

A FIZIKA ORSZÁGOS KÖZÉPISKOLAI TANULMÁNYI VERSENY HARMADIK FORDULÓJA A HARMADIK KATEGÓRIA RÉSZÉRE – 2005

Vannay László, Fülöp Ferenc, Máthé József, Nagy Tamás
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Fizikai Intézet, Kísérleti Fizika Tanszék

A fizika Országos Középfiskolai Tanulmányi Verseny – a korábbi évekhez hasonlóan – ebben az évben is három kategóriában került megrendezésre. Külön-külön csoportban versenyeztek a szakiskolák tanulói, az általános, valamint az emelt szintű fizikaoktatásban részesülő diákok. Mind a három csoport részére három fordulóból állt a verseny. Az első két forduló során elméleti problémákat kellett megoldaniuk a versenyzőknek, míg a harmadik fordulóban mérési feladatokkal kellett megbirkózniuk. A harmadik fordulóban az első két forduló legjobbjai mérték össze tudásukat és ügyességüket.

A BME Fizikai Intézet az emelt szintű fizikaoktatásban részesülő diákok (harmadik kategória) versenyének harmadik fordulóját rendezte. A versenynek ebben a fordulóban tizenkilenc fiatal vett részt. Közleményünkben, erről a versenyről számolunk be. Dolgozatunkban bemutatjuk a versenyforduló kezdetekor kiadott írásos anyagot úgy, ahogy a versenyzők megkapták. Ennek az anyagnak a segítségével akartuk megismertetni a versenyzőket a megoldandó feladattal és a feladat megoldásához rendelkezésükre álló eszközökkel. A kiadott írásos anyagok bemutatása után vázoljuk a kitűzött feladatok megoldásának módját, majd beszámolunk a verseny közben és az értékelés során szerzett tapasztalatokról és a versenyzők eredményeiről, végül köszönetet mondunk mindazoknak, akik közreműködtek a verseny előkészítésében vagy lebonyolításában.

A versenyzők részére kiadott írásos anyag

Jelenleg az emberiség energiaigényét zömmel fosszilis energiahordozók (olaj, földgáz és szén) elégetésével elégítjük ki. A fosszilis energiahordozók felhasználásával kapcsolatban egyre növekvő problémát jelent a készletek véges mivolta és az elégetésükkel járó káros környezeti hatások. A levegőbe jutó égéstermékek szennyezik a levegőt (allergiát, daganatos betegségeket stb. okozva), a keletkező szén-dioxid pedig üvegházhatást hoz létre, ami a légkör melegedését eredményezi.

Az energiagazdálkodás eddigi gyakorlata huzamosabb ideig tovább nem folytatható. Az energiaigények kielégítése hosszabb távon csak környezetbarát szemlélettel képzelhető el, ami energiatakarékossággal és a megújuló energiaforrások egyre fokozottabb felhasználásával kell, hogy együtt járjon.

A megújuló energiaforrások alkalmazása a Föld természetes energiaegyensúlyát nem változtatja meg. A megújuló energiaforrások a napsugárzás közvetett vagy közvetlen hasznosítását és a talajhő felhasználását jelentik. A napenergia közvetett felhasználása a víz-, a szél-, a biomassza-energia hasznosítása, a közvetlen hasznosítás pedig a napelemek és a napkollektorok segítségével lehetséges. A jelenlegi verseny a napkollektorral való ismerkedést szolgálja.

A feladatok

1. Határozza meg, hogy hogyan függ a reflektorral megvilágított napkollektormodellből kivethető teljesítmény a rendszerben keringő víz adott rotaméterrel mérhető áramerősségétől! Mérési eredményeit tüntesse fel grafikonon! Fűzzön magyarázatot a kapott eredményekhez! A mérés elvégzéséhez a kollektortól 30 cm-re, a kollektor közepével szembe helyezze el a Napot helyettesítő reflektort!

