

alapot

Röntgenszínképek

**Színek, színes anyagok,
színezékek**

**Kalandozás a LOGO
világában**

1994 - 95/5-6

TARTALOM
1994-95/5-6

Ismerd meg

Beszélgetés a szerves kémia elméleti alapjairól II.	163
Színek, színes anyagok, színezékek	169
Röntgenszinképek	175
A szilárd fémes hidrogén	179
Kalandozás a LOGO világában III.	182

**Arcképcsarnok,
tudományok története**

Wilhelm Konrad Röntgen	184
Dom Perignon csodálatos nedűje	187

Tudod-e?

Fraktálok	193
---------------------	-----

Kísérlet, labor, műhely

Egykristályok előállítása	198
Mérjük meg a fény hullámhosszát	202
Kísérletek a redoxi-típusú kémiai változások jobb megismerésére	206
Info labor	209

Feladatmegoldók rovata

Kémia	211
Fizika	214
Informatika	216

Szerkesztőbizottság:

Bíró Tibor, Farkas Anna, dr. Gábos Zoltán,
dr. Karácsony János, dr. Kása Zoltán,
Kovács Zoltán, dr. Máthé Enikő, dr. Néda
Árpád, dr. Vargha Jenő

firka

Fizika

InfoRmatika

Kémia

Alapok

Az Erdélyi Magyar
Műszaki
Tudományos
Társaság kiadványa

Felelős kiadó:
FURDEK L. TAMÁS

Főszerkesztő:
dr. ZSAKÓ JÁNOS

Főszerkesztő
helyettes:
dr. PUSKÁS FERENC

Szerkesztőségi titkár:
TIBÁD ZOLTÁN

Szerkesztőség:
3400 Cluj-Kolozsvár
B-dul. 21 dec. 1989
nr. 116
Tel/fax. 064-194042

Levélcím:
3400 Cluj-Kolozsvár
C.P. 1-140

A számítógépes szedés
és tördelés az EMT
DTP rendszerén készült

Megjelenik az Illyés és
a Soros Alapítvány
támogatásával.

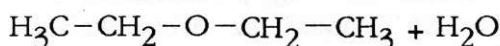
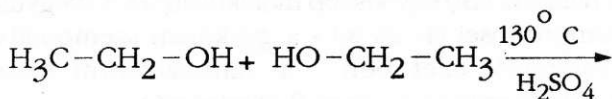
Ismerd meg

Beszélgetés a szerves kémia elméleti alapjairól II.

Szubsztitúció vagy elimináció?

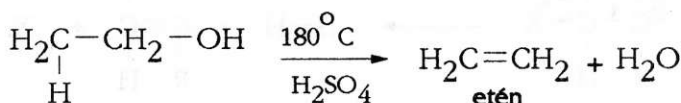
1. kérdés

A középiskolai szerves kémiai tananyagban is szerepel, hogy az alkoholokból, kénsav jelenlétében, adott hőmérsékleten, nukleofil szubsztitúciós reakció révén éterek, illetve víz eliminációval alkének képződhetnek.



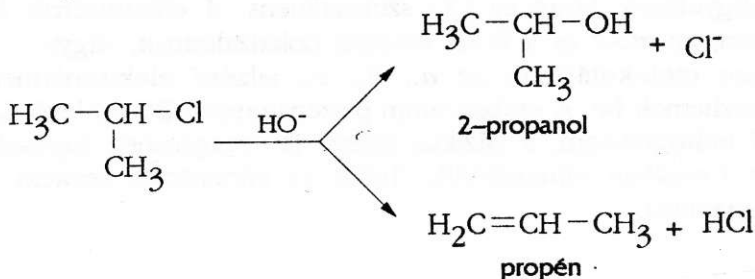
dietil-éter

nukleofil szubsztitúció (SN)



elimináció (E)

Hasonló jelenség figyelhető meg a telített halogénszármazékok átalakulásakor is, lúgos közegben, melynek folyamán alkoholok mellett alkének képződnek.



Hogyan magyarázhatjuk meg a nukleofil szubsztitúciós és eliminációs reakciók összekapcsolódásának és egyidejű végbemenetelének lehetőségét?

1. felelet

Abból, hogy a példaként felhozott átalakulások alkalmával azonos reakciópartnerek, nagyrészt azonos körülmények között, két különböző reakciótypus szerint reagálva, másfajta reakciótermékeket eredményezhetnek, arra következtethetünk, hogy a nukleofil szubsztitúciós és az eliminációs reakciók mechanizmusának nagyon hasonlóknak kell lennie.

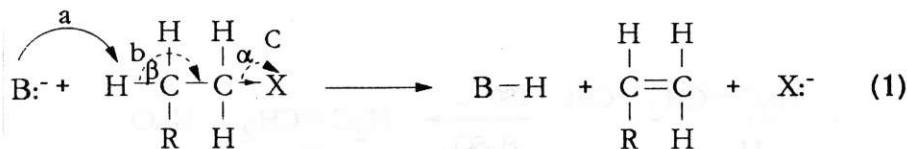
2. kérdés

Mindenekelőtt tisztázzuk az eliminációs reakciótypus lényegét és lehetséges mechanizmusát!

2. felelet

Az eliminációs reakciótypus végbemenetelekor egy nagyobb molekulájú szerves vegyületből (szubsztrátum) ($R-CH_2-CH_2-X$) bázikus jellegű reagens hatására ($B:$) egy kisebb molekulájú ($H-X$) vegyület szakad ki, melynek komponensei (H és X) - a gyakorlati szempontból fontos eliminációs reakciók esetében - a szubsztrátum szomszédos szénatomjairól származnak (1,2 - vagy β -elimináció).

Az eliminációs reakció lefolyását az alábbi általános reakcióvázlat szemlélteti:



ahol: $B:^-$ egy bázikus reagens

X egy $-I$ effektussal rendelkező szubsztituens pl. $Cl, Br, I, N^+(R_3), CH_3-COO^-, H_3O^+$, stb.

Megfigyelhető, hogy az (X) szubsztituens $-I$ effektusának következtében, az $\alpha C-X$ és a $\beta C-H$ kötések polarizálódnak, vagyis a szubsztrátum molekulájában az $a.$, $b.$, $c.$, jelzésű elektronátmenetek következhetnek be. A szubsztrátum β -szénatomján ($\beta C-H$) levő, lazított kötésű hidrogénatom, a bázikus jellegű $B:^-$ reagenshez kapcsolódva, proton formában eliminálódik. Tehát az eliminációs reakció ionos mechanizmusú.

3. Kérdés

Mi történik akkor, ha az eliminációs reakció lefolyását feltüntető reakcióvázlatban az *a*., *b*. és *c*. elektronátmenetek nem azonos intenzitásúak?

3. felelet

Attól függően, hogy a jelzett elektronátmenetek közül melyik hangsúlyosabb, vagy éppen jelentéktelen, az elimináció folyamán különböző szerkezetű átmeneti állapotok alakulhatnak ki, azaz más és más lesz az eliminációs reakció mechanizmusa.

4. kérdés

Az eliminációs reakciók egyik típusánál a reakció sebessége csak a szubsztrátum ($R-CH_2-CH_2-X$) koncentrációjától függ, a reagens szerepét betöltő bázis ($B:$) koncentrációjától független. Ugyanakkor a távozó (X) szubsztituens fokozottabb kiszakadási készsége (pl. a Br és I esetében), valamint a polárosabb oldószer jelenléte, ugyancsak serkenti az effajta eliminációs reakció sebességét. A felsorolt kísérleti tények alapján következtessünk a kérdéses eliminációs reakció mechanizmusára!

4. felelet

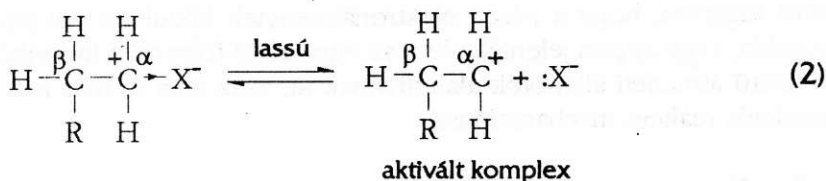
Egyértelműen következik, hogy ebben az esetben az eliminációs reakció aktivált komplexének kialakulásában a ($B:$) reagensnek nincs szerepe. A reakció sebességi egyenlete tehát: $v = k_1[R-CH_2-CH_2-X]$ alakú, az eliminációs reakció monomolekuláris. Jelölése: E_1 . Tehát a reakció sebességét meghatározó első átalakulási szakaszban, az "a" elektroneltolódásnak nincs jelentősége, azaz a $\beta C-H$ kötés felszakadására csak az aktivált komplex kialakulása utáni – a reakció sebességére hatástalan – gyors reakció szakaszban kerül sor. A reakció első szakaszában tehát az $\alpha C-X$ kötés heterolízisének van döntő szerepe, melynek során egy karbóniumionos szerkezetű aktivált komplex képződik. Az eliminációs reakció e típusánál a "c" elektronátmenet dominál. A polárosabb oldószerek serkentő hatása a reakció sebességére jól értelmezhető a karbóniumionos szerkezetű aktivált komplex intenzívebb szolvatálódásával ezeknek az oldószereknek a jelenlétében.

5. kérdés

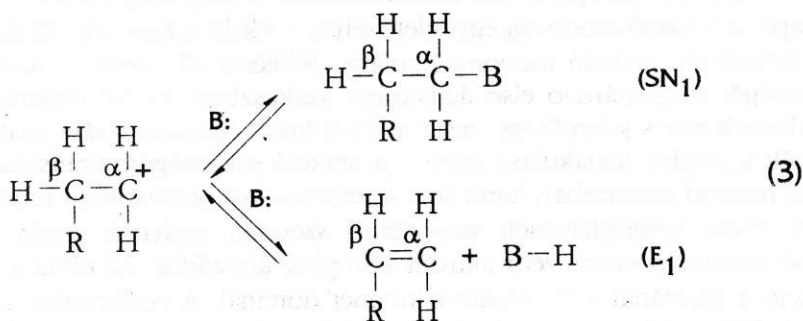
Az 1. feleletben feltételeztük, hogy a nukleofil szubsztitúciós és eliminációs reakciók egyidejű végbemenetelének a lehetősége a reakciómechanizmusok hasonlóságára vezethető vissza. Egybevetve az SN_1 és E_1 típusú reakciómechanizmusokat, vázoljuk fel a reakciók lefolyását és mutassunk rá azokra a szerkezeti sajátosságokra és reakció-körülményekre, melyek az E_1 típusú átalakulásnak kedveznek, az SN_1 típusú átalakulás rovására.

5. felelet

Mind az SN_1 , mind az E_1 mechanizmusú átalakulás első, lassú, tehát sebességmeghatározó szakasza, a karbóniumionos szerkezetű aktivált komplex képződéséhez vezet (2):



Tehát az átalakulás első szakaszában képződő aktivált komplex mindkét irányú reakciónál teljesen azonos. A reakció második szakaszában, az aktivált komplex további átalakulására két lehetőség van. Az egyik esetben a (B:) reagens kapcsolódik hozzá az aktivált komplexhez és a nukleofil szubsztitúció irányában folytatódik a reakció. A második lehetőség szerint, a (B:) reagens hatására a βC -hez kapcsolódó, lazított kötésű hidrogénatom szakad ki proton formában az aktivált komplexből és alkén képződik.



A szubsztrátumból kiszakadó (X) szubsztituens milyensége egyáltalán nem befolyásolja az átalakulás SN_1 vagy E_1 irányú lefolyását, ennek csak a reakció első, sebességmeghatározó szakaszában van meghatározó szerepe. Viszont annak ellenére, hogy a (B:) reagens koncentrációja nem szerepel sem az SN_1 , sem az E_1 reakció sebességi egyenletében, ennek minősége mégis megszabhatja a reakció egyik vagy másik irányú végbe menetelét. Ez a következtetés az általános formában felvázolt átalakulás második szakasza (3) alapján vonható le, melyből kitűnik, hogy a (B:) reagens nukleofil erejétől (a karbokationt támadja) illetve bázikus jellegétől (a β -helyzetű hidrogént támadja) függően az SN_1 vagy E_1 átalakulás kerül előtérbe.

6. kérdés

Magasabb hőmérsékleten rendszerint az E₁ irányú átalakulás dominál. Mi ennek a magyarázata?

6. felelet

Az E₁ típusú átalakuláskor a reakció második szakaszában, a proton kiszakadása az aktivált komplexből 8-16 KJ/mól energiát igényel. Ezért képződnek alkének magasabb hőmérsékleten.

7. kérdés

Kísérleti tények igazolják, hogy a terc.-butil-alkohol már sokkal alacsonyabb hőmérsékleten, tehát könnyebben alakul át izobuténné, mint például az etilalkohol eténné.

Mivel magyarázható a terc.-butilalkohol könnyebb vízeliminációja?

7. felelet

Valószínű, hogy az eliminációs reakció lehetőségét a szubsztrátum szerkezete is befolyásolja. Mindenekelőtt kihangsúlyozzuk, hogy az eliminációs reakció mechanizmusától függetlenül – amely nemcsak E₁ lehet – az alkénekké való átalakulás készsége a primér < szekundér < terciér alkilszármazékok irányában növekedik. Az alkilszármazékok rendősége elektronikus illetve sztérikus hatások révén befolyásolja az E₁ mechanizmus lehetőségét az SN₁ reakcióval szemben (növekedik az E₁/SN₁ arány). Ugyanis mind az elektronikus, mind a sztérikus tényező lényegében a magasabbrendű szénatomok közötti kettőskötés képződését kedvezményezi. Az alkilgyökökkel nagyobb mértékben szubsztituált alkének pl. (H₃C)₂-C=CH-CH₃) sokkal stabilabbak, mint a kevésbé szubsztituáltak (pl. H₃C-CH=CH-CH₃). Ez a stabilizálódás az alkilgyökök +I elektroneffektusának tulajdonítható.

8. kérdés

Hogyan magyarázható a magasabbrendű alkilszármazékok fokozottabb átalakulási készsége alkénekké a sztérikus hatásból kifolyólag?

8. felelet

A sztérikus hatás azon keresztül nyilvánul meg, hogy a szubsztrátum α-helyzetű, sp³ tetragonális hibridállapotú (109°28' vegyértékszögek) szénatomjának zsúfoltsága csökken, ha kettőskötés kialakításával sp² trigonális hibridállapotú (vegyértékszög 120°) szénatommá alakul át. Tehát az entrópia növekedése révén a rendszer stabilizálódik. Mivel a magasabbrendű központi szénatommal rendelkező alkilszármazékok reakciócentruma "zsúfoltabb", ezek reakciókészsége az E₁ típusú átalakulásban ún. "sztérikus segítség" révén nagyobb, mint az alacsonyabbrendűeké.

9. kérdés

Az eliminációs reakciók egy másik típusánál azt észlelték, hogy a reakciósebesség mind a szubsztrátum, mind a reagens koncentrációjától függ. Ugyanakkor az aktivált komplex képződését, a szubsztrátum β -szénatomjáról kiszakadó hidrogénatom mozgékonyasága is befolyásolja.

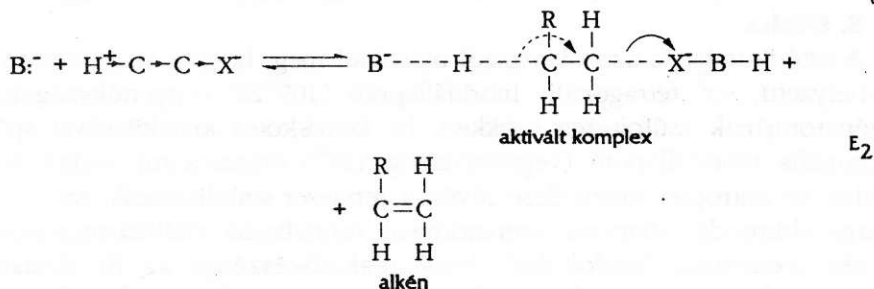
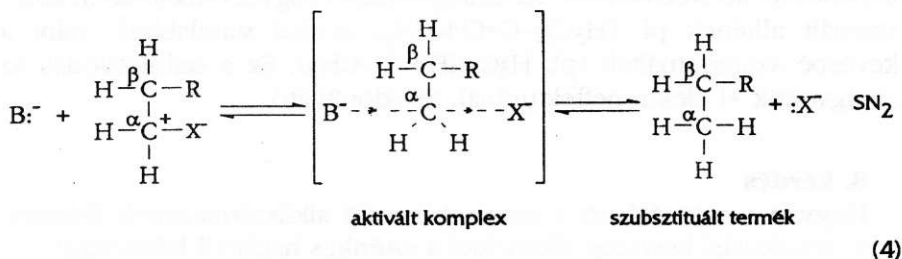
Az ismertetett kísérleti tények alapján következtessünk az eliminációs reakciók e típusának mechanizmusára, összehasonlítva azt az SN_2 reakció mechanizmusával!

9. felelet

Az eliminációs reakció sebességének függése mindkét reakciópartnertől azt jelenti, hogy a reakció aktivált komplexének kialakításában mindekedzőnek szerepe van. Tehát az elimináció bimolekuláris, s kinetikailag másodrendű. Szimbóluma: E_2 . Ez konkrétan azt jelenti, hogy a szubsztrátumban levő $\alpha\text{C-H}$ és $\beta\text{C-H}$ kötések heterolitikus felszakadása egyidejűleg történik. Ebből az következik, hogy az (1)-es reakcióvázlatban feltüntetett *a*, *b*, és *c* elektronátmenetek egyidejűleg azonos intenzitással mennek végbe. Az E_2 típusú reakció sebességi egyenlete:

$v = k[\text{R-CH}_2\text{-CH}_2\text{-X}][\text{B:}]$ alakú.

Az E_2 és SN_2 típusú reakciók végbemenetelét általános formában, egymás mellett feltüntetve a (4)-es reakcióvázlat szemlélteti:



10. kérdés

A kísérleti adatok tanúsága szerint az E₂ és SN₂ típusú reakciók nem kötődnek olyan szorosan egymáshoz, mint az E₁ és SN₁ típusúak. Ez lényegében várható is, mivel az E₂ és SN₂ átalakulások mechanizmusai korántsem mutatnak olyan mértékű hasonlóságot, mint az E₁ és SN₁ mechanizmusok.

Jellemezzük az E₂ és SN₂ reakciótípusok mechanizmusában mutatkozó különbségeket és ezek figyelembevételével mutassunk rá arra, hogy miképpen lehetne az E₂ reakciót az SN₂ rovására elősegíteni?

10. felelet

Amint az a (4)-es reakcióvázlatból is kitűnik, az E₂ és SN₂ reakciók aktivált komplexének szerkezete alapvetően különbözik egymástól. Az E₂ reakció aktivált komplexében a B:⁻ reagens a szubsztrátum β-szénatomján levő hidrogénatomhoz, az SN₂ reakció során viszont az α-helyzetű központi szénatomhoz orientálódik.

Mivel a reagens koncentrációja mindkét reakciótípus sebesség egyenletében szerepel, úgy vélnénk, hogy a (B:) reagens minőségétől függően nem lehetne az E₂/SN₂ reakcióarányt egyik, vagy másik reakciótípus irányában befolyásolni. A valóságban azonban, attól függően, hogy a (B:) reagens bázikus jellege (a leszakadó protont támadja) vagy nukleofil ereje (a szubsztrátum központi szénatomját támadja) dominál, az alapreakció mind az E₂, mind az SN₂ típusú átalakulás irányába eltolható. Ebben az összefüggésben szerepet játszik az alkalmazott reagens molekulatérfogata is. A nagyobb térfogatú bázisok elsősorban az E₂ átalakulásoknak kedveznek, mivel ezek könnyebben megközelíthetik a periférikusabban elhelyezkedő hidrogénatomot, mint a reakcióközpontban levő, térbelileg elrejtettebb központi szénatomot.

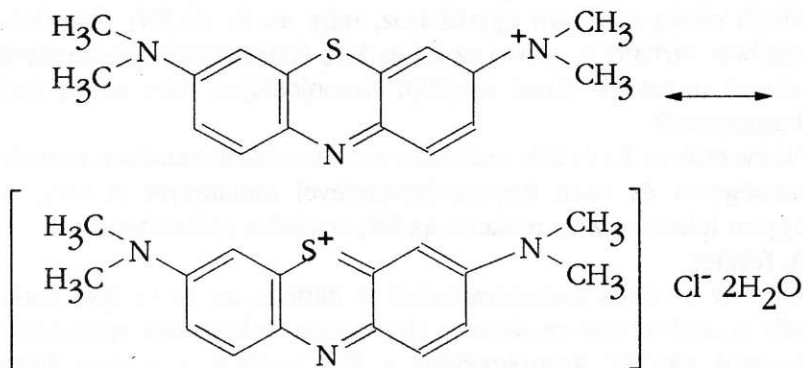
Dr. Szurkos Árpád

Színek, színes anyagok, színezékek

7. Színezékek a gyógyászatban

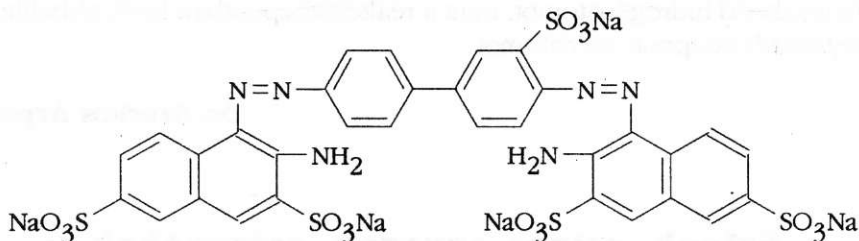
Szerves festékeknek a különböző mikroorganizmusokra gyakorolt hatása már az 1880-as évek végétől ismert. Számos színezék (metilénkék, fuxin, genciánkék, stb.) bakteriosztatikus vagy éppen baktericid hatású.

