

a genfi emberek egy évben átlagosan 8 mSv dózist kapnak, míg az alagútban dolgozó magyar fizikus személyi dozimétere 6 mSv-et mutatott az egész évre átszámolva. Ezt az elmaradt, alagútbeli mérést a következő csoportnak érdemes lesz elvégeznie.

A CERN-i tanulmányút során végzett mérések mindegyikének megvolt ugyan a kijelölt felelőse, mégis a csoport minden tagja aktívan részt vett a megvalósításukban. A fent leírt mérések elvégzése önmagában is örömet okozott mindannyiunknak, és ötleteket, bátorítást adott ahhoz, hogy diákjainkkal is elvégeztessük ezeket szakkörök, osztálykirándulások alkalmával. Hiszen mérni jó, és a Természet ezernyi érdekes, mérni való jelenséget kínál.

| Háttérsugárzás mérése                   |                  |                  |                              |                 |          |                         | 2. táblázat |
|---|------------------|------------------|------------------------------|-----------------|----------|-------------------------|-------------|
| helyszín                                | koordináták      |                  |                              | 2006. augusztus |          | mért érték<br>(nSv/óra) |             |
|   | északi szélesség | keleti hosszúság | tengerszint feletti magasság | nap             | óra:perc |                         |             |
| Bp., Hősök tere                         | 47° 32'          | 19° 05'          | 117 m                        | 19.             | 11:45    | 86,6                    |             |
| Bp.-dél parkoló                         | 47° 25'          | 18° 55'          | 125 m                        | 19.             | 13:00    | 111,5                   |             |
| Parkoló                                 | 48° 04'          | 16° 03'          | 362 m                        | 19.             | 16:40    | 79,5                    |             |
| Parkoló Salzburg előtt                  | 47° 50'          | 13° 01'          | 511 m                        | 19.             | 20:40    | 107                     |             |
| Salzburg                                | 47° 48'          | 13° 25'          | 408 m                        | 19.             | 23:00    | 84                      |             |
| Winterthur                              | 47° 31'          | 8° 44'           | 460 m                        | 20.             | 6:50     | 75                      |             |
| Montreaux                               | 46° 24'          | 6° 55'           | 459 m                        | 20.             | 12:15    | 82                      |             |
| Parkoló Genf mellett                    | 45° 55'          | 6° 40'           | 560 m                        | 26.             | 9:50     | 160                     |             |
| Aiguille du Midi                        | 45° 55'          | 6° 50'           | 3800 m                       | 26.             | 12:10    | 340                     |             |
| Chamonix, félúton Aiguille du Midi felé | 45° 55'          | 6° 40'           | 2317 m                       | 26.             | 13:15    | 270                     |             |
| Chamonix                                | 45° 50'          | 6° 51'           | 1030 m                       | 26.             | 14:00    | 220                     |             |

Módszer: öt perc mérési idő alatt tapasztalt maximum a mért érték

## ELSŐ ÉVES BSC HALLGATÓK FIZIKATUDÁSA

Radnóti Katalin  
ELTE TTK Fizikai Intézet

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara már évek óta szélesre tárja kapuit a tanulni vágyó fiatalok előtt. Sok hallgatót veszünk fel. Az évek során azonban az a tapasztalat szűrődött le, hogy a felvettek közül nagyon sokan már az első félévi tanulmányi feladataikat sem tudják teljesíteni. Azért, hogy minél több hallgató fejezhessen be eredményesen tanulmányait, a Fizikai Intézet úgy döntött, hogy az adott szak szempontjából fontos, a középiskolában is tanult tantárgyakból szükség szerint felzárkóztató kurzusokat szervez (matematika, fizika, kémia). Azt, hogy a hallgatók közül kiknek kell részt vennie a „bevezető fizikának” nevezett kurzuson, egy, a tanév elején megíratott felmérő dolgozat alapján döntöttük el. E kurzusok meghirdetése rendkívül fontos az *esélyegyenlőség* biztosítása szempontjából, hiszen a hallgatók sokféle, különböző iskolából, iskolatípusból jöttek, nem azonos ideig tanulták a fizikát, nem azonos szinten stb. Viszont szeretnénk, ha mindezek ellenére azonos eséllyel indulnának a diploma megszerzésére. A hallgatók minden, az első évfolyam számára meghirdetett tantárgyat felvesznek, a felzárkóztatás pluszfoglalkozást jelent számukra.

