A
MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG
ÉRTESÍTŐJE
1966

FŐSZERKESZTŐ: TIGYI JÓZSEF
SZERKESZTŐ: HORVÁTH IMRE

MÁSODIK FÜZET

A
MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG
ÉRTESÍTŐJE
1966

FŐSZERKESZTŐ: TIGYI JÓZSEF
SZERKESZTŐ: HORVÁTH IMRE

MÁSODIK FÜZET

Ezen Értesítő kiadását a Magyar Biofizikai Társaság Elnöksége 1965. szept. 22-i ülésén határozta el.

Technikai szerkesztők:

Dr. Kutas László

Dr. Varga Józsefné Mányi Piroska

BEVEZETÉS

A második lustrum kezdetén bocsátjuk útjára második értesítőnket, amely a Magyar Biofizikai Társaság 3 éves (1963—1966) tevékenységéről ad képet itthoni és külföldi érdeklődők számára. Bármilyen vaskos is egy beszámoló, nem pótolhatja hosszú szöveg a tényleges tetteket és eredményeket, amelyekre vonatkozólag Társaságunk Tagsága ill. a Tisztelt Olvasó maga kell megalkossa véleményét pozitív és negatív irányban is. Tény, hogy Társaságunk beágyazódott a magyar és külföldi tudományos életbe és tény, hogy megközelítően sem eléggé! Szerepet játszhat ebben alulírott, akinek mozgékonyságát talán a helyeset meghaladó módon csökkenti egyrészt a nemzetközileg elharapódzott személyi történés látása, másrészt a tanakodás azon, végül ki fog experimentálisan dolgozni a kongresszusok, szimpozionok, konferenciák, az utazgatás, előadás, folyóirat- és könyvszerkesztés nemzetközileg állandóan fokozódó áradatában.

Alighanem helyes gyakorlattá válik, hogy értesítőnk a vezetőség-választó közgyűlés előtt kerül tagjaink kezébe, módot adva tájékozottságon alapuló kritikára és állásfoglalásra.

ERNST JENŐ,
a Magyar Biofizikai Társaság
elnöke.

A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG MŰKÖDÉSE

1963 aug.—1966 márc.

A Magyar Biofizikai Társaság tevékenységét az elmúlt időszakban a szervezeti megszilárdulás, a Társaság erőinek alapos felmérése, az erőknek a legfontosabb kutatási területekre való mozgósítása jellemezte. Az Egerben tartott 2. közgyűlés újra megválasztotta az alakulás óta funkcionáló elnökséget.

Mindjárt Egerben a Társaság 2. közgyűlésével kapcsolatosan két munkaértekezletet tartottunk: Az információelmélet biológiai alkalmazásáról ill. a Sugárbiológiai hazai helyzetéről Ernst ill. Sztanyik tagtársak bevezető referátuma alapján (l. 26. és 29. old.) Mindkét munkaértekezlet alapos áttekintést nyújtott a hazai helyzetről, megvitatta a legfontosabb teendőket és a továbbiakban alapot szolgáltatott a fejlesztés irányaira vonatkozóan. Az információelméleti munkaértekezlet az alapkérdések tisztázására kilátásba helyezett egy szélesebbkörű ankétot, mely 1963-ban Budapesten le is zajlott.

Ugyancsak Egerben mutatta be a BOTE Orvosfizikai Intézete biofizikai jellegű munkásságát. Tarján tagtárs bevezető előadása után az intézet tagjai kiselőadásokban számoltak be az intézet eredményeiről (32. old.).

Az egri munkaértekezlet határozata alapján 1963. november 21-én Budapesten rendeztük meg az ankétot „Az információelmélet hazai helyzete a biológiában" címmel. Ernst tagtárs bevezetője után (45. old.) a vitában számos alapvető kérdés merült fel. A vitát úgy foglalhatjuk össze, hogy nyilvánvalóvá vált: sok esetben még a definíciók kérdésében sem alakult ki egységes felfogás és igen elmélyült és rendszeres munkára van szükség ahhoz, hogy biológiai problémákat sikerrel közelítsünk meg az információelmélet felhasználásával.

Igen alaposan megtárgyalta a tagság a biofizika oktatásának kérdését az 1964. márc. 20-án Budapesten, Szigeti György és Tóth Lajos tagtársak elnökletével tartott munkaértekezleten. Ernst tagtárs bevezetője után Tarján, Frenyó, Várterész és Lakatos tagtársak referátumait hallgatta meg a tagság, majd több órás, igen termékeny vitában (19 hozzászólás) fejtették ki a Társaság tagjai véleményüket, javaslataikat a hazai biofizika ezen legfontosabb kérdését illetően. A felvett gyorsírási jegyzőkönyv a referátumokkal együtt — kétségtelenül — igen értékes gyűjteménye a biofizika-oktatással kapcsolatos gondolatoknak és széles alapot szolgáltat minden illetékes számára a biofizikai oktatás további jobb megszervezésében. (l. 48. old.).

1964. aug. 26—28-án tartottuk az Országos Frédéric Joliot-Curie Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Intézetben *Várterész* tagtárs elnöklete alatt Társaságunk 3. vándorgyűlését. Szerénytelenség nélkül állapíthatjuk meg, hogy ez a mintaszerűen előkészített és lebonyolított vándorgyűlés volt eddig a hazai

biofizika legszélesebbkörű és legimpozánsabb seregszemléje. A bevezető előadás (75. old.) mellett 50 kiselőadásban adtak számot kutatóink az elért legújabb eredményeikről (89. old.). A kiselőadások egyébként hű keresztmetszetét tükrözik a magyar biofizikai kutatásnak, világosan kidomborodik a programból az a néhány fő kutatási témakör, mely a jövőben is magvát képezheti erőink koncentrálásának.

A veszprémi szakmai összejövetelt (1965. aug. 23—26) az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal együtt rendezte Társaságunk *Baumann* tagtárs elnöklete alatt. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat a 2. bevezető előadásra Társaságunk elnökét kérte fel. Ernst tagtárs „Az elektronbiológia felé" címen tartotta meg előadását (l. 109. lap). Továbbá Sztanyik tagtárs rendezésében 3 radiobiofizikai előadás hangzott el:

1. Tarján Imre: Ionizáló sugárzások által kristályos szilárd testekben kiváltott folyamatok (old.).
2. Dobó János: Az ionizáló sugárzás hatása szintetikus polimerekre.
3. Antoni Ferenc: Az ionizáló sugárzás hatása biopolimerekre.

Ugyancsak itt hangzott el Baumann Miklós: Koordinációs mechanizmusok biofizikája szövettenyészetekben c. előadása részletes vitával.

Megjegyzendő, hogy ezen előadásokon a Fizikai Társulat tagsága jelentős számmal vett részt.

1966. márc 28-án megrendeztük régóta tervezett klubestjeink sorozatának első estéjét. Az amerikai biofizikáról szóló élménybeszámoló (141. old.) után a májusi vándorgyűlés és a 2. Nemzetközi Biofizikai kongresszusra való utazás szervezésének részleteit tárgyaltuk meg a tagsággal. Változatlanul az a véleményünk, hogy a Társaság tagságának szorosabb együttműködése, a szervezettségben rejlő erő felhasználhatósága céljából a klubestek tartását rendszeresebbé kellene tenni. Felmerült az a formai megoldás, hogy egyes előtérben álló és a fejlődés szempontjából fontos problémakörökből tanfolyamszerűen tartsunk előadássorozatot.

A negyedévenként tartott elnökségi ülés rendszeresen foglalkozott a folyó ügyek megtárgyalása mellett a biofizika elvi kérdéseivel. Pl. a hazai biofizikai kutatás metodikai és műszerezettségi elmaradottsága, utánpótlásképzés stb. Megvitatta pl. Tarján tagtárs: „Fizika orvosok és biológusok számára" c. könyvét és elismerését fejezte ki stb.

A biofizikus utánpótlás képzés: Nem kis mértékben a Társaság kezdeményezése és szorgalmazása nyomán megindult ismét a szakbiológus képzés, melynek keretében lehetőség van arra, hogy fiatal kutatójelöltek biofizikus diplomát szerezhessenek. Az ilyen jellegű szak a Budapesti Eötvös Loránd Egyetemen 1963 szeptemberében, a Szegedi József Attila Tudományegyetemen 1964 szeptemberében indult meg. Igen jelentős lépésként kell üdvözölnünk ezt a lehetőséget, azonban nem hallgathatjuk el azon véleményünket, mely szerint a képzés tematikájában még mindig túlzott hangsúlyt kapnak a leíró jellegű morfológiai és systematikai tárgyak az alaptudományok és a kísérleti jellegű collegiumok rovására. Felfogásunk szerint — a biofizikai tudomány jelenlegi állásának ismeretében — ilyen tematika és oktatási rendszer mellett körülményes olyan biofizikusok kitermelése, akik a nemzetközi színvonalnak megfelelően képesek művelni tudományukat. Mindezek miatt az említett két szak megszervezését csak alkalmas keretnek tekinthetjük a biofizikus kutató utánpótlás képzésben és felvetjük a megfelelő modern tematika mielőbbi kialakításának szükségességét.

Felmerült már több alkalommal a fizikus-hallgatók biofizikai területre való irányításának lehetősége.

Ezen a területen első lépésként a megfelelő speciálkollégiumok szervezése látszik az egyik legfontosabb kérdésnek. Ilyen kollégiumok keretében lehetne felhívni a fizikus-hallgatók figyelmét a biofizikai problémákra. Sajnálatos módon ez irányban nem sok pozitív lépés történt és ezért fizikus végzettségűek biofizikai munkaterületre térése csak szórványosan fordul elő.

A magasabb tudományos képzést illetően a Tudományos Minősítő Bizottság rendszeresen foglalkozik biofizikus aspiránsok felvételével. Jelen ismereteink szerint két biofizikus aspiráns van és 1966. szept.-től kezdve még egy további felvétele történt meg. Kívánatos lenne ezen a területen is szélesebb körű irányító tevékenység kifejtése.

Kapcsolataink hazai társadalmi és hivatali szervekkel: Az MBT közvetlen felügyeleti szerve az MTA Biológiai Osztálya, ennek tanácsadó szerve az MTA Biofizikai Bizottsága igen szoros kapcsolatban dolgozik a Társaság elnökségével. Az MTA Biofizikai Bizottság tagjai rendszeresen meghívót kapnak és részt vesznek az elnökségi üléseken, továbbá az Elnökség számos tagja egyben a Bizottság tagja is. Ily módon a kapcsolat jó és az Elnökség javaslatai, tervei, problémái rövid úton kerülnek a Biológiai Osztály elé. A Biol. Oszt. Szaktitkárságának képviselete az elnökségi üléseken ezt a kapcsolatot még operatívabbá teszi.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal való kapcsolatunk változatlanul jó és gyümölcsöző. Az együtt tartott rendezvények, mint pl. Egerben és Veszprémben, jelentős segítséget jelentenek a biofizikusok szemléletének alakulásában, de talán a fizikusok is merítenek hasznos szempontokat Társaságunk előadásaiból. A magyar fizikusoknak a biofizika iránti érdeklődését bizonyítja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat vezetősége által 1966 tavaszán rendezett biofizikai előadássorozat váratlan sikere. A 6 előadásból álló sorozat (Hoffmann T., Tarján I.—Rontó Gy., Ladik J., Tigyi J., Sántha A., Nagy J.) minden előadását zsúfolt terem és az előadások utáni élénk vita jellemezte. Beszédes bizonyítéka ez a megnyilvánuló egészséges érdeklődésnek.

