

$$z = \gamma \beta$$

$$\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = z^2$$

$$\beta^2 = \frac{z^2 + \cancel{10000}}{1+z^2}$$

$$\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \beta^2 = \frac{1}{1+z^2}$$

$$\gamma = \sqrt{1+z^2}$$

Pre-IPhO

OLIMPIADA MEXICANA DE FÍSICA, SMF
7 julio 2016

ENTRENAMIENTO 2016

Problema 39, varios.

1 Un átomo de masa m emite un fotón de longitud de onda λ .

- ¿Cuál es la rapidez de retroceso del átomo?
- ¿Cuál es la energía cinética K del átomo en retroceso?
- Calcule la relación K/E donde E es la energía del fotón emitido. Si esta relación es mucho menor que la unidad se puede despreciar el retroceso del átomo en el proceso de emisión. ¿El retroceso del átomo es más importante para masas atómicas pequeñas o grandes? ¿Y para longitudes de onda largas o cortas?
- Calcule K (en electrón volts) y K/E para un átomo de hidrógeno (masa 1.67×10^{-27} kg) que emite un fotón ultravioleta de 10.2 eV de energía. En este proceso de emisión, ¿es el retroceso una consideración importante?

2 Sol

- ¿Cuál es la longitud de onda de intensidad máxima proveniente de la radiación del Sol?
- ¿Cuál es la potencia total irradiada por unidad de área?
- Determine la potencia por unidad de área que irradia la superficie del Sol en el intervalo de longitudes de onda de 600.0 a 605.0 nm.

Constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3}$; la ley de desplazamiento de Wien esta dada por: $\lambda_m = \frac{hc}{4.965 kT}$;

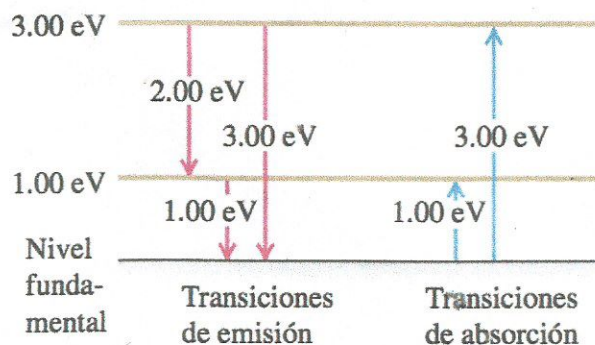
ley de radiación de Planck: $I(\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1)}$

3 La estación radiofónica WQED de Pittsburgh emite a 89.3 MHz con una potencia irradiada de 43.0 kW.

- ¿Cuál es la magnitud de la cantidad de movimiento de cada fotón?
- ¿Cuántos fotones emite la WQED cada segundo?

4 Al realizar un experimento de efecto fotoeléctrico con luz de cierta frecuencia, usted encuentra que se requiere una diferencia de potencial inverso de 1.25 V para reducir la corriente a cero. Calcule a) la energía cinética máxima, b) la rapidez máxima de los fotoelectrones emitidos.

5 Un átomo hipotético tiene tres niveles de energía: el fundamental, y los de 1.00 eV y 3.00 eV arriba del nivel fundamental. a) Calcule las frecuencias y las longitudes de onda de las líneas espectrales que puede emitir este átomo cuando se excita. b) ¿Qué longitudes de onda puede absorber este átomo, si al principio está en su nivel fundamental?



- 6 Cuando un átomo emite un fotón, el átomo debe retroceder para conservar la cantidad de movimiento. Eso quiere decir que el fotón y el átomo que retrocede comparten la energía de transición. a) Calcule, para un átomo con masa m , la corrección $\Delta\lambda$ debida al retroceso de la longitud de onda de un fotón emitido. Sea λ la longitud de onda del fotón si no se tiene en cuenta el retroceso. b) Evalúe la corrección para un átomo de hidrógeno en el que el electrón en el nivel fundamental. ¿Cómo depende el resultado de n ?
- 7 Las reacciones de fusión nuclear en el centro del Sol producen fotones de rayos gamma con energías del orden de 1 MeV (106 eV). En contraste, lo que vemos salir de la superficie del Sol son fotones de luz visible, con longitudes de onda del orden de 500 nm. Un modelo sencillo que explica esta diferencia de longitudes de onda es que un fotón sufre dispersión de Compton muchas veces, de hecho, más o menos 10^{26} veces al pasar del centro a la superficie del Sol a) Estime el aumento de la longitud de onda de un fotón en un suceso promedio de dispersión de Compton. b) Calcule el ángulo, en grados, en el que se dispersa el fotón en el suceso descrito en el inciso a). c) Se estima que un fotón tarda aproximadamente 10^6 años en viajar desde el interior hasta la superficie del Sol. Calcule la distancia media que puede recorrer la luz en el interior del Sol, sin ser dispersada. (Esta distancia equivale más o menos a la distancia a la que podría usted ver si estuviera dentro del Sol, y si pudiera sobrevivir a las temperaturas extremas que hay allí. Como indica su respuesta, el interior del Sol es muy opaco.)
- 8 Una gran cantidad de átomos de hidrógeno está en equilibrio térmico. Sea n_2/n_1 la razón entre la cantidad de átomos en un estado excitado $n = 2$ y la cantidad de átomos en el estado fundamental $n = 1$. ¿A qué temperatura n_2/n_1 es igual a 10^{-12} , 10^{-18} , 10^{-4} ? Como el Sol, otras estrellas tienen espectros continuos con líneas de absorción oscuras. La absorción se lleva a cabo en la atmósfera de la estrella; en todas las estrellas esa atmósfera está formada principalmente por hidrógeno. Explique por qué en las estrellas con bajas temperaturas atmosféricas, como el Sol (temperatura de atmósfera = 5800 K), las líneas de absorción de Balmer son relativamente débiles, pero son intensas en estrellas con mayores temperaturas atmosféricas.
- 9 Un cuerpo negro esférico ideal de 24.0 cm de diámetro se mantiene a 225 °C mediante un calentador eléctrico interno y se sumerge en un tanque de agua muy grande, abierto por su cara superior; el agua se mantiene en ebullición mediante la energía irradiada por la esfera. Desprecie cualquier calor transferido por conducción y convección. a) ¿A qué tasa, en g/s, se evapora el agua del tanque? b) Si un organismo termófilo conocedor de física que habita en el agua caliente observara este proceso, ¿cuál sería su medición de i) la longitud de onda de máxima intensidad y ii) la frecuencia de máxima intensidad de las ondas electromagnéticas emitidas por la esfera?
- 10 Se analiza luz procedente de un cuerpo negro esférico ideal, de 15.0 cm de diámetro, mediante una rejilla de difracción de 3850 líneas/cm. Cuando se hace pasar la luz a través de la rejilla, se observa que la longitud de onda de máxima intensidad forma una franja brillante de primer orden a $\pm 11.6^\circ$ con respecto a la franja brillante central. a) ¿Cuál es la temperatura del cuerpo negro? b) ¿Cuánto tardará esta esfera en irradiar 12.0 MJ de energía?