

A PROGRAMOZOTT KÉMIAOKTATÁS NÉHÁNY PROBLÉMÁJÁNAK VIZSGÁLATA
AZ OKTATÁS KÜLÖNBÖZŐ SZINTJEIN

Doktori értekezés

Irta :

Deák László

főiskolai tanársegéd

Juhász Gyula Tanárképző Főiskola Kémia Tanszéke

SZEGED, 1976.



B1416

T A R T A L O M J E G Y Z É K

Bevezetés	
1. A korszerűsítés igénye	3.
2. A programozott oktatás	8.
2.1. Kialakulása	8.
2.2. Az oktatóprogramok típusai	14.
2.3. A kémia tantárgy programozása	23.
2.4. A programozott oktatás értékelése	33.
3. Programozási vizsgálataink	40.
3.1. A vizsgálatok célja és körülményei	40.
3.2. A programok készítése	45.
3.2.1. Vegyes típusu oktatóprogram készítése szakmunkástanulók számára	47.
3.2.2. Elágazásos programok készítése főiskolai hallgatók számára	56.
4. A kísérletek eredményeinek értékelése	64.
4.1. Az értékelés módszerei	64.
4.2.1. Az általános iskolai kísérletek	66.
4.2.2. Középfokú iskolákban végzett kísérletek	74.
4.2.3. Főiskolán végzett kísérletek	80.
4.3. Az eredmények összefoglalása	88.
Irodalomjegyzék	91.
Mellékletek	

B E V E Z E T É S

A termelés anyagi-technikai szintjében bekövetkezett nagyarányú változások miatt az utóbbi néhány évtizedet a tudományos-technikai forradalom korszakának nevezik. Ez a forradalom a termelőerők forradalma, magában foglalja valamennyi objektív és szubjektív termelőerőnek, a termelési struktúra egészének gyökeres átalakulását. A nagy minőségi változás egyik legfőbb jellemzője a tudomány és a technika szerepének megnövekedése, a tudomány közvetlen termelőerővé válása.

Az emberiség története során a tudományok gyorsuló fejlődése figyelhető meg: általánosan elfogadott becslések szerint idősámításunk kezdetétől 1750-ig először kétszereződött meg a tudásanyag, 1900-ig másodszor, 1950-ig harmadszor, 1960-ig negyedszer [1]. Ennek a gyorsuló fejlődésnek egyik mozgatója az a társadalmi szükséglet, amely a termelőerők és a termelési viszonyok fejlődése következtében áll elő. A másik tényező, hogy minden nemzedék számára nagyobb tudásanyag áll rendelkezésre, mint amit az előző nemzedék örökölt, így hozzávetőleg geometriai haladvány szerint növekedhet az emberiség tudásanyaga.

A termelőerőknek meghatározó, de egyuttal leglassabban fejlődő eleme az ember tudása, képzettsége, ismeretei. E szubjektív termelőerő megfelelő fejlődésének, vagyis az emberi erőforrások újratermelésének olyan objektív feltételei vannak, amit csak az oktatás hatékonyságának jelentős megnövelése, az egész nevelési-oktatási rendszer korszerűsítése biztosíthat, ha korszerűsítés alatt olyan közoktatáspolitikát értünk, amelyben az iskolaügy céljai megfelelnek a társadalom fejlődő céljainak.

1. A KORSZERŰSÍTÉS IGÉNYE

Az elmúlt korokban a pedagógia célja az volt, hogy lehetőleg átadja minden értéket, ismeretet, melyet az emberiség alkotott, gyűjtött. Egy ideig ennek eleget is tehetett a pedagógia tudománya, illetve az iskolarendszer, bár csak igen szűk tanulórétegre vonatkoztatva. Figyelembe véve a növekvő tudásanyagot, nyilvánvaló, hogy ez ma már képtelenség. Ahhoz, hogy a pedagógia megfeleljen a tudományos-technikai forradalom által okozott magasabb követelményeknek, döntő változásokra van szükség: a pedagógia forradalmára mind tartalmi, mind technológiai, mind technikai téren. A didaktikai forradalmat sürgető legfontosabb kényszerítő hatások:

- Az oktatómunka tartalmát adó tananyag mennyiségileg és minőségileg növekedett, változékonyabb lett.
- A tanulólétszám gyarapodása a képzés legtöbb szintjén tömegnevelési igényben jelentkezik.
- A követelmények emelkedése ellenére a képzési idő jelentős növelése nem gazdaságos.
- A fejlődés gyorsuló menete előtérbe helyezi a művelődés és a szakképzés állandósítását, a permanens tanulás igényét. Nélkülözhetetlenné válik az ismeretek időnkénti felújítása, kiegészítése.

A korszerűsítés először technikai téren indulhatott meg, éppen a tudományos-technikai forradalom eredményeként: egyre modernebb információközlő berendezések jelentek meg, és épültek be a hagyományos oktatási technológiába. Az új technika

azonban nem jelentette a módszerek, szervezeti formák, vagyis a tanítási technológia olyan fejlődését, amely megfelelné a megnövekedett társadalmi igényeknek. Egyre élesebben jelentkeznek a hagyományos oktatási módszerek fogyatékoságai, amelyek döntően egy szempont köré csoportosíthatók: a tanulót passzív befogadó közegnek tekintik ehelyett, hogy tanulni, kutatni, alkotni tanítanak meg, vagyis a tananyag eszközként nem, hanem csak célként jelentkezik.

A tanítási órákon tulsulyban van a tanár tevékenysége. Egy belga kutatócsoport 21 iskolára kiterjedő reprezentatív vizsgálata során kimutatta, hogy a tanítási órán a tevékenységek 71,1 %-a kizárólagosan a tanáré, és csak 9 %-a kizárólag a tanulóké

[2] . FEKETE J. magyar iskolákban végzett vizsgálatai alapján az átlagos fizikaóra időbeosztását így tapasztalta [3] :

naplóbeírás, jelentés	1,5 perc
házi feladat ellenőrzés	2 "
osztályfoglalkozás	1 "
1. felelő /feladatmegoldás is/	4,5 "
2. felelő	3 "
értékelés	1 "
közös feladat /néhány tanuló/	8 "
tanári magyarázat /új anyag/	15 "
összefoglalás	5 "
házi feladat kiadása	2 "
közös feladatmegoldás	2 "

összesen: 45 perc

E vizsgálat óta valamit javult a helyzet : több a közös munka, kevesebb a "hagyományos" egyéni feleltetés és a házifeladattal kapcsolatos adminisztráció. Az MTA Pszichológiai Intézete mérései szerint a hagyományos tanítási órán maximum 100 tp /100 tanulóperc= 10 tanuló 10 percig tevékenykedik/ érhető el, pedig egy 30-as létszámú osztályban 30 perces önálló munka már 900 tp-et jelentene [3] .

A mai iskolában túl nagy a szerepe az averzív ellenőrzésnek, kényszerítésnek. Bár a "nádpálcás korszak" már többé-kevésbé letűnt, még mindig jelentős a nyilvánosság előtti megszegés, kedvezménymegvonás, bezárás, külön házifeladat, és egyéb hasonló - testi fenytésnél nem kevésbé káros hatású - büntetés. Sok tanuló csak az averzív ingerektől való menekülés érdekében tanul, bár ez a menekülés más formákban is megnyilvánulhat : passzivitás, érdektelenség, sőt hazudozás, iskolakerülés.

Nagyon sok tanítási órán a tanárnak nagyobb energiát kell fordítani a fegyelem biztosítására, mint a figyelem felkeltésére és ébrentartására. Természetesen ez jórészt a tanár hibájából ered, de a hagyományos oktatási módszerek esetén még a legjobb pedagógust is erre kényszeríthetik a körülmények; a tanítványait ért sok averzív inger, és túl kevés pozitív megerősítés.

A tanítási órákon kevés a megfelelő visszacsatolás és megerősítés. A tanár nehezen győződhet meg munkája eredményéről, de a tanuló is csak a következő órán - ha felel - jön rá, mennyire tudta megérteni a tananyagot. A jó pedagógusok eddig is igyekeztek javítani a helyzeten feladatlapok, egyszerűbb visszacsatoló berendezések alkalmazásával, önálló feladatok azonnali meg-

beszélésével, értékelésével, de ezek a módszerek nem váltak általánossá, és nagy létszámú osztályokban nem is tölthetik be funkciójukat teljes mértékben. Az előző problémához kapcsolódik a tananyag megértésének, megtanulásának és ellenőrzésének túlzott időbeli szétválása: általában 2 - 3 nap, a tantárgy óraszámától függően. A jelenlegi oktatási rendszer nagymértékben az otthoni tanulásra épít, aminek több hátránya jelentkezik. A diákok is túlzott mértékben építenek az otthoni, tankönyvből való tanulásra; ez eredményezheti részben a tanítási órákon mutatott kevés figyelmet, nem eléggé aktív részvételt az óra menetében. Azok a tanulók, akik otthoni körülményeik miatt hátrányos helyzetben vannak, még jobban hátrányba kerülnek azokhoz képest, akiket magasabb iskolai végzettségű szüleik rendszeresen segítenek az otthoni tanulásban.

A tanári kézikönyvekben túlnyomórészt a tanár tevékenysége szerepel, kevés utalás van a tanulók tevékenykedtetésére: "Atommodellek segítségével bemutatjuk a vízmolekula összetételét és lerajzoljuk. Rögtön hangsúlyozzuk, hogy az atomok a valóságban a golyóknál millió-milliószor kisebbek...A vízmolekula modelljét - a rövid pálcikákkal - a tankönyvi ábrához hasonlóan úgy állítjuk össze, hogy a golyók érintsék egymást...Felrakjuk a modellt mágneses applikációs táblánkra és bemutatjuk plasztilingolyókkal is." [4] Nincs utmutatás a tanulók által felvethető leggyakoribb problémákra, a tanulói tevékenységek várható hibalehetőségeire, azaz a tanulókat kevés önállósággal rendelkező passzív befogadó közegnek tekintik, akik minden ismeretet csak a tanártól kaphatnak.

Az iskolai oktatás története meggyőzően bebizonyította, hogy a minden tanulónak nagyjából ugyanazt és ugyanugy tanító iskola eredményessége igen egyenlőtlen. Ha a különböző tanulórétegeknek eltérő követelményű iskolákat állítottak fel - mint a régi magyar iskolarendszerben - akkor sem lett egyenletesebb az eredmény, sőt további súlyos hátrányt jelentett az osztály-, illetve vagyoni helyzet szerinti iskolábasorolás: antidemokratikus módon csökkentette a társadalom vertikális mobilitásának lehetőségét.

Ma már világosan kirajzolódik a jövő iskolájának alapvető feladata : tanulni tanítson meg; arra készítse fel az ifjúságot, hogy egész életében tudjon és akarjon tovább fejlődni, művelődni, alkotni. Ez a feladat mindaddig nem valósítható meg, amíg az oktatási módszerek a tanulókat csak befogadó közegnek tekintik; a tanár tevékenysége van tulsúlyban; az averzív ellenőrzés, kényszerítés jelentősebb szerepet játszik, mint a pozitív megerősítés; a tanuló iskolai munkája nem individualizálható és túl nagy szerepe van az otthoni tanulásnak - hogy csak a legfontosabbakat említsük. Érthető, hogy mikor a programozott oktatás ezekre a problémákra igyekezett megoldást nyújtani, nagy figyelmet keltett.

2. A PROGRAMOZOTT OKTATÁS

2.1. Kialakulása

A programozott oktatás kezdeteiről több nézet terjedt el. Akik az elgondolás lényegét a gépek alkalmazásában látják, a XIX. századra teszik kezdetét, ugyanis oktatógépre az első szabadsalmat 1866-ban adták ki : G. SKINNER gépe a helyesírás tanítását segítette. Akik legfontosabb jellemzőnek az egyéni ütemben való haladást tekintik, az ókori Görögorszáig visszavezetik a programozott oktatás történetét, hiszen ott alakultak ki az egyéni oktatás első formái. Egyes szerzők a hagyományos oktatási módszerek közé sorolják, mint a tanulók egyéni munkájának egy válfaját.

A programozott oktatás pszichológiai alapjai E.L. THORNDIKE tanuláselméletéig nyulnak vissza, aki már 1912-ben körvonalazta a gyakorlati megvalósítást is : "Ha valamilyen technikai csoda útján el lehetne érni, hogy egy könyv második oldala csak akkor váljék láthatóvá az olvasó számára, amikor már mindent megvalósított abból, amit az elsőben előírtak és így tovább, akkor abból, amit ma csak személyes tanítással lehet elérni, sok mindent át lehetne háritani a könyvekre" [5] .

Tanuláselméletének három alapvető törvénye:

1. A gyakorlás törvénye / The Law of Exercise /
2. A következmény, vagy effektus törvénye / The Law of Effect /
3. A készség törvénye / The Law of Readiness /

Első törvénye lényegében azt jelenti, hogy a gyakorlás révén az inger és reakció kapcsolata erősödik, illetve nem gyakorlás révén gyengül. A törvény mechanikus jellegű, az ismétlések száma önmagában nem magyarázza a sikert, kísérletekkel igazolták, hogy a meg-

felelő ellenőrzés nélküli gyakorlás nem vezet eredményhez [6]. Bizonyos korlátozásokkal természetesen nem tagadható az ismétlés fontossága, de különösen az emberi tanuláshoz nem jelenik meg tisztán a törvény, sok más tényező is hat : a tanulás célja, anyag jellege, megértés foka, megjelenési forma, stb. V. PRIHODA kísérletei alapján az ismétlést csak a tanulás feltételeként javasolja figyelembe venni [7].

A három törvény közül leginkább az effektus törvényét lehet korszerűsíteni. Az eredeti fogalmazás alapján a törvény lényege : az a kapcsolat, amelyet a dolgok megnyugtató állapota kísér, ezáltal erősödik, az viszont amit kielégületlenség kísér, gyengül. Hogy a törvény negatív formája nem érvényes, azt számos állatkísérlet bizonyította már. Fő értéke, hogy túllép a gyakorlás törvényének mechanikus szemléletén, belső, tudati tényezőt, a megerősítést emeli ki. Javított, korszerű fogalmazásban a törvény lényege : azt tanuljuk meg gyorsabban, amit a siker megerősít.

A készség törvénye a cselekvésre való felkészültséggel kapcsolatos : ha egy cselekvésre nem vagyunk felkészülve és mégis kényszerítenek rá, akkor az számunkra kellemetlen.

THORNDIKE tanulási törvényei mechanikus szemléletűek és korlátozott érvényűek. Megalkotásuknál döntően állatkísérletek eredményeiből indult ki, nem pedig az emberi oktatási folyamatból, a fogalmi szintű műveletvégzésekből.

A programozott oktatás első uttorőjeként S.L. PRESSEY-t ismerik el általában, aki 1926-ban olyan vizsgáztatógépet szerkesztett, amelyen csak a helyes válasz megtalálása után lehetett a

következő kérdéshez jutni, ilymódon a mai lineáris programok alkalmazásához is megfelelő lenne [9]. Az elméleti megalapozatlanság, a kor kulturális tehetetlensége, és nem utolsósorban az, hogy a társadalmi szükségletek még nem követeltek gyökeres változást a pedagógiában - a próbálkozást kudarcra ítélték.

B.F. SKINNER 1954-ben publikált híressé vált tanulmányával [10] és az általa megalkotott lineáris programokkal indította meg a programozott oktatás tulajdonképpeni történetét. Tanuláslélektani elvei behaviorista felfogást tükröznek, és az állati tanulás elemi törvényeinek az emberre való kiterjesztése miatt programjai egyoldalúak. A tanulás fiziológiai modellje SKINNER-nél : inger - válasz - megerősítés. Kétféle viselkedést különböztet meg: az ismert ingerek által kiváltott respondent viselkedést, és az ismeretlen ingerekkel megerősített operáns /operatív/ viselkedést. Pavlov tanuláselméletének klasszikus kondicionálását továbbfejlesztette "instrumentális", vagy "operatív" kondicionálássá. A SKINNER által vizsgált operatív magatartásnál a szervezet nem ingerekre válaszol, a tanulás nem ingerpárok megerősítését jelenti, hanem a kívánatos magatartás megerősítését. Ennek az a következménye, hogy a megerősített magatartás többször fordul elő, mint azelőtt; tehát magatartásváltozás, s ezzel tanulás jön létre. SKINNER szerint az operatív kondicionálás a magatartás olyan megerősítését jelenti, amely a magatartás következményeiben mutatkozik meg. Lényegében THORNDIKE effektus-törvényét hangsúlyozza a tanulás folyamatában: a helyesen beállított megerősítésekkel kell elérni a magatartás pozitív irányu befolyásolását. SKINNER szerint tehát az erősítő mechanizmusok tudatos létrehozása; a tanulói magatartás és e magatartás következményei közötti kapcsolatok által

taníthatunk. Programozásának pszichológiai alapelvei:

1. A tanulásnak állandó aktivitásra kell épülnie.
2. A tanulás sikerét szüntelenül ellenőrizni kell, és megerősíteni, ez tartja fenn a motiválást.
3. A feladatmegoldásokat apró logikai lépésekkel, a kérdések minél egyszerűbb fogalmazásával kell megközelíteni.

E tanuláselmélet 1. és 2. alapelve önmagában ma is helyesnek elfogadható, de SKINNERnél a megerősítés a cselekvés sikerére vonatkozik, a gyors megtanulást a megértéssel azonosítja. Mivel a tanulás nem a megértésre épül, hanem apró logikai lépésekre - rendszerint hiányzó szavak beírása - ezért nincs igazi értelmi aktivitás a skinneri programmal való tanulás közben. A helyes alapelv illuzórikussá válik a kevés értelmi erőfeszítés miatt; így a feladatoknak nincs megfelelő transzfer hatása, nem fejlesztik kellő mértékben az alkotó gondolkodást.

SKINNER pszichológiája úgy programozza a tanulást, hogy az lehetőleg egymást követő helyes feleletekből álljon. A programíró a tananyagot sok kicsiny lépésre bontja, megfelelő logikai sorrendbe rakja és ellátja műveleti utasításokkal. A tanuló egy-egy információ után kérdést kap, s ha válaszolt megkapja a megerősítést, majd a következő információt. Bármilyen válasz után továbbhaladhat a tanuló, de a program szerkesztése, a kérdések megfogalmazása olyan, hogy csaknem mindig sikerül jól válaszolni. Az eredeti skinneri programoknál a kérdéseket hiányzó szavak pótlása, vagy másfajta kiegészítést igénylő feladat formájában kapja a tanuló. A skinneri programokban az állandóan kiegészítést igénylő feladatok unalmassá is válhatnak a tanulók számára, és így az alapelvekben említett állandó aktivitást sem tudják biztosítani.

SKINNER tanuláselméletét bírálva alkotta meg N. A.

CROWDER az un. elágazásos programtípust [11] . Abból indul ki, hogy az emberi tanulás kommunikációs folyamat, és nem lehet az állati tanulás törvényeinek emberre való kiterjesztésével magyarázni. A tanulást, mint kommunikációs folyamatot, a tanulóhoz jutó visszajelentések ellenőrzik, illetve vezérlik. Ilymódon a helytelen tanulói válaszoknak is van jelentősége : a megelőző szituáció tudatos változtatását okozzák. CROWDER tehát a tanulás lényegét a helyes válasz kikeresésében és a siker szabályozó szerepében látja: THORNDIKE effektus-törvényére épít.

A crowderi elágazásos program kérdéseit feleletválasztásos formában teszi fel. Amennyiben a tanuló jól válaszol, a lineáris programhoz hasonlóan haladhat tovább. Helytelen választás esetén magyarázatot kap hibájáról, majd újra kell válaszolnia, esetleg módosított kérdésre. A gyorsan haladó, jól felkészült tanuló itt nem kényszerül arra, hogy túl kis lépésenként ugyanazon az uton kelljen haladnia, mint a gyengébbeknek, ha állandóan jól válaszol, rövidebb uton juthat előre. CROWDER szerint a hibás válaszok kiigazításának indokolása jobban eligazítja a tanulót, mint a skinneri merev sor. A helyes válasz felismerése azonban nem biztosítja mindig az önálló felidézést, nem követel valóban önálló és produktív értelmi tevékenységet [12] . További problémaként jelentkezik a véletlen eltalálások, valamint a tartalmi elemzés nélküli, pusztán logikai uton kikeresett helyes válaszok esete, bár ezek valószínűsége csökkenthető.

G. PASK a kibernetika és az elektronika oldaláról közölte meg a kérdést, és kidolgozta az adaptív programot [13] . A tanuló rendszert és a tanító rendszert két önszervező rendszernek tekinti, melyek kooperálnak, de ugyanakkor versenyeznek is

egymással. Módszerében a program a tanuló teljesítményéhez, előrehaladási üteméhez alkalmazkodik, a tanulás sebessége a visszacsatolás függvényévé válik, vagyis a tanító rendszer - nagyteljesítményű elektronikus számítógép + megfelelő display - is tanul: "viselkedését" módosítja a tanuló teljesítménye, elkövetett hibái szerint. PASK felfogása ellentéte SKINNERének, aki a hibás válaszok lehetőségét minimálisra igyekszik csökkenteni. Míg a lineáris programok elsősorban tényadatok rögzítésére alkalmasak, az adaptív programmal jártasságokat lehet kialakítani.

Az amerikai kezdeményezések után a 60-as években megindult a kísérletezés Európában : Angliában [14] , Szovjetunióban [15, 16] , Csehszlovákiában [17] , NDK-ban [18] és Magyarországon is [19, 20, 21, 22] . A kísérletezés során az alapvető lineáris és elágazásos programoknak sokféle variációja alakult ki, és a programozott oktatás fogalma is jobban körülhatárolódott.

2.2. Az oktatóprogramok típusai

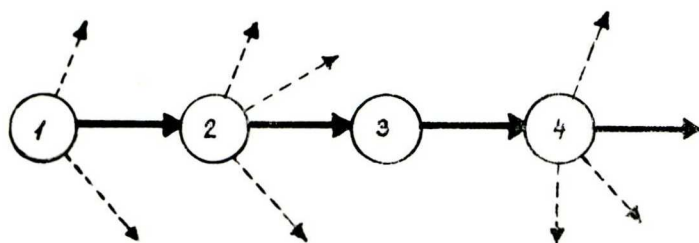
A programozott oktatás fogalmát ma általában szűkebb értelemben használják. Tág értelemben csaknem minden oktatás programozott, ugyanis tanterv, tematika, képzési cél, egyszóval program nélkül nemigen oktatnak [23]. A ma szokásos szűkebb értelemben a programozott oktatás legfontosabb fogalmi jegyei:

1. A gépi program analógiájára a pontos logikai tervezés, az oktatási folyamat műveletsorokra bontása.
2. Az állandó visszajelentés érdekében a tanulók folytonos aktivizálása és ellenőrzése feladatmegoldások, kérdések útján.
3. Írásbeli, vagy gépi információközlés felhasználásával minden tanuló önálló és egyéni munkájának biztosítása [24].

A programozott oktatás két fő irányaként a SKINNER által kidolgozott lineáris programozás és a CROWDER-féle elágazásos programozás ismeretes, bár többen harmadik fő irányként említik az adaptív programot [25]. Helyesebb azonban utóbbit is az elágazásos programok közé sorolni, hiszen bonyolult, sokirányba elágaztatott programok vannak számítógépbe táplálva.

2.2.1. A lineáris programok

A tisztán lineáris módszerek közül PRESSEY eljárása volt az első, bár ő gépét csak vizsgáztatásra tervezte felhasználni. Minden információ után a tanulónak választania kell a felsorolt feleletek közül, s csak akkor haladhat tovább, ha jól válaszolt. Rossz válasz esetén a program visszaküldi az információ újabb feldolgozására mindaddig, amíg jól nem válaszol. Ezeknél a programoknál a jó válasz jutalma, hogy tovább lehet menni, a rossz válasz miatti "büntetés" a feleletválasztás újakezdése / 1. ábra / .



1. ábra.

SKINNER kis lépésekből álló programja helyes és helytelen válasz esetén is tovább engedi a tanulót / 2. ábra/, de a kérdések fogalmazása olyan, hogy általában 95 %-ot elér a jó válaszok aránya.

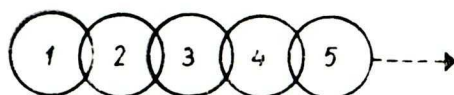


2. ábra.

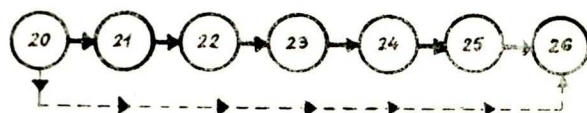
A J. BARLOW által kidolgozott "elbeszélő lánc-program" /conversational chaining/ abból indul ki, hogy a tanulók az állandó kérdés-felelet miatt vizsgáztatásnak foghatják fel a programmal való tanulást [25]. Itt a tanuló az önállóan szerkesztett feleletre nem kap külön megerősítést, vagy bírálatot, hanem a következő lépésbe van beleszöve a helyes felelet, így a programlépések közt átfedések vannak / 3. ábra /.

A nem tisztán lineáris programok szerkezete olyan, hogy a tanuló egyes lépéseket átugorhat, tehát képessége, felkészültsége szerint részletesen, vagy kevésbé részletesen dolgozza fel a programot / 4. ábra / .





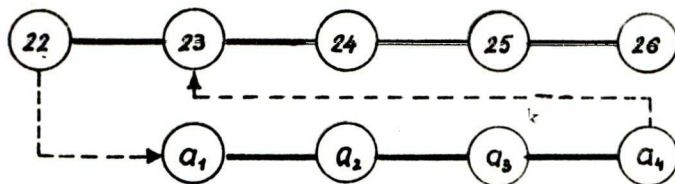
3. ábra



4. ábra

Az olyan programot, ahol az átugorható lépések a kötelező anyagon tulmutató kiegészítéseket tartalmaznak - vagyis a program gerincébe nem tartoznak - sub-lineáris programnak nevezik / 5. ábra / . A tanulónak saját teljesítményét, érdeklődését felmérve kell döntenie, hogy óhajt-e a témáról további információkat.

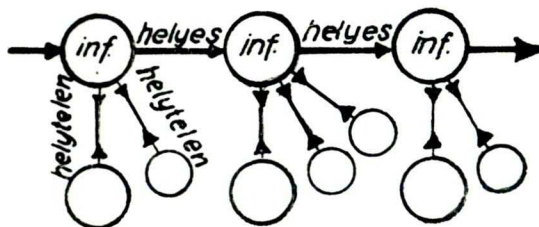
A kritérium-lépéses programnál az előbbi döntés felelősségét a programíró veszi át. Olyan kritikus kérdéseket iktat a programba, melyek megválaszolása eldönti, hogy a tanulónak érdemes-e további információkat feldolgoznia, vagy elégedjen meg a kötelezővel [26] .



5. ábra

2.2.2. Az elágazásos programok

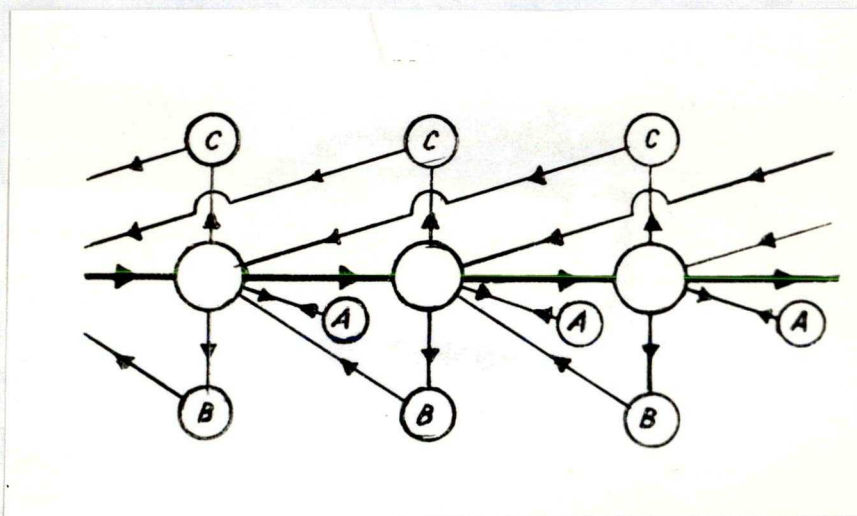
A lineáris programokkal szemben az elágazásost belső programozásnak lehet nevezni: a tanuló saját válaszai határozzák meg, hogy melyik uton kell haladnia, nem pedig a kívülről - programiró által - előírt egyetlen uton haladhat. A CROWDER által megalkotott tisztán elágazásos programban minden információt kérdés követ, a több felsorolt válasz közül egy helyes. Rossz választás esetén kiegészítő információ után újra a kérdést kapja meg a tanuló / 6 ábra / .