Írásunkban a fizikára, a környezet- és a földtudományra jelentkező hallgatók fizikatudásával, a felmérő dolgozat alapján kapott eredményekkel fogunk foglalkozni, néhány jellegzetes összefüggést kiemelni, következtetést megfogalmazni. A feladatonkénti részletes kiértékelés honlapomon megtalálható: <http://members.iif.hu/rad8012/>.

127 fizika BSc szakos, 50 környezettudomány BSc szakos és 88 földtudomány BSc szakos elsős hallgató írta meg a dolgozatot, összesen 265 fő. Következtetéseink levonásához ez, természetesen, nem tekinthető reprezentatív mintának, de a kapott eredményeket jelzésértékűnek tekinthetjük.

A hallgatók a dolgozatot két napon írták, ezért két, gyakorlatilag teljesen egyenértékű feladatsort állítottunk össze. A maximálisan elérhető pontszám mindkét dolgozat esetében nyolcvan pont volt. A fizikán negyven pont alatti eredménnyel, míg a földtudomány és a környezettudomány esetében harminckettő pont alatti teljesítmény esetében köteleztük a hallgatókat a felzárkóztató foglalkozásokra.

### A dolgozat szerkezete

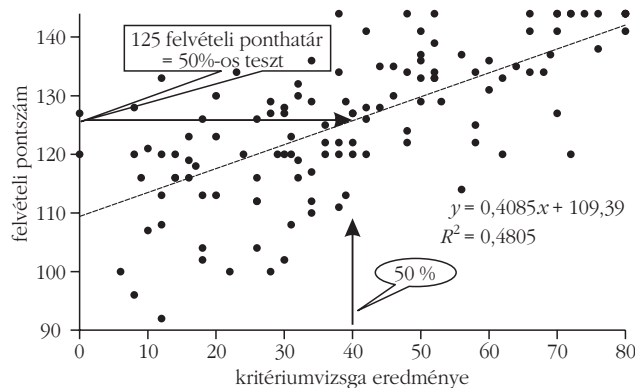
#### A dolgozat első része

– Egyszerű törvények, összefüggések felírása (5 darab), 10 pont.

– Teszt jellegű feladatok (15 darab), kétfelé bontva, maximálisan 30 pont.

Ezekből 7 kérdés mértékegységekre (T1–T7), illetve nagyságrendekre kérdezett rá, 8 volt hagyományos teszt (T8–T15).

Tehát a dolgozat első fő részére összesen 40 pontot lehetett szerezni.



1. ábra. A felvételin elért pontszám és a kritériumvizsgán elért eredmény

### A dolgozat második része

– 3 darab számításos feladat volt, összesen 40 pontért (12+12+16 pont).

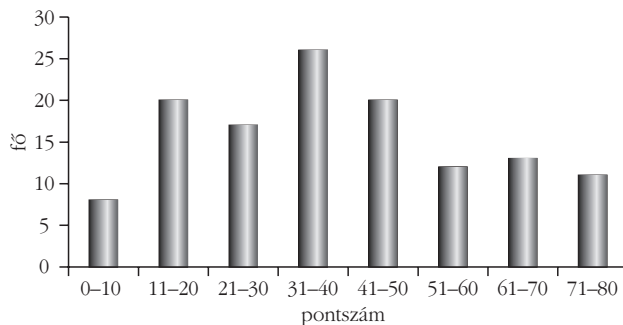
Az első feladat a mechanika témaköréből került ki, a második az elektromosságtan, a harmadik pedig kicsit összetettebb volt, megoldása mechanikai és elektromosságtani ismereteket is igényelt. A dolgozatok elkészítése során függvénytáblázatot nem lehetett használni, számológépet igen.

