

# A HANGSEBESSÉG HŐMÉRSÉKLETTŐL VALÓ FÜGGÉSÉNEK KÍSÉRLETI IGAZOLÁSA

Holics László, Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium  
Sükösd Csaba, BME Nukleáris Technika Tanszék

Szakmai és esztétikai élményekben gazdag egyhetes továbbképzésben vehettem részt (Holics László) 2009 augusztusában, amikor csatlakoztam a magyar fizika-tanárok csoportja számára a CERN-be szervezett tanulmányúthoz. A szakmai részt az előadások és „műhelylátogatások” jelentették, amelyek során a Világegyetem keletkezésének, fejlődésének titkait ostromló elméletekről hallottunk és az intézet berendezéseit látogattuk meg. Az esztétikai részt egy záró hangverseny meghallgatásának élménye, valamint a Mont Blanc 3842 m magas kilátójának meglátogatása jelentette. Innen széttekintve a természet hideg és megkapó csodáját élvezhetjük és zárhattuk magunkba egy életre szólóan.

Az utat azonban magunknak is aktívan kellett végigjárni, ugyanis nemcsak a műhelyfoglalkozásokon volt tevőleges szerepünk (pl. egy Wilson-kamra építésével), hanem az általunk tervezett kísérleteket is el kellett végezni, kollégáinknak bemutatni. Ilyen feladat volt például a Torricelli-kísérlet elvégzése vízzel a CERN szintjén és a hegytetőn, a radonkoncentráció mérése, a víz forráspontjának meghatározása különböző nyomásokon. A mérőkísérletek ösztönzője, javaslója Sükösd Csaba volt, az utazás szervezője, aki itthonról kísérte figyelemmel az eseményeket. Számomra egy különös kísérlet elvégzését javasolta. Maga az eljárás rendkívül egyszerű, minden iskolában elvégezhető, azonban most azt a célt tűzte ki számunkra, hogy végezzük el a hangsebesség hőmérséklettől való függése elméleti törvényének kísérleti ellenőrzését. A hang terjedési sebessége az elmélet szerint ugyanis az abszolút hőmérséklet négyzetgyökével arányos (függetlenül a nyomástól).

A méréseket előre kialakított csoportokban kellett elvégezni. Az én csoportomba hivatalosan csak *iff. Holics László* tartozott, ám időközben többen odasereglettek, és közreműködtek a mérés elvégzésében, az adatok leolvasásában.

## Az előkészület

A hangsebesség-mérési kísérletre a következőket készítettem elő:

1. 5 cm átmérőjű plexicsőből levágtam egy 43 cm hosszú darabot, egyik végére plexiragasztóval plexitalpat erősítettem. Ebben a csőbe lesz a légoszlop alját adó folyadék (víz).

2. Egy 3 cm átmérőjű plexicsőből levágtam egy 43 cm hosszú darabot, amelynek egy alkotójára fém mérőszalagból levágott 43 cm hosszú skálát ragasztottam.

3. Készítettem mérési jegyzőkönyv céljára 2 táblázatot egy-egy mérési sorozat elvégzéséhez.

4. Iskolai szertárból egy 440 Hz-es és egy 1700 Hz-es hangvillát készítettem elő  $\lambda/4$  és  $3\lambda/4$  hullámhosszú mérésekhez.

5. Iskolai szertárból egy digitális és egy analóg hőmérőt készítettem elő.

6. Szükség lesz még helyben megfelelő mennyiségű vízre.

## A mérés célja

Megvizsgálni, hogy a levegőben két különböző hőmérsékleten mért hangterjedés sebességének aránya követi-e az abszolút hőmérsékletek arányának négyzetgyökét. Ezért ezt a mérést a CERN területén, a legmelegebb időszakban, és a Mont Blanc-ra tett kirándulásunk leghidegebb helyén végeztük el a legegyszerűbb, levegőoszlop-rezonanciás módszerrel. Mind-egyik méréssorozatban két, különböző frekvenciájú hangvillát használtunk, a nagyobb frekvenciával keltett rezgések esetén a negyed- és háromnegyed hullámhosszú eseteket is megvizsgáltuk, majd a három méréssorozat átlagát fogadtuk el helyes értéknek.