A szerves festékek gyógyászati jelentőségét rendszeresen Paul Ehrlich tanulmányozta első ízben. Számos új festék előállítása és ezek biológiai vizsgálata elvezette az élő szövetek festéséhez. 1891-ben megállapította, hogy a metilénkék:



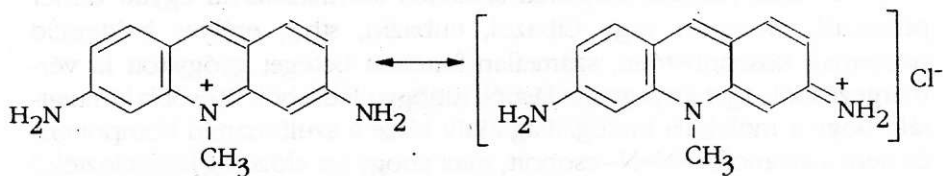
metilénkék, 2,7-bisz-dimetil-amino-fentiazónium-klorid, aretít

szelektíven festi az idegszöveteket és ezáltal felismerhetővé teszi ezeket, de egyben elpusztítja a malária kórokozóját, az Anopheles szúnyog nőtényében tenyésző Plasmodium baktériumot is. A kedvező állatkísérleti eredmények, valamint az a tény, hogy a metilénkék mérgező hatása ez emberi szervezetre csekély, Ehrlichet felbátorította arra, hogy ezt a színezéket alkalmazza a malária gyógyítására (több-kevesebb eredménnyel) és kísérletét kiterjessze más típusú protozoákra és más színezékekre is. Megállapította, hogy a tripánvörös:



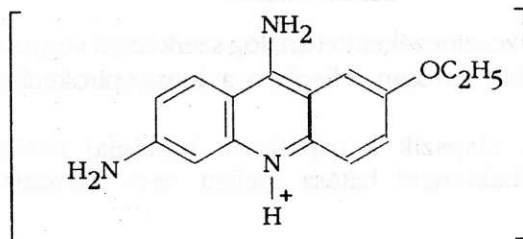
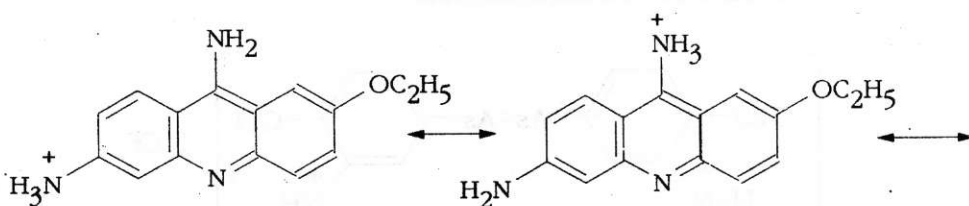
tripánvörös, teratolt benzidin-3-szulfonsav és 2-amino-naftalin-3,6-diszulfonsav kapcsolási terméke

elpusztítja az álomkór vérélősködőjét, a cecelégy által terjesztett Trypanosoma gambiense bacilust. Munkatársával, Shigával együtt sikerült az álomkór-fertőzötteket meggyógyítani, ezzel megindították a kemoterápiás kezelések sorát. Számos, különböző kémiai szerkezetű festéket tanulmányoztak és sok kísérletező igen jó eredményt ért el; az azofestékek között az afridolkék (Nicolle és Mesnil, 1906), tripánkék (Nuttal és Hadwen, 1909), akridin-vázás festékek: akrilflavin (tripaflavin) (Browning, 1913), rivanol (Morgenroth, 1921).



akriklavin, tripaflavin, 3,6-diamino-10-metil-akridinium-klorid

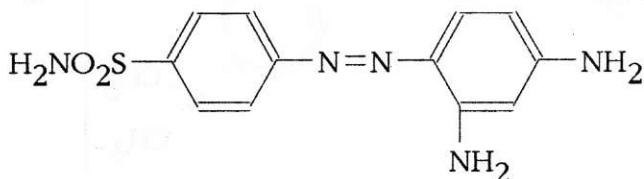
vörös kristályai, illetve sárgán fluoreszkáló vizes oldata antiszeptikus hatású, a sztreptokokkuszos és sztafilokokkuszos fertőzéseket gyógyítja.



rivanol, 2-etoxi-6,9-diamino-akridinium-laktát

kiváló gyógyszer a sztreptokokkuszos fertőzések ellen.

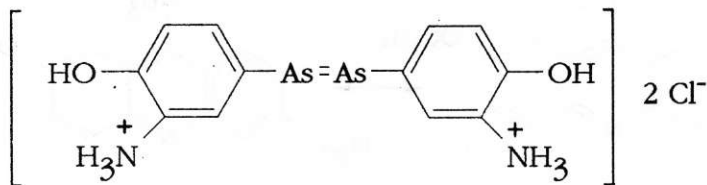
1935-ben Domagh előállítja a vörös prontosilt:



prontosil, prontosyl, 2,4-diamino-4'-szulfonamido-azobenzol

amely számos hasonló alapvázú szintelen származékával együtt (fehér prontosil, eleudron vagy Cibazol, eubazin, stb.), erélyes baktericid hatásának köszönhetően, számtalan fertőzött beteget gyógyított ki vérmérgezésből, agyhártyagyulladásból, tüdőgyulladásból. (Később kimutatták, hogy a molekula biológiailag aktív része a szulfonamid komponens és nem a kromofor $-N=N-$ csoport, mint ahogy azt előzőleg feltételezték.)

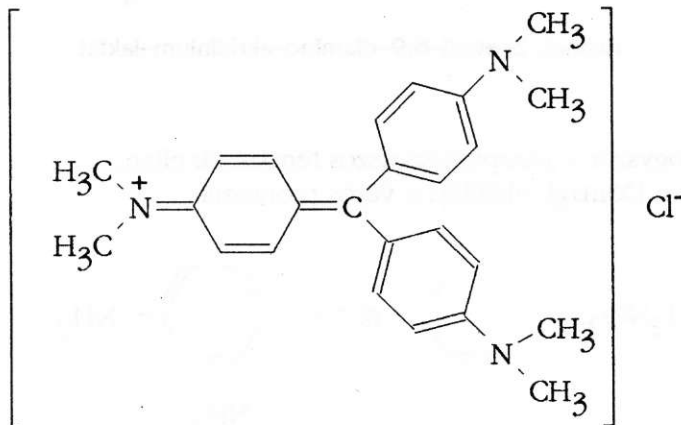
Abból a megfigyelésből kiindulva, hogy a színezékek különböző anyagokon más és más mértékben adszorbeálódnak, - ami meghatározza festőhatásukat, a színezékek, mint gyógyhatású anyagok, csak akkor és ott fejtik ki hatásukat, ahol adszorbeálódnak. Ezt, a szelektív adszorpció elvét használta fel Ehrlich és munkatársa, Hata az általuk előállított szalvarzán (1912) sikeres alkalmazásában:



szalvarzán (salvarsan606; 4,4'-dihidroxi-3,3'-diammónium-arsénobenzol-diklorid

arzéntartalmú, az azoszínezékekkel analóg szerkezetű vegyület, az emberi szervezetre nem hat károsan, ellenben a luesz-spirokétákat maradéktalanul roncsolja.

Hasonló elven alapszik a tripaflavin biológiai hatása és alkalmazhatósága is, baktericid hatása mellett nem károsítja az emberi szervezetet.

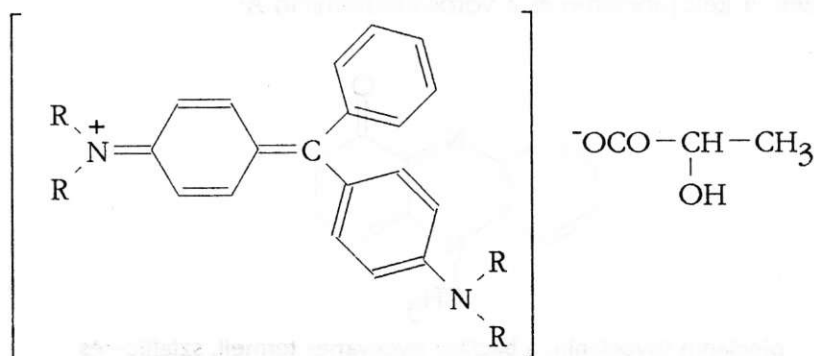


kristályibolya (pyocyanin, genciánkék, tri-(p,N,N-dimetil-amino-fenil)-metán-klorhidrát

A nagyszámú kísérletezések eredménye azt bizonyítja, hogy a szerves festék-gyógyszerek elsősorban a bőr- és nyálkahártya fertőzések gyógyítására a leghatásosabbak.

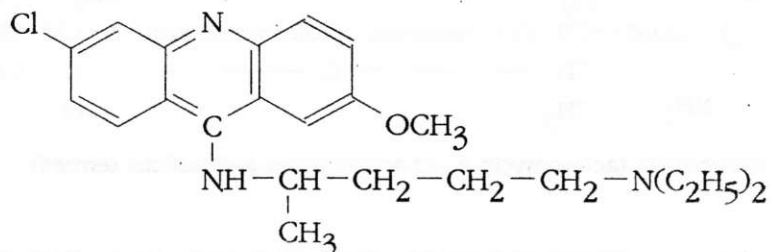
Az 1950-es évektől kezdve több szerves színezéket parazitaölő (vermicid) szerként használnak, elsősorban trifenil-metán származékokat, mint a kristályibolya (lásd az előző oldalon). Kitűnő parazitaölő (vermicid) és gombaölő (fungicid) hatású.

Az utóbbi évek kísérletei azt mutatják, hogy a malachitzöld (R=CH₃) és etilszármazéka, a brilliánszöld (R=CH₂-CH₃) laktátja bizonyos rákos daganatok (a bőrrák egyes formái, vastagbél daganat) fejlődését megakadályozják illetve teljesen el is távolítják azokat.

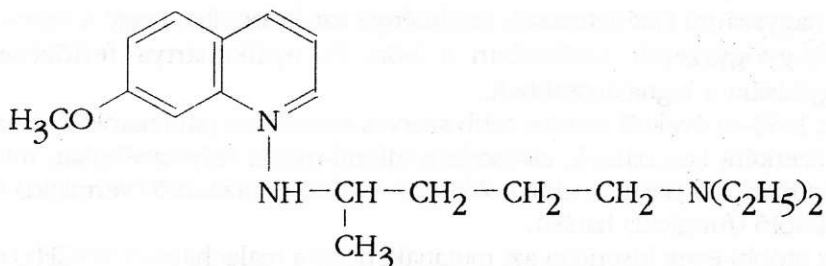


malachitzöld laktát (di-(p.N,N-dimetil-amino-fenil)-fenil-metán-laktát, R=CH₃)

Számos nitrogén tartalmú heterociklikus szerves festék rendelkezik gyógyhatással, ilyenek az atebrin és Plazmokin:

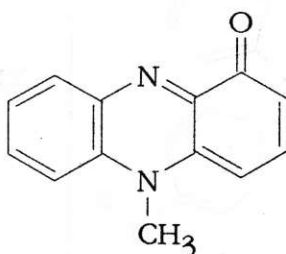


atebrin (atebrin, 9- α -dietilamino- δ -pentilamino)-6-klór-2-metoxi-akridin)

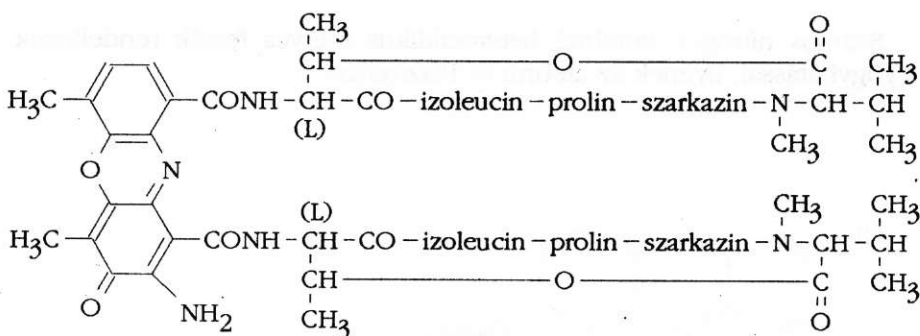


plazmokin (plasmochin, 8-N α -dietilamino- δ -pentilamino)-7-metoxi-kinolin

valamint két, baktériumok által termelt, erős baktéricid hatású természetes színezék, a kék piocianin és a vörös aktinomicin A:

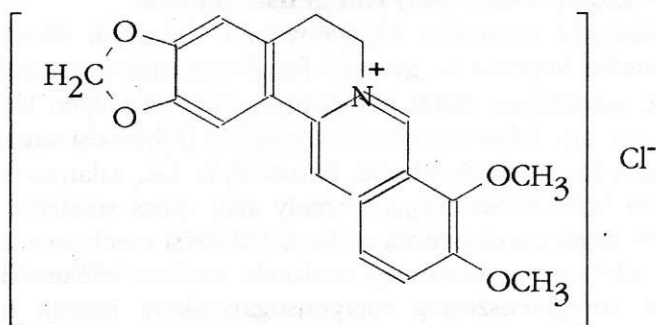


piocianin (pyocianin, a bacillus pyocyaneus termeli, sztaflo- és pneumokokkuszt öli)



aktinomicin (actinomycin A, az actinomyces antibioticus termeli)

Az ókorban gyapjúfestésre használt sárga színű berberin (a Berberis vulagris és más Berberaceae sárga színű alkaloidja) sárgaság, epehólyagfertőzés gyógyítására szolgál, szemfertőzésnél szemcseppként adagolják. Újabb kísérleti eredmények szerint a májrákot, májciróvizt gyógyítja.



Berberin-klorid

Makkay Klára

Röntgenszínképek

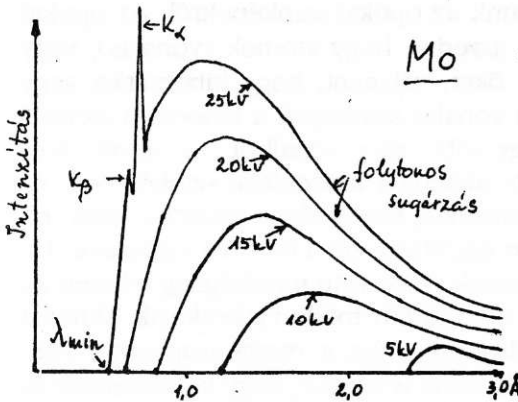
(folytatás az előző számból)

Az atom szerkezetének kutatásában az optikai színképek, mint kísérleti tények, igen fontos szerepet játszanak. (Lásd H-atom, Bohr elmélet). Míg a látható fény tartományában ezek az elektronburok külső héjáról adnak információt, a röntgenszínképek a belső, maghoz közel eső, erősen kötött elektronokkal kapcsolatosak.

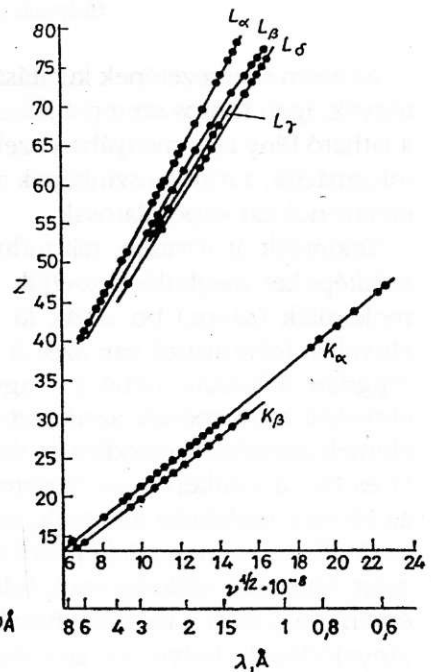
Tekintsük át röviden, mit tudunk az optikai színképekről. Az optikai színképeket megkülönböztetjük aszerint, hogy atomok (vonalas), vagy molekulák (sávos) bocsátják ki őket, valamint, hogy kibocsátási vagy elnyelési folyamatról van szó. A vonalas színképek a kibocsátó elemtől függően állhatnak néhány, vagy több ezer vonalból. Az adott elem elnyelési színképének szerkezete azonos a kibocsátási színképével. Az elemek színképei periodicitást mutatnak, szomszédos elemek esetén (pl. H és He) a színképek szerkezete egyáltalán nem hasonlít egymásra. Ha az elemek molekulát alkotnak, annak szerkezete minőségileg teljesen új, az őt alkotó elemek színképéből nem additív módon jelentkezik. Mindezt azért tartottuk szükségesnek felsorolni, mert a röntgensugarakra nem érvényesek ezek a megállapítások, ezzel is jelezve, hogy keletkezésük és elnyelődésük helye az atomban máshol keresendő, nem pedig a perifériákon, ahol az optikai színképek keletkeznek.

Kibocsátási (emissziós) röntgenszínképek

Két kísérleti paraméter függvényében vizsgáljuk őket: az egyik a röntgensőre kapcsolt U gyorsító feszültség, másik az antikatód anyagának Z rendszáma. Adott rendszám mellett bármilyen U érték mellett mindig van egy folytonos eloszlású színkép (félreesési sugárzás), amelynek csak intenzitása növekszik, ha növeljük U-t, valamint csökken az a legkisebb hullámhossz (λ_{\min}), amely alatt nincs sugárzás (7. ábra). A félreesési sugárzás elnevezés utal a keletkezési mechanizmusra. Eszerint a gyors elektron az atommag coulombi terében lefékeződik, a fellépő mozgási energiavesztés röntgensugárzásként jelenik meg. A λ_{\min} megjelenését értelmezhetjük, ha felírjuk az energia megmaradását a fordított fényelektromos jelenségre. Eszerint a beeső elektron eU mozgási energiája teljesen átalakul egy röntgenfoton $h\nu_{\max}$ energiájává. Innen a $\lambda_{\min} U = hc/e$ állandó kiszámítható a kísérleti eredménnyel egyező érték. Ha a gyorsító feszültséget tovább növeljük, egy, az antikatód rendszámára jellemző értéknél, megjelenik egy éles maximum, majd U növelésével még rendre néhány, mintegy vonalas komponens. A maximumoknak megfelelő hullámhossz értékek jellemzők tehát az antikatód anyagára. Ez az ún. karakterisztikus sugárzás. A vonalak sorozatokat alkotnak. Növekvő hullámhossz szerint beszélünk K, L, M, ... sorozatokról. A sorozatok csak néhány vonalat tartalmaznak, ezeket hullámhossz szerint α, β -komponenseknek nevezzük.



7. ábra



8. ábra

A karakterisztikus sugárzás nem mutat periodicitást, szerkezete aránylag egyszerű, ellentétben az optikai színképekkel. Két szomszédos elem röntgenszínképe egyforma szerkezetű, a nehezebbé kissé eltolódik a rövidebb hullámhosszak felé, az egész periódikus rendszert tekintve az eltolódás monoton jellegű (8. ábra), független attól, hogy a kibocsátó elem milyen vegyület alkotórésze. A karakterisztikus sugárzás K és L sorozatát Barkla azonosította, rendszeres tanulmányozásuk Moseley nevéhez fűződik. Moseley (1913-14) egyszerű összefüggést mutatott ki a sorozatok hullámhosszai és az atommag töltése, azaz a rendszám közt. Ezt az összefüggést (Moseley-törvény) manapság jóval általánosabban is felírhatjuk:

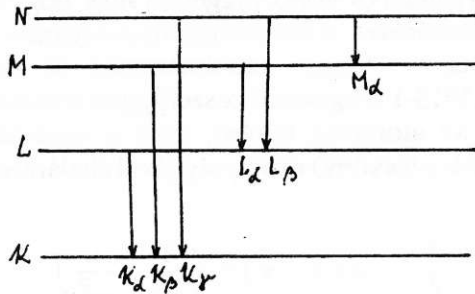
$$\frac{1}{\lambda} = R (Z - \tau)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

ahol λ -hullámhossz, R -Rydberg állandó, Z -rendszám, τ -árnyékolási állandó, n és m egész számok. A K-sorozatra $n=1$, $m=2,3,4,\dots$, a megfelelő vonalak a K_{α} , K_{β} , \dots , az L-re $n=2$, $m=3,4,5$, stb. A Moseley-törvény erősen emlékeztet a H-atom optikai színképét leíró Balmer-képletre, amelyet a Bohr-elmélettel lehetett megmagyarázni, a benne szereplő Rydberg-állandót is ki lehetett számítani. A Bohr-elmélet érvényes a hidrogénszerű atomokra is. (pl. He^+ , Li^{2+} , Ca^{19+} , stb.), de akkor a Balmer képletben az R mellett szerepel az atom rendszámának négyzete is, amit úgy értelmezhetünk, hogy az energia szintek Z^2 -szeresen mélyülnek és két energiaszint közti átmenetnél a kisugárzás hullámhossza, ha Z elég nagy (pl. Ca, esetén $Z=20$), már a röntgensugárzás tartományába esik. A karakterisztikus sugárzás vonalas jellege jelzi, hogy több elektronos atomok belső energiaszintjei is diszkrét értékűek, azaz kvantáltak, valamint a rendszám mellett megjelenő árnyékolási együttható (K-sorozatnál az közel egységnyi az elemek nagyrésznél, L-nél pedig 7,8) megmutatja, hogy a több elektromos atomban az egyik szintről a másikra átkerülő elektron nemcsak az atommaggal, hanem az összes többi elektronnal is kölcsönhatásban áll, ezek mintegy árnyékolják a pozitív töltésű mag terét.

