B 2572

AZ ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZIKA SZAKKÖRÖK TARTALMI ÉS MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI

Doktori disszertáció

1985.

Készítette: Kövesdi István

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés

1. Az általános iskolai szakkörökről általában 1. lap
2. A szakkörvezetés két alapvető problémája 5. "

II. A szakkörök történeti kialakulása és fejlődése napjainkig

1. Az önképzőkörök, mint a szakkörök elődei 13. "
2. A szakkörök története a felszabadulástól napjainkig 20. "
   a. Szakkörök, felszabadulástól 1963-ig
   b. A szakkörök vezetésének kettős időszaka
   c. A szakkörök jelene a klubrendszer

III. A szakkörök szervezésével és vezetésével kapcsolatos kérdések

1. A szakkörök célja és feladata 58. "
2. A fizika szakkörök szervezésének általános kérdései 64. "
3. A fizika szakkörök négy alaptípusa 73. "
   a. kísérletező;
   b. feladatmegoldó;
   c. eszközkészítő és javító;
   d. fizika történeti
   Az egyes típusok feladatai és módszerük

József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára SZEGED

IV. Néhány részletesen kidolgozott szakköri téma

1. Bevezetés 83. lap
2. Szilárd és cseppfolyós testek sürüségének meghatározása 85. "
3. Rugalmas alakváltozások vizsgálata 92. "
4. Fajhő mérések keverési kaloriméterrel 103. "
5. Jég olvadáshőjének meghatározása 110. "
6. Hatásfok meghatározások 123. "
7. Nehézségi gyorsulás mérése 132. "
8. Feszültségmérések elektromos terekben 139. "
9. Fémes vezető ellenállásának hőmérséklet-letfüggései 161. "
10. Oldatok vezetőképességének vizsgálata 177. "

V. Utószó 194. "

Előzetes megjegyzés:

A dolgozatban - címének megfelelően - szakkörön mindig fizika szakkört értek. Ahol másmilyen szakkörre gondolok, és az a szövegből nem egyértelmüen következik, ott ezt külön jelzem.

I. B E V E Z E T É S

I. 1. Az általános iskolai szakkörökről általában

Az általános iskolai oktatás-nevelés alapvető területe a tanórákon folyó munka. Ez a munka az oktatás vonalán gyakorlatilag minden tanulóra azonos ismeretanyag elsajátítását célozza meg és nincs, de nem is lehet tekintettel az egyes tanulók speciális érdeklődésére és képességeire. Már pedig ezen érdeklődés kielégítése, ezen képességek fejlesztése nemcsak a tanuló, de az egész társadalom szempontjából is alapvető fontosságú. Erre mutat rá az 1983-ban megjelent általános iskolai rendtartás 36. §-a, melyben a következőket olvashatjuk: "A tanulók igényeinek megfelelően, egyéni és közösségi tevékenységből eredő szakirányú érdeklődésének kielégítése, képességeiknek fejlesztése, pályaválasztásuk elősegítése céljából az iskola költségvetési előirányzatának terhére vagy társadalmi erőforrásból szakkörök, tanfolyamok, klubok, müvészeti csoportok, körök, egyes szakfoglalkozások /továbbiakban szakkörök/ müködnek."

Eszerint a tanórán kívüli ismeretszerzés egyik szervezeti formája a szakkör. Ennek segítségével biztosítható, hogy a tanulók a kötelező tananyagon túl, érdeklődésüknek, képességüknek megfelelően differenciáltabb ismereteket szerezzenek.

A szakköri munkát megköveteli az igényes pedagógiai tevékenység is. A jó személyi és tárgyi feltételekkel müködő szakkör felér egy tagozatos iskolában folyó munkával.

A szakkörök segítenek a gyors ütemben gyarapodó tudományos ismeretekben való tájékozódásban. A szakköri munkának óriási pedagógiai hatása van. A jó szakköri munka érezteti hatását a tanítási órán is. A szakkörös tanulók órai aktívitásukkal az érdeklődés felkeltői lehetnek. A szakkörön valósítható meg legeredményesebben a valódi tehetséggondozás. Itt kaphatnak olyan ismereteket, melyek elősegítik a reális pályaválasztást, és a pályára való előzetes felkészülést. Itt nyílik lehetőség arra, hogy a tanulóinkra szabottan külön követelményeket támasszunk, s hogy a tanulók egyéni cselekvéseiből kiindulva felfedeztessünk egyszerűbb összefüggéseket. Ez nemcsak a gondolkodást fejleszti, hanem felkeltheti a kutatás és kisérletezés iránti kedvet.

Mindezen pozitívumok ellenére a szakkörök száma általában nem kielégítő. Ezt bizonyítja a következő néhány számadat is. /A fizika szakkörökről - értesüléseim szerint - országosan nem készül külön kimutatás. A közölt adatok azonban - tájékozódásom szerint - megfelelnek az országos átlagnak, ha nem jobbak annál./

		1982/83-as tanév	1983/84-es tanév
II. ker.	14 iskolából	2	4
IV. ker.	14 iskolából	3	3
V. ker.	7 iskolából	1	2
XI. ker.	21 iskolából	3	18
XII.ker.	11 iskolából	2	4
XIV.ker.	20 iskolából	2	3

	1982/83-as tanév	1983/84-es tanév
Szeged járás		
25 iskolából	5	5
Szeged város		
36 iskolából	15	15

Pest megyében 1982/83-as tanévben az iskolák egyharmadában müködött szakkör.
Komárom megyében évek óta a 90 iskolából 10-ben müködik szakkör.

A budapesti adatokhoz hozzátartozik, hogy az 1980/81-es tanévhez viszonyítva a 82/83-as adatok mintegy 50 %-os csökkenést mutatnak. A 83/84-es tanévben a XI. kerületnél mutatkozó nagy pozitív változásnak okait a kerületi szakfelügyelő a jó szaktanári ellátottságban, az iskolák átlagon felüli felszereltségében, valamint a kerüli munkaközösségvezető jó munkájában látja.

Ezek a számadatok különösen elgondolkodtatók, ha figyelembe vesszük, hogy az általános iskola egyik legdinamikusabban fejlődő tantárgya éppen a fizika. Ezt bizonyítja a fizika tantárgy óraszámának a felszabadulás utáni növekedése.

Hazánkban a felszabadulás előtt a népiskolákban nem tanítottak fizikát. Volt egy természetismereti, gazdasági és egészségügyi ismereteket adó tantárgy, amely bizonyos fizikai ismereteket is tartalmazott. A fizika vonatkozású

részek azonban a mai általános iskolai fizikával össze sem hasonlíthatók. A polgári iskolák és a gimnáziumok 1-4 osztályaiban tanultak ugyan fizikát, de az ide járó tanulók a 10-14 éves lakosságnak csak igen kis részét alkották. A fizika 1946-tól önálló tantárgy. Ekkor a hetedik osztályban heti három órában tanították. Ez az óraszám bővült az 1950-es tantervben a nyolcadik osztály heti két órájával. Az 1958-as tanterv az óraszámot változatlanul hagyta. Az 1962-es reform tanterv a hatodik, hetedik és nyolcadik osztályokban heti két órát írt elő./6/ Az 1978-as tanterv alapján pedig hatodikban az első periódusban - vagyis szeptembertől január végéig - 3, második periódusban - februártól a tanév végéig - 4 óra van ciklusonként. /Páros és páratlan hét együtt alkot egy ciklust./
A hetedik, illetve a nyolcadik osztályban az első periódusban 3, illetve 4, a második periódusban 4, illetve 3 fizika óra előírt ciklusonként.

A dinamikus fejlődést áttekinthetőbben mutatja, ha az évi óraszámokat hasonlítjuk össze.

1946-os tantervben az általános iskolai fizika összes óraszáma		99 óra
1950-es	"	165 óra
1958-as	"	165 óra
1962-es	"	198 óra
1978-as	"	192 óra

József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára SZEGED

Az 1978. évi tanterv alapján a fizika órák száma az előző tantervéhez képest éves viszonylatban 6 óra csökkenést mutat. Ennek oka az 5 napos munkahét bevezetése. Ezen elhanyagolhatóan kismértékü csökkenés mellett is a fizika óraszámainak erőteljes növekedése egyértelmü.

I. 2. A szakkörszervezés két alapvető problémája

Mi lehet az oka, hogy a fizika szakkörök száma általában nem megfelelő?

Az okok lényegében két fő problémára vezethetők visszza: a pedagógusok erős leterheltségére és kellő szakmai segítség hiányára. Vizsgáljuk meg kissé részletesebben ezeket.

Ismeretes, hogy a matematika-fizika szakos tanárokból országosan hiány van. Ezen hiánynak ma már viszonylag kicsiny hányada a valóban meglevő hiány, vagyis az, hogy nincsen szakos tanár a tanári testületben, hanem inkább a tanárok tartósabb távolléte miatt bekövetkező "időszakos" hiány, amely azonban folytonosan újratermelődik. Ezen azt értem, hogy a jelenleg túlnyomórészt női tanerőből álló testületekben jelentős a gyermekgondozási szabadságon /a következőkben a rövidség céljából az általánosan használt "gyes" kifejezést használjuk/ levő tanárok száma. A hiányzó munkaerőt vagy képesítés nélküli nevelőkkel pótolják, vagy a meglevő pedagógusokkal helyettesítik. A képesítés nélküli pedagógusok - szakmai felkészültségük hiányosságai miatt -

általában nem is tudják ellátni a szakköri foglalkozásokat. Azon kis töredékük pedig, akik esetleg képesek lennének a feladat ellátására is, időhiány miatt nem tudják vállalni ezt a pluszként jelentkező munkát. A képesítésnélküli pedagógusoknak ugyanis két éven belül a főiskolára kell levelező hallgatóként felvételt nyerniök, mert ellenkező esetben munkaviszonyuk megszünik. Ha azonban a felvétel sikerül, elfoglaltságuk jelentősen megnövekszik, s e miatt képtelenek a szakkörvezetésre. Ugyanez a helyzet akkor is, ha a távollevőt egy másik szaktanár helyettesíti.
Ha pedig a helyettes nem szaktanár, akkor nekik elég feladatot jelent az órákra való felkészülés, s nem lehet őket még a szakkörvezetéssel további nehézségek elé állítani.

Nézzünk néhány számadatot az előző megállapítások igazolására. Az OM 1976-ban készíttetett az egyetemi számítóközpont információs és elemző főosztályával egy teljeskörü pedagógus felmérést az általános iskolák pedagógus ellátottságáról. Ebben a következők találhatók:
"A tartósan távollévők közül külön figyelmet érdemelnek a szülési szabadságon és gyermekgondozási segélyes /GYES/, fizetésnélküli szabadságon lévő nők. Az iskolában mindegyikük helyettesítése viszonylagosan hosszú ideig tartósan megoldandó, ellátandó feladatot, többletmunkát okoz...

Az általános iskolában törzsállományban levőknek közel 80 %-a nő, tehát minden öt pedagógus közül négy. A nők

aránya a nagyobb helyeken lévő /fővárosi, városi/ iskolákban még ennél is magasabb. Arányuk Budapesten megközelíti a 90 %-ot és a városokban is meghaladja a 83 %-ot. A kisebb helyeken, kisebb iskolákban valamivel egészségesebb a nők-férfiak aránya a pedagógusok között...

A tartósan távollévők kategóriájának viszonylagos nagyságát /9 %/ a gyereket szülő-nevelő pedagógus anyák száma /7 %/ eleve alulról megszabja. A szülési és gyermekgondozási szabadságon lévőknek a tartósan távollévőkön belüli aránya valamivel kisebb /csak 75 %/, mint a nőknek a törzsállománybeli aránya /78 %/, a többi távollévő közt is akad azonban nő.

Az összes ily módon távollévő nő-pedagógus közül minden negyedik /25 %/ éppen szülési szabadságát tölti. Igy az összes nőnek 2,2 %-a van közvetlenül szülési szabadságon, és rajtuk kívül még 6,4 %-uk /az éppen szülő nőknek közel háromszorosa/ van GYES-en.

Tekintve azonban, hogy a szülési szabadság ideje /20 hét/ csak hetedrésze a GYES idejének /további 136 hét a gyermek hároméves korának betöltéséig/, az ifjú pedagógus anyák mintegy felerészt veszik igénybe a GYES lehetőségeit...

Az iskolák pedagógus ellátásának egyik további problémájára utal, hogy a tartósan távollévőknek /8,9 %/ a kétharmadát sem /csak 63 %-át, vagyis általában még a szülési és gyermekgondozási szabadságon levőket sem/ tudják, vagy nem is akarják szerződéses megoldással helyettesíteni.

Adataink azt mutatják, hogy ezek a számok az országos átlag fölé a fővároson kívül /69 %/ éppen a kisebb iskolák kategóriájában /részben osztott 70 %, osztatlan 83 %, csak alsós 86 %, kishelyi 71 %/ emelkednek.

A megoldatlan probléma súlyát jelzi a városi iskolák kategóriájában a tartósan távollévőknek /8,1 %/ csupán 58 %-os a helyettesítési aránya. /A többit a jelenlévők látják el, s így érhető ezek nagyfokú leterheltsége. Megjegyzés: a szerzőtől/

Az említett "nem tudják és nem is akarják" helyettesíteni kifejezések adataink alapján a valóságban fedik egymást, hiszen a képesítés nélküliek kategóriájának léte /arányuk kereken 10 %/ meggyőzően bizonyítja, hogy tartalék pedagógus gyakorlatilag nincs az országban. Ugyanerre utal az az adat, hogy a helyettesek által leadott órarendi óráknak a fele nem szakos. /Vagyis az megy be, aki éppen szabad, s az igazgató sokszor örül, hogy van akit be tud küldeni. Igy természetesen nem oldható meg, hogy a szakos helyettesítés biztosított legyen. Igy természetesen a tanulók tudása jó esetben is csak hézagos lehet. Megjegyzés a szerzőtől./ A tartósan távollévők helyettesítésének meg nem oldott problémája miatt a jelenlévők között - akik együtt is kevesen vannak /96,7 %/ az amúgy sem bőre szabott tervlétszámmal - a jelenlévő törzsállományú pedagógusra /csak 92 %/ aránytalanul nagyobb terhelés járul. Ezért az ő terhelésükre vonatkozó valódi számok a helyettesekkel együtt vett átlagoknál sokszor lényegesen magasabbak."

Ezek a megállapítások és adatok, noha az 1976. január 15-i állapotra vonatkoznak, lényegében mind a mai napig helytállóak. Ennek igazolására néhány szám az 1983/84-es tanév végi összesítőből.

A tanerő ellátottság 97,2 %-os. Az összes tanerő 81,7 %-a nő, 18,3 %-a férfi.

Az összes tanerő 8,8 %-a van tartósan távol, és az összes nő pedagógus 9,4 %-a van GYES-en. Igy hiányzik összesen 7.365 fő, ezek pótlására összesen 6.073 főt /82 %/ alkalmaznak szerződéssel. Ha azonban a vizsgálatba csak a felsőtagozaton tanítókat vonjuk be, akkor a helyzet lényegesen rosszabb. Ekkor ugyanis tartósan távol van 3.534 fő, és ezeknek csak 57,5 %-át, vagyis 2.033 főt pótolnak a szerződéssel alkalmazottak.

Ez a nagy eltérés azzal magyarázható, hogy a napközikben - ahol a legmegoldatlanabb a pedagógus ellátottság - alkalmazzák szerződéssel a legtöbb képesítés nélküli nevelőt.

Ezek a számok tehát bizonyítják, hogy a helyzet lényegében nem változott 1976 óta, és részben feleletet adnak felvetett kérdésünkre, arra ugyanis, hogy miért olyan kevés a szakkörök száma.

A szakkörök számának növekedése ellen hat - mint már említettük a kellő szakmai támogatás hiánya is. Itt gondolok elsősorban olyan nyomdai anyagra, amely a szakköri munka szervezését és lebonyolítását segítené, olyan feladatokat és gyakorlatokat tartalmazó konkrét segédkönyvekre, amelyek

alapján a szakköri munka megindítható lenne az olyan pedagógus számára is, akiben a jóakarat megvan ugyan, de a szakköri munka tematikáját önállóan összeállítani vagy nem képes, vagy egyéb okok miatt nem tud vállalkozni rá.

A szakkörrel kapcsolatos korábbi úttörő kiadványok régiek, általános vonatkozásúak, a fizika szakkör vezetőinek semmiféle szakmai támogatást nem adnak. Ujabban pedig nem jelent meg semmiféle olyan kiadvány, szakköri füzet vagy segédkönyv, amely az új tantervhez igazodva korszerü ötleteket, szakköri munkára alkalmas problémákat, feladatokat és gyakorlatokat tartalmazna. Vannak ugyan elszigetelt helyi próbálkozások, amelyek ezt a hiányt - legalábbis a fizikai számolási feladatok vonatkozásában - pótolni igyekeznek, de ezek hatóköre általában kicsi. Készül ugyan - éppen Szegeden - egy általános iskolai fizikai feladattár, amelyben - értesüléseim szerint - szakköri munkára is alkalmas számolásos és gondolkodtató feladatok lesznek, de ennek megjelenése csak 2-3 év múlva várható. De ez a feladattár - amelyet a fizikát oktató pedagógusok már igen várnak - a szakköri munka szempontjából csak rész-segítség, hiszen csak az elméleti problémamagoldás vonatkozásában nyújt segítséget. A szakkörön elvégezhető mérési feladatok, gyakorlatok területe egyelőre még fehér folt. Pedig a szakköri munkának ez a része legalább olyan fontos, mint az előbbi. Nemcsak azért, mert a tanulók legtöbbjét a kisérletezés és a vele kapcsolatos gondolkodás jobban érdekli, mint a feladatok, vagy elméleti problémák megoldása, hanem azért is, mert az utóbbiakra

több lehetőség nyílik a mindennapos oktatásban. Az általános iskolák felszereltségét figyelembe vevő, a mindennapos oktatásra épülő, de azon túlmutató, problémákat és új utakat mutató szakköri kisérletező segédkönyv összeállítása és megjelentetése nagy támogatást jelentene nemcsak az eddig szakkört vezető tanárok munkájában, hanem minden bizonnyal jelentősen hozzájárulna a szakkörök számának növekedéséhez is. Ezeken a le nem becsülhető előnyökön túl azonban egy ilyen kiadvány ötletkeltő hatásával a továbbfejlődés alapjait is lerakná ezen a területen. Még egy vonatkozásban jelentene hasznot egy ilyen központi kiadvány. Segítséget nyújtana a fizikai szertár korszerü fejlesztéséhez azokban az iskolákban, amelyekben a felszereltség a színvonalas szakköri munkához esetleg nem kielégítő.

Ismereteim szerint a középiskolák szakkörei is küzdenek e két alapproblémával. Némiképpen enyhíti az ottani helyzetet a fakultáció bevezetése, mellyel megoldható a szakirányú, mélyebb ismereteket adó munka. Tájékozódásom alapján azonban egyes gimnáziumokban egyre nagyobb nehézségekbe ütközik a fizika fakultáció beindítása a gyerekek kis számú jelentkezése miatt. Ugy érzem, hogy ez a nehézség kiküszöbölődik akkor, ha a fizikát már az általános iskolában megszerettetjük a tanulókkal. Ebben nagy szerepe van a szorosan vett fizika oktatáson kívül a szakköröknek is.

A szakkör szervezésével és vezetésével kapcsolatos további problémákat dolgozatom későbbi részében fejtem ki.

II. A SZAKKÖRÖK TÖRTÉNETI KIALAKULÁSA ÉS FEJLŐDÉSE NAPJAINKBAN

II. 1. Az önképzőkörök, mint a szakkörök elődei

Az általános iskolában folyó oktató-nevelőmunka két szervezeti keretben folyik. Egyrészt a szigorúan a tanítási órákon folyó oktató-nevelő, és az ifjúsági mozgalomban történő nevelő-oktató tevékenység. E kettő nem választható el egymástól sem személyileg, sem tartalmilag, hiszen ugyanazok a tanulók ugyanazzal a pedagógussal találkoznak délelőtt a tanítási órákon és délután, az úttörő foglalkozásokon. Ennek ellenére egyik sem nélkülözhető, hiszen a tanítási óra elsősorban oktató és csak a tantárgy sajátosságainak megfelelő nevelői feladatokat láthat el. Ezzel szemben az úttörő foglalkozásokon elsősorban a nevelői, másodsorban az oktatói funkció kerül előtérbe. Ezeket a feladatokat a szakkör sokkal kötetlenebb, a neveltekhez és a nevelőkhöz jobban alkalmazható módon, az adott körülményeket jobban kihasználva oldhatja meg. Mit mond erről a Magyar Uttörők Szövetsége Müködési Szabályzata? "A Magyar Uttörők Szövetsége a kommunista nevelés célkitüzéseit sajátos mozgalmi eszközök, játékos, romantikus formák segítségével valósítja meg. Az úttörőszövetség az általános iskola nevelési célkitüzésének megvalósulását sokoldalúan segíti, hozzájárul a gyerekek ifjú- és felnőttkorra, leendő élethivatásukra való felkészítéséhez... kielégíti a gyermekek sokirányú érdeklődését, irányítja és biztosítja szabadidejük hasznos és kellemes eltöltését..."

Juhász Gyula Tanárképző Főiskola Könyvtára SZEGED

Az úttörőmozgalom nevelési, oktatási folyamata két keretben történik. Egyik az általános foglalkozások rendje /raj- és őrsifoglalkozások, csapatgyülések/. Ezeken való részvétel az úttörőcsapatba történő önkéntes jelentkezéssel járó kötelezettség.

Nagyon sok úttörő vesz azonban részt a mozgalom keretében olyan tevékenységben, mely szigorúan önkéntes és a müködési szabályzatban rögzített élethivatásra való felkészítést szolgálja. Ezeket a foglalkozásokat összefoglaló néven szakági tevékenységeknek nevezzük. Ezek magukba foglalják a szakkörök munkáját, a Tudományos és Technikai Uttörő Szemle /TTUSZ/ és a Müvészeti Szemlék különböző versenyeit.

A TTUSZ vetélkedőkön hat versenyágban mérhetik össze tudásukat a pajtások: nevezetes a természet-kutatók, a társadalom-kutatók, az úttörő technikusok, az úttörő matematikusok, az orosz nyelv csoportban, valamint a helyi adottságoktól függően nevezhetnek az úttörő mezőgazdász és az eszperantó vetélkedőkre is. A természetkutatók versenyében fizika, földrajz, biológia és kémia tárgyú kérdések szerepelnek komplexen egy adott témakörből. /Itt kívánom megjegyezni, hogy ez a forma a gyakorlatban nem vált be, és így az 1984/85-ös tanévtől kezdődően megszünik a TTUSZ. Ez a kérés rendszeresen szerepelt az általános iskolai fizika tanári ankétok fórumain./

A szakkörök egyik feladata éppen ezekre a versenyekre való felkészítés azáltal, hogy az úttörőmozgalom szabadabb lehetőségeit hasznosítva a gyerekek érdeklődésének, hobbijának szervezett, irányított formában történő kielégítését szolgálják.

A szakkörök szervezésének és müködésének azonban csak az egyik célja, hogy lehetőséget biztosítson a tanulóknak a szabadabb formában, önkéntesen, a mozgalom biztosította módon való tevékenységre azon a területen, amely különösen érdekli őket, amelyhez kedvet és tehetséget éreznek, amelyet életpályájuknak választanak, vagy összefüggésben van leendő pályájukkal.

A másik cél egy össztársadalmi igény kielégítése, nevezetesen az, hogy a tudomány, a technika, vagy a müvészet valamely ágában a tehetséges gyermek elmélyedhessen, képességeit kibontakoztathassa, és későbbiekben a társadalom hasznára kamatoztathassa.

Lényegében ezeket a célokat tüzték maguk elé a szakkörök történelmi előfutárának tekinthető és az 1800-as évek elején megalakuló /középiskolai/ önképzőkörök.

A felvilágosodás éveiben a polgárosodás következményeiként jelentkezett az igény egyrészt az iskolában szerezhető ismereteknél magasabb és a tananyagon túlmenő, vagy az által nem is érintett ismeretek megszerzésére, másrészt a nemzeti öntudat növekedésével párhuzamosan az anyanyelvi kultura megismerésére, terjesztésére, fejlesztésére. Erre az

önként alakult önmüvelő diákkörök látszottak a legalkalmasabbaknak. A soproni diákkörnek - mely a Magyar Társaság nevet viselte - megalapítóiról mondta 1840-ben Tóth János, ennek a társaságnak a "titnoka":

"Eszközt nyújtottak ők, módot, ösztönt a' müvelődésre, mi pedig példájukon gyulladván, azokat magonkévá tevénk. Mivelődés volt az ő jelszavok, s elől mentek egy nemzet előtt útmutatásokkal, lelkesedéssel ők, s némely más rokonérzetü honfitársaik, ők voltak alkotói jelen századunk' jelszavának melly mindenütt a' buzgalom' lelkesedés hangjával kiáltja: Ébredjünk! Haladjunk! Müvelődjünk!"/2/

Az idézetből kitünik, hogy az önmüvelő diákkörök létrejöttében nagy szerepe volt a kor jelszavának. A fennmaradó jegyzőkönyvek szerint ezek a társaságok eleinte irodalmi jellegüek voltak. A tagok saját költői képességeinek kibontakoztatására, és a korabeli európai irodalommal való megismerkedésre vállalkoztak. Hamarosan jelentkezik azonban a társadalmi igény arra, hogy az önképzőkörök ne csak irodalommal, magyar nyelvvel foglalkozzanak. Szabó Mihály a debreceni Egyesület egyik vezetője a múlt század közepén a következőket mondta: "De tudva lévén, hogy minél több eszközök által munkál valaki valamely célra, annál kivántabb fáradozásának sikere, bátorkodom ajánlani a' tisztelt egyesületi tagoknak, hogy tudományos tárgyakra is - mellyek eddig sem voltak kirekesztve - fordítsák figyelmüket." Ennek

ellenére úgy látszik, a természettudományos tárgyú önképzőkörök nem "szaporodtak" el. Ezt mutatja Dr. Timár Kálmán: Az önképzőkör mai feladatai c. müvének néhány sora /mely Kalocsán 1937-ben jelent meg/.[2]

"... A soproni bencés gimnázium nagy múltú önképzőkörének vezetője 1934-ben az értesítőben maga is kifogásolta önképzőkörének kizárólagos jellegét. A következő évi értesítő már beszámolhatott irodalmi, történelmi és matematika-fizika szakosztály müködéséről. ... A ma problémáit kell az önképzőkörökbe bevinni. Ilyen a technikai haladás, a természettudományos fellendülés, melynek megismertetésére sokhelyütt alakult természettudományos szakosztály, mely az irodalmi müvelés mellé programjába vette a korszellem-követelte természettudományi nevelést."

Arról, hogy "sokhelyütt alakult természettudományos szakosztály..." az önképzőkörökön belül, csupán Dr. Timár Kálmán beszámolójából tudunk. Arról azonban, hogy mennyi önképzőkört takar ez a "sokhelyütt" szó, sajnos, semmiféle adatot nem ismerünk. Hogy országos viszonylatban nem lehetett túl sok természettudományos szakosztály az önképzőkörökön belül, arra ugyancsak Dr. Timár cikkének az önképzőkörök céljáról írtakból következtethetünk. A cikkben azt olvashatjuk: "Az 1923-ban kötelezővé tett polgári iskolai önképzőköröknek egységes alapszabálya szabatosan körvonalazza az önképzőkör célját.

a., Az önmüvelés útján lelkileg-testileg tiszta a haza javára önzetlen munkára kész, a szépért és nemesért lelkesedő ifjúság nevelése.

b., A vallásos és hazafias érzés ápolása.

c., A magyar irodalom örökbecsü termékeinek megszerettetése, az ízlés fejlesztése.

d., Önállóságra, szabatos előadásra szoktatás.

e., Általában mindazon lelki tulajdonságok ápolása, mely birtokában az iskolát végző ifjúság a haza és társadalom értékes tagjává válik."

Látható, hogy ez a cél a természettudományos nevelésről, a természettudományos ismeretek elmélyítéséről, fejlesztéséről szót sem ejt. Elképzelhető ezekután, hogy nem is igen alakultak olyan szakosztályok, amelyek a természettudományos önképzést tüzték volna zászlajukra. Tehát a természettudományos ismeretek fejlesztését szolgáló önképzőkörök az ilyen körök nagy családjában legfeljebb "mostohagyerekek" lehettek.

Ami az önképzőkörök szervezetét illeti, az sokban hasonló volt a mai szakkörök szervezetéhez. Erről Bodolay Géza: Irodalmi diáktársaságok 1785-1848. c. müvében, /melyből a korábbi Tóth Géza idézet való/ az található, hogy a társaságok, egyesületek - elsősorban a tagság és nem a felsőbb vezetés hatására - demokratikus szervezetek voltak. "Ezek a társaságok respublikát képeztek az iskolában. ...

Volt saját könyvtáruk, pecsétjük, pénztáruk, szabadon választott tisztségviselőik, ún. elnök, titnok, pénztárnok és könyvtárnok.
A választás úgy történt, hogy az év elején a társaság összeült és megválasztotta először is az elnököt és úgy a többi tisztségviselőket." A tisztségviselők és a tagság jogait és kötelességeit, az önképzőkör célját és müködésének módját több pontból álló törvények, szabályzatok rögzítették.

Közel 175 évvel az első önképzőkörök megalakulása után lényegében azonos elvek /a tanulók érdeklődésének szervezett formában való kielégítése, ismereteiknek bővítése és képességeiknek szélesebb körü fejlesztése/ alapján, közel azonos célokkal, de egészen más társadalmi talajon alakultak ki a szakkörök. A célok azonban csak formailag azonosak, tartalmilag a társadalom különbözősége miatt nem egészen egyeznek. A vallásos nevelés pl. ma már nem az iskola feladata. A szocialista társadalomban "... a haza és a társadalom értékes tagja." ma már nem az egyoldalúan, a csak humaniórák irányában kiképzett ember, hanem a természettudományokban is jártas, ezen a területen is széleskörü ismeretekkel rendelkező és tudását a társadalom javára értékesíteni akaró és tudó állampolgár. E meglévő különbségek ellenére is azt kell mondanunk, hogy a jelenlegi szakkörök történelmi előfutárainak az önképzőköröket kell és lehet tekintenünk.

II. 2. A szakkörök történeti áttekintése a felszabadulástól napjainkig

II. 2. a. A szakkörök a felszabadulástól 1962-63-ig

A felszabadulás után az egyik legfontosabb feladat volt az egységes és általános oktatás megteremtése. Az iskolák államosításával, a nyolc osztályos általános iskola létrehozásával, az egységes és új szellem szerint készült tankönyvekkel, a szaktanítói, majd az általános iskolai tanárképzéssel kialakultak a szocialista oktatás feltételei. Az általános iskola felső tagozatában együtt tanultak a korábbi népiskolások, a középiskolába járók első négy osztályosai és az iskolából korábban kimaradt általános iskolás korú gyerekek. Igy az általános iskolai tanterveket és tankönyveket úgy kellett kialakítani, hogy a sokféle, különböző előismeretekkel rendelkező tanulóknak is egységes, korszerü ismereteket adjon, biztosítsa az alapmüveltséget, gondoskodjon a képesség szerinti fejlődésről, elégítse ki az egyéni érdeklődést.

Ezeknek a feladatoknak a megvalósítása során természetesen az iskolán kívüli ismeretszerzés és így a szakkörhöz hasonló szervezet létrehozása is háttérbe szorul. Ebben az időszakban a szakkör-szerü foglalkozások szervezésében az úttörőszervezet nyújtott sok segítséget az iskolának. Tanulópárokat hoztak össze, szaktárgyi őrsi- és rajfoglalkozásokat szerveztek. Ezek közül leginkább az irodalmi jellegüek váltak be, melyeken író-olvasó talákozókat, könyvankétokat és könyvismertetéseket tartottak. Talán nem véletlen

ez, hiszen korábban az önképzőkörök között is először az irodalmi társaságok jöttek létre. Ezek a szaktárgyi rajfoglalkozások lehetőséget adtak a jó képességü tanulók ismereteinek bővítésére. Ezeken az általában nyílt foglalkozásokon a szülők is részt vettek, s így ezek a rendezvények fontos népmüvelői feladatokat is elláttak.

Az úttörőmozgalom kezdeményezte 1949-50-es években az általános iskolai szakkörök létrehozását. Ezeken elsősorban a tehetség gondozása, az általános tananyagon túli ismeretek adása volt a cél. Ebben a tanévben a források szerint mintegy 800 szakkör müködött. Ezek jobbára a korábbi önképzőkörök mintájára szerveződtek. Központi segédanyag, útmutatás hiányában ahány szakkör volt, annyi programmal, munkamódszerrel dolgozott. Az 1950-es tanév végén a VKM 1223-84-3/1950. III. számú rendelete szabályozta a szakkörök müködését. Ez a rendelet útmutatást ad a szakkörök egységes szervezésére, továbbá tartalmi és módszertani ajánlásokat nyújt.

A rendelet szerint tízféle szakkör müködtethető, de egy iskolában háromnál több csak külön engedéllyel szervezhető. A szakkörök szervezéséhez a megyei müvelődési osztályok adtak engedélyt. A szakköri tagság önkéntes és ingyenes volt. A szakköri tagokat a jelentkezők közül az igazgatóból, az osztályfőnökből, a szakkörvezetőből, az úttörőcsapat vezetőjéből és a csapattanács elnökéből álló bizottság választotta ki.

A szakkörök tartalmi munkájához új szakköri kiadványok, szakköri füzetek jelentek meg. A szakkörökkel szembeni elsőrendü követelmény volt, hogy a foglalkozások ne legyenek tanóra jellegüek. A szakköri munka biztosítson széles lehetőséget a tanulók tehetségének fejlesztésére. Módszerében domináljon az önálló kutatáson alapuló ismeretszerzés, és az elméleti ismeretek gyakorlati kipróbálására adjon lehetőséget. A rendelet lehetővé tette, hogy a szakköröket ne az iskolában, hanem azon kívül - gépállomásokon, üzemekben - szervezzék, de a VKM és az iskola felügyelete alatt.

Ezen központi szabályozás után a szakkörök száma fokozatosan emelkedett. 1956-ban közel kilencezer szakkör müködött. A kezdeti tíz típus is tovább differenciálódott. Ebben az időszakban rendkívül sok új szakköri füzet, segédanyag jelent meg, elsősorban a szovjet szakkör anyagok magyar fordításai. 1951-ben csak 11, 1954-re már hatvan szakköri füzet van forgalomban. A következő években pályázatokat írnak ki szakköri füzetek és feladatok alkotására, valamint szakköri tematikák kidolgozására. Ekkor a központi vezetőség a társadalmi igényeknek megfelelően a technikai és természettudományos szakkörök szervezését is szorgalmazza. Mivel a szakkörök száma nagyon megnőtt, a VKM kénytelen volt megszabni, hogy megyénként hány szakkör müködtethető. A keretszám megállapításánál a megye iskoláinak és iskolásainak számát vették alapul. Ugyanekkor, hogy az iskolák

ilyen jellegü terheit csökkentsék, szorgalmazták az úttörőházak és a Micsurin állomások által szervezett szakköröket.

Az iskolák csak akkor szervezhettek szakkört, ha az adott témában nem müködött úttörőházi szakkör. Az ilyen nem iskolai szakköröket is az illetékes tanács müvelődési osztálya ellenőrizte. Ekkortól lehetett ott szervezni szakköröket az alsó tagozatos osztályokban is. Ezeken kívül müködtek repülőmodellező és rádiótechnikai szakkörök is, amelyeket a Magyar Repülő Szövetség és a Szabadságharcos Szövetség szervezett. A szakkörök számának emelkedése ellenére a szakkörvezetés módszere nem volt kiforrott. Évenként szerveztek szakkörvezetői tanfolyamokat, tapasztalatcseréket, de mindezek ellenére metodikai problémák jelentkeztek. A szakkörvezetők megbeszélésein rendszeresen elhangzott, hogy a szakkörvezetők nem kapnak segítséget a szakfelügyelőktől és az oktatási osztályokon müködő szakköri előadótól sem. A szakkörökkel foglalkozó ankétokon a szakköri témák és nem azok feldolgozásához szükséges metodikai ismeretek szerepeltek.

Ebben az időszakban merült fel, hogy a szakkörök munkamódszerét, metodikáját közelíteni kellene az évtizedes hagyományokkal rendelkező önképzőkörökéhez. Ennek hatására jelent meg 1959-ben egy kiadvány "Szemelvények az általános iskolai szakkörök önképzőköri keretben történő müködtetésével kapcsolatos kisérletek eddigi tapasztalatairól"

Szegedi Tudományegyetem Könyvtára SZEGED

címmel./9/ Ebben javaslatként szerepelt, hogy a társadalomtudományi és müvészeti szakkörök müködjenek önképzőköri keretben. A szakköri munkában elsősorban az egyéni alkotások, müvek megvitatása, bírálata a feladat. Szervezetében a felépítés változatlan, de új vonás, hogy a foglalkozásokat a diák elnök vezeti, a tanár elnök csak a foglalkozás végén ad általános értékelést.

A szakköröknek a nehézségei mellett egy óriási pozitívuma is volt. A müködő pedagógusokban kialakította az alkotás igényét. A Köznevelésben, más szakmai folyóiratokban rendszeresen jelentek meg módszertani tapasztalatok átadását szolgáló cikkek, tapasztalatok, ötletek. A szakkörök müködéséhez nagyban hozzájárult, hogy sok esetben gazdasági és társadalmi feladatok megoldásába is bekapcsolódtak. A mezőgazdasági jellegüek aktívan dolgoztak a mezőgazdaságban, a technikaiak értéket teremtettek, mely anyagi erőkkel maga a szakkör rendelkezett. A müvészeti, társadalomtudományi szakkörök müsorokat, előadásokat tartottak. /Ennek az értékteremtő hagyománynak a felelevenítésére ma is vannak törekvések: a legutóbbi úttörővezetői konferencia lehetővé teszi, hogy egy-egy szakkör munkájával saját "pénzügyi alapot" hozzon létre./

A kezdeti nehézségek után formálódik a szakkörvezetés metodikája. Egyre inkább háttérbe szorul a tanári irányítás, és mindinkább a kollektív, személyes tapasztalat szerzésre épülő megismerés kerül előtérbe. Bővül a szakkörök társadalmi

kapcsolata is. Rendszeresen hívnak meg előadókat, vendégeket a foglalkozásokra. A szakkörök felügyeletébe, módszertani irányításába bekapcsolódik a Népmüvelési Intézet, a Magyar Repülő Szövetség, majd az MHSZ. A sport-szakköröket a Magyar Testnevelési és Sporttanács, a bélyeggyüjtőket a Magyar Bélyeggyüjtők Országos Szövetsége veszi pártfogásába. Ebben az időszakban nagyon sok szakkörnek van üzemi, vállalati patrónusa.

Az 1958. évi augusztusi Müvelődési Közlöny ezt az állapotot figyelembe véve határozza meg a további fejlődés irányát. A cikk helyzetelemzéséből az tünik ki, hogy a korábban meglévő módszertani hibákat nem sikerült maradéktalanul felszámolni. Ismét előtérbe került a szakkör tanítási órához való hasonlatosságának felszámolása, a szakköri jelentkezésben a tanulói önkéntesség erősítése. A szakkörvezető személyéről a következőket tartalmazza a beszámoló: "Szakkörvezetéssel lehetőleg azokat a tanárokat bízzák meg, akik a feladatokat önkéntesen, az ügy szeretetéből fakadóan, lelkesen vállalják."

A tanár irányító szerepét a feladatok kiosztására és az irodalom megjelölésére korlátozza, előtérbe helyezve az egyéni kutató munkát. A közlemény megjelöli a szakkörök célját, és hangsúlyozza, hogy a szakkörök nem speciális képzést kívánnak adni, hanem az egész személyiséget kívánják formálni.

A rendelkezés változatlanul hagyja a szervezhető szakkörök számát. E szerint az indítható szakkörök száma az iskola

felsős tagozatosainak számától függ. Igy:

30- 50	tanuló esetén	1	szakkör szervezhető
50-100	"	2	"
100-200	"	3	"
200-300	"	4	"
300-400	"	5	"
400-on felül		6	"

A szakköröket két csoportba sorolták. Az egyik az anyagigényes /pl. technikai, fizika, gyakorlati stb./, a másik a nem anyagigényes szakkörök. A rendelkezés szerint a megengedhetően szervezett szakkörök 60 %-a lehet anyagigényes.

A szakkörök számának ez a limitálása vita tárgyát képezheti. Véleményem szerint azonban - főként a szakkörök színvonalasabbá tételében - jelentős szerepe volt, és ma is jelentős szerepet játszhatna egy ilyen limitálás. Véleményemet saját iskolámban szerzett tapasztalataimmal szeretném alátámasztani. Ebbe az iskolába 700 tanuló jár és közülük 400 felső tagozatos. A szakkörök száma közel húsz, és ezek túlnyomó többsége /15/ a felső tagozaton müködik. Ennyi szakkör pedig a 400 felső tagozatos tanulónak sok: a szakkörök egy része állandó létszámhiánnyal küzd. A tanulóknak is nehéz a nagyszámú szakkör közül választani. A megoldás kézenfekvőnek látszanék: csökkentsük a szakkörök számát. De ez nem ilyen egyszerü kérdés. Ha szakkörök megszünnek, az

iskolától elveszik a szakköri ellátmány arányos részét. Ha menetközben egy új szakkör indulna be, akkor ennek az ellátmánynak visszaszerzése legalábbis kétséges. Igy szükülnek az iskola lehetőségei ezen a területen. E lehetőségszükülés a szakkörök számának csökkentése ellen hat. Ugyancsak ebbe az irányba hat az a tény, hogy az óraszámok és a tantárgy-felosztások elkészítésénél fontos szerepe van a szakköri óraszámoknak. Azoknak a tanároknak, akiknek a rendes órákból nincs meg a kötelező óraszámuk, szakköri órákból pótolják a hiányzó órákat. Igy érthető, hogy az iskolák nem "sietnek" csökkenteni a szakköri foglalkozások számát. De érthető az is, hogy a szakkörök színvonala nem mindig megfelelő és hogy állandó létszámgondokkal küzdenek. Ezen pedig célszerü lenne megfelelő szabályozással javítani.

A szakkörök szerepét és helyét az oktatásban jól mutatja anyagi ellátásuk. 1951-ben az anyagigényes szakkörök évi ellátmánya 100.- Ft volt. 1952. január elsejétől kezdődően a szakkörvezetők havi 30.- Ft díjazásban részesültek. Ekkor rendelkeznek úgy, hogy az egyes szakkörökhöz fogyóanyag egységcsomagokat készítenek, és döntés születik arról, hogy a legjobb szakkörök és szakkörvezetők jutalmazhatók. Tíz évvel később a müvelődési miniszter rendelkezik arról, hogy a fizikai, elektrotechnikai, fém- és famegmunkáló, a háztartási, a női kézimunka és a biológia szakkörök részére évi 700.- Ft-ot, a kémia, papír-megmunkáló, a müvészeti és a sport szakköröknek évi 200.- Ft-ot biztosítanak a költségvetésből. Ekkor születik meg a rendelkezés, hogy a szakkör

beleszámít a pedagógus kötelező óraszámába./6/

Szomorú tény, hogy az eltelt 22 év során a szakkörök anyagi ellátmánya nem változott, pedig a szakköri anyagok beszerzési ára ez idő alatt nem maradt változatlan.

II. 2. b. A szakkörök "kettős" vezetésének időszaka /1962-83./

A szakkörök megalakításától kezdődően a szakkörök munkájába szervesen bekapcsolódott az úttörőszervezet. Valamennyi szakkörrel foglalkozó rendelkezésben és útmutatásban szerepel, hogy a munka színvonalának emeléséhez támaszkodjanak az iskolák az úttörőcsapat hatékony segítségére. A szakköri tagság kiválasztásában is részt vesz a csapat, annak ellenére, hogy nem úttörő is lehet szakköri tag. A szakköri foglalkozások úttörő formaságokkal kezdődtek és végződtek. A szakköri módszertan mind többet vesz át a mozgalom munkamódszeréből.

1951-ben az Országos Uttörő Mozgalom Intéző Bizottsága tárgyalja a szakkörök helyzetét. Az Uttörő Mozgalom Csillebércen modellező, biológus és képzőművész szakköröket működtet. A DISZ 1954-ben tartott központi vezetőségi ülésének határozata foglalkozik a szakkörökkel, elsősorban a természettudományos és a technikaiakkal. Ettől az időszaktól kezdve szinte nincs is olyan úttörő megbeszélés, konferencia, melyen a szakkörök szóba ne kerültek volna. Egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a szakkör és az úttörőmozgalom szoros

egybefonódása indokolttá teszi, hogy a szakkör teljesen a szervezet irányítása alá kerüljön. A Müvelődésügyi Minisztérium és a Magyar Uttörők Szövetsége Országos Elnöksége közös határozata szerint a szakkörök a csapatok munkájának keretében, a csapatvezetőségtől közvetlenül függve, szakági tevékenység részeként müködnek az 1962-63-as tanévtől kezdve. A szakkörök célja, feladata, szervezési formái a hagyományosak, a már eddig jól beváltak. A szakkörök indításáról, a vezetők személyének kiválasztásáról a csapatvezetőség az iskola igazgatójának előzetes meghallgatása után dönt. Ugyancsak a csapatvezetőség fogadja el a munkatervet. Ez az útmutató hangsúlyozta a társadalmi erők fokozottabb bevonását a munkába, valamint megkívánta, hogy "a szakkörökben érvényesüljön a mozgalmi stílus, a gyermeki aktívitás és öntevékenység kibontakoztatása, valamint színes, vonzó módszerek alkalmazása."

