

XXV. KGyTK

2025/26

Kristályképződés vizsgálata

Varga Dániel

5. osztályos tanuló

Kempelen Farkas Gimnázium

1223 Budapest Közgazdász u. 9-11.

Kutatást felügyelő mentor: **Varga Szilárd** (HUN-REN Szerves Kémia Intézet)

Természetismeret tárgyat tanító pedagógus: **Lázár Hanna** (Kempelen Farkas Gimnázium)

Kategória: Kutatásmódszertan

Szekció: Természettudomány

Tartalomjegyzék

1. Bevezető.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés	3
2.1. <i>A kristályokról és a kristályosításról általában.....</i>	3
2.2. <i>Kristályformák és szerkezetek.....</i>	4
2.3. <i>A laboratóriumban végzett kísérletek.....</i>	4
3. Anyagok és módszer	5
3.1. <i>A kristályok előállítása</i>	5
3.1.1. Rombos nikkel-szulfát	6
3.1.2. Monoklin nikkel-szulfát.....	6
3.1.3. Tetragonális nikkel-szulfát.....	6
3.2. <i>Anyagok együtt kristályosítása</i>	7
3.2.1. Kálium-dihidrogénfoszfát	7
3.2.2. Amaranttal színezett kálium-dihidrogén foszfát	7
3.3. <i>Tútelített oldat vizsgálata.....</i>	8
3.3.1. Tútelített nátrium-acetát oldat.....	8
4. Eredmények	8
4.1. <i>Rombos nikkel-szulfát</i>	8
4.2. <i>Monoklin nikkel-szulfát.....</i>	9
4.3. <i>Tetragonális nikkel-szulfát.....</i>	9
4.4. <i>Kálium-dihidrogénfoszfát.....</i>	9
4.5. <i>Amaranttal színezett kálium-dihidrogén foszfát.....</i>	9
4.6. <i>Tútelített nátrium-acetát oldat.....</i>	10
5. Összegzés	10

1. Bevezető

Apukám kémiával foglalkozik, és megkértem rá, hogy ismertessen meg a munkája alapjaival. A kristályok világát fedeztük fel közösen, és csináltunk néhány egyszerű kristályt. Először szeretném bemutatni röviden, mik is azok a kristályok.

Minden anyag apró részecskékből, atomokból épül fel. Az atomok egymáshoz kapcsolódhatnak molekulákká, vagy ionokat alkothatnak, és különféle módokon rendeződhetnek el a térben. Attól függően, hogyan helyezkednek el ezek a részecskék, más-más tulajdonságokat kap az anyag. Vannak rendezetlen szerkezetű anyagok (pl. üveg), és vannak olyanok, amelyekben az atomok, ionok vagy molekulák szabályos rendben ismétlődnek – ezeket nevezzük kristályos anyagoknak.

A kristályok nemcsak a tudományban vagy az ásványgyűjtők vitrines polcain fordulnak elő, hanem a mindennapi életünk részei is. Sokszor észre sem vesszük, mennyi kristállyal találkozunk nap mint nap. Az egyik legismertebb példa a konyhasó vagy a kristálycukor, de kristály formájában találkozhatunk a jéggel is.

Az anyagok kristályosodásának tanulmányozása azért fontos, mert a kristályos szerkezet meghatározza az adott anyag tulajdonságait. Az atomok, ionok vagy molekulák elrendeződése befolyásolja a keménységet, az olvadáspontot, az oldhatóságot, a fényáteresztést és még sok más fizikai, kémiai jellemzőt. A gyógyszergyártásban például fontos, hogy a hatóanyag milyen kristályformában van jelen, mert ez meghatározza, hogyan és milyen gyorsan szívódik fel a szervezetben. Az élelmiszeriparban a cukor vagy a só kristályosodása befolyásolja a termék minőségét. Az elektronikai iparban a félvezetők (például szilícium) kristályosodása kulcsfontosságú, hiszen csak hibátlan kristályszerkezettel működnek megfelelően a chip-ek és processzorok.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A kristályokról és a kristályosításról általában

