

A vízben nagyobb sebességgel terjedő hanghullámok egy göbbsüveg alakú felület mentén lépnek a kisebb terjedési sebességgel jellemezhető levegőbe, tehát a fényhez hasonló módon törést szenvednek. (A bűvárgömb falvastagságát elhanyagoljuk.) A törés törvénye szerint $\sin \alpha \approx \alpha$ közelítéssel élve:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{v}{v'} \approx \frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{\varphi + \varepsilon}{\varphi' + \varepsilon'} \text{ ahonnan: } v'\varepsilon + v\varepsilon' = (v - v')\varphi.$$

Kis α esetén megengedhető $\varepsilon' = h/k$, $\varepsilon = h/t$ és $\varphi = h/R$ helyettesítésekkel élve:

$$\frac{v}{t} + \frac{v'}{k} = \frac{v - v'}{R}.$$

Ebből $v = 1435$ m/s és $v' = 337$ m/s esetén $k \approx 3$ adódik, tehát a középponttól kb. 1 m-re a hangforrással ellentétes oldalon hallatszik legerősebben a hang.

Mivel a közeghatáron való áthaladáskor csak a hullámok terjedési sebessége és a hullámhossza változik, a frekvenciája nem, ezért a bűvárgömb utasa olyan magasnak hallja a hangot, mint amilyen a hangforrás hangmagassága.

Kovács Balduin Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o.t.) és *Schumayer Dániel* (Budapest, Veres Péter Gimn., IV. o.t.) megoldása alapján

Megjegyzés. A megoldás a „geometriai optikai” közelítésen alapult, tehát a hangot egyenes, illetve megtört egyenes vonalban terjedő „sugaraknak” tekintette. Ez akkor is jogos feltevés, ha a hullámhossz sokkal kisebb, mint a jelenségben szerepet játszó tárgyak mérete. Mivel a hang hullámhossza sokkal nagyobb a fényénél, a közelítés jogossága nem teljesen nyilvánvaló. További közelítést jelent a többszörösen visszaverődő hullámok figyelmen kívül hagyása.

