

**34. Nagy László Fizikaverseny**  
**Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazinbarcika**  
**2019. február 21 – 22.**

**J a v í t ó k u l c s**  
**11. osztály**

**2. feladat**

Adatok:

$$f_a = 440 \text{ Hz} \quad c_{\text{SF}_6} = 120 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad f_{\text{SF}_6} = ?$$

$$c_{\text{levegő}} = 335 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad l_{\text{ny}} = ? \quad \frac{f_{\text{He}}}{f_{\text{SF}_6}} = ?$$

$$c_{\text{He}} = 900 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad l_z = ? \quad f_{\text{He}} = ?$$

a)

A hullámegyenlet szerint egy hullám  $c$  terjedési sebessége,  $\lambda$  hullámhossza és  $f$  rezgésszáma közötti összefüggés:  $c = \lambda f$  1 pont

A normál  $a$  hang hullámhossza levegőben:  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{335 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{440 \frac{1}{\text{s}}} \approx 0,76 \text{ m}$ . 2 + 1 pont

A nyitott síp  $l_{\text{ny}}$  hossza és a benne keletkező alaphang  $\lambda$  hullámhossza közötti kapcsolat: 2 pont

$$l_{\text{ny}} = \frac{\lambda}{2} \quad \text{1 pont}$$

Tehát a nyitott síp hossza  $l_{\text{ny}} = 0,38 \text{ m} = 38 \text{ cm}$ . 1 pont

b)

Egy zárt síp esetében a síp  $l$  hossza és a benne kialakuló alaphang  $f$  frekvenciája közötti összefüggés: 2 pont

$$l_z = \frac{\lambda}{4}$$

Ezért egy  $l_z = l_{\text{ny}} = 0,38 \text{ m}$  hosszúságú zárt sípban  $\lambda = 4 \cdot l_{\text{ny}} = 1,52 \text{ m}$  hullámhosszúságú hang keletkezik. 2 pont

Ha újra használjuk a fenti hullámegyenletet a héliumra és a kén-hexafluoridra, akkor

$$f_{\text{He}} = \frac{c_{\text{He}}}{\lambda} = \frac{900 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,52 \text{ m}} = 592,11 \text{ Hz} \quad \text{illetve} \quad f_{\text{SF}_6} = \frac{c_{\text{SF}_6}}{\lambda} = \frac{120 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,52 \text{ m}} = 78,95 \text{ Hz adódik.} \quad \text{2 + 2 pont}$$

E két hang hangmagasságának aránya  $\frac{f_{\text{He}}}{f_{\text{SF}_6}} = \frac{592,11 \text{ Hz}}{78,95 \text{ Hz}} \approx 7,5$

c)

A gáz sűrűsége befolyásolja leginkább a terjedési sebességet: ha nagyobb a gáz sűrűsége, akkor kisebb lesz a benne kialakuló hang terjedési sebessége. 2 pont

A környezeti hőmérséklet hatással van a gáz sűrűségére: magasabb hőmérsékleten a sűrűség kisebb, így a hang terjedési sebessége nagyobb lesz. 1 pont

Befolyásolja még a nyomás is. 1 pont

(Bár ez a két paraméter inkább a környezetre jellemző, és csak közvetve jellemző a gázra.)

**Összesen: 20 pont**

**Kérem a feladat megoldást ismertető kollégákat, hogy az alábbi háttérinformációt is ismertessék a versenyzőkkel!**

1) A körülöttünk kialakuló hangtér egy tőlünk függetlenül létező valóság. Az ezt létrehozó hangforrás egyik jellemzője a *rezgésszám* (vagy idegen nevén: *frekvencia*), amelynek mértékegysége a *hertz* (Hz).

A hangot észlelő személy szubjektív élményként éli meg a hallott hangot. Azt, hogy milyen rezgésszámú hangot hall, *hangmagasságnak* nevezik, és ezt is *hertzben* mérjük, de ez nem a hangtér, hanem az észlelő jellemzője. Egy durva példával megérthetjük a különbséget: egy siket személy a hangtérben terjedő hanghullámokat nem észleli, bár a hangtér létezik körülötte.

2) A héliumgáz belélegzése során kialakuló rezgésszám-változás szinte mindenki előtt ismert, és veszélytelen mutatvány, mert a hélium nemesgáz.