

A Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézete (Debrecen; igazgató: dr. Szalay Sándor akadémikus) és a Középiskolai Matematikai Lapok szerkesztősége a Lap 1971. évi februári számában pályázatot hirdetett kristályok növesztésére és azok fizikai tulajdonságainak vizsgálatára. Az első fordulóról a Lap 1971. szeptemberi számában számoltunk be. Nem kevesebb, mint 87 terv érkezett. A tervek készítőinek részletes véleményt küldtünk, szakszerű tanácsokat adtunk. Ezek alapján elkészült és beérkezett 19 pályamunka. A pályázók a kapott tanácsokat megszívlelték, a tervek készítése után sokat fejlődtek, így érdekes módon nem is mindig a legjobb tervek készítői küldték a legértékesebb dolgozatokat. A dolgozatok egytől-egyig lelkes szorgalomról tanúskodnak. A bíráló bizottság igen nehéz helyzetben volt, mert legszívesebben mindegyikre adott volna jutalmat. Ez természetesen nem volt lehetséges, így gondos munkával a dolgozatokat rangsoroltuk, 3 első, 4 második díjat és több dicséretet osztottunk. Minden pályázó kap a részvételtől emléklapot, és többen részesülnek kisebb könyvjutalomban. A díjakat az MTA Atommagkutató Intézete adományozta, a pályázatokat az Intézet igazgatója, dr. Szalay Sándor akadémikus is személyesen átnézte.

Közljük a pályamunkákkal kapcsolatos általános tapasztalatainkat és azután az egyes dolgozatokra vonatkozó bírálatot. Az általános részben igen részletesen foglalkozunk a hibákkal, azért, mert ezekből lehet a következő pályázataink résztvevőinek tanulniuk. Minden kezdet nehéz, különösen áll ez a kutató-kísérletező munkára. Ezért ne keserítsen el senkit, ha többet olvas hibákról, mint sikeres ötletekről. A tévedések, elkövetett hibák, eredménytelen próbálkozások után elért sikerek jelentik a kutató számára, az igazi örömet, ami többet ér, mint a szerény pénzjutalom.

Kezdjük az általános megjegyzésekkel. A pályázatra 19 dolgozat érkezett. A beküldött pályamunkák és kristályok lelkes szorgalomról tanúskodnak, az eredmények között azonban különböző okok miatt jelentős különbség van. Egyesek például hosszú elméleti bevezetést írtak és aránylag kevés kísérleti munkát végeztek. Mivel a pályázat célja az önálló kísérleti munka volt, az elméleti beszámoló értékét kisebb mértékben vettük figyelembe. Jobbnak minősült az a pályázat, amelyben nem volt sokféle és a pályázó által választott célt kevésbé előrevívó mérés, de beküldője szépen növesztett kristályokat mellékelte a pályázathoz. A kristályok minősítésében nem azok nagysága volt a döntő szempont, hanem a kristály tökéletességének a foka. A természetben tökéletes kristály nincsen, de minél jobban megközelíti egy kristály a tökéletes felépítést, annál értékesebb munka annak előállítását. Minél zárványmentesebb egy kristály belseje, minél kevesebb hibát tartalmaz, minél szabályosabb az alakja, annál többre értékeltük beküldőjének munkáját, feltéve, ha a kristály összenövésektől és ránövésektől mentes, valódi egykristály volt. Nyolcan nem mellékeltek a dolgozathoz kristályokat, csak fényképeket, ezek alapján pedig nem igen lehet a kristály minőségét elbírálni. Két doboz kristály esetében nem tudtuk legjobb akaratunkkal sem a szerző személyét azonosítani, mert a dobozokon nevet nem találtunk. Pedig a pályázat kiírásakor többször hangsúlyoztuk, hogy minden dolgozaton, minden mellékleten tüntessük fel gondosan a szerző nevét és egyéb adatait (cím, iskola, osztály). Az ismeretlen szerzőjű kristályok között egyébként szépek is akadnak.

Természetesen nemcsak a kristályok előállítását vettük a pályamunkák elbírálásakor figyelembe, hanem minden egyéb önálló munkát, amennyiben az értelmesen szolgálta a feladat megoldását. Volt, aki a kristályosításra használt vegyületek minőségi elemzését végezte el. Ezt a munkát feleslegesnek tartjuk és nem vettük figyelembe.

