

A két hanghullám terjedési sebessége egyenlő, ezért

$$\lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 = c,$$

tehát  $\lambda_1 = 1,2\lambda_2$  miatt  $f_2 = 1,2f_1$ .

Az észlelési pontban a két hanghullám összegződik. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a két hullám amplitúdója megegyezik, fázisuk pedig  $t = 0$  pillanatban azonos. A fülünkbe jutó hang az

$$A \sin(\omega_1 t) + A \sin(\omega_2 t) = A \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right) \cdot \cos\left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{2} t\right)$$

függvénnyel írható le. A szinuszos tényező írja le az  $(\omega_1 + \omega_2)/2$  körfrekvenciájú „gyors” rezgést, a koszinuszos tényező pedig a „lassú” lebegést. Ez utóbbi  $\frac{\omega_2 - \omega_1}{2} t = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \dots$  értékeknél válik nullává, azért a kioltások (különböző amplitúdójú összetevők esetén a gyengítések)  $\Delta t = \frac{2\pi}{\omega_2 - \omega_1}$  időközönként, vagyis  $\frac{1}{2\pi}(\omega_2 - \omega_1) = f_2 - f_1$  frekvenciával következnek be. Mivel ez a frekvencia a feladat szövege szerint 6 Hz, felírhatjuk, hogy

$$6 \text{ Hz} = f_2 - f_1 = 0,2 f_1, \quad \text{azaz} \quad f_1 = 30 \text{ Hz} \quad \text{és} \quad f_2 = 36 \text{ Hz}.$$

*Több megoldás alapján*

*Megjegyzések.* 1. Mindkét hang jól hallható, mert frekvenciájuk a kb. 20 Hz-es hallásküszöb felett van, s így a lebegés is észlelhető.

2. Kiszámolható, hogy ezek a hangok milyen zenei hangnak felelnek meg. Mivel a zenei  $A$  hang 440 Hz-es és oktávonként egy kettes faktorral csökken a frekvencia, a 3 oktávval mélyebb  $A$  hang  $440 \cdot 2^{-3} = 55$  Hz-es. Fél hang ugrásonként  $\sqrt[12]{2}$ -szeresése változik a frekvencia, a 30 Hz-es hang  $\log_{\sqrt[12]{2}} \frac{30}{55} = 10,5$  félhanggal van az 55 Hz-es  $A$  alatt: ez  $B$  és  $H$  közötti negyedhang. Hasonlóan, a 36 Hz-es hang 4,66 félhanggal vagy a 27,5 Hz-es  $A$  felett, ez a  $C$  és  $D$  közötti,  $D$ -hez közelebbi „hatodhang”.