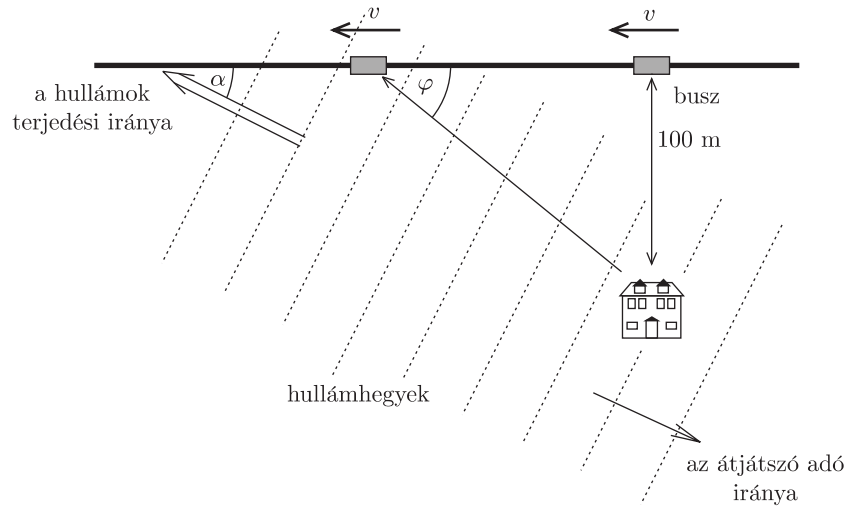


**Megoldás.** Tegyük fel, hogy a busz  $v$  sebességgel mozog, a távoli átjátszó adó jele pedig  $\alpha$  szögben éri az utat ( $0 < \alpha < \pi$ ).



Tekintsük a távoli busznak azon helyzetét, amikor a busz sebessége és a háztól a busz felé mutató vektor  $\varphi$  szöget zár be egymással ( $0 < \varphi < \pi$ ). Ekkor az adó beérkező jelét a busz (mint „mozgó megfigyelő”) bizonyos frekvenciatorzulással észleli. Ha a TV adó  $f_0$  frekvenciájú jelet sugároz, akkor a buszban levő mérőműszer ezt a sugárzást (a mozgó megfigyelőre vonatkozó Doppler-képlet alapján)

$$f_1 = f_0 \left(1 + \frac{v_1}{c}\right)$$

frekvenciájú jelnek érzékelné. A képletben  $c$  a hullám terjedési sebessége, vagyis a fénysebesség,  $v_1$  pedig a megfigyelő sebességének a hullám terjedési irányára eső (előjeles) vetülete, ennek nagysága  $v_1 = v \cos \alpha$ .

A busz a rá eső elektromágneses hullámokat részben elnyeli, de bizonyos mértékben mindenféle irányba ki is sugározza. A szétsugárzott hullámok frekvenciája a buszból mérve az elnyelt hullámok frekvenciájával megegyező, tehát  $f_1$  lenne. Ez a sugárzás is eljut a ház TV készülékébe; mivel azonban a busz mozog, sugárzása a házban lévő vevőkészülékbe nem  $f_1$ , hanem megváltozott, eltorzult frekvenciával érkezik meg. A mozgó hullámforrásra vonatkozó Doppler-képlet alapján a vevőkészülékbe érkező jel frekvenciája

$$f_2 = f_1 \frac{1}{1 - \frac{v_2}{c}},$$

ahol  $v_2$  a hullámforrás sebességének a megfigyelő irányába eső vetülete, esetünkben  $v_2 = -v \cos \varphi$ .

A házban lévő megfigyelő a buszról visszavert jelnek és az adó jelének interferenciáját észleli, és a feltehetőleg igen kicsiny frekvenciakülönbség miatt lebegésszerű jelerősségváltozást érzékel. A jel erősségének ingadozása akkor szűnik meg, amikor a módosult  $f_2$  és az eredeti  $f_0$  frekvencia éppen nem tér el egymástól, tehát amikor fennáll:

$$f_2 = f_0 \cdot \frac{1 + \frac{v}{c} \cos \alpha}{1 + \frac{v}{c} \cos \varphi} = f_0.$$

Ebből a feltételből  $\cos \alpha = \cos \varphi$ , vagyis  $\alpha = \varphi$  adódik. Tudjuk, hogy az ingadozás megszűnésekor a busz 200 m-re van a házhoz legközelebbi ponttól, tehát  $\tan \varphi = \frac{1}{2}$ , azaz  $\alpha = \varphi \approx 26,6^\circ$ .

Amikor a busz a házhoz legközelebbi ponton halad át, akkor  $\varphi = 90^\circ$ , tehát

$$f_2 = f_0 \left(1 + \frac{v}{c} \cos \alpha\right).$$

Az ingadozás üteme ekkor  $f_2 - f_0 = f_0 \cos \alpha \frac{v}{c} = 2$  Hz, és mivel tudjuk, hogy  $f_0 = 60$  MHz, ebből kiszámíthatjuk, hogy

$$v = \frac{2 \text{ Hz}}{60 \text{ MHz}} \cdot \frac{c}{\cos(26,6^\circ)} = 11,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 40,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

A busz sebessége tehát kb.  $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , az átjátszó adó pedig az úthoz képest kb.  $27$  fokos szögben található.