A pályázók közül többen észrevették, hogy az a kristály a szebb, amelyik lassan növekszik, mégis alig volt valaki, aki ezt a megfigyelést értékesítette volna. A legtöbben a gyors növesztésre törekedtek, s az eredmény zárványs és összenövéseket mutató kristály lett. Pedig csak néhány fokkal a telítési hőmérséklet alatt levő hőmérsékletet kellett volna biztosítani és türelemmel várni, – a kristály szépen nőtt volna. Elég sokan készítettek hőmérsékletszabályozót, ennek az előnyét azonban a kristály előállításában nem használták ki eléggé. Legjobb lett volna, ha a környezetnél magasabb állandó hőmérsékletű telített oldatba teszik a jó kristálymagot, az edény elzárásával az oldószer párolgását megakadályozzák, és a hőmérsékletszabályozó lassú, fokozatos állításával hosszabb idő, például néhány hét alatt lassan csökkentik a hőmérsékletet.

Többen igyekeztek a kristály növekedési sebességét mérni. Ez a sebesség több tényezőtől függ. Ha ezeket a tényezőket, mint amilyen a hőmérséklet, a túltelítettség foka, a párolgás megakadályozása, a mérésre használt kristályon kívüli egyéb kristály jelenlétének kizárása, a szennyezés minőségének és mennyiségének pontos ismerete stb. nem sikerül állandó és ismert mértéken tartani, akkor a mérést nem lehet kiértékelni. Különösen nincs értelme annak, hogy a bizonytalan körülmények között végbemenő növekedést bonyolult módon számítógépbe programozunk.

Aránylag kevés gondot fordítottak a pályázók a kristályosításban részt vevő összes anyag – így az oldószerül használt desztillált víz tisztítására. A kereskedelemben beszerzett anyag, még a „proanalysis” minőségű sem teljesen tiszta. Ezt átkristályosítással tisztítani kell. De hiába tiszták maguk az anyagok, ha a telített oldat készítésére használt desztillált víz valamilyen szennyezést, például port tartalmaz. Úgy nem lehet tiszta anyaghoz jutni, ahogy az egyik pályázó vélte, hogy a timsót káliumhidroxidból és kénsavból nyert kálszulfát, valamint alumíniumhidroxidból és kénsavból nyert alumíniumsulfát egyenértékűnyi mennyiségeinek összeöntésével készítette. A hozzáférhető kálium- és alumíniumhidroxid és a kénsav – mivel egyik sem kristályosítható – biztosan sokkal szennyezettebb, mint a kereskedésbeli timsó, amely kristályosítással jól tisztítható, nem beszélve arról, hogy ezekből az anyagokból, mivel egyik sem 100 %-os, nagyon nehéz egyenértékűkkel arányos mennyiségeket lemérni.

Több leleményesség volt tapasztalható a használt eszközök, például hőmérsékletszabályozók, kristályfűrészek, keménységvizsgálók, piezoelektromos feszültség kimutatására szolgáló berendezések készítésében, mint a célszerű felhasználásukban.

Tudjuk, hogy a felemlített hiányosságok, tévedések vagy eredménytelenségek sokféle okból és nem mindig a pályázók hibájából, inkább a lehetőségek túl optimista megítéléséből származtak, éppen ezért megjegyzéseinkkel nem szeretnénk

rontani a pályázóknak munkájukban szerzett sok örömét. Az egyes pályamunkákra tett rövid megjegyzéseink azt célozzák, hogy rámutassunk, hogyan lehetett volna a fáradságos munkát eredményesebbé tenni, elkerülni a téves magyarázatok, felfogások megőrződését, és a munka közben szerzett sok értékes tapasztalatot további tanulságokkal kiegészítsük. Ezért írtunk többet a hibákról, mint az eredményekről.

A dolgozatok értékelése.

I. díjat (1000–1000 forintot) nyert a következő három dolgozat:

Gémesi Zoltán, Gémesi Csaba és Gémesi Levente. Aszód, Petőfi S. Gimn. Seignette-sóval foglalkoztak, meghatározták a só oldékonyságának hőmérséklettől való függését $20-40^{\circ}\text{C}$ között. Magkristályokat növesztettek, amelyeket saját készítésű, állandó hőmérsékletet biztosító kristálynövesztő berendezésben keverés közben növesztettek tovább. A magkristály megfelelően befogva, az oldat közepe körül foglalt helyet. A kristályból kivágott metszeteken a piezoelektromos jelenséget úgy vizsgálták, hogy az elektródokkal felszerelt és oszcilloszkóppal összekötött kristályra különböző magasságból, különböző súlyú golyókat ejtettek. Összehasonlították a különböző irányú kristálmetszeteken keletkező piezoelektromos feszültség nagyságát. Pályázatuk jól átgondolt, eredményes munka.