6. ábra

Visszaautaló módszer /backward branching/ esetén a rossz feleletválasztás visszaküldi a tanulót egy megelőző információhoz. Kombinált visszaautaló módszernél az elkövetett hiba nagyságától /a,b,c: növekvő hiba/ függően a különböző programlépésekre küldi vissza a tanulót [27]. Ezek a módszerek jobban figyelembe veszik a tanulók képessége, teljesítményszintje közti különbségeket, differenciáltabb a haladási ütem / 7. ábra / .

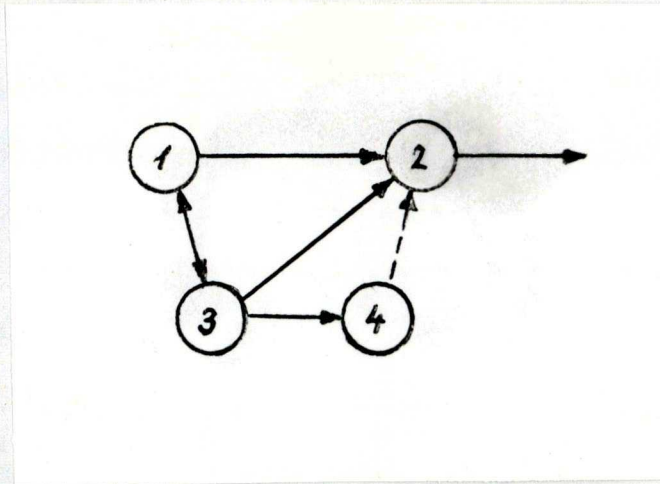
Az előrehaladó módszernél / forward branching / hibás válasz esetén mellékágra jut a tanuló, ahol apró lépésekben, több magyarázattal, de továbbra is előre halad [28].



7. ábra

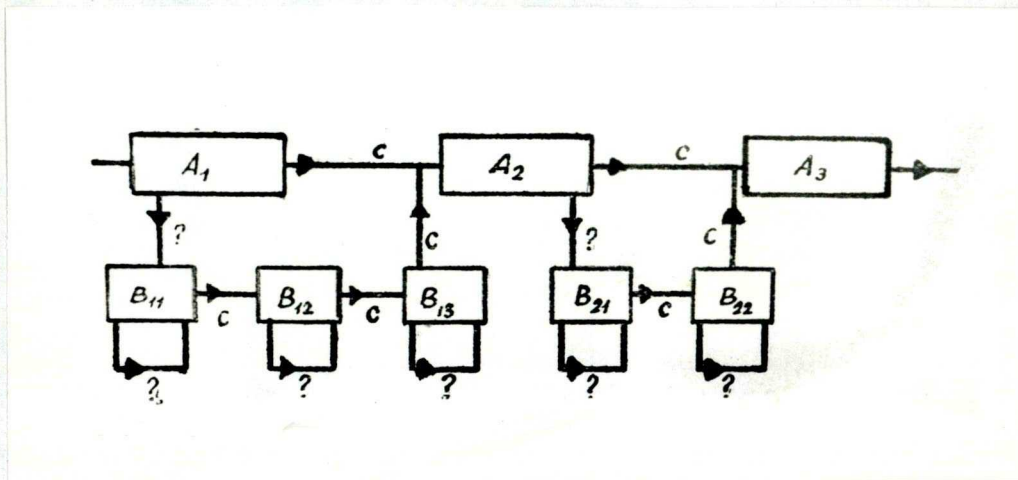
Ilyen programok készítésénél fontos szempont, hogy a mellékágak ne legyenek túl hosszúak: nehogy végére érve a tanuló elfelejtse a kiindulást / 8. ábra/ .

Az ugró elágazásos / skipbranching /, vagy sheffieldi módszer az adott lehetőségek engedte maximális adaptivitást igyekszik megvalósítani [29]. A tanuló a feleletalkotás után az önállóan szerkesztett választ összehasonlítja a program által megadottal,



8. ábra.

ha jól válaszolt tovább halad a főágon. Rossz válasz esetén egy melléksorozatra tér át, ahol a tananyag apróbb lépésekben jobban megmagyarázva áll rendelkezésére. A melléksorozatban levő kérdés alapján dől el, hogy a tanuló visszatérjen-e a főágra, vagy továbbra is melléksorozaton haladjon. Ez a programtípus jobban alkalmazkodik az egyéni képességekhez, de mindig csak a legutolsó válasz alapján tud differenciálni / 9. ábra / .



9. ábra.

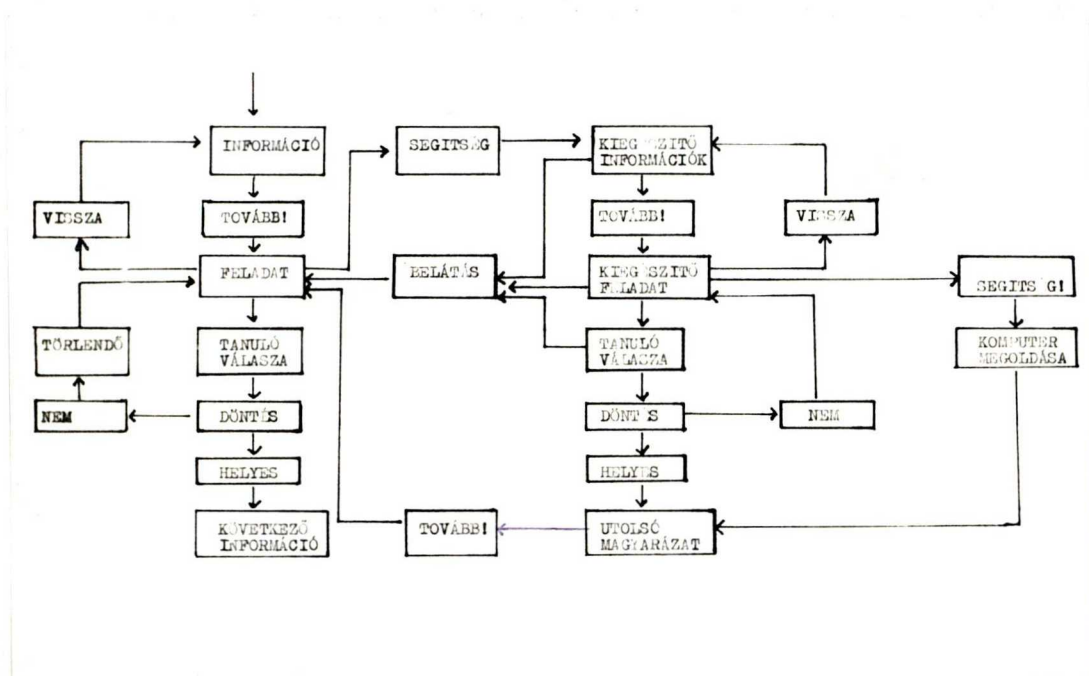
A PASK-féle adaptív program nagy előnye, hogy a számítógép segítségével a tanulót egész munkája alapján sorolja be valamelyik mellékágba, vagy engedi a főágon haladni. Mindenesetre a sheffieldi program az egyszerű oktatógépekkel, illetve nyomtatott programok-

kal megvalósítható maximális adaptivitást jól megközelíti.

Az elágazásos programok legmagasabb szintjét képviselő adaptív programok alkalmazására a két legismertebb rendszer : a CAI / Computer Assisted Instruction/ és a PLATO / Programmed Logic for Automatic Teaching Operations /, kidolgozók : P.SUPPES, illetve D.L. BITZER és P.G.BRAUNFELD [30] . A tanulói állomás egy display /képernyő és távgépiró/, melyhez fényceruza is tartozik. Az információt és kérdést, esetenként a válaszlehetőségeket a képernyőről olvashatja le a tanuló. Az önállóan szerkesztett választ a távgépirón kell leírnia, feleletválasztásnál billentyűt nyom le, vagy a fényceruzával a képernyőn jelöli. Különböző nyomógombokkal lehet a programban ismételni, segítséget kérni, teljesítményének értékelését kérni, vagy a könnyelműen megadott válasz következmények nélküli törlését kérni. A szélesebb alkalmazási körű PLATO-rendszer egy lehetséges folyamatdiagram részletét mutatja be a 10. ábra.

A gyakorlatban a fenti programtipusok nem mindig jelennek meg tisztán, általában ötvöződnek az egyes módszerek, ezért a legtöbb alkalmazott programot vegyes típusúnak lehet tekinteni.

Olyan módszerek is ismeretesek, melyek nem biztosítják a tanulók egyéni ütemben való haladását, de minden egyéb jellemzőjük miatt a programozott oktatás körébe sorolandók. Ilyen a FEKETE J. által kidolgozott "diaprogram"-módszer [3] , mely a közös munka pszichológiai értékét igyekszik megvalósítani a programozott oktatásban is. Lineáris programokat alkalmaz diavetítő közvetítésével. Egy diavetítő vetíti az információkat és kérdéseket, egy másik időeltolódással a helyes válaszokat megerősítésként, így együtt is látható a feladat megoldása. A visszacsatolást a



10. ábra.

tanulók kézfeltartással adják meg, ez alapján a tanár menetközben változtathat a program menetén. Minden tanuló önállóan dolgozza ki feladatait, de az értékelés, megerősítés közös.

A sokszorosított, füzet vagy könyv formájában készített programoknál egyaránt fennáll annak a lehetősége, hogy a tanulók a helyes feleletek előre való nézésével könnyebb utat keressenek, így kibújjanak az önálló munka alól. Ezért a programozott tankönyveket, de a kisebb füzeteket is többnyire kevert módszerrel készítik : az egyes válaszlehetőségekhez tartozó magyarázatok nem sorban, hanem a könyv lapjai közt elkeverve találhatóak, így az összes válaszlehetőség következményeinek előre végignézése tetemes időt igényelne. Ennek természetesen az az ára, hogy az

egyenes úton haladó tanulóknak is sokat kell lapozgatnia. Az ilyen "kipuskázás" lehetőségét csak az oktatógépek tudják megbízhatóan kizárni, még a legegyszerűbb gépeknél is ez az egyik alapvető funkció.

Az utóbbi években változás bontakozik ki a programozott oktatás megközelítésében : nem az a központi kérdés, hogy mit csinál a tanuló, miközben feldolgozza a programot / egyéni ütem, kis lépések, stb./, hanem a programkészítő tevékenysége kerül középpontba / célrendszer megállapítása, utótesztek, stb./. Kiszélesedik a programozott oktatás fogalma, nem elsősorban az individualizálás, egyéni ütemű haladás, kis lépések, logikus sorrend, aktív válaszadás, azonnali megerősítés a fő jellemzők, hanem UNWIN szerint :

- a tanítási célok pontos meghatározása ,
- a cél elérését mérő utóteszt,
- a szükséges előzetes tudásszint megállapítása,
- a program validizálása,
- az aktív válaszadás,
- az azonnali megerősítés,
- a megfelelő méretű lépések,
- az anyag egyéni, vagy szabályozott feldolgozása [31] .

2.3. A kémia tantárgy programozása

A kémia kísérletes természettudomány, ezért oktatása sem nélkülözheti a kísérletezést. A tanári bemutató kísérleteknek jelentős szerepe van a helyes kémiai fogalmak kialakításában, nélkülük a programozott kémiatanítás sem képzelhető el, a tanulói kísérletezés pedig fokozott szerepet kap a tanulók önálló, a program vezérelte munkája során. A programozott oktatás alapvető jellemzőiből következően arra kell törekedni, hogy a tanári bemutató kísérletek szerepét ahol csak lehetséges a tanulói kísérletek vegyék át. De hogy a bemutató kísérletek egy részének meg kell maradnia, annak több oka van :

1. Néhány alapvető kémiai fogalom kialakítását elősegítő kísérletnél nélkülözhetetlen a tanár részletes elemző magyarázata kísérlet közben.
2. A kémiai kísérletek egy része olyan balesetveszélyt jelent, illetőleg olyan bonyolult, hogy elvégzésük nem bizható a tanulókra.
3. Nem minden iskola rendelkezik megfelelő felszereléssel frontális tanuló kísérletek végzéséhez, bár ezen a téren egyre javul a helyzet mégsem várható, hogy néhány speciális kísérlethez szükséges eszközzel minden tanulót el lehessen látni.
4. Elvileg is helyesebb a módszerek kombinálása.

A programok tervezésénél, a téma kiválasztásánál tekintettel kell lenni a fentiekre, lehetőség szerint a programozásra kiválasztott téma megoldható legyen tanári bemutató kísérlet nélkül. Ha ez nem lehetséges, a témát úgy célszerű tanítási órákra lebontani, hogy a bemutató kísérlet egy óra elejére kerüljön, így nem gátolja a tanulók egyéni haladási ütemét.

A programozott oktatás először az egyetemeken terjedt el, az első programozott kémiai könyvek is a felsőoktatás tananyagához készültek. Az alsó- és középfokú oktatásban csak később jelentek meg az oktatóprogramok, általában a 60-as évek második felében [32, 33, 34, 35, 36]. Magyarországon az 1968-69. tanévben végezték az első nagyobb szabású programozási kísérletet általános iskolában. Az egri és nyiregyházi tanárképző főiskolák kémiai tanszékei készítették a programokat, melyeket négy iskolában próbáltak ki. A kísérlet során a 8. osztály anyagából a sók témáját dolgozták fel 10 tanítási órában. Programjaik lineárisak, mondatkiegészítést és önálló feleletalkotást is megkívánnak. Az önellenőrzést, illetve megerősítést a programhoz csatolt segítő biztosítja az egyes lépések után közölt szám alapján. Rövid részlet egyik programból és segítőből [37]:

"5. A kénsav sói: a szulfátok

Az elmúlt órákon megtanultátok a sók keletkezésének két fajtáját: a sók keletkezését helyettesítéssel és cserebomlással /közömbösítés/.

1. Megtanultátok, hogy a sók miből keletkeznek.

Egészítsd ki:

a/ erősen pozitív fém +..... só +..... 45

2. Például:

Ca +..... CaSO₄ +..... 38

3. b/ bázis +..... só +..... 50

4. Például:

.....+H₂SO₄ Na₂SO₄ +..... 48

5. A sók összetétele:

.....	
vagy	
.....	

6. A sók kémhatása általában:..... 36

·
·
·

Segítség az 5. óra feladatainak megoldásához

36. Semleges, vagy közömbös, mindkét válasz jó
Folytasd a munkát a 7-nél

·
·
·

38. A helyes válasz : $\text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2$
Folytasd a munkát 3-nél

·
·
·

41. A sók összetétele :

fém	
vagy	savmaradék
ammónium-atomcso.	

Ha nem ezt válaszoltad, menj vissza a IV. sz. programra, és ismételd át a sók összetételét. Folytasd a 6-nál

·
·
·

45. Erősen pozitív fém + sav \longrightarrow só + hidrogén
Folytasd a munkát 2-nél

·
·
·

48. $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
Folytasd a munkát az 5-nél

·
·
·

50. bázis + sav = só + víz Folytasd a munkát a 4-nél "

GARAMI K. a gimnáziumi harmadik osztály számára készített nem tisztán lineáris programokat [38, 39] . Egy-egy tanítá-

si óra anyagát általában 50-60 lépésre bontotta, a nehezebb részeket igen részletesen megmagyarázva. Néhány helyen a tanuló ugrást végezhet a programban: ha egy feladatot jól megoldott, átugorhatja a probléma részletes magyarázatát. Rövid részlet a programból :

"46. Végezzük el a következő kísérletet : Kémcsőben
vizzel fejlesszünk acetilént, és ezt vezessük
másik kémcsőben levő brómos vízbe. Figyeljük
a brómos víz színét !

47. Az acetilén bevezetése közben a brómos víz
színe lassanként elhalványul

48. A változás azt mutatja, hogy az acetilén
és a bróm lépnek. reakcióba

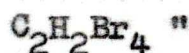
49. A változás úgy mehet végbe, hogy a szénatomok
közötti kisebb erősségű és harmadik
..... számú kötések felszakadnak. második
Az acetilénmolekula legfeljebb négy
brómatomot képes lekötni.

Ha a válasz helyes, folytasd az 52. pontnál !

50. A reakció során a szénatomok között felszakadó
kötések száma Egy-egy szénatom kettő
szabad vegyértékeinek száma kettő

51. Az acetilénmolekula a maximálisan felszabaduló
négy vegyértékével legfeljebb négy
brómatomot tud lekötteni.

52. Irjuk fel az acetilén és a bróm közötti reak-
ció egyenletét $C_2H_2 + 2Br_2 =$



átléphető

MICHALOVSKY CS-né a gimnáziumi második osztály részére a folyamatok atomszerkezeti értelmezését dolgozta ki oktatóprogram formájában [40]. Az elágazásos program feleletválasztást, mondatkiegészítést és önálló feleletalkotást egyaránt megkíván a tanulóktól. Kivitelezése kevert lapu könyv, de a főági lépések és a mellékágak lépései külön fejezetet alkotnak. A mellékágakban található a feleletválasztásnál elkövetett hibák magyarázatai, ezekhez kapcsolódó kiegészítő információk, újabb kérdések. Az önálló feleletalkotást kívánó feladatoknál a tanuló több fokozatban is vehet igénybe segítséget, melyek hosszabb, rövidebb úton visszavezetik a főágra. Rövid részlet a magyar szakirodalomban elsőként közölt elágazásos kémiai oktatóprogramból a 11. ábrán.

Egyetemi kémiai oktatóprogramokat már az 50-es évek második felében kezdtek alkalmazni, elsősorban az amerikai egyetemeken: kinetikus gázelmélet [41], elektronszerkezet [42], sav-bázis fogalom [43], kémiai egyensúlyok [44], geometriai izomeria [45]. Általában skinneri lineáris programok mondatkiegészítést kívánó feladatokkal. Rövid részlet az acet-ecet-észter tanításához készült programból [46]/a hallgatónak a megoldás leírásáig el kell takarnia a szaggatott és a folyamatos vonal közötti helyes feleletet/:

- "4. Az acet-ecet-észter készítéséhez észter és fém szükséges
nátrium etil-acetát
5. További fontos reagens a reakció megindulásához, amely megfelelő mennyiségben van jelen az észterben, és a reakció folyamán is termelődik az
etanol

6.

6.1 Hány gramm nátrium-hidroxidot tartalmaz 1000 ml 1 mólos oldat?

Huzd alá az általad helyesnek tartott választ!

40 g (78)

20 g (31)

80 g (129)

Ha jól válaszoltál, térj át 6.2-re!

Ha válaszod nem helyes, nézd meg 41.2 segítő!

6.2 A kísérletet 10 ml oldattal végeztük.

Hány g nátrium-hidroxidot tartalmaz a 10 ml 1 mólos oldat?

40,00 g (125)

4,00 g (226)

0,4 g (22)

Ha válaszod jó, térj át 6.3-ra!

Ha válaszod rossz, nézd meg 41.3 segítő!

41.

○ Segítő kérdések, válaszok

41.1 Mólos oldat: 1000 ml oldatban gramm-molekulasúlynyi mennyiségű oldott anyag.

Ezek után térj vissza 5.4-re!

41.2 A NaOH gramm-molekulasúlynyi mennyisége: 40 g.

Térj vissza 6.1-re!

41.3 Ha 1000 ml oldatban 40 g NaOH van,
akkor 10 ml oldatban x g NaOH van.Számold! $x = \dots\dots\dots$ g.

Ha kiszámoltad, térj vissza 6.2-re, és a szokott módon ellenőrizd a számolás helyességét!

Ha válaszod helytelen (számolásod rossz), vagy el sem tudsz indulni, térj át 54.2-re!

Másodfokú segítő kérdések,
illetve válaszok**54.**

54.1 A metilnarancs-indikátor színe:

savban vörös,

lúgban sárga,

semleges oldatban narancssárga.

Ezek figyelembevételével most már végezd el jól a 2.1 feladatot!

54.2 Ha 1000 ml oldatban 40 g NaOH van,

akkor 10 ml oldatban x g NaOH van

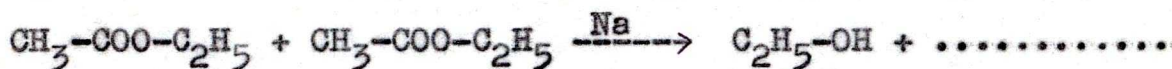
$$x = \frac{10}{1000} \cdot 40 = 0,4 \text{ g}$$

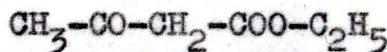
Tehát 10 ml oldatban 0,4 g NaOH van.

Térj vissza 6.2-re!

11. ábra.

6. Egészítsük ki a teljes reakció egyszerűsített egyenletét :

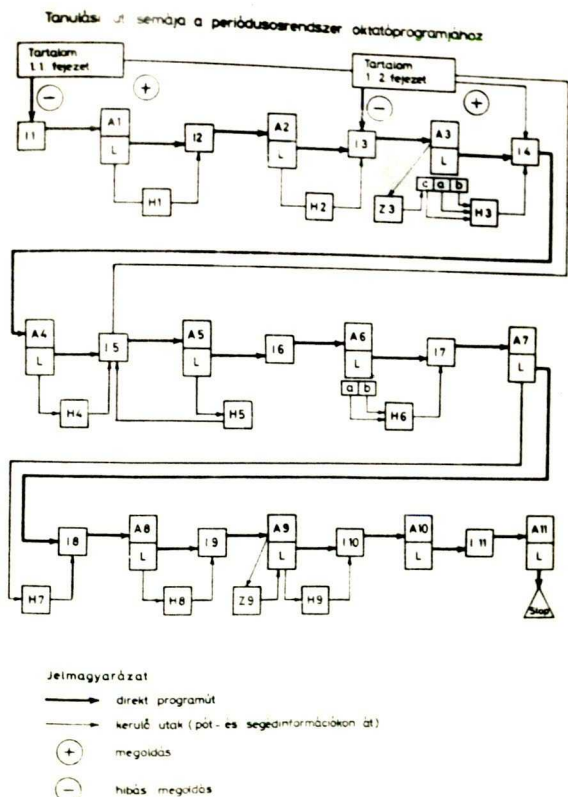




7. A reakció katalizátora a bázikusion

etoxid, $\text{-O-C}_2\text{H}_5$ "

Egész tankönyv anyagát programozva először F.E.HARRIS adta ki [47] , melyet további angol nyelvű munkák követtek [48, 49] . Az utóbbi években megjelent programozott egyetemi tankönyvek általában elágazásos programozásuak, kevert lapu könyvként kivitelezve. Néhány munka magyar fordításban is megjelent [50, 51, 52] . RICHTER "Az elemek periódusos rendszere" c. programjának hálódigramját tartalmazza a 12. ábra.



12. ábra.

SZABÓ S.-né a sav-bázis titrálások elméletéről készített programozott jegyzetet főiskolai hallgatók számára [53]. A program nagyrésze előrehaladó elágazásos /forward branching/, kivitelezése kevert lapu könyv, feleletválasztást, önálló feleletalkotást és számítási feladatok megoldását egyaránt megkívánja. A következő rövid részletben az egyes lépéseket nem a program számozása szerinti sorban, hanem a blokkséma és a műveleti utasítások szerinti logikai sorrendben idézzük :

<p><u>23-1</u> 21-2 vagy 11-1 vagy 26-2 után</p>	<p>Mit tehetünk, ha mérőoldatunk faktora nagyobb 1-nél ?</p> <table border="1" data-bbox="293 869 1273 1153"> <tr> <td data-bbox="293 869 575 1153"> <p>bepároljuk</p> <p>25-2</p> </td> <td data-bbox="575 869 896 1153"> <p>még adunk anyagot hozzá</p> <p>33-3</p> </td> <td data-bbox="896 869 1273 1153"> <p>számított mennyiségű vizet adunk hozzá</p> <p>20-2</p> </td> </tr> </table>	<p>bepároljuk</p> <p>25-2</p>	<p>még adunk anyagot hozzá</p> <p>33-3</p>	<p>számított mennyiségű vizet adunk hozzá</p> <p>20-2</p>
<p>bepároljuk</p> <p>25-2</p>	<p>még adunk anyagot hozzá</p> <p>33-3</p>	<p>számított mennyiségű vizet adunk hozzá</p> <p>20-2</p>		
<p><u>25-2</u> 23-1 után</p>	<p>Felelete nem helyes, ugyanis ha a faktor nagyobb 1-nél, akkor ez azt jelenti, hogy oldatunk a szükségesnél több oldott anyagot tartalmaz, tehát vízzel való higitással tudjuk pontosan beállítani. 1000 ml mérőoldathoz $f-1/ \cdot 1000$ ml vizet adunk</p> <p>Menjen a 18-1 -re !</p>			
<p><u>33-3</u> 23-1 után</p>	<p>Nem jó a válasz. Ha az oldat faktora nagyobb 1-nél, ez azt jelenti, hogy oldatunk a szükségesnél több oldott anyagot tartalmaz. Tehát vízzel való higitással tudjuk pontosan beállítani.</p> <p>Menjen a 18-1 -re !</p>			
<p><u>20-2</u></p>	<p>Jól válaszolt !</p> <p>Az, hogy a faktor nagyobb 1-nél, azt jelenti, hogy az</p>			

23-1 után	<p>oldat a szükségesnél több oldott anyagot tartalmaz. Pontos oldatot tehát úgy készíthetünk belőle, ha 1000 ml mérőoldathoz /f=1/.1000 ml vizet adunk. Menjen a 18-1 - re !</p>								
<u>18-1</u> vagy 25-2 vagy 33-3 után	<p>Hogyan készítene pontos normalitású /f=1,000/ oldatot abból az 1 N HCl-oldatból, amelyből 19,6 ml fogyott 2,1350 g KHCO_3-ra ?</p> <table border="1" data-bbox="348 694 1329 978"> <tr> <td data-bbox="365 716 687 880">még adna az oldathoz HCl-t</td> <td data-bbox="703 716 1006 814">44 ml vizet adna hozzá</td> <td data-bbox="1022 716 1329 814">88 ml vizet adna hozzá</td> </tr> <tr> <td data-bbox="405 945 491 978">21-2</td> <td data-bbox="765 945 851 978">19-1</td> <td data-bbox="1084 945 1170 978">32-1</td> </tr> </table>			még adna az oldathoz HCl-t	44 ml vizet adna hozzá	88 ml vizet adna hozzá	21-2	19-1	32-1
még adna az oldathoz HCl-t	44 ml vizet adna hozzá	88 ml vizet adna hozzá							
21-2	19-1	32-1							

Oktatógépi felhasználásra készített kémiai programot alig ismer a szakirodalom. SZEBENI SZ. és MÜLLNER E. a hidrogén tulajdonságait dolgozta fel a gimnáziumok számára elágazásos program formájában, úgy hogy kevert lapu füzetként és DIACORR BYO-02 típusu oktatógépre is alkalmazható legyen [54] .

