

Négy érem a 49. Nemzetközi Fizikai Diákolimpián

(Lisszabon, Portugália, 2018. július 21–29.)

A magyar csapat 1 ezüst-, 3 bronzéremmel és egy dicsérettel végzett a Lisszabonban július 21. és 29. között megrendezett versenyen. Az országok közötti nemhivatalos pontversenyben Magyarország 89 ország közül a 22. helyet szerezte meg.

A csapat és eredményeik:

Németh Balázs (Budapesti Fazekas M. Gyak. Ált. Isk. és Gimn., 12. oszt.) *ezüstérem* (32,8 pont), felkészítő tanárai: *Csefkó Zoltán és Dvorák Cecília*;

Szakály Marcell (Budapesti Fazekas M. Gyak. Ált. Isk. és Gimn., 12. oszt.) *bronzérem* (26,3 pont), felkészítő tanárai: *Csefkó Zoltán és Dvorák Cecília*;

Marozsák Tóbiás (Óbudai Árpád Gimnázium, 12. oszt.) *bronzérem* (25,2 pont), felkészítő tanárai: *Mezei István és Gärtner István*;

Elek Péter (Debreceni Ref. Koll. Dóczy Gimnáziuma, 11. oszt.) *bronzérem* (19,25 pont), felkészítő tanára: *Tófalusi Péter*;

Hajdú Csanád (Budapest, Eötvös József Gimn., 12. oszt.) *dicséret* (16,2 pont), felkészítő tanára: *Gulyás Erzsébet*.

Az országok közötti nemhivatalos verseny (pont- és éremtáblázat, az első 30 helyezett):

| | Ország | Pontszám | | Ország | Pontszám |
|-----|---------------|-----------------|------------|---------------------|-----------------|
| 1. | Kína | 209,15 | 16. | Franciaország | 145,85 |
| 2. | Dél-Korea | 195,40 | 17. | Indonézia | 142,80 |
| 3. | Oroszország | 190,55 | 18. | Ukrajna | 141,13 |
| 4. | India | 189,65 | 19. | Irán | 140,45 |
| 5. | Szingapúr | 177,35 | 20. | Brazília | 130,50 |
| 6. | USA | 176,60 | 21. | Egyesült Királyság | 129,60 |
| 7. | Tajvan | 172,95 | 22. | Magyarország | 119,75 |
| 8. | Vietnam | 165,70 | 23. | Németország | 116,25 |
| 9. | Thaiföld | 165,05 | 24. | Észtország | 115,25 |
| 10. | Izrael | 163,50 | 25. | Ausztrália | 113,10 |
| 11. | Törökország | 161,05 | 26. | Olaszország | 113,00 |
| 12. | Japán | 159,70 | 27. | Fehéroroszország | 110,60 |
| 13. | Románia | 150,85 | 28. | Bulgária | 110,50 |
| 14. | Szerbia | 150,40 | 29. | Kazahsztán | 106,70 |
| 15. | Hongkong | 146,55 | 30. | Csehország | 102,90 |

| | Ország | Arany- érem | Ezüst- érem | Bronz- érem | Dicséret |
|------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| 1. | Kína | 5 | | | |
| 2. | India | 5 | | | |
| 3. | Dél-Korea | 4 | 1 | | |
| 4. | Oroszország | 4 | 1 | | |
| 5. | Szingapúr | 4 | 1 | | |
| 6. | Tajvan | 4 | 1 | | |
| 7. | USA | 3 | 2 | | |
| 8. | Izrael | 2 | 3 | | |
| 9. | Vietnam | 2 | 2 | 1 | |
| 10. | Thaiföld | 1 | 4 | | |
| 11. | Törökország | 1 | 4 | | |
| 12. | Japán | 1 | 4 | | |
| 13. | Franciaország | 1 | 4 | | |
| 14. | Hongkong | 1 | 3 | 1 | |
| 15. | Románia | 1 | 2 | 2 | |
| 16. | Indonézia | 1 | 1 | 3 | |
| 17. | Ausztrália | 1 | | 2 | 2 |
| 18. | Spanyolország | 1 | | 2 | 1 |
| 19. | Szerbia | | 5 | | |
| 20. | Ukrajna | | 3 | 2 | |
| 21. | Irán | | 3 | 2 | |
| 22. | Fehéroroszország | | 2 | 2 | 1 |
| 23. | Németország | | 2 | 1 | 2 |
| 24. | Észtország | | 2 | 1 | 2 |
| 25. | Bulgária | | 2 | 1 | 2 |
| 26. | Dánia | | 2 | 1 | |
| 27. | Tádzsikisztán | | 2 | 1 | |
| 28. | Brazília | | 1 | 4 | |
| 29. | Egyesült Királyság | | 1 | 4 | |
| 30. | Magyarország | | 1 | 3 | 1 |