A döntés után megkezdődött a szakköri füzetek felülvizsgálata, majd fokozatos kicserélése korszerübbre. Ebbe a munkába bekapcsolódott az Országos Elnökség, az Országos Pedagógiai Intézet, a Népmüvelési Intézet, a Magyar Testnevelési és Sportszövetség, a Szövetkezetek Országos Tanácsa. Ezek a szervek 1964-ben pályázatokat írtak ki szakköri munkatervek készítésére. Ezeket a pályamunkákat nyomtatásban közlik. Időközben az állami irányítás kezéből a KISZ megyei úttörőelnökségeinek kezébe kerültek az úttörőházak, ahol rendszeresen bemutató foglalkozásokat, szakkörvezetői ankétokat

tartottak. Az úttörő irányításnak köszönhetően mindinkább dominálnak a játékos elemek a szakköri munkában. A szakkörök munkája egyre nagyobb mértékben támaszkodik a szakpróba követelményeire. Ezek a követelmények egységes, de választható feladatokat tartalmaztak, melyek teljesítését a szakkörvezető igazolta. A szakköri munka szerves részévé vált a csapat szakági munkájának. A szakkörök sajátosságaiknak megfelelően bekapcsolódtak az egymás utáni egész éves akciókba. /Expedíció a jövőbe, A forradalom lángjai stb./

Az 1965-ben megtartott Országos Uttörővezetői Konferencia több szekciója is foglalkozott a szakkörök kérdésével. Ezeken a szekció üléseken Bencédy József, a MM főosztályvezetője néhány negatívum kiemelése után az elkövetkező időszak feladatait a következőkben körvonalazta:

"Fokozott gondot kell fordítani arra, hogy a szakköreink közelebbi kapcsolatba kerüljenek a társadalmi élettel.

Szervezni kell különböző szakmákat ismertető, a pályaválasztást segítő szakköröket.

Kapcsolatot kell teremteni a technikai, mezőgazdasági szakkörök és a hasonló üzemek között.

Az ilyen jellegü szakkörök vezetésébe egyre több társadalmi aktívát kell bevonni.

Tájékoztatni kell a szülőket a szakkörök életéről, munkájáról, és nyerjük meg őket a vezetésben való közreműködésre.

Kívánatosnak tartjuk annak az elvnek az elfogadását, hogy a szakköri munkában érdeklődésének megfelelően minden úttörő részt vegyen, aki képességének megfelelően végzi iskolai tanulmányait."/6/

Ezekben a feladatokban két érdekes dologra kell felfigyelnünk. Az egyik az, hogy erőteljesen sürgeti a szakkörök vezetésének "társadalmasítás"-át. Annak ellenére, hogy ezt az igényt - amely szinte valamennyi, a szakkörökkel foglalkozó hivatalos utasításban, rendelkezésben szerepel - gyakorlatilag a mai napig nem sikerült teljesíteni. Ennek okát abban látom, hogy az igény mindig csak a megfogalmazás szintjén maradt. Annak megvalósítási módjáról, soha nem szóltak, és megvalósításához az iskolák és úttörőcsapatok soha segítséget nem kaptak.

A másik dolog: a feladatok megfogalmazásából egyértelműen kiolvasható, hogy a szakköri foglalkozásoknak a jó képességü, tehetséges tanulók fejlesztését és pályaelőkészítését kell szolgálnia.

Az 1965-ös konferencia szakkörökkel foglalkozó szekciója új szakköri füzetek, több évre szóló tematikák kiadását szorgalmazza. Javasolja a szakkörvezetők rendszeres képzését és továbbképzését, és az úttörőházak szakköri bázissá történő fejlesztését.

Jelentős esemény volt a szakkörök történetében, hogy a Baranya megyei Uttörő Elnökség a szakköri aktívisták képzésére szaktábort szervezett. Itt 29 szakköri típus problémáinak megvitatása mellett a szakkörrel kapcsolatos általános

kérdések is napirendre kerültek. A tábor az értékelés során nagyon pozitív minősítést kapott és javaslatként elhangzott, hogy valamennyi járási tábor egy-egy turnusát szakköri szaktáborként szervezzék meg. Az évek során még több alkalommal szerveztek ilyen táborokat, bár ezek egyre inkább a tanulmányi versenyek győzteseinek foglalkoztatásával csak közvetve kapcsolódtak a szakkörökhöz.

Ebben az időszakban elég sok szakköri füzet, módszertani útmutató, szakköri munkaterv jelent meg. Ezek zöme azonban a megyei elnökségek saját kiadásai voltak, s így csak korlátozott példányszámban, szük területen tudták elterjeszteni azokat.

A hatvanas évek végétől kezdődően egészen 1983-ig a szakkörök egyre kevésbé töltenek be központi szerepet az úttörő szervezet szakági tevékenységében. Erre következtetni lehet, hogy a szakkörökkel foglalkozó kiadványok rendkivül ritkák, gyakorlatilag nincsenek. A szakmai folyóiratokban elvétve megjelent szakköri program-ajánlások a tényleges munkában alig voltak hasznosíthatók, mert nem tünt ki belőlük, hogy az egyes foglalkozások címe milyen feladatokat takar. Irodalomjegyzéket - amely segített volna az említett hiányosságon - pedig nem adtak meg. Megszüntek a központilag kiadott feladatlapok, amelyek legalább körvonalakban eligazították a szakkörvezetőket. Azok a segédanyagok, melyek a havanas években jelentek meg, már csak nagyon kis mértékben, vagy egyáltalán nem voltak többé használhatók.

Ugyancsak kedvezőtlenül hatott a fizika szakkörök munkájára az a körülmény, hogy a szaktárgyi vetélkedőket a komplex szaktárgyi vetélkedők váltották fel. Ilymódon a fizika vonalán tehetséges tanuló erejét meg kellett osztani a fizika, és más természettudományos tárgy között. Ez a szituáció nem kedvezett sem a tehetségfejlesztésnek, sem a szakkörök eredményes munkájának.

A jelekből úgy tünt, hogy az úttörőszövetség nem képes biztosítani azokat a feltételeket, amelyek a színvonalas szakkörvezetéshez feltétlenül szükségesek. Ilyenek pl. a társadalmasítás, a szakkörvezetők képzése, szakköri segédanyagok kiadása. Ennek következtében az ezen feltételekre legérzékenyebb vagyis a természettudományos - és ezen belül elsősorban a fizika - szakkörök száma országos viszonylatban erősen csökkent. Erre engednek következtetni az I. 1-ben ismertetett adataim. /Országos adatok a fizika szakkörök számára vonatkozólag sem az Országos Uttörőelnökség, sem az MM statisztikai összesítőiben nem találhatók. Csupán a szakkörök száma, valamint a szakköri munkában résztvevő tanulók létszámáról vannak adatok./ Míg a természettudományos szakkörök száma 63-83 között csökkent /esetleg stagnált/, addig más szakkörök, és szakkörszerüen foglalkozó sportkörök oly szép számmal, és létszámmal keletkeztek, hogy az előbbiek csökkenését nemcsak, hogy ellensúlyozták, de meg is haladták. Ezt mutatják az 1. sz. táblázat adatai. Az a tény, hogy a szakkörök száma globálisan növekedett, örvendetes, de hogy

ezen szakköröknek csupán kisebb hányada természettudományos /és ezen belül is csak egészen kevés a fizika/ szakkörök száma, az legalábbis elgondolkoztató. Ez a körülmény, továbbá a szakkörök színvonalának emelése és az iskolák egyre nagyobb számában jelentkező egésznapos foglalkoztatás tette szükségessé és lehetségessé a szakkörök új szervezeti formájának kialakítását, a klub-rendszerü foglalkoztatást.

Nyilvánvaló, hogy egy szervezeti változás nem oldhatja meg a szakkörvezetéssel kapcsolatos tartalmi problémákat /pl. segédanyagokkal való ellátás/, de mindenesetre a változtatás olyan új kereteket biztosíthat, amelyek ezen tartalmi problémák kiküszöbölését is előmozdíthatják.

1. sz. táblázat

Tanév	Szakkörök száma	Szakkörös tanulók	Összes ált. isk.tanuló	Szakkörös tanulók aránya
60-61	7706	201841	1392360	14,5 %
.				
.				
.				
65-66	12088	248945	1413512	17,6 %
66-67	8922	176844	1380286	12,8 %
67-68	11717	235576	1331079	17,7 %
68-69	12729	247067	1254745	19,6 %
69-70	14513	272411	1177887	23,1 %
70-71	15820	285408	1115993	25,5 %
71-72	16618	300065	1070017	28 %
72-73	17426	301175	1043596	28,8 %
73-74	18497	304999	1032786	29,5 %
74-75	19199	280478	1039586	26,9 %
75-76	20515	345602	1051095	32,8 %
76-77	21996	365506	1072423	34 %
77-78	22304	384565	1090062	31,9 %
78-79	23348	400217	1106744	36 %
79-80	22951	395565	1127904	35 %
80-81	23694	412823	1162203	35,5 %
81-82	25222	434646	1213465	35,8 %
82-83	25773	442093	1244094	35,5 %
83-84	27121	468273	1269899	36,8 %

II. 2. c. A szakkörök jelene: a klubrendszer

Az általános iskolai tanulók nagy része a napjából a legtöbb időt az iskolában tölti. 1981. decemberében a budapesti 90609 tanuló napi 8-12 órát tölt az iskolában, és ebből napi átlagban 6-7 órát az ún. napközis foglalkozással. Igy érthetően előtérbe került az a probléma, hogy miként lehetne ezt a hosszú időt a gyerekek számára nemcsak elviselhetővé, hanem a leghasznosabbá is tenni.

A napközis foglalkozás kezdetben elsősorban a tanulók másnapi felkészülésének segítését és ellenőrzését tartotta elsőrendü feladatának. Mivel az iskola a gyermek neveléséből egyre nagyobb szerepet kellett hogy a családtól átvállaljon, azért az iskola által nyújtott szervezeti kereteken belül a "szabadidős tevékenységet" is meg kellett szervezni. Ez jelentős terheket ró mind az iskolára, mind a tanulóra, akinek egész nap az iskola elvárásainak kell megfelelnie, s így érthetően rendkívül nehezen viseli el az állandó kötöttséget. Ezt mutatja többek között az a tény, hogy rendszeresen vannak magatartási problémák a délutáni foglalkozásokon olyan gyerekekkel is, akik a délelőtti órákon fegyelmezettek, jó munkabírásuak. A gyakorló pedagógusok zöme egy-két tanítási óra után meg tudja mondani, hogy az új osztályából kik a napközisek. Ezeknél megfigyelhető a nyughatatlanság, rövid ideig tartó koncentráló képesség. Ezek a tanulók zömmel még a nyári szünetben sincsenek családi körben, hanem a napközis táborban vannak, melyek kötöttségei napjából az iskoláéval

azonosak. A napközis munka jelentős nehézséget ró a tanárra is. Talán ennek is tudható be, hogy a napközisek között rendkívül nagy a fluktuáció, és a napközis nevelők között a legnagyobb a képesítésnélküliek aránya. 1976-ban a napközi-ben foglalkoztatott nevelők 18 %-a, 1981-ben 26 %-a volt képesítésnélküli. Az 1981-es tanévben Budapesten a napközis nevelők átlagosan 26,6 %-ban fluktuáltak. Ebből azonban ki-emelkedik néhány kerület, melyekben a fluktuáció ennél lé-nyegesen magasabb. Igy pl. IV. kerületben 43 %, X. kerület-ben 32,5 %, XVIII. kerületben 55 %, XX. kerületben 35,9 %, XXII. kerületben 39,2 %. /Ezek a számadatok a Problémák és perspektívák az egésznapos nevelésben címmel megtartott mód-szertani rendezvénysorozathoz kiadott füzetből valók./ Mindezek után felmerült annak az igénye, hogy a hagyományos értelmü napközit valami más váltsa fel. Ez az ún. egésznapos oktatási koncepció, vagy klubnapközis rendszer. Nézzük ezek-után röviden, mit is jelent ez a koncepció!

A Fővárosi Tanács Müvelődési Osztályának vezetője 1979. június 7-én a következőket írta a kerület müv. oszt. vezetőknek szóló körözvénybe:

"A klubnapközi rendszer kisérletébe bekapcsolódó ál-talános iskolák az 5-8. osztályos egésznapos foglalkozást igénylő tanulók egész napjának ésszerübb, hasznosabb meg-szervezése érdekében - a Pedagógusok Szakszervezetének Buda-pesti Bizottságával egyetértésben - az alábbiak szerint in-tézkedem.

I. A klubnapközi rendszer

1. A felső tagozatos tanulók tanórán kívüli foglalkoztatásának egészét jelenti, magában foglalja a hagyományos napközis, tanulószobai foglalkozást, a mozgalmi tevékenység egy részét, az őrsi- és rajfoglalkozást, a szakköri és sportköri tevékenységet.

2. Az úttörőcsapat célkitüzéseivel egységben biztosítja az önkormányzás, az önálló tanulás és szabadidő felhasználás képességének kialakítását célzó nevelőhatások kiterjesztését a tanórán kívüli időre.

Tartalmát illetően ez magába foglalja az egésznapos gondoskodást igénylő /volt napközi és tanulószobás/ tanulók számára a tanórákra való, képességeiknek megfelelő maradéktalan felkészülést és a szükséges tanulás-korrekciót a rászorulóknak, az iskola valamennyi felsőtagozatos tanulója számára többféle, egyéni képességek kibontakozását segítő, elsősorban a cselekvés különböző lehetőségeit nyújtó szabadidő-tevékenységet és a tevékenységek közötti választás lehetőségét, az egésznapos gondoskodást igénylők számára a napközis rendszerü étkezést.

3. A klubnapközi rendszer foglalkozási formái:

a. A tanórára való felkészülés idejében müködő önálló, ellenőrzött és intenzív tanári segítséggel müködő tanulócsoportok.

b. A gyermekek iskolai szabadidejében tartósan /legalább fél évig/ együttmüködő csoportok /szakkörök, klubfoglalkozások, sportkörök, ének és zenekarok/.

c. Különböző szabadidő-programokra alkalmankén szervezett csoportok.

•

•

•

III. Tartalmi kérdések

1. A tanulmányi tevékenység

a. A tanulók a tanulási idő tartamára a tanulásban előírt önállósági szintjük szerint alkotnak csoportokat. A tanulási időben müködő csoportokba a tanulási önállóságban hasonló szintü, lehetőleg azonos, illetőleg egymáshoz közel álló évfolyamú tanulók kerüljenek.

b. Azok az elsősorban 5-8. osztályos tanulók, akik általában valamennyi tárgyból képességeiknek megfelelően önállóan fel tudnak készülni, önellenőrzésre képesek, munkafegyelmük kielégítő, önálló csoportba kerülnek.
Helyes, ha az 5. osztályos tanulók csak a tanév második felében kerülnek önálló csoportba.

Az önálló csoport létszáma minimum 2, maximum 15 fő. Ezek a csoportok tanári felügyelet nélkül, önkormányzat vezetésével készülnek fel a tanítási órákra.

c. Azok az 5-8. osztályos tanulók, akik feladataik képességeiknek megfelelő elkészítéséhez, a tananyag elsajátításához rendszeres tanári segítségre, ellenőrzésre szorulnak, de önálló feladatmegoldásra, a tanórákra való önálló

felkészülésre az esetek többségében képesek, az ellenőrzött csoportba kerülnek. Az ellenőrzött csoport létszáma optimálisan 22-25, maximálisan 30 fő.

d. Azok az 5-8. osztályos tanulók, akik különböző okok /az olvasási sebesség, szövegértés nem kielégítő volta, figyelemkoncentrációs zavarok, fejletlen tanulási technikájuk/ miatt önálló felkészülésre általában nem képesek, az intenzív tanári segítséggel dolgozó csoportba kerülnek. Az intenzív tanári segítséggel dolgozó csoportok minimális létszáma 5, maximális létszáma 10 fő.

.

.

.

f. A tanuláskorrekció külön kis csoportban történik. A korrekciós foglalkozáson való résztvételre a szaktanárok kötelezik a tanulókat, illetve a tanulók önként jelentkezhetnek.

g. Az egy tanuló számára kötelező tanórákon kívüli tanulási idő /önálló tanulás és korrekció/ nem haladhatja meg a napi két órát.

2. Szabadidő-tevékenység

a. Szabadidőben a gyermekek a számukra biztosított többféle tevékenység közötti választás lehetőségével élve alkotnak csoportot.

b. A szabadidő-tevékenységek vezetésének módszere a kiscsoportos, illetve egyéni cselekedtetés.

SZEGED

c. Tartósan együttmüködő csoportok, szakkörök, klubfoglalkozások, sportkörök, ének és zenekarok. Az ilyen csoportok foglalkozási óraszámát, a foglalkozások gyakoriságát a rendelkezésre álló órakeret felhasználásával, a gyerekek igényeit figyelembe véve, az érintett nevelők meghallgatásával, a csapatvezetővel egyetértésben a kijelölt igazgatóhelyettes határozza meg.

Alkalmanként együttmüködő csoportokban kell megszervezni a szabadidőben folyó foglalkozását a tanítási órák és a tanórákra való felkészülés közötti időben valamennyi egésznapos foglalkozásban részesülő azon tanulók számára, akik aznap, még egyáltalán nem vettek részt egyik tartósan együttmüködő csoport tevékenységében sem. Utóbbiak fejlesztése, érdeklődésük felkeltése a tanórán kívüli foglalkozásukért felelős nevelők feladata.

d. A szabadidőben tartósan együttmüködő csoportok létszámát a tevékenység jellegétől függően az érdekelt nevelők meghallgatásával a kijelölt igazgatóhelyettes határozza meg. /Legalább 5 fő./

3. Önkormányzat

a. A tanulók tanórán kívüli életük irányításában a klubtanácson keresztül közvetve, a klubgyülésen közvetlenül vehetnek részt.

b. A tanulási időben és a szabadidőben tartósan együttmüködő csoportokat /önálló, ellenőrzött, intenzív csoportok, szakkörök, klubfoglalkozások, sportkörök/ egy-egy titkár

képviseli a klubtanácson. A titkári megbizatás legfeljebb fél évre szóljon. A titkárokat a tanulási, illetve a szabadidőben együttmüködő csoportok választják. A klubtanács egy, a tanulók által választott tagja, a csapat úttörőtanácsának is tagja. A klubtitkári megbizatás úttörő megbizatás. A klubtanács részt vesz a tanórán kívüli foglalkozási rend kialakításában, a tanórán kívüli programok tervezésében és irányításában. Véleményt nyilvánít azzal kapcsolatban, hogy melyik gyerek milyen önállósági szintü tanulócsoportba kerüljön, továbbá dícséretek odaítélésében és a fegyelmi ügyekben. ..."

A klubnapközi-rendszer Szervezeti Szabályzatának kivonatos ismertetése után néhány szóban beszámolok a klubok szervezésének legfontosabb feladatairól.

A klubok szervezése előtt fel kell mérni mind a gyerekek részéről jelentkező igényt, mind az iskola rendelkezésére álló személyi és tárgyi feltételeket. Ezen igények és lehetőségek összegyüjtését, ha mód van rá, már az előző tanév végén el kell végezni. A konkrét tervező munka része az iskolai munkatervnek. Az egésznapos oktatási tervnek szerepelnie kell mind az iskola középtávú, mind az éves tervében. A munkaterv elkészítésének fő időszaka augusztus vége és szeptember első fele. Erre az időszakra az igazgatónak össze kell gyüjteni azokat az információkat, melyek a konkrét tervezéshez szükségesek. Erre az időre ismernie kell a tanulók igényeit, a lehetőségeket, valamint az iskolai munkaközösségek

munkatervét. Kiindulásként fel kell használnia az előző évi beszámolókat, elemző értékeléseket. Tisztázni kell, hogy hány klub fog müködni, milyen napokon, milyen időpontban, melyik teremben, hány gyerek ebédel az iskolában, a tanulóknak mekkora a várható napi óraszáma stb. A klubfoglalkozások megindítását megelőző héten /az indítás általában szeptember 15-én történik/ érdemes a kluboknak bemutatót, toborzót tartani, melyeken a potenciális jelentkezők megismerkedhetnek a klub életével, kereteivel. Ezeket a bemutatókat érdemes úgy szervezni, hogy valamennyi felső tagozatos részt vegyen ezeken. Az előkészítés során a klubvezetők igyekezzenek a bemutatókat úgy szervezni, hogy az vonzó legyen valamennyi érdeklődőnek. Ezeken a bemutatókon a korábbi tagokat felkérhetjük, tartsanak beszámolót a klub életéről.

A jelentkezés után a klubok megválasztják a tisztségviselőket. A klubtitkár képviseli a klubot a klubtanácsban. A klubtanács részt vesz a tanórán kívüli foglalkozási rend, a klub házirendjének kialakításában. Tanácskozási joggal részt vesz a tanórán kívüli program tervezésében és irányításában. Képviseli a klub érdekeit a klubtanácson. Részt vesz a fegyelmi ügyek tárgyalásán, és javaslatot tehet a jutalmazásokra.

A klubfoglalkozás és az úttörőcsapat programját egymással összhangban kell kialakítani. A klubok készítsék fel a tanulókat egy-egy tanulmányi, úttörő versenyre,

szakpróba letételére. A klub igyekezzen segítséget nyújtani az úttörő tisztségviselők képzéséhez./16/;/17/

A klubrendszer e vázlatos ismertetéséből - csak a szakkörre szorítkozva - azonnal látszik, hogy óriás előrelépést jelent a tehetséggondozás vonatkozásában a korábbi szakköri rendszerrel szemben. A klubrendszer, miután sokkal sokoldalúbban és szervezettebben épül be az egész iskolai életbe, mint a korábbi, az Uttörőszervezet irányította szakkör, nagyobb potenciális lehetőséget biztosít ahhoz, hogy a szakkört vezető tanár órarendjét úgy állítsák össze, hogy a szakköri foglalkozás napján délelőtt ne legyen órája. Ez lehetőséget ad a tanárnak, hogy a foglalkozásokat alaposabban készítse elő és színvonalasabban vezesse. Különösen szembeötlő ez az előny, ha meggondoljuk, hogy korábban - de gyakran még most is - a tanár délelőtt megtartott 5-6 óra, esetleg még ehhez jövő korrepetálás vagy tanulószobai munka után vezetett szakkört. Nyilvánvaló, hogy napi 9.-10. tanítási órában nem lehet színvonalas szakköri munkát végezni.

Egy másik előnye a klubrendszernek, hogy a tartósan együttmüködő csoportok, így tehát a szakkörök létszámát is a minimális létszám rögzítése mellett rugalmasan, a szakkörvezető véleményét is kikérve - az illetékes igazgatóhelyettes állapítja meg. Remélhető tehát, hogy egyrészt megszünnek a nagyon kis létszámú, s emiatt életképtelen szakkörök, másrészt pedig nem jöhetnek létre túlduzzasztott, a nagy létszám miatt komoly munkát végezni nem tudók sem. Remélni

lehet, hogy a szakkörvezető tanár javaslatait súllyal figyelembe véve kialakulhat néhány tehetséges, érdeklődő, a szakköri többletmunkát vállaló és bíró tanulóból olyan kis együttes, akikkel valóban eredményes munkát lehet végezni. Ez annál is inkább valószínü, mert a tartósan együttmüködő csoportok közül csupán az egyik a szakkör.

A klubrendszer általam kiemelt két előnye azonban csak lehetőség, amelyhez a rendszer megadja a megvalósítási keretet. Az, hogy ezekből a lehetőségekből valóság legyen, szükséges bizonyos személyi és tárgyi feltételek biztosítása. Hogy pontosabban lássuk, melyek ezek a feltételek, kissé részletesebben kell szólnunk a klubnapközi rendszerrel szemben támasztott igényekről. Ezekről talán a legpontosabban tájékozódhatunk a Fővárosi Pedagógiai Intézet által kiadott Klubnapközi az általános iskola felső tagozatán c. könyvből./17/ Ebben írja Kereszty Zsuzsa, a könyv szerzője:

"A klubnapközi célja, hogy a tanórán kívüli időben azt nyújtsa az iskola a 10-14 éveseknek, amire szükségük van a napi tíz órát az iskolában töltőknek; belső biztonságot nyújtó társaséletet a tanítási órákra való felkészüléshez; olyan helyzetet, ha kell, annyi segítséget, hogy kedvvel, lendülettel tudjanak önállóan dolgozni; szabadidőt, amelyben maguk választhatnak rendszeres és egy-egy alkalomra szóló olyan tevékenységet, programot, amely érdeklődésük kialakulását, állandósulását szolgálja, s amely az örömteli müvelődés közben igényükké válik /tudományos kisérletezés,

kirándulás, zenehallgatást, stb./ Ez a társas élet, ez a szabadidő olyan vonzó legyen, hogy a vonzásnak ne tudjon ellenállni és résztvegyen benne - a napi tíz órát iskolában töltőkön kívül - az iskola minden olyan 10-14 évese, akinek fejlődéséhez erre a társas életre, ezekre a szabadidő tevékenységekre szüksége van.

Ha az iskola mindezt nyújtani akarja, majdnem lehetetlenre vállalkozik; még csak a 10-14 évesekkel foglalkozó pedagógusok elenyésző hányadának sajátja az a magatartás, amely mindezeknek megvalósításához szükséges, s amelynek lényege: alakítom magam /én a nevelő/, hogy a magam legjobb formáját eszközként használva segíthessek neki /a tapasztalatlan társamnak, a gyereknek/ a maga örömére úgy, hogy ez a tevékenység minél többször viselje magán a kreatívitás jegyeit, s hogy a gyerek közben felfedezze saját maga folytatásra, megerősítésre érdemes formáját. Ritka az ilyen nevelői magatartás, és a gyerekek szabadidő-tevékenységeinek irányításához az iskolák általában nem rendelkeznek megfelelő tárgyi feltételekkel.

A vállalkozás tehát majdnem kilátástalan. Hozzákezdeni mégis elodázhatatlan és a nevelőtestületek többségében lehetséges. A legtöbb testületben van néhány nevelő, aki akar és képes olyan fajta alkotó kapcsolatba kerülni a gyerekekkel, amely a nevelő vezetésével való közös tervezést, együttmunkálkodást jelent, s amelyben a gyerek és a nevelő is formálódik. Ha a testületeknek ez a rétege megvan, és

ezek a tagjai hangadóvá, légkör-alakítóvá válnak, ha meggyőződünk róla, hogy a nevelők többsége szívesen vállalja a tanórán kívüli tevékenységek vezetését, ha meg tudjuk teremteni a minimális tárgyi feltételeket, hozzákezdhetünk a klubfoglalkozás bevezetéséhez."

A fentiekből kitünik, hogy a klubnapközi foglalkozás egyik - ha nem is a legfontosabb - súlyponti feladata a tanulók nevelése. Ennek a feladatnak központi szerepe érthető, hiszen ha a tanuló 10-12 órát tölt a szülői házon kívül, a családi nevelésére nem igen számíthatunk. Ha ehhez még hozzávesszük, hogy a tanulókon kívüli családtagok mind dolgoznak, gyakran még a főállásukon kívül is, akkor még aláhúzottabban jelentkezik a klubnapközi nevelő szerepe. A feladat indokoltságát messzemenően elismerve, kérdés azonban, hogy van-e oly mértékü realitása, mint azt elvárnánk? Szerintem nincsen. Az iskola nevelő hatása, még ha meg is közelítené az ideálist, a nevelő hatások egyik részét adja csupán. A másik - de szerintem hatékonyabb - részt a társadalom, s ezen belül a családi mikrokörnyezet szolgáltatja. Ez alapján megvalósíthatatlan az olyan iskolai célkitüzés, amely a tanuló mindenirányú nevelését egymaga célozza meg. Az általános iskola reális célja csak az lehet, hogy a 6-14 éves korosztálynak korszerü, továbbfejleszthető, általános ismereteket adjon és az oktatáshoz kapcsolódóan minél szélesebbkörü nevelési feladatokat lásson el. A reális cél tehát az

oktató-nevelő, nempedig a nevelő-oktató iskola lehet. Ezen általános jellegü megjegyzést követően nézzük most már a közvetlen személyi feltételeket.

A pedagógusok jelenlegi helyzetében a jó tanárok zöme az elviselhetőség határán, maximális terheléssel dolgozik. Csupán példaként említem, hogy abban az iskolában, melyben tanítok, a tanárok zöme 160-180 %-os terheléssel dolgozik már évek óta. Ez a tartós, s a teherbírás felső határát suroló terhelés azt jelenti, hogy a napi 5-6 tanóra megtartása mellé jön a délutáni, többnyire 3-4 órát igénybevevő egyéb elfoglaltság /szakkör, korrepetálás, tanulószoba, stb./ Teljesen érthető, s elvárni sem lehet, hogy ilyen munkát végző tanár olyan színvonalas tanítási órán kívüli programokat szervezzen, mint amilyeneket az idézett részlet körvonalaz. Tehát - megitélésem szerint jelenleg általában nem adottak, a személyi feltételek, ezeket még meg kell teremteni.

Nézzük ezek után a tárgyi feltételeket! Az előbbiekben idézett könyv ezekről a következőket írja:
"1. Alapfeltétel: valamennyi terem, amelyet klubfoglalkoztatás keretében tanulási időben, vagy szabadidőben használnak a gyerekek, két vagy egyszemélyes asztalokkal való berendezése, hogy a tanítási órák, a tanórákra való felkészülés, a szabadidő-tevékenységek számára egyaránt célszerüen átrendezhető legyen.

2. Azoknak a termeknek, amelyeket a gyerekek a tanórákra való felkészülés idején használnak, önálló /az iskolai, vagy a közművelődési könyvtárból letétbe kért/ kézikönyvtárral való felszerelése. A kézikönyvtár tartalmazzon legalább 4 gyerekenként 1 orosz-magyar és 1 magyar-orosz kéziszótárt /más idegen nyelvet tanító iskolákban a tanított idegen nyelv kéziszótárait ugyanilyen példányszámban/, 10 gyerekenként 1 helyesírási szabályzatot és 1 kislexikont, a kötelező olvasmányok egy példányát 5 gyerekenként, néhány példányt a korosztálynak szóló ismeretterjesztő, illetve szabadidő-programokhoz használható könyvekből.

Helyes, ha tanulótermenként rendelkezésre áll egy magnetofon, amely a szóbeli feladatok ellenőrzéséhez, a szóbeli kifejezőkészség fejlesztésének segédeszközeként igen jól használható. Hasznos, ha ezen kívül a tanulóteremben néhány mikroszkópot, kézi nagyítót, esetleg terepasztalt helyezünk el, hogy módot adhassunk a gyerekeknek a tananyaggal kapcsolatos különböző tevékenységekre.

3. Annak biztosítása, hogy valamennyi egésznapos foglalkoztatást igénylő gyerek az iskolában tarthassa a tanszereit /szekrényekben, asztalfiókban/.

4. Elegendő anyag, eszköz, játék- és sportszer a gyerekek szabadidőben történő foglalkoztatásához. Munkaanyag, eszköz, játék- és sportszer a napközi otthoni és a szakköri ellátmányból biztosítható.

5. Igen fontos, hogy az iskola következetesen törekedjen arra, hogy az udvar egy részét különböző sportjátékokra alkalmassá tegye."/17/

A klubrendszerrel müködő iskolák igazgatói számára kiadott útmutató szerint a klubfoglalkozáshoz szükséges terem olyan méretü kell hogy legyen, hogy gyerekenként 1,7 m^2 terület jusson. Idézem ezt a könyvet:

"Tudnunk kell, hogy az érvényben lévő Építési Szabvány által meghatározott norma a mentálhigiéné követelményeinek nem felel meg; az óvódai normához hasonlóan 2 m^2/fő alapterületre volna szükség a 6-14 éves korú gyermekek számára is. Ennek ismeretében tehát, a gyermekenkénti 1,7 m^2/fő alapterületi normát figyelembe véve, a 120 % a megengedhető legmagasabb feltöltöttségi arány. /Ez a feltöltöttség pl. egy 52 m^2 alapterületü teremben 36 gyerek/".[17]

Nézzük hogyan is állunk jelenleg a tantermi ellátottsággal, és vizsgáljuk meg, mennyiben felelnek meg tantermeink a klubrendszer igényeinek. A hatodik ötéves terv első három évében az osztálytermi célra használt helyiségek száma 3452-vel emelkedett. Ebből 2251 új iskola építésével, 1201 pedig iskola bővítéssel realizálódott. Ha figyelembe vesszük, hogy ezek az új tantermek, melyek az Építési Szabvány szerint realizálódtak, is szükek /l. a fentebbi idézetet/, akkor azt kell mondanunk, hogy még ezek az új létesítmények sem felelnek meg a klubnapközi rendszer területi kívánalmainak. Még rosszabb a helyzet az ún. "szükségtantermekkel".

Az említett három év alatt ugyanis további 4891 helyiséget vettek igénybe tanítás céljára. Ezekből 3740 már eddig, vagyis még mielőtt a demográfiai hullám tetőzött volna, visszakerült eredeti funkciójába, megszünt, mint tanterem. A megmaradt 1151 terem többsége nemcsak, hogy nem felel meg az Építési Szabvány követelményeinek, de még a tantermekkel szemben támasztott követelményeknek sem. Ezekben a termekben, melyeket nagyrészt öltözőkből, könyvtári és klubszobákból, úttörőszobákból alakítottak ki, s így amúgy is igen kicsik, lehetetlen klubnapközis foglalkozások olyan szintü megtartása, ahogyan ezt eltervezték, továbbá lehetetlen azoknak a tároló helyiségeknek a létrehozása, amelyekben a tanulók felszereléseiket tarthatják, vagy ahol a játék- és sportszereket tárolhatják, illetve a könyvtárat elhelyezhetik. Összefoglalóan tehát azt mondhatjuk, hogy az "új" tantermek építésekor nem vették figyelembe a klubfoglalkozás terület igényeit, s így azok általánossá tétele elé komoly akadályok gördülnek.

Mi a helyzet a "régi" tantermekkel, illetve iskolákkal? Általában ezek is túlzsúfoltak, helyhiánnyal küzdenek. /Ez nemcsak a demográfiai hullám időszakára érvényes megállapítás!/ Ebből következően ha nem is lehetetlen, de igen nehéz a klubfoglalkoztatás tervezett alapterület igényeit ezekben az iskolákban is kielégíteni.

Eddig a klubnapközi-rendszer tárgyi feltételei közül csupán annak területi igényeit érintettük. A tárgyi

feltételek másik nagy része a feladatok ellátásához szükséges eszköz- és anyagfelszereltség kérdése. Erről általában azt kell mondanunk, hogy iskoláink mindegyikét többé--kevésbé fel kellene szerelnünk, ha a klubnapközi igényeit ki akarjuk elégíteni. Ez pedig nem kis összegekbe kerülne. Nézzük meg - pusztán a becslés igényével - a klubrendszerhez szükséges néhány alapvető bútor árát, s becsüljük meg - egy közepes iskolát alapul véve - mekkora összeget igényelne ezek beszerzése.

Oktatói fal	33.340.- Ft
Oktató asztal	2.320.- Ft
Oktatói konténer	11.310.- Ft
Tanulói konténer	8.470.- Ft
Eszköztároló konténer	11.310.- Ft
AV kocsi és tábla	16.950.- Ft
Rajzasztal	4.350.- Ft
ÖSSZESEN	88.050.- Ft

A felsorolásból kimaradt az iskolák alapfelszereléséhez tartozó tanulói asztal és szék.

Ha tehát egy közepes nagyságú iskola 12 tanulócsoportjának ezeket a felszereléseket biztosítani akarnánk, az kereken 1.057.000.- Ft-ba kerülne. Hogy népgazdaságunk jelenlegi helyzetében ezt az összeget iskolánként biztosítani nem képes, az nem is képezheti vita tárgyát. Igy a klubnapközi rendszer tárgyi feltételeinek biztosítása a jövő feladata marad.

Az eddigiekben nem szóltam még a klubnapközi szakköri foglalkozásainak eszköz és anyagigényéről. Erről itt nem kívánok beszélni, de nem azért, mintha ezen a vonalon minden rendben lenne, hanem azért, mert ezek a problémák messze csekélyebb anyagi vonatkozásúak, mint az érintettek, s sokszor egy kis ügyességgel, leleményességgel elliminálhatók.

Azt, hogy az általam felvetett problémák ténylegesen léteznek, mutatja az a budapesti felmérés, mely tartalmazza a klubrendszerben dolgozó iskolák arányát 1981-ben, és a tervezett arányt 1985-ig.

		1981.	1985-ig
I.	ker.	66 %	100 %
II.	ker.	0 %	0 %
III.	ker.	15 %	a klubrendszer elemeinek bevezetése
IV.	ker.	8 %	15 %
V.	ker.	14 %	71 %
VI.	ker.	0 %	22 %
VII.	ker.	0 %	36 %
VIII.	ker.	25 %	25 %
IX.	ker.	40 %	50 %
X.	ker.	0 %	13 %
XI.	ker.	10 %	10 %
XII.	ker.	0 %	11 %
XIII.	ker.	46 %	77 %
XIV.	ker.	30 %	55 %
XV.	ker.	7 %	7 %
XVI.	ker.	9 %	64 %
XVII.	ker.	63 %	100 %
XVIII.	ker.	6 %	19 %
XIX.	ker.	9 %	23 %
XX.	ker.	0 %	0 %
XXI.	ker.	21 %	57 %
XXII.	ker.	0 %	10 %

Az adatok a "Problémák és perspektívák az egésznapos nevelésben" címmel 1981. decemberében megtartott tanácskozáshoz kiadott anyagból valók.

Elgondolkodtatók ezek az adatok. Az erős szóródásokat azzal magyarázom, hogy az iskola vezetői csupán az egésznapos foglalkoztatást vették tekintetbe az adatok megadásánál. Azt azonban, hogy ezen az egésznapos foglakoztatáson belül mennyiben valósulnak meg a klubnapközik belső, tartalmi elképzelései, azt esetleg nem, vagy csak néhányan vették tekintetbe. Egyébként nehezen volnának elképzelhetők azok a személyi és dologi feltételekben mutatkozó óriási eltérések a kerületek között, amelyekre a számadatokból következtetni lehetne.

És végül még néhány olyan probléma, mellyel a klubnapközi bevezetésénél számolni kell. Az általános iskolában tanítók többsége nő. A velük szemben támasztott társadalmi elvárások a nők munkába állásával megnövekedtek. A nőknek teljesértékü munkát kell ellátni mind a munkahelyen, mind a családban. A családi munkamegosztás - ahol ez egyáltalán megvan - csak könnyíthet a helyzeten. Ugy érzem, hogy a nő pedagógusok csak egy része vállalhat olyan nevelő pedagógussá, melyet a klubrendszer alkotói elképzeltek. Az ilyen pedagógus modell elképzelésével, úgy érzem, nem számoltak a jelenlegi realítással, s így az egész koncepció alapjaiban vitatható.

A nélkül, hogy az egésznapos oktatás minden problémájára orvosságot tudnék adni, a bevezetését esetleg gátló tanárhiányt lehetséges lenne a délutáni foglalkozások néhányának társadalmasításával enyhíteni. Csehszlovákiában vannak már ilyen jellegü törekvések, ha nem is az egésznapos oktatás területén, hanem a tanulók nyári táboraiban. Ezen táborok zömében a pedagógusok mellett szép számmal vannak társadalmi "besegítők", pl. gyári, vagy mezőgazdasági munkások, adminisztrátorok, stb., akik önként vállalkoznak ilyen munka végzésére. Ezt a vállalat engedélyezi részükre úgy, hogy a táborban eltöltött idő nem csökkenti évi szabadságukat. Tábori munkájukért munkahelyi fizetésükön felül, külön díjazást kapnak. Az ilyen önkéntes, időszakos "pedagógusok" - a tapasztalatok szerint - általában lelkesen, igen lelkiismeretesen és megbízhatóan látják el egy gyakorlott pedagógus táborvezető keze alatt, és néhány pedagógus társuk mellett feladataikat. Gondolom, hogy ezt a gyakorlatot az egésznapos iskolai foglalkozások délutáni, kevésbé kötött foglalkozásain eredményesen lehetne alkalmazni nálunk is.

A klub bevezetését én elsősorban csak 7. és 8. osztályban tartom célszerünek. Az alsóbb korosztályoknál célszerübb a hagyományos napközi. Ezekben a korosztályokban a tanulók ugyanis erősen kötődnek a személyhez. Az eddigi iskolai tapasztalatok szerint az 5. és 6. osztályos tanulók zöme nem választ más klubot csak azt, melyet a napközis

nevelője vezet. Ez a tény viszont felveti, hogy szükség van-e az önálló csoportra? Azok a tanulók, akik az önálló csoportba kerültek, szintén igényelték a napközis nevelő jelenlétét. Ha ezek a gyerekek magukra maradtak, kedvüket veszítették, visszaesett tanulmányi eredményük.

A végére került, pedig talán az egyik legfontosabb kérdés, hogy hol képeznek olyan pedagógusokat, akik magas fokon képesek végezni a napközis tevékenységet. Egyetlen felsőoktatási intézményben sem tanulnak a hallgatók sem a napközis, sem a klubrendszerü oktatásról. Az ELTE Főiskolai tagozatán tanuló hallgatók az egy hónapos iskolai gyakorlatuk során 1 órát hospitálnak és egy délutánt töltenek el a napköziben. Ez az idő azonban nem lehet elegendő ahhoz sem, hogy az alapokat megismerjék. Pedig az erre a munkára történő kiképzés nagyon fontos lenne, hiszen a klub-napközi rendszer sorsa részben ezen dől el. Szükség lenne azért is, mert az általános iskolai napköziben a tanuló létszám évente 1-2 %-kal emelkedik. 1983-84-ben az összes tanulók 42,7 %-a járt napközibe. A tanároknak pedig csak 20,5 %-a dolgozott a napköziben. Igy természetesen a napköziben dolgozók számát kellett elsősorban növelni, mégpedig képesítésnélküliekkel. Ez az oka annak, hogy a napközi-ben dolgozik a legtöbb képesítésnélküli pedagógus. A statisztika szerint az előbb említett évben 1945 képesítésnélküli pedagógus dolgozott napközis nevelőként.

József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára SZEGED

Az eddigiekből látszik, hogy az egésznapos iskolán belül müködő klubrendszer jelentős előrelépés lehetne a szakköri foglalkozás szempontjából is, ha sikerülne biztosítani az ehhez szükséges személyi és tárgyi feltételeket. Mivel azonban a jelenlegi személyi és dologi ellátottság a színvonalas egésznapos foglalkoztatást megoldani nem képes, sőt a közeljövőben sem lesz képes, azért gyakorlatilag a napközis foglalkozások - s így a szakköri munka is - lényegében hosszabb ideig a jelenlegi keretek között fognak mozogni. Javulás a munka tartalmában kívánatos és lehetséges is, ha a szakkört vezető tanárok az eddiginél több és rendszeres szakmai irányítást és időnként módszertani támogatást kapnak.

III. A SZAKKÖRÖK SZERVEZÉSÉVEL ÉS VEZETÉSÉVEL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK

III. 1. A szakkörök célja és feladata

Régóta ismert és hangoztatott tény, hogy az érdemjegynél fontosabb az a tudás, amelyet alkotó módon tud a tanuló hasznosítani. Ennek kialakításában nagy szerepe van a szakköröknek. A szakköri foglalkozásokon nincs osztályzat és számonkérés, s így lényegesen felszabadultabban, kötetlenebbül alakítható ki a tanulókban az alkotó tudás. A szakköri tagok kezdetben a tanárhoz, vagy kisebb számban

a tantárgyhoz való kötődés miatt jelentkeznek a szakkörbe, majd a jó szakköri munka eredményeként egyre inkább a tárgy miatt, és a közösen végzett szakköri munka örömeért járnak a tanulók. Ha a szakkör színvonalas, jó programokat biztosít, és sikerül jó közösséget kialakítani, akkor a tanulók szívesen vállalják azokat a plusz terheléseket, melyek a szakköri munkával járnak. A szakkör müködésének célja tehát, hogy rendszeres munkával felkeltsük a tanulók érdeklődését, ösztönözzük őket a tervszerü, hasznos időtöltésre, kielégítsük és fejlesszük a szakirányú érdeklődésüket, előkészítsük a helyes pályaválasztást. Megtanítjuk őket az új ismeretek önálló megszerzésének és alkalmazásának elemeire olyan fokon, amely megfelel az életkori sajátosságaiknak. A szakköri munkával elősegítjük, hozzájárulunk az iskolai nevelési és oktatási célkitüzések megvalósításához a szakköri munkaformák sajátosságainak felhasználásával. Igy igyekszünk sokoldalúan müvelt, korszerü ismeretekkel rendelkező, szakirányú érdeklődéssel és ismeretekkel rendelkező személyiségeket nevelni.

A tanulók általában az oktatást nehezen türik, mivel ott általában passzívitásra, az ismeretek befogadására kényszerülnek. A szakkör egyik sajátossága viszont éppen az, hogy a tanuló nem passzív, ismereteket befogadó objektum, hanem a megismerésbe aktívan bekapcsolódó, a megismerésért dolgozni tudó, önálló elképzelésekkel rendelkező és azt kipróbáló "kutatóként" van jelen.

