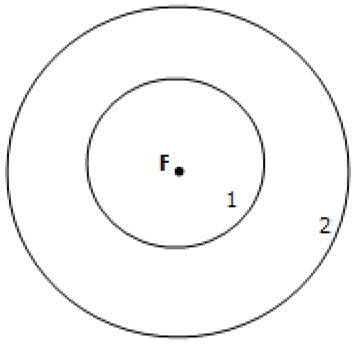
LEY DE LA AMORTIGUACIÓN

Considerando que tiene un movimiento armónico simple, la energía que emite el foco de una onda mecánica es la energía del movimiento vibratorio de dicho punto: $E = (2\pi^2 m)\, \nu^2 A^2$, donde m es la masa de la partícula vibrante, A es la amplitud de la vibración y ν es la frecuencia.

Si se trata de una onda no mecánica, como es el caso de la luz, la energía sigue siendo proporcional al cuadrado de la frecuencia y al cuadrado de la amplitud: $E \;\alpha\; \nu^2 A^2$, dependiendo en este caso la constante de proporcionalidad de las propiedades eléctricas y magnéticas del medio.

Si dicha luz se propaga en más de una dimensión, esta energía luminosa se va transmitiendo a cada vez más puntos y cada uno sólo recibe una porción de la energía original del foco, tanto menor cuanto más nos alejemos del origen de las vibraciones. Por otra parte, todos los puntos del medio alcanzado por la onda vibran con la misma frecuencia, ν.

En la situación que muestra el dibujo, esta energía procedente del foco F, se reparte primero a lo largo del frente de ondas 1 y más tarde a lo largo del frente de ondas 2. Si N_1 es el número de puntos vibrantes del frente de ondas 1 y N_2 el número de puntos vibrantes del frente de ondas 2, al aplicar el principio de conservación de la energía a dichos frentes de onda (1 y 2) escribimos:



$$E_1 = E_2 \;\rightarrow\; N_1 \nu^2 A_1^2 = N_2 \nu^2 A_2^2 \;\rightarrow\; N_1 A_1^2 = N_2 A_2^2 \quad (\mathbf{1})$$

Como $N_2 > N_1$, se ha de cumplir que: $A_2 < A_1$.

Para averiguar la relación precisa entre las dos amplitudes tenemos que hallar antes la existente entre N_1 y N_2. Si la luz se propaga en el espacio en todas las direcciones, los frentes de ondas son esféricos y la densidad superficial, en cada uno de los dos frentes es:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{4\pi R_1^2} \qquad \sigma_2 = \frac{N_2}{4\pi R_2^2},$$

Consideramos que el medio es homogéneo, con lo que ambas densidades son iguales y se obtiene: $m_1\, R_2^2 = m_2 R_2^2$ (**2**)

Combinando las ecuaciones (**1**) y (**2**) se obtiene finalmente: $A_2 = A_1 \dfrac{R_1^2}{R_2^2}$

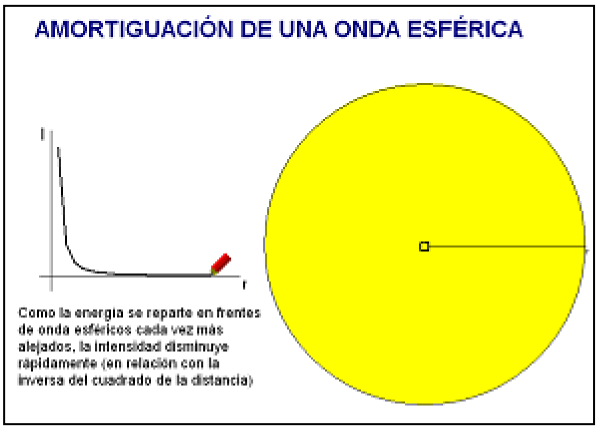
Se llama a esta última expresión **ley de atenuación o amortiguamiento de las amplitudes** en el caso de **ondas esféricas**. Informa de cómo va disminuyendo la amplitud de estas ondas conforme nos vamos alejando del foco. Para obtener la relación entre las intensidades correspondientes supondremos que dicho foco emite siempre con una misma potencia, P. Entonces, la intensidad a una distancia R es:

$$I = \frac{P}{4\pi\, R^2} \quad (\mathbf{3})$$

Es decir, siendo P constante, la intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia al foco.

Simplemente aplicando la ecuación (**3**) a los dos frentes de onda se obtienen la ley de atenuación o amortiguamiento de las intensidades:

$$I_2 = I_1 \frac{R_1^2}{R_2^2}$$



Este concepto se puede practicar con nuestra animación *Modellus*, que simula la propagación de una onda esférica, como la que puede generar una bombilla y representa simultáneamente la evolución de la intensidad al ir aumentando la distancia al foco luminoso.