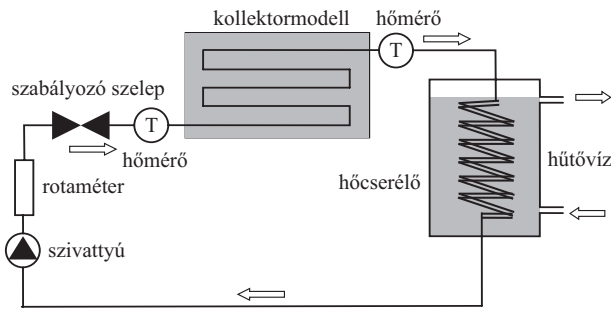
2. A rendelkezésére álló eszközökkel, mérés segítségével határozza meg, hogy a lámpa sugárzásából mekkora teljesítményt nyel el egy $15 \times 20 \times 0,05$ cm méretű, fekete festett vörösréz lemez, ha az a lámpával szemben, attól 30 cm-re helyezkedik el!

3. Mérési eredményei alapján adjon közelítő értéket arra vonatkozóan, hogy a napkollektor milyen hatásfokkal hasznosítja az elnyelt sugárzási energiát, különböző vízáram-erősségek mellett! Sorolja fel, hogy véleménye szerint milyen tényezők hatását nem tudta figyelembe venni a hatásfok megállapításánál! Hogyan módosítják ezek a tényezők a hatásfokot?

4. Munkájáról készítsen olyan részletes jegyzőkönyvet, hogy segítségével egyértelműen megismételhető legyen az Ön által végzett mérés!

A mérőhelyen található eszközök és anyagok

1. A kollektormodell a csatlakozó rendszerrel (részletes ismertetését lásd később)
2. Halogén reflektor (500 W) állvánnyal
3. Digitális hőmérő váltókapcsolóval
4. 2 db 15×20 cm-es, 0,5 mm vastag rézlemez a két oldalán fekete festve, az egyik oldalára forrasztott termoelemmel (a termoelemről bővebben később)
5. Termosztát jéggel (a termoelem „nullpontjához”)



1. ábra. Kollektormodell a csatlakozó rendszerrel

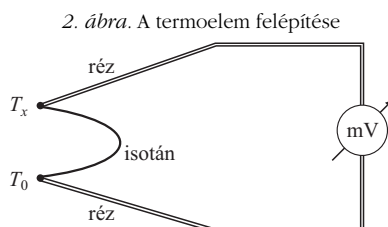
6. 3 db HAMEG gyártmányú, HM 8011-3 típusú digitális multiméter (használati utasítás a mérőhelyen)
7. ST 255 típusú egyenáramú tápegység (0–5 A-ig terhelhető, 0–25 V változtatható feszültséggel, használati utasítás a mérőhelyen)
8. Fűtőtest nyomtatott áramköri lapon, csatlakozó vezetékkel
9. 15×20 cm-es „üres” nyomtatott áramköri lemez
10. Bunsen-állvány dióval és fogóval
11. 4 db csipesz
12. Cső (20 cm hosszú)
13. Műanyag vonalzó
14. Cérna
15. Hőmérő

A kollektormodell és a hozzá csatlakozó rendszer felépítése

A napkollektor feladata, hogy a Naptól érkező sugárzás minél nagyobb hányadát elnyelje, és az elnyelt energia segítségével melegítse a rendszerben keringő folyadékot.

A versenyen alkalmazott kollektormodell fontos eleme egy 1,5 mm vastag rézlemez, amelynek az egyik oldalára réz csőkiagyót forrasztottunk, a másik oldalát matt fekete festékkel festettük be, hogy a reá érkező sugárzás minél nagyobb hányadát nyelje el. A hőveszteségek csökkentése érdekében a lemezt és a csőkiagyót hátul és oldalt 20 mm-es hungarocell hőszigetelés veszi körül. A modellt és a hozzá csatlakozó rendszer vázlatát az 1. ábra mutatja.