A szakköri munka egésze kapcsolódik az iskolai tanuláshoz, de attól tartalmában és módszereiben eltérő. A szakkör nem egy plusz óra, nem a tanítás meghosszabbítása, nem korrepetálási alkalom, hanem az úttörőmunka szerves része. A szakkör az úttörőcsapat szabadidő tevékenységének és a szakági munkájának ad keretet. Olyan nevelési folyamat részesévé teszi a tanulót, amely alkalmat ad az egyéni képességek kibontakoztatására, a képesség felismerésére, az adottságok fejlesztésére. A szakköri munka lehetőséget ad arra, hogy minden tanuló a saját fejlődési ütemének megfelelő módon haladjon, egyéni tanulási módszereket alakítson ki. Ezzel a szakkör valóban megvalósíthatja a hátrányos helyzetü tanulókkal való foglalkozást, a tehetség felismerését és fejlesztését. A jó szakköri munka az iskolai nevelőmunka valamennyi területén elősegíti a nevelési célkitüzések megvalósítását.

Melyek azok a speciális nevelési feladatok, melyek a szakköri munkában megvalósíthatók?

a./ Világnézeti nevelés:

A szakköröknek megfelelő tevékenységükkel hozzá kell járulniok a természettudományos világkép kialakításához, a marxista világnézet megalapozásához. Az általános iskolai és a szakköri munka eredményeként nem várhatunk befejezett, lezárt világnézetet tanulóinktól. Ehhez az ismereteik, mennyiségileg és minőségileg sem elegendőek. Gondolkodási szintjük sem juthatott el arra a szintre, hogy az elvont

összefüggéseket felismerjék, megértsék. Ehhez szükséges információk gyüjtése és az életkori sajátosságnak megfelelő összefüggések felismertetése már az alsó tagozaton elkezdődik, és ehhez a munkához járulhat hozzá - eredményesen - a szakkör. A szakköri foglalkozáson van lehetőség egy-egy probléma több oldalról való megközelítésére, egy-egy jelenség részletesebb vizsgálatára és sokoldalúbb, teljesebb magyarázatára.

Ehhez a világnézeti neveléshez járulhat hozzá eredményesen az, ha a szakkör igyekszik társadalmi kapcsolatokat kiépíteni. Egy-egy külső előadó, üzemlátogatás, beszélgetés, rendkívül nagy nevelési értékkel rendelkezik.

A szakkörökben folyó világnézeti nevelésnek legfontosabb elemei tehát: igaz ismeretek a természeti és társadalmi valóságról, az összefüggések felismertetése az egyes jelenségek között, a társadalmi és természeti jelenségek szubjektív átélése közvetlen tapasztalatok útján.

b./ Közösségi nevelés

A szakkör nem alapvető, hanem funkcionális közösség. Ez azt jelenti, hogy a szakkör, mint közösség, a szakköri tagok azonos irányú szakmai érdeklődése miatt jön létre. Ez nem jelenti azonban azt, hogy a szakkör vezetője lemondhatna mindazon nevelési célok megvalósításáról, melyek a szakkör szervezeti felépítésében rejlenek.

A szakköri közösség kialakításának egyik alapvető feltétele, hogy a gyermekek érdeklődésére épülő célok,

távlatok jól körvonalazottak legyenek. Ez nem jelenthet problémát, hiszen a gyerekek a jelentkezéskor már tisztán látják, hogy mi a szakkör célja, mi az, amit a szakkörtől várnak.

A közösség fejlesztése nagyon hosszú, tudatos folyamat, így eredményeket csak tartós együtt-dolgozás után várhatunk.

Néhány konkrét lehetőség a közösségi nevelés területéről: A gyerekek szakköri programigényét úgy kell a szakköri tervbe illeszteni, hogy minden javaslattevő lássa, hogy az általa javasolt program miért maradt ki, vagy miért került bele a másik. Igy a közösségi élet egyik alapvető feltételét alakíthatjuk ki, hogy tudniillik az is jó lehet, amit a másik mond, és nem minden esetben az a legjobb, amit én mondok.

Egy másik nevelési lehetőség: a programokban azok a célok is kerüljenek elő, melyek a tágabb közösség számára hasznosak. Igy például a szertár fejlesztésére készített eszközök építése, még akkor is, ha azt az eszközt a szakkörös évfolyam tanulói nem használják.

A közösség formálásában nagy jelentősége van annak, hogy a szakkör tagjai egyre nagyobb önállósággal dolgozzanak. A szakköri foglalkozás előkészítésében is nagyfokú önállóságra tehetnek szert a tanulók. E munka során természetszerüen kialakul egy olyan hierarhia , mely a szakkör tagjainak munkabeli megbízhatóságát tükrözi. Ennek a

rangsornak az elfogadása fontos a közösségi nevelés szempontjából.

A vezető által támasztott határozott követelmények a szakköri közösségek kialakításának kezdeti szakaszában elsősorban a foglalkozások lefolyásának néhány kötött elemére vonatkoznak, melyek az alapvető rend kialakítását, az egészség- és balesetvédelmet szolgálják.

A közösség fejlettségének fontos fokmérője, más közösségekhez való viszony. Kívánatos, hogy a szakköri tagok egyéb más iskolai közösségnek is /raj, őrs, más szakkör/ tagjai legyenek.

Fontos, hogy a tagoknak a közösséghez füződő kapcsolata kölcsönös legyen. Ne csak kapni akarjanak, hanem a szakkör érdekében dolgozzanak is.

Összegezve: ahhoz, hogy a szakkör közösséggé formálódjon, ki kell alakítani a társadalmileg értékes célok rendszerét, kibontakoztatni az öntevékeny, alkotó munkát, létrehozni az önirányítás rendszerét, az aktívák körét, és kapcsolatot építeni más közösségekkel. Ezen kiemelten szereplő fő nevelési területen kívül nagy lehetőség rejlik a szakkörön belül a szocialista munkaerkölcs kialakítására is.

A nevelésnek nincs természetesen olyan területe, mely a szakköri foglalkozásokon ne szerepelne, ezeket azonban az adott nevelési szituációban konkrétan alkalmazva lehet leghatékonyabban kihasználni. A jó nevelő /és szakkörvezető/ egyik sajátos ismérve, hogy a tanulót a spontán kialakuló szituációk megragadásával tudja eredményesen nevelni.

III. 2. A fizika szakkör szervezésének általános kérdései

A szakkör megszervezésének egyik leglényegesebb előfeltétele a gyerekek minden rétegére kiterjedő előkészítő, felmérő munka. A szakkör normál esetben nem túlterhelést előidéző tényező. A szabadidőben, jó közösségben, vidáman, kedvvel, önként vállalt munka az aktív pihenés egyik formája.

Az előkészítés egyik legfontosabb kérdése, hogy a csapat milyen szakköröket müködtessen? A csapatban müködő szakkörök meghatározásában, a szakkörökről kiadott irányelvek szerint, a csapatvezetőség az igazgató meghallgatásával dönt, figyelembevéve a tanulóifjúság igényét. A jelenlegi helyzetben - mikor az úttörőszervezet kezéből egyre inkább az iskola veszi át a szakkörök irányítását - a sorrend megfordul, és az igazgató dönt a csapatvezető meghallgatásával.

A döntéshez három fontos dolgot kell figyelembe venni:

1. a kisdobosok és úttörők érdeklődését és igényét;
2. a tervezett szakkörök személyi és tárgyi feltételeit, tekintettel az iskola felszereltségére és a tanerő helyzetére;
3. az iskolai hagyományokat.

Nézzük részletesen ezeket!

1. A tanulóifjúság érdeklődése és igényének ismerete lényeges szempont. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a tanulók igénye az egyedüli feltétele a szakkör szervezésének,

de ha ezt nem vesszük figyelembe, úgy a szakkörök egy idő után elnéptelenednek. A tanulók érdeklődésének felkeltésével az igényeket jól lehet alakítani.

Az igények felmérésének egyik legelterjedtebb formája egy kívánság láda, melybe betett cédulán a tanulók kinyilváníthatják az igényeiket. A reális választási lehetőségeket szakköri nyílt napokkal, bemutató foglalkozásokkal - mint már említettem - tudatos munkával alakítani lehet, de természetesen spontán igények is jelentkezhetnek. Ezeket a spontán igényeket azonban ne elégítsük ki a tanulók bevonása nélkül, hanem már a szervezés, előkészítés időszakába vonjuk be a gyerekeket. /Keressenek további érdeklődőt, szakkörvezetőt, vegyék fel a kapcsolatot hasonló más szakkörökkel, stb./ Ha az előkészítő, igényfelmérő munka alapos volt, akkor a szakkörök nem fognak létszámgondokkal küzdeni, és valóban megvalósul a teljes önkéntesség.

2. A személyi és tárgyi feltételek vizsgálata meghatározó a szakkör müködése szempontjából. A szakkörvezető személyének megválasztása a müködés alapkérdése. A szakkörvezetők döntő többsége pedagógus, aki vagy túlórában, vagy a kötelező óraszámában látja el a megbizatását. A szakkörök müködési szabályzata lehetővé teszi, hogy nem pedagógus is vállalhatja a vezetést. A gyakorlat szerint azonban, az úttörőházakat leszámítva, ez nem fordul elő. Nem helyes az a gyakorlat, mely szerint azok a pedagógusok vezetnek szakkört, akiknek nincs meg a kötelező óraszáma. Az ilyen

szakkörök formálisak, emberszegények és ezek általában a tanév végére elsorvadnak.

A tárgyi feltételek biztosítása a szaktárgyi szakkörök esetén általában a szertárban meglévő felszereléssel biztosított. Az eszköz- és anyagigényes szakkörök esetén azonban a dologi feltételek nem biztosíthatók könnyen. A szakkörök anyag és eszközellátottságát ugyanis egy elavult 21 éves jogszabály határozza meg. E szerint a szakköri ellátmány éves szinten 200-700 Ft, amely a mai árak mellett a minimális feltételek biztosítására sem elegendő. A szakkörvezető pedagógusok sem erkölcsileg, sem anyagilag nincsenek érdekeltté téve az eddiginél több, magasabb szintü szakkör vezetésében. Más intézményekben /közmüvelődési, sport, TIT, stb./ végzett hasonló tevékenységért összehasonlíthatatlanabbul nagyobb anyagi elismerésben részesülnek.

3. Az iskolai hagyományoknak rendkívül nagy szerepe van a szakkörök szempontjából. Azokban az intézményekben, ahol tradicionálisan müködnek szakkörök, ott a felvételért a tanulóknak bizonyos feladatokat kell teljesíteni, és az így elnyert tagság kitüntetésnek számít. Az iskoláknak törekedniük kell arra, hogy minél több jó szakkör évente újólag meginduljon, felszereltségben és tapasztalatokban egyre izmosodjék, s így - idővel - az iskola tradícióval bíró szakkörévé fejlődjék.

Hogyan valósul meg a mi iskolánkban a szakkör szervezése?

Iskolánk egy lakótelepi közepes nagyságú, 16 tantermes

iskola, mely azonban túlterhelve müködik. A 400 főre épített épületbe 700 tanuló jár. Ez csak úgy oldható meg, hogy minden lehetséges helyiséget tanteremként használunk. Igy olyan kisméretü "tantermek" jöttek létre, amelyek az oktatást rendkívül megnehezítik. Ezen kisméretü termek a kisebb létszámú olyan szakkörök céljára, amelyek nem eszköz- vagy anyagigényesek, megfelelnek, de nem felelnek meg azoknak, amelyek eszközökkel, vagy nagyobb mennyiségü, vagy méretü anyaggal dolgoznak. Ugyszintén nehézséget okoz ezekben a termekben bizonyos gépek elhelyezése is. A szakkörök szervezésénél is ezek elhelyezésénél ezt a körülményt állandóan szem előtt kell tartani.

A szakköri igények felmérése az előző tanév végén történik. A lehetséges szakkörvezetők ekkor ismertetik a szakkörök programját, az érdeklődőknek lehetőséget adnak egy-egy szakköri foglalkozás megtekintésére. Mivel azonban a tanulók zömét az iskola körül épült lakótelep gyermekei adják, és a gyerekek jól ismerik egymást, ezért a tanulók legtöbbször igen tájékozottak a szakkör munkájában.

A fizika szakkör két formában létezik az iskolában. Vannak a külső és belső tagok. A belső tagokon azokat a tanulókat értem, akik az iskolában szervezett szakköri foglalkozásokon rendszeresen részt vesznek. Külső tagok azok, akik ezeken a foglalkozásokon csak alkalmanként vesznek részt, de a tanév folyamán rendszeresen részt vesznek fizika-feladatmegoldó munkában. Erre a "külső tagság"-ra azért

van szükség, mert iskolánkban a tanulók döntő többsége valamilyen sportkör tagja. Az iskolában müködő testnevelés tagozat valamennyi tanulójának ugyanis kötelező valamilyen egyesületben sportolnia. A részükre ugyancsak kötelező edzési idő pedig igen gyakran ütközik a szakkör időpontjával. Miután ezen gyerekek között is van a fizika iránt érdeklődő és e tárgyban tehetséges tanuló, kár lenne ezeknek az elvesztése. Ezért, hogy érezzék, hogy a fizika területén reájuk is számítunk, megszerveztük részükre a fizika szakköri külső tagságot, azzal a kötelezettséggel, hogy résztvesznek a TIT Budapesti Szervezet által meghírdetett Fizika feladatmegoldó versenyen és bármikor, amikor kedvük és idejük tartja, résztvehetnek az iskolai szakköri munkában is. A feladatmegoldó verseny abból áll, hogy minden hónapban a tanulók kapnak postán egy 5-6 feladatból álló feladatsort, melyet megoldás után be kell küldeniök. Az értékelést a következő havi feladatokkal kapják meg. A feladatmegoldásokat pontozzák és az év végén a legtöbb pontot elérők jutalmat kapnak. A versenyen résztvevők évente kétszer összejönnek és ott a versenyt irányítók jelenlétében megbeszélik a legnehezebb feladatok megoldását, ismertetik a legjobb feladatmegoldásokat. Az ilyen külső tagok évente 10-15-en vannak. Ezek munkáját a szakkört vezető tanár szemmel tartja, szükség esetén segíti, és időnként ellenőrzi.

A fizika szakkör belső tagjai általában kísérleti feladatokat kapnak. Ezen tagok munkájának szervezése a következő módon történik. A tanulók két fős csoportokba nyernek beosztást, és az év végéig ebben a csoportban dolgoznak. Minden csoport a lehetőség szerint egyéni feladatot kap, amelyet általában 2 óra alatt kell elvégeznie. A témától és az eszközellátottságtól függően lehetséges azonban frontális munka is. A végzett munkáról a csoportok jegyzőkönyvet vezetnek. Ez tartalmazza a munkát végzők nevét, az elvégzendő feladatot, a feladathoz kapcsolódó fizikai ismereteket, a feladat elvégzésének rövid leírását, az eredményt, esetleg grafikont, valamint a mérési eredmény értékelését. A jegyzőkönyvek elkészítése rendszerint otthoni munka.

Szakkört a 7. és 8. osztályosok számára közösen szerveztem. A szakkörre jelentkező gyerekeknek általában jó eredményük van fizikából, de nincsenek kizárva a gyengébbek sem. A szakkör létszáma erősen ingadozó volt az elmúlt években. Az első évben /1981-82./ 22, következő évben 16 tanuló, az utána következőben - ebben az évben indult iskolánkban a klubrendszer - 8 állandó tagunk volt. A tapasztalatom szerint ez az utóbbi létszám az optimális. A nagyobb létszámnál nem lehetett az eszközellátottságot biztosítani, lényegesen nehezebben - esetenként egyáltalán nem - lehetett megvalósítani az egyéni foglalkozást, nem jutott idő az egyéni problémák megbeszélésére. A szakkör indításánál

minden évben a jelentkezők száma igen magas. A gyerekekkel történő beszélgetés után egy részük a külső tagságot választja és a másik része dönt a belső tagság mellett. Ez azonban még mindig több, mint az optimális létszám. Ilyenkor ezzel a nagyobb létszámmal kezdünk, és a tényleges munka indításakor, vagy az első néhány foglalkozás után alakul ki a végleges létszám. A szakkör tagjainak menetközben is van lehetőségük a szakkörből kilépni, ha ezt előzőleg jelzik. A tapasztalatom szerint azonban az indításnál fellépő fluktuáció után a létszám stabilizálódik.

A program összeállításánál igyekszem a tanulók igényeit figyelembevenni. Igy bekerülnek a tananyaghoz kapcsolódó érdekesebb méréseken kívül a tanulókat érdeklő olyan témák is, mint a félvezető technika, csillagászat. A szakköri program alapvető irányvonala ugyan a szakköri munkának, de sohasem kezelem mereven, nem tekintem változtathatatlan "szentírásként". Ezért, ha menetközben egy-egy érdekesebb probléma, kérdés előkerül, akkor azt szakkörön megbeszéljük még a betervezett program módosulásának árán is.

A szakkör - mint majd a későbbiekben részletesen kifejtem - kisérletező, feladatmegoldó, eszközkészítő és javító, fizikatörténeti lehet. Az általam szervezett és vezetett szakkör nem sorolható mereven az egyik szakköri típusba sem. Az egyes típusok feladatait keverten igyekeztem megvalósítani. Egy-egy téma általában 2-3, vagy esetleg

több foglalkozáson került elő. Például a gyertyával való melegítés hatásfokának meghatározását /az elfogyott sztearin mennyiségéből és valamilyen test által felvett hőből/ három foglalkozáson végeztük el. Az első alkalommal számításos feladatokat oldottunk meg. Ezek a belsőenergia--változások és a hatásfok kiszámítására vonatkoztak. A második foglalkozáson megterveztük a mérést. Itt beszéltük meg, hogy milyen mennyiségeket és hogyan kell mérni a hatásfok meghatározásához, milyen anyagokat fogunk használni a mérésnél, továbbá megbecsültük a méréshez használt anyagok mennyiségét. A harmadik foglalkozáson került sor a tényleges mérésre, és az eredmények vizsgálatára. Mivel a mérés csoportmunkában történt, megbeszéltük az átlagostól erősen eltérő mérési eredmények lehetséges okait, megtárgyaltuk, miért nem 100 %-os a hatásfok, hogyan lehetne a melegítés hatásfokát növelni, stb.

A mérési gyakorlatok során többször előfordult, hogy a mérés nem adott jó eredményt kisérleti eszközünk valamilyen hibája miatt. Ilyen esetben megkiséreltük a hiba kijavítását és a mérés újbóli megismétlését. A hiba megkeresése és javítása is igen érdekes feladat volt a tanulók számára. Ilyenkor nagyon szívesen végezték el ugyanazt a mérést akár négy-ötször is, azt igazolandó, hogy a hibát nemcsak, hogy megtalálták, de sikerült javítaniok. Előfordult, hogy bizonyos méréshez a mérőeszközökön kis változtatásokat kellett eszközölniök, vagy akár egyszerü mérőeszközöket maguknak

kellett megépíteni. Ezek a feladatok - melyek csak részben voltak betervezhetők - változatossá, életszerüvé tették a szakköri foglalkozásokat, amelyek ilymódon "kevert"-tekké - vagyis szigorúan egyik típusba sem sorolhatókká - váltak. Tapasztalataim alapján úgy vélem, hogy ez a módszer kiválóan alkalmas az érdeklődés fenntartására, mert ilyen "kevert" típusú szakkörben szinten minden tanuló találhat olyan területet, melyen jeleskedhet, s így sikerélményhez juthat.

A szakköri munka még a viszonylag jól felszerelt iskolákban is, esetenként igényli a külső, legtöbbször a tanulók szüleinek segítségét. Ezen a területen jó tapasztalataim voltak. Volt eset, hogy kérésemre a tanulók szülei mérőmüszereket kölcsönöztek, az elektromos rezgések oszcilloszkópos vizsgálatához berendezést készítettek, sőt - irányításom mellett - speciális témákról szakköri foglalkozásokat is tartottak. Ez az együttmüködés - azon kívül, hogy az iskola és a szülők közötti egészséges kapcsolatot erősítette - jól szinesítette a szakkör programját is.

A szakkörök szervezési kérdéseit nem lehet a nélkül lezárni, hogy ki ne mondjuk: akármilyen jól és érdekesen vezeti is a tanár a szakkört, akármilyen agitációt fejt is ki a külső szakköri tagság mellett, mindig lesz néhány olyan tehetséges, de nem eléggé igyekvő tanuló, aki a szakköri munkából kimaradva az általános iskola nyújtotta

lehetőségek szempontjából elkallódik. Arra kell tehát a szervezés és vezetés munkájában törekedni, hogy az ilyen "elkallódó" tanulók száma minél kevesebb legyen.

III. 3. A fizika szakkörök négy alaptípusa

A szakirodalom a fizika szakköri típusok felsorolásánál általában négynél lényegesebben több típust szokott megkülönböztetni. Igy pl. a főiskolákon használt, Dr. Veidner János által írt A fizika tanítása c. szakmódszertani könyv a következő típusokat sorolja fel: kisérletező, feladatmegoldó, elektrotechnikai, rádiótechnikai, modellező, fotó, eszközkészítő, fizikatörténeti és javító szakkör./14/

Lényegében hasonló szakkör típusokról beszél Dr. Makai Lajos A fizika tanítása c. egyetemi szakmódszertani tankönyv is./15/

Bár a szakkörök típusok szerinti csoportosítása nem lényegi kérdés, mégis, mivel szokásos eljárás, azért én is röviden érintem e problémát. Szerintem a fenti két tankönyv által felsorolt szakköri típusoknak jónéhánya ma már nem a fizika, hanem a technika tárgyhoz kapcsolódik. Annak idején, mikor az említett két könyv íródott, indokolt volt még az elektrotechnikai, a rádiótechnikai, a modellező és a fotószakkört a fizika tárgyhoz kapcsolódónak tekinteni. Ma azonban ezek a szakkörök inkább a technika tantárgy

Móra Ferenc Tudományegyetem Könyvtára SZEGED

profiljába tartoznak, s általában technikai szakköröknek is tekintik őket. A fizika szakkörök a fizikához, mint alaptudományhoz kapcsolódnak. Tehát nem a fizikai elvek technikai alkalmazásával, hanem magukkal az elvekkel, fizikai problémákkal foglalkoznak, természetesen az életkori sajátosságok messzemenő figyelembevételével. Technikai kérdések, eszközépítések és javítások formájában csak annyiban témái a fizika szakköröknek, amennyiben azok szorosan egy adott fizikai probléma megoldásához szükségesek. Ezen elvek alapján én a fizika szakköröket a következő négy csoportba osztom:

1. kisérletező,
2. feladatmegoldó,
3. eszközkészítő és javító,
4. fizikatörténeti szakkör

Nézzük ezeknek a típusoknak feladatait és módszereit!

1. Kisérletező szakkör

A kisérletező szakkör célja a tanóra keretében nem előforduló, idő- vagy anyagigényes kisérletek végzése, elemzése és a tanulók életkori sajátosságainak megfelelő általánosítások levonása. A kisérletek legnagyobb része mérőkisérlet.

A mérőkisérletek fontosságát talán felesleges említeni, hiszen a tudományos megismerés alapja a kisérleti megfigyelés. A kisérletezés jelentősen javítja a kézügyességet, a mérések tervezése a technikai érzéket fejleszti.

A tulajdonképpeni mérőkisérletek előtt, ismétlő alapkisérleteket végeztetünk a tanulókkal. Ezeken átismételjük velük mindazokat az alapfogalmakat, melyek a mérések során előfordulnak. Gyakorolniok kell az alapvető fizikai mennyiségek mérését, a mérőmüszerek használatát és leolvasását. Meg kell ismerniök a müszerek mérési pontosságát és megbízhatóságát. Ezeknek az ismereteknek az ismétlése elengedhetetlen ahhoz, hogy a későbbiek során előforduló összetett mérések elvégzésénél ezek ne jelentsenek problémát. Ilyen kisérletek pl. szabálytalan alakú test térfogatának mérése, soros és párhuzamos kapcsolás feszültség és áramviszonyainak meghatározása, karosmérleg használata, stb. Az alapvető ismétlő kisérleteken kívüli kisérleteket két csoportra lehet osztani. Az első csoportba azok tartoznak, melyek egy-egy fizikai mennyiség meghatározására szolgálnak. Ilyen pl. a sürüségmérés, szilárd és folyékony test fajhőjének meghatározása. Ezekben a kisérletekben az anyagra vonatkozó fizikai állandók meghatározása a cél. A mérések értékelését segíti, hogy az adatok nagy részének irodalmi értéke van, s ezek alapján a mérés helyessége, a pontossága ellenőrizhető. Az eredmények az irodalmi értékeknél lényegesen pontatlanabbak, s így csak közelítő adatokat kapunk, illetve a kapott adatok egymáshoz viszonyítottságában várhatunk helyes eredményt. /Pl. a tej sürüsége nagyobb, mint a vízé, a sós vízé nagyobb, mint a desztillált vízé./ A mérési pontatlanságok főként a kisérleti eszközeink pontatlanságából és a gyerekek gyakorlatlanságából erednek. Ezek

a mérések alkalmasak arra is, hogy a fizikai számításokban jártasságot szerezzenek a tanulók, gyakorolják a mérték-egységekkel végzett müveleteket.

A mérőkisérletek kapcsán szólnunk kell a tanulóknak arról, hogy minden mérés beavatkozást jelent a jelenség lefolyásába, s így megzavarja a megfigyelt jelenséget, amelynek pedig zavartalanul kellene lefolynia. Ezért a mérés eredménye a kisérletet végző személytől függetlenül is hibás. Ehhez a hibához adódnak még az eszköz pontatlanságából, eszköz helytelen beállításából, bizonyos jelenségek elhanyagolásából /pl. súrlódás, hőkisugárzás, stb./ származó hibák. Ezek a hibák a mérés folyamán rendszeresen /szisztematikusan/ fellépnek, s ezért rendszeres /szisztematikus/ hibáknak nevezzük őket.

A méréseknél a rendszeres hibákon kívül mindig fellépnek az ún. véletlen /statisztikus/ hibák is. Ezek többnyire a kisérletet végző személytől, annak a mérés pillanatában testi-lelki kondíciójától, a mérőberendezés pontosságában bekövetkező ingadozásokból, a véletlen, nem figyelembevehető külső hatásoktól származnak.

Míg a rendszeres hibákat nincs módja a mérést végző személynek meghatároznia, addig a véletlen hibákat egy eljárás, a hibaszámítás segítségével meg lehet becsülni.

Szigorú hibaszámítást az általános iskolai méréseknél nem végezhetünk, hiszen ehhez nincsen meg a tanulók értelmi fejlettsége és hiányoznak ehhez szükséges matematikai

ismeretek is. Egyes méréseknél azonban erősen leegyszerüsített hibaszámítás végzünk, amennyiben megadjuk a mért értékek számtani középértékének, $\overline{R}$-nek, az R_i irodalmi értéktől való százalékos eltérését. Ezeknél a méréseknél tehát a következő adatokat adjuk meg:

$\overline{R}$ = ... /dim R/ R_i = ... /dim R/ $\frac{\overline{R}}{R_i}$ 100 % = ... %

A második csoportba azok a kisérletek tartoznak, melyek fő célja bizonyos összefüggések felismertetése. Ezekben a kisérletekben elsősorban tisztázni kell, hogy milyen mennyiségek közötti összefüggést akarunk kimutatni, és hogy ehhez mely mennyiségeket hagyjuk változatlanul, melyiket melyik függvényében vizsgáljuk. Ilyen mérés pl. az inga lengésidejének függése a hossztól, a kitérítés szögétől és a ráakasztott tömegtől, az ecetes oldat vezetőképességének az izzó ellenállása hőmérséklet-függésének vizsgálata.

Ezeknél a méréseknél nagyon kell vigyáznunk a mérések tapasztalatának megfogalmaztatására. Tisztázni kell, hogy ha azt mondjuk, hogy az inga lengésideje függ az inga hosszától /ha a kitérítés szöge, és a ráakasztött tömeg nem változik, mert a mérés ilyen stádiumában a gyerekek még nem tudják, hogy ezek a mennyiségek nem befolyásoják a lengésidőt/, akkor ez csak annyit jelent, hogy a hossz változtatásával változik a lengésidő, de nincs közöttük egyenes arányosság. Ennek tisztázására azért van szükség,

mert a tanítási órán tanult összefüggések zöménél a "függ" kifejezés az egyenes arányossághoz kapcsolódik.

Ezen két csoporton és az ismétlő alapkisérleteken kívül vannak olyan "kisérletek", melyek nem sorolhatók az előbbiek közé. Ha például a termodinamikai II. főtételt a statisztikus módszerekkel akarjuk igazolni /Marx-Tóth-Holics: Atomközelben c. könyvben található meg/, akkor modellkisérleteket végzünk el. Itt a levegőrészecskéket megszámozott karikák, az energiájuk mennyiségét babszemek modellezik. Nagyon fontos ügyelni arra, hogy a tanulók a modellkisérletekben is világosan lássák a modell mögött a fizikai tartalmat. A modellkisérleteket az általános iskolában csak korlátozottan használhatjuk, mert a tanulók absztraháló képessége ezekhez általában még nem elég fejlett.

2. A feladatmegoldó szakkör

Ez a szakköri típus legtöbbször valamilyen formában tanulmányi vagy feladatmegoldó versenyhez kapcsolódik. A természetkutató úttörők versenyének bevezetésével ezen szakkörök száma csökkent. Ennek oka az lehet, hogy ezen a versenyen a fizika, és ezen belül a fizika feladatok súlya a korábbi, fizika versenyekhez viszonyítva csökkent. Egy másik oka a feladatmegoldó szakkörök csökkenésének az, hogy az 1978-ban bevezetett új fizika tantervhez nem készültek olyan segédanyagok /elsősorban feladattár/, melyek segítséget adnának azoknak a pedagógusoknak, akik ilyen szakkör

vezetésére vállalkoznak. Nagyon nehéz hétről-hétre érdekes, a gondolkodást próbára tevő feladatokat vagy feladatsorokat kitalálni, ha nincs ehhez segítség. A szakkör jelentősen szinesíthető, ha a numerikus feladatok közé fizikai problémákat iktatunk. Nagyon kell az ilyen típusú szakkör vezetésénél vigyázni, hogy betartsuk a fokozatosságot. Érdemes ugyanazon típusú, de egyre nehezedő feladatsorokat készíteni, amelyeket a tanulók saját tempójukban oldhatnak meg. A feladatok megbeszélését a szakkör végére tegyük.

A feladatok összeállításánál ügyelni kell arra, hogy valamennyi tanuló találjon képességének és tudásának megfelelő nehézségü feladatot, s így minden szakköri foglalkozáson sikerélményhez jussanak a gyengébb szakköri tagok is. Ez biztosítja a szakköri foglalkozás iránti állandó érdeklődést.

A szakkörök kapcsolódhatnak versenyekhez is. Ilyenkor a szakkör feladata a tanulók felkészítése. A háziversenyek szervezésénél körültekintően kell eljárnunk. A háziversenyeket nyíltnak szervezzük és igyekezzünk minél több tanulót bevonni a versenyzésbe. Minden tanulónak lehetőséget kell adni erejének, tudásának kipróbálására, még akkor is, ha a tanár úgy gondolja, hogy az eredmény elérésére nincs esélye a tanulónak. A tömegesítéssel nagy lépést teszünk a közösségi nevelés felé. A tanulói közösségek figyelemmel kísérik a versenyeket, megbecsülik társaik eredményét.

Az eredményt elért tanulókkal - akik legtöbbször tehetséges tanulók - különböző módon kell bánni. A szerényebb, bátortalanabb tanulónál a sikeres szereplést, az önbizalmat erősítő motívumként célszerü kihasználni. Ezzel szemben a túlzott önbizalmú, s ezért kissé felületes tanuló sikeres szereplésének gyengéire kell inkább rámutatni. A tanárnak ismernie kell a diák képességét, személyiségét, meglévő ismereteit. Tudatosítani kell a tanulóval, hogy az eredmények érdekében keményen kell dolgoznia, és fel kell készülnie arra is, hogy minden erőfeszítése ellenére sem éri el a kitüzött célt.

A felkészítő munka eredménye nagymértékben függ az iskola és a szülők kapcsolatától. Ha lehet a pedagógus igyekezzen megnyerni a szülőket ehhez a munkához, de ügyeljen arra, hogy a szülői hiúság ne hajtsa erőn felüli teljesítményekre a tanulót. A szülőknek ugyanis gyakran téves nézeteik vannak a gyerekeik teherbíró képességéről. Vigyázni kell a pedagógusnak arra, hogy a tanuló ne legyen egyoldalúan terhelve. Bíztassuk az ilyen gyereket sportolásra és egyéb más kikapcsolódásra. Ha a tanulót jól készítjük fel, a sikeres szereplés igen valószínü, de a jó felkészítést az is mutatja, hogy a tanulót az esetleges kudarc sem töri le.

3. Eszközkészítő és javító szakkör

Ez a szakköri típus elsősorban technikai jellegü szakkör. Olyan anyagok megmunkálásával foglalkozik, melyekkel

a tanulók nem, vagy csak nagyon keveset foglalkoznak gyakorlati órán. Ilyen anyagok kombinálásával készítenek szemléltető, kisérleti eszközöket, modelleket, maketteket. Ez azt jelenti, hogy nemcsak a fa, fém, müanyag megmunkálását kell ismerniük, hanem pontosan kell tudniuk a készítendő eszköz müködési elvét.

Minden szakkörön készített eszköz, vagy tárgy jól meghatározott céllal kell, hogy készüljön. Vagy órán szemléltető eszközként, vagy tanulókisérleti eszközként, esetleg demonstrációs eszközként lehessen használni. Ezeket a feltételeket azonban csak olyan eszköz biztosítja, amely a célnak megfelelően, esztétikusan van megépítve. Az ilyen eszköz építéséhez ismerni kell az eszközzel bemutatandó fizikai jelenséget. Ehhez elengedhetetlenül szükséges a szakirodalom tanulmányozása, sok esetben számítások végzése, tervrajzok készítése. Mivel a felkészülés és az irodalom áttekintésével új és új fizikai, technikai ismereteket szereznek a tanulók, így tudásuk nagymértékben nő. Természetesen nem minden esetben ismerhetik meg a teljes fizikai tartalmat, ennek ellenére a természetszemléletük, technikai ismereteik jelentősen fejlődnek.

Az elkészített eszköz müködtetése és annak eldöntésére, hogy az eszköz alkalmas-e a jelenség bemutatására, sokszor több fizikai ismeretre van szükség, mint az eszköz építésénél. Itt derülnek ki azok a problémák, hiányosságok, melyeket a tervezés, vagy a kivitelezés során nem vettek

figyelembe. Ezek felderítése, kiküszöbölése is igen nehéz feladat. Ez a munka a fizika tudás bővítésén kívül jól fejleszti a manuális, kisérletező készséget.

Amint látható, az eszközépítő és javító szakkör is elsősorban a fizika tudást mélyíti és fejleszti a tanulók kétkezi munkájának felhasználása közben. A szakkör fizika-centrikusságára a tanárnak tudatosan ügyelnie kell, mert különben ez a szakkör célját téveszi. Viszont, ha erre ügyelünk, akkor ez a szakkör-típus kiváló lehetőségeket szolgáltat arra, hogy a tanulók a fizika egyes területével önállóan megismerkedjenek, vagy ismereteiket elmélyítsék.

4. A fizikatörténeti szakkör

Ez a szakköri típus elsősorban lányoknak ajánlott. A szakkör szervezésénél és vezetésénél a legnehezebb feladat, hogy azt a munkamódszert megtaláljuk, amellyel a tanulók érdeklődését fenntarthatjuk. Célszerü a feladatokat rejtvényszerüen megfogalmazni. Ez a szakkörtípus nyújtja a legtöbb lehetőséget az egyéni felkészülést igénylő munkára. Ennek a típusnak indításához feltétlenül szükség van egy jól felszerelt iskolai vagy közmüvelődési könyvtárra, amely az egyéni munkára lehetőséget ad. A gyerekek által gyüjtött információkat érdemes egy-egy naplóba összegyüjteni.

A fizika szakkör-típusok rövid ismertetése után meg kell mondanom, hogy mint minden tipizálás, így a szakkörök

tipizálása is elsősorban elméleti jellegü. A gyakorlatban viszonylag ritkán fordul elő, hogy egy szakkör szigorúan csak az egyik, vagy másik típusba tartozik. A legtöbbször ezek a típusok keverten jelentkeznek, s ez így helyes. Igaz, hogy az ilyen "kevert típusú" szakkör sokszor nehezíti a szakkörvezető munkáját, de nagyobb távon ez a többletmunka meghozza a gyümölcsét: a tanulók érdeklődését a szakkörben folyó munka iránt.

IV. NÉHÁNY RÉSZLETESEN KIDOLGOZOTT SZAKKÖRI TÉMA

IV. 1. Bevezetés

Dolgozatomban már említettem, hogy a fizika szakkörök száma kevés a többi szakkörökéhez képest. Ennek okairól már volt szó. Ezeket e helyt nem kívánom ismételni, csupán az egyik okot említem újból meg. Ez pedig az, hogy a szakkört vezető tanárok nem kapnak elég szakmai támogatást munkájukhoz. Szakmai támogatáson újszerü szakköri kisérletek, feladatok leírását és megfelelő folyóiratban való népszerüsítésüket értem. Ezek a rendszeres tájékoztatások nemcsak "mankót" jelentenének a szakkörvezető tanárnak, de gondolat- és "ötletébresztő" szerepet is betölthetnének. Hiszen az általános iskolai tanárok között - mint ezt az évente megrendezett Fizika Tanári Ankétok mutatják - jelentős számú, ötletgazdag személy van, akiknek

jó gondolatait, ügyes elképzeléseit jó lenne a közösség közkincsévé tenni. Ehhez kellene a katalizátor szerepét játszó szakköri téma-füzetek vagy cikkek megjelentetése.

Dolgozatom hátralévő részében - mintegy megmutatva, milyennek képzelem el ezeknek a szakköri témáknak a feldolgozását - néhány olyan kisérletet írok le, amelyeket a szakkörös tanulóimmal végeztettem. A kisérletek leírását a kisérlet alapjául szolgáló elmélet ismertetésével kezdem. Ez a rész a tanárnak szól. Ezt követik a szakköri méréshez adott utasítások és feladatok. Végezetül pedig megadom az elvégzett mérési feladatot jegyzőkönyvszerü formában.

A kisérletek nem tematikájuk szerint következnek egymás után, hanem lényegében két csoportra osztva. Az első öt kisérlet olyan, amelyet a tanulók párokban és frontálisan végeznek, vagyis úgy, hogy mindegyik pár azonos jellegü feladaton dolgozik. Ezek a kisérletek tehát olyanok, amelyek egyrészt a tanulók által önállóan elvégezhetők és elegendő kisérleti eszköz áll rendelkezésre. A második csoportba tartozó négy kisérlet - mivel az ezekhez szükséges mérőeszközök általában csak egy példányban állnak az iskolák rendelkezésére - a szakkörös tanulók egymást felváltva a tanár irányítása és felügyelet mellett egy mérőhelyen végzik.

Ugy vélem, hogy a kiragadott feladatok eléggé érzékeltetik, milyen módon képzelem el a szakkörök írásban közölt szakanyaggal való segítését.

Megjegyzés: az ábrák és a képletek számozása mindegyik feladaton belül előlről kezdődik.

IV. 2. Szilárd és cseppfolyós testük sürüségének meghatározása

A./ Elméleti áttekintés

1. Egy test adott pontjának ϱ sürüségén értjük az adott pont kívüli ΔV térfogatelem Δm tömegének és ΔV hányadosának határértékét, ha $\Delta V \to 0$, vagyis

$$\varrho = \lim_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV} \qquad /1/$$

$\dim \varrho = \frac{kg}{m^3}$. ϱ ismeretében a test tömege kiszámítható:

$$m = \int_0^V \varrho \, dV \qquad /2/$$

ahol az integrálási tartomány a test teljes térfogata.

Ha ϱ azonos a test minden pontjában /$= \varrho_h$/, akkor a test homogén. Ez esetben /2/ a következő alaku:

$$m = \varrho_h \int_0^V dV = \varrho_h V \qquad /2/a/$$

amiből

$$\varrho_h = \frac{m}{V} \qquad /3/$$

Szavakkal: homogén, azaz minden részében ugyanolyan tulajdonságú anyagból álló test, /ill. folyadék - vagy gázmennyiség/ anyagának sürüségén a test tömegének és térfogatának hányadosát értjük. ϱ_h értékéből a térfogategységben levő anyag tömegére következtethetünk.

Ha inhomogén test tömegét osztjuk térfogatával, akkor a test átlagos sürüségét nyerjük:

$$\varrho_{átl} = \frac{m}{V}$$

2. Az eddig ismertetett sürüség-fogalmak ún. abszolut sürüségek. Az abszolut sürüség mindig tömeg per térfogat dimenziójú.

Az abszolút sürüségen kívül használatos még a relatív sürüség, amely dimenzió nélküli szám; ez azt fejezi ki, hogy a test tömege hányszorosa a test térfogatával egyenlő térfogatú, 4 ^{o}C hőmérsékletü víz tömegének.

$$\varrho_{víz} = 1 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

B./ <u>A mérés megbeszélése, utasítások, feladatok</u>

A tanulók előismeretei: a sürüség fogalma és $\varrho = \frac{m}{V}$ képlete; egy test által kiszorított folyadék térfogata megadja a test térfogatát; kétfolyadékos közlekedő edények törvénye:

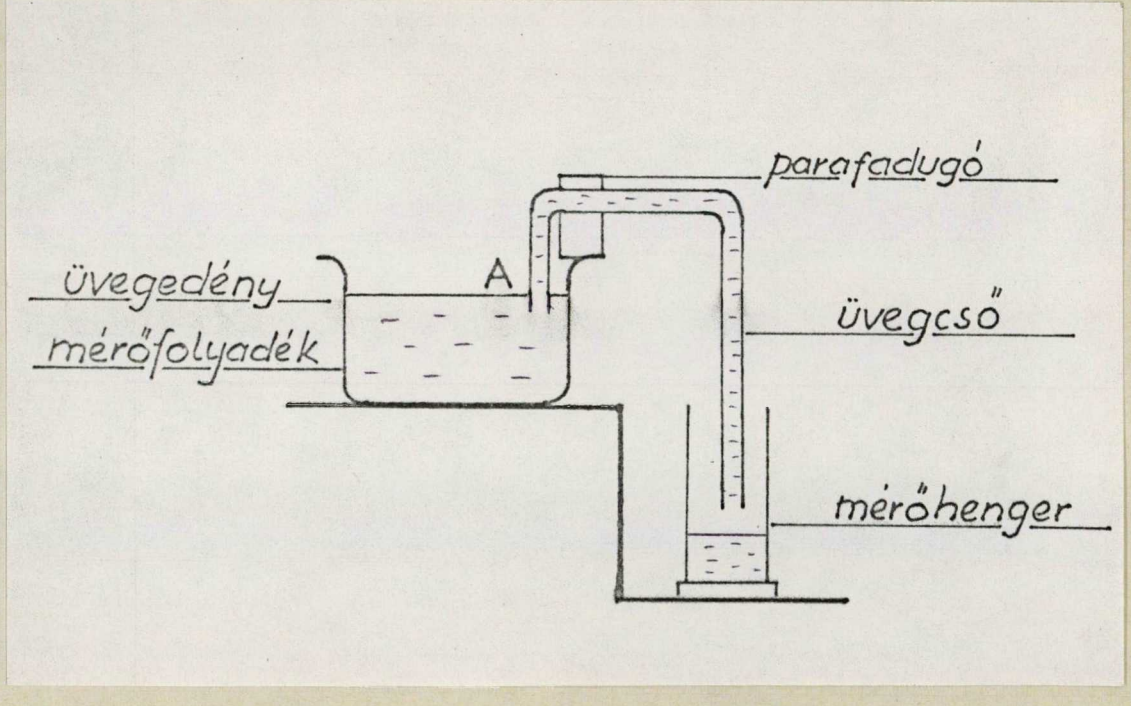
$$\varrho_1 : \varrho_2 = h_2 : h_1$$

1. Szabályos, homogén tömegeloszlású test sürüségének meghatározása. A test méreteiből kiszámítjuk a test térfogatát, tömegét pedig mérleggel állapítjuk meg.

2. Szabálytalan homogén test sürüségének meghatározásához a testet olyan folyadékba merítjük, amely folyadék a test anyagát nem oldja. Meghatározzuk a test által kiszorított folyadék térfogatát; ez adja a szabálytalan test térfogatát. A test tömegét mérlegeléssel kapjuk.

A test által kiszorított folyadék térfogatának meghatározása kétféle módon történhet. A legegyszerübb eljárás az, amikor a mérőfolyadékot egy mérőhengerbe öntjük és u.ebbe a mérőhengerbe tesszük a szabálytalan alakú testet. A folyadék felszín emelkedése - amely a mérőhengeren azonnal leolvasható - adja a kiszorított folyadék térfogatát.

