

A GIMNAZIUMI FIZIKAI GYAKORLATI ÓRÁK VEZETÉSÉNEK
SZAKMODSZERTANI KÉRDÉSEI

Bölcsészdoktori értekezés

A Szegedi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karához
benyújtja:

MAKAI LAJOS
egyetemi adjunktus



Diss.

B 343



Az oktatásügyi miniszter az 1955-56. tanévben az általános gimnázium reális tagozatában bevezette -többek között- a fizikai gyakorlati órákat (1). Erre, az utasítás szerint, a politechnikai oktatás elemeinek a gimnáziumi általános képzésben való megvalósítása érdekében volt szükség.

A miniszter idézett utasításában foglaltak megvalósulása minden bizonnyal csak hosszabb idő múlva érezteti jó hatását a gimnáziumi fizikatanítás fejlődésében; a rendelet megjelenését ettől függetlenül jelentős lépésnek tekinthetjük, mert 1./ tízéves szünet után ismét rendszeres kísérletezési lehetőséget biztosít a tanulók számára és ezáltal megszünteti a korszerű fizikatanítás kibontakozásának útjában álló egyik régóta érezhető akadályt, a tanulói kísérletezés hiányát; 2./ alapot szolgáltat ahhoz is, hogy a gimnáziumi fizikatanítás az eddiginél nagyobb mértékben járuljon hozzá a gimnázium általános nevelési célkitűzéseinek megvalósításához és 3./ sokat tehet annak érdekében, hogy a tanulók az életre felkészültebben hagyják el az érettségi után a gimnáziumot.

Ha a gyakorlati órák jelenlegi bevezetését az elmúlt néhány évtized formailag sokszor hasonló próbálkozásaihoz viszonyítjuk, akkor azt is megállapíthatjuk, hogy ezen a sajátos területen a jelenlegi elgondolás értékes előrehaladást is jelent, mert nemcsak a fizika iránt valamilyen oknál fogva az átlagosnál jobban érdeklődőket vonja be a fizikatanítás szempontjából is annyira jelentős tanulói kísérletező munkába, hanem azt a reális tagozat minden tanulója számára kötelezővé teszi.

=====

(1) Az oktatásügyi miniszter 45/1955 (O.K.11) OM. számú utasítása az általános gimnázium 1955-56. tanévi óratervéről. (Oktatásügyi Közlöny III.évf. 11.szám, 135.old., 1955.VI.1.)

Tisztában kell azonban lennünk azzal, hogy a rendelet megjelenése ennek a több tekintetben újszerű fizikatanításnak csupán a megindulási lehetőségét biztosította és önmagában még nem jelenti a kérdés gyakorlati megvelősülését is. Az eredményekben gazdag kibontakozáshoz a továbbiakban még inkább szükség lesz a fizikatanítást irányító tényezők hatásos szellemi és anyagi segítségére, mindenek előtt pedig a fizikatanárok lelkes munkájára. Természetesen kell tartanunk, hogy a gyakorlati órák -egyelőre remélt- jó hatása csupán sok, a rendelettel szinte egyidőben felszínre került elvi, szak módszertani és a tárgyi feltételeket biztosító részletkérdés megoldása után várható, ami lényegében azt jelenti, hogy az új elgondolás hasznos volta csak néhány év múlva lesz a most még talán hirtelen kiemelkedő eredményeket várók, vagy az elkerülhetetlen kezdeti nehézségek láttán könnyebben csüggedők előtt is kézzelfogható.

Már a gyakorlati órák bevezetését megelőzően felmerültek azok az általános nevelési problémák, amelyek egyikének - másikának megoldása érdekében a miniszteri rendelet megszületett. Főképpen a Szovjetunióban kialakulóban lévő politechnikai oktatás általános neveléstudományi kérdéseivel kapcsolatban váltak elevenné az elmúlt évek alatt itthon lezajlott pedagógiai viták, amelyek nemcsak az új elképzeléseket kívánták nevelőinkkel megismertetni, hanem egyidejűleg keresték a hazai körülményeknek megfelelő megoldási lehetőségeket is. Kár, hogy e viták során, a hazai megoldások keresése közben olykor az indokolhatónál nagyobb mértékben szorgalmazták a más iskolai alapra épülő próbálkozások változatlan formában történő átvételét és kevés figyelmet fordítottak a régebbi és újabb itthoni tapasztalatokra.

Az még nem állitható, hogy már minden tekintetben megnyugtató megoldás birtokában vagyunk, annyi azonban ezen a téren is történt, amennyi az érdemleges gyakorlati munka meginditá-

sához szükséges szakmódszertani problémák (mint pl. a gyakorlati órák tartalmi, szervezési és vezetési kérdései) elsődleges rendezéséhez elegendő. Már az elmúlt esztendőben lehetővé vált, hogy -az oktatásügyi miniszter rendeletére- a legfontosabb gyakorlati szakmódszertani kérdésekkel foglalkozó és 120 tanulói kísérletezésre alkalmas munkafeladatot tartalmazó utmutató (2) megjelenjék.

Ez a szerény tanulmány egy lépéssel tovább szeretne jutni, amikor célul tűzi fizikatanításunk és a fizikai gyakorlatok hazai multjának a szükséges tanulságok levonása érdekében történő vázlatos feltárását és a politechnikai nevelés egyes kérdéseinek ismételt megfontolását, hogy ezáltal az újonnan bevezetett fizikai gyakorlati órákat hatásosabban építhessük be kialakulóban lévő új fizikatanítási rendszerünkbe.

Mindezekután a sokoldalú megvitatás reményében tárjuk az érdeklődők elé azokat a szakmódszertani megoldásokat, amelyek az előbb említett vizsgálatok eredményei és fizikatanításunk jelen helyzetének figyelembevétele alapján reálisaknak látszanak, és amelyeket nagyjából a már említett utmutató egyik része is tartalmaz.

=====

(2) MAKAI LAJOS: Utmutató általános gimnáziumi fizikai gyakorlatok vezetéséhez (Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 1956, 372 oldal)

A gyakorlati órákon a tanulók kísérleteznek, mérnek. Ennek jelentősége helyesen akkor mérhető fel, ha egyrészt a tanulói kísérletezést mint oktatási módszert fizikatanításunk mai rendszerének egészében vizsgáljuk, másrészt -legalább vázlatosan- azt is felderítjük, hogy milyen úton jutottunk a mai helyzethez, hiszen mai fizikatanításunk minden tekintetben hosszú fejlődési folyamatnak az eredménye; tehát sok szál fűzi a multhoz, egyuttal azonban kiinduló pontja a jövő alakulásának is. A mult és jövő közötti haladást jelentő átmenetet a megfontolt mérlegeléssel elavultnak ítélt megoldások elhagyása, a hibásnak bizonyult eljárások javítása és a hasznosnak mutatkozó külső hatások megfelelően formált átvétele biztosíthatja.

Ismeretes, hogy a XVIII. század utolsó negyedéig közép-foku iskoláinkban a fizika nem szerepelt a tantárgyak között. Még ott is, ahol a filozófiai tagozaton találkozunk fizika elnevezésű tantárggyal, azt -tartalmát tekintve- alig azonosíthatjuk azzal, amit ma fizikának mondunk, mert ebben a korban a szó még megtartotta ARISTOTELES (384-322) által kifejtett értelmét: "Physica est rerum naturalium scientia", tehát tartalmazta mindazt, amit a természettel kapcsolatban ARISTOTELES óta a filozófusok, teológusok, skolasztikusok kigondoltak (3).

A tárgy tartalmi köre az akkori idők tankönyvei alapján mérhető fel. Jellemző példa lehet AMOS COMENIUS (1592-1670) Physica c. tankönyve, amelynek főbb fejezetei a következők: a világ teremtésének gondolata; a világ látható alapelveiről; az anyagról, a lélekről és a fényről; a testek mozgásáról; a testek tulajdonságairól; a testek változásairól; az elemekről; az éterről; a levegőről; a vizről és a földről; a gőzökről; a szilárd anyagokról, azaz a csillagokról, meteorokról és ásványokról; a növényekről; az állatokról; az emberről; az angyalokról.

=====

(3) LOCZKA ALAJOS: A kémia tanításának története. (Fizikai és Kémiai Didaktikai Lapok, V. és következő évfolyamok)

Mivel ARISTOTELES tekintélye ebben a korban még sértetlen volt és mert a skolasztikus fizika nem ismerte el a tapasztalásnak mint a megismerés forrásának az értékét, a fizika iskolai tanításának a módszere sem lehetett más, mint a filozófiai tárgyak tanításának a módszere: a dogmáknak tekintett fizikai ismeretanyag kétkedést és vitát nem tűrő szóbeli előadása. Mivel ebben a dogmatikus fizikatanításban kísérletezésről nem volt szó, még egyszerűen tisztázható tárgyi tévedések is hosszú időn keresztül az oktatásban felderítetlenek maradtak, nem is beszélve arról, hogy ez a lélektelen -és a mai értelemben vett fizikától teljesen idegen- tanítási mód milyen kevésbé lehetett a természet megismerése szempontjából eredményes és gyakorlati téren hasznos.

Erre vonatkozóan MIKES KELEMEN egyik levelében is találhatunk tanulságos utalást: "Mit tanult annyi esztendőig? Csak a deák nyelvet és egyebet nem tanulván annak házánál hasznát nem sokat veszi és a gazdaságban oly tudatlan, mint mások. És a physikából annyit nem tud, mint a molnársja vagy kovácsa, nem tudván csak annak is okát adni, hogy miért hinti meg vízzel annyiszor égő szenit. Annyi diáksága után csak azt is tisztartatójától kell megkérdezni, hogy a szőlője vagy északra fekszik-e? (1725.jun.11.-én kelt levél)"

Azon sem csodálkozhatunk, hogy ez a dogmatikus fizikatanítás már az akkori diákok előtt sem volt túlságosan kedves, sőt elégedetlenségüknek olykor hangot is adtak. A nagyenyedi református kollégium diákjai például 1698-ban panaszt emeltek fizikatanáruk ellen, mert "physicát sine fructu tanítja; az authort, melyet Isten jóvoltából felvittünk, nem premálja, maga irogat iminnen amonnan; azonban pysicát tanítván, őkegyelme soha egy physica demonstratiót nem téssen vagy spherán, vagy mágnesen, aut secus..." (4)

=====

(4) PÉCH ALADAR: A fizika tanításának fejlődése középiskoláinkban. (Magyar Paedagógia, XLVIII. évf. 45-57 old., 1939)

A legjobb pedagógusok is elég korán felismerik a módszer súlyos hibáit és felemelik tiltakozó szavukat alkalmazása ellen. Ennek hatása azonban csak lassan vált érezhetővé, részben azért, mert a tárgynak a filozófiához kötött helyzete a módszert szinte predestinálta, részben azonban azért is, mert a tiltakozók helyes pedagógiai eszméiket a tanítás gyakorlatában maguk sem tudták maradéktalanul megvalósítani.

COMENIUS például már a XVII. században hangoztatja, hogy a tanításban a természetet kell utánoznunk, hogy "a tanításnak a dolgok reális szemléltetésével, nem pedig verbális leírásával kell kezdődnie", mégis minden kritika nélkül elfogadja egyebek között ARISTOTELESnek azt a tételét is, amely szerint a négy elem (föld, víz, levegő, éter) egymássá átalakulhat és "kísérletileg" azt állapítja meg, hogy az átváltozás arányszáma nem 10 -amint ezt ARISTOTELES állította-, hanem 100, "azaz egy csepp földből (meglazulás folytán) száz csepp víz, egy csepp vízből száz csepp levegő lesz". Ezt az utóbbi állítást úgy igazolta, hogy egy megfelelően kipreparált marhahólyag nyakára olyan kis üveget kötött, amelyben a hólyag térfogatának körülbelül századrészét kitevő mennyiségű víz volt. Az összeállítás előtt a hólyagból a levegőt kiszorította. "Ezt a készüléket -mondja- tegyük ki átható hőnek (vagy napra vagy kályhára) és ki fog tűnni, hogy a hólyagot egészen megtölti a meleg következtében levegővé lett víz". Az ilyen "kísérletezés" természetesen nem vihette sokkal előbbre a fizikatanítás ügyét.

Még az adott helyzet ismeretében is meglepő, hogy ez a fizikától teljesen idegen tanítási módszer már korán felismert hibái ellenére is milyen hosszú életű volt és úgy tűnik, mintha az iskolai fizikatanítás nem is vett volna tudomást arról, hogy GALILEI, TORRICELLI, HUYGHENS, NEWTON új módszert alakítottak ki a tudományos munkában, döntő szerephez juttatva a kísérletet.

Annak ellenére, hogy a dogmatikus fizikatanítási módszert ma különösen elítéljük, lépten-nyomon ta-

lálkozunk vele ott, ahol a fizika tanára a több előkészületet és tudást igénylő módszerek előtt kitér és egyetlen -vagy majdnem egyetlen- kísérletező eszköznek a táblát és a krétát tekinti. Az a többiek által hangoztatott előnye, hogy egyeóra alatt így több anyag végezhető el, a dolgok lényegét elkendőző önámitás.

A fizika tantervi helyzetében első egyetemes nevelési kódexünk, a Ratio Educationis (1777) megjelenése hozta azt a döntő változást, amelynek következtében lehetővé vált a fizikatumánnyal való szorosabb kapcsolat kiépítése, a tanítás jobb utjainak keresése is, használhatóbb tankönyvek készítése, azáltal, hogy a gimnázium létrehozásával a fizikát önálló tantárggyá tette, és a tanítás célkitűzései közé bizonyos gyakorlati ismeretek elsajátítását is felvette. A fizikatanítás módszereinek fejlődését az is előmozdította, hogy a hivatalos tantervek is állást foglalnak a szemléltetés és kísérletezés hasznosága mellett (pl. a II. Ratio Educationis, 1806). Általánosabban azonban csak a XIX. század második felében alakul ki az a nézet, hogy a fizika tanításában a kísérletezés nemcsak hasznos, hanem nélkülözhetetlen is.

A kísérletezés iskolai térhódításának kezdetén a kísérleti eszközök kizárólag a tanár kezében maradtak és a kísérletek a tanár előadásához kapcsolódnak. Az új fizikatanítási módszer a szakirodalomban demonstrációs előadó módszer megjelöléssel szerepel. Első kiváló hazai képviselője SZIJARTÓ MIKLÓS (1862-1932) gyakorlógimnáziumi tanár, EÖTVÖS LORÁND tanítványa volt.

A demonstráció iskolai meghonosodása értelemszerűen maga után vonta középiskolai szertárak létesítését és az esetleges sen meglévők tökéletesítését.

A középiskolai szertárak gyarapodásának ütemét az alábbi néhány adat is beszédesen mutatja: 1772-ben a kolozsvári egyetem fizikatanára még arról panaszkodik, hogy nincsenek tudományos könyvei s szertára egy felszeretlen elektromos gépből és egy légszivattyúból áll. Ezzel szemben a VKM által 1868-ban kiadott első gimnáziumi szertárjegyzék már 252 kísérleti eszközt sorol fel.

A fizika tanítása szempontjából jelentős eredménynek tekinthetjük azt is, hogy ebben az időben megindul nálunk is az iskolai munkát segítő demonstrációs segédkönyvek megjelenése. SZIJÁRTÓ MIKLÓS franciából lefordítja ABRAHAM kétkötetes demonstrációs könyvét (Elemi fizikai kísérletek gyűjteménye), SZ. TÓTH KÁLMAN a középiskolák felső osztályai számára ír vezérkönyvet (Kísérleti vezérkönyv a természettan elemi oktatásához 1908), NAGY L. JÓZSEF ugyancsak kiváló kísérletező könyvet ír (Bevezetés a demonstrációs fizikatanításba). A demonstrációs könyvek megjelenése értelemszerűen kedvezően hatott a módszer további fejlődésére.

A demonstrációs előadó módszer ma már nem tekinthető korszerűnek. Nyilvánvaló hiányosságait a pedagógiai irodalom elég széleskörűen feltárta, megállapítva, hogy a tanulók lényegében itt is passzív szemlélői az előadásztalonnak folyó munkának, nem igényli önálló gondolkodásukat sem, kevés érzékszervüket foglalkoztatja. Hiányosságai ellenére azonban mai fizikatanításunkban is jelentős még a szerepe, aminek valószínű oka az, hogy a tanár számára még ma is a legegyszerűbb óravezetési megoldásokat teszi lehetővé, az anyag feldolgozásának viszonylag gyors ütemét a legkisebb mértékben zavarja és az osztály kézben tartását általában nem nehezíti.

1870 körül bontakozik ki erőteljesebben az a pedagógiai mozgalom, amely a tanulók öntevékenységet hangsúlyozza. Igaz, hogy ez a mozgalom általános pedagógiai vonatkozásban igen szerteágazó lett és nem egyszer szélsőséges megoldásokat is értelt, a fizikatanítás keretében azonban általában azt jelentette, hogy a tananyag feldolgozásának módszere a demonstráción alapuló kérde-kifejtés lett.

A kérde-kifejtő (heurisztikus) módszerről ma korántsem írnak olyan elragadtatással, mint a második világháborút megelőző időben. Sommásan azzal vádolják a módszer alkalmazóit, hogy erőltetett kérdésekkel minden új ismeretet a tanulókból akarnak kihuzni akkor is, amikor ennek nincsenek meg a feltételei. (5)

=====

(5) SZOKOLSZKY ISTVÁN: Az oktatásban néhány kérdése (Tankönyvkiadó, 1953, 70. old.)

El kell ismerni, hogy a módszer minden áron való alkalmazása egyes -elsősorban humánus- tantárgyak keretében valóban elképesztő tanítási órákat eredményezett. Az sem tagadható, hogy a fizikatanárok között is sokan voltak, akik a kérdeve-kifejtés módszerét igyekeztek egyeduralkodóvá tenni. Látni kell azonban azt is, hogy a formális alkalmazás veszélye minden oktatási módszernél fennáll (főképpen akkor, ha a pedagógus didaktikai képzettsége hiányos) és azt is, hogy a fizika tanításában, ahol a demonstrációkkal kapcsolatban is, és a fizikai gondolkodás sajátosságaibaól következően is a kérdések alapján történő anyagfeldolgozás sok esetben (tehát nem kizárólagosan) természetszerű, ezért a durva hibák és kisiklások veszélye kisebb. A fizikatanárok megfontoltságát látszanak igazolni azok a megnyilatkozások, amelyek szinte egyöntetűen hangsúlyozzák, hogy a módszer "nem kitalálást, nem találgatást, hanem szellemi munkával történő rávezetést" jelent és "nem szabad engedni, hogy a tanulók feleletei és kérdései által a tárgyalás mellékvágányra jusson".