A DIACORR BYO oktatógép-család minden tagja lényegében egy szalagfilmes nappali-vetítő berendezés, melynek működését elektronikus úton vezérlik a filmszalag szélére fényképezett kódjelek és a tanuló által kezelhető nyomógombok - ezen keresztül a tanuló válaszai. A BYO-02 típusu készüléket tisztán elágazásos programok használatára tervezték: a programban tetszés szerinti alternatív válaszlehetőség közölhető, a gép regisztrálja a hibás választások számát, és csak a helyes válasz megtalálása után engedni továbbfutni a programot. Megfelelően tervezett elágazásos programot a lépéselrendezés megváltoztatásával lehet a gépen, illetve nyomtatott formában alkalmazni. Rövid részlet a program-

ból a nyomtatott forma számozását megtartva, de olyan sorrendbe helyezve a lépéseket, ahogy az oktatógépi program tartalmazza:

"31. Gondold át a tanultakat és válaszolj a következő kérdésre :

Található-e hidrogén a természetben ?

a/ csak gáz állapotban 9

b/ csak vegyületek alakjában 19

c/ kis mennyiségben gáz állapotban, nagy
mennyiségben vegyületeiben 30

d/ nagy mennyiségben gáz állapotban, kis
mennyiségben vegyületeiben 33

9. Válaszod hibás ! Gondold át : a hidrogénatom hevesen reagál az oxigénatommal, miközben víz keletkezik. Jó redukálószer. Igen reakcióképes vegyület.

Fentieket figyelembe véve válaszold meg újra a 31-est !

19. Válaszod nem megfelelő. A levegőben milyen gázok találhatóak ? Gondold meg a kérdést és válaszolj ismét 31-re !

33. Válaszod rossz, a hidrogén reakcióképes elem, jó redukálószer. Válaszolj újra 31-re !

30. Hidrogént alig találunk környezetünkben. Oka: a hidrogén nagyon reakcióképes és a legkönnyebb elem. Csak a legfelső lég-
rétegben található, néhány esetben a feltörő földgáz és kő-
laj is tartalmazhat hidrogént. Vegyületei azonban igen elter-
jedtek, leggyakoribb vegyülete a víz.

Vége az első programnak, a hidrogén többi tulajdonságait majd a következő programban ismerjük meg."

2.4. A programozott oktatás értékelése

A programozott oktatás elterjedése 1954-el kezdődött, és egy évtized alatt az oktatás minden területén létjogosultságot nyert. Egy angliai felmérés szerint a hatvanas évek közepén több ezer vállalat alkalmazott programozott tanítást dolgozóinak kiképzésénél és továbbképzésénél. 2600 vállalat adatai alapján a következő megállapításokat tették:

1. Jó tanulási eredményt értek el rövidebb idő alatt, mint a megelőző módszerekkel. Az addig lassan tanulóknak sikerült felzárkózni.
2. Változott az oktatók szerepe, mivel az információnyújtásra kevesebb időt kellett fordítaniuk több lehetőségük lett a tanulók egyéni problémáinak megbeszélésére, segítségnyújtásra. A jól körülhatárolt célok és a hozzájuk készített tesztek eredményeképpen javult az eredményesség mérése és értékelése.
3. A nagyobb hatékonyságu egyéni tanulás több gyakorlati, szervezési nehézség leküzdését tette lehetővé, pl. egy csoport tagjai egy időben különböző gépeken is dolgozhattak [55] .

A tőkés nagyvállalatok körében az említett időszakban évente duplázódott az oktatóprogramokat felhasználók száma. Programjaik többségében skinneri lineáris programok nyomtatott formában, illetve egyszerűbb oktatógépekkel kivitelezve. E gyárak munkaoktatásában a cél nem az alkotó gondolkodásra nevelés, hanem a minél gyorsabban betanított munkás. Ezt a célt el tudják érni a csupán mondatkiegészítéses feladatokat tartalmazó egyszerű lineáris programmal is.

Az iskolai oktatásban hasonlóan gyors volt az elterjedés: a 60-as évek elején az Amerikai Egyesült Államokban az iskolák egyharmadában használtak oktatóprogramokat [56] .

A Szovjetunióban csak az OSZSZK Művelődésügyi Minisztériumának fennhatósága alatt mintegy 40 főiskola és 300 iskola vett részt a programozott oktatással kapcsolatos kutatásokban. Elsősorban a fizika, matematika, orosz és idegen nyelvek tanításában terjedtek a programok [57] .

Egyértelműen megnyilvánult a programozott oktatás nagyobb hatékonysága az UNESCO által a fejlődő országokban végzett kísérleteknél. 500 kezdő középiskolás számára oktatták programozottan a matematikát a tanév nagy részében Brazzavilleben. A kísérlet végén a tanulóknak mindössze 20 %-a nem léphetett felsőbb osztályba, de csak 5 % a matematika eredmény miatt. Az adott körülmények, az egyenlőtlen kezdeti tudásszint figyelembevételével ez kimagasló eredménynek számít. Ma már több afrikai országban is megvalósulás útján van a programozott oktatás általánossá tétele [58] .

Sok tapasztalat szól amellett, hogy a felnőttoktatás hatékonyságát fokozni lehet a programozott oktatás bevezetésével. KOSKENNIEMI szerint azonban az iskoláskorban végzett nagyszámú vizsgálatok nem vezettek egyértelmű eredményhez. Egyező előfeltételekkel rendelkező tanulócsoportok teljesítményét egybevetve hagyományos, illetve programozott oktatás után a különbségek nem mindig a programozott oktatás javára mutatkoztak meg és általában nem voltak szignifikánsak. Véleménye szerint a programozott oktatás csak a közepszerű pedagógust helyettesítheti, de nem az igazán jó tanárt [59] . Ha a szerző abból a szempontból ítéli meg a kérdést, hogy a programozott oktatás helyettesíti-e a jó tanárt, akkor továbbmenve kijelenthetjük, hogy még a közepszerű tanárt sem helyettesítheti. Sem a programozott oktatás, sem más módszer

nem helyettesítheti - nézetünk szerint ez nem is kívánatos - a pedagógust, csupán módosítja szerepét, magasabb szintű, eredményesebb tevékenység lehetőségét teremti meg számára.

A programozott oktatás jelentős fejlődést hozott a teljesítménymérés terén. Az UNESCO értekezlete már 1968-ban kiemelte, hogy a programozott oktatással együtt fejlődtek a teljesítménymérési módszerek, elsősorban a programozási kísérletek pontos értékelésének igényeként. Egyre nagyobb biztonsággal lehet megállapítani az elméleti és gyakorlati ismeretek szintjét, az általánosítás fokát, a problémamegoldás képességét [60]. Ma már sorozatban jelennek meg a különböző tantárgyak standardizált tesztjei [61].

A felsőoktatás terén általános tapasztalat, hogy a programozott oktatás segítségével megszerzett ismeretanyag nem növi túl jelentősen a hagyományos módszerekkel végzett ismeretszerzés eredményét. Más területen azonban jelentősek az előnyök: fokozza a hallgatók önállóságát, aktivizál minden hallgatót, lehetővé teszi a hiányosságok megfelelő pótlását, lerövidíti az ismeretek elsajátítására szánt időt és növeli az ismeretek tartósságát. [62]. Az egyetemi vizsgaidőszakok problémái miatt különösen jelentős a két utóbbi eredmény. A programozott oktatás bevezetése tette lehetővé sok helyen az oktatógépek alkalmazását, ezzel időmegtakarítást eredményezve az oktatóknak. A rendszeresen oktatóprogramokat használó hallgatóknál javultak a vizsgaátlagok, csökkent a lemorzsolódás, és lényegesen kevesebb lett a vizsgahalasztás [45, 63]. Az utóbbi néhány évtől eltekintve döntően lineáris programokat alkalmaztak a felsőoktatásban. Az említett pozitív eredmények ellenére a diákok véleménye gyakran elmarasztaló volt. Amerikai egyetemek közvéleménykutatása során figyelemre méltó az

a tapasztalat, hogy a skinneri lineáris programok elnyomják a hallgatók egyéniségét, nem engedik saját gondolkodási módszerüket érvényre jutni [64]. Az utóbbi években az elágazásos programozású tankönyvekkel kapcsolatban már kevésbé merül fel ez a panasz.

A magyar felsőoktatási intézmények véleménye szerint általában szükség van a programozott oktatásra, bár ellenvélemény is van [65]. Több vizsgálat gyengébb tanulók munkájának megjavítását találta a legfontosabb eredménynek [66, 67]. Ez a felsőoktatásban különös jelentőséggel bír, miután az államvizsga után nincs lényeges szelekció a tanulmányi eredmények alapján; minden hallgató hasonló munkát fog végezni. A műszaki felsőoktatásban több intézmény alkalmaz oktatóprogramokat a gyakorlatokon, szemináriumokon. A hallgatóság és az oktatók véleménye is hasznosnak ítélte az ilyen felhasználást, bár a tudásszintben nem minden esetben hozott változást [68].

A magyar felsőoktatásban utóbbi tíz évben alkalmazott oktatóprogramok nagyjából lineárisak, gyakoriak a programozott oktatás nem minden feltételének szigorúan megfelelő, úgynevezett félprogramozott feladatlapok, munkafüzetek. Ez utóbbiak főleg a levelező oktatásban terjednek, ahol egybehangzó vélemények szerint legnagyobb szükség és lehetőség van a programozott oktatásra. Az oktatógépekre, mint a programozott oktatás másodlagos, technikai eszközeire elsősorban a felsőoktatásban vár jelentős szerep. Magyarországon jelenleg kb. 150 különböző oktatógéppel rendelkeznek a felsőoktatási intézmények, de egy 1973-as felmérés szerint a gépeknek csak 40 %-a üzemelt programok hiányában [69].

A felsőoktatásban az előadások hagyományos formáját sokan vitatják. A szélsőséges, megalapozatlan véleményeken túlmenően

en a józan megfontolásokban is visszatérő két probléma: az ismeretek előadáson való közlésének szükségessége és a visszacsatolás hiánya. Kézenfekvőnek látszik az a megoldás, hogy az ismereteket oktatóprogramban feldolgozva előre kapja kézhez a hallgató, és így az előadás a további speciális kérdésekkel, illetve legújabb tudományos eredményekkel foglalkozhat. Ehhez hasonló szervezéssel J.D.DEEMING elérte az ismeretek tartósságának jelentős növekedését - bár az előadáson a programozott szöveg lényegesebb részeit átismételte [70]. A visszacsatolás megvalósítását a programozott oktatás hozta eszközrendszer segítségével lehet megoldani: rövid tesztlapokkal, vagy elektronikus visszacsatoló berendezés alkalmazásával, mint például a magyar gyártmányi MAGISTER és DIDAKTOMAT [71]. Az előadás végén néhány feleletválasztásos kérdés kivetítése, majd a hallgatók válaszai - melyet az említett gépek azonnal értékelhető formában gyűjtenek be - értékes visszajelzést biztosíthat a tanárnak és a hallgatóknak egyaránt [69].

A programozott oktatás két évtizedének felsőoktatásbeli tapasztalatait összegezi C. KUPISIEWICZ az alábbiakban:

1. Megerősítést nyert az a tétel, amelyik a programozott oktatást a többi módszerhez viszonyítva kiegészítő, kiszolgáló jelleggel ruházta fel.
2. A programozott oktatás különösen hatékonyak bizonyult a levelező oktatásban résztvevő hallgatók esetében.
3. A félig programozott oktatás, vagy blokkoktatás hatékonyságával kapcsolatos vizsgálatok igazolták azt a tételt, hogy a programozott szövegeket célszerű egybekapcsolni a hagyományos szövegekkel, várhatóan a részben programozott tankönyveknek lesz a jövőben jelentős szerepük.

4. Az eddigi gyakorlati munka igazolta, hogy a tananyag elemzésének azok a módszerei, melyeket a programok összeállításánál alkalmaznak, hasznosnak mutatkoznak a hagyományos tankönyvek elkészítésekor is [72] .

Az első megállapítást túlzottnak kell neveznünk, mert nem tekinthetjük a programozott oktatást a többi módszernél alacsonyabb rendűnek. Helyesebb úgy fogalmazni, hogy nem univerzális, egyedülálló módszer, hanem egy a többi mellett, mely bizonyos területeken hatékonyabb más módszereknél.

A kémia különböző iskolatípusokban való programozott oktatásáról viszonylag kevés a jól értékelhető tapasztalat. A hetedik osztályos kémia anyagát tanították programozottan szovjet és NDK-beli iskolákban. Mindkét kísérletnél nagyobb hatékonyságot sikerült elérni, mint a megelőző tanítási módszerekkel. A hatékonyságot tovább növelte, ha mindjobban tanuló-kísérletekre alapoztak, és megengedték a tanulók egymásközti beszélgetését is. Célszerűnek találták felvázolni a tanulók elé a program blokk-sémáját, így jobban látták az összefüggéseket [35, 36]. Magyarországon az általános iskolák nyolcadik osztálya számára programozta a sók témakörét SÁRIK T. A lineáris programok mondatkiegészítést és önálló feleletalkotást kívánnak a tanulóktól. A programok egyes részei a skinneri programokhoz hasonlóak, és nem mindenütt látszik biztosítottnak a tanulók igazi értelmi aktivitása, bár tapasztalatai szerint ez ilyen program jobban megfelel általános iskolai tanulók számára, mint az elágazásos. A kísérlet során a tanulók érdeklődését sikerült fokozni a kémia iránt, fejlődött logikus gondolkodásuk és manuális készségük, eredményesebbé vált írásbeli munkájuk [37] .

A középiskolai tanulókiismerleti órák programozása, feladatlappal való irányítása jelentősen növelte a hatékonyságot. Az előteszt alapján kellően homogén csoportok közül szignifikánsan jobb eredményt ért el az a csoport, mely önállóan, program alapján dolgozott [73] .

Iskolai oktatás számára készített elágazásos, sőt gépi programok ismereteseek a magyar szakirodalomban [40, 53] , de számottevő eredményekről nem számoltak be a szerzők.

A programozott oktatás kezdete óta eltelt két évtized vizsgálatai igazolták, hogy a programozott oktatással, mint új módszerrel szükséges foglalkozni, de azt is, hogy az oktatás minden területén nem válhat általánossá, csak bizonyos didaktikai feladatok megoldására alkalmas. Már világos az, hogy néhány területen jelentős előnyben van az oktatás egyéb formáival szemben /levelező oktatás; hátrányos helyzetűek, tanulásban lemaradtak, bizonyos gyakorlati oktatási formák/, de más területeken nem helyettesítheti a megszokott oktatási formát /pl. bizonyos egyetemi előadások/. Az iskolai oktatásban feltétlen helye van, de nem válhat általános módszerré, nem pótolhatja a tanárt. A jövő feladata még pontosan körülhatárolni azokat a területeket az oktatás és továbbképzés minden szintjén, ahol a programozott oktatás a hatékonyságot jelentősen növelheti.

3. PROGRAMOZÁSI VIZSGÁLATAINK

3.1. A vizsgálatok célja és körülményei

Oktató-, nevelő-munkánk célja a sokoldaluan fejlett kommunista ember kialakítása. Ezt a célt csak a tanulók egész személyiségének komplex fejlesztésével lehet elérni; a programozott oktatásnak is úgy van létjogosultsága, ha az egész személyiséget tartja szem előtt. A skinneri programozási módszer nem követhető ut, bár programozásának alapelveivel részben egyetérthetünk, de tanuláselméletének behaviorista jellege, a tanulás fogalmának leegyszerűsítése nem engedi érvényre jutni programjaiban az elvek pozitívumait /2.1. fejezet/. A crowderi elágazásos programok nem ilyen mechanikusak, felhasználják a tanulók tévedéseit is, de a csupán feleletválasztásra alapozott programok nem követelnek valóban önálló, produktív tevékenységet. Mindkét programtípus eredeti formájában a tanulót "fekete doboz"-nak tekinti; csak az ingert és az arra adandó választ programozza, nem pedig a tanulók belső, gondolati folyamatait. Korszerű köntösben ugyan, de verbális eljárásokat alkalmaznak, sikerüket nem a gondolkodásfejlesztésben, hanem a reprodukív tanulásban érik el.

A skinneri és crowderi programokat ért bírálatok a helyes alapelveket próbálják jobban érvényre juttatni. Többen felismerték, hogy nem elég a tananyagot lépésekre bontani, a program szerkesztésével a tanulók pszichológiai műveleteinek formálására kell törekedni [74]. A nagyon kis lépések miatt túl hosszúak a jelenlegi programok [75], mert magyarázási céllal íródnak, nem építenek eléggé a tanulók öntevékenységre, és így nem fejlesztik megfelelően a gondolkodást [76]. A programokban szereplő kérdéseknél a feleletválasztást és a mondatkiegészítést kombináltan

célszerűbb alkalmazni [65], és biztosítani kell az önálló feleletalkotás lehetőségét is [40].

Az eddigi programozási kísérletek tapasztalataiból kiindulva vizsgálataink során az alábbi szempontokat igyekeztünk megvalósítani :

1. A mondatkiegészítést igénylő feladatokat csak nagyon megfontoltan célszerű alkalmazni, elsősorban olyan életkori szakaszban és olyan tananyagnál, ahol ragaszkodni kell egyes definíciók, szabályok szószerinti megtanulásához.
2. A feleletválasztásos kérdéseknél az alternatív válaszlehetőségeket úgy kell megadni, hogy spekulatív, logikai úton ne lehessen kiválasztani a helyeset, csak alapos tartalmi elemzés után. Ezért a válaszlehetőségek között ne legyen a kérdésnek logikailag ellentmondó, szaktárgyilag nyilvánvalóan rossz válasz. Célszerű, ha esetenként több válasz is helyes, mint ahogy az a szaktudományi problémáknál is előfordulhat.
3. A tanulók életkori sajátosságainak, előismereteinek megfelelően lehetőséget kell adni az önálló feleletalkotásra. Ilyen feladatok után feltétlen biztosítani kell, hogy a tanuló meggyőződhessen válasza helyességéről - ha nem is közvetlen módon, de egy következő lépés információtartalma révén.
4. A program elágaztatását ne csak az alternatív válaszlehetőségek és magyarázataik jelentsék, hanem az önálló feleletalkotást segítő kiegészítő információk, melyek több fokozatban a tanulók rendelkezésére állva adják a program mellékágait.
5. A tananyagot nem érdemes túl kis egységekre bontani, több mellékág beállításával kell segíteni a gyengébb, lassabban haladó tanulókat.

A 2.2. fejezetben leírt programtípusok a ma használatos programokban általában nem jelennek meg tisztán, inkább elméleti határeseteknek tekinthetők. Az említett alapvető programtípusokból és a szakirodalom tapasztalataiból kiindulva kísérleteink céljaként tűztük ki az alábbi követelményeknek megfelelő programtípus kialakítását és alkalmazhatóságának vizsgálatát :

1. Minden tanuló számára egymástól független, egyéni haladási ütemet biztosítson.
2. Tegye lehetővé a program elágaztatását.
3. Biztosítson önálló feleletalkotási lehetőséget is a tanulók számára.
4. Minden programlépés után biztosítson önellenőrzési lehetőséget direkt módon, vagy indirekt módon egy következő programlépés információtartalma által.
5. Tegye lehetővé a tanulók egyéni munkájának pontos regisztrálását, ellenőrzését, értékelését.
6. A program szerkezete tegye lehetővé az egyszerű sokszorosítással, és az egyéni oktatógépekkel való megvalósítást egyaránt.

Az utóbbi követelményt indokolja, hogy központilag készített programok nem állnak iskoláink rendelkezésére, ugyanakkor viszont nő az oktatógépek száma. Egy általánosan alkalmazható programtípus kidolgozásánál tekintettel kell lenni a jelen helyzetre, amikor az iskoláknak maguknak kell a programokat készíteni és sokszorosítani; de a jövőre is, hogy a már kész programok oktatógépi felhasználásra is alkalmasak legyenek.

A programkészítésnek történetileg három fő útja alakult ki :

1. Empirikus út : a tananyagot kis egységekre bontva, logikai sor-

rendbe helyezve, műveleti utasításokkal ellátva kísérleti programokat készítenek, melyet többszöri kipróbálás és módosítás után - a kívánt hatékonyság elérésekor késszé nyilvánítanak.

2. Pszichológiai tanulási elméleten alapuló ut : a skinneri programozás, vagy TALLIZINA programozási vizsgálatai [77] .
 3. Kibernetikai ut : a rendszerelméletnek a tanuláspszichológiában való alkalmazása hozta létre. A tanulót önszabályozó rendszernek tekintik, amely a program révén információkat kap, azokat feldolgozza és önmagát ellenőrizve fejlődik. A programozott oktatás ebben a megközelítésben a tanulói cselekvés programozott vezérlése és szabályozása [78] .
- Jelen szakaszban a tanulói lépések algoritmizálása a fő kutatási terület [79 , 80] .

Ma a programkészítés lényegében mindhárom utat magában foglalja, elismerve az elméletnek, mint előrelátási alapnak a jelentőségét [81] , bár jelen időszakban az elméleti megállapítások és a belőlük levont programozási szabályok még kockázatos alapot jelentenek egy program várható eredményességének előre jelzéséhez [82] .

Programjaink készítése során az empirikushoz közel álló utat követtünk, lehetőség szerint felhasználva a másik két ut eddigi tapasztalatait is. Ezt a választást indokolják egyrészt a személyi felkészültség - a másik két uton folyó kísérletekhez matematikus, illetve pszichológus vezette munkacsoport kívánatos - másrészt a szakirodalom megállapításai [81, 82] .

Az eredményes programkészítéshez egyaránt szükség van a szaktárgy biztos ismeretére, pedagógiai-pszichológiai ismeretekre és a tanítási gyakorlat tapasztalataira. Munkánk során

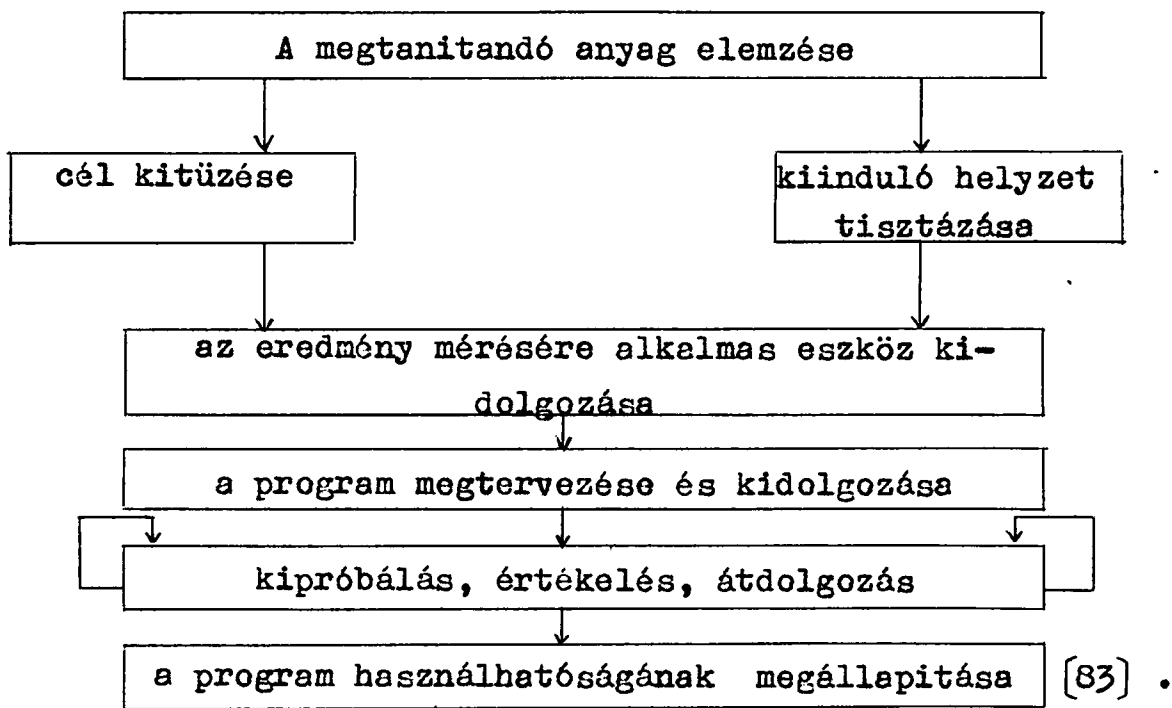
igyekeztünk ezt az elvet érvényesíteni, így a programok készítésében részt vettek a főiskolai szaktárgyak előadói, iskolai szaktanárok és tudományos diákköri témaként programozással foglalkozó főiskolai hallgatók.

Programozási vizsgálatokat kémiaoktatásunk három szintjén végeztünk :

1. Általános iskolában az első kísérletet egy átlagos méretű, el látottságu és felszereltségű nagyközségi iskolában /Kenderes, Szolnok megye/ végeztük. Második kísérletünkben azonos programokat próbáltunk ki eltérő feltételű iskolákban : egy alföldi község kisméretű, szerény felszereltségű iskolájában, ahol tulajdonképpen mezőgazdasági fizikai dolgozók gyermekei tanulnak /Csabacsüd, Békés megye/, egy munkáskerületi nagy iskolában, ahol ipari munkás a szülők többsége /Budapest XIII. ker./ és egy belvárosi kitűnő felszereltségű gyakorló iskolában, ahol értelmiségi szülők gyermekei vannak túlsúlyban /Juhász Gyula Tanárképző Főiskola I. sz. Gyakorló Iskolája, Szeged/.
2. Egy-egy programozási vizsgálatot végeztünk a szegedi MŰM 600 sz. Ipari Szakmunkásképző Intézet B-tagozatán, valamint az Élelmiszeripari Szakközépiskolában /Szeged/.
3. Felsőoktatásbeli vizsgálatokat végeztünk a szegedi Juhász Gyula Tanárképző Főiskola nappali és levelező tagozatán.

3.2. A programok készítése

Oktatóprogramok készítése során elvégzendő feladatok a következő sémában foglalhatók össze KISS Á. szerint :



Fenti sémában a megtanítandó anyag elemzése után, a kiinduló helyzet tisztázásával párhuzamosan jelentkezik a cél kitűzésének feladata. E sorrendiséggel nem teljesen lehet egyetérteni, mert a megtanítandó anyagot a pontos célok ismeretében elemezhetjük a legjobban. Ugyanakkor egy oktatóprogram konkrét célját, vagy céljait csak a tantárgy egészére vonatkozó tanterv és követelményrendszer ismeretében, azzal összhangban tűzhetjük ki.

A programkészítés empirikus útján K.H.FLECHSIG szerint a következő feladatsor látszik legcélszerűbbnek:

1. A tanulási cél kitűzése: a célok hierarchiáját az egyes programrészletek rész céljaiként lehet felfogni.
2. A kiindulási színvonal tisztázása: az előzetesen megkívánható előismeretek és készségek megállapítása.

3. A program módszertervének kidolgozása.
4. A tananyag logikai strukturájának megállapítása, a programlépések sorrendjének tapasztalati uton történő meghatározása, majd a program megírása [84] .

E feladatsor sem fogadható el önmagában, mert hiányzik belőle a kipróbálás, a tapasztalatok alapján szükséges módosítások elvégzése.

Lineáris programok készítésére alkalmazzák az Amerikából elterjedt RULEG-módszert, mely a programkészítésre az alábbi eljárást javasolja :

1. Tanulási cél kitűzése.
2. Az anyaghoz tartozó összes szabályok meghatározása, fogalmak jegyzékének összeállítása, a fogalmak lebontása alapvető elemi szabályokra, megállapításokra.
3. A szabályok logikus sorrendbe állítása, a programszekvencia megalkotása.
4. Szabály-mátrix szerkesztése : a programszekvenciába rendezett szabályok sorrendjének ellenőrzése a közöttük levő asszociatív és diszkriminatív kapcsolatok alapján.
5. Generalizált mátrix készítése : az ellenőrzés alapján a szabálycsoportok olyan elhelyezése, hogy az egymáshoz kapcsolódó fogalommezők minél teljesebben befedjék a mátrix átlóját, az un. definíciós vonalat.
6. Folyamat-diagram összeállítása a generalizált mátrix alapján : lépésszámok, lépéstípusok eldöntése, rögzítése.
7. A program leírása.
8. A program kipróbálása [71] .

A programkészítési eljárások között láthatóan nincsenek

alapvető különbségek, és a gyakorlati alkalmazás során az egyes eljárások elemei az elérendő célnak megfelelően keveredhetnek egymással.