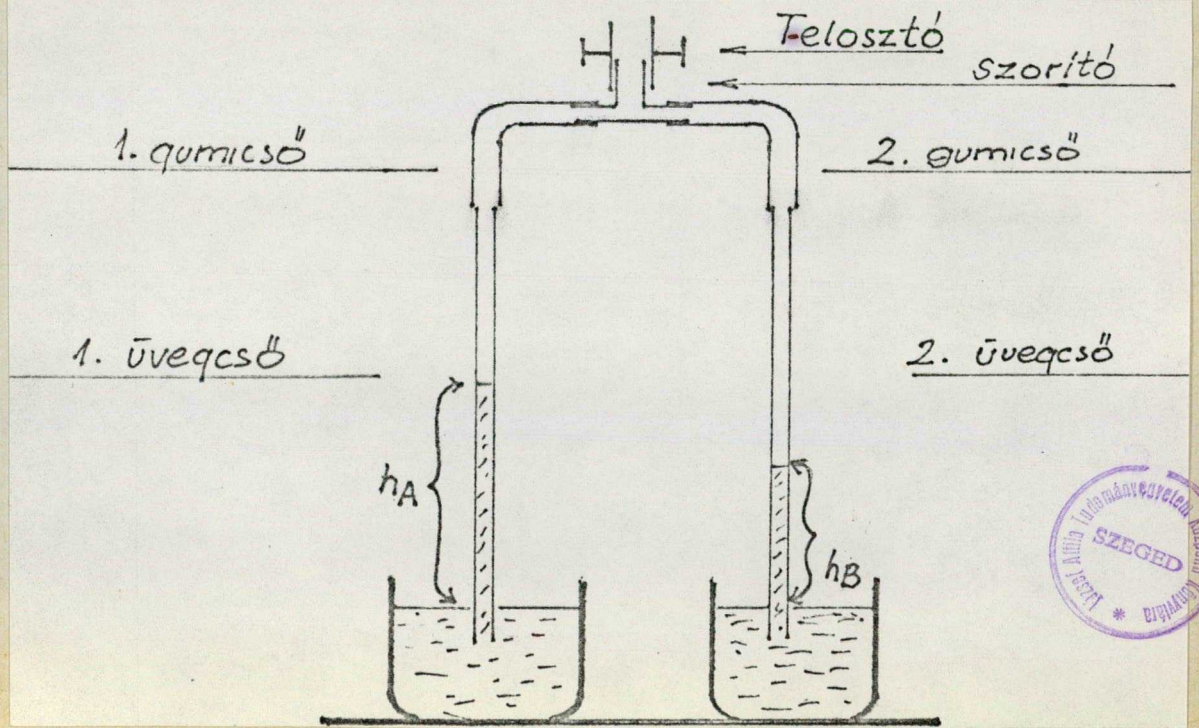
Egy másik módot az 1. ábra mutat.



Az üvegedényt először úgy töltjük meg a mérőfolyadékkal, hogy az üvegcső A jelü vége a folyadékfelszín alatt legyen. Ezután a cső B végét megszívjuk. A "szivornya-elv" alapján az üvegedényből addig fog a folyadék B-n keresztül kifolyni, amíg a folyadékfelszín A vonaláig le nem süllyed. Ekkor az áramlás megszünik; a kifolyt folyadékot a mérőhengerből eltávolítjuk. Ezzel az összeállítás méréskész állapotba került.

Ha most az üvegedénybe helyezzük a szabálytalan alakú testet, az folyadékot szorít ki helyéből, a folyadékfelszín megemelkedik, A a felszín alá kerül. Ekkor - most már megszívás nélkül - az a folyadékmennyiség, amely az előbbi szint fölé került, vagyis a bemerített test térfogatával egyenlő térfogatú folyadék, B-n keresztül a mérőhengerbe kerül, s térfogata közvetlenül meghatározható.

3. Folyadékok sürüségét a kétfolyadékos közlekedő edények törvényszerüsége alapján határozhatjuk meg. Az ehhez szükséges kisérleti eszközt a 2. ábra mutatja.



József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára SZEGED

Az 1. és 2., kb. 30 cm hosszú üvegcsöveket az 1. és 2. gumicsövekkel illesztettük az akvarisztikában használatos, üvegből készült T elosztóhoz. Az elosztó harmadik kivezetéséhez gumicsövet csatlakoztattunk, melyre egy, az orvosok által használt csőszorítót tettünk. Az üvegcsöveket különböző folyadékokba /A, B/ helyeztük és a szabad gumicsövet megszívtuk. Ezáltal mindkét csőben azonos mértékben csökkentettük a nyomást, s a folyadékokat a külső légnyomás a csövekbe hajtotta. A folyadékok csövekbeli magasságát a csőszorító zárásával rögzítettük. Ha az ismert ϱ_A sürüségü folyadék magassága h_A, a ϱ_B sürüségüé h_B, akkor a közlekedő edények törvénye szerint:

$$\varrho_A \cdot h_A = \varrho_B \cdot h_B$$

illetőleg:

$$\frac{\varrho_B}{\varrho_A} = \frac{h_A}{h_B}$$

ahonnan ϱ_B kiszámítható.

4. A tanulók bevonásával készült el az 1. ábrán és a 2. ábrán látható kisérleti berendezés.

5. Folyadékok sürüségének meghatározásánál csak olyan folyadékok jöhetnek számításba, melyek nem mérgezők és marók, s gőzük sem káros az egészségre. A cső megszívása során u.is folyadék gőz kerül a tanuló tüdejébe, ill. az is előfordul, hogy a folyadék is felszalad a szájába. Tehát csak az egészségre ártalmatlan folyadékkal szabad kisérletezni!

6. Mérési feladatok:

1. feladat. Határozzuk meg egy alumínium-hasáb, egy réz henger és egy acélgolyó anyagának sürüségét, a testek térogatának kiszámításával.

2. feladat. Határozzuk meg egy kődarab és egy, a tanulók számára ismeretlen anyagú, szabálytalan alakú test anyagának sürüségét. A kapott sürüségértékből - sürüség-táblázat felhasználásával - kiséreljük meg annak megállapítását, milyen anyagból való a szabálytalan alakú test.

3. feladat. Határozzuk meg cukros víz, sós víz, tej, ecet és étolaj sürüségét. Viszonyító folyadéknak a csapvizet vegyük

$$\varrho_v = 1 \frac{g}{cm^3}$$

C./ Mérési eredmények

A méréshez a mechanikai tanulókisérleti készlet testjeit használtuk fel.

A folyadék sürüségének meghatározásánál a légritkítást nem a gumicső megszívásával végeztük el, hanem a cső végére illesztett müanyag fecskendő dugattyújának felhúzásával.

1. feladat:

a./ alumínium hasáb

a = 1 cm

b = 2 cm $\quad V = a \cdot b \cdot c = 1\ cm \cdot 2\ cm \cdot 5\ cm = 10\ cm^3$

c = 5 cm $\quad m = 26{,}5\ g$

$$\varrho = \frac{m}{V} = \frac{26,5\ g}{10\ cm^3} = 2,65\ \frac{g}{cm^3} \qquad \varrho_{irod.} = 2,70\ \frac{g}{cm^3}$$

b./ Hasonló módon számítjuk ki a rézhenger és az acélgolyó anyagának sürüségét. A kapott értékek:

$$\varrho_{réz} = 7,1\ \frac{g}{cm^3} \qquad \varrho_{irod.} = 8,4 - 8,6\ \frac{g}{cm^3}$$

$$\varrho_{vas} = 8,49\ \frac{g}{cm^3} \qquad \varrho_{irod.} = 7,86\ \frac{g}{cm^3}$$

2. feladat

a./ kavics

$V = 20\ cm^3$

$m = 47\ g$

$$\varrho = \frac{47\ g}{20\ cm^3} = 2,35\ \frac{g}{cm^3}$$

b./ ismeretlen anyagú test

$V = 38\ cm^3$

$m = 102\ g$

$$\varrho = \frac{m}{V} = \frac{102\ g}{38\ cm^3} = 2,68\ \frac{g}{cm^3}$$

A táblázat alapján a test anyaga alumínium

3. feladat

$h_{víz}$ /cm/	víz /$\frac{g}{cm^3}$/	$h_{cukros\ víz}$ /cm/	cukros víz /$\frac{g}{cm^3}$/
12,8	1	12,0	1,06
9,0	1	8,8	1,02
23,5	1	22,1	1,06
18,2	1	17,0	1,07
19,7	1	18,4	1,07

ϱ átlag $1,05\ \frac{g}{cm^3}$

ϱ irodalmi 15 %-os $1,05916\ \frac{g}{cm^3}$

Hasonló módon számítjuk ki a sós víz, tej, ecet és főzőolaj sürüségét. A kapott mérési eredmények:

$\varrho_{\text{sós víz}} = 1{,}09 \frac{g}{cm^3}$ $\qquad$ $\varrho_{\text{irod., 12 \%}} = 1{,}086 \frac{g}{cm^3}$

$\varrho_{\text{tej}} = 1{,}05 \frac{g}{cm^3}$ $\qquad$ $\varrho_{\text{irod.}} = 1{,}029 - 1{,}033 \frac{g}{cm^3}$

$\varrho_{\text{ecet}} = 1{,}03 \frac{g}{cm^3}$ $\qquad$ $\varrho_{\text{irod.}} = 1{,}0261 \frac{g}{cm^3}$

$\varrho_{\text{olaj}} = 0{,}91 \frac{g}{cm^3}$ $\qquad$ $\varrho_{\text{irod.}} = 0{,}9 \frac{g}{cm^3}$

IV. 3. Rugalmas alakváltozások vizsgálata

A./ Elméleti áttekintés

1. Külső erőhatásra a testek megváltoztatják alakjukat, deformálódnak. Ha az erőhatás megszünte után a test visszanyeri eredeti alakját, akkor a test rugalmas alakváltozást szenvedett, és a testet rugalmasnak nevezzük. Tökéletesen rugalmas test, vagyis olyan, amely a deformáció után pontosan visszanyeri eredeti alakját, nincs. A tapasztalat szerint azonban minden szilárd test kielégítő pontossággal tökéletesen rugalmasnak tekinthető, ha az alakváltozások vagy a deformáló erők elegendően kicsinyek, azaz egy /élesen nem definiálható/ rugalmassági határ alatt maradnak.

A szilárd homogén testek rugalmas alakváltozásai közül mi csak a nyújtással és hajlítással foglalkozunk. Ezekre az

alakváltozásokra igaz, hogy az alakváltozás / Δx/ nagysága arányos az alakváltozást okozó erővel:

$$\Delta x = kF, \qquad /1/$$

ahol k a szilárd test meghatározott deformációjának konstansa. Az /1/ összefüggés Hooke törvénye /1676./

2. Ezek után tekintsük egy l hosszúságú, q keresztmetszetü szilárd test megnyúlását F húzóerő hatására. A deformáció leírására nem a Δl abszolut megnyúlás, hanem a test egységnyi hosszúságú darabjára jutó megnyúlás számértéke, a $\frac{\Delta l}{l}$ relatív megnyúlás szolgál. A relatív megnyúlás - kisérletek szerint - változatlan F húzóerő mellett a test q keresztmetszetével fordítva arányos. Hooke törvénye alapján tehát

$$\frac{\Delta l}{l} = \alpha \frac{F}{q}, \qquad /2/$$

ahol α a test anyagára jellemző, un. nyújtási állandó. Gyakran ennek reciprokát, az

$$E = \frac{1}{\alpha}$$

rugalmasság, vagy Young-féle modulust használják, $\dim E = \frac{N}{mm^2}$.

A /2/ egyenlet, ha α helyett E-t vezetjük be, a

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{q} \qquad /2/a/$$

egyenletbe megy át. Ebből E szemléletes jelentésének megállapítása céljából fejezzük ki $\frac{1}{E}$ - t:

$$\frac{1}{E} = \frac{\Delta l}{l} \cdot \frac{q}{F}$$

Ha ebben az egyenletben $\frac{\Delta l}{l} = \frac{l_1 - l}{l} = 1$ és $q = 1\ mm^2$, akkor

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{F_1}, \text{ ill. } E = F_1,$$

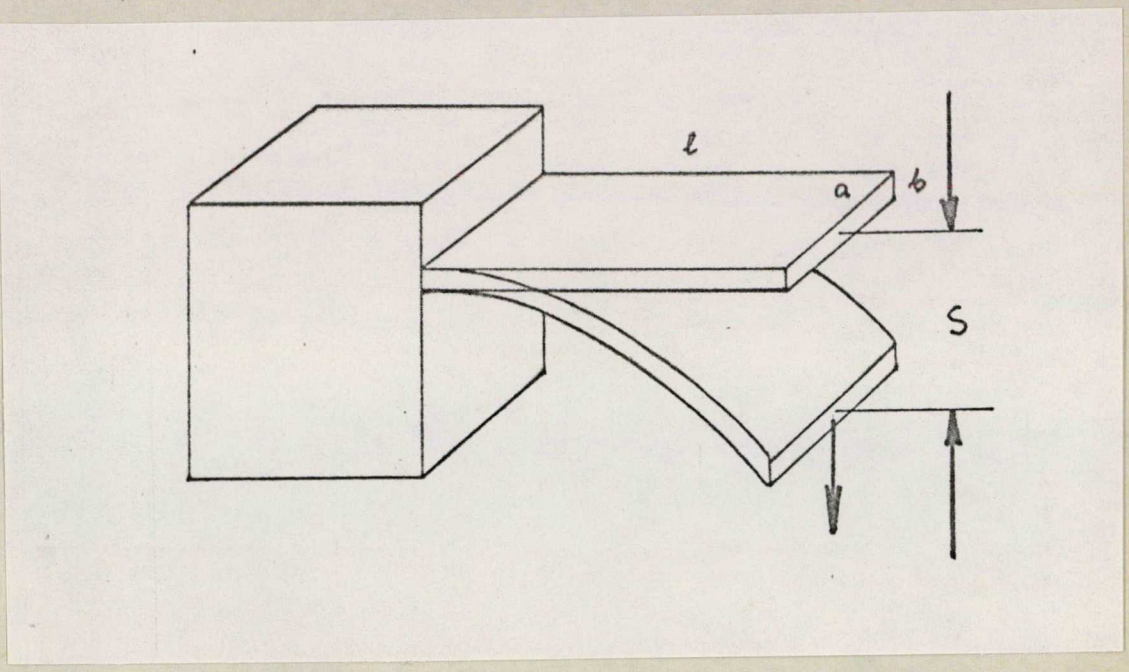
vagyis E értéke megadja annak a húzóerőnek mértékszámát, amely az $1\ mm^2$ keresztmetszetü testnek /drótnak/ a hosszát kétszeresére nyújtaná. A feltételes mód itt azt kívánja jelezni, hogy a gyakorlatban nincs olyan anyag, amely ilyen mértékü nyújtást kibírna elszakadás nélkül.

A nyújtással elválaszthatatlanul együtt jár a haránt-összehúzódás is: a nyújtás irányára merőleges hosszméretek /a d átmérő, ill. sokszög keresztmetszeteknél az oldalak/ megrövidülnek. A mérések szerint a $-\frac{\Delta d}{d}$ relatív átmérő - vagy oldalhosszúság - csökkenés /amely a negatív d miatt pozitív/ arányos a relatív megnyúlással:

$$-\frac{\Delta d}{d} = \mu \frac{\Delta l}{l}$$

μ a megnyújtott test anyagára jellemző állandó. Neve: haránt-összehúzódási együttható vagy Poisson-féle szám. Értéke a legfontosabb fémeknél 0,3 és 0,4 közötti érték és semmilyen anyagnál sem lehet 1/2-nél nagyobb.

3. A hajlítás egyik esete az, mikor egy rud egyik végét szilárdan befogjuk és a másik, ún. szabad végére müködő erő hatására bekövetkező lehajlásnak a rud méreteitől való függését vizsgáljuk /1. ábra/



1. ábra

Mérések szerint egy homogén, téglalap keresztmetszetü és $\underline{l}$ hosszúságú egyik végén befogott rúd szabad végének lehajlása:

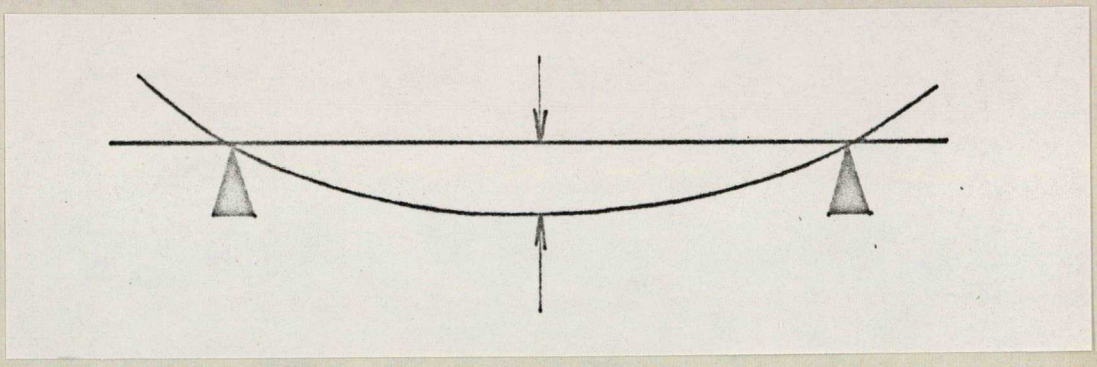
$$s = \frac{4}{E} \frac{l^3}{ab^3} F,$$

ahol E a rugalmassági modulus.

A hajlítás másik eseténél, a két végén alátámasztott és közepén F súllyal megterhelt téglalap keresztmetszetü

rúd /ld. a 2. ábrát/ közepén a lehajlítás:

$$s = \frac{1}{4E} \frac{l^3}{ab^3} F,$$

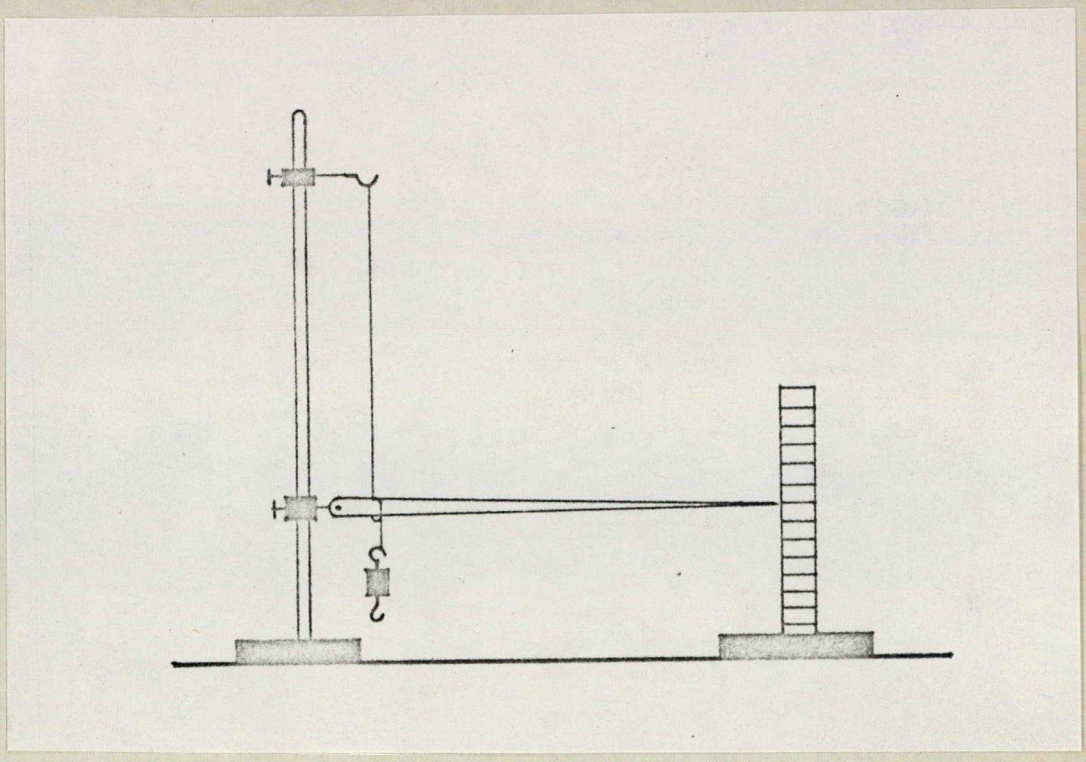


2. ábra

B. A mérések megbeszélése, utasítások, feladatok

A tanulók előismeretei: csavarrugó megnyúlása arányos a rugóra ható erővel.

1. Drótok rugalmas megnyúlása. Egy, kb. 1-1,2 m magas Bunsen-állvány felső végéhez rögzített szorítóra kb. 80 cm hosszú és kb. 0,3 mm vastag drótot függesztünk. A drót alsó végétől néhány cm-re a Bunsen állványba, a rúdjára merőlegesen egy szöget fogunk be, amely szög egy kb. 60 cm hosszú, vékony fa lemezből készített mutató tengelyéül szolgál. /3. ábra/

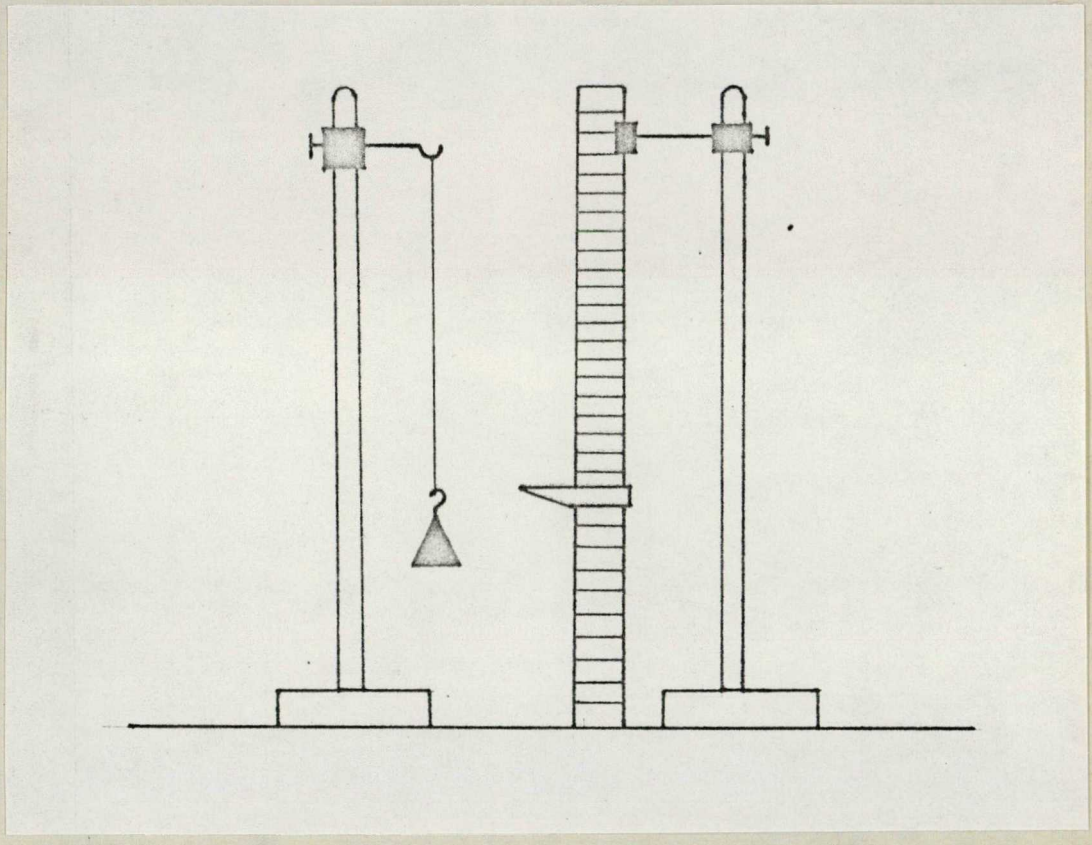


3. ábra

A mutató tengelyétől kb. 2 cm-re egy előre elkészített rovátkában a drótot egyszer a mutató köré csavarjuk és a szabad drótvégre - a drót kifeszítése céljából - 10 N súlyt akasztunk. A mutató vége elé egy függőlegesen álló cm-skálát helyezünk.

A feszítő súly kampójára egymás után egyenlő súlyokat akasztva a drót a növekvő nyújtó-erő hatására egyre jobban megnyúlik, amely megnyúlást a mutató elmozdulása jelzi. Ha a rugalmasság határát nem lépjük túl, akkor a mutató kitérése egyenletesen növekszik. A nyújtó erő megszünte után a drót eredeti alakját visszanyeri, jelezve ezáltal, hogy az alakváltozás rugalmas volt.

2. Gumifonal rugalmas megnyúlása. Bunsen állvány végéhez rögzített szorítóra kb. 50 cm hosszú gumifonalat függesztünk. A fonal szabad végéhez egy könnyü mérlegtányért erősítünk. A fonallal párhuzamosan méterrudat állítunk fel, amelyet mozgatható mutatóval szerelünk fel. A mutató a mérés megkezdése előtt a mérlegtányér horgára mutat. /4. ábra/

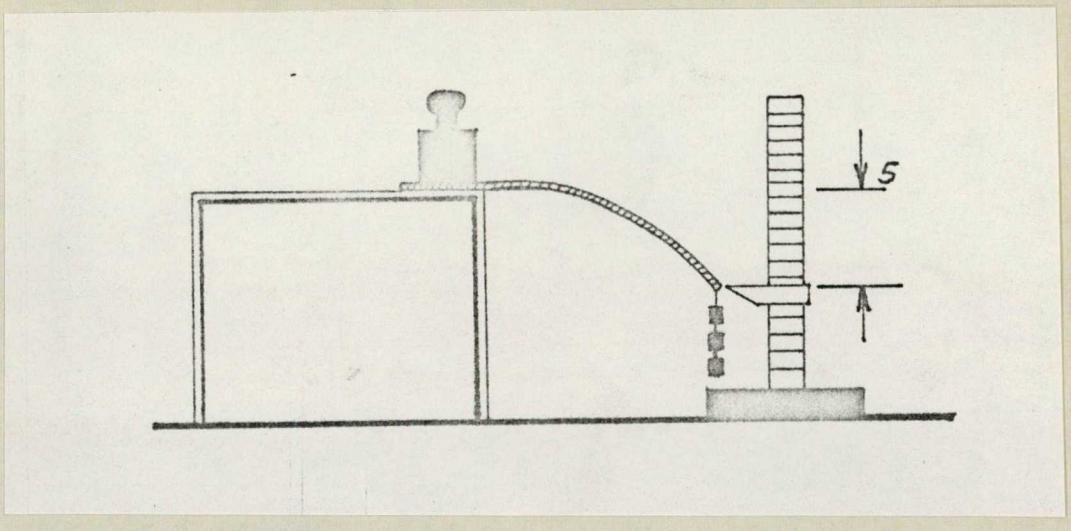


4. ábra

Terheljük fokozatosan a gumizsinórt a mérlegserpenyőbe helyezett súlyokkal. A gumifonal megnyúlását a m-rudon leolvashatjuk. A terhelés megszüntével a gumifonal - néhány

perc eltelte után - visszanyeri eredeti alakját. Az alakváltozás tehát itt is rugalmas.

3. Vékony, rugalmas acéllap egyik végét fogjuk be az 5. ábrán látható módon egy súlyosabb fa kockába. Az acéllap szabad végét, amelybe előzőleg rovátkát reszeltünk, csavarjuk egyszer körül vékony dróttal úgy, hogy a drót a rovátkában legyen. A dróton lévő hurokba súlyok akaszthatók, amelyek az acéllap lehajlását eredményezik. A lehajlás az acéllemez végével szemben elhelyezett mozgatható mutatójú méterrúdon olvasható le. A mérésekkel igazolható, hogy a lehajlás - a rugalmasság határán belül - rugalmas alakváltozás.



5. ábra

4. Feladatok

1. feladat. Kimutatandó acéldrót megnyúlása, ha a terhelő súlyokat lépésenként 1/2 N-nal növeljük. Minden egyes terhelő súlyhoz tartozó mutatóállást jegyezzünk fel. A súlyok eltávolítása után győződjünk meg arról, hogy az alakváltozás rugalmas volt-e, vagyis nem léptük-e túl a rugalmasság határát. Ha a rugalmasság határán belül maradtunk, végezzük el az előbbi mérés-sorozatot még kétszer, egymás után.
A három mérés mutatóállásainak középértékéből készítsük el a terhelés - megnyúlás grafikont. Mit olvashatunk le a grafikonról a megnyúlás és az erő kapcsolatáról?

2. feladat. Az előbbi feladat megismétlendő gumifonal esetén azzal az egy különbséggel, hogy itt a terhelés 0,2 N-nal növekszik lépésenként. /Vigyázat! Az alakváltozás gumifonal esetén is rugalmas, de a megnyúlás itt nem lesz arányos az erővel, vagyis Hooke törvénye nem érvényes./

3. feladat. Megismétlendő az 1. feladat egyik végén befogott rugalmas acéllap /pl. fém fürészlap/ esetén.

C./ Mérési eredmények

A drót megnyúlásához a technika órákon használt acéldrótot alkalmaztuk. Mutatóként 70 cm hosszú fa pálca szolgált. A drót hossza 1,2 m volt. A lemez hajlásának vizsgálatához fém fürészlapot használtunk.

A drót megnyúlásánál és a lemez lehajlásánál a mérést többször végeztük, de a mérési eredmények között eltérés nem volt, így a mérési eredményekben csak egy adatot tüntetek fel.

1. feladat: Acéldrót megnyúlása

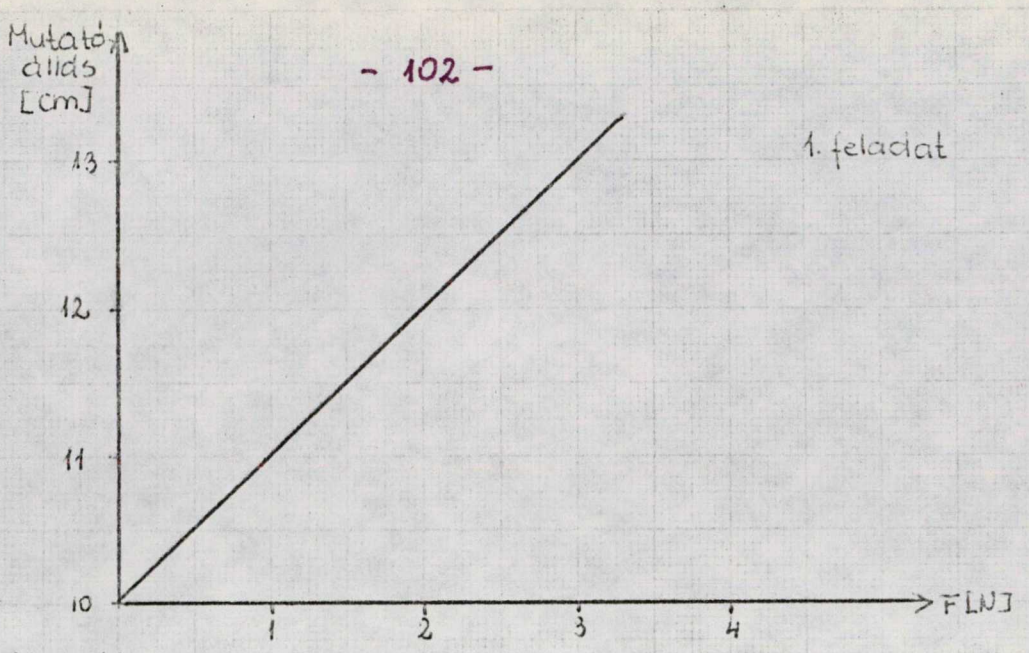
F	0N	0,5N	1N	1,5N	2N	2,5N	3N
mutató-állás	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13

2. feladat: Gumiszál megnyúlása

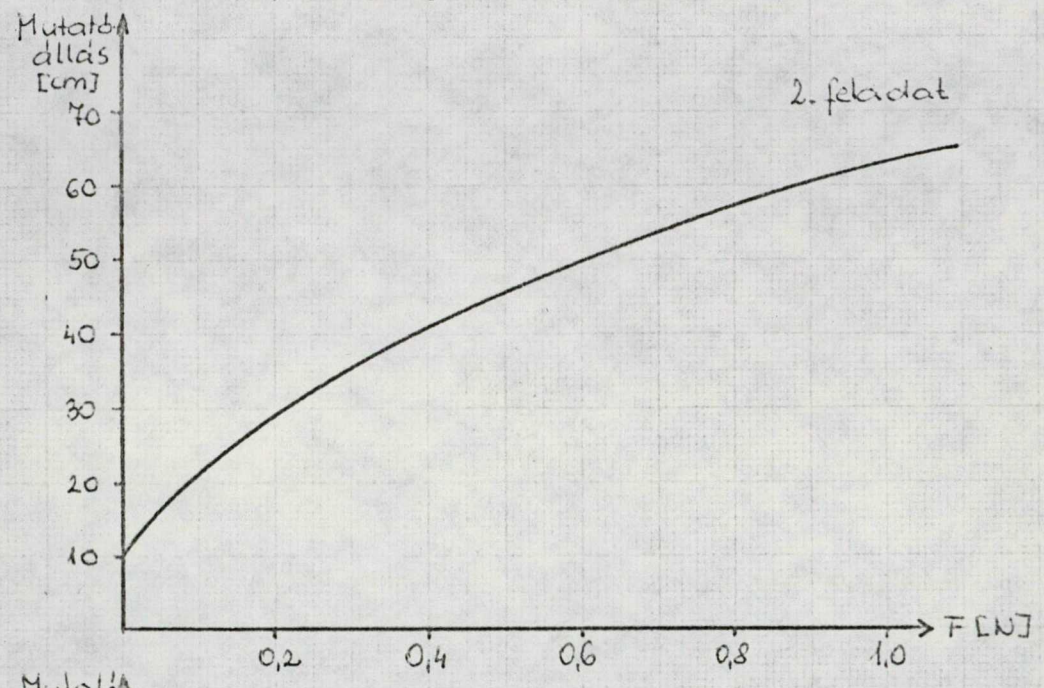
F	0N	0,2N	0,4N	0,6N	0,8N	1N
mutató-állás	0	29	37	47	55	63

3. feladat: Vaslemez lehajlása

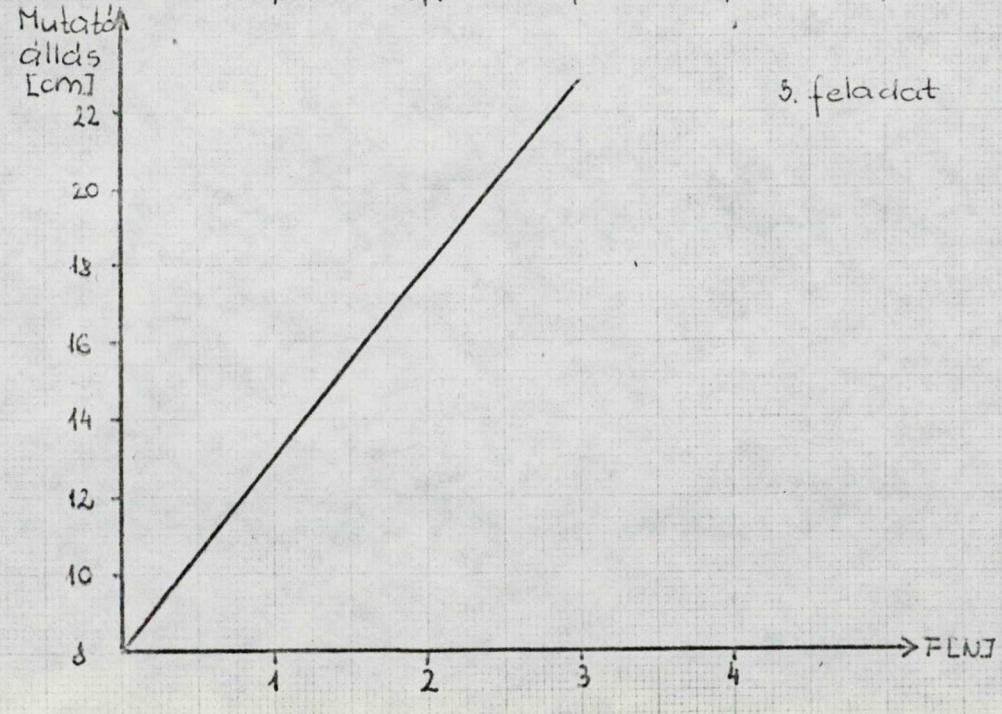
F	0N	0,5N	1N	1,5N	2N	2,5N	3N
mutató-állás	8,0	10,5	13	15,5	18	20,5	22,5



1. feladat



2. feladat



3. feladat

IV. 4. Fajhő mérések keverési kaloriméterrel

A./ Elméleti áttekintés

1. Ismeretes, hogy egy test belső energiájának növekedését /ha halmazállapotváltozás nincsen/ hőmérsékletének növekedése jelzi. A ΔE_b belső energia megváltozás és az azt kísérő ΔT hőmérsékletváltozás között a következő összefüggés áll fenn:

$$\Delta E_b = c\, m\, \Delta T, \qquad /1/$$

ahol c annak a testnek fajhője, m pedig annak a testnek a tömege, amelyben a belső energia változása bekövetkezik. Ha ΔE_b, m, és ΔT ismert, a c fajhő kiszámítható:

$$c = \frac{\Delta E_b}{m\ T} \qquad /2/$$

ΔE_b meghatározására ismert fajhőjü test szolgál, amelyet termikus kölcsönhatásba hozunk az ismeretlen fajhőjü testtel. Legyen az ismert c_1 fajhőjü test tömege m_1 és hőmérséklete T_1. Ha ezt a testet termikus kölcsönhatásba hozzuk az ismeretlen fajhőjü testtel /tömege m, hőmérséklete $T > T_1$/ és a két testből álló rendszert a környezettől termikusan elszigeteljük, akkor a rendszerben a hőmérsékletek kiegyenlítődnek. A közös hőmérséklet /T_k/ beállta azt jelzi, hogy a rendszer mindkét tagjának belső energiája megváltozott, mégpedig úgy, hogy amennyivel az egyik partner belső energiája csökkent, annyival nőtt a másiké, vagyis az energiaváltozások egyenlők:

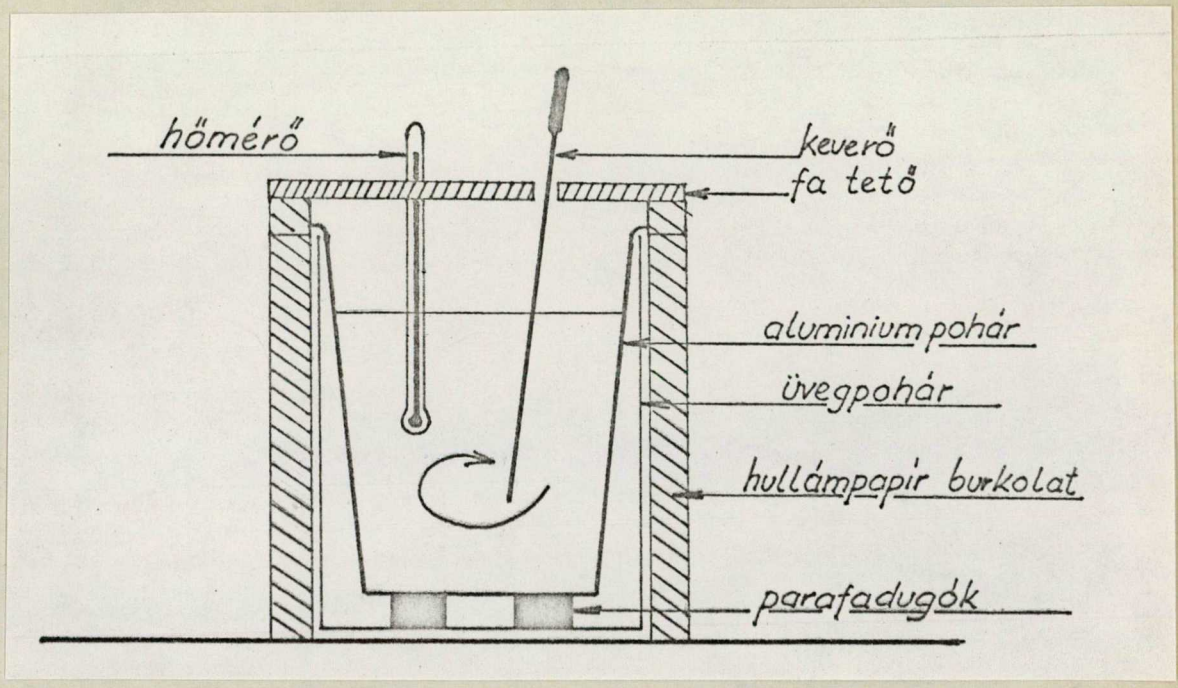
$$\Delta E_b = \Delta E_{1b} = c_1\, m_1\, /T_k - T_1/ \qquad /3/$$

ΔE_b értékét /2/-be helyettesítve és figyelembevéve, hogy $\Delta T = T - T_k$ /ti. $T \quad T_k \quad T_1$/ kapjuk, hogy

$$c = \frac{c_1 \, m_1 \, /T_k - T_1/}{m \, /T - T_k/} \qquad /4/$$

Ennek a kifejezésnek jobboldalán minden mennyiség mérhető, így az ismeretlen c fajhő kiszámítható.

2. A fentebb vázolt eljárást - vagyis, hogy a két különböző hőmérsékletü testet egy termikusan elszigetelt rendszerré hozzuk össze - az ún. keverési kalorimé-terben valósítjuk meg. Egy egyszerü, házilag is előállítható keverési kaloriméter rajzát mutatja az 1. ábra.



1. ábra

SZEGED

A keverő megfelelő hosszúságú üvegbot, vagy leforrasztott végü üvegcső. A két pohár közti levegőréteg, valamint az üvegpoharat körülvevő hullámpapír burkolat a jó hőszigetelést szolgálja.

A kaloriméterbe m_1 tömegü és T_1 hőmérsékletü vizet öntünk. $c_1 = 4{,}2 \frac{kJ}{kg \cdot C}$. Ebbe a vízbe tesszük az előzőleg $T > T_1$ hőmérsékletre felmelegített, m tömegü ismeretlen fajhőjü anyagot. /Ez lehet szilárd test, vagy folyadék./ A behelyezés után állandó kevergetés közben megfigyeljük, hogy mikor szünik meg a hőmérő szálának az emelkedése. Ez a leolvasott hőmérséklet lesz a T_k közös hőmérséklet. T_k nyilván T és T_1 közé esik: $T > T_k > T_1$. A mért adatokból /4/ alapján c kiszámítható.

3. A fenti módon kiszámított c érték nyilván nem lesz pontos még akkor sem, ha a hőszigetelés egyébként tökéletes lenne. Ennek oka az, hogy nemcsak a kaloriméterben lévő víz, hanem az edény, a kavaró és a hőmérő is felmelegszik a kisérlet közben. Azt a víztömeget, amelynek 1 fokkal való felmelegítéséhez ugyanakkora hőmennyiségre van szükség, mint a kaloriméter-edénynek és tartozékainak 1 fokkal való felmelegítéséhez, a kaloriméter vízértékének nevezzük és w-vel jelöljük. A w ismeretében az eset olyan, mintha a kaloriméterben nem m_1, hanem $m_1 + w$ tömegü víz lenne, s úgy

$$c = \frac{c_1 / m_1 + w / \cdot / T_k - T_1 /}{m / T - T_k /} \qquad /4/a/$$

A vízérték meghatározása a következőképpen történik. A kaloriméterben levő m_1 tömegü, T_1 hőmérsékletü vízhez m_2 tömegü $T_2 > T_1$ hőmérsékletü vizet öntünk és meghatározzuk a T_k közös hőmérsékletet. A T_2 hőmérsékletü víz által leadott $c_1 m_2 / T_2 - T_k /$ hőmennyiségnek és a kaloriméterben levő víz, valamint a kaloriméter-edény és tartozékai által felvett $c_1 / m_1 + w / \cdot / T_k - T_1 /$ hőmennyiségnek egyenlőségéből:

$$w = m_2 \frac{T_2 - T_k}{T_k - T_1} - m_1 \qquad /5/$$

Ha a w vízértékü kaloriméterben nem víz, hanem m_2 tömegü, c_2 ismert fajhőjü folyadék van, akkor az m tömegü, T hőmérsékletü anyag c fajhője a

$$c = \frac{/c_2 m_2 + c_1 w / \cdot / T_k - T_1 /}{m / T - T_k /}$$

összefüggés alapján számítható ki.

B./ <u>A mérés megbeszélése, utasítások, feladatok</u>

A tanulók előismeretei: belső energia, fajhő, hőmennyiség fogalma, valamint a hőmennyiség mérése.

1. A tanulók előismereteinek átismétlése. Nagy figyelmet kell fordítanunk a fajhő fogalmára. A hőmennyiség mérésénél tanult mérési eljáráshoz kapcsolódva megmutatni, hogy a két belső energia változás egyenlőségéből hogyan lehet egy ismeretlen adatot, pl. a kölcsönhatásban résztvevő egyik partner fajhőjét kiszámítani. Igy eljutunk a /4/ egyenlethez.

Ezt követően megismertetjük a tanulókat a keverési kaloriméter felépítésével és mindjárt készítünk is néhány kalorimétert.

Megismertetjük a kaloriméter vízértékét és megbeszélve meghatározásának elvét közös munkával lehozzuk a w /5/ alatti kiszámítási képletét, majd a fajhő pontosabb értékét megadó /4/a/ képletet. Ezzel megadtuk mindazokat az elméleti összefüggéseket, amelyekkel a méréseket elvégezhetjük.

2. A kaloriméterbe öntendő szobahőmérsékletü víz tömegének meghatározásához elég, ha a víz térfogatát mérjük meg mérőhengerrel és a tömeget ebből határozzuk meg. Ezután beállítjuk a hőmérőt és a kavarót, s várunk addig, amíg a rendszer felveszi a közös hőmérsékletet.

