

# EÖTVÖS LORÁND JUBILEUMI EMLÉKVERSENY 2019

Szarka László Csaba – MTA Könyvtár és Információs Központ  
Győri István – SZTE Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola  
Molnár László – ELTE SEK Fizika Tanszék  
Ujvári Sándor – Székesfehérvári Lánzos Kornél Gimnázium

Az Eötvös Loránd-émlékév fiatalok számára legnagyobb hatású eseményei minden bizonnyal az iskolai rendezvények, valamint az általános és középiskolai vetélkedők voltak. Soprontól Kolozsvárig, Kaposvártól Léváig számos iskolában tartottak hangulatos, saját szervezésű ünnepséget, és nem csupán a nagy tudósunk nevét viselő intézményekben. Az *Eötvös Loránd fizikus, geofizikus és a felsőoktatás megújítójának 100. évfordulója – Az UNESCO-val közösen emlékezve* című, az NKFI Alapból megvalósult projekt keretében három országos, illetve Kárpát-medencei vetélkedő zajlott: az év első felében az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány Celldömölkön, ünnepélyes keretek között rendezte meg általános iskolai vetélkedőjük döntőjét, a középiskolás fiatalokat pedig az Eötvös Loránd Fizikai Társulat (ELFT) hagyományos Eötvös-versenye mellett az *Eötvös Loránd Jubileumi Emlékverseny* szólította meg. E harmadik, nagyszabású vetélkedőnek nem voltak közvetlen előzményei.

Az *Eötvös Loránd Jubileumi Emlékverseny* (négytagú csapatok számára kiírt műveltségi vetélkedő) koncepcióját az *Eötvös 100 koordinációs testület* készítette el. Miután a pénzügyi feltételek (2019 májusában) megteremtődtek, a szervezői és lebonyolítói feladatokat az ELFT és az MTA Könyvtár és Információs Központ vállalta magára, a SZTAKI és a Magyar Geofizikusok Egyesülete bevonásával. A vetélkedő tartalmát és egész szakmai folyamatát a *Molnár László* által vezetett csapat (*Finta Zsanett, Fűzfa Balázs, Győri István, Koós Ildikó, Kovács László, Márkus Zsolt, Molnár*



A Föld forgását az Eötvös-pörgettyű 21. századi, az OKTV-re készített változatával, amelyről cikk is megjelent tavalyi folyóiratunkban,<sup>1</sup> Groma István mutatta be a versenyzőknek.

*Andrea, Ormos Tamás, Szabó Róbert, Ujvári Sándor, Veres Miklós*, egyben a későbbi zsűri) alakította ki.

Az EMMI-nek, a Klebelsberg Központnak és a Magyar Természettudományi Társulatnak köszönhetően a szeptember eleji határidőig nem kevesebb, mint 224 csapat jelentkezett: nagyrészt vidékről, részben (10 százaléknyan) határokon túlról. Az előválogató öt héten át, heti gyakoriságú internetes fordulókban, a SZTAKI által kialakított informatikai keretek között

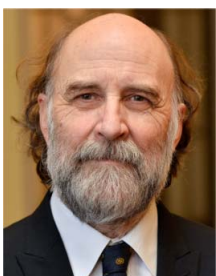
<sup>1</sup>Groma I.: Az Eötvös-mérleg. *Fizikai Szemle* 69 (2019) 408–414.



*Szarka László Csaba* geofizikus–mérnök, az MTA rendes tagja, soproni egyetemi tanár. Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet kutatója (1977–2010), az MTA Titkárság Kutatóintézeti Főosztály vezetője (2010–2015), az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont főigazgatója (2016–2018). 2019-ben – nyugdíjas-ként – az Eötvös 100 koordinációs testület elnöke volt. Elektromágneses geofizikával és környezeti kérdésekkel foglalkozik.



*Molnár László* kémia–fizika szakos tanár, környezetvédelmi szakmérnök; az ELTE SEK Fizika Tanszékének ny. oktatója. Több akkreditált tankönyv és oktatási segédanyag szerzője. Rendszeresen tart ismeretterjesztő előadásokat, kísérletbemutatókat és részt vesz az Öveges-verseny feladatainak kidolgozásában is. Az Eötvös Loránd Jubileumi Emlékversenyen a versenybizottság és a zsűri elnöke volt. Az ELFT Országos Elnökségének tagja. A kísérletező fizikatanítás elkötelezett híve.



*Győri István* 1978-ban végzett a szegedi József Attila Tudományegyetem matematika–fizika szakán. A megye két legrangosabb gimnáziumában (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, 1979–1988; SZTE Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola, 1988–2016) tanított és volt a fizika munkaközösségek meghatározó alakja nyugállományba vonulásáig. Diákjai hosszú évek óta sikeresek az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyeken, az Eötvös- és a Mikola-versenyeken, a Nemzetközi Fizikai Diákolimpián.