## Fizika BSc eredmények

A fizika BSc-s hallgatók esetében a felmérésnek két célja is volt. Nemcsak azokat a hallgatókat szerettük volna kiválasztani, akiknek felzárkóztatásra van szükségük, hanem azokat is, akikkel tehetség gondozás jellegű keretek között lenne érdemes foglalkozni. Ezért a 3. feladat komplexebb problémamegoldást igényelt.

A felvett hallgatók átlagos pontszáma 124 volt, 12,5 pont szórással. 144 pontos 12 fő, 100 alatti pontszámmal hárman kerültek be.

A felvételi pontszámokat és az elért eredményeket ábrázolva arra egyenest illesztettünk (elég gyenge, 0,45-ös érték adódik a korrelációra). A felvételi pontszámokat és a felmérő dolgozaton elért eredményeket (ez utóbbiakat felszorozva 1,8-del) *t*-próbának alávetve szignifikáns különbség van a két értéksor között! Ezt úgy értjük, hogy például a 144 ponttal bekerült hallgatónak 80-ra, illetve  $80 \times 1,8 = 144$ -re kellett volna teljesítenie. De, esetenként, nagyon nagy különbség tapasztalható.



2. ábra. A kritériumvizsgán elért pontszámok eloszlása a fizika BSc-s hallgatók esetében.

Az 1. ábrán egy pont általában egy hallgatót jelent, de például éppen a 144 (felvételi) pontos hallgatók közül négyen írtak 80 pontos, azaz maximális dolgozatot, így az ő esetükben a négy pont azonos helyre került. (Az ötödik 80 pontos hallgató 141 felvételi ponttal került be a szakra.)

A 3. feladattal mindössze öten foglalkoztak azok közül, akiknek felzárkóztatásra kell járni – pár pontot értek el (1. táblázat). A másik csoportban (akiknek eredményük alapján nem kell felzárkóztató kurzusra járni) több 16 pontos megoldás volt, összesen 17. Azt gondoljuk, hogy a felmérővel sikerült mindkét célkitűzést megvalósítanunk: a felzárkóztatásra szoruló hallgatókat és a tehetség gondozásra érdemeseket is kiválasztani (2. ábra).

Azok közül, akiknek felzárkóztatásra kell járnia, sokan nem érettségiztek fizikából, de van köztük olyan hallgató is, aki közép- vagy emelt szinten érettségizett. Versenyen általában nem szerepeltek, illetve aki netán igen – saját bevallásuk szerint –, nem értek el semmilyen említésre méltó eredményt.

## Földtudomány BSc eredmények

A felvételi ponthatár 123 volt. A dolgozatok átlaga 21 pont, szórással 13 pont. 88 fő írta meg. Felzárkóztató foglalkozásra kell járnia a dolgozat alapján 76 főnek (2. táblázat, 3. ábra).

A legjobb dolgozat pontszáma: 68. Mindössze 1 fő érettségizett középfokon, azok közül, akiknek kell felzárkóztatásra járnia. A többiek nem érettségiztek fizikából. Emelt szinten senki sem érettségizett.

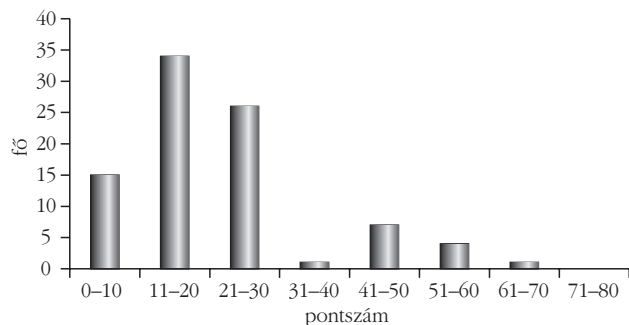
| 1. táblázat  |                     |                  |                   |                    |                     |                     |                     |                    |                     |
|--|---------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Fizika BSc-s hallgatók által elért eredmények összesítő táblázata, százalékban |                     |                  |                   |                    |                     |                     |                     |                    |                     |
|  | képletek<br>10 pont | T1–T7<br>14 pont | T8–T15<br>16 pont | 1. rész<br>40 pont | 1. példa<br>12 pont | 2. példa<br>12 pont | 3. példa<br>16 pont | 2. rész<br>40 pont | összesen<br>80 pont |
| összesen 127 fő  | 55                  | 63,6             | 58,6              | 60                 | 70,3                | 28,9                | 25                  | 40                 | 50                  |
| felzárkóztatóra kell járnia,<br>67 fő  | 30,3                | 50,7             | 41,8              | 42,1               | 45,5                | 8,6                 | 1,1                 | 16,7               | 30                  |
| nem kell felzárkóztatóra<br>járnia 60 fő                                       | 83,0                | 79,1             | 79,0              | 80,0               | 98,5                | 53,1                | 54,8                | 73,7               | 73,7                |