Kialakult kapcsolatunk a Magyar Biokémiai Társasággal és a Magyar Élettani Társasággal is. Javaslatunkra, 1967-ben Társaságunk a Magyar Élettani és a Magyar Biokémiai Társasággal együttes vándorgyűlést tart. Elsősorban azért, hogy a kísérletes orvostudomány, agrártudomány és biológia néhány kérdésében a különvált disciplinák részeredményeit is syntesisben vitathassuk meg.

A 3. vándorgyűlés vitája alapján az elnökség úgy határozott, hogy a kvantitatív szemléletnek az oktatásban előtérbe állítása ügyében megkeressük a Művelődésügyi Minisztériumot. A javaslatot a Minisztérium helyeslően fogadta.

A Társaság költségvetéséből korlátolt számban belföldi ösztöndíjat juttatunk tagjainknak, ennek révén jó kapcsolat alakult ki számos hazai kutatóintézettel, pl. KFKI, TAKI, MŰFI, KSzKL-lel.

Nemzetközi kapcsolatok: Az elmúlt évek során a tudományok fejlődésében a fejlődés ütemét tekintve a biofizika igen előkelő helyet foglal el. Világszerte egymás után alakulnak a nagy biofizikai kutató centrumok, nem egy helyen több száz kutatóval és igen jelentős anyagi ráfordítással. Ezen igen erőteljes, forradalmi jellegű fejlődésnek számos oka van, de ezen okok közül egyik legjelentősebb az a felismerés, hogy a biológia problémáit nem lehet megoldani az egzakt tudományok alapos elsajátítása és az élő rendszerekre való adaequat alkalmazása nélkül. A tudományszak erőteljes fejlődése következményeként

egymás után alakulnak meg ill. válnak önállóvá a biofizikai társaságok a fejlett és a fejlődő országokban egyaránt. Mint ismeretes, a Nemzetközi Biofizikai Organizáció 1961 augusztusában alakult meg — fél évvel a Magyar Biofizikai Társaság megalakulása után — Stockholmban. Ez egyben azt is bizonyítja, hogy jó ütemben ismertük fel a helyzetet és nem vagyunk szervezeti téren elmaradva a nemzetközi élvonaltól. A magyar biofizikusok szerepeltek a nemzetközi organizáció megalakításánál is, ennek megnyilvánulása, hogy 1964-ben Párizsban az IOPAB 2. közgyűlésén Társaságunk elnökét, Ernst Jenőt, titkos szavazással a Council tagjává választották. 1965-ben az IOPAB Radiation Biophysics Commission tagjává választották alulírottat, a Társaság 1. titkárát. Az IOPAB ez év szeptember 5—9-ig Bécsben tartja a 2. Nemzetközi Biofizikai kongresszust. Társaságunk vezetősége 3 tagú bizottságot küldött ki (Guba F., Hoffman T., Tigyi J.), melynek feladata, hogy minél nagyobb számban tegye lehetővé a tagságnak a kongresszuson való részvételt. E helyen is köszönetet kell mondani az Egészségügyi Minisztérium, a Művelődési Minisztérium és az MTA Biológiai Osztály vezetőségének a részvételi díjak megadásával juttatott segítségéért.

Nemzetközi kapcsolataink másik vonala az International Organization for Medical Physics-hoz fűződik. Ernst tagtárs ezen nemzetközi szervezet megalakításában is résztvett, és az első titkár alapítás óta tagja az organizáció vezetőségének. Társaságunk vezetősége Orvosfizikai Szekciót hozott létre, ennek 4 tagú intézőbizottsága, alulírott, mint ügyvezető kezdeményezésére az elmúlt három évben egyszer ült össze és a hivatalos ügyek megtárgyalásán kívül elsősorban az orvosi fizika oktatásának kérdését vitatta meg. Az IOMP 1965. szeptemberében Harrogate (Anglia) tartotta első nemzetközi kongresszusát és második közgyűlését. Ezen a közgyűlésen fogadták el hazánk felvételét az IOMP-be. Jelenleg az egész szervezetnek összesen 9 ország a hivatalos tagja. Az itt megválasztott új vezetőségnek ismét tagja lett Társaságunk első titkára.

Hosszas előkészítő és felmérő munka alapján megalakult Társaságunk Foto- és Radiobiológiai szakosztálya (intézőbizottsági tagok: Faludi B., Sztanyik L. és Tigyi J.), mely elsősorban arra van hivatva, hogy a hasonló nemzetközi szervezettel tartsa a kapcsolatot.

Szervezeti kérdések: Az elmúlt időszakban a Társaság elnöksége összeszokott együttesként vitte az ügyeket. Megfelelő rendszerességgel általában negyedévenként ült össze a felgyülemlett problémák megbeszélésére.

Gondot fordítottunk a tagság minél alaposabb informálására, ezért az utóbbi időben köriratban is tájékoztattuk a tagságot az elnökséget foglalkoztató legfontosabb kérdésekről.

A taglétszámot illetően inkább a sorok rendezésére, mint számszerű növelésre törekedtünk. Az alapítótagok közül is az Elnökség egyhangú határozatával töröltük azokat, akiknek 3 évnél nagyobb tagdíjhátralékuk volt, s ismételt kérésre sem tagdíjat, sem választ nem küldtek. Az elhalálozásokkal együtt így az alapító tagok száma 111-ről 91-re csökkent. Az újonnan belépőkkel együtt 1966 májusában Társaságunk taglétszáma *124.*

Kezdeti lépések történtek a biometeorológia felkarolására és megszervezésére.

Publikálási lehetőségek: A hazai biofizikai kutatás eredményeit igen nehéz volt áttekinteni, mert nem volt megfelelő színvonalú szakfolyóirat a publikálásra. Már a 2. közgyűlésen is kihangsúlyoztuk egy idegen nyelvű akadémiai biofizikai folyóirat megjelentetésének égető szükségességét. Az MTA Biofizikai Bizottsága és a Biol. Oszt. Vezetőség támogatásával 1966-ra megszületett a ter-

vezett folyóirat az Acta Biochemica et Biophysica Ac. Sci. Hung. évi 30 íves terjedelemben, ami negyedévenként 1—1 füzetet jelent. Főszerkesztők: Straub F. Bruno és Ernst Jenő, szerkesztő bizottsági tagok: Farkas Gábor, Szabolcsi Lászlóné, Friedvalszky Loránd, Tigyi József. Az első füzet május elején megjelent. Ezzel a Társaság publikációs problémái egyelőre megoldottnak tekinthetők. Fontos feladat most az, hogy biztosítsuk a lap megfelelő színvonalát és kellő publicitást építsünk ki számára.

Az új folyóirat lehetőséget ad arra is, hogy a IV. vándorgyűlésünk előadáskivonatait rövid késéssel leközöljük.

A Társaság belső életéről ad tudósítást a tagok és a külföldi és hazai érdeklődő egyesületek és személyek számára a Társaság Értesítője. Az 1963-ban megjelent 1. Értesítő kedvező fogadtatásra talált, ezért határozta el az Elnökség 1965. szept. 22-i ülésén az Értesítő 2. füzetének kiadását. Az Értesítővel kapcsolatosan az a perspektivikus tervünk, hogy a Társaság tevékenységének terebélyesedésével esetleg gyakrabban jelentessük meg, számot adva a tagságnak a lezajlott eseményekről. A távoli jövőben esetleg ez képezheti majd alapját egy hazai biofizikai folyóiratnak.

Összefoglalva: A Társaság elnöksége a tagság tevékeny közreműködésével jelentős mértékben segítette a magyar biofizika művelését, munkaértekezletein megtárgyalta a tudományág egyes fontos területeit, segítette a biofizikai oktatás kialakulását. Szervezetileg összefogta a biofizikusokat, előadási és vitafórumokat teremtett, közreműködött a jobb publikációs lehetőségek megteremtésében. Mindezeken túl megfelelő nemzetközi kapcsolatokat épített ki, melyek lehetővé teszik a biofizika nemzetközi folyamába való bekapcsolódást. Úgy vélem, hogy — ha csekély mértékben is — eleget tettünk az alapszabályban megjelölt célkitűzéseknek a hazai biofizika fejlesztését illetően.

TIGYI JÓZSEF,
a Magyar Biofizikai Társaság első titkára

A magyar Biofizikai Társaság az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat 1963. évi vándorgyűlésével párhuzamosan tartotta II. közgyűlését és munkaértekezleteit (Eger, 1963. aug. 21—24.).

(A megnyitás előtt került kiosztásra a Magyar Biofizikai Társaság 1963-as Értesítője).

JEGYZŐKÖNYV

a Magyar Biofizikai Társaság 1963. évi augusztus 24-i közgyűléséről
Eger, Pedagógiai Főiskola Zene terme

Jelen vannak:

Tóth Lajos, Debrecen
Masszi György, Pécs
Lakatos Tibor, Pécs
Várterész Vilmos, Budapest
Kálmán Erzsébet, Budapest
Koczkás Gyula, Budapest
Bozóky László, Budapest
Vető Ferenc, Pécs
Balog Józsefné, Pécs
Mányi Piroska, Pécs
Belágyi József, Pécs
Juhász Mária, Pécs
Biró Gábor, Pécs
Faludi Béla, Budapest
Mándi Erika, Budapest
Horváth Imre, Budapest
Tamás Gyula, Budapest
Ernst Jenő, Pécs
Tigyi József, Pécs
Nagy János, Budapest
Tarján Imre, Budapest
Toperczer Johanna, Budapest
Tóth Lajosné, Budapest
Dr. Frenyó Vilmos, Budapest
Sztanyik László, Budapest
Garamvölgyi Miklós, Pécs
Niedetzky Antal, Pécs
Pócsik István, Pécs
Királyfalvi László, Pécs
Homola László, Pécs
Szőgyi Mária, Budapest
Blaskó Katalin, Budapest
Rontó Györgyi, Budapest
Fischer János, Budapest
Vittay Pál, Budapest
Éder Sándor, Budapest

Ernst: Megnyitja a közgyűlést, megállapítja, hogy az alapszabály értelmében szabályosan összehívott közgyűléssel kapcsolatban ellenvetést nem nyújtottak be, ezért a közgyűlést határozatképesnek nyilvánítja. Jegyzőkönyv hitelesítésre felkéri a következő tagtársakat:

Kálmán Erzsébet
Nagy János

Javaslatot tesz a jelölőbizottságra:

Várterész Vilmos
Toperczer Johanna
Lakatos Tibor

(A tagság a jelölést nyílt szavazással elfogadja.)

Javaslatot tesz a szavazatszedő bizottság tagjaira:

Niedetzky Antal
Rontó Györgyi
Pócsik István

(A tagság a jelölést nyílt szavazással elfogadja.)

Javaslatot tesz a közgyűlés programjára:

A meghívóban feltüntetett program-javaslatot a tagság elfogadja.

Ezután került sor az elnök „Bevezető"-jére és az egyes beszámolókra.

BEVEZETŐ

ERNST JENŐ
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Az Értesítő és az Elnökség beszámolója bizonyos mértékig felvilágosítást adnak eddigi eredményeinkről, ezért engedélyükkel inkább problémáinkról szeretnék szólni bevezetőként.