A rendszerben lévő víz keringtetését egy akváriumszivattyú végzi. A vízáram erősségének mérésére egy rotaméter, és az áramerősség változtatására egy szabályozó szelep található a körben. A rotaméterről a vízáram erőssége cm^3/perc egységekben olvasható le. (A beállított áram értéke az „úszó” felső pereménél olvasható le.) A rotaméter hitelesítése 60 °C-os vízzel történt, ennek felel meg a rotaméteren látható skála. Az ettől eltérő hőmérsékletű vízre vonatkozó adatok az 1. és 2. táblázatból



2. ábra. A termoelem felépítése

1. táblázat

A vízáram erőssége (cm^3/min) különböző hőmérsékleten

Jelölés a rotaméteren	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
20	7,21	10,36	13,28	15,84	18,07	20,00
40	19,13	24,88	29,74	33,80	37,18	40,00
60	33,86	41,49	47,65	52,62	56,67	60,00
80	49,80	58,95	66,11	71,76	76,30	80,00
100	66,32	76,73	84,74	90,97	95,95	100,00
120	82,96	94,56	103,37	110,20	115,61	120,00
140	99,80	112,50	122,06	129,43	135,27	140,00
160	117,47	131,01	141,12	148,89	155,03	160,00
180	135,09	149,48	160,16	168,33	174,78	180,00
200	152,67	167,90	179,15	187,75	194,52	200,00

2. táblázat

A víz sűrűsége (kg/m^3) különböző hőmérsékleten

10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
999,73	998,23	995,68	992,25	988,07	983,24

határozhatók meg. A rendszer zavartalan működésének feltétele a jó légtelenítés!

A kollektorba be-, illetve az onnan kilépő víz hőmérsékletét két termisztor (hőmérsékletfüggő ellenállás) méri (az ábrán T-vel jelölve). A termisztorok egy váltókapcsolón keresztül felváltva csatlakoztathatók a digitális kijelző műszerhez, amelyről 0,1 °C pontossággal olvasható le a hőmérséklet. A kollektorban felmelegedett víz a csapvízzel hűtött hőcserélőben adja le energiáját.

A termoelem és használata

A termoelemek működése a két különböző anyagú fém érintkezésénél tapasztalható „kontaktpotenciál”-on alapul. A kontaktpotenciál az érintkező fémek anyagától és a hőmérséklettől függ. A versenyen réz–isotán termoelemet használunk, a 2. ábrán látható kapcsolásban.

A réz–isotán átmenetek közül az egyiket T_0 , a másikat T_x hőmérsékleten tartva a millivoltmérő műszer a két hőmérséklet különbségével arányos feszültséget mér. Ha T_0 ismert hőmérséklet (jelenleg az olvadó jég segítségével előállított 0 °C), a T_x hőmérséklet a mért feszültség ismeretében meghatározható. A termoelem hitelesítésekor megállapítottuk, hogy az elem által szolgáltatott feszültség 39,6 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Megjegyezzük, hogy esetünkben a termoelem és a vörösréz lemez közötti jó termikus kapcsolat érdekében a termoelem egyik elemét – húzal helyett – a vizsgált lemez képezi.

Megjegyzések

1. A feladatok megoldásához 4 óra áll rendelkezésére.
2. Ha a kiadott műszerek használatával kapcsolatban problémái jelentkeznek, forduljon a felügyelő tanárokhöz.

3. táblázat

A mért adatok és a belőlük számított teljesítmény

áramlási sebesség (cm ³ /perc)		vízhőmérséklet (°C)			számított teljesít- mény (W)
rotaméter szerint	korrigált értéke	belépő	kilépő	változás	
20	12,64	28,7	82,7	59,4	48,38
40	25,66	21,6	69,4	47,8	85,51
60	40,57	18,8	57,5	38,7	109,46
80	56,66	17,5	48,0	30,5	120,48
100	73,50	16,9	42,7	25,8	132,20
120	90,62	16,6	38,3	21,7	137,09
140	108,05	16,5	34,9	18,4	138,60
160	126,14	16,4	32,3	15,9	139,82
180	144,30	16,4	30,4	14,0	140,84
200	162,42	16,4	29,5	13,1	141,33