A százalékos értékek úgy keletkeztek, hogy kiszámoltuk, mennyi pontot lehetett volna abban az elemben összesen elérni az arra a kérdésre válaszoló hallgatóknak, és ehhez képest összesen mennyit értek el, majd a kettő hányadosát képezve szoroztuk 100-zal.

Földtudomány BSc-s hallgatók által elért eredmények összesítő táblázata, százalékban

|                | képletek<br>10 pont | T1–T7<br>14 pont | T8–T15<br>16 pont | 1. rész<br>40 pont | 1. példa<br>12 pont | 2. példa<br>12 pont | 3. példa<br>16 pont | 2. rész<br>40 pont | összesen<br>80 pont |
|----------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| összesen 88 fő | 25,6                | 53,1             | 51,3              | 45,5               | 11,6                | 10,4                | 2,7                 | 8,5                | 27,0                |

Magyarázat megtalálható az 1. táblázatnál.



3. ábra. A kritériumdolgozaton elért pontszámok eloszlása a földtudomány BSc-s hallgatók esetében.

## Környezettudomány BSc eredmények

A felvételi ponthatár 119 volt. A felmérő dolgozat teljesen azonos volt a földtudomány esetében írttal. 50 fő írta meg. A dolgozatok átlaga: 20 pont, szórás 13 pont. Felzárkóztató foglalkozásra kell járnia 41 főnek (3. táblázat, 4. ábra).

A legjobb dolgozat pontszáma: 57 pont. 7 fő érettségizett középszinten fizikából, akik közül csak 2 főnek kell felzárkóztatóra járnia, a többiek nem érettségiztek. Emelt szinten ketten érettségiztek, egyiknek sem kell felzárkóztatóra járnia.

## Néhány általános megállapítás

A 265 hallgató közül a képleteket, összefüggéseket igénylő táblázatot összesen 96 (16 fizika, 46 földtudomány és 34 környezettudomány) egyáltalán nem töltötte ki, tehát a felmérésben részt vett hallgatók 36,3%-a. Ennek alapján megállapítható, hogy a hallgatók több mint harmada nem ismer a fizikával kapcsolatban egyetlen fontos képletet, összefüggést sem!

Feladatmegoldásban is nagyon gyenge eredmények születtek. Egyedül a fizikaszakosok esetében, a mechanika típusú feladat megoldása volt viszonylag eredményes. Az elektromosságtannal kapcsolatos tesztjellegű kérdések, feladatok különösen rosszul sikerültek.

### Következtetéseink:

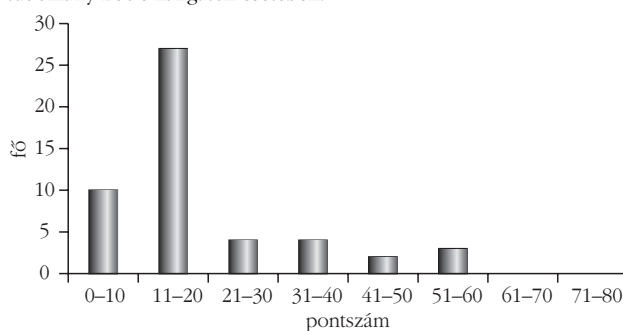
1) Akik nem tanultak fizikát a 12. évfolyamon, nem jártak fizikafakultációra, nem érettségiztek a tantárgyból akár emelt, akár középszinten, azoknak kiesett egy év a fizikatanulmányokból, és nagyon sokat felejtettek.