(6) Természetesen a kizárólagosságra való törekvés a fizikatanításban is káros volt, mert sok esetben szinte leszoktatta a tanulókat arról, hogy gondolataikat összefüggő feleletben fejtsék ki.

A kérdeve-kifejtő módszer alapvető gondolata: a tanulók aktivitásának a lehető legnagyobbfoku biztosítása, hamarosan a kísérletezés területére is kiterjedt. A XIX. század második felének végén -1890 körül- történtek az első próbálkozások abban az irányban, hogy a tanulók számárá is biztosítsák az önálló kísérletezési lehetőséget. Ha tehát minden fenntartás nélkül elfogadható is az a megállapítás, hogy a demonstrációs előadó módszer elsősorban a tudományos életben meghonosodott kísérle-

=====

(6) Dr. ISZÁNOVITS ALAJOS: A fizika tanítása (Pécs, 1941, 31.o.)

ti módszer iskolai térhódításának tekinthető, a fizikatanítás módszereinek további fejlődése már főképen új pedagógiai áramlatok hatására következett be.

Kezdetben a tanítási órától független, u.n. gyakorlati órákon folyt a tanulói kísérletezés és azokon az önként jelentkezők vettek csak részt. Később a tanulók kísérletezése sokhelyütt beleolvadt a rendes tanítási órákba és fokozatosan kialakult a tanulói kísérleteken nyugvó tanítási módszer, a munkáltató, kísérleteztető fizikatanítás, amely "cselekvőleg akarta bevonni a tanulókat a fizikai jelenségek megvizsgálásának, a törvényszerűségek megtalálásának munkájába" (4) és ezáltal ki akarta szélesíteni azt az utat, amelyet a heurisztikus tanítási módszer és a nem kötelező fizikai gyakorlatok építeni kezdtek.

2.

A fizikai gyakorlati órákon folyó tanulói kísérletezés bevezetéséhez és elsődleges szervezéséhez itthon a Németországban akkor már jobban kidolgozott eljárások szolgáltatnak mintát. Mivel a hazai szakirodalom viszonylag igen keveset foglalkozik a fizikai gyakorlatok szervezésének és vezetésének elvi és gyakorlati kérdéseivel, szükségesnek látszik a Németországi helyzet részletesebb feltárása. Az a négy könyv, (7) amely 1910 és 1933 között megjelent, nem ismerteti sem az elért eredményeket, sem a nehézségeket, de a még a legszükségesebb szakmódszertani kérdéseket sem tárja fel, hanem -szinte kizárólagosan- csupán az elvégzésre ajánlott kísérletek leírását adja. Ebből és forrásmunkákra való hivatkozásokból azon-

=====

(7) Dr. BOZÓKY ENDRE: Középiskolai fizikai gyakorlatok (Budapest, 1910)

MASSZI FERENC: Fizikai gyakorlatok a középiskolák számára (Szolnok, 1930)

RENNER JÁNOS: Középiskolai gyakorlatok (Budapest, 1932)

Dr. CSADA IMRE: Fizikai gyakorlatok (Cinkota, 1933)

ban arra lehet következtetni, hogy a módszertani megoldásokban is a német minta szerint jártak el.

A németországi munka megindulását KARL HAHN nagy kézikönyvében (8) így írja le: "Azokból a XIX. század második felében elkezdett próbálkozásokból, amelyekben a tanulók számára a tanár vezetése mellett kísérletek elvégzésének lehetőségét biztosították, fejlődött ki 1890 körül Németországban az az oktatási irányzat, amely rövid idő alatt tartós hatást gyakorolt a természettudományos oktatás alakulására. A gondolat fellépésére az idő megérte, mert Angliában és Amerikában hasonló mozgalom volt észrevehető. 1890 és 1900 között három gyűjtőpont alakult ki: Berlinben a Doroteenstadt-i reálgimnázium, ahol BERNHARD SCHWALBE vezetésével 1900-ban kezdődött a gyakorlatokon nyugvó tanítás és Giessen gimnáziuma, ahol ugyanebben az időben KARL NOACK végzett úttörő munkát. A törekvéseket élénken támogatta POSKE és folyóíratának (9) munkatársai. A harmadik hely, amely a fejlődésben nagy szerepet játszott, Hamburg. Itt a Holstentor-i felső reáliskolában F. BOHNERT 1897-ben és az Uhlenhorst-i reáliskolában ERNST GRIMSEHL 1900-ban kezdte meg a munkát".

A fejlődés rohamos volt: 1910 táján Poroszországban már 224 iskolában folytak természettudományi (fizikai, kémiai és biológiai) gyakorlatok. A működő 355 kurzus közül 141 volt fizikai (41 kurzuson a tanulók részvétele kötelező, 100 kurzuson fakultatív volt). J. NORRENBERG adatai szerint (10) a természettudományi gyakorlatokat 65 gimnáziumban (19,6 %), 77 reálgimnáziumban (62,9 %), 68 felsőreáliskolában (90,7 %) és 14 egyéb típusú iskolában (5,6 %) vezették be.

A természettudományi gyakorlatok széleskörű terjedésével egyidőben lép fel erőteljesebben a magasabb iskolákban is az az igény, hogy a tanulók képességét is fejleszteni kell (11). Ez a törekvés

=====

(8) KARL HAHN: Methodik des physikalischen Unterrichts (Leipzig, 1927., 90-137. old.)

(9) ZEITSCHRIFT für den physikalischen und chemischen Unterricht

(10) J. NORRENBERG: Die Naturwissenschaftlichen Übungen an den höheren Lehranstalten in Preussen (Monatschrift für höhere Schulen, VIII. 1909, 481. old.)

(11) K. GIEBEL: Die Handarbeit in den höheren Knabenschulen

abból az alapgondolatból indult ki, hogy az eredményes kísérletezéshez elengedhetetlenül szükséges ügyes kézre nemcsak a természettudományok tanárainak van szüksége, hanem a tanulóknak is. Már az első világháború előtt is több iskolában szerveztek a természettudományos gyakorlatok mellett sokféle szerszám használatát igénylő lekatos, asztalos, bádogos és könyvkötő műhelygyakorlatokat. Minden bizonnyal segítette a műhelygyakorlatok bevezetésének ügyét az 1890-es évek táján Svédországból elindult pedagógiai mozgalom, amely a kézügyességi oktatást sürgette. A svéd műhelyoktatást (slöjd, husfild) átvették a franciák (travail manuel, műhelyi szerszámismeret, technikai abc), a belgák és a svájciak és különös fejlődés bontakozott ki Amerikában (manuel training). Ismeretes, hogy nálunk főképen az elemi fokon és a polgári iskolákban lett a kézimunka kötelező tantárgy, de néhány gimnáziumban is berendeztek a tanulók számára műhelyeket.

A fizikai gyakorlatok bevezetésének kezdeti időszakában mindenütt eszköz és teremnehézségekkel találkozunk. Ez a tárgyi hiányosság is oka lehetett annak, hogy SCHWALBE, NOACK és GRIMSEHL -a gyakorlati munka három leglelkesebb uttörője- a nem kötelező részvétel hívei voltak. Azt hamarosan belátták mindenütt, hogy a szokásos szertári eszközök a tanulói kísérletezés céljaira csak szükségmegoldásként használhatók. Különösen NOACK fáradozott sokat azon, hogy a tanulói kísérletezés céljaira legalkalmasabb eszköztípusokat létrehozza. Már 1892-ben megjelent az általa kipróbált eszközöknek és kísérleteknek leírását tartalmazó könyve (12), amely a többi centrumban -sőt nálunk is- sok tekintetben irányító hatású lett. H. HAHN is, E. GRIMSEHL is a kellő számú eszköz biztosítása érdekében egy ideig igénybevette a tanulók eszközkészítő munkáját, azonban mindketten hamarosan arra a következtetésre jutottak, hogy az ilyen módon elérhető eredmény nem áll arányban az eszközkészítésre

=====

(12) K. NOACK: Leitfaden für physikalische Schülerübungen (Berlin, 1892)

fordított igen sok idővel. A teremgondokat rendszerint az iskolaépület fejlesztése oldotta meg.

A másik általánosan jelentkező nehézséget a tanulók előkészítése jelentette. SCHWALBE álláspontja 1890-ben az volt, hogy a kísérletek csak olyan tárgyak legyenek, amelyek előzően a rendes tanítási órán már szóba kerültek. Így gondolta GRIMSEHL is. Ennek ellenére az volt a helyzet, hogy a gyakorlatokat vezető tanárnak a gyakorlat megkezdése előtt minden tanulócsoporthoz számára külön felvilágosító előadást kellett tartania, ami fárasztó is volt és sok időt is elvett a kísérletező munkától. A jobb megoldás kialakítása érdekében "megkíséreltük a munkát azáltal megkönnyíteni" - írja GRIMSEHL (13) -, hogy minden gyakorlati óra után az egyes csoportok kölcsönös hospitálásába egyeztünk bele, úgy, hogy az egyik csoport a másiknak elmondta, miként kell a gyakorlatokat elvégezni". Ennek a tapasztalatszerének az lett a következménye, hogy a következő alkalommal azonnal megkezdődhetett a kísérletező munka. Veszélyt rejtett magában az, hogy hibás információk következtében olykor hibás uton kezdették a munkát és az is, hogy újabb gyakorlatok beállításakor ez a módszer nem volt alkalmazható. Végeredményben az jelentett megoldást, hogy az eszközállomány fokozatos gyarapodása folytán megvalósíthatóvá vált az azonos munkafeladatu gyakorlati órák szervezése (Übungen in gleicher Front).

H. HAHN a berlini Dorotheenstadt-i reálgimnáziumban már 1901-ben áttért az azonos munkafeladatu gyakorlati órák szervezésére. Ennek megvalósulása után rövidesen helytelennek tartotta azt, hogy a gyakorlati óráknak ninesen szerves kapcsolata a hagyományos fizikaórákkal. Az 1903/1904-es tanév telén a kétféle fizikaórát szoros egységbe olvasztotta. (14)

Ez az összeolvasztás tulajdonképpen a munkáltató fizikatanítás megvalósítását jelentette és szükség-szerűen maga után vonta a tananyag feldolgozási menetének átalakítását. Meg kellett keresnie azokat a didaktikailag értékesíthető szakmai problémákat, amelyeknek a felvetése a tanulók kísérleti munkájának

=====

(13) E. GRIMSEHL: Didaktik und Methodik der Physik (Berlin, 1892)

(14) H. HAHN: Handbuch für physikalische Schülerübungen (Berlin, 1913, II. kiadás, 472. old.)

alapját képezhette.

A szokásos tananyaggal való szorosabb kapcsolat megteremtését célzó törekvések az első világháború után erősödtek. A tanulói kísérletezés német művelőinek körében -nyilvánvalóan a tanulók öntevékenységre való építés elvét hirdető általános pedagógiai mozgalom hatására- mind általánosabbá vált az a fel fogás, hogy a tanulók az eddig biztosítottnál önállóbb munkára is képesek, és a tanulói kísérletezés célja az, hogy a tanulók új, számukra addig ismeretlen eredményeket derítsenek fel. A helyzet az lett, hogy a gyakorlati órák témája az előadási óra alkalmas helyén mint a természethez intézett kérdés jelent meg, amelyre a választ a tanulók által elvégzett kísérletek adták. Ez a terület már észrevehetően több utvesztőt rejt, mint a többi.

Az irodalomban nem találni utalást arra, hogy a tanulói kísérletezésnek milyen hatása vált a tanulók fizikai tudásának fejlődésére. NAGY L. JÓZSEF 1913-ban hivatalos látogatáson volt Hamburgban és alkalma volt megfigyelni E. GRIMSEHL iskolájában is a gyakorlati munkát. Amint a beszámolójából (15) kitűnik, "a gyakorlatok mindenütt "in gleicher Front" folytak, vagyis az összes tanulók mind ugyanazt a kísérletet végezték.... A vezetőknél mindegyik csoportnak elmagyarázza a kísérleti berendezést, levezeti az esetleg alkalmazandó képleteket. Azonban volt rá eset, hogy a tanulókat a tanár egészen magukra hagyta s azok inkább játszottak, mint gyakorlatoztak. Az is előfordult, hogy az elvégzendő kísérletet a tanár még nem dolgozta ki magának s így a hozzáforduló tanulóknak nem tudta megadni a kellő utbaigazítást. Viszont láttam nagyon pontosan lefolyó gyakorlatokat, amikor a tanár járt csoportról-csoportra s vizsgáلتa felül munkájukat. Azonban olyan rendes jegyzetírást, amint HAHN és NOACK is előírnak könyveikben, nem tapasztaltam".

Nem lehet az a feladatunk, hogy a fentiekben ismertetett eljárásokat részletesebben elemezzük; helytelen lenne azonban az is, hogy néhány hasznosítható mozzanatra ne hívjuk fel a figyelmet. Mindenek előtt arra szeretnénk utalni, hogy a munka kezdeti időszakában milyen fontos szerepe volt annak a néhány

=====

(15) NAGY L. JÓZSEF: Tapasztalatok a hamburgi reáliskolákban (Magyar Paedagógia, VI. évf.)

lelkes fizikatanárnak, akiknek uttörő munkája elsősorban talán a kevésbé találékony kartársak helyzetét könnyítette meg. Az is értékes segítséget jelentett, hogy POSKE jónévi folyóirata (9) rendszeresen tájékoztatta az érdekelteket a tanulói kísérletezéssel kapcsolatos tapasztalatokról. Nem lenne haszontalan dolog, ha nálunk is hasonló szellemi irányító centrumok alakulnának ki a szakfelügyelők székhelyein és ha a hazai didaktikai folyóiratok is az eddiginél több figyelmet fordítanának erre a fontos, és a kezdeti nehézségek miatt még sok támogatásra szoruló munkára. A tárgyi hiányosságok kezdetben szükségszerűek és általában nem didaktikai természetűek, viszont érdemes figyelni a tanulók előkészítésével kapcsolatban felmerült tisztán didaktikai nehézségekre. Ezen a területen más úton kell majd megoldást keresnünk, mert az azonos munkafeladatu gyakorlati órák szervezésére valószínűleg még hosszabb ideig nem nyílik a nagy eszközigény miatt lehetőség, de ettől függetlenül sem látszik a megismert előkészítési mód -a tanulóknak közvetlenül a gyakorlatok megkezdése előtt történő felvilágosítása- még a frontális (azonos munkafeladatu) kísérletezésnél sem a legjobb megoldásnak.

3.

Magyarországon 1903-ban jelent meg a revideált középiskolai tantervhez kiadott Utasítás, amely -többek között- a fizikai gyakorlati órákra vonatkozóan is tartalmaz rendelkezést. "A fizika tanításával ott, ahol a helyi viszonyok megengedik, laboratóriumi gyakorlatok is léphetnek kapcsolatba, melyek az önként jelentkező tanulóknak hajlamuk és tehetségük szerint alkalmat adnak némi gyakorlati ügyesség megszerzésére." Bár Dr. BOZÓKY ENDRE áll. főgimnáziumi tanár már 1900-ban bevezette iskolájában a nem minden tanuló számára kötelező fizikai gyakorlatokat, a nagyobb mértékű kibontakozásban jó 10 évvel elmaradtunk a külföld mögött, pedig Dr. BOZÓKY ENDRE könyve (7), amelyben 144 gyakorlat leírását adja közre, minden bizonnyal

alapul, szolgálhatott volna szélesebb körű munkához is. Mivel BOZÓKY idézett könyvében semmiféle módszertani tájékoztatást nem ad, elgondolásaira csak a közre adott gyakorlatok jellegéből lehet következtetni. A kiválasztott gyakorlatok messzemenően a CALDERONI cég által gyártott eszközökre épülnek és nagyon hasonlítanak az egyetemi laboratoriumi gyakorlatokon szokásos mérési feladatokhoz. Ezek az első próbálkozások tehát még nem keresték a középiskolai tanulói kísérletezés sajátos útjait.

Valamivel többet mond MASSZI FERENC könyve (7), amelynek előszavából kiderül, hogy az iskolai Értesítők szerint "évről évre örömdetesen szaporodnak azok a középiskolák, ahol fizikai gyakorlatokat tartanak". Az is megtudható, hogy a legtöbb helyen vegyes munkafeladatu gyakorlati órák folynak, amelyeken az egyes munkacsoportok más és más kísérleti feladaton dolgoznak. A szerző a tanulók előkészítését ugynevezett vezérlapokkal oldja meg (ezek képezik könyvének alapját is), hogy a tanulók addig is dolgozhassanak, amíg a gyakorlatot vezető tanár az egyes munkacsoportokig eljut. A könyvben közölt 122 munkafeladat tanulmányozása alapján megállapítható, hogy az eszközök legnagyobb része házi barkácsolással előállítható, a feladatok is egyszerűbbek, közelebb állnak a középiskolai szinthez. Amíg BOZÓKY sok tekintetben NOACK hatása alatt áll, MASSZI inkább H. HAHN elgondolásait követi.

Lényegében semmi új elemet nem tartalmaz RENNER JÁNOS könyve (7). A könyv szerzője -kisebb megszakításokkal- a könyv megírásakor már 17 éve vezetett tanulói gyakorlatokat "és pedig eleinte külön munkájuakat, később az evang. gimnáziumban, kellő felszerelés birtokában azonos munkájuakat". RENNER JÁNOS úgy véli, hogy a középiskolai gyakorlatoknak "nem az a rendeltetésük, hogy egyes tehetségesebb, s a fizika iránt különösen érdeklődő tanulók gyakorlati továbbképzésre alkalmat találjanak, hanem az, hogy az egész osztály fizikaoktatása gyakorlati irányban s a tanulók önmunkássága alapján haladjon". Tapasztalatai alapján azt állapítja meg, hogy egyidejűleg legfeljebb 20-24 tanuló foglalkoztatható.

Dr. CSADA IMRE a tanítóképző intézetek növendékeinek fizikai gyakorlataival foglalkozik és olyan -az iskola sajátos cél-

kitűzéseinek megfelelő- kísérleti feladatokat ír le, amelyek elvégzéséhez a tanulók maguk készíthetik el a szükséges eszközöket is.