*Ujvári Sándor* középiskolai fizikatanár, a Székesfehérvári Lánzos Kornél Gimnáziumban tanít. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Oktatási Szakosztály és a Fejér Megyei Csoport elnöke. A fizika tanításában legfontosabbnak a jelenségek valóságos bemutatását, a diákok által végzett kísérleteket, méréseket tartja.

zajlott. Összesen 181 csapat teljesítette az összes fordulót. Közülük került ki a 2019. november 23-i döntő 14 csapatos mezőnye. A döntő helyszíne a Magyar Tudományos Akadémia Díszterme volt, ahol a Tudományos Világforum díszletei különlegesen ünnepélyes körülményeket teremtettek.

A döntő első harmadában a gyerekek írásbeli kérdésekre válaszoltak, majd a csapatok egy – a folyadékok felületi feszültségével kapcsolatos – fizikai kísérletet végeztek el. Végül három perces kiselőadás formájában ismeretterjesztői-előadói képességükről is számot adtak.

## Eredmények

1. *Trivialisch* (Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg: *Czett Máttyás, Pácsonyi Péter, Szalai Bence, Veres Kristóf*, mindannyian 12. évfolyam, felkészítő tanár: *Pálovics Róbert*),
2. *bar-obm-fi* (Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely: *Torda Tegze, Szántai Gábor, Szőke Levente, Nagyéczi Gergő* mind 12., tanár: *Berecz János*),
3. *Toltelek* (Katona József Gimnázium, Kecskemét: *Boda Milán, Fekete Domonkos, Garamvölgyi István, Hudák János*, mind 12., tanár: *Sáróné Jéga-Szabó Irén*),
4. *FifikusFizikusok* (Talentum Tehetség Műhely, Győr),
5. *Rettenthetetlen4keszeg* (Boldog Brenner János Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium, Szombathely),
6. *VAG-on* (Vámbéry Ármin Gimnázium, Dunaszerdahely),
7. *Farkasfalka* (Vajda János Gimnázium, Keszthely),
8. *NOOBMASTER69* (Baár-Madas Református Gimnázium, Budapest),
9. *torzingazok* (Középiskolai Leánykollégium, Budapest, Uzsoki utca),
10. *rfkv11m* (Kisvárdai SZC II. Rákóczi Ferenc Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája, Kisvárd),
11. *ELTEAM* (Nagykanizsai Szakképzési Centrum Cserhádi Sándor Szakképző Iskolája és Kollégium),
12. *cserisek* (Nagykanizsai Szakképzési Centrum Cserhádi Sándor Szakképző Iskolája és Kollégium),
13. *Tudatlanokrfkv* (Kisvárdai SZC II. Rákóczi Ferenc Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája, Kisvárd),
14. *EotvosCELL* (Vas Megyei SzC Eötvös Loránd Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája, Celldömölk).

Az 1. helyezett csapat iskolájuk számára egy különleges, innovatív ajándékot kapott: a földforgást kimutatni képes mérőberendezést, azaz az Eötvös-féle forgómérleg (Eötvös Loránd eredeti kísérleti eszközének) *Groma István* ELTE-professzor és munkatársai által készített működőképes, 21. századi változatát. A többiek is természetmegfigyelő eszközt vihettek haza: a második helyezett csapat csillagászati távcsövet, a harmadik nagy felbontású mikroszkópot. A 1–3. helyezett tanulók egyéni ajándéka turistatávcső (a tanároké nap-



Írásbeli feladat.

óras iránytű) volt, továbbá a magyarországi UNESCO-világörökségi helyszíneket bemutató könyv (ez utóbbi az UNESCO Magyar Nemzeti Bizottság ajándékaként). A fő díjakat *Birkner Zoltán*, az NKFIH elnöke adta át. Az MTA és az ELTE a vadonatúj *Eötvös Loránd emlékalbum* egy-egy példányával, az Akadémiai Kiadó pedig a budapesti tudománytörténeti sétákról szóló könyvvel ajándékozta meg a döntő minden résztvevőjét (az első helyezettet pedig *Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténetével*). A vetélkedő résztvevői (a 181 csapat tagjai) „Eötvös 100” tornazsákokat és -karkötőt, valamint Eötvös 100 ismeretterjesztő anyagokat kaptak.

A *FifikusFizikusok* csapat a Magyar Geofizikusok Egyesületétől, a *Rettenthetetlen4keszeg* a Wigner Fizikai Kutatóközponttól, *VAG-on* a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálattól kapott különdíjat. A zalaegerszegi *Trivialisch* elnyerte a legjobb előadást nyújtó csapatnak járó különdíjat, amit a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet ajánlott fel.