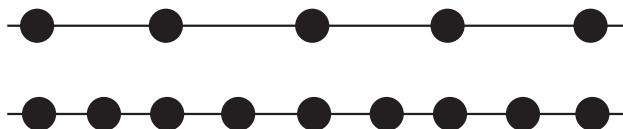
## A mérés elméleti háttere

### Mikroszkopikus, molekuláris modell

*A hang terjedési sebessége levegőben független a nyomástól és a sűrűségtől, csak a hőmérséklet függvénye.*

Első pillanatban meglepő ez a megállapítás, hiszen a hang tulajdonképpen valamilyen (többé-kevésbé periodikusan változó) zavar, és így a terjedését gázokban a molekulák egymással történő ütközéseinek kell közvetítenie. Ezért úgy gondolhatnánk, hogy sűrűbb gázban gyakrabban ütköznek a molekulák, és emiatt a zavar-  
nak is gyorsabban kell terjednie. Nagyon egyszerű belátni azonban, hogy ez nincs így. Tekintsük az 1. ábrán látható egyszerű, „egydimenziós” gáz modellt. Az ábra felső részén a „gáz” sűrűsége fele akkora, mint az alsó részen. Ha fent a molekulák középpontjainak átlagos távolsága  $d$ , akkor lent  $d/2$ . (A rajz természetesen torzít abban a tekintetben, hogy a molekulák sugara általában elhanyagolható a molekulák közötti távolsághoz képest, azaz a molekulák pontszerűnek tekinthetők.)

1. ábra. Ritkább és sűrűbb egydimenziós gáz



Először tegyük fel, hogy a molekulák „állnak”. Hozzunk létre egy „zavart”, és lökjük meg a bal szélső molekulát  $v$  sebességgel! Vizsgáljuk meg, mikorra érkezik ez a zavar a lánc végére! Tegyük fel azt is, hogy a molekulák ütközése tökéletesen rugalmas! Az ábra felső részében ábrázolt „gázban” az első ütközésig eltelt idő  $t = d/v$ . Mivel egydimenziós esetben csak egyenes ütközés lehetséges (és mivel a molekulák tömege azonos), ezért a második molekula is  $v$  sebességgel folytatja az utat az ütközés után (mint két biliárdgolyó egyenes ütközése). Tehát újabb  $t = d/v$  idő múlva ütközik a következővel stb. Ha a lánc hossza  $L = Nd$ , akkor a „zavar” a lánc végére

$$T = Nt = \frac{Nd}{v} = \frac{L}{v}$$

idő múlva érkezik meg. Ugyanezt az időt kapjuk azonban az ábrán lévő „alsó” lánc esetén is, pedig ott a gáz sűrűsége kétszer akkora. Két ütközés között persze feleakkora idő telik el, mint a fenti esetben, azaz

$$t = \frac{d/2}{v},$$

viszont a zavarnak az  $L$  távolság megtételéhez kétszer annyi ütközésre van szüksége! Azaz a zavar terjedési sebessége valóban független a gáz sűrűségétől, csak a molekulák sebességétől függ! A zavar terjedési sebessége a fentiek alapján ebben a modellben:

$$c = \frac{L}{T} = \frac{L}{L/v} = v.$$

A fenti egyszerű modellben a molekulák álltak, és csak a „zavar” következtében volt sebességük. A valódi gázokban azonban a molekulák mozognak, és átlagos sebességüket a hőmérséklet határozza meg az ekvipartíció tételének megfelelően. Például egy egydimenziós ideális gázban, ahol csak egy szabadsági fok van:

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{1}{2} k T. \quad (1)$$

A hang által létrehozott „sebességzavar” általában a hőmozgás sebességéhez képest elhanyagolható perturbációt jelent. Emiatt jó közelítéssel mondhatjuk, hogy a zavar terjedését a molekulák hőmozgásának sebessége határozza meg, hiszen a molekulák ezzel a sebességgel tudják egymásnak átadni a perturbációt.