A vízérték meghatározásához szükséges meleg vizet, valamint a szilárd testek felmelegítéséhez szükséges vízfürdőt úgy készítjük, hogy nagyobb edényben a gyakorlat alatt meleg vizet tárolunk; két-három literes edényben villany főzőlapon vagy gázlángon állandóan melegszik a víz. Az ebben az edényben lévő hőmérőn leolvashatjuk a meleg víz hőmérsékletét. Hogy ne kelljen a tárolóból kivett vizet mérlegelni, meghatározzuk, hogy egy tej- vagy levesmérő kanálba hány g víz fér. Ezzel a kanállal mérjük át a meleg vizet a kaloriméterbe a vízérték meghatározáshoz. Ugyanebben a melegvíztároló edényben melegítjük fel /vízfürdő/ azokat a szilárd testeket, amelyek fajhőjét meg kívánjuk határozni.

Folyadék fajhőjének meghatározásánál az ismeretlen fajhőjü folyadékot töltjük be a kaloriméterbe, majd ebbe tesszük a vízfürdőből kivett ismert fajhőjü szilárd testet.

3. Mérési feladatok

1. feladat. Határozzuk meg a kaloriméter w vízértékét.

2. feladat. Mérjük meg a/ alumínium, b/ vas fajhőjét.

3. feladat. Mérjük meg az alkohol fajhőjét.

Megjegyzés: minden anyag fajhőjét kétszer, különböző kiindulási adatok mellett határoztuk meg. A két fajhőérték középértékét vettük végeredménynek.

C./ Mérési eredmények

A méréshez a TANÉRT által gyártott alumínium keverési kalorimétert használtuk. Ennek felépítése az 1. ábrán látható kaloriméterhez viszonyítva abban különbözik, hogy külső edényként is alumínium-poharat használnak.
A víz ismert fajhőjét a méréseknél

$$c_v = 4{,}2 \frac{kJ}{kg\,^oC} \text{-nak}$$

vettük.

1. feladat

Vízérték meghatározása

$T_1 = 24\ ^oC$ $\qquad$ $T_2 = 50\ ^oC$

$m_1 = 100\ g$ $\qquad$ $m_2 = 100\ g$

$T_k = 36,5\ ^oC$

A fenti adatokkal /5/ alapján számolva: w = 8 g.

2. feladat

a./ Alumínium test fajhőjének meghatározása

víz $\qquad$ test

$m_1 = 100\ g$ $\qquad$ $m_2 = 72\ g$

$T_1 = 22\ ^oC$ $\qquad$ $T_2 = 75\ ^oC$

$T_k = 28,5\ ^oC$

A megadott adatokkal /4/a/ alapján számolva:

$$C_{Al} = 0,88\ \frac{kJ}{kg\ ^oC}$$

$$C_{Al\ irodalmi} = 0,9\ \frac{kJ}{kg\ ^oC}$$

b./ Az a./ alattiakhoz hasonlóan határoztuk meg egy vas test fajhőjét. A kapott érték:

$$C_{vas} = 0,53\ \frac{kJ}{kg\ ^oC} \cdot C_{vas,irodalmi} = 0,46\ \frac{kJ}{kg\ ^oC}$$

c./ Alkohol fajhőjének meghatározása

víz $\qquad$ alkohol

$m_1 = 100\ g$ $\qquad$ $m_2 = 78\ g$

$T_1 = 18\ ^oC$ $\qquad$ $T_2 = 50\ ^oC$

$T_k = 27,5\ ^oC$

A fenti adatokkal az /5/-ből $C_{alk} = 2,45\ \frac{kJ}{kg\ ^oC}$

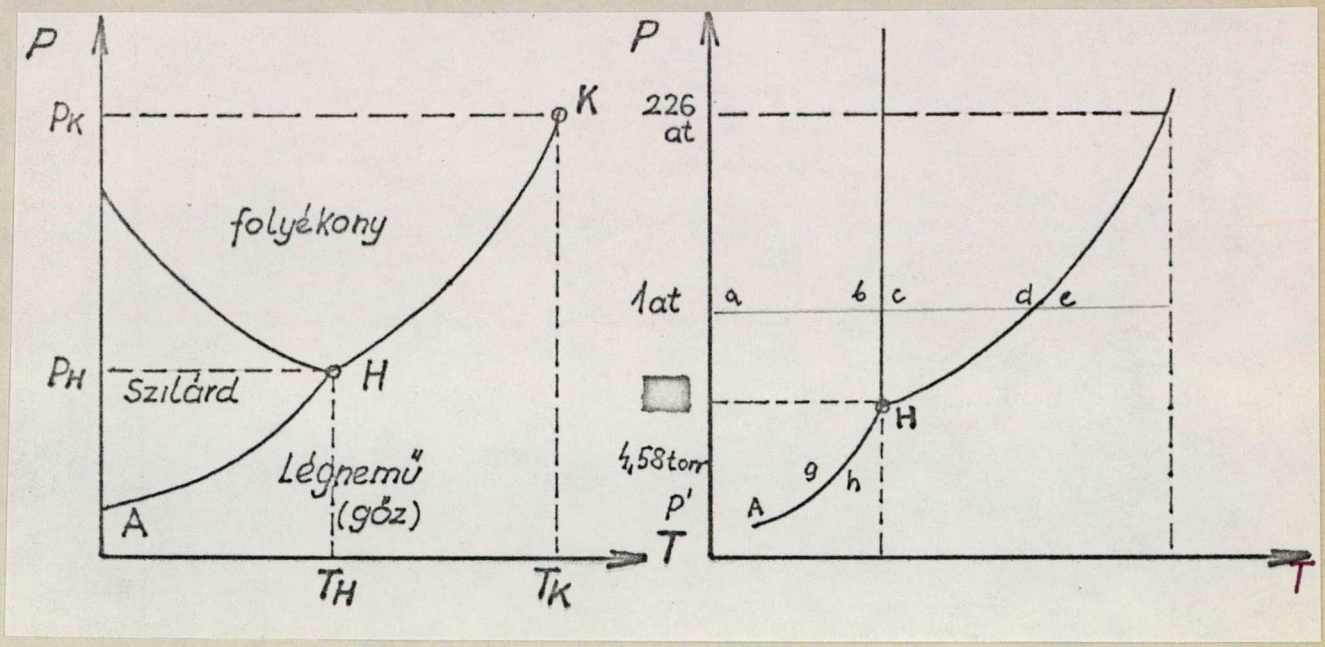
$$C_{alk\ irodalmi} = 2,5\ \frac{kJ}{kg\ ^oC}$$

IV. 5. A jég olvadáshőjének meghatározása

A./ Elméleti áttekintés

1. Mindennapi tapasztalatainkból tudjuk, hogy megfelelően magas hőmérsékletre felmelegített szilárd halmazállapotú anyag megolvad, cseppfolyóssá lesz, majd adott hőfokon a folyadék forrás közben légnemüvé válik. Ellenkezője történik a mondottaknak, ha hüteni kezdjük a /telített/ gőzt. Ismeretes a szilárd anyagok olyan állapota is, hogy hőmérsékletük emelésekor a folyadék halmazállapot felvétele nélkül azonnal légnemü halmazállapotba kerülnek /szublimáció/. A halmazállapotváltozások körében végzett vizsgálatok kiderítették, hogy egynemü anyag halmazállapotát a hőmérséklete és környezetének az anyagra kifejtett nyomása /a következőkben röviden: nyomás/ határozza meg. Ha az anyagok hőmérsékletét és a nyomást módunkban áll tetszés szerint változtatni, akkor az egynemü anyagot az egyik halmazállapotból egy tetszésszerinti másikba vihetjük át vagy közvetlenül, vagy a nem kívánt halmazállapot közbeiktatásával.

A mondottak igazolása valamely egynemü anyag halmazállapotváltozásainak kapcsolatát jól szemléltető hőmérséklet-nyomás diagramon /állapot- vagy fázisdiagram/ történhet.



1/a ábra 1/b ábra

Egy anyag sematikus fázisdiagramját mutatja az 1/a ábra. Ezen a BH görbeszakasz az ún. olvadási görbe. E görbe bármely pontjához tartozó hőmérséklet- és nyomásértéknél a kérdéses anyag szilárd és folyékony halmazállapota /fázisa/ dinamikus egyensúlyban van. Ez azt jelenti, hogy az adott nyomáson és hőmérsékleten, ha hőközlés nincsen, az éppen jelenlevő szilárd és cseppfolyós anyag mennyisége nem változik, a szilárd nem olvad, a folyékony nem fagy. Az AH-szakasz a szublimációs görbe. E görbe minden egyes pontjához tartozó hőmérséklet- és nyomásértéknél a szilárd halmazállapot és a szilárd fázis elpárolgásából származó gőz van dinamikus egyensúlyban. A HK görbeszakasz a gőznyomási görbe, amelynek bármely pontjához tartozó állapotban

a folyadék-halmazállapot és a felette levő telített gőz dinamikus egyensúlyt képez. A három görbe közös H pontjának, az ún. hármaspontnak megfelelő állapotban - és csakis ebben - a három fázis van egymással egyensúlyban. A K pont, amelyben a HK gőznyomásgörbe végződik, az ún. kritikus pont. Jellemzői a p_k- kritikus nyomás és a T_k kritikus hőmérséklet. A T_k-nál magasabb hőmérsékleten cseppfolyós halmazállapot nincsen, ill. nem különböztethető meg a légnemü halmazállapottól. A kritikus hőmérséklet feletti légnemü halmazállapotú anyag neve gáz.

Ha az 1/a ábra által jellemzett anyag p-T adatai az AHB tartományba esnek, akkor az illető anyag csak szilárd halmazállapotban létezhet ha a BHK görbe feletti tartományban csak cseppfolyós, ez alatti tartományban pedig csak légnemü /gőz/ halmazállapotban lehet. /Az iménti megállapítások természetesen $T < T_k$, és $p < p_k$ értékekre érvényesek./

Speciálisan a víz nem léptékarányos fázisdiagramját - a hármaspont és a kritikus adatok feltüntetésével - az 1/b ábra mutatja. Ezen a fázisdiagramon kívánjuk egyébként igazolni azt a korábban mondott állításunkat, miszerint az anyagok hőmérsékletének és nyomásának megfelelő megváltoztatásával azok tetszésszerinti halmazállapotba vihetők át akár közvetlenül, akár a nem kívánt halmazállapot közbeiktatásával. Ha pl. jeget gőzzé kívánjuk alakítani, akkor

azt megtehetjük úgy, hogy az 1/b ábra af egyenesén a-ból kiindulva haladunk f felé.

Ez valóságban azt jelenti, hogy p = 1 at kontans nyomáson melegítjük a jeget, amely a bc pontoknak megfelelő hőmérsékleten megolvad. A keletkezett víz hőmérsékletét emelve, az a de pontnak megfelelő hőmérsékleten teljesen elpárologva gőzzé lesz. A gőz halmazállapotot a cseppfolyós halmazállapoton át értük el. Ha viszont p' < 4,58 torr nyomáson melegítjük a jeget, akkor a cseppfolyós halmazállapot kiiktatásával az 1/b ábra gh pontjának hőmérsékletén a jég teljes egészében "elgőzölög".

2. Az 1/b ábrán a p = 1 at = const egyenesen a-ból bc pont felé haladás a jég melegítését jelenti. A T_{bc} hőmérsékleten a jég olvadni kezd és ha a melegítés tovább folyik, egyre több jég olvad meg, miközben a hőmérséklet állandó marad. A hőmérséklet csak akkor kezd ismét emelkedni, amikor a jég teljes egészében elolvadt, vagyis a fázisdiagram c-d /folyadék/ tartományába kerültünk. T_{bc} a jég normális olvadáspontja. A p = 1 at egyenesen a c és d közt fekvő valamilyen pontból visszafelé indulás a víz hőmérsékletének csökkentését jelenti. Ha most a víz hütése útján érünk el a T_{cb} hőmérsékletig, akkor ezen a hőmérsékleten a víz fagyni kezd. Ez a fagyás, ha a hütés folyamatos, addig tart, amíg a víz teljes mennyisége meg nem fagyott. A fagyás közben T_{cb} állandó. A hőmérséklet csak akkor kezd ismét csökkenni, mikor a víz teljes

egészében megfagyott. Ekkor a fázisdiagram a-b /szilárd/ tartományába jutottunk. T_{cb} a víz normális fagyáspontja. A fázisdiagramból nyilvánvaló, hogy $T_{bc} = T_{cb}$.

Amit itt a vízre mondottunk, az minden kristályos szerkezetü szilárd testre igaz: minden kristályszerkezetü szilárd testnek normális nyomáson van egy jól definiált és a testre jellemző olvadáspontja és fagyáspontja. A két hőmérséklet egymással egyenlő. A szilárd testtel az olvadáspontján hőt közölve, illetőleg a cseppfolyóssá vált testtől a fagyáspontján hőt elvonva, a hőmérséklet mindaddig állandó marad, míg a test teljes egészében cseppfolyóssá, illetőleg szilárddá nem válik.

A korpuszkuláris szemléletmód alapján az olvadás-fagyás mechanizmusát a következőképpen képzeljük. A testtel közölt hő megnöveli a szilárd test részecskéinek energiáját, vagyis növekszik a test belső energiája. Ezt számunkra a test hőmérsékletének emelkedése jelzi. Az olvadáspontón a részecskék energiája átlagban eléri a kristály--pontok kötési energiájának - amely az adott kristályra jellemző - értékét és megkezdődik a kristályszerkezet felbomlása, vagyis az olvadás. Ezen mechanizmus alapján érthető, hogy a kristályos testeknek meghatározott, az anyagra jellemző olvadáspontjuk van. Ha viszont egy kristályos szerkezetü szilárd testté szilárduló folyadék részecskéinek energiája hőelvonás során a kristály kötési energiájának szintjére csökken, akkor a részecskék - a köztük

müködő erők hatására - megkezdik a kristályszerkezetbe tömörülést, vagyis a folyadék kezd megfagyni. A folyadéknak tehát jól definiált, az anyagra jellemző fagyáspontja van. Az olvadás-fagyás mechanizmusa arra is rávilágít, hogy az olvadáspont és fagyáspont azonos értékü kell, hogy legyen.

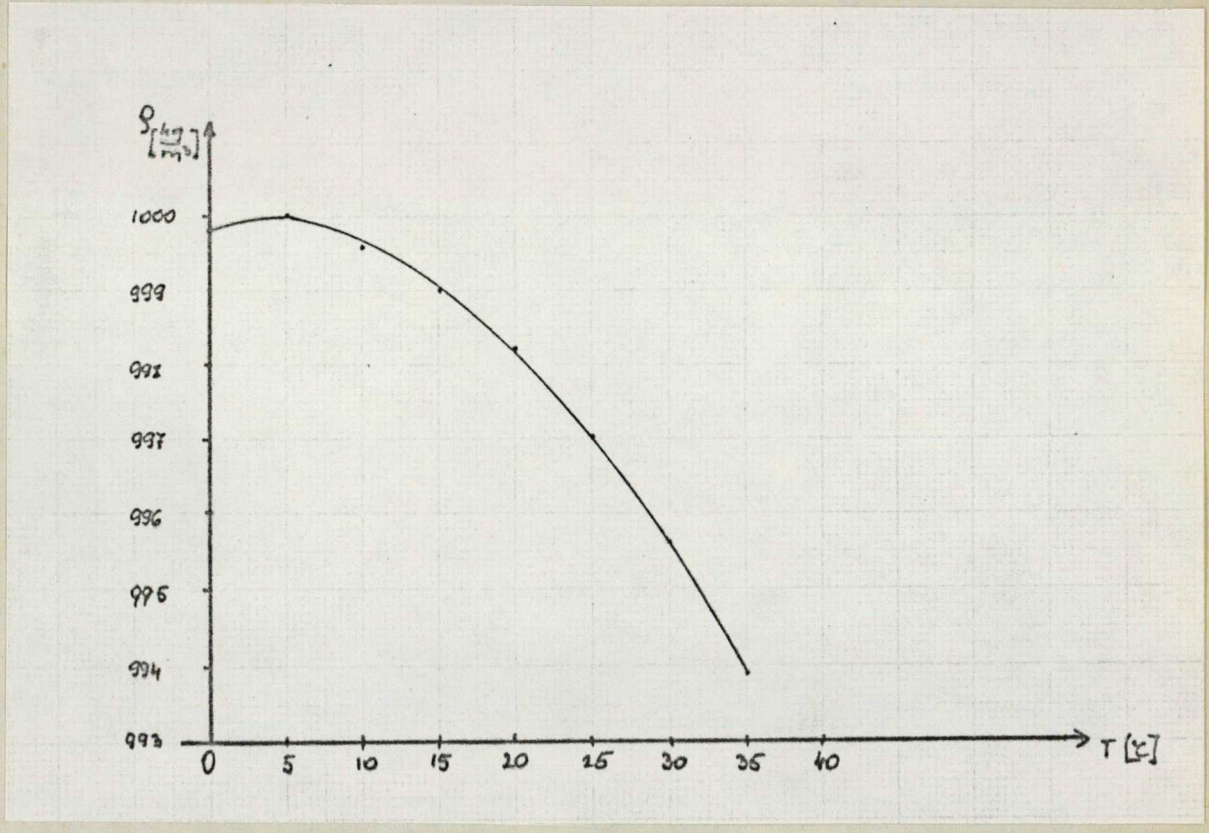
Néhány anyag olvadás-, ill. fagyáspontja normális nyomáson: jég 0 ^{o}C, higany -38,8 ^{o}C, alkohol -114 ^{o}C, alumínium 660 ^{o}C, vas 1530 ^{o}C, platina 1770 ^{o}C, wolfram 3400 ^{o}C.

Nem kristályos szerkezetü anyagoknak, mint amilyen pl. a paraffin, nincs határozott olvadás - és fagyáspontjuk. Ezek a melegítés hatására fokozatosan lágyulva válnak cseppfolyóssá. A lágyulás kezdetének és a cseppfolyóssá válásnak hőmérséklete között jelentős különbség lehet. Ha a paraffinszerü anyag cseppfolyós halmazállapotú formáját hütjük, akkor nem lehet a megszilárdulásra egy határozott hőmérsékletet megadni. Ez a viselkedés az ilyen anyagok speciális korpuskuláris szerkezetére vezethető vissza.

3. A részecskék egymástól való távolsága a szilárd és cseppfolyós halmazállapotban különböző. Ez alapján várható, hogy olvadáskor, ill. fagyáskor a testek térfogata változni fog. Ezt a következtetést a tapasztalatok igazolták. A paraffin, és az anyagok túlnyomó többsége megszilárduláskor kisebb térfogatúvá válik, jelezve ezáltal

hogy a szilárd halmazállapotban a részecskéik egymáshoz közelebb vannak, mint a cseppfolyós halmazállapotban.

Ezzel szemben pl. a víz fagyáskor kitágul. A 0 ^{o}C-os víz sürüsége közel 1 g/cm^{3} /a + 4 ^{o}C-os víz a legsürübb; sürüsége pontosan 1 g/cm^{3}/, a 0 ^{o}C-os jégé viszont 0,918 g/cm^{3}. A víz és jég sürüségének a hőmérséklettől való függését mutatja a 2. ábra. A víz "anomális" viselkedésének fontossága a természetben közismert.



2. ábra

A vízhez hasonlóan fagyáskor kitágul a bizmut és az antimon. Ez a jelenség azt mutatja, hogy ezen anyagok

kristályaiban a részecskék átlagosan egymástól távolabb vannak, mint folyadék-állapotban.

4. A fagyáskor összehúzódó anyagok szilárd halmazállapotában a részecskék egymáshoz közelebb vannak, mint a cseppfolyós halmazállapotban. Ha tehát a megolvadt anyagra müködő külső nyomást növeljük, akkor ez a nyomásnövekedés a részecskéket közelebb hozza egymáshoz, vagyis elősegíti a megszilárdulást. Következésképpen a megszilárduláshoz nem kell olyan mély hőmérséklet, mint normális nyomáson. A fagyáskor összehúzódó anyagoknál a külső nyomás növekedése a fagyáspont-olvadáspont emelkedését eredményezi.

Ennek a törvényszerüségnek is megvan a természetben a szerepe. A Föld belsejében lévő kőzeteknek elég magas a hőmérséklete ahhoz, hogy normális nyomáson megolvadjanak. A rájuk nehezdő nagy nyomás miatt azonban mégis szilárdak maradnak. Vulkán kitörésnél, mikor ez a hatalmas nyomás normálisra csökken, a kőzetek megolvadnak és cseppfolyós lávát alkotnak.

A víz, antimon, bizmut esetén a külső nyomás növekedése a fagyáskor fellépő tágulás ellen hat. Ennek következményeként a fagyás alacsonyabb hőmérsékleten kezdődik el. A fagyáskor kitáguló anyagok fagyáspontja-olvadáspontja alacsonyabb lesz, ha a külső nyomás növekszik. Jég esetén az olvadási pont 0,0075 fokkal száll alább, ha a nyomás 1 at-val nő. Ezen a törvényszerüségen alapszik számos

jelenség, mint pl. a regeláció /újrafagyás/, gleccserek csúszása, korcsolyázás, hólabda készítés.

5. Egy folyadék fagyáspontja mélyebb lesz, ha más anyagot oldunk benne. A fagyáspontcsökkenés függ a folyadék és a benne oldott anyag minőségétől, valamint az oldott anyagnak az oldószerhez viszonyított mennyiségétől. Minél több anyagot oldunk az oldószer adott mennyiségében, annál nagyobb a fagyáspontcsökkenés. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy az oldott anyag részecskéi gátolják a kristályosodást, s ezt a gátló tényezőt legyőzendő, alacsonyabb hőmérsékletre kell lehütenünk az olvadékot, hogy az megfagyjon. Az oldatok fagyáspontcsökkenését használjuk ki akkor, amikor "sózzuk" az utcán a havat és jeget, vagy amikor fagyásgátló folyadékot használunk a gépkocsi hütővizében. Összetört jég és só keverékéből készített hütőkeverékkel -22 ^{o}C hőmérséklet is elérhető.

6. Az olvadásponton - mint tudjuk - a hőközlés ellenére az anyag hőmérséklete változatlan marad; a közölt hő a kristályszerkezet megbontására szolgál. Azta hőmennyiséget, amely valamely szilárd anyag egységnyi tömegének a normális olvadásponton való megolvasztásához szükséges, az illető anyag olvadás hőjének nevezzük. Jele: L_o.
dim $L_o = \frac{J}{kg}$ vagy $\frac{kJ}{kg}$. A jég olvadáshője 340 $\frac{kJ}{kg}$.

Ha a cseppfolyós anyag fagyáspontján szilárdul, akkor hő alakjában energiát ad át környezetének. A részecskék u.is azon mozgási energiájukat, amely az egymáson való

"elcsúszás"-hoz kapcsolódott, a környezetüknek adják át hő felszabadulás formájában. A fagyásban lévő anyag tömegegységenként éppen az olvadási hővel egyenlő energiát szolgáltat. Fagyáskor tehát visszakapjuk azt az energiát, amelyet olvadáskor az anyagnak átadtunk.

A víz viszonylag nagy olvadási hőjének nagy szerepe van a természetben az időjárás hirtelen változásainak mérséklésében. A tavaszi olvadáshoz szükséges hőmennyiség nem engedi a hirtelen felmelegedést, az őszi-téli fagyáskor felszabaduló hő pedig akadályozza a hirtelen lehülést.

7. Két további megjegyzés az olvadás-fagyás jelenségével kapcsolatban.

Ötvözetek olvadáspontja alacsonyabb lehet, mint bármely alkotórészé; a forrasztó cin /47 % ólom, 53 % ón/ olvadási pontja 197 ^{o}C; ez alacsonyabb, mint az ólomé /327 ^{o}C/ vagy az ón /322 ^{o}C/. A Wood-féle fém /1 rész kadmium, 1 rész ón, 2 rész ólom, 4 rész bizmut/ olvadási pontja 70 ^{o}C.

Az olvadáspont és fagyáspont, bár általában megegyeznek egymással, egy vonatkozásban különbséget mutatnak. Éppen ez a különbség indokolja megkülönböztetésüket. Ez a különbség pedig az, hogy míg az olvadási pontnál magasabb hőmérsékleten semmilyen anyag nem létezhet szilárd halmazállapotban, addig a fagyáspont alatt - igaz, hogy különleges körülmények mellett - az anyag cseppfolyós állapotban is létezhet. Vizet pl. lassú, igen óvatos hütéssel -15^{o}C-ig is le lehet hüteni. Ez a jelenség a túlhütés. A folyadék

azonban ilyenkor labilis állapotban van; ha megrázzuk, vagy valamilyen anyagszemcsét dobunk a túlhütött folyadékba, rögtön megindul a fagyás és a hőmérséklet a fagyáspontra ugrik fel. A túlhütött folyadék tehát fagyás közben felmelegszik. Olvadás csak az olvadásponton indul meg; fagyás azonban a fagyáspontnál mélyebb hőfokon is megindulhat.

B./ A mérés megbeszélése, utasítások, feladatok

1. A tanulók előismeretei: az olvadáshő fogalma; a keverési kaloriméter, a keverési kaloriméter vízértéke, az energia megmaradás elve.

2. A jég olvadáshőjét keverési kaloriméterrel határozzuk meg. A mérést a következőképpen végezzük. A kaloriméter edényét mérlegen kiegyensúlyozzuk, majd vizet öntünk bele és méréssel meghatározzuk a beöntött víz m_1 tömegét. Levéve az edényt a mérlegről, tegyük rá a fedőt a hőmérővel és keverővel, és mérjük meg a víz t_1 hőmérsékletét. Dobjunk ezután a kaloriméterbe egy darab olvadó jeget és állandó keverés közben várjuk meg, míg a kaloriméter vizének hőmérséklete 10-15 ^{o}C-kal nem csökken. A hőmérséklet leolvasását /$t_2 < t_1$/ követően emeljük ki a megmaradt jeget a vízből, a fedőt a tartozékokkal távolítsuk el a kaloriméter edényről és mérjük meg az edényben most jelenlévő víz m_2 tömegét. /Az edényt kiegyensúlyozó tára a mérlegen maradt./

A mért adatokból a víz olvadáshője a következőképpen számítható ki: a kaloriméterben lévő m_1 tömegü víz, valamint a kaloriméter $c_1 \cdot /m_1 + w/ \cdot /t_1 - t_2/$ hőmennyiséget adott le /c_1 a víz fajhője, $\underline{w}$ a kaloriméter vízértéke/. A leadott hőt a megolvadt 0^oC-os jég és a belőle keletkezett $m_2-m_1=m$ tömegü $0\ ^oC$-os víz vette fel: $L_{oj}m + c_1m\ /t_2 - o/$.

A leadott és felvett hőmennyiségek az energiamegmaradás törvénye alapján egyenlők:

$$m\ /L_{oj} + c_1t_2/ = c_1\ /m_1 + w/\ /t_2 - t_1/,$$

amiből:

$$L_{oj} = c_1 \left[\frac{m_1 + w}{m}\ /t_1 - t_2/ \right] - t_2 \qquad /1/$$

3. A mérés úgy is elvégezhető, hogy a jeget teljesen elolvasztjuk a vízben. Ekkor t_2 az a hőmérséklet, amelyet a hőmérő a jég elolvadását követő 1-2 percben mutat.

4. A mérés egy harmadik variációjában a jég tömegét mérjük meg közvetlenül a mérlegen, s bedobva a kaloriméterbe azt teljesen elolvasztjuk.

5. Mérjük meg a jég olvadási hőjét:

a./ a 2. alatti,

b./ a 3. alatti,

c./ a 4. alatti

módon és a három mérés eredményének középértékét vegyük

a mérés eredményének. Állapítsuk meg a mérés %-os hibáját az irodalmi értékkel való összehasonlítás alapján.

C./ Mérési adatok

A méréshez a TANÉRT által forgalmazott alumínium kalorimétert használtuk.

1. feladat

a./ A jég olvadáshője /a jég részben olvadt csak el/.

$m_1 = 100$ g $\quad T_1 = 25\ ^oC \quad W = 11,5$ g

$m_2 = 118$ g $\quad T_2 = 10\ ^oC$

$m = 18$ g

A fenti adatokkal /1/-ből számítva

$$L_{oj} = 348,25 \frac{kJ}{kg} .$$

b./ A jég olvadáshője /a jég teljesen elolvadt/

$m_1 = 100$ g $\quad T_1 = 28,5\ ^oC \quad W = 11,5$ g

$m_2 = 120$ g $\quad T_2 = 12,5\ ^oC$

$m = 20$ g

L_{oj} ezekből számított értéke

$$L_{oj} = 322,14 \frac{kJ}{kg}$$

c./ A jég olvadáshője /a jég tömegének mérésével, a jég teljesen elolvadt./

$m_1 = 100$ g $\quad T_1 = 31,5\ ^oC \quad W = 11,5$ g

$m_2 = 115$ g $\quad T_2 = 18,5\ ^oC$

$m = 15$ g

Ezekből az adatokból $L_{oj} = 328,16 \frac{kJ}{kg}$.

Az a./, b./ és c./ alatti L_{oj} értékek átlaga:

$$L_{oj,átl} = 331,89 \frac{kJ}{kg}.$$

$$L_{irodalmi} = 340 \frac{kJ}{kg}$$

$$\frac{L_{átl}}{L_{irodalmi}} \cdot 100 \% = 97,6 \%$$

IV. 6. Hatásfok meghatározások

A./ Elméleti áttekintés

A hatásfok az energiaváltozást, energiaátalakítást eredményező folyamatok, illetőleg az ilyen folyamatokat végző gépek gazdaságosságának a mértéke. Értékét a hasznos energiaváltozás és a befektetett energia aránya adja:

$$\eta = \frac{\Delta Eh}{\Delta E} \qquad /1/$$

Mivel a gyakorlatban lejátszódó minden folyamatban elkerülhetetlenül fellép egy bizonyos energiaveszteség, azért a befektetett energia mindig nagyobb, mint a nyert hasznos energia: $\Delta E > \Delta E_h$. η tehát a valóságos folyamatokban mindig kisebb, mint 1. Csupán az ideális, energiaveszteség nélkül lejátszódó folyamatokban érheti el η a maximumát, amely 1.

A hatásfok /1/ alatti kifejezése elméleti jellegü. A gyakorlatban u.is az energiaváltozások vagy munkavégzés, vagy termikus kölcsönhatás közben jönnek létre. Az előbbi esetben a munka, az utóbbi esetben pedig a hő méri a folyamatban a bekövetkezett energiaváltozásokat. Ezért a munkával, ill. a hővel kifejezett hatásfok-kifejezések azok, amelyeket a gyakorlatban használunk:

$$\eta = \frac{W_h}{W} , \qquad /2/$$

ill.

$$\eta = \frac{Q_h}{Q} . \qquad /3/$$

/2/-t gyakran még az időegységre jutó munkákkal, a teljesítményekkel is ki szokták fejezni:

$$\eta = \frac{P_h}{P} . \qquad /2/a/$$

A gyakorlatban a hatásfokot gyakran százalékban szokás megadni. A hatásfok-százalékot megkapjuk, ha a hatásfok törtjét 100-zal szorozzuk, vagyis

$$\eta_{\%} = \frac{W_h}{W} 100\ \% = \frac{P_h}{P} 100\ \%,$$

$$\eta_{\%} = \frac{Q_h}{Q} 100\ \%.$$

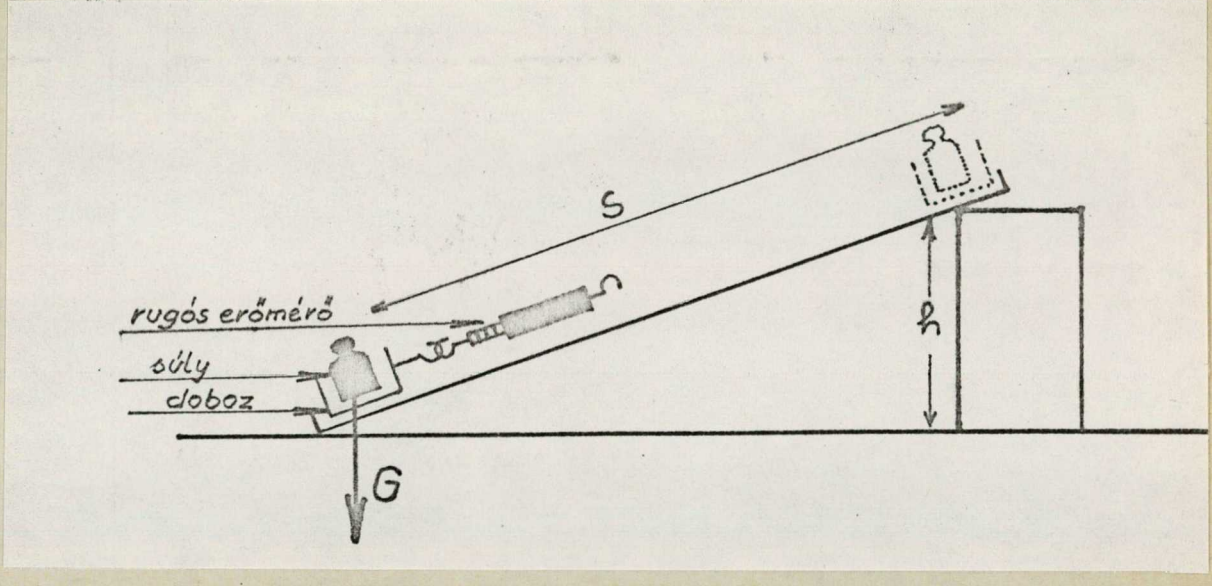
Néhány fontosabb hatásfok-érték:

Gőzgép	10 - 20 %
Gőzturbina	20 - 30 %
Gázturbina	15 - 35 %
Benzin motor	25 - 30 %
Diesel motor	35 - 45 %
Ólom akkumulátor	80 %
NIFE akkumulátor	60 %
Transzformátor	98 %

B./ A mérések megbeszélése, utasítások, feladatok

A tanulók előismeretei: a hatásfok fogalma és képletei; a mechanikai és elektromos munka kiszámítása, a belső energiaváltozás kiszámítása; az égéshő kiszámítása.

1. A lejtőn végzett munka hatásfokát a következő kísérleti berendezéssel mérhetjük meg. /1. ábra/



1. ábra

A lejtő aljára helyezett könnyü karton- vagy fémdobozt terheljük meg G súllyal. Erősítsünk a doboz oldalához egy rugós erőmérőt és ezzel húzzuk a dobozt lassú egyenletes mozgással a lejtőn felfelé. A mozgatás közben leolvassuk a dinamométert /F/. Megmérjük azt az s utat, amelyen a húzóerő a hatását kifejtette. A befektetett munka:

$$W = F \cdot s.$$

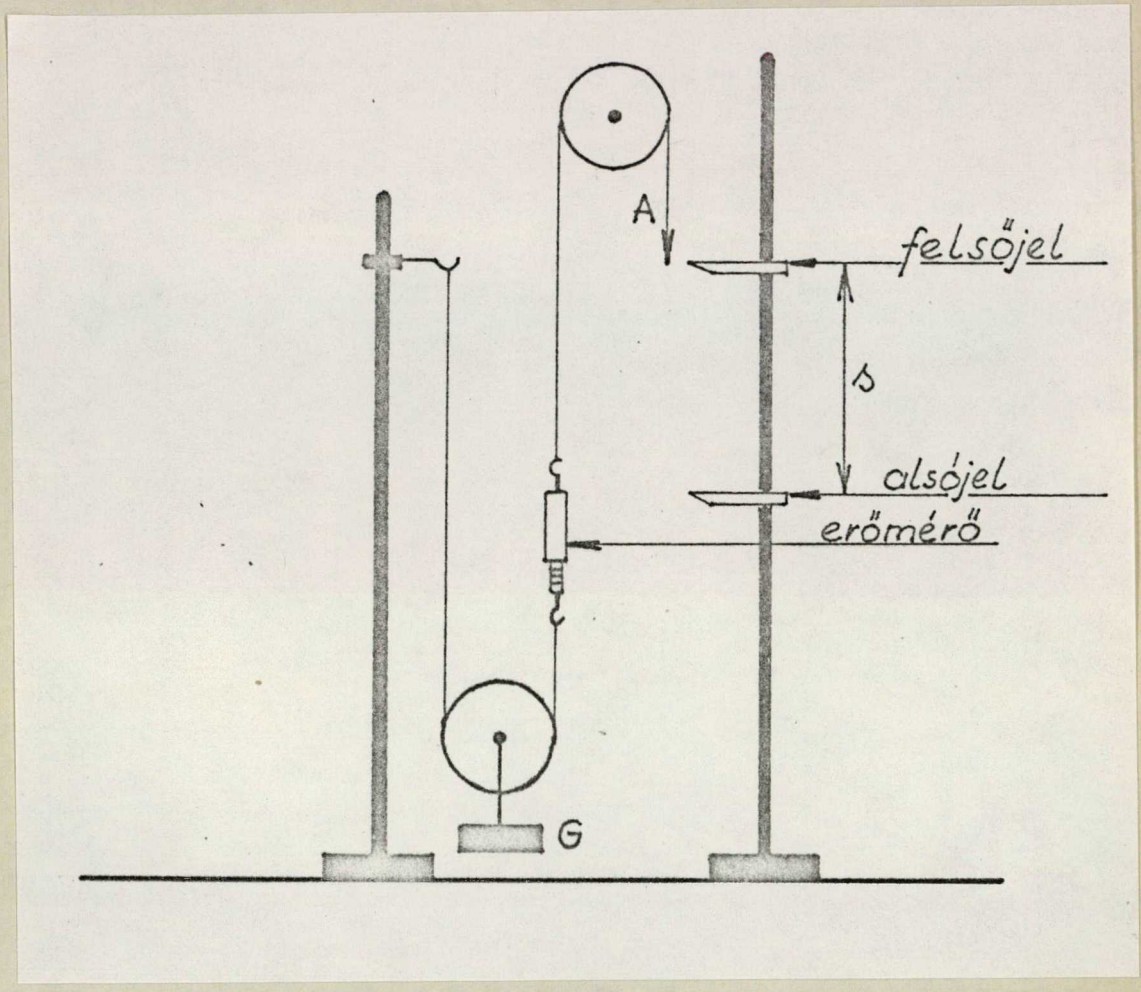
A hasznos munkát a G súlynak /a doboz G' súlyát elhanyagolhatjuk, ha $G \gg G'$; ha nem ez az eset, akkor G-hez hozzá kell adnunk G'-t is/ a nehézségi erőtérben a h magasságra való felemelés adja:

$$W_h = Gh.$$

Ebből a munkavégzés hatásfoka:

$$\eta = \frac{Gh}{Fs}. \qquad /1/$$

2. Mozgó csigán végzett munka hatásfokát mérő kisérleti berendezést a 2. ábra mutatja.



2. ábra

A mérés megkezdése előtt az A fonal segítségével az erőmérőt annyira kihúzzuk, hogy a G teher még éppen az alapon maradjon. Ekkor a felső jelet az A fonalon levő jellel /csomó/ állítom szembe. Ezután az A fonalat lassú egyenletes húzással az alsó jelig húzom, és közben

leolvasom az erőmérő által mutatott erőt /F/. Az erő munkája nyilván:

$$W = Fs,$$

ahol s a felső és alsó jel egymástól mért távolsága. A hasznos munkát a G teher $\frac{s}{2}$ magasságra való felemelése adja:

$$W_h = G\,\frac{s}{2}.$$

A mozgó csigával végzett munka hatásfoka tehát:

$$\eta = \frac{G\,\frac{s}{2}}{Fs} = \frac{G}{2F}. \qquad /2/$$

Megjegyzés: azzal, hogy a F-et, vagyis a mozgócsigára működő erőt mértem, az állócsigát a mérendő rendszerből kiiktattam. Szerepe csupán a mozgatás kényelmesebbé tétele.

3. Gyertyával történő melegítés hatásfoka.

Egy gyertyát üveglapra állítunk és megmérjük a lap-gyertya együttes tömegét /m_1/. Vegyünk egy főzőpoharat, amelybe ismert M tömegü és t_1 hőmérsékletü vizet öntünk. Helyezzük vas háromlábra és melegítsük az előbbi gyertyával. A melegítés közben a vizet bothőmérővel állandóan kevergetjük. A melegítést akkor hagyjuk abba, mikor a víz hőmérséklete 30-40 ^{o}C-kal emelkedett. A hőmérő mutatta vízhőmérséklet ekkor t_2. Az üveglap és gyertya tömege a gyertya eloltása után m_2/ < m_1/. A mért adatokból és a sztearin $L_é$ égéshőjéből /39000 $\frac{kJ}{kg}$/ a melegítés hatásfoka kiszámítható.

A hasznos hőmennyiség a víz által felvett hőmennyiség:

$$Q_h = c\, M/t_2 - t_1/$$

ahol c a víz fajhője. A befektetett hőmennyiség az elégett paraffin tömege $/m_1 - m_2 = \Delta m/$ által szolgáltatott hő:

$$Q = L_e\, \Delta m.$$

Ezekből

$$\eta = \frac{c\, M\, /t_2 - t_1/}{L_é\ m} = \frac{cM\ \Delta T}{L_é\ \Delta m} \qquad /3/$$

A kiszámított η a valóságosnál kisebb; ennek oka az, hogy az égéshő tökéletes égésre vonatkozik, a gyertya égése pedig nem tökéletes.

4. Merülőforralóval történő melegítés hatásfoka. A főzőpohárba öntött M tömegü víz hőmérsékletét merülőforralóval t_1-ről t_2-re emeltük. A hasznos belsőenergia-változás:

$$/W_h=/\ Q_h = cM\ /t_2 - t_1/.$$

A befektetett munka a merülőforralón átfolyó áram munkája, amelyet a merülőforralóra írt P/=UI/ elektromos teljesítmény és a melegítés τ időtartamának szorzata adja:

$$W = P \cdot \tau .$$

W_h és W értékének hányadosa a melegítés hatásfoka:

$$\eta = \frac{cM\ /t_2 - t_1/}{P \cdot \tau} . \qquad /4/$$

5. Mérési feladatok

1. feladat. Mérjük meg a lejtőn végzett munka hatásfokát 3 különböző G súllyal. Eredménynek a három mérés átlagát vegyük.

2. feladat. Három különböző G súly esetén mérjük meg a mozgó-csigával végzett munka hatásfokát. Eredménynek itt is a három mérés eredményének átlagát vegyük.

3. feladat. Mérjük meg a gyertyával való melegítés hatásfokát.

4. feladat. Ugyanaz, mint a 3. feladat, csak a melegítést borszeszégővel végezzük.

5. feladat. Ugyanaz, mint a 3. feladat, csak most a melegítést merülőforralóval végezzük.

C./ Mérési eredmények

A méréseknél a TANÉRT által gyártott tanuló-kisérleti készletet és a tanári demonstrációs készlet néhány elemét használtuk.

A lejtőt a demonstrációs eszközkészlet ún. "kénporos kiskocsi" pályájából készítettük el.

1. feladat

Mindhárom mérésnél h = 0,1 m, s = 0,8 m, és az /1/ alapján számolunk.

Az a./ esetben G = 1N, F = 0,7 N; η = 17,85 %

A b./ esetben G = 1,5N, F = 1 N; η = 18,75 %

A c./ esetben G = 2 N, F = 1,5 N; η = 16,66 %

η átlag = 17,75 %

2. feladat

a./ G = 1 N, F = 0,7 N; /2/ alapján η = 71,4 %

b./ G = 2 N, F = 1,3 N; η = 76,9 %

c./ G = 3 N, F = 1,9 N; η = 78,9 %

$\eta_{átlag}$ = 75,73 %

3. feladat

víz	gyertya
M = 0,1 kg	Δm = 0,9 g
ΔT = 20 ^oC	$L_é$ = 39 $\frac{kJ}{g}$
c = 4,2 $\frac{kJ}{kg\,^oC}$	

/3/ alapján η = 23,9 %

4. feladat

víz	borszesz
M = 0,1 kg	Δm = 2,1 g
ΔT = 35 ^oC	$L_é$ = 30 $\frac{kJ}{g}$
c = 4,2 $\frac{kJ}{kg\,^oC}$	

/3/ alapján η = 23,3 %

5. feladat

víz	merülőforraló
M = 0,1 kg	P = 300 W
ΔT = 40 ^oC	τ = 86,9 s
c = 4,2 $\frac{kJ}{kg\,^oC}$	

/4/ alapján η = 64,4 %

IV. 7. A nehézségi gyorsulás mérése

A./ Elméleti áttekintés

1. Légüres térben az m tömegü test a közte és a Föld között müködő F tömegvonzási erő hatására esik. Ez az F erő a testnek g gyorsulást kölcsönöz, amely gyorsulás a megfigyelési helynek a tengerszint feletti magasságától és a földrajzi szélességétől függ. Budapesten pl. $g_B = 9{,}808\ ms^{-2}$, Hamburgban $g_H = 9{,}814\ ms^{-2}$.

A légüres térben bekövetkező esés neve szabadesés; az esés gyorsulását "nehézségi gyorsulásnak" nevezzük. A szabadesés út-idő törvénye:

$$s = \frac{g}{2} t^2, \qquad /1/$$

ahol s az esés útja, t az esés kezdetétől eltelt idő. Megjegyezzük, hogy ez az összefüggés csak abban az esetben érvényes, ha az eső test v kezdősebessége zérus. /1/-ből a szabadesés gyorsulása

$$g = \frac{2s}{t^2}, \qquad /2/$$

összefüggés alapján kiszámítható.

