

Física I A

Guía 02 - Energía

Asorey - Cutsaimanis

2016

1. Cuentas

Repase, rehaga y verifique todas las cuentas y cálculos parciales realizados en clase.

2. Energía potencial gravitatoria

- a) La energía potencial gravitatoria entre dos cuerpos de masas m_1 y m_2 separados por una distancia r está dada por:

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

De esta forma, la energía potencial gravitatoria de un cuerpo de masa m sobre la superficie de un planeta de masa M y radio R es:

$$E_g = -\frac{G M m}{R}.$$

Verifique que al elevar ese cuerpo a una altura h sobre la superficie del planeta, la variación de la energía potencial gravitatoria es:

$$\Delta E_g = G M m \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right).$$

- b) Calcule la energía potencial para un astronauta ($m = 70$ kg) en órbita a una altura $h = 350$ km. Luego, compare ese valor con el obtenido de la expresión aproximada $\Delta E_g = m g h$.

3. Esquiadores.

Se prepara una pista en el cerro Catedral a $h_i = 2400$ m s.n.m. alisada para pista de bajada hasta la base ($h_f = 1030$ m s.n.m.) Un esquiador se propone superar el récord mundial, actualmente de $251,4$ km h⁻¹. Usando argumentos de conservación de la energía, y despreciando todo efecto de rozamiento, diga si esto es posible, y calcule cuál es la velocidad máxima que podría alcanzarse. ¿Depende de la masa del esquiador? Justifique.

4. Fútbol.

Un nene que vive en el último piso del Bariloche Center ($h = 30$ m) se va a jugar al fútbol. Al llegar a la planta baja se da cuenta que no trajo su pelota ($m = 400$ g). Llama por celular a su padre para que le arroje la pelota por la ventana.

- a) ¿Cuál es la variación de la energía potencial entre el techo y la base del edificio?
- b) Determine la variación de la energía cinética y la velocidad de la pelota cuando esta llega al piso.

5. Impacto.

La extinción de los dinosaurios al final del período Jurásico es atribuida al impacto de un cometa o meteorito de dimensiones considerables. Imagine entonces que un cometa esférico de radio $r = 5 \text{ km}$ y densidad media $d = 5 \text{ g cm}^{-3}$ se acerca a la Tierra desde el infinito. Entonces,

- a) Calcule la masa m_c del cometa.
- b) Calcule la energía cinética y la velocidad al momento del impacto.
- c) Exprese la energía liberada en el impacto en megatones, teniendo en cuenta que $1 \text{ Mton} = 4,184 \times 10^{15} \text{ J}$.
- d) Si debido a la interacción atmosférica el satélite se divide en dos partes de masas $m_1 = 0,7m_c$ y $m_2 = 0,3m_c$. Calcule la energía cinética y la velocidad de cada parte al momento del impacto. ¿Dependerá el resultado de la altura a la cual el cometa se parta? Justifique.

6. Rebotes.

Una pelota de goma de masa $m = 2,0 \text{ kg}$ es lanzada hacia arriba en forma vertical. La velocidad inicial es de $v = 5 \text{ m s}^{-1}$.

- a) Calcule la altura máxima que alcanza la pelota en su trayectoria;
- b) suponiendo que no hay pérdidas de energía debidas al rozamiento, calcule la velocidad al momento del impacto y la altura alcanzada luego del rebote.
- c) Suponga que, a diferencia del punto anterior, como consecuencia del rebote un 20 % de la energía mecánica se transforma en calor y sonido. Calcule la altura que alcanzará la pelota luego de tres choques contra el piso.

7. Resortes

La energía potencial elástica está dada por:

$$E_e = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2$$

donde k es la constante elástica del resorte y Δx representa a la variación de la longitud del resorte en condiciones de compresión o expansión. Imagine entonces que usted debe diseñar el sistema de protección de resortes de un ascensor en el Bariloche Center ($h = 30,0 \text{ m}$), y que los mismos pueden comprimirse un máximo de $0,5 \text{ m}$. Sabiendo que la masa del ascensor y su carga es de $m = 600 \text{ kg}$,

- a) calcule la constante k del resorte;
- b) si el ascensor tiene un freno de seguridad capaz de transformar el 20 % de la energía cinética, calcule el k del resorte necesario en este caso;
- c) Rehaga los cálculos anteriores pero suponiendo que en lugar de un único gran resorte se disponen cuatro resortes más pequeños.