1. Mindjárt megalakulásunk után az első elnökségi ülésen felvetettem a biofizika alapkérdését: a biofizika *biológiai* tudomány, amely tehát biológiai kérdésfeltevésből kell kiinduljon, a megoldás viszont a fizika szemléleti és metodikai síkján történjék. Gyulai akadémikus, egyik tiszteletbeli elnökünk részvételével és segítségével lefolyt részletes és alapos vita után az elnökség erre az álláspontra helyezkedett. Ezzel szemben pl. Stacy szerint a biofizikának inkább a fizika szempontjából kell kiindulnia. Mindenekelőtt szeretném hangsúlyozni, hogy sokkal fontosabb a tényleges kísérletes munka, mint az ilyenfajta kérdésen folytatott vita, ezért az első nemzetközi biofizikai kongresszus rendező bizottságának első ülése alkalmával határozottan elleneztem azt a javaslatot, hogy igyekezzünk definiálni a biofizikát; hiszen ez inkább széthúzást, semmint összefogást eredményezett volna. Másrészt kétségtelenül káros, hogy egyes helyeken tényleg helytelenül értelmezik a biofizikát és pl. bizonyos fizikai metodikára, vagy pl. elméleti biofizika néven matematikai formalizmusra korlátozzák. Érdekes, hogy intézetünk külföldi látogatói — anélkül, hogy mi kifejtenénk véleményünket — spontán fejezik ki örömüket kb. olyan formá-

ban, hogy alkalmuk volt *tényleges biofizikai munkásságot* megfigyelni. Ezzel azonban egyáltalán nem kívántam befolyásolni a tisztelt tagságot, hogy milyen álláspontot foglaljon majd el a vitában.

Erről folyhat a vita, ameddig akar, csak ne akassza az experimentális munkát, amelyet viszont fenyegetnek — a biológusok és a matematika viszonylatában — a véleményem szerint meglévő hiányosságok és félreértések. Elnézést kérek, ha túl tételesen hangzik, de aligha vonható kétségbe a következő két állítás: *a)* a biofizika alapvető feladata a biológiát rávezetni az egzakt természettudományok országútjára és *b)* ez a feladat a biológusok matematikai tájékozottságának fokozását követeli meg. Ezt ma már mindenki elismeri, de a hiányosság ma is fennáll. Viszont máris jelentkezik túlzás az ellenkező irányban. Így pl. a szakbiológusok jövendő képzésében az elsőéves biológus hallgatók matematikai tananyagának előtervezete többet tartalmazott, mint amennyi szakmatemtikus hallgatók első évére kellene, de mindenesetre olyan sokat, hogy inkább elriasztja a hallgatókat a biofizikától, ha már az elején ilyen megterheléssel jár az „egzakt" biológia. Továbbá, amennyire helyes a biológus aspiránsoktól ill. kandidátusoktól megkövetelni bizonyosfokú matematikai jártasságot, véleményem szerint, annyira helytelen egyik vizsgatárgyként a biometriát előírni annak számára, akinek éppúgy szüksége lesz biofizikai munkássága folyamán az infinitesimalis számításra, a sorok bizonyos ismeretére, trigonometriára, analitikai geometriára, a modern algebrából egyre-másra. Ezzel kapcsolatban szeretném hangsúlyozni, hogy óriási előnyt jelentene a biológusok szempontjából egy olyan kb. 400—500 oldalas könyv, amely mindezeket a matematikai fejezeteket tartalmazná nagyon mérsékelt terjedelemben, nagyon világosan megírva és bemutatva az egyes disciplinák tényleges használatát biológiai kérdések kidolgozásában.

2. De más irányban is tisztázni kellene a matematika biológiai szerepét, amihez szükségünk lenne matematikusok és fizikusok hozzájárulására. Persze nem kívánok bemerészkedni a szakemberek szakterületére, de bátorkodom megemlíteni, hogy a biológiában felüti a fejét valami matematikai miszticizmus-féle vagy — ha szabad így kifejezni magam — valami képlet-babona. Ezt még elősegíti az az örvendetes tény, hogy fokozódó mértékben kapcsolódnak be a biológiai kutatásba matematikusok és fizikusok az egész világon. Legyen szabad időznöm ennél a kérdésnél. Abba persze — ismétlem — nem szólhatok bele, hogy Lorentz—Fitzgerald képletét milyen mértékben tartják érvényesnek a relativitás szakemberei, de újra és újra határozottan állítom, hogy a

$$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

alapján végzett számítás, *jogtalan extrapoláció a biológia területére* olyan megállapítás esetében, amely szerint a mezon sebességű űrutas iker 21 éves lett, mialatt földi testvére 70 évesre öregedett. Ezután éppúgy állítható, hogy az

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

alapján a 60 kg-mal induló űrutas iker *tömege* 3000 kg-ra nőtt; ilyen jogtalan extrapolációk nélkülöznek minden realitás tartalmat.

Aligha vitatható, hogy a matematikai formalizmus csak formalizmus marad, ha nincs realitás fedezete. És ezért, bár őszintén nagyrabecsüljük Rashevski elméleti biológiai munkásságát, de kimondjuk, hogy aligha jutunk csak egy lépéssel is előre a növény alakjában szereplő faktorok egzakt kidolgozásában az általa közölt matematikai formalizmus révén (R 67·497 lap). Továbbmenve teljes általánosságban is legyen szabad felvetnem a számfogalom filozófiai ill. logikai kérdését; hiszen a számnak csak konkrét tartalommal együtt van realitásértéke, sőt a konkrét tartalomtól függ, hogy alkalmazható-e a számfogalom, illetve a quantitás-szemlélet. Mert bizonyára igaz, hogy 4-nek fele 2, és annak is van értelme, hogy pl. egy négytagú katonai járőr fele két katona. De mi értelme lenne annak, ha egy 4 tagú családnak feléről akarna valaki beszélni?! Bizonyára szükségünk lesz illetékes szakemberek segítségére, ha tisztázni kívánjuk a matematika biológiai alkalmazásának világszerte tisztázatlan problémáját.

Ugyancsak nélkülözhetetlen a megfelelő szakemberekkel való kapcsolat számos biofizikai probléma eredményes kidolgozásánál, mint pl. a quantumbiológia, a biológiai kibernetika a servomechanizmusokkal, a bioexperimentum instrumentális kivitelezésének és quantitatív kiértékelésének nagyon fontos és aktuális kérdése, a transportfolyamatok, az ingerület, az izomműködés, a biológiai félvezetés stb. stb. Mindezekről kívánatos lenne egymás után évközi munkaértekezleteket tartani ugyancsak megfelelő szakemberek közreműködésével; pl. megengedhetetlen pazarlása *itthoni* erőinknek, hogy a nemzetközileg is elsőrangú kutatási témának számító izomkérdésben itthon nincs szervezett együttműködés a struktúra, a biofizika és a biokémia területén dolgozó kollégák között.

Egyébként is fokozni kell véleményem szerint kapcsolatainkat, mert jelenleg nagyon szűk a biofizika itthoni hatóköre. Hiszen még az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal is tartalmi kérdésekben inkább csak formaivá alakult kapcsolatunk, pedig feltétlenül kívánatos lenne közös megbeszélések tartása pl. az idő természettudományos problémájáról. (A biológiai egyed „korát", öregedését nemcsak az asztronómiai idő befolyásolja, hanem azok a környezeti faktorok is, amelyek reáhatnak. Így a szervezet túlzottan fokozott igénybevétele gyorsabb, tehát koraibb öregedést hozhat létre; excessiv hatásokra rövid idő alatt megőszülhet valaki stb.) Egyébirányú kapcsolatainkat is helyes lesz kiépíteni pl. a mezőgazdasági radiológia felé, vagy akár az orvosi fizika munkatársai felé országos vonatkozásban.

Nem szeretném túllépni az elnöki bevezető illendő időtartamát, kérem a tisztelt tagságot, segítse most is, és majd év közben is kritikájával és javaslataival eredményesebbé tenni a magyarországi biofizikai munkát.

Az Elnökség beszámolója a Társaság tevékenységéről.

TIGYI JÓZSEF
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A Magyar Biofizikai Társaság — mint az alapszabályzat megállapítja — „... a magyar biofizikusok és a határterületi tudományokkal foglalkozók önkéntes egyesülése, amelynek célja a biofizikai művelődés előbbrevitele társadalmi úton szocializmust építő hazánkban".

Ezen beszámolóban elsősorban arról kívánunk számot adni, hogy mennyire sikerült ezen célkitűzésünk megvalósítása, a vezetőség milyen eszközöket tudott mobilizálni a cél érdekében, és milyen eredményeket sikerült elérnie — a tagság aktív közreműködése révén — a hazai biofizikai tudomány fejlesztésében.

A tudományok fejlődésében a 2. világháború után nyilvánvalóvá vált, hogy a fizikai-kémiai és technikai tudományok szédületes fejlődése mellett a biológia relatíve lemaradt, nem tudta követni azt a hatalmas iramot, melyet a magenergia felszabadítása, a világűr meghódítása, vagy a műanyagok széleskörű elterjedése fémjelez. A biológia relatív lemaradásának okai között kétségtelenül szerepel az a tény, hogy lényegesen bonyolultabb rendszereket kell vizsgálnia, ez az ok azonban a dolog természetéből következik. A lemaradás másik jelentős oka az, hogy az egzakt természettudományok módszereit még csekély mértékben vezették be és alkalmazzák a biológus kutatók, ez utóbbi körülmény azonban az, amelyet hatalmunkban áll megváltoztatni. Talán ez a szemlélet — együttesen az elmúlt két évtized hatalmas technikai fejlődésével — segítette elő a biofizika világszerte mutatkozó erőteljesebb növekedését.

Amikor a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Csoportjának vezetősége 1960 elején célul tűzte ki, hogy a magyar biológiai kutatást felméri, már egyik területként a biofizikát is megjelölte. Ezen felmérő munka eredményeként 1960. máj. 9-én kereken 70 biofizikai vagy biofizikával kapcsolódó határterületen dolgozó kutatót sikerült számadásba venni. A felmérés szerint a hazai biofizikai kutatás főbb bázisai: a POTE Biofizikai Intézete és az emellett szervezett Akadémiai Biofizikai Kutatócsoport, a Joliot-Curie Országos Sugárbiológiai Kutatóintézet, a Bp.-i és Debreceni Orvosi Fizikai Intézet (— mely utóbbiak vezetői egyre inkább biofizikai irányban fejlesztik az intézetet —), az MTA Kémiai Szerkezeti Kutatólaboratóriuma, az egyetemek központi laboratóriumai és néhány klinikai, ill. ipari kutatólaboratórium.

Az ezekben összeírt kutatók száma elégnek látszott arra, hogy a Biológiai Csoport akkori titkára elérkezettnek lássa az időt egy olyan szervezett megalakítására, mely a szétszórtan dolgozó, sokszor egymásról mit sem tudó kutatókat összefogja és munkájukat segíti.

Az előkészítő bizottság 1960. okt. 21-i ülésén — a Társaság megalakulásával kapcsolatban — két alapvető szempontot vett figyelembe: egyrészt szoros kapcsolat a biológiai alapkutatást irányító MTA Biológiai Csoporttal, ill. Osztállyal, hiszen a biofizika tematikája a biológia tudomány területéről adódik, másrészt ugyancsak szoros kapcsolat az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal, azért, hogy a biofizika egzaktságát, fizikai jellegét következetesen fenntartsuk. Ezen kettős célkitűzésnek az felelt meg legjobban, hogy a Társaság a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Csoportja keretében működjön, de fő rendezvényeit az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal koordinálva, együttesen tartsa.

Ilyen előzmények után került sor 1961. márc. 3-án a Magyar Biofizikai Társaság alakuló közgyűlésére az Akadémia felolvasó termében. A közgyűlésen *Szigeti György* akadémikus, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat főtitkára elnökölt és közel száz biofizikus és fizikus vett részt.

Ernst Jenő akadémikus exposeja után elfogadta a közgyűlés az alapszabálytervezetet és megválasztotta a 14 tagú elnökséget. Ezen közgyűlésen hangzott el *Tarján Imre* professzor előadása: „A biofizika időszerű kérdései" címmel.

A közgyűlés óta eltelt időszakban a Magyar Biofizikai Társaság *működését* az alábbiakban foglalhatjuk össze: a kb. 3 havonként tartott elnökségi ülés és közben a szűkebb vezetőség: az elnök, a két titkár irányította a Társaság életét.