A bevezető előadást az Eötvös-hatásról *Groma István* tartotta. A vetélkedő végén pedig (mialatt a zsűri értékelt), *Csenár Márton* mesélt Eötvös Loránd hegy-mászásairól, az egykori és a mai hegymászó felszerelésekről.

A kísérleti feladat megoldása az MTA Dísztermében (a győri csapat).





„Eötvös 100” üdvözet Kolozsvárról.

Ha lett volna fair-play díj, akkor azt a kolozsvári Báthory István Elméleti Líceum *Dodekaéder* csapata kapta volna (*Sprencz Róbert, Beke-Szabó Bence, Szabó Loránd, Mostis Márk* és tanáruk, *Káptalan Erna Katalin*). A legtöbb pontot elért határon túli csapatként ők utazhattak volna Budapestre, de betegség miatt a távolmaradás mellett döntöttek – és ezt időben jelezték is; így elegendő idő maradt a következő határon túli csapat kiértékelésére és felkészülésére.

Az eseményről az M5 televíziócsatorna tudósításban számolt be, és a verseny reggelén a Kossuth rádió is hírt adott róla. A teljes napról készített videofelvétel megtekinthető a [www.eotvos100.hu](http://www.eotvos100.hu) weboldalon. A legkiválóbb háromperces előadások – az ismeretterjesztési gyöngyszemekként – a youtube-on angol feliratozással is elérhetők. (A zalaegerszegi Pácsonyi Péteré itt: <https://www.youtube.com/watch?v=S51rS61yVsU&feature=youtu.be>; a győri Csimma Viktoré itt: <https://www.youtube.com/watch?v=CGrLmcXH0oI&feature=youtu.be>).

Az Eötvös Loránd Jubileumi Emlékverseny ezernyi diákot megmozgatott, híre külföldre, a Tudományos Világforum résztvevőihöz és az Eötvös 100 Honorary Board tagjaihoz is eljutott. A visszajelzések szerint akár hungarikum is lehetne. Az emlékverseny természetesen az érintettek körében is nagy sikert aratott, úgyhogy ezt a természettudományi-kulturális vetélkedőtípust érdemes folytatni, és hasonló formában, de változó tartalommal 1-2 évente megrendezni.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete konkrét javaslattal fordult az NKFI Hivatalhoz a vetélkedő 2020. évi támogatására, számítva az ELFT, az MTA KIK, a SZTAKI, illetve a 2019. évi szervezést végző személyek részvételére. A koronavírus-járvány miatt az idei – földtudományi témájú – vetélkedő sajnos elmaradt, de jövőre – és az azt követő években – egy hasonló vetélkedő minden bizonnyal megrendezésre kerül.

## A verseny feladatairól

A versenyt olyan *műveltségi versenyként* hirdettük meg középiskolások számára, amelynek célja *Eötvös Loránd* életének, tudományos és közéleti munkásságának megismerése és megismertetése volt – a korszak kulturális környezetébe ágyazva. Így a természettudományi kérdések és feladatok mellett a résztvevők számíthattak történelmi és irodalmi kérdésekre is.

### Az első 5 fordulóról

Az első 5 fordulót online bonyolítottuk le. A négyfős csapatoknak az első fordulóban irodalmi, a második fordulóban történelmi, a harmadikban fizikai, a negyedikben geofizikai kérdésekre kellett válaszolniuk. Az ötödik forduló Eötvös Loránd életével és sokoldalú tevékenységével kapcsolatos kérdéseket, feladatokat tartalmazott. A változatosság a feladattípusok sokféleségét is jelentette: online teszt, számítási feladat, kísérlet és értékelése. Ezeket a feladatokat más és más felületeken, más és más módszerekkel kellett megoldani: online és papíron, valós kísérletekkel és szimulációval.

Egyes feladatok megoldásához a versenyzőknek virtuálisan be kellett járni egy adott helyszínt (így például az Eötvös Kiállítást, vagy Eötvös túraútvonalait), illetve előre felkészülhettek a kiadott anyagokból. Valamennyi, a felkészüléshez szükséges ismerethez internetes hozzáférést adtunk. A témahét leírása és az „irodalomjegyzék” pénteken jelent meg a verseny honlapján; a felkészülési idő lejártá után, a következő héten szerdán vagy csütörtökön volt lehetőség a feladatlapok megnyitására és kitöltésére – természetesen a megadott időkorlátok között.

A verseny informatikai hátterét a SZTAKI munkatársai, *Márkus Zsolt* és *Veres Miklós* biztosították. A

beérkező megoldások azonnal feldolgozásra kerültek, és egy forduló lezárása után a versenybizottság és a versenyzők is rögtön láthatták az eredményeket. Munkájuk fontos része volt az „ügyelet”: telefonon vagy e-mailben segítettek a csapatoknak a felmerülő technikai problémák megoldásában.