3. Ha munkája közben rendellenességet tapasztal, azonnal jelentse a felügyelő tanároknak.

4. Ha légtelenítési hibát tapasztal, szóljon a felügyelőknek.

5. Tartsa be a balesetvédelmi előírásokat! Vigyázzon saját magára és az eszközök épségére!

Különös gonddal figyeljen arra, hogy

- a rendszer esetleges meghibásodása alkalmával kifolyó víz ne kerüljön feszültség alatt lévő elemekhez!
- a kísérletek alatt felmelegedett felületek ne okozzanak sérülést! A legmelegebb a reflektor háza!
- kímélje szemét, ne nézzen a reflektor erős fényébe!

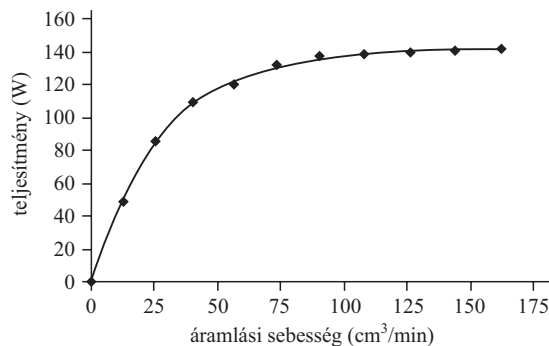
A feladat megoldása

A kollektor közepével szemben, 30 cm-re helyeztük el, a kollektorra merőlegesen sugárzó lámpát. (Vizsgálataink szerint a lámpa tükröző felülete előtt lévő vonalízó a kollektor felületére közel egyenletesen sugárzott.) A rendszerben keringő víz áramlási sebességét a rotaméterrel mértük, és a különböző értékeket a szabályozó szeleppel állítottuk be. A rotaméter skálájáról leolvasott értékeket a kollektorba belépő víz hőmérsékletének figyelembevételével a megadott táblázat segítségével, interpolálással korrigáltuk. A kollektorba belépő és az onnan kilépő víz hőmérsékletét a digitális kijelzésű hőmérőről olvastuk le, a sebességváltoztatások alkalmával az állandósult állapot beállta után. (Az állandósult állapot 15–20 perc alatt alakult ki.) A hőcserélőben lévő víz hőmérsékletét 0,1 °C beosztású higanyos hőmérővel mértük.

A kollektorból kivehető teljesítményt a

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta \tau} = c m \frac{\Delta T}{\Delta \tau}$$

összefüggésből határoztuk meg, ahol c a víz fajhője, m a $\Delta \tau$ idő – esetünkben 60 s – alatt átáramló víz tömege és ΔT a víz hőmérsékletének változása, a be-, illetve kilépő víz hőmérsékletének különbsége.



3. ábra. A kivehető teljesítmény az áramlási sebesség függvényében

15 °C-os hűtővíz és 25 °C-os környezeti hőmérséklet mellett a mért adatokat és a belőlük számított teljesítményeket a 3. táblázatban tüntetjük fel. A táblázatban szereplő adatok felhasználásával készült a 3. ábra grafikonja.

A grafikonról jól látszik, hogy alacsony áramlási sebességnél, ahol a kollektor erősen felmelegszik, a környezet felé leadott hőmennyiség nagy, a nagy veszteség miatt kicsi a kivehető teljesítmény. Nagyobb áramlási sebesség mellett kisebb a kollektor felülete és a környezet közötti hőmérséklet-különbség, ezért kisebb a veszteség és nagyobb a rendszerből kivehető teljesítmény, nagyobb a hatásfok.

A modellből kivehető legnagyobb teljesítmény 141 W-ra becsülhető.

Azt, hogy a lámpa sugárzásából mekkora teljesítményt nyel el a modell, a 15×20×0,05 cm méretű, két oldalán a kollektorral azonos felületi kiképzésű, feketére festett vörösréz lemez felhasználásával határoztuk meg.