Vizsgálataink során a programok készítésénél lehetőség szerint tartottuk magunkat a fenti általánosan alkalmazott programkészítési módszerekhez. Időben először a szakmunkásképzők B-tagozata számára készítettük el egy téma oktatóprogramját, majd a vegyes típusú programokkal szerzett tapasztalatok alapján készítettünk a továbbiakban az előző fejezetben megfogalmazott céloknak jobban megfelelő elágazásos programokat általános iskolai 8. osztály, szakközépiskola és tanárképző főiskola tanulói, illetve hallgatói számára. Következőkben egy vegyes típusú és egy elágazásos program elkészítését részletezzük.

3.2.1. Vegyes típusú oktatóprogram készítése szakmunkástanulók számára.

A tanulók a hároméves képzési idő első évében heti három órában tanulnak kémiát. A kémiának, mint általánosan művelő tantárgynak kettős célja van : egyrészt a logikus gondolkodásra nevelés, tudományos világnézet kialakítása; másrészt olyan fogalomrendszer nyújtása, amely megalapozza a szakmai tárgyak megértését. A tananyag öt fejezetre tagolódik :

1. Általános kémiai ismeretek
2. Fémek és vegyületeik
3. Anyagszerkezet
4. Nemfémek és vegyületeik
5. Szerves kémia

Programozási kísérletünk témájaként a szerves kémia egy részét választottuk, mely a szaktanár tapasztalatai alapján az évi

tananyag egyik legnehezebb része. Hat oktatóprogramot készítettünk az alábbi bontásban :

1. A metán és homológjai
2. Az etilén és az acetilén
3. Az alkoholok
4. Az aldehidok
5. A szerves savak
6. Az észterek

A hat program közül a tapasztalatok alapján az etilén és acetilén tulajdonságait, a telítetlenség fogalmát tanító második program dolgozza fel a legnehezebb tananyagrészt. Következőkben e program készítését részletezzük.

A programkészítés első lépése a tanterv és követelményrendszer alapján a program célrendszerének megállapítása. Általános /nem mérhető/ cél: a molekulaszervezet és tulajdonság közti összefüggés megértetése a telített és telítetlen szénhidrogének példáján keresztül.

Részcélok /mérhető célok/ :

- Telített és telítetlen szénhidrogén fogalmát írásban és szóban egy perc alatt meg tudja fogalmazni.
- Ismerje fel egy szénhidrogén telített, illetve telítetlen voltát szerkezeti képlet alapján azonnal, összegképlet, vagy tulajdonságok alapján rövid gondolkodás után.
- Etilénhomológok és acetilénhomológok fogalmát és általános képletét írásban és szóban 2 percen belül meg tudja fogalmazni.
- Addíció fogalmát egy példa reakcióegyenletével 2 perc alatt meg tudja adni.
- Telítetlenség kísérleti kimutatását acetilén fejlesztésével és

brómos víz elszíntelenítésével el tudja végezni, a folyamatot reakcióegyenlettel értelmezni - készülékszerelést is beleértve 10 perc alatt.

- Az acetilén kémiai tulajdonságairól, előállításáról, felhasználásáról a minimumot - telítetlenség, addíciós reakció /egyenlet/, karbidra víz reakció, fémkarbid képződés, hegesztés, műanyagipar - néhány perces összefüggő felelet formájában, vagy írásban elő tudja adni.

A célrendszer ismeretében tisztázható a kiinduló helyzet, azon ismeretanyag, amelyre támaszkodhatunk a célok megvalósítása során. A szükséges ismeretanyag:

Homológ sor fogalma,
metán homológjai; tulajdonságaik, általános képletük;
savak tulajdonságai;
kémiai egyenlet szerkesztése;
gázfejlesztés, biztonsági szabályok.

A készitendő oktatóprogramnak biztosítania kell a következő új fogalmak kialakítását:

telített szénhidrogén,
telítetlen szénhidrogén,
etilénhomológ,
acetilénhomológ,
addíció.

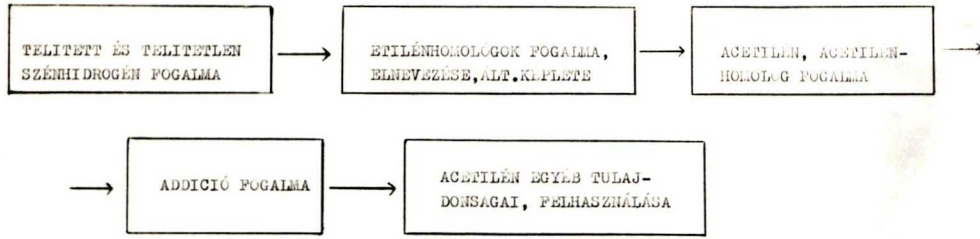
Az elsajátítandó tényanyag :

etilén összeg- és szerkezeti képlete,
etilénhomológok elnevezése, általános képlete,
acetilén összeg- és szerkezeti képlete
acetilén előállítása, fizikai, kémiai tulajdonságai,
felhasználása,

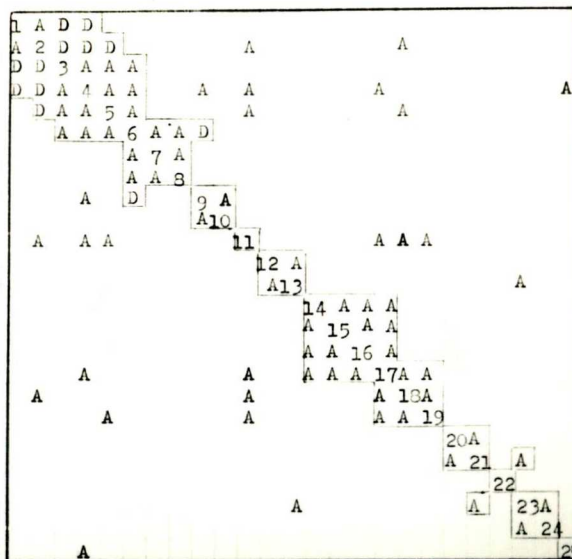
fém-karbidok előállítása, szerkezeti képlete, kémiai tulajdonságai.

A programkészítés következő lépéseként a tanítási egységet olyan blokkokra osztottuk, melyek az egyes részcélok megvalósítását biztosítják, majd a blokkok legcélszerűbb sorrendjét megállapítva felállítottuk a program blokksémáját /13. ábra/. Az egyes blokkok tartalmát elemi szabályokra bontva, sorrendbe helyezve megkaptuk a program szabálysorát :

1. A metánhomológok molekuláiban a szén-szén kapcsolódás egy vegyértékű.
2. Az olyan szénhidrogének, melyek molekuláiban a szénatomok csak egy vegyértékkel kapcsolódnak egymáshoz, telített szénhidrogének.
3. Etilén és propilén molekuláiban a szénatomok között kettős kötés is van.
4. Azok a szénhidrogének, amelyek molekuláiban a szénatomok között kettős, vagy hármas kötések is vannak, telítetlen szénhidrogének.
5. A telítetlen szénhidrogének molekulájában kevesebb a hidrogénatomok száma, mint a telített szénhidrogénékében.
6. Az olyan telítetlen szénhidrogének, melyek molekulájában csak egy kettős szén-szén kötés van, az etilénhomológok.
7. Az etilénhomológok általános képlete : C_nH_{2n}
8. Az etilénhomológok elnevezése : -án végződés helyett -ilén végződés.
9. Az acetilén is telítetlen szénhidrogén, de nem etilénhomológ, mert molekulájában két szénatom között hármas kötés van.
10. Az olyan szénhidrogének, melyek molekuláiban két szénatom között hármas kötés van : acetilénhomológok.



13. ábra.



14. ábra.

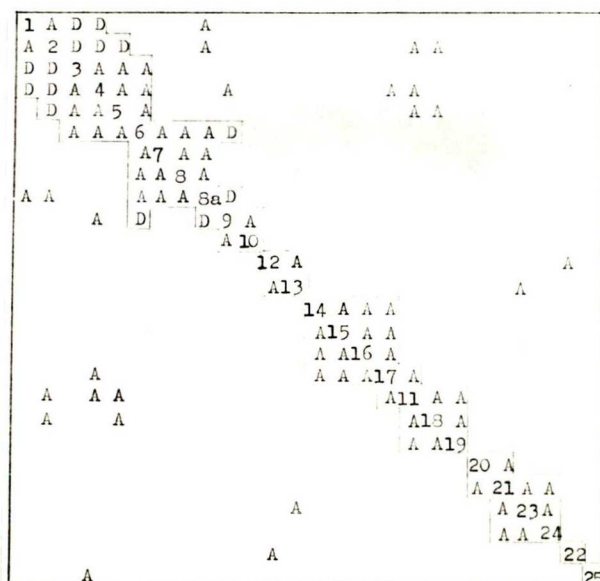
11. A telitetlen szénhidrogének hidrogén felvétellel telített szénhidrogénekké alakíthatók.
12. Az acetilén karbidból vízzel állítható elő.
13. A nedves levegőn is acetilén fejlődik a karbidból.
14. A brómos vizet az acetilén elszinteleníti.
15. A bróm megkötése az acetilénmolekulák hármas kötése egyikének felnyílásával megy végbe.
16. Az acetilén további brómatomokat is képes megkötni még egy kötés felnyitásával.
17. Az előbbi két folyamat neve addíció. Az addíció: két molekula egyesülése a telitetlenséget jelentő kettős, vagy hármas kötés felnyílása következtében.
18. Az acetilén teljes hidrogén-addíciója során telített szénhidrogén keletkezik.
19. Az etilén is képes addícióra, mert telitetlen szénhidrogén.
20. Az acetilént ezüst-nitrát oldaton átvezetve csapadék keletkezik.
21. Az acetilén hidrogénjét fém helyettesítheti /karbidok/, tehát savként viselkedik.
22. Az acetilén meggyújtva kormozó lánggal ég nagy széntartalma miatt.
23. A karbidok bomlékony vegyületek a hármas kötés nagy energiatartalma miatt.
24. A robbanásveszély miatt az acetilént acetonban oldva, acélpalackban hozzák forgalomba.
25. Telitetlen szénhidrogénekből fontos műanyagok készülnek, pl. PVC, polietilén.

A szabálysor helyességének ellenőrzése a RULEG-módszer

által bevezetett szabálmátrix segítségével lehetséges. A mátrix készítésénél egy négyzet átlója mentén tüntettük fel az egyes elemi szabályokat sorszámukkal és a megfelelő helyeken jelöltük az asszociatív $=A/$, illetve diszkriminatív $=D/$ kapcsolatokat /14. ábra/.

A szabálmátrix akkor ideális, ha az egymáshoz kapcsolódó fogalommezők teljesen fedik a mátrix átlóját, nincs köztük szakadás. Természetesen néhány esetben a tananyag indokolhat olyan szakadást, amely nem szüntethető meg. A programkészítés következő lépéseként azt vizsgáltuk meg, hogy az egyes szakadásoknak mi az oka, hogyan lehetne elérni a szabálysor módosításával a mátrix átlójának jobb fedését. Szakadás van a fogalommezőben 8. és 9. között. Megszüntetése úgy látszott célszerűnek, ha egy 8/a pontot is beiktatunk, mely az egymásnak megfelelő metánhomológok és etilénhomológok nevei és képletei között hoz létre kapcsolatot a tanulók által kiegészítendő táblázat formájában. Így a 8. és 8/a között asszociatív, 8/a és 9 között diszkriminatív kapcsolat jött létre. A szabálysor 11. eleme láthatóan rossz helyre került, sem az előtte, sem az utána álló elemi szabállyal nem hozható megfelelő kapcsolatba. Legcélszerűbbnek láttuk 11.-et a 17. után besorolni, itt a megelőző és az utána következő elemmel való kapcsolata is biztosított. E módosítások után is törés maradt a 10. és 12., a 13. és 14., valamint a 19. és 20. között, melyeket indokolnak az ott végrehajtandó, egy-egy új tulajdonságot bevezető kísérletek. A 22. elem is szakadást okoz az átlón, célszerűnek látszott a 24. utánra áthelyezni. Így ugyan az átló két utolsó eleme nem kapcsolható szorosan a megelőzőkhöz, de e két tulajdonságot is meg kell ismertetni a tanulókkal, s ez legjobb a program végén. A módosítások után megszerkeszthető a generalizált mátrix, melyben a fo-

galommezők jobban fedik a mátrix átlóját /15. ábra/ .

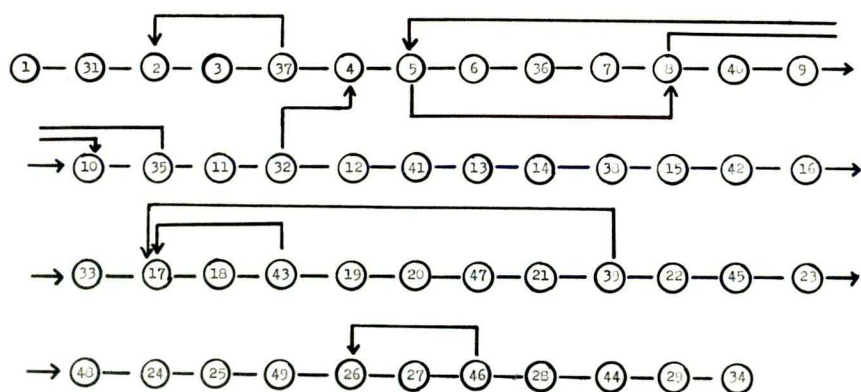


15. ábra.

A szabálysor első összeállításánál a tankönyv sorrendiségétől igye-
keztünk minél kevésbé eltérni, így a generalizált mátrix alapján a
tankönyv szövegén, illetőleg a hagyományosan szervezett tanítási
óra menetén is változtatást lehet javasolni. Szaktudományi szem-
pontok azt indokolnák, hogy az etilén és acetilén műanyagipari fel-
használásának megemléztetését kapcsoljuk össze a telitetlen jelleggel,
az addíció fogalmával - kialakítva a polimerizáció fogalmát is.
Mivel a feszített órakeret több időt nem engedett erre a témára,

ezért ezt a kiegészítést elvetettük - így is hosszúnak bizonyult a program a kipróbálás során.

A módosított szabálysor alapján történt a program megírása. Először eldöntöttük, hogy a szabálysor egyes elemei milyen formában /közlés, kérdés, feladat,/ kerüljenek a programba, hogyan biztosítjuk a tanulók számára az önellenőrzést. A programot előzetesen alapvetően lineárisnak terveztük - ezért lehetett a RULEG-módszerhez közelálló programkészítési eljárást alkalmazni. Tisztán lineáris program azonban nem látszott célszerűnek, ezt támasztja alá a szabálmátrix : nem csak a szomszédos elemi szabályok között van kapcsolat. A program egyes részein ezért a tanuló válassza alapján elágazásokat iktattunk be a visszautaló elágazásos /backward branching/ programtípushoz hasonlóan. A szabálysor alapján így elkészített - de még nem megfogalmazott - programlépésekből állítottuk fel a program hálódigramját /16. ábra/.



16. ábra.

Az egyes elemi szabályokat és megerősítéseket megfogalmazva, a hálódiaagram alapján műveleti utasításokkal ellátva elkészítettünk egy "próba-programot". A kísérletben részt nem vevő, tananyagban előrébb tartó osztályból kiválasztott néhány átlagos képességű tanulóval végigdolgoztattuk a próbaprogramot közvetlen felügyeletünk mellett. Az így szerzett tapasztalatok alapján még néhány apróbb módosítást végrehajtva készen állt a kísérleti program /1. sz. melléklet/, melyet két osztályban próbáltunk ki. Az ennek során szerzett tapasztalatok /4. fejezet/ alapján válik lehetővé a végleges program elkészítése, amelyet már szélesebb körben alkalmazhatónak tekinthetünk.

A programok kivitelezése stencilezéses sokszorosítással történt. A programlépésektől elválasztva, külön részt alkotnak a megerősítések /segítő/, a megfelelő programlépés melletti szám alapján sorrendben. A sorszámok keverve vannak - a program ilyen technikai felépítése lineáris jellegű programoknál is megszokott [85, 37] .

3.2.2. Elágazásos programok készítése főiskolai hallgatók számára

Levellező tagozatos biológia szakos hallgatók számára a "biológia fizikai és kémiai alapjai" című tantárgy egyik - eddigekben igen sikertelenül elsajátított - témáját, a víz elektromos tulajdonságait dolgoztuk fel oktatóprogramként. A tantárgy célja a biológia tanulásához szükséges alapvető fizikai és kémiai ismeretek elsajátítása, az élő szervezetek felépítésében és életfolyamataiban legfontosabb anyagok szerkezetének és kémiai tulajdonságainak, az alapvető biokémiai folyamatoknak a megismertetése. A tananyag fő fejezetei :

I. Fizikai-kémiai alapfogalmak

Anyagszerkezet

Élő szervezetet felépítő legfontosabb elemek

Viz és a valódi oldatok tulajdonságai

Kolloid rendszerek

Biológiai membránok

Bioelektromosság

II. Az élő szervezetet felépítő szerves vegyületek

Szénhidrátok

Lipidek

Aminosavak és fehérjék

III. Az élő szervezetben végbemenő életfolyamatok kémiája

Enzimek

Vitaminok

Hormonok

Sejtek energiaforgalma

Növényi asszimiláció

Izomműködés, emésztés biokémiája

A "viz elektromos tulajdonságai" c. téma fő célja a pH fogalmának elsajátítása és alkalmazásának begyakorlása. A téma egyes rész-céljai:

- A tömeghatás törvényét meg tudja fogalmazni, és rövid gondolkodással alkalmazni a legegyszerűbb esetre /pl. víz disszociációja/.
- Az oldat 1 literében levő oldott anyag tömegéből és molekulahúlyából két perc alatt meg tudja határozni az oldat mólkoncentrációját egyszerű számértékek esetén.
- Víz disszociációját számszerűen tudja jellemezni az ionszerzattal, és az ionok koncentrációjával kémiailag tiszta vízben, fél



perc gondolkodási idővel.

- A hidrogénexponens fogalmát írásban, vagy szóban egy perc alatt meg tudja adni.
- Egy oldat hidrogénion koncentrációját, illetve pH-ját egymásba át tudja alakítani gondolkodási idő nélkül - numerikus számolást nem igénylő egyszerű esetben.
- Egyértékű erős savak és bázisok pH-ját tudja kiszámolni az oldat mólkoncentrációjából két perc alatt - a numerikus számolás idejét nem tekintve.
- Oldatok kémhatását gondolkodási idő nélkül tudja jellemezni a pH-val.

A levelező tagozatos hallgatók - főleg első évben - heterogén képességű és felkészültségű csoportot alkotnak. Mivel a középiskolát is különböző időben és iskolatípusban végezték, ezért a középiskolai tananyagra csak feltételesen építhetünk, a programnak biztosítania kell a szükséges előismeretek felidézését. Ez a feladat különösen indokolja a program elágaztatását, a hallgatók számára több programbeli ut biztosítását.

A szükséges előzetes kémiai ismeretek:

- elektrolitos disszociáció fogalma,
- ion fogalma,
- kémiai egyenlet kvalitatív és kvantitatív jelentése,
- mólkoncentráció fogalma, számítása,
- szervesetlen savak és bázisok disszociációja.

A szükséges matematikai ismeretek:

- egyenletrendezés szabályai,
- logaritmus fogalma,
- alpműveletek logaritmussal,
- 10 hatványai,

- alapl műveletek hatványokkal.

A kialakítandó új fogalmak :

- disszociációs konstans,
- ionszorzat,
- hidrogénexponens.

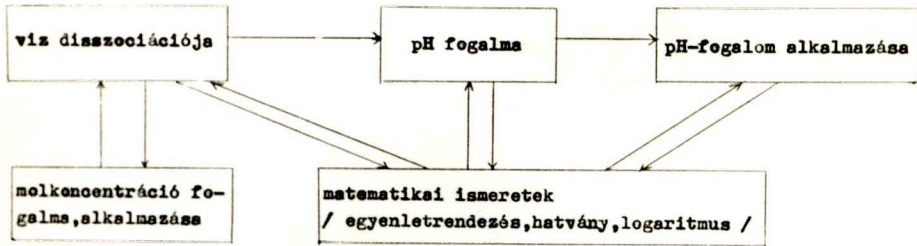
Elsajátítandó tényanyag és összefüggések :

- víz disszociációja,
- tömeghatás törvénye,
- tömeghatás törvényének alkalmazása víz disszociációjára,
- pH kiszámítása hidrogénion-koncentrációból,
- vizes oldat kémhatása és pH-ja közti összefüggés,
- erős savak, erős bázisok disszociációja,
- pH kiszámítása erős savak és erős bázisok esetén az oldat koncentrációjából.

A megtanítandó anyag elemzése után az egyes részcélokat megvalósító blokkokat alakítottunk ki, melyek az egymás közti kapcsolat és a tananyag logikája szerint elrendezve adják a program blokk-sémáját /17. ábra/.

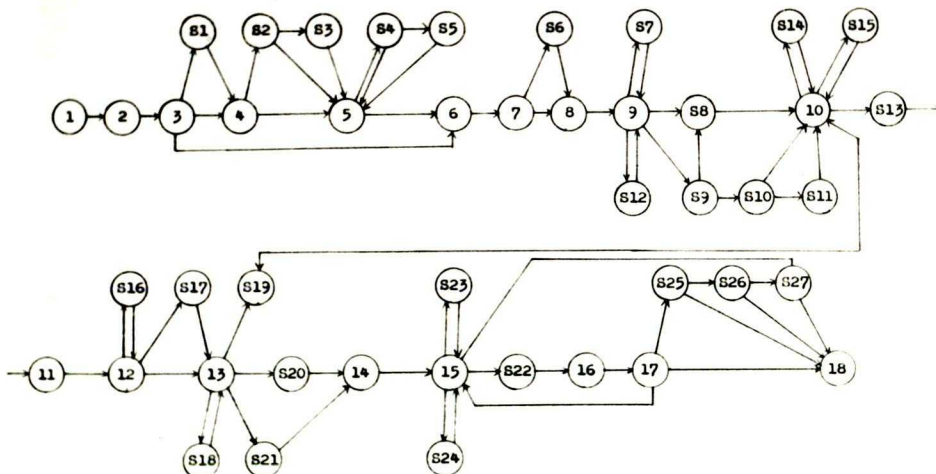
A programkészítés következő lépéseként elvégeztük az egyes blokkok információtartalmának programlépésekre való bontását, és az egyes lépésekhez szükséges segítségadás mértékének megállapítását. A segítségadást úgy terveztük, hogy a szükséges előismeretek pótlását csaknem teljes mértékben lehetővé tegye, mindössze egy esetben találtuk szükségesnek a gimnáziumi tankönyv megfelelő részére irányítani a hallgatót. Az előismeretek ilyen mértékű programbeli pótlási lehetősége azt igényli, hogy a program minél nagyobb adaptivitását biztosítsuk.

A programlépések, valamint a szükséges segítségadás



17. ábra.

- ezzel együtt a várható tévedési lehetőségek - megállapítása után megszerkesztettük a hálódigramot /18. ábra/.



18. ábra.

A program főágába a közlést, kérdést és a helyes válaszok megerősítését tartalmazó programlépéseket, mellékágba a kiegészítést, és a helytelen válaszok magyarázatait tartalmazó programlépéseket helyeztük el. Az egyes lépések pontos megfogalmazása és a hálódigram alapján műveleti utasításokkal való ellátása után készen állt egy próba-programszöveg, melyet néhány hallgatóval kipróbálva, megbeszélve, apróbb módosításokat hajtottunk végre.

A felsőoktatásbeli programozott anyagoknál gyakori a kevert lapu kivitelezés. Ilyen módszernél a hallgató kis keresgéléssel megtalálhatja előre a helyes választ, és így mindig a program főágán maradhat. Ezzel a szabálytalan haladással kisebb hatásfokú lesz a tanulás - de ez a probléma csak az alsó- és középfokú iskolákban számottevő. A véglegesített, széles körben alkalmazott felsőoktatásbeli programoknál a hallgató saját érdeke a szabályos munka, a minél nagyobb hatásfokú tanulás.

Vizsgálataink a kísérleti programok validitásának és hatékonyságának megállapítására egyaránt kiterjedtek, ezért olyan módszerre volt szükség, amely regisztrálja a hallgatók programbeli utját: az elkövetett hibákat, az igénybevett segítséget. Egy ilyen módszer látszott megfelelőnek az általános- és középiskolák számára is, ahol nem lehet a szabályos munkát kizárólag a tanulók öntudatára bízni, és szükséges az egyéni teljesítmények gyakori értékelése. A kívánt módszernek biztosítania kell:

1. Válaszadás előtt a hallgató ne láthassa a válaszokat elbiráló magyarázatokat.
2. Regisztrálva legyenek a téves válaszadások.
3. Regisztrálva legyen a segítség igénybevétele.

A DIACORR BYO-02 oktatógép alkalmas a fenti követelmények teljesítésére azzal az engedménnyel, hogy a tévedések és a segítségkérés igénybevétele csak számszerű összegét regisztrálja, helyét nem. Így az egyéni teljesítmények értékelésére alkalmas, de a programok validitásának vizsgálatánál túl kell lépni a gép funkcióin. Több elképzelés kipróbálása után a következő megoldást találtuk elfogadhatónak.

A sokszorosításnál a programot két részre bontottuk, melyeket külön-külön fűztünk össze. Az első rész tartalmazza a közléseket, kérdéseket, lényegében a program főágának nagy részét. A második rész, a "segítő" a helyes és helytelen válaszok magyarázatait és a kiegészítéseket tartalmazza. A segítő teljes szövegét a sorszámok kivételével egy ráragasztott üres papírlap takarja, mely az egyes lépéseknek megfelelő helyeken - a sorszámok mellett - perforálva van. Miután a hallgató eldöntötte, hogy az alternatív lehetőségek közül melyiket választja, illetőleg, hogy milyen segítséget kíván igénybe venni, ceruzaheggyel felszakítva a perforációt láthatóvá válik a szöveg. A munka befejezése után az összeszedett programok és segítők alapján pontosan rekonstruálható az egyének programbeli útja, ami szükséges a program validitásának vizsgálatához.

Az elkészített programot a validitás vizsgálata céljából a fent leírt sokszorosított formában /2. sz. melléklet/ próbáltuk ki egy évfolyamnál. A tapasztalatok alapján módosított programot az oktatógépnek megfelelően filmre vettük, azonban a gépek kis száma, és műszaki állapotuk idáig nem tette lehetővé számottevő tapasztalatok gyűjtését.

Nappali tagozatos kémia szakos hallgatók részére készítettünk ellenőrzési céllal elágazásos programot /3.sz. melléklet/.

A szénhidrogének tananyagának előadásai után adtuk ki a programot, mely egy analitikai jellegű feladat keretében összefoglalást is nyújt a szénhidrogénekről. A megadott segítség biztosítja, hogy minden hallgató sikerrel a program végére érjen; az igénybevett segítséget a program regisztrálja, így a hallgató teljesítményének objektív értékelését tette lehetővé. Az ellenőrző program bizonyos új ismeret közlését is biztosította, az analízis programban leírt menete az előadási anyagban nem szerepelt; több didaktikai feladat / ellenőrzés, összefoglalás, új ismeret közlése / együttes megvalósítását tette lehetővé a megfelelő kivitelezésű elágazásos program.

Szintén nappali tagozatos hallgatók számára készítettünk ellenőrző programokat a laboratóriumi gyakorlatokon való folyamatos ellenőrzés céljából. A kivitelezést a DIACORR oktatógépcsaládba tartozó BYO-01 típusú géppel valósítottuk meg, amely feleletválasztásos kérdések elbírálására alkalmas, maximum 8 válaszlehetőséggel. Egy filmkockán közöltük a kérdést és a válaszlehetőségeket, a következőn a helyes választ és a szükséges magyarázatot. A hallgató választát a megfelelő nyomógombbal jelzi, a gép bármilyen választás esetén tovább halad, kattanással és a számláló ugrásával jelezve a helyes választ. Az ellenőrző programokkal a gyakorlatok elvégzéséhez szükséges elméleti ismereteket és a gyakorlati tudnivalókat kértük számon elsősorban, minden alkalommal néhány nevezéktani feladatot is közölve. /4 filmkocka anyaga a 4. sz. mellékletben/.