Az *1. táblázat* az egyes fordulók eredményeit mutatja.

Az egyes fordulók eredményei				1. táblázat
forduló és az ott elérhető maximális pontszám	elért legjobb eredmény	eredmények középértéke	átlag felett teljesítő csapatok aránya	
1. Irodalom	24	24 pont (100%)	21 pont (88%)	40%
2. Történelem	52	50 pont (96%)	40 pont (88%)	49%
3. Fizika	68	66 pont (97%)	35 pont (51%)	48%
4. Geofizika	41	39 pont (95%)	24 pont (59%)	51%
5. Eötvös Loránd élete	33	32 pont (97%)	16 pont (48%)	49%

A 3. fordulón a következő két, ismertnek számító feladat is szerepelt.

### 11. feladat

Egy  $R_B = 4000$  km sugarú, gömb alakú bolygó tömege  $M_B = 4 \cdot 10^{24}$  kg. A bolygó körül  $R = 7 R_B$  sugarú körpályán kering egy űrhajó. A gravitációs állandó értéke  $6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

a) Mekkora erre a bolygóra vonatkozóan a  $v_1$  első kozmikus sebesség?

b) Mekkora a  $T_0$  keringési ideje az ezzel a sebességgel felszínközeli pályán keringő űrhajónak?

c) Hányszorosa az  $R = 7 R_B$  sugarú körpályán haladó űrhajó keringési ideje a  $T_0$ -nak?

### 12. feladat

Egy **U** alakú drótkeret egyik oldala mozgatható, vékony drót. A keretet folyadékhártya tölti ki. Azt találjuk, hogy ha a mozgatható,  $l = 6$  cm hosszúságú drótra egy  $m = 0,8$  g tömegű nehezéket akasztunk, egyensúly áll be. A mozgatható drót tömege 0,07 g.

a) Számítsuk ki a keretet kitöltő folyadék felületi feszültségét!

b) Mennyi munkát kell végeznünk, ha állandó hőmérsékleten a folyadékhártya felületét  $A = 1$  cm<sup>2</sup>-rel megnöveljük?

Tanulságos, hogy a 11. feladatra a csapatok csak 56%-a, a 12.-re csupán 25%-a adott hibátlan megoldást!

Szinte az emlékverseny gondolatának megszületésétől kezdve egyértelmű volt számunkra, hogy a *megmérettetés részét kell képezze egy kísérleti, mérési feladat is*. Diákjaink akkor tudják Eötvös Loránd munkásságát igazán méltányolni, ha szembesülnek azzal, milyen nehézségeket is hordoz egy természettudományos mérés kitervelése, és olyan szintű precizitással történő elvégzése, amire Eötvös, a tudós, a vérbeli kísérleti fizikus képes volt.

A mérési feladat kiválasztásánál több szempontot próbáltunk figyelembe venni. Mindenképpen szeretnénk volna, hogy a kitűzött probléma kapcsolódjon valamelyik olyan jelenségkörhöz (folyadékok felületi feszültsége, gravitáció), amelynek tanulmányozása során Eötvös nemzetközileg elismert eredményeket ért el. Ugyanakkor mérlegelnünk kellett, hogy a közoktatásban fizikát tanuló diákok milyen mélységű ismeretekkel rendelkezhetnek az érintett fejezetekben, illetve milyen mérési rutint, jártasságot feltételezhetünk a versenyzők részéről.

Így a 3. forduló részét képezte egy „klasszikus” mérési feladat, a  $g$  mérése fonálinga segítségével – a kapott, részletes mérési utasítás alapján. Erre a résztvevők csupán 19%-a érte el a maximális pontszámot!

A 4. fordulón a versenyzőknek el kellett látogatni a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar

2. táblázat

### A döntő egyes témáihoz kapcsolódó feladatok eredményei

feladat és az elérhető maximális pontszám	elért legjobb eredmény	eredmények középértéke	átlag felett teljesítők száma, aránya
1. irodalom-történelem	45	28 pont (62%)	16 pont (36%) 8 csapat (57%)
2. fizika	49	47 pont (96%)	22 pont (45%) 5 csapat (36%)
3. geofizika	42	42 pont (100%)	25 pont (60%) 7 csapat (50%)
4. Eötvös Loránd élete és emlékezete	47	23,5 pont (50%)	15,5 pont (33%) 7 csapat (50%)
5. mérési feladat	52	52 pont (100%)	36 pont (69%) 8 csapat (57%)
6. FameLab	42	41 pont (98%)	35 pont (83%) 8 csapat (57%)

honlapján található Foucault-inga lapra. A webkamera képét felhasználva meg kellett mérniük az inga lengés- és körülfordulási idejét. Ehhez a feladathoz is részletes mérési utasítás tartozott. A maximális pontszámot itt is csak a résztvevők 19%-a érdemelte ki!

