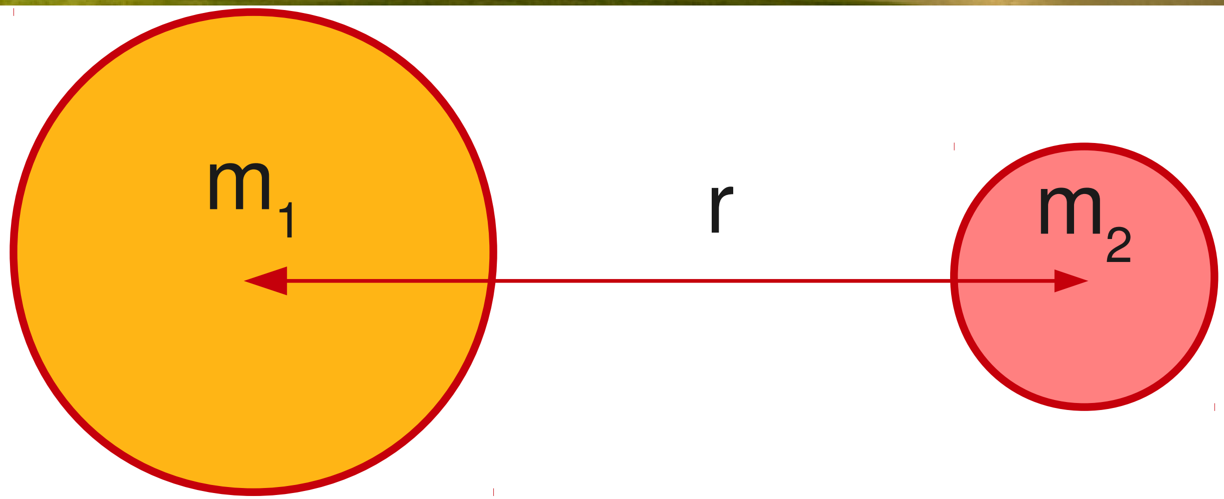
En el episodio anterior

En el episodio anterior

En el episodio anterior



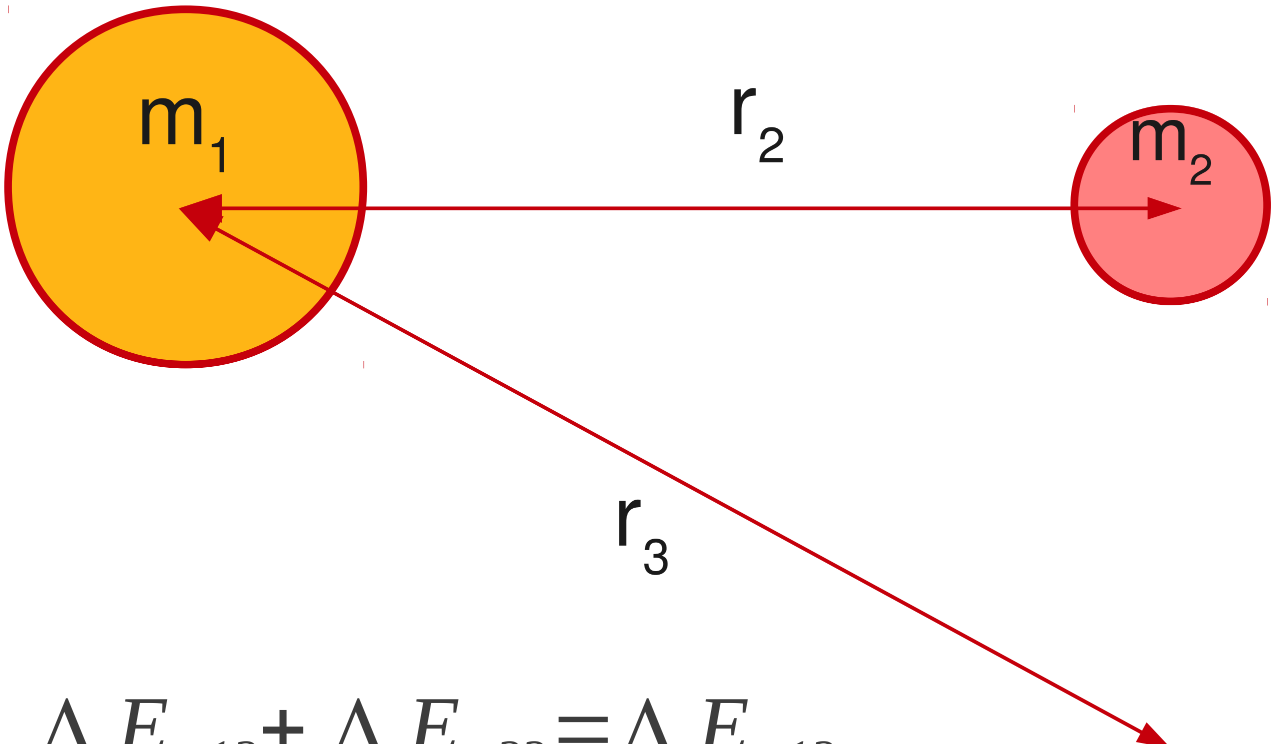
Energía potencial gravitatoria



$$E_g(r) = -G\frac{m_1 m_2}{r}$$

$$G = 6.67\times 10^{-11}\frac{J\,m}{kg^2} \qquad G = 6.67\times 10^{-11}\frac{m^3}{kg\,s^2}$$

Cambio de energía potencial



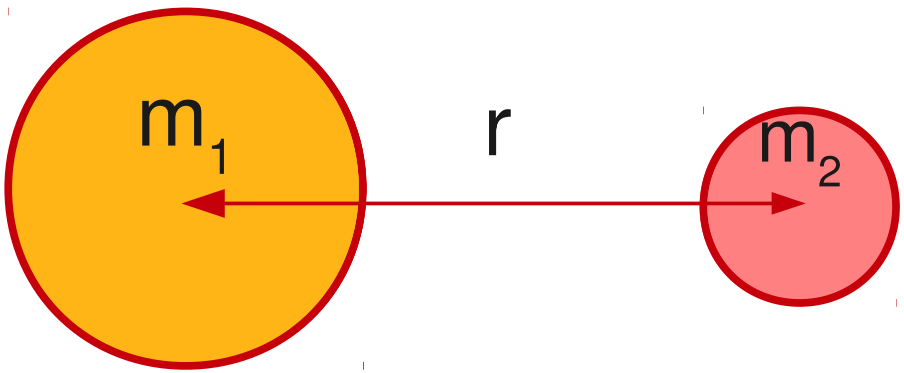
