

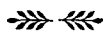
azonban az új szituáció megteremtésében játszanak elsődleges szerepet. A negyedik részprogramnál kerül sor az ismeretek alkalmazására. E szituációs szövegek párbeszéddek.

A dialógusokat a korábban már ismertetett címekkel fogalmaztuk meg. Ezen részprogramon többször végigmehetünk. Ajánlatos minden feldolgozásnál más és más formát alkalmazni. Pl.: szerepkiosztás a hallott szöveggel azonosan, — felírás készítése a diákhoz, — azonos tartalmú, de nem azonos szövegű párbeszéd, — a cselekvés központjába a tanuló került. A negyedik részprogram irányító jellegű és átmenetet képez az intuitív beszédhez.

Amikor az anyag tagolásával foglalkoztunk negyedik részként célul az intuitív beszédet jelöltük meg, természetesen ebben a témakörben. A részprogramok maradéktalan végrehajtása után jutnak el a tanulók a szabad dialógusig. Továbbiakban az intuitív beszéd, az eseményekre való azonnali, prompt reagálási képesség teljes kibontakoztatása a feladatunk. Itt az új szituációkra és dialógusokra nem készítettünk programot, amint azt a részprogramokról való döntés kérdésénél kifejtettük, mert ebben a helyzetben a program már megkötöttséget jelentene. Mi tehát a feladatunk? Az aktuális és természetes szituációkat arra használjuk fel, hogy önálló beszédprodukcióra biztosítsunk lehetőséget tanulóink számára. Itt bontakozik ki szabad kombinálási képességük. Pl.: Egy-egy tanuló hiányzása után érdeklődünk mulasztása okáról, betegségről, az orvosi kezeléstről stb. Ezen az úton és csakis ezen az úton haladva valósíthatjuk meg főfeladatunkat a *beszédképesség* kifejlesztését.

Végül a *technikai eszközökről*. A magnót és a diát szinkronban alkalmazzuk. A magnó segítségével végezzük a bemutató olvasást, az 1. a 2. és a 4. részprogramot, továbbá a 3. részprogramnál a megerősítést. Természetesen a magnóra a szöveget orosz anyanyelvű olvassa rá. S ahogy a szöveget (a programot) magunknak kellett megtervezni, a diákat is magunk készítjük. A diák egy része (33) a szituációk megteremtését szolgálja, felhasználásuk az 1., 2., 4. részprogramnál, míg 7. dia a 3. részprogramnál kerül alkalmazására a modell- és transzformációs gyakorlatok megoldásánál. A 33 dia témája: egy beteg kislányt vizsgál az orvos (18. kép), továbbá: az iskolaorvos az iskolában, ez 5. kép, valamint 10. kép az egészséges életmódról.

A programozás és a programozott oktatás során az óra egyes részei közötti határok elmosódnak, hagyományos formák kiesnek. A réginél tökéletesebb tanulási folyamat csak újszerűen megtervezett tanítási órákon, újszerű tananyag-feldolgozással biztosítható.



FORGÁCH GÉZA
(Tanárképző Főiskola, Szeged)

A kémiai nagyüzemi eljárások néhány elvi kérdése a kémia tanításában

A kémiatanítás szerepét vizsgálva a politechnikai képzés szempontjából, az ebből adódó feladatok két csoportra oszthatók: a) a *kémiának, mint hagyományos tantárgynak* szerepe a politechnikai képzés megalapozásában; b) a *kémiai ipari termelés alapelveinek tudatosítása*, mint új feladat a politechnikai szempontú kémiaoktatásban. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a kémiatanítás gyakorlatában e feladatok megvalósítását nem lehet egymástól elválasztani, mert ezek szoros összefüggésben, kölcsönhatásban vannak egymással. Erre utalnak a tantervi utasítások is.