Végül meg kell említeni, hogy ugyancsak tanulságos az 5. forduló eredménye – annak tudatában különösen, hogy ehhez is bőséges ismeretanyag állt a versenyzők rendelkezésére.

## A döntőről

Eötvös Lorándot az emlékezet elsősorban világhírű fizikusként tartja számon. Úgy az első öt forduló, mint a döntő feladatainak összeállításakor azonban arra is törekedtünk, hogy más, elismert tevékenységei – mint például a hegymászás, a fényképezés, a közéleti szerepvállalás – is említésre kerüljenek.

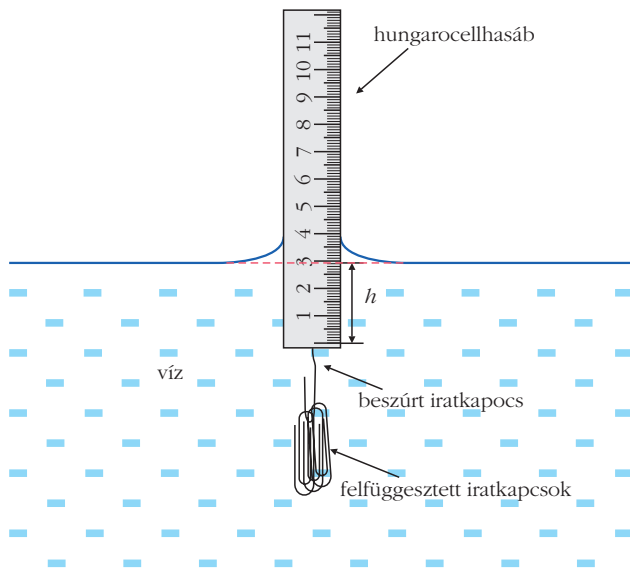
Záró feladatként került sor a FameLab-ra. Minden csapat maga választhatta meg előadása tartalmát, a kikötés csak az volt, hogy szervesen kapcsolódjon a verseny tematikájához. Az értékelésben – a szakmaiság mellett – fontos szerepet játszott a nyelvi eszközök használata, az előadásmód és a szép magyar beszéd is. A versenyzők maguk dönthették el azt is, hogy a csapatból ki tartja meg „első előadását az Akadémian”.

Az 2. táblázat az egyes témákhoz kapcsolódó feladatok eredményeit mutatja.

A döntő zárásaként – amíg a zsűri összesítette az eredményeket – Csenár Márton hegymászó, túravezető tartott nagy sikerű előadást a Dolomitokról és a hegymászásról, amelynek során bemutatta a hegymászásához ma használatos eszközöket is, részletesen ismertetve azok „működését”.

## Még néhány gondolat a mérésről

Természetesen a döntőben is volt mérési feladat, amelynek kitűzésekor – a már elmondottakon kívül – figyelembe kellett vennünk, hogy az egy munkanapra szervezett vetélkedő színes programjában 1 óránál hosszabb időtartamot a mérésre nem szánhatunk, és azt



1. ábra. Kísérleti feladat: a felületi feszültség meghatározása.

is, hogy csak olyan felszerelések, anyagok-eszközök jöhetnek szóba, amelyek – viszonylag könnyen, gyorsan szétszatható-összeszedhető formában – minden csapat számára azonos színvonalon biztosíthatók a versenynek otthont adó MTA Dísztermének megtisztelően szép kulisszái között kiépítendő „laboratóriumban”.

A Versenybizottság végül egy felületi feszültség meghatározását célzó feladat kitűzése mellett tette le voksát. A mérésben egy hungarocell anyagú, milliméterskálával ellátott, átlátszó irodai ragasztószalaggal (cellux) bevont négyzetes hasáb mosogatószeres vízben történő úszásának vizsgálatán keresztül lehetett meghatározni a folyadék felületi feszültségét. A függőleges helyzetben úsztatott hasáb terhelését iratkapcsok ráakasztásával változtatva mérni kellett a bemerülés mélységét, és a kapott adatok grafikus kiértékelése alapján lehetett megadni a választ a kitűzött kérdésre (lásd az 1. ábrát).