A Moseley-törvény egyik fontos elvi jelentősége, hogy az atomok, rendszámuktól függetlenül, belső szerkezetükben azonos felépítésűek. A másik jelentősége abban áll, hogy segítségével pontosan meg lehet állapítani bármely elem rendszámát, vagyis helyét a periódusos rendszerben. Az analitikus vegyészet fegyvertára új, igen pontos fizikai módszerrel bővült a felismerések nyomán.

Megérthetjük most már a karakterisztikus vonalak kibocsátási mechanizmusát is. Adott héjon tartozkodó elektronok jól meghatározott töltési energiákkal rendelkeznek. Az energiaszinteket ábrázolva (9. ábra), a röntgensugárzással járó elektron átrendeződések érthetővé válnak. A becsapódó gyors elektron ionizálhat egy belső héjat (pl. K-energiaszint),

ha rendelkezik az ennek megfelelő mozgási energiával. Az atom instabillá válik, ami megszűnik, ha az elektronhiány egy külső (L, M, stb.) héjról töltődik fel, miközben kisugárzódik a két szint közti energiakülönbség.



9. ábra

Röntgensugarak elnyelődése (abszorpció)

Ha egy párhuzamos röntgennyaláb valamilyen anyagon halad át, intenzitása exponenciálisan gyengül az anyagvastagsággal egyrészt a szóródás, másrészt az elnyelődés következtében. A szórócentrumok maguk a közeg atomjai, a sugarak egy része oldalt kitér az eredeti útirányból. Az elnyelődéskor a sugarak energiáját az anyag valóban elnyeli. Az $I = I_0 e^{-\mu d}$ gyengülési törvényben a μ gyengülési együttható jellemző az anyagra és függ a sugárzás hullámhosszától. Felbontható egy szóródási (τ) és egy elnyelési (Z) együtthatóra: $\mu = \tau + Z$.

Adott elem abszorpciós röntgenszínképét előállíthatjuk, ha folytonos röntgensugárzást bocsátunk át rajta és mérjük a gyengülési együtthatót a hullámhossz függvényében.

Bármely elem esetében azt találjuk, hogy az elnyelődési együttható folytonosan nő a hullámhosszal. Helyenként szakadást szenved, azaz hirtelen lecsökken nagyon kis értékekre. A szakadások helye a hullámhossz skálán jellemző az elnyelő elemre. Összehasonlítva ezen értékeket az emissziós vonalak hullámhosszaival (karakterisztikus sugárzással), azt találjuk, hogy megfelelnek a K, L, M sorozatok határértékeinek. A szakadásokat mintegy vonalas színképként fogva fel, hiányoznak tehát a K_α , K_β , . . . , vagy L_α , L_β - stb. kibocsátási vonalaknak megfelelő elnyelési vonalak. Mindez könnyen értelmezhető, ha újra az energiaszintekre gondolunk. Pl. a K héjon levő elektron az elnyelt sugárzással az L héjra kellene kerüljön. De ha nincs a K_α emissziós vonalnak megfelelő elnyelődési szakadás, az azt jelenti, hogy az L héj telített, ekkora sugárzási energiánál (megfelelő hullámhossznál) nincs elnyelődés. Ha a röntgensugár energiája viszont elég nagy, hogy egy elektront kiszakítson a K héjról, vagyis ionizálja az atomot, az elnyelődés könnyen létrejön. Ez felel

meg az abszorpciós együttható hirtelen megnövekedésének és az adott hullámhossz pedig a sorozat határértékének. A keletkezett elektronhiányt az elektronburok újabb átrendeződése szünteti meg, akár csak az emissziós folyamatnál. Ez a röntgenfluoreszcencia jelensége, vagy másképp az ún. másodlagos karakterisztikus sugárzás.

Említettük, hogy rádioaktív folyamatokat is kísérhet röntgensugárzás. Ilyen pl. az elektronbefogás (K, vagy L-befogás). Az atommag a belső elektronhéjak valamelyikéről egy elektront fog be, rendszáma egységnyi-vel csökken. A keletkezett elektronhiányt az atom egy vagy több karakterisztikus vonal kisugárzásával szünteti meg, ennek detektálásával szerezhetünk tudomást a végbement magfolyamatról.

A röntgensugárzással kapcsolatos kutatások igen széles körűek napjainkban is. E sugárzás alkalmazási területe igen kiterjedt, kezdve a csillagászatától a biológiáig. A teljesség igénye nélkül, további számainkban igyekszünk beszámolni néhány érdekességről.

Farkas Anna

A szilárd fémes hidrogén

Természetes földi viszonyaink között a hidrogén csak gázállapotban fordul elő. szintelen, szagtalan, a legillékonyabb és a legkönnyebb gáz. Cseppfolyósítani csak a tizenkilencedik század végén sikerült. A hélium után a hidrogén rendelkezik a legalacsonyabb forrásponttal, normális nyomáson 20,4 kelvinen (-252,75 Celsius-fokon) forrik.

Miután a cseppfolyós héliummal végzett kísérletek váratlan felfedezésekhez vezettek (fémek szupravezetése, a hélium szuprafolyékonysága), a fizikusok a cseppfolyós hidrogént is tüzetesebben kezdték tanulmányozni. Kiderült, hogy a cseppfolyós hidrogénnél a szuprafolyékonyság nem lép fel, így már csak egy kérdés maradt tisztázatlan: elő lehet-e állítani, a héliumhoz hasonlóan, szilárd halmazállapotú formáját?

A kérdést J. D. Bernal vizsgálta először és 1926-ban arra a megállapításra jutott, hogy magas nyomáson a hidrogén szilárd állapotban is előfordulhat. Ebben az időben tízezer atmoszféra nagyságrendű nyomást tudtak előállítani - ez nem volt elég a hidrogén megszilárdításához. Ezért hosszú időn át már csak az elméleti fizikusokat foglalkoztatta a szilárd hidrogén problémája.

Az első részletesebb kvantummechanikai számítást a nemrég elhunyt magyar származású Nobel-díjas fizikus, Wigner Jenő végezte 1935-ben. Wigner elméleti úton megállapította, hogy 250 ezer atmoszféra fölött a

cseppfolyós hidrogén szilárd fázisba megy át, és ez a szilárd hidrogén fémes tulajdonságú kell hogy legyen. A feltételezett rácsszerkezet, amelyre a számításokat végezte: köbösen centrált rács, 1 angström körüli rácsállandóval; az ennek megfelelő sűrűség köbcentiméterenként 0,6-0,8 grammnak adódott. Tehát a szilárd hidrogén lenne a legkönnyebb fém.

A következő évtizedekben az elméleti fizikusok már részletesebben vizsgálják a szilárd hidrogén lehetséges tulajdonságait. Felmerül a gyanú, hogy a szilárd hidrogén esetleg szupravezető, ugyanis több nemfémes tulajdonságú elemről (germánium, szelén, szilícium, bizmut) bebizonyosodott, hogy több százezer atmoszféra nyomáson szupravezetőkké válnak. Aschraft (1968) és Schneider (1969) már meggyőzőnek tűnő érvekkel támasztja alá azt a hipotézist, hogy a szilárd hidrogén fémes szerkezetű, és igen valószínű, hogy szupravezető állapotba kerülhet.

A további kutatások tisztázni próbálják a nyomás- és hőmérséklettartományt, amelyben a szupravezetés fennállhat. Az elméleti becslések még nagyon tág határok között mozognak. A szupravezetés kritikus hőmérsékletére a különböző modellekhez kapcsolódó számítások néhány kelvintől, néhány száz, sőt néhány ezer kelvinig terjedő hőmérsékleti tartományt jelölnek meg. A nyomásra vonatkozólag jobb az egyezés a különböző modellek között: a hidrogén fémes állapota millió-atmoszféras nyomáson alakul ki.

Felmerült az a feltételezés is, hogy az előállított szilárd, fémes és szupravezető állapot esetleg a nagy nyomás megszüntetése után is - mint metastabilis egyensúlyi állapot - hosszabb ideig fennmaradhat. Ilyen esettel találkozunk ugyanis a mesterséges gyémántnál, amelyet ugyancsak nagy nyomáson és magas hőmérsékleten tiszta grafitból állítanak elő: a gyémánt jellegzetes kristályszerkezete fennmarad a nagy nyomás és a magas hőmérséklet megszünte után is. Ha a szilárd hidrogénnel is meg lehetne ezt valósítani, ez századunk egyik nagy felfedezését jelentené, hiszen egy csapásra megoldódna a közönséges hőmérsékleten levő szupravezető anyag előállítására, ugyanakkor ez a könnyű, nagy fűtőértékű és szennyezésmentes üzemanyag, a szilárd hidrogén átvehetné a nyersolajnak és származékainak a szerepét a robbanómotorok működésében.

Az újabban végzett számítások kiábrándítóbbak. Hawke ugyanis rámutatott arra, hogy a metastabilis szilárd hidrogén a legerősebb klasszikus robbanóanyagnál, a trinitrotoluolnál (TNT) mintegy százszor hatásosabb robbanóanyag lesz. A nagy nyomáson kialakult kötések óriási energiákat tartalmaznak, amelyek bármilyen kémiai átalakulásnál robbanásszerűen szabadulnak fel; márpedig robbanóanyaggal nagyon kockázatos lenne hőerőgépet működtetni. (Van viszont még egy terület, ahol a metastabilis szilárd hidrogénre - pontosabban a tríciumra, a hidrogén 3-as izotópjára - már nagyon várnak a fizikusok: ez a magfúziós reaktor-technika).

Mivel a fémes hidrogénhez fűződő kérdések gyakorlati szempontból igen nagy jelentőségűek, a hetvenes évek elejétől ismét megindultak a szilárd hidrogén előállítására irányuló intenzív kísérletek. Ezek során a vizsgálandó hidrogénpróbát igen erős mágneses térbe helyezik, majd ezt a mágneses teret robbantással hirtelen összenyomják. Ilyen módszerrel több millió atmoszférai nyomás állítható elő, amelyet mintegy tíz mikroszekundumig tudnak fenntartani. A kísérlet során pontosan mérhető a mágneses térerősség, amelyből meghatározható a nyomás. A hidrogénpróbáról, amelyet rézhengerbe helyeznek, 0,2 mikroszekundumonként röntgenfelvétel készül. A felvétel alapján meghatározható a hidrogén térfogata és sűrűsége. Az eddig közzétett eredményekből az derül ki, hogy körülbelül kétmillió atmoszférai nyomáson a hidrogén sűrűsége ugrásszerűen megnő, valamivel túlhaladja a víz sűrűségét, szilárd halmazállapotba kerül, és minden valószínűség szerint fémes tulajdonságú. A szupravezető tulajdonságot kísérletek során még nem sikerült ellenőrizni (erre vonatkozólag csak elektromos mérések adhatnak felvilágosítást).

Az L. Verescsagin professzor vezetése alatt dolgozó kutatócsoport sztatikus módszerekkel próbálkozik a fémes hidrogén előállításával. A kutatócsoport egy tíz emelet magas prést használ a szükséges nyomás elérésére. (A berendezést korábban mesterséges gyémánt előállítására használták). Ennek a kísérleti módszernek az a nagy előnye, hogy a nyomást lassan lehet megszüntetni és így tanulmányozni lehet a rendszer nyomás utáni metastabil állapotát, valamint az ehhez az állapothoz tartozó különböző fizikai tulajdonságokat.

A kutatások azt mutatják, hogy a szilárd hidrogén a világegyetemben nem is olyan ritka. Fémes hidrogén típusú bolygók valószínűleg nagyobb gyakorisággal fordulnak elő a világmindenségben, mint Föld típusú bolygók. A naprendszerben a Jupiter az, amely nagy mennyiségű szabad hidrogént tartalmaz és a nyomás, valamint a hőmérséklet olyan értékei figyelhetők meg, amelyek közepette a hidrogén szilárd halmazállapotban előfordulhat.

Kétségtelen, hogy a szilárd fémes hidrogén előállítására és fizikai sajátságaira vonatkozó kutatások nemcsak a gyakorlati szakemberek, de a csillagászok érdeklődésének is a homlokterében állanak. Ugyanakkor el kell mondanunk, hogy a hetvenes évektől kezdve jelentősebb kísérleti kutatások csak az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban folytak, mivel igen jelentős anyagi befektetésről van szó, és az esetleges felhasználás csak hosszabb távon valósulhat meg. Ezenkívül ez a kutatási terület egyre inkább a titkosan kezelt témák listájára kerül - újabban nagyon kevés kísérleti eredményt közölnek.

Puskás Ferenc

Kalandozás a LOGO világában

III. rész

Koordinátarendszer

A rajzmezőn egy derékszögű koordinátarendszer található, (-160,160) X (-90,90) méretben. Bejelentkezéskor a teknőc a rajzmező közepén helyezkedik el. Itt van a koordinátarendszer kezdőpontja. Vízszintesen az x, függőlegesen az y tengely helyezkedik el. Az x tengelyen jobbra a pozitív irány, balra a negatív irány található, az y tengelyen felfele a pozitív, lefele a negatív értékek találhatóak. Ha tudni akarjuk mely koordinátákkal jelölt helyen áll a teknőc, lekérdezhetjük **XCOR**-ral a vízszintes és **YCOR**-ral a függőleges koordinátát. Mindkét koordinátát a **POS** parancsra adja meg a gép. Ha az értékeket ki szeretnénk íratni a **PRINT (PR)** utasítást használjuk előtte. Hatására a rajzmezőben történik kiírás, utána új sorba kerül a kurzor. A parancssorba **SHOW XCOR** utasítással írathatjuk a koordinátákat. Ha egy kívánt koordinátára szeretnénk küldeni a teknőcöt, a **SETX** :x illetve a **SETY** :y utasítással tehetjük meg vízszintes illetve függőleges irányban. Ha előzőleg a tollat nem vettük fel, akkor vonalat is húz maga után a teknőc. Mindkét koordinátát is megadhatjuk egyszerre a **SETPOS** [:x :y] paranccsal. Ha adott irány fele szeretnénk fordítani a teknőcöt, akkor a **TOWARDS** [:x :y] utasítást használjuk. Ha például a **SETH TOWARDS**[25 25] parancsot adjuk ki, akkor a teknőc a (25 25) koordinátájú pont fele fordul. Ha már a kívánt irányba fordult a teknőc, jó lenne, ha össze is kötné a ponttal a jelenlegi helyzetét. Pithágorász tételével ez a távolság gyorsan megadható, de ha még nem ismered, segít a **DISTANCE** [:x :y] utasítás. Ez a teknőc helyzete és az x,y koordinátájú pont távolságát számítja ki. **SETH TOWARDS** [25 25] **FD DISTANCE** [25 25] utasítás hatására teknőc teljesíti kívánságunkat.

Mit rajzol a következő eljárás?

```
TO RAJZ :A :X
  PU SETPOS [ 70 45] PD
  ROZSA :A :X
  PU SETPOS [ -70 45] PD
  ROZSA :A :X
  PU SETPOS [ -70 -45] PD
  ROZSA :A :X
  PU SETPOS [ 70 -45] PD
  ROZSA :A :X
END
```

ahol a ROZSA :A :X az előző számban adott eljárás.

FELTÉTELES UTASÍTÁS

Csigavonalat szeretnénk rajzolni úgy, hogy rajzolunk egy szakaszt, elfordulunk 90 fokkal, majd egy nagyobb szakaszt rajzolunk, fordulunk 90 fokkal egyenabba az irányba és ezt ismételjük.

```
TO CSIGA :A
      FD :A RT 90
      CSIGA :A + 5
```

END

A program elindítása után hiába várjuk a leállást. Nem véletlenül, hisz mindig újakezdi a csiga eljárást egyre nagyobb paraméterértékkel. Ezen csak a CTRL+BREAK billentyűk együttes lenyomása segít, amely leállítja a program futását. Módosítsuk a programot úgy, hogy ha a paraméter értéke meghaladta a képernyő méretét, vagyis a 180-at, akkor álljon meg. Az **IF feltétel [utasítás]** utasítással érhető el. Ha a feltétel teljesül, akkor a [] -ben levő utasítás hajtódik végre, különben a következő soban folytatódik a végrehajtás.

```
TO CSIGA :A
      FD :A RT 90
      IF :A 170 [ CSIGA :A + 5 ]
```

END

Próbáljuk átalakítani ezt a csigát. Hogyan lehetne sűrűbb csigát rajzolni? Hát ritkábbat? Nyilván, a sűrűséget az :a-hoz adott 5 szabályozza. Jelöljük NOV-vel ezt a paramétert. Most forduljon háromszög alakban a teknőc, majd hatszög alakban. Ezt az elfordulási szöggel adhatjuk meg, ez legyen :SZOG.

```
TO CSIGA :A :NOV :SZOG
      FD :A RT :SZOG
      IF :A 170 [ CSIGA :A + :NOV ]
```

END

Hogy kellene átalakítani a :SZOG paramétert, ha azt szeretnénk, hogy 3-ra háromszögalakban, 6-ra hatszögalakban rajzoljuk a csigát? Próbáld ki az eljárást nem egész számmal megadott szögértékekre is!

A csigavonalat elkészíthetjük háromszög, négyzet vagy kör segítségével is, mint a következő eljárásban:

```
TO KEP :MERET :NOV
      IF :MERET 100 [ STOP ]
      HAROMSZOG :MERET
      RT 20
      KEP :MERET + :NOV
```

END

ahol :MERET az első háromszög oldalhossza, :NOV az az érték amellyel az oldalhosszt lépésenként növeljük., HAROMSZOG :MERET az előző számban ismertett háromszögrajzó eljárás.

Meglepő eredményeket kapunk, ha csigarajzoló programunkban méretváltozás helyett szögváltozást végzünk:

```
TO POLIP : A :NOV :SZOG
      FD :A RT :SZOG
      POLIP :A :NOV :SZOG + :NOV
END
```

Próbáld ki ezt az eljárást a következő értékekre:

```
POLIP 5 10 10
POLIP 5 4 45
POLIP 5 5 44
```

Ez egy végtelen eljárás. Végessé tehetjük bevezetve egy :MAX paramétert, mely a "gombócok" számát szabályozza.

```
TO POLIP :A :NOV :SZOG :LEPES :MAX
      IF :LEPES :MAX [ STOP]
      FD :A RT :SZÖG
      POLIP :A :NOV :SZOG + :NOV :LEPES + 1 :MAX
END
TO RAJZ :A :NOV :SZOG :MAX
      POLIP :A :NOV :SZOG 1 :MAX
      RAJZ :A :NOV : SZOG :MAX
END
```

Érdekes kísérletet hajthatsz végre a RAJZ eljárással különböző paraméterekre.

A következő számban logo-csipkéket rajzolunk rekurzív eljárásokkal.

Vas Anna

Sepsiszentgyörgy

Arcképcsarnok, tudományok története

Wilhelm Conrad Röntgen

1845-1923

Nagy változást hozott az 1895. év a fizika fejlődésében. A most 100 éve történtek rövid vázolására lehetővé teszi ennek a W.C. Röntgen (1845-1923) által megindított kutatásnak, felfedezésnek az értékelését. Röviden az történt, hogy az akkori kísérleteket folytatva, vákuumcsövekben, az ún. katódcsövekkel kísérletezve, a látható fény számára átlátszatlan fekete

papírba burkolt csövet bekapcsolva az asztalon levő fluoreszkáló kristályok felvillantak, tehát a csőből új fajta, szemmel láthatatlan sugárzás indult. Az új felfedezés híre nagyon gyorsan elterjedt. A fizikusok siettek készülékeikhez, hogy megismételjék Röntgen kísérletét s az ismételt kísérletek beigazolták az ismeretlen, X sugarak, vagy ahogy később nevezték a Röntgen sugarak ma már közismert tulajdonságait. Sokan véletlennek tulajdonították a Röntgen sugarak felfedezését. Kétségtelen, hogy a véletlen is szerepet játszott, azonban ez a felfedezés nem jöhetett volna össze anélkül a megfigyelési tapasztalathalmaz nélkül, amelyet Röntgen évtizedes, lelkiismeretes kísérletező munkája során szerzett. Tekintsük át Röntgen életét.