Az (1) képletből azonnal látszik, hogy

$$v = \sqrt{\frac{k T}{m_0}},$$

azaz a molekulák sebessége – és így a hang terjedési sebessége is – a hőmérséklet négyzetgyökös függvénye.

Ha a gázok ténylegesen egydimenziósak lennének – mint a modellünkben – akkor ez a képlet tökéletesen érvényes lenne, hiszen akkor ütközéskor az energiacsere csak egyetlen szabadsági fokra szorítkozna. A valódi gázoknak azonban több szabadsági foka van. Még az atomos gázoknak is három (a térbeli há-

romdimenziós mozgás következtében), a kétatomos molekuláknak pedig öt (mert még foroghatnak is két, egymásra merőleges tengely körül). Egy ütközéskor tehát a zavart jelentő energiátöbblet több szabadsági fokra oszlik szét, emiatt a zavar terjedése valamivel lassabb lesz, mint a molekulák sebessége. Ez a (molekuláris) magyarázata annak, hogy a fenti képletbe még bekerül egy, a molekulák szabadsági fokainak számától függő tényező is.

Pontos – itt nem részletezendő – számítások szerint a hang terjedési sebessége a következőképpen függ a molekulák szabadsági fokainak  $f$  számától:

$$c = \sqrt{\left(\frac{f+2}{f}\right) \frac{k T}{m_0}}. \quad (2)$$

A valódi gázokban a molekulák háromdimenziós térben mozognak, és így az átlagos translációs sebességük

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{3}{2} k T$$

alapján

$$v = \sqrt{3} \sqrt{\frac{k T}{M_0}}.$$

A hangsebesség és a molekuláris sebesség kapcsolata tehát:

$$c = \sqrt{\frac{f+2}{3f}} v. \quad (3)$$

Mivel a levegő kétatomos molekulák keveréke, így  $f=5$ , ezért

$$\sqrt{\frac{f+2}{3f}} = \sqrt{\frac{7}{15}} = 0,683.$$

Azaz a hang terjedési sebessége a gázmolekulák sebességének körülbelül 68%-a. Ez a következménye annak, hogy az ütközéskor a zavart jelentő energia több szabadsági fokra is szétosztódik.

Makroszkopikus leírás

A hullám terjedési sebessége (ideális) gázokban

$$c = \sqrt{\frac{\kappa p}{\rho}},$$

ahol  $\kappa$  a fajhőviszony. Könnyű belátni itt is, hogy a  $p$  nyomás és  $\rho$  sűrűség kiesik. Felhasználva ugyanis az általános gáztörvényt, a nyomás kifejezhető:

$$p = \frac{m}{M} R \frac{T}{V},$$

és a sűrűség

$$\rho = \frac{m}{V}.$$



A kísérlet előkészítése a forró környezetben, amikor még csak 37,3 °C volt a hőmérséklet.

Ezeket beírva a hangterjedés sebességének kifejezésébe a következőt kapjuk:

$$c = \sqrt{\frac{\kappa p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\kappa \frac{m}{M} \frac{RT}{V}}{\frac{m}{V}}} = \sqrt{\kappa \frac{R}{M} T} = \sqrt{\kappa \frac{R}{N_A m_0} T} = \sqrt{\frac{\kappa k T}{m_0}} \quad (4)$$

ahol  $\kappa = c_p/c_v$  és  $k = R/N_A$  a Boltzmann-állandó,  $N_A$  az Avogadro-állandó,  $m_0$  pedig egyetlen molekula tömege. (Ismeretes, hogy  $\kappa = c_p/c_v = (f+2)/f$ , ahol  $f$  a gáz-molekulák szabadsági fokainak száma, így ez az összefüggés összhangban van a (2) formulával.)

