

XIV OLIMPIADA IBEROAMERICANA DE FISICA, CHILE 2009

Teórico 1: Agujero negro Newtoniano

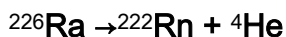
(a) Encuentre la velocidad mínima necesaria para que un proyectil disparado desde la Tierra se aleje infinitamente de ella (*velocidad de escape*), como función del radio de la Tierra (R_T) y la aceleración de gravedad en su superficie (g). Desprecie el roce con el aire y el movimiento de la Tierra. (3 puntos)

Utilice $R_T=6\,400$ km, $g=10$ m s⁻².

(b) Usando la mecánica de Newton, en la segunda mitad del siglo XVIII se calculó el radio que debería tener una estrella para que la velocidad de escape desde su superficie sea igual (o superior) a la velocidad de la luz. Encuentre el radio de esa hipotética estrella si tuviera la misma masa que la Tierra. (3 puntos)

Teórico 2: Desintegración del ^{226}Ra

El radio es un elemento radiactivo cuyo núcleo está formado por 88 protones. Su isótopo más estable es radio-226, el cual se desintegra en radón-222 y una partícula alfa (helio-4):



Estando un núcleo de radio inicialmente en reposo, la suma de las energías cinéticas de los productos de su desintegración es 4,87 MeV.

Considere una muestra de 1 gramo de radio-226 puro en el interior de una botella de material inerte y herméticamente cerrada. La cantidad aproximada de átomos de radio corresponde así a $(6/226) \times 10^{23}$ átomos.

Para efectos de este problema considere que las masas de radón-222 y helio-4 son $222u$ y $4u$, respectivamente, con $1u = 931 \text{ MeV}/c^2$.

- (a) Considerando que las velocidades involucradas son no relativistas, determine la energía cinética de la partícula alfa en un evento de desintegración de radio-226. Exprese su resultado en MeV. (3 puntos)
- (b) La semivida del radio-226 es de 1 600 años. Esto significa que transcurrido ese lapso, sólo la mitad de isótopos de radio-226 quedan en la muestra. Determine la energía liberada dentro de la botella por el decaimiento de radio-226 durante 1 día. (3 puntos)
- (c) Calcule el aumento de temperatura que tendría un litro de agua si se utilizara la energía calculada en la parte (b) para calentarla. El calor específico del agua es $4,2 \text{ J/gK}$. (2 puntos)

En este problema le pudieran resultar útiles las siguientes aproximaciones:

$\ln 2 \approx 0,69$; $e^b \approx 1 + b$ para $|b| < 0,1$. Además, $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$

Teórico 3: La cadena y la balanza

Una cadena unidimensional homogénea de longitud L y masa M es sostenida desde uno de sus extremos, y con el otro extremo a punto de tocar la superficie de una balanza. La cadena se mantiene estirada e inmóvil. Súbitamente se suelta y cae verticalmente sobre la balanza.

- (a) Determine la tensión en cada punto de la cadena **antes de soltarla**. Exprese su respuesta en términos de la distancia z medida desde el extremo inferior de la cadena hacia arriba. (2 puntos)
- (b) Determine asimismo la tensión en los distintos puntos de la cadena **inmediatamente después de soltarla**. (2 puntos)
- c) Determine y grafique la fuerza registrada por la balanza en función del tiempo, suponiendo que los eslabones no rebotan y despreciando el desplazamiento del plato de la balanza. Considere el registro tanto durante la caída de la cadena, como después que ésta se ha depositado totalmente sobre el plato. (4 puntos)

Destaque en el gráfico los puntos más significativos. Determine las expresiones algebraicas que permiten calcular los respectivos valores.

Teórico 4: El sol como fuente de energía

La potencia total radiada por la superficie del Sol es aproximadamente 4×10^{26} W y el tiempo que tarda en llegar su luz a la tierra es de 500 segundos.

Consideraremos el caso especial de un día de equinoccio* en un lugar ubicado en el ecuador terrestre.

(a) Calcule la intensidad (potencia por unidad de área) de la radiación solar al llegar a la órbita terrestre. (2 puntos)

(b) La luz del sol pierde aproximadamente un 50% de la energía en la atmósfera terrestre hasta llegar a su superficie, pérdida que se supone constante en el tiempo (¡aunque no lo es!). Tomando en cuenta la rotación de la Tierra, determine, y grafique, en función del tiempo la potencia de la radiación, recibida por una superficie horizontal de 1 m^2 , durante un día. (3 puntos)

(c) Suponga que la radiación es absorbida por paneles solares dispuestos horizontalmente, los cuales generan energía eléctrica con 20% de eficiencia. Evalúe aproximadamente el área total necesaria de tales paneles para que el promedio de la potencia generada durante 24 horas sea de 1 gigawatt (que es del orden del consumo residencial de una ciudad de 6 millones de habitantes en Iberoamérica). (3 puntos)

* Equinoccio: En el ecuador el sol sale a las 06:00 horas y se pone a las 18:00, pasando al mediodía por el cenit.