Az első feladat a magyar biofizikai kutatás alapos felmérése volt, ezért 1961-ben és 1962-ben megrendeztük a Társaság első két vándorgyűlését, mindkettőt az Eötvös Loránd Fizikai Társulat vándorgyűlésével együttesen.

Az első vándorgyűlésünk Pécsett 1961. aug. 23—26-a között zajlott le és *Ernst Jenő* bevezető előadásán kívül 24 kiselőadás hangzott el.

A második vándorgyűlésünk Debrecenben 1962. aug. 21—25-ig tartott és az ingerületi symposionon kívül 25 kiselőadás hangzott el.

Mindkét vándorgyűlés azt tanúsítja, hogy hazánkban élénk biofizikai jellegű kutatómunka folyik és a kiselőadások tudományszakunk szép seregszemléjét jelentették. Különösen kiemelendő az előadásokat követő élénk eszmecsere és vita, mely sokszor a Magyar Élettani Társaság fénykorára emlékeztetett.

A tudományos közlés, ismeretterjesztés és eszmecsere elősegítésének szolgálatán kívül, tudományirányító szerepet kívánt betölteni a biológiai statisztikáról rendezett ankét (1963), melyen *Juvancz Iréneusz* exposeja alapján igen értékes és élénk vita zajlott le. A vita eredményeként előtérbe került a biometriai tankönyv megírásának kérdése és kezdeményezése nyomán megszületett a Biológiai Osztály TMB tanácsának határozata, hogy biológus aspiránsok számára kötelező disciplinává lett a biometria.

A felmérés mellett ez év elején az elnökség a kutatás irányításának megszervezését tűzte ki célul. Ezen gondolatmenet alapján rendeztük most az elmúlt napok két munkaértekezletét az információelméletről ill. a sugárbiológiai kutatásról.

A biofizikai tudomány szervezését illetően a Társaság Elnöksége igen szoros kapcsolatban dolgozik együtt az MTA Biológiai Osztály Biofizikai Bizottságával, ennek eredménye, hogy bürokratikus bonyodalmak nélkül volt lehetséges a legfontosabb szervezési feladatok megoldása. A két testület általában együttesen tartja üléseit 3—4 havonként. Ezen közös Elnökségi—Bizottsági üléseken a szervezési feladatokon kívül elvi és tudományos kérdések is napirendre kerültek, pl. „A biofizika tárgya és szemléleti alapja", „A probabilitás és stabilitás kérdése", vagy *Maróti* M. Einige Faktoren des Zellenwachstums in den Maiswurzeln. című dolgozatának megvitatása meghívott résztvevőkkel együtt. Az ilyen jellegű viták és megbeszélések nagymértékben hozzájárultak a vezetés helyes irányvonalának kialakításához.

Az elnökség 1962. évi határozata alapján a Társaság anyagi erőinek egy részét a hazai tudományos tapasztalatcsere megkönnyítése érdekében belföldi ösztöndíjra kell fordítani. Ezen határozat alapján eddig a Társaság 4 tagját részesítettük anyagi támogatásban.

Az elnökség a rendezvényeken és a személyes kapcsolatokon kívül is igyekezett összeköttetést tartani a tagsággal. Hogy helyesen ítélhessük meg a helyzetet, másrészt a biofizikus mezőnyt is jobban felmérjük, két ízben kérdeztük

meg a tagságot körlevélben: 1961. szeptemberében a 2. vándorgyűlésre vonatkozóan és 1963. februárban a tudományos munkalehetőségek, elkészült tudományos munkák és újabb tagok ajánlása ügyében. Mindkét körlevélre beküldött válaszok igen nagy mértékben segítették a vezetőség munkáját.

A társaságnak 111 alapító tagja van. Sajnálatos módon azonban a tagságnak csak mintegy fele tart fenn szoros kapcsolatot a Társasággal. Nem elhanyagolható a száma azon tagoknak, akik tagdíjhátralékban vannak. Szerencsére a tagdíjfizetés és az aktivitás nem feltétlenül párhuzamos.

Az elmúlt közel 3 év alatt a tagság ajánlása alapján 6 új tagot vettünk fel, elsősorban azon fiatalok közül, akik időközben csatlakoztak a biofizikai munkaterülethez. Jelenleg Társaságunknak 111 alapító és 6 rendes tagja, tehát összesen 117 tagja van, ezen felül 5 tagfelvételi kérelem van elintézés alatt.

Az elnökség 1963. jan. 31-i ülésén elhatározta a Társaság értesítőjének kiadását. Az elnökség ezen határozatánál az alábbi célokat tartotta szem előtt:

1. A tagságot még jobban összefogni azzal, hogy a tevékenységet írásban rögzítjük.

2. A tagságot és a kívülálló érdeklődőket részletesen informáljuk a Társaság életéről.

3. A belföldi és külföldi hasonló társaságok ill. személyek felé kiadványunk megküldésével újabb kapcsolatot létesítsünk, ill. a meglévőt elmélyítsük.

Az Értesítőt 500 példányban nyomattuk, a Társaság minden tagja megkapja és kb. 350 példányt a 3. pontban említett szempontnak megfelelően fogunk szétküldeni.

Az a törekvésünk, hogy az Értesítő a jövőben lehetőleg minden évben megjelenjék és Társaságunk tudományos és szervezeti életének minél nívósabb orgánuma legyen.

A Társaság kapcsolata — az eredeti célkitűzésnek megfelelően — az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal igen jó, közvetlen és operatív jellegű. A nemrég alakult Magyar Biokémiai Társasággal sajnálatos módon még nincs kapcsolatunk, pedig ez a közös problematika, és sokszor metodika szempontjából is gyümölcsöző lenne.

A Társaság nemzetközi kapcsolata jó. Stockholmban az I. Nemzetközi Biofizikai Kongresszuson 5 magyar biofizikus vett részt. Az ott megalakult International Organisation of Pure and Applied Biophysics alakuló ülésén is résztvettünk és az MTA támogatásával sikerült elérni, hogy a Magyar Biofizikai Társaság jelenleg a Nemzetközi Organisatio rendes tagja. 1963. jan.-ban alakult meg az International Organisation of Medical Physics, melynek szervezése szintén 1961-ben Stockholmban kapta megalakulásához a döntő impulzust. Hazánkat ebben a nemzetközi szervezetben az Elnökség, az MTA vezetősége és az Eü. Min. által javasolt Orvosi Fizikai Szekció képviseli. (E szekció tagjai: *Bozóky László, Tarján Imre, Tigyi József, Tóth Lajos, Zsebők Zoltán.*) A hivatalos belépési szándékot a Társaság Elnöksége 1963. máj. 2-i ülésén támogatólag az MTA Biológiai Osztálya felé továbbította.

1963. elején alakult meg az NDK Biofizikai Társasága; az előzetesen tartott Berlini Biophysiker Tagung-on 4 magyar biofizikus vett részt és alkalom nyílott a szervezeti kérdések megtárgyalására is. Titkáruk kérésére a Magyar Biofizikai Társaság alapszabályát a MTA Nemzetközi Kapcsolatok Osztályán keresztül még január hóban megküldtük. Az ez évi Arbeitstagung-ra is meghívást kaptunk.

A fent említett szervezeti kapcsolat mellett számos személyes kapcsolat fűzi a magyar biofizikusokat mind a szocialista tábor, mind a tőkés országok biofizikusaihoz.

A Magyar Biofizikai Társaság jövőbeli működésével kapcsolatban három alapvető feladat mutatkozik, melyek megoldása jelentősen segítené a hazai biofizikai kutatást.

1. *A biofizikus oktatás kérdése.* Mint ismeretes, hazánkban jelenleg nem folyik rendszeres egyetemi biofizikus képzés. A jelenleg működő biofizikusok többsége autodidakta, aki vagy biológiai (orvosi) vagy fizikai alapképzettséggel kezdte művelni a biofizikát. Az MTA és a Művelődésügyi Minisztérium — látva ezt a fogyatékosságot — elhatározta, hogy 1963. szeptembertől kezdve az ELTE-en megindítja a szakbiológus képzést. A munkában a Biofizikai Társaság tagjai kezdeményező módon vettek és vesznek részt. Ennek keretében lenne lehetőségük a hallgatóknak a 3. év után biofizikai irányban specializálódni. Nem lehet eléggé kiemelni ezen lépés fontosságát és látnunk kell, hogy vele kapcsolatban az új tantárgyak, elsősorban a biofizikai oktatás megszervezésében jelentős feladatot kell vállalnunk, továbbá azt is figyelembe kell venni, hogy ezen terv szerint legjobb esetben is csak 5 év múlva kaphatunk nem sokkal több, mint 5 diplomás biofizikust, ezért helyénvaló lenne szorgalmazni a biofizikus képzés gyorsabb módszereit, pl. fizikusok ill. biológusok utolsó vagy utolsó két évben biofizikai munkaterületre való, speciális képzési lehetőségének megteremtésével.

2. *Biofizikai folyóirat.* A magyar biofizikusok munkái — nem lévén kifejezetten ilyen profilú folyóirat — nagyrészt 5 Acta-ban elszórva jelennek meg (Acta Physiologica, Biologica, Morphologica, Physica, Botanica). Már az első vándorgyűlés kapcsán felvetődött egységes biofizikai és biokémiai akadémiai folyóirat kiadásának szükségessége. Az 1963. jan. 30-i Elnökségi ülés is igen nyomatékosan állást foglalt a kérdésben és felterjesztést tett az MTA Biol. Osztályához. Értesülésünk szerint a Biológiai Osztály vezetősége pozitívan fogadta a javaslatot és támogatólag küldte tovább az Akadémia Könyv- és Folyóirat-kiadó Bizottságához. Ezen a helyen is szeretnénk kihangsúlyozni a magyar biofizikai és biokémiai kutatásokat egyesítő akadémiai folyóirat kiadásának égető szükségességét a magyar biofizikai kutatás fejlesztésének szempontjából.

3. *Vándorgyűlésen, kongresszuson kívüli tudományos fórumok rendezésének kérdése.* Az MTA Elnökségének határozata alapján nem helyes, ha minden tudományos társaság évente vándorgyűlést tart. Ennek megfelelően 1963-ban nem is rendeztünk vándorgyűlést, viszont ilyen körülmények között felvetődik a kutatási eredmények gyors publikálhatóságának kérdése és ezért az Elnökség foglalkozott rendszeres, 1—2 havonkénti előadóülések szervezésével, mely — véleményünk szerint — ezt a kérdést megoldaná. Ehhez a kérdéshez tartozik a kollokviumok és symposionok tartása. Kívánatos lenne ilyen rendezvények szervezése egyrészt olyan tudományterületen, ahol már megfelelő szakemberek és eredmények vannak, de másrészt olyan területeken is, amelyeken nincsen még megfelelő szakemberünk, de a tudomány fejlődése szempontjából elengedhetetlenül fontos az ez irányú fejlesztés. (Pl. információelmélet, nukleinsav-kutatás, hatás-spektroszkópia, tömegspektroszkópia, ESR stb.)

Megállapíthatjuk, hogy a magyar biofizikusok megszervezésének kezdeti lépéseit megtettük, reméljük, hogy közgyűlésünk tárgyalásai és az új vezetőség lendületével ez a munka mind tartalmi, mind szervezeti vonalon egészségesen és gyorsan fog növekedni.