Páll Attila és Szabó Péter. Debrecen, Református Gimnázium. Munkájukban alumíniumlemezek nyújtás és hőkezelés hatására létrejövő átkristályosodását vizsgálták. A lemez maratása után az ugyanarra a területre eső kristályok számával mérték az átkristályosodás mértékét. Húzószervezeteket készítettek, amellyel mérték a megnyúlást és a húzóerőt. Hőkezeléskor mérték a hőmérsékletet és az időt. A létrejött belső változásokat a „csatorna-effektus” felhasználásával, vagyis az alfa-sugarak átbocsátásának megváltozásával is kimutatták. Szép fényképeket és maratott lemezeket mellékeltek. Tervszerű, szép munka.

Surján Péter. Budapest, Piarista Gimnázium. Kősó- és Seignette-só kristályokat növesztett. Mindkét kristályt megvizsgálta piezoelektromos tulajdonságuk szempontjából és eltérő viselkedésüknek helyes magyarázatát adta. Kristályfűrész készített, az ezzel vágott Seignette-só lemezeken csővoltmérrel készített berendezéssel mérte a piezoelektromos feszültséget. Megállapította, hogy ez a feszültség egyenesen arányos a nyomóerővel. Váltófeszültséggel mérte a fordított piezoelektromos hatást és megállapította, hogy ez frekvenciafüggő. Sikeres, átgondolt munka.

II. díjat (500–500 Ft-ot) nyert:

Fehér István, Marinkó László, Pásztai Ferenc és Vályi Zoltán. Eger, Gárdonyi G. Gimnázium. Ötféle kristályon mérték az oldékonyságot, eredményeik azonban nem a legjobbak. Kristálynövesztő berendezést készítettek, Sok és aránylag nagy kristályt küldtek be, de teljesen átlátszó, hibátlan nincs köztük. Piezoelektromos kristályon rezonancia-kísérleteket végeztek. Sok, de szétszóródó munka.

Berkó András és Tóth Emil. Szeged, Radnóti M. Gimn. Kősóval és Seignette-sóval dolgoztak. A kristály növekedésével kapcsolatos megfigyelésük közül kettőnek téves a magyarázata. Egy oldaton belül egyensúlykor – növesztési pedig csakis ilyen körülmények között lehet – nem lehet alul a koncentráció magasabb, mint felül. A megfigyelt „csatornák” nem az alul levő kristály vonzására jönnek létre, hanem csak abból indulhatnak ki. A túltelítettségtől a kristály felületén megszabadult és így kisebb fajsúlyú oldat emelkedik fel. A Seignette-só kristályon végzett laphozfúrási helyesek. Bizonytalan, hogy valóban piezoelektromos feszültséget figyeltek-e meg. Szép fényképeket mellékeltek. A beküldött kristályok között néhány kicsiny, de szép Seignette-só kristály található.

Magyar András, Szőke László, Hadfi Edit és Báthori Tibor. Sopron, Széchenyi I. Gimnázium. Sok szép mikroszkópos felvétel aránylag érdektelen kristályokról. Mérték a kristályok növekedési sebességét, de meghatározatlan körülmények között. Természetes kőskristályból készített gömb növekedését és oldódását vizsgálták. Hasított kőskristálylapok plasztikus deformációját hozták létre. A kőskőn végzett vizsgálatok a dolgozat legértékesebb részét képezik, Keménységet mértek elég nagy szórással. A beküldött kristályok között van egy szép timsókristály.

Jambricska László, Fehér István és Bógyi György. Eger, Gárdonyi G. Gimn. Előzőleg megtisztított cinket üvegcsőben rúddá öntöttek és hőkezelés hatására létrejövő átkristályosítást vizsgálták maratással. Cink egykristály készítése húzás által nem sikerült, a munka első része azonban eredményes.

Dicséretet érdemel hét pályamunka:

Dvorák Cecília és Papp Zsuzsanna. Budapest, I. István Gimnázium. A hosszú bevezetés olvasottságot tanúsít. Nem írták meg, hogyan kapták a timsó oldékonyságának hőmérséklettől való függését ábrázoló görbét, amelynek alakja nem látszik valószínűnek. A vásárolt sók ionjainak kimutatása fölösleges volt. A lehűlés sebességét nem volt érdemes mérni, mert ez is sok, meg nem adott tényezőtől függ. A dolgozat legértékesebb része a termosztát készítése és a sok beküldött kristály, amelyek között néhány szép példány is akad.

Hudvágner Sándor, Pócsik András és Szabó János. Veszprém, Lovassy L. Gimnázium. Több sónak egy-két hónapig tartó növesztésekor bekövetkezett súlygyarapodásból számítják a növekedési sebességet. Mivel a különböző kristályformához tartozó lapok növekedési sebessége más, ennek az átlagos növekedési sebességmérésnek nincs értelme. Kérdés az is, hogy ilyen hosszú idő alatt sikerült-e a növesztési körülményeket állandó értéken tartani. Végeztek még szög- és keménységmeghatározásokat, és megkísérelték a Seignette-só piezoelektromos feszültségének kimutatását.

