



Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de México
Física Estadística
Tarea 1- 04
Profesores:
Dr. Ricardo Atahualpa Solórzano
Kraemer
Alumno: Sebastián González Juárez
sebastian_gonzalezj@ciencias.unam.mx



4. Da argumentos termodinámicos de porque no se podría crear una lupa que enfoque "perfectamente" la luz en un solo punto. ¿Qué ley violaría y por qué? (hint: intenta diseñar un motor hipotético que utilizara una fuente de luz y una lupa perfecta para funcionar).

Sol.

Si existiera una lupa que enfocara perfectamente toda la luz en un solo punto sin dispersión ni pérdidas, podríamos diseñar un motor térmico que violaría la segunda ley de la termodinámica.

Diseño y formulación.

Una lupa perfecta sería un sistema óptico que concentraría toda la energía luminosa incidente en un único punto sin dispersión angular ni pérdidas. Si consideramos una fuente de radiación isotópica, como el Sol, la lupa transformaría la radiación paralela entrante en una concentración de energía en un solo punto de dimensión cero.

Matemáticamente, esto implica que la irradiancia en el punto focal sería infinita:

$$I_{focal} = \lim_{A \rightarrow 0} \frac{P}{A}$$

Donde P es la potencia de la luz enfocada y A es el área de concentración de la energía.

Veamos que como la lupa ideal A tiende a 0, entonces $I_{focal} \rightarrow \infty$.

Segunda ley

La Segunda Ley de la Termodinámica establece que el calor no puede convertirse completamente en trabajo sin una fuente fría de menor temperatura.

Si una lupa perfecta existiera, podríamos diseñar un motor térmico que funcione de la siguiente manera:

1. Fuente de energía: La luz del Sol (temperatura efectiva).

2. Concentración perfecta: La lupa enfoca toda la energía en un solo punto, incrementando indefinidamente su temperatura.
3. Conversión en trabajo: Una placa absorbente en el punto focal convertiría la energía térmica en trabajo mediante un motor térmico.
4. Ausencia de reservorio frío: Si el foco de temperatura es infinitamente alto, se podría diseñar un ciclo de Carnot con eficiencia del 100%:

Esto violaría la Segunda Ley de la Termodinámica, ya que permitiría la conversión completa de calor en trabajo sin un foco frío.

$$\eta = 1 - \frac{T_c}{T_f} \rightarrow 1 \text{ si } T_f \rightarrow \infty$$

Límites Ópticos y Difracción

Además del argumento termodinámico, la óptica física impone restricciones. De acuerdo con la óptica de Fourier y el límite de difracción, la concentración de luz en un área menor que el límite de Rayleigh no es posible:

$$\theta_{min} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

donde λ es la longitud de onda y D es el diámetro de la apertura de la lente. Esto implica que la luz no puede enfocarse en un punto infinitamente pequeño, sino que siempre existirá un disco de difracción.