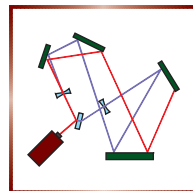


Egy hajdani KöMaL-pályázat emléke



Ezerkilencszázhetvenötben a debreceni Református Kollégium Gimnáziumának harmadik osztályát jártam. Az akkori KöMaL szorgalmas olvasójaként igyekeztem a matematikai és fizikai feladványokat megoldani. A lap bizonyos időnként – talán évente – kísérleti fizikai pályázatot hirdetett meg középiskolásoknak. Ez a rövid írás egy ilyen pályázatról szól.

Nyilvánvaló, hogy egy fizikai kísérlet megtervezéséhez, az eszközök elkészítéséhez, a mérések elvégzéséhez, a mérési eredmények jegyzőkönyvezéséhez, kiértékeléséhez és a következtetések dokumentálásához egy középiskolás diáknak tanári támogatásra van szüksége. A fizikaórákon bemutatott kísérletekben ilyen szinten általában a diákok nem vesznek részt, azokban a tanár szerepe elsődleges. A pályázat azonban olyan készségek meglétét igényli, amelyek egy átlagos középiskolástól nem elvárhatóak. Fontos tehát a felkészítő tanár és a diák közötti munkamegosztás határait gondosan megválasztani, hogy az érdeklődő diák a számára egyelőre ismeretlen feladatokkal boldoguljon, és természetesen közben tanulására szolgáljon.

1975-ben családommal Ózdon laktunk. Az akkor negyvenezres város az ország egyik nehézipari központja volt. A térségben a vasércfeldolgozás kezdetei a 18. századra nyúlnak vissza. A huszadik század hetvenes éveire a tízezer embert foglalkoztató Ózdi Kohászati Üzemekben egyrészt nyersvas-előállítás, másrészt az akkori szocialista viszonyok között korszerűnek számító finomhengermű és dróthúzó üzemszám is működött.

A nehézipari tevékenység rengeteg alapanyagot és fűtőanyagot igényel, és a termelés mellékterméke az alig-alig hasznosítható salak. Akkoriban Ózd határában valószínűleg hegyekben állt a világ távoli tájairól – a Szovjetunióból, de talán még Indiából is – szállított, feldolgozásra váró koks és vasérc. A salakhegyek, az úgynevezett meddőhányók, szintén részei voltak a város környezetének.

Az én pályázatom témája ezekhez az irdatlan nyersanyag- és salakhegyekhez kapcsolódott. A vizsgálandó kérdés: kimutatható-e a radioaktív háttérsugárzáshoz képest többsugárzás a nyersanyag- és salakhegyek közelében. A vizsgálatok saját készítésű Geiger–Müller-féle számlálószervekkel történnek.

Nem túl ambiciózus cél egy gimnazista számára? Bizonytalán az. Az akkori gimnáziumi fizika tananyag csak röviden érintette a radioaktivitás kérdését, és az elektromosságtan sem terjedt ki – érthető módon – gyakorlati barkácsolásra. Az adatkiértékelés pedig távolról sem volt része a matematikai anyagnak. Akkor hát hogyan is történt ez az egész?

Itt lesz döntő szerepe a környezetnek, amely inspirálja, az átlagosnál nagyobb erőfeszítésre ösztönzi az érdeklődő diákot, de segítő mentorként ott áll azokban a kritikus pillanatokban, amikor a tanítvány már végképp nem boldogul. Az én esetemben két ilyen személy is volt.

Az egyikük apám, akkortájt az ózdi kórház orvosa, aki a matematikai kiértékelésnél irányított, kezembe nyomva – ha jól emlékszem – a Hajtman-féle statisztikakönyvet, melyből a különböző t -, χ^2 - és egyéb próbákat tanultam meg és alkalmaztam az adatsorokra. Másrészt pedig Sturmann Sándor tanár úr, az ózdi Bródy Imre Ipari Szakközépiskola tanára, akire a legnagyobb tisztelettel és szeretettel emlékszem, és ahogyan akkor, most is Sanyi bácsiként fogom említeni. Sanyi bácsi mindent tudott az elektronikáról. Nem volt olyan elektromos szerkezet három vármegyében, amit ne tudott volna megjavítani, kezdve a kohászat behemót vezérlőrendszeritől a kórház EKG- és röntgenkészülékéig. Ha van a tanárságnak mintamodellje, akkor ő az volt. A pályázat során mindig olyan feladatokat adott, amiket erőfeszítések árán ugyan, de meg tudtam oldani, és csak akkor lépett közbe, amikor már több kárt okoztam volna, mint hasznot. Kettejük útmutatásával, biztatásával kezdtem a pályázat elkészítésébe, mely ily módon inkább az ózdi otthonomhoz kötődött.