A mérési feladat tárgyát tekintve mindenképpen illeszkedett kiválasztási szempontunkhoz: ebben a jelenségkörben Eötvös Loránd az általa kidolgozott reflexiós módszerrel kiemelkedően pontos eredményeket ért el, és olyan összefüggést ismert fel, illetve fogalmazott meg a felületi feszültség hőmérsékletfüggésére, amely azóta az Eötvös-törvény nevet viseli. A témaválasztásban még csak-csak tudtuk követni nagy fizikusunk nyomát, viszont Eötvös legendás pontosságát az adott körülmények között meg sem próbálhattuk megközelíteni. Az alábbiakban vázlatosan megemlítenénk néhány hibaforrást, amelyek a versenyző csapatok tagjainak ügyességétől, tevékenységük pontosságától függetlenül jelentősen befolyásolták a mérési eredményeket.

A felületi feszültségről a középiskolában, elsősorban a gimnáziumokban tanulhatnak a diákok. Sajnos, az örökös időzavarban a jelenségkör mennyiségi tárgyalása rendszerint elmarad, vagy felületesen, a megemlékezés szintjén megy végbe. Legfeljebb ideális esetekkel találkozhatnak:  $0^\circ$  vagy  $180^\circ$ -os illeszkedési szögtől eltérő szituációk szóba sem kerülhetnek. Ezért a

mérés kiértékelésénél engedélyeznünk kellett azon egyszerűsítő feltevés használatát, hogy a folyadék tökéletesen nedvesíti a hasábot. Ez a valóságban korántsem igaz. Az úszó hasábra a folyadék által kifejtett „kapillaris erő” – a hasáb keresztmetszetének kerületén kívül – a folyadék felületi feszültségétől és az illeszkedési szög koszinuszától függ. Az általunk elérhető források alapján cellulóz-acetát hordozójú irodai ragasztószalagnál  $50\text{--}60^\circ$  körüli, polipropilén felület esetén pedig  $90^\circ$  körüli illeszkedési szögértékeket várhatunk tiszta víz esetében. Mivel a ragasztószalag hordozójának anyagi összetétele, felületkezelése ismeretlen volt számunkra, az előkészületek alatt próbaméréseket végeztünk (természetesen a diákok számára majdan rendelkezésre álló mérési eszközökkel). Úgy tapasztaltuk (folyadékot a ragasztószalag hordozórétegének felületére cseppentve), hogy viszonylag kicsi illeszkedési szög, vagyis a „tökéletes nedvesítés” megközelítése csak a vízben néhány ezrelékes arányban mosogatószerrel feloldva érhető el – jöllehet ennek következményeként a folyadék felületi feszültségének értéke csökken. Ezért szerepelt a versenyen kitűzött feladatban folyadékként mosogatószeres oldat.

A mérés során pontatlanság lépett fel a „próbahasáb” tömegének és hosszmereteinek meghatározása során is. A tömegmérésre ugyan századgrammos pontosságú mérleget használhattak a versenyzők, de a hasábra ható felhajtóerő figyelembe vételét nem igényelte a zsűri, ami a hungarocellhasáb kis sűrűsége miatt 3-4%-os hibát hordozott. A hosszmereteiket 1 mm-es beosztású vonalzóval mérhették a versenyzők, így a térfogat és a nedvesített kerület meghatározásánál is körülbelül 5%-os hiba lépett fel.

A legnagyobb nehézséget, és ebből következően az eredményt jelentősen befolyásoló hibaforrást mégis a bemerülés mélységének leolvasása jelentette: ebben a mérési elrendezésben, és ilyen rövid mérési időtartam alatt e probléma kiküszöbölésére sajnos nem láttunk lehetőséget.

A felsorolt hibaforrásokot figyelembe véve a versenyző csapatok eredményeit elég bő intervallumban helyesnek fogadtuk el: a  $0,05\text{ N/m}$  és  $0,1\text{ N/m}$  közé eső eredmények egyformán jónak minősültek.

Minden körülményt figyelembe véve azt mondhatjuk, hogy a versenyző csapatok többsége dicséretesen végrehajtotta a mérést, néhány esetben azonban – sajnos – tapasztalhattuk, milyen szerény mérési rutinnal rendelkeznek tanítványaink. Nem ők a hibásak, és nem is a tanáraik...

## Válogatás a döntő feladataiból<sup>2</sup>

### 1. Irodalom

Ki a szerzője annak a versnek, melyből az alábbi idézetet vettük? Írd a helyes válasz betűjelét az üres négyzetbe! Ha a *d.* választ jelölöd meg, írd a nevet a pontozott vonalra!

<sup>2</sup>A helyes megoldásokat – a megfejtéseket kitalálni kívánó olvasóink kedvéért – az írás végén közöljük.

„Midőn feljött a hold s a csend beállta,  
Terjedt fának tövében ültem én,  
És képzetemben messze elrepültem...  
Áldott anyám rólad emlékezém.

S a lantot is már-már kezembe vettem,  
Hogy zengjek, ég áldását kérve rád,  
Midőn a fa zúgni kezdett felettem,  
S én elbámulva hallgatám szavát.”

