

8.7 Hullámok: hangsebesség meghatározása levegőben



A Mars InSight misszió tudósai a különböző hullámok eltérő sebességének ismeretében tudják kiszámítani, hogy a meteoritek a leszálló egységtől milyen messze csapódtak be.

Ebben a kísérletben diákok a hang terjedési sebességét fogják meghatározni, levegőben. (A kísérlet elvégzése szélcsendes időben történjen!)

1. EGYSZERŰ VISSZHANG KÍSÉRLET

Ha ismerjük a fal távolságát, meg tudjuk határozni a hang terjedési sebességét a levegőben.

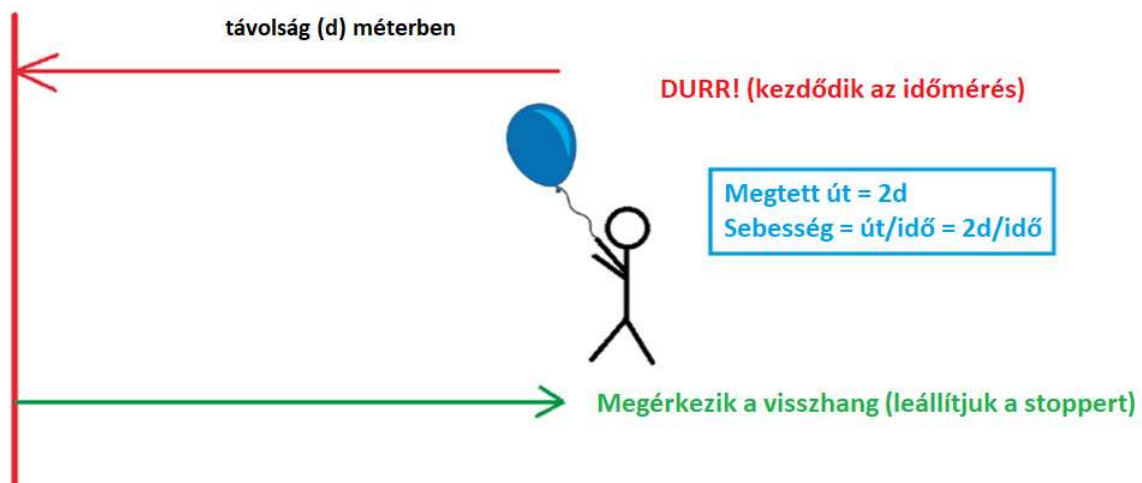
- Kell egy önkéntes, aki "lufit durrant" és három további önkéntes, akik az időt mérik. Egy mérőszalaggal meg kell mérni a faltól való távolságunkat (legalább 30 méter legyen).
- Legyen egy próba "durrantás", hogy a diákok tudják, mire kell számítani. Amikor a léggömb kidurran, az időmérők elindítják a stopperóráikat.
- Amint meghallják a visszhangot, a stoppereket leállítják, és a mért időket átlagolják.

TANULÁSI CÉL

- mérési hibák és mérési pontosság
- több mérés átlaga
- sebesség = távolság/idő

KELLÉKEK

- egy fal (30-50 méter távolságban)
- egy csomag léggömb
- két nagy darab fa, amik összeütve erős hangot adnak ki
- stopperórák
- mérőszalag



Mivel a hangnak ugyanazt a távolságot kétszer kell megtennie (a falig oda és vissza), a hangsebesség kiszámításához a következő egyenletet használhatjuk:

$$\text{sebesség}[m/s] = \frac{\text{távolság}[m]}{\text{idő}[s]} = \frac{2 \times (\text{a fal távolsága})}{(\text{a visszhang beérkezési ideje})}$$