A kristályok olyan szilárd anyagok, amelyek szabályos, síklapokkal határolt alakot mutatnak, és rendezett szerkezetű részecskékből épülnek fel. Ezek a részecskék atomok, ionok vagy molekulák is lehetnek, amelyeket különféle kémiai kötések – vagy azok kombinációi – tartanak össze. Kristályos anyagnak azokat nevezzük, amelyek szilárd állapotban kristályrácsos szerkezetet alkotnak. Ezzel szemben az amorf (formátlan) anyagok nem alkotnak kristályt, mivel bennük a részecskék elrendeződése nem szabályos.¹

¹ Jane Chisholm, Mary Johnson: *Kémia 10-14 éveseknek*; Holnap kiadó, 1997 (ISBN 963 346 230 4) alapján saját szavaimmal átírva

Kristályosításnak nevezzük a kristályos anyag előállítását különböző eljárásokkal. Ez történhet például egy olvadék lehűtésével, egy szilárd anyag szublimálásával, vagy oldatokból. Utóbbi esetben gyakori módszer, hogy oltókristályt helyezünk egy túltelített oldatba – vagyis apró kristályokkal „beoltjuk” azt –, így megindul a kristályok képződése. A folyamatot telített oldatnál hűtéssel is el lehet indítani, majd az oldószer elpárologtatásával fejeződik be a kristályok kiválása (ez a legelterjedtebb eljárás). Az így kiváló részecskék az oltókristály felületére tapadnak. A kristályosítást gyakran alkalmazzák anyagok tisztítására is.²

Oltókristály: egy anyag apró kristálya, amelyet azért helyeznek az adott anyag oldatába, hogy elindítsák a kristályosodási folyamatot. A kristályosodás ezekről a kis „kristálymagokról” indul, és a növekvő kristályok felveszik az oltókristály alakját.

Anyalúg: a kristályosodás során visszamaradó oldat.

2.2. Kristályformák és szerkezetek

Kristályok számos formában és méretben megtalálhatók, attól függően, hogy az őket felépítő részecskéket (atomokat, molekulákat, ionokat) milyen erők tartják össze, és ezek hogyan rendeződnek el a térben. A részecskék elhelyezkedése és kapcsolódásuk módja határozza meg a kristályrács szabályos mértani felépítését, az egyes kristályok alakját, valamint azt is, hogy mely síkok mentén hasíthatók.³

A kristályok különböző kristályrendszerekbe sorolhatók, attól függően, hogyan rendeződnek el a rácspontjaik. Az alapvető rendszerek a következők: szabályos (kübös), tetragonális, monoklin, triklin és hexagonális. Polimorfia: az a jelenség, amikor ugyanaz az anyag többféle kristályformában is előfordulhat. Ez azért lehetséges, mert a polimorf anyagok részecskéi eltérő térbeli elrendezésben is képesek kristályrácsot alkotni. Bizonyos hőmérsékleten a polimorf módosulatok egymásba is átalakulhatnak – ezt a pontot átalakulási hőmérsékletnek nevezzük.⁴

2.3. A laboratóriumban végzett kísérletek

A laboratóriumban számos veszély leselkedik az ott dolgozókra, ezért fontos a szabályok betartása. Ezek a következők:⁵

1. Mindig viselj megfelelő védőruházatot!
2. Sok kísérlethez szükséged lesz felnőtt segítségre, főleg akkor, ha olyan eszközöket igényel, amelyeket önállóan nem tudsz megszerezni.

² Corine Stockley, Chris Oxlade és Jane Wertheim (1991): *Képes Usborne Enciklopédia. Fizika • Kémia • Biológia* (ISBN: 963 585 154-5) alapján saját szavaimmal átírva

³ Janice VanCleave: *Kémia (SH Junior)*; 1995 (ISBN 963 8455 62 4) alapján saját szavaimmal átírva

⁴ Rainer Köthe: *Mi Micsoda – Kémia*; Tesslof és Bebiolon Kiadó, 2000 (ISBN 963 9182 30 3) alapján saját szavaimmal átírva

⁵ Mar Benegas *Kísérletezz otthon*; Napraforgó kiadó (ISBN 963 445 851 7) alapján saját szavaimmal átírva

3. Használd az előírt védőfelszerelést! Szükség esetén viselj kesztyűt és védőszemüveget (**1. ábra**)!
4. Vigyázz, nehogy megégesd magad! Egyes kísérleteknél nagyon forró anyagokkal lesz dolgod, ezekhez ne nyúlj hozzá – inkább kérj meg egy felnőttet.
5. Légy türelmes, hiszen „*a türelem a tudomány alapja*”.
6. Használj megfelelő edényeket, és engedély nélkül semmit ne vigyél el pl. a konyhából! Vannak edények, amik nem lesznek alkalmasak a kísérletekre – mindig kérdezz először!