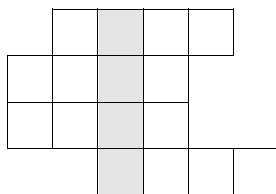
- Vadnai Károly
- Petőfi Sándor
- Tompa Mihály
- Más, éspedig: . . . . .

## 2. Történelem

Évszám-keresztrejtvény. Mely dualizmus kori évszámokat rejtik az egyes sorok?

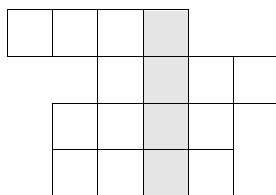
a)

- Vérvörös csütörtök
- Budapest egyesítése
- Aradi vértanúk kivégzése
- Októberi diploma



b)

- Kiegyezés
- Deák hűsvéti cikke
- Úrbéri pátens
- Zsebkendőszavazás



c)

Ha az a) megoldásban kapott, négy számjegű számból kivonod a b) megoldás ugyancsak négy számjegű számát, megoldásként egy évszámot kapsz.

Ehhez az évszámhoz Eötvös életében egy rendkívül fontos kísérleti mérés kapcsolható. Milyen találmányát alkotta meg ebben az esztendőben Eötvös Loránd?

## 3. Fizika

Tegyük fel, hogy mind a Föld, mind a Hold tökéletes körpályán kering a Nap, illetve a Föld körül, és ezek a pályák egy síkba esnek. (A valóságban a pályák ellipszisek és a Hold pályája körülbelül 5°-ban hajlik a Föld Nap körüli keringésének síkjához.) Mekkora a Hold Naphoz viszonyított sebességének legkisebb és legnagyobb értéke? Milyen fázisában veszi fel a Hold ezeket a sebességértékeket? Írd a helyes válasz betűjelét az üres négyzetbe!

A számítások egyszerűsítése miatt a Föld pályájának sugarát vegyük 150 millió km-nek, és tekintsük úgy, hogy a Hold a Földtől 384 000 km távolságban kering. A Föld keringési ideje 365,25 nap, a Hold 27,3 nap alatt kerüli meg a Földet.

- A kerekített értékek 31 km/s, illetve 29 km/s. Legnagyobb sebességgel újhold, legkisebbel telihold idején halad a Hold a Naphoz képest.

- A kerekített értékek 31 km/s, illetve 29 km/s. Legnagyobb sebességgel telihold, legkisebbel újhold idején halad a Hold a Naphoz képest.
- A kerekített értékek 32,5 km/s, illetve 27,5 km/s. Legnagyobb sebességgel akkor halad a Hold a Naphoz képest, mikor az első negyedre eléri, legkisebbel az utolsó negyed állapotában.
- A kerekített értékek 32,5 km/s, illetve 27,5 km/s. Legkisebb sebességgel akkor halad a Hold a Naphoz képest, amikor az első negyedre eléri, legnagyobb az utolsó negyed állapotában.

## 4. Geofizika:

Eötvös eredményei közül a leghíresebb, amikor laboratóriumi mérésekkel  $10^{-9}$ -es pontossággal állapította meg a tehetetlen

$$m = \frac{F}{a}$$

és a súlyos

$$m = G \frac{R^2}{fM}$$

tömegek azonosságát. Mi volt a mérési módszere? Írd a helyes válasz sorszámát az üres négyzetbe!

- Ugyanazzal a tömeggel súlymérést, valamint ejtési kísérletet is végzett. Az eredményeket összehasonlította.
- A torziós inga két, azonos tömegének anyagát mérésenként, szisztematikusan változtatta.
- Összehasonlító ejtő kísérleteket végzett eltérő anyagú, de azonos tömegű próbatestekkel.
- Azonos magasságból kalapácsot és tollat ejtett le, a földet érési időket mérte.

## 5. Életút

A táblázat kitöltésével tedd időrendi sorrendbe az alábbi eseményeket, amelyek Eötvös akadémiai működésével kapcsolatosak. Ha az eseményhez megadod a helyes évszámot is, plusz pontot ér.

- Eötvös Lorándot az MTA rendes tagjává választják.
- Az Akadémia nevében megkösorozza Kossuth Lajos koporsóját.
- Létrehozza a Bolyai-díjat.
- Az MTA elnökévé választja a közgyűlés.
- Első alkalommal, vendégelőadóként felolvassa tanulmányát a III. Matematikai és Természettudományi Osztály ülésén.
- Lemond az Akadémia elnöki tisztségéről.

1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

Eötvös Loránd nevét egy kisbolygó is őrzi az égen. A 12301 Eotvos jelű kisbolygót 1991-ben fedezte fel Eric Walter Elst, belga csillagász a La Silla Observatóriumban, amely a chilei Atacama-sivatag peremén, Santiago de Chile városától 600 km-re északra, 2400 méteres magasságban helyezkedik el.