Wilhelm Conrad Röntgen

Édesapja jómódú kereskedő volt. Édesanyja Amsterdamból származott, s hároméves korában szülei Hollandiába költöztek. Röntgen Utrechtben tanult. Tanuló éveiről keveset tudunk, egy diákcsíny következtében kicsapták az iskolából, ezzel megszűnt az a lehetőség, hogy egyetemre kerülhessen. 1865 őszen Zürichbe utazott, hogy az ottani Műszaki Főiskola gépészmérnöki karán folytassa tanulmányait (ott nem kértek érettségi bizonyítványt). Itt három évig volt hallgató, érdekelte az alkalmazott matematika és a műszaki fizika. Tanulmányai befejezése után a kísérleti fizika felé fordult. Kundt ismert fizikus hatására ezután filozófiai doktori címet szerzett, s amikor 1870-ben Kundt a würzbergi egyetemre kapott meghívást, Röntgen vele ment s később 1872-ben követte a strassbourgi egyetemre. Itt sikerült neki az oktatási engedélyt megkapni s rövid hohenheimi mezőgazdasági tanároskodás után 1879-ben harmincnégy éves korában a giesseni kísérleti fizika tanszékének élére került, ahol elsősorban az elektromágnesség és fénytán kérdéseivel foglalkozott.

Röntgen mindig egyszerű kísérletekkel dolgozott és ezekkel nagyon pontos eredményeket ért el, a kétkezi munkát igen nagyra becsülte.

Itt Giessenben fontos felfedezést tett, kimutatta egy mozgó elektromos töltés mágneses mezejét az ún. röntgenáramot. A giesseni évek eredménye Röntgen kristályfizikai kutatásai. Egy évtized múlva F. Kohlrunsch utódként Wüzburgba hívták, tehát nyilvános rendes egyetemi tanárként tért vissza arra az egyetemre, amely előbb megtagadta tőle a tanári

kinevezését, így elérkezett a leghíresebb felfedezéseinek színhelyére. 1895 novemberében észlelte az új sugarakat, az első közleményt 1895-ben decemberében írja, a harmadik s egyben az utolsó írása erről 1897 márciusában jelenik meg. Sokan kutatták, hogy ezen korszakalkotó eredménye után miért húzódott vissza. M. von Lane véleménye szerint a felfedezése olyan hatással volt rá, hogy az akkor ötvenéves tudós ettől a kutatástól többé nem tudott szabadulni. Minden nagy szellemi tett nyomasztja azt, aki véghezvitte.

1901 decemberében Röntgen kapta meg a fizikai Nobel-díjat s érdekességként megemlítjük, hogy a Nobel-díj átvételekor nem tartott előadást.

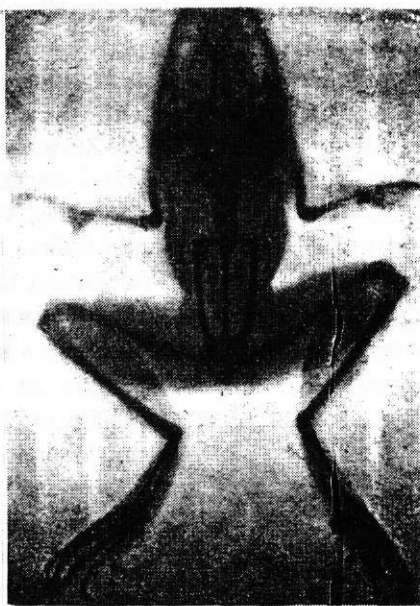
Négy évvel a sugarak felfedezése után a müncheni egyetemre hívták s ettől kezdve végig Münchenben maradt. Mint egyetemi tanár tiszteletnek örvendett, szigorú volt, előadásain soha egy tréfás szó sem hangzott el, nem volt a szavak mestere. 1920-ban adta ki utolsó munkáját a kristályok fizikájáról.

Mivel nem szabadalmazta felfedezéseit elszegényedve halt meg 1923 február 10-én. Hamvait Giessenben helyezték el.

Koch Ferenc



1. kép



2. kép

Kristályok fizikájáról. Ferenc Koch és mások
Hann. 1896. 7. ind. évf. 1896.

Szerkesztői megjegyzések:

Az előző oldalon és a hátlapon látható röntgenfelvételek Kolozsváron készültek 1896-ban, mindössze három hónappal Röntgen felfedezése után. Az első felvétel a kolozsvári egyetem Fizikai Intézetében készült, míg a másik kettő az egyetemmel szemben levő római-katolikus főgimnázium fizika laboratóriumában – két középiskolás diák állította elő, természetesen fizika tanáruk irányításával –.

Számunkra ez a két dokumentum jellegű kép rendkívül sokatmondó, mert kézzelfoghatóan igazolja az akkori erdélyi oktatási rendszer színvonalát. Egy kísérleti jellegű Nobel-díjas felfedezés eredményeit három hónappal a felfedezés után a kolozsvári egyetemen és az erdélyi középiskolákban (Nagyváradon a premontrei gimnáziumban is elvégezték a kísérleteket) bemutatják, tanítják és a kísérleteket a diákok is elvégzik.

A röntgensugárzással kapcsolatos kutatásokért Nobel-díjjal kitüntetett tudósok:

1901 — W.C. Röntgen – a sugárzás felfedezéséért

1914 — M.V. Laue – a röntgensugarak kristályokban létrejövő diffrakciójának felfedezéséért

1915 — W.H. Bragg és W.L. Bragg (apa és fia) – a kristályszerkezet röntgensugarakkal való tanulmányozásáért

1917 — Ch.G. Barkla – az elemek karakterisztikus röntgensugárzásának felfedezéséért

1924 — K.M. Siegbahn – röntgenspektroszkópiai vizsgálatokért és eredményekért

Moseley nevét nem találjuk a listán. Ennek az az oka, hogy az Első Világháborúban 28 éves korában Gallipolinál elesett. A Nobel-díjat pedig csak élő tudósoknak adhatják.

Dom Perignon csodálatos nedűje és az erjesztés tudománya

A vegytan fejlődésével állandóan tökéletesedő egyik legrégebbi élelmiszerünk a kis mennyiségben derűre, nótázásra hangoló, túlfogyasztva pedig "sírva vigasztaló" alkohol. Már az ókoriak felfigyeltek a "nyelvet megoldó" hatására, innen a mondás: in vino veritas, vagyis borban az igazság. Ebből kiindulva, a bor lepárlásával nyert ital, a konyak, amelyet már a középkortól kezdve ismertek és gyártottak, valóságos "tömény igazság"-nak tekinthető.

A bor lepárlásával szoros összefüggésben évezredünk kezdeti századainak italkészítői már a mai értelemben vett vegyi műveleteket végeztek. Feljegyzések szerint 1100 körül Salernóban vízelvonószerként hamuzsirt használtak, és így 60-90%-os tisztaságú szeszt nyertek. A XVII. század végén Dom Perignon szerzetes Champagne tartományi kolostorában kidolgozta a pezsgőgyártás mind a mai napig alkalmazott módszerét. Az eljárás lényege, hogy az új borokat nyerscukorral és nemes élesztővel elegyítve vastagfalú palackokba töltik, és a nyakrészben csupán félig benyomott dugaszt drótkengyellel biztosítják. A cukor erjedését követően az italt 8-10°C-os hőmérsékleten 1-3 évig tárolják, ameddig az élesztő bevonatként lerakódik az edény falára. Mérsékelt és óvatos forgatásokkal az élesztő a fejjel lefelé tartott palack dugójára hull, ahonnan eltávolítható. Az élesztőmentesítést követően, likőrnek nevezett, borban oldott legfinomabb kandis cukrot adnak hozzá, majd a palackot végleges záró dugóval lezárják és azt a mindenki által ismert drótkosárcával rögzítik, nehogy a kétszeres erjesztés hatására feldúsult széndioxid eltávozzék belőle. Hiszen éppen a széndioxid nyomása az, ami a szilveszterek, esküvők, születésnapok és egyéb ünnepi alkalmak hangulatát adó látványos dugókilövést biztosítja. Továbbá a széndioxidnak köszönhető az ital kellemes habzása, pezsgése és enyhén bódító hatása is.

Csehország és a német föld közkedvelt itala a sör, amelynek gyártása és fogyasztása több évszázados hagyományú. A sör gyűjtőmegjelölést az összes keményítőtartalmú anyagból alkoholos erjesztéssel gyártott italtra használják. Túlnyomórészt árpamalátából, komlóból és vízből készült. A XVIII. században a sörgyártást, gyakorlati ismeretek alapján, látványosan tökéletesítették. Ugyancsak a XVIII. században kezdték a burgonyát szeszgyártás céljára hasznosítani, a XIX. században pedig a szeszgyártás a vegyipar legnagyobb kapacitású és egyben legjövedelmezőbb ágává vált.

Az alkoholgyártáshoz hasonlóan a szárított dohánylevelek felhasználása is erjesztéses folyamatokon alapszik. A dohány, az alkoholnál sokkal károsabb élvezeti cikkünk, amit elsőként Kolumbusz egyik kísérője írt le, 1497-ben. Európába 1525-ben jutott el, Hernando Cortez kereszteslovag, Mexikó meghódítója révén. Eleinte azonban dísznövényként termesztették, akárcsak a burgonyát, amelynek virága a spanyol udvarhölgyek csodált dísze volt. Nem kellett azonban sok időnek elteltéig ahhoz, hogy a rendeltetésének megfelelően hasznosított kultúrnövényé váljék; kezdetben szippantották (tubákozták) vagy elpipázták, később szivar alakjában is elfüstölték. A dohánylevél ipari feldolgozása még sokáig váratott magára, és csupán a múlt században ment át minőségi változáson, Decoufle francia iparos által kiagyalt gépek jóvoltából. Már 1700-ból van feljegyzésünk német tubákgyárról, 1862-ben pedig Németországban megkezdte termelését az első cigarettagyár.

Az alkoholelőállítás és a dohánylevelek hasznosítása egyaránt az élelmiszerkémiában alapvető folyamatának tekintett erjedéssel kapcsolatos folyamatok. Mind a levegő kizárásával (anaerob) mind pedig a levegő jelenlétében lejátszódó (aerob) erjesztés fontos élelmiszerek előállítására használható. Így például anaerob körülmények között játszódik le az alkoholos erjesztésen kívül a glicerines-, a tejsavas- és a vajsavas erjedés is. Ezzel szemben aerob az ecetsavas és a citromsavas erjedés.

Próbáljuk meg röviden összefoglalni az alkoholos erjedéssel kapcsolatos gyakorlati és elméleti ismereteink fejlődését. A jól ismert, illetve feledésbe merült tudósok hosszú névsora azt példázza, hányan meg hányan vállaltak és vállalnak kisebb-nagyobb részfeladatot abban, hogy az emberi tudást előbbrevigyük, hogy akár névtelenül is hozzájáruljanak az emberiség haladásához.

Angelo Sala (1575-1640) olasz természettudós a fermentációt elemi részecskék újrendeződéseként értelmezte, aminek eredményeként új anyagok keletkeznek. Ez a megfogalmazás lényegében megegyezik a vegyfolyamatok mindmáig elfogadott meghatározásával. Helyes felismeréssel Antony van Leeuwenhoek holland baktériumvadász, az erjedést már 1676-ban mikroszkópikus lényeknek tulajdonította, szemben azokkal, akik kizárólag vegyi folyamatnak vélték. A következő lényeges megfigyelés Hermann Boerhaave nevéhez fűződik, aki 1732-ben felismerte, hogy az ecetes erjedéshez fény, hő, levegő és valamilyen növényi eredetű anyag szükséges. Max Bride 1764-ben az erjedéskor felszabaduló gázt helyesen a széndioxiddal azonosította, pár évvel később pedig Antoine de Lavoisier az alkoholos erjedést mennyiségileg is vizsgálta. Említésre méltó, hogy a tömegmegmaradás törvénye Lavoisier könyvében éppen a boros fermentációról értekező fejezetben fogalmazódott meg. A francia forradalomban kivégzett tudós elsők között ismerte fel, hogy a szénből, oxigénből és hidrogénből felépülő cukor élesztő hatására széndioxiddá és szesszé alakul át. Munkahipotézise az volt, hogy a kiinduló anyagok teljes mennyiségét megtaláljuk a végtermékekben. A vegyi átalakulást tehát mérleg-egyenlegnek tekintette, és kijelentette, hogy a kiinduló anyagok tömege megegyezik a végtermékek tömegével. 1807-ben Chaptal de Chanteloup kidolgozta az ecetgyártás teljes eljárását, majd 1814-ben Kirchoff felfedezte az amiláz nevű erjesztőszert. 1826-ban pedig Desmazieres kimutatta a *Mycoderma cerevisiae* (sörélesztő) szerepét a sörgyártásban. Az elméletnek harca ekkor tetőzött; egyre kevesebben osztották Berzelius nézetét, amely szerint az erjedés pusztán kémiai átalakulás volna, növekedett azon tudósok tábora, akik a fermentációt élettani folyamatnak tartották. A döntő változást a bakteriológia fejlődése hozta. 1836-ban Charles Cagnaird de Latour francia fizikus megfigyelte, hogy a sörélesztő mikroszkópikus részecskékből áll, amelyek

valószínűleg a növényvilághoz tartoznak. Hasonló globulákat talált a borokban, és azokról kimutatta, hogy a szárítás vagy a fagyasztás rájuk nézve ártalmatlan. Rövidebb később Theodor Schwann német biológus bebizonyította, hogy az erjedést (akárcsak a rothadást) nem a levegő oxigénje okozza, hanem a levegőben jelenlevő élőlények (mikroorganizmusok), amelyeket a hő, illetve a vegyszerek elpusztítanak. Ez az elmélet Nicolas Appert (1750-1841) francia tudós azon sikeréből nőtt ki, hogy különböző élelmiszereket hevítés és légmentes csomagolás révén tartósított. A nagytekintélyű Gay-Lussac azonban a konzerválás sikerét kizárólag az oxigén kizárásának tulajdonította. E feltételezést Schwann ötletes kísérlettel cáfolta meg; kimutatta, hogy levegővel érintkezve, a főzött szerves anyagok is elbomlanak. Ha azonban a levegőt előbb vörösre izzított csövön vezette át, akkor a bomlási folyamat leállt. Schwann az élesztőt különleges tulajdonságú növénynek tekintette. Az élesztő élő mivoltát és az erjedéssel való kapcsolatát az eddigiektől függetlenül Friedrich Kützing is felfedezte. Ugyanakkor az ecetsavas átalakítást végző szervezeteket is azonosította. Az alkoholnak ecetsavvá alakulását Justus Liebig tisztázta azáltal, hogy a köztiterméket, az acetaldehidet elkülönítette.

Jegyezzük meg azonban, hogy a tudomány nagyjainak is voltak olykor nagy, akár történetinek is nevezhető melléfogásai. Így Liebig, a kor két másik kiváló vegyészegyénségével, Wöhlerrel és Berzeliuszal egyetértésben, elvetette az erjedés biológiai elméletét. Közülük Berzelius, 1839-ben, a rendkívül tekintélyes Jahres-Bericht című szaklapban kijelentette, hogy az élesztő éppen annyira élettelen lenne, akár bármely nemkristályos csapadék, mondjuk az alumínium-oxid. Következésképpen, az erjedést valamilyen katalitikus erőnek tulajdonította, és az élesztőt is szervesetlen katalizátorként kezelte. Liebig és Wöhler ennél is tovább ment. Névtelen szatírát írtak és jelentettek meg a kor másik jelentős folyóiratában, az Annalenban, *A bor erjedésének rejtélye megoldott* címen. Ebben a gúny-iratban Pistorius nevű feltalálóra "hivatkoztak", aki olyan szupermikroszkópot készített volna, amelynek segítségével megfigyelhetővé vált, amint az élesztő szemcséi cukoroldatban megduzzadtak, és apró állatkákat "szültek". Ezen állatkák azután szédítő gyorsasággal szaporodtak, szívófejükön át felették a cukrot, a végbélnyílásukon keresztül pedig alkohol és széndioxid áramlott ki. (Megjelent Anonimus aláírással, Annalen, 29, 100 (1839).) Liebig élete végéig csökönyösen ragaszkodott ahhoz a nézetéhez, hogy az élesztőgomba vagy más állatkák, amelyek a fermentációban levő folyadékokban találhatóak nem az erjedés okai (kiváltói), hanem eredményei ("melléktermékei").

Mitscherlich megállapította, hogy az élesztő részecskéi eléggé nagyok ahhoz, hogy szűrőpapír által eltávolíthatóak legyenek. Kimutatta azt is, hogy az erjedés csak az élesztővel közvetlenül érintkező cukoroldatban

megy végbe. Tévesen, az élesztővel való érintkezésnek tulajdonított elsődleges fontosságot, nem pedig az élesztő anyagcserefolyamatainak. Ugyanakkor Bloudeau at Rodez vegetatív növekedésnek tulajdonította a tejsavas, ecetsavas és a vajsavas erjedést, továbbá a karbamid és a zsírok fermentációját.

Louis Pasteur, híres francia orvos-fiziológus, fermentációval kapcsolatos érdeklődése 1854-ben kezdődött, és az optikailag aktív amilalkohol tanulmányozásából nőtt ki. A tejsavas erjedést vizsgálva azonosította a folyamatot kiváltó szervezeteket. Az ezt követő két évtizedben különféle erjedési folyamatot előidéző mikroorganizmust fedezett fel. Azt is észlelte, hogy egyes mikroorganizmusok oxigénmentes közegben is jól működnek. Vajsavas erjedésről szóló 1861-ben közölt tanulmányai megalapozták az aerob és anaerob szervezetek fogalmát. Pasteur elképzelése, hogy az erjedés a sejtek metabolizmusának eredménye, és hogy kizárólag élő sejtek jelenlétében mehet végbe, csupán 1897-ben kapott érdemleges választ, amikor Eduard Buchner (1860-1917) német vegytanprofesszor Münchenben olyan élesztőfolyadékot állított elő, amelyben nem léteztek élő sejtek. Az enzim, ami a cukoroldatokban a fermentációt katalizálta anélkül, hogy élő sejteket tartalmazott volna a zimáz nevet kapta. Buchner tehát alapvető kérdést tisztázott azzal a következtetésével, hogy az alkoholos erjedés nem élettani folyamatnak tudható be, hanem az enzimek hatásának. Alig pár évvel később Hans von Euler-Chelpin már alapvető tanulmányokat közölt az enzimekről.

Az 1849-ben a New York-i Brooklinban megalapított Pfizer-cég elsőként állított elő fermentációs vegyszereket. Így 1927-ben ipari méretű folyamatot vezetett be a citromsav erjesztés útján történő gyártására. Mindaddig a citromsavat kizárólag Olaszországban, a citrusos gyümölcsök leveléből vonták ki. Később, ugyanazon cég, gyógyszerészeti alkalmazásra gyártani kezdte a glükonsavat, majd a fumársavat is, lakkgyanták előállítására. Az erjesztési eljárásokban szerzett tapasztalata alapján a Pfizer cég kezdett világszerte antibiotikumokat gyártani.

Az erjesztés által nyert tejsavat 1936-tól termelik ipari mennyiségben. A melasz és glükóz fermentációjával nyerik. A gyártási technológiát S.M. Weisberg dolgozta ki. A tejsavat nemcsak az élelmiszeriparban, hanem a galváns bevonatok készítésénél is hasznosítják. Továbbá, a tejsav észterezésével jó minőségű lakkoldószereket állítanak elő.

Szomorú, de igaznak látszó megállapítás, hogy az emebriség története végső soron a fegyverkezés története. Az első világháború hadi szükségletei például nagymértékben serkentették többek között az acetont és a butanol termelését. Ugyanis acetont volt a nitrocellulóz-nitroglicerin robbanószer, corditenak nevezett hőtőgáza. Addig az acetont kalcium-acetátból állították elő hőbontással, a következő egyenlet szerint:



Az ecetsav a faszén melléktermékeként nyert pirolignum-sav származéka volt. Az első világháború alatti akut aceton-hiány kiküszöbölésére a cukortartalmú anyagok erjesztésével nyert ecetsav sem bizonyult elégségesnek. A megoldás az oroszországi születésű Chaim Weizmannnak (1874-1952) köszönhető, aki a manchesteri egyetemen kidolgozott módszerével a keményítő erjesztése révén butilalkoholt nyert. Őt - tudományos kutatási területe révén - a butadién előállításának nyersanyaga érdekelte. Ugyanis - ma már kijelenthetjük, hogy zseniális ráérzéssel - a butadiént a mesterséges kaucsuk nyersanyagának vélte. A folyamatban hasznosított fermentációt 1910-ben fedezte fel Fernbach francia vegyész, azonban Weizmann fejlesztette ki az ipari eljárást azáltal, hogy elkülönítette a keményítőnek acetonná való átalakítását hatékonyan biztosító Clostridium acetobutylicum nevű mikroorganizmust. Ebben a folyamatban két rész butilalkohol és egy rész aceton keletkezett. Az aceton nemigen érdekelte Weizmann, de annál inkább a brit hadsereget. A folyamatot hamarosan ipari méretekben alkalmazták, a brit kormány által üzemeltetett egyesült államokbeli, kanadai és indiai desztilláló üzemekben.

Az Amerikai Egyesült Államokban az érdeklődés nemsokára az acetontól a butanolra tevődött át. Az utóbbi ugyanis a gyorsan száradó lakkok oldószere, ami egyik napról a másikra megújította a gépkocsigyártást. A lassan száradó lakkok alkalmazása 1920-ig béklyóként korlátozta az autóipar fejlődését. Akkor, az első világháborút követő időszakban, Edward M. Fallherty, a híres amerikai du Pont cég vegyésze, kifejlesztett egy amilalkoholban oldódó, nem robbanó, nitrocellulóz-alapú lakkot, a hozzátartozó plasztifikánssal és kötőanyagokkal együtt. Az amilacetátot a whisky-ipar melléktermékéből, az amilalkoholból gyártották, az utóbbi azonban az alkohol-tilalom idején hiánycikké vált. Szerencsére kiderült, hogy a butilalkoholból nyert acetát az előzőnél is jobb oldószere. A butilalkohol ipari szintű gyártását az angol Distillers Company vezette be.