A mindvégig rendkívüli tantárgyként szereplő fizikai gyakorlatokon résztvevő tanulók létszámáról a következő statisztika ad tájékoztatást: (16)

A./ Gimnázium

Tanév	Hány iskola volt	Gyakorlatot tartott	A tanulók létszáma				A vez. tanárok száma
			VII.oszt.		VIII.oszt.		
			Ösz-szes	a gyak-on résztvett	Ösz-szes	a gyak-on résztvett	
1932-33	29	14(48,3%)	1264	262(20,7%)	1359	215(15,4%)	25
1933-34	29	13(44,8%)	1221	204(16,7%)	1210	250(20,7%)	22
1934-35	29	14(48,3%)	1216	256(21,0%)	1150	188(16,3%)	23
1935-36	30	16(53,3%)	1296	231(17,8%)	1157	238(20,6%)	22

B./ Reálgimnázium

1932-33	72	36(50,0%)	2402	431(17,9%)	2492	435(17,5%)	50
1933-34	74	37(50,0%)	2365	569(24,1%)	2339	371(15,9%)	52
1934-35	74	37(50,0%)	2266	541(23,8%)	2218	431(18,6%)	53
1935-36	74	45(60,8%)	2511	656(26,1%)	2142	471(23,0%)	63

C./ Reáliskola

1932-33	20	12(60,0%)	635	113(17,8%)	651	102(15,7%)	18
1933-34	18	9(50,0%)	530	122(23,0%)	541	134(24,7%)	18
1934-35		nincsenek adatok					
1935-36	18	7(38,9%)	606	114(18,8%)	493	108(21,9%)	14

D./ Leányközépiskola

1932-33	45	7(15,6%)	1066	109(10,9%)	1103	63(5,7%)	11
1933-34	45	6(13,3%)	956	70(7,3%)	1055	95(9,0%)	11
1934-35	45	8(17,7%)	1012	84(8,3%)	956	63(6,6%)	13
1935-36	43	13(28,3%)	1141	171(15,0%)	1014	193(19,3%)	16

A tanulóknak a kísérletező munka iránti érdeklődését reálisabban felmérhetjük, ha a gyakorlati órákon résztvevők számát csak azoknak az iskoláknak megfelelő osztályu tanulólétszámához viszonyítjuk, amely iskolákban ténylegesen volt gyakorlati foglalkozás. Ebben az esetben az derül ki, hogy a kísérletező munkába az érdekelt osztályok tanulóinak mintegy 40 %-a bekapcsolódott. A statisztikának egy, az előbbi részletezésben fel nem

=====

(16) BALYI KÁROLY statisztikai adatai a középiskolai fizikai gyakorlatokról (Fizikai és Kémiai Didaktikai Lapok IV.-VII.évf.)

tüntetett adata szerint az 1932-33. tanévben a 69 érintett iskola közül még csak 12 (17,4%) volt abban a helyzetben, hogy elegendő eszköz birtokában azonos munkafeladatu gyakorlati órákat szervezhetett. Ez az arány két év múlva már némileg kedvezőbb lett (25%).

A fizikai gyakorlati órákon kívül, az ottani lehetőségek-nél szűkebb mértékben nyílt a tanulók számára kísérletezési alkalom a munkáltató (kísérleteztető) fizikatanítás keretein belül. Ezeket a munkáltató órákat általában az jellemezte, hogy a tanár az előző órán (vagy a munkáltató óra elején) a szokott-nál hangsúlyozottabban emelte ki azt a fizikai problémát, amelynek megoldását a tanulókra akarta bízni. Ezt követően az előre kikészített kísérleti berendezések irányított felhasználásával, tehát csoportonként egyidejűleg végzett, rendszerint mérési eredményeket szolgáltatató kísérletekkel kapcsolatban jutottak a problémára adandó válasz birtokába. (17,18)

Amennyire egy-két leírásból kitűnik, a tanulók szerették ezeket az órákat, könnyebben értették meg az így feldolgozott anyagot és közülük nem egy, saját kísérletein keresztül kezdte jobban értékelni és becsülni a tanár demonstrációját is. (19)

Egyes, szélsőséges törekvésekkel szemben hazai fizikatanáraink sohasem gondoltak arra, hogy a teljes tananyagot munkáltató órák keretében dolgozzák fel. Általában elegendőnek tartották, ha a VII. osztályban 12-15, a VIII. osztályban 8-10 munkáltató órát iktatnak be azoknak az anyagrészeknek a feldolgozására, amelyek erre a célra a probléma és megoldása, valamint eszköz- és kísérlettechnikai szempontból a legalkalmasabbak voltak.

A kísérleteztető fizikatanítás szélesebbkörű bevezetésére az első hivatalos lépések 1929-ben történtek, amikor a VKM -az Országos Köznevelési Tanács javaslatára) három budapesti középiskola VII.osztá-

=====

(17) ERCSEY JAKAB: A munkáltató fizikatanításról (Fizikai és Kémiai Didaktikai Lapok, V.évf., 79-84. old., 1935)

(18) KÉKESY JÁNOS: Egy munkáltató fizikaóra előkészítése és lefolyása (Fizikai és Kémiai Didaktikai Lapok, V.évf., 124-125. old.)

(19) ÉLTETŐ ÖDÖN: A munkáltató fizikai oktatás kérdéséhez (Fizikai és Kémiai Lapok, VI.évf. 115-124. old., 1936)

lyában (a következő tanévben ugyanezeknek a középiskoláknak VIII. osztályában is) elrendelte a módszer kipróbálását. Az itt szerzett tapasztalatok alapján adta ki az Országos Köznevelési Tanács 1931-ben azt a tájékoztatót (20), amely a munkáltató fizikatanítás módszertani alapelvei félhivatalos foglalatának tekinthető.

A munkáltató fizikatanítással kapcsolatban megjelent tanulmányok nagy számából arra lehetne következtetni, hogy a módszer térhódítása rohamos volt. Meglepő tehát, hogy az irodalmi aktivitás ellenére -BALYI KÁROLY statisztikája szerint- az 1935-36. tanévben is még csak 12 középiskolában (1 gimnázium, 6 reálgimnázium, 1 reáliskola, 4 leányközépiskola), tehát a középiskolák 7,1 %-ban folyt munkáltató fizikatanítás és ezeken az ország összes VII. és VIII. osztályos tanulóinak csupán 5,6 %-a vett részt. A gyakorlati megvalósulás szerény voltának természetesen több oka volt: egyrészt későn vetődött fel a munkáltató fizikatanítás szükségességének a gondolata (Németországban H. HAHN már 1903-ban szükségét érezte annak, hogy a gyakorlati órákat és a szokásos fizikaórákat szoros egységbe olvassza; nálunk az első lépések 1929-ben történtek), másrészt -mivel a munkáltató fizikaórák csak azonos munkafeladatnak lehetnek- a megvalósítást gátolta eszközigényessége is, és végül a tanárt rendkívül igénybevevő előkészítés és óravezetés is visszahúzó tényező volt.

A tanulói kísérletezés hazai múltjának vázlatos feltárása is felszínre hozott néhány ma is értékesíthető dolgot. Mindenek előtt megelégedéssel vehetjük észre, hogy a tanulók kielégítő érdeklődést tanúsítottak a kísérletező munkával szemben és ott, ahol az iskola vezetősége arra lehetőséget biztosított, éltek az alkalommal. A jövő munkája szempontjából az sem közömbös,

=====

(20) TÁJÉKOZTATÓ a középiskolai munkáltató fizikatanításhoz (Országos Köznevelési Tanács, Budapest, 1931)

hogy a tanárok is szívesen foglalkoztak a tanulói kísérletezés kérdéseivel, és hittek abban, hogy ez az eredményesebb középiskolai fizikatanítás útja. Ha tartalmi téren a német mintához képest nem is hozott új eredményeket a hazai gyakorlat, azt ismételten igazolta, hogy a fejlődés útja a vegyes munkájú gyakorlati órákon keresztül vezet az egyszerűbb didaktikai megoldásokat kívánó (de jelentősen nagyobb eszközigényű) azonos munkafeladatu gyakorlati órák felé, és ennek a fejlődésnek az útja csak komoly anyagi erők mozgósításával tehető a múltban tapasztaltnál gyorsabbá. A kísérleteztető fizikatanítás keretében folyó tanulói kísérletezés elsősorban az új anyag feldolgozásának a szolgálatában állt és ezért ez a módszer a politechnikai nevelés gyakorlati szempontjából - ahol főképpen a fizikai ismeretek felhasználási lehetőségeinek megismeréséről van szó - kevésbé jelentős. Az eljárás azonban megfelelő átalakítással - aminek következtében az a fizikai ismeretek alkalmazásának bemutatására válnék alkalmassá - eredményeket ígérő lehetne a gimnáziumok humánus tagozatában, ahol jelenleg semmilyen tanulói kísérletezési lehetőség nincs. Feltétlenül figyelmet érdemel az a tény is, hogy a leányközépiskolákban a kísérletező munka iránti érdeklődés sokkal kisebb volt, mint a fiuknál. Mivel kevés ok van annak feltételezésére, hogy ma jelentősen más a helyzet, hasznosnak látszanék az érdeklődés felmérése és ezt követően az érdeklődés felkeltése lehetőségeinek komolyabb tanulmányozása.

4.

A fizikai, gyakorlati óráknak a múltban lényegében két célja volt: az elmélyültebb tananyagfeldolgozás segítése és a fizikatanítás gyakorlatibb irányba terelése. Napjainkban, a szocializmus építésének időszakában, a társadalmi átalakulással párhuzamosan jelentkeznek azok a pedagógiai igények is, amelyeknek kielégítése az iskolai oktató-nevelőmunkának elsőrendű felada-

ta. Az általunk vizsgált kérdések szempontjából a legnagyobb jelentősége annak a gyakorlati megvalósulásában igen sokrétű, olykor bonyolult helyzeteket teremtő kérdéskomplexumnak van, amely a szovjet pedagógiai irodalomban politechnikai oktatás (képzés, nevelés) gyűjtőnév alatt szerepel. Ennek a széleskörű pedagógiai elgondolásnak fizikatanításá vonatkozásai -többek között- a gyakorlati órákat is jelentékenyen érintik.

Mivel a politechnikai oktatás elvi és gyakorlati kérdéseivel a legátfogóbban a szovjet pedagógusok foglalkoztak, elért eredményeik felmérése a hazai igények kielégítését szolgáló utak keresésénél is hasznos lesz.

A politechnikai oktatás eszméjének felvetése MARX-tól származik, aki -az Internacinálé I. kongresszusa (Genf, 1866) számára összeállított határozatban- nevelésen három dolgot értett: szellemi nevelést, testnevelést és "technikai oktatást, amely megismerteti az összes termelési folyamatok alapelveit, ugyanakkor pedig megadja a gyermeknek vagy serdülőnek az összes termelési ágakban alkalmazott legegyszerűbb szerszámok használatának készségeit".

A technikai oktatás megvalósításának szükségességét a termelőeszközök technikai színvonalának rohamos emelkedése is sürgette, mert a bonyolultabb gépek kiszolgálása már azt is megkívánta, hogy a munkás az egyes gépkezelési munkafogások elsajátításán kívül bizonyos mértékű általános technikai ismeretek birtokosa is legyen. A szakképzés területén a különböző szakiskolák a technikai oktatás fent ismertetett feladatait a maguk szakterületére vonatkozóan általában meg is oldották. A technikai oktatásnak a szakiskolákra való korlátozása azonban már csak azért sem tekinthető a kérdés teljesértékű megoldásának, mert ebben az esetben az általános képzést nyújtó iskolák (az általános iskolák és gimnáziumok) tanulói alig jutnának technikai és termelési ismeretek birtokába, ami ma több szempontból is hátrányos lenne.

LENIN -aki a politechnikai oktatásnak igen nagy jelentőséget tulajdonított- utalt arra, hogy a technikai oktatás szélesebb körű megvalósítására az általános képzést nyújtó iskolák-

ban is célravezető utakat kell keresni. Az általános és politechnikai oktatás feladatát LENIN abban látta, hogy az "a termelés összes fő ágainak elméleti és gyakorlati ismertetését nyújtja".

Politechnikai oktatáson a szovjet pedagógusok ma is olyan oktatást értenek, amely az általános képzést nyújtó iskolákban az általános műveltség megszerzéséhez szükséges hagyományos ismeretanyag feldolgozása mellett -részben a természettudományi, részben új tárgyak és gyakorlatok keretén belül- feltárja a termelés tudományos alapjait, a nagyüzemi ipari termelés néhány fontos technológiai kérdését és szervezési alapelvét, ezen kívül lehetővé teszi bizonyos gyakorlati készségeknek és jártaságoknak elsajátítását is, hogy ezáltal is megkönnyítse a pályaválasztást és bármely munkába való bekapcsolódást.

Mindez azt jelenti, hogy "a politechnikai nevelésnek kettős feladata van: egy elméleti vonatkozású feladata, amely nem egyéb, mint a termelés tudományos elveinek megismertetése, és egy gyakorlati jellegű feladata: a munkaeszközök használatához szükséges készségek kialakítása. Ha a politechnikai nevelés megmarad az elmélet síkján és abban merül ki, hogy a termelés elveit gyakorlat nélkül, a megfelelő készségek kialakítása nélkül világítsa meg, akkor óhatatlanul verbális politechnizálássá válik. ... Ha viszont ... minden figyelmet a munkakészségek kialakítására fordít, a termelés tudományos elveinek oktatását pedig mellőzi, akkor pusztán tanoncképzés, merő technicizmus, szűk látókörű gyakorlatiasság lesz az eredmény".(21)

Jelentősen bővíti a politechnikai oktatással kapcsolatban felmerülő problémák körét az a törekvés, amely -főképpen pedagógiai értéke miatt- keresi a tanulóknak az iskola oktatási és nevelési céljainak alárendelt társadalmi termelőmunkába való rendszeres bevonásának a lehetőségét.

Ismeretes, hogy a Szovjetunióban már az Októberi Forradalmat követő években megindult a politechnikai oktatás megvalósítását célzó munka: iskolai műhelyek létesültek, iskolákat kapcsoltak termelő üzemekhez, szovhozokhoz, gép- és traktorállomásokhoz. Ezek a

=====

(21) M.N. SZKATKIN és N.P. BULATOV: Politechnikai nevelés és fizikatanítás (A fizikatanítás feladatai a politechnikai nevelés szolgálatában, Tankönyvkiadó, Budapest, 1955., 15. old.)

kezdeti próbálkozások azonban az alapkérdések helytelen értelmezése miatt meglehetősen sikertelenek maradtak. A tudományok (elsősorban a fizika, kémia és biológia) alapjai rendszeres tanításának elhanyagolását az SzKP Központi Bizottsága 1931 és 1932-ben hozott határozataiban a politechnikai iskola eszméje legdurvább eltorzításának minősítette. Ezután a szovjet középiskolák is főképen a továbbtanulásra készítették elő tanítványaikat: a politechnikai nevelés megvalósítása érdemlegesen nem haladt előre. Újabb erőfeszítések csak a XIX. pártkongresszus (1953) után észlelhetők, amikor a tizosztályos középiskola addigi tantárgyai mellé bevezették az I.-IV. osztályban a kézimunkát, a VIII.-X. osztályban az elektrotechnikai és gépésmereti gyakorlatokat. (22,23)

További lépések megtételére készülve -egyelőre 500 kísérleti iskolában- folyik az új tanterv kipróbálása is. Ebben a tantervben a III.-VII. osztályokban az eddiginél kétszer nagyobb óraszámban szerepelnek a már előzőleg bevezetett gyakorlati foglalkozások (kézimunka, műhelymunka), viszont a VIII.-X. osztályokban a gépésmereti, elektrotechnikai és mezőgazdasági gyakorlatok helyére "A termelés alapjai" címen új tantárgy került, amelynek "az a feladata, hogy az iskola környezeti adottságainak megfelelően -és egy konkrét termelő üzem példáján- vezesse be, elméletet és gyakorlatot összekapcsolva, a tanulókat az ipari, illetve a mezőgazdasági termelés kérdéseiben nyújtson számukra az elméleti ismeretek mellett bizonyos alapvető gyakorlati készségeket is".(24) A tanulóknak

=====

(22) KÖZÉPISKOLAI TANTERVEK az 1955/56. évre. Az V-VII. osztályos tanulók gyakorlati foglalkozásai a tanműhelyekben és a kísérleti telken.

(23) KÖZÉPISKOLAI TANTERVEK az 1955/56. évre. Mezőgazdasági, gépésmereti és elektrotechnikai gyakorlatok a VIII-X. osztályban.

(24) FARAGÓ IASZLÓ: A politechnikai képzés időszerű feladatai és problémái a szovjet pedagógiában (Köznevelés, XII.évf. 9. szám, 207. old., 1957.VI.15.)

a termelési munkába való bevonását a tanterv kéthetes nyári termelési gyakorlat előírásával próbálja megoldani.

Az eddigi kísérletek azt mutatják, hogy a politechnikai neveléssel kapcsolatos feladatok a szokásos tantárgyak keretében maradéktalanul nem oldhatók meg; új tárgyak, gyakorlatok és módszerek beállítása látszik szükségesnek. KAIROV professzor szerint -amint az a Krasznodar-i konferencián 1956 decemberében elhangzott előadásából kitűnik (24)- a politechnikai képzés "alapvető láncszemei" a következők: 1. a termelés tudományos alapjainak megismertetése a tanórákon; 2. laboratóriumi gyakorlatok és egyéb termelési foglalkozások az iskolák tanműhelyében és kísérleti parcelláján; 3. gépismereti, elektrotechnikai és mezőgazdasági praktikumok; 4. a termelő üzemekbe vezetett kirándulások; 5. a tanulók termelési gyakorlata; ipari üzemekben és a mezőgazdaságban; 6. a tanulók speciális-szakmai jellegű ismeretekkel és készségekkel való ellátása (fakultatív tantárgyak, a termelőmunka bizonyos ágaival foglalkozó szakkörök stb. keretében).

A felsorolásból látható, hogy -végső feladatunk megoldása szempontjából- több kérdéssel kapcsolatban elhagyható az eddig kialakult álláspont ismertetése és a továbbiakban elegendő lesz, ha a politechnikai oktatás problémáinak fizikatanitási vonatkozásait, és ezen a szűkebb körön belül is főképen a politechnikai oktatás szolgálatába állított fizika-tantárgy tartalmi kérdéseit és a készségfejlesztés ügyét állítjuk előtérbe.

A politechnikai oktatás tartalmi kérdéseivel begatóbban először LENIN foglalkozott, amikor 1920-ban N.N. KRUPSZKAJA-nak a politechnikai képzésről szóló tétéleire tett megjegyzéseiben kifejtette, hogy az ilyen nevelésben részesült egyénnek -többek között- legyen széleskörű általános műveltsége, ismerje a tudományok alapjait, legyen tisztában a villamosság alapjaival, a villamosság felhasználásával a mechanikai iparban, a vegyi iparban, ismerje a mezőgazdaság bizonyos alapfogalmainak.(25)

=====

(25) SZ. G. SAPOVALENKO: Politechnikai oktatás az általános középiskolában (Szocialista Nevelés Könyvtára 75.szám, 10.old)

LENIN-nek a politechnikai oktatás egészének tartalmára vonatkozó fent ismertetett elgondolását az egyes tantárgyakban való feldolgozás céljára az oktatás kérdéseivel foglalkozó pedagógusok realizálták és tették a tanítási gyakorlat számára hozzáférhetőbbé, azáltal, hogy a fő termelési ágakban (energiatermelés, mechanikai ipar, vegyipar, mezőgazdaság) szokásos termelési folyamatok elemzése alapján -annak az alapvető elvnek figyelembevételével, hogy "a termelés bármely fő ágának megértéséhez nemcsak egyes, közvetlenül idetartozó tudományos tényeket és elméleti tételeket kell tudni a természettudomány köréből, hanem ismerni kell a matematika, fizika, kémia, biológia alapjainak egészét is" (26) - kiválasztották azokat a sajátos tudnivalókat, amelyek az érdekelt hagyományos tantárgyak ismeretanyagába illeszthetők.