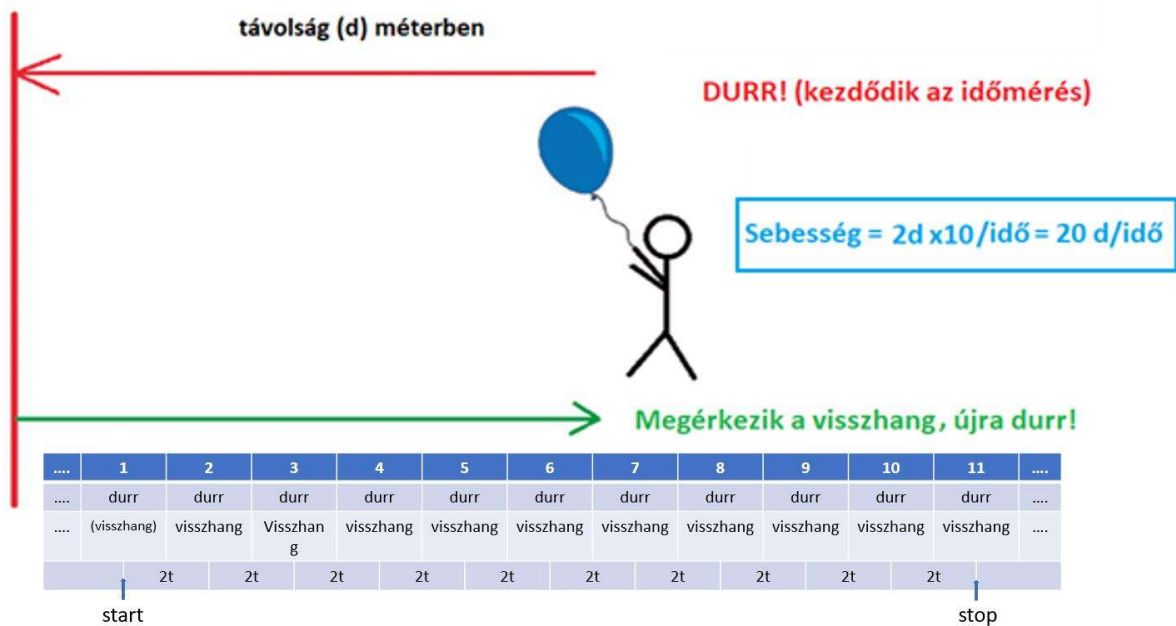
Van azonban néhány probléma ezzel a módszerrel. Kérjük meg a diákokat, hogy gondolkodjanak el azon, hogy mennyi emberi hibát rejt az időzítések mérése – ami már túl sok a pontos eredmény eléréséhez!

Javíthatjuk a pontosságot, ha meg tudjuk állapítani, mennyi időbe telik több visszhang terjedése. Ehhez a „durrantónak” abban a pillanatban kell hangot keltenie, amikor meghallja a visszhangot. A „durrantást” most két fadarab erős összeütése adja.

- Egy önkéntes lesz a "durrantó", a többiek pedig mérjék az időt. Egy mérőszalaggal meg kell mérni a faltól való távolságot (legalább 30 méter legyen).
- A "durrantó" üsse össze a két fát, és amint meghallja a visszhangot, ismételten üsse össze. Kérjük meg az időmérőket, hogy figyeljék a durranás hangját. Minden esetben csak egy durranást szabad hallani: egyszerre kell meghallani a fadarabok összeütését és annak a visszhangját. Ezt addig kell gyakorolni, amíg a „durrantó” fel nem veszi a ritmust.
- Ha a "durrantó” ritmusban van, akkor indulhat a stopper, és addig mérjenek, amíg 11 durrt nem hallottak. Ekkor kell megállítani a stoppereket, és átlagolni a három önkéntes által mért időt.

Mivel 11 durrantás között 10 időtartam van, ez 10 teljes futásidőt jelent (ld. ábra). Tehát a teljes távolság megtételéhez szükséges távolság 20-szorosa a fal távolságának.

$$sebesség[m/s] = \frac{távolság[m]}{idő[s]} = \frac{20 \times (a \text{ fal távolsága})}{(11 \text{ durranás közt eltelt idő})}$$



FELADATLAP

A Mars Insight tudósainak tudniuk kell, hogy milyen gyorsan terjednek a különböző rugalmas hullámok különböző anyagokban ahhoz, hogy meg tudják határozni, a szeizmometertől milyen messze történt a meteorit-becsapódás. Segíthetünk nekik a levegőben terjedő hang sebességének megméréseivel.