Milyen égitestek a kisbolygók? Írd a helyes válasz betűjelét az üres négyzetbe!

- Kisméretű, Föld-típusú bolygók.
- Kisméretű, rendszerint szabálytalan alakú, főleg kőzetanyagú égitestek.
- Kisméretű, gömb alakú égitestek.
- Kisméretű égitestek; csak a Nap közelében válnak láthatóvá, miután a napsugárzás hatására kómájuk és csóvájuk keletkezik.

## Megoldások

### 1. Irodalom

d. Eötvös Loránd

### 2. Történelem

a) 9741

	1	9	1	2	
1	8	7	3		
1	8	4	9		
		1	8	6	0

b) 7850

1	8	6	7		
		1	8	6	5
	1	8	5	3	
	1	9	0	4	

c) 1891., Eötvös-inga / horizontális variométer

### 3. Fizika

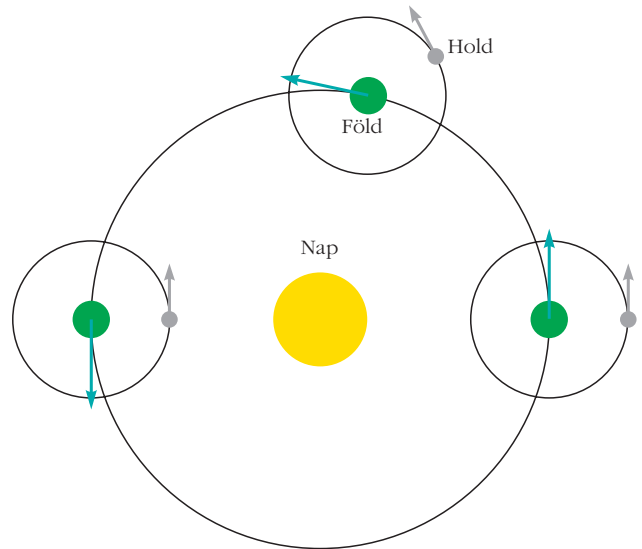
A Nap–Föld távolság, azaz a keringési pálya sugara,  $R_F = 150$  millió km =  $1,5 \cdot 10^8$  km =  $1,5 \cdot 10^{11}$  m, és a Föld  $T_F = 365,25$  nap =  $365,25 \cdot 86400$  s =  $3,15576 \cdot 10^7$  s alatt kerüli meg egyszer a Napot. Ezek alapján a Föld keringési sebessége meghatározható.

$$v_{\text{Föld}} = \frac{2 R_F \pi}{T_F} = 2,986 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$R_H = 384\,000$  km =  $3,84 \cdot 10^8$  m, és a Hold  $T_H = 27,3$  nap =  $2,35872 \cdot 10^6$  s alatt kerüli meg egyszer a Földet. Földhöz viszonyított sebessége ezért:

$$v_{\text{Hold}} = \frac{2 R_H \pi}{T_H} = 1,023 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 1 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

A Hold Naphoz viszonyított sebessége vektoriálisan tevődik össze a Föld Nap körüli keringési sebességéből és a Hold Föld körüli keringési sebességéből: a Hold együtt halad a Földdel a Nap körül, de még a



2. ábra. Szemléltetés a Hold Naphoz viszonyított sebességének meghatározásához.

Földhöz viszonyítva is „körbe-körbe szaladgál”. Mivel a Hold Föld körüli keringésének iránya megegyezik a Föld Nap körüli keringésének irányával, legnagyobb akkor lehet a Hold Naphoz viszonyított sebessége, amikor a két sebességvektor párhuzamos és egyirányú, legkisebb, amikor párhuzamos és ellentétes irányú (lásd az – egyáltalán nem méretarányos! – 2. ábrát): 31 km/s, illetve 29 km/s.

Ezeket a helyzeteket megnézve láthatjuk, hogy a Hold Naphoz viszonyított sebessége telihold környékén maximális, újhholdkor minimális, azaz a megoldás „b”.

### 4. Geofizika

Tehetetlen és súlyos tömeg azonossága: 2.

### 5. Életút

1.	e	1871
2.	a	1884
3.	d	1889
4.	b	1894
5.	c	1903
6.	h	1906

Kisbolygó jellemzője: „b”

SZÁMÍTUNK RÁD, LÉGY  
MINKÉRT BARÁTJÁ!

LEGUTÓBB 916 000 FORINTTAL TÁMOGATTÁK  
A TÁRSULAT MUNKÁJÁT, KÖSZÖNJÜK!

Adószámunk: 19815644-2-43