2) A felvételi pontszám nem csak a fizikatudást tükrözi, hanem, mint tudjuk, sok részből tevődik össze, például nyelvvizsgákkal is sok pluszpont szerezhető. Továbbá, a természettudományi szakok esetében a felvételi pontszámításnál elfogadják a középszintű érettségit, illetve nem csak a választott szakból, hanem bármilyen más természettudományos tantárgyból szerzett érettségit is.

3) Elsősorban azoknál a szakoknál, ahol a fizika „segéd tudományként” szerepel, jól megfigyelhető, hogy a hallgatók már a középiskolás koruk alatt teljesen elhanyagolták a nem szakirányú tantárgyak tanulását, esetünkben környezettudomány-, földtudományszakosok a fizikát.

4) Sem a szülők sem a középiskolai tanárok nem világosítják fel a tanulókat arról, hogy nem csak a szűken vett választott szakirányt kell tanulni, például a földtudományhoz csak a földrajzot, hanem a tudományág műveléséhez szükséges segéd tudományokat is, fizikát, kémiát, matematikát. Sőt, általános tapasztalat, hogy inkább még le is beszélnek a nem a választott szakterülethez tartozó vagy nem érettségi tantárgy komolyabb tanulásáról a diákokat, hogy idejüket csak arra fordítsák, ami a fő szakjuk lesz, vagy választott érettségi tantárgy. A különböző felsőfokú képzések esetében szerzett tapasztalatok alapján elmondhat-

4. ábra. A kritériumdolgozaton elért pontszámok eloszlása a környezettudomány BSc-s hallgatók esetében.



3. táblázat

Környezettudomány BSc-s hallgatók által elért eredmények összesítő táblázata, százalékban

|                | képletek<br>10 pont | T1–T7<br>14 pont | T8–T15<br>16 pont | 1. rész<br>40 pont | 1. példa<br>12 pont | 2. példa<br>12 pont | 3. példa<br>16 pont | 2. rész<br>40 pont | összesen<br>80 pont |
|----------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| összesen 50 fő | 18,4                | 50,6             | 47,0              | 41,1               | 12,0                | 8,8                 | 1,0                 | 7,4                | 24,3                |

Magyarázat megtalálható az 1. táblázatnál.

juk – a sikertelen vizsgák elemzése is azt mutatja –, hogy a hallgatók nem elsősorban a választott tudományág tantárgyaiból buknak meg, hanem az adott szak sikeres elvégzéséhez nélkülözhetetlen segédtudományokból.

5) A NAT bevezetésével, és a különböző tantervi modernizációs folyamatok eredményeképpen radikálisan (jó esetben is 40%-kal) csökkent a fizika óraszám a közoktatásban, ezáltal a tantárgy megbecsültsége is. Ugyanakkor a tananyag mennyisége gyakorlatilag változatlan maradt, és ez a helyzet diáknak, tanárnak egyaránt megoldhatatlan, kudarcokkal teli szituációkat generál. Az egyetemek ezt a megváltozott helyzetet nem veszik és nem is vehetik figyelembe képzési programjaik tervezésénél, márpedig ténykérdés, hogy, átlagosan, kevésbé felkészült diákok jelennek meg a felsőoktatásban. A „követelményekhez” igazodva, egyetemi diplomát nem adhatnak kevesebb tudásra!

6) Az óraszámok csökkentésével csökkent a természettudományos ismereteket igénylő szakmák megbecsültsége is, így az ilyen pályákra, sajnos, nem a legtehetősebb diákok jelentkeznek.

7) Sokan valószínűleg nem vették igazán komolyan a dolgot, és csak az eredmény után döbrentek rá a következményére, hogy járniuk kell a felzárkóztató foglalkozásra, és majd újabb dolgot kell írniuk.



Az írásunk alapjául szolgáló felmérő dolgozat az ELTE Fizikai Intézetében készült, de nagy valószínűséggel az ország bármely hasonló egyetemén és szakján hasonló eredményeket kaptunk volna. Ezt a feltevést erősíti – és arra utal, hogy az iskolai kémiaoktatás hasonló problémákkal küzd –, hogy egyetemünkön a kémiaszakon is hasonló eredmények születtek.