Látható, hogy az abszolút hőmérsékleten kívül minden állandó, tehát a hangsebesség csak a hőmérséklettől függ. Megjegyezzük azonban, hogy ez az összefüggés homogén összetételű gázban (vagy keverékben) érvényes, vagyis az  $m_0$  részecsketömeg valójában egy *átlagos* értéket jelent. Ez a tény bizonyos hibát okozhat, amennyiben a két mérés (a meleg és a hideg levegőben történő hangsebességmérés) hőmérséklet-különbségét úgy értük el, hogy a forró levegőt Genf tengerszint feletti 375 m magasságában „szereztük be”, ahol 38,5 °C volt a hőmérséklet, és a hideget úgy „állítottuk elő”, hogy felmentünk a Mont Blanc (majdnem) tetejére, ahol 4,5 °C hőmérsékletet mértünk.

Meg kell jegyezni, hogy a két hely között mintegy 3500 m volt a magasságkülönbség, ami a levegő molekuláris összetételében (az összetevők arányában, tehát az átlagos  $m_0$  molekulatömegben) eltérést okozhat. Ennek hatását a barometrikus magasságformula alapján

megbecsülhetjük. Az eredmény az, hogy az átlagos molekulatömeg megváltozása elhanyagolhatóan kicsi. Így tehát várható, hogy jó közelítéssel igaz: az általunk mért hangsebességek aránya az abszolút hőmérsékletek arányának négyzetgyökével egyenlő. Vagyis

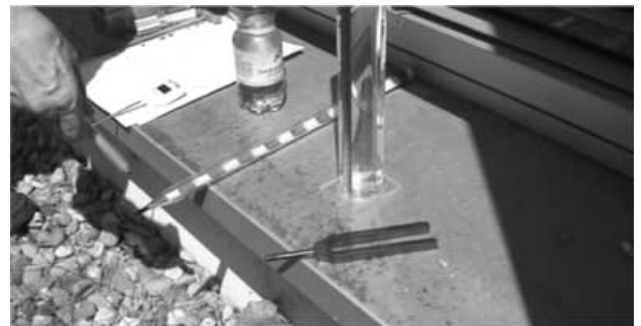
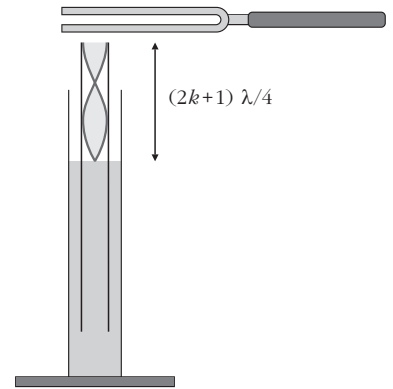
$$\frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \quad (5)$$

Ezt kívántuk kísérlettel igazolni.

A témában tovább elmélyülni kívánók figyelmét felhívjuk a cikk végén található irodalomjegyzékre.

## A mérés menete

A mérés során egy plexicsőből készített talpas edénybe öntött vízoszlopból lassan kihúzott csőben keltettünk kényszerrezgést a megütött hangvillával. A kihúzott csövet alulról zárttá tette az edényben levő víz, felső vége pedig nyitott maradt, ahol a gerjesztést végeztük. A hangvilla kényszerrezgésbe hozta a csőben levő levegőoszlopot, s miközben a plexicső-



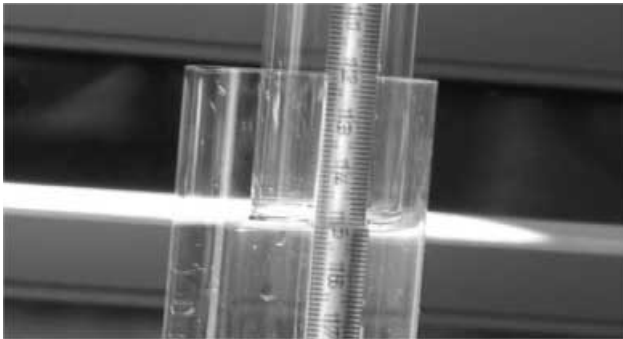
A CERN-beli mérésünk mérőeszközei,



... összehasonlítással a CERN-iek mérésének mérőeszközei.



Mérés az 1700 Hz-es hangvillával.