Az olimpiára való készülés szokás szerint a budapesti (*Szász Krisztián, Tasnádi Tamás, Vankó Péter, Vigh Máté*), a miskolci (*Zámborszky Ferenc*), a pécsi (*Kotek László*), a szegedi (*Hilbert Margit, Sarlós Ferenc*) és a székesfehérvári (*Orosz Tamás, Ujvári Sándor*) olimpiai szakkörökön, valamint a BME Fizika Tanszékén szervezett mérési foglalkozásokon kezdődött. A csapatot a szakkörök résztvevői és az országos versenyeken kimagasló eredményeket elért tanulók közül a márciusban megrendezett, kétfordulós *Kunfalvi Rezső versenyen* válogattuk ki. A résztvevőknek a versenyen az olimpián szokásos stílusú és nehézségű elméleti és mérési feladatokat kellett megoldaniuk. Az egymást követő fordulók – az olimpiához hasonlóan – a versenyzők fizikai állóképességét is próbára tették. A csapat kiválasztásánál a válogatóversenyen elért eredmény mellett a korábbi versenyeredményeket és a KöMaL mérési versenyében elért eredményt is figyelembe vettük.

A felkészülés első lépéseként a csapat tagjai részt vettek a II. Európai Fizikai Diákolimpián (EuPhO, Dolgoprudnij, Moszkvai terület, Oroszország, 2018. május 28.–június 1., <http://eupho2018.mipt.ru>). A versenyen Szakály Marcell aranyérmet, Marozsák Tóbiás ezüstérmet, Elek Péter bronzérmet, Németh Balázs és Hajdú Csanád dicséretet kapott. Ezt követte egy kétnapos felkészítés a BME Fizikai Intézetében. (A hagyományos Román-Magyar Előolimpia idén nem került megrendezésre.)

A csapat Vankó Péter (BME Fizikai Intézet) és Tasnádi Tamás (BME Matematikai Intézet) csapatvezetőkkel, valamint *Sarkadi Tamás* (BME Fizikai Intézet) megfigyelővel július 21-én, szombaton hajnalban indult volna Lisszabonba, azonban a repülőtéren kiderült, hogy a járatot törölték. Így csak 15 óra késéssel, éjszaka érkeztünk meg a szálláshelyekre. Vasárnap délelőtt volt a megnyitó, a csapatvezetők ezután vitatták meg és fordították le (reggelig tartó munkával) a mérési feladatokat, amelyeket a versenyzőknek másnap (hétfőn) kellett megoldaniuk.

Az első mérési feladatban a versenyzők különböző térvezérlésű tranzisztrok karakterisztikáit mérték meg. A feladat érdekessége az volt, hogy a feszültségosztó áramkörök, az ellenállások és az egyik tranzisztor is egy papírlapra volt nyomtatva. A versenyzők ezüst vezetőtintás tollal további összekötő vezetékeket, grafitceruzával pedig ellenállásokat rajzolhattak. Csak a telep, a multiméter és egy JFET tranzisztor nem volt a lapon, ezeket krokodilcsipeszes vezetékekkel lehetett a papír áramkörhöz csatlakoztatni.

A második mérési feladatban egy különleges műanyag szál mechanikai tulajdonságait vizsgálták, mely egyszerre mutat a Hooke-törvénynek megfelelő rugalmas viselkedést, valamint belső súrlódásra utaló viszkózus tulajdonságokat. A szál megfeszítésekor fellépő erő időbeli változása alapján következtetni lehetett a szál viszkózus és elasztikus anyagi paramétereire. A mérési feladat különös nehézsége, hogy a szál „egyszer használatos” volt, hiszen viszkózus

tulajdonságai miatt maradandó alakváltozást szenvedett a mérés során. Hibás mérés esetén tehát sok időt veszíthetett a versenyző. A csapat tagjai azonban jól végezték el a mérést, a nehézséget többnyire csak a mérési adatok kiértékelése jelentette.