8. Pesos.

A partir de la definición de g ,

$$g = \frac{GM}{R^2},$$

para un cuerpo esférico de masa M y radio R ,

- calcule el valor de g y determine cuál es el peso de un cuerpo de masa $m = 70 \text{ kg}$ en la Tierra, el Sol, Júpiter y la Luna;
- calcule a que altura h sobre la superficie de la Tierra, un cuerpo pesa la mitad respecto a su peso sobre la superficie terrestre.
- ¿Qué pasaría si realizamos el mismo cálculo en el planeta Marte?

9. Velocidad de escape

Se define como *velocidad de escape* a aquella velocidad v_c para la cual un cuerpo de masa m (cuerpo A) puede escapar de la atracción gravitatoria de otro cuerpo (cuerpo B).








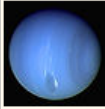
Imaginemos que el cuerpo B es un planeta de radio R y masa M , y colocamos al cuerpo A sobre su superficie. Entonces,

- Obtenga una expresión para el cálculo de la velocidad de escape, y muestre que la misma es una propiedad inherente del planeta.
- Grafique la dependencia de la velocidad de escape como función:
 - del radio R del planeta.
 - de la masa M del planeta.
- Calcule el valor de la velocidad de escape sobre la superficie de
 - la Tierra
 - la Luna
 - el Sol
 - una pelota de fútbol de radio $R = 12,5 \text{ cm}$ y $m = 0,4 \text{ kg}$
- Suponga que es posible variar a voluntad el radio terrestre R_\oplus . Calcule el valor de $R_\oplus \equiv R_c$ para el cual la velocidad de escape de la Tierra sea igual a la velocidad de la luz c .
- Libere su imaginación y responda: ¿Qué pasaría si, una vez alcanzado dicho radio crítico, aumentamos la masa de la Tierra?

10. El Principito

El Principito ($m = 40 \text{ kg}$) vive en un planeta pequeño, el asteroide B612. Supongamos que posee un radio $R = 1 \text{ km}$ con una densidad igual a la de la Tierra ($d = 5,5 \text{ g cm}^{-3}$). Calcule

- el valor de g y el peso del Principito en B612;
- si en la Tierra el Principito logra subir a una silla de $h = 0,5 \text{ m}$ de un salto, a que altura llegará con el mismo salto sobre la superficie de B612.
- la velocidad máxima a la cual el Principito puede caminar sin riesgo de abandonar el planeta para siempre