4. A KISÉRLETEK EREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE

4.1. Az értékelés módszerei

A pedagógiai jelenségek körében a törvényszerűségeket a véletlen és ismeretlen tényezők annyira elfedik és torzítják, hogy felismerésük egyszerű elemző munkával többnyire lehetetlen. A pedagógiai vizsgálat ezért a statisztikai módszerek alkalmazását igényli: minél nagyobb mintát biztosítva becslést és statisztikai következtetést végezni a populáció egészére vonatkozóan. Igen fontos a szerepük a különféle próbáknak, melyekkel a becslések és statisztikai következtetések helyességének valószínűségére következtethetünk. Eredményeink értékelésében az alábbi statisztikai eljárásokat alkalmaztuk:

1. Százalékszámítás

2. Átlagszámítás: az oktatási gyakorlatban általánosan elfogadott számtani középértéket alkalmaztuk:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \text{ahol } x_i \text{ a mért adat}$$

n a minta elemszáma

3. Szóródákszámítás: a vizsgált adatok szóródásának jellemzésére a relatív szórást alkalmaztuk, mely a standard eltérést /S/ az átlag százalékában fejezi ki:

$$V = \frac{S}{m} \cdot 100, \quad \text{ahol } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}}, \quad \text{és } d_i = x_i - m$$

4. Homogenitás-vizsgálat: két vizsgálati csoport eredményének különbsége csak akkor jelzi biztonságosan két módszer eredményességbeli különbségét, ha a két csoport kellően homogén. Két csoport homogenitását az F-próba segítségével hasonlítot-

tuk össze:

$$F = \frac{S_x^2}{S_y^2}, \text{ ahol } S_x \text{ az egyik csoport standard eltérése,}$$

$$S_y \text{ a másik csoport standard eltérése.}$$

A kiszámított F-értékeket a megfelelő táblázat alapján ellenőriztük.

5. Szignifikancia-vizsgálat : két csoport által elért eredmény sor közti különbség szignifikáns voltának eldöntésére a kétmintás t-próbát alkalmaztuk:

$$t = \frac{m_x - m_y}{\sqrt{\frac{Q_x + Q_y}{n+m-2} \cdot \frac{n+m}{n \cdot m}}}, \text{ ahol } m_x \text{ az egyik minta számtani középértéke}$$

m_y a másik minta számtani középértéke

$$Q_x = \sum_{i=1}^n /x_i - m_x /^2$$

n az egyik minta elemszáma.

m a másik minta elemszáma,

$$Q_y = \sum_{i=1}^m /y_i - m_y /^2$$

x_i a mért adat az egyik mintában,

y_i a mért adat a másik min-

tában /itt a mért adat: egyéni eredményváltozás/.

A kiszámított t-értékeket a megfelelő táblázat adataival összehasonlítva következtettünk a szignifikanciára.

6. Korreláció-számítás: mivel elegendően nagyszámu esettel dolgoztunk, és ezek közel normális eloszlásuak voltak, egy vizsgálati csoport két eredmény sora kapcsolatának kimutatására a Pearson-féle korrelációs számítás t alkalmaztuk :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n d_{x_i} \cdot d_{y_i}}{n \cdot S_x \cdot S_y}, \text{ ahol } x \text{ index az egyik eredmény sora}$$

$$y \text{ index a másik eredmény sora}$$

utal.

A két eredmény sor közti korrelációra a korrelációs együttható r nagysága adott felvilágosítást [86, 24] .

Számításainkat WANG 2203 típusú számítógéppel/ BASIC nyelvű program a 6. sz. mellékletben/, illetve 10 helyiértékes elektronikus kalkulátorral végeztük; a közölt szám adatok kerekítettek.

Az értékelés első mozzanataként a kísérleti programok validitását vizsgáltuk. A tanulók által felhasznált programok és segítőik átvizsgálása alapján megállapítottuk az egyes kérdésekre adott tanulói válaszok minőségének és az igénybevett segítség mértékének egész tanulócsoportra vonatkozó százalékos adatait. Az adatokból és a tudásszintmérések részeredményeiből vontunk le következtetéseket az egyes programrészek, illetve egész programok validitására vonatkozólag. A program véglegesítéséhez szükséges módosításokat is a fenti következtetések alapján végeztük el.

Az értékelés másik mozzanata a kísérleti programokkal végzett oktatás hatékonyságának vizsgálata volt. A kísérleti és kontrollcsoportok előzetes és utólagos tudásszintmérési adatainak a fentiekben leírt statisztikai módszerekkel való összehasonlításából következtettünk a hatékonyságbeli különbségekre.

A kémiaoktatás három szintjén végzett programozási kísérleteink eredményeinek értékelését az egyes oktatási szintek szerint csoportosítva a következő fejezetekben adjuk meg

4.2.1. Az általános iskolai kísérletek

A kenderesi általános iskola 8. osztályában végzett kísérlet során 3 oktatóprogramot próbáltunk ki. A "Sók képződése" c. program /5. sz. melléklet/ felhasználás utáni átvizsgálásának adatait tartalmazza az 1. táblázat. Az adatokból következtettünk

az egyes programlépések helyességére, a program validitására, a véglegesítés során szükséges módosításokra. Az első programlépés feladatára mindössze 38,5 %-ban adtak a tanulók jó választ. Ennek legfőbb oka az egy lépésben megfogalmazott túl sok feladat. A sikertelenség másik oka feltehetően a kísérleti tapasztalatok leírásában való rutintalanság. Először kaptak ilyen részletes leírást igénylő feladatot; szóban is nehezen megy egy kísérlet önálló elemzése. A program véglegesítése során ezt a lépést legalább kettőre kell bontani. Jól érthető volt a tanulók számára a 3. lépés és a hozzá tartozó segítőik, mindössze egy tanuló nem végezte el a megerősítést /S4/

program-lé- pés	helyes válasz / % /	segítő lé- pés	felhasználás / % /
1.	38,5	-	-
2.	73,1	-	-
3.	100,0	S1	57,7
		S3	42,3
		S4	96,2
4.	73,1;38,5	S5	88,5
5.	69,2	S6	57,7
		S7	34,6
6.	65,4	S8	26,9
7.	69,2	S9	19,2
		S10	7,7
8.	61,5	S11	23,1
		S12	23,1
		S13	42,3
9.	-	-	-
10.	57,7	-	-
11.	23,1	-	-

1. táblázat

Az S5, valamint az S11, S12, S13 együttes felhasználása 100 % helyett csak 88,5 % volt, ezért még hangsúlyozottabban kell megfogalmazni a műveleti utasításokat. A fokozatos segítséget jól igénybe tudta venni a tanulók jelentős része : az 5. és 7. programlépés során egyaránt 69,2 %-ban sikerült a hibátlan megoldás, miközben a segítség igénybevétele 57,7 %-ról 34,6 %-ra, illetve 19,2 %-ról 7,7 %-ra csökkent. A 8. lépésnél aláhúzással a tanulók 61,5 %-a jelölte jól a választ, de csak 42,3 %-a végezte el a megerősítést az S13-al : a műveleti utasításokat minden lépésnél le kell írni. Ennél a lépésnél az előző programban az alternatív kérdéseknél már közölt "huzd alá a helyeset és ellenőrizd" utasítást szükséges újra kiírni. Egy esetben a segítőben isadtunk fel kérdést /S5/, a helyes válaszok nem megfelelő aránya jelzi, hogy ehhez a kérdéshez is szükséges segítséget adni és biztosítani a megerősítést.

A hatékonyság vizsgálata a kísérleti- és kontrollosztályok előzetes és utólagos tudásszintméréseinek összehasonlításán alapult. Mindkét osztályból csak azokat a tanulókat vettük figyelembe, akik a kísérlet idején minden órán jelen voltak /26, illetve 27 fő/.

	előfelmérés		utófelmérés		táblázati adatok /p=0,05/
	Kísérleti osztály	kontroll- osztály	kísérleti osztály	kontroll- osztály	
átlag /m/	2,81	2,74	3,08	2,78	-
Szórás /V/	34,2	33,8	29,1	39,5	-
homogenitás /F/	1,076		-		1,91
szignifikancia /t/	1,5005				2,011

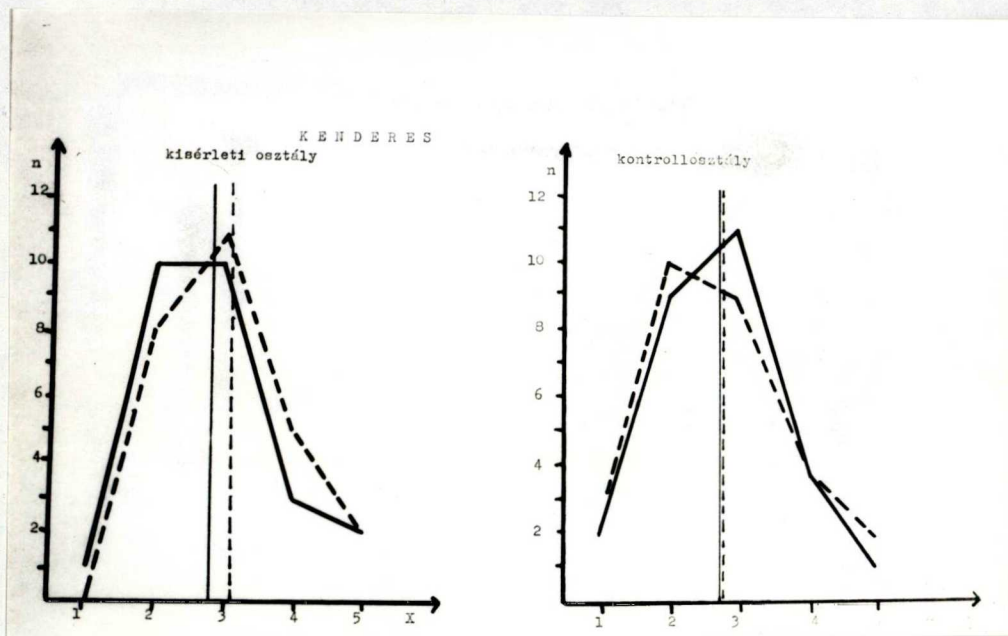
2. táblázat

A statisztikai számítások eredményeit foglaltuk össze a 2. táblázatban. Az F-próba és a t-próba eredményének értékeléséhez szükséges összehasonlító értékeket a statisztikai gyűjtemény megfelelő táblázatából vettük át [86].

A táblázat számadatai és a gyakorisági eloszlások ábrázolása /19. ábra; minden ábrán folyamatos vonal az előfelmérés, szaggatott vonal az utófelmérés eloszlását, a függőleges egyenesek az átlagot jelzik/ alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

1. A kísérleti osztály átlaga nagyobb mértékben - 0,27-al - emelkedett, mint a kontrollosztályé - 0,04 - a kísérlet során.
2. A kísérleti osztály szórása csökkent, mialatt a kontrollosztályé növekedett. A növekedés oka lehet feltehetően, hogy míg az előfelmérés nagyobb ismeretkörre terjedt ki, az utófelmérés csak a programmal tanított témára. Ez utóbbi feltevés helyesége esetén még értékesebb a kísérleti osztályban elért szóródáscsökkenés.
3. Az F-próba értékei kisebbek, mint a megfelelő táblázatbeli érték, tehát kiválasztott osztályaink elegendően homogének a felhasznált statisztikai módszerekkel való összehasonlításhoz.
4. A t-próba értéke kisebb a táblázatbelinél, tehát a pedagógiai kísérletekben általában megkivánt 5 %-os érvényességi szinten a két osztály teljesítményváltozásának különbsége nem szignifikáns.

A második általános iskolai kísérletünkben két egymást követő tanítási órán tanítottunk programmal /vegyületek, vegyérték/. A budapesti és szegedi iskolában egymáshoz közelálló átlageredményü két-két osztályt választottunk kísérleti, illetve kontroll osztálynak /létszámok: 22 mind a négy osztályban/. Mindkét



19. ábra.

esetben az előfelmérés átlaga és szórása alapján gyengébbnek mutatkozó osztály lett a kísérleti, a jobbik a kontroll osztály. A csabacsüdi iskolában nem volt mód kontroll biztosítására, mivel igen kis iskolát választottunk a kísérlet céljára /létszám: 27/. Az elő- és utófelmérések eredményeit maximális pontszám százalékában fejeztük ki osztályzattá alakítás nélkül, mert az egyes iskolák igen eltérő tudásszintje miatt az ott tanító tanárok más-más kód szerint végezték az osztályzatok megállapítását. A számítások eredményeit a szegedi iskolára vonatkozóan a 3. sz. táblázatban, a budapesti iskoláét a 4. sz. táblázatban, a csabacsüdiét az 5. sz. táblázatban foglaltuk össze.

Mind a négy általános iskolára vonatkozóan más módon is elvégeztük a T-próbát : egy-egy osztály elő- és utófelmérése közti különbség szignifikáns voltát vizsgáltuk; a kétmintás T-pró-

ba számításában a két változót nem a két osztály tanulóinak egyé-
nenkénti eredményváltozása jelentette, hanem ugyanazon osztály ta-
nulóinak elő-, illetve utófelmérés során elért teljesítménye. Az
így számított értékeket tartalmazza a 6. táblázat.

	előfelmérés		utófelmérés		táblázati adatok /p=0,05/
	kísérleti osztály	kontroll- osztály	kísérleti osztály	kontroll- osztály	
átlag /m/	88,78	96,51	96,44	96,28	-
szórás /V/	8,43	5,48	4,47	6,51	-
homogenitás /F/	2,002		-		2,09
szignifikancia /t/	2,7897				2,0018

3. táblázat

	előfelmérés		utófelmérés		táblázati adatok /p=0,05/
	kísérleti osztály	kontroll- osztály	kísérleti osztály	kontroll- osztály	
átlag /m/	52,99	51,51	72,48	62,39	-
szórás /V/	41,7	30,6	24,9	29,6	-
homogenitás /F/	1,965		-		2,09
szignifikancia /t/	1,1863				2,0018

4. táblázat

	előfelmérés	utófelmérés
átlag /m/	21,14	67,72
szórás /V/	76,8	20,6

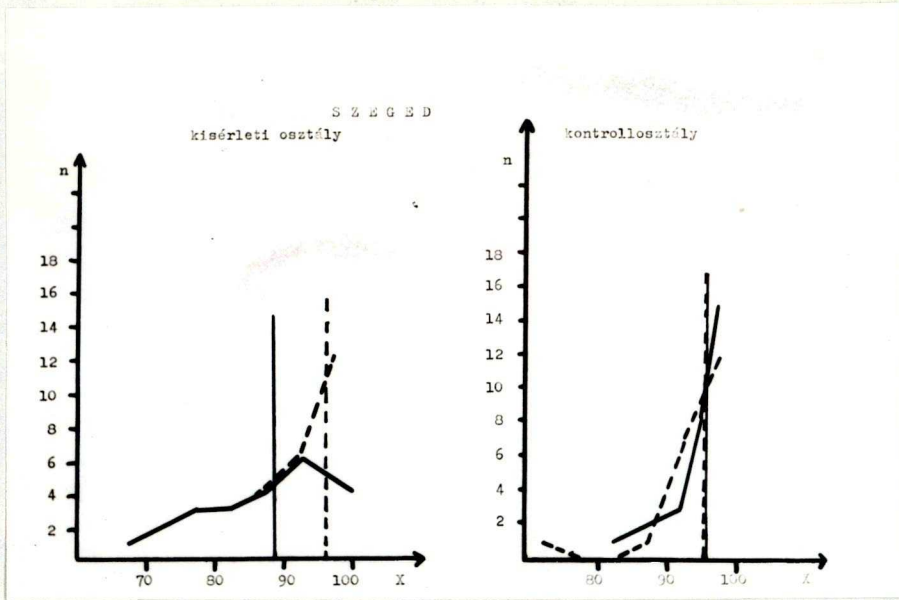
5. táblázat

	Kísérleti osztály	kontroll osztály	táblázati adat		
			p=0,05	p=0,02	p=0,01
Kenderes	1,0361	0,1363	2,006	2,397	2,672
Szeged	3,9013	0,1270	2,018	2,419	2,696
Budapest	2,60	2,038	2,018	2,419	2,696
Csabacsüd	11,4252	-	2,003	2,394	2,668

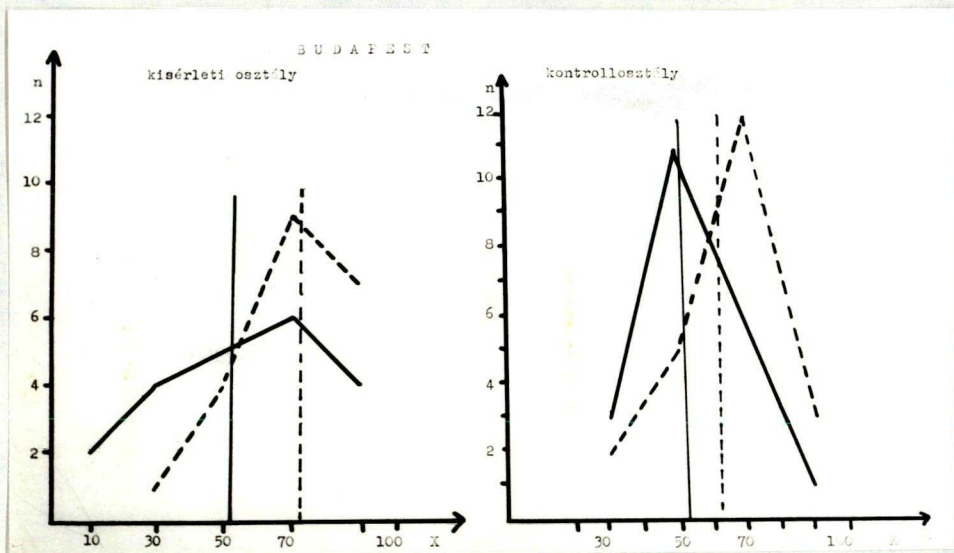
6. táblázat

A táblázatok számadatai és a gyakorisági eloszlások ábrázolása /20,21,22. ábra/ alapján megállapíthatók az alábbiak:

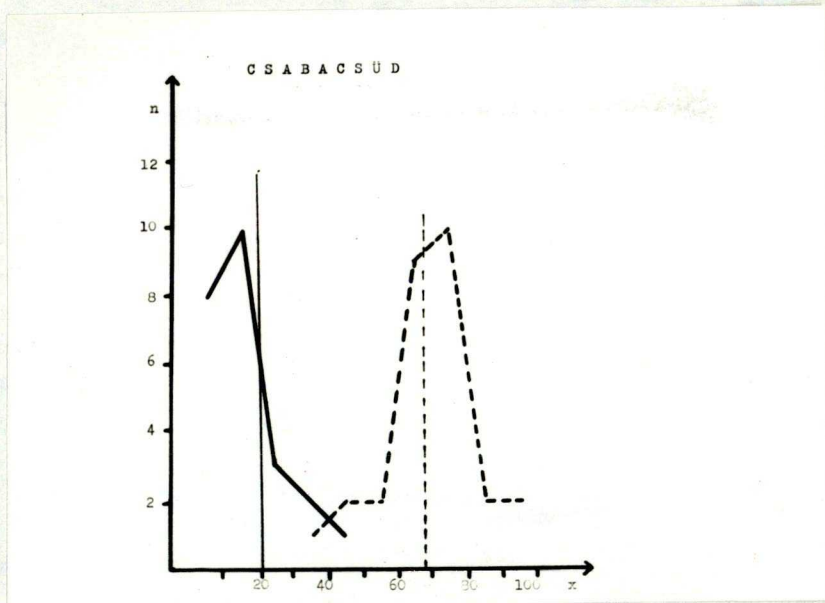
1. A kísérleti osztályok pontátlagai mindhárom iskolában emelkedtek a kísérlet során; a növekedés mértéke szerinti sorrend : Csabacsüd /46, 58 %/, Budapest /19,49 %/, Szeged /8,66 %/. A kontrollosztály átlaga Szegeden lényegében azonos maradt, míg Budapesten emelkedett /10,88 %/.
2. A kísérleti osztályok szórása mindhárom iskolában jelentősen csökkent.
3. Az előfelmérés eredményeivel elvégzett F-próba értékei alapján elegendően homogének az osztályok a statisztikai módszerekkel való összehasonlításhoz.
4. A t-próba értéke a szegedi iskolánál szignifikáns különbséget mutat a két osztály eredményváltozása között, a budapesti iskolánál nem. A második t-próba - mely azonos osztályok elő- és utófelmérései közti különbséget vizsgálja - magyarázza ez utóbbit: a budapesti iskolánál a kontroll osztály teljesítménye is szignifikánsan jobb lett az utófelmérésnél /5 %-os érvényességi szinten/. Ha az érvényességi szintet 2 %-osra szigorítjuk, már csak a kísérleti osztály eredményjavulása szignifikáns. A szignifikancia számszerű értéke a csabacsüdi iskola osztá-



20. ábra.



21. ábra.



22. ábra.

lyának igen nagymértékű teljesítménynövekedését mutatja; kár, hogy nem állt rendelkezésre kontroll osztály, mellyel összehasonlítva biztosabban megítélhető a teljesítményjavulás értéke.

5. A pontátlagok és a gyakorisági eloszlások ábrázolása alapján megállapítható, hogy a kiemelkedő képességű gyakorló iskolai osztályok számára túl könnyű volt mindkét felmérés; mivel e miatt az eredmények nem normál eloszlásúak /20. ábra/ csak némi fenntartással kezelhetjük a statisztikai számítások eredményeit.

Általános iskolákban végzett kísérleteink lényegében igazolták a kialakított programtípus alkalmazhatóságát ebben az életkorban, bár némely szignifikancia-érték további, aprólékosabb vizsgálatokat indokol. Megmutatkozott, hogy a hátrányos helyzetű, körülményeik miatt otthon keveset tanuló, tehát az iskolára fokozottan rászoruló tanulók jelentős haladást érnek el, ha a programok segítségével a megértés, megtanulás és ellenőrzés műveleteit összevonjuk, és az iskolában biztosítjuk számukra. Az előfelmérések adatainak összehasonlítása egyúttal azt is jelzi, hogy általános iskoláinkban még ma is megengedhetetlenül nagy színvonalbeli különbségek vannak.

4.2.2. Középfokú iskolákban végzett kísérletek

Az első programozási kísérletet szegedi szakmunkástanuló osztályokban végeztük. Az alkalmazott programok kivitelezése nem teszi lehetővé, hogy csupán a felhasznált programok átvizsgálása alapján következtethessünk a programok validitására - ahogyan a leragasztott segítőjű programoknál megtehettük -

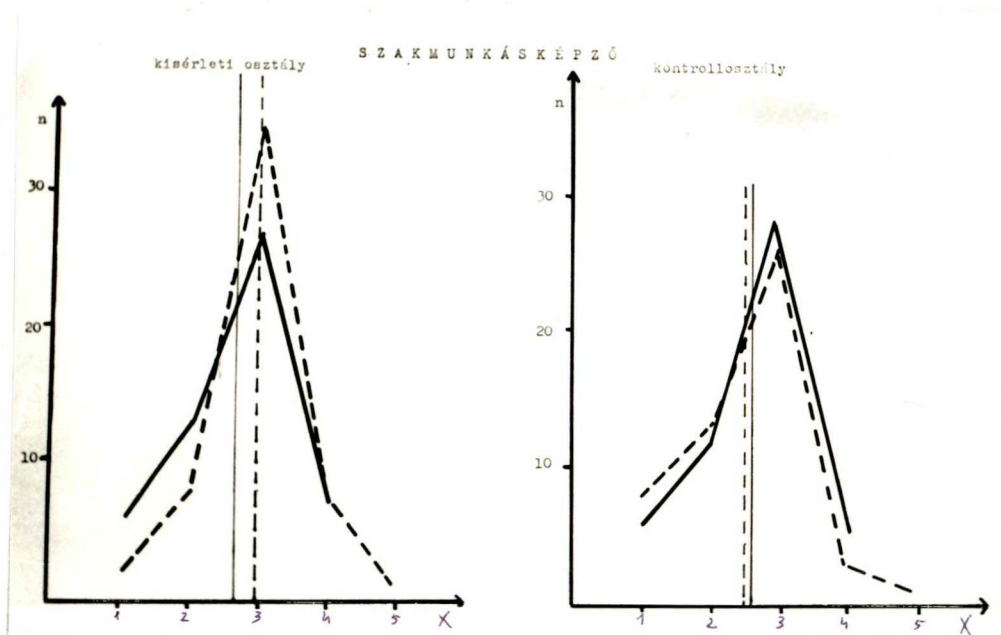
csak a tudásszintmérések részeredményei alapján reális a következtetés.

A hat egymást követő program közül a második /Etilén, acetilén: 1. sz. melléklet/ bizonyult legnehezebbnek, a tanulóknak csak 75 %-a tudott időben elkészülni, míg a következő programoknál ez az arány elérte a 95 %-ot. A kísérlet egészét is tekintve a telítetlenség és az addíció fogalma és alkalmazása okozta a legtöbb nehézséget. Az említett programban ezért a 17-23 lépéseket célszerű részletesebb bontásban megadni, több gyakorlási lehetőséggel. Mivel már a kísérleti program is hosszúnak bizonyult, és a véglegesítés során növelni kell a programlépések számát, indokolt a programot két részre bontva két tanítási órán feldolgozni.

A hatékonyság vizsgálatához szükséges előfelmérésként a félévi érdemjegyeket fogadtuk el, mivel a kísérlet közvetlenül a félév zárása után történt, és mind a négy osztályt ugyanaz a tanár tanította. Az utófelmérés a négy osztályban azonos kérdésekkel történt, hogy a kérdéseket a tanulók nem adhatták tovább a másik osztálynak, ezt biztosította térbeli és időbeli elszigeteltségük. Az értékelésben csak azon tanulók eredményeit vettük figyelembe, akik egyszer sem hiányoztak a kísérlet ideje alatt, a két kísérleti osztály együttes létszáma így : 53; a kontrollosztályoké : 51 fő. Az előfelmérés és az utófelmérés eredményeinek gyakorisági eloszlását a 23. ábra mutatja, a statisztikai számítások eredményeit a 7. sz. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat és az ábra alapján megállapíthatók a következők:

1. A kontrollosztály tanulmányi átlagának csökkenése /0,1/ és a szórás növekedése azt mutatja, hogy a tanított téma nehezebb



23. ábra.

	előfelmérés		utófelmérés		táblázati adatok p=0,05
	kísérleti osztály	kontroll- osztály	kísérleti osztály	kontroll- osztály	
átlag /m/	2,62	2,63	2,94	2,53	-
szórás /V/	32,3	31,0	24,2	35,3	-
homogenitás /F/	1,077		-		1,59
szignifikancia /t/	2,826				1,986

7. táblázat.

az előzőeknél - megegyezően a többévi tapasztalattal.

2. A nehezebb tananyag ellenére a kísérleti osztályban jelentős javulást eredményezett a programok alkalmazása : a tanulmányi átlag nőtt, a szórás csökkent.