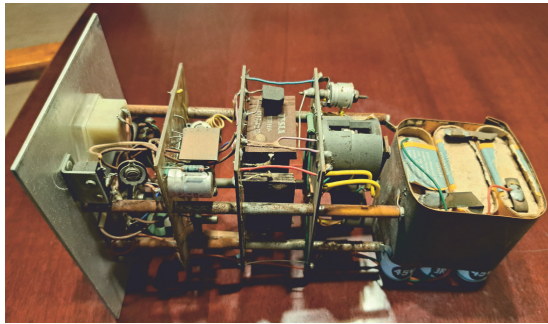
Sanyi bácsi először is elém tett egy számomra érthetetlen kapcsolási rajzot. A tápegységet, ellenállásokat, kondenzátorokat még csak-csak felismertem, de az ellenütemű tranzisztorkapcsolások és a jelerősítő már meghaladták a tudásomat. Sebaj, adott néhány szakközépiskolai elektronika tankönyvet, és én nekiálltam a félvezetők, a tranzisztorok és egyéb alkatrészek tanulmányozásának. Amellett el kellett kezdenem tanulni a radioaktivitásról, a háttérsugárzásról, a sugármérésről és hasonlókról, de már nem emlékszem, milyen könyvekből.

A nyári szünetre hazaérve Sanyi bácsival nekiláttunk a mérőszerkezet összeállításának. Első feladatomban egy transzformátor tekercselése volt, hiszen a hordozható készülék 3 darab 4,5 V-os lapos elemmel működött, de a detektálásra használt Geiger–Müller-féle számlálócsőnek 1–1,5 kV feszültségre volt szüksége. Sanyi bácsi adott rézdrótot, vasmagot és egy maga barkácsolta tekercselőt. Napokig tekercseltem, számoltam a meneteket; ha elszúrtam, kezdtem előlről. Végül is kész volt a tekercs, Sanyi bácsi kimérte, és elégedetten nyugtázta. Második feladat: nyomtatott áramköröket maratni. Sanyi bácsitól kaptam a műanyag lapokat, amire nekem kellett megtervezni a majdani rászerezendő alkatrészek helyét, valami lakkfestékkel berajzolni az összekötő vezetékeket. A felesleges réteget valami rendkívül büdös folyadékban lemarattam, amely után csak a lefestett részek maradtak meg a lapokra eredetileg felvitt rézborítás. A lapos elemek összeforrasztása is az én dolgom volt. A mérések során többször kellett cserélni az elemeket, a végére az elektródák forrasztása már csukott szemmel is ment. Nagyjából ezzel el is ment a szünidő, visszamentem Debrecenbe. A Csapó utca elején akkoriban működött egy kis boltocska, ahol rádiócsöveket meg hasonló apró elektromos alkatrészeket lehetett kapni. Nagy hezitálás után bementem a boltba és megkérdeztem a boltostól, hogy milyen tranzisztorai vannak. A boltos éppen ráért, és szerencsére hasonlószerű szakki volt, úgyhogy kisvártatva halmokban állt az asztalon a rengeteg alkatrész, és megállíthatatlanul magyarázott. Pár napon keresztül még visszajártam hozzá, ő pedig lelkesen tanított a tudományára. Nevét nem tudom, de köszönet neki ezúton is.

A téli szünetben Sanyi bácsi azzal fogadott, hogy összeszerelte és behangolta a kis készüléket, amelyben örömmel ismertem fel a sok kínlódással elkészített

tekercesmet és az esztétikusnak csöppet sem mondható forrasztásaimat. A műszer kész, nyomás a terepre.

Akkorra már a radioaktivitásról szóló könyvekből megtanultam, hogy mi fán terem a háromféle sugárzás, nagyjából azt is, hogyan keletkezik, mit és hogyan mér a GM-cső. A mérésnél használt cső főleg a gamma-sugárzás mérésére volt alkalmas. A mérőeszköz lelke egy argonnal töltött, elektródákkal ellátott arasznyi üvegcső. Alaphelyzetben az áramkörben nem folyik áram, az argongáz szigetel. Egy, az üvegcsövet eltaláló gamma-részecske az Ar-atomokat ionizálja. Az így szabaddá vált elektronok és a cső falából a sugárzás hatására kiszabadult elektronok az anód felé mozdulnak el. További ütközések során újabb elektronok válnak szabaddá a kötött elektronhéjból, és az anódra elektronlavina zúdul. Egy beérkező részecske tehát a megfelelő feszültség hatására néhány mikroszekundum alatt mérhető elektromos áramimpulzust, tüskét generál. A nehézkesen mozgó gázionok a katódot elérve rekombinálnak, és a műszer készen áll az új részecske fogadására.