A továbbiakban a kémiai nagyüzemi eljárások *legáltalánosabb alapelveinek* ismeretével kívánunk foglalkozni, mint új szempontú feladattal a kémia tanításában.

A kémiai termelés, a termelés főágai közé tartozik. A termelési ágazatok köre pedig a természetes anyagok és a fogyasztás köre között helyezkedik el, amelyek egymással szoros kölcsönhatásban vannak (1. ábra).



Természetes anyagok A termelés főágai Fogyasztás

A termelés gazdasági szférái

1. ábra

A kémiai termeléshez számítjuk a tulajdonképpeni értelemben vett vegyipart, fémkohászatot, építőanyagipart, az üveg- és kerámiai ipart és az élelmiszeripar egyes részeit, vagyis azokat az iparágakat, amelyek a különböző anyagok kémiai átalakításával foglalkoznak.

Mind ezek a kémiai és gazdasági vonatkozások egyben oktatási feladatokat jelentenek az általánosan művelő iskolák kémia tanításában. A kémiai ipari termelés legáltalánosabb alapelveinek az ismertetése már az általános iskolai kémiatanításban megkezdődik. Természetesen a tanulók életkori sajátosságaihoz alkalmazkodva, és ezeket az ismereteket fejlesztjük tovább a középiskolában.

A kémiai termelés négy fontos alapelve: technológia, szervezés, energia, technika.

1. *A technológiai elv* a munkaszakaszokban, a fizikai alapeljárásokban és a kémiai alapfolyamatokban nyilvánul meg. A kémiai termelési folyamatok a gyakorlat alapján három fő munkaszakaszra oszthatók: a) a kiindulási anyagok előkészítése; b) a megfelelően előkészített anyagok átalakítása féltermékké; c) a féltermékek feldolgozása késztermékekké.

Ezekben belül is megkülönböztetünk részfolyamatokat, amelyek különböző fizikai alapeljárásoknak és kémiai alapfolyamatoknak felelnek meg, ezek szorosan összefüggnek egymással és jellemzőek az egyes kémiai termelési folyamatokra.

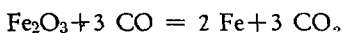
A kémiai termelésben alkalmazott *fizikai alapeljárásokra* legjellemzőbbek a szárító, daraboló, elegyítő és elválasztó műveletek. Erre a célra a nagyüzemekben megfelelő gépi befűtendéseket használnak.

Politechnikai oktatás szempontjából metodikai követelmény, hogy a fizikai alapeljárások és a kémiai alapfolyamatok közötti összefüggéseket funkcionális alapon értessük meg a tanulókkal, pl. a szárított bauxit könnyebben aprítható, a finom eloszlású bauxit jobban feltárható nátrium-hidroxiddal és a vörösiszap minél tökéletesebb elválasztásával, gazdaságosabb lesz a szilícium előállítása.

A *kémiai alapfolyamatok* képezik a kémiai technológiai eljárások központi részét. E folyamatokat csak a kémiai alapismeretek segítségével tudjuk megértetni a tanulókkal, ez viszont elősegíti a tanult elméleti ismeretek gyakorlati jelentőségének megértését. Ezt tűzte ki célul az általános iskolai reform kémia tanterv is, amikor a kémiai alapismereteket, a kémiai termelés középpontjába állította.

Gyakorlatban a reakciótipusok alapján többféle kémiai alapfolyamatot szoktak megkülönböztetni, mint pl. oxidáció, redukció, cserebomlás, helyettesítés, hidrolízis, kondenzálás, hidrogénezés, halogénezés, nitrálás, szulfonálás, észterezés stb. Az általános iskolai tantervi anyagot tekintve a tanított kémiai termelési alapfolyamatokat szinte kivétel nélkül magyarázni tudjuk az oxidációval és redukcióval, pl. bázisok és savak előállítása, vas-, acél- és alumíniumgyártás.