## KÖNYVESPOLC

# E.F. Taylor, J.A. Wheeler: TÉRIDŐFIZIKA

Typotex Kiadó, Budapest, 2006

Képzeljünk el egy nyelvkönyvet, amely különféle játékokat mutat be, amelyek követéséhez meglepően kevés idegen szóra, kifejezésre van szükség, és amikor végére jutunk a játékoknak, tehát a könyvnek, kiderül, hogy egész jól tudjuk használni azt a bizonyos idegen nyelvet. Képesek vagyunk bonyolult kérdéseket megérteni, rájuk az idegen nyelv szabályainak megfelelő választ adni, pedig a nyelv alapjairól alig esett szó.

Ezt az utat választották a szerzők a speciális relativitáselmélet elmagyarázásához. Azt, hogy nem mennek végig a szokásos történeti vagy didaktikai fejezeteken, hanem különböző játékokba vonják be az olvasót. A nappali és éjszakai földmérők adatainak összehasonlításából a koordináta-transzformációk tulajdonságai következnek – elegendő hozzájuk némi középiskolás matematika. *Einstein* posztulátumainak ismertetése után az események geometriája épp olyan egyszerűnek bizonyul, mint amilyen a térbeli tájékozódás egy térkép alapján. A sebességparaméter fogalmának bevezetésével teljes az analógia az egyszerű geometriai és a relativisztikus összefüggések között, mindössze a trigonometrikus függvényeket kell a megfelelő hiperbolikus függvényekkel helyettesíteni. Ma nap, amikor minden valamirevaló kalkulátor szolgáltatja a megfelelő függvényértékeket, kevesen fognak visszariadni a szerzők által javasolt néhány algebrai művelet követésétől. Cserébe a speciális relativitáselmélet leghíresebb példáit és paradoxonait kvantitatív módon lehet kezelni, a megértést számításokkal ellenőrizni.

További érdeme a könyvnek a relativisztikus dinamika egyszerű megalapozása a négyesvektorok segítségével. Az impulzus, tömeg és energia kapcsolatának mélyreható

elemzése világossá teszi a relativitáselmélet jelképévé lett  $E = mc^2$  képlet valódi jelentését. Elmagyarázza például, hogy relativisztikus gáz nyugalmi tömege nem egyenlő a gázt alkotó részecskék nyugalmi tömegének összegével.

Végül még arra is telik a kérdezve kifejtő módszer segítségével, hogy a téridő görbülete és a gravitáció kapcsolatát elemezze, anélkül, hogy az általános relativitáselmélet közönséges halandó számára fel nem fogható mélységeire hivatkozná. Tudatosan vagy nem, ám dramaturgiai-lag indokoltan a történet végén újra megjelenik a két földmérő, akik most mint egyszerű utazók mérik ki a megtett távolságok összehasonlításával a Föld görbületét, jelezve, hogy az általános relativitáselmélet is elmondható mérhetően és érthetően, csak kell rá szólni egy kis időt.

A könyv először 1963-ban jelent meg, magyarul 1974-ben, 5000 példányban. Ez a mennyiség két-három év alatt elfogyott, tehát a könyv harminc éve magyarul alig hozzáférhető. Ez az oka az oktatáson belüli háttérbe szorulásának. Azokon az egyetemi kurzusokon, ahol lehetőség van a speciális relativitáselmélet alapjainak ismertetésére, a *Taylor* és *Wheeler* könyvének magyar fordítása a nehezen hozzáférhető ajánlott könyvek között szerepel. Ezt a nehézséget csak kis létszámú kurzusoknál sikerül legyőzni, ahol az elérhető néhány példány körbeadható. Nincs hasonló könyv, ami a tanulságos példák, paradoxonok végigkövetésében pótolhatná.

Az egyetemi tankönyvek és jegyzetek elképesztő mennyiségét az ambiciózus oktatók nagy száma és a szüntelen oktatási reformok együtt okozzák. Átlagos felhasználási élettartamuk öt és tíz év között lehet. Van néhány nagy kivétel, mint *Landau* tíz kötetes *Elméleti fizikája* vagy a