2. Méréstechnikailag nehéz, hogy az ejtési kisérletet légüres térben hajtsuk végre. Ha viszont levegőben dolgozunk, akkor a légellenállást és a golyóra müködő felhajtóerőt figyelembe kell vennünk.

Az F_l légellenállás az eső test A keresztmetszetével /"homlokfelület"/, a ϱ_L levegő-sürüséggel és a test v sebességének négyzetével arányos. Az arányossági tényezőben szerepel az ún. ellenállástényező /c/, amelynek értéke az eső test alakjától függ. Gömb esetén $c_g = 3,7$. Ezek alapján:

$$F_L = \frac{1}{2} c \varrho_L A v^2. \qquad /3/$$

Az F_A felhajtóerő Arkhimédész törvénye alapján

$$F_A = \gamma_L V, \qquad /4/$$

ahol γ_L a levegő fajsúlya és V az eső test térfogata.

Abból a célból, hogy megállapítsuk, milyen körülmények között lehet a fenti két zavaró erőhatást elhanyagolni, meg kell becsülnünk a fenti két erőt. Egy r sugarú acélgömbre levegőben a felhajtóerő / $\gamma_L = 12,7\ N/m^3$/ /4/ alapján közelítőleg:

$$F_A = 12,7\ N/m^3 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \approx 53\ r^3\ N/m^3.$$

Hasonlítsuk össze ezt az erőt a golyó $F_G = \gamma_F V$ súlyával / $\gamma_F = 8 \cdot 10^4 \frac{N}{m^3}$/:

$$\frac{F_A}{F_G} \approx \frac{53\ r^3}{3,2 \cdot 10^5\ r^3} \approx 2 \cdot 10^{-4}$$

A felhajtóerő tehát a golyó súlyának mintegy $\frac{1}{10000}$ - része. Ez alapján F_A a golyó nagyságától függetlenül elhanyagolható.

Egy r sugarú acélgolyónál az F_L légellenállás /3/ alapján:

$$F_L \approx \frac{1}{2} \cdot 4 \, \varrho_L \cdot \pi \, r^2 v^2.$$

Szabadesésnél /1/-ből $t^2 = \frac{2s}{g}$ és $v=gt$, úgyhogy $v^2=2gs \approx 20s$.

Ezzel:

$$F_L \approx 2 \, \varrho_L 2g \cdot s \cdot \pi \cdot r^2.$$

Ebbe a képletbe helyettesítve $\varrho_L = 1{,}2 \frac{kg}{m^3}$ és $g \approx 10 \ m/s^2$ értéket kapjuk:

$$F_L \approx 150 \ r^2 \cdot s \ \frac{N}{m^2};$$

Összehasonlítva ezt a golyó súlyával

$$\frac{F_L}{F_G} = \frac{150 \ r^2 \cdot s}{3{,}2 \cdot 10^5 \ r^3} \approx 2.10^{-4} \ \frac{s}{r}$$

adódik.

A végeredményből látható, hogy $\frac{F_L}{F_G}$ annál kisebb, minél kisebb az esés s útja a golyó sugarához viszonyítva. Ha tehát a légellenállást is elhanyagolható értékünek akarjuk, vagyis pl. azt szeretnénk, hogy $F_L \leq 0{,}01 \ F_G$, akkor

$$\frac{F_L}{F_G} \approx 2 \cdot 10^{-4} \ \frac{s}{r} \leq 10^{-2} \text{ -ból}$$

$\frac{s}{r} \leq 50$ adódik. Ha pl. r = 1cm, akkor az esési magasság nem lehet nagyobb, mint 50 cm.

3. A légellenállás, amely a sebesség négyzetével növekszik, nagy sebességek esetén a súllyal

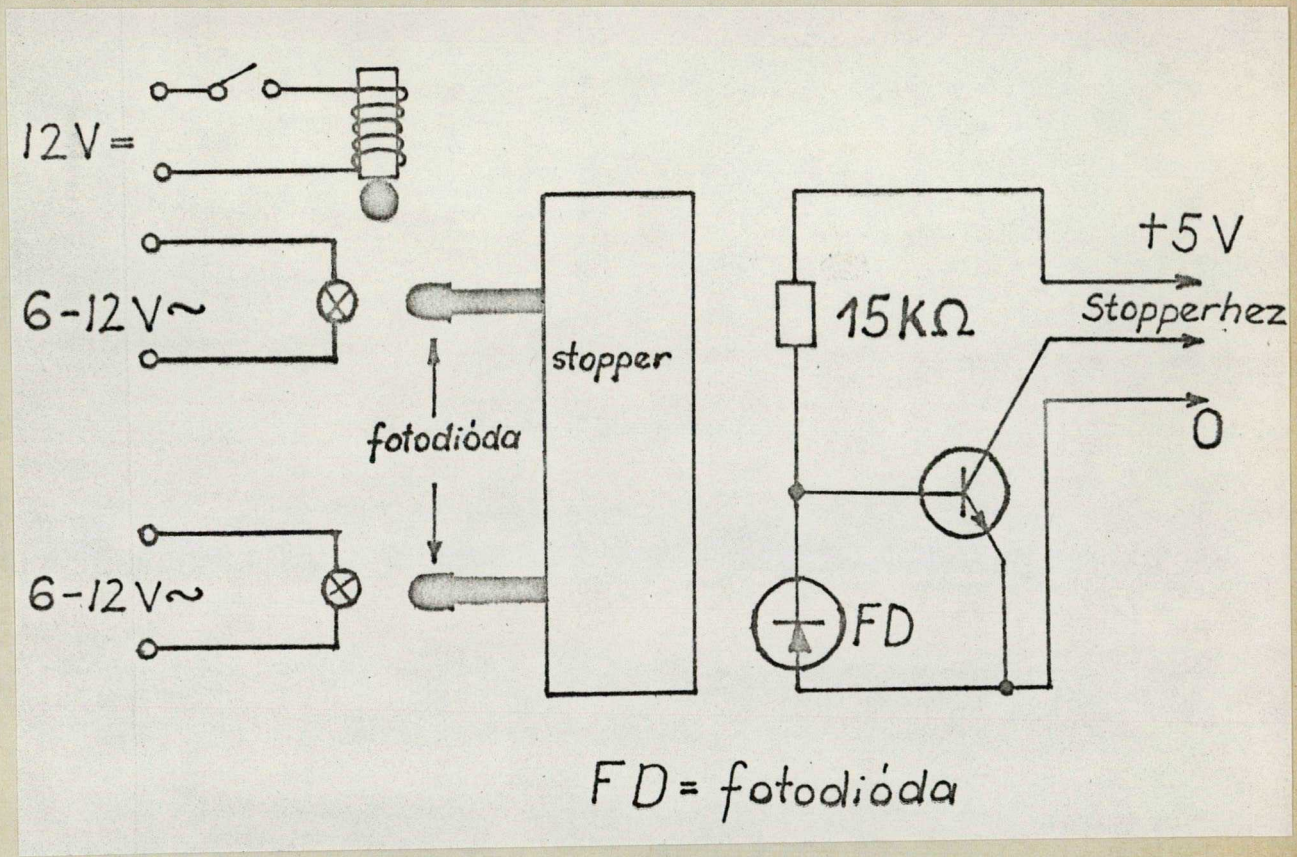
összemérhetővé válik. A testet gyorsító erő ebben az esetben:

$$F = mg - \frac{1}{2} c \cdot \varrho_L \cdot A \cdot v^2.$$

Ha v elegendően naggyá válik, F = 0. Ekkor nem lévén többé gyorsító erő, a mozgás egyenletessé válik. Ilyen egyenletes mozgással ér a Föld felszínére pl. az esőcsepp, vagy az ejtőernyővel leszálló ember.

4. A használt kisérleti berendezés elvi kapcsolási rajza:

A fotodióda kapcsolása:



1. ábra

Megjegyzés: bármilyen indítószerkezetet használunk is, a golyó és az óra nem indulnak "halálos" pontosan egyszerre, s ez mérési hibát eredményez. Ez a hiba elkerülhető, ha az esés idejét nem a starttól mérjük, hanem azt a Δt időtartamot határozzuk meg, amely alatt az eső test az $s_2 - s_1$ /$s_2 > s_1$/ utat befutja. Itt

$$s_2 = \frac{g}{2} t^2_2 \qquad \text{és} \qquad s_1 = \frac{g}{2} t^2_1.$$

E két egyenletből

$$g = \frac{2}{/\ t/^2} \ /s_2 - 2\sqrt{s_1 s_2} + s_1/ \qquad /5/$$

Ebben a kifejezésben szereplő s_1, s_2 és Δt mérhetők, s így g az indítási hiba kiküszöbölésével kiszámítható.

B./ A mérés megbeszélése, utasítások, feladatok

A tanulók előismeretei: a gyorsulás fogalma, egyenletesen változó mozgás gyorsulása állandó; a szabadesés fogalma, a szabadon eső test sebessége s-ként közelítőleg 10 $\frac{m}{s}$ -mal növekszik; a légellenállás és a felhajtóerő fogalma.

1. A tanulók szabadeséssel kapcsolatos ismereteinek áttekintése közben rá kell mutatnunk arra, hogy a szabadon eső test s-kénti állandó sebességnövekedése a szabadesés gyorsulásának, g-nek értékét is megadja.
dim $g = \frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2}$. Egy adott helyen g értéke állandó.
A szabadesés tehát egyenletesen gyorsuló mozgás.

Az egyenletesen gyorsuló mozgás út-idő törvénye:

$$s \sim t^2,$$

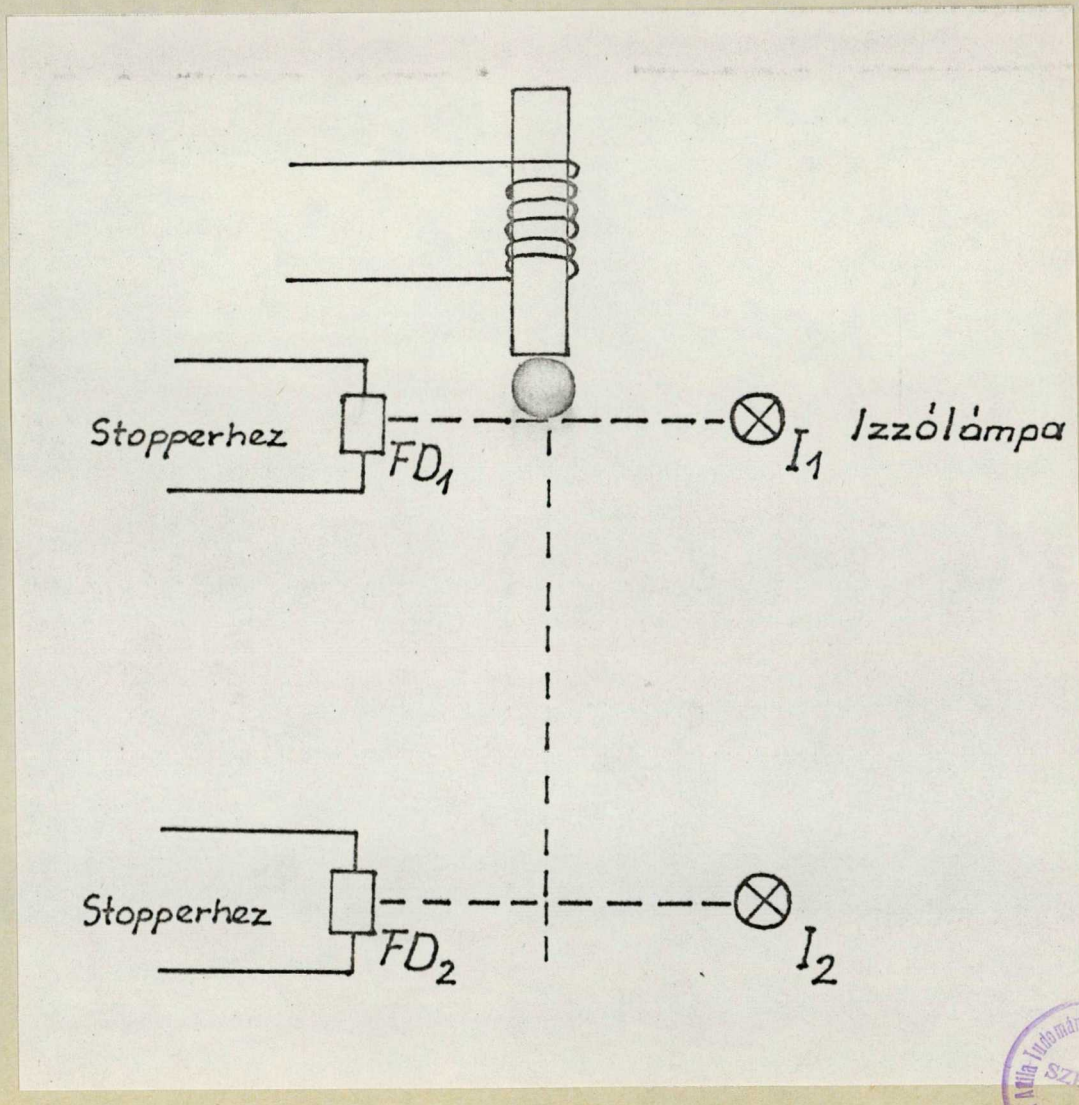
vagy $s = c\,t^2$, ahol $\underline{c}$ egy arányossági tényező. Mérések alapján $c = \frac{g}{2}$, s így a szabadesésnél

$$s = \frac{g}{2}\,t^2. \qquad /6/$$

Ezen útképlet alapján, ha s-t és t-t megmérjük, a szabadesés $\underline{g}$ gyorsulása kiszámítható:

$$g = \frac{2s}{t^2}. \qquad /7/$$

2. A mérést a 2. ábrán látható módon végeztük.



2. ábra

József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára SZEGED

Az óra indul, ha a golyó a FD_1-I_1 fénysorompón áthalad és megáll a golyónak az FD_2-I_2 fénysorompón való áthaladásakor. A golyó megtett s útját az FD_1-FD_2 távolság adja, t és s ismeretében g értéke /7/ alapján kiszámítható.

3. A 2. ábrán látható kisérletben a golyó nem szabadesést végzett, hiszen levegőben esett. Levegőben pedig a golyóra nemcsak a gravitációs erő, hanem ennek hatását csökkentő légellenállási erő és felhajtó-erő is fellép. Mivel ezek az erők kis esési távolság /s < 1m/ esetén kicsinyek a golyóra ható gravitációs erőhöz képest, azért hatásuktól eltekintünk.

4. Mérési feladat. Határozzuk meg g értékét az 1. ábrán ismertetett berendezés segítségével több ejtési magasságnál és számítsuk ki a mért értékek átlagát!

C./ Mérési eredmények

A méréshez az ELEKTROKIT GMK /Győr/ által gyártott DS 4 típusú digitális stoppert használtuk fel. Ez a stopper eredetileg 0,001 s pontossággal mér, de az általunk használt készülék belső átalakításával 0,01 s pontossággal mért időt. A müszer ilyen átalakítása nem tette lehetővé, hogy a gyakorlat során /5/ szerint határozzuk meg g-t.

A méréseket különböző utakkal végeztük, minden út megételéhez szükséges időt mértük 10-szer, és a mért eredmények

átlagával /7/ alapján határoztuk meg a g-t.

A méréshez használt golyó sugara 1 cm. Igy, ha az ejtési magasság 50 cm-nél kisebb, akkor - az elmélet szerint - a légellenállás elhanyagolható.

1. feladat

$s = 1{,}1\,m$	$s = 0{,}9\,m$	$s = 0{,}7\,m$	$s = 0{,}5\,m$	$s = 0{,}3\,m$
$t_{átl} = 0{,}48\,s$	$t_{átl} = 0{,}43\,s$	$t_{átl} = 0{,}38\,s$	$t_{átl} = 0{,}32\,s$	$t_{átl} = 0{,}25\,s$
$g = 9{,}54 \frac{m}{s^2}$	$g = 9{,}73 \frac{m}{s^2}$	$g = 9{,}69 \frac{m}{s^2}$	$g = 9{,}76 \frac{m}{s^2}$	$g = 9{,}6 \frac{m}{s^2}$

$$g_{átl} = 9{,}664 \frac{m}{s^2}$$

IV. 8. Feszültségmérések elektromos terekben

A./ Elméleti áttekintés

1. Az elektromos töltések környezetében a tér állapota megváltozik: egy próbatöltésre erő hat. Az ilyen teret elektromos térnek nevezzük. Az elektromos teret a térerősséggel jellemezzük. A térerősség megmutatja, hogy az elektromos tér egy adott pontjában a pozitív egységnyi töltésre milyen nagyságú és milyen irányú erő hat. A térerősség vektormennyiség:

$$\overline{E} = \frac{\overline{F}}{q}\,; \qquad \dim /E/ = \frac{N}{C}. \qquad /1/$$

ahol q a próbatöltés értéke C-ban. Az elektromos tér ismert, ha minden pontjában ismerjük $\overline{E}$-t.

Az elektromos teret gondolatban úgy ábrázolhatjuk, hogy a tér minden egyes pontjához a megfelelő térerősség-vektort hozzárendeljük:

$$/x, y, z/ \longrightarrow /E_x, E_y, E_z/.$$

Ilyen módon egy vektor teret állítottunk elő. A legegyszerübb esetekben ezt a hozzárendelést - mint majd látni fogjuk - függvény-alakban adhatjuk meg.

Ha az elektromos térben olyan irányított görbéket képzelünk el, melyek érintője bármely pontban a térerősség-vektor irányát szolgáltatja, akkor a kapott térerősség vonalak /erővonalak/ szemléletes képét adják a térnek. Fontos azonban azt kiemelni, hogy az elektromos erővonalak csupán gondolati struktúrák, amelyeknek fizikai realitásuk nincs. A térerősségvonalak szemléltetésére paraffin - vagy ricinusolajra szórt grizszemcsék szolgálhatnak, amelyek elektromos tér hatására láncszerüen helyezkednek el és mintegy "kirajzolják" a térerősségvonalakat.

2. Mozgassunk q próbatöltést egyenletesen elektromos térben. Ekkor vagy mechanikai munkát kell végeznünk, vagy a tér végez mechanikai munkát attól függően, hogy a tér hatása ellenében, vagy vele egyező irányban történik a mozgatás. Feltételezve, hogy egy elegendően kicsi, az elmozdulás irányába mutató, $d\bar{s}$ útelemen az E elektromos térerősség irány és nagyság szerint állandó, akkor ezen az útelemen a külső erő munkája

$$dL = - \bar{F} \cdot d\bar{s} = - q\bar{E} \cdot d\bar{s} = - qEds \cos /\bar{E}, d\bar{s}/.$$

A P_1P_2 véges nagyságú úton ezen elemi munkák összege adja a külső erő véges nagyságú munkáját, vagyis

$$L_{12} = -\int_{P_1}^{P_2} q\,\overline{E}.d\overline{s} = -q\int_{P_1}^{P_2}\overline{E}.d\overline{s} = -q\int_{P_1}^{P_2} E\cos\,/\overline{E},d\overline{s}/\,ds \quad /2$$

A véges munka kiszámítása tehát integrálási /ún. vonalintegrálási/ feladat.

Az elektromos töltés egységnek P_1-ből P_2-be való szállításakor a külső erő

$$\frac{L_{12}}{q} = -\int_{P_1}^{P_2}\overline{E}\cdot d\overline{s} \qquad /2/a/$$

munkát végez. Ezt a munkát, amely csupán az elektromos térre jellemző, a tér P_1 és P_2 pontja közötti feszültségnek nevezzük és U-val jelöljük. dim /U/ = Joule /Coulomb= =Volt /V/.

Ha a töltés egy erővonal mentén mozog, akkor /2/-ben cos $/\overline{E},d\overline{s}/$ = cos 0=1. Ez esetben

$$dL = -qEds, \text{ illetőleg } \quad dU = -Eds.$$

Ez utóbbiból

$$E = -\frac{dU}{ds} = -\frac{\Delta U}{\Delta s}; \qquad \dim /E/ = \frac{V}{m}. \qquad /3/$$

Az elektromos térerősség imént adott egységét az elektrotechnikában gyakrabban használják, mint az /1/ alattit. Ez u.is homogén terek esetén módszert ad a térerősség viszonylag egyszerü mérésére.

3. Kimutatható, hogy a /2/ alatti munka csak a kezdő és végponttól függ és független attól az úttól, amelyen a töltés a kiindulási pontból a végpontba jut. /Az olyan erőtereket, amelyekben a munkaintegrál úttól független, konzervatív erőtereknek nevezzük. Ezekben az erőterekben a mechanikai energia megmaradás tétele érvényes, a mechanikai energia a töltés-mozgás közben megmarad, "konzerválódik." Innen a konzervatív tér elnevezés./ A munkaintegrál úttól való függetlenségéből következik, hogy $P_2 \to \infty$ esetén a végzett L_1 munka csak P_1 helykoordinátáinak függvénye:

$$L_1 = - \int_{P_1}^{\infty} \bar{E} . d\bar{s} = \varphi/P_1/.$$

Hasonlóképpen

$$L_2 = - \int_{P_2}^{\infty} \bar{E} . d\bar{s} = \varphi/P_2/.$$

Röviden: az elektromos tér minden pontjához megadható egy, a pontot jellemző φ skalár függvény, amelynek értéke megmutatja, hogy mekkora munkát végez a külső erő míg a pozitív elektromos töltés egységét a kérdéses pontból a végtelen távoli pontja szállítja. $\varphi/P/$ a P pont potenciálja.

Vegyük észre, hogy az elektromos mezőt, vagyis a tudatunktól függetlenül létező fizikai valóságot, amelyet eddig a próbatöltésre kifejtett erőhatása révén egy erőtérrel

jellemeztünk, a potenciál bevezetésével /a munkavégzés szempontjából/ egy skalár térrel is jellemezhetjük. Kimutatható, hogy az elektromos mező kétféle leírása egyenértékü.

4. Mi a feszültség és a potenciál közti kapcsolat? E kapcsolat megállapítása céljából a pozitív töltés egységet mozgassuk P_1-ből egy végtelen távoli pontba, majd hozzuk innen vissza a P_2 pontba. A végzett munka egyrészt

$$/- \int_{P_1}^{\infty} \bar{E}.d\bar{s}/ + /- \int_{\infty}^{P_2} \bar{E}.d\bar{s}/ = \varphi/P_1/ + /- \varphi/P_2/ = \varphi/P_1/ - \varphi/P_2/.$$

Másrészt

$$/- \int_{P_1}^{\infty} \bar{E}.d\bar{s}/ + /- \int_{\infty}^{P_2} \bar{E}.d\bar{s}/ = - \left[\int_{P_1}^{\infty} \bar{E}.d\bar{s} + \int_{\infty}^{P_2} \bar{E}.d\bar{s} \right] = - \int_{P_1}^{P_2} \bar{E}.d\bar{s} = U$$

tehát

$$U = \varphi/P_1/ - \varphi/P_2/,$$

vagyis a P_1 és P_2 pont közötti feszültség egyenlő a két pont potenciáljának különbségével. Röviden: a feszültség potenciálkülönbség.

Fizikai jelentése mindig a potenciálkülönbségnek, vagyis a tér két pontja közti feszültségnek van. Ebből következően teljesen mindegy, hogy választjuk meg a potenciál zérus pontját. A gyakorlatban a Föld felszínén szoktuk a potenciált zérusnak választani. Igy a feszültséget a Földhöz viszonyítva szoktuk megadni.

Az elektromos térben az azonos potenciállal bíró helyek felületeket, az ún. ekvipotenciális felületeket alkotják. Az ekvipotenciális felületeken a próbatöltés elmozdításakor nem végzünk munkát. Ennek oka, hogy ezekre a felületekre nincs a térerősségvektornak komponense, vagyis a térerősségvektor merőleges az ekvipotenciális felületekre. Mivel az elektromos töltéssel bíró vezetők felületére is merőlegesek az elektromos erővonalak, azért az elektromos vezetők felülete is ekvipotenciális felület.

5. A legegyszerübb struktúrájú a homogén elektromos tér. Ebben a térerősség a tér minden pontjában irány és nagyság szerint konstans. A térerősségvektorok valamennyije azonos irányú és nagyságú. A térerősségvonalak ennek megfelelően egymással párhuzamosak és egymástól egyenlő távolságban vannak.

Ha a homogén térben egy erővonal mentén mozgatunk el egyenletesen egy próbatöltést, akkor a /2/ integrál elemi úton kiszámítható. A feszültség /2/a/ alapján

$$U = - E \int_{P_1}^{P_2} ds = E \, /s_1 - s_2/ = E \cdot s$$

ahol $\underline{s}$ az adott erővonalon fekvő P_1 és P_2 pontok egymástól mért távolsága. Ha a homogén teret, mint ezt általában szokásos, két kondenzátor-lap között állítjuk elő, és P_1 pontot a kondenzátor lefölelt lemezén képzeljük el, akkor egyértelmü, hogy az ekvipotenciális felületek a kondenzátorlapokkal párhuzamos sikok. Természetesen a lapok szélén

a tér, s így az ekvipotenciális felületek is eltorzulnak.

6. Gömbszimmetrikus elektromos tereket pontszerü töltések /kis töltött fénygömbök/ hoznak létre, ha környezetükben semmiféle más töltés nincsen. A próbatöltésre ható erő iránya vagy a pontszerü /teret létrehozó/ töltés felé, vagy attól elfelé irányul radiálisan. A tér erővonalai tehát a teret létrehozó töltésből, mint centrumból futnak szét. A gömbszimmetrikus terek erőtörvénye, a Coulomb-féle törvény, ha a teret létrehozó töltés és a próbatöltés ugyanakkora q elektromos töltésü,

$$F = \frac{q^2}{4 \pi \varepsilon_o r^2},$$

ahol ε_o a vakuum dielektromos állandója és r a teret létrehozó ponttöltéstől /a kisméretü töltött gömb középpontjától/ mért távolság. Ha /2/a/ alapján kiszámítjuk egy azonos erővonalon fekvő P_1 és P_2 között végzett munkáját a külső erőnek, miközben a pozitív töltés egységet P_1-ből P_2-be viszi, akkor

$$U_{12} = \frac{q}{4 \pi \varepsilon_o} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Ha $r_2 = \infty$, és $r_1 = r$, akkor

$$\varphi/P/ = \frac{q}{4 \pi \varepsilon_o} \frac{1}{r}$$

és az ekvipotenciális felületek a teret létrehozó töltés, mint középpont körüli koncentrikus gömbelületek. $\varphi/P/$ kifejezéséből látható, hogy gömbszimmetrikus tereknél a potenciál "természetes" zéruspontja a végtelenben van.

A gömbszimmetrikus elektromos terek különleges jelentőséggel bírnak a szilárdtest-fizikában és az atomfizikában. $\varphi/P/$ /4/ alatti kifejezéséből látható, hogy a ponttöltés felé haladva a potenciál gyorsan növekszik. Ez azt eredményezi, hogy ha pl. pozitív töltésü lövedékkel kívánunk atommagreakciót végrehajtani, azt igen nagy energiára kell felgyorsítanunk ahhoz, hogy a maghoz elegendő közelségbe jutva a magreakciót megindítsa.

7. Az ekvipotenciális felületek kisérleti bemutatásánál a kis töltött gömb helyett általában kis korongalakú elektródákat használunk. A potenciálelmélet szerint az ilyen elektródák hengerszimmetrikus elektromos tereket állítanak elő a korong síkjában. Ebben a síkban a korong tengelyétől radiálisan futnak szét az erővonalak. A keletkezett tér erő törvénye:

$$F = \frac{q^2}{4 \pi \varepsilon_o hr},$$

ahol q a teret létrehozó töltés és a próbatöltés, ε_o a vakuum dielektromos állandója, h a korong magassága, r a próbatöltésnek a korong tengelyétől mért távolsága. F kifejezéséből a tér erősség

$$E = \frac{q}{4 \pi \varepsilon_o hr} .$$

Ha, mint a gömbszimmetrikus tér esetében a pozitív egységnyi töltést egy erővonalon a korong tengelyétől r_1 távolságból r_2 távolságra visszük /$r_2 > r_1$/, akkor a végzett munka,

vagyis a feszültség

$$U_{12} = \frac{q}{2 \pi \varepsilon_o h} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} > 0 \qquad /5/$$

Ez az összefüggés azonban csak r_2 véges értéke mellett ad véges eredményt. Ez azt jelenti, hogy a hengerszimmetrikus tér csak lehatárolt tér lehet, vagyis a korongot mint h magasságú hengert, koncentrikusan egy ugyancsak h magasságú henger kell, hogy körülvegye. Ha két ilyen henger, melyek sugara r_1, ill. r_2 között U_{12} a feszültség, akkor a hengerek mindegyikének q töltése /5/ alapján

$$q = \frac{U_{12} \, 2 \cdot \pi \cdot \varepsilon_o h}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

Ha /5/-be r_2 helyett r-et írunk /$r_1 < r < r_2$/ és behelyettesítjük q imént kapott értékét, akkor két koncentrikus hengerelektróda között létrejött hengerszimmetrikus elektromos térben az r távolságú pontnak az r_1 sugarú hengerelektródára vonatkoztatott feszültsége

$$U_{r_1 r} = U_{12} \frac{\ln \frac{r}{r_1}}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

8. Két azonos, illetőleg ellentétes, egymástól állandó r távolságban lévő ponttöltés elektromos kettőstöltést, dipólust szolgáltat. A dipólusok elektromos tere az ionkristályok felépítésében játszik szerepet.

B./ <u>A mérés megbeszélése, utasítások, feladatok</u>

A tanulók előismeretei: az elektromos tér; a feszültség, mint az elektromos teret a munkavégzés szempontjából

jellemző mennyiség; az elektromos erővonalak fogalma.

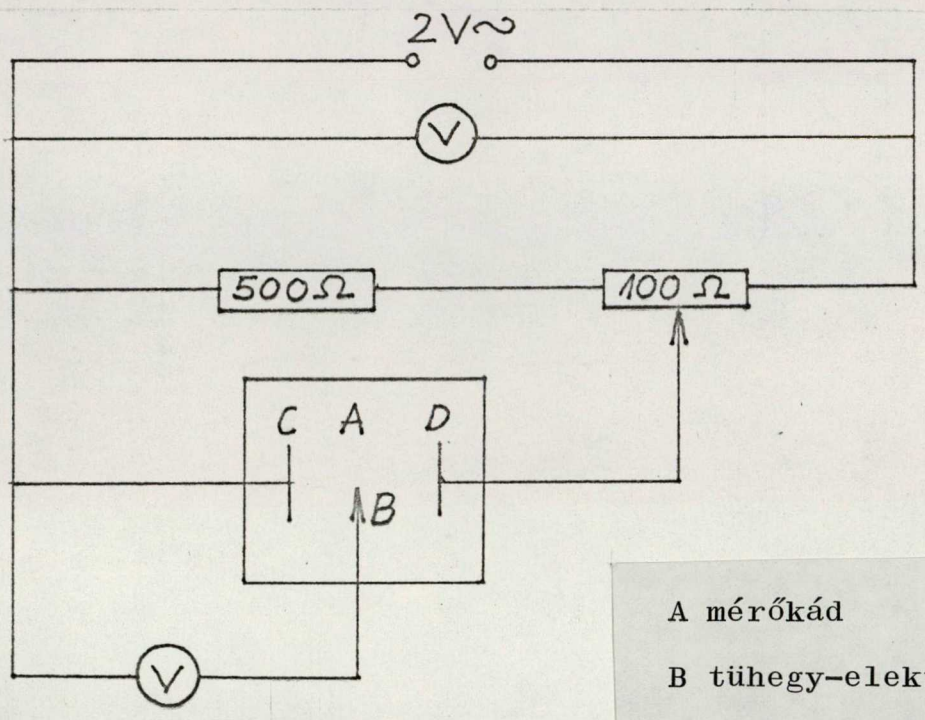
1. A tanulók előismereteinek átismétlése. Ebben az ismétlésben különösen nagy súlyt kell helyeznünk a feszültség fogalmára. Tudatosítanunk kell, hogy a feszültség mindig a tér két pontja között jelentkezik. A feszültség megadása akkor lesz helyes, ha megmondom, hogy a tér melyik két pontjára vonatkozik. Ha két egymással nem érintkező vezető test egyikén elektron többletet; másikán elektronhiányt állítok elő /gondoljunk pl. a zsebtelepre/, akkor a két test közös elektromosteret hoz létre. Ebben az elektromos térben az egyik test felületének bármelyik pontja és a másik test bármelyik pontja között ugyanakkora feszültség van, viszont a testek felületének két pontja között nincs feszültség, hiszen a töltések mindkét vezető felületén nyugalomban vannak. /Azt a tényt kell a feszültség fogalommal körülírni, hogy a töltött fémvezető ekvipontenciális felület. Potenciál u.is az általános iskolában nem tanított fogalom./

Ugyancsak nagy súlyt kell helyeznünk az ismétlés során az elektromos erővonalakról tanultak felidézésére. Ajánlatos két elektromosan feltöltött síklap közti elektromos tér, illetőleg egy ponttöltés körüli tér erővonalait felrajzoltatni, a búzadarás kisérlet újbóli elvégzése alapján.

2. A mérési feladat általános megfogalmazása. A következőkben olyan méréseket végzünk, amelyek segítségével két elektromosan töltött fémvezető elektromos terében megkeressük azokat a pontokat, amely pontok és az egyik fémes vezető közti feszültség ugyanakkora. Megvizsgáljuk, hogy az

elektromos térben ezek a pontok hogyan helyezkednek el.

3. A méréseket a következő kisérleti összeállítás segítségével végezzük:



A mérőkád

B tühegy-elektróda

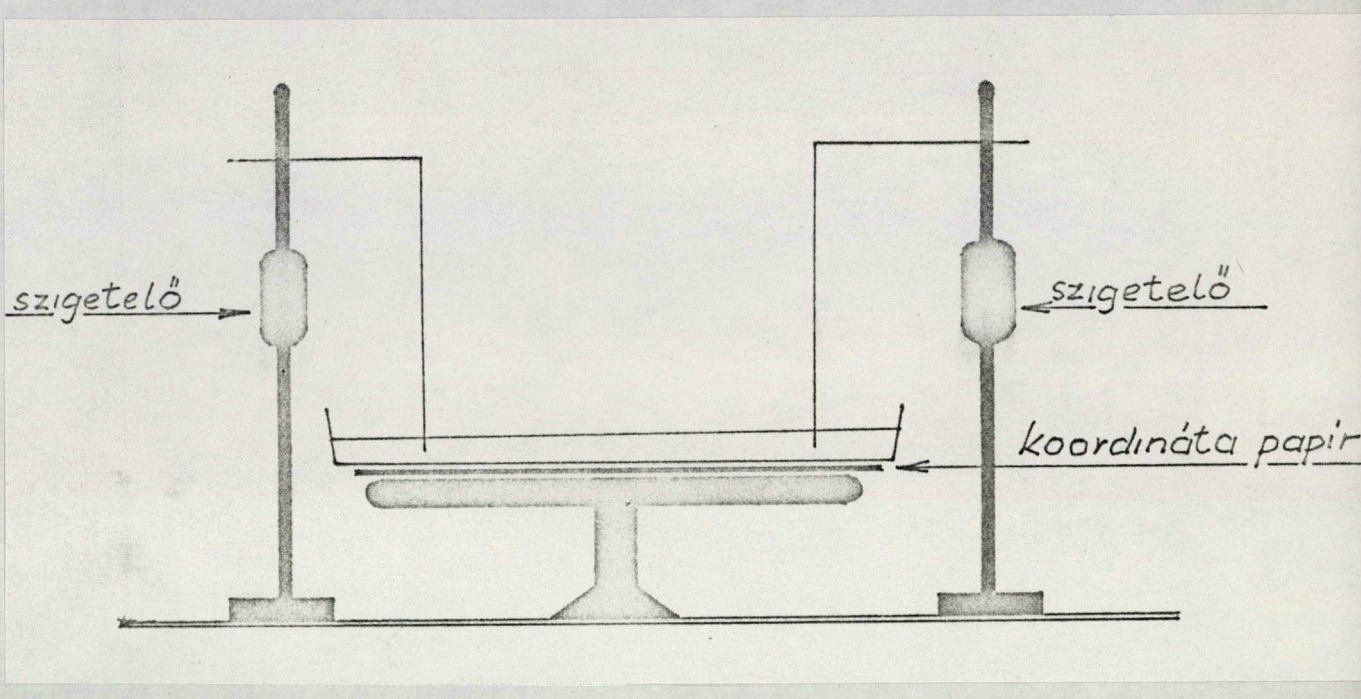
1. ábra

A mérések megkezdése előtt a B tühegy elektródát a C elektródához érintjük és az áramforrás váltakozó feszültségét a V_1 voltmérővel kissé nagyobb értéküre állítjuk be, mint 2 V. Ezután a 100 Ω-os ellenállás csúszókontaktusát úgy állítjuk be, hogy V voltmérő pontosan 2 V-ot mutasson. Ezután kezdődhetnek meg a mérések.

Az A mérőkád lapos, átlátszó fenekü üveg vagy müanyagkád. Ezt a kádat vízszintesen kell elhelyeznünk és bele annyi csapvizet öntünk, hogy a vízréteg vastagsága kb. 5 mm legyen. Ebbe a vízrétegbe merítjük a fémelektródákat. Az elektródákra feszültséget kapcsolva a folyadékban elektromos tér alakul ki. A vízben levő töltéshordozók az elektromos erővonalak mentén rezgést végezve váltakozó áramot hoznak létre. Egy erővonal mentén a feszültségesés Ohm törvénye alapján az erővonalszakasz hosszával arányos. Mivel az elektródákon tartós anyagkiválás nincs, azért az elektródok között a feszültség kontans marad, vagyis az elektromos tér időben nem változik /stacionárius/. Ebben az elektromos térben a B tühegy elektróda segítségével a c elektródához viszonyítva kimérhető a feszültség. A méréshez használt V voltmérőnek nagy belső ellenállásának kell lennie, úgyhogy saját fogyasztása elhanyagolható legyen. /Ez esetben u.is a terheletlen potenciométer törvényszerüségei érvényesülnek a mérésnél./

A mérőkádat vagy vízszintes asztallapra, vagy egy ugyancsak jól vízszintezett kis asztalkára helyezzük úgy, hogy alá egy papírra rajzolt derékszögü koordináta-rendszerháló rajzát helyezzük. A koordináta-rendszer úgy kell megrajzolva legyen, hogy a kádba öntött vizen keresztül is jól látsszék. Beállítása olyan legyen, hogy a koordináta-rendszer origója a kád középpontja alatt feküdjön és a tengelyek a derékszögü kád vízszintesen haladó oldaléleivel párhuzamosan fussanak.

A kádba merített elektródok függőleges kivezetései olyan magasak legyenek, hogy a kád felső élétől legalább 3 mm-re lehessen az áramköri vezetékeket hozzájuk csatlakoztatni. Az elmondottakat mutatja a 2. ábra.



2. ábra

4. A tulajdonképpeni mérések megkezdése előtt minden esetben egy ugyanolyan koordináta-hálót kell készítenünk, mint amilyen a kád alatt van. A B elektróda helyét és a feszültség értékét ebben a rendszerben regisztráljuk.

A mérést és egyben a berendezés beállítását célszerü a két, egymással és a kád két alsó vízszintes élével párhuzamosan elhelyezett lapelektródával kezdeni. Először az elektródák azon geometriai szimmetriatengelye mentén mérjük

a feszültséget, amely szimmetria-tengely párhuzamos az elektródák hossztengelyével. A feszültségnek e tengely mentén mindenütt 1 V-nak kell lennie. Ha nem ez az eset, akkor meg kell vizsgálnunk, hogy a mérőkád vízszintesen áll-e. Néha az okozza a hibát, hogy az elektródok nem egyenletesen fekszenek a kád fenekén.

A mérés ezeknél az elektródáknál, de a többi elektróda esetén lényegesen könnyebb, ha az elrendezések szimmetria-sajátosságait figyelembe vesszük.

A méréseket nem szabad a kád széléig végezni! Az azonos feszültséget jelző vonalak /ekvipotenciális vonalak/ a kád nem vezető falára mindig merőlegesen állnak. Az elektromos tér ebben a tartományban általában eltorzul.

A B tüelektródának mindig merőlegesen kell állnia a víz felszínére, ill. a kád fenekére. Ügyeljünk továbbá arra, hogy kezünk ne érjen a tüelektróda fémes részéhez, mert ez a mérés nagyfokú hibáját eredményezheti. Vigyázzunk arra, hogy a kád alatti koordináta-rendszerben a pontokat pontosan /parallaxis-mentesen/ olvassuk le.

A V voltmérő méréstartományát mérés közben ne változzassuk, mert a méréstartomány váltásnál bekövetkező belső ellenállásváltozás az elektromos teret is változtatja.

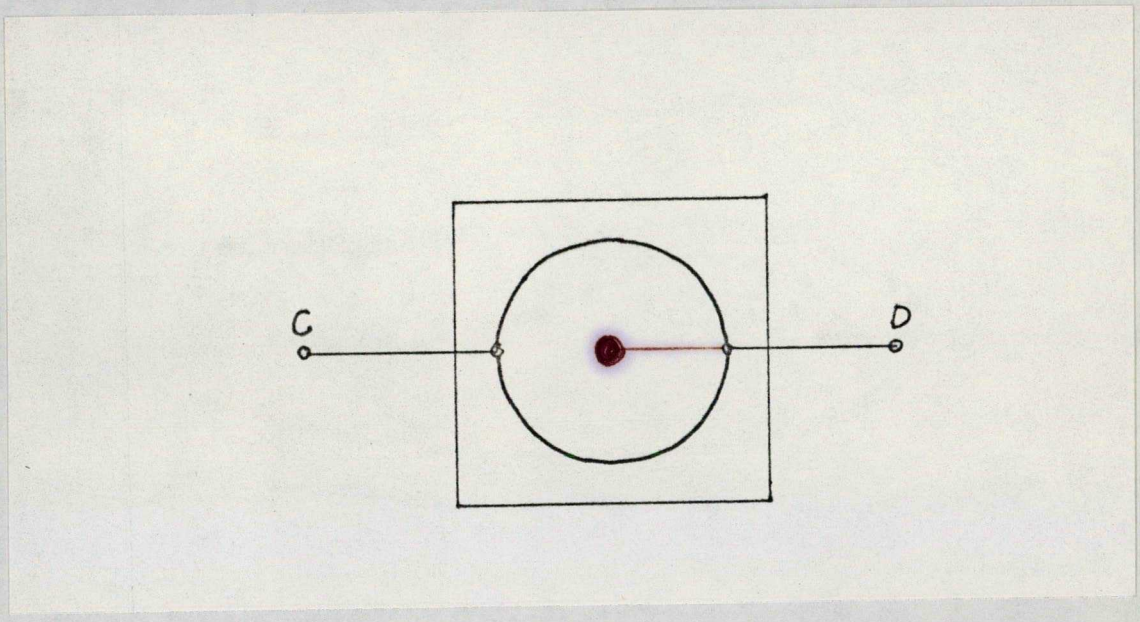
Minden olyan elektromos kisérletnél, amelynél vizet is használunk, nagy gondot kell fordítanunk a munkahely tisztaságára és száraz voltára. Az elektromos kapcsolások és mérőmüszerek általában erősen nedvesség-érzékenyek.

5. Mérési feladatok

1. feladat. Mérjük ki két, egymástól 10 cm-re lévő párhuzamos síkelektróda között létrejött elektromos tér azonos feszültségü vonalait. Rajzoljuk be ezeket a vonalakat az előre elkészített koordináta-rendszerbe.

2. feladat. Helyezzük az 1. feladatban szereplő síkelektródákat egymástól 5 cm távolságra. Végezzük el az 1. feladat méréseit és a hozzátartozó grafikont.

3. feladat. Készítsük el az $r_1 = 3$ cm sugarú körelektródákból és az $r_2 = 0{,}5$ cm sugarú korongelektródából a 3. ábra alatti összeállítást.



3. ábra

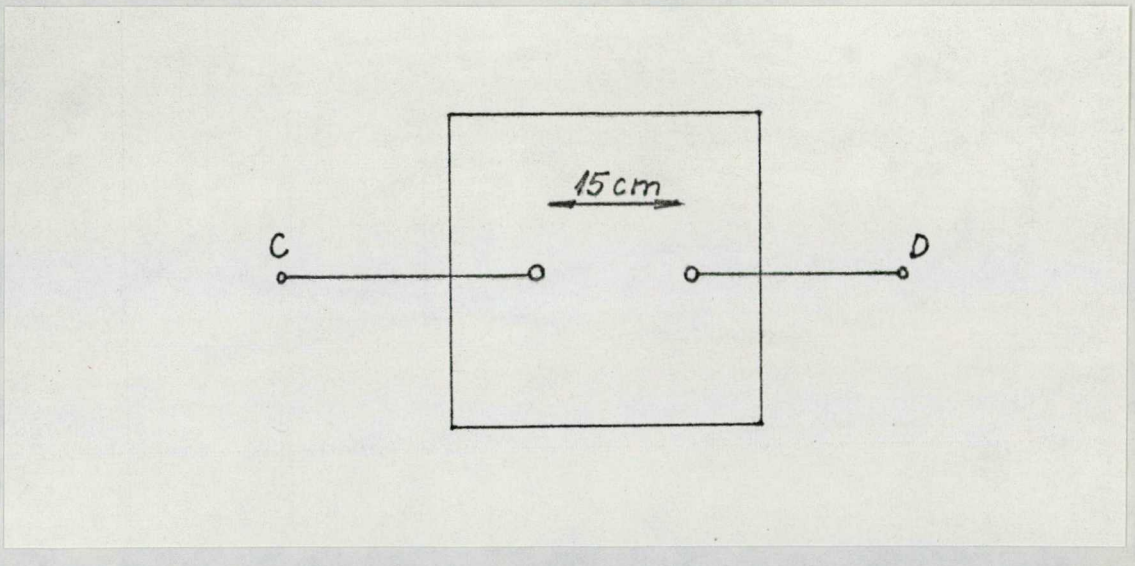
Kapcsoljuk ezt az elrendezést az 1. ábra alatti kisérleti elrendezésbe /$U_{CD} = 2$ V/. Állapítsuk meg az azonos feszültségü vonalakat a két elektróda között. A mérésnél ismertessük

fel a tér körszimmetrikus voltát; ez alapján a méréseket elég az x tengelymenti sugár vonalán elvégeztetni.