$$\Delta E_{g12} + \Delta E_{g23} = \Delta E_{g13}$$

En los cambios de energía potencial, sólo importan las posiciones iniciales y finales

La referencia en el infinito

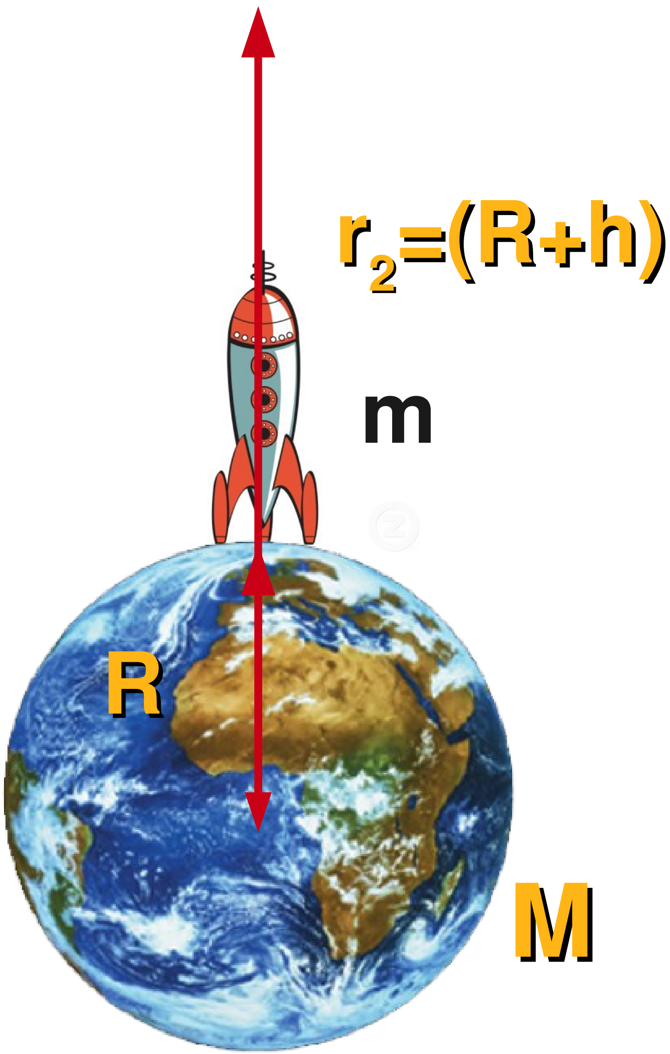
- **Decreto**
- Se considera como punto de referencia para la energía

$r \rightarrow \infty$



- 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**.