A lámpával szemben, a kollektormodell helyére elhelyeztünk egy ilyen lemezt. Ez a lemez feltehetően negyedakkora teljesítményt nyel el a lámpa sugárzásából, mint a modell. A sugárzásnak kitett lemez kezdetben folyamatosan melegszik. A melegedés addig tart, míg az elnyelt teljesítmény egyenlő nem lesz a lemez két oldalán a környezetnek átadott teljesítménnyel. Ekkor éri el a lemez hőmérséklete a legnagyobb értéket. A lemezre forrasztott termoelem ekkor adja a legnagyobb feszültséget. Ezt a feszültséget mértük és megjegyeztük. (A legnagyobb feszültség ismeretében meghatározhatnánk a lemez maximális hőmérsékletét, de erre nincs szükség.)

Az előbbi lemezből két darabot véve, egy nyomtatott áramkört lapon kimaratót fűtőtest és egy „üres” nyomtatott áramkört lap felhasználásával egy szimmetrikus elrendezésű szendvicsszerkezetet hoztunk létre. A szerkezetben középen helyezkedett el a fűtőtest és ennek két oldalán egy-egy „üres” nyomtatott áramkört lemez és rézlemez. A fűtőtest teljesítményét változtatva a két lemezt úgy fűtöttük fel, hogy állandósult állapotban a külső felület hőmérséklete megegyezzen a lámpával történő besugárzásakor tapasztalt legnagyobb értékkel. Ennek az állapotnak a beálltát a felületre forrasztott termoelem feszültségének mérésével határoztuk meg.

Az állandósult állapotban a fűtőtest teljesítménye a két külső felületen a környezetnek adódik át ugyanúgy, mint a lámpával történő besugárzásakor az elnyelt teljesítmény. Azt mondhatjuk, hogy az azonos körülmények között kialakult állandósult állapotokban a fűtőtest teljesítménye és a besugárzásakor elnyelt teljesítmény nagysága megegyezik.

A leírtak szerint eljárva a lemez által elnyelt teljesítményt 51 W-nak (23,5 V és 2,17 A) mértük. Mivel a vizsgálatnak ebben a részében alkalmazott lemez felülete a kollektormodell felületének a negyede volt, azt mondhatjuk, hogy az alkalmazott kollektor 204 W teljesítményt nyelt el a lámpa sugárzásából.

A kapott mérési eredmények alapján megállapítható, hogy a modellben áramló víz alacsony áramlási sebessége mellett a kollektor hatásfoka 68,6%. Megjegyezzük, hogy egy működő kollektor „jellemző hatásfoka” közel 60%, míg optimális esetben a hatásfok megközelíti a 80%-ot.

A versennyel kapcsolatos megjegyzések és az eredmények

A harmadik fordulóra behívott 20 versenyző közül 10 diáknak volt az addigi teljesítménye alapján maximális 300 pontja. Az eddig szerzett legalacsonyabb pontszám is 260 volt. Az első két forduló nem tudott különbséget tenni a versenyzők között, „nem húzta szét eléggé a mezőnyt”. Így a végső sorrend kialakítása a mérési fordulón történt.

A feladat meghatározásakor úgy gondoltuk, hogy az első részt – a modelltől kivehető teljesítmény kimérését – a versenyzők zöme sikeresen megoldja. Egy teljesen beállított rendszerben a víz keringési sebességét kellett változtatni, és digitális kijelzésű műszerről két hőmérséklet leolvasásával a feladat megoldható volt. Meglepetéssel vettük észre, hogy többen már ezzel a feladattal sem tudtak megbirkózni. Örömmel tapasztaltuk viszont, hogy többen helyesen, jó elgondolással igyekeztek megoldani a feladat második – véleményünk szerint – nehezebb részét.