Mindkét mérési feladat érdekes volt, az eszközök ötletesek és jól kivitelezettek. Azonban a két mérés együtt rengeteg, 5 óra alatt elvégezhetetlen mennyiségű, többnyire mechanikus munkát igénylő részfeladatból állt (még a mezőnyt magasan verő, abszolút győztes kínai diák se tudta végigmérni). A magyar csapatnak nem kedvezett ez a stílus, az időhiány miatt a feladatoknak csak kisebb részét tudták megoldani.

A csapatvezetők kedden folytatták a munkát: reggeltől éjszakáig megvitatták és lefordították az elméleti feladatokat.

Az első elméleti feladat a gravitációs hullámok detektálásáról szólt. A Földön keresztülhaladó gravitációs hullámokat a tudománytörténetben legelőször 2015. szeptember 14-én figyelték meg a speciálisan erre a célra épített LIGO (Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory) csillagászati obszervatóriumban. Az észlelt eseményt két egymás körül egyre kisebb sugarú spirálpályán keringő fekete lyuk összeütközése váltotta ki. A versenyzők a LIGO által észlelt jelből – a feladatban adott útmutatások alapján – az összeütköző égitestek tömegére, sugarára következtettek. Először a klasszikus fizika keretein belül a gravitációs kéttestproblémát körpályák esetében tanulmányozták. Az általános relativitáselmélet szerint a vizsgált kéttestrendszer gravitációs hullámokat bocsát ki, így az energiája folyamatosan csökken; a két égitest egymáshoz egyre közelebb kerül, és a keringés szögsebessége felgyorsul. A feladat második részében a LIGO detektorai által észlelt, növekvő frekvenciájú jelből lehetett következtetni a forrásként szolgáló égitestek paramétereire. Ez a rész tartalmazott hosszabb számításokat, amik a feladatban szereplő útmutatások segítségével megoldhatóak voltak. A magyar diákok többsége jó eredménnyel birkózott meg ezzel a feladattal.

Érdekességként megjegyezzük, szinte csodának számít, hogy az emberiség képes volt a gravitációs hullámok közvetlen észlelésére. Ehhez ugyanis az interferométer karjának hosszváltozását 10^{-21} relatív hibával kellett megmérni, ami olyan, mint ha a Föld-Alfa Centauri távolságot egy hajszál vastagságnyi pontossággal határoznánk meg. A gravitációs hullámok kutatásában több magyar csoport is részt vesz.

A második elméleti feladat témáját a CERN kutatóközpontban működő Nagy Hadronütköztető (LHC) részecskegyorsító ATLAS-detektora adta. A gyorsított hadronok a henger alakú detektor tengelyén haladva ütköznek egymással. Az ütközés eredményeképp keletkező részecskék pedig a detektor tengelyével párhuzamos, homogén mágneses térben mozognak. A feladat első részében a versenyzők a detektor terében mozgó, nagy energiájú elektron mozgását ultrarelativisztikus közelítésben vizsgálták, illetve megbecsülték a görbe vonalú pályán mozgó, gyorsuló részecske által kisugárzott energia mennyiségét is. A második részben a versenyzők két proton ütközésekor keletkező részecskék ATLAS-detektor által mért adatai alapján határozták meg az ugyancsak az ütközés során keletkező, a detektor által nem érzékelhető neutrínó impulzusát. A témakör nehezen megfogható elméleti hátterét ellensúlyozta, hogy a feladat szövege több hasznos formulát is a diákok rendelkezésére bocsájtott. A nehézséget legtöbbször a relativisztikus formulák számolástechnikai körülményessége okozta.

A harmadik feladat két biológiai kérdéssel foglalkozott: a hajszálerek véráramlását és (ettől nem teljesen függetlenül) a daganatok növekedését vizsgálta. A szétágazó érhálózatban viszkózan, de a szív dobogása miatt nem egyenletesen folyó vért egy váltóáramú hálózattal modellezték. A daganatok növekedése a szöveten belüli nyomás növekedésével jár, amely akár a daganatot tápláló hajszálerek elzáródásához is vezethet. A rákterápia egyik lehetséges módja a daganatsejtek szelektív melegítése, amely szintén azok elpusztítását eredményezheti. A feladatban ezekkel kapcsolatos számításokat végeztek a versenyzők. A feladat nem okozott nagyobb nehézségeket, de a magyar csapat tagjai közül csak egy versenyzőnek maradt elég ideje, hogy – lényegében hibátlanul – végigszámolja ezt a problémát.

