

Frequenzanalogie: Licht hörbar machen (Experiment)

(Idee/Gerät von D. Backman, SETI-Institut)

Aufgabe

Man untersuche das breit aufgefächerte Spektrum einer hellen Glühlampe (oder der Sonne) mittels einer Solarzelle, die mit einem Elektronikbaustein (Frequenzumsetzer, Verstärker, Lautsprecher) verbunden ist (Bild rechts), der die Lichtfrequenzen in hörbare Schallfrequenzen umsetzt.

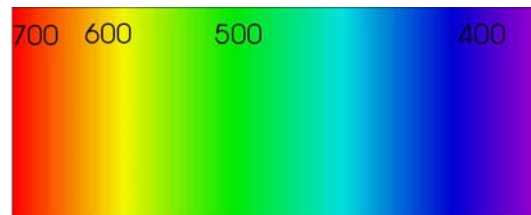


Man bestimme und vergleiche den Frequenzbereich des Sehens mit dem des Hörens. Was lässt sich feststellen? Wie groß ist das musikalische Intervall des sichtbaren Lichts und wie groß ist das des IR-Bereichs? Zwischen welchen Lichtfarben besteht im übertragenen Sinne ein Wohlklang und zwischen welchen ein Missklang?

Information – Physik

Elektromagnetische Wellen mit Längen von 380 nm – 750 nm erscheinen uns als (sichtbares) Licht. Für unsere Augen verborgen schließt sich daran der Infrarotbereich an, den man unterteilt in das Nahe Infrarot (NIR, 750 nm - 2,5 µm), das Mittlere Infrarot (MIR, 2,5 µm - 50 µm) und das Ferne Infrarot (FIR, 50 µm – 1000 µm). Noch zu nennen ist das sogenannte fotografische IR: 0,7 – 1,0 µm.

Schallwellen mit Frequenzen zwischen 16 Hz und 20 kHz sind hörbar. Um z. B. grünes Licht (500 nm ... $6 \cdot 10^{14}$ Hz) in Hörschall mit z. B. 6 kHz umzuwandeln, muss die Frequenz um den Faktor 10^{11} abgesenkt werden.



Die Bereiche der sogenannten Spektralfarben

(Farbempfindung von Licht bestimmter Wellenlängen) können wie folgt angegeben werden:
Rot: 630-750 nm, Orange: 590-630 nm, Gelb: 570-590 nm, Grün: 495-570 nm, Blau: 435-495 nm, Violett: 380 nm-435 nm.

Information – Musik

Ein Ton bildet mit dem Grundton ein musikalisches Intervall, welches sich durch ein bestimmtes Frequenzverhältnis ($f_{\text{Ton}} : f_{\text{Grundton}}$) auszeichnet.

Die Intervalle sind die Prime (1:1), die Sekunde (9:8), die Terz (5:4), die Quarte (4:3), die Quinte (3:2), die Sexte (5:3), die Septime (15:8) und die Oktave (2:1).

Quinte und Quarte sind Wohlklänge, Sekunde und Septime empfinden wir als Missklänge (Dissonanzen).



Frequenzanalogie: Licht hörbar machen – Ergebnisse

- Der Frequenzbereich des Sehens (380 nm bis 750 nm entsprechen ca. $7,9 \cdot 10^{14}$ Hz bis $4 \cdot 10^{14}$ Hz) enthält etwa eine Oktave.
- Der Frequenzbereich des Hörens (16 Hz – 20 kHz) enthält $\text{ld}(20000-16) = \text{ld}(19984) \approx 14$ Oktaven.
- Quinte: Grundton Rot (710 nm/ $4,22 \cdot 10^{14}$ Hz) \rightarrow ($6,34 \cdot 10^{14}$ Hz/473 nm) Ton Blau
- Quarte: Grundton Rot (710 nm/ $4,22 \cdot 10^{14}$ Hz) \rightarrow ($7,03 \cdot 10^{14}$ Hz/426 nm) Ton Violett-Blau
- Septime: Grundton Rot (710 nm/ $4,22 \cdot 10^{14}$ Hz) \rightarrow ($7,91 \cdot 10^{14}$ Hz/379 nm) Ton Tiefviolett
- Sekunde: Grundton Rot (710 nm/ $4,22 \cdot 10^{14}$ Hz) \rightarrow ($4,75 \cdot 10^{14}$ Hz/632 nm) Ton Rot-Orange