Kovács Balázs, Südi Gábor és Szabó Zoltán. Budapest, Apáczai Csere J. Gyak. Gimnázium. Először a Seignette-só oldékonyságát határozták meg pontatlanul. Maguk készítették a kristályfűrészszel a növesztett Seignette-só kristályból lemezeket vágta és ezek piezoelektromos tulajdonságait vizsgálták nem a legyszerencsebb és eredményesebb módon. A beküldött kristályaik között akadt néhány elég szép.

Nagy Péter és Völgyes József. Budapest, Petőfi S. Gimnázium. Először timsó-kristályok megjelenési idejét mérték helytelen kiindulással. Utána gipsz és Seignette-só törésmutatóját határozták meg. Végül az egyes kristálylapokon három-három pont felvétele alapján áttekinthetetlen módon és közelebbről nem ismertett körülmények között növekedési sebességet számoltak számítógépen. A számítógép alkalmazásának az előnye nem derül ki, a növekedési sebességre kapott eredmény sem világos.

Pók Judit, Karkó Cecília, Deák György, Gáboros László, Kozma László és Vörös László. Tatabánya, Árpád Gimnázium. Négyféle kristályt növesztettek, fényképeztek, szögeket mértek, törésmutatókat határoztak meg, vizsgálták a kristályok hasítását és keménységét, kettős törését. A vizsgálatok nagyon szerteágazóak, az összefüggés köztük, vagy az értékelés hiányzik.

Román Gyöngyi, Győr, Négyféle kristály 10 nap alatti növekedését mérte. Az eredményeket feltüntető görbék mutatják, hogy a növekedést több körülmény zavarta. Vizsgálta a kristályok lapszögeit, hasadását, piezoelektromos tulajdonságait, a túltelítés időtartamát. (Sokat dolgozott, de tanácsunk a jövőre az lenne: kevesebbet, azt azonban alaposabban!)

Szilvay Géza, Budapest, Steinmetz M. Gimnázium. Hétféle kristály növesztésével foglalkozott. Sok kristályt küldött be – köztük egy 400 g fölötti krómtimsót –, de kristályai gyorsan nőttek, szép egykristály nincs közöttük. A cseppentési próba a növesztéshez használt oldatok tisztaságának ellenőrzésére nem alkalmas.

A következő öt pályázó is szorgalmasan dolgozott, de elért eredményeik gyengébbek az előbbieknél. A részvételtől emléklapot kapnak.

Csatár János és Kele Sándor. Nagykanizsa, Landler J. Gimnázium. Aránylag sok kristályon mérték a „várakozási időt”, amely alatt azt értik, hogy a túltelítés után mennyi idő múlva jelenik meg csökkenő hőmérséklet esetén az első kristály. Az így mért idő inkább a lehűlés sebességét méri és nem a kristálygócok keletkezését.

Fehér Béla, Patvaros István és Kovács Jolán. Eger. Tíz sóval dolgoztak. Úgy gondoltak tiszta timsóhoz jutni, hogy kénsavból, kálium- és alumíniumhidroxidból indultak ki. Fűthető tárgyasztalt készítettek, de mérésekre nem használták fel. A meghatározott olvadáspontok hibás értékek. Kár, hogy nem írták le a meghatározás módját. Kevesebb sóval, pontosabb munka több eredményt hozott volna.

Macsek József és Rozina József. Nagykanizsa, Landler Jenő Gimnázium. Ők is hasonló módon mérték a „várakozási időt,” mint Csatár János és munkatársa, munkájukra az ott elmondott megjegyzés vonatkozik. A „folyamat tisztasága” helyett az anyag tisztasága a helyes. Folyamatnak nincs tisztasága. A NaBr_4O_2 képlet hibás.

Mezey Zsolt és Havellant Ferenc. Eger, Gárdonyi G. Gimnázium. Kristályok és oldataik „fényelnyelését” vizsgálták. Helyesebb lett volna gyengítését írni, mert amit mértek, az a fényelnyelés és fényszórás együttes hatása volt. A nagyobb hiba az, hogy ez a hatás azonos anyag és hőmérséklet esetén két tényezőtől függ, a rétegvastagságtól és a koncentrációtól. A koncentrációval a fénygyengítés egyenesen arányos, a rétegvastagságtól viszont exponenciálisan függ, ezt a két függést nem lehet összekapcsolni és molekula/cm mértékben mérni.

Szántó László és Varga József. Eger, Gárdonyi G. Gimnázium. A Seignette-só ferroelektromos tulajdonságát akarták tanulmányozni, de a rendelkezésükre álló berendezés nem volt elegendő a sikerhez.