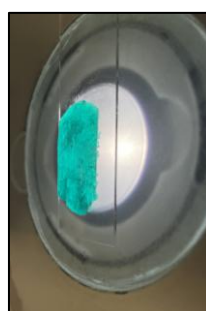
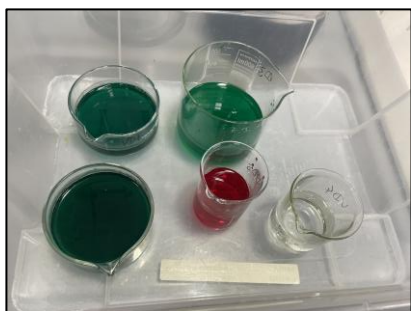


1. ábra Laboratóriumi munka védőfelszerelésben

7. Legyél nyitott! A tudományos gondolkodás vizsgálódik és alaposan megfigyel, semmit nem tekint biztosnak.
8. És a legfontosabb: érezd jól magad a tudományos felfedezések közben!

3. Anyagok és módszer

A laboratórium munkatársainak már korábban kipróbált receptjeit lépésről lépésre követve előállítottunk különböző kristályokat. A kísérletek során a veszélyesebb lépéseket mentorommal közösen végeztük vagy ő végezte; ezeket *-al jelöltem. A kristályok előállításának egyes lépései gyakran különböző napokon valósultak meg (a szükséges várakozási idő miatt), ezt az eljárás leírásánál az eltelt napok számával jeleztem. A laboratóriumi munkáról minden esetben jegyzőkönyvet vezettem. Miután a kristályok elkészültek, minden esetben megmértem a keletkezett kristályok tömegét. Ezután szemrevételezéssel és mikroszkópos vizsgálattal állapítottuk meg a kristályok típusát (**2. ábra**).



2. ábra Balról jobbra: az összekészített oldatok, a kristályok szemrevételezése, előkészítés tárgylemezen, mikroszkópos vizsgálat

3.1. A kristályok előállítása

A kristály módosulatok képződésének vizsgálatához többféle kísérletet végeztünk nikkel-szulfáttal. Ehhez a nikkel-szulfát kristályosodási és oldhatósági tulajdonságait, erről a honlapról vettük: https://en.crystalls.info/Nickel_sulfate.

3.1.1. Rombos nikkel-szulfát

Vegyszerek:

47,18g nikkel-szulfát heptahidrát

54 ml desztillált víz

Eljárás:

1. A nikkel-szulfátot kristályosító tálba mértem.

2. Hozzáadtam a vizet.

3. Kevertetés mellett 40 °C-ra melegítettem az oldatot. Megvártam, amíg feloldódnak a kristályok.

4. Még 3 ml vizet adtam hozzá.

5. Nyugodt helyen, szobahőmérsékleten hagytam a kristályokat növekedni (18 nap).

*6. A kristályokat vákuum szűrővel kiszűrtük. Etanollal és acetonnal mostuk. Levegő átszívással szárítottuk.

7. A kristályokat kristályosító tálba tettem.

3.1.2. Monoklin nikkel-szulfát

Vegyszerek:

67,5 g nikkel-szulfát heptahidrát

100 ml desztillált víz

Eljárás:

1. A nikkel-szulfátot kristályosító tálba mértem.

2. Hozzáadtam a vizet.

3. Kevertetés mellett 80 °C-ra melegítettem az oldatot. Megvártam, amíg feloldódnak a kristályok.

4. Nyugodt helyen, szobahőmérsékleten hagytam a kristályokat növekedni (18 nap).

*5. Vákuum szűrővel kiszűrtük a kivált kristályokat. Etanollal és acetonnal mostuk.

6. A kiszűrt kristályokat kristályosító tálba tettük, és levegőn állva száradni hagytuk.

3.1.3. Tetragonális nikkel-szulfát

Vegyszerek:

42,83 g nikkel szulfát heptahidrát

100 ml 30%-os kénsav oldat

Eljárás:

1. A nikkel-szulfátot kristályosító tálba mértem.

*2. Kevertetés mellett kénsavban oldottam szobahőmérsékleten.

