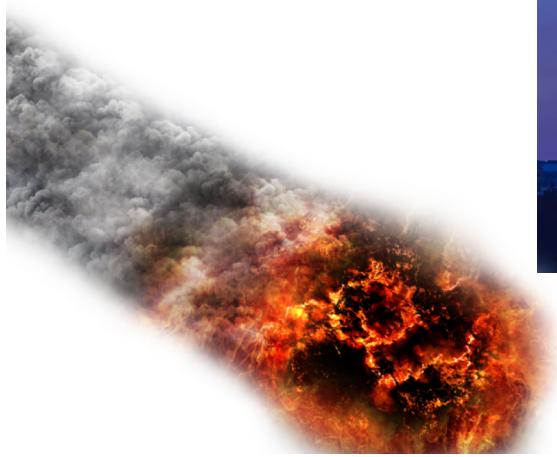


Estática y Dinámica

Trabajo, Energía
Potencia



Fuerza y energía potencial

Si tenemos una fuerza conservativa, encontrar la energía potencial es un problema sencillo a través de la ecuación

$$U_b - U_a = - \int_{\vec{r}_a}^{\vec{r}_b} \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

Pero, conocida $U(r)$, ¿podemos encontrar $\vec{F}(\vec{r})$?

$$U_b - U_a = - \int_{\vec{r}_a}^{\vec{r}_b} \vec{F} \cdot d\vec{r}$$



$$dU = -\vec{F} \cdot d\vec{r}$$

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right) dx + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right) dy + \left(\frac{\partial U}{\partial z} \right) dz$$

$$-\vec{F} \cdot d\vec{r} = -F_x dx - F_y dy - F_z dz$$

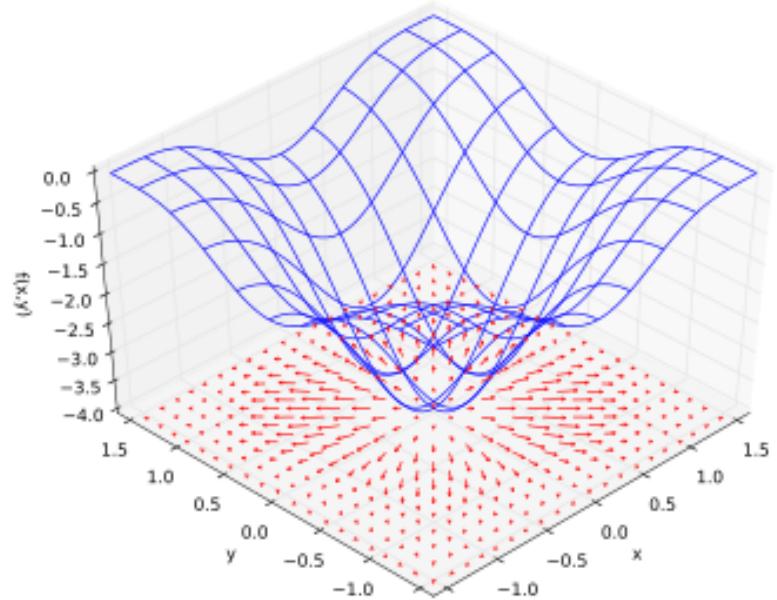
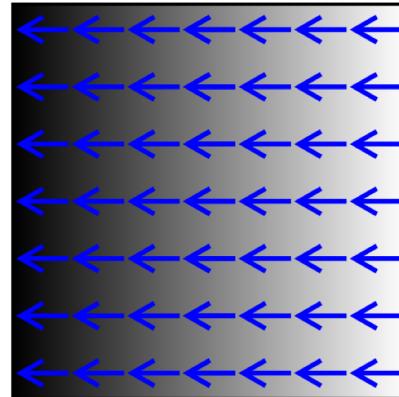
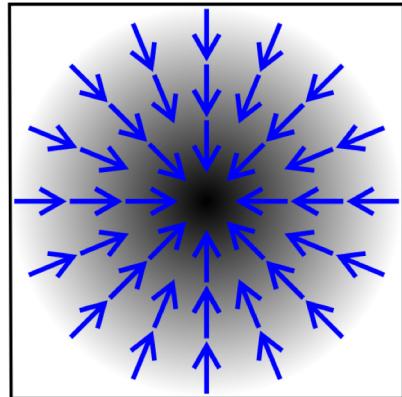
$$\vec{F} = F_x \hat{i} + F_y \hat{j} + F_z \hat{k} = - \left[\frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \hat{k} \right]$$