Chaim Weizmann Lloyd George miniszterelnök a királyi házhoz akarta beajánlani, hogy óhaja szerinti elismerést nyerjen. Weizmann azonban mind a lovagi címet, mind pedig a felajánlott évi járadékot visszautasította. Ehelyett felkérte a Brit Államot, hogy a cionista mozgalmat pártfogolja, a zsidó állam helyreállítása érdekében. Röviddel később a brit kabinet kiadta a Balfour-nyilatkozatot. Hosszú éveken át, ameddig álma valósággá nem vált, Weizmann összes szabadalmának bevétele az ügy támogatására szánta. Izrael léttrejöttkor mi sem lehetett természetesebb, minthogy Weizmannat válasszák meg az új állam első elnökévé.

Idáig az erjedésről a vegyész szemszögéből. Minthogy időközben az orvostudomány is felzárkózott a többi természettudomány fejlettségi szintjére, ma már azt is tudjuk, milyen enzimek segítségével bontja le az emberi szervezet a "belétáplált" alkoholt. Napjainkban tehát egyaránt ismerjük a szeszes italok előállításának technológiáját és az eljárásban

alkalmazott erjedéssel kapcsolatos sajátságait. Továbbá nemcsak az alkoholnak az emberi szervezetre gyakorolt hatását tudjuk megfigyelni (például a szomszéd dülöngélését és kurjongatását), hanem az alkoholnak a kisagyat elaléltató hatásmechanizmusát is ismerjük.

Löwy Dániel

Hints Miklós

Tudod-e?

Fraktálok

A fraktálok fogalmának a születését a XIX. századra tehetjük, azonban a fraktál elnevezés 1975-ben Benoit B. Mandelbrotól származik. A századfordulón kezdtek vizsgálni a matematikusok a szabálytalan görbéket és felületeket, amik végül a fraktálok, a fraktálgeometria kialakulásához vezettek. A századforduló nagy matematikusai, mint Cantor, Peano, Sierpinski és mások felfedeztek néhány geometriai alakzatot, amelyeket az akkori matematikával nem tudtak jellemezni. Cantor megszerkesztett egy halmazt, amelynek minden pontja torlódási pont, Peano pedig egy olyan folytonos vonalat húzott egy négyzetben, amely áthalad a négyzet minden pontján.

A fraktálok egyik alapvető tulajdonsága, hogy a részek hasonlítanak az egészhez. Ha a fraktál bármely kis darabját megfelelő nagyságúra nagyítjuk, visszakapjuk az eredeti fraktált, tehát a fraktálok önhasonlók. A fraktálok nagy hasonlóságot mutatnak a természettel az önhasonlóságuk révén. A fraktálok önhasonlósága nagy hasonlóságot mutat a hologramokkal, amelyeket szintén akármilyen kicsi darabokra vágunk, ha kivetítünk egy kicsi részt, az eredeti kép tárul elénk.

A fraktál szó a latin "törni" igéből származik, itt tulajdonképpen törtet jelent. A tört nem a fraktálgörbére vonatkozik, hanem a fraktáldimenzióra. Míg a hagyományos dimenziókat egész számmal fejezték ki, a fraktáldimenziók véges vagy végtelen tizedest tartalmazó valós számok.

Vizsgáljuk a fraktálok hasonlósági dimenzióját. A fraktálra egyedüli követelmény, hogy önálló legyen, vagyis fel tudjuk osztani N egyforma részre, amelyeket egy r hasonlósági aránnyal kapunk meg magából az alakzathoz. Tehát egy fraktál dimenziója $D = \log N / \log r$ lesz. Például a Koch görbe esetében a fraktáldimenzió $D = \log 4 / \log 3$.

A számítógépek rohamos fejlődése nagyon megkönnyítette a fraktál-görbék tanulmányozását. B. Mandelbrot az 1960-as évek végén kezdte el a fraktálok tanulmányozását, és ő hívta fel a figyelmet a fraktálok jelentőségére a természettudományokban.

A fraktálokat felhasználják a topográfiában és a meteorológiában. Földünk hegyeinek fraktáldimenziója általában 2,05 és 2,2 között változik, a természetes határok mind fraktálszerkezetűek. Legjobb példa erre a szigetek partvonala. A legtöbb sziget partvonalának a fraktáldimenziója 1,25.

A fraktálokkal a gimnáziumban találkoztam először mint megvalósítandó számítástechnikai programmal, majd miután nagyon tetszetek a fraktálgörbék és a Mandelbrot meg a Julia halmazok, utánanéztam a fraktálok történetének.

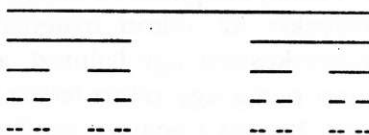
Ebben a cikkben a lineáris fraktálokról fogok bővebben beszélni, de megemlítem a négyzetes fraktálokat is.

Lineáris fraktálok

Lineáris fraktáloknak azokat a fraktálokat nevezem, amelyek leírhatók elsőfokú függvény segítségével.

1.) Cantor féle porszemek

A Cantor féle porszem a legelső fraktálok közül való. Képzése nagyon egyszerű: vegyünk egy 1 hosszúságú szakaszt, s osszuk fel három részre, a középső részt hagyjuk el, majd ismételjük meg az eljárást a megmaradt két szakaszra. Az alábbi ábrán a Cantor féle porszemeket láthatjuk különböző lépésszám után.



(1. ábra)

2.) Koch görbék

A Koch görbe az egyik legyegegyeszerűbb és legismertebb fraktálgörbe, képzése nagyon hasonlít a Cantor féle porszemek képzéséhez, de sokkal látványosabb alakzatokat hoz létre. Vegyünk egy 1 hosszúságú szakaszt, osszuk fel három részre, a középső részt emeljük ki, és tegyük helyébe egy $1/3$ oldalhosszúságú egyenlő oldalú háromszöget az alapja nélkül. Ezt az eljárást ismételjük meg minden keletkezett $1/3$ hosszúságú szakaszra, majd minden $1/9$ hosszúságú szakaszra és így tovább.

Megfigyelhetjük, hogy minden lépés után a szakaszok hossza megharmadodik, tehát "n" lépés után a szakaszok hossza $1 \cdot (1/3)^n$ lesz. Továbbá a szakaszok száma minden lépés után megnégyszereződik, így a szakaszok száma "n" lépés után 4^n lesz. A fenti két eredményt összesítve "n" lépés után a Koch görbe kerülete $1 \cdot (4/3)^n$ lesz, tehát a terület tart a végtelenhez.



2. ábra
(1 lépés után)

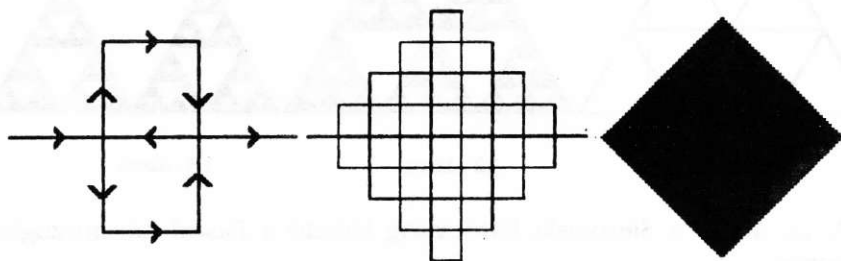
3. ábra
(2 lépés után)

4. ábra
(3 lépés után)

Az ábrákon megfigyelhető a Koch-görbék képezési módja, a 4. ábrán látható Koch görbe három lépés után jelentkezik.

3.) Peano görbe

A Peano görbe alapgörbéje az 5. ábrán látható. A következő ábrák további lépések elvégzése után keletkeznek. Jól látható a nyilak segítségével, hogy a Peano görbe folytonos! A Peano görbe végtelen számú lépés után egy négyzeten belül minden pontot fog tartalmazni.



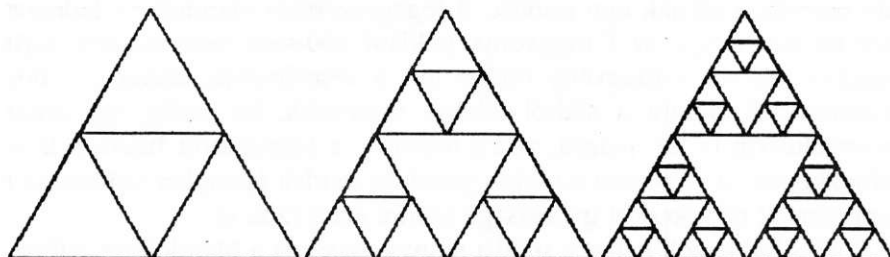
5. ábra
(1 lépés)

6. ábra
(2 lépés)

7. ábra
(4 lépés)

4.) Sierpinski háromszög

A Sierpinski háromszög szintén egy érdekes és egyszerűen képezhető fraktál. Rajzoljunk egy tetszőleges háromszöget, húzzuk meg az összes középvonalát, majd a központi háromszögon kívül mindenik háromszögre alkalmazzuk az előbb leírt módszert. A Sierpinski háromszöget az alábbi ábrák mutatják be különböző lépésszám után.



8. ábra
(1 lépés)

9. ábra
(2 lépés)

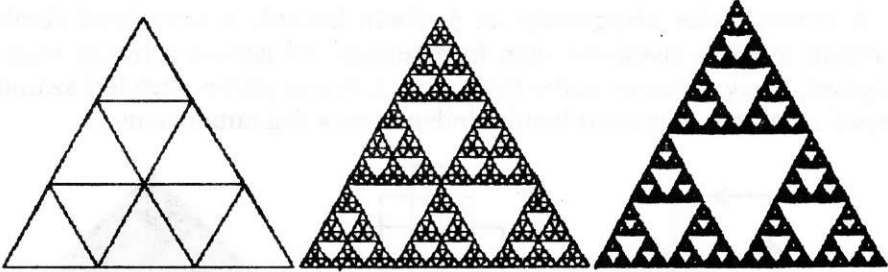
10. ábra
(3 lépés)

Megjegyzések: Ugyanilyen típusú ábrát kapunk, ha nem háromszöget rajzolunk fel, hanem mondjuk macskákat a háromszög három csúcsába, mivel a macskák elég nagy kicsinyítés után már pontoknak látszanak.

A Sierpinski háromszög képzési módjának érdekes megközelítése a kombinatorikából már ismert Pascal háromszög segítségével.

Írjuk fel a Pascal háromszöget, minden páros szám helyett tegyünk 0-t, minden páratlan helyett tegyünk 1-et. Már 20 sor után is jól látható a Sierpinski háromszög.

A Sierpinski háromszög más fajtáját is megkaphatjuk ha a háromszög oldalait nem felezzük, hanem harmadoljuk (11. és 12. ábra).



11. ábra

12. ábra

13. ábra

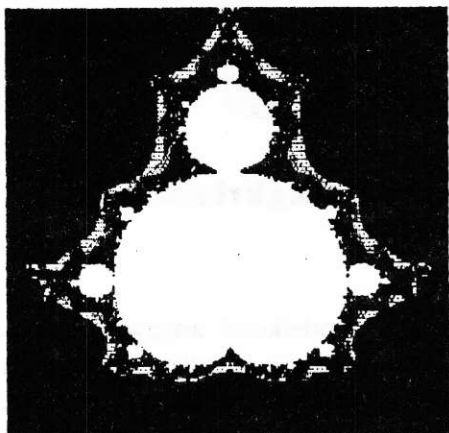
A 13. ábrán a Sierpinski háromszög látható a Pascal háromszögből képezve.

Négyzetes fraktálok

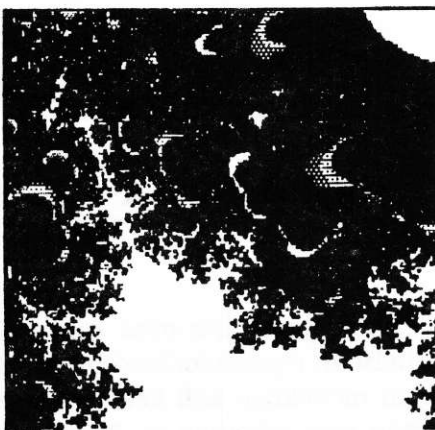
A négyzetes fraktálok nem képezhetők első fokú függvényekkel mint a lineáris fraktálok. A négyzetes fraktálok egy másodfokú függvény segítségével képezem. Ebben a dolgozatban a másodfokú fraktálok közül a Mandelbrot és Julia halmazokkal foglalkozunk. A Mandelbrot illetve a Julia fraktálok a " $f(z)=z^2+c$ " függvény segítségével képezem.

A Mandelbrot halmazoknál veszünk egy tetszőleges c komplex számot és változtatom a z komplex számot. Minden z komplex számhoz hozzárendeljük a síknak egy pontját. A legegyszerűbb Mandelbrot halmazt úgy kapjuk, hogy az f függvényt például 100-szor összetesszük saját magával, és ha a függvény értéke tart a végtelenhez, akkor a z -hez hozzárendelt pontot a síkból fehérre színezzük, ha pedig egy adott intervallumon belül marad, akkor feketére. a Mandelbrot halmazt ki is színezzük. A pontokat az adott ponthoz rendelt komplex számra az f függvények növekedési gyorsasága szerint színezzük ki.

A Julia halmazok képzési módja nagyon hasonlít a Mandelbrot halmazok képzéséhez, csak nem a z komplex számot, hanem a c komplex számot változtatjuk. A következő pár ábrán Julia és Mandelbrot halmazokat mutatjuk be.



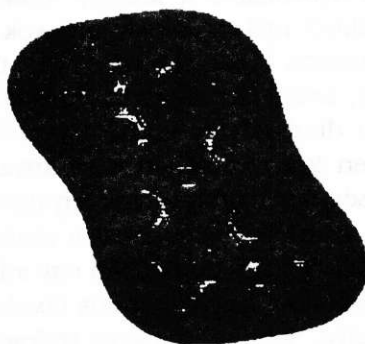
(14. ábra)



(15. ábra)



(16. ábra)



(17. ábra)

A 14. és a 15. ábra a Mandelbrot halmazt és egy részletének nagyítását adja, $x: -1.8 \rightarrow 1.5$, $y: -1.75 \rightarrow 1.35$, illetve $x: -0.7132 \rightarrow -0.6802$, $y: -0.35655 \rightarrow -0.32555$.

A 16. és 17. ábra két Júlia halmazt mutat be, $x: -2 \rightarrow 2$, $y: -1.5 \rightarrow 1.5$. A két halmaz közti különbséget a paraméter adja, valós része 0.3, imaginárius része 0.5, illetve 0.6.

A dolgozatban megjelenő ábrák saját programmal készültek.

Szakács Botond, tanuló
Székely Mikó Kollégium

Egykristályok előállítása magkristályok "hízalásával"

Ahhoz, hogy bizonyos tulajdonsággal rendelkező anyagot tömeggyártásban reprodukálható módon állíthassunk elő, a fizikai jellemzőket olyan mértékben kell kézbe tartanunk, amelyet polikristályos anyagok esetén nem érhetünk el. Ennek elsődleges oka a rácshibák jelenléte – elsősorban a diszlokációs típusúaké –, amelyeknek jelentős hatásuk van az anyag fizikai tulajdonságaira.

A diszlokáció a kristály rendeződési hibája. Ezekből a rendeződési hibákból nyilvánvalóan igen sok a szemcsehatáron fordul elő. Ezek a határokon diszlokációs sorokat, úgynevezett diszlokációs vonalakat találunk, amelyek jelentősen megváltoztatják a fizikai jellemzőket. Például, ha a diszlokációs vonal n-típusú félvezetőanyagban fordul elő, a közvetlen környezetében lévő anyagrész p-típusúvá válhat. Ezeket a nehézségeket egykristályos anyagok előállításával elkerülhetjük.

A kristályos anyagokat a szabályos szerkezet jellemzi. Ez azt jelenti, hogy a kristály belsejében egy adott irányban az alkotó elemek (atomok, molekulák, ionok) azonos távolságra (szabályosan) ismétlődnek. Azt a kristályt, amelynek egész térfogatára kiterjed ez a szabályos szerkezet egykristálynak nevezzük.

A polikristályos anyagok esetén a szabályos szerkezet csak a kristály egyes tartományaira terjed ki, amelyeket kristályszemcséknek (krisztallitoknak) nevezünk. A polikristályos anyag több egykristály rendezetlen halmazából áll.

Egy adott anyag egykristályos formában való előállításának a módját elsősorban az illető anyag fizikai és kémiai tulajdonságai határozzák meg. Ha például a tekintett anyag a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- 1) bomlás nélkül megolvasható;
 - 2) gőznyomása az olvadásponton kicsi;
 - 3) olvadáspontja nem túl magas;
 - 4) elég jó hővezető;
 - 5) olvadáshője nem túl nagy;
 - 6) nincsenek fázisátalakulási pontjai a szoba és a növesztési hőmérséklet közötti hőmérséklettartományban;
 - 7) valamilyen oldószerben jól oldódik,
- akkor az illető anyag általában olvadékból és oldatból is előállítható egykristályos formában. A két módszer közötti választást most már az

dönti el, hogy milyen nagyságú egykristályra van szükségünk, mennyi idő alatt kell ezt elérni, milyen anyagi alap áll rendelkezésre a kivitelezésre, stb. Sok esetben a választást maga a kísérletező leleményessége dönti el. Abban az esetben, ha az anyag nem olvasható meg bomlás nélkül, de egy bizonyos oldószerben jól oldódik, akkor csak az oldatból való növesztési eljárás alkalmazható. Ilyen anyag a kálium-nátriumtartarát ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), amely előállítója Pierre Seignette francia gyógyszerész után még a seignette-só néven is ismert.

Magkristályok tenyésztése

Egyike a legfontosabb és legkényesebb feladatoknak, mert ezen magkristályok hibái megtalálhatók a belőlük növesztett egykristályokban is, a hibák mintegy öröklődnek. Ezen magkristályok előállítása tiszta anyagot, állandó hőmérsékletet és abszolút nyugalmat igényel. Tiszta anyagot valamilyen oldószerben oldódó anyagok esetén, többszöri átkristályosítással nyerhetünk. Állandó- vagy szabályosan változtatható hőmérsékletet termosztátokban kielégítően sikerül biztosítani, sőt automatizálva $0,01^\circ\text{C}$ pontossággal akár hónapokig is megtartani. A rezgések csillapítása általában elérhető valamilyen rezgést nem vezető anyag közbeiktatásával, például spárgára való felfüggesztéssel.

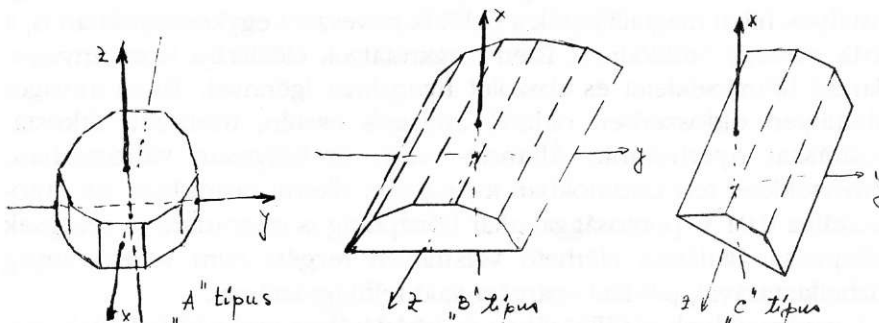
A magkristályok előállításához és hízalásához szolgáló kellékek: termosztát, seignette-só, desztilláltvíz (vagy egészen tiszta esővíz) fél- vagy negyedliteres porcelán csésze (vagy üvegpohár), kristályosító tál (sima, egyenes fenekű, átlátszó edény), egy üveglemez, mely fedőül szolgál a kristályosító tálhoz, sűrűségmérő, hőmérő, üvegtölcsér (műanyag is jó), fémcspesz, szűrőpapír, vatta, üvegpálca (keverőnek).

A porcelán csészébe 70 cm^3 desztilláltvizet öntünk, majd 80°C -ra melegítjük. Ekkor 200 g seignette-sót szórunk bele és állandó kavarással mellett teljesen feloldjuk. Ezután előkészítjük a kristályosító tálat és a tölcser, amelynek a szájába kis vattát teszünk és így egyenesen a tálba szűrjük át az oldatot. Ajánlatos a tálat és a tölcserrel előre felmelegíteni. Ez azért fontos, mert elpattanhat a forróoldattól, vagy másrészt túl gyorsan lehűtené azt, s így idő előtt kezdenének kiválni a kristályok. A vattát csak mérsékelten nyomjuk be a tölcser szájába, mert másképpen csak lassan folya át rajta az oldat, s újból jelentősen lehűlné. Ezek után a tálat olyan pormentes helyre állítjuk, ahol nincs kitéve rázkódtatásnak. Nem takarjuk le és így tartalma szabadon hűl le. A lehűlt folyadékot már nem szabad megmozdítani, mert a legkisebb mozdulásra is lökésszerűen indulna meg a kristályosodás. Az így keletkezett egészen apró kristályokkal semmit sem kezdhethetünk és az egész munkát újból kellene kezdeni.