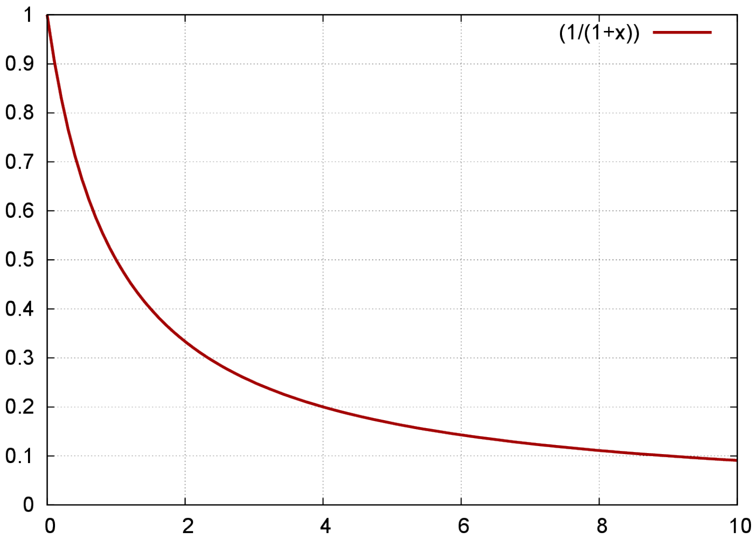
Suponga que m_1=M es la Tierra

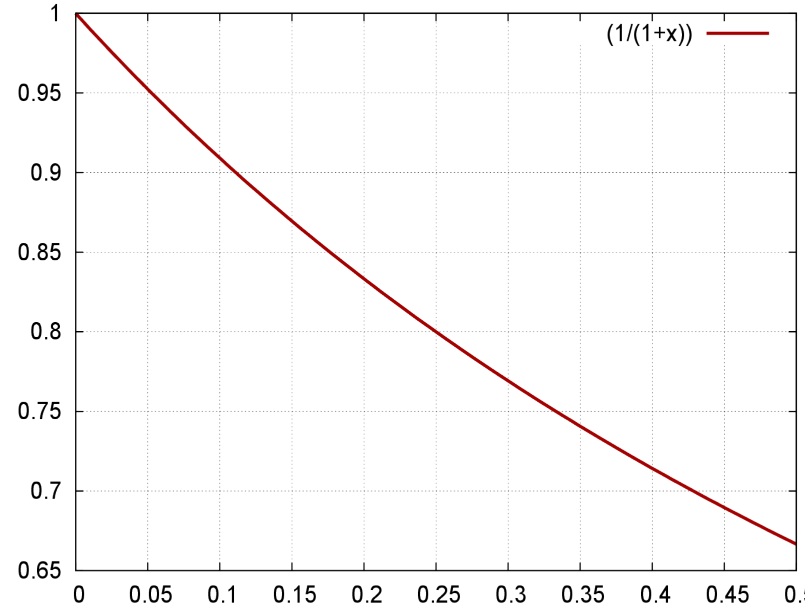


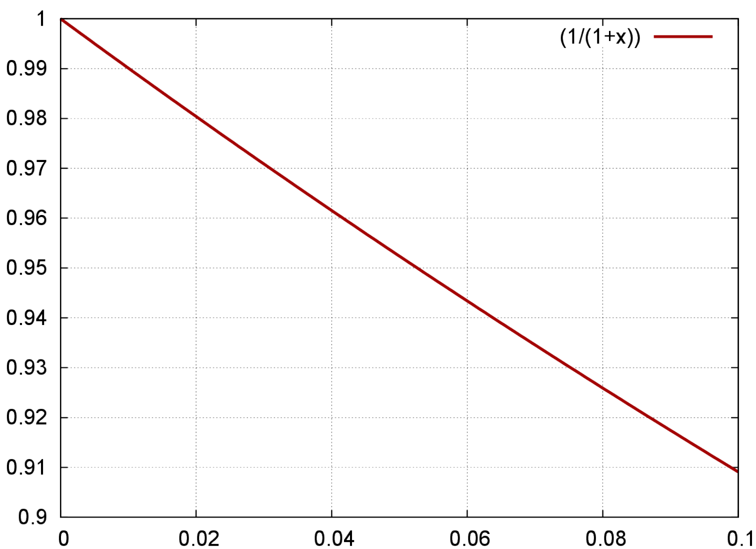
$$\Delta E_{g12} = -G\,M\,m\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{R}\right)$$