A kémiai alapfolyamatok tanítása céljából, a tanulók életkori sajátosságainak figyelembevételével, csak a központi jellemző reakciót tanítjuk. Ezért az alapfokú kémia-oktatásban egy lépcsős reakciókat helyes alkalmazni. Pl. a nyersvas előállítása esetében, valójában a hőmérséklettől függően többféle reakciósorozat játszódik le, mégis a központi folyamatot jellemző egy lépcsős reakciót tanítjuk:



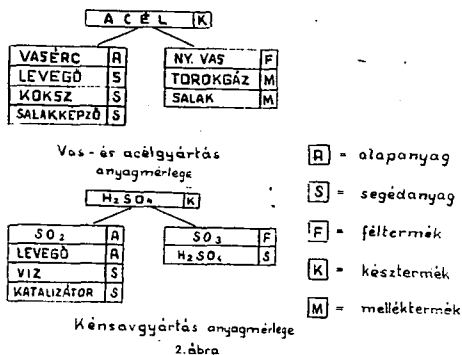
ebből az alapfolyamatból következtetnek a tanulók a vas (III)-oxid kémiai átalakulásának főelvére, a redukcióra.

Továbbá már az alapfokú kémiatanításban is utalunk bizonyos körülményekre, amelyek az alapfolyamatok szempontjából lényegesek, mint pl. hőmérséklet, katalizátor alkalmazása.

A termelés egyes ágai között fennálló kapcsolatokat a kémiai termelés nyersanyagai és termékei közötti viszony ismertetésével tárjuk fel.

A kémiai termelésben a késztermékek előállításához többféle nyersanyagot használnak fel, amelyeknek a szerepe a technológiai folyamatban különböző. Így pl. a kiindulási alapanyag segédanyagot is igényel, és a munkaszakaszoknak megfelelően, a félterméken keresztül jutunk el a késztermékhez, miközben melléktermékek keletkezhetnek. A nem értékesíthető melléktermék a hulladékanyag, amely végül a hányóra kerül.

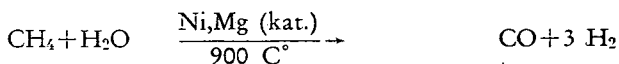
A korszerű kémiatanítás során ezek összefüggésének bemutatása is fontos nevelési feladat. Erre a feladatra a tantervi utasítás is utal. Ezért metodikai szempontból ajánlatos, ha a technológiai folyamat táblai vázlatával együtt elkészítjük vázlatosan a tárgyalta nagyüzemi eljárás *anyagmérlegét* is, amely feltünteti a szükséges nyersanyagok szerepét és átalakulását különböző termékekké. (2. ábra.)



Ugyanakkor a nyersanyagokkal és féltermékekkel kapcsolatban utalunk azok eredetére is, pl. természetes anyag (levegő, víz) bányatermék (ásványi eredetű anyagok), kémiai termelés (kéndioxid, katalizátor).

A technológiai elv megvilágításánál különösen fontos, hogy bemutassuk a tudomány, technológia és a gazdasági követelmények egységét. Ez magyarázza a korszerű

kémiai termelés alkalmazkodó képességét a nyersanyagokhoz. Így a metánnak és a mér-tánsorozat egyéb gázhalmazállapotú vegyületeinek, mint alapanyagoknak mindinkább nagyobb a jelentőségük a kémiai termelésben. Például újabban az ammóniaszintézishez szükséges hidrogén előállítása, az ásványi szén megkerülésével, a földgáz katalitikus és termikus elbontásával is megvalósítható:



Az így nyert hidrogén gazdaságosabbá teszi az ammóniaszintézist és az ammóniából előállított salétromsavat, valamint az ezzel kapcsolatos műtrágyaipart.

2. *A szervezési elv* különböző munkamódszereket jelent, amelyek nem feltételei a technológiai eljárásoknak, hanem csupán gazdaságosabbá teszi ezek kivitelezését.