Első tekintetben is nyilvánvaló, hogy a fizikával legközelebbi rokonságban az energetika és a mechanikai ipar egyes kérdései vannak. Mivel a korszerű ipar, mezőgazdaság és közlekedés elsősorban a hő és elektromos energiát használja fel (legalábbis jelenleg ez a helyzet), ennek a ténynek az a leoszűrhető oktatás-tartalmi kihatása, hogy az egyes energiatípusok fizikai sajátosságainak és az átalakulások általános törvényeinek feltáratásán kívül elsősorban a hő és elektromos energia ipari méretű termelésének kérdéseivel kell behatóbban foglalkozni, tehát az elvi síkon túl konkrét (de tipikus) technikai berendezések (pl. kazánok, turbinák, generátorok) ismertetése és (pl. üzemeltetés keretében történő) bemutatása, valamint ezek hatásfokát realizáló technikai témájú feladatok megoldása válik szükségessé. Ugyanez vonatkozik a hasznosítás gépeire is, amelyek közül elsősorban a gőzgépek és gőzturbinák, belső égésű motorok és elektromotorok jelentősek az iparban.

Az elektromosság ipari szerepe természetesen nem merül ki az elektromotorokkal. A fizika iskolai tananyagának jelentős korszerűsítését is jelenti a fontosabb világítástechnikai, híradástechnikai, és elektronikai problémák elemeinek tárgyalása.

=====

(26) SZ.G. SAPOVALENKO: Az iskola politechnizálásának módjai és a neveléstudomány feladatai (Szocialista Nevelés Könyvtára 75.szám, 37.old.)

A szovjet szakmódszertani tanulmányok szerint az energetika keretébe tartozik még az energiaszállítással kapcsolatos fontosabb kérdések közül a különböző mechanikai átvételi mechanizmusoknak (fogaskerék, lánckerék, szíjátvitel, frikciós áttételek), az elektromosság területén a távvezetési hálózatoknak és az elektromágneses energia ki sugárzásának ismertetése is.

Az igen széleskörű mechanikai ipar fogalmi körébe tartozik többek között a fém- és fémegmunkálás, az építészet, a fűtés, a szövés, a ruházati ipar, a cipőgyártás, stb. A politechnikai oktatás szempontjából azonban a gépgyártást tartják a mechanikai ipar legfontosabb részének azzal az indokolással, hogy ezen alapul a népgazdaság összes ágának technikai felszerelése és haladása. Az a szándék, hogy a tanulóknak legyen fogalmuk arról, hogyan készítik a gépeket, csak több tantárgy együttes erőfeszítése révén valósítható meg, úgy, hogy a gépgyártás hat fő folyamatának feltárásából (tervezés, anyagok előkészítése, azok megmunkálása, az alkatrészek összeállítása, a korróziótól való megóvás, csinozás) egyaránt kiveszi a részét a műszaki rajz, a kémia, a fizika és a műhelygyakorlat is. A fizika ezen a területen elsősorban a mechanika (merev testek mechanikája, egyszerű gépek) és az anyag tulajdonságai-val foglalkozó részek (rugalmasság tana, szilárd testek fizikája) keretében alkalmas politechnikai ismeretek nyújtására.

Ami a mechanikai technológiát illeti, a leghasználatosabb anyagok (fémek, fa, műanyagok) tulajdonságainak feltárásával a kérdéses tulajdonságok természete szerint részben a fizika, részben a kémia foglalkozik. Megemlítendő azonban, hogy a csak elméleti úton szerzett anyagismeret mindig elvont lesz: az anyagok technikai tulajdonságainak igazi megismerésére csak a kérdéses anyagokkal való tényleges bánás közben nyílik lehetőség. Lényegében ez a helyzet a mechanikai anyagmegmunkálás alapelveivel is: ezek leghasznosabban a megmunkálásra szolgáló gépek (présgép, marógép, eszterga, stb.) egyidejű megismerésével sajátíthatók el. Egyes megmunkáló gépek (furógép, eszterga) annyira mindennapiak, hogy bemutatásuk nem okoz gondot,

más folyamatok (sajtolás, hengerlés) szemléltetésénél gépmodelleket (pl. modell hengerversor) használhatunk. Az anyagmegmunkálás nagyipari eljárásai azonban csak üzemplátogatás vagy termelési film keretében tartható a tanulók elé.

A termelés nagy elvei (a villamosítás, a komplex gépesítés és az automatizálás) közül a villamosítás ipari jelentősége az elektromosságtan tanítása közben is rendszeresen bemutatható (a villamosság szerepe az iparban, a mezőgazdaságban, a közlekedésben, a mindennapi életben). A komplex gépesítés -ami egy üzemben belül a termelés minél több részletének gépesítését jelenti- az iskolai oktatás számára nehezebben hozzáférhető, mert annak ellenére, hogy az elv világos és érthető, a megvalósítás módja szinte üzemenként más és más, az üzem helyi sajátosságainak és adottságainak megfelelően nagy változatosságot mutat. Az automatizálás, vagyis egy-egy termelési folyamatnak szinte emberi beavatkozás nélküli lebonyolítása, a legkorszerűbb termelés-szervezési forma. Ismeretes, hogy az ipar ma még csak különlegesség számba menő kivételes esetekben valósította meg a teljesen automatizált termelést. Az elv részleges megvalósítását jelentik a különböző automata gépek (pl. izzólámpa gyártó automata). Az iskolai tanításban általában csak az automatizálás elemeinek modellszerű bemutatásáról lehet szó (elektromágneses, fényelektromos relék, mechanikai automatizmusok).

A polgári pedagógia elmélkedői -írja GORDOS ISTVÁN egyik tanulmányában (27)- abból kiindulva, hogy az életnek minden területén napról-napra találkozik az ember a technikával, úgy döntöttek, hogy bizonyos technikai ismereteket is fel kell venni az iskola tantervébe. Bár ennek következtében az általános műveltség tartalma kétségtelenül szélesedett, ezek a technikai ismeretek elsősorban elméleti jellegűek maradtak. Már történt utalás arra, hogy a politechnikai oktatás egyik jellegzetessége az elmélet és a gyakorlat egysége (21), ami azt jelenti, hogy meghatározott gyakorlati munkák elvégzésére is meg kell

=====

(27) GORDOS ISTVÁN: Problémák a politechnikai képzés köréből (Köznevelés, XII.évf. 13. szám, 291.old., 1957.VIII.15.)

tanítani a politechnikai oktatásban részesülő tanulók mindegyikét, hogy ezzel a fizikai munkára is felkészüljenek. Ez a követelmény az oka annak, hogy a politechnikai oktatással foglalkozó szakirodalomban olyan gyakran esik szó az u.n. készségfejlesztésről.

A készségek ügye -elméleti vonatkozásaiban- elsősorban pszichológiai ügy; ott boncolgatják, elemzik, próbálják jellemzőit feltárni, a fejlesztés lehetőségeit vizsgálni. A szakmódszertan általában készen veszi át a pszichológia megállapításait, de néha sajnálatosan egy kaptafára huzva az élet sokrétű eseteit könnyed pontetlansággal beszél a készségekről, azok kialakításáról és emiatt gyakran indokolatlanul leegyszerűsített (vagy ellenkezően: agyonbonyolított) módszereket javasol.

Ez, a gyakorlati órák szempontjából is kiemelkedő jelentőségű terület még terminológiai zűrzavarban is bővelkedik, hiszen szinte ötletszerűen felváltva használja a készség, jártasság, képesség nyilvánvalóan nem azonos tartalmu fogalmait. Ha ebben a zavarban tájékozódást keresően akarunk elindulni, célszerűnek látszik, ha kezdetben a pszichológia szóhasználatát mellőzve vizsgáljuk azt, hogy mit várunk a politechnikai oktatás gyakorlati feladatainak megvalósításától, vagy más fogalmazásban: milyen gyakorlati ismeretekre van a tanulóknak szükségük ahhoz, hogy a politechnikai oktatás célkitűzésének megfelelően az élet minden területén könnyebben boldoguljanak.

A készségfejlesztés területén kialakult helyzet bemutatására itt említjük meg, hogy MARX -például- az összes termelési ágakban alkalmazott legegyszerűbb szerszámok használatának készségeit kívánja kialakítani, más Munkakészségekről (21), vagy a munkaesszékörök használatához szükséges készségekről, vagy gyakorlati készségek kialakításáról ír (28), helyenként pedig politechnikai készségek kialakításáról van szó.

=====

(28) J.A. KAIROV: A szovjet pedagógiai tudomány helyzete és feladatai (A fizikatanítás feladatai a politechnikai nevelés szolgálatában, Tankönyvkiadó, 1955., 3-13 old.)

Mindez így már csak azért sem egyértelmű, mert részletesebb kifejtéssel a legtöbb esetben nem találkozunk, pedig nyilvánvaló, hogy a legegyszerűbb szerszámoknak viszonylag szűk a köre, tágabb a munkaeszközöké és szinte megszámlálhatatlan a gyakorlati készségek sokasága (és ezek tekintélyes része nem is jelentős a politechnikai oktatás szempontjából). A politechnikai készség elnevezésnek pedig addig semmilyen értelme nincsen, amíg valamilyen konkrétumokat is tartalmazó részletes lista nem sorakozik mögéje.

A politechnikai oktatás gyakorlati oldalával foglalkozó szovjet szakmódszertani tanulmányok általában azt hangoztatják, hogy a termelőmunka bármelyik ágában elengedhetetlen a legegyszerűbb kéziszerszámok (kalapács, fogó, csavarhuzó, csavarkulcs, furó, reszelő, gyalu, menetvágó, stb.) használatának ismerete, mert a kéziszerszámok szerepe még a gépesített termelés korszakában sem lebecsülendő, hiszen a gépeknek használata és javítása közben is minduntalan szükség van azokra. Nem feltétlenül szükséges, de jó, ha a tanulók a legegyszerűbb szerszámgépek (furógép, eszterga, esetleg marógép) használatát is megtanulják. Mindkét esetben természetesen nyílik lehetőség arra, hogy a mechanikai iparban megmunkálásra kerülő sokféle anyag (fafélék, fémek, műanyagok) különféle technikai tulajdonságait is megismerjék. A mechanikai ipar legtöbb termelési ágában a kész termék külön-külön elkészített alkatrészek összeszerelése által jön létre. Esetenként ez a művelet is gyakorolható egyszerűbb mechanizmusok (ingaóra, ébresztőóra, rugós gramofonmotor, kerékpár, elektromotor, stb.) széjjelszedése és összerakása által.

Mindennapi életünkhöz hasonlóan a technikai életnek is szinte minden részletét érinti valamilyen formában az elektromosság. Már csak ezért is kívánatos, hogy a politechnikai oktatásban részesülő tanulók megtanulják egyszerű elektrotechnikai szerelések elvégzését. A korszerű termelésben betöltött -egyre növekvő- szerepe miatt ma már általában nélkülözhetetlenek tartják az elemi elektronikus szerelések (elektroncső-

ves áramkörök kapcsolási rajz alapján történő összeállításának) megtanítását is.

A termelés és a tudományos élet minden ágában a kutató is, a tervező is, a munkás is számtalan mérési feladat elé kerül. A mérések sokfélesége miatt nem várható, hogy a gyakorlati foglalkozások keretében a különféle termelési folyamatok közben szükségessé válható konkrét mérések (mérőeszközök, mérési eljárások) megtaníthatók legyenek, de elérhető, hogy a sokféle iskolai mérés alapján adott esetben adott mérés könnyebben elsajátítható legyen (és ez a politechnikai oktatás tulajdonképpeni célja is). Gyakran válhat szükségessé valamelyik -a termelés minőségét vagy gazdaságosságát befolyásoló- fizikai mennyiség (pl. páratartalom, hőmérséklet, áramerősség, stb.) változásának (vagy éppen állandóságának) folyamatos megfigyelése és a megfigyelés eredményének rögzítése. Ismeretes, hogy erre az utóbbi célra a legalkalmasabb eljárás megfelelő grafikon készítése. Az is ismeretes, hogy fizikai mennyiségek egymástól való függésének grafikus ábrázolása a tudományos élet legkülönbözőbb területén is szinte állandóan alkalmazott módszer: a grafikonokkal való bánti tudás (grafikonok készítése, olvasása) minden tanuló számára hasznos lehet.

A tervező elgondolásait műszaki rajzokon rögzíti, a munkadarabot készítő munkás pedig ezeknek a rajzoknak a felhasználásával készíti az alkatrészeket. Indokoltan szorgalmazták tehát a szovjet pedagógusok azt, hogy az általánosan képző iskolák tanulói is megismerjék a műszaki rajz elemeit, tudjanak egyszerű műszaki rajzokat készíteni és ilyeneket olvasni. Ha mindehhez hozzávesszük azt, hogy a műszaki táblázatok használatának, valamint egyszerű technikai számítások elvégzésének szükségessége is gyakran felmerül, lényegében felsoroltuk mindazt, aminek megtanulását a szovjet pedagógia hasznosnak tartja.

A politechnikai oktatás keretében megtanulandó gyakorlati ismeretek fenti felsorolása talán még világosabban mutatja, hogy a szakirodalomban általánosan használt "képességfejlesztés" -például: ipari készségek; a grafikonok, táblázatok, kézikönyvek, tankönyvek, és népszerű tudományos munkák szakszerű használatá-

nak készségei; a fizikai törvények gyakorlati alkalmazásának készségei; az alkotó jellegű feltaláló és tervező munka készségeinek fejlesztése (29) - megjelölés pontatlan és nem is egyértelmű, hiszen senki fel nem mérte még, hogy a felsorolt gyakorlati feladatok megoldása közben a cselekedetek mely része válik automatikussá (vagy kvázi-automatikussá), tehát készséggé. Ez a felmérés nem is lenne egyszerű dolog, hiszen a felsorolt esetekben minden alkalommal az eszköz, az anyag és a feladat szövevényes kölcsönhatásáról van szó. Fenntartással kell tehát fogadnunk a szakmódszertani tanulmányokban oly gyakran szereplő, fent idézett kifejezéseket és a szóhasználatot jelen formájában inkább a gyakorlati munkafeladat szakmai helyének és természetének megjelölésére tarthatjuk alkalmasnak, semmint konkrét készségek megjelölésére.

Azt nem akarjuk vitetni, hogy a felsorolt gyakorlati munkák elvégzése közben alakulnak-e készségek vagy nem. Inkább az vitatható, hogy ezeknek az iskolai keretben szervezhető gyakorlati foglalkozásoknak valóban a készségfejlesztés-e a célja, hogy valóban arra van-e szükség (és egyáltalán lehetséges-e ezen a területen), hogy a feltételes reflexeknek egész láncolatát automatizáljuk, amikor a munka szinte minden szakaszában -néhány egyszerű kinetikai elemtől eltekintve- egyedi megfontolást kíván. A kerékpározásnál az egyensúly tartása automatizálódik, a kéz, a láb és az egész test mozgása a tudat jelentős irányítása nélkül zajlik le. Más azonban a helyzet a szerszámok és műszerek használatánál még akkor is, ha az egyes munkafogások -tehát az egész ténykedés viszonylag egyszerű kinetikai elemei- tekintetében a kerékpározással kapcsolatban említett helyzet sok gyakorlással többé kevésbé megközelíthető.

A politechnikai oktatás keretében folyó gyakorlati munka természetének jobban megfelelő célkitűzés lenne az, hogy a ta-
=====

(29) F.M. RESZNYANSZKIJ: Gyakorlati készségek kialakítása a fizikatanítás keretében (A fizikatanítás feladatai a politechnikai nevelés szolgálatában, Tankönyvkiadó, 1955. 86-101. old.)

nulók a politechnikai oktatás ismert célkitűzéseinek megfelelő gyakorlati munkák elvégzésében kisebb-nagyobb foku jártasságot érjenek el. Mivel ez a megjelölés az előbbi tartalom-érték megjelöléssel szemben csak a gyakorlati ismeretek elsajátításának a fokát, pszichológiai mélységét jelentené, nem lenne szükség homályos értelmű gyűjtőnevek (például: az alkotó jellegű feltaláló és tervező munka készségei) konstruálására és lehetővé válnék a gyakorlati munkafeladatok szakszerű, szabatos megnevezése (például: a kéziszerszámok használatának ismerete; grafikonok készítésének és olvasásának ismerete, stb.).

A különböző gyakorlati munkafeladatok elvégzésében való jártasság elérésének utja a kijelölt gyakorlati munkák tényleges elvégzése, a munka szervezeti formája: az egyes tantárgyakhoz kapcsolt (fizikai, kémiai, biológiai) gyakorlati órák, a műhelygyakorlatok és praktikumok, a termelési gyakorlatok és a különböző szakköri foglalkozások. Világosan kell azonban látnunk, hogy a politechnikai oktatás gyakorlati programjának megvalósításához nem elegendő a gyakorlati foglalkozások egyikének másikának a megszervezése, mert mindegyik forma a széles terület más és más részletét munkálja és ezért végső fokon a megnevezett formák egységes rendszere vezet célhoz.

Nem kívánható például az, hogy a tanulók a fizikai gyakorlati órákon tanuljanak meg reszelővel, fűrészszel, gyaluval, tehát különböző kéziszerszámokkal bánni vagy a szerszámgépeken dolgozni, gépkocsit szerelni és vezetni. Csak a politechnikai oktatás lépésenként történő megvalósításának kezdetén lehet arról szó, hogy ezen a gyakorlati órán néhány egyszerű, egyébként a műhelyfoglalkozások keretébe tartozó munkafeladat elvégeztetésére vállalkozzunk addig, amíg a műhelygyakorlatok szervezésének előfeltételei létrejönnek.

A fizikai gyakorlatokat már a cári Oroszországban is fontosnak tartották; a fizikatanárok egyesülete 1899-ben elismerte azok hasznát, 1902-ben pedig kimondották, hogy a praktikus fizikai gyakorlatok minden tanintézetben szükségesek. (30) Ettől

=====

(30) Ms: Fizikai gyakorlatok Oroszországban (Magyar Paedagógia VI.évf., 100-101. old., 1913.)

kezdvé sok középiskolában vezették be fakultatív tárgyként a fizikai gyakorlatokat, amelyeken eleinte itt is a szokásos szertári eszközöket használták. A gyakorlatokon szinte kizárólagosan fizikai állandók (pl. hőkitérjedési együttható, fajhő, olvadáspont, törésmutató, fókusz távolság, stb.) meghatározása szerepelt, hasonlóan a nálunk és Németországban kialakult helyzethez.

