

**I. megoldás.** Legyen a két jármű távolsága a hangjel kibocsátásának kezdetekor ( $t = 0$ -kor)  $x$ , az elől haladó jármű sebessége  $v$ , a hátsóé  $1,5v$  a hang sebessége pedig  $25v$ . Jelöljük  $t_1$ -gyel azt az időpillanatot, amikor az elől haladó gépkocsivezető először hallja meg a hangjelet,  $t_2$ -vel pedig azt, amikor utoljára. A hangjel kezdete, illetve vége által megtett útszakaszokra a következő összefüggéseket írhatjuk fel:

$$\begin{aligned} 25vt_1 &= x + vt_1, \\ 1,5v \cdot 4,8 + 25v \cdot (t_2 - 4,8) &= x + vt_2. \end{aligned}$$

Az első egyenletből  $x$ -et kifejezve és a másodikba helyettesítve, majd  $v$ -vel egyszerűsítve a keresett időtartamra

$$t_2 - t_1 = \frac{25 - 1,5}{24} 4,8 \text{ s} = 4,7 \text{ s}$$

adódik, tehát ennyi ideig hallja a lassabban haladó jármű vezetője a hangjelet.

*Nagy Marianna* (Kecskemét, Bányai Júlia Gimn., II. o.t.) dolgozata alapján

**II. megoldás.** A jelenség a Doppler-effektusként is értelmezhető. Ha egy  $c$  terjedési sebességű hullám  $f_0$  frekvenciájú hullámforrása  $v_1$ , a megfigyelő pedig  $v_2$  sebességgel mozog (a hullámot továbbító közeghez képest), akkor az észlelt frekvencia

$$f_1 = \frac{c - v_1}{c - v_2} f_0.$$

Jelen esetben  $c = 25v_1$  és  $v_2 = 1,5v_1$ , ahonnan

$$f_1 = \frac{25 - 1}{25 - 1,5} f_0 = \frac{48}{47} f_0.$$

Másrészt a teljes hangjel kibocsátási és észlelési időtartama a megfelelő periódusidővel, vagyis a frekvencia reciprokaival arányos (hiszen a kibocsátott és az észlelt hangrezgések száma megegyezik), így a kérdéses időtartam

$$T = \frac{f_0}{f} T_0 = \frac{47}{48} 4,8 \text{ s} = 4,7 \text{ s}.$$

*Petrányi Gábor* (Monor, József A. Gimn., II. o.t.) dolgozata alapján

*Megjegyzések.* 1. A keresett időtartam független a két jármű kezdeti távolságától, sőt a sebességektől is csak azok arányain keresztül függ.

2. Többen úgy érveltek, hogy érdemes a jelenséget a a hátul haladó autóhoz rögzített koordináta-rendszerből leírni. Amennyiben (tévesen) feltételezték, hogy a hang ebben a vonatkoztatási rendszerben is ugyanakkora sebességgel terjed, mint az „álló” rendszerben, akkor egy kicsit eltérő eredményt, 4,04 s-ot kaptak. A fizika törvényei szempontjából a különböző tehetetlenségi (inerciális) koordináta-rendszerek egyenértékűek ugyan (ez a Galilei-féle relativitás-elv), de a hang terjedése szempontjából a hordozó közeghez (a levegőhöz) képest álló rendszer kitüntetett szerepet játszik. Érdekes, hogy a fénynél hasonló kitüntetett koordináta-rendszer nem létezik; ennek felismerése vezetett el az Einstein-féle relativitáselmélet megszületéséhez.