A termelésben érvényesülő szervezési alapelvekről szintén megfelelő ismereteket kell nyújtanunk a tanítás során. Így az alapfokú tanításban elsősorban azt kell kiemelnünk, hogy a tárgyalt kémiai termelési folyamatokat: a *szakaszos*, illetve *folyamatos* és ezek *kombinált* munkamódszerei jellemzik-e. Például a 7. osztályban az ipari fűtőgázok tanításával kapcsolatban megállapíthatjuk, hogy a *léggáz* (szén-monoxid és nitrogén keveréke) előállítása *folyamatos*; a *vízgáz* (szén-monoxid és hidrogén keveréke) előállítása *szakaszos*; a *generátorgáz* (léggáz és vízgáz keveréke) előállítása *folyamatos*, illetve kombinált a léggáz és vízgáz együttes előállítása) munkamódszerekkel történik. A fejlődés iránya azt mutatja, hogy a kémiai nagyüzemi termelésben, a szervezési alapelvek racionális (alkalmazásával a szakaszos termelésről mindinkább igyekeznek áttérni a folyamatos termelésre. Például a szuperfoszfát műtrágya előállításánál a régebben alkalmazott szakaszos munkamódszer helyett, ma már hazánkban is a folyamatos eljárást alkalmazzák, mert ez jóval gazdaságosabb.

A kémiai termelésben azonban *specifikus szervezési elvek* is érvényesülnek, amelyek a technológiai folyamatok során különböző anyagátvezetési formákban nyilvánulnak meg. A különböző anyagátvezetési formák kapcsolatosak a kémiai folyamatokkal, a műszaki berendezésekkel és az energiagazdálkodással. Az alkalmazott eljárásoknak megfelelően az anyagátvezetési formák is lehetnek szakaszosak (pl. égető kemencék töltése és ürítése), vagy folyamatosak. A folyamatos áramlást ama technológiai tényezők határozzák meg, amelyek szerint a halmazállapotoknak megfelelően egyfázisú, vagy kétfázisú anyagok áramlásáról van-e szó. Egyfázisú áramlás például a hidrogén, nitrogén átvezetése az ammónia-szintézis esetében. Kétfázisú áramlás esetében pedig egyen-áramú (pl. portartalmú kén-dioxid gáz áramlása), és ellenáramú (pl. savelnyelő toronyok) áramlást különböztetnek meg.

A különböző anyagátvezetési formákra történik utalás a 8. osztályban az ammóniaszintézis, kénsav, salétromsav, sósav előállítása, a mészegetés, vas-, alumíniumgyártás esetében.

A teljesség kedvéért megemlítjük, — bár ez a középfokú kémiatanítás szempontjából lényeges — a folyamatos anyagáramlás speciális esetét, a *körforgást* is, amely főleg akkor jön létre, ha a kémiai alapfolyamatok között megfordítható reakciók is szerepelnek. Ilyenkor a visszaalakult anyagokat visszavezetik a kiindulási alapanyagokhoz, pl. az ammónia-szintézis esetében, az át nem alakult hidrogén és nitrogén körforgása. A 8. osztályos kémia tankönyv a timföldgyártással kapcsolatban utal a nátrium-hidroxid körforgására (153. o. 5. pont).

A szervezési elvekkel kapcsolatban fontos nevelési feladat annak tudatosítása, hogy az idő, tér és anyag jobb kihasználásával miként fokozhatjuk a munka termelékenységét.

3. *Az energia elve* a kémiai termeléssel kapcsolatos energia felhasználást, vagy energia termelést, illetve az energia alkalmazásának különböző módszereit jelenti. A ké-

miai folyamatok egyik legjellemzőbb vonása, hogy nagy energia mennyiségek haszná-
lódnak fel, alakulnak át és cserélődnek ki, pl. hőenergia átalakulása kémiai energiává,
illetve kémiai energia átalakulása hőenergiává, vagy elektromos energiává (pl. galván-
elemek, egyes fémek korróziója). Valamely anyag kémiai energiája a benne levő kémiai
kötések energiájának összegével egyenlő.

Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a reakciók megindulásához a legtöbb esetben
energia szükséges, még akkor is, ha a folyamat végeredményben energiát (hőt) termel. A
passzív molekulákat aktiválni kell, aktiválási energiára van szükségük, hogy a reakció
meginduljon, pl. a tüzelőanyagok begyújtása.

Az energia elvével kapcsolatban, a tanítás során mindenekeelőtt tisztáznunk kell a
felhasznált energia minőségét (a mennyiségi kérdésektől daltoni fokú kémiatanításban el-
tekintünk I. 7. osztályos kémia tankönyv termokémiai reakcióit a 65., 66., 67. és 100.
oldalakon), vagyis azt, hogy energetikai szempontból milyen alapeljárásról van szó. Eb-
ből a szempontból megkülönböztetünk egyszerű *termikus* (szén-, gáz-, olajtüzelés); *elekt-
rotermikus* (elektromos ívfénnyel előállított magas hőmérséklet); és *elektrokémiai* (pl.
timföld elektrolízise) alapeljárásokat.

Továbbá figyelembe kell venni, hogy katalizátorok alkalmazása és a nyomással
kapcsolatos eljárások is megfelelő hőtartást, illetve hőelvezetést vagy hozzávezetést igé-
nyelnek.

A kémiai termelés fejlődésével mindinkább olyan eljárások alakultak ki, amelyek
az energia felhasználást gazdaságosabbá teszik. Ilyen célból alkalmazott eljárások, il-
letve berendezések a *hőcserélők* (pl. a kontakt kénsavgyártás); *regeneratív fűtés*, a hul-
ladékhő összegyűjtése és újbóli felhasználása (pl. vas- és acélgártás); *vákuum alkalmazá-
sa*, (pl. a répacukorgyártásban a cukoroldat befőzése és kristályosítása a forráspont
csökkentésével); *könnyen olvadó elegyek* készítésének módszere, szilárdfázisú anyagok
olvadáspontjának csökkentése céljából (pl. a timföld és kriolit elegye).

Hazai viszonyaink között különösen fontos nevelési feladatnak kell tekintenünk
kémiai termelésünk gazdaságos energia felhasználásával kapcsolatos általános kérdések
megvilágítását.

4. A technikai elv a kémiai termelés technikai oldalát jelenti.

Valamennyi kémiai termelési folyamat terjedelmes edényrendszerben megy végbe.
Ez az edényrendszer abban különbözik más fő termelési ágak technikai berendezésétől,
hogy nemcsak az anyagmozgás, hanem az anyag kémiai átalakulása is ugyanazon edény-
rendszerben történik. A kémiai folyamatok irányítására szolgáló berendezések a *reakto-
rok*, ezt egészítik ki a fizikai alapeljárásokhoz, és az energia hozzávezetéséhez, illetve el-
vezetéséhez, esetleg a katalizátorok alkalmazásához és az atmoszférikus nyomás szabá-
lyozásához szükséges technikai eszközök.

A reaktorokat, a technológiai folyamatból, a szervezési és energetikai elvektől
függetlenül bizonyos alapformák jellemzik. Így a szakaszos eljárásokra az üst-, vagy kád-
alakú, illetve az ehhez hasonló edények, mint pl. az autokláv; a folyamatos eljárásokra
pedig a csöves, vagy tornyos rendszerű, vagy ehhez hasonló berendezések a jellemzőek.

A nagyüzemi kémiai termelésben alkalmazott technikai berendezések, reaktorok
alakja, anyaga és méretei lényegesen eltérnek a laboratóriumi előállításhoz használt
eszközöktől és edényektől. A kémiai folyamatok reakciójellegét tekintve azonban a ha-
sonlóságot állapíthatunk meg a két eljárás között, és ezt a hasonlóságot kell kiemelnünk
a tanítás során (pl. 8. oszt. kémia tankönyv, timföldgyártás, 155. o.).