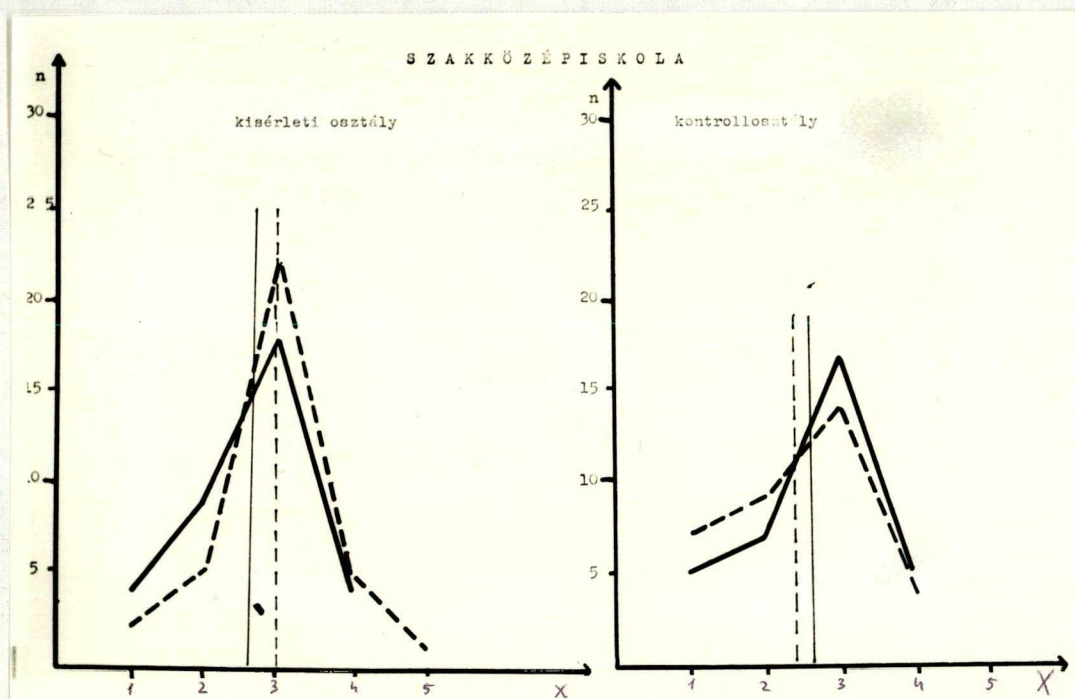
3. Az F-próba értéke kisebb, mint a megfelelő táblázatbeli érték, tehát osztályaink elég homogének a felhasznált statisztikai módszerek alkalmazásához.
4. A t-próba értéke jelentősen nagyobb a táblázatbeli adatnál, tehát a kísérleti- és a kontrollosztályok közt létrejött különbség nem véletlenszerű, hanem szignifikáns.

Szaktanulmányokhoz tartozó kísérletünk egyértelműen a programozott oktatás nagyobb hatékonyságát igazolta a viszonylag egyszerűbb programokkal is. Az értékelésnél feltétlenül figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a szaktanulmányosok csak minimális időt fordítanak a közismereti tárgyak tanulására. A programozott oktatásnak az a jellemzője, hogy a megértést, megtanulást és /ön-/ ellenőrzést egységes folyamattá szervezi, már önmagában jelentős eredménynövekedést okoz a szaktanulmányosoknál. Az ötödik és hatodik programozott órán tapasztalható fáradtság egyúttal azt is jelzi, hogy a jobb eredmény elérése érdekében nem célszerű egész tananyagot, vagy nagyobb témát egybefüggően programozva tanítani.

Az Élelmiszeripari Szakközépiskola második osztályos tanulóinál a kitűzött céloknak jobban megfelelő programokkal végeztünk kísérletet. A szerveskémi tananyag legnehezebb részét, az aromás vegyületeket tanítottuk négy oktatóprogram segítségével. A kísérlethez olyan kontrollosztályt és kísérleti osztályt tudtunk biztosítani, melyek előfelmérés szerinti tanulmányi eredménye alig különbözik a szaktanulmányosokhoz tartozó osztályokétól. Ily módon némi fenntartással összehasonlítható a két kísérlet alapján a kétféle programtípussal elért eredmény. Az iskolatípusbeli különbséget nem tekintettük jelentős tényezőnek, mert a szaktanulmányosok B-tagozata - mely azóta megszűnt - közismereti tárgyakat tekintve

megfelel a szakközépiskoláknak. Különbséget jelent a tantárgy, mert az élelmiszeripari tanulók szakmai tárgyként bővebb és mélyrehatóbb kémiai oktatást kapnak, mintha közismereti tárgy lenne a kémia.

Az eredmények szempontjából figyelembe vehető tanulók száma a kísérleti osztályban 35, a kontrollosztályban 34. Az előfelmérés és az utófelmérés gyakorisági eloszlását a 24. ábrán tüntettük fel, a statisztikai számítások eredményeit a 8. sz. táblázatban foglaltuk össze.



24. ábra.

A számítások alapján megállapítható legfontosabb következtetések:

1. A kontrollosztály eredménye igazolja, hogy a tananyag egyik legnehezebb részét választottuk témául : tanulmányi átlaguk 0,21- dal csökkent, a szórás növekedett.

	előfelmérés		utófelmérés		táblázati adatok p=0,05
	kísérleti osztály	kontroll- osztály	kísérleti osztály	kontroll- osztály	
átlag /m/	2,63	2,65	2,94	2,44	-
szórás /V/	31,6	34,1	26,9	38,7	-
homogenitás /F/	1,182		-		1,77
szignifikancia /t/	3,396				2,000

8. táblázat.

2. A kísérleti osztályban jelentős tanulmányi átlag növekedést /0,31/ értünk el, miközben a szórás is csökkent.
3. Az F-próba eredménye alapján az osztályok elegendően homogének a felhasznált statisztikai módszerek alkalmazásához.
4. A t-próba értéke jelentősen nagyobb a megfelelő táblázatbeli értéknél, az osztályok teljesítményváltozása közti különbség szignifikáns.

Kísérletünk igazolta, hogy az alkalmazott programokkal sikeresen tanítható a közismeretnél részletesebb szakmai kémiai tananyag is. Az évi tananyag egyik legnehezebb részénél sikerült a kontrollosztályhoz képest 0,5-del jobb tanulmányi átlagot elérni, ami jelentős különbségnek számít.

Mindkét középfoku iskolában végzett kísérletünk szignifikáns hatékonyságnövekedést mutatott a kísérleti osztályok javára. A tanulmányi átlagbeli különbség és a szignifikancia számszerű mutatója az elágazásos, a kitűzött célokat jobban megközelítő programokkal végzett kísérlet nagyobb hatékonyságára utal, bár a különbség nem nagy. Mindkét kísérletnél fontos tényezőnek tartjuk,

hogy a tanulmányi átlagok növekedése jelentős arányban a gyengébb tanulók felzárkózásából adódott /23, 24. ábra/, ami azért lényeges, mert mindkét iskolába az általános iskolát végzettek gyengébbik fele jelentkezik. Ez utóbbi tény azonban nem általános, főleg az egyetemi városokra jellemző, kisebb városokban gyakran jobb a szakközépiskolások tudásszintje, mint a szegedi iskolákban, ahol kísérletünket végeztük.

4.2.3. Főiskolán végzett kísérletek

A folyamatos gépi ellenőrzést az 1974-es tavaszi félévben vezettük be a szerves kémiai laboratóriumi gyakorlatokon. Első alkalommal a félévi tananyag kb. 50 %-át, majd egy év múlva a következő évfolyam számára a tananyag 70 %-át dolgoztuk fel ellenőrző programokkal. E laboratóriumi gyakorlat előtt - az ötödik félév végén - a szerves kémia tananyagának első részéből kollokváltak a hallgatók; szigorlatukat a gyakorlatot követő vizsgaidőszakban kellett letenniük.

A félév végi gyakorlati jegyek megállapításában a folyamatos gépi ellenőrzés érdemjegyeit - gyakorlatonként 5 - 5 kérdésre adott válasz minősítése - 50 %-ban vettük figyelembe. A másik 50 %-ot két demonstráció eredménye, laborjegyzőkönyv értékelése és a gyakorlatokon mutatott munkateljesítmény jelentette.

A gépi ellenőrzést egyszerre egész évfolyam számára vezettük be, ezért kontrollnak a megelőző - 1973-as - évfolyam eredményét tekintettük. A 9. táblázat tartalmazza hallgatónként a 3 vizsgált évre vonatkozó gyakorlati jegyeket és szigorlati eredményeket /utóvizsga esetén csak a javított eredményt/, valamint az ebből számított számtani közép, szórás és korreláció értékeket.

A vizsgált évfolyamok eredményeinek homogenitását az F-próbával hasonlítottuk össze /10. táblázat/.

hallgató sorszama	1973		1974		1975	
	gyak.	szig.	gyak.	szig.	gyak.	szig.
1.	5	5	4	2	4	4
2.	4	2	4	3	5	5
3.	4	5	4	5	4	4
4.	4	2	4	4	3	2
5.	5	3	4	4	4	5
6.	3	4	5	5	5	3
7.	4	2	4	2	3	2
8.	4	4	3	2	5	4
9.	4	4	4	2	5	4
10.	3	2	4	3	4	3
11.	5	5	4	2	3	2
12.	4	5	4	5	4	5
13.	4	2	4	3	4	3
14.	4	3	5	5	4	4
15.	4	3	5	4	4	5
16.	5	3	4	3	4	3
17.	3	2	4	3	5	2
18.	4	5	4	5	4	4
19.	4	3	4	2	3	2
20.	4	4	-	-	4	4
21.	-	-	-	-	4	3
22.	-	-	-	-	4	3
23.	-	-	-	-	4	3
24.	-	-	-	-	4	5
25.	-	-	-	-	4	3
26.	-	-	-	-	4	3
27.	-	-	-	-	4	4
28.	-	-	-	-	3	2
29.	-	-	-	-	4	5
30.	-	-	-	-	5	5
31.	-	-	-	-	4	4
32.	-	-	-	-	4	3
33.	-	-	-	-	4	2
34.	-	-	-	-	4	5
m	4,05	3,40	4,10	3,37	4,06	3,56
V	14,6	34,1	13,5	32,2	14,6	27,4
r	0,337		0,462		0,549	

9. táblázat.

tanévek	számított érték	táblázati adat /p=0,05/
1974 - 1975	gyak. 1,145 szig. 1,23	2,05 1,90
1973 - 1975	gyak. 1,004 szig. 1,41	2,02 1,88
1974 - 1973	gyak. 1,14 szig. 1,13	2,16 2,16

10. táblázat.

A táblázatok adatai alapján megállapíthatók a következők:

1. A három évfolyam eredményei összehasonlításának realitását igazolja, hogy az F-próba nem mutat szignifikáns különbséget az egyes évfolyamok homogenitása között; valamint hogy a gyakorlati jegyek, illetve a szigorlati eredmények átlaga nem változott jelentősen a három év alatt.
2. A gyakorlati jegyek és a szigorlatok eredményei között nőtt a korreláció a folyamatos gépi ellenőrzés bevezetésével, illetve kibővítésével.
3. A szigorlati eredmények jelentős szórása egyenletes - bár kis-mértékű - csökkenést mutatott a három vizsgált év folyamán.

A fenti pozitív eredményeket a szakirodalommal [87, 88, 89] összhangban a folyamatos ellenőrzésnek tulajdoníthatjuk. Laboratóriumi gyakorlatokon a folyamatos ellenőrzést más módon is meg lehet valósítani : állandó feleltetéssel, demonstrációk iratásával - ez utóbbiak elterjedtek felsőoktatásunkban. A demonstrációk állandó iratása azonban nem illeszkedik jól a gyakorlatok

kötetlen, egyéni munkatempójába, egyszerre vesz el időt az egész csoporttól. A rendszeres szóbeli feleltetésnél a fenti negatívumok nem állnak fenn, de jelentős időt igényel a tanártól, így elvonja figyelmét a hallgatók munkájáról - ami bonyolultabb, vagy balesetveszélyes gyakorlati munka esetén nem engedhető meg.

Több próbálkozás történt a folyamatos ellenőrzési gépi megvalósítására, de többnyire csak drága elektronikus berendezések segítségével [90, 91, 92] . Az általunk alkalmazott eljárás főbb előnyeinek mutatkozott:

1. Az egész hallgatócsoporttól nem von el időt, és a tanár figyelmét sem köti le.
2. Pszichikai könnyebbséget jelentett a hallgatóknak, hogy önmagukat ellenőrizhették a gép segítségével - nem volt tanuja a tévedéseknek.
3. A DIACORR BYO-01 gép könnyen beszerezhető és nem drága berendezés a szakirodalomból ismert megoldásokhoz képest.

A 2. sz. mellékletben közölt elágazásos programot levelező tagozatos elsőéves biológia szakos hallgatóknak küldtük ki, összesen 50 fő - fél évfolyam - részére. Az évfolyam másik felét tekintettük kontrollcsoportnak. Levelező hallgatók esetében nem volt mód előzetes tudásszintmérésre az egész évfolyamra vonatkozóan, a kísérleti csoport felhasznált programjait átvizsgálva azonban lehetőség volt az előzetes tudásszint megállapítására. Az utólegos tudásszintmérést a vizsga jelentette, amely a programmal való munka utáni 3. - 5. héten került sorra. A teljes évfolyam, tehát a kísérleti és a kontrollcsoport részére egyaránt komplex vizsgát rendeztünk: írásbeli feladatlap kitöltése után került sor szóbeli vizsgára.

sor- szám	programlépés			segítőlépés	
	jó /%/	félíg jó /%/	rossz / %/	sorszám	felhasználás / %/
3.	86	8	6	S1	76
4.	-	-	-	S2	78
				S3	74
5.	94	6	0	S4	56
				S5	32
7.	88	12	0	S6	50
9.	-	-	-	S7	32
				S8	94
				S9	38
				S10	18
				S11	6
				S12	6
10.	-	-	-	S13	100
				S14	0
				S15	10
12.	100	0	0	S16	50
				S17	54
13.	-	-	-	S18	18
				S19	14
				S20	90
				S21	12
15.	-	-	-	S22	84
				S23	12
				S24	12
17.	96	0	4	S25	50
				S26	42
				S27	18

11. táblázat.

A felhasznált programok átvizsgálásának adatait tartalmazza a 11. táblázat. Az előzetes tudásszintre vonatkozóan megállapíthatók a következők :

1. A mólkoncentráció fogalmát kevesen ismerték pontosan, 78 %-ban segítségre volt szükség / S2 és S3 /. A felidézés 38 %-ban volt elegendő a mólkoncentráció egyszerű alkalmazását igénylő 5. programlépés feladatához, de további 56 % - összesen 94 % - sikeresen oldotta meg a segítség / S4 és S5 / felhasználásával.

2. A sav és bázis fogalmával, disszociációjukkal kapcsolatos 10. programlépés feladatára csak 10 % volt a hibás válasz / S15 /, de első javításra / S14 : 0% / sikerült a helyesbítés : 100 % a helyes választ megerősítő S13 felhasználása.
3. A hatványokkal való számolást igénylő 9. programlépésben a hallgatók 38 %-a vétett számolási hibát / S9/, de a fokozatos segítség / S9 és S10 / után csak 6 %-ban volt szükség a teljes magyarázatra / S11 /.
4. A logaritmussal való számolást igénylő 12. programlépésen minden hallgatónak sikerült eredményesen tuljutni segítség igénybevételel, azonban az előismeretek bizonytalanságára utal az 50 %-os segítségkérés / S16 /, illetve 54 %-os megerősítési igény / S17 /. A 13. programlépés egyszerű logaritmus számításában 26 % volt a hibázás / S19 és S21 /, de 10 % a segítség után sem jutott el a jó válaszhoz.

Az eredményes munkához szükséges előismeretek közül legtöbb nehézség a mólkoncentráció és a logaritmus fogalmával, illetve alkalmazásával adódott. A sav és bázis fogalmával, disszociációjukkal, valamint a hatványokkal való számolással viszonylag kevesebb volt a nehézség.

A program validitására vonatkozóan megállapítható :

1. A program nem állította aránytalanul nehéz feladat elé a hallgatókat; a legkevésbé eredményes feladatnál is csupán 10 % volt a sikertelenség.
2. A mellékelt kisegítések általában elegendőnek bizonyultak az előzetes ismeretek felelevenítéséhez, a logaritmussal való számoláshoz szükséges még több segítséget adni a program véglegesítése során.

3. A tanult ismeretek alkalmazását igénylő 17. programlépésen 96 %-ban sikerült eredményesen tuljutni fokozatosan csökkenő segítség igénybevételével / S25, S26, S27 /. Mivel az első segítséget 50 %-os arányban igénybe kellett vegyék, célszerűnek látszik még egy ilyen jellegű gyakorló feladatot a programba iktatni.

A programmal való tanulás hatékonyságára az utólagos tudásszintmérésként szolgáló vizsga alapján következtettünk. Az írásbeli vizsga pontátllaga csak a programmal tanított témára vonatkozóan /maximális pontszám : 12/

a kísérleti csoportnál : 8,6

a kontrollcsoportnál : 6,9

A pontszámok szórása :

a kísérleti csoportnál $S = 1,839$, $V = 21,4$

a kontrollcsoportnál $S = 2,338$, $V = 33,9$

Mivel nem állt módunkban pontosan felmérni az előzetes tudásszintet, ezért a statisztikai t-próbát ebben az esetben nem alkalmaztuk.

Kísérletünk lényegében igazolta az oktatóprogramok alkalmazásának szükségességét a levelező tagozaton. A hallgatók előzetes tudásszintje alacsony és igen heterogén. A csak jegyzetből való tanulás esetén nehéz a hiányzó ismeretek megfelelő helyen és időben való pótlása - ebben láttuk programunk legjelentősebb eredményét. Ilyen jellegű oktatóprogramokra legnagyobb szükségük az elsőéves hallgatóknak van az azonos szintre hozás érdekében. A kísérleti csoport által elért jobb eredmény a programozott oktatás nagyobb hatékonyságát bizonyítja az oktatás ezen területén is.

Mintánk elemszáma nem volt nagy /42, illetve 43 értékelhető/, ezért következtetéseinket csak bizonyos fenntartásokkal

terjeszthetjük ki a populáció egészére, bár összhangban állnak a szakirodalom általános tapasztalataival [72] .

4.3. Az eredmények összefoglalása

Kísérleteink céljával egy programtípus kialakítását és alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát tüztük ki. A munkánk folyamán kialakított programtípus jól megfelelt a megfogalmazott követelményeknek /3.1. fejezet/ :

- A sokszorosítással és az oktatógéppel kivitelezett program egyaránt biztosítja a tanulók számára az egyéni haladási ütemet.
- Lehetséges a program elágaztatása alternatív választási lehetőségekkel, illetve a többfokozatu kiegészítő információkkal.
- Biztosítja az önálló feleletalkotás lehetőségét, szükség esetén segítséget adva.
- Minden programlépés után biztosít önellenőrzési lehetőséget direkt, vagy indirekt módon.
- A sokszorosított, leragasztott segítővel ellátott programok lehetővé teszik a tanulók programbeli útjának regisztrálását, munkájuk pontos ellenőrzését, értékelését. Az oktatógéppel kivitelezett elágazásos programok az ut regisztrálása nélkül biztosítják az értékelés lehetőségét. A laboratóriumi gyakorlatokon alkalmazott lineáris gépi programok az objektív - tanár jelenléte nélküli - értékelést és önellenőrzést valósítják meg.
- A kialakított elágazásos programtípus egyaránt kivitelezhető sokszorosítással, és egyéni oktatógéppel, bár utóbbi alkalmazásáról még nem tudtunk értékelhető tapasztalatokat szerezni.

Programjaink alkalmazhatóságára vonatkozó kísérleteket végeztünk az alsó-, közép- és felsőfoku kémiaoktatásban.

Az általános iskolákban végzett kísérletek eredményei azt igazolják, hogy m á r e b b e n a z é l e t k o r b a n



is eredményesen alkalmazhatók az elágazásos oktatóprogramok - ellentétben a lineáris programokat előtérbe helyező megállapításokkal

[37] . Minden vizsgálatunkban a kísérleti osztályok jobb teljesítményt értek el, mint a kontroll osztályok. Ennek ellenére a viszonylag kis elemszámú minták és a nem mindenütt szignifikáns különbséget mutató számítások - bizonytalan eredményeket közlő más vizsgálatokkal [59] együtt - további részletes és finomított kísérleteket indokolnak.

Középfoku iskolában végzett kísérleteink szignifikáns hatékonyságnövekedést mutattak a kísérleti osztályok javára. Mindkét tantárgynál /közismereti, illetve élelmiszeripari kémia/ az éves tananyag legnehezebb részeivel végeztük a kísérletet - a kontrollosztályok eredménye csökkent az éves átlaghoz képest - ezért különösen értékes a pozitív eredmény. A kísérleti osztályok eredménynövekedése jelentős részben a gyengébb tanulók felzárkózásából eredt - egybehangzóan több szakirodalmi tapasztalattal [58, 66, 67] .

Főiskolán végzett kísérleteink két területen az oktatóprogramok eredményességét igazolták. A folyamatos gépi ellenőrzés javította a gyakorlati jegyek és a szigorlati eredmények korrelációját, folyamatosabb tanulásra készítette a hallgatókat. A szakirodalom tapasztalataival [45, 62, 63] megegyezően további előnyként mutatkozott a gyakorlatvezető időmegtakarítása. Levelező tagozatos hallgatókkal végzett kísérletünk - több véleménnyel megegyezően

[62, 72] azt mutatja, hogy a felsőoktatásnak ezen a területén nagy szükség van az oktatóprogramokra .

Elvégzett kísérleteinkben, és más hasonló vizsgálatokban nem szabad megfeledkezni a Hawthorne-effektus esetleges hatásáról. Többen végeztek olyan vizsgálatot, ahol azonos módszerrel és körülmények között tanított csoportok közül egy, vagy több csoporttal elhittették, hogy bizonyítottan kitűnő új módszer szerint tanulnak, illetve pedagógiai kísérletben vesznek részt.

A kísérleti helyzet ösztönző hatására ezek a csoportok általában jobb eredményt értek el [93]. Ezért a vizsgálatainkban elért nagyobb hatékonyság megítélésénél ezt az eredménynövelő tényezőt is figyelembe véve csak a statisztikai számítás szerint is szignifikáns eredménynövekedést fogadhatjuk el bizonyító tényezőnek.

Eddigi vizsgálataink eredményei alapján továbbiakban az általános iskolai és a főiskolai kémiaoktatásban kívánjuk folytatni a kísérleteket. A nem elég meggyőző általános iskolai eredmények részletesebb, szélesebb körre kiterjedő vizsgálódást sürgetnek.

A főiskolai oktatás területén további kísérleteinket a DIACORR BYO-02 oktatógép felhasználásával végezzük. A 3. sz. mellékletben közölthöz hasonló programokkal a hallgatók egyéni konzultációját próbáljuk megoldani. Kísérleteink során meg kívánjuk vizsgálni annak a lehetőségét, hogy a hallgatók a programhoz mellékelt "hibapont-standardok" alapján objektív önellentőrzést végezzenek, vizsga előtt felmérhessék saját tudásszintjüket.

I R O D A L O M J E G Y Z É K

- [1] K. SPANNENBERG : Rationalisierung betrieblicher Bildungsarbeit. Deutsches Industrieinstitut Köln, 1964. 77.p.
- [2] G. LANDSHERE : Comment les maitres enseigment. Bruxelles, 1969.
- [3] FEKETE J. : A programozott fizikatanitás néhány pedagógiai kérdése. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1970.
- [4] Tanári kézikönyv a 7. osztályos kémia tanításához. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968. 80.p.
- [5] G. LEITH : Second thoughts of programmed learning. London, 1969. I. 3.p.
- [6] KARDOS L. : Magyar Pszichológiai Szemle 1964. 513.p.
- [7] V. PRIHODA : Bevezetés a pedagógiai pszichológiába. Tankönyvkiadó, Budapest, 1960. 390.p.
- [8] E.L. THORNDIKE : Educational Psychology. New York, 1903.
- [9] S.L. PRESSEY : School and Society 1926. No. 23.
- [10] B.F. SKINNER : The science of learning and the art of teaching. Harvard Educational Review, 1954.
- [11] N.A. CROWDER : Automatic teaching. Wiley, New York, 1959.
- [12] G.SZ.KOSZTJUK, N.A. MENCSINSZKAJA, A.A. SZMIRNOV : Magyar Pszichológiai Szemle 1964. 359.p.
- [13] G. PASK : Des machines qui apprennent. Marabout Université, Verviers, Gérard, 1968.
- [14] LEITH, PEEL, CURR : Handbook of programmed learning. Birmingham, 1964.

- [15] ROSTUNOV : Vesztnik Vűzssej Skolu 1963. 359.p.
- [16] KISS Á. : A programozott tanítás. OPI, Budapest, 1969.
- [17] R. PALOUS : Prirodni vedy ve skole 1964. 9.p.
- [18] McMULLEN : Education 1967. 419.p.
- [19] KISS Á. : Magyar Pedagógia 1962. 4.p.
- [20] ÁGOSTON GY. : A pedagógia időszerű kérdései hazánkban.
Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
- [21] A programozott tanítás. Eredmények és feladatok. OPI, Budapest,
1969.
- [22] TAKÁCS E. : Magyar Pedagógia 1965. 125.p.
- [23] KORACH M. : Természet Világa 1970. 131.p.
- [24] KELEMEN L. : A pedagógiai pszichológia alapkérdései. Tan-
könyvkiadó, Budapest, 1967.
- [25] L. MESTERHÁZI-NAGY M., VERBÓCZI GY.-né: A programozott oktatás
és az oktatógépek. OMKDK, Budapest, 1965.
- [26] J.P. LYSAUGHT, C.M.VILLIAMS : A guide to programmed instructi-
on. Wiley, New York, London, 1963. IX.180.p.
- [27] R. GOODMAN : Programmed learning and teaching machines.
English Universities Press, 1963. 64.p.
- [28] M. SANDER : Der programmierte Unterricht in der allgeme-
inbildenden Schule. Mars Verlag, Bad Neuenahr,
1964. 94.p.
- [29] H.KAY, J.ANNETT, M.E.SIME : Teaching machines and their use in
industry. H.M.Stationery Office, London,
1963. 32. p.
- [30] W.R. FUCHS : Az új tanulási módszerek. Közgazdasági és
Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1971.
- [31] VÁRI P. : Felsőoktatási Szemle 25.240.p. /1976/

- [32] W. RENNEBERG : Chemie in der Schule 1966. 337. p.
- [33] J. KARKOS : Prirodni vedy ve skole 1965-66. 372.p.
- [34] E.N. FEDOROVA : Himija v skole 1966. No.6. 40.p.
- [35] A. TOLDSEPP, R.K. TANI: Himija v skole 1966. No.2. 38.p.
- [36] H. HEISER : Chemie in der Schule 1965. 105.p.
- [37] SÁRIK T. : Kémia Tanitása 1971. 33.p.
- [38] GARAMI K. : Kémia Tanitása 1968. 40.p.
- [39] GARAMI K. : A programozott oktatás, eredmények és feladatok. OPI, Budapest, 1969. 247.p.
- [40] MICHALOVSKY Cs-né: Programozás a kémiában. Tankönyvkiadó, Budapest, 1971.
- [41] J.H. DAY : Journal of Chemical Education 1963. 14.p.
- [42] C. BAKKER, O.T. BENFEY, W.J. STRATTON: Journal of Chemical Education 1963. 18.p.
- [43] J.A. BANKS : Journal of Chemical Education 1963. 21.p.
- [44] R.N. RAUSCH, P.H. GARNELL: Journal of chemical Education 1963. 27.p.
- [45] D.E. HOARE, G.R. INGLIS: Education in Chemistry 1965. 32.p.
- [46] F.D. GUNSTONE, R.B. MOYES: Education in Chemistry 1964. 189.p.
- [47] F.E. HARRIS : Elements of Chemistry. 1.-9. Reading Mass, Addison Wesley, 1963.
- [48] D.E. HOARE : Introduction to general and physical Chemistry. John Wiley, London, 1967.
- [49] G.R. INGLIS : Organic Chemistry. John Wiley, London, 1972.
- [50] RICHTER : Az elemek periódusos rendszere. FPK, Budapest, 1974.
- [51] RICHTER : Atomszerkezet. FPK, Budapest, 1974.
- [52] J.B. PATTISON : Programozott bevezetés a gáz-folyadék kromatográfiába. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.