A mérésekről készült jegyzőkönyvek nehezen értelmezhetőek, a számítási lépések nehezen követhetők voltak. A kapott eredmények értelmezése rendszerint elma-

radt. Érdekes, hogy egyesek a grafikonokon feltüntetett mérési pontokra minden áron egyenest illesztenek.

A verseny harmadik fordulóján megjelent 19 versenyző pontszáma 200 és 18 között változott, jelezve az egymástól nagyon eltérő teljesítményeket. Az összesített eredmények alapján a verseny első 10 helyezettje:

1. VARJAS DÁNIEL a dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium diákja 500 ponttal

2. KÓMÁR PÉTER, Budapest, Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnázium, 483

3. PÁLINKÁS CSABA, Szolnok, Versey Ferenc Gimnázium, 480

4. *Halász Gábor* (Budapest, ELTE Radnóti M. Gyakorlóiskola, 476), 5. *Kiss Péter* (Budapest, ELTE Apáczai Csere J. Gyak. Gimn., 459), 6. *Incze Attila* (Szeged, Radnóti Miklós Kísérleti Gimn., 451), 7. *Stippinger Marcel* (Sopron, Széchenyi I. Gimn., 434), 8. *Bazsó Gábor* (Szolnok, Versey F. Gimn., 411), 9. *Kis Gergely* (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., 402), 10. *Ferenczy Máté* (Budapest, Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., 383)

Köszönetnyilvánítás

A verseny lebonyolításához szükséges anyagi háttérrel részben az Országos Közoktatási Értékelési és Vizsgaközpont biztosította. Ezt ezúton is köszönjük.

A verseny lebonyolításához szükséges – igen munkaigényes – eszközök esztétikus kivitelezéséért *Horváth Bélának* és *Halász Tibornak*, a megfelelő körülmények megteremtéséért *Kovács Ferencnek*, *Gál Bélának* és *Mezey Miklósnak* mondunk köszönetet. Reméljük, hogy munkájuk eredményeként a versenyzők jól érezték magukat a verseny alatt. A feladat kitűzésével, a verseny lebonyolításával kapcsolatos hasznos tanácsaiért *Tóth Andrásnak* és *Kálmán Péternek* mondunk köszönetet.

A versennyel kapcsolatos adminisztrációs és gazdasági ügyek intézéséért *Köves Endrénét* és *Gál Bélánét* illeti köszönet. Elismerés és köszönet illeti mindazokat (szülőket, tanárokat, barátokat stb.), akik segítettek a versenyzők munkáját, és ezzel hozzájárultak a verseny sikeréhez.

MINDENTUDÁS AZ ISKOLÁBAN

A NIPKOW-TÁRCSÁTÓL A SZÍNES TELEVÍZIÓIG – II.

A színes televízió

Néhány jelentősebb állomás a színes televíziózás történetéből:

– A II. világháború miatt Európában sokáig szünetelt a televízió fejlesztése, az Amerikai Egyesült Államokban viszont gőzerővel folyt a munka.

– 1955-ben történt Amerikában az első színes helyszíni közvetítés. Ugyanakkor Európában még csak fekete-fehér készülékek üzemeltek.

– 1970-től Európában is megjelennek a színes készülékek. A nyugat-európai országok többsége az amerikai NTSC-rendszer továbbfejlesztett változatát, a PAL-rendszert honosította meg. A kelet-európai országok a franci-

ák által használt SECAM-rendszert vették át. Manapság a legtöbb európai országban a PAL-rendszert használják. Hazánk csak a kilencvenes évektől szüntette meg a SECAM-rendszerű sugárzást.

A színes televíziós képátvitel azon a színelméleti tapasztalaton alapul, mely szerint gyakorlatilag minden szín előállítható három alapszín valamilyen arányú keveréként. (A fekete-fehér televízió tárgyalásakor már volt szó *Newton* színelméletéről.) A színes *fényképezésnél* három alapszín különbségeként kapnak egy-egy színt, vagyis a színkeverés különbségképző, *szubtraktív*. A színes *televízió* esetében három alapszínt összegezve