A korszerű általános műveltség kialakítása szempontjából a politéchnikai képzés
megalapozása megkívánja, a kémiai termelés technikai vonatkozásainak a megvilágítását
is. A tanulók számára a tanult termelési eszközök ne legyenek elvont technikai fogal-
mak, absztraktumok, egyszerűen csövek, tornyok, kemencék, hanem ismerjék meg ezek

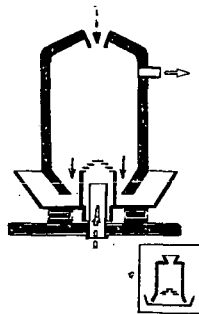
legáltalánosabb funkcióját, a konkrétumot is, szerepüket a kémiai átalakulások irányításában, az ok és okozat közötti összefüggéseket. Így fog a tanulók politechnikai látóköre bővülni.

A tanulók e téren szerzett aktív tudását az jellemzi leginkább, ha helyesen tudják értelmezni és magyarázni a tanult folyamatábrákat.

A termelés szempontú kémiatanítás gyakorlatában a fizikai alapeljárások és kémiai alapfolyamatok technikai irányítására szolgáló, berendezéseket egyszerű síkrajz formájában szokták ábrázolni. Metodikai szempontból ezen a területen is egységesnek látszó nemzetközi nomenklatúra kezd kialakulni. E rajzok *sematikus* szemléltetik a műszaki berendezések, reaktorok alakját és az ezekben történő anyagátvezetési formákat, vagy egyszerűbb *szimbolikus* jelölési módszert használnak, az összetettebb folyamatábrák kialakítására, amelyeknek lényege a fizikai és kémiai alapeljárások logikai sorrendjének vázlatos rögzítése.

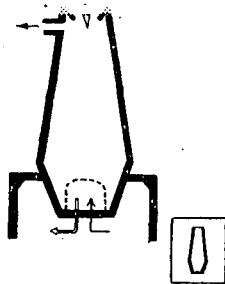
Az alábbiakban tájékoztatásul bemutatunk néhány sematikus ábrázolási formát, mellette bekeretezve feltüntetjük ezek szimbolikus jelölését is.

Gázgenerátor (3. ábra). A léggáz és vízgáz együttes előállítására szolgáló reaktor. A vízgőz hozzávezetésének szabályozásával, az összreakció gyengén hőtermelő (exoterm) folyamat, így a kevertgáz (CO, H₂, N₂) előállítása folyamatos eljárással történik. A szilárd fázisú szén és a gázfázisú levegő, vízgőz ellenáramban haladnak a generátorban.



Gázgenerátor
3. ábra

Aknás kemence (4. ábra), körszelvényű, az alsó és felső részén szűkülő tornyos építmény. A kémiai termelésben széleskörűen alkalmazott technikai berendezés, kombinált változata a nyersvas előállítására szolgáló nagyolvasztó. A mészégetéshez is használt aknás kemence működésére jellemző, hogy felülről lefelé áramlik a szilárdfázisú mészke



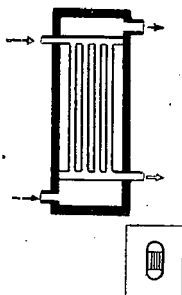
Aknás kemence
4. ábra

A timföldgyártás mint tanítási egység és a nagyüzemi előállítás kapcsolatának metodikai áttekintése.