A politechnikai oktatás eszméjének térhódításával azonban a szovjet fizikatanárok a fizikai gyakorlatokat a politechnikai oktatás egyik eszközének, a fizikatanítás szükséges és elengedhetetlen részének tekintik. Megoszlának azonban a vélemények a szervezési forma tekintetében, ahol általában háromféle megoldással találkozunk. Szerepelnek a hagyományos fizikaórák keretében megvalósított frontális gyakorlatok, a külön óráként kezelt fizikai praktikumok és kisebb mértékben az inkább egyéni próbálkozásnak tekinthető otthoni laboratóriumi feladatok.

A frontális gyakorlatokon a Szovjetunióban is általában az új anyag feldolgozásával kapcsolatos tanulói kísérleteket végeztenek. Ezek a kísérletek rendszerint nem veszik igénybe az egész órát és ezért -a tanítás menetéből folyó szükségesség szerint- "az óra kezdődhet laboratóriumi munkával is, vagy pedig a laboratóriumi munkát az óra közepére, vagy akár a végére is helyezhetjük, ahogy azt a kérdés tanulmányozása megkívánja".(31) Ezzel szemben BAKUSINSZKIJ (32) ezeket az u.n. heurisztikus gyakorlatokat nem tartja kívánatosaknak.

A szakmódszertani tanulmányok szerint ilyen vagy olyan formában szinte minden szovjet iskolában folyik fizikai gyakorlati foglalkozás. Ezekben a cikkekben is sok szó esik azokról az u.n. politechnikai készségekről, amelyek kialakítása a fi-
=====

(31) E.N. GORJACSKIN: A fizikatanítás módszertana I. (Közüktatásügyi Kiadóvállalat, Budapest, 1951., 123. old.)

(32) V. BAKUSINSZKIJ: A középiskolai fizikai gyakorlatok megszervezése (Közüktatásügyi Kiadóvállalat, Budapest, 1951., 5. old.)

zikai gyakorlatok egyik feladata. A munkafeladatok megjelölésében itt ugyanazokkal a pontatlanságokkal találkozunk, mint amilyenekről már említést tettünk. A tanulmányok szerzői általában azt kívánják, hogy a tanulók tanulják meg a különféle fizikai kísérleti eszközök kezelését, használatát, mérési műveletek végrehajtását, egyszerű fizikai eszközök készítésével kapcsolatban az asztalos, lakatos és villanyszerelő munka elemeit, grafikonok, táblázatok készítését és használatát, kézikönyvek, tankönyvek és népszerű könyvek szakszerű használatát, gyakorlati tárgyú fizikai feladatok megoldását, a fizika törvényeinek technikai alkalmazásait, a mindennapi életben előforduló készülékek (villanyvezetékek, háztartási készülékek, vízcsap, fényképezőgép, stb.) kezelését, karbantartását és kisebb javításainak elvégzését.

A szóbanforgó tanulmányok sajnálatosan keveset írnak arról, hogy jelenleg leginkább milyen formában folynak ezek a gyakorlatok, azokon milyen eredményeket érnek el. A jelek szerint az egész kérdés a kialakulás állapotában van és egyelőre az elvi kérdések tisztázása az előtérben álló feladat. Annyit minden kétséget kizáróan meg lehet állapítani, hogy a politéchnikai oktatás eszméje változatlanul az érdeklődés homlokterében áll és az eddig megvalósított lépések a szovjet középiskolát jelentős mértékben gyakorlati irányba terelték és közelebb vitték a mindennapi élet iskolai igényeinek kielégítéséhez.

5.

A hazai pedagógiai irodalomban csupán néhány évvel ezelőtt jelent meg első ízben a politechnikai oktatás megvalósítása szükségességének a gondolata, és ekkor sem azért, mert pedagógiánk alakulására a legnagyobb hatást a Szovjetunióban érvényesülő pedagógiai törekvések gyakorolták, hanem mert a szocializmus építésének mindennapi szükségletei megkívánták és részben

azért is, mert érettségizett fiataljaink közül -megfelelő szak-
képzés után- mind többen kerülnek elméleti és gyakorlati álta-
lános technikai ismereteket kívánó pályákra. Az említett ta-
nulmányok általában a politechnikai oktatás elemeinek beveze-
téséről szólnak, ami azt jelenti, hogy a lépésről lépésre tör-
ténő megvalósítás első láncszemeit: a tananyag tartalmának fo-
kozatos átformálását, megfelelőbb oktatási módszerek alkalma-
zását és a gyakorlati munkák egyikének másikának egyelőre ki-
sérleti jellegű meghonosítását szorgalmazzák. A fizika tanítá-
sában eddig három határozottabb lépés történt: 1. az új gim-
náziumi fizika tankönyvek (33) már feldolgozzák a politechni-
kai oktatás célkitűzései szempontjából szükséges technikai kér-
dések is, 2. általánosan elterjedt a fizikai feladatok meg-
oldatása, 3. a fizikai gyakorlati órák bevezetése következté-
ben megindult a rendszeres tanulói kísérletezési munka.

A fizikai gyakorlati órákkal kapcsolatos szakmódszertani
kérdések elemzése előtt -az egységesebb szemlélet érdekében-
célszerűnek látszik a gimnáziumi fizikatanítás jelenlegi álta-
lános helyzetének vázlatos felmérése. Ismeretes, hogy az új
tankönyv megjelenéséig a tananyag lényegében a háborút megelő-
ző idők anyaga maradt (egy ideig még a tankönyv is ugyanaz
volt) és a fizikatanítás módszereiben sem mutatkozott érdemle-
gesebb fejlődés, amennyiben a demonstrációs előadó és a demon-
stráción alapuló kérdeve kifejtés módszerének alkalmazása volt
az általánosan elterjedt. A háború pusztítása igen sok iskolai
szertárban okozott érzékeny veszteséget és emiatt megnöveke-
dett azoknak az iskoláknak a száma, ahol a "tábla-kréta" fizi-
katanítás újra (bizonyos mértékben kényszerű) virágzásnak in-
dult. Ez volt a helyzet azokban az új iskolákban is, amelyek
csak gyengén felszerelt szertárakkal kezdték el működésüket.
A szertári nehézségeken az időközben kialakult tanszeripar i-
gyekezett enyhíteni, ennek ellenére ezen a téren -főképpen a
fizikatanárok eszközkészítő munkáját és kedvét bénító hatások
miatt- lassu a javulás, úgyhogy a szükséges mértékű és minőség-
=====

(33) BAYER ISTVÁN - HAMZA TIBOR - HUSZKA ERNŐNÉ: Fizika -az
általános gimnáziumok II., III., IV. osztálya számára (Tankönyv-
kiadó, 1955, 1956, 1957)

gü tanári demonstrációtól még ma is elég távol vagyunk. Ezen a téren azonban már a közeljövőben számottevő javulás várható, egyrészt mert a legutóbbi tananyagfelosztás (34) az anyag minden részénél előírja az u.n. kötelező kísérleteket és ezáltal azok bemutatását ismét hivatalosan szorgalmazza, másrészt az utóbbi években megjelent kísérletező könyvek (35,36) a demonstrációk minőségében kezdik már éreztetni hatásukat. Inkább módszertani hiányosságnak tekinthetjük, hogy a szemléltetés egyéb eszközeinek (képek, filmek, mintadarabok, modellek) használata terén nem aknázzuk ki a viszonylag kisebb anyagi erőfeszítésekkel biztosítható lehetőségeket sem, pedig a politechnikai oktatás szempontjából már most kívánatos lenne a jó eredményt ígérő komplex szemléltetés (37) rendszerének mielőbbi kialakítása.

Mintegy négy évvel ezelőtt indult meg a fizikai feladatoknak megoldatása és ma már alig van olyan osztály, ahol többé-kevésbé rendszeres és eredményes feladatmegoldó munka ne foly-
nék. Ezen a téren mutatkozik a legnagyobb fejlődés és ha^a didaktikai lehetőségek jobb kiaknázása is megvalósul, itt további tennivaló már nem lesz.

Rendszeres tanári továbbképzéssel csökkenthetők lesznek azok, a módszertani hiányosságok, amelyeknek következtében még több helyen mutatkozó tanítási hibák miatt a tanulók tárgyi tudása (az 1957/58. tanév elején történt felmérés és értékelés szerint) jelenleg nem egészen kielégítő. Itt elsősorban a fogalmak kidolgozatlanságára, a jelenségek közötti összefüggések nem látására, a tananyag technikai részeiben való járatlanságra utalunk. Nem látszik még megfelelőnek a tanulók tudásának szilárdsága sem, ami részben az ellenőrzés gyengeségére, részben az osztályozás helyenként nyilvánvaló liberalizmusára mutat.

(34) TANANYAG-BEOSZTÁS a gimnáziumok számára, Fizika (Tankönyvkiadó, Budapest, 1957.)

(35) FIZIKAI kísérletek gyűjteménye I.-III. (Tankönyvkiadó, Szocialista Nevelés Könyvtára 60,83,118 kötet, 1953-56.)

(36) CSADA-CSEKŐ-JEGES-ÖVEGES: Fizikai kísérletek és eszközök (Tankönyvkiadó, 1951)

(37) MAKAI LAJOS: A fizika tanítása, I. rész (Egyetemi jegyzet, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1955., 72. old.)

A gyakorlati órákkal kapcsolatban természetesen még korai lenne kialakult helyzetről beszélni; egyelőre csak annyi állapítható meg, hogy a tanulói kísérletezés jelentőségét felismerő tanárok kezében -a kezdeti eszköz, terem és egyéb nehézségek ellenére is- jól indult a munka, de több iskolában (mivel a gyakorlati órák bevezetése észrevehetően növelte a fizikatanárok elfoglaltságát, anélkül, hogy a kötelező óraszámok megfelelő csökkentésével a jelentkező munkatöbblet gondosabb elvégzésére időt biztosított volna) a kísérletezésre szánt időt szívesebben fordítják a kevesebb előkészületet kívánó feladatmegoldásokra vagy éppen az ujaanyag feldolgozására.

Jelenlegi fizikatanításunkról összefoglalóan tehát az mondható, hogy megtörténtek azok a kezdeményező lépések, amelyek a politechnikai oktatás szempontjából fontosaknak tekinthetők és ennek alapján feltételezhető, hogy a tárgyi és személyi feltételek fokozatos javulásával a megkezdett úton korszerű gimnáziumi fizikatanítás alakulhat ki.

--x--

Mindezek után már kiemelhetők a gimnáziumi fizikatanítás egészéből a fizikai gyakorlati órák, és az ezekkel kapcsolatos szakmódszertani kérdések kifejthetők anélkül, hogy az egyoldalú szemlélet hibájába esnénk.

A bevezetésből ismeretes, hogy a gyakorlati órák szervezését elrendelő miniszteri utasítás (1) ezeket a gyakorlatokat kifejezetten a politechnikai oktatás szolgálatába állítja. Ha a szovjet pedagógiának a politechnikai oktatásnak a fizikai tanulói kísérletezéssel kapcsolatban kialakult elgondolásait a hazai körülmények mérlegelése után részleteiben is átvehetőnek ítéljük, akkor lényegében megoldottnak tekinthetjük a fizikai gyakorlati órák tartalmi kérdéseit.

A politechnikai oktatás egész koncepciójának tekintetében a hazai alkalmazás lehetőségeinek mérlegelésekor lehetne megfontolásra érdemes észrevételeket tenni (a kizárólagosan ipari beállítottság -és ezen belül is a nagyipar túlzott előtérbeállítása- kétségtelenül egyoldalú dolog; a praktikumok programja (22,23) már a szakképzés egyes területeit

surolja; a leányok igényeit azonosnak tekinti a fiukéval; az itthoni népgazdasági helyzet, az iparstrukturája és igényei mások, stb.), de ezek a megjegyzések lényegében nem érintenék a fizikai gyakorlati órák programjában szereplő fizikai tárgy munkafeladatok tartalmát, mert az ott kijelölt mérések elvégzése révén szerezhethető tapasztalatok az életnek szinte minden területén hasznosíthatók (a műszerekkel való bánás általában is ügyesebbé teszi a kezeket, a mérések közben fejlődik a megfigyelőképesség, elmélyültebbé válnak a fizikai -és általában a természettudományi- elméleti ismeretek, stb.), a technikai feladatok megoldása révén elsajátítható gyakorlati ismeretek (pl. elemi villany- és rádiószerelés) pedig a mindennapi élet számos területén is általánosan értékesíthetők.

A fizikai gyakorlati órákon a hangsúly a fizikai tárgy munkafeladatokon van. Ezeknek egyik alcsoportjába azok a tanulói mérőkísérletek tartoznak, amelyek fizikai mennyiségek közötti összefüggéseket derítenek fel, tehát grafikonok készítéséhez használható mérési adatokat szolgáltatnak. Az ilyen típusu mérések a régi fizikai gyakorlatokon csak kivételesen fordultak elő, pedig értékük nemcsak abban rejlik, hogy grafikonok készítéséhez adnak adatokat, hanem abban is (és talán főképpen abban), hogy a fizikai kutatásoknak olyan alapvető módszerét tárják a tanulók elé, amely az élet és a technika minden olyan területén alkalmazható, ahol valamilyen fizikai mennyiségnek egy másik mennyiség változására kifejtett hatását kell megállapítani. Ez a magyarázata annak, hogy a fizikatanárok számára készült útmutatóban (2) közölt 85 fizikai tárgy munkafeladat közül 16, -tehát ezeknek a gyakorlatoknak mintegy 20%-a ilyen természetű (pl. spirálrugó és gumiszál nyújtása; telített gőz nyomásának vizsgálata különböző hőmérsékleteken; áramvezető mentén létrejövő feszültségesés vizsgálata; rezonanciagörbék és elektroncső jelleggörbék felvétele; izzólámpa fénykibocsátásának vizsgálata, stb.).

Nem érdektelen annak megemlítése, hogy ezeknek a feladatoknak némelyikénél milyen nagy mértékben e-

gyeztetethetők össze a fizikának és a technikának oktatási érdekei. A kondenzátor kapacitásának meghatározása például a fizika és a technika szempontjából egyaránt fontos mérési feladat, de ha ennek keretében azt vizsgálattatjuk meg, hogy a rádiótechnikában használatos forgókondenzátorok kapacitása miképpen változik a forgó rész beforgatási szögével, akkor az elkészíthető grafikonok elemzése révén választ kap a tanuló arra a kérdésre is, hogy miért ilyen vagy olyan alakú a kondenzátor forgó részének lemezrendszerre (Utnutató 190-191. old.). Egy ilyen mérés elvégzése alkalmával felhívható a tanuló figyelme arra is, hogy egy technikai eszköz (jelen esetben a forgókondenzátor) szerkesztése milyen elméleti alapon nyugszik. Az természetesnek tűnhetik mindenki előtt, hogy a rezonanciagörbék és a különböző elektroncső jelleggörbék felvétele közvetlenül is értékesíthető pl. rezgőkörök vagy elektroncsövek tulajdonságainak megállapításánál.

A fizikai tárgy munkafeladatok másik alcsoportját azok a mérési feladatok alkotják, amelyek a különböző -legtöbb esetben a technika szempontjából is fontos- fizikai állandók (pl. nehézségi gyorsulás, surlódási együttható, hatásfok, fajsúly, kaloriméter vízértéke, fajhő, galvanométer belső ellenállása, tekercs önindukciós együtthatója, optikai anyagok törésmutatója, lencsék fókusz távolsága, fény hullámhossza, stb.), vagy egyéb jelentős fizikai mennyiségek (pl. hosszúság, térfogat, idő, tömeg, sebesség, feszültség, áramerősség, stb.) meghatározására alkalmasak.

Ezek a mérések több esetben összekapcsolhatók a tanulók számára érdekes és értékes számítások elvégzésével (pl. π értékének meghatároztatása henger alakú test kerületének mérése alapján, légnyomás és hőmérséklet meghatározása MELDES-féle csővel, stb.), felhasználhatók speciálisabb mérőberendezések (mérőhidak, csővoltmérő, spektroszkóp) megismertetésére, továbbá annak bemutatására, hogy miképpen lehet ugyan-

azt a fizikai mennyiséget különböző módon meghatározni és végül a hibaszámítás elemeinek feltárása révén a mérés pontosságának számításokkal történő megállapítására.

Vannak olyan fizikai tárgy munkafeladatok is, amelyek az előbbi két kategóriába nem sorolhatók (pl. állásszilárdság, testek uszásának, uszó test egyensúlyának vizsgálata, optikai eszközök modelljének összeállítása); ezeket elsősorban a vizsgált probléma technikai fontossága érdemesíti arra, hogy a fizikai gyakorlati órák programjában szerepeljenek.

A fizikai gyakorlati órákon való feldolgozásra alkalmas fizikai tárgy feladatok száma olyan nagy, hogy programba iktatásuk bőségesen kitöltené a rendelkezésre álló időkeretet, de a jelenlegi helyzetben -mivel a gyakorlati foglalkozások egyéb területei a legtöbb iskolában még nem alakultak ki- szükségesnek látszik más természetű munkafeladatok elvégeztetésére ezeken az órákon lehetőséget biztosítani. Természetesen csak olyan egyéb feladatokról lehet szó, amelyek ebbe a foglalkozási keretbe munkahely, szerszám, idő és foglalkozástechnikai szempontból viszonylag harmonikusan beilleszthetők. A számításba vehető nem fizikai tárgy munkafeladatok egyrészt méretezett műszaki rajzok (géprajz) és elektromosságtani kapcsolási rajzok készítését kívánó grafikai feladatok, másrészt a legegyszerűbb kéziszerszámok (kalapács, fogók, fűrészek, lombfűrész, spirálfuró, csavarmentetsző, stb.) használatát igénylő egyszerű barkácsolási és szerelési feladatok.