Jelentés a Magyar Biofizikai Társaság 1961—1962. évi gazdálkodásáról és gazdasági ügyeinek helyzetéről

BOZÓKY LÁSZLÓ
(Országos Onkológiai Intézet)

BESZÁMOLÓ

a Magyar Biofizikai Társaság 1961. évi gazdálkodásáról

A Társaság 1961. évben alakult és a Pénzügyminisztérium 34 751/61 sz. ügyiratával 1961. szeptember 13-án hagyta jóvá a benyújtott költségvetését. A Társaság 1961. évi gazdálkodását e töredék évre jóváhagyott költségvetés határozta meg. A kiadások és bevételek alakulásáról 1961. december 31-i állapotnak megfelelően a következő táblázat nyújt tájékoztatást:

Költségvetési rovatok		1961. évi költségvetési előirányzat	Teljesítés 1961. XII. 31-ig	Maradvány
száma	megnevezése			
	I. KIADÁSOK			
02	Egyéb bérek	4000	3395	605
03	Személyi kiadás	1000	—	1000
05	Működési kiadás	2000	26	1974
06	Szolgáltatás	1000	—	1000
		8000	3421	4579
	II. BEVÉTELEK			
50	Működési bevétel	4000	4440 +	440
	Költségvetési támogatás	4000	4000	—
		8000	8440 +	440

A fentieknek megfelelően a Társaság az MNB-nél vezetett folyószámlájára befolyt	8440 Ft
Az év folyamán teljesített kiadás	3421 Ft
1962. évre áthúzódó maradvány	5019 Ft

A kiadás és bevétel részletes indokolása:

02 Egyéb bérek

A rovaton kifizetett 3395 Ft a Társaság részfoglalkozású gazdasági vezetőjének és részfoglalkozású gépírónőjének illetménye.

05 Működési kiadások

A rovaton kifizetett 26 Ft összegből a Társaság működéséhez szükséges SzTK-nyomtatványokat szereztük be.

50 Működési bevételek

A rovaton kimutatott 4440 Ft a Társaság tagjainak tagdíjbefizetéséből adódik. Az év végéig a Társaság 111 tagja közül 74 tag fizette be esedékes tagdíját.

50 Költségvetési támogatás

Az évi 4000 Ft-os állami támogatásból a teljes összeget a Társaság rendelkezésére bocsátották az év végéig.

Mint a beszámoló adataiból kitűnik, a Társaság 1962. évi gazdasági évbe 5019 Ft maradvánnyal lépett át, mely maradványt külön engedéllyel lehetett volna felhasználni, ha arra szükség lett volna.

A maradványtól függetlenül előterjesztettük a Társaság következő évi költségvetését.

BESZÁMOLÓ

a Magyar Biofizikai Társaság 1962. évi gazdálkodásáról

A Társaság 1962. évi gazdálkodását a jóváhagyott költségvetése határozta meg. A kiadások és bevételek alakulásáról 1962. december 31-i állapotnak megfelelően a következő táblázat nyújt tájékoztatást:

Költségvetési rovatok száma	megnevezése	1961. évi költségvetési előirányzat	Teljesítés 1961. XII. 31-ig	Maradvány
	I. KIADÁSOK			
02	Egyéb bérek	8 500	6 817	1 683
03	Személyi kiadás	3 300	487	2 813
05	Működési kiadás	6 000	1 853,30	4 146,70
06	Szolgáltatás	2 200	1 253	947
		20 000	10 410,30	9 589,70
	II. BEVÉTELEK			
50	Működési bevétel	6 000	5 160	840
	Költségvetési támogatás	14 000	14 000	—
		20 000	19 160	840

A fentieknek megfelelően a Társaság az MNB-nél vezetett folyószámlájára befolyt	19 160	Ft
Az év folyamán teljesített kiadás	10 410,30	Ft
1963. évre áthúzódó maradvány	8 749,70	Ft
1961. évről áthúzódó maradvány	5 019,70	Ft
Áthúzódó maradvány összesen	13 768,70	Ft

A kiadás és bevétel részletes indoklása:

02 Egyéb bérek

A rovaton kifizetett 6 817 Ft-ból 3 667 Ft-ot tesz ki a Társaság részfoglalkozású adminisztratív munkaerejének fizetése.
A különbözetként mutatkozó 3 150 Ft-ból 2 901 Ft-ot tiszteletdíj címén, 249 Ft-ot pedig alkalmi gépíró és alkalmi asztalos munkadíjaként fizettünk ki.

03 Személyi kiadás

A rovaton kifizetett 487 Ft a Társaság titkárának kiküldetési költsége a debreceni vándorgyűléssel kapcsolatos.

05 Működési kiadások

A rovaton kifizetett 1 853 Ft a Társaság nyomtatott levélpapírjaival, a vásárolt nyomtatványokkal és írószerekkel kapcsolatos kiadás.

06 Szolgáltatás

A rovaton kifizetett 1253 Ft részben a kifizetett illetmények után térített SZTK-költség, részben pedig postai értékek ellenértéke.

50 Működési bevétel

A rovaton kimutatott 5 160 Ft a Társaság tagjainak tagdíjbefizetéséből adódik. *1962. év végéig a Társaság 115 tagja közül 86 fő teljesítette tagdíjbefizetési kötelezettségét.*

50 Költségvetési támogatás

Az évi 14 000 Ft-os állami támogatásból a teljes összeget a Társaság rendelkezésére bocsátották.

BESZÁMOLÓ
a Magyar Biofizikai Társaság gazdasági ügyeinek helyzetéről

A Társaság 1963. évi gazdálkodását a jóváhagyott költségvetése határozza meg. A kiadások és bevételek alakulásáról 1963. július 31-i állapotnak megfelelően a következő táblázat nyújt tájékoztatást:

Költségvetési rovatok száma	megnevezése	1961. évi költségvetési előirányzat	Teljesítés 1961. XII 31-ig	Maradvány
	I. KIADÁSOK:			
02	Egyéb bérek	8 200	4 602	3 598
03	Személyi kiadás	3 400	1 652	1 748
05	Működési kiadás	5 000	2 325	2 675
06	Szolgáltatás	1 400	696	704
	Kiadások összesen:	18 000	9 275	8 725
	II. BEVÉTELEK:			
50	Működési bevétel	6 000	3 060	2 940
	Költségvetési támogatás	12 000	9 000	3 000
	Bevételek összesen:	18 000	12 000	5 940

A kiadási és bevételi teljesítések részletes indoklása:

02 Egyéb bérek

A rovaton kifizetett 4 602 Ft-ból 3 618 Ft-ot tesz ki a Társaság félállású adminisztratív ügyintézőjének fizetése. A különbözetként mutatkozó 384 Ft-ot gyorsíró és alkalmi gépíró díjazására fordítottuk.

03 Személyi kiadás

A rovaton kifizetett 1 652 Ft-ot kiküldetési költségek címén használtuk fel, fedezve Örkényi János és Masszi György belföldi tanulmányútjával kapcsolatos kiadásokat.

05 Működési kiadás

A rovaton kifizetett 2 325 Ft-ból 2 094 Ft-ot a Társaság évkönyvének nyomdai költségére, 15 Ft-ot csekkek vásárlására, 120 Ft-ot pénzkazetta vásárlására és 96 Ft-ot meghívók nyomdai költségére fordítottunk.

06 Szolgáltatás

A rovaton kifizetett 696 Ft-ból 460 Ft-ot SZTK-járulékként utaltunk át, 236 Ft-ot pedig bélyegek vásárlásával postai költségként használtunk fel.

Működési bevételek

A rovaton kimutatott 3 060 Ft a Társaság tagjainak tagdíjbefizetéséből adódik. *1963. július 31-ig a Társaság 115 tagja közül 51 fő teljesítette tagdíjbefizetési kötelezettségét.*

50 Költségvetési támogatás

Az évi 12 000 Ft-os állami támogatásból a Társaság rendelkezésére bocsátottak 9 000 Ft-ot, mint háromnegyedévi esedékes ellátmányt.

1963. év második felében a Társaság rendelkezésére álló anyagi lehetőségek

A jóváhagyott költségvetésnek megfelelően az év második felében további 8 724 Ft kiadás teljesítésére van lehetőség. Ezen túlmenően lehetőség van arra is, hogy az elmúlt évek gazdálkodásából adódó *13 769 Ft maradványt* 1963. évi kiadási előirányzatunk felemelésére póthitel formájában a Pénzügyminisztériumtól kérjük. Ebben az esetben és a Pénzügyminisztérium jóváhagyását feltételezve megvan a lehetőség 22 494 Ft felhasználására.

Ernst: Megköszöni a beszámolókat és megnyitja a vitát.

Frenyó: Gratulál az értesítőhöz, mely tartalomban és kivitelben is igen tetszetős és nívós. Felveti a publikáció kérdését. Javasolja megfontolásra idegen nyelvű folyóirat évente négyszeri kiadását. Ernst bevezetőjéhez az időparadoxonnal kapcsolatban megjegyzi, hogy nem mindenben ért egyet vele és biológiai területen is elképzelhetőnek tartja a tömegnövekedés érvényességét.

Tarján: Ernst bevezetőjéhez hozzászólva felveti, hogy annak 1—2 megállapítása félreérthető. Nem helyes szembeállítani elvileg az élőt és élettelent. Mivel az élő és élettelen ugyanazokból az anyagokból épül fel, a törvényszerűségek is ugyanazok kell legyenek. Az Ernst által említett egész és fél nemcsak az élővilágban, hanem az élettelen világban is rendelkezik speciális jelentőséggel. A relativitás-elméletről említettekkel kapcsolatban idézi a Moszkvában tartott relativitás-elméletről szóló vitát, amely Jánossyt, akinek a nézetével Ernst erről vallott nézete bizonyos mértékig rokon, elmarasztalta.

Az ELFT és az MBT közös rendezvényeivel kapcsolatban a sok előny mellett annak hátrányaira is rámutat. Sok az ütközés, a programot jobban lehetett volna szinkronizálni. Úgy látja, hogy a 2 társaság együttes rendezvényéből keveset profitálnak mind a fizikusok, mind a biofizikusok. Azt javasolja, hogy az MBT önálló programmal különálló vándorgyűlést szervezzen. A legfontosabb központi témákat kellene kitűzni és kémikusok, biokémikusok részvételével olyan formában megtárgyalni, hogy egy hosszabb előadás után több rövid beszámolót tartsunk.

A vándorgyűlésen kívül a tudományos közlés elősegítése érdekében klubestéket javasol, melyen szűkebb körben megvitathatnánk a legfontosabb tudományos kérdéseket.

Sztanyik: Ernst tagtárs megnyilvánulását a relativitás-elmélettel kapcsolatban merev szemléletűnek tartja. A biológiai és fizikai folyamatok szembeállításával sem ért egyet. Tarján által kifejtetteket támogatja az ELFT-vel való közös vándorgyűlés kérdésében. Kifogásolja, hogy a vezetőség az elmúlt időszakban többször túlzottan szűk körben dolgozott és nem vonta be a tagságot a Társaság problémáinak megvitatásába.

Megjegyzi, hogy az elnökség referátumában ismertetett Orvosfizikai Szekció vezetőségének egyik tagja (Zsebők) nem is tagja az MBT-nak. Kérjük fel.

A biofizikus oktatás kérdésében gyorsítólag hatna, ha továbbképző tanfolyamokat szerveznénk a biofizika legfontosabb kérdéseiről.

Toperczer: A vándorgyűlés szervezésében javasolja azt az elvet követni, hogy ne párhuzamosan tartassék a fizikus és biofizikus előadássorozat, hanem időben egymás után, nem baj, ha 2 nappal tovább tart az összejövetel. Klubesték és

egyéb évközben tartott előadások szervezésével egyetért. Ezek nagyon alkalmasak 1—1 témakör megbeszélésére.

Tóth Lajos: Az iker-probléma kérdését erőltetettnek tartja. A biológusok matematikai képzését illetően egyetért az Ernst által felvetettekkel, és a modern biológia megteremtése szempontjából alapvetően fontosnak tekinti.

