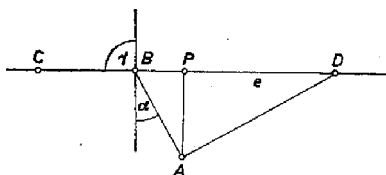


**I. megoldás.** Tegyük fel, hogy a golyót a  $C$  pontból lötték ki, és az a továbbiakban az  $e$  egyenes mentén halad. Mi ettől az egyenestől  $5\text{ m}$  távolságra levő  $A$  pontban állunk.

Első kérdésünk, amit megválaszolunk az, hogy a golyó melyik  $B$  tartózkodási helyéről indul ki az a hanghullám, amit először hallunk meg. Jelöljük a golyó sebességét  $v$ -vel, a hang terjedési sebességét pedig  $c$ -vel.  $B$  pontot úgy kell meghatározni, hogy a  $CB + BA$  útszakasz befutásához szükséges idő a lehető legkisebb legyen. A minimumfeladat megoldásához az optikában tanultak lesznek segítségünkre.

Tegyük fel, hogy az  $e$  egyenes optikailag különböző két közeget választ el.  $C$  pontból az egyik optikai közegben  $v$  sebességgel fénysugár indul, mely  $B$  pontnál a másik közegbe ér, ahol  $c$  sebességgel folytatja útját. Hol kell megválasztanunk a  $B$  pontot, hogy a fénysugár az  $A$  pontba jusson? Nyilván ott, ahol a két különböző közegben megtett út befutásához a legrövidebb idő szükséges. Látható, hogy a  $B$  pont meghatározása mindkét esetben azonos feladat, azaz a fénysugár ugyanott törik meg, ahonnan az első hanghullámot meghalljuk.



$B$  pont helyzetét legegyszerűbben a fénytörés alapképletéből kaphatjuk meg:

$$\frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = \frac{v}{c}.$$

Jelen esetben  $\gamma = 90^\circ$ , így  $\sin \alpha = c/v$ . A példa adataival

$$\sin \alpha = c/2c = 0,5, \quad \alpha = 30^\circ.$$

Míg a hanghullám megteszi a  $BA$  utat, addig a golyó  $D$  pontba jut, mégpedig kétszer akkora utat megtéve, azaz

$$BD = 2BA;$$

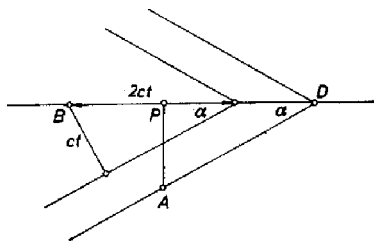
ebből pedig rögtön következik, hogy  $ABD$  háromszög derékszögű, és hogy

$$AD = 2AP = 10\text{ m}.$$

Tehát amikor az első hangot halljuk, a golyó  $10\text{ m}$ -re lesz tőlünk.

*Mészáros György* (Budapest, Piarista g. IV. o. t.) megoldása alapján

**II. megoldás.** A puskagolyó áthaladásakor minden pontban gömbalakban terjedő hanghullámokat kelt. Ezen gömbök burkoló felszíne egy kúpot képez, mely a hanghullámok egy adott pillanatban elért legnagyobb távolságát adja.



Mikor a hang a  $B$  középpontból  $ct$  sugarú gömb felszínére jutott, a lövedék  $2ct$  távolságra van  $B$ -től. Ugyanitt van az említett kúp csúcsa is. Így a kúp nyílásszöge,  $\alpha$  elegendő tesz a

$$\sin \alpha = ct/2ct = 1/2 \text{ feltételnek.}$$

A hangot nyilván akkor halljuk meg, mikor a kúppalást  $A$  pontba jut. Ekkor a kúp csúcsa  $D$ -ben van,  $\angle ADP = \alpha$ ,  $\sin \alpha = 1/2$ . Így  $\alpha = 30^\circ$ , azaz  $2PA = AD$ , mint az előző megoldásban.

*Schaub Piroska* (Győr, Kazinczy F. g. III. o. t.)