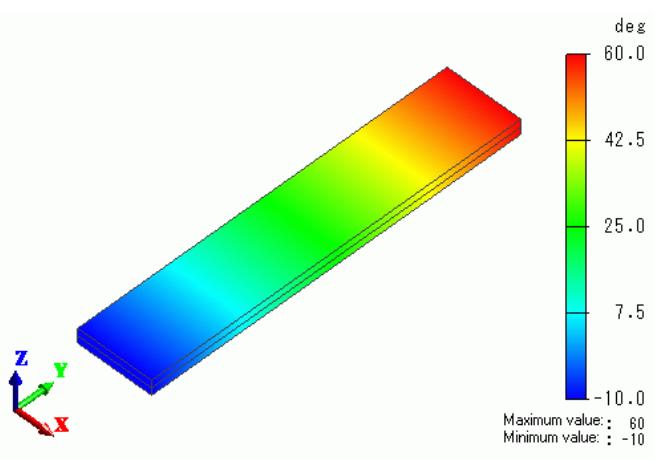


$$\vec{F} = -\nabla U$$

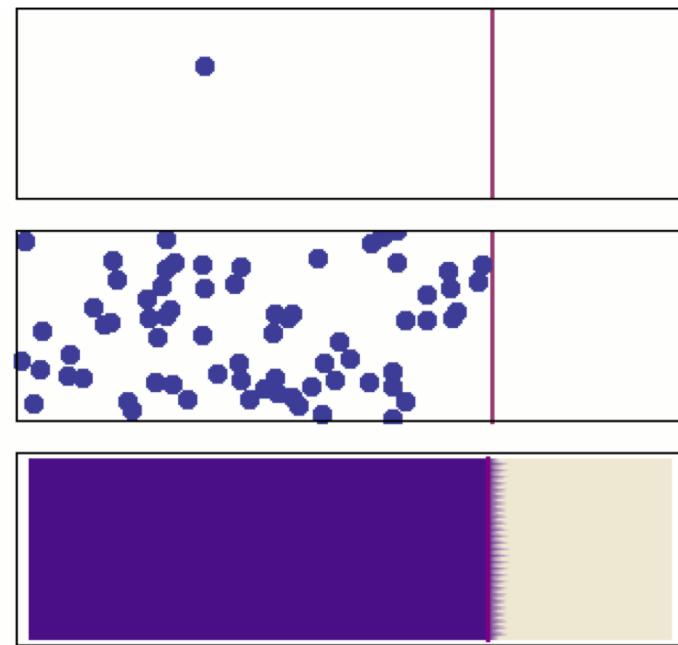
Significado físico del Gradiente

$$\vec{F} = -\nabla U$$





Gradiente de Temperatura



Gradiente de concentración

Fuerzas **No** Conservativas

Fuerzas No Conservativas

Las Fuerzas que no derivan de un potencial y para las cuales el trabajo depende del camino las llamaremos fuerzas no conservativas.

$$\Delta E = W_f_{\text{no-} \text{conservativas}}$$

Potencia

Potencia:

Rapidez con que una fuerza hace trabajo:

$$P = \frac{dW}{dt}$$

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Potencia

La potencia es la razón a la que la energía es transferida:

Potencia = energía / tiempo

Unidades:

W

hp

1 caballo fuerza \approx 746 W

Para recordar

1 m^2



1 kW de luz solar

150 - 400 W de
electricidad utilizando
celdas solares

1 km^2



1 GW de luz solar

150 - 400 MW de
electricidad utilizando
celdas solares

Dieta vs. Ejercicio



Dieta vs. Ejercicio

Un ser humano puede realizar trabajo a una razón de 1/7 hp.

La eficiencia de un ser humano es de 25 %.



Supongamos que hacemos ejercicio vigorosamente quemando gordura a 4/7 hp

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

$$4/7 \text{ hp} = (4/7) * 746 \text{ W} = 426 \text{ W}$$

$$4/7 \text{ hp} = 426 \text{ W}$$

En una hora utilizamos (de energía):

$$426 \text{ Wh} \quad = 426 \text{ Cal}$$



En una hora utilizamos:

426 kcal



Para mantener el peso necesitamos 2000 kcal por día

1 g de grasa -> 7 kcal

Cortemos 500 kcal de la dieta
diaria

500 kcal -> ~70 g de grasa quemada por día

500 g por semana (1/2 kilogramos)

2 kilos por mes



Energía Eólica



En una “plantación” de 170 turbinas en un área de 2 km^2 cada una con una altura de un edificio de 40 pisos puede entregar 0.42 gigawatts