*3. Hozzáadtam még 5 ml kénsavat.

4. Felmelegítettem 55 °C-ra.

5. Nyugodt helyen, szobahőmérsékleten hagytam a kristályokat növekedni (17 nap).

*6. Vákuum szűrővel kiszűrtük a kivált kristályokat (3. ábra).

*7. A kristályokat először anyalével mostuk, aztán acetonnal. Majd levegő átszivatásával szárítottuk.

8. 1 db kristályt kevés vízben ultrahangos fürdővel megtisztítottunk.

9. A megtisztított kristályt az anyalébe tettem.

10. Időnként megnéztük, de kristálynövekedést már nem vettünk észre.

3.2. Anyagok együtt kristályosítása

A kristályok képesek magukba zárni más anyagokat. Ezért megvizsgáltuk, hogy a kálium-dihidrogénfoszfát kristályok megszínezhetők-e az amarant nevű festékkel.

3.2.1. Kálium-dihidrogénfoszfát

Vegyszerek:

17g kálium-dihidrogénfoszfát

50 ml desztillált víz

Eljárás:

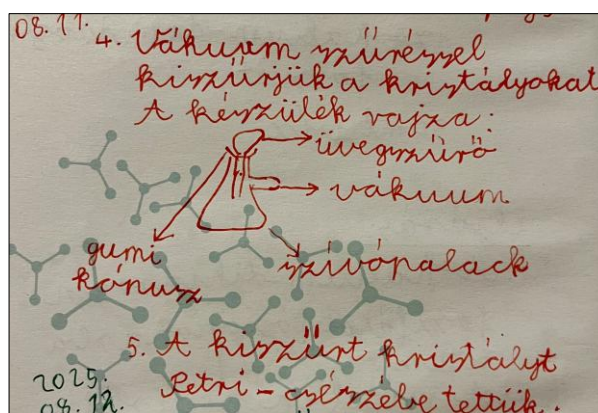
1. A kálium-dihidrogénfoszfátot főzőpohárba tettem

2. A vízben kevertetés és melegítés mellett feloldottam (50 °C).

3. Nyugodt helyen, szobahőmérsékleten hagytam a kristályokat növekedni (17 nap).

4. Vákuum szűréssel kiszűrjük a kristályokat (3. ábra).

5. A kiszűrt kristályt Petri-csészébe tettük.



3. ábra A vákuum szűréshez használt készülék rajza a jegyzőkönyvemben

3.2.2. Amaranttal színezett kálium-dihidrogén foszfát

Vegyszerek:

17g kálium-dihidrogénfoszfát

50 ml desztillált víz

4 mg amarant

1 ml desztillált víz

Eljárás:

1. Az amarantot fiolába mértem.

2. Az amarantot 1 ml vízben feloldottam.

3. A kálium-dihidrogénfoszfátot főzőpohárba mértem.

4. 50 ml vizet adtam hozzá.

5. Hozzáadtam az amarant oldatot.

6. Kevertetés mellett vízben oldottam (55 °C).

7. Nyugodt helyen, szobahőmérsékleten hagytam a kristályokat növekedni (17 napig).

8. Leöntöttük az anyalevet a kristályról.

9. Csipesszel Petri-csészébe tettük a kristályt.

3.3. Túltelített oldat vizsgálata

Kristályokat telített oldatból szoktak növeszteni. A telített oldatok kristálykiválás nélkül a lehető legtöbb oldott anyagot tartalmazzák. Bizonyos vegyületek esetében (pl. nátrium-acetát) lehetséges túltelített oldatok készítése ezek az oldatok nem stabilak a legkisebb fizikai behatásra nagymennyiségű kristály válik ki.

3.3.1. Túltelített nátrium-acetát oldat

Vegyszerek:

175,480 g nátrium acetát trihidrát

55 ml desztillált víz

Eljárás:

1. A nátrium-acetátot egy 500 ml-es Erlenmeyer lombikba mértem.

2. Hozzáadtam a desztillált vizet.

3. Infralámpa segítségével 90 °C fölé melegítettük, és így kaptunk homogén oldatot. *(Ha csak 60°C fölé melegítettük, akkor lehűlés közben gyors kristálykiválást tapasztaltunk.)*

4. Nyugodt, rezgésmentes helyre tettük, és hagytuk szobahőmérsékletre hűlni.

5. Egy kristályosítótálba néhány kristály nátrium-acetátot tettem (oltó kristályok).

6. A túltelített oldatot az oltó kristályokra öntöttük (óvatosan).

4. Eredmények

4.1. Rombos nikkel-szulfát

A kiszűrt kristályok tömege: 31,20 g (ezt a tál tömegét – 126,664 g – kivonva kaptam meg).