A grafikai feladatok első csoportját a méretezett műszaki rajzok képezik (egyszerű idom, test, kéziszerszám, fogaskerék, csavarok, rugók és néhány összetettebb eszköz -zár, Bunsen-égő, gőzgépmodell, villanycsengő- méretezett rajzának elkészítése). Érthető, hogy ezekkel a feladatokkal elsősorban a géprajz elemeinek megtanulása szorgalmazható azokban az iskolákban, ahol a műszaki rajz mint rendkívüli tantárgy nem szerepel, látni kell azonban azt is, hogy a méretezés hangsúlyozása arra utal, hogy ezek a feladatok az alapmérések gyakorlása miatt is hasznosak. Igaz, hogy a rendelkezésre álló lehetőségek nem nagyok (minden tanévben négy-négy rajz elkészíttetésére lehet gondol-

ni), de ha az iskolai füzetben és a gyakorlati órákon vezetett munkafüzetben is állandóan gondos rajzolást kívánunk, kielégítő eredmény érhető el. A rajzkészítés inverz művelete: a műszaki rajzok olvasásának gyakorlása egyes barkácsolási feladatokkal kapcsolatban valósítható meg úgy, hogy a munkadarabokat ilyen méretezett rajzok alapján készítettjük el.

A fizika tanítása közben gyakran tapasztalható, hogy tanítványaink többségének nagy gondot okoz a különböző elektromos kapcsolási rajzok olvasása. Ha az elektromosságtani munkafeladatokkal kapcsolatban mindig kapcsolási rajz alapján dolgoztatunk és ezeknek a munkafüzetbe való lerajzolását is megkivánjuk, használatát fokozatosan megtanulják növendékeink; a rádiótechnikai kapcsolási rajzokon való eligazodást azonban már célszerűbb külön feladatok kitűzésével elősegíteni. Az iskolai demonstrációs rádiópad például igen alkalmas erre a munkára, mert huzalozása könnyen áttekinthető. Rádiótechnikai kapcsolási rajzok olvasása a rádiótechnikai szerelési munkák végzése közben tanulható meg. Ismeretes, hogy a géprajz keretében kapcsolási rajzok nem fordulnak elő, ezért ezeket a munkafeladatokat azokban az iskolákban is elvégeztetjük, ahol az említett géprajzi gyakorlatokra a rendkívüli tárgyként tanított műszaki rajz óráinak rendszeres látogatottsága miatt nincs szükség.

A barkácsolási feladatok esetében az a helyzet, hogy a konkrét munkafeladatok az eddigieknél nagyobb mértékben függvényei a helyi lehetőségeknek és szükségleteknek, és ezért nem is lehet ezeket a kézügyesítő feladatokat minden részletében konkrét formába önteni. A fontos az, hogy a szükségesnek mondott kéziszerszámok használatát a tanulók többé kevésbé megtanulják, a megmunkálásra kezükbe adott anyagok technikai tulajdonságait a lehetőség szerint megismerjék. A barkácsoló munka értékesebb tétele érdekében kerülni kell az öncélú munkáltatást, vagyis arra kell törekedni, hogy az elkészített munkadarab ilyen vagy olyan szempontból hasznos legyen.

Amikor például a lombfűrész használatára tanítjuk tanítványainkat, nemcsak az a cél, hogy ezzel a fűrészszel valamit vágjanak, hanem az is, hogy a kezük-

be adott tervrajz alapján egy készülő eszköz egyik alkatrészét készítsék el. Ez lehet -többek között- a rádiótechnikai szereléseknél szükséges segédmechanizmusok (csőfogalattartó, előlap, stb.) valamelyike, de lehet a szertár egyéb eszközeinek javításánál vagy új eszköz készítésénél szükséges alkatrész is. Ilyen esetekben akkor járunk el helyesen, ha megmondjuk a tanulóknak, hogy mihez készítik a munkadarabot, milyen nagyobb feladat megoldásának fontos része a rájuk bízott részletfeladat, mert ezáltal ösztönözzük őket a gondos és pontos munkára.

A szerelési munkafeladatok tartalmuk szerint mechanikai, gyengeáramu, erősáramu és rádiótechnikai szerelési feladatok lehetnek. A mechanikai szerelési feladatok ilyenszerűek lehetnek: kerékpár első és hátsó kerékagyának, egyszerű fogaskerékrendszereknek (rossz ébresztőóra, rugós gramofonmotor, stb.), vizcsapnak, fémmanométernek, gépkocsi porlasztónak, stb. szétzedése és összerakása. A gyengeáramu szerelési gyakorlatok keretében kapcsolási rajz alapján csengő és távbeszélő áramköröket állíthatnak össze a tanulók, míg az erősáramu szerelési feladatok általában a háztáji villanszerelési munkák köréből valók és a lakás elektromos szerelési anyagainak megismerését teszik lehetővé. A rádiótechnikai szerelési feladatok a 2+1-es rádiókészülék jobb megismerését szorgalmazzák azáltal, hogy ennek a készüléknek egyes fokozatait (anódpótló, audion egység, előerősítő, végerősítő) épített fel kapcsolási rajzok alapján.

Megemlítjük, hogy a rádiószerelési gyakorlatok igen alkalmasak néhány fontos termelés-szervezési kérdés modellszerű szemléltetésére. Az üzemek közötti (vagy az üzemben belüli) kooperáció gondolata realizálható például azáltal, hogy a mechanikai megmunkálást igénylő részeket (fogalattartók, szerelési lapok, sasszi, stb.) a II. és III. osztály barkácsolási munkái közé iktatjuk. A feladatokban szereplő egységek huzalozása általában hosszabb időt igényel, te-

hát egy-egy munkacsoport a rendelkezésére álló 40, ill. 60 perc alatt nem tudja azokat elkészíteni. Ha a munkát úgy szervezzük, hogy a munkába vett egységet továbbépítésre a mindenkor következő csoport veszi át, a futószalag-rendszerű termelésről alakul ki tájékoztató kép. A szerelést befejező csoport elvégezheti a minőségi ellenőrzést és így ennek a munkakörnek szerepét ismerheti meg.

-- x --

Minden különösebb indokolás nélkül is belátható, hogy egy ilyen sokrétű gyakorlati óra jó előkészítése rendkívül körültekintő szervezést igényel. A szervezés kérdései közül mindennek előtt az a kérdés tisztázandó, hogy az iskolában éppen meglévő tárgyi és személyi adottságok mellett milyen munkaforma valósítható meg. Ezzel kapcsolatban emlékeztetünk arra, hogy régebben általában azonos munkafeladatu gyakorlati órák szervezésére törekedtek; a lehetőségek szerint addig növelték a tanulói kísérletezés céljait szolgáló eszközök mennyiségét, amíg minden (2-3 főből álló) munkacsoport egyidejűleg nem végezhetett ugyanazt a gyakorlatot. Az is ismeretes, hogy ennek a helyzetnek eléréséig vegyes feladatok szerepeltek. A miniszteri utasításban biztosított körülmények között elvileg mind a két szervezési mód lehetséges.

Fel kell vetni azonban azt a kérdést, vajon az esetek többségében valóban az azonos munkafeladatu gyakorlati óra jelenti-e a leghelyesebb megoldást? Ha abból indulunk ki, hogy a szervezési módot nemcsak a rendelkezésre álló eszközök mennyisége határozza meg, hanem döntően hatnak pedagógiai tényezők is, akkor -annak ellenére, hogy azonos munkafeladatok esetén könnyebb az óraelőkészítése és vezetése- megfontolást érdemel, hogy 1. fennáll annak a veszélye, hogy a tanulók munkája egyöntetűségének biztosítása érdekében a tanár szinte vezényszóra végeztesse a mérések egymás után következő lépéseit (ami kétségtelenül gátolná a tanulók önállóságának kibontakozását), 2. tanári vezényszó nélkül még a munkafelada-

tok azonossága sem jelentené az egyes munkacsoportok munkatémének azonosságát, tehát lényegesen jobb időkihasználást és könnyebb ellenőrzési lehetőséget nem biztosít, 3. a tanulók előkészítését várhatóan csak a gyakorlati órákra korlátozná és ezáltal lazítaná a gyakorlati óra és a hagyományos fizikaóra közötti kapcsolatot és sok időt venne el a tényleges kísérletező munkától.

A munkaforma megválasztásának mérlegelésekor az is eldöntésre vár, hogy a kevesebb részletmunkát igénylő feladatok értékesebbek-e ezen a fokon, vagy a terjedelmesebb gyakorlatok célravezetőbbek-e? Ha arra gondolunk, hogy a tanulók látókörét akarjuk szélesíteni, és azt is figyelembe vesszük, hogy a kísérleti munka kezdeti fokán még a változatosság is serkentőleg hat, arra az álláspontra helyezkedhetünk, hogy a várható eredmények szempontjából biztatóbbnak ígérkezik több, szűkebb problémakört felölelő gyakorlati feladat elvégzése. Ebben a szemléletben is -bár ennek helyességét végérvényesen csak elegendő tapasztalat birtokában lehet majd kimondani- a vegyes munkafeladatu gyakorlati órák mellett lehetne állást foglalni, mert ezáltal inkább válnék lehetővé a kellő gyakorlat megszerzéséhez szükséges mennyiségű feladat elvégeztetése.

A régebbi tapasztalatok egybehangzóan a két-három főből álló munkacsoportot tartják a legmegfelelőbbnek, ami azt jelenti, hogy (20-as létszámú tanulócsoporthoz véve alapul) egy-egy alkalommal 6-7 munkahely berendezésére lenne szükség. Azonos munkafeladatu gyakorlati óra esetében természetesen minden eszközből ugyanennyi kellene, és minden feladat elvégzése után sok idő menne veszendőbe az eszközök beszédésével és újabbak kiadásával, ami végeredményben azt jelentené, hogy az 50 perces órából mintegy 15 percet áldozunk erre a lényegében inaktív munkára. Ha figyelembe vesszük a miniszter utasításának azt a tanácsát, amely szerint célszerű a gyakorlati órákat úgy összevonni, hogy egy-egy (20 főt meg nem haladó) tanulócsoporthoz a IV. osztályban kéthetenként 2 óra, a II. és III. osztályban (ahol heti 1/2 órát szán az óraterv a fizikai gyakorlatokra) kéthetenként 1 óra, vagy négyetenként 2 óra gyakorlati

foglalkozása legyen, és ha egy-egy munkafeladatot átlagosan 20 - 25 perces mérési időre tervezünk (ami szinte minden esetben megvalósítható), akkor 2 óra alatt három csoportváltás biztosítható minden munkahelyen anélkül, hogy az eszközöket cserélni kellene, az $50+60=110$ perces bruttó munkaidőből 95 perc, vagyis gyakorlatonként bő 30 perc jutna tényleges munkára. Ha pedig a helyi viszonyok megítélése alapján foglalkozásonként csak két munkafeladat elvégzését kívánjuk meg, ezek mindegyikére több mint 45 perc esik. Ez is érv a vegyes munkafeladatu gyakorlati órák mellett.

Még a kétórás gyakorlaton sem érhető el, hogy mindegyik munkacsoport mind a 6 munkahelyet felkeresse és a kitűzött munkát ott elvégezze. Ez a helyzet három lehetőség elé állítja a gyakorlati óra vezetőjét: 1. lemond arról, hogy minden munkacsoport mindegyik feladatot elvégezze (ami lényegében fontos feladatok kihagyását jelentené), 2. több (2-3) kétórás gyakorlatot egy munkaciklusba fog össze, 3. minden gyakorlatot két példányban készítve elő hazai körülményeinknek legmegfelelőbb átmenetet képez az azonos és vegyes munkafeladatu szervezési forma között.

Mindent figyelembe véve az állapítható meg, hogy a kezdeti időszakban a kisebb anyagi áldozatot kívánó nem fizikai tárgyú munkafeladatok beállítása a már ismertetett célok szolgálása mellett enyhíti az eszközhiányból származó nehézségeket; pedagógiai szempontból nem feltétlenül indokolt az igen nagy anyagi befektetést igénylő azonos munkafeladatu gyakorlati órák megvalósításának erőltetése; a 2x2 vagy 3x2 órás munkaciklus lehetővé teszi a vegyes munkafeladatu gyakorlati órák racionális szervezését és -amint a következőkben kifejtjük- célszerű előkészítési rendszer megvalósításának útjában sem áll.

A munkaciklusok megvalósítása esetében a helyzet az, hogy ugyanazok a gyakorlatok a ciklus időtartamának megfelelően 2 vagy 3 foglalkozáson azonos összeállításban szerepelnek és mindegyik munkahelyen mindegyik munkacsoport meghatározott ideig dolgozik.

Annak ellenére, hogy a program összeállításánál a munka egyenletes elosztására törekszünk, a csoportok különböző teljesítményei miatt kisebb-nagyobb időeltolódásokkal számolhatunk, pedig a munkahelyek váltásának -a folyamatos munka biztosítása kedvéért- egy időben kell megtörténnie. A gazdaságos időkihasználás érdekében tehát arra kell szoktatnunk a tanulókat (és gondos előkészítéssel természetesen az előfeltételeket is létre kell hozni), hogy a munkahelyek elfoglalása után haladéktalanul kezdjék meg a méréseket, egyéb dolgokkal (számítások, vázlatok rajzolása, munkanapló elkészítése, stb) pedig csak akkor foglalkozzanak, ha a kísérleti munka elvégzése után erre idejük marad. Ha tehát egy-egy csoport a kitűzött idő letelte után még nincs is készen (ami az első időkben előfordulhat), a váltás az egész tanulócsoport munkarendjének biztosítása érdekében megtörténik. Hangsúlyozzuk azonban azt, hogy az időbetartás realis alapja a program helyes összeállítása: ha tehát valamelyik gyakorlatot szorgalmasan dolgozó, közepes felkészültségű tanulókból álló munkacsoport a rendelkezésre bocsátott idő alatt nem tudja elvégezni, azt a gyakorlatot ki kell cserélni, vagy el kell tekinteni egyes, az időkeretbe már nem férő részletek kidolgoztatásától. Az első év tehát a feladatok idő-ellenőrzése szempontjából is fontos kísérleti év.

A munkahelyek váltása ne legyen a tanulók ötletére bízott. Rendezettebbé teszi a munkát és az egyenletes igénybevételt is biztosítja, ha a tanár a váltások rendjét előre szabályozza, vagyis megmondja, hogy az egyes munkahelyeken a munkacsoportok milyen sorrendben követik egymást.

Szándékosan foglalkoztunk a szervezésnek aprólékosabb kérdéseivel is, mert a tapasztalat szerint erre a fontos munkára még kevés figyelmet fordítanak a gyakorlati órák vezetői és az emiatt keletkező torlódások és nem egyszer fegyelmezetlen-

ségek nemcsak sok értékes perc elvesztését eredményezik, hanem a gyakorlati órák komolyságát is veszélyeztetik.

--x--

A munka szervezésével kapcsolatban tett megfontolások alapján született elhatározások végeredményben a gyakorlati órák tanmenetének szerepét betöltő tanári munkatervben válnak a tényleges munka irányító tényezőivé. Mivel ebben a munkatervben a lehetséges munkafeladatok közül már csak az iskola adottságainak megfelelőek szerepelnek, a munkaterv elkészítése előtt szükségessé válik a különböző típusú feladatok helyes arányának megállapítása, valamint a gyakorlati óra és a hagyományos fizikaóra viszonyának tisztázása.

A fizikai gyakorlati órák fizikai jellegének megfelelően a fizikai tárgy munkafeladatok viszonylagos túlsúlya általában indokolt. Mivel azonban a nem fizikai tárgy munkafeladatok közül sok közvetve a fizikatanítás érdekeit is szolgálja, a kétféle munkafeladat aránya időnként 1:1 is lehet (a gyakoribb 2:1 aránnyal szemben). Ez az arány természetesen a már valamelyest kialakult helyzetre vonatkozik; kedvezőtlen tárgyi feltételek mellett induló iskolákban a helyi lehetőségek ideiglenesen más viszonyokat is teremthetnek. Fizikai feladatok megoldása sehol sem szerepel a fizikai gyakorlati órák munkarendjében. A feladatmegoldásnak ez a látszólagos mellőzése a kísérletező munka előtérbe állításának érdekében történik annak az indokolt megfontolásnak az alapján, hogy feladatmegoldásra a hagyományos fizikaórákon elegendő alkalom nyílik. A gyakorlati óráknak (vagy azok egy részének) feladatmegoldásokkal való eltöltése csak végső szükség esetében lehet elfogadható.

A tanári munkatervbe kerülő munkafeladatok feldolgozásának sorrendjét a gyakorlati óra és a hagyományos fizikaóra viszonya is befolyásolja. Az előzőekben két alkalommal is történt utalás arra, hogy a tanulói kísérletezés az új anyag feldolgozásának egyik láncszeme is lehet: ez a kísérleteztető fizikatanítás, ahol a gyakorlati munka (a tanulói kísérletezés) tartalmilag együtt halad a tananyag feldolgozásával. Ennek az eljárásnak a sikeres alkalmazása -mint láttuk- igen sok didaktikai és

tárgyi feltételhez kötött. A fizikai gyakorlati órák egyik legfontosabb célja -a tanulók gyakorlati mérés technikai ismereteinek bővítése- a fenti eljárással már csak azért sem lenne elérhető, mert a mérések elvégzéséhez az új anyag feldolgozása során szerezhető ismeretekre már szükség van. Ez az oka annak, hogy a fizikaórák anyagának általában meg kell előznie a gyakorlati órák anyagát. Ez a szükségesség az első munkaciklusban kétségtelenül nehézséget okozhat, ez azonban áthidalható az első gyakorlati órák időpontjának eltolásával vagy régebbi (esetleg általános iskolai) ismeretekre épülő és a tanulók kisebb mértékű előkészítését kívánó munkafeladatokkal.

A tanár munkaterve lényegében nem más, mint az eddigi megfontolások figyelembevételével kiválasztott munkafeladatoknak a munkaciklusok rendjében történő felsorolása.

Példák. II.osztály, 1.munkaciklus (szept.-okt.)

1. Mérések a centiméterskálával (tükros centiméter-skála használata, gömbsüveg magasságának mérése, kör sugarának meghatározása a kerület méréseiből).
2. Mérések a tolómérővel (üveglap vastagságának, golyó átmérőjének, könyvlap vastagságának, lyuk mélységének, cső belső átmérőjének mérése).
3. Mérések a mikrométerrel (könyvlap vastagságának közvetlen mérése, hajszál, drót átmérőjének mérése, hibaszámítás).
4. Időmérés másodpercmutatós órával és stopper órával (gramofon fordulatszámának meghatározása, a metronóm időskálájának hitelesítése).
5. Táramérleg egyensúlyi helyzetének meghatározása.
6. Méretezett rajz készítése (egyszerű idomok méretezett rajza)

III. osztály, 3. munkaciklus (jan.-febr.-márc.)

1. Egyszerű hőmérsékletmérési gyakorlatok (a hőmérő alappontjainak ellenőrzése, víz melegedési grafikonjának elkészítése).
2. Szoba hőmérsékletének meghatározása MELDES-féle csővel.
3. Szilárd test vonalas tágulási együtthatójának meg-



határozása.

4. Kaloriméter vízértékének meghatározása.
5. Méretezett rajz készítése (Bunsen-égő metszeti rajza).
6. Szerelési gyakorlat (zár szétszedése, más kulcsra való átszerelése).