Leolvasás



Készül a mérési jegyzőkönyv a 38,5 fokban melegben.

vet lassan húztuk kifelé az edényből, a hallott hang ereje fokozatosan erősödött, majd halkult, a nagyobb frekvencia alkalmazása esetén újból erősödött. A maximális erősödés akkor lép fel, amikor az alulról vízzel zárt légoszlop csőben levő részének hossza a hanghullám hosszának negyedrésszel, vagy annak páratlan számú többszörösével egyenlő. Rezonancia esetén a vízfelületről visszaverődő hullám és a beérkező hullám alkotta állóhullámnak nyomásmaximuma van a vízfelületnél keletkező csomópontban és sebességmaximuma a szabad végen kialakuló duzzadóhelyen. Ekkor maximális a hallott hang erőssége. Az ehhez tartozó negyed, illetve  $3/4$  hullámhosszat a kihúzható cső oldalára erősített acél mérőszalagról könnyen leolvashatjuk (az alábbi mérési jegyzőkönyvekben a leolvasott érték jele:  $L$ ).

A leolvasás pontosságát két tényező befolyásolja.

1. A csőfálnál a felületi feszültség következtében beálló vízfelület-görbültség.

2. Az a fiziológiai tény, hogy míg egy változó, egyre csökkenő, majd ismét erősödő inger legkisebb erősségének beálltát viszonylag nagy pontossággal

## I. mérési jegyzőkönyv – mérés melegben

A mérés időpontja: 2009. augusztus 19. 13h 30.

A mérés helye: CERN, 39 sz. szálló épülete előtti téren, a tengerszint felett kb. 375 m magasságban (árnyékban)

Hőmérséklet:  $38,5\text{ }^{\circ}\text{C} = 311,5\text{ K}$ .

$v = 440\text{ Hz}$				
$n$	$L\text{ (cm)}$	$\lambda/4\text{ (m)}$	$\lambda\text{ (m)}$	$c = v\lambda\text{ (m/s)}$
1.	20,1	0,201	0,804	353,76
2.	20,0	0,200	0,800	352,00
3.	20,2	0,202	0,808	355,52
4.	19,9	0,199	0,796	350,24
5.	20,1	0,201	0,804	353,76

Átlag =  $353,06 \pm 2,0\text{ m/s}$

$v = 1700\text{ Hz}$				
$n$	$L\text{ (cm)}$	$\lambda/4\text{ (m)}$	$\lambda\text{ (m)}$	$c = v\lambda\text{ (m/s)}$
1.	5,2	0,052	0,208	353,6
2.	5,3	0,053	0,212	360,0
3.	5,1	0,051	0,204	346,8
4.	5,2	0,052	0,208	353,6
5.	5,2	0,052	0,208	353,6

Átlag =  $353,52 \pm 4,7\text{ m/s}$

$v = 1700\text{ Hz}$				
$n$	$L\text{ (cm)}$	$3\lambda/4\text{ (m)}$	$\lambda\text{ (m)}$	$c = v\lambda\text{ (m/s)}$
1.	15,5	0,155	0,2067	351,39
2.	15,6	0,156	0,2080	353,60
3.	15,5	0,155	0,2067	351,39
4.	15,7	0,157	0,2093	355,81
5.	15,5	0,155	0,2067	351,39

Átlag =  $352,72 \pm 2,0\text{ m/s}$

A mérések átlaga:  **$353,1 \pm 2,9\text{ m/s}$**

meg tudjuk határozni, egy fokozatosan erősödő, majd halkuló inger erősségének maximumát viszonylag nagy bizonytalansággal vagyunk csak képesek megállapítani (fénynél és hangnál egyaránt).

Ennek magyarázata az általában a biológiai érzékelése vonatkozó Weber–Fechner-törvény. Eszerint mi egy inger relatív megváltozását érzékeljük:  $\Delta q = \text{const} \Delta I/I$ , ahol  $\Delta q$  az általunk érzékelt változás, és  $\Delta I$  pedig az inger tényleges megváltozása. Emiatt  $I \sim 0$  környékén kis intenzitásváltozást is könnyen érzékelünk (mert a nevező nagyon kicsi), viszont eléggé nehezen érzékelünk intenzitásváltozást, ha  $I$  nagy. A Weber–Fechner-törvény következménye az érzékeléseink logaritmikus jellege is, hiszen a fenti egyenletről kapjuk:  $dq/dI = \text{const}/I$ , és ezt integrálva adódik:  $q = \log(I/I_0)$ . Itt  $I_0$  az érzékelési küszöb, az az intenzitás, amelyre adott válaszuk éppen 0 (azaz még éppen nem érzékeljük). Ez az oka például annak is, hogy a használt hangerősségi skála (decibel-skála) logaritmikus.