- [53] SZABÓ S.-né : Pécsi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei Tom.18. Ser. 6. /1974/
- [54] SZEBENI SZ., MÜLLNER E. : Szakmódszertani Közlemények. ELTE TTK, VIII. 95.p. /1975/
- [55] A. ROMISZOWSKY : Education 133. 10.p. /1969/
- [56] R. GLASER : Teaching machines and programmed learning. II. Data and directions. National Education Association, Washington, 1965. 831.p.
- [57] N.V. ALEKSZANDROV : Magyar Pedagógia 1965. 425.p.
- [58] J. POCZTAR : L'enseignement programmé. Perspectives de de l'education. UNESCO, Paris 3. 21.p. /1970/
- [59] M. KOSKERNIEMI : Elemente der Unterrichtstheorie. Ehrenwirt, München, 1971.
- [60] Stage d'etudes sur l'enseignement programmé. UNESCO, Varna 1968. 19.p.
- [61] Standardizált témazáró tesztek. Acta Universitatis Szegedensis de Attila Jozsef Nominata Sectio Paedagogica. Series Specifica. 1.-18. Szeged, 1972-1975.
- [62] K. DENEK : Zycie Szkoly Wyzszej 1971. No.2.8.p.
- [63] S. MIZERA, B.FISNER : Programmiertes Lernen und programmierter Unterricht 1968. No. 2. 80.p.
- [64] J.G. HOLLAND : Teachers College Record 1961. No.1. 56.p.
- [65] BUVÁRI A. : Természet Világa 1970. 227.p.
- [66] TAKÁCS E. : Természet Világa 1970. 39.p.
- [67] SZÖVÉNYI ZS. : Természet Világa 1970. 180.p.
- [68] HAJDU E. : Felsőoktatási Szemle 24. 553.p. /1975/
- [69] BISZTERSZKY E. : Felsőoktatási Szemle 24. 604.p. / 1975 /

- [70] J.D. DEEMING : The Journal of Educational Research 1966.
No.1. 8.p.
- [71] FÜRJES J., BISZTERSZKY. E.: Tanítógépek és programok. OMKDK,
Budapest, 1972..
- [72] C. KUPISIEWICZ : Felsőoktatási Szemle. 24. 481.p. /1975/
- [73] VANYEK B. : Szakmódszertani Közlemények. ELTE TTK, VIII.
133.p. /1975/
- [74] A.N. LEONTYEV, P.J. GALPERIN: Szovjetszkaja Pedagógika 1964.
56.p.
- [75] J. ASSMANN : Die Deutsche Schule 1964. 691.p.
- [76] D.J. KLAUS : Teaching machines and programmed learning.
II. Washington, 1965. 313.p.
- [77] N.F. TALLIZINA : A programozott oktatás elméleti problémái.
Tankönyvkiadó, Budapest, 1970.
- [78] P.J. GALPERIN : Orientierungstypen. Wissenschaftliche Zeitsch-
rift des P.I.G. Güstrow 1966-67.
- [79] L.B. ITELSZON : Matematikai és kibernetikai módszerek a
pedagógiában. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
- [80] L.N. LANDA : Algoritmizálás az oktatásban. Tankönyvkiadó,
Budapest, 1969.
- [81] R.W. SCHIRM : Lernsysteme. Deutsches Industrieinstitut,
Köln, 1964. 169.p.
- [82] A.A. LUMSDAINE: Teaching machines and programmed learning
II. National Educational Association, 1965.
831.p.
- [83] KISS Á. : A tanulás programozása. Tankönyvkiadó, Bu-
dapest, 1973. 201.p.
- [84] K.H. FLECHSIG : Die Deutsche Schule 1966. 327.p.

- [85] VEIDNER J. : A pedagógia időszerű kérdései hazánkban.
Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
- [86] HAJTMAN B. : Bevezetés a matematikai statisztikába.
Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968.
- [87] TÓTH L. : Felsőoktatási Szemle 23. 162.p. /1974/
- [88] GOMBOS P. : Felsőoktatási Szemle 21. 303.p. /1972/
- [89] FORGÁCH G. : Felsőoktatási Szemle 14. 475.p. /1965/
- [90] FÜRJES J. : Audio-Vizuális Közlemények 1972. No.5.
- [91] SÁRA A. : Felsőoktatási Szemle 24. 298.p. /1975/
- [92] ÁGOSTON GY. : Felsőoktatási Szemle 23.287.p. /1974/
- [93] H.H.JOHNSON, J.M. FOLEY : Journal of Educational Psychology
1969. No.1. 6.p.

Ezuton fejezem ki köszönetemet Dr Rácz Fodor Benő egyetemi adjunktusnak dolgozatom összeállításához nyújtott értékes segítségéért, tanácsaiért.

Köszönetet mondok azon tanár kollegáknak, akik a programok összeállítása és kipróbálása során segítségemre voltak.

M E L L É K L E T E K

/A terminológia minden esetben a program készítése idején érvényben levő tankönyvhöz igazodik./

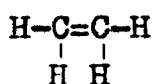
1. sz. M E L L É K L E T

E T I L É N , A C E T I L É N

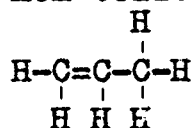
1. A metánhomológok molekuláiban a szénatomok hány vegyértékkel kapcsolódnak egymáshoz? 31

2. A metán homológjait, melyek molekuláiban a szénatomok közt csak egyes kötés van, t e l i t e t t szénhidrogéneknek nevezzük.

3. A következő szénhidrogének miért nem telítettek?



etilén



propilén

37

4. Azok a szénhidrogének, melyek molekuláiban a szénatomok között kettős, vagy hármas kötés is van: t e l i t e t l e n szénhidrogének.

5. A következő képletek hiányosak. Irja be a hiányzó hidrogénatomokat a vegyértékek figyelembevételével! Irja alá az összegképletüket is, valamint az azonos szénatomszámú telített szénhidrogén összegképletét!



propilén

összegképlet:

telített:



butilén

6. Az azonos szénatomszámu telített és telítetlen szénhidrogéneket összehasonlítva észrevevesszük, hogy a telítetlen szénhidrogének molekuláiban a hidrogénatomok száma

a./ több b./ kevesebb c./ azonos 36

/A helyeset húzza alá!/
Ezért nevezzük telítetleneknek!

7. Az olyan telítetlen szénhidrogéneket, amelyek molekuláiban a szénatomok között egy kettős kötés van etilénhomológoknak nevezzük, az etilén homológ sorát alkotják.

8. A megadott összegképletek alapján állapítsa meg, melyik az etilénhomológok általános képlete!

Etilénhomológok: C_2H_4 , C_3H_6 , C_4H_8

Általános képlet /helyeset aláhuzni!/
40

a./ C_nH_{2n} b./ C_nH_{2n-1} c./ C_nH_{2n+2} d./ C_nH_{n+2}

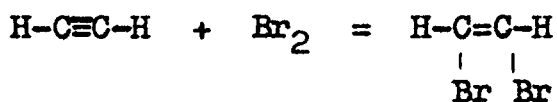
9. Az etilénhomológok elnevezése ugy történik, hogy az azonos szénatomszámu telített szénhidrogén nevében az -án végződés helyére -ilén végződést írunk.

10. Egészítse ki a következő táblázatot!

Metánhomológok		etilénhomológok	
név	képlet	név	képlet
1. propán		propilén	35
2.	C_4H_{10}		C_4H_8
3. pentán	C_5H_{12}		

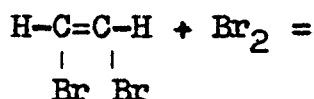
11. Döntse el, hogy az acetilén milyen szénhidrogén!
acetilén: $H-C\equiv C-H$
a./ metánhomológ b./ etilénhomológ 32
c./ egyéb telítetlen szénhidrogén
12. Az acetilén miért nem tartozik az etilén homológjai közé? 41
13. Az olyan telítetlen szénhidrogének, amelyek molekulájában két szénatom hármassal kötődik, de a többi szénatom egyes kötődéssel kapcsolódik egymáshoz, az acetilén homológ sorát alkotják.
14. Állítson elő acetilént úgy, hogy kalciumkarbidra vizet önt! Fejezze be a folyamat egyenletét!
 $CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 +$
karbid víz acetilén 38
15. A kalciumkarbidból már kevés víz hatására is acetilén fejlődik. Miért acetilén szaga a levegőn álló kalciumkarbid? 42
16. Gázvezetőcsővel ellátott kémcsőben az előbbi módon állítson elő acetilént, és a fejlődő gázt buborékol-tassa át brómos vizen! A kísérlet alapján fejezze be a következő mondatot! Az acetilént brómos vizen átve-zetve a brómos víz
....., mert az acetilén megköti a brómot. 33

17. A bróm megkötésének egyenlete:



Az acetilén hármas kötéséből egy felnyílik, és a szénatomokhoz brómatomok kapcsolódnak.

18. Fejezze be a második kötés felszakadásának egyenletét, ha ismét brómatomok kapcsolódhatnak a szénatomokhoz!



43

19. A fenti két folyamatot a d d i c i ó nak nevezzük.

Addíció: két molekula egyesülése a telítetlenséget jelentő kettős, vagy hármas kötés felnyílása következtében.

20. Hogyan alakíthatók a telítetlen szénhidrogének telítetté?

a./ oxidációval

b./ hidrogén felvétellel

c./ hidrogén elvonással

47

21. Acetilén hidrogén-addíciójával telített szénhidrogén állítható elő. Írja fel a folyamat egyenletét a fentihez hasonlóan!

39

22. Az etilén is képes addícióra, mert

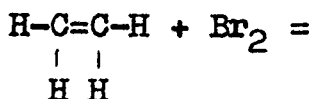
a./ telített szénhidrogén

b./ éghető gáz

c./ telítetlen szénhidrogén

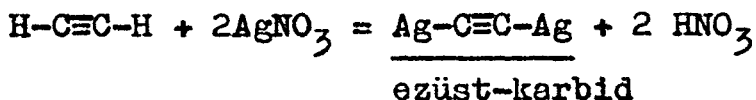
45

23. Fejezze be az egyenletet!



48

24. Ezüst-nitrát-oldaton acetiléngázt vezetve át szürke csapadék válik ki:



25. Az acetilén hidrogénjét fémmel lehet helyettesíteni, tehát az acetilén

a/ savként b/ bázisként c/ sóként
viselkedik. 49

26. Az ezüst- és a réz-karbid igen bomlékony, könnyen robbanó anyagok. Bomlásukkor a hármass kötésben rejlő energia felszabadul, így viselkedik a nyomás alá helyezett acetilén is. Az acetilént ezért acetonban oldva acélpalackban hozzák forgalomba /hegesztés/.

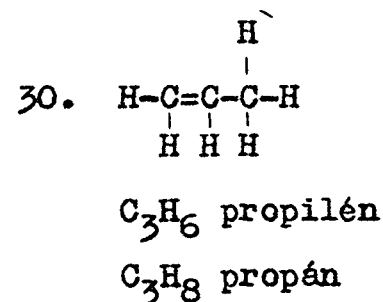
27. Miért tilos az acetilént összenyomni, vagy rézpalackban tárolni?

46

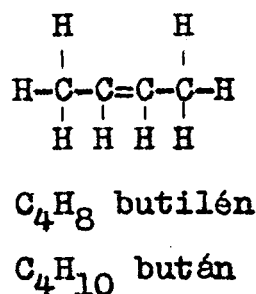
28. Egészítse ki a következő mondatot!

Az acetilén meggyújtva sárga, kormozó lánggal ég, mert
..... a széntartalma. 44

29. Egészítse ki! Telítetlen szénhidrogénekből készül pl. PVC, polietilén. Az etilén és acetilén a
..... ipar fontos nyersanyagai. 34



S E G I T Ő



31. Helyes válasz: egyes kötéssel, egy vegyértékkal

32. Helyes válasz: c/ egyéb telitetlen szénhidrogén

Ha válasza nem helyes menjen vissza 4-re, onnan olvassa újra!

33. Az acetilént brómos vizen átvezetve a brómos víz elszíntelenedik, az acetilén megköti a brómot.

Folytassa 17.-nél!

34. Az etilén és az acetilén a műanyagipar nyersanyagai.

35. Metán homológjai

Etilén homológjai

név	képlet	név	képlet
1. propán	C_3H_8	propilén	C_3H_6
2. bután	C_4H_{10}	butilén	C_4H_8
3. pentán	C_5H_{12}	pentilén	C_5H_{10}

Ha rossz a válasz, tanulmányozza át újra az 5. és 8. pontot, majd próbáljon javítani! Ha sikerült, térjen rá 11-re!

36. A telitetlen szénhidrogének kevesebb /b/ hidrogént tartalmaznak, mint az azonos szénatomszámú telített szénhidrogének. Folytassa 7.-nél!

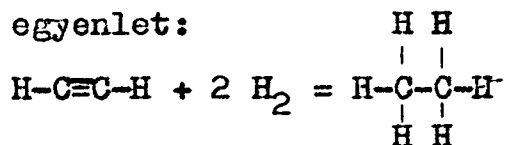
37. Az etilén és propilén azért nem telített szénhidrogének, mert molekulájukban két szénatom kettős kötéssel kapcsolódik egymáshoz. Ha nem jól válaszolt, menjen vissza 2.-ra és onnan folytassa!

38. Az acetilén előállítási egyenletéből a kalcium-hidroxid, $Ca(OH)_2$ hiányzott.

Folytassa 15.-nél!

39. Ha nem sikerül, kezdje újra 17.-nél!

A helyes egyenlet:



Ha jó az egyenlet, folytassa 22.-nél!

40. Az etilén homológ sorának általános képlete: C_nH_{2n} .

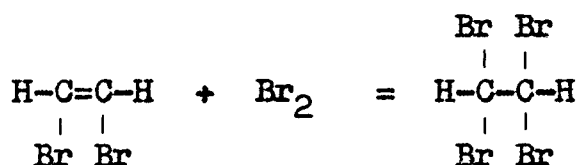
Könnyen észrevehető, hogy a hidrogénatomok száma kétszerese a szénatomok számának. Folytassa 9.-nél!

41. Az acetilén molekulájában két szénatom hármassal kapcsolódik egymáshoz, az etilén homológ sorában pedig kettős kötéssel. Folytassa 13.-nál!

42. Helyes válasz: a levegőben levő vízpárából és a karbidból az ismert reakció révén acetilén keletkezik.

Folytassa 16.-nál!

43. Ha nem sikerül, tanulmányozza újra 17-et, és utána próbálja felírni az egyenletet!



Ha jó az egyenlete, folytassa 19.-nél!

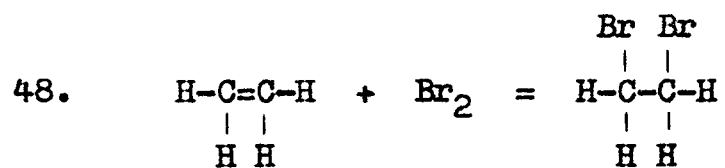
44. Az acetilén meggyújtva sárga kormozó lánggal ég, mert nagy a széntartalma. Folytassa 29.-nél!

45. Az etilén is képes addícióra, mert /c/ telítetlen szénhidrogén.

Folytassa 23.-nál!

46. Ha nem tudja, menjen vissza 26-ra!

47. b/ hidrogén felvétellel. Ha rossz a válasz, hasonlítsa össze az etán és az acetilén képletében a hidrogénatomok számát! A jó válasz után folytassa 21.-nél!



Folytassa 24.-nél!

49. Az acetilén savként viselkedik. Folytassa 26.-nál!

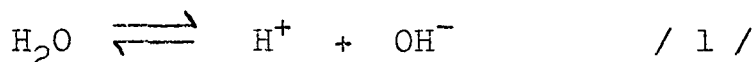
2. sz. M E L L É K L E T

A víz elektromos tulajdonságai

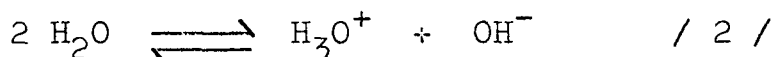
oktatóprogram

Név : Fogl Ilona

1. A kémiailag tiszta víz nagyon kismértékben vezeti az elektromos áramot, vagyis vannak benne töltéshordozók, elektromos töltéssel bíró ionok. A víz elektrolízis disszociációja - mely során az ionok keletkeznek - egyensúlyra vezető folyamat, azaz egységnyi idő alatt ugyanannyi vízmolekula disszociál ionokra, mint amennyi keletkezik a disszociált ionok újraegyesülése révén :



A hidrogénionok /protonok/ oldatban önmagukban nem léteznek, hanem egy disszociálatlan vízmolekulával H_3O^+ hidroxóniumiont képeznek. Ezért a fenti egyenlet csak formálisan helyes, a kémiai történetet jobban kifejezi a következő egyenlet :



2. Az egyensúlyra vezető kémiai folyamatokra alkalmazható a tömeghatás törvénye : a reakcióban keletkező termékek megfelelő hatványon vett koncentrációinak szorzata osztva a kiindulási anyagok megfelelő hatványon vett koncentrációinak szorzatával állandó hőmérsékleten és nyomáson állandó. Megfelelő hatvány : a reakcióegyenletben az illető anyag előtt szereplő együttható a hatványkitevő.
3. Irja fel a tömeghatás törvényét a víz disszociációját kifejező / 1 / folyamatra vonatkoztatva! A koncentrációkat zárójellel szokás jelölni, pl. $[\text{H}^+]$ jelenti a hidrogénionok koncentrációját. Az állandót jelölje K-val!

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

Ha nem biztos a hatványkitevőkben, nézze meg S1-et !

Ha elkészült, haladjon tovább !

4. A koncentrációt mol/lit egységben szokás megadni. Gondolja át, hogy mit jelent ez a koncentráció! Ha nem tudja, akkor nézze meg S2-t !

5. Mennyi a molaritása - azaz mol/lit - ben kifejezett koncentrációja - annak az oldatnak, melynek 1 literében 12 g NaOH-t oldottunk fel? / a NaOH molekulásúlya : 40 /
Ha nem tud nekikezdeni, segít S4.

$$\begin{array}{l} 40\text{g} \rightarrow 1\text{l} \\ 12\text{g} \rightarrow x \\ \hline x = \frac{12}{40} \cdot 1 = 0,3 \text{ mol/l} \end{array}$$

- Ha 0,3 mol/l lett az eredmény, jól dolgozott, haladjon tovább a programban. Ha nem ennyit kapott, nézze át újra a számolását és vegye igénybe S4-et !
6. A rövid kitérő után térjünk vissza a víz disszociációjához!

$$K = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} \quad / 3 /$$

Ez az egyenlet a tömeghatás törvényét fejezi ki a víz disszociációjára vonatkozóan. K neve : disszociációs konstans, egy anyagra nézve állandó azonos hőmérsékleten és nyomáson. / Ha 3.-nál nem így írta fel, javítsa ki !/

7. A kémiailag tiszta vízben szobahőmérsékleten csak kb. minden 50 milliomodik molekula disszociál, ezért olyan kicsiny az áramvezető képessége. Ha a kezdeti vízmennyiségből ilyen kevés molekula disszociál, akkor a víz koncentrációja gyakorlatilag nem változik, csak a keletkező ionok koncentrációja. Rendezze át úgy az egyenletet, hogy a víz koncentrációja a disszociációs konstans mellé kerüljön! Ha segítség szükséges : S6.

$$K \cdot [H_2O] = [H^+] \cdot [OH^-]$$

8. Az átrendezett egyenlet beloldalán mindkét tényező konstans, tehát szorzatuk is konstans. Jelöljük ezt a szorzatot K_v -vel, így az egyenlet :

$$K_v = [H^+] \cdot [OH^-] \quad / 4 /$$

K_v a víz ionszorzata, értéke pontosan meghatározható : vizes oldatban 20 fokon : $1,01 \cdot 10^{-14}$.

9. A / 4 / egyenlet szerint tehát 20 °C-on :

$$[H^+]/[OH^-] = 1 \cdot 10^{-14} \quad \text{/kerekítve/}.$$

Mennyi lehet külön-külön a hidrogénionok, illetve a hidroxidionok koncentrációja kémiaailag tiszta vízben ?

/amelyik választ helyesnek gondolja, húzza alá és ellenőrizze a segítőben, de először mindegyiket tanulmányozza át!/
a/ nem dönthető el, ha csak a szorzat értékét ismerjük S7

b/ mivel egy vízmolekulából egy-egy hidrogén-, illetve hidroxidion keletkezik, ezért mindkettő koncentrációja azonos, $1 \cdot 10^{-7}$. S8

c/ mivel egy vízmolekulából egy-egy ion keletkezik, ezért koncentrációjuk azonos lesz : $0,5 \cdot 10^{-14}$ S9

d/ mivel a H^+ ionsúlya 1, a OH^- ionsúlya 17, ezért ilyen arányban kell elosztani az $1 \cdot 10^{-14}$ értékét. S12

10. Savas, vagy lúgos közegben nem egyenlő számban vannak jelen a hidrogénionok és a hidroxidionok, tehát egyiknek sem lehet 10^{-7} a koncentrációja, mert a koncentrációk szorzata 20 fokon mindig 10^{-14} kell legyen.

Savas közegben vajon melyik ion koncentrációja nagyobb, és miért?

a/ a hidrogénionok koncentrációja nagyobb, mert a sav hidrogénionra és savmaradéokra disszociál S13

b/ a hidroxidionok koncentrációja nagyobb, mert a sav hidroxidionra és savmaradékra disszociál S14

c/ a hidroxidionok koncentrációja nagyobb, mert a sav hidroxidionokra és fémionokra disszociál S15

11. Mivel egy oldat savas, illetve lúgos jellege - azaz kémhatása - a hidroxid-, illetve hidrogénionok koncentrációjától függ, ezért a koncentrációk számértékei alkalmasak az oldatok kémhatásának jellemzésére. Mivel egyik ion koncentrációja egyértelműen meghatározza a másik ion koncentrációját is, ezért elég az egyik koncentráció ismerete. Megállapodás szerint a hidrogénionok koncentrációjával jellemezzük egy oldat kémhatását. Sørensen javaslata szerint a koncentráció számértéke helyett annak negatív, 10-es alapú logaritmusát használjuk, így igen egyszerűen

kifejezhető a tört szám. Az így megadott számérték neve : hidrogénexponens /exponens:kitevő/, vagy pH /ejtsd:"péhá"/.

A pontos definíció : $pH = -\lg/H^+/$

12. Mennyi lesz a kémiaileg tiszta, senleges kémhatású víz pH-ja?
 Ha matematikai segítség szükséges a számoláshoz : S16
 Ha tud logaritmussal számolni, könnyű dolga van, de ha nem biztos elképzelésében, nézze meg S17-et!

$$\begin{aligned}
 pH &= -\lg/H^+ \\
 pH &= -\lg/10^{-7}/ \\
 pH &= (-7) \cdot (-\lg/10/) \\
 pH &= (-7) \cdot (-1)
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 pH &= 7
 \end{aligned}$$

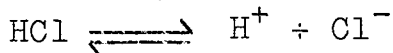
13. Láttuk, hogy savas közegben a hidrogénionok koncentrációja nagyobb, lúgos közegben pedig a hidroxidionok koncentrációja. Ha egy oldatban $/H^+/ = 10^{-4}$, akkor savas, vagy lúgos a közeg, és mennyi a pH értéke ?

- | | | | |
|----|--------|---------|-----|
| a/ | lúgos, | pH = 4 | S18 |
| b/ | lúgos, | pH = -4 | S19 |
| c/ | savas, | pH = 4 | S20 |
| d/ | savas, | pH = -4 | S21 |

14. Az eddigieket összefoglalva tudjuk, hogy a kémiaileg tiszta víz pH-ja 7, a savas kémhatású oldatoké kisebb, mint 7, a lúgos kémhatású oldatoké nagyobb, mint 7.
 A pH jelentése : $pH = -\lg/H^+/$

15. Próbáljunk kiszámítani egy pH-értéket !
 Mennyi a pH-ja a 0,01m HCl-oldatnak ? /0,01m annyi, mint 0,01mol/l/.
 Az erős savakra /pl. HCl, H₂SO₄/ és az erős bázisokra /pl. NaOH/ jellemző, hogy vizes oldatban gyakorlatilag teljes mértékben ionokra disszociálnak.

Tehát oldatunkban 0,01m a HCl koncentrációja. Disszociációja :



/csak formálisan, a valóságban itt sem hidrogénionok vannak az oldatban, de a pH szempontjából így egyszerűbb/

Mennyi lesz az oldatban a hidrogénionok koncentrációja ?

a/	0,01 mol/l	S22
b/	0,005 mol/l	S23
c/	0,001 mol/l	S24

16. Ha megállapítottuk $[H^+]$ értékét, akkor a logaritmusát kell kiszámítani. Ezért célszerűbb hatványalakban írni :

$$0,01 = 10^{-2}, \quad pH = -\lg 10^{-2} = 2.$$

Tehát a 0,01 m HCl-oldat pH-ja : 2.

17. Mennyi a pH-ja a 0,001 m NaOH-oldatnak ?

A nátrium-hidroxid disszociációja : $NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$

$$[OH^-] = 0,001 = 10^{-3} \quad |H^+| \cdot |10^{-3}| = 10^{-14}$$
$$H = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11}$$

Ha a hidrogénionok koncentrációjára nem tud következtetni : S25

$$pH = -\lg[H^+]$$
$$pH = -\lg[10^{-11}] \quad pH = (-11) \cdot (-1)$$
$$pH = 11$$
$$pH = -11(-\lg 10)$$

A helyes eredmény : pH = 11

Ha ennyit kapott, akkor jól dolgozott a programmal, haladjon 18.-ra!

Ha nem ennyi az eredmény, ekkor 15.-től olvassa újra a programot !

18. A pH-érték fontos jellemzője minden oldatnak - pl. az élő szervezetben lévő oldatoknak is - ezért nagyon fontos a fogalom pontos ismerete és biztos alkalmazása.

Folytassa tanulmányait a jegyzet 26. oldalán, a "pH gyors meghatározása" című résznél.

Ha a pH-val kapcsolatban bővebb ismeretekre kíván szert tenni, akkor a következő irodalmat ajánljuk :

Erdey-Gruz Tibor : Bevezetés a fizikai kémiaába .

Tankönyvkiadó / több kiadás/

Erdey-Gruz Tibor : Elméleti fizikai kémia

Tankönyvkiadó

S E G I T Ő

Név : Fogl Klara

A víz elektromos tulajdonságai

S1 Az egyenletben nincs együttható /pontosabban: minden együtt-
ható értéke 1 /, ezért minden koncentráció első hatványon
kell legyen, tehát kitevőt nem írunk.

S2 Egy oldat mol/l egységekben /l=liter/kifejezett koncentráció-
ja - azaz molaritása - annyi, ahány gramm-molekulasúlynyi
mennyiségű - azaz molnyi - anyag van oldva az oldat 1 literé-
ben. Biztos benne, hogy mi a gramm-molekulasúlynyi mennyiség?
Ha nem: S3. Ha tudja, folytassa a programot 5.-nél!

S3 Gramm-molekulasúlynyi mennyiség, vagy mol : az illető anyag
annyi grammja, amennyi az anyag molekulásúlya.
Folytassa a programot 5.-nél !

S4 A NaOH molja : 40 g .
Ha 40 g van 1 liter oldatban, akkor /NaOH/ = 1 mol/l
Ha 4 g van 1 liter oldatban, akkor /NaOH/ = ?
Folytassa! Ha nem sikerül : S5. Ha sikerül menjen vissza 5.-re!

S5 Ha 4 g van 1 literben, akkor /NaOH/ = 0,1 mol/l
Ha 12 g van 1 literben /NaOH/ = 0,3 mol/l
Menjen újra 5.-re !

S6 A jobboldalon nevezőben szereplő /H₂O/ baloldalt szorzó
lesz : $K \cdot /H_2O/ = /H^+ / \cdot /OH^- /$

S7 Matematikailag igaz van, de annyit tudunk, hogy csak azonos lehet a két koncentráció a kémiai tisztaságban, hiszen mindig ugyanannyi hidrogénion és hidroxidion keletkezik. Ennek ismeretében válaszoljon újra !

S8 Továbbhaladhat a programban, helyesen válaszolt !

S9 Kémiai igaz van, de a matematikában nem elég jártas! Az egyenlet baloldalán levő mennyiségek egyenlők, ezért így is írhatjuk: $[H^+] \cdot [OH^-] = [H^+]^2 = 10^{-14}$
Hogy fejezheti ki ebből $[OH^-]$ -t ?
Ha nem sikerül, segít S10.

S10 Vonjon négyzetgyököt az egyenlet mindkét oldalából!
Ha nem biztos benne, hogyan lehet a hatványból gyököt vonni, nézze meg S11-et !
Ha sikerül a négyzetgyökvonás, haladjon 10.-re !

S11 A négyzetgyökvonás a kitevő kettővel való osztását jelenti, tehát $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$
Haladjon 10.-re!