Munkafolyamatok	Szárítás, aprítás	Feltárás	Ülepítés	Kikeverés	Szűrés	Égetés
<i>Timföldgyárban</i>	Levegőn való szárítás. Darabolás törőberendezésben Mesterséges szárítás, őrlés golyósmalomban.	Tömény NaOH oldattal, autoklávban: NaAlO ₂	Vörösiszap elválasztása Dorr-ülepítőben és szűrőberendezésben	Na AlO ₂ hidrolízisével Al(OH) ₃ előállítása	A kristályos Al(OH) ₃ elválasztása forgódobos vákuumszűrőben	Al ₂ O ₃ előállítása forgócsökemencében
<i>Iskolában:</i> a) Szemléltetés, bemutató kísérlettel	Kb. 30 g bauxitot dörzscsészében porrá törünk.	A porrátört bauxitot, tömény Na(OH) oldattal lombikban 5–10 percig főzzük: NaAlO ₂	A vörösiszapot elválasztjuk tölcserre helyezett szűrőpapír és főzőpohár segítségével	A szűrt folyadékot tízszeres mennyiségű vízzel hígítjuk és főzőpohárban melegítjük, kiválik az Al(OH) ₃	A keletkezett Al(OH) ₃ -ot tölcserre helyezett szűrőpapír és főzőpohár segítségével szűrjük	A szűrőn maradt Al(OH) ₃ -ot aszbesztalapos dróthálón izzítjuk: Al ₂ O ₃
	b) Egyéb szemléltetés	Folyamatábrával és filmmel.				
Alapanyag	Bauxit					
Segédanyag		CC-NaOH oldat				
Féltermék			Vörösiszap			
Melléktermék					híg NaOH oldat	Al ₂ O ₃

és szén. A kemence alsó részében történik a kalcium-karbonát termikus bomlása, a keletkező gázfázisú széndioxid és levegő, ellenáramban alulról felfelé áramlik. Közben a magas hőmérsékletű szén-dioxid lehűl és előmelegíti a kemence magasabb részében levő mészkövet. Ily módon a kemence működése folyamatos és a termikus ellenáram tüzelőanyagmegtakarítást jelent.

Hőcserélő (5. ábra) energetikai szempontból a kémiai termelés egyik legjellemzőbb technikai eszköze. Torónyszerű hengeres köpenybe foglalt csőrendszerek. Működése a

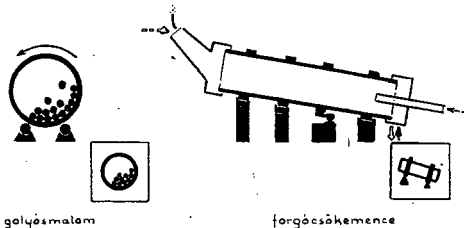


Hőcserélő
5. ábra

termikus ellenáram elvén alapul. Áramló folyadékok, vagy gázfázisú anyagok hűtésére, illetve előmelegítésére szolgálnak.

A golyósmalom (6. ábra) darabolásra, morzsolásra és finomabb eloszlású őrlmények előállítására legáltalánosabban használt aprítóberendezés. A golyósmalomnak alkalmazása főleg a cementgyártás, timföld előállítás és műtrágyagyártás fizikai alapeljárásaira jellemző. Vízszintes tengely körül forgó henger, amelyet félig megtöltenek acélgolyókkal és őrlendő anyaggal. A parabola-alakú röppályán visszazuhanó golyók nemcsak daraboló munkát végeznek, hanem a súrlódás következtében morzsolnak és őrlnek is.

Forgó-csőkemence (6. ábra) többek között a cementgyártás és timföld előállítás szempontjából jellegzetes technikai eszköz. Különböző hosszúságú 1–2 m átmérőjű, ferdén elhelyezett forgó csőalakú égető (kalcináló) kemence, amely az adszorpciós és