Hangsebesség mérése levegőben, egyetlen visszhang segítségével

Szélcsendes időben négy önkéntes álljon jó messze a faltól. Mérjük meg ezt a távolságot mérőszalag segítségével.

Egy önkéntes durrantson ki egy léggömböt, ez nagy hanggal jár. Amint a léggömb eldurran, a másik három önkéntes indítsa el a stopperóráikat.

Amikor az önkéntesek meghallják a visszhangot, akkor állítsák meg a stopperóráikat, és átlagolják a mért időket.

A kísérletet ismételjük meg háromszor!

Eredmények és számítások

Milyen messze voltak az önkéntesek a falról? m

Az alábbi táblázatba írjuk be az önkéntesek által három alkalommal mért időtartamot, azaz mennyi időbe telt, hogy a hang a falhoz érjen, onnan visszaverődjön, és meghalljuk a visszhangot.

	1. diák	2. diák	3. diák	átlag
Mért idő [s]				
Mért idő [s]				
Mért idő [s]				
átlag [s]				

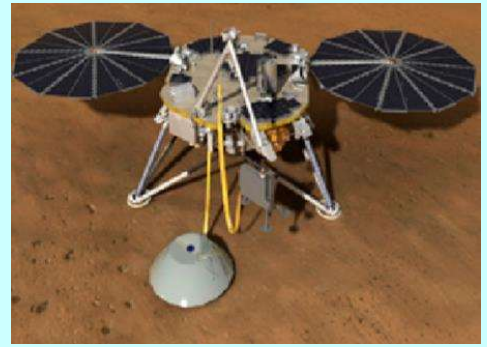
A hangsebesség levegőben:

Mekkora utat kell megtennie a hangnak, hogy eljusson a falhoz, és visszaérjen a megfigyelőkhöz? m

A hangsebesség levegőben = m/s

Mennyire volt megbízható az eredményünk? Mi a hiba fő forrása?

$$\text{sebesség}[m/s] = \frac{\text{távolság}[m]}{\text{idő}[s]} = \frac{2 \times (\text{a fal távolsága})}{(\text{a visszhang beérkezési ideje})}$$



FOGALMAK

- sebesség
- visszhang
- távolság
- idő

$$\text{Sebesség} = \text{út}/\text{idő}$$

Hangsebesség mérése levegőben, többszörös visszhang segítségével

A mérési pontosság többszörös futásidő méréseivel fokozható.

- Egy önkéntes lesz a "durrantó" és hárman mérjék az időt. Egy mérőszalaggal meg kell mérni a faltól való távolságukat, ami legalább 30 méter legyen.
- Ekkor a "durrantó" üsse össze a két fát, és amint meghallja a visszhangot, ismételten üsse össze. Kérjük meg az időmérőket, hogy figyeljék a durranás hangját. Minden esetben csak egy durranást szabad hallani: egyszerre kell meghallani a fadarabok összeütését és annak a visszhangját. Ezt addig kell gyakorolni, amíg a „durrantó” fel nem veszi a ritmust.
- Ha a "durrantó" ritmusban van, akkor indulhat a stopper, és addig mérjenek, amíg 11 durranást nem hallottak. Ekkor kell megállítani a stoppereket, és átlagolni a három önkéntes által mért időt.

A mérést ismételjük meg háromszor!

	1. diák	2. diák	3. diák	átlag
Mért idő [s]				
Mért idő [s]				
Mért idő [s]				
átlag [s]				

A hangsebesség levegőben:

Mekkora utat kell megtennie a hangnak, hogy eljusson a falhoz, és visszaérjen a megfigyelőkhöz? m

A hangsebesség levegőben = m/s

$$sebesség[m/s] = \frac{távolság[m]}{idő[s]} = \frac{20 \times (a \text{ fal távolsága})}{(11 \text{ durranás közt eltelt idő})}$$

Hogy lehetne tovább javítani a mérési eredményt?