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

Paréntesis matemático







$$x \to 0 \Rightarrow \frac{1}{(1+x)} \simeq 1 - x$$

$$h \ll R \Rightarrow \frac{1}{\left(1+\frac{h}{R}\right)} \simeq 1 - \frac{h}{R}$$

Luego, si h<<R

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

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

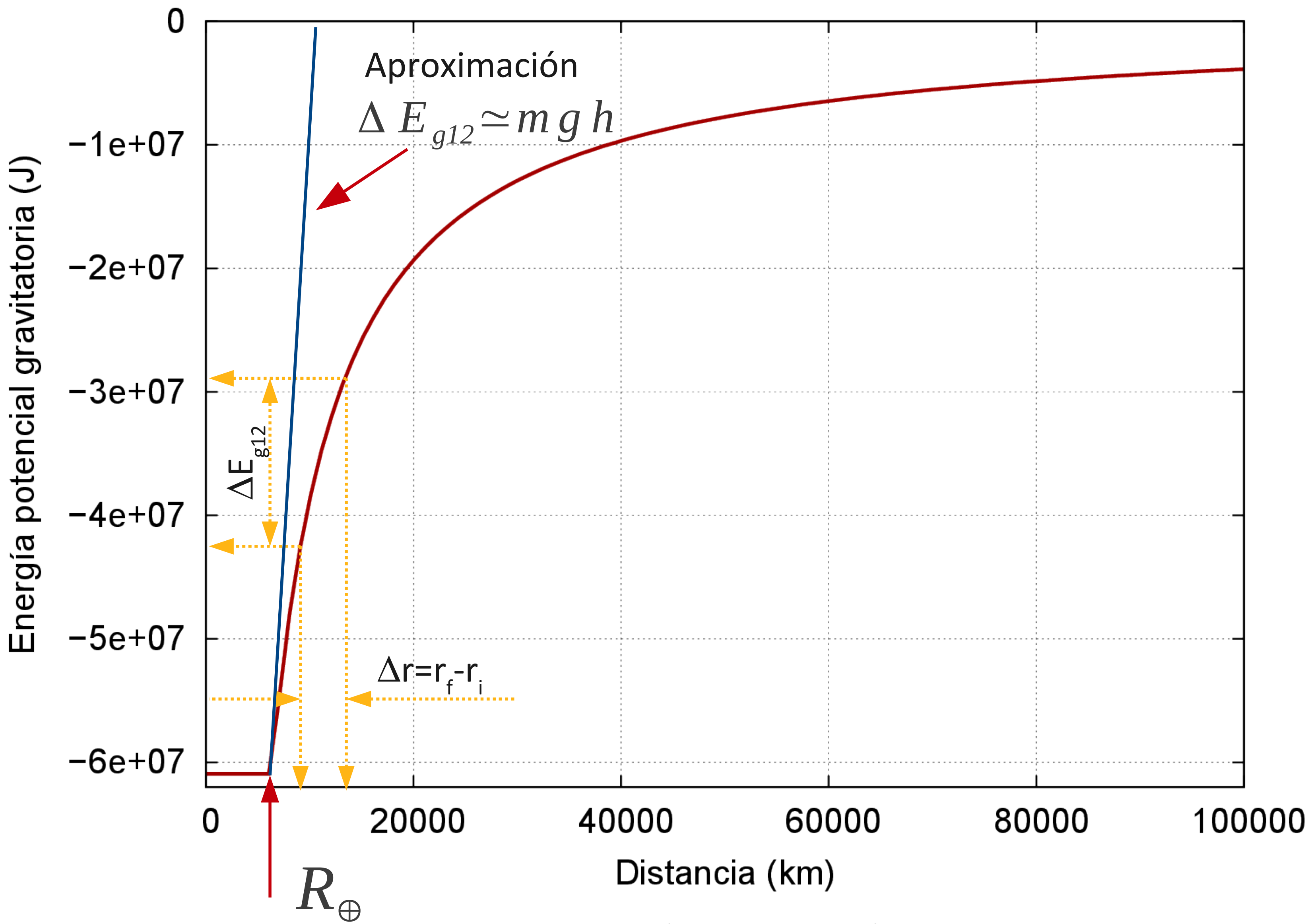
$$g = \frac{G\,M}{R^2}$$

- **g** es la aceleración de la gravedad
- Sobre la superficie terrestre, g ~ 9.8 m/s^2
- ¿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}
$\Delta r = r_f - r_i$
0
−1e+07
−2e+07
−3e+07
−4e+07
−5e+07
−6e+07
Energía potencial gravitatoria (J)
0
20000
40000
60000
80000
100000
Distancia (km)
$R_\oplus$

La energía se conserva.... siempre

- Dado que la energía se conserva:

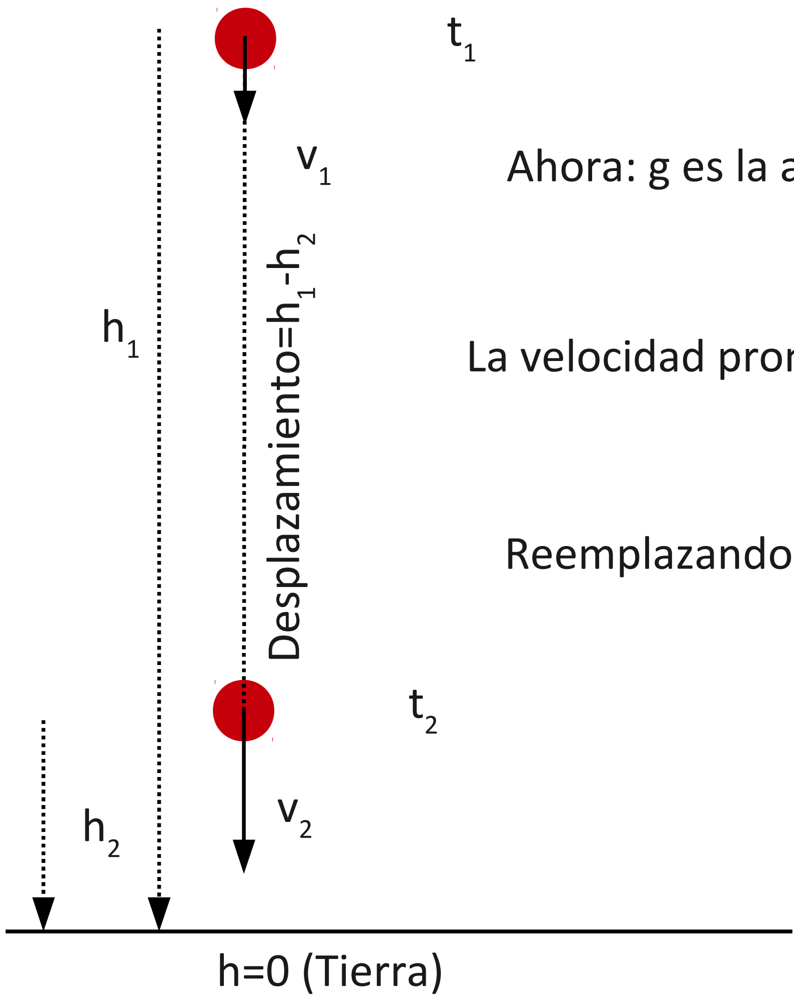
La variación de un tipo de energía implica la variación de otro tipo para compensar el cambio: la variación total es cero

$$\boxed{\begin{gathered}\Delta E_g + \Delta E_x = 0 \\[1em] \Delta E_g = -\Delta E_x\end{gathered}}$$

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

La energía total inicial es igual a la energía total final

Expresión para la energía cinética



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

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: $\langle v \rangle = \dfrac{(h_1 - h_2)}{(t_2 - t_1)}$

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

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

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

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

Energía cinética

- 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 $h \rightarrow \infty$
- Luego, si $h \rightarrow \infty$, $1/(R+h) \rightarrow 0$. 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