Koordináta-rendszerünkbe a/ rajzoljuk be az azonos feszültség-görbéket; b/ készítsük el ez alapján az $U = f_{/r/}$ grafikon. /Hengerszimmetrikus tér./

4. feladat. Állapíts meg kapcsolatot a sík-elektródák, valamint a koron és gyürü elektródák közti elektromos tér erővonalai és az ugyanezen elektródák közti elektromos tér azonos feszültségvonalai között! Milyen szögben metszik egymást az említett vonalak? /A megállapítás egészen általánosan érvényes: az erővonalak és az azonos feszültség vonalai egymást mindig merőlegesen metszik./

5. feladat. Határozzuk meg a 4. ábra szerinti korongelektróda elrendezés azonos feszültségvonalait. Vegyük figyelembe az elrendezés szimmetriáját!



4. ábra

/Az elrendezés szigorúan véve nem dipólus, mivel az elektródák nem gömbök /pontszerü töltések/. Azonban a kapott azonos feszültséggörbék igen jó közelítéssel egy diapólus terét adják./

C./ Mérési eredmények

A méréshez a TANÉRT által forgalmazott tanári demonstrációs eszközkészlet elemeit használtam fel. A készletből az írásvetítőre helyezhető hullámkádat, és az elektromos mező kimutatásánál használt elektródokat használtam fel. A nagyméretü hullámkáddal igyekeztünk kikerülni az edény falánál fellépő zavaró hatásokat.
A feszültséget UNI 7-típusú mérőmüszerrel mértük 2,5 V-os méréshatáron.

Az 1. ábrán látható kapcsolásban 430 Ω-os ellenállást és 100 Ω-os trimmer potenciométert használtunk, melyet előre egy falapra, banándugós kivezetéssel szereltünk fel. Áramforrásként az ELEKTROVARIA-hoz tartozó hálózati tápegység 2 V-os kivezetését használtuk. /Itt a kimeneti feszültség 2 V-nál egy kicsit nagyobb, így a gyakorlatban beállítható, hogy a B tühegynek a D lemezhez való érintésekor a voltmérő 2 V-ot mutasson/.
A hullámkád alá egy miliméter papírt tettünk, melyre egy tühegyü vékony filctollal koordináta-rendszert készítettünk el. Ebbe nemcsak a tengelyeket, hanem az abszcissza és ordináta vonalakat is berajzoltuk az egész-számú értékeknél;

ezzel biztosítottuk a jó láthatóságot.

Minden tanulópár a mérési eredményt egy hasonló koordináta-rendszerben rögzítette úgy, hogy az adott koordinátájú pont mellé írta a mért feszültségértéket. A koordináta-rendszer egész koordinátájú pontjait tapogattuk le. Ezekből az azonos feszültségü helyeket interpolálással nyertük.

Az 1. feladat néhány méréséből a tanulók rájöttek, hogy a mérések a lapok középpontján átmenő tengelyre szimmetrikusak, s így csak a tengely feletti pontoknál mértük a feszültséget. A többi ponthoz tartozó feszültségértékeket a szimmetriára hivatkozva írtuk be.

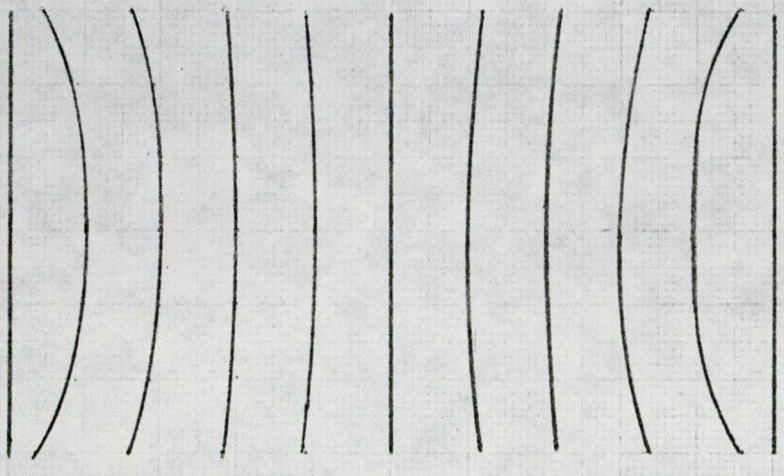
A 2. feladatnál a szimmetria tengely azonos mint az 1. feladatnál, így az előzőkben leírtak szerint jártunk el itt is.

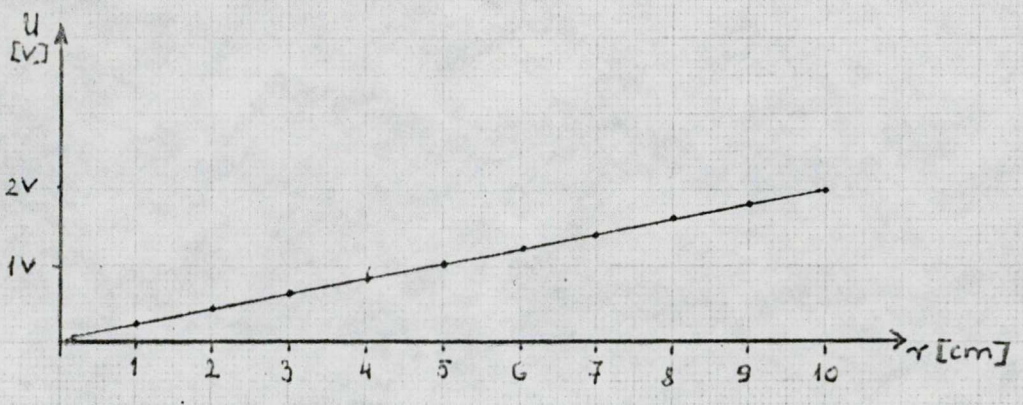
A 3. feladatban r = 3 cm sugarú gyürüt használtunk. Itt a szimmetria tengelyek a gyürü átmérői, s így a mérést két egymásra merőleges tengelyen végeztük.

Az 5. feladatban a két elektródát összekötő egyenes a szimmetria tengely, s így a tengely feletti pontokat regisztráltuk.

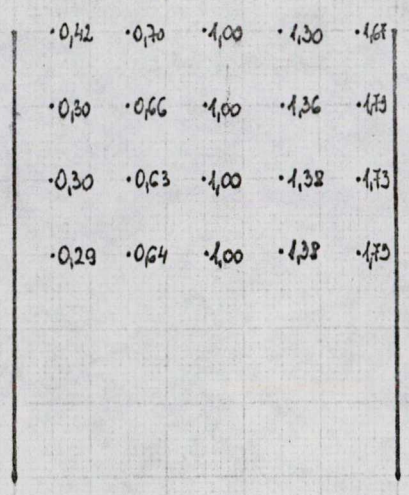
1. feladat

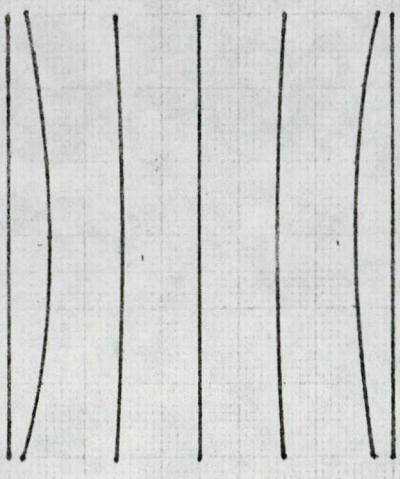
·0,31	·0,49	·0,65	·0,81	·0,98	·1,13	·1,30	·1,46	·1,64
·0,23	·0,45	·0,62	·0,80	·0,98	·1,15	·1,33	·1,50	·1,71
·0,21	·0,41	·0,61	·0,80	·0,98	·1,16	·1,35	·1,55	·1,74
·0,21	·0,41	·0,61	·0,80	·0,98	·1,15	·1,35	·1,55	·1,74

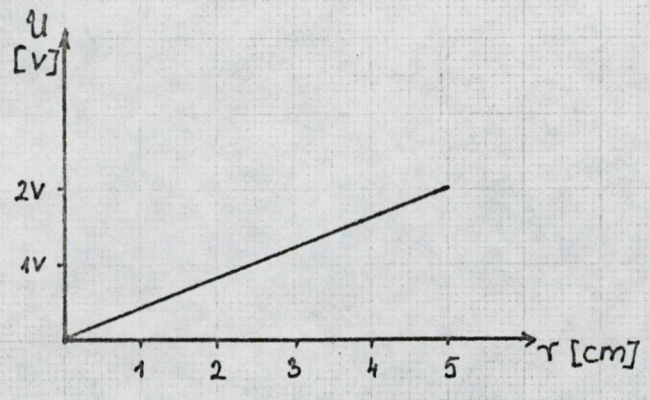




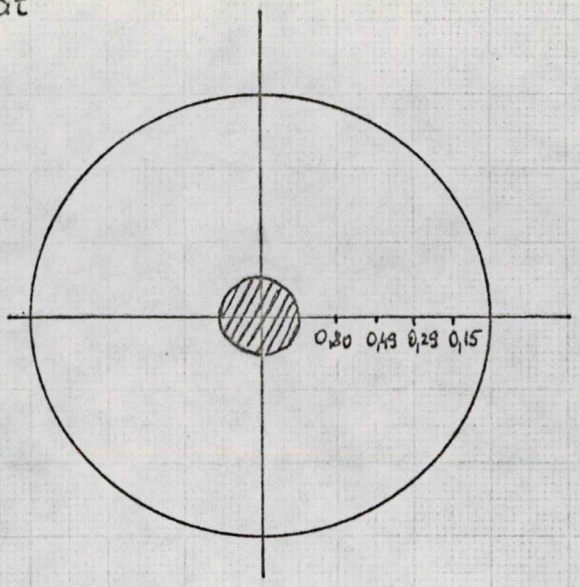
2. feladat

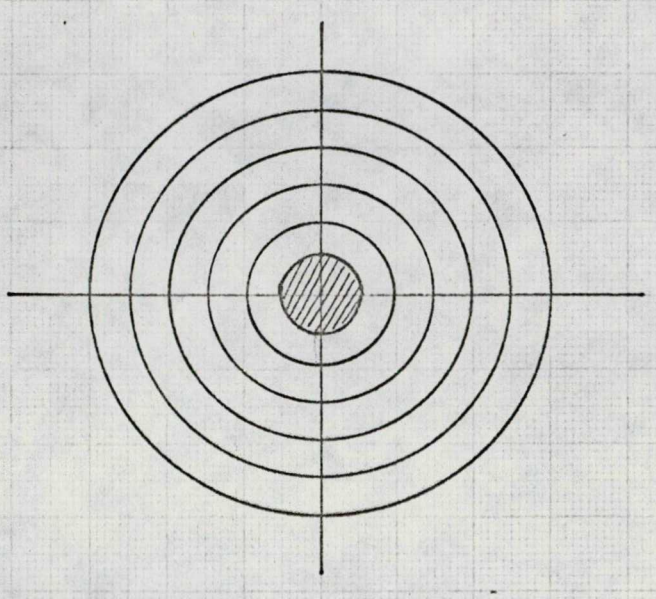

0,42 0,70 1,00 1,30 1,68
0,30 0,66 1,00 1,36 1,73
0,30 0,63 1,00 1,38 1,73
0,29 0,64 1,00 1,38 1,75

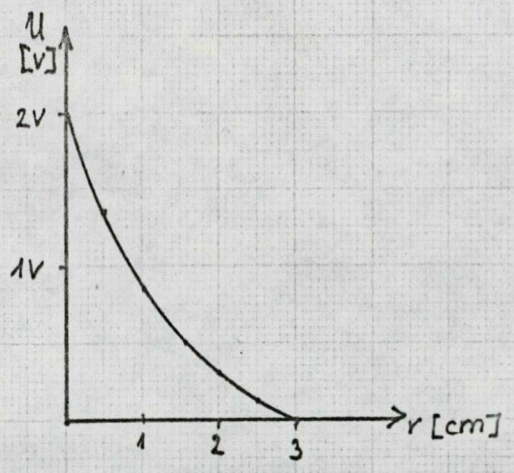



U
[V]
2V
1V
1
2
3
4
5
r [cm]

3. feladat

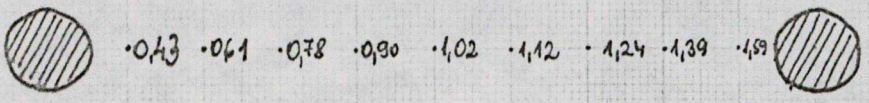


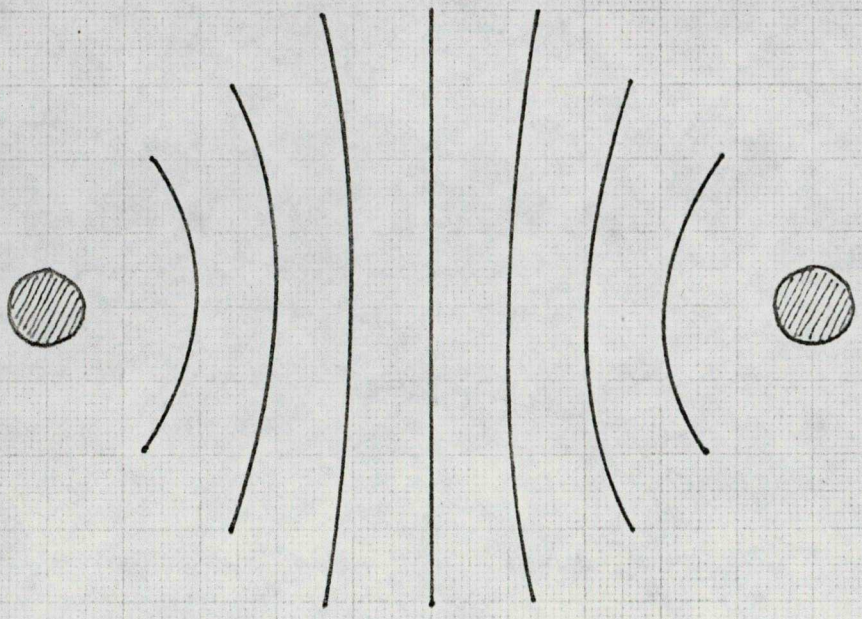




5. feladat

0,70	0,77	0,87	0,94	1,02	1,10	1,17	1,26	1,27
0,65	0,72	0,85	0,92	1,02	1,11	1,19	1,30	1,34
0,58	0,67	0,80	0,91	1,02	1,11	1,21	1,35	1,48
0,50	0,63	0,79	0,91	1,02	1,12	1,23	1,38	1,57
0,43	0,61	0,78	0,90	1,02	1,12	1,24	1,39	1,59





IV. 9. Fémes vezető ellenállásának hőmérsékletfüggése

A./ Szilárd testek ellenállásának hőmérsékletfüggése

1. P. Drude /1863-1906/ 1900-ban publikálta a fémek áramvezetésének mechanizmusát az elektronelméletével. Ezt az elméletet fejlesztette tovább H. Lorentz a Maxwell--Boltzmann eloszlás alapján. A Drude-Lorentz elmélet szerint a fémek szabad elektronjainak összessége, az ún. elektrongáz egy fajta ideális gázhoz hasonló. Ebből következően az elektrongáz sajátságai a közönséges ideális gázéval megegyezők.

Amint majd a következőkben látni fogjuk, az elektrongáz ideális gázként való felfogása a valóság igen nagyfokú leegyszerüsítése. Ebből következően nem is várhatunk ettől a modelltől pontos eredményeket. Szemléletessége miatt azonban mégis érdemes megvizsgálni, hogy milyen eredményt szolgáltat ez az elmélet a fémek ellenállásának hőmérsékletfüggésével kapcsolatosan.

A szabad elektronok hőmozgásának átlagos mozgási energiáját a fent mondottak alapján úgy számítjuk ki, mint az egy atomos ideális gázmolekula esetén, vagyis

$$E_k = \frac{1}{2} m v_H^2 = \frac{3}{2} k T,$$

ahol $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$, $m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg. Ezen összefüggés alapján szobahőmérsékleten /$T \approx 300$ K/ az elektronok hőmozgásának átlagos sebessége közelítőleg 10^5 m/s. A hőmozgást végző elektronok rendszertelenül és rugalmasan

ütköznek a rácsionokkal. Sebességvektoraik minden időpillanatban minden elképzelhető irányba mutatnak, s így a sebességvektorok összege minden időpillanatban zérus. Ez azt jelenti, hogy az elektronoknak nincsen határozott irányú transzlációs mozgásuk, a fémben nem folyik áram.

Kapcsoljuk egy fém vezetőre U feszültséget, amelynek következtében a vezetőben E erősségü elektromos tér jön létre. A vezetőben levő elektronokra a tér $F = e \cdot E$ erőt /e az elektron töltése/ gyakorol. Ennek az erőnek hatására az elektronok

$$a = \frac{1}{2} \frac{eE}{m}$$

gyorsulással /amely a térerősség irányával ellentétes/ mozognak mindaddig, amíg egy-egy ionba nem ütköznek. Ekkor a tér okozta $v_{max} = at$ sebességüket teljesen elvesztik. /$\underline{t}$ két egymásutáni ütközés között eltelt idő./ A felgyorsulások és sebességvesztések gyors egymásutánja azt eredményezi, mintha az elektronok egy v_D átlagsebességgel, az ún. drift-sebességgel egyenletesen mozognának a térrel ellentétes irányban. A drift sebességet az indulási és a maximális sebesség számtani közepeként nyerjük:

$$v_D = \frac{v_o + v_{max}}{2} = \frac{0 + at}{2} = \frac{1}{2} at = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t. \qquad /1/$$

A vezetőre kapcsolt U feszültség hatására tehát az elektronok rendezetlen hőmozgásának sebességéhez még egy meghatározott irányú driftsebesség is járul. Kimutatható /pl. a

Hall együttható és a fém vezetőképessége ismeretében/, hogy $v_D \ll v_h$, és ezért $t = \frac{s}{v_h}$, ahol $\underline{s}$ a szabad elektron által két egymásutáni ütközés között megtett út átlaga, az ún. szabad úthossz.

$\underline{t}$ iménti értékét /1/-be helyettesítve

$$v_D = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \frac{s}{v_h} \qquad /1/a/$$

/Tájékoztatásul megjegyezzük, hogy a fémeknél 1 $V \cdot m^{-1}$ térerősségnél $v_D \approx 10^{-3}$ ms^{-1}, vagyis $v_H \approx 10^8$ v_D./

Legyen a vezetőben a szabadelektronok sürüsége $n \frac{db}{m^3}$. A térfogategységben tehát $n \cdot e_o$ töltés van. Az A keresztmetszetü vezetéken dt idő alatt csak azok az elektronok haladnak át, amelyek benne vannak a $ds = v_D dt$ hosszú vezetékoszlopban. A vezeték A keresztmetszetén dt idő alatt tehát

$$d Q = n e_o A v_D dt$$

töltés halad át. Az időegység alatt áthaladó töltésmennyiség, vagyis a vezetőn átfolyó áramerősség /1/a/ felhasználásával

$$I = \frac{dQ}{dt} = n e_o A v_D = \frac{n e^2 s A}{2 m v_H} E.$$

Ha az E térerősség állandó és egy l hosszúságú vezetőben hoztuk létre, akkor $E = \frac{U}{l}$ összefüggést figyelembevéve

$$I = \frac{U}{\frac{2 m v_H l}{n e^2 s A}} \qquad /2/$$

Eredményünk, az ti., hogy a vezetőben folyó áramerősség egyenesen arányos a vezetőre kapcsolt feszültséggel, éppen Ohm törvénye, s ebből következően a nevező a vezető ellenállása:

$$R = \frac{2m\ v_H}{n\ e^2 s}\ \frac{1}{A}\ .$$

Ebből a vezetőképesség v_H /1/ alatti értékének figyelembevételével

$$\rho = \frac{2m\ v_H}{ne^2 s} = \frac{2m}{ne^2 s}\sqrt{\frac{3kT}{m}} = \frac{2\sqrt{3\ km}}{ne^2 s}\sqrt{T}. \qquad /3/$$

Eredményünk azt mutatja, hogy a fajlagos ellenállás, s így az ellenállás is a vezeték hőmérsékletének négyzetgyökével egyenesen arányos.

A fajlagos ellenállás növekedésének /3/ alatti összefüggését szemléletesen úgy értelmezhetjük, hogy növekvő hőmérséklet esetén a rácspontok rezgési amplitudója növekszik, s így növekszik a rácspontoknak az ütközés szempontjából számbajövő felülete. Ez az ütközések számának a növekedését /$n_ü = \frac{1}{t} = \frac{v_H}{s}$/, vagyis ρ növekedését eredményezi.

A tapasztalat a /3/ alatti eredményt kvalitative igazolta, kvantitative azonban nem. Kisérleti mérések alapján azt találták u.is, hogy közönséges hőmérsékleten és nem nagyon nagy intervallumban - pl. 0^oC és 100^oC között - a legtöbb fém ρ fajlagos ellenállásának /ill. R ellenállásainak/ relativ megváltozása igen jó közelítésben arányos a hőmérsékletváltozással:

$$\frac{\rho - \rho_o}{\rho_o} = \frac{R - R_o}{R_o} = \alpha \cdot /t - t_o/,$$

vagy $\rho = \rho_o \cdot [/1 + \alpha /t - t_o/]$. /4/

Itt ρ a t, ρ_o a 0^oC hőmérséklethez tartozó fajlagos ellenállás, és $\alpha > 0$ az ellenállás hőmérsékleti tényezője /temperatura-koefficiense/.

igen sok fémnél $\alpha \approx \frac{1}{273}$, úgyhogy /4/

$$\rho = \alpha \cdot \rho_o \cdot T = \text{const. } T$$

alakban írható. Ez a formula azonban csak közelítő jellegü kb. 400 K-nél magasabb, valamint 20 ^oK-nél alacsonyabb hőmérséklet esetén nem érvényes. A megadottnál magasabb hőmérsékleten α értéke nagyobb.

E kérdéssel kapcsolatban megjegyezzük még, hogy az elektrongázra vonatkozó kvantummechanikai számítások ρ -nak a tapasztalatokkal megegyező hőmérsékletfüggését eredményezték. Ezekre a nehéz számításokra - természetesen - e helyütt nem térhetünk ki.

2. Félvezetőknél a hőmérséklet emelkedésekor szintén fellép a rácsrezgés - amplitudónövekedése miatt fellépő ellenállás növekedés. Ezt a hatást azonban felülmúlja a hőmérsékletemelkedést kisérő töltéshordozó növekedés. Ezért a ρ , illetve a félvezető ellenállása a hőmérséklet növelésével csökken.

Szén esetén - amely félvezető - főként elektronok a töltéshordozók. Ezen kivül az általában meglévő szennyeződések miatt kismértékü ionvezetés is fellép.

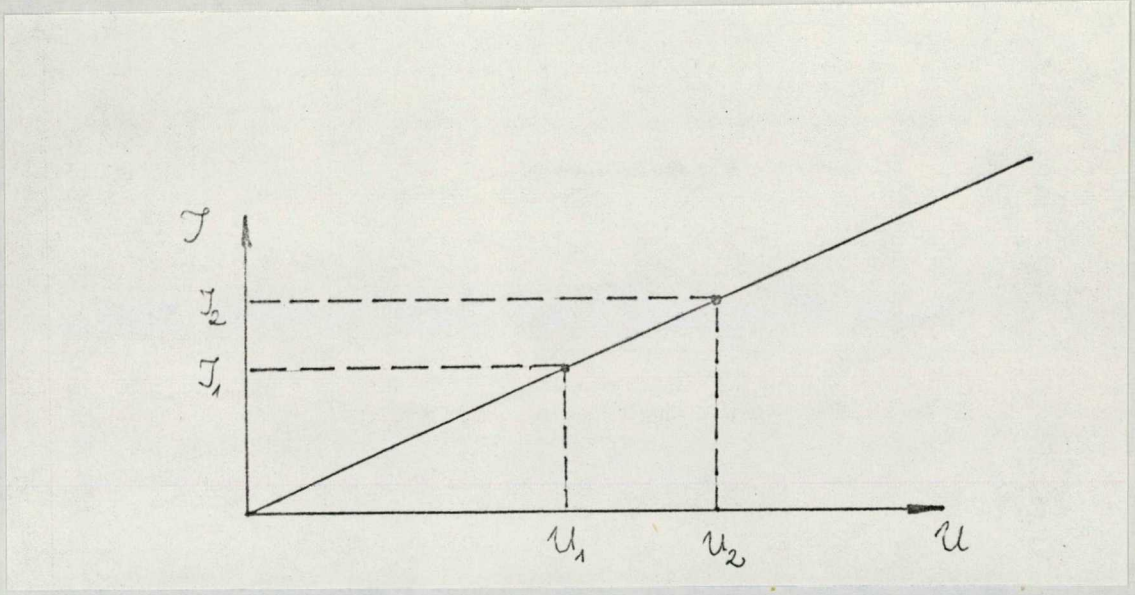
A /4/ egyenlet szénre úgy alkalmazható, hogy

$\alpha_{szén} < 0$.

B./ A mérés megbeszélése, utasítások, feladatok

A tanulók előismeretei: Ohm törvénye, a vezetők ellenállásának függése a vezető adataitól, az ellenállás hőmérsékletfüggése fémeknél, ellenállások kapcsolása.

1. Ohm törvényének ábrázolása: U-I karakterisztika. Ohm törvénye szerint egy fémvezetőre kapcsolt feszültség egyenesen arányos a vezetőn átfolyó áramerősséggel: $U \sim I$. Az egyenes arányosságot grafikusan egy, az O-n átmenő egyenes ábrázolja. /L. az 1. ábrát./



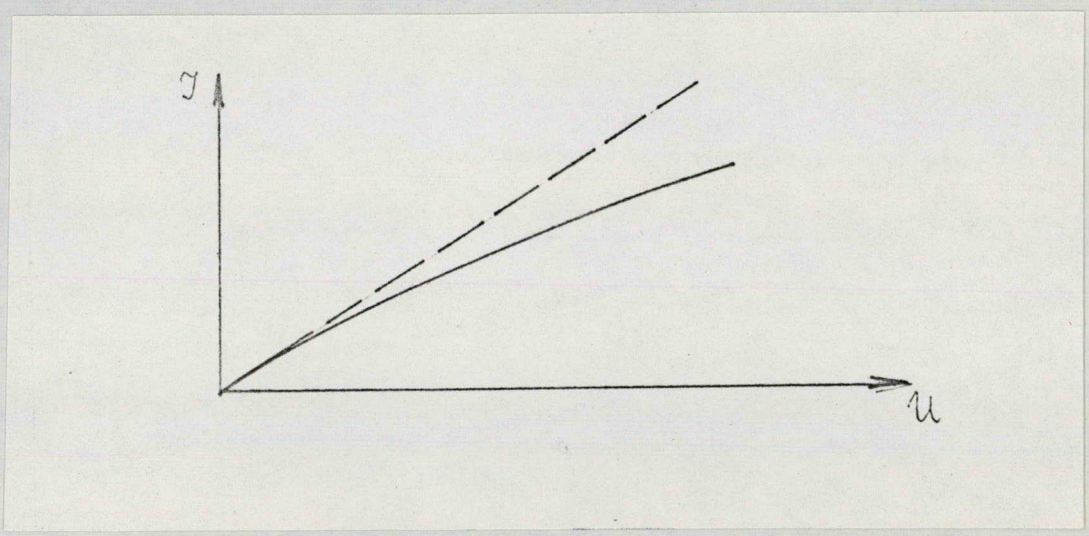
1. ábra

A vezető U-I grafikonját a vezető feszültség-áram karakterisztikájának nevezzük. Ebből a karakterisztikából, ha a karakterisztika bármely pontja U koordinátájának értékét osztjuk a hozzátartozó I koordinátája értékével, a vezető R ellenállásának értékét kapjuk:

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} .$$

Az 1. ábrán látható karakterisztikával rendelkezik az a vezető, amelyen átfolyó kis áramerősség elhanyagolható felmelegedést okoz, vagy a tartósan üzemeltetett vezető, amely a környezetével termikus egyensúlyban van /a vezető időegységre tekintett hőveszteségе egyenlő az áram által benne időegység alatt termelt hőmennyiséggel./

2. Ha a fémes vezető a rajta átfolyó áram hatására felmelegszik, ellenállása növekszik. Folyamatos melegedés hatására az ellenállás is folyamatosan növekszik. Ilyen melegedő vezető U-I karakterisztikája nem lesz többé egyenes, hanem lefelé hajló /2. ábra/

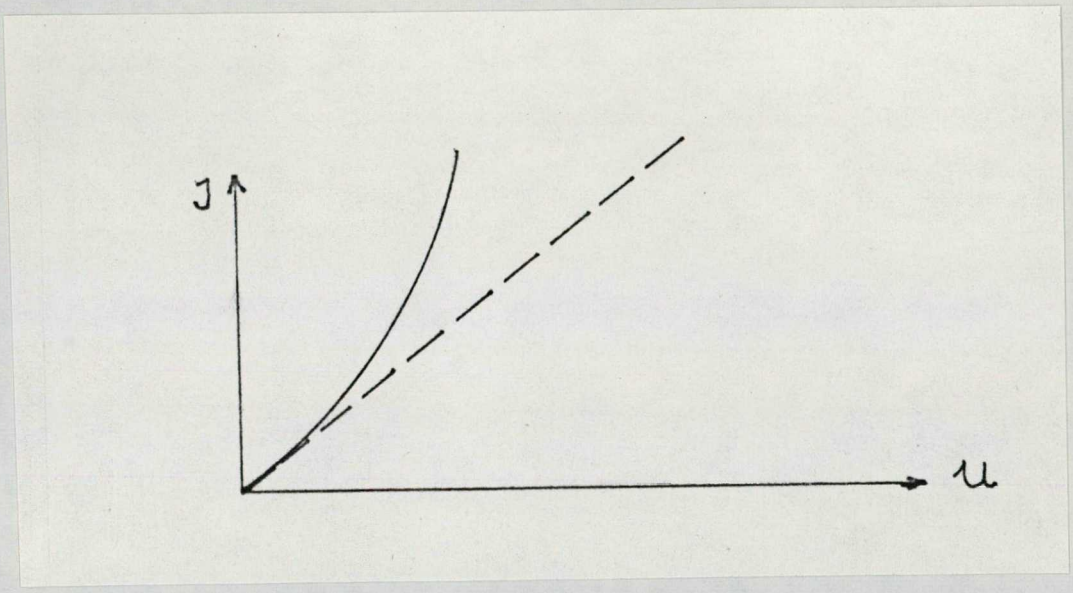


2. ábra

A hőmérséklet-emelkedéssel járó ellenállás növekedés azzal magyarázható, hogy a magasabb hőmérséklet a rácsionok nagyobb amplitudójú rezgését is jelenti, amely amplitudó növekedés nagyobb ellenállást jelent az elektronok áramlásával szemben.

Az egyeneshez képest lefelé görbülő /konvex/ karakterisztikájú vezetők "önszabályzók". Ezen azt kell értenünk, hogy ha tartós üzemeltetés közben valamilyen rövid zavar miatt vezetőn átfolyó áram hirtelen megnövekszik, az áramerősségnövekedés következtében bekövetkező ellenállás növekedés az áramerősség növekedése ellen dolgozik és az egyensúlyi állapot visszaállítását eredményezi.

3. A szén-vezető olyan sajátságú, hogy amennyiben felmelegszik, ellenállása csökken. A szén U-I karakterisztikája tehát felfelé görbülő /3. ábra/.

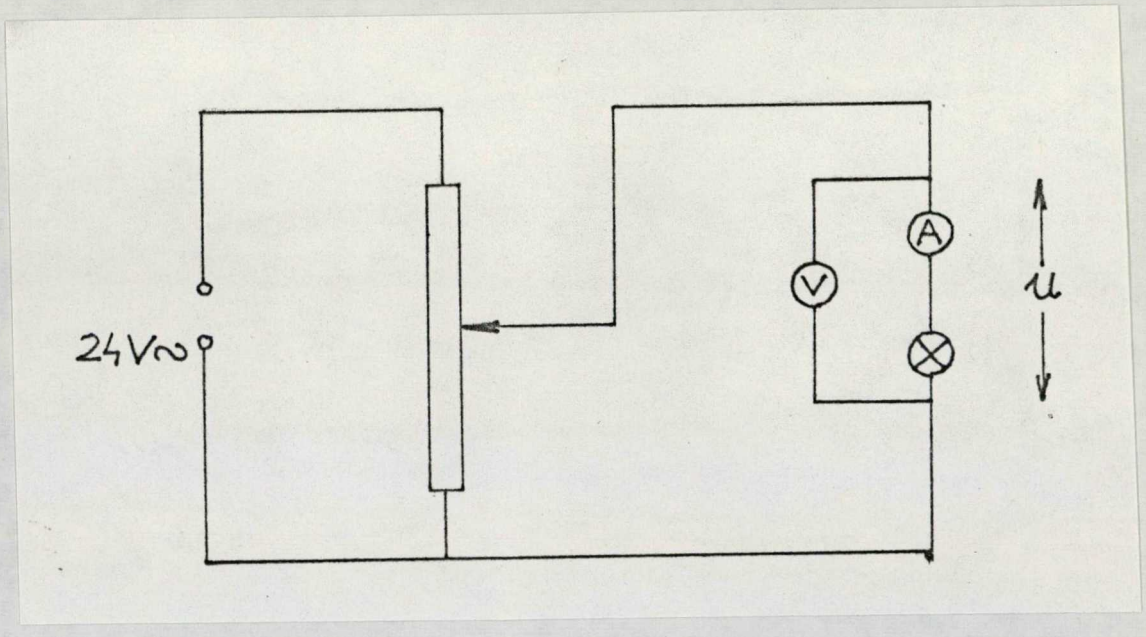


3. ábra

Mindkét görbülő karakterisztika esetén kiszámítható a karakterisztika egy-egy pontjához tartozó ellenállásérték.

A hőmérséklet-emelkedéssel járó ellenállás csökkenést mutató anyagoknál /szén és félvezetők/ is fellép a rácsrezgés növekedés miatt fellépő ellenállásnövekedés, de ezt felülmúlja a hőmérsékletemelkedéssel kapcsolatos erős töltés hordozó-szám növekedés. A félvezetők ellenállásának a hőmérséklettől való erős függése teszi a félvezetőket alkalmassá arra, hogy érzékeny hőellenállásokat /termisztorokat/ készítsünk belőlük.

4. Az U-I karakterisztikák felvételéhez a következő kapcsolást használjuk:



4. ábra

A kapcsolási rajzot a mérőmüszerek betüjele nélkül rajzoltam fel a táblára, majd a tanulók segítségével döntöttük el, melyik müszer mit mér. Ezzel gyakorolták a tanulók a mérőmüszerek helyes bekötését. Megbeszéltük, hogy a méréshez váltakozó áramot használhatunk, mivel ez a hőhatás szempontjából az egyenárammal egyenértékü. Szóltunk arról, hogy a voltmérő által mutatott U feszültségnél valamivel kisebb feszültség esik az F fogyasztóra, de ez az eltérés az A ampermérő kicsiny belső ellenállása miatt elhanyagolható. /Nagyon pontos mérésnél az A belső ellenállása ismeretében az A-n bekövetkező feszültségesést is figyelembe lehetne venni./

5. Mérési feladatok

1. feladat. Vegyük fel egy fémszálas izzólámpa I = f/U/ karakterisztikáját. A mért adatokat a mérés alatt jelöljük be egy alkalmas léptékü koordináta-rendszerbe. Ilymódon u.is a hibás értékek, vagy a méréshatár váltásnál elkövetett hibás átszámítás azonnal felismerhető és javítható.

2. feladat. Az I = f/U/ grafikonról olvassuk le az összetartozó U-I értékeket, és $R = \frac{U}{I}$ alapján számítsuk ki az ellenállásokat, és készítsük el R = f/U/ grafikont.

3. feladat. Az előbbi feladat ellenállásgörbéit a görbe menetéhez "illeszkedő" módon hosszabbítsuk meg az U = 0 értékig /extrapolálás/; és olvassuk le a lámpa R_o ún. hidegellenállását.

A kiváló felkészültségü tanulók részére feladható még a következő feladat:

4. feladat. Az ellenállások hőmérsékletfüggésére a fizikusok a következő közelítő összefüggést találták:

$$R = R_o\ /1+\ \alpha \cdot \Delta t/.$$

Egészen tiszta fémekre ez a képlet igen nagy hőmérsékleti tartományban igaz. Mivel azonban a legtöbb fém, így az izzólámpa izzószála is szennyezett, azért a megadott összefüggés fémekre is csak közelítés. A képletben szereplő α neve: az ellenállás hőmérsékleti együtthatója. Értéke wolframra /ez a fémszálas izzó anyaga/ $\alpha_w = 4{,}3 \cdot 10^{-3}\ ^oC^{-1}$, szénre: $\alpha_{sz} = -3{,}4 \cdot 10^{-4}\ ^oC^{-1}$. Fémek α -ja pozitív, széné és más félvezetőké negatív.

Fejezzük ki a megadott egyenletből Δt-t, helyettesítsük be a jobboldalon szereplő mennyiségek értékeit és számítsuk ki a lámpa izzószálának üzemi hőmérsékletét.

Ne feledjük, hogy a kapott érték csupán durva közelítés és így csak tájékoztató jellegü. A valódi üzemi hőmérséklet a kiszámítottnál a fémszálas izzó esetén magasabb, a szénszálas izzónál pedig alacsonyabb.

Ha az iskola fizika szertára rendelkezik szénszálas izzólámpával, akkor az 1-4 feladatokat érdemes ezzel is elvégezni.

C./ Mérési eredmények

A mérésekhez UNI 7 típusú univerzális mérőműszereket, 100 Ω-os demonstrációs tolóellenállást, és az elektrovaria tápegységének 24 V-os áramforrását használtuk fel. A kapcsolást a 4. ábrának megfelelően készítettük el.

A méréshez 24 V, 60 W-os izzót használtunk fel. A méréseket többször végeztük el úgy, hogy először a feszültséget 0,5 V-ként növeltük 10 V-ig, majd 1 V-onként 24 V-ig, majd hasonlóan visszafelé. A kapott áramerősségek számtani átlagát ábrázoltuk.

1. feladat

$U_{/V/}$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
$I_{/A/}$	0,35	0,56	0,72	0,79	0,87	0,97	1,08	1,17	1,22

5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
1,29	1,31	1,37	1,40	1,44	1,48	1,5	1,52	1,57	1,60

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1,63	1,69	1,75	1,80	1,88	1,92	2	2,08	2,10	2,18

20	21	22	23	24
2,22	2,28	2,37	2,48	2,49

SZEGED

2. feladat

Fémszálas izzó összetartozó U-I értékei a grafikon alapján, és a hányadosokként kapott R értékek.

U	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
I	0,35	0,56	0,72	0,83	0,915	1,02	1,09	1,15	1,22	1,26
R	1,43	1,78	2,08	2,4	2,73	2,94	3,21	3,47	3,68	3,96

5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
1,31	1,36	1,40	1,44	1,47	1,50	1,52	1,56	1,60	1,63
4,19	4,41	4,64	4,86	5,10	5,33	5,59	5,76	5,93	6,13

11	12	13	14	15	16	17	18	19
1,69	1,75	1,8	1,86	1,92	2	2,06	2,13	2,18
6,51	6,86	7,22	7,52	7,81	8	8,25	8,45	8,71

20	21	22	23	24
2,24	2,28	2,36	2,44	2,50
8,92	9,21	9,32	9,42	9,60

A grafikont lásd a következő oldalon!

3. feladat

U = 0 exrapolálással az R_o ún. hidegellenállás értéke R_o = 1 Ω -nak adódott.

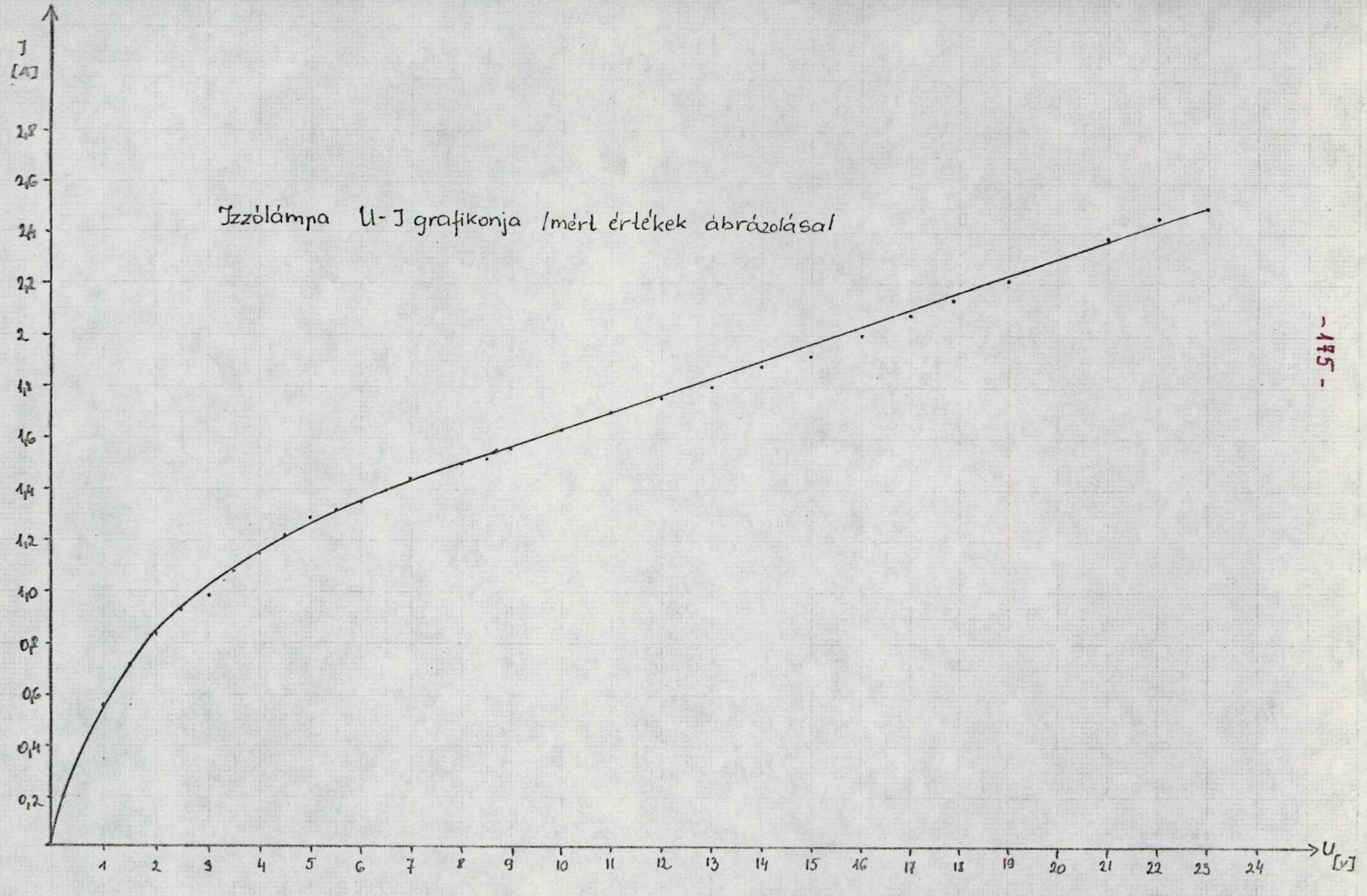
4. feladat

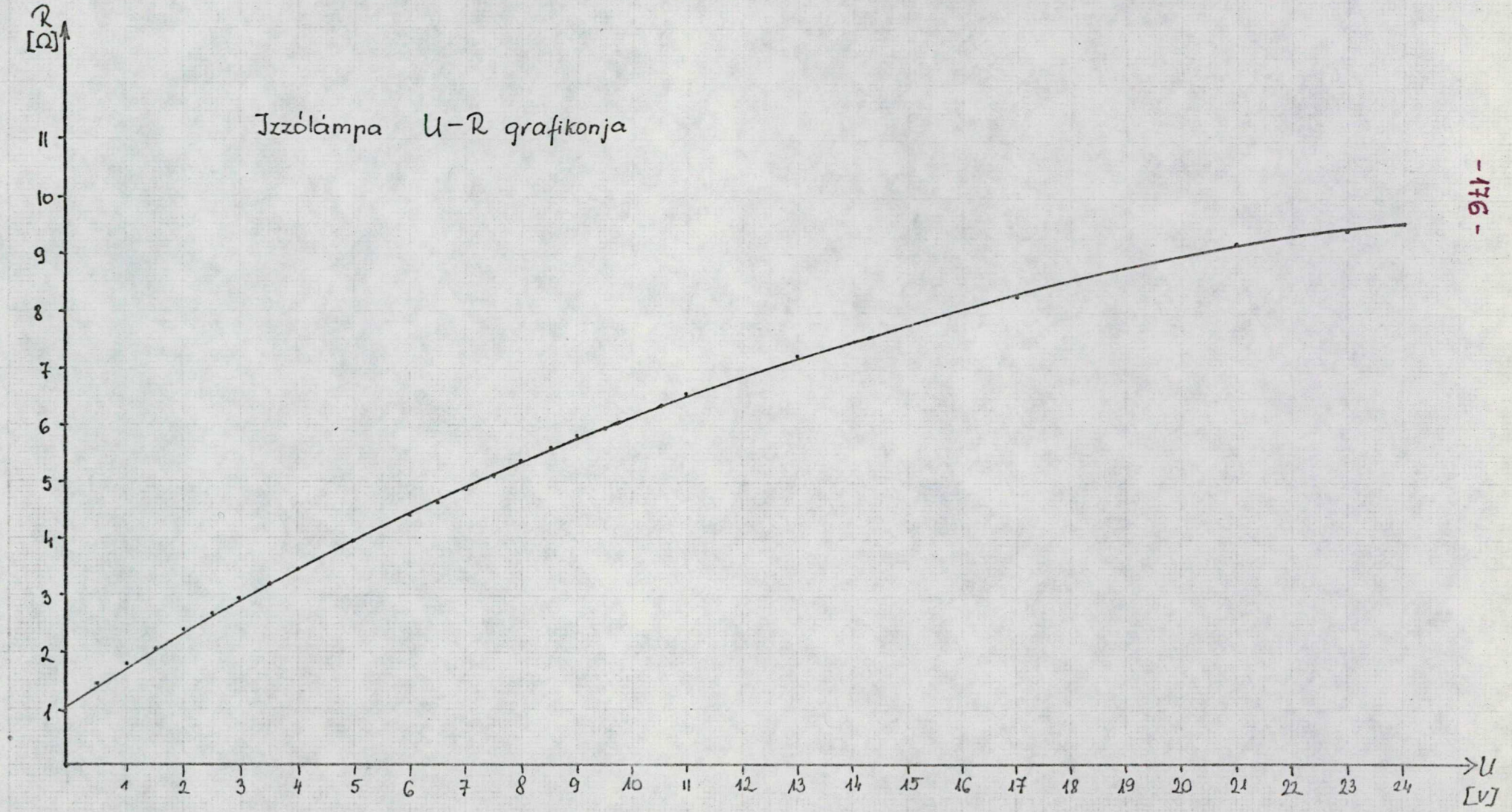
$$R = R_o \,/\, 1 + \alpha \cdot \Delta t/ \qquad R_o = 1 \qquad R = 9{,}6$$

$$\alpha = 4{,}3 \cdot 10^{-3}\ {}^{o}C^{-1}$$

$$\Delta t = \frac{R - R_o}{R_o \cdot \alpha} = \frac{9{,}6\,\Omega - 1\,\Omega}{1\,\Omega \cdot 4{,}3 \cdot 10^{-3}\ {}^{o}C^{-1}} = 2232{,}5\ {}^{o}C$$

Az izzó "üzemi hőmérséklete" 2232,5 ^{o}C-nak adódik.