IV. osztály, 6. munkaciklus (március)

1. Üveg törésmutatójának meghatározása prizmaival, a legkisebb eltérítés szögéből.
2. Folyadék törésmutatójának meghatározása.
3. Földi messzelátó modelljének összeállítása.
4. Kapcsolási rajz készítése (a rádiópad előerősítője).
5. Erősáramu szerelés (világítási áramkör alternatív kapcsolóval)
6. Rádiótechnikai szerelés (végerősítő fokozat összeállítása kapcsolási rajz alapján).

6.

Azok a pedagógusok akik első hivei és megvalósítói voltak a tanulói kísérletezésnek, többek között azért szálltak sikra az azonos munkafeladatu gyakorlati órák mellett, mert másképpen nem tudták célszerűen megszervezni a tanulók előkészítését. Altalában az volt a szokás, hogy a gyakorlati óra anyagát a gyakorlatot vezető tanár a munka megkezdése előtt (ritkább esetben a gyakorlati órát megelőző rendes tanítási órán) ismertette. Azt is kipróbálták, hogy a vegyes munkafeladatu gyakorlati órákon azok a tanulók, akik a gyakorlatot elvégezték, konzultáció formájában tájékoztassák a tennivalókról azt a tanulócsoportot, amelyük a legközelebbi alkalommal ugyanannak a feladatnak a megoldására következik. Ez az eljárás -mint ismeretes- sok pontatlanságnak lett a forrása. Megkísérelték azt is, hogy a tanulókat kizárólagosan írásbeli utasításokkal készítsék elő, pontosabban ilyenekkel irányítsák a kísérleti órákon. Ebben az eljárásban is sok hibát találtak és főképpen az írásbeli utasítások

részletességével kapcsolatban mérült fel sok vitás kérdés. Az is érdekes, hogy amilyen aktív a szovjet szakmódszertani irodalom a gyakorlati foglalkozások elvi és tartalmi problémáinak kifejtésében, olyan keveset mond a tanulók közvetlen előkészítéséről. Szembe kell tehát nézni azzal a ténnyel, hogy a tanulók előkészítése a gyakorlati órák egyik legsúlyosabb didaktikai kérdése, tehát ennek elhanyagolása vagy hibás megoldása a gyakorlati órákon folyó munka eredményességét a legközvetlenebbül veszélyezteti.

Az első tennivaló a régebbi sok próbálkozás valószínű hibaforrásainak felderítése lenne. A régebben alkalmazott előkészítési eljárások fenti ismertetéséből világosan kitűnik az, hogy mindegyik esetben kizárólag a gyakorlati órák keretén belül keresték a megoldást és nem ismerték fel a tanítási órákon sokszor természetesebben kínálkozó előkészítési lehetőségeket. Ennek az volt a következménye, hogy a tanulóknak szinte egyszeri hallásra (vagy olvasásra) kellett felfognia a fizikai vagy mérési problémát, egyszeri látásra kellett tisztába jönnie az eszközzel is és igen rövid idő alatt kellett tájékozódnia munkájának egésze és annak részletei felől is. Nem csodálható, ha mindez vagy egyáltalán nem vagy csak nagyon felszínesen sikerült.

A régi nehézségek legtöbbje tehát onnan ered, hogy itt is (mint a tanítás módszereinél) egyetlen utat kerestek és onnan is, hogy a gyakorlati órákat nem szemlélték a tanítási órákkal szerves egységben; azok mindig valami más, különleges órák voltak, nem pedig a fizikaórák szerves tartozékai. Ugyanezekkel a nehézségekkel ma is találkozhatunk ott, ahol a tanulók előkészítése csak a gyakorlati órákra korlátozódik és az ott kínálkozó szegényes lehetőségek miatt szükségszerűen formálissá és gyenge hatásfokúvá válik.

Az eddigi szakmódszertani tapasztalatok alapján -a tárgy és a tanulók sajátosságainak ismeretében- azt kell megállapítani, hogy (mivel a tanítási órák nehezebbi mellőzésével és egyféle eljárás alkalmazásával sikert ma sem várhatunk) a tanulók előkészítését a súlypontnak a tanítási órákra és a tanulók ott-

honi munkájára történő áthelyezésével tehetjük sokrétűvé, felhasználva az új anyag feldolgozásában, a házi feladatokban, a számonkérésben és az írásbeli utasításokban meglévő természetes lehetőségeket.

A tanítási órán az új anyag feldolgozását azáltal állíthatjuk a gyakorlati munka előkészítésének a szolgálatába, hogy az új anyagot a tanulói kísérletezés szempontjai szerint is feldolgozzuk, vagyis -ahol ez szükséges- megmutatjuk azokat a vonatkozásokat is, amelyekre a mérés közvetlenül épül.

Példák. 1. A II. osztályos tankönyv első fejezetének (A méréstechnika elemei) a súlymérésről szóló részében (12. old.) a következőket írja: "A karos mérleggel súlyokat hasonlítunk össze. A karos mérlegnél a serpenyők és a kar 3 háromoldalu hasáb élén nyugszik. Mérés után a mérlegkart a hasáb éléről felemeljük, hogy az él ne kopjék. Méréskor a mérleget az élre ráhelyezzük. Ilyenkor a mérlegkar a ráerősített mutatóval együtt egyre kisebbedő kitérésekkel csillapodó lengéseket végez. A mutató osztályzat előtt mozog. A mutató nyugalmi helyzeténél lévő osztályzat a mutató alappontja. Az alappont a lengések alatt is meghatározható, mert gyakorlatilag az a kitérések szám-tani közepe."

A gyakorlati órára való előkészítés szempontjából úgy tesszük értékkessé ennek a résznek a tanítását, hogy (a mérleg tényleges bemutatásán kívül) elmondjuk és megmutatjuk, hogyan hozzuk lengésbe a mérlegkart, miképpen történik a lengések leolvasása (hol kezdjük, hány lengést számolunk le az egyik és hányat a másik oldalon, milyen előjeleket adunk a leolvasott számoknak), az adatokat milyen táblázatba írjuk, hogyan számíthatjuk ki a lengések középértékét, majd a mérleg egyensúlyi helyzetét (alappontját). Azt is megmagyarázzuk, hogy az alappont meghatározása miért fontos. Mindez a tankönyvben érintett dolgoknak méréstechnikai konkretizálása.

A mérlegelés fent ismertetett általános kérdéseinek tisztázása után megmondjuk a tényleges gyakorlati

feladatot is: a terheletlen mérleg egyensúlyi helyzetét kell meghatározni úgy, hogy 3 méréssorozatot végezve egyensúlyi helyzetnek a három mérési eredmény középértékét tekintjük. Amikor ez a mérés elkészült, egy negyediket is eszközölünk és ennél megvárjuk, amíg a mérleg lengése valóban zéróvá lesz: a mutatónak az előbb kiszámított skálán kell állnia. (Ennek az utolsó mérésnek az alapján grafikont is készíttethetünk és ezzel már most egyengethetjük a csillapított rezgőmozgás későbbi tanulmányozásának az útját. A grafikon készítésének a módját az előadási kísérllet néhány adata alapján a tanítási órán megmutatjuk.)

A pontos mérlegeléshez ismerni kell a mérlegnek az adott terhelés melletti érzékenységet is. Ennek meghatározása azonban már a 2. ciklus (tehát a november-december havi gyakorlati órák) munkafeladatai között szerepel. Mivel itt is lényegében csak egyensúlyi helyzetek meghatározásáról van szó, elvileg újat ez a munkafeladat nem ad, tehát a mérleg érzékenységének meghatározása pusztán írásbeli utasítás alapján is elvégezhető lesz.

November közepe táján kerül sor a fajsúly és a sűrűség fogalmainak kialakítására (38). Az előadási kísérlletezésben levélmérlegen mérjük a test tömegét, mérőhengerrel a térfogatát. Érthető, hogy ilyen módon a sűrűsége csak megközelítő értéket kapunk. Önkéntlenül adódik a kérdés: hogyan lehetne pontosabban meghatározni ezt a fontos fizikai állandót? Így nyílik alkalom a mg pontosságot biztosító mérési eljárás meg-tanítására (Utmutató, 81. old.)

A tanév utolsó óráin esik szó a különböző mérlegekről. Az analitikai mérleg ismertetésével kapcsolatban érinti a tankönyv (146. old.) a mérlegkarok egye-

=====

(38) MAKAI LAJOS: A fizika tanítása II. rész (Egyetemi jegyzet, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, 1957., 78., 96. old.)

lőtlenségéből származó mérési hiba kiküszöbölésének módját. Itt mondjuk el részletesebben a korrekciós mérlegelés végrehajtását (Utmutató 84. old.) és felhívjuk a figyelmet arra, hogy ezzel az igen pontos mérlegelési eljárással kell majd a következő évben a levegő fajsúlyát meghatározni. Ezek a mérések viszont már egybeesnek a levegő nyomásával kapcsolatos kérdések tanításával.

2. A III. osztályban december hónapban tanítjuk a gárok hőkozta térfogat- és nyomásváltozását (Gay-Lussac törvényei). A tanítási órán bemutatjuk a szokásos előadási kísérletet, de megmutatjuk azt is, hogy a jelenség hőmérséklet meghatározására is felhasználható (MELDES-féle csövet hideg, majd meleg vízbe mártunk). Ilyen előkészítés után házi feladat lehet annak a kérdésnek megoldása, miképpen lehetne a MELDES-féle csövet hőmérséklet mérésre felhasználni? Lényegében az alapösszefüggésből kiinduló számításokról van szó és ha a tanulók otthoni próbálkozásai eredménytelenek maradnak, akkor a következő órákon hasonló feladatok megoldásának keretében mutatjuk meg a helyes utat és állítjuk elő azt az összefüggést, amelyiket a mérés eredményeinek feldolgozásakor fel tudnak majd használni.

A mérés problémáinak a két példában bemutatott módon történő iskolai és otthoni feldolgozásával lezárul az előkészítés első szakasza.

A fenti két példa is jól szemlélteti, hogy az új anyag feldolgozása a legtermészetesebb lehetőséget nyújtja fizikai tárgyú munkafeladatokra való előkészítés esetében. Más azonban a helyzet a nem fizikai tárgyú munkafeladatoknál, mert ezek előkészítése tartalmuknál fogva nem illeszthető a fizikai tananyag feldolgozása közé. Itt szinte kizárólag az írásbeli utasításokra kell támaszkodnunk és ebben a helyzetben ezek az utasítások gyártástechnológiai-modellnek tekinthetők. Ha az írásbeli utasítások mellett esetenként egyes szerszámok és a jellegzetes munkafogások bemutatása is szükségessé válik, erre a célra a tanítási ó-

rából veszünk el néhány percet.

Példa. Végerősítő fokozat összeállítása kapcsolási rajz alapján. A tanulók az előző munkaciklusban a demonstrációs rádiópád végerősítő fokozatának tanulmányozásával kapcsolatban elkészítették annak elvi kapcsolási rajzát. Ez a rajz ezen az írásbeli utasításon is szerepel, de megadjuk a szerelésre előkészített munkadarab felülnézeti rajzát is és ha szükséges az u.n. huzalozási rajzot is. Ezzel a szerelési munkához szükséges minden grafikai segédeszköz rendelkezésükre áll. A munkautasítás a következő lehet:

1. Kössük be a fűtőáramkört, majd sorra az
2. anódáramkört, a katóellenállással és katóblokkal,
3. bemenőkört és végül
4. a segédrácsot.

A bekötött áramköröket jelöljük meg mind a két kapcsolási rajzon. A munkaidő letelte után a váltó csoport először ellenőrizze az előző csoport bekötéseit és ezután folytassa a szerelést. A munkát befejező csoport végezzen minőségi ellenőrzést

1. mérőműszerrel úgy, hogy a végerősítőt cső nélkül feszültség alá helyezi és voltmérővel a csőlábak helyén megméri, hogy a cső megkapja-a szükséges feszültségeket ($U_F=6,3$ V., $U_a=250$ V., $U_{g2}=250$ V)
2. üzemeltetéssel úgy, hogy a csövet is helyére téve a bemenőhüvelyekhez fejhallgatót, a kimenőhüvelyekhez kimenőtranszformátorral ellátott hangszórót kapcsolunk. Feszültség alá helyezzük a végerősítő egységet. Ha ujjal kopogtatjuk a fejhallgató membránját, a hangszóróban is erős koppanásokat kell hallanunk.

A tanulók előkészítésének második szakaszában alkalmat adunk arra, hogy a munkafeladatokat önállóan is tanulmányozhassák. Ennek a szakasznak kezdetét jelenti az írásbeli irányító lapoknak (írásbeli utasításoknak) közzététele. Ha ezek az írások a feladat megjelölésén kívül a szükséges (de részleteiben ki nem dolgozott) elméleti lérdéseket, a kísérleti eszköz leírását (a berendezés összeállításának vázlatos rajzát), a mérés elvégzésé-

re vonatkozó utmutatásokat, a készitendő táblázat mintáját (adatok nélküli rovatait) tartalmazzák, a tanulók már a gyakorlat megelőző időben részleteiben is végiggondolhatják tennivalóikat és megfelelően előkészíthetik munkafüzetüket is. Az írásbeli utasítások szövege legyen egyértelmű, tömör és olyan mértékben részletes, hogy a probléma teljes kidolgozásában vezesse a tanulót, de azt ne oldja meg helyette.

Példa. Kaloriméter vizértékének meghatározása.

A fajhő pontos meghatározásánál figyelembe kell venni a kaloriméter, a keverőpálca és a hőmérő felmelegedését is. (Tankönyv 106. old.)

1.kérdés: Miért kell a felsorolt tárgyak felmelegedését figyelembe venni?

A kaloriméter vizértékének (V) azt a hőmennyiséget nevezzük, amely a kaloriméter és tartozékai (keverő, hőmérő) hőmérsékletét $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal emeli. Értéke számítás-sal és méréssel határozható meg.

A vizérték meghatározása méréssel:

a/ A kaloriméterbe m_1 gramm tömegű szobahőmérsékletű ($t_1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os) vizet öntünk, a vízbe állítjuk a hőmérőt és a keverőt és megvárjuk, amíg mindegyiknek azonos lesz a hőmérséklete ($t_1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Felirandó: m_1 és t_1 értéke.

2. kérdés: hogyan határozhatjuk meg a kaloriméterbe öntött víz tömegét?

3. kérdés: hogyan állapíthatjuk meg, hogy a víz, a kaloriméter, a keverő és a hőmérő hőmérséklete már azonos értékű?

b/ A melegvizes edényből mérőkanállal m_2 gramm tömegű, $t_2\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű meleg vizet öntünk a kaloriméterbe, a keverő segítségével jól összekeverjük a szobahőmérsékletű vízzel és ismét megvárjuk, amíg az új közös hőmérséklet (t) kialakul. Felirandó: m_2 , t_2 és t értéke.

4. kérdés: hogyan határozhatjuk meg a legcélszerűbben a felhasznált meleg víz m_2 tömegét?

5. kérdés: miről ismerhető itt fel a közös hőmérséklet kialakulása?

c/ A mérések adatainak felhasználásával a következőképpen számítható ki a kaloriméter vizértéke: a meleg víz leadott $Q = m_2(t_2 - t)$ cal hőmennyiséget. Ebből a kaloriméterben lévő szobahőmérsékletű víz felvett $Q_1 = m_1(t - t_1)$ cal, a V vizértékű kaloriméter pedig $Q_2 = V(t - t_1)$ cal hőmennyiséget. A meleg víz által leadott hőmennyiség egyenlő a hidegebb víz és kaloriméter által felvett hőmennyiséggel, tehát $Q = Q_1 + Q_2$ alapján kiszámítható V értéke.

6. kérdés: Mi a számítások végeredménye? A mérési adatok behelyettesítése után mekkora érték adódik a vizértékre?

7. kérdés: Mindegyik kaloriméternek azonos-e a vizértéke?

Kísérleti eszközök: pohár kaloriméter keverővel, hőmérővel; mérőhenger; levélmérleg; mérőkanál; főzőpohár.

A példából látható, hogy a jó előkészítés után a gyakorlati órán a tanulónak már csak a mérést kell elvégeznie. Ez az előkészítés tulajdonképeni célja.

A felkészülésnek ebben a második szakaszában lehetővé tesszük azt is, hogy a tanulók azokat a kísérleti eszközöket is megismerjék, amelyekkel a gyakorlati órákon dolgozniuk kell. Ha van az előadóteremben (vagy az osztályteremben) üvegajtós szekrény, akkor ott helyezzük el egy időre tekintés céljából a kérdéses eszközöket, ha nincsen, akkor a fizikaórákon mutatjuk be azokat.

A tanuló csak akkor tekinthető a gyakorlati órára előkészítettnek, ha az írásbeli utasításban szereplő kérdésekre választ tud adni. A felkészültségnek ezt a fokát a tanulók előkészítésének harmadik szakaszában állapítjuk meg, amikor -ugyancsak a rendszeres tanítási órán- számonkérés formájában ellenőrizzük addigi munkájukat. A számonkérés alkalmával a hibás válaszokat kijavítjuk, megnézzük, hogy a munkafüzetben szerepel-e mindaz, ami a mérés előtt oda már beírható.

A bemutatott példából kitűnik, hogy egy-egy munkaciklusra való előkészítés hosszabb időt vesz igénybe és a megelőző munkaciklus (vagy munkaciklusok) egész tartama alatt folyik. Ez így is van rendjén, mert a tanu-

lőknak a gyakorlati órákról éppen úgy kell készülni-
ök, mint a hagyományos fizikaórákra. Ha készülés a
vázolt módon történik, akkor nemcsak a gyakorlati ó-
rák komolysága látszik biztosítottnak, hanem a maga-
sabb színvonal elérése is remélhető, mert a jó fel-
készülés következtében a figyelem a tényleges mérés-
sekre összpontosítható.

Amilyen mértékben igaz az, hogy a tanulók jó előkészítése
nélkül nem várható eredményes kísérletező munka, olyan mérték-
ben igaz az is, hogy a tanár kellő felkészülése nélkül nem biz-
tosítható a nyugodt tanulói munkát lehetővé tévő határozott é-
ravezetés. Elég talán NAGY L. JÓZSEF hamburgi tapasztalataira
(15) vagy az elmúlt két év alatt itthon látottakra hivatkozni,
hogy belátható legyen az, hogy a gyakorlati órák vezetésének
minőségére a tanár szakmai és módszertani felkészültsége van a
legnagyobb kihatással. Ha nem is foglalkozhatunk most részlete-
sebben ezzel a problémakörrel (mert szükségszerűen érintene o-
lyan önmagában is bonyolult kérdéseket mint a régebbi és az u-
jabb tanárképzés, az állandó hatásos továbbképzés, stb.), any-
nyit megállapíthatunk, hogy 1. a tanárnak a tanulói kísérlete-
ket részletekbemenően kell ismernie és 2. minden helyzetben meg
kell látnia azokat a didaktikai lehetőségeket, amelyek a tanu-
lók munkájának könnyítését és eredményesebbé tételét szolgálják.