Faludi: Az MBT eddig elég zárt volt, a vitákat az elnökség és a tagság bevonásával folytatta. Helyes lenne a rokon szakmákat bevonni és ezzel a Társaság hatókörét kiszélesíteni. Munkacsoportok alakítása hazai és nemzetközi szempontból is jelentős lenne, pl. a fotobiológia tárgyköréből. A biológus-képzéssel kapcsolatban ismerteti a most induló szakbiológusok matematikai anyagát, mely szerinte a biofizikus utánpótlás számára kielégítő. Az élő és élettelen különbözőségéről folytatott vitában nem ért egyet Tarjánnal. A biológiában az egyed-fogalom speciális tartalommal bír.

Frenyó: A biológiában a biológiai egység fogalmát néhai tanárának a „perszóna" kifejezésével lehetne legtalálóbban kifejezni.

Tóth: Az egész és fél problémája a fizikában sem egyszerű, pl. a kvantumfizikában. A kérdés biológiai vetületéhez nem kíván hozzászólni. Köszönetét fejezi ki Tigyinek az értesítő gyors és szép kiállításáért.

Nagy: A biológusképzésben a matematika fontosságát hangsúlyozza, és nem érti, hogy Ernst a bevezetőjében milyen matematikai anyagot tart soknak.

Ernst: A szakbiológusképzés anyagának első tervezetére mondta, hogy sok.

Nagy: A biológusok számára egészen speciális és irányított matematikát javasol. Kifejezi köszönetét az elnökségnek az egri összejövetel kiváló megszervezéséért.

Tigyi: Megköszöni az elismeréseket és természetesnek tartja, hogy az elnökség maximális igyekezettel dolgozott a rendezvény megszervezésében és az Értesítő időben való elkészítésével. Kiemeli a technikai szerkesztő Móroczné, Juhász Mária igen nagy szerepét az Értesítő megjelenésében. Bozóky beszámolójához kiegészítésként megjegyzi, hogy a Társaság megmaradt pénzén kiváló lehetőség van belföldi tanulmányút támogatására.

Tarján és Sztanyik, valamint Toperczer tagtársak javaslatáról az ELFT és a közösen tartott vándorgyűlések kérdésében nem kíván véleményt nyilvánítani, azt az elnökségnek kell alaposan megvitatnia.

Az ellenvetésekkel kapcsolatban csak annyit jegyez meg, hogy a 21-től 23-ig tartó rendezvényünkre azért nem hívtunk más területről szakembereket, mert az MTA elnökségének határozata értelmében nem vándorgyűlést tartottunk. A teljesen egységes téma sokoldalú megvitatása szimpozionok feladata. Saját véleménye szerint a vándorgyűlés egy olyan tudományos összejövetel kell legyen, melyen az elmúlt 2 év összes munkásságáról beszámolnak a biofizikusok minden különösebb rendezés nélkül.

Az előadó ülésekkel kapcsolatban szintén az újonnan választandó elnökség véleményét tartja mérvadónak, maga részéről ezzel egyetért.

A gyors publikációra is lehetőséget teremtene ezen évközi előadások és klubestek jegyzőkönyvének publikálása. Az ELFT-vel való kapcsolatot fontosnak tartja és a vándorgyűlésen az előadások kölcsönös látogatása mellett a személyes kapcsolatokat és megbeszéléseket nélkülözhetetlen fontosságúnak tartja.

Megköszöni az értékes hozzászólásokat, melyek nagyban hozzájárultak az elnökség munkájának helyes értékeléséhez és jó támpontot fognak adni a most választandó új elnökségnek munkamódszerét és célkitűzéseit illetően.

Ernst: Kiemeli, hogy igen pozitív jelenségnek tartja a közgyűlésen azt, hogy szervezeti és egyéb kérdések mellett elvi tudományos kérdések megvitatása is jelentős szerepet játszott.

Köszönetet mond Tarján, Sztanyik és Tigyi tagtársaknak, mint az Előkészítő Bizottság tagjainak a közgyűlés jó megszervezéséért, majd a discussiót befejezettnek nyilvánítja.

Az Elnökség nevében megköszöni a tagság bizalmát és az Elnökség lemondását bejelenti. Megkérdezi a tagságot, hogy a beszámolót elfogadja-e, és megadja-e a felmentést az Elnökségnek.

Egyhangúlag elfogadva.

A közgyűlés az Elnökség lemondása után korelnököt választ a választás lebonyolítására. Korelnökké nyílt szavazással Ernst Jenőt választják.

Ernst: Felkéri a jelölő bizottság elnökét, ismertesse a jelölő bizottság javaslatát.

Várterész: A jelölő bizottság megvizsgálta a régi vezetőség munkáját, megállapította, hogy a magyar biofizikus kutatók megszervezésében igen nagy jelentőségű és értékes munkát végzett. Az elmúlt két évben a vezetőség munkájára néha jellemző volt a befelé fordulás. Ez azonban a kezdeti nehézségekkel magyarázható. A jelölő bizottság úgy gondolja, hogy az lenne a legeredményesebb, ha a régi elnökséget változatlan összetételben javasolja újra megválasztani a következő közgyűlésig.

Javaslat:

elnök:	Ernst Jenő
első titkár:	Tigyi József
titkár:	Horváth Imre
elnökség tagjai:	Bozóky László Faludi Béla Frenyó Vilmos Guba Ferenc Hoffmann Tibor Juvancz Iréneusz Straub F. Brunó Sztanyik László Tarján Imre Tarnóczy Tamás Tóth Lajos

Ernst: Megköszöni a jelölő bizottság munkáját és megkérdezi a tagságot, van-e Várterész tagtárs által előterjesztetteken kívül további javaslata.

A javaslatot a tagság egyhangúlag elfogadja.

Ernst: Megállapítja, hogy a jelölő bizottság által javasolt új elnökséggel, mint javaslattal, a tagság egyetért és további javaslata nincs. Felkéri a szavazatszedő bizottság elnökét, hogy a titkos szavazást bonyolítsa le.

Niedetzky: A szavazatszedő bizottság tagjaival kiosztják a szavazólapokat és az urna ellenőrzése után a tagság a szavazólapokat az urnába helyezi.

Ernst: Szünetet rendel el, míg a szavazatszedő bizottság összeszámolja a szavazatokat.

Ernst: Bejelenti a közgyűlés folytatását és felkéri a szavazatszedő bizottság elnökét a jelentés megtételére.

Niedetzky: A szavazatszedő bizottság 34 szavazólapot osztott ki. Beérkezett 34 érvényes szavazólap. A szavazatok megoszlása a következő:

Ernst Jenő	34 szavazat	Hoffmann Tibor	33 szavazat
Tigyi József	34 szavazat	Juvancz Iréneusz	33 szavazat
Horváth Imre	34 szavazat	Straub F. Brunó	34 szavazat
Bozóky László	34 szavazat	Sztanyik László	34 szavazat
Faludi Béla	34 szavazat	Tarján Imre	34 szavazat
Frenyó Vilmos	34 szavazat	Tarnóczy Tamás	34 szavazat
Guba Ferenc	34 szavazat	Tóth Lajos	34 szavazat

Ernst: Megköszöni a szavazatszedő bizottság munkáját. Az újonnan megválasztott vezetőség nevében köszönetét fejezi ki a tagságnak a bizalomért és a tagság aktív segítségével kívánja folytatni a munkát a jövőben.

1963. augusztus 21-én került sor az információelmélet biológiai alkalmazásáról rendezett munkaértekezletre.

BEVEZETŐ ELŐADÁS

ERNST JENŐ
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Nem symposiont tartunk, nem ankétot, nem konferenciát és nem kolloquiumot, hanem munkaértekezletet. Tehát nem előadások szerepelnek, hanem két kérdés megtárgyalása: 1. mi a helyzet, 2. mi a teendő?

Hogy a helyzetet jellemezzem, mindenekelőtt elmondok egy esetet: nemzetközileg ismert és elismert külföldi kutató előadást tartott hazánkban egyes synaptikus kapcsolatokról az agyban. A kb. 1 órás előadás alatt kétszer vagy háromszor használta azt a kifejezést, hogy ez vagy az a képlet információt visz, de ennél a szövegezési produkciónál egy hajszállal sem mondott többet. Másnap egyik kiválónak elismert magyar prof. kolléga azt emelte ki dicsérőleg, hogy a külföldi előadó bevonta előadásába az információelméletet. Szóval a teljesen üres szövegezés már ilyen értékelést váltott ki egy egyébként jól képzett kollégából.

Ezzel a túlértékeléssel szemben említek egy magyar közleményt, melyben a szerző valami ellenséges indulatú hamisságként kezeli az információelméletet, ami természetesen megokolatlan.

Ugyancsak jellemzi az információ-elmélet mai helyzetét, hogy 1958—1963-ban 5 füzetben jelent meg „Információ-elméleti Munkák" címen, német nyelven, számos szerzőtől származó cikkek gyűjteménye csaknem 600 oldalon, kizárólag matematikai szempontból, kizárólag matematikai apparátussal megírva. A szerzők közül csak a magyar Rényit említem, hogy jelezzem a mű magas szakmai nívóját. Mindamellett vagy talán éppen ezért aligha jelent valami lényeges impetuszt az információelmélet biológiai alkalmazása területén.

Egy további jellemző adat: az MTA Biológiai Osztálya pályázatot hirdetett a kibernetika, ill. az információelmélet biológiai alkalmazásáról 1961. és 1962. évben; összesen öt pályázat érkezett be, amelyek általában szorgalmas érdeklődésről tanúskodnak és többségükben jutalmat is nyertek. Félre ne értsenek: én voltam minden esetben a bíráló bizottság elnöke, és javasoltam a pályázatok jutalmazását egy kivételével, amely ugyan szintén szorgalmas munkáról tanúskodott, annyira ragaszkodott azonban a tanulmányokhoz, hogy egész részeket tartalmazott szóról szóra kiírva Zemanek kis könyvéből, nem jelezve az idézés tényét. Ilyen fokú, túlzott mértékű másolás persze nem fogadható el egy akadémiai pályázatban, de azt is meg kell mondjam, hogy a többi pályázat is túlzott mértékben volt irodalom áttekintő jellegű anélkül, hogy csak megkíséreltek volna állást foglalni egyik-másik kérdésben. Arról meg már nem is beszélve, hogy legalább körvonalaiban vagy előtervezés formájában említettek volna saját önálló experimentális témajavaslatokat a biológiai alkalmazás területén.

Ez a feltűnő, szinte elvi tartózkodás attól, hogy az analógiákon és hasonlatokon túlmenve konkrét bioexperimentummal kapcsolatban alkalmazzák az információelméletet, viszont arra ösztönöz bennünket, *hogy kutassuk az okokat.* 1. Talán nem tévedek, ha elsősorban azt említem meg, amire már előbb is céloztam, hogy t. i. a matematikusok részéről — persze nagyon helyesen — megnyilvánuló készség az információelmélet matematikai alapjainak precizírozására esetleg elrettentő benyomást kelthettek olyan látszat miatt, hogy a biológiai felhasználáshoz is hatalmas matematikai szakképzettség kell *minden* experimentátor számára. Pedig kollaboráció esetén megoldható a helyzet, pl. matematikus, fizikus és biológus együttműködése jó eredményre vezethet.