Izzólámpa U-I grafikonja /mért értékek ábrázolásal
I [A]
2,8
2,6
2,4
2,2
2
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
U [V]


R
[Ω]
Izzólámpa U–R grafikonja
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
U
[V]

IV. 10. Oldatok vezetőképességének vizsgálata

A./ Elméleti áttekintés

1. Azokat az anyagokat, melyek az elektromos áramot jól vezetik, és bennük az áram nem hoz létre kémiai változást, elsőosztályú vezetőknek nevezzük. Ilyen anyagok a fémeken kívül a fémötvözetek és a különböző fémvegyületek.

Azokat az anyagokat, melyekben az elektromos áram áthaladásakor kémiai változások játszódnak le, másodosztályú vezetőknek, vagy elektroliteknek nevezzük. Ide sorolhatók a folyadékokon és a folyékony halmazállapotú fémeken kívül a különböző oldatok, oldott sók, savak, bázisok.

A másodosztályú vezetők vezetési mechanizmusa teljesen más, mint az elsőosztályúaké. Ezeknél az elektrolitoknél ugyanis a töltéshordozók nem elektronok, hanem negatív és pozitív töltésü részecskék, ionok. Nem igaz azonban, hogy minden ionos vezető másodosztályú lenne.

Ha egy anyagot oldószerben feloldunk, akkor az illető anyag vagy minden molekulája, vagy csupán ezek egy hányada felbomlik, disszociál. /A disszociáció során keletkező ionok kémiai összetétele általában különbözik az illető molekula egyszerü kémiai bomlásának eredményétől. Igy pl. az ammoniumklorid /NH_4CL/ elektromosan semleges NH_3 ammoniákra és HCL sósavra bomlik, ezzel szemben NH_4^+ -ra és CL^- - ra disszociál. Ennek bizonyítéka, hogy az áramot jól vezető elektrolitek ozmózisnyomása, forráspont

emelkedése és fagyáspontcsökkenése a mérések szerint lényegesen nagyobb érték annál, mint amekkora a Vant'hoff--törvény és a Raoult-törvények alapján az oldott molekulák számának megfelelne.

De nemcsak az oldott anyag molekulái képesek disszociálni, hanem az oldószer molekulái is. A molekulák egy része még a teljesen tiszta oldószerben is disszociálva van jelen. A disszociáció mértéke különböző folyadékoknál jelentősen eltérő. Ettől az oldószer disszociációtól, melynek mértéke az oldott anyag disszociációjához képest elhanyagolható, a következőkben eltekintünk.

A feloldott anyag disszociált molekuláinak az összes molekulák számához való viszonyát nevezik a disszociáció fokának. Ezt a mennyiséget jelöljük α-val. α jelentősen függ az oldószertől, nevezetesen annak dielektromos állandójától. Ha az oldószer dielektromos állandója nagyobb, nagyobb /általában/ a disszociáció foka is. Nő a disszociáció foka a hőmérséklet növekedésével, és csökken a koncentráció növekedésével.

Az α ezen sajátságai a következőképpen értelmezhetők. Tudjuk, hogy minél nagyobb az oldószer dielektromos állandója, annál nagyobb a molekuláinak polarizálhatósága és így a molekula dipolusmomentuma. A nagyobb dipolusmomentumu molekulák erősebb elektromos tere meggyengíti a közelükben levő oldott anyag molekuláinak kötését, így kisebb lesz ezen molekulák szétbontásához szükséges energia.

Ez azt jelenti, hogy több oldott molekula fog disszociálni, hiszen több oldószer molekula lesz képes az ütközés folytán a szétbontáshoz szükséges energiát a legyöngült kötési energiájú molekuláknak átadni. Nyilvánvaló, hogy - egyébként változatlan körülmények esetén - minél magasabb az oldat hőmérséklete, annál több oldott molekula disszociál. Ha viszont az oldatban az oldott anyag sok molekulája van jelen, akkor a relatíve "kevés" számú oldószer molekula nem képes sok molekulát disszociálni, vagyis a disszociáció foka nagy koncentráció esetén csökken.

A későbbiekben látni fogjuk, hogy az oldatok vezetőképessége az oldatban disszociált molekulák számától függ. Az a tény, hogy a disszociáció fokát az oldat tömménysége is befolyásolja, arra utal, hogy az oldatok vezetőképességének az oldatok koncentrációjától is függnie kell.

Az oldott anyagtól is függ a disszociáció foka. Vannak olyan anyagok /pl. HCL, KCL, NaCl, NaOH, $CusO_4$, H_2SO_4 stb/, amelyek kb. 0,01 $\frac{mol}{l}$ -nél kisebb koncentrációjú vizes oldatokban gyakorlatilag teljesen disszociáltak. Ezeknek az anyagoknak oldatát erős elektrolitoknak nevezzük.

Más anyagok /pl. a $HgCl_2$, az ecetsav, a hangyasav, citromsav stb/ viszont 0,01 $\frac{mol}{l}$ körüli koncentrációk mellett csak kevéssé disszociáltak. Ezen anyagokat tartalmazó elektrolitokat gyenge elektrolitoknak hívjuk. Pl. c = 0,01 $\frac{mol}{l}$

és t = 18 ^{o}C mellett KCl-re = 0,94, az ecetsavra viszont α = 0,04.

A disszociáció folyamatában egyrészt molekulák hasadnak fel ionokká /ionizáció/, másrészt a különböző előjelü ionok hőmozgásuk közben egymással is találkozva molekulákká egyesülnek /rekombináció/. Nyilvánvaló, hogy a disszociáció foka egy dinamikus egyensúlynak felel meg, melynél a disszociáció során elbomló molekulák és a rekombináció során keletkező molekulák száma egyenlő. A disszociációs egyensúly módot ad az α disszociációfok és a p molekulakoncentráció kapcsolatának kiszámítására.

Tegyük fel, hogy az oldat 1 cm^3-e az oldott anyagnak p számú molekuláját tartalmazza /p a molekula koncentráció/. Ha a disszociáció foka α , akkor az oldat 1 cm^3-e $\alpha \cdot p$ számú negatív és ugyanennyi pozitív iont tartalmaz. Ebben az esetben a nem disszociált molekulák száma 1 cm^3-ben p/1- α /. Az időegység alatt disszociált molekulák száma arányos a bomlásra képes molekulák, vagyis a nem disszociált molekulák számával. Jelöljük az arányossági tényezőt A-val, akkor az időegységenként disszociáló molekulák számát

$$A\ /1 - \alpha\ /p$$

alakban írhatjuk fel. A rekombinálódó molekulák száma mind a negatív, mind a pozitív ionok számával arányos, így az időegység alatt rekombinálódó molekulák számát a B

rekombinációs együttható bevezetésével

$$B / \alpha \cdot p/^2$$

kifejezés adja. A disszociációs egyensúly feltétele

$$A /1 - \alpha / = B / \alpha \cdot p/^2,$$

Innen

$$\frac{\alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{A}{B} \cdot \frac{1}{p}$$

Ez a kifejezés az Ostwald hígítási törvény. Mivel az A és B az oldószert és az oldott anyagot jellemző állandók, melyek ugyan hőmérsékletfüggők, de p-től nem függnek, azért $\frac{\alpha^2}{1 - \alpha}$ kifejezés fordítottan arányos p oldattömménységgel. Ha az oldat nagyon híg, vagyis p nullához tart, akkor α tart 1-hez, ami azt jelenti, hogy valamennyi molekula disszociál.

Az Ostwald-féle hígítási törvény gyenge elektrolitokra kitünően teljesül, erős elektrolitokra azonban nem érvényes. Tekintve, hogy a következőkben mi csak gyenge elektrolitokkal végzünk méréseket, az erős elektrolitok elméletét nem tárgyaljuk.

A disszociáció jelenségével kapcsolatban megjegyezzük még, hogy minden egyes iont az oldószermolekulákból álló, több molekularéteg vastagságú burok vesz körül. Ezt a burkot víz oldószer esetén "hidrátburok"-nak, más oldószer esetén "szolvatációs burok"-nak nevezzük. Ezt az oldószerburkot az ion mozgása közben magával viszi, tehát a burok csökkenti az ion mozgékonyságát. Az oldószerburok másrészt akadályozza a rekombinációt. Ez a körülmény

is hozzájárul ahhoz, hogy híg oldatok esetén gyakorlatilag valamennyi oldott molekula disszociált állapotban van. Ugyancsak a szolvatációs burok létrejötte a magyarázata annak a ténynek, hogy az elektrolizis alapján számított ionátmérők nagyobbak a másféle módon számítottaknál.

2. A következőkben a korpuszkuláris szemléletmód alapján levezetjük az elektrolitokra érvényes Ohm törvényt. A levezetést - az egyszerüség céljából - binér elektrolitra végezzük. /Binér az elektrolit, ha az oldott molekula az oldatban két ionra disszociál. Ilyen pl. a HCl vagy a $CuSO_4$./

Helyezzünk a binér elektrolitba két fémlap elektródát. Ha ezekre az elektródákra elegendően nagy feszültséget kapcsolunk, akkor a szolvatációs burokkal bíró ionok rendezett mozgását tapasztaljuk. /Az elegendően nagy feszültség itt azt jelenti, hogy $U \gg U_p$, vagyis az elektródákra kapcsolt U feszültség sokszorosan nagyobb az elektródákon bekövetkező anyagkiválás miatt fellépő U_p polarizációs feszültséghez képest./ A pozitív töltésü ion /kation/ a katód felé mozog v_+, a negatív töltésü ion /anion/ pedig az anód felé halad v_- sebességgel. Az áramsürüség tehát

$$j = q_+ n_+ v_+ + q_- n_- v_-,$$

ahol q_+, ill. q_- a pozitív, ill. negatív ion töltése, n_+ ill. n_- a pozitív, ill. negatív ionok koncentrációja. Az elektromos töltés megmaradásának elve alapján a pozitív

és negatív ionok algebrai töltésösszege zérust kell adjon, ezért

$$q_+ n_+ = q_- n_- = q n = \alpha q n_o ,$$

ahol n_o az oldott anyag molekuláinak koncentrációja az oldatban, $\alpha = \frac{n}{n_o}$ a disszociáció foka. A behozott jelölésekkel az áramsürüség

$$j = q n /v_+ = v_-/. \qquad /1/$$

A szolvatációs burokkal mozgó ionok rendezett mozgásának sebességét a következő meggondolás adja. Az ionra $F = qE$ mozgató erő hat. A mozgását $f = 6 \pi \cdot \eta \cdot rv$ Stokes féle erő akadályozza, amely erőkifejezésben r a szolvatált ion sugara, η pedig az oldószer belső surlódási együtthatója. A szolvatált ion mozgása egyenletes, ha

$$q E = 6 \pi \cdot \eta \cdot r v.$$

Ebből az ion sebessége

$$v = \frac{q E}{6 \pi \eta r},$$

és mozgékonysága

$$b = \frac{v}{E} = \frac{q}{6 \pi \cdot \eta \cdot r} . \qquad /2/$$

/1/ és /2/ kombinációjából

$$j = q n /b_+ + b_-/ E,$$

ahol $q n /b_+ + b_-/ = \sigma$, az elektrolit vezetőképessége.

Ha Ohm törvénye elektrolitokra is érvényes, úgy σ -nak az E térerősségtől függetlennek kell lennie. Kisérletek tanúsága szerint Ohm törvénye az elektrolitokra is igaz, következésképpen n-nek, az ionkoncentrációnak E-től függetlennek, az ionok sebességének pedig E-vel arányosnak kell lennie. Ohm törvénye elektrolitokra tehát e két utóbbi megállapítást tartalmazza.

Az elektrolitok vezetőképessége /2/ és $\alpha = \frac{n}{n_o}$ figyelembevételével:

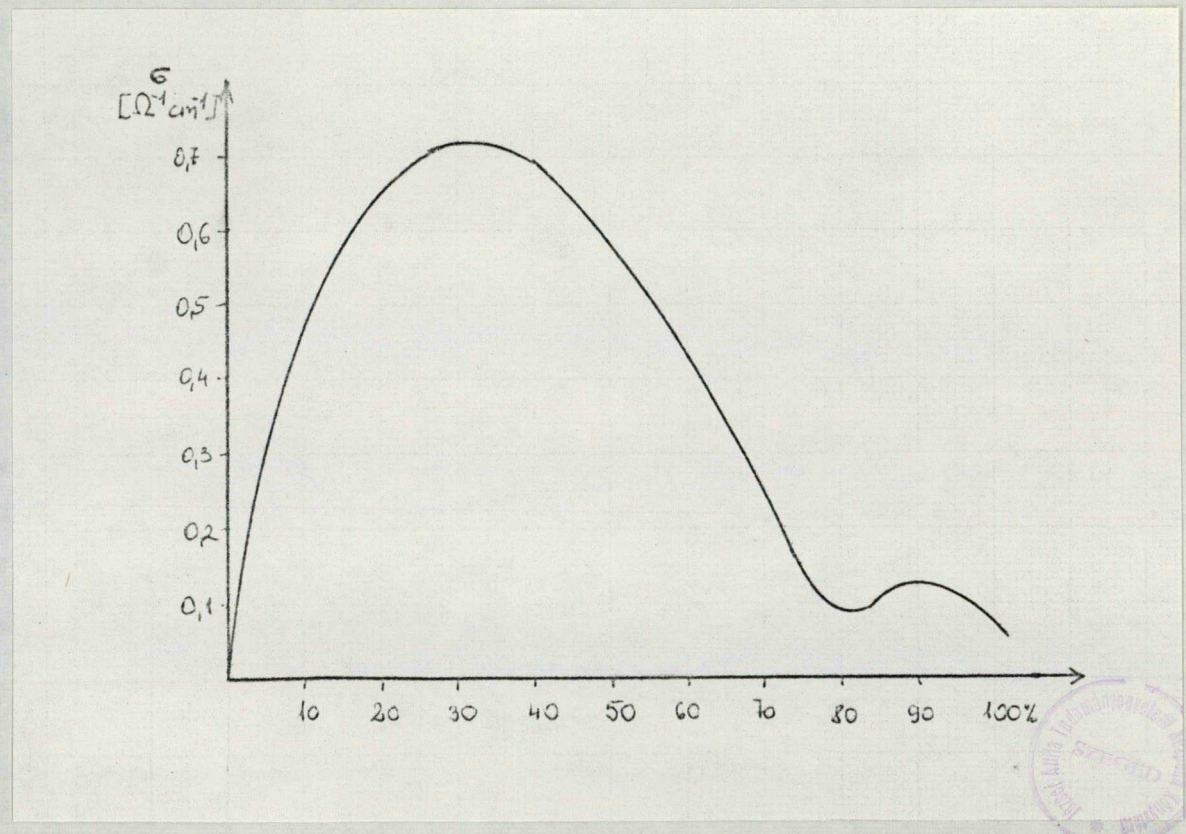
$$\sigma = q\, n\, /b_+ + b_-/ = \frac{\alpha\, q^2\, n_o}{6\,\pi\,\eta} \cdot \left[\frac{1}{r_+} + \frac{1}{r_-}\right]. \qquad /3/$$

σ értéke a legjobban vezető vizes oldatoknál is több nagyságrenddel kisebb, mint a fémeké: pl. 18^oC-on a 30 súlyszázalékos kénsavoldaté 0,74 $\Omega^{-1}cm^{-1}$, a rézé $5{,}9\ 10^5$ $\Omega^{-1}cm^{-1}$. Általában savak oldatainak van a legnagyobb vezetőképességük. Ez arra vezethető vissza, hogy a H-ion körüli szolvatációsburok sugara kb. $\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{10}$ - része más ionok szolvatációsburok sugarának, s így b_H a legnagyobb az ionmozgékonyságok között.

Az elektrolitok vezetőképessége a hőmérséklet növekedésével gyorsan növekszik. Ennek oka: a hőmérséklet növekedésével egyrészt növekszik a disszociáció foka, másrészt csökken az η belső surlódási együttható. /Ld a /3/-at./

3. A /3/ alatti elektrolit-vezetőképesség kifejezésében szerepel n, az ionkoncentráció, amely viszont az elektrolit koncentrációjával kapcsolatos. A vezetőképesség tehát függ az elektrolit koncentrációjától. Kimutatták, hogy gyenge elektrolitok esetén a vezetőképességnek a koncentrációval való változása a disszociációfok változására vezethető vissza. Erős elektroliteknél, amelyekben nagy töménység esetén is gyakorlatilag teljes a disszociáció / $\alpha \approx 1$/, a b_+ és b_- ionmozgékonyságok változása okozza a vezetőképesség koncentrációtól való függését. Ezeknek a kérdéseknek részleteibe azonban nem bocsátkozunk.

A vezetőképesség /ellenállás/ koncentráció függésére az 1. ábra a kénsav vizes oldatának fajlagos vezetőképességét / σ / tünteti fel a súlyszázalékban kifejezett koncentráció /c_s/ függvényében.



1. ábra

Amint látható σ a kis koncentrációknál c_s-el közel arányosan nő, $c_s \approx 30$ %-nál maximumot ér el és $c_s = 100$ %-nál gyakorlatilag zérussá válik. Hasonló görbék nyerhetők más elektrolitoknál is.

B./ A mérés megbeszélése, utasítások, feladatok

A tanulók előismeretei: az elektrolit és a disszociáció fogalma, az oldatokban ionok mozgása adja az elektromos áramot, az elektrolitban az áram az elektrolit koncentrációjával változik, az ellenállás fogalma.

1. A tanulók előismereteinek átismétlése és összefoglalása. Ennek kapcsán rámutatunk, hogy a vezető ellenállásának /R/ reciprokát a vezető vezetőképességének /S/ nevezzük. Nyilván

$$S = \frac{1}{R} = \frac{I}{U} \qquad \dim S = \frac{1}{\Omega}$$

2. Utalás a kémia-oktatás keretében látott azon kisérletre, amelyben a sózott desztillált vizet átfolyó áram erőssége változott, ha a sóoldat koncentrációját változtattuk. Célkitüzés: pontosabban megvizsgáljuk, hogyan változik az oldatok vezetőképessége /ellenállása/ a koncentráció változásával.

3. Az oldatok koncentrációját súlyszázalékban adjuk meg. A súlyszázalék megmutatja, hogy 100 g oldószerben hány g szilárd anyagot oldottunk fel.

Ha az oldószer tömege nem 100 g, hanem N g, akkor m %-os koncentrációjú oldat előállításához nyilván annyiszor m g szilárd halmazállapotú anyag kell, ahányszor N nagyobb, mint 100 g. Vagyis a szükséges szilárd anyag tömege g-okban

$$n = \frac{N}{100}\, m.$$

Méréseinkhez először nagy koncentrációjú oldatot készítünk, mert oldószer hozzáadásával ebből tetszésszerinti koncentrációjú hígabb oldatot állíthatunk elő. Az ehhez szükséges számításokat a tanulók a matematika és kémia tantárgy keretében elsajátították. A számítás sémáját a következő példán szemléltetem.

Valamilyen anyag 10 ml 95 %-os vizes oldatához mennyi vizet kell öntenünk, hogy a kapott oldat 45 %-os legyen?

	kiindulási oldat	hozzáadandó víz	új oldat
mennyiség	10ml = 10g	x ml = xg	/x+10/ml/=/x+10/g
koncentráció	95 %	0 %	45 %
oldott anyag mennyisége	$\frac{10 \cdot 95}{100}$	0	$\frac{/x + 10/\ 45}{100}$

Mivel az oldott anyag mennyisége a hígításnál nem változott, azért

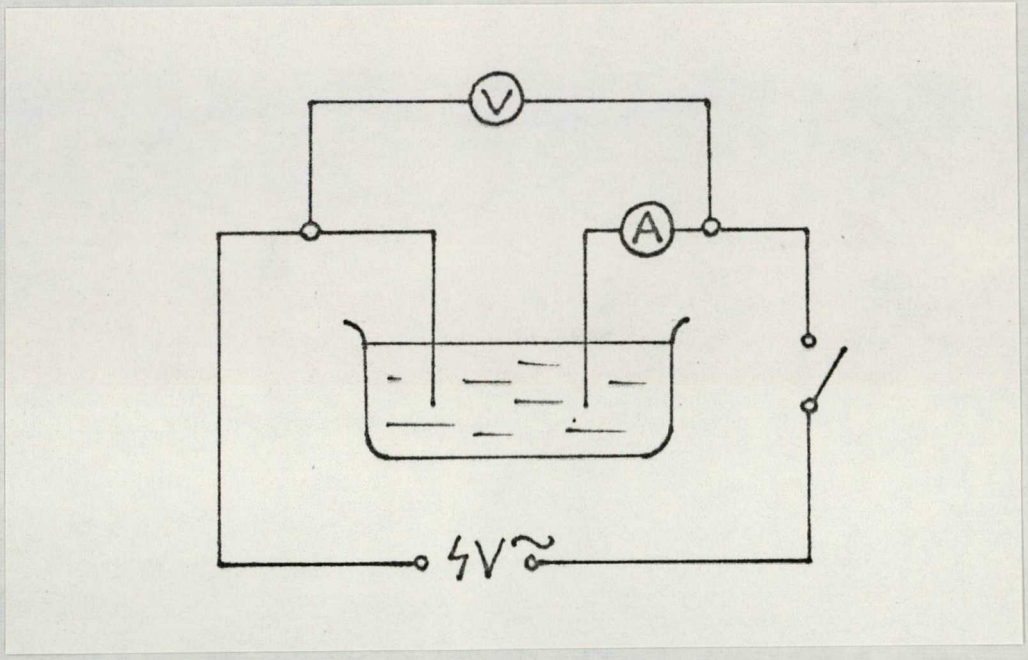
$$\frac{10 \cdot 95}{100} = \frac{/x + 10/\ 45}{100},$$

és ebből

$$x = 20{,}1 \text{ g } /=20{,}1 \text{ ml}/.$$

Itt jegyezzük meg, hogy az oldószer a mi kísérleteinkben mindig desztillált víz.

4. Az elektrolit-oldat vezetőképesség méréséhez a következő kapcsolást használtuk:



A méréshez használt E /vezetőképességi/ edényt szakköri foglalkozáson készítettük. Müanyag füszertartó edénybe zsebtelepből kiszerelt szénrudakat erősítettünk; az elektródok elrendezése valamennyi mérésnél azonos volt.

A mérést az elektrovariáról "levett" 4 V-os váltakozó feszültséggel végezzük. A körben folyó váltakozó áram az elektródákon való anyagkiválást, s így az E sarkain

levő kapocsfeszültség ellen dolgozó polarizációs feszültség kialakulását megakadályozza.

Méréskor ügyelnünk kell arra, hogy az elektrolitok hőmérséklete közel azonos legyen.

5. Mérési feladatok

1. feladat. Meghatározandó a 2,5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60 %-os ecetsav vezetőképessége. Készítsük el a koncentráció-vezetőképesség grafikont. A grafikon pontjait mérés közben rajzoljuk be egy megfelelő léptékü koordináta-rendszerbe. Igy az esetleges müszerleolvasási, vagy számítási hibák azonnal kiugranak és menetközben korrigálhatók.

2. feladat. Ismételjük meg az 1. feladatot, ha az elektrolit citromsav-oldat.

3. feladat. Az 1. feladat megismétlése kálium-nitrát-oldattal.

4. feladat. Az 1; 2; 3. feladat grafikonjai alapján mit mondhatunk az elektrolitok vezetőképességének, illetve ellenállásának koncentrációfüggéséről?

C./ Mérési eredmények

A méréshez az UNI 7 típusú mérőmüszert használtuk. Az 1. feladatnál az ecetsav oldatokat 95 %-os ecetsav hígításával állítottuk össze.

A 2. és 3. feladatnál gyógyszertárban beszerezhető citromsavat és az általános iskolai kémiaszertárakban

megtalálható káliumnitrátot használtunk, mert ezek oldhatósága megfelelő. A kisérletet nem lehet pl. konyhasóoldattal elvégezni, mert a sóból 20°C-os hőmérsékleten csak 36 %-os oldat készíthető.

A káliumnitrát esetében a nagyobb töménységü oldatok előállításához a vizet melegíteni kellett. Mivel szobahőmérsékleten a töményebb oldatokból a káliumnitrát kikristályosodik, ezért ennél a mérésnél az oldatokat közel 50°C-ra melegítettük fel.

A 2. és 3. feladatoknál a töménységek a következők voltak: 2,5; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60 %.

1. feladat

Ecetsav vezetőképessége

Koncentr. /%/	2,5	5	10	15	20	30
I /mA/	21,8	28,2	35,4	36,8	37,4	34,2
S /10^{-3}. $\frac{1}{\Omega}$/	5,45	7,05	8,85	9,2	9,35	8,55

35	40	45	50	60
31	25,8	24,4	19,2	10,4
7,75	6,45	6,1	4,8	2,6

2. feladat

Citromsav vezetőképessége

Koncentr. /%/	2,5	5	10	15	20	25
I /A/	0,07	0,1	0,13	0,155	0,165	0,175
S $/\frac{1}{\Omega}/$	0,0175	0,025	0,0325	0,038	0,041	0,044

30	40	50	60
0,18	0,17	0,14	0,11
0,045	0,042	0,035	0,0275

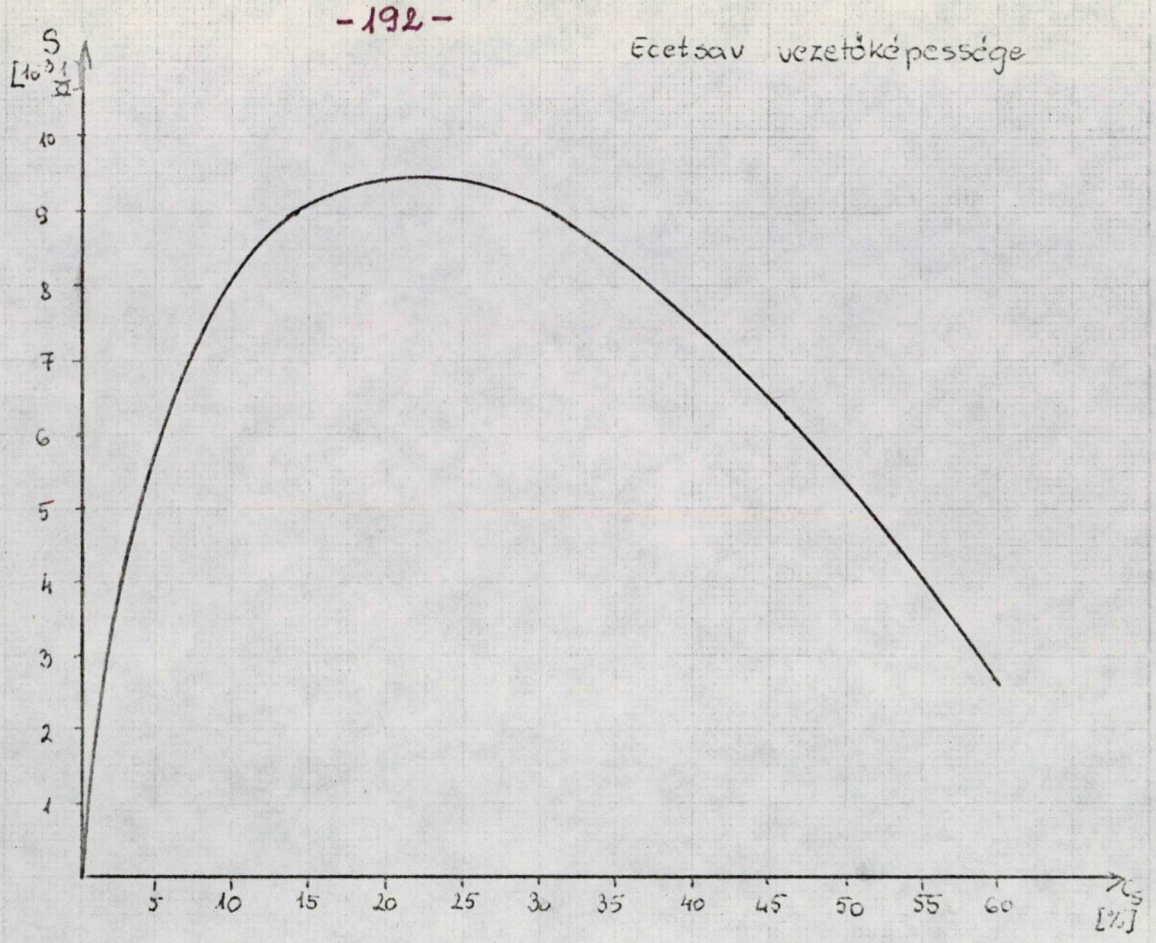
3. feladat

Káliumnitrát vezetőképessége

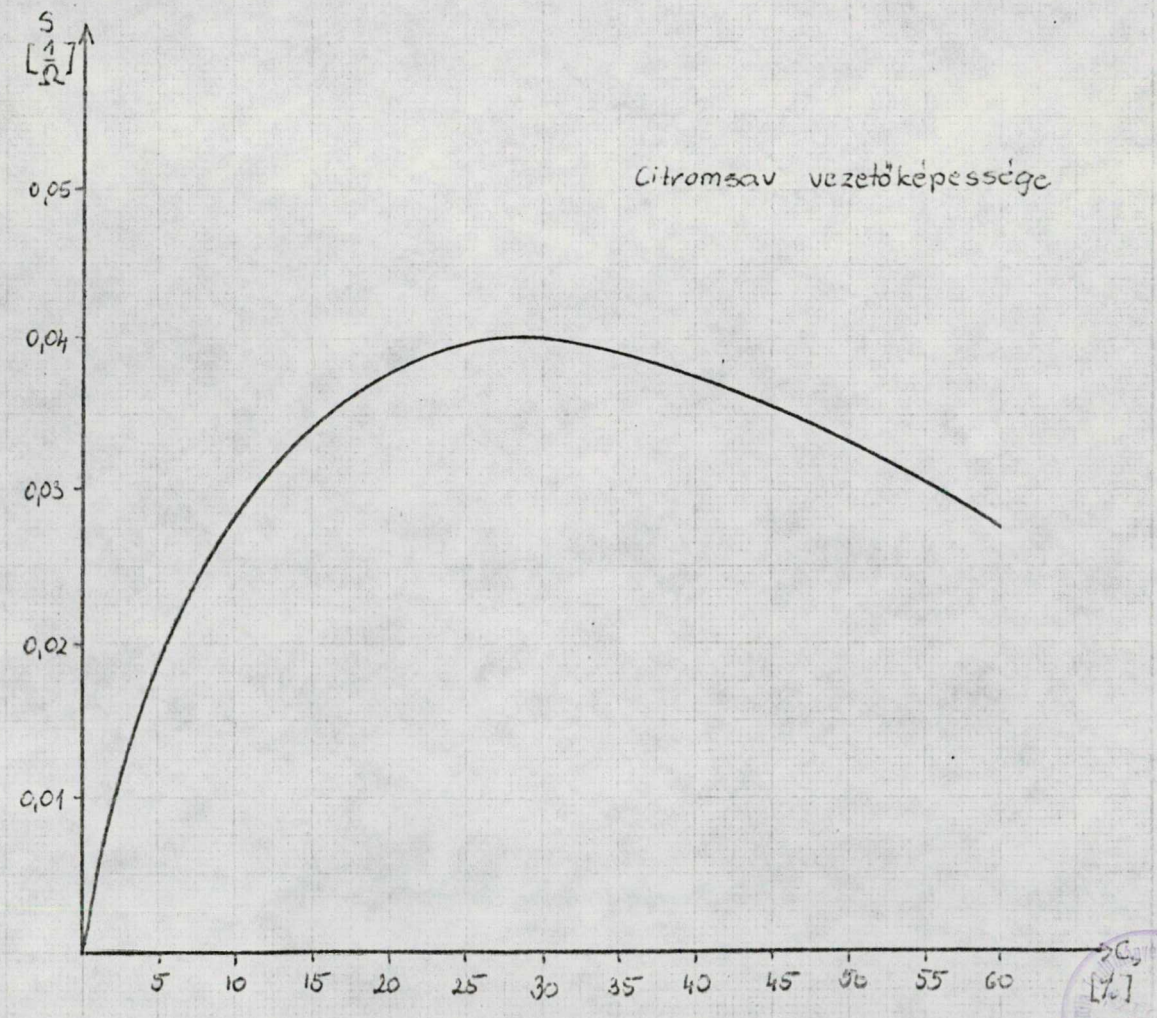
Koncentr. /%/	2,5	5	10	15	20	25
I /A/	0,5	1,1	1,9	2,45	2,85	3
S $/\frac{1}{\Omega}/$	0125	0,275	0,475	0,6125	0,7125	0,75

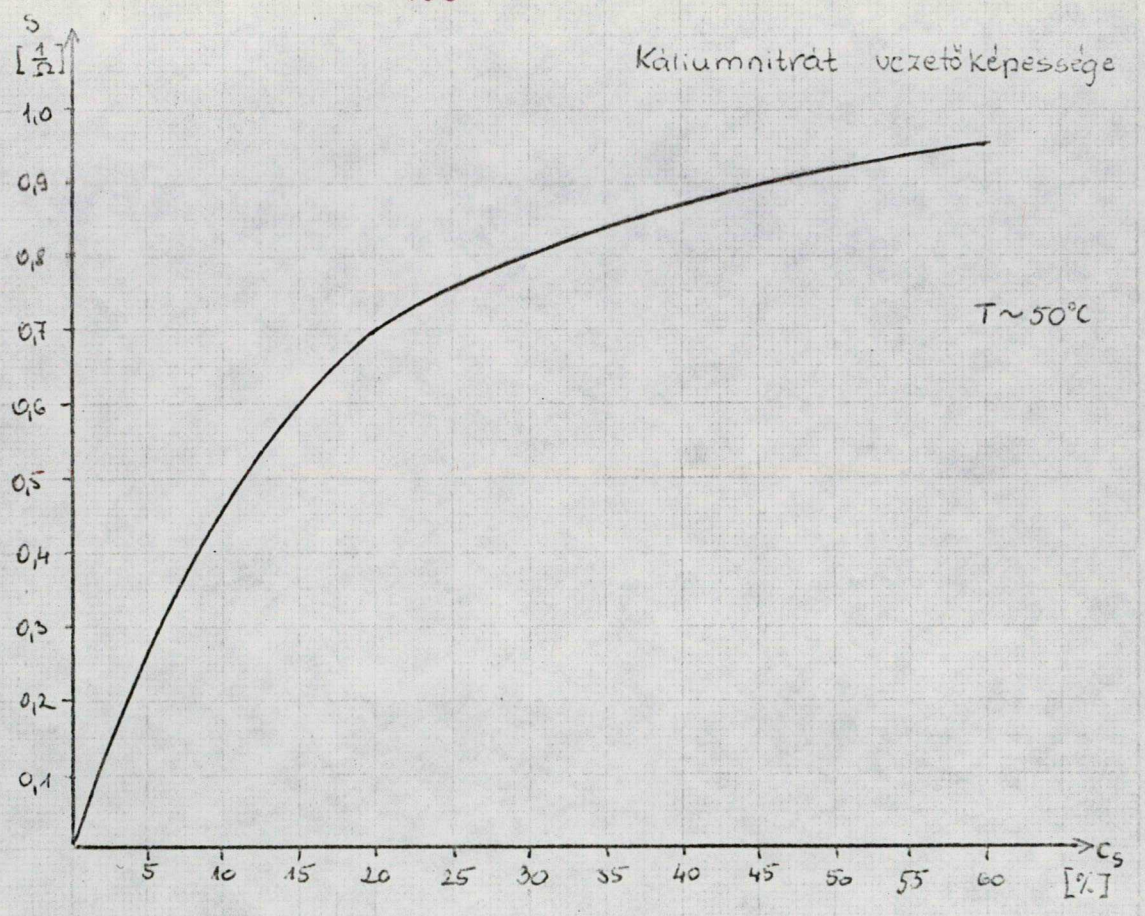
30	40	50	60
3,2	3,5	3,75	3,85
0,8	0,875	0,93	0,9625

Ecetsav vezetőképessége



Citromsav vezetőképessége





Káliumnitrát vezető képessége

V. UTÓSZÓ

A disszertáció kéziratának befejezése után 1984. szeptember 5-én a Népszabadságban egy cikk jelent meg a szakkörökkel kapcsolatosan. Ezt a cikket - mivel dolgozatom témájával összevág és érzésem szerint megállapításaimat alátámasztja - szószerint idézem.

"Cél: a képességek sokoldalú fejlesztése

SZABÁLYOZTÁK AZ ÁLTALÁNOS ISKOLAI SZAKKÖRÖK SZERVEZÉSÉT ÉS MÜKÖDÉSÉT.

A most induló tanévtől a müvelődési miniszter új utasításban szabályozta az általános iskolai szakkörök szervezését, müködését.

A Müvelődési Minisztérium és a Magyar Uttörők Szövetsége Országos Tanácsa felkérésére az Országos Pedagógiai Intézet megvizsgálta az általános iskolai nevelés formáit, közöttük a szakkörök tevékenységét. A vizsgálat tapasztalatai szerint az általános iskolákban a nevelő munkának ma - a napköziotthon mellett - egyik legfontosabb színtere a szakköri tevékenység, amely több százezer tanulónak nyújt hasznos elfoglaltságot. Ugyanakkor a szakkör - mint az úttörőcsapat és az általános iskola együttmüködésének egyik közös szervezeti formája - sok ellentmondás hordozója is.

Az OPI vizsgálatába bevont gyakorló pedagógusok és az elméleti kutatók egybehangzó véleménye szerint a szakkörök

személyi és anyagi feltételeinek hiányosságai vezettek oda, hogy ma a szakköri nevelőmunka színvonala elmarad az igényektől.

Az új tanévtől kezdve a müvelődési miniszter az általános iskolák feladatává teszi a szakkörök szervezését, müködtetését. Igy megszünik a szakköröknek az úttörőszövetséggel való közös irányítása. A jövőben a szakköri nevelés ráépül a tanórán végzett oktatás-képzés-nevelés folyamatára, elmélyíti és kiegészíti azt.

A szakköri tevékenység feladataiban meghatározóvá válik a tanulók képességfejlesztése, tehetséggondozása. Lehetőség nyílik az általános iskolai költségvetésen belül úgynevezett szakköri keret képzésére, amely e tevékenységforma személyi és tárgyi feltételeinek biztosítását, müködési költségeinek fedezését, valamint a kiemelkedő teljesítményt nyújtó szakkörök, tanulók, illetve foglalkozásvezetők jutalmazására használható fel. Szakköri keret képzése nem kötelező, de az oktatásügy irányítói remélik, hogy jelentőségét sok általános iskolában felismerik.

Kölcsönösen erősítheti egymást a szakköri mozgalom és az iskolaszövetkezet is. Ugyanis a termelőüzemek és az iskolaszövetkezetek is támogathatják a szakköröket, maguk is segíthetik szervezésüket, fenntartásukat. Az ezekben részt vevők viszont vállalkozhatnak olyan termelőtevékenységre, amelyre a termelőüzemek, az iskolaszövetkezetek teremtenek megfelelő alkalmat. Mindez lehetővé teszi, hogy a

szakkörök segítsék a mai iskola egyoldalúan intellektuális hatásának feloldását, a tanulók képességeinek sokoldalú fejlesztését, s ez pozitívan hathat vissza a tanulásra is. /MTI/"

- . - . - . -

Végezetül köszönetet mondok dr. Dombi József egyetemi docensnek, aki munkám elkészítésében hasznos tanácsokkal látott el, valamint Nyilas Dezső minisztériumi főelőadónak, aki számos dokumentumot bocsátott rendelkezésemre.

I R O D A L O M J E G Y Z É K

1. Csekő Árpád: Utmutató a középiskolák fizikai szakkörei számára. Bp. 1951. Tankönyvkiadó

2. Timár Kálmán: Az önképzőkör mai feladatai. Kalocsa 1937.

3. Pék-Timár: A szakköri munka kérdései az úttörőmozgalomban. 1969. Bp. Ifjúsági Lapkiadó Vállalat

4. Zátonyi Sándor: Kis elektrotechnikus. Bp. 1979. Tankönyvkiadó

5. Uttörők a szakkörökben. Szakkörök és szakpróbák Békés megyében. Ifjúsági Lapkiadó Vállalat 1981.

6. Magassy László: A szakkörök tevékenysége és fejlődése az általános iskolában. Tanulmányok az általános iskolai oktató-nevelő munka köréből 1970.

7. Gergely Lajos: Az eszközkészítő szakkörök vezetésének néhány problémája. Módszertani dolgozatok 1962.

8. Utmutató az úttörő szakkörök vezetői részére. Ifjúsági Lapkiadó Vállalat 1964.

9. Szemelvények az általános iskolai szakkörök önképzőköri keretben történő müködtetésével kapcsolatos kisérletek eddigi tapasztalatairól. Bp. 1959. Felsőoktatási Jegyzetellátó

10. Szántó Lajos: Általános iskolai szakköri füzet fizikából. Csongrád megyei Müvelődési Szemle 1973.

11. Vince-Szabó: Utmutató az általános iskolai fizikai szakkörök számára. Bp. 1952. Tankönyvkiadó

12. Utmutató az általános gimnáziumi fizikai gyakorlatok vezetéséhez. /Szerk. Makai Lajos/ Tankönyvkiadó

13. Eperjessy Gézáné dr: Mire jó az egésznapos nevelés? Bp. Tankönyvkiadó 1981.

14. Dr. Veidner János: A fizikai tanítása. Bp. Tankönyvkiadó 1976.

15. Dr. Makai Lajos: A fizika tanítása. Bp. Tankönyvkiadó 1959.

16. Utmutató az általános és kisegítő iskolákban folyó egésznapos foglalkoztatás igazgatói irányításához. OPI 1983.

17. Klubnapközi az általános iskola felső tagozatán. FPI 1983.

18. Dr. Budó Ágoston: Kisérleti fizika I-II-III. Tankönyvkiadó

19. Fizika 6-7-8. általános iskolai tankönyvek

20. Fizika Tanítása folyóirat 1980/5, 1981/4, 1976/4.

21. Módszertani közlemények folyóirat 1974/4, 5. 1975/1.