Kövessük a kristályok képződését: ahogy hűl a seignette-só telített oldata, apró tűk kezdenek megjelenni az oldat felületén, melyek azután lesüllyednek az edény aljára. 1–2 óra múlva az oldat sűrűségétől és

hőmérsékletétől függően a tál alja különböző nagyságú és alakú kristályokkal lesz tele, ugyanis mialatt állandóan újabb és újabb kristályok keletkeznek a már meglévők "híznak".

Ha már találunk elég sokat kb. 5 mm hosszúakat is köztük, akkor az oldatot leöntjük (vissza az oldócsészébe) és kiszedjük a 4–8 mm nagyságú megfelelő típusú kristályokat egy szűrőpapírra. Nem akármelyik típusú kristály alkalmas a további növesztésre, "hízalásra". A mellékelt ábrán bemutatunk néhány típust. Az "A" típus az igazi teljes kristály. Hízalásra nem igen alkalmas, mert csak elég kicsire nő meg. A többi típus már nem teljes kristály.



A "B" típus egy félkristály, hízalásra a legalkalmasabb mert az alaplemeze, amely áthalad az y tengelyen, a lehető legnagyobb. A többi típusok is alkalmasak tenyészésre mint például a "C" típus, de ezek y elektromos tengelye már rövidebb mint a "B" típusé.

A magkristályok "hízalása"

Előkészítjük a termosztátot, majd kb. 18° – 20° C-ra melegítjük fel a melegítőellenállás és a hűtővíz szabályozásával. Előkészítjük a kristályosító tálát és a szükséges mennyiségű gondosan megszárt oldatot (30° Bé = $1,26 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű, ami kb. 120 g seignette-sót jelent. 250 ml vízben 30° C hőmérsékleten). Legyünk óvatosak, nehogy szűrés közben az oldat túlságosan lehűljön, maradjon az oldat hőmérséklete 30° C fölött, amikor a termosztátba kerül. Ezt ne hőmérővel végezzük, csak az edény falának a tapintásával (egy-két sikertelen próbálkozás után a kísérlet már nagyon jól is mehet, a fő az, hogy ne veszítsük el hamar a türelmünket). A hőmérő folyadékba helyezésével kristályképződési centrum okozóit is bevihetjük a folyadékba. Ha az oldatos tál már a termosztátban van előkészítjük a magkristályokat. Ez abban áll, hogy elkészítünk egy edényben legalább olyan hőmérsékletű desztillált vizet mint az oldat és egy fémcspeszt. A csipesszel megfogjuk az apró kristályokat, az előkészített langyos vízben leöblítés után behullatjuk

őket az oldatba anélkül, hogy a csipesszel érintenénk az oldat felszínét. Ügyeljünk arra is, hogy a még kicsi kristályok elég messze legyenek egymástól és az edény falától, hogy szabadon növekedhessenek. Ezután letakarjuk a tálat a letisztított üveglappal. Az üveglap nem zár tökéletesen és így a gőz egy része eltávozhat, a másik része az üveglapra csapódik, ugyanakkor megakadályozza azt a nemkívánatos kristályképződést, melyet a levegőből az oldatba hulló porszemcsék idéznének elő. Így elérhető, hogy csak a behelyezett magkristályok hízzanak meg.

Mivel az oldat sűrűsége és hőmérséklete összefüggő értékek, melyektől függ a kristályok növekedése is, a hőmérséklet megfelelő szabályozásával elérhetjük a kristályok "tökéletes" növekedését. A tökéletes kristálynak teljesen tisztának és minden irányban teljesen átlátszónak kell lennie. Ha a növekedést túl gyorsnak találjuk, a hőmérsékletet növeljük, ellenkező esetben csökkentjük. A hízlalás ideje a kívánt nagyság szerint változó, 48 órától több hétig is terjedhet. Ha különlegesen nagy kristályokat akarunk tenyészteni, akkor egyrészt nagy mennyiségű oldatra van szükség, másrészt kevészámú magkristályt szabad ugyanabban az oldatban hízlalni. A hőmérsékletet csak nagyon lassan szabad csökkenteni, hogy az oldatkoncentráció különbségének kiegyenlítődéhez a kristályok körül elegendő idő álljon rendelkezésre, különben a kristályok réteges szerkezetűek lesznek.

Megtörténhet, hogy a magkristályok oldatba való helyezése esetén hamar fel is oldódnak, akkor az oldat hőmérsékletét csökkenteni kell. Néhány kísérletbe és főleg türelembe kerül mire ebbe is beletanulunk. Az edénybe való ejtéskor a magkristályok nem mindig esnek arra az alaplapjukra, mint amelyiken a keletkezésüknél feküdtek. Igyekezzünk az eredeti alaplapjukra helyezni a magkristályokat, ellenkező esetben megváltoztatják alaplapjukat és megmunkálásuk nehezebb lesz.

Abban az esetben, ha nem rendelkezünk a kereskedelemben megvásárolható termosztáttal, magunk is készíthetünk hőszigeteléssel ellátott szekrénykét. A szekrényke készülhet fából (deszkából), dupla fal alkalmazása esetén fűrészporral bélelhető a jobb hőszigetelésért. A szekrényke két részre osztható egy polccal. A polc átlátszó üveglapból készüljön, hogy tegye lehetővé a kristályok növekedésének jobb megfigyelését. Ezen a polcon áll majd a kristályosító tál az oldattal. A felső részen üveglappal ellátott ajtócskát is készítenek, melyen keresztül behelyezhetjük a kristályosító tálat és követhetjük a kristályok növekedését. A szekrényke alsó részében helyezzük el a fűtőberendezést, egy 5W-os izzólámpát és egy hőmérőt, melyekhez ugyancsak egy ajtócskán keresztül juthatunk. A fűtőberendezést a legjobban ellenálláshuzalból építhetjük meg, mert ezek párhuzamos és soros kapcsolásával kényelmesen változtathatjuk a hőmérsékletet. Az 5 W-os izzólámpa a megfigyelést segíti elő, kis teljesítménye nem változtatja meg a hőmérsékletet, főleg ha

csak a megfigyelés idején kapcsoljuk be. Ügyeljünk, hogy az ajtócskák jól illeszkedjenek, a felső ajtócska ablaka legyen dupla, hogy ezáltal is elősegítsük a jobb hőszigetelést.

A fentiekben egyszerűen vázolt elv és eljárás alapján a szentpétervári egyetem mellett működő kutatóintézetben már a negyvenes években 9 nap alatt 2 kg-os kristályt növesztettek, természetesen teljesen automatizált és tökéletesített kristálynövesztő készülékben.

Darabont Sándor

Mérjük meg a fény hullámhosszát!

(reflexiós rácsként vonalzó)

A reflexiós rács egy felület fényvisszaverő részeinek szabályosan ismétlődő rendszere. Készítésekor egy tükröző felületre nagyszámú, egymással párhuzamos vonást karcolnak. Egy tükröző csík és egy karcolat együttes szélessége a rácsállandó (a).

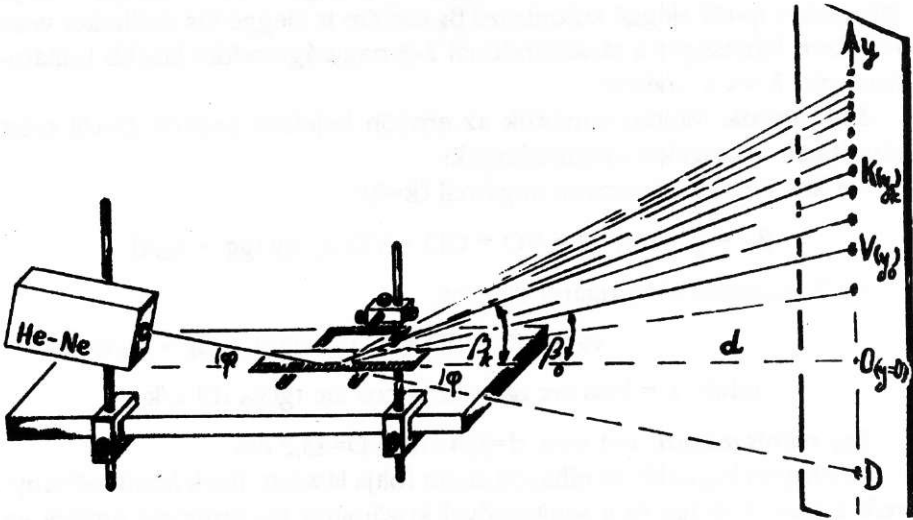
A fény hullámhosszának meghatározásához reflexiós rácsként egy műanyag vonalzó milliméteres beosztását fogjuk használni. Ennek rácsállandója $a = 1$ mm. A vonalzót ajánlatos jól kiválasztani: legyen egyenes, 20–40 cm hosszúságú és rendelkezzen tökéletesen sík felülettel.

1. A He-Ne lézer fényének hullámhossza

Kísérlet: A hullámhossz mérését látványos, bemutató kísérletként is végezhetjük egy kissé elsötétített teremben.

Bocsássuk a He-Ne lézer erős, vörös-színű fényét a vonalzó milliméteres beosztására, annak hossza mentén. A vonalzóról továbbhaladó fénysugarakat fogjuk fel egy tőle 3–4 méterre elhelyezett ernyőn (az 1.sz. ábra szerint). A beeső fénysugár irányát úgy állítsuk be, hogy az a vonalzóval csak néhány fokos szöget zárjon be (súroló beesés). Ebben az esetben az ernyőn egy fényes pontsort pillanthatunk meg. Ezt a diffrakciós ábrát a vonalzón, mint reflexiós rácson elhajlított fénysugarak hozzák létre.

Jegyezzük meg az ernyőre vetített pontok helyét, majd taszítsuk kissé oldalt a vonalzót, hogy a fénysugár a vonalzó beosztásmentes részéről verődjön vissza. Egyetlen fényes pontot kapunk (V), mely tulajdonképpen a nulladrendű elhajlási maximumnak felel meg. Meghatározzuk az ernyőnek a vonalzótól mért távolságát (d) és utána eltávolítjuk a vonalzót. Ekkor a fény eltérítés nélkül éri el az ernyőt. A létrejött pontot megjelöljük (D).



1. ábra

Elmélet: A fényvisszaverő rács minden visszaverő csíkja a beeső lézert sugar hatására egymással koherens elemi hullámforrásként fog sugározni (Huygens elv). Ezen elemi hullámok interferenciájának következtében a reflexiós rácsról kiinduló fényáram azokba az irányokba koncentrálódik, melyekre az erősítés feltétele teljesül. A feltétel a következő: a szomszédos elemi hullámforrásokból kiinduló sugarak optikai útkülönbsége legyen az illető fény hullámhosszának egész-számú többszöröse:

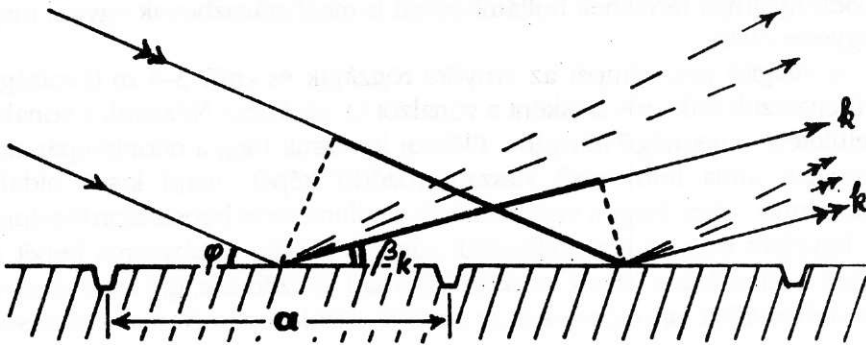
$$\delta_k = k \lambda \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

A 2. számú ábra szerint a k -adrendű maximot létrehozó sugarak optikai útkülönbsége:

$$\delta_k = a (\cos \beta_k - \cos \varphi)$$

Ezekből a hullámhossz kifejezhető:

$$\lambda = (\cos \beta_k - \cos \varphi) a / k$$



2. ábra

Észrevétel: Súlyoló beesésnél – vagyis kis φ szög esetén – a $(\cos\beta_k - \cos\varphi)$ kifejezés a φ -től eléggé különböző β_k esetére is eléggé kis értékeket vesz fel. Ezért lehetséges a rácsállandónál 2–3 nagyságrenddel kisebb hullámhosszak $\lambda \ll a$ mérése.

Számítások: Miután lemértük az ernyőn bejelzett pontok D-től mért távolságát a szögeket kiszámíthatjuk:

– a közönséges visszavert sugárnál ($k=0$):

$$\beta_0 = \varphi \text{ ezért } y_0 = VO = OD = VD/2, \text{ így } \operatorname{tg}\varphi = y_0/d$$

– a k -adrendű fénysugárra viszont:

$$y_k = KD - OD = KD - VD/2, \operatorname{tg}\beta_k = y_k/d$$

$$\text{tehát: } \lambda = [\cos \operatorname{arc} \operatorname{tg}(y_k/d) - \cos \operatorname{arc} \operatorname{tg}(y_0/d)] a/k$$

Egy mérés adatai: $a=1$ mm, $d=334$ cm, $VD=43,2$ cm.

Az ernyőn legalább 30 elhajlott sugár folytja látszott. Ezek közül néhány-
nak a koordinátáját és a segítségével kiszámított hullámhossz értékét az
alábbi táblázat tartalmazza.

k	3	2	1	0	-1	-2	-6	-10	-23
y_k (cm)	6,6	13,5	18	21,6	24,6	27,4	36,4	43,6	61,7
λ_k (nm)	630	633	636	–	617	631	633	632	632

Átlagértéket számítva (26 diffraktált sugár adatából):

$$\lambda_{\text{átlag}} = 632 \text{ nm}$$

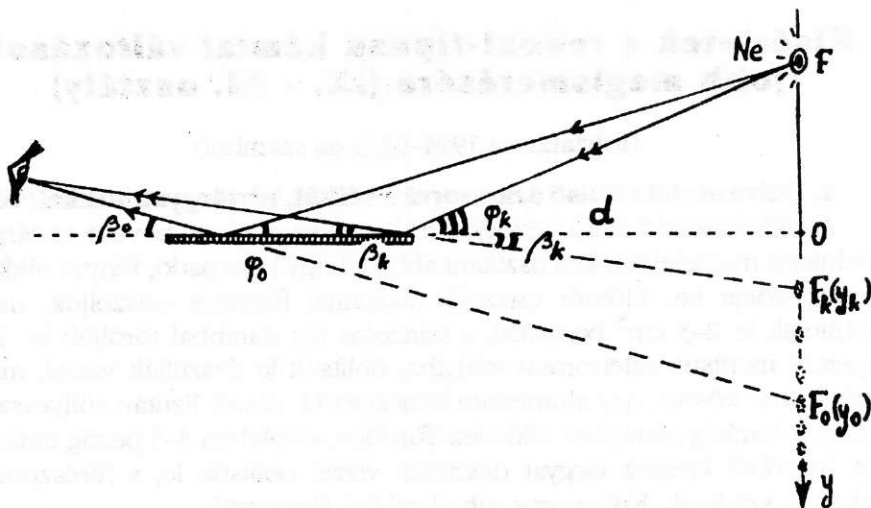
Megjegyzés: A He-Ne lézer fényének pontos hullámhossz értéke:

$$\lambda = 632,8 \text{ nm}$$

II. A neonlámpa fényének hullámhossza

Kísérlet: Egy aránylag gyenge, vörösés fényt kibocsátó neonnal töltött ködfénylámpa fényének hullámhosszát is meghatározhatjuk egyéni megfigyelés útján.

A világitó neonlámpát az ernyőre rögzítjük és ettől 3–4 m távolságra elhelyezzük reflexiós rácsként a vonalzót (3. sz. ábra). Nézzünk a vonalzó felületére a neonégő irányába. Először keressük meg a neonlámpának a vonalzó sima felületéről visszatükröződő képét, majd kissé oldalra mozdulva – úgy, hogy a visszaverődés a milliméteres beosztáson történjen – figyeljük meg az égő, diffraktált sugarak alkotta, többszörös képét is. Ezek a látszólagos képek az ernyő síkjában képződnek, így leolvashatjuk koordinátáikat egy előzetesen az ernyőre rajzolt centiméteres beosztáson.



3. ábra

Egy mérés adatai: $a = 1 \text{ mm}$, $d = 415 \text{ cm}$, $FF_0 = 65 \text{ cm}$, $k = 3$, $FF_3 = 52 \text{ cm}$.

A rajz alapján (3. ábra) látható, hogy:

– a $k = 0$ sugárnál:

$$\beta_0 = \varphi_0 \quad \text{így} \quad y_0 = F_0O = OF = F_0F/2, \quad y_0 = 65/2 = 32,5 \text{ cm}$$

– a k -adrendű elhajló sugárra viszont:

$$\text{tg}\beta_k = y_k/d = (F_kF - y_0)/d, \quad \text{tg}\beta_3 = (52 - 32,5)/415 = 0,047, \quad \beta_3 = 2^\circ 41'$$

$$\text{tg}\varphi_k = y_0/d, \quad \text{tg}\varphi_3 = 32,5/415 = 0,0783, \quad \varphi_3 = 4^\circ 28'$$

$$\text{így: } \lambda = [\cos(2^\circ 41') - \cos(4^\circ 28')] (0,001/3) = 6,5 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,65 \mu\text{m}$$

Tehát a neon vörös fényének átlagos hullámhossza 650 nanométer.

Megjegyzés: A neonlámpa diffrakciós képei eléggé elmosódottak. Ennek oka, hogy a Ne-lámpa fénye – ellentétben a He-Ne lézer fényével – nem monokromatikus.

Tanulmányozd a leírt módszerrel a város esti fényeit (sárgafényű Na-gőzlámpa, fehérfényű Hg-gőzlámpa, izzólámpa, fénycső). A fényforrások távolsága 50–300 méter legyen.

Bíró Tibor

Marosvásárhely

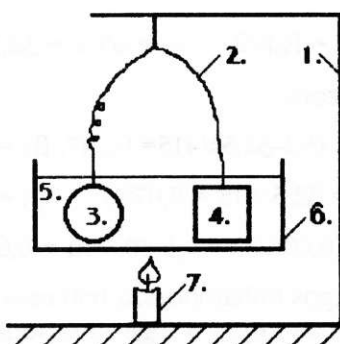
Kísérletek a redoxi-típusú kémiai változások jobb megismerésére (IX. - XI. osztály)

(folytatás az 1994-95/3-as számból)

4. Galvanizálás külső áramforrás nélkül, réztárgyak nikkelezése

A nikkelezendő tárgy (rézpénz, rézlemez vagy rézzel bevont vastárgy) felületét megfelelően kell tisztítani ahhoz, hogy jól tapadó, fényes nikkelréteg vonja be. Először csiszoló vászonnal fényesre csiszoljuk, majd öblítsük le 2-3 cm³ benzollal, s benzolos filc darabbal töröljük le. 2-3 percre merítsük salétromsav-oldatba, öblítsük le desztillált vízzel, majd rézdróttal kössük egy alumínium lemezhez (1. ábra). Ezután süllyesszük őket a forrásig melegített nikkelezőfürdőbe, amelyben 3-5 percig tartassuk. A fürdőből kiemelt tárgyat desztillált vízzel öblítsük le, s fűrészporbá mártva szárítsuk. Kréta poros ruhadarabbal fényezzük.

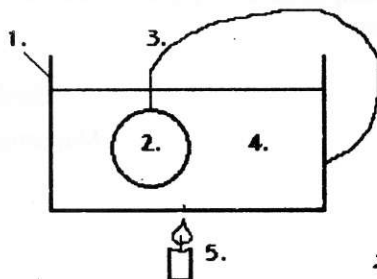
Nikkelezőfürdő készítése: 100 cm³ desztillált vízben oldjunk 30 g Ni(NH₄)₂(SO₄)₂-t, 60 g NH₄Cl-t. Annyi tömény ammónia-oldatot csepepentsünk az oldathoz, míg annak színe halvány rózsaszínű lesz az előzőleg belecseppentett fenoftalein hatására (ekkor a pH=8-9). Ezután tegyünk még az oldathoz 1 g citromsavat.



1. állvány
2. rézdrót
3. nikkelezendő tárgy
4. alumínium lemez
5. nikkelező fürdő
6. üvegpohár
7. hőforrás

1. ábra

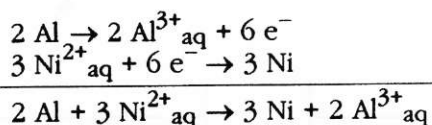
Egyszerűsíthető az eljárás, ha a nikkelezőfürdőt egy alumínium csuporba tesszük (2. ábra).



1. alumínium csupor
2. nikkelezendő tárgy
3. rézdrót
4. nikkelező fürdő
5. hőforrás

2. ábra

A jelenség magyarázata: az alumínium negatívabb redoxpotenciálú fém mint a nikkell, ezért az Al fog oxidálódni, s a nikkell ionok redukálódnak a réz felületén. A redukcióhoz szükséges energiát az alumínium oxidációja fedezi.