## II. mérési jegyzőkönyv – mérés hidegben

A mérés időpontja: 2009. augusztus 22. 12h 05.

A mérés helye: Mont-Blanc látogatói teraszán, a tengerszint felett 3842 m magasságban (árnyékban)

Hőmérséklet: 4,6 °C = 277,6 K

v = 440 Hz				
n	L (cm)	$\lambda/4$ (m)	$\lambda$ (m)	c = v $\lambda$ (m/s)
1.	19,2	0,192	0,768	337,92
2.	18,7	0,187	0,748	329,12
3.	18,5	0,185	0,740	325,60
4.	18,6	0,186	0,744	327,36
5.	19,1	0,191	0,764	336,16

Átlag = 331,2±5,5 m/s

v = 1700 Hz				
n	L (cm)	$\lambda/4$ (m)	$\lambda$ (m)	c = v $\lambda$ (m/s)
1.	4,9	0,049	0,196	333,2
2.	4,8	0,048	0,192	326,4
3.	5,1	0,050	0,200	340,0
4.	4,9	0,049	0,196	333,2
5.	5,0	0,050	0,200	340,0

Átlag = 334,6±5,7 m/s

v = 1700 Hz				
n	L (cm)	$3\lambda/4$ (m)	$\lambda$ (m)	c = v $\lambda$ (m/s)
1.	14,7	0,147	0,196	333,2
2.	14,9	0,149	0,199	338,3
3.	14,6	0,146	0,195	331,5
4.	14,7	0,147	0,196	333,2
5.	14,8	0,148	0,197	334,9

Átlag = 334,2 ± 2,6 m/s

A mérések átlaga: **333,34±4,4 m/s**

### A mérések jegyzőkönyvei

A mind a CERN-i kánikulai hőmérsékleten, mind a Mont Blanc-i hidegben elvégzett mérési eredmények átlagértékét és empirikus szórását a következő képletek alapján határoztuk meg:

$$\langle c \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c_i \quad \text{illetve}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (c_i - \langle c \rangle)^2}$$

#### Megjegyzések

1. A mozgatható cső oldalára ragasztott fém mérőszalag milliméter beosztása miatt a leolvasás pontossága ezredméter (mm) volt. A földre helyezett eszköz kezelésének és leolvasásának kényelmetlensége, va-



Ide mentünk fel hideg levegőt szerezni.



Kerestünk egy félreeső, árnyékos helyet.



A rezonáló légoszlop most a lehangosabb.



Egy résztvevő rögzítette a látványt.

lamint az elkerülhetetlen háttérzaj befolyásolta a mérés pontosságát.

2. Az egyik iskolai hangvillán nem volt feltüntetve a rezgésszám. Ezt egy felhangolt otthoni zongora hangjával hasonlítottuk össze, amely éppen az egyvonalas „a” hangnak felelt meg (kis lebegéssel), így azt 440 Hz-nek vettük.

#### A mérések eredménye

A két hangsebesség aránya (és hibája):

$$\frac{353,1}{333,34} = 1,059 \pm 0,023,$$

a hőmérsékletek arányának négyzetgyöke pedig:

$$\sqrt{\frac{311,5}{277,6}} = 1,059,$$

ami nagyon jó egyezés!

Az, hogy az egyezés ezrelékre pontos, teljesen a véletlen műve, hiszen – mint az empirikus szórások is mutatják – a méréseink hibája az ezreléknél jóval na-

gyobb. Azt viszont nyugodtan állíthatjuk, hogy a hangsebesség hőmérséklettől való függését a mérési hibán belül sikerült igazolnunk. (A méréseket id. Holics László és ifj. Holics László végezték.)