2. Véleményem szerint szükséges lenne félreérthetetlenül tisztázni bizonyos tételeket illetve egyes kifejezések valódi értelmét, éppen a széleskörű biológiai felhasználás érdekében. Az „entrópia" kifejezés kérdését vetném fel ezúttal. Ismeretes, hogy Clausius az entrópia elnevezést tudatosan választotta az energiához hasonlónak, mert ezzel is jelezni kívánta energiaszerű értelmét. Ismeretes az is, hogy egyszerű levezetés szerint az entrópia egyenlő a szabad energia negatív temperatúrakoefficiensével

$$\Delta S = -\frac{\Delta F}{T}$$

ami szintén energiaszerű fogalmat igazol. Boltzmann rájött, hogy az általa levezetett statisztikai mechanikai H-függvénnyel kiválóan szemléletes értelmet adhat az addig eléggé elvontnak látszó entrópia-fogalomnak. Ezt a H-függvényt vette át az információelmélet matematikai vonala és szintén entrópiának nevezte el. Függetlenül attól, hogy szerencsés-e két *különböző* értelmi tartalomra *azonos* elnevezés, kétségtelenül okozott és okoz ma is bizonyos zavart. Ebből érthető, hogy pl. Quastler nem is kívánja használni az információelméletben az entrópia kifejezést, viszont pl. az Új Magyar Lexikon az entrópiát az egész információelmélet központi fogalmának tanítja, miként több szakirodalmi állásfoglalás is.

Ha elnevezésen nem is vitatkozunk, világosan külön kell választanunk az entrópia fizikai fogalmát és az entrópia matematikai elnevezése alatt értendő H-függvényt. Ennek nem mond ellent az a tény, hogy azonos a kiszámítás matematikai alapelve, ill. módszere, miként nem jelent kapcsolatot a gáztörvények és a melegvérűek anyagcseréje között az a tény, hogy mindkettőnél alkalmazzuk a számtannak a fordított arányról szóló tételét.

Nem kétséges, hogy ha biológiai problematikát kívánunk kidolgozni információ-elméleti alapon, akkor szükséges az információelmélet emléleti—matematikai ismerete, amelybe véleményem szerint beletartozik még a Boole-algebra is. De éppen ennyire kétségtelen, hogy mellőzhetetlenül szükséges a biológiai rendszer municiózus és mindenoldalú ismerete, miként ezt demonstrálta tavalyi referátumsorozatunk az ingerület problémájáról. Ennél a témánál maradva talán megemlíteném, hogy véleményem szerint a problémát — megfelelő szinten — aligha sikerül experimentálisan kidolgozni matematikus-fizikus és biológus szakértelem együttes érvényesülése nélkül, miként előbb már jeleztem.

De megemlítenék természetesen egyéb alapvető biológiai problémát is, melynek információ-elméleti alapon való kidolgozása aktuálisnak tűnik. Így pl. felvetném a radiobiológiából a találat vagy treffer vagy target-elmélet információ-elméleti kidolgozását. Vagy fontosnak tartanám a biológiai energetika ma még eléggé ki nem dolgozott problematikájába bevonni az információelméletet, pl. a tyúkembrió fehérje-szintézisével kapcsolatban a tojásfehérje szere-

pét, amely eleinte nem vesz részt a csirkeembrió felépítésében. Általában felmerülhet a kérdés: a fehérjeszintézisben az egész élet folyamán milyen szerepe van a kódolásnak és feltehető-e, hogy a fehérjeszintézis egy része csak találomra folyik le és csak a megfelelő összetételű és sequentiájú molekulák maradnak tovább fenn, mások nagyon hamar le is bontódnak (mint pl. a heterotransplantatumban).

Csak egy további példát említenék még; az ideg axonok csatorna szerepével kapcsolatban a parallel vagy seria vagy parallel-serie csatorna problematikát; azt hiszem, hogy ennek kidolgozása kapcsán eljuthatnánk egészen a *biológiai idő* kérdéséig, összevetve az asztronómiai idővel, ami talán még a relativitáselmélet időproblematikájához is nyújtana adatokat.

Munkaértekezletet tartunk. Nem előadások sorozatával kívánjuk nyugtázni e megbeszélésünkkel a múlt eredményét, hanem útmutatást nyerni a jövő munkához. Kérem, alapos és részletes hozzászólásokkal próbálják megtalálni az információelmélet biológiai alkalmazásának hazai helyzetét és a munka folytatását.

Az előadást élénk vita követte.

1963. augusztus 21-én zajlott le a sugárbiológiai kutatás hazai helyzetéről rendezett munkaértekezlet. A vitaindító előadást Sztanyik László tartotta.

BEVEZETŐ ELŐADÁS

SZTANYIK LÁSZLÓ

(Országos F. J. Curie Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet és a Néphadsereg Eü. Szolgálata)

Úgy gondolom, örömmel üdvözölhetjük a Magyar Biofizikai Társaság Elnökségének azt a határozatát, hogy jelenlegi munkaértekezletünk napirendjére tűzte a sugárbiológiai kutatás hazai helyzetének megvitatását. Munkaértekezletünknek az a feladata, hogy

— elsősorban az Önök hozzászólásai alapján valóságos képet kapjunk a sugárbiológiai kutatás hazai helyzetéről, tehát arról, hogy hol és hányan dolgoznak sugárbiológiai jellegű kutatási feladatok végrehajtásán;

— megvizsgáljuk, hogy miképpen lehetne — korlátozott erőinkhez képest is — tovább szélesíteni a kutatást, és a hazai viszonyok között legintenzívebben művelhető irányokban világszínvonalra emelni;

— miképpen lehetne — a sugárbiológiai kutatás jövőbeni célszerű koordinációja első lépéseként — közelebb hozni egymáshoz az e területen dolgozó kutatókat, és munkáiknak megfelelő hazai és külföldi publicitást biztosítani.

A sugárbiológia meglehetősen fiatal tudományág, még akkor is, ha közel egykorúnak tekintjük a röntgen- és radioaktív sugárzások felfedezésével. Csak a II. világháború után, a negyvenes évek második felében szerveződött többékevésbé önálló tudománnyá. Azóta viszont annál gyorsabban fejlődik. Rohamos fejlődését szükségessé tették a következő okok:

1. Az atomenergia fokozódó felhasználása a népgazdaság valamennyi ágában, különösen a mezőgazdaságban és iparban, azonkívül a kísérleti kutató munkában és a klinikai orvostudományban, együtt járt az ionizáló sugárzás révén közvetlenül veszélyeztetett személyek számának növekedésével, a szomatikus és genetikai sugárártalom veszélyének fokozódásával.

2. Kisebb intenzitással, de az egész populációt fenyegeti a kísérleti atombombantások radioaktív termékeiből származó ionizáló sugárzás, nem is szólva egy esetleges atomháború beláthatatlan következményeiről.

3. Aktuális problémaként merült fel a kozmikus sugárzás biológiai hatásának megismerése és az ellene való védekezés módszereinek kutatása a világűrben tett huzamos utazásokkal kapcsolatban.

4. Végül, de nem utolsó sorban az ionizáló sugárzás alkalmazása lehetőséget ad a mezőgazdász és biológus kezébe újabb, az ember számára kedvező tulajdonságokkal rendelkező organizmusok létrehozására, az orvos kezébe pedig különféle pathológiás folyamatok diagnosztizálására, illetve gyógykezelésére. Világos, hogy a sugárzás céltudatos felhasználása mindezen feladatok megoldására csak hatásának megismerésével lehet megalapozott. Fejlődésének kezdetén a sugárbiológia átvette más tudományok kipróbált kutatási módszereit és eszközeit. Ma már a helyzet megfordult, amennyiben a sugárbiológiai kutatás során

kifejlesztett methodikákat rokon tudományokban kezdik egyre gyakrabban felhasználni (genetika, embriológia, mikrometria, haematológia stb.). Az ionizáló sugárzás, mint molekuláris szinten ható tényező lehetővé tette, hogy fontos ismereteket szerezzünk a vírusokról, phagokról és a hozzájuk hasonló elemi sruktúrákról, amelyek átmenetet képeznek az élettelenből az élő felé. Sőt, néhány radiobiológiai probléma általános-biológiai jelentőségű problémává fejlődött, pl. a háttérsugárzás kérdése. Ismeretes, hogy az élet kialakulása a Földön a háttérsugárzás körülményei között, tehát a kozmikus- és földsugárzás hatása alatt ment végbe. Ezzel kapcsolatban joggal vetődnek fel ilyen kérdések:

— milyen szerepet játszott a háttérsugárzás, mint külső környezeti tényező az élet keletkezésében,

— az evolúció menetében észlelt hirtelen felgyorsulások, illetve viszonylagos stagnálások nem függnek-e össze a természetes háttérsugárzás intenzitásának változásaival,

— lehetséges-e egyáltalán szerves élet a Földön a természetes háttérsugárzás nélkül stb.

Érdeklődési körét és vizsgáló módszereit tekintve a sugárbiológia speciális határterületi tudomány. Specialitása abban áll, hogy a fizikától kezdve, a kémián, biokémián, mikrobiológián, genetikán, növény- és állatfiziológián, illetve pathológián keresztül a leggyakorlatibb orvostudományig — számos tudománynyal határos. Emiatt nemegyszer felvetődött a sugárbiológia, mint önálló tudomány létének tagadása is. Kétségtelen, hogy sugárbiológiai problémák megoldása rendkívül széles látókört és a szomszédos tudományágak területéről is sokoldalú ismereteket kíván, de melyik az a tudomány manapság, amelyről nem lehet ugyanezt elmondani. Viszont a sugárbiológia sajátos határterületi tudomány voltából következik két dolog:

1. A legkülönbözőbb tudományágakból kiinduló problémák vezethetnek a sugárbiológia területére. Így sugárbiológiai jellegű kutatással találkozhatunk különböző intézetekben, kezdve a fizikai intézetektől, egészen az onkológiai intézetekig, és sugárbiológiai közleményeket publikálnak a legkülönbözőbb szakfolyóiratokban.

2. Átfogó sugárbiológiái kutatás csak sokprofilú, komplex intézetben lehet effektív. Ezért jöttek létre az ismert, óriási sugárbiológiai kutatócentrumok Nyugaton is és a Szovjetunióban is.

A sugárbiológiai kutatásoknak ez a két típusa manapság hazánkban is jól felismerhető. 1957 óta létezik a Központi, majd Országos Sugárbiológiai Kutató Intézet, amely komplex létesítmény, fizikai, biokémiai, pathofiziológiai, pathológiai, immuno-mikrobiológiai, valamint sugáregészségügyi osztállyal. Ezenkívül elszórtan más intézetekben is folyik sugárbiológiai jellegű kutatás: az Orvostudományi Egyetemek különböző tanszékein, az Országos Onkológiai Intézetben, az Országos Közegészségügyi Intézetben, az Országos Reuma és Fürdőügyi Intézetben az MTA Orvosradiológiai Kutató Csoportjában, a Magyar Néphadsereg Orvosi Tudományos Tanács Kutató Osztályain és némelyik kórház vagy rendelőintézet röntgenosztályán. Az ilyen elszórt kutatásoknak az a nagy veszélye, hogy a kutatók nem tudnak egymásról, nem ismerik egymás eredményeit.

Világszerte egyre nagyobb problémát jelent a szakirodalom követése a megjelenő tudományos közlemények óriási mennyisége miatt, amelyek között számos közlemény gyakorlatilag azonos ismeretanyagot tartalmaz. Az irodalom követését az is nehezíti, hogy a közlemények sokféle folyóiratban látnak napvilágot. Bátran állíthatjuk, hogy ebben a vonatkozásban elértük a világ-

színvonalat. Hazai szerzőktől 1962-ben összesen 57 sugárbiológiai tárgyú közlemény jelent meg. Ebből 42 közlemény 21 féle hazai folyóiratban található, kezdve az Acta Biologica Hungaricától egészen a Magyar Államvasutak Egészségügyi Intézeteinek Tudományos Közleményei-ig. A fennmaradó 15 közlemény is 8 különféle külföldi folyóiratban jelent meg. Bár a publikációk tematikailag átfogják az egész sugárbiológiát a dozimetriai problémáktól a sugárbetegség therápiájáig, a sugárbiológiai kutatások számos fontos területével egyáltalán nem foglalkozunk. Például:

— A biológiai sugárhatás elsődleges mechanizmusával, tehát a sugárhatás biofizikájával,

— a kvantitatív radiobiológia problémáival,

— az enzimek in vitro és in vivo sugárérzékenységével,

— celluláris sugárbiológiával,

— radiotoxikológiával stb.