A rendszer, korróziós cellaként működik, amelynek negatív pólusa az alumínium és pozitív pólusa a nikkellel bevont réz lesz.

Fémek korrózióját szemléltető kísérletek

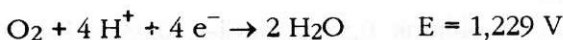
A pozitív elektródpotenciálú réz ($E^{\text{O}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,34 \text{ V}$) vízzel, hidrosavakkal, híg oxisavakkal szemben kémiaailag közömbös, nemesfémként viselkedik. S mégis, gyakran észlelhetjük a réztárgyak korrózióját – pl. a bronzszobrok felületén kialakuló patina, az alpaka evőeszközök megzöldülése, ha ecetben állnak stb.

A jelenség magyarázatára végezzük el a következő kísérleteket:

1. Feltördelt rézdrót darabkákat főzzünk tömény sósavoldatban, majd öblítsük le desztillált vízzel, s szűrőpapírral szárítsuk meg.

Az így előkészített rézdarabokból tegyünk párat 5 cm^3 tömény sósavoldatba, amelyen keresztül előzőleg 10 percen át lassú CO_2 áramot buborékolatunk. A kémcsövet zárjuk le, s figyeljük az oldat színét (az idő múlásával). Töltsünk egy másik kémcsőbe 5 cm^3 tömény sósavoldatot, tegyünk bele rezet, s buborékolatunk át rajta oxigént. Figyeljük az oldat színét. Ismételjük meg a kísérletet 20 %-os ecetsavoldattal oxigénáramoltatás mellett. Mivel a reakció sokkal lassúbb, a kémiai változás csak kb. 2 óra elteltével érzékelhető.

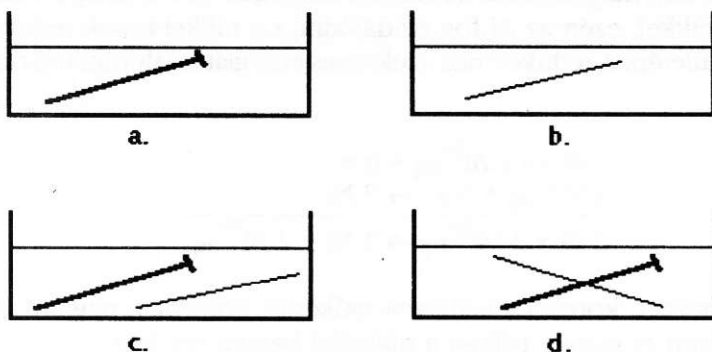
Mivel az oxigén savas közegben a



reakció értelmében képes lesz oxidálni a negatívabb redoxpotenciálú rezet. A fenti kísérleteknél az oldatok színének megváltozása a Cu^{2+} jelenlétének tulajdonítható.

Savanyú, oxigéntartalmú közegben tehát, a réz korrodálódik. Ezért nem szabad savanyú ételeket rézedényekben készíteni, vagy tárolni. A rézionok, mint bármely nehézfémion mérgező az élő szervezetre.

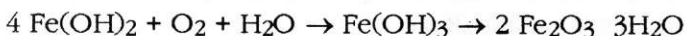
2. Négy darab kristályosítócsészébe öntsünk 1 moláras NaCl oldatot, s a 3. ábra alapján helyezzünk beléjük sorra vaslemezt vagy szeget (a), cinklemezt (b), egymással nem érintkező vas és cinklemezt (c) és egymással szorosan érintkező vas és cinklemezt (d).



3. ábra

Pár óra múlva figyeljük meg az oldatokat.

Az a) edényben narancssárga csapadék jelenik meg:



A b) edényben fehér csapadék jelenik meg:



A c) edényben mind a két féle csapadék képződése észlelhető.

A d) edényben csak fehér csapadék észlelhető. A két fém galvánelemet képez. Mivel a vas redoxpotenciálja pozitívabb mint a cinké, ezért a cink viselkedik anódként, oxidálódik, s a vas nem oxidálódik. Ezért használják a cinkréteget vastárgyak korrózióvédelmére (horganyzás).

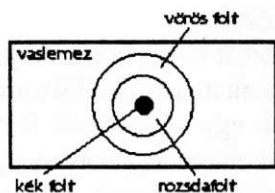
3. Látványos kísérletek a vas korróziójának szemléltetésére:

a) Zsíraltanítsunk egy legalább 5x5x0,1 cm méretű vaslemez, s közepére csepegtessünk 0,5 cm³ meleg oldatot, amelyet a következőképpen állítunk elő:

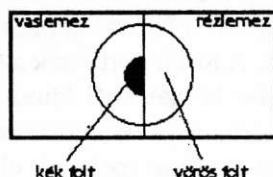
100 cm³ vízben oldjunk 0,55 g NaCl-t, 0,03 g K₃[Fe(CN)₆]-t, 2 g agar-agar + 1 cm³ alkoholos fenoftalein -oldatot.

A vas oxidációja során $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$ keletkező Fe^{2+} -ionok a $[\text{Fe(CN)}_6]^{3+}$ komplex-ionnal a Turubull-kék nevű komplex söt képezik: $\text{Fe}_3[\text{Fe(CN)}_6]_2$. A NaCl is résztvesz a redox folyamatban. A H^+ és Na^+ redukciója következtében a közegben nő az OH^- koncentráció, aminek hatására a fenoftalein színt vált. A levegő oxigénje hatására a Fe^{2+} -ionok tovább oxidálódnak, s rozsdafolt is képződik (4. ábra).

A kísérletet ismételjük meg úgy, hogy egy vas- és rézlemez szorítsunk egymás mellé, s érintkezési helyükre csepegtessünk 1 cm³ meleg oldatot. Ahogy hűl az oldat, gállé dermed, s a fémlemezeken az 5. ábrának megfelelő változások észlelhetők.



4. ábra



A vas az anód, a réz katódként viselkedik.

5. ábra

Felhasznált szakirodalom:
 Rózsahegyi Márta – Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához – Tankönyvkiadó Bp, 1991.

J. Davis, K. MacNab, E. Haenish, A McClellan, P. O'Connor: Chimie, experiente si principii. Ed. Stiintifica Bucuresti, 1983

Máthé Enikő

Info labor

 Lineáris fraktálrajzoló program

Szakács Botond, XII. osztályos tanuló, Sepsiszentgyörgy

A program általános eljárásokat tartalmaz melyek segítségével bármilyen lineáris fraktált ki tudunk rajzolni. A programot Borland Pascal 7.0 nyelvben írtam

Uses Graph,Crt;

{Az F_Tipus típusú változók tartalmazzák a lineáris fraktálgörbék adatait}

Type F_Tipus = Array [1..9] of Word;

Var X,Y:Word;

Szog:F_Tipus; {Az aktuális fraktál adatai }

Const

Bgi_path = 'D:\BP\BGI'; {A BGI állományok az elérési útja}

Lepes = 1; {Hány lépést végezzon el a program}

Tipus = 5; { Melyik fraktált rajzolja ki}

Sz_Hossz = 3; { Milyen hosszú egy szakasz}

{A fraktálok adatait tartalmazó tömbök.

Az első tömb a fraktál képzési módját tartalmazza. Vegyük például a Koch görbét. A Koch görbének az adatait itt a Fraktal[3] tömb tartalmazza. A Koch görbe képzésénél kiindulunk egy szakaszból, felosztjuk három egyenlő részre, és a középső rész helyére egy olyan egyenlő oldalú háromszöget teszünk melynek elhagyjuk az alapját. (A rajz megnézhető ha a 'Lepes' konstansnak 1-et a Tipus konstansnak 3-at adunk értékül) Az így keletkezett ábra négy szakaszból áll az első a vízszintessel 0 fokos zár be a második 60 fokos szöveget a harmadik 300 (vagy -60) fokos szöveget és a negyedik szintén 0 fokos szöveget zár be. Ezeket a szögeket illetve a szakaszok számát tároltam a két tömbben)

Const

```
Fraktal : Array [1..5] of F_Tipus =  
    ((0,90,0,270,180,270,0,90,0), {PEANO})  
    (0,60,300,0,0,0,0,0,0), {KOCH}  
    (0,90,0,270,0,0,0,0,0), {KOCH görbéhez hasonló görbe}  
    (0,90,0,270,270,0,90,0,0),  
    (0,90,270,0,90,270,0,0,0));  
Hossz : Array [1..5] of Byte = (9,4,5,8,7);
```

{A grafikus módot inicializáló eljárás}

```
Procedure Init;  
Var Gd,Gm:Integer;  
Begin  
    Gd:=DETECT;  
    InitGraph(Gd,Gm,Bgi_path);  
End;
```

{Ez a procedure kirajzol egy a vízszintessel Sz szöveget bezáró Sz_Hossz hosszúságú szakaszt az X és Y koordinátájú ponttól}

```
Procedure Rajzol(Sz:Integer);  
Var Szrad:Real;  
Begin  
    Szrad:=sz*pi/180;  
    MoveTo(X,Y);  
    X:=X+Trunc(Sz_Hossz*cos(Szrad));  
    Y:=Y-Trunc(Sz_Hossz*sin(Szrad));  
    LineTo(X,Y);  
End;
```

{Ez a rekurzív eljárás végzi el a fraktál kirajzolását}

```
Procedure F_Rajzol(N,K,F_Hossz:integer);  
Var I:Integer;  
Begin
```

```

For I:=1 to F_Hossz do
  If N<>1 Then F_Rajzol(N-1,K+Szog[i],F_Hossz)
  Else Rajzol(K+Szog[i]);
End;
{Főprogram}
BEGIN
  Init;
  X:=20;
  Y:=GetMaxY div 2;
  Szog:=Fraktal[Tipus];
  F_Rajzol(Lepes,0,Hossz[Tipus]);
  Readkey;
  CloseGraph;
END.

```

Feladatmegoldók rovata

Kémia

K.G. 114. Különböző tömegarányban olvasztottak ónt és ólmot:

a.) 20g ólom + 10g ón; b.) 20g ón + 10g ólom

Melyik keverékben van több fématom? Miért?

K.G. 115. Szirup készítésekor vízben cukrot (molekulaképlete: $C_{12}H_{22}O_{11}$) oldanak. A híg szirup 10 tömegszázalékos, a tömény szirup 60 tömegszázalékos cukoroldat. Melyikben van több molekula?

K.G. 116. 6,62g ólom(II)–nitrátot hevítve bontanak úgy, hogy az ólom(II)–oxid mellett keletkező gázokat fél liter vízben veszteség nélkül felfogják. A teljes reakció után milyen jellegű az oldat, s mekkora a töménysége, ha a gázok oldódását kísérő térfogatváltozást elhanyagolhatónak tekintjük?

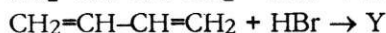
K.G. 117. Zárt tartályban 20 mólnyi levegő van, amelynek az összetételét a következő módon fejezte ki az elemzést végző vegyész: 20 mólszázalék oxigén, 79 mólszázalék nitrogén, s széndioxid és víz azonos molekulaszámban. A tartályban 2,4g szenet égettek el. Feltételezve, hogy a szén tökéletesen elégett, állapítsd meg a tartályban a gázelegy tömegszázalékos összetételét.

K.G. 118. Egy vegyület molekulái csak szén és hidrogén atomokból épülnek fel. 10g–ja $6,125 \text{ dm}^3$ térfogatot foglal el olyan állapotban, amelyben 32g oxigén térfogata $24,5 \text{ dm}^3$. Elemezve az anyagot, megállapították, hogy tömegének 10%–a hidrogén. Írd fel a molekulaképletét, s próbáld megállapítani a szerkezetét.

K.L. 162. Laboratóriumban 5,2 g benzidinből kiindulva 12 g kongóvörös Na-sóját nyerik. Hány százalékos a reakció hozama? Az adott körülmények között milyen mennyiségű 1-amino-4-naftalinszulfonsavra van szükség, ha azt sztöchiometrikus arányban adagolják?

K.L. 163. Milyen mennyiségű 10%-os oleumra van szükség és mennyi anionos detergens állítható elő 500 kg dodecylbenzoldból (DB), ha kétszeres savfelesleggel dolgoznak, a sóképzés NaOH-dal történik és 5%-os veszteség lép fel?

K.L. 164. Az izopentán fotokémiai klórozása olyan termékelegyhez vezet, amely 45% primér, 33% szekundér és 22 % tercier monoklórszarmazékot tartalmaz. Határozzuk meg a primér, szekundér és tercier C-H kötések relatív reakcióképességét a klórozási reakcióban.



párhuzamos reakciókban a keletkezett X és Y termékek izomérek és a folyamatok sebességi állandóinak értékei: $k_x = 8 \cdot 10^{-2} \text{ 1/mól s}$ (az első reakcióra) és $k_y = 2 \cdot 10^{-2} \text{ 1/mól s}$ (a második reakcióra).

Határozzuk meg a termékek százalékos összetételét és ennek alapján az X és Y izomérek szerkezetét.

K.L. 166. Állítsuk a metánt és a monoszubsztituált halogénszarmazékait a megfelelő sorrendbe a következő tulajdonságok alapján:

- olvadás- és forráspont értékek
- heterolitikus disszociációs energia
- képződéshők ($\text{C} + 2\text{X}_2(\text{g})$ reakciókra)
- dipólusmomentum
- $\text{S}_\text{N}1$ mechanizmusú reakció sebessége
- polarizálhatóság
- sűrűségük cseppfolyós állapotban.

A sorrend kialakulását minden esetben indokoljuk meg!

(A K.L. 162.–166. feladatok szerzője **Horváth Gabriella**–Marosvásárhely)

Irinyi János Középsikolai Kémiaverseny

megyei döntője – Magyarország

1. A fémnátrium klórgázba téve reakcióba lép vele és fehéren felizzik. 1,000 g nátrium reakciójához 600 cm^3 térfogatú edényt standardállapotú klórgázzal töltünk meg. Számítsa ki, hogy elegendő-e a klórgáz a reakcióhoz! Adja meg, hogy melyik anyagból maradt a reakció után és hány %-os ez a felesleg!

Számítsa ki, az alábbiakban felsorolt adatok alapján, hogy mekkora hőváltozás kíséri az 1 gramm nátrium reakcióját!

Erács (NaCl) = 789,5 kJ/mol, Eszubl.(Na) = 110,0 kJ/mol,
Ekötés (Cl₂) = 243 kJ/mol, E_i (Na) = 502 kJ/mol, E_{ea} (Cl) = 355 kJ/mol.

2. Metánt, hidrogént és oxigént tartalmazó gázelegyünk van. Elektromos szikra hatására megindul a reakció és az összes metán, valamint hidrogén elég. Az égés után a termék tömege 18,2 g, és benne a vízből ötször annyi mól van, mint a szén-dioxidból. Az égéstermék standardállapotban gáz-halmazállapotú részének átlagos moláris tömege 36,8 g/mol.

Milyen a molekulák aránya a kiindulási gázelegyben? Mekkora térfogatú volt standardállapotban a kiindulási gázelegy?

3. 200,0 g 20 tömeg%-os ecetsavat 10 tömeg%-os nátrium-hidroxid-oldattal közömbösítünk. Számítsa ki, hogy mennyi víznek kell elpárolognia 20°C-on ahhoz, hogy 0,3 mol nátrium-acetát (CH₃COONa·3H₂O) kristályosodjék ki!

20°C-on a telített nátrium-acetát-oldat 31,74 m/m%-os.

4. AgNO₃-oldatba cinklemezti merítünk. Amikor a reakció teljesen végbement kivesszük a lemezt és megmérjük. Tömege 1,034 g-mal nőtt meg a reakció eredményeképpen. Ezután az oldatba alumíniumport szórunk. Amikor a reakció teljesen végbement, meghatározzuk az oldat Al³⁺-ion koncentrációját. Ez 0,0367 mol/dm³.

Mekkora térfogatú és milyen töménységű volt a kiindulási AgNO₃-oldat? A reakció során az oldattérfogatot vegyük állandónak.

(Ag: 107,9; Zn: 65,4; Al: 27).

5. 100 cm³ 10 m/m %-os (ρ=1,047 g/cm³) sósavat tartalmazó elektrolizáló cellát és 100 cm³ 10 m/m %-os (ρ= 1,066 g/cm³) kénsavat tartalmazó elektrolizáló cellát sorba kapcsolunk egymással és megindítjuk az elektrolízist. Addig folytatjuk az elektrolízist, míg a kénsavból összesen 0,09 mol gáz fejlődik.

Hány tömeg %-os lett az elektrolízis után a kénsav és hány tömeg %-os a sósav?

6. Ecetsavat és etanolt reagáltatunk egymással. Ha adott mennyiségű savat 1 mol alkohollal reagáltatunk, akkor 74,360 g észter keletkezik, ha pedig 2 mol alkohollal reagáltatjuk, akkor 117,333 g észter képződik.

Számítsa ki, hogy hány mól ecetsavból indultunk ki!

A reakció egyenlete: CH₃COOH + C₂H₅OH ⇌ CH₃COOC₂H₅ + H₂O

7. Két vegyület, mely szenet, hidrogént és oxigént tartalmaz, megegyező moláris tömegű, de nem izomerje egymásnak. Az egyik 53,33 tömeg %-a oxigén.

A vegyületek 4,5–4,5 grammjából külön-külön 100–100 cm³ oldatot készítünk. Az oldatok egyenként 0,5 mol/dm³ koncentrációjúak. Ha a két

oldatot elegyítjük és belőle 10 cm^3 -t kiveszünk, azt 3,000 gramm nátrium-hidroxiddal lehet közömbösíteni.

Adja meg a két vegyület konstitúciós képletét és nevét!

8. Fehérszínű porkeverékünk van, mely NaCl -ot, Na_2SO_4 -ot és egy ismeretlen vegyületet tartalmaz. A keverék vízben oldódik. A porkeverék 2,839 grammjából 40 cm^3 vizet készítünk. Ehhez az oldathoz 40 cm^3 $0,5 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavat adunk. Sósav hatására az oldatból $245,3 \text{ cm}^3$ térfogatú 22°C hőmérsékletű, $0,1 \text{ MPa}$ nyomású CO_2 -gáz fejlődik. A CO_2 kibuborékolása után meghatározzuk az oldat Cl^- -ion tartalmát, mely $0,4 \text{ mol/dm}^3$ és SO_4^{2-} -ion tartalmát, mely $0,1 \text{ mol/dm}^3$. Az ismert adatokból határozza meg, hogy mi lehetett a porkeverékben az ismeretlen vegyület!

A reakció során az oldattérfogatot állandónak tekintjük.

(Cl: 35,5; S:32; Na:23; R = 8,314 J/K.mol)

Fizika

F.G. 57. Állapítsátok meg, hogy az alábbi példák esetében hol találkozunk a tehetetenség megnyilvánulásával!

- Kilocsan a kakaó a csészeből, ha meglökjük az asztalt.
- Egyenes vonalú egyenletes mozgás.
- Az autóbuszban fékezéskor előredőlünk.
- A kerékpár első kerekét a lejtőn lefele hirtelen lefékezzük.
- Mozgó vonatból kiugrunk.
- A jég olvadása.
- Az autó elüti a hirtelen eléje kerülő embert.
- Kispriccol a víz a kirázott vízes ruhából.
- Lerázzuk a lázmérőt.

F.G. 58. Végezd el az alábbi átalakításokat!

$13 \text{ g} = \dots\dots\dots \text{mg};$
 $30 \text{ g} = \dots\dots\dots \text{kg};$
 $5,3 \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{g};$
 $63 \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{mg};$
 $2628 \text{ mg} = \dots\dots\dots \text{g};$
 $0,05 \text{ g} = \dots\dots\dots \text{mg}.$

F.G. 59. Egy test tömegének a mérésére a következő mérőtömegeket használtuk:

20g; 5g; 2g; 1g; 500mg; 200mg; 50mg. Mekkora tömegű a test?

F.G. 60. Karikázd be azokat a mérőtömegeket, amelyeket felhasználhatsz a $33,65 \text{ g}$ tömegű test mérésére!

50g; 20g; 10g; 5g; 2g; 1g; 500mg; 200mg; 100mg; 50mg; 20mg.

F.G. 61. Hieron király Arkhimédészt kérte fel, hogy állapítsa meg, tett-e ezüstöt az ötvös az aranykoronájába. Hogyan állapította meg Arkhimédész, hogy tett-e?

F.L. 107. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10$ cm² felületű síkkondenzátor fegyverzetei között $\epsilon_r = 100$ dielektromos állandójú szigetelőanyag van. A kondenzátort $U = 1000$ V feszültségre kapcsoljuk, és miután feltöltődött, lekapcsoljuk. Ezután az egyik fegyverzetét újabb d távolságra párhuzamosan elmozdítjuk. Mekkora mechanikai munkát végzünk az elmozdítás során? (A légtüres tér abszolút permittivitása $\epsilon_0 = 8,856 \cdot 10^{-12}$ F/m)

(Az F.L. 107-es feladat megoldását megkönnyíti, ha előbb az F.L. 107.a–g feladatokat oldod meg.)

F.L. 107.a. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10$ cm² felületű síkkondenzátor fegyverzetei között $\epsilon_r = 100$ dielektromos állandójú szigetelőanyag van. Számítsuk ki a C kapacitását! Mekkora lesz a C_0 kapacitása, ha a szigetelőt kivesszük a fegyverzetek közül? Mekkora lesz a C_0' kapacitás, ha a fegyverzeteket $2d$ távolságra távolítjuk el?