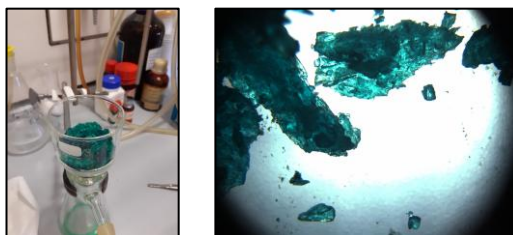
Monoklin kristályok láthatók, nem rombos kristályok, amit vártunk.



4. ábra A nikkel-szulfát kristályok szabad szemmel látható illetve sztereo-mikroszkópos képe

4.2. Monoklin nikkel-szulfát

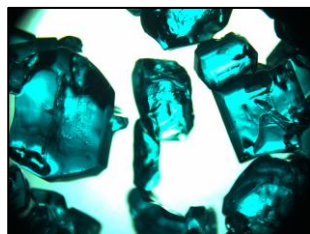
A kiszűrt kristályok tömege: 28,56 g (a használt tál tömege: 117,60 g). Monoklin kristályok láthatóak.



5. ábra A nikkel-szulfát kristályok szabad szemmel látható illetve sztereo-mikroszkópos képe

4.3. Tetragonális nikkel-szulfát

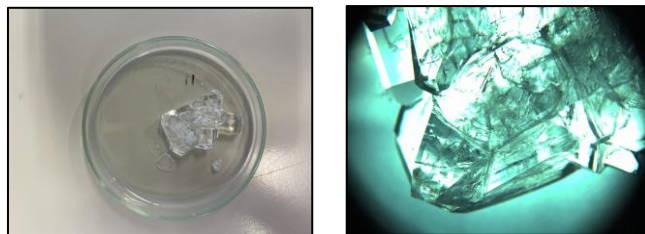
A kiszűrt kristály tömege: 18,96g.



6. ábra A nikkel-szulfát kristályok sztereo-mikroszkópos képe

4.4. Kálium-dihidrogénfoszfát

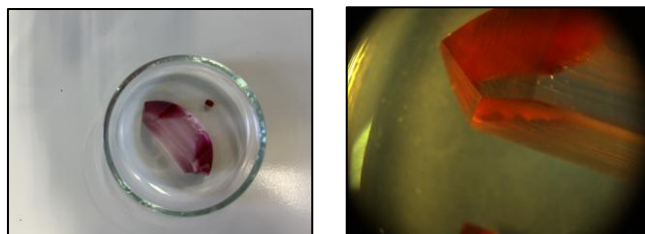
A kiszűrt kristály tömege: 11,70 g.



7. ábra A kálium-dihidrogénfoszfát kristályok szabad szemmel látható illetve sztereo-mikroszkópos képe

4.5. Amaranttal színezett kálium-dihidrogén foszfát

A kiszűrt kristály tömege 10,10g.



8. ábra Az amaranttal színezett kálium-dihidrogénfoszfát kristályok szabad szemmel látható illetve sztereo-mikroszkópos képe

4.6. Tútelített nátrium-acetát oldat

A tútelített oldatból pillanatszerűen kiváltak a kristályok. Kézzel is érzékelhetően meleg volt a kivált kristály. A tútelített oldat maradéktalanul kikristályosodott, oldat nem maradt vissza.

A kiszűrt kristály tömege: 18,96g.



9. ábra A nátrium-acetát kristályok szabad szemmel látható képe

5. Összegzés

Kutatásaim során a kristályok képződését vizsgáltam. Sikeresen állítottam elő különböző módosulatú kristályokat. Növesztettem kálium-dihidrogénfoszfát kristályt és megvizsgáltam, hogy festékkel színezett oldatból növeszthető-e színezett kristály. Ezt amarant segítségével hajtottam végre kálium-dihidrogénfoszfát kristályosításánál. Továbbá tútelített oldatok tulajdonságát vizsgáltam nátrium-acetát tútelített oldatán.