

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 háttérét 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 utcái 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