

**30. Nagy László Fizikaverseny**  
**Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika**  
**2015. február 26 – 27.**

**J a v í t ó k u l c s**

**11. osztály**

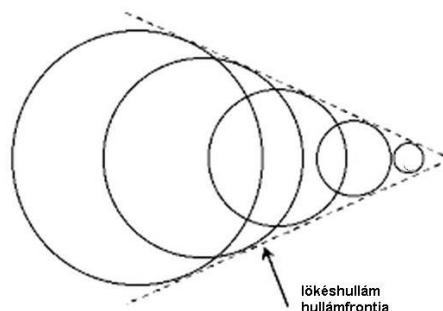
**1. feladat**

**a)**

Az orrhullám (és a farhullám) kialakulásának feltétele, hogy a mozgó tárgy a hang adott közegbeli (jelenleg levegőbeli) sebességénél nagyobb sebességgel mozogjon.

A jelenség tulajdonképpen a Doppler-hatás egy speciális esetének tekinthető, amelynél a hullámforrásból kiinduló gömbhullámok (síkbán: körhullámok) burkolófelülete (síkbán: burkológörbéje) adja a hullámfrontot.

(A zárójelben szereplő kiegészítéseket és a rajzot nem kívánjuk meg a versenyzőktől!)



1 pont

½ pont

**b)**

Lökéshullám

(azaz a fizikai paraméterek ugrásszerű változása valamely felület mentén).

(A zárójelben szereplő definíciót nem kívánjuk meg a versenyzőktől!)

1 pont

**c)**

Kúp(felület),

amelynek egy olyan síkmetszetét látjuk a képen, amely a lövedékre illeszkedik.

1 pont

½ pont

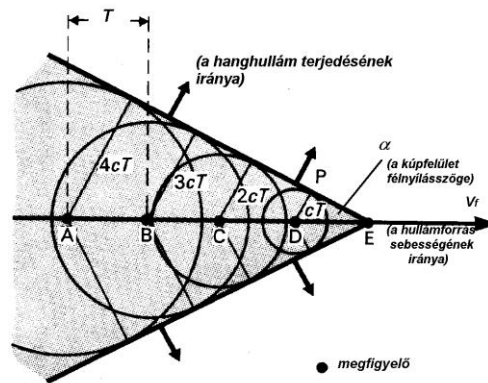
**d)**

Tekintettel arra, hogy -mint az a mellékelt ábrán látható-  $T$  periódusidő alatt a hang  $c \cdot T$  utat tesz meg, míg ugyanennyi idő alatt a hangforrás  $v_f \cdot T$  utat.

Ez általában is igaz, azaz  $t$  idő alatt a hang  $c \cdot t$ , míg a hullámforrás  $v_f \cdot t$  utat tesz meg.

Ezért egymásba skatulyázott (azaz egymással középpontosan hasonló) derékszögű háromszögeket találunk, amelyekre nézve  $\sin \alpha = \frac{c}{v_f}$ .

Így a hullámforrás sebessége:  $v_f = \frac{c}{\sin \alpha}$ .



1 pont

1 pont

A fényképről megmért hajlásszög körülbelül:  $2 \cdot \alpha = 93^\circ$

2 pont

(A szög számértéke erősen függ attól, hogy a lökéshullám melyik részéhez illesztünk érintőt. Ettől függően akár  $88^\circ$  és  $98^\circ$  közötti értékek is előfordulhatnak. Elvileg helyes megoldás esetén mindegyiket fogadjuk el jónak!)

(Ha csak  $\alpha$ -t mér, akkor csak 1 pont jár, mert ez a mérés pontatlanabb.)

Tehát az orrhullám és a lövedék sebessége:  $v_f = \frac{c}{\sin 46,5^\circ} = \frac{330 \frac{m}{s}}{0,7254} = 454,92 \frac{m}{s} \approx 455 \frac{m}{s}$

1 pont

**e)**

A fényképről megmért hajlásszög körülbelül:  $2 \cdot \alpha = 76^\circ$

2 pont

( $71^\circ$  és  $81^\circ$  között fogadjuk el jó adatnak!)

(Ha csak  $\alpha$ -t mér, akkor csak 1 pont jár, mert ez a mérés pontatlanabb.)

Tehát a farhullám sebessége:  $v_f = \frac{c}{\sin 38^\circ} = \frac{330 \frac{m}{s}}{0,6157} = 535,97 \frac{m}{s} \approx 536 \frac{m}{s}$

1 pont

- f)**  
 A lökeshullám a mozgó tárggyal együtt halad. Az orrhullám haladási sebessége tehát a test sebességével azonos. 1 pont  
 Nyilvánvalóan a golyó végének ugyanaz a sebessége, mint az elejének, 1 pont  
 a körülötte lévő *levegő* viszont nem egy merev test, 1 pont  
 ezért az orrhullám mögötti térrészben lévő *levegő* az orrhullám után fellépő nyomáscsökkenés 1 pont  
 miatt felgyorsul, és nagyobb sebességgel követi a fejhullámot.  
 (Megerősítésképpen egy idézet: „Ez a hullámfront abban különbözik a test orrán látható fronttól, hogy ebben a nyomás csökken és az áramlási sebesség növekszik. Ezt a hullámot *expanziós hullámnak* nevezik.”  
 Forrás: <http://www.ara.bme.hu/cfd/super2d/super2d.htm> )
- g)**  
 A *levegőben longitudinális hullámként* terjed a hang, ½ pont  
 amelyben *sűrűsödések és ritkulások* terjednek. ½ pont  
 Ez *nyomásingadozások* tovaterjedését jelenti, ½ pont  
 amelyek *a levegő optikai törésmutatójának megváltozásával járnak együtt.* 1 pont  
 Ezért lehet lefényképezni a lökeshullámot. ½ pont
- h)**  
 (Lég)örvények „árnyképei” láthatók. 1 pont

**Összesen: 20 pont**

*Megjegyzés:*

Ha a versenyző megemlíti és kiszámolja a Mach-számot ( $M = \frac{v_f}{c} \approx 1,38$ ), kapjon egy jutalompontot!