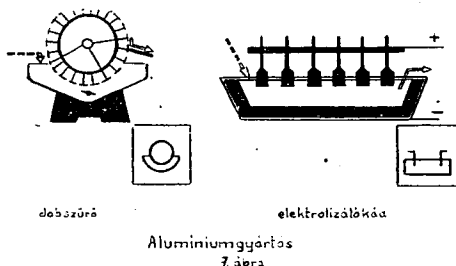
golyósmalom

forgó-csőkemence

Cementgyártás
6. ábra

szerkezeti víz eltávolítására szolgál. A magasabb végén adagolják a hevítendő anyagot, amely a forgás és lejtés következtében lassan mozog előre és víztartalmát elveszti. Az alacsonyabb végén van a tüzelő berendezés és a víztelenített anyag eltávolítására szolgáló csatorna. A termikus ellenáram, a hőenergia gazdaságos felhasználását biztosítja.

Az alumíniumgyártásban alkalmazott *forgó dobszűrő és elektrolizálókád* (7. ábra), a kémiai termelésben szintén széleskörűen elterjedt termelési eszközök. Az egyik legelterjedtebb szűrő berendezés a forgó dobszűrő, amely az alumíniumgyártásban a kristályos alumínium-hidroxid ($Al(OH)_3$) különválasztására szolgál a cseppfolyós anyalúgtól. A heterogén fázisú anyagok tökéletesebb szétválasztására, a dob belső részében légszí-
vást is alkalmaznak.



Az elektrolizáló cellák, vagy kádak technikai kivitelezése igen különbözőek lehetnek az alkalmazott elektródoktól és az elektromos energia hozzáféréstől függően, pl. a timföld (Al_2O_3) szén-katódos és a konyhasó ($NaCl$) higany-katódos elektroízise, de a technológiai elv hasonló. A szinalumínium előállítása esetében a timföldet, jelentékeny mennyiségű kriolittal keverik, hogy könnyen olvadó elegyet készítsenek. Pozitív és negatív elektródáknak különböző speciális szénfajtákat használnak. A szinalumínium a kád fenekén, a negatív sarkon, a katódon válik le.

Osszefoglalásként hangsúlyozni kívánjuk, hogy a metodikai szempontból, a politechnizált, vagyis termelés szempontú kémia tanításában is, a kémiai alapismeretek szilárd elsajátítása a központi feladat. A kémiai alapismeretek képezik a tanulók alap tudását és ezt egészíti ki a kémiai termelés legáltalánosabb elveinek a tananyag alapján meghatározott fogalom rendszere, *definíciók nélkül*. Ez a kiegészítő tudás elősegíti a tanulók aktív tudását, ismereteik gyakorlati alkalmazását anélkül, hogy a kémiai termelés speciális technológiai és gazdasági kérdéseit is tárgyalnánk a tá-
állításával. A tanulók elsősorban a generátor kemencében történő szén elégéséről, mint hőtermelő folyamatról szereznek ismereteket, ezután a vízgáz keletkezésével ismerkednek meg.

Alaptudás: az izzó szén a vízgőzt redukálja, szén-monoxid és hidrogén keletkezik, a folyamat egyenlete: $H_2O + C = CO + H_2$.

Kiegészítő tudás: anyagátvezetési formák a generátorban, folyamatos munkamódszer biztosítása a léggáz és vízgáz együttes előállításával, mint kombinált hőtermelő folyamattal.

További metodikai feladat, hogy kapcsolatot teremtsünk a nagyüzemi eljárások kémiai alapfolyamatai és az iskolai kísérletek között. Ezt úgy érhetjük el leginkább, ha a bemutató kísérletek lefolyását, a felhasznált laboratóriumi eszközökkel kapcsolatos munkamódszereket összehasonlítjuk a munkaszakaszokra osztott tematikus, vagy szimbolikus folyamatábrákkal és a nagyüzemi technikai berendezésekkel, amelyeket a tankönyv képeivel, iskolai filmmel, vagy dia-fényképekkel szemléltetünk.

A 8. osztályban kerül sor a timföldgyártás tanítására. E témával kapcsolatos *metodikai táblázat* a fentiek alapján szemléltetjük.