Energía Cinética



Objeto	Calorías (watt·hora)	Joules	Comparada con TNT
Bala (a la velocidad del sonido 343 m/s- 1125 km/h)	0.01	40	0.015
Batería (carro)	0.03	125	0.05
Batería (recargable de computadora)	0.1	400	0.15
Volante de motor (1 km/s)	0.125	500	0.2
Batería (alcalinas de flash)	0.15	600	0.23
TNT	0.65	2700	1
Explosivos modernos (PETN)	1	4200	1.6
Chips de Chocolate	5	21 000	8
Carbón	6	27 000	10
Mantequilla	7	29 000	11
Alcohol (etanol)	6	27 000	10
Gasolina	10	42 000	15
Gas Natural (metano, CH ₄)	13	54 000	20
Hidrógeno gaseoso o líquido (H ₂)	26	110 000	40
Asteroide o Meteorito (30 km/s)	100	450 000	165
Uránio 235	20 millones	82 billones	30 millones

Energía Cinética

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Con m en Kg y v en m/s la unidad de K es el joule


$$m = 1 \text{ } g = 0.001 \text{ } kg$$

$$v = 30 \frac{km}{s} = 30000 \text{ } m/s$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{(0.001) \times (30000)^2}{2} = 450000 \text{ } J$$

$$1 \text{ Cal} = 4184 \text{ J} \approx 4200 \text{ J}$$

$$K = \frac{450000}{4200} \text{ Cal} \approx 107 \text{ Cal}$$

Velocidad de una ojiva = 7 km/s

En relación a la ojiva la “Smart rock” se mueve a 7 km/s

La energía cinética de 1 g de “roca” es:

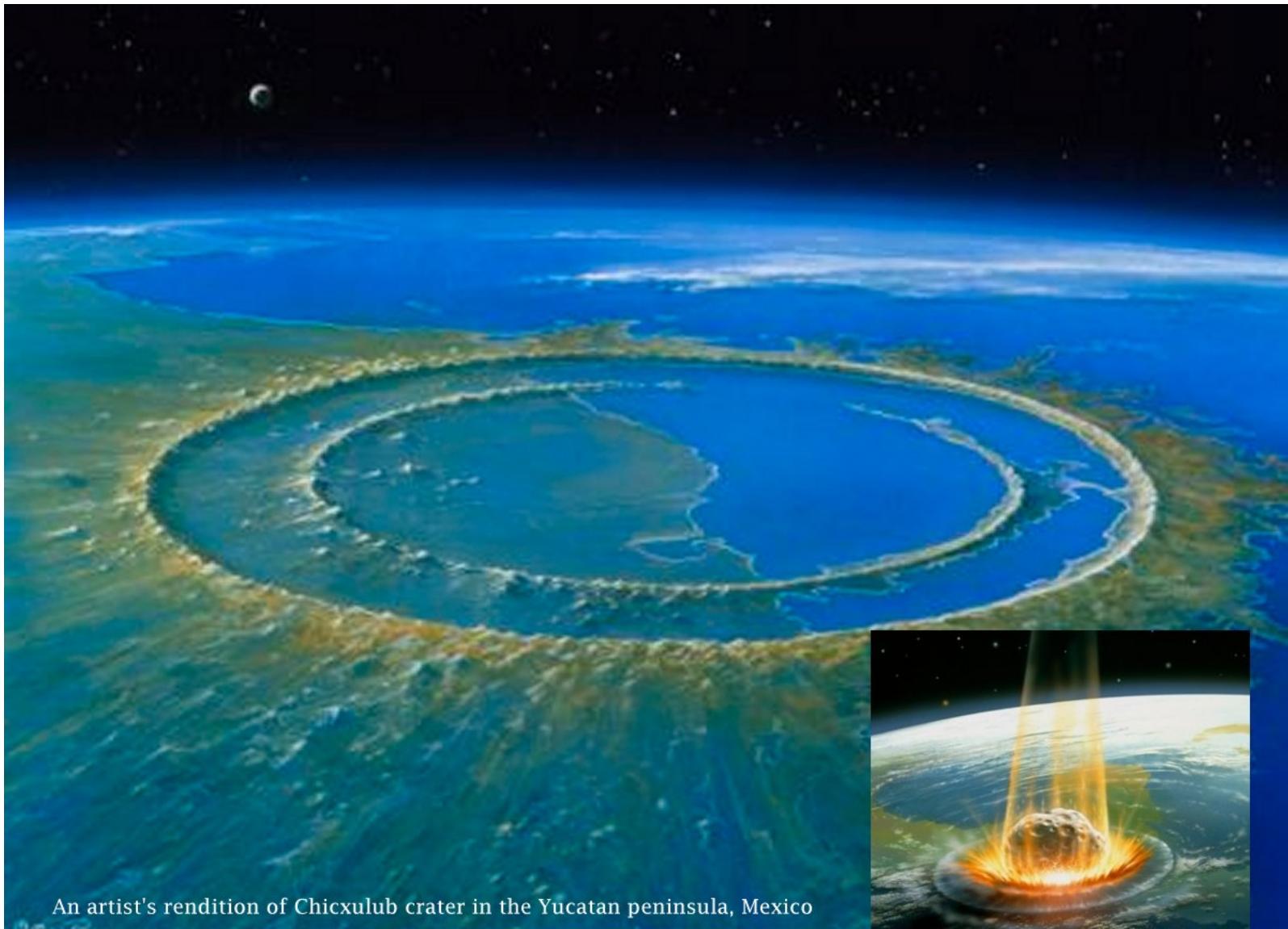
$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(0.001) \times (7000)^2 = 24500 \text{ J}$$