Sok tanár élte már át azokat a kellemetlen perceket, ame-
lyeket egy kellően elő nem készített (tehát előzetesen meg nem
oldott) fizikai feladat okoz akkor, ha már a tanulók jelenlété-
ben derülnek ki a megoldás útjában álló (és gyakran sok térová-
zást okozó) akadályok. Még több meglepetést rejtenek a mérések,
ahol részben nagyobb a tanulók járatlansága, több nehézséget je-
lent a munka vezetése is, részben pedig több tényező befolyásol-
ja az eredmények kialakulását. A meglepetések ellen úgy védekez-
hetünk, hogy a gyakorlati órára bocsátás előtt a kérdéses esz-
közzel előzetesen elvégezzük a teljes mérést, feldolgozzuk az
eredményeket és ezáltal -többek között- a mérés legkényesebb
pontjait felderítjük. Csak ebben az esetben leszünk képesek ar-
ra, hogy a tanulók munkájának figyelése közben idejében felis-
merve a hibákat biztos tanáccsal vezessük jó irányba. A tanári

szakmai előkészület -tágabb értelemben- a tanulói kísérletezésre alkalmas mérési és kísérletezési problémák szüntelen tanulmányozását, a réginél jobb feladatok keresését is jelenti. Ez a munka azonban már a gyakorlati órák tartalmának tökéletesítését is szolgálja.

A legtöbb fizikatanárnak -ismert okok miatt- nincsen sok tapasztalata a gyakorlati órák vezetésében, de maguk a módszertani kérdések is még csak a problémafelvetés állapotában vannak. Mind a két körülmény jelenleg még azt teszi szükségessé, hogy a gyakorlati órákkal kapcsolatos módszertani eljárásokat főképpen az oktatás (pontosabban a tárgy tanításának) egyéb területein szerzett tapasztalataink tükrében vizsgáljuk és elvi fontolgatással keressük az eredményt ígérő didaktikai megoldásokat. Érthető, hogy az így kiválasztott utak helyességét még igazolnia kell a gyakorlatnak. A tanár módszertani előkészületét tehát -a fizika tanítása általános módszertani kérdéseinek tanulmányozása mellett- részben a gyakorlati órákon használhatónak ítélt eljárásoknak az előbb ismertetett módon történő elméleti kidolgozása, részben pedig ezek használhatóságának gyakorlati megállapítása jelenti.

Bizonyos tekintetben a tanár felkészülésének egyik fontos (de nem didaktikai természetű) területét jelenti a gyakorlati órákon folyó munka tárgyi feltételeinek biztosítása is. Közismert ugyanis az, hogy a gyakorlati órák sikeres lebonyolítása jelentékeny tárgyi feltételekhez kötött. A tárgyi szükségletek háromfélék: a/ a gyakorlati órák megtartására alkalmas butorokkal berendezett helyiség, b/ a munkafeladatok elvégzésére alkalmas eszközök és szerszámok, c/ fogyó anyagok. A szükségletek részletesével itt behatóbban nem foglalkozunk, a felsorolás csupán a tanár gondjainak erre a területére akarta a felhívni a figyelmet.

7.

A tanítási órák vezetésére a szakmódszertan hosszú idők alatt gyűjtött tapasztalatokra támaszkodó tanácsokat tud adni, a-

melyek felhasználásával a kisebb gyakorlattal rendelkező tanár is viszonylag rövid idő alatt már megfelelően tarthatja kezében az órák vezetését. A gyakorlati órák vezetésében azonban számos új gyakorlati és elvi óravezetési kérdés merül fel. Ezek közül néhány fontosabbat ebben a tanulmányban is fel kell tárnunk.

A munkacsoportok összeállítása a munkacsoport tagjainak nagymértékű egymásrautaltsága miatt érdemes megfontolásra. Az eddigi -igaz, hogy nem nagyszámu- tapasztalatok szerint a nagyjából egyenlő erők szerinti rendezés mutatkozik a leghelyesebbnek. Ebben az esetben a munkacsoport mindegyik tagjának közel azonos az értéke a társak előtt, a vélemények azonos súllyal esnek latba és a jobb eredmények elérése érdekében hasznos versengés is kialakulhat. Az egészen jók közé a leggyengébbeket nem tanácsos vegyíteni, mert a segítség helyett könnyen a lenézés és a megszólás juthat osztályrészül vagy a gyengék választhatják a legkényelmesebb utat: a munkát a jobbaknak engedik át, ők pedig lemásolják munkafüzetükbe a kész eredményeket. Az sem látszik azonban célszerűnek, hogy a leggyengébbek külön alkacsoportnak munkacsoportokat: vak nem tud világtalant vezetni. Marad a középut: a jók a jelesek között fejlődhetnek, a közepesek is gyarapodhatnak a jók között, de ugyanezek -a nem nyomasztó ellentétek miatt- a gyengébbeket is képesek segíteni.

Helyes az, ha a munkacsoportok összeszokhatnak, ha azonos munkastilust tudnak kialakítani. Ennek ellenére nem lenne indokolható a csoportok összetételének minden áron való fenntartása. Ha a csoportban a munkát gátló jelenségek (pl. fegyelmezetlenség) jelentkeznek, szükségessé válhatik az ésszerű átrendezés.

Az eszközök kiosztása ugyancsak fontos gyakorlati kérdés. Sok idő takarítható meg, ha az egyes munkafeladatok elvégzéséhez szükséges eszközök tálcára (rajztáblára) készítve, átvételre készen várják a csoportot. Szoktassuk hozzá tanítványainkat, hogy a munka megkezdése előtt a tanártól is, a váltáskor pedig egymástól is átvegyék az eszközöket és minden rendellenességet (hiány, sérülés, piszkolódás, stb.) azonnal jelentsenek a gyakorlatot vezető tanárnak. Ez az átvétel könnyen és gyorsan bonyolítható le, ha minden gyakorlathoz pontos eszközjegyzék áll rendelkezésre.

A munka közben gyakran előfordulhat, hogy előre nem látott

apróságokra (csipesz, drót, zsinór, dugó, izzólámpa, stb.) lesz a gyakorlatok folyamán szükség. Célszerű, ha ezekből a fogyó anyagokból valamennyi tartalék áll az órán rendelkezésre.

A gyakorlati óra a szokásos formaságokkal (osztálynapló beírása, stb.), a munkarend közlésével, a munkaeszközök átvételével kezdődik. Helyes ha a tanár a munka megkezdése előtt megkérdezi, kinek van a munka megkezdését gátló problémája. Ezekkel megbeszéli a dolgot, a többiek munkához látnak. Ezt követően a tanár sorra látogatja a munkacsoportokat, mindenütt megteremti a munka megindulásának a lehetőségét, a munkát bénító hiányosságok elkövetőit felelősségrevonja, a gonos készülést tanúsítókat megdicséri.

A munka közben közvetlen segítséget csak akkor nyújt, ha enélkül valamelyik csoport hamis vágányokra kerülne. Mindezek ellenére ne legyen a gyakorlatvezető tanár tétlen, esetleg unatkozó szemlélője a tanulók munkájának, hanem szüntelen ellenőrzésével és indokolt segítségével annak központi irányítója és vezetője.

Az természetes dolog, hogy a gyakorlati órán a tanulók mozgása szabadabb mint a tanítási órán. Ne tiltsuk meg, hogy a munkacsoport tagjai halkan megbeszéljék a munka közben felmerülő problémáikat. A különböző munkacsoportok között azonban semmiféle tapasztalatcserének nincsen helye.

A gyakorlati órán szoros időgazdálkodás folyik: szükségesnek látszik, hogy a tanár időnként tájékoztató időjelzést adjon. Az is jó, ha a teremben óra van. A váltási idő közeledését mindenképen jelezni kell, hogy a tanulók az eszközöket átadásra is előkészíthessék.

A gyakorlati óra vezetése ennyiből áll: szüntelen ellenőrzés, indokolt esetben segítség. Meg kell azonban mondani, hogy a dolog csak látszólag ilyen egyszerű. A figyelem állandó megosztása igen fárasztó, a tanulók vezetése ezen az új, számukra nagyon szokatlan területen érett pedagógiai bölcsességet, a tanulók szemmel tartása pedig mély gyermekismeretet kíván. Azt is meg kell mondani, hogy ez a munka -ha csak kicsit is elmélyednek benne- a tanulókat is erősen igénybe veszi. A két órán át tartó mérés, megfigyelés és számolás az ő számukra sem lebecsü-

lendő teljesítmény; éppen ezért a nyugodt munka feltételeinek biztosítása legyen a tanár szívügye. A nyugodt légkört elsősorban a tanár magabiztos nyugodtsága teremtheti meg; az idegeskedés, a szüntelen korholás lehet megfélemlítő, de biztos, hogy inkább ront mintsem segít a dolgokon.

A gyakorlati óra utolsó mozzanata az eszközök összegyűjtése. Tisztán adjuk ki azokat, tisztás is kérjük vissza mind-egyiket. A folyadékokkal történő kísérletek után a lombikokat, főzőpoharakat, mérőhengereket mossák el a tanulók, a munkaasztalokat pedig töröljék le. A tálcára rakott eszközök a tanár által gyorsan átvehetők. Minden szándékos rongálás, törés térítéskötelezettséget von maga után, a gondatlanságból okozott meghibásodást pedig a gyakorlati időn kívül a csoport javítsa meg. A közösség vagyonának megbecsülése itt a nehezen pótolható kísérleti eszközeink fokozott megbecsülését jelenti és ennek feltétel nélküli megkövetelése nem elítélhető eljárás.

A gyakorlati óra vezetésével kapcsolatban még egyetlen megjegyzés látszik szükségesnek: szoktassuk tanítványainkat ahhoz, hogy a kezükbe adott munkaeszközöket kritikus szemmel nézzék és ha valamilyen jobb megoldás ötlete támad bennük, hozzák a tanár tudomására. Ezeknek az apró ötleteknek a meghallgatása és felkarolása egy-egy tanulóban az ujitó szellem éledését és kibontakozását eredményezheti, ami a politechnikai nevelés és távolabbi perspektívájában a műszaki fejlődés szempontjából is nem kis jelentőségű dolog.

8.

Az iskolai oktató-nevelőmunka egyik fontos és az iskolai ismeretszerzés sajátos jellegéből következő mozzanata a tanulók munkájának, ismeretei gyarapodásának állandó, folyamatos ellenőrzése és ezzel szoros kapcsolatban a tanulók értékelése. Az ellenőrzés és értékelés eszköz a nevelő kezében, amellyel többek között a tanulókat rendszeres munkára serkenti. Mindezek mellett az ellenőrzés tükör is, amelyben a tanár oktató-nevelőmun-

kájának eredményeit és fogyatékosságait egyaránt megláthatja.

Az ellenőrzés nagy nevelőértéke megkívánja, hogy az iskolai munka minden területére, tehát a fizikai gyakorlati órákkal kapcsolatos munkákra is kiterjedjen. Annál teljesebb és hatásosabb az ellenőrzés, minél pontosabban körülhatárolhatók részletterületei, és annál hatástalanabb, minél általánosabb és nagyvonalubb. A fizikai gyakorlati órán folyó munka ellenőrzési területei: a tanulók felkészülésének ellenőrzése, a gyakorlati órán folyó munka ellenőrzése és a munkafüzet ellenőrzése.

A tanulók felkészülésének a tanítási órán történő ellenőrzéséről már volt szó; azt hangoztattuk, hogy tanítványainknak szóbeli felelés formájában éppen úgy számot kell adnia a sorra következő gyakorlati órák anyagából, mint a fizikának bármely másik területéhez tartozó ismeretanyagból és eleve helytelen minden megkülönböztetés a kétféle fizikaórán folyó munkával kapcsolatban, mert ezek széjjel nem választható szerves egységének az ellenőrzés és értékelés egységében is tükröződnie kell. A gyakorlati órákon a tényleges munka megkezdése előtt a tanár (amennyiben az valamilyen ok miatt szükségesnek látszik) egy-egy munkacsoport tagjait ugyancsak feleltetheti. Ez a feleltetés annyiban különbözik a rendes órán szokásos feleltetéstől, hogy csak a kiszemelt munkacsoportot érinti, a többiek végzik munkájukat. Az is természetes, hogy nem vesszünk el indokolatlanul sok időt a kísérleti munkától.

A tényleges gyakorlati munka ellenőrzése a legtöbb gondot okozó, mert hat vagy hét, különböző munkát végző csoport azonos mértékben szemmel nem tartható. A helyes munkaprogram összeállításával érhetjük el leginkább, hogy a tanulók többsége érdeklődő elmélyüléssel végezze munkáját. Ilyen légkörben a nem komolyan dolgozók könnyen észrevehetők. Azt, vajon munkafeladatát a csoport mindegyik tagja ténylegesen elvégezte-e, csak kémpróba szerűen lehet megállapítani úgy, hogy egyesekkel a mérést a tanár jelenlétében megismételteti. A tanuló mozgása igen könnyen elárulja, hogy az ellenőrző mérésnek volt-e előzménye vagy sem. A nem fizikai tárgy munkafeladatok elvégzésének ellenőrzése a kész munkadarab alapján nem nehéz feladat.

• A tanulók gyakorlati munkájának írásbeli dokumentuma a mun-

kafüzet. Vezetése több lépésben történik. A gyakorlatra való előkészületi időben a kiadott írásbali utasítás alapján a tanuló otthon feldolgozhatja a munkafeladattal kapcsolatos elvi kérdéseket. Tankönyvek vagy egyéb könyvek felhasználásával annyi elméleti anyagot gyűjthet és írhat munkafüzetébe, amennyit a feladatazavartalan megoldásához szükségesnek lát. Előre elkészítheti a mérés tervét (egy-egy mennyiséget hányszor mér meg, milyen sorrendben, stb.), beírhatja a táblázat rovatait, meghatározhatja, hogy milyen módon fog hibaszámítást végezni.

A gyakorlati órán a ténylegesen elvégzett mérés közben tett megfigyeléseiről készít feljegyzéseket, a táblázat előre elkészített rovataiba beírja a mérési adatokat. Ha elég idő áll rendelkezésre, megkivánható a grafikonok elkészítése és a számítások elvégzése is; ezzel a tanulók otthoni munkáját tehermentesítjük. Ha azonban valamelyik tanuló írásbéli munkájával nem készülne el a gyakorlati órán, azt házi feladatként otthon is elvégezheti. Ebben az esetben munkafüzetét a következő fizikaórán nyújtja be ellenőrzésre.

A munkafüzet vezetése a tanulók számára sok gondot okozó nehéz feladat. Nem várható, hogy ez minden zökkenő nélkül menjen, hiszen eleinte szokatlan a munkára való felkészülés is, szokatlan maga a munka is, és szokatlan az ilyen természetű beszámoló készítése is. Éppen ezért -különösen az első időben- a tanár megértő segítségére feltétlenül szükség lesz. Arról van szó, hogy a munkafüzet vezetésére is meg kell tanítani a tanulókat.

A tanulók munkafüzetének ellenőrzése kiterjed annak tartalmi és formai oldalára egyaránt, tehát korántsem közömbös például a rajzok, táblázatok, grafikonok jósága mellett azok szépsége sem. A munkafüzet ellenőrzése során talált hibák kijavítása a tanulók otthoni munkája lehet. Súlyos hiba lenne, ha a munkafüzetben talált hibák kijavítatlanok maradnának: ez nemcsak azal a következménnyel járna, hogy a tanulókat téves nézeteikben megerősítenénk, hanem azzal is, hogy felületesebb munkára csábítanánk őket. Értelemszerű, hogy szükség esetén a hibák megbeszélé-

lése egyéni (vagy ha általánosabb jellegű hibáról van szó, közös) beszélgetés formájában valósítható meg.

Az ellenőrzés számára még egy lehetőség kínálkozik: a már elvégzett gyakorlat anyaga a rendes tanítási órán is lehet szóbeli felelés tárgya. Az ilyen feleltetés arra szoktatja a tanulókat, hogy a gyakorlati órát éppen olyan komolyan kezelje, mint a szokásos fizikaórákat. Ennél a feleltetésnél a tanár kérdései értelemszerűen kiterjedhetnek a munka egyes részleteire is.

A munka értékelésénél, az osztályozásnál, az elérhető legnagyobb objektivitásra való törekvésnek itt is érvényesülnie kell. Ismeretes az a gyakran hangoztatott, de téves álláspontot tükröző nézet, amely szerint vannak különleges képességeket igénylő tárgyak (rajz, torna, ének). Már hallatszottak olyan hangok, amelyek a fizikai gyakorlatokat is ide sorolják. A tanulók munkájának objektív értékelése ezeken a területeken az erős közvéleménnyel szemben nem ritkán ütközik nehézségekbe. Féltő, hogy a fizikai gyakorlatok súlya is a különleges képességek hiányára való hivatkozás áldozata lehet a "fizikából egyébként jó és tehetséges" tanulók esetében. Ennek elkerülése érdekében kell megfelelően hangsúlyozni, hogy a gyakorlati órán végzett munka nem másodrendű a többi fizikaórán végzett munkával szemben. Ennek a megállapításnak egyenes következménye az, hogy minden, a gyakorlati munkával kapcsolatban szerzett érdemjegy azonos értékű a számonkérés egyéb területein (szóbeli felelet, feladatmegoldás, fizikai dolgozat) szerzett érdemjegyekkel.

Minél többre támaszkodik a gyakorlati munka értékelése, annál tisztább a tanulóról kialakuló kép. Ebből a szempontból is értékesek az előkészület alkalmával majd a gyakorlati órákon szerzett érdemjegyek, a munkafüzet osztályzatai és az utólagos számonkérések jegyei. Mindegyik ennek a bonyolult, sokrétű munkának más és más mozzanatának vizsgálja.

-- x --

A feltárt eljárások helyességét az elkövetkező évek gyakorlata igazolhatja csak. A pillanatnyi cél a meginduló gyakorlati munka megkezdésének segítése volt.

1. A hazai fizikatanítás fejlődése	2
2. Fizikai gyakorlati órák Németországban	11
3. A hazai fizikai gyakorlatok; a kísérleteztető fizika- tanítás	16
4. A politechnikai oktatás a Szovjetunióban	21
5. A gyakorlati órák tartalmi és szervezési kérdései	35
6. A tanulók előkészítésének főbb szempontjai	50
7. A gyakorlati órák vezetése	59
8. A tanulók munkájának ellenőrzése és értékelése	62