	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno
Imagen								
Símbolo Astronómico	☿	♀	♁	♂	♃	♄	♅	♆
Distancia media al Sol	57.909.175 km 0,38709893 UA	108.208.930 km 0,72333199 UA	149.597.870 km 1	227.936.640 km 1,52366231 UA	778.412.010 km 5,20336301 UA	1.426.725.400 km 9,53707032 UA	2.870.972.200 km 19,19126393 UA	4.498.252.900 km 30,06896348 UA
Radio medio	2.439,64 km 0,3825 R _T	6.051,59 km 0,9488 R _T	6.378,15 km 1	3.397,00 km 0,53226 R _T	71.492,68 km 11,209 R _T	60.267,14 km 9,449 R _T	25.557,25 km 4,007 R _T	24.766,36 km 3,883 R _T
Superficie/Área	75.000.000 km ² 0,1471 A _T	460.000.000 km ² 0,9010 A _T	510.000.000 km ² 1	140.000.000 km ² 0,2745 A _T	64.000.000.000 km ² 125,5 A _T	43.800.000.000 km ² 86,27 A _T	8.130.000.000 km ² 15,88 A _T	7.700.000.000 km ² 15,10 A _T
Volumen	6,083×10 ¹⁰ km ³ 0,056 V _T	9,28×10 ¹¹ km ³ 0,87 V _T	1,083×10 ¹² km ³ 1	1,6318×10 ¹¹ km ³ 0,151 V _T	1,431×10 ¹⁵ km ³ 1.321,3 V _T	8,27×10 ¹⁴ km ³ 763,59 V _T	6,834×10 ¹³ km ³ 63,086 V _T	6,254×10 ¹³ km ³ 57,74 V _T
Masa	3,302×10 ²³ kg 0,055 M _T	4,8690×10 ²⁴ kg 0,815 M _T	5,9742×10 ²⁴ kg 1	6,4191×10 ²³ kg 0,107 M _T	1,8987×10 ²⁷ kg 318 M _T	5,6851×10 ²⁶ kg 95 M _T	8,6849×10 ²⁵ kg 14 M _T	1,0244×10 ²⁶ kg 17 M _T
Densidad	5,43 g/cm ³	5,24 g/cm ³	5,515 g/cm ³	3,940 g/cm ³	1,33 g/cm ³	0,697 g/cm ³	1,29 g/cm ³	1,76 g/cm ³
Gravedad Ecuatorial	3,70 m/s ²	8,87 m/s ²	9,81 m/s ²	3,71 m/s ²	23,12 m/s ²	8,96 m/s ²	8,69 m/s ²	11,00 m/s ²
Velocidad de escape	4,25 km/s	10,36 km/s	11,18 km/s	5,02 km/s	59,54 km/s	35,49 km/s	21,29 km/s	23,71 km/s
Periodo de rotación	58,646225 días ³	-243,0187 ⁴ días	0,99726968 días	1,02595675 días	0,41354 días	0,44401 días	-0,71833 ⁴ días	0,67125 días
Velocidad de rotación ecuatorial	0,0030 km/s	0,0018 km/s	0,4651 km/s	0,2408 km/s	12,5720 km/s	10,0179 km/s	2,5875 km/s	2,6869 km/s
Periodo orbital	0,2408467 años ³	0,61519726 años	1,0000174 años	1,8808476 años	11,862615 años	29,447498 años	84,016846 años	164,79132 años
Velocidad orbital media	47,8725 km/s	35,0214 km/s	29,7859 km/s	24,1309 km/s	13,0697 km/s	9,6724 km/s	6,8352 km/s	5,4778 km/s
Excentricidad ⁵	0,20563069	0,00677323	0,01671022	0,09341233	0,04839266	0,05415060	0,04716771	0,00858587
Inclinación	7,00487°	3,39471°	0,00005°	1,85061°	1,30530°	2,48446°	0,76986°	1,76917°
Inclinación axial	0,0°	177,3°	23,45°	25,19°	3,12°	26,73°	97,86°	29,58°
Temperatura media en superficie	440 K	730 K	288 / 293 K	186 / 268 K	152 K	134 K	76 K	53 K
Temperatura media en superficie	166,85 K	456,85 K	14,85 / 19,85 K	-87,15 / -5,15 K	-121,15 K	-139,15 K	-197,15 K	-220,15 K
Temperatura media del aire ⁶			288 K		165 K	135 K	76 K	73 K
Temperatura media del aire ⁶			14,85 K		-108,15 K	-138,15 K	-197,15 K	-200,15 K
Composición de la Atmósfera	He Na ⁺ P ⁺	96% CO ₂ 3% N ₂ 0,1% H ₂ O	78% N ₂ 21% O ₂ 1% Ar	95% CO ₂ 3% N ₂ 1,6% Ar	90% H ₂ 10% He, trazas de CH ₄	96% H ₂ 3% He 0,5% CH ₄	84% H ₂ 14% He 2% CH ₄	75% H ₂ 25% He 1% CH ₄
Número de lunas conocidas	0	0	1	2	63	61	27	13
Anillos	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Discriminante planetario ⁷	9,1×10 ⁴	1,35×10 ⁶	1,7×10 ⁶	1,8×10 ⁵	6,25×10 ⁵	1,9×10 ⁵	2,9×10 ⁴	2,4×10 ⁴