A műszert a gimnázium fizikaszertárában talált, ismert aktivitású forrással kalibráltam, bár erre, mint utólag kiderült, nemigen volt szükség, hiszen csak az egyes területek sugárzásainak különbsége érdekelt, az abszolút érték nem.

A decemberi ködös, havas reggeleken az Ózd környéki hegyekben kiránduló turista egy fura alakra lehetett figyelmes. Oldaltáskájában egy szemmel láthatóan súlyos valami, ahonnan fejhallgató vezetéke kunkorodik ki, és egy fényes csőben végződő másik vezeték. Az alak időnként megáll, nézi az óráját, tartja a fényes csövet, aztán valamit feljegyez egy kis jegyzetfüzetbe. Így mértem a kohászati területektől távol lévő, a Bükk-hegység érintetlen hegyoldalaiban jelentkező radioaktív háttérsugárzást. Az ipari területeken a mérés természetesen nem ment ilyen simán, hiszen szigorúan őrzött terület volt. Egy ismerős kohász volt segítségemre, aki elmagyarázta az őrséget ellátó cimboráinak, hogy „itt van ez a suhanc, valamit kell vacakolnia valamilyen iskolai dolgozathoz, eresszéték már be.” És míg ők jóízűen eldumálgattak a fűtött őrházban, én felkapaszkodtam a havas meddőhányókra, körüljárógtam a vasérc- és kokszkupacokat, mértem és jegyzeteltem.

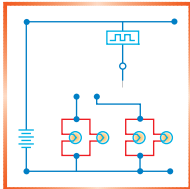
Egy-két hét alatt tetemes mennyiségű adatom gyűlt össze. Mivel az Excel program csak jó tíz év múlva került kifejlesztésre, az adatokat kockás füzetlapokon tároltam. Végül is adathordozónak nem rossz. Apám irányításával és egy kis, első generációs zsebszámológéppel (Híradástechnika Szövetkezet) elkezdtem a sta-

tisztikai feldolgozást. A végeredmény: a gyári területeken a háttérsugárzás ha nem is túlságosan, de a statisztikai eredmények alapján mégis szignifikánsan magasabb volt, mint az attól távolabbi területeken.

Lett-e bármi közvetlen, gyakorlati haszna a munkámnak a kohászat radioaktív környezetszennyezése tekintetében? Aligha. A lényeg valójában az, hogy egy középiskolás diákok a KöMaL-pályázat olyan feladat elé állított, melynek minden részlete kihívás és tanulási lehetőség volt. Nekiállni egy nagyjából ismeretlen témának, annak számtalan aspektusát részben önállóan, részben segítőkkal áttanulmányozni, az eredményeket elemezni és megfelelően prezentálni egy életre szóló élmény volt. A forrástásokról és egyéb bütykölésről nem is szólva. Köszönet mindenkinek, aki hozzásegített, köztük a KöMaL-nak is.

Azóta eltelt 47 év, néhány hete már nyugdíjas vagyok. A nyáron a pincét takarítottam. Egy dobozban valami nehéz tárgyat tapintottam ki. Mi lehet? A port lesöpörve, a dobozt felnyitva egyszer csak ott volt a kezemben a kis készülék! Az el-sárgult cédulájú laposelemekkel, a saját tekercselésű trafóval, a nem szépségdíjas forrástásaimmal. Apám és Sanyi bácsi emlékével. Ezt a kis készüléket, mely lassan muzeális korú, most szívesen felajánlom a KöMaL szerkesztőségének, ha tudják, használják egészséggel.

Barta Gábor
fizikus, informatikus



Fizika gyakorlatok megoldása

G. 807. 20 méter magasból másodpercenként indítunk acélgolyókat, összesen hármat. Az első golyó kezdősebességének a vízszintessel bezárt szöge 30° felfelé, a harmadiknak ugyancsak 30° , de lefelé, míg a második golyót kezdősebesség nélkül ejtjük le. Mindhárom golyó egyszerre éri el a talajt. Mekkora volt az első és a harmadik acélgolyó kezdősebessége?

(4 pont)

Megoldás. A második golyó mozgása egyszerű (kezdősebesség nélküli) szabadesés h magasságból, így az esés ideje:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = 2,02 \text{ s.}$$

A golyók 1 s időkülönbséggel indulnak és egyszerre érik el a talajt, az esésük ideje tehát $t_1 = 3,02 \text{ s}$ és $t_3 = 1,02 \text{ s}$.

Legyen az első golyó kezdősebessége v_1 , vagyis a függőlegesen felfelé mutató sebességkomponens $v_1 \sin 30^\circ = v_1/2$. Ha a függőlegesen felfelé mutató irányt