$$K = \frac{24500}{4200} \text{ J} \approx 6 \text{ Cal}$$

Objeto	Calorías (watt-hora)	por gramo
TNT	0.65	
Smart rock	6	

9 veces la energía si se utilizara TNT

“kinetic energy kill”



An artist's rendition of Chicxulub crater in the Yucatan peninsula, Mexico



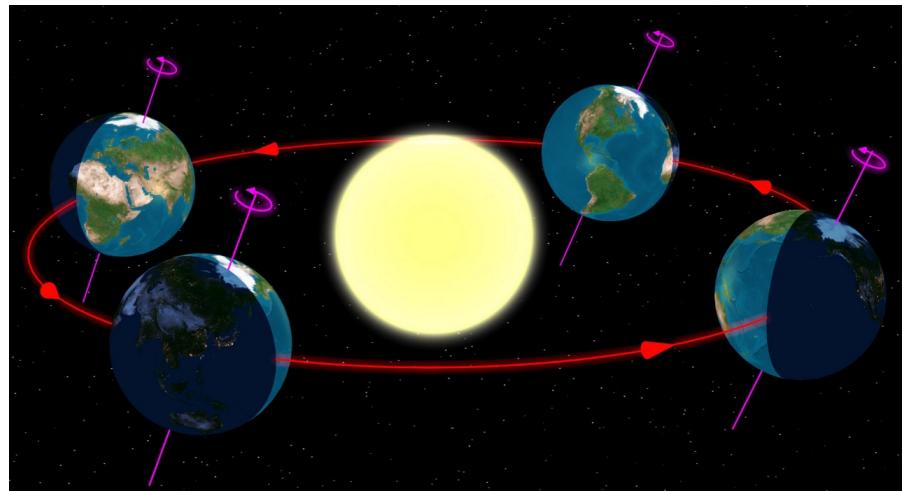
Calculemos la velocidad de traslación de la Tierra

Distancia al sol = $150 \times 10^6 \text{ km}$

Circunferencia = $2 \pi r$

Tiempo = 365 *días* = $3.16 \times 10^7 \text{ s}$

$$v = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} = 30 \text{ km/s}$$



Calculemos la masa del asteroide

$$\text{diámetro} = 10 \text{ km} \quad \text{radio} = 5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$$

$$\rho = 3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{4\pi}{3} r^3 = 5.2 \times 10^{11} \text{ m}^3$$

$$m = \rho V = 1.6 \times 10^{15} \text{ kg}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = 7.2 \times 10^{23} J$$

$$K = 1.7 \times 10^{20} \text{ Cal}$$

$$1 \text{ g de TNT} \rightarrow 0.65 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ ton de TNT} \rightarrow 0.65 \times 10^6 \text{ Cal}$$

$$K = 1.7 \times 10^{20} \text{ Cal} = 2.6 \times 10^{14} \text{ ton de TNT}$$



Hiroshima:

13.000 tons de TNT



$K = 2.6 \times 10^8$ megatons de TNT

0.013 megatons de TNT

Puede un meteorito de estos sacar de órbita a la Tierra ?

$$m = 1.6 \times 10^{15} \text{ kg}$$

$$\frac{M_T}{m} = 4 \times 10^9$$

$$M_T = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_{mosquito} = 1 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

$$\frac{M_{camión}}{m_{mosquito}} = 4 \times 10^9$$

$$M_{camión} = 4 \times 10^4 \text{ kg}$$