Szerda délelőtt, a mérési fordulóhoz hasonlóan, a versenyzőknek ismét 5 órájuk volt a feladatok megoldására. A szokásos rend szerint a csapatvezetők és a rendezők is kijavították a dolgozatokat, megállapították a ponthatókat (idén 35 ponttól arany-, 27,2 ponttól ezüst-, 17,8 ponttól bronzéremet, 14,05 ponttól pedig dicséretet lehetett kapni), majd ezt követte a végső pontszámokat kialakító egyeztetés (az úgynevezett moderáció).

A két forduló között és a verseny után a szervezők különböző programokat szerveztek. A múzeumokon, előadásokon, játékokon kívül a diákok Óbudosban, Alcoa-ban, Nazarében, Belém-ben és Estorilban jártak, a tanárok pedig Évora-ba és Sintrába utaztak. A maradék szabad idő alig volt elég felfedezni Lisszabon hihetetlenül izgalmas belvárosát. Az építészeti is változatos fővárosban éjjel-nappal pezsgő az élet. A nagyon bonyolult domborzatú város utcáin 900 mm-es nyomtávú, apró villamosok kanyarognak, néhány meredek utcán pedig sikló közlekedik. A házak közül hirtelen gyönyörű kilátóteraszokra lehet érkezni, ahonnan belátható a Tejo sok kilométer széles tölcsepartjának, a folyót átívelő hatalmas *Április 25. híd* és mögötte, távolabb az Atlanti-óceán. A verseny idejére esett egy teljes holdfogyatkozás, amelyet – bár Lisszabonban már a teljesség beállta után kelt csak fel a Hold – megcsodálhatott a csapat. Ezt egészítette ki esténként az egyszerre a horizont felett lévő négy legfényesebb bolygó (keletről nyugatra az épp szembenállásban lévő, különösen fényes Mars, a Szaturnusz, a Jupiter és a Vénusz) látványa.

Szombat délelőtt került sor a díjkiosztóra, majd a záróvacsorára. A csapat július 29-én délután érkezett haza.

Köszönettel tartozunk az Emberi Erőforrások Minisztériumának és a BME Fizikai Intézetnek.

Jövőre az olimpiát Izraelben (Tel Avivban) rendezik meg július közepén. A versenyre való felkészülést négy vidéki szakkör, valamint a budapesti elméleti és mérési szakkör segíti (a szakkörökről a legátfogóbb információ a <http://i.pho.elte.hu> honlapon található):

Székesfehérvár: *Orosz Gábor* (Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar, Székesfehérvár, Budai út 45.),

Szeged: *Hilbert Margit* (Szegei Tudományegyetem, Dóm tér 9. I. em. Budó Ágoston terem),

Pécs: *Kotek László* (Pécsi Tudományegyetem, Fizikai Intézet, Ifjúság útja 6. II. em. A408-as terem),

Miskolc: *Zámborszky Ferenc* (Földes Ferenc Gimnázium, 3525 Miskolc, Hősök tere 7.),

Budapest: *Vankó Péter* (Budapest, BME, Fizikai Intézet, 1111 Budafoki út 8. Fizikus Hallgatói labor, F épület, III. lépcsőház, II. emelet). Az elméleti szakkört hétfőnként 3-tól 5 óráig tartjuk, jelentkezni nem kell, az első foglalkozás 2018. szeptember 24-én lesz. Info: <http://eik.bme.hu/~vanko/labor/Bpszakkor.pdf>.

A tehetséggondozó mérési szakkörre írásban jelentkezni kell (erről lásd még külön felhívásunkat). Info:

<http://eik.bme.hu/~vanko/labor/Tehetseggondozas.pdf>.

A fenti szakkörökön való *aktív* részvétel mellett elsősorban önálló munkával, a KöMaL elméleti és mérési feladatainak rendszeres megoldásával lehet készülni a jövő évi Fizikai Diákolimpiára.

Eredményes felkészülést kívánunk!

Sarkadi Tamás, Tasnádi Tamás és Vankó Péter