

a) Képzeljük el, hogy a gép akkor kezdi a másodpercenként 800 rezgésszámú hangot kibocsátani, amikor mi 20 m távolságra vagyunk tőle. Az autó sebessége $72 \text{ km/ó} = 20 \text{ m/s}$, így a hang az autóhoz viszonyítva $330 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s}$ sebességgel közeledik, tehát a gép hangját

$$\frac{20 \text{ m}}{330 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s}} = \frac{2}{35} \text{ s}$$

múlva halljuk meg. Képzeljük el továbbá, hogy a gép elhallgat abban a pillanatban, amikor mellé érünk. A 20 m-t 1 s alatt tettük meg, ezalatt a gép 800 rezgést bocsátott ki. Mi a hangot csak $1 \text{ s} - \frac{2}{35} \text{ s} = \frac{33}{35} \text{ s}$ -ig halljuk, de ugyancsak 800 rezgést hallunk. Tehát mi 1 s alatt

$$800 : \frac{33}{35} = 800 \cdot \frac{35}{33} \approx 848$$

rezgést hallanánk, vagyis a géphez közeledve 848 Hz-es hangot érzékelünk.

Amikor távolodunk a géptől, a fentiekhez hasonlóan láthatjuk, hogy a 800 rezgést $1 \text{ s} + \frac{2}{31} \text{ s} = \frac{33}{31} \text{ s}$ -ig halljuk, tehát másodpercenkénti

$$800 \cdot \frac{31}{33} \approx 752$$

rezgésszámú hangot érzékelünk.

b) Képzeljük azt, hogy a mentőautó akkor kezd szirénázni, amikor 20 m távolságra van tőlünk, és akkor hagyja abba, amikor mellénk ér. A 20 m-t 1 s alatt teszi meg, ezalatt 800 rezgést bocsát ki. A 330 m/s terjedési sebességű hang a 20 m-es utat

$$\frac{20 \text{ m}}{300 \text{ m/s}} = \frac{2}{33} \text{ s}$$

alatt teszi meg, ezért mi a hangot

$$1 \text{ s} - \frac{2}{33} \text{ s} = \frac{31}{33} \text{ s-ig}$$

halljuk, így az autó közeledésekor másodpercenkénti

$$800 : \frac{31}{33} = 800 \cdot \frac{33}{31} \approx 852$$

rezgésszámú hangot érzékelünk.

Hasonlóképpen, amikor a mentőautó távolodik tőlünk, 20 m-t 1 s alatt tesz meg, ezalatt 800 rezgést bocsát ki. Ha a mentőautó ezen a 20 m-es szakaszon szirénázik, akkor mi a hangot $1 \text{ s} + \frac{2}{33} \text{ s} = \frac{35}{33} \text{ s}$ -ig halljuk, és így

$$800 \text{ Hz} : \frac{35}{33} \approx 754 \text{ Hz-es}$$

hangot érzékelünk.

Neumer Attila (Bp., Fazekas M. Gyak. Gimn., I. o. t)

Megjegyzés. A fenti levezetéseket algebrailag (betűjelöléssel) ugyanígy elvégezhetjük. Eredményeink általános érvényűek: ha egy álló hangforrás f frekvenciájú, c terjedési sebességű hangot bocsát ki, akkor azt a v sebességgel közeledő megfigyelő $(c + v)/c \cdot f$ frekvenciájú, a távolodó megfigyelő $(c - v)/c \cdot f$ frekvenciájú hangnak hallja. Ha pedig a hangforrás rendelkezik v sebességgel és a megfigyelő áll, akkor a megfigyelő közeledés esetén $\frac{c}{c + v} f$ távolodás esetén

$\frac{c}{c - v} f$ rezgésszámú hangot észlel. Ez a jelenség Doppler-effektus néven ismert.

Azok a megoldók, akik csupán idézték a fenti képleteket és maguk nem indokolták meg, 2 pontot kaptak.