(A légtüres tér abszolút permittivitása $\epsilon_0 = 8,856 \cdot 10^{-12}$ F/m)

F.L. 107.b. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10$ cm² felületű síkkondenzátor fegyverzetei között $\epsilon_r = 100$ dielektromos állandójú szigetelőanyag van. Számítsuk ki a C_0 és C_0' kondenzátorok soros, illetve párhuzamos kapcsolásából származó kondenzátorteleg C_s , illetve C_p eredő kapacitásait! (A légtüres tér abszolút permittivitása $\epsilon_0 = 8,856 \cdot 10^{-12}$ F/m)

F.L. 107.c. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10$ cm² felületű síkkondenzátor fegyverzetei között $\epsilon_r = 100$ dielektromos állandójú szigetelőanyag van. A kondenzátort $U = 1000$ V feszültségre kapcsoljuk. Mekkora töltést halmoz fel a kondenzátor a fegyverzetein?

F.L. 107.d. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10$ cm² felületű síkkondenzátor fegyverzetei között $\epsilon_r = 100$ dielektromos állandójú szigetelőanyag van. A kondenzátort $U = 1000$ V feszültségre kapcsoljuk. Mekkora elektromos energiát halmoz fel a kondenzátor?

F.L. 107.e. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10$ cm² felületű síkkondenzátor fegyverzetei között $\epsilon_r = 100$ dielektromos állandójú szigetelőanyag van, és kapacitása C . C_0 a kapacitása, ha a szigetelőt kivesszük a fegyverzetek közül, és C_0' a kapacitása, ha a fegyverzeteket $2d$ távolságra távolítjuk el. A C_0 és C_0' kondenzátorok soros, illetve párhuzamos kapcsolásából származó kondenzátorteleg C_s , illetve C_p eredő kapacitású. Számítsuk ki, hogy amikor a C_s , illetve C_p sarkaira rákötjük az $U = 100$ V feszültség telepet, mekkora energia jut rájuk összesen, illetve külön-külön a C_0 és C_0' kondenzátorokra.

F.L. 107.f. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10 \text{ cm}^2$ felületű síkkondenzátor fegyverzetei között $\epsilon_r = 100$ dielektromos állandójú szigetelőanyag van. A kondenzátort $U = 1000$ V feszültségre kapcsoljuk. Ezután a kondenzátort levesszük a telepről, és egyúttal a dielektrikumot is kivesszük a fegyverzetek közül. Mekkora lesz a kondenzátor sarkain a feszültség?

F.L. 107.g. A $d = 1$ mm távolságra található $S = 10 \text{ cm}^2$ felületű síkkondenzátor fegyverzetei között a szigetelőanyag levegő, kapacitása C_0 . A kondenzátort $U = 1000$ V feszültségre kapcsoljuk. Ezután a kondenzátort levesszük a telepről és párhuzamosan hozzákötjük egy azonos C_0 feltöltetlen kondenzátorhoz. Számítsuk ki, hogyan változik meg a rendszer össz elektromos energiája? Mi okozza a változást? Mennyivel változik meg a rendszer energiája, ha az egyik kondenzátor fegyverzetei közé visszatesszük az $\epsilon_r = 100$ permittivitású dielektrikumot?

(Az F.G. 57–61. és F.L. 107. feladatok szerzője **Kovács Zoltán.**)

Informatika

Nemes Tihamér Számítástechnikai Verseny

(a döntő feladatai)

Kilencedik–tizedik osztályosok

I. 68. A MIDI (Musical Instrument Digital Interface) számítógépek és szintetizátorok közötti adatcserére kidolgozott szabvány. A szabvány többek között leírja, milyen parancsok adhatók a szintetizátornak egy hang megszólaltatásának elkezdésére vagy befejezésére.

Ez a program például 3 hangot szólaltat meg egyszerre:

E program szerint 10 időegységig fog szólni a 60-as, a 70-es és a 80-as hang, majd 2 időegységig a 62-es. A program egy-egy sora tehát a következő információkat tartalmazza: először azt az időpillanatot, amikor a parancsot végre kell hajtani, aztán magát a parancsot (ON esetén bekapcsolni, OFF esetén kikapcsolni kell a hangot), végül annak a hangnak a sorszámát, amelyre a parancs vonatkozik.

0 ON 60
0 ON 70
0 ON 80
10 OFF 60
10 OFF 80
10 OFF 70
10 ON 62
12 OFF 62

Egy MIDI programban háromféle probléma fordulhat elő:

a) Tekintsük az alábbi példát:

Ha lefuttatjuk ezt a programot, akkor nem két különálló hangot fogunk hallani, csak egyet, mégpedig 12 időegység hosszút. Ezen úgy segíthetünk, hogy egy OFF parancsot illesztünk a programba egy időegységgel a második ON parancs elé, az eredeti OFF parancsok közül pedig csak a másodikat hagyjuk meg. Ezáltal rövid szünetet hallunk a két hang között. A megoldás:

0 ON 60
10 ON 60
12 OFF 60
20 OFF 60

0 ON 60
9 OFF 60
10 ON 60
20 OFF 60

b) Más problémát jelent, ha ugyanahhoz az időponthoz tartozó ON és OFF parancs is van a programban.

A bal oldali példában 10 időegységig lesz hallható a hang, a jobb oldaliban 20 időegységig, folyamatosan. (Ebben a példában a problémát okozó parancsok egymás után találhatóak, de nem kizárt az sem, hogy legyen közöttük ugyanahhoz az időponthoz tartozó más parancs is).

A megoldás a problémát okozó OFF parancsot át kell helyezni egy időegységgel a megfelelő ON parancs elé. Ez a módosítás is rövid szünetet eredményez a hang második megszólalása előtt:

0 ON 60	0 ON 60
10 ON 60	10 OFF 60
10 OFF 60	10 ON 60
20 OFF 60	20 OFF 60

0 ON 60
9 OFF 60
10 ON 60
20 OFF 60

c) Ha a program véget ér, és valamelyik hang még szól, akkor azt az utolsó időpont után 1 időegységgel ki kell kapcsolni.

Írj programot, amely tetszőleges számú MIDI programot olvas be a MIDI.BE állományból, és a fenti változtatások elvégzése után kiírja őket a MIDI.KI állományba. Az egyes MIDI programokat olyan sorok választják el egymástól, amelyekben a sor elején -1 (mínusz egy) áll, és semmi más. Az utolsó program után -2 (mínusz kettő) áll. A kimenet formátuma a bemenetével azonos legyen.

Az időpontot 0 és 65535 közötti egész számmal adjuk meg, a parancsokat (ON, OFF) mindig nagybetűvel írjuk, a hangok sorszáma 1 és 127 közötti egész szám lehet. Egy soron belül az időpontot és a parancsot, valamint a parancsot és a hang sorszámát pontosan egy szóköz választja el az időpont előtt nincs szóköz.

A parancsok az időpontok nem csökkenő sorrendjében követik egymást, de az ugyanahhoz az időponthoz tartozó parancsok sorrendje tetszőleges.

A megoldás során feltehetjük, hogy kezdetben semmilyen hang nem szól, egy hiba kijavítása nem okoz újabb hibát valamint, hogy nincs hiba a nulladik időpontban.

Példa:

Bemenet	Kimenet
0 ON 60	0 ON 60
10 ON 60	9 OFF 60
12 OFF 60	10 ON 60
20 OFF 60	20 OFF 60
-1	-1
0 ON 60	0 ON 60
5 ON 70	5 ON 70
10 ON 60	9 OFF 60
10 OFF 60	10 ON 60
15 OFF 70	14 OFF 70
15 ON 70	15 ON 70
20 OFF 60	20 OFF 60
-2	21 OFF 70
	-2

I. 69. Pista barátunkat kinevezték egy turistaház igazgatójává. Feladata az, hogy az érkező csoportokat beossza a turistaház szobáiba. Az elosztás során természetesen figyelembe kell vennie a szobák befogadóképességét és a turisták igényeit. Segíts barátunknak, írj olyan programot, amelynek még azt is meg lehet adni, hogy a lehetséges feltételek, megszorítások közül melyeket vegye figyelembe!

Ennek megfelelően a program indulásakor egy egyszerű menüből lehessen kiválasztani, hogy az alábbi feladatok közül melyiket akarjuk megoldani.

1. Adott számú szobánk van, és mindegyiknek ismerjük a maximálisan befogadóképességét. Tudjuk továbbá, hogy hány kiránduló érkezik. (A kirándulókat és a szobákat egyaránt 1-től sorszámozzuk.)

2. Mint 1., de ezúttal azt is tudjuk, hogy a kirándulók közül hányan lányok, illetve hányan fiúk (jelölése: a lányok sorszáma elé L-et, a fiúké elé F-et írunk). Fiúk és lányok nem kerülhetnek ugyanabba a szobába.

3. Mint 2., de tudjuk, hogy mely párokat nem lehet még egy szobába rakni.

4. Mint 3., de a kirándulók megmondhatják azt is, hogy mely pároknak kell ugyanabban a szobában lakniuk.

5. Mint 4., de a kirándulók azt is kiköthetik, hogy csak olyannal kerüljenek egy szobába, akiket felsoroltak, s a szobájukba mást ne tegyenek. (Ebben az esetben eltekintünk attól, hogy esetleg különböző neműek kerülnek egy szobába, például egy házaspár, család, stb.)

A tesztadatokban az egyes feltételek között nem lesz ellentmondás (azaz például nem fordul majd elő ugyanaz a pár a 3. és a 4. részfeladat feltételei között is).

A program bemenő adatait két szöveges állomány, a SZOBAX.TXT, illetve a TURISTAX.TXT írja le. Az első a rendelkezésre álló szobák, a második a kirándulók adatait tartalmazza. Az állomány nevében szereplő x 0 és 9 közötti tetszőleges számjegy lehet – az egy-egy teszthez tartozó állományokat azonosítja.

A SZOBAX.TXT állomány formátuma:

Az állomány első sora megadja, hogy hány szoba van a turistaszállóban (maximum 10). Ezután minden sor egy-egy szoba befogadóképességét írja le. (A szobákat az állománybeli sorrendjük szerint 1-től kezdve sorszámozzuk.)

Példa:

```
4
2
2
2
4
```

A TURISTAX.TXT állomány formátuma:

Az állomány első sora megadja, hogy hány kiránduló van (maximum 10). A második sorban van a lányok száma. A lányok megegyezés szerint a kisebb sorszámokat kapják, azaz ha pl. 8 kiránduló érkezik és köztük két lány van, akkor őket L1-gyel és L2-vel jelöljük, a fiúkat pedig így: F3, F4, F5, F6, F7, F8.

A következő sor azt írja le, hogy hány olyan pár van, akiket nem lehet ugyanabba a szobába beosztani. Ezután e számnak megfelelő számú sor következik: minden sorban két szám adja meg azoknak a kirándulónak a sorszámát (egy-egy szóközzel elválasztva), akiket nem lehet egy szobába rakni. A példában a 3. nem akar egy szobában lenni a 4.-kel és a 6.-kal, a 6. pedig az 5.-kel.

Példa:

```
8
2
3
3 4
6 5
3 6
1
3 5
1
3 1 7 8
```

A következő sorban azoknak a pároknak a számát adjuk meg, akiket egy szobában kell elhelyezni. Ezt a sort a párokat leíró, megfelelő számú újabb sor követi. A példában a 3. szeretne egy szobában lakni az 5.-kel.

Végül azoknak a csoportoknak a száma következik, amelyek nem engednek maguk közé idegeneket. Ezt követi egy-egy sorban az egyes csoportok leírása: a csoportok létszámával kezdődik, majd a csoportba tartozó személyek sorszámának felsorolásával folytatódik. A számok között egy-egy szóköz van. A példában az 1., a 7. és a 8. kiránduló például egy olyan család tagjai, akik nem akarnak másokkal egy szobába kerülni.

A program eredménye:

A program eredménye az EREDMX.TXT állományba kerüljön. Az állomány minden sora egy szobát írjon le, az alábbiak szerint:

szobaszám: turista turista turista

Példa:

```
1: L2
2: F3 F5
3: F4 F6
4: L1 F7 F8
```

Az állománynak a szobasorszámok növekvő sorrendje szerint rendezettnek kell lennie. Ha a feladat nem oldható meg, az állomány egyetlen sort tartalmazzon, a következő üzenettel: NINCS MEGOLDÁS.

Tizenegy-tizenkettedik osztályosok

I. 70. A MIDI (Musical Instrument Digital Interface) számítógépek és szintézizátorok közötti adatcserére kidolgozott szabvány. A szabvány részben parancsokat tartalmaz a szintézizátor számára egy hang megszólaltatásának elkezdésére vagy befejezésére.

Ez a program például 3 hangot szólaltat meg egyszerre:

10 időegységig fog szólani a 60-as, a 70-es és a 80-as hang, majd 2 időegységig a 62-es. A program egy sora tehát a következő információkat tartalmazza: először azt az időpillanatot, amikor a parancsot végre kell hajtani, aztán magát a parancsot (ON esetén bekapcsolni, OFF esetén kikapcsolni kell a hangot), majd annak a hangnak a sorszámát, amire a parancs vonatkozik.

```
0 ON 60
0 ON 70
0 ON 80
10 OFF 60
10 OFF 80
10 OFF 70
10 ON 62
12 OFF 62
```

A MIDI programban ötféle probléma fordulhat elő:

a) Tekintsük az alábbi példát:

Ha meghallgatjuk ezt a programot, akkor nem fogunk két különálló hangot hallani, csak egyet, mégpedig 12 időegységig. Ezen úgy segíthetünk, hogy OFF parancsot illesztünk elé, az eredeti OFF parancsok közül pedig csak a másodikat hagyjuk meg. Így egy rövid szünetet hallunk a két hang között.

```
0 ON 60
10 ON 60
12 OFF 60
20 OFF 60
```

b) Egy másik probléma adódik akkor, ha ugyanazon időponthoz tartozó ON és OFF parancs is van a programban:

A bal oldali példában 10 időegységig lesz hallható a hang, a jobb oldaliban 20 időegységig, folyamatosan. (Ebben a példában a problémát okozó utasítások egymás mellett találhatóak, de nem kizárt az sem, hogy legyen közöttük ugyan- ehhez az időponthoz tartozó más utasítás.)

```
0 ON 60      0 ON 60
10 ON 60     10 OFF 60
10 OFF 60    10 ON 60
20 OFF 60    20 OFF 60
```

A megoldás mindkét esetben ugyanaz: a problémát okozó OFF parancsot 1 időegységgel a megfelelő ON parancs elé kell áthelyezni. Ez is egy rövid szünetet eredményez a hang második megszólaltatása előtt.

c) Ha a program véget ér, és valamelyik hang még szól, akkor azt az utolsó időpont után 1 időegységgel ki kell kapcsolni.

d) Ha OFF parancsot nem előz meg neki megfelelő ON parancs, akkor az OFF-ot el kell hagyni.

e) Ha ugyanahhoz az időponthoz és hanghoz több ON parancs is tartozik, akkor közülük csak egyet kell megtartani.

Írj programot, ami tetszőleges számú MIDI programot beolvas a MIDI.BE nevű állományból, és a fenti változtatások elvégzése után kiírja a MIDI.KI állományba. Az egyes MIDI programokat olyan sorok választják el egymástól, amik csak a sor elején álló -1 számot tartalmazzák. Az utolsó program után -2 áll. A kimenet formátuma a bemenetével egyező.

Az időpont 0 és 65535 közötti egész szám lehet, a parancsokat (ON, OFF) mindig nagybetűvel írjuk, a hangok sorszámai 1 és 127 közötti egész számok. Egy soron belül az időpontot és a parancsot, valamint a parancsot és a hang sorszámát pontosan egy szóköz választja el.

A sorok az időpont szerinti nem csökkenő sorrendben vannak, de az egy adott időponthoz tartozó parancsok sorrendje tetszőleges.

A megoldás során feltehetjük, hogy kezdetben semmilyen hang nem szól, egy hiba kijavítása nem okoz újabb hibát, valamint hogy nincs hiba a nulladik időpontban.

Példa:

Bemenet	Kimenet
0 ON 60	0 ON 60
10 ON 60	9 OFF 60
12 OFF 60	10 ON 60
20 OFF 60	20 OFF 60
-1	-1
0 ON 60	0 ON 60
5 ON 70	5 ON 70
10 ON 60	9 OFF 60
10 OFF 60	10 ON 60
15 OFF 70	14 OFF 70
15 ON 70	15 ON 70
15 OFF 80	20 OFF 60
15 ON 70	21 OFF 70
20 OFF 60	-2
-2	

I. 71. 80 nap alatt a Föld körül

Bizonyára ismered Verne Gyula regényét, melyben Phileas Fogg, az angol lord fogadásból 80 nap alatt körbeutazta a Földet. Ebben a feladatban az ő útját kell végigkövetned és segítened kell őt a fogadás megnyerésében.

Az egyes részfeladatok legyenek önállóan végrehajthatók egy menüből vezérelve.

1. rész: Szimuláció

A VAROSx.BE állomány az XIX. századi világtérkép néhány (≤ 10) nagyobb városát tartalmazza (nem feltétlenül azokat, amelyek az eredeti történetben szerepelnek, x egy 0 és 9 közötti számjegy, ez azonosítja az egy teszthez tartozó állományokat). Az állomány minden sora egy városra vonatkozó adatokat tartalmaz, egy-egy szóközzel elválasztva:

városnév hosszúsági-fok szélességi-fok

A hosszúsági, illetve szélességi fokokat az égtáj (K,É,NY,D), valamint a fok (0 és +180 közötti egész szám) azonosítja.

Példa:

London K0 É51

A JARATx.BE nevű állományban megtalálhatók a városok között igénybevehető közlekedési járatok. Minden sora egy járat adatait tartalmazza egy-egy szóközzel elválasztva:

indulás cél eszköz első-járat menetidő várakozás díj

Példa:

New-York London hajó 3 5 1 5000

Az első járat indulása, a várakozás és a menetidő (egész) napban értendő az egyszerűség kedvéért az utazó Phileas Fogg saját idejében mérve (a 0 időpont a Londonból történő elindulás). A járatok oda-vissza közlekednek, a végpontokon valamennyit várakozva. A fenti példában ez azt jelenti, hogy New Yorkból Londonba a 3., 15., 27... napokon indul hajó, visszafelé pedig a 9., 21., 33., ... napokon. A járatok díja egységesen angol fontban van megadva. A járat mindig a két város közötti legrövidebb úton halad.

Phileas Fogg tervezett útját az UTITERVx.BE állomány tartalmazza:

cél eszköz

Példa:

Alexandria hajó
Szuez tevekaraván

Feladatod lépésenként végigkövetni Phileas Fogg útját, az eredményeket az UTx.KI állományba írva. Minden lépésben ki kell írnod az alábbi adatokat egy sorba:

cél eszköz érkezés készpénz

Példa:

London hajó 81 100

Az érkezési időpontot Phileas Fogg saját idejében mérve kell számítani. A készpénz Phileas Fogg maradék pénzét jelenti. Phileas Fogg, mint tudjuk 80000 font készpénzzel indul Londonból.

A szimuláció az alábbi üzenetekkel (állapotokban) érhet véget:

- Nincs elég pénze (az előírt utazás nem hajtható végre).
- Visszatért Londonba: nem utazta körbe a földet (ki kell találnod, hogy ezt hogyan állapítanod meg).
- Visszaért Londonba $X > 80$ nap alatt; veszített.
- Visszatért Londonba $X \leq 80$ nap alatt: nyert.

A körbeutazásnál ne feledkezz meg arról, hogy az abszolút (Londoni) idő Phileas Fogg saját idejéhez képest keleti irányba körbejárásnál 1 nappal kevesebbet, nyugati felé viszont 1 nappal többet jelez.

2. rész: Optimális útiterv

Készítsd el a VAROSxBE és JARATx.BE adatainak ismeretében az optimális útitervet és írd ki az OPTTERTVx.KI állományba. Ennek formátuma egyezzen meg az UTITERTVx.BE formátumával.

Ha Phileas Fogg nem tud időben (80 nap alatt) célba érni, illetve útközben elfogy a pénze, akkor az állomány első sorába ki kell írni, hogy 'VESZTETT'.

Ha van 80 nap alatt célba vívő út, akkor közülük ki kell választani az optimálisat. Az optimális útiterv az alábbi követelményeknek kell, hogy eleget tegyen:

- Ha több útiterv is kínálkozik, melyben 80 napnál hamarabb célba érhet, akkor ezek közül azt kell választani, amelyik a legolcsóbb (Phileas Fogg-nak a legtöbb készpénze marad).

- Ha a készpénz megegyezik, akkor a leggyorsabb útitervet kell választani.



*Mémoires de Jean-Baptiste Barthe, Vicaire S. mt. de
Sion 1847. mt. 1. n. 1.
1846.*

A képen látható röntgenfelvétel 1896-ban készült a
kolozsvári Római-katolikus Főgimnáziumban
(mai Báthory Líceum)

EMT

- Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
- RO - Kolozsvár, B-dul 21 decembrie 1989, nr. 116.
- Levélcím: RO - 3400 Cluj, C.P. 1-140
- Telefon: 4/064/111269; Telefax: 4/064/194042
- E-mail: emt@utcluj.ro