A kísérlet egyszerű, végrehajtása gyors, ezért iskolai órán is elvégezhető. Ha a két mérést egymástól időben „távol” végezzük – egyszer amikor jó idő és meleg van, egyszer pedig egy téli periódusban (ilyen időszakok mind az őszi, mind a tavaszi félévekben kiválaszthatók) –, akkor a hangsebesség hőmérséklettől való függését anélkül is igazolhatjuk az iskolában, hogy ehhez a Mont Blanc-ra kelljen felmenni. Megfelelő motivációval az első kísérlet elvégzése után a tanulók már várni fogják a második kísérlet végrehajtásához szükséges hőmérséklet-változást, és a második kísérlet végrehajtását.

#### Irodalom

Nagy Anett, Papp Katalin: Hangszerek a „semmiből”. *Fizikai Szemle* 59/2 (2009) 64.

<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0902/nagya0902.html#t2>

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Hangsebesség\\_\(magyarul\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Hangsebesség_(magyarul))

[http://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_of\\_sound\\_\(angolul\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_sound_(angolul))

## VÉLEMÉNYEK

# CSILLAGÁSZAT ÉS CIVILIZÁCIÓ

## A csillagászat jelentősége a tudomány és a pedagógus társadalom jövője számára

Grandpierre Atilla

MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete

„Vagy megtartjuk legdrágább nemzeti örökségünket: műveltségünket, vagy törölnek bennünket az önálló nemzetek sorából és pusztulnunk kell erről a földről.”

*Klebelsberg Kunó, 1923. [1]*

A tudomány és az oktatás az elmúlt években Magyarországon különlegesen nehéz helyzetbe került. A felsőoktatást ellepték a „kiábrándult, igénytelen, anyagi, etikátlan” és „tudatlan, motiválatlan, érdektelen, tanulásra és munkára képtelen hallgatói tömegek” [2, 3]. Mi lesz velünk, ha ez így megy tovább, ha munkára képtelen tömegek adják majd a most még munkaképes népesség többségét? A tanítás hasonló válságba jutott. 2008-ban az egész országban mindössze 18 fizikatanári diplomát adtak át [4]. 1863-tól az 1990-es évek elejéig közel állandó volt, azóta majdnem felére csökkent a fizikaórák száma [4], és ma ennek ellenére túlterhelésről szól a panasz. Szemben a hasonló helyzetbe került országokkal, Magyarországon hiányzik a törekvés megfelelő szakmai hozzáértésű gárda létrehozására a helyzet orvoslásához [1]. Amíg alapvetően anyagi szemléletű a magyar pedagógus társadalom felső vezetése, addig még anyagi

érdekeink érvényesítésére sem vagyunk képesek, valósággal védtelenek maradunk, mert ha a hangzatos érvek nem bizonyulnak elegendőnek a társadalom ellenállásának leszerelésére, jön a végsőnek szánt érv: „nincs rá pénz”. Addig, amíg nem lesz egy, a közösségi önvédelmet az anyagiaknál is fontosabbnak értékelő, saját életének megfelelő irányítására képes magyar értelmiség, hiába reménykedünk a javulásban. Olyan szemléleti alapokra van tehát szükségünk, amely biztosítja az összetartozás érvényre juttatását, a pedagógus társadalom önvédelmét. Az anyagi szemléletű értelmiség azonban mindig kiszolgáltatott, kiszolgáltatja magát annak, aki többet fizet. Hogy egy példán szemléltessük, miről van szó: nemrég nagy port vert fel a rektori fizetések ötszáz százalékos emelése, és az ezzel sokak szerint összefüggésben álló létszámleépítések az egyetemeken. És ezzel párhuzamosan szinte akadálytalanul valósult meg „a felsőfokú oktatás átalakítása napköziotthonná” [3]. Előbb-utóbb az individualista, anyagi szemléleten túlnyúló, mélyebbre ható világfelfogásra lesz szükségünk a magyar értelmiség, a pedagógus társadalom, a kutatói társadalom és a jövő biztosításához.