S12 Sajnos nem jó a válasza, bár elég jól gondolkodott. Ha nem molkoncentrációban, hanem pl. súlyszázalékban számolnánk, akkor igaz lenne. Mol/l-ben kifejezve éppen 17 g OH^- -tartalom egyenértékű 1 g H^+ -tartalommal. Ennek tudatában gondolja át, és válaszoljon újra!

S13 Helyesen válaszolt, lépjen 11.-re!

S14 Tévedett! A savak hidrogénből és savmaradékból állnak, és vizes közegben ezekre disszociálnak. A gimnáziumi tankönyvből tanulja újra a savak általános tulajdonságait, majd próbáljon újra válaszolni!

S15 Hibát vétett! A bázisok disszociálnak fémionra és hidroxidionra. A gimnáziumi tankönyvből nézze át a savak és bázisok általános jellemzését, majd válaszoljon újra!

S16 Egy X szám 10-es alapú logaritmusát a 10-nek azt a hatványkitevőjét jelenti, amelyre 10-et hatványozva X-et kapunk.
Pl: $\lg 1000 = \lg 10^4 = 4$, tehát tízezernek - azaz 10^4 -nek a 10-es alapú logaritmusát: 4. Ezután már könnyen boldogul a feladattal.

S17 Már látta, hogy a kémiailag tiszta vízben $[H^+] = 10^{-7}$. A pH pedig $-\lg[H^+] =$
Ha megoldotta, folytassa 13.-nál!

S18 ... számolta, de gondolja meg, hogy 10^{-4} , vagy 10^{-7} a nagyobb szám, vagyis a semlegesnél több, vagy kevesebb a hidrogénionok száma az oldatban. Válaszoljon újra!

S19 A -4 a 10^{-4} -nek a logaritmusát, de a pH definíció szerint a koncentráció negatív logaritmusát, tehát $-\lg 10^{-4} = 4$. Menjen vissza 10-re és figyelmesen olvassa újra onnan a programot, majd ismét válaszoljon.

S E G I T Ő

Név :

A víz elektromos tulajdonságai

S1 Az egyenletben nincs együttható /pontosabban: minden együtt-
ható értéke 1 /, ezért minden koncentráció első hatványon
kell legyen, tehát kitevőt nem írunk.

S2 Egy oldat mol/l egységekben /l=liter/kifejezett koncentráció-
ja - azaz molaritása - annyi, ahány gramm-molekulasúlynyi
mennyiségű - azaz molnyi - anyag van oldva az oldat 1 literé-
ben. Biztos benne, hogy mi a gramm-molekulasúlynyi mennyiség?
Ha nem: S3. Ha tudja, folytassa a programot 5.-nél!

S3 Gramm-molekulasúlynyi mennyiség, vagy mol : az illető anyag
annyi grammja, amennyi az anyag molekulásúlya.
Folytassa a programot 5.-nél !

S4 A NaOH molja : 40 g .
Ha 40 g van 1 liter oldatban, akkor /NaOH/ = 1 mol/l
Ha 4 g van 1 liter oldatban, akkor /NaOH/ = ?
Folytassa! Ha nem sikerül : S5.Ha sikerül menjen vissza 5.-re!

S5 Ha 4 g van 1 literben, akkor /NaOH/ = 0,1 mol/l
Ha 12 g van 1 literben /NaOH/ = 0,3 mol/l
Menjen újra 5.-re !

S6 A jobboldalon nevezőben szereplő /H₂O/ baloldalt szorzó
lesz : $K \cdot /H_2O/ = /H^+ \cdot /OH^-/$

S7 Matematikailag igaza van, de annyit tudunk, hogy csak azonos lehet a két koncentráció a kémiailag tiszta vízben, hiszen mindig ugyanannyi hidrogénion és hidroxidion keletkezik. Ennek ismeretében válaszoljon újra !

S8 Továbbhaladhat a programban, helyesen válaszolt !

S9 Kémiailag igaza van, de a matematikában nem elég járatos! Az egyenlet baloldalán levő mennyiségek egyenlők, ezért így is írhatjuk: $[H^+] \cdot [H^+] = [H^+]^2 = 10^{-14}$
Hogy fejezheti ki ebből $[H^+]$ -t ?
Ha nem sikerül, segít S10.

S10 Vonjon négyzetgyököt az egyenlet mindkét oldalából!
Ha nem biztos benne, hogyan lehet a hatványból gyököt vonni, nézze meg S11-et !
Ha sikerül a négyzetgyökvonás, haladjon 10.-re !

S11 A négyzetgyökvonás a kitevő kettővel való osztását jelenti, tehát $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$
Haladjon 10.-re!

S12 Sajnos nem jó a válasza, bár elég jól gondolkodott.
Ha nem molkoncentrációban, hanem pl. súlyszázalékban számolnánk, akkor igaza lenne. Mol/l-ben kifejezve éppen 17 g OH^- -tartalom egyenértékű 1 g H^+ -tartalommal.
Ennek tudatában gondolja át, és válaszoljon újra!

S13 Helyesen válaszolt, lépjen 11.-re!

S14 Tévedett! A savak hidrogénből és savmaradékból állnak, és vizes közegben ezekre disszociálnak. A gimnáziumi tankönyvből tanulja újra a savak általános tulajdonságait, majd próbáljon újra válaszolni!

S15 Hibát vétett! A bázisok disszociálnak fémionra és hidroxidionra. A gimnáziumi tankönyvből nézze át a savak és bázisok általános jellemzését, majd válaszoljon újra!

Egy X szám 10-es alapú logaritmusát a 10-nek azt a hatványkitevőjét jelenti, amelyre 10-et hatványozva X-et kapunk.

S16 Pl: $\lg 1000 = \lg 10^4 = 4$, tehát tízezernek - azaz 10^4 -nek a 10-es alapú logaritmusát: 4. Ezután már könnyen boldogul a feladattal.

S17 Már látta, hogy a kémiaiilag tiszta vízben $[H^+] = 10^{-7}$. A pH pedig $-\lg [H^+] =$
Ha megoldotta, folytassa 13.-nál!

S18 A pH-t jól számolta, de gondolja meg, hogy 10^{-4} , vagy 10^{-7} a nagyobb szám, vagyis a semlegesnél több, vagy kevesebb a hidrogénionok száma az oldatban. Válaszoljon újra!

S19 A -4 a 10^{-4} -nek a logaritmusát, de a pH definíció szerint a koncentráció negatív logaritmusát, tehát $-\lg 10^{-4} = 4$. Menjen vissza 10-re és figyelmesen olvassa újra onnan a programot, majd ismét válaszoljon.

S20 Jól válaszolt, tovább haladhat !

S21 Az oldat tényleg savas, mert több benne a hidrogénion. De a 10^{-4} számérték logaritmusát nem jól számolta! $\lg 10^{-4} = -4$, ez igaz, de a pH az a koncentráció negatív logaritmus, és $pH = -(-4) = 4$! Javítsa ki és haladjon 14.-re !

S22 Helyes, haladjon 16.-ra !

S23 Tévedett! Minden egyes HCl-molekulából 1-1 ion keletkezik, tehát az eredeti HCl-koncentráció és a disszociáció utáni hidrogénion-koncentráció megegyezik. Válaszoljon újra !

S24 Nem helyes a válasza! Ön szerint csak minden tizedik molekula disszociál, a valóságban pedig gyakorlatilag mindegyik. Válaszoljon újra !

S25 Mivel $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$, $[OH^-]$ ismeretében $[H^+]$ is kiszámítható. Ha nem sikerülne, segít S26.

S26 Az 0,001m NaOH-oldatban $[OH^-] = 0,001 = 10^{-3}$. Mivel $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$, ezért $[H^+] \cdot 10^{-3} = 10^{-14}$. Ebből mennyi lesz a hidrogénion-koncentráció? Ha nem tud a hatvánnyal számolni : S27.

$[H^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11}$ Mennyi ekkor a pH ? Ha nem tudná kiszámolni, menjen vissza 15.-re!

1. A pH fogalma képlettel és szóval is

a/ $pH =$

b/

2 p.

2. Határozza meg az a/ és b/ pH-értéket, és írja alá az erősebbet nevező kényszerítést, ha

a/ oldatban $[H^+] = 10^{-6}$ mol/l $pH =$

b/ oldatban $[H^+] = 10^{-4}$ mol/l $pH =$

3 p.

3. Mely oldat pH-ja 8. Mennyi az oldatban a hidrogénionok koncentrációja, és mennyi a hidroxidionok koncentrációja, ha az oldat hőmérséklete $20^\circ C$?

2 p.

4. Milyen irányú a víz ionokra a vízben ?

1 p.

5. Mennyi a pH-ja a $0,001$ mol/l koncentrációja, $20^\circ C$ hőmérsékletű ammónium-szulfát / NH_4^+ , az oldatoldatban, hogy teljes mértékben ionos állapotban ?

2 p.

6. Ezt vizsgálja oldat pH-ját látni. Melyek a következők, hogy az oldat, vagy az oldat állapotát az illető oldat?

a/ $pH = 3$

b/ $pH = 4$

c/ $pH = 13$

d/ $pH = 0$

e/ $pH = 5$

f/ $pH = 10$

2 p.

3. sz. M E L L É K L E T

I. program

Név:

Csoport:

1. Egy vizsgált szerves vegyület elemi analízis adatai:

C : 85,7 % H : 14,3 % , molekulasulya : 112

Határozza meg a vegyület összegképletét !

Ha nem tud elindulni, nézze meg S1-et !

Ha elkészült, menjen S6-ra !

2. Vegyületünk szerkezetét kell megállapítani. A meghatározott összegképlet alapján döntse el, melyik vegyületcsoport /ok/ba tartozhat !

- | | |
|--|-----|
| a/ telített nyíltláncu szénhidrogén | S7 |
| b/ telítetlen nyíltláncu szénhidrogén | S8 |
| c/ telítetlen gyűrűs szénhidrogén | S9 |
| d/ telített elágazó láncu szénhidrogén | S7 |
| e/ telített gyűrűs és telítetlen nyílt-
láncu szénhidrogén is lehet | S10 |
| f/ telített gyűrűs szénhidrogén | S8 |
| g/ telítetlen gyűrűs és telítetlen
kétszeresen elágazó láncu szénhidro-
gén is lehet | S11 |

3. Ismerve, hogy melyik vegyülettípusokba tartozhat a vizsgált anyag, el kell dönteni a ténylegeset. Ezért az anyagot hidrogénezni próbáljuk. A kísérlet azt mutatja, hogy a vizsgált anyag erélyes körülmények - nyomás, magas hőmérséklet, katalizátor - között képes mólónként egy mól hidrogént felvenni. Így tehát :

a/ telített gyűrűs szénhidrogén S12

b/ telítetlen nyíltláncu szénhidrogén S13

4. Próbálja felírni a lehetséges izomereket, bizonyára gondolt már rá, hogy többféle szerkezet is megfelel az eddigi feltételeknek.

Ha úgy gondolja, mindet felírta, haladjon tovább!

5. Anyagunkat tovább vizsgálva kiderült, hogy oldatban is optikai aktivitást mutat. Ez a tulajdonság mire vezethető vissza, mi lehet az oka?

a/ az anyag kristályszerkezete S14

b/ a molekula szimmetrikus szerkezete S15

c/ a molekula aszimmetrikus szerkezete S16

d/ aszimmetriás szénatom(ok)/ van/nak/ a
molekulában S17

e/ Nincs aszimmetriás szénatom a mole-
kulában S18

6. Keresse meg a lehetséges izomerek közül azokat, amelyek a legutolsó feltételnek is megfelelnek, azaz optikailag aktívak lehetnek ! Csak a neveiket sorolja fel !
7. További kémiai vizsgálatokkal keressük a végső megoldást. Tudjuk, hogy erélyes körülmények között mólónként egy mól hidrogént vesz fel vizsgált anyagunk. Azt is sikerült megállapítani, hogy e hidrogenolízis folyamán 2-metil-heptán is keletkezik. Válassza ki az előzőleg felírt izomerekből azokat, melyeknek hidrogenolízise során keletkezhet 2-metil-heptán ! Több ilyen vegyület van, ha csak egyet-kettőt talál, segít S19.
8. Tapasztaltuk, hogy a hidrogenolízis csak erélyes körülmények közt megy végbe. Lehet-e ez alapján a fenti vegyületek közül néhányat kizárni ?
- | | |
|--|-----|
| a/ nem lehet | S20 |
| b/ a ciklopropán származékot | S21 |
| c/ a ciklohexán származékot | S22 |
| d/ a ciklopentán és ciklohexán származékot | S23 |
| e/ a ciklobután és ciklopropán származékot | S24 |
| f/ a ciklobután származékot | S21 |
- Ha nincs elképzelése, ne totózzon, nézze meg S25-t !

9. Már csak néhány izomer jöhet szóba, próbáljuk tovább szűkíteni a kört. A vizsgált anyagot dehidrogénezésnek vetjük alá. A reakció végbemegy, a keletkező anyag aromás szénhidrogén jelleget mutat. Ezek szerint vegyületünk :

a/ ciklopentán származék	S26
b/ 1,3-dimetil-ciklohexán	S27
c/ 1,1,2-trimetil-ciklopentán	S28
d/ 1,4-dimetil-ciklohexán	S29
e/ 1-etil-3-metil-ciklopentán	S28
f/ 1,2-dimetil-ciklohexán	S29
g/ etil-ciklohexán	S29

10. Most már csak azt kell eldönteni, hogy a felderített szerkezet lehetőséget ad-e további izomerek létezésére ?

a/ nem	S30
b/ geometriai izomerek lehetnek	S31
c/ helyzeti izomerek lehetnek	S32

S E G I T Ő

Név :

Csoport :

- S1. Ossa el az analízisnél kapott százalékos értéket az illető elem atomsúlyával, így kap két viszonyszámot. Mire utalhatnak ezek a számok? Ha nem tudja folytatni, segít : S2
- S2. A kapott számok : C : 85,7 : 12 = 7,15 illetve
 H : 14,3 : 1 = 14,3
 Próbálja ezeket a számokat egyszerűsíteni, amennyire lehet. Így már könnyen látható, hogy mire utalnak, ha mégsem látná:
 S4
- S4. Egyszerűsítés : 14,3 : 7,15 = 2, azaz az atomok aránya a molekulában : C:H = 1:2 . De az atomok számáról ez még nem ad felvilágosítást, ezért írjuk így : C_nH_{2n} . Hozzuk kapcsolatba a molekulasúlyal! Ha nem megy : S5
- S5. A molekulasúlyt az atomsúlyok összegének tekinthetjük :
 $n \cdot 12 + 2n \cdot 1 = 112$. Az egyenletet megoldva, megkapjuk a vizsgált vegyület összegképletét. Ha kiszámolta, menjen S6-ra !
- S6. $n = 8$, azaz a képlet : C_8H_{16} . Ha ezt kapta, menjen a program 2. pontjára, ha nem, akkor számolja át újra, felhasználva a segítőket !
- S7. Válasza nem jó ! Gondoljon a vegyületcsoport általános képletére, és az eltérést figyelembe véve próbáljon újra válaszolni !
- S8. Válasza helyes, de gondolja át még egyszer, vajon csak ez a vegyületcsoport felelhet meg a vizsgált anyag összegképletének ?
- S9. Válasza nem helyes ! Bár még részletesen nem hallott ezekről

a vegyületekről, de bizonyára fel tud írni néhányat. Milyen általános képletnek felel meg összetételük ?

- S10. Válasza helyes, haladjon tovább a programban !
- S11. Nem jó ! Próbáljon ilyen vegyületet felírni, és vizsgált anyagunk C_nH_{2n} általános képletét alkalmazni rá !
- S12. Helyesen válaszolt, mert a gyűrűhasításhoz erélyes körülmények szükségesek. Haladjon tovább a programban !
- S13. Nem helyes, mert a telítetlen szénhidrogének viszonylag könnyen telíthetők hidrogénnel / addíció /. Menjen S12-re !
- S14. Nem jó, mert vizsgált anyagunk oldott formában is optikailag aktiv. Ezért ne a kristályszerkezetben keresse az okot, hiszen oldáskor a kristályszerkezet szétesik.
- S15. Nem helyes, de próbáljon a szimmetria körül gondolkozni !
- S16. Helyes, haladjon tovább a programban !
- S17. Majdnem jó, de ez milyen szerkezetnek lehet az oka ? A molekula speciális szerkezete okozza az optikai aktivitást. Ezen gondolkodjon !
- S18. Nem lehet ! Metánban, etánban például van ? Egyik sem aktiv !
- S19. Ilyen vegyületek : 1-etil-3-metil-ciklopentán; 1-etil-2,2-dimetil-ciklobután; 1,3-dimetil-ciklohexán; 1-etil-2-/1-metil-etil/-ciklopropán; 1,1,2-trimetil-ciklopentán. Gondolja át, hogy ezek a vegyületek miért felelnek meg a feltételeknek, majd folytassa a programot !
- S20. Helytelen a válasza ! Gondoljon a különböző tagszámú gyűrűk energiatarományára !

- S21. Igaza van, de nem lehet-e többet is ? Gondolkozzon még !
- S22. Nem helyes, a ciklohexán stabil vegyület, csak erélyes körülmények között jöhet létre hidrogenolízis.
- S23. Nem helyes, mindkettő csak erélyes körülmények között hajlandó hidrogenolízisre.
- S24. Helyes, e két vegyület könnyebben hidrogénezhető, míg a ciklopentán és a nagyobb tagszámú gyűrűk csak nehezen. Tehát vegyületünk alapváza legalább 5 tagú gyűrű.
- S25. A három és négy tagszámú gyűrű kevésbé stabil, mint a nagyobb tagszámúak, enyhe körülmények közt is felhasíthatók, míg öt tagszámtól kezdve csak erélyes körülmények között.
- S26. Nem helyes, gondoljon arra, hogy melyek az aromás szénhidrogének !
- S27. Nagyon helyes ! Ez dehidrogénezve m-xilolt, azaz 1,3-dimetil-benzolt ad, ami pedig aromás vegyület. Ciklopentánból nem lehet aromás gyűrűt létrehozni.
- S28. Ciklopentánból nem lehet aromás gyűrűt kialakítani. Melyik vegyület az aromások alapvegyülete - arra gondoljon !
- S29. Meggondolatlan válasz ! már láttuk, hogy ezt a molekulát felhasítva nem lehet belőle 2-metil-heptán.
- S30. De igen ! Gondolja végig az izoméria fajtáit !
- S31. Igaza van. Rajzolja le az 1,3-dimetil-ciklohexán lehetséges szerkezeteinek térszerkezeti képleteit ! / kettőnél több van /
Ha elkészült, menjen S34-re !

S32. Nem lehetnek, már tisztáztuk, hogy 1,3-dimetil-ciklohexán az anyag.

S34. A fenti szerkezetekből optikailag aktív :

- | | |
|--------------|-----|
| 1. cisz ee | S35 |
| 2. transz ea | S36 |
| 3. transz ae | S36 |
| 4. cisz aa | S35 |

S35. Nem, mert szimmetriasik fektethető át a molekulán !

S36. Helyes, sikerrel fejezte be feladatát !

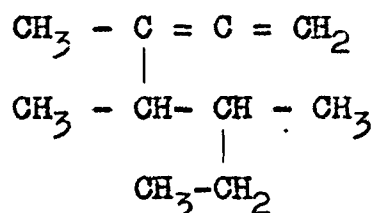
•

4. sz. M E L L É K L E T

- " 1. Átkristályosítás céljára az a jó oldószer, amelyik
1. bármely hőmérsékleten jól oldja anyagunkat
 2. molekulaszervezete nem hasonlít az oldandó anyagéhoz
 3. oldó hatása jelentősen függ a hőmérséklettől
 4. forráspontja közel van az oldandó anyag olvadáspontjához
 5. molekulaszervezete hasonló az oldandó anyagéhoz, s így azt bármely hőmérsékleten jól oldja

2. Az előző kérdésre a helyes válasz a 3., vagyis az olyan oldószer jó, amelynek oldó hatása erősen függ a hőmérséklettől. Az oldás során általában melegítéssel segítjük az oldódást, és lehűtéssel a kristályosodást, ezért arra van szükség, hogy az oldékonyság magasabb hőmérsékleten jelentősen nagyobb legyen, így lesz legkisebb a veszteség egy kristályosításnál. Haladjon a következő kérdésre !

3. Melyik a helyes elnevezése a következő vegyületnek :

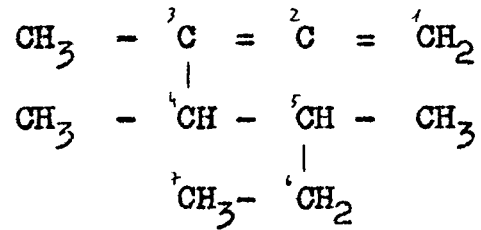


1. 3,4-dimetil-5-etil-1,2-hexadién
2. 5-etil-3,4-dimetil-1,2-hexadién
3. 3,4,5-trimetil-5,6-heptadién
4. 5-etil-3,4-dimetil-heptadién-1,2
5. 3,4,5-trimetil-1,2-heptadién

4. A helyes válasz :5. : 3,4,5-trimetil-1,2-heptadién

Először meg kell keresni a leghosszabb láncot, majd megszámozni attól a végétől, amelyhez közelebb van a telítetlen kötés. Ha ez kész, a szubsztituens-sorrendet az ABC alapján megállapítjuk - nem véve figyelembe a di-, és tri- előtagot.

A név megszerkesztésekor először a szubsztituenseket soroljuk fel, majd az alapvegyület neve előtt a telítetlen kötések helyét jelző számokat, s csak azután alapvegyület nevét !
Nézze meg még egyszer figyelmesen a képletet, majd haladjon tovább !



"

5. sz. M E L L É K L E T

NÉV :

OSZTÁLY :

A S Ó K K É P Z Ő D É S E

A tálcán egy kémcsőben hig kénsavat találsz, oldj fel benne kevés kalciumot és mutasd ki a keletkező gázt égő gyújtópálca segítségével !

A kémcsőben levő oldatot párold be !

Ird le a tapasztaltakat !

Milyen kémiai változás során keletkezett a hidrogén ?

Ird fel az előbbi kémiai átalakulás egyenletét !

Ha nem tudsz elindulni, segít S1 !

Ha úgy érzed, jól irtad fel, nézd meg S4-et !

Az előbb felírt egyenletben mindegyik vegyület és elem fölött tüntesd fel jellemüket ! Ha kész vagy, nézd meg S5-öt !

A kipontozott helyeket töltsd ki !

A keletkezett vegyület / CaSO_4 / a következő alkotórészekből áll :

1. 2.

Tehát a vegyület neve : -

Ha nem sikerül, segít S6 !

Kémiai Tanszék 50 pld.

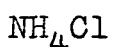
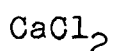
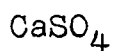
5. Írd fel a kalcium sósavban való oldásának egyenletét !
/ hasonló a kénsavban oldáshoz /

Remélem könnyen ment, ha nem vagy biztos benne, segít S8 !

6. Írd fel a keletkezett vegyület nevét !

Ha esetleg nem sikerül, nézd meg S9-et !

7. A kalcium-szulfáthoz és a kalcium-kloridhoz hasonló vegyület az ammónium-klorid / NH_4Cl /.



Milyen hasonlóságot látsz közöttük ?

- a/ mindegyikben van pozitív fém S 11
b/ mindegyikben van negatív savmaradék S 12
c/ mindegyikben van pozitív alkotórész S 12
d/ mindegyik negatív savmaradékból és pozitív fémből, illetve pozitív ammónium-atomcsoportból épül fel S 13

A most megismert három anyag és sok más hasonló vegyület alkotja a sók csoportját.

Azokat a vegyületeket, amelyek pozitív fémből / vagy pozitív ammónium-atomcsoportból / és negatív savmaradékból állnak, sók nak nevezzük.

8. Töltsd ki !

+

-

S Ó K :

11. Sokféle sót ismerünk, például :

nátrium-klorid, réz-szulfát, nátrium-szulfát,
ammónium-nitrát, stb.

Ha van még időd, írd fel a fenti sók tapasztalati és szerkezeti képletét ! / szorgalmi feladat /

Név :

Osztály :

S E G I T Ő

- S1 Helyettesítés volt a folyamat ! Ird fel a kiindulási anyagok képleteit, és próbáld felírni az egyenletet !
Ha nem megy, segít S2 !
- S2 Az egyik keletkező anyagot kimutattuk : hidrogén.
Igy már az egyenletből csak egy anyag képlete hiányzik, próbáld meg kikösködni !
Ha esetleg nem sikerülne, segít az S4 !
- S4 A helyes egyenlet : $\text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2$
Ha nem jó, javítsd ki, azután haladj tovább a programban!
- S5 $\overset{+}{\text{Ca}} + \overset{+}{\text{H}}_2\overset{-}{\text{S}}\overset{-}{\text{O}}_4 = \overset{+}{\text{C}}\overset{-}{\text{a}}\overset{-}{\text{S}}\overset{-}{\text{O}}_4 + \overset{+}{\text{H}}_2$
Ha nem így irtad, javítsd ki !
A hidrogén és a kalcium is pozitív jelleműek, miért játszódtott le mégis a helyettesítési folyamat ? / választ ird a program 4. kérdése után ! /
- S6 A keletkezett vegyület pozitív kalciumból és negatív szulfát-atomcsoportból áll. Igy már könnyen fel tudod írni a nevét. Ha nem vagy biztos a helyes névben, nézd meg S7-et !
- S7 A keletkezett vegyület neve : kalcium-szulfát .
Folytasd a programot a 6. kérdésnél !
- S8 A helyes egyenlet : $\text{Ca} + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2$
- S9 A vegyület képlete : CaCl_2
alkotórészei : pozitív kalcium
negatív klorid-savmaradék

Igy már könnyű felírni a vegyület nevét, ha nem vagy biztos benne, segít S10 !

S10 A vegyület neve : kalcium-klorid

Haladj tovább a programban !

S11 Majdnem jó, de gondold csak az ammónium-kloridra, amelynek molekulájában a pozitív alkotórész nem fém, hanem ammónium-atomcsoport. Próbálj újra válaszolni !

S12 Nagyon helyes, de nézd meg még egyszer, van más hasonlóság is ! Ha megtaláltad, válaszolj újra !

S13 Nagyszerűen válaszoltál !!! Már meg is tanultad egy új vegyületcsoport, a sók általános összetételét !
Folytasd a programot !

6. sz. M E L L É K L E T

```
10 REM ADATOK ATLAGH ES SZORASH
20 DIM X(100)
30 INPUT N
40 FOR I=1 TO N
50 INPUT X(I)
60 NEXT I
70 REM ADATOK ATLAGH
80 S=0
90 FOR I=1 TO N
100 S=S+X(I)
110 NEXT I
120 M=S/N:PRINT "M=";M
130 REM ADATOK SZORASH
140 S=0
150 FOR I=1 TO N
160 S=S+(X(I)-M)**2
170 NEXT I
180 D=SQR(S/N):PRINT "D=";D
190 END
```

```
10 REM T-PROBH
20 DIM X(100),Y(100)
30 INPUT N,M
40 FOR I=1 TO N
50 INPUT X(I)
60 NEXT I
70 FOR J=1 TO M
80 INPUT Y(J)
90 NEXT J
100 S1=0
110 FOR I=1 TO N
120 S1=S1+X(I)
130 NEXT I
140 M1=S1/N:PRINT "M1=";M1
150 S2=0
160 FOR J=1 TO M
170 S2=S2+Y(J)
180 NEXT J
190 M2=S2/M:PRINT "M2=";M2
200 S1=0
210 FOR I=1 TO N
220 S1=S1+(X(I)-M1)^2
230 NEXT I
240 D1=SQR(S1/N):PRINT "D1=";D1
250 S2=0
260 FOR J=1 TO M
270 S2=S2+(Y(J)-M2)^2
280 NEXT J
290 D2=SQR(S2/M):PRINT "D2=";D2
300 T=(M1-M2)/SQR((S1+S2)*(N+M)/((N+M-2)*N*M))
310 PRINT "T=";T
320 END
```