Szinte kizárólagosan csak konvencionális röntgensugárzással dolgozunk és egy-egy kísérlettől eltekintve, sehol sem folyik a gamma-sugárzás, gyors elektronok, neutronok, protonok, alfa-sugárzás és nehéz részecskék biológiai hatásának vizsgálata.

Természetesen nem állítom, hogy célszerű és szükséges is valamennyi felsorolt irányban kifejleszteni a sugárbiológiai kutatást. Viszont feltétlenül célszerű egy-két olyan irányt kiválasztani, amelyet a hazai kutatás homlokterébe állíthatnánk:

— a nukleinsav-anyagcsere sugárkárosodása,

— a radiotoxikológia kérdései,

— bizonyos enzimrendszerek, pl. a légző fermentek sugárkárosodásának vizsgálata,

— a kémiai sugárvédelem hatásmechanizmusának kérdései,

— a sugársérülés diagnosztikájára és súlyossági fokának megállapítására alkalmas módszerek kidolgozása,

— a röntgenkáter tüneteinek kupirozására alkalmas gyógyszerek kutatása stb.

Felmerül a kérdés, hogy milyen módon lehetne megvalósítani a sugárbiológiai kutatás koordinálását. Véleményem szerint első teendőként a kutatókat kellene megismertetni egymással előadások, ankétok, kerekasztalkonferenciák és szemináriumok rendezésével. Későbbi időpontban valamilyen szervezeti jelleget is adhatnánk a kutatók összefogásának, amit elősegíthetne az eredmények publikálására alkalmas szakfolyóirat megteremtése. Második lépésként jöhetne szóba a sugárbiológiai kutatásokkal foglalkozó intézetek és önálló kutatók munkájának céltudatos koordinálása, esetleg irányítása.

Vitaindító előadásomnak nem az volt a célja, hogy átfogó és teljes képet adjak a hazai sugárbiológiai kutatás helyzetéről, jelenéről és jövőjéről. Inkább azt akartam elérni, hogy a jelenlévők módot találjanak a felvetett problémák egyikéhez-másikához kiegészítést fűzni, azokkal kapcsolatban saját elképzeléseiket kifejteni, esetleg újabb problémákat is felvetni. Remélem, hogy a jelenlévők hozzászólásai bebizonyítják, hogy ezt a célt többé-kevésbé sikerült elérnem.

1963. augusztus 22-én és 23-án a Budapesti Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézetének beszámolója hangzott el tudományos munkájáról.

AZ INTÉZET KUTATÓMUNKÁJÁNAK ÁTTEKINTÉSE

TARJÁN IMRE
(Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Egy egyetemi intézet tevékenysége sokrétű és ebben a kutatómunka, mint egyik főfeladat hangsúlyozott szerepet játszik. A részlet nem értékelhető azonban, ha legalább vázlatosan nem ismerjük az egészet. Ezért bevezetőben szeretném bemutatni az intézetet.

Oktatási munkánk három karon folyik. Az orvosi és fogorvosi karon az orvosi fizika, a gyógyszerészi karon a fizika és a matematika oktatását látjuk el. Összesen kb. 800 hallgatóval foglalkozunk. Feladataink az elmúlt évek során fokozatosan gyarapodtak és ennek megfelelően alakult az intézet oktatói létszáma, amely jelenleg 15 fő: 7 fizikus, 3 orvos, 3 gyógyszerész és 2 kémikus.

A fizika és a vele kölcsönhatásban álló tudományok kapcsolatát illetően az elmúlt időszakban új periódus vette kezdetét, amelyben a határterületek ismeretanyaga nemcsak megnőtt, de minőségében is megváltozott. A korszerű követelmények gondos elemzése alapján alakítottuk ki az előadások és laboratóriumi gyakorlatok, valamint a szemináriumok programját, amelyek az egyes karok speciális igényeit is tartalmazzák. A programok és az oktatási módszerek különbözősége miatt a három kar hallgatóinak oktatása elkülönülten folyik. A kötelező előadásokon és gyakorlatokon kívül nem-kötelező előadásokat is tartunk hallgatóink számára a biofizika és a matematika köréből. A tudományos diákkör keretében több mint 10 hallgatóval foglalkozunk. Itt szeretnék említést tenni azokról a továbbképző tanfolyamokról is, amelyeket a radioaktív izotópok alkalmazásával kapcsolatban különböző intézmények szerveztek orvosok, gyógyszerészek, egészségügyi középkáderek számára és amelyekből az elmúlt időkben intézetünk jelentősen kivette részét.

Az intézet tudományos munkája feletti felügyeletet a Magyar Tudományos Akadémia gyakorolja. 1961-től kezdve Akadémiai Tanszéki Kutatócsoport létesítése által az Akadémiával való kapcsolatunk közvetlenebbé vált és tovább mélyült. Akadémiai álláson jelenleg két kutató dolgozik.

Az intézet kutatási témái három csoportra oszthatók:

kristályszerkezeti hibák vizsgálata;
biofizikai és orvosi vonatkozású vizsgálatok;
műszerfejlesztés, mérési eljárások kidolgozása.

A továbbiakban a fenti sorrendet követve összefoglalom eredményeinket.

1. Ismeretes, hogy ionizáló sugárzások hatására a kristályos szilárd testek számos fizikai tulajdonsága megváltozik. Mindez azzal függ össze, hogy a sugárzások hatására a kristályokban mindig jelenlevő kristályhibák koncentrá-

ciója megnő és újfajta hibák is keletkeznek. Vizsgálatainkat általunk növesztett alkálihalogenid egykristályokon végeztük, amelyeket röntgensugárzásnak vetettünk alá. Az alkálihalogenid kristályok a sugárzás hatására színessé válnak, fényelektromos tulajdonságot mutatnak, lumineszkálnak, mágneses tulajdonságaik megváltoznak stb. A sugárzások által keltett hibás helyeket, amelyek az említett jelenségeket előidézik, színcentrumoknak nevezzük. Célunk az volt, hogy a sugárzás által kiváltott folyamatokat különböző „előéletű" kristályokon vizsgáljuk.

Az elmúlt években több jelenséget ismertünk fel, írtunk le és értelmeztünk kvalitatív, részben kvantitatív módon. Ilyenek pl. azok a változások, amelyek az abszorpciós színképben és a fotovezetés spektrális eloszlásában mutatkoznak, ha a színtelen vagy a már röntgenezett kristályt hőkezelésnek vetjük alá, a színezett kristályt bizonyos abszorpciós sávokban megvilágítjuk, az alapanyagot szándékosan szennyezzük stb. A fényelektromos vezetőképesség mérésére építve oly módszert dolgoztunk ki, amely lehetővé teszi, hogy a hibák egy csoportjának, éspedig az elektronelfogó hibáknak egyes tulajdonságait a többitől szeparáltan vizsgálhassuk. Sikerült meghatározni bizonyos hibák elektronelfogási hatáskeresztmetszetét. A centrumok egy csoportjára, az ún. V-típusú centrumokra olyan modellt állítottunk fel, amellyel nemcsak az általunk felismert jelenségeket tudjuk értelmezni, hanem bizonyos, már régebben ismert és eddig kielégítő módon nem értelmezhető jelenségeket is (1—12).

A fentiekhez kapcsolódva néhány gondolatot szeretnék megemlíteni, amelyek a színcentrumokra vonatkozó vizsgálatok jelentőségét és aktualitását támasztják alá. Egyrészt a strukturális hibák vizsgálata elvileg és gyakorlati vonatkozásaiban is jelentős feladat, másrészről pedig időszerű kérdés az ionizáló sugárzások és a különböző közegek kölcsönhatásának tanulmányozása. Akár így, akár úgy tekintjük a problémákat, az eredmények érdeklődésre tarthatnak számot a biológia szempontjából is. Az élő szervezetet felépítő óriásmolekulákban az atomok rendezetten helyezkednek el. A rendtől itt is vannak eltérések, hibák. Biztos, hogy a viszonyok bonyolultabbak, mint pl. egy kősókristályban, feltárásuk hosszú és fáradságos munka, de a rendezetlenség bizonyos vonásairól máris képet alkothatunk magunknak. A bonyolultabb jelenségek tisztázásához az út az egyszerűbbek megismerésén át vezet. Így találhatjuk meg a módszereket is, ahogyan a bonyolultabb kérdésekhez nyúlhatunk. Ugyanezt elmondhatjuk a sugárhatások mechanizmusának kérdésével kapcsolatban is. Az alkálihalogenid kristály igen alkalmas kísérleti anyag abból a szempontból, hogy követhessük azt a folyamatláncot, amely az ionizációval és gerjesztéssel indul el, és a továbbiakban mikroszkopikus tulajdonságok megváltozására vezet. Ma már tudjuk, hogy egy kősókristályban sem lokalizált hatásokról van szó, ismerjük a részecske-, energia-, impulzus-transzport jelenségek bizonyos vonásait, a létrejött hibák kölcsönhatásait az alapráccsal, egymással, más hibákkal, vendéganyagokkal stb. Mindez szemléletet nyújt, gondolatokat ébreszt a biológiai objektumokban végbemenő sugárhatásokkal kapcsolatban, és megtermékenyítheti az e területen végzett vizsgálatokat is.

Intézetünkben a szilárdtestfizikai vizsgálatok alapul szolgálnak a jelenleg is folyamatban lévő, a jövőben pedig továbbfejlesztendő molekuláris biofizikai vizsgálatokhoz.

A mikrostrukturális folyamatok többféleképpen vizsgálhatók. Egy szerény lehetőség, amivel ugyszintén éltünk, és ami újabb, de az előbbiektől nem teljesen független témákat vetett fel az utolsó egy-két évben, a kristályok felületének mikroszkópos vizsgálata. A konkrét feladatot a következőképpen fo-

galmazhatjuk meg: azokat a jelenségeket és folyamatokat vizsgáljuk, amelyek hőkezelés hatására a kristályok felületén lejátszódnak. Megállapítottuk, hogy a 600—800 °C hőmérsékleti tartományban temperált NaCl kristályok felületén megjelenő figurák rendszerezhetők. A rendszerezés elvégzése után kitűnt, hogy az irodalomban a hőkezelt NaCl kristályokkal kapcsolatban megoldatlanul maradt kérdések egy része valamilyen szilíciumvegyület szennyezésével magyarázható. A NaCl-kristályok hőkezelésével kapcsolatban újabb kísérleti eredményeket szereztünk a poligonizált és görbevonalú alak hőmérsékletfüggésére vonatkozólag. Ezek a világirodalomban szereplő más anyagokon nyert kísérletekkel együtt alátámasztották azt a feltevést, hogy a kristálynövekedés elmélete által a poligonizáció elméletére felállított összefüggés nem teljes. A probléma megoldásának elősegítése végett vizsgálatokat végeztünk arra vonatkozólag, hogy a bizonytalanná vált hőmérsékleti faktor helyett a felületi vertikális növekedési sebességet határozzuk meg. Megfelelő eljárással sikerült megmérni azt a lerakodási sebességet, amely alatt poligonizáció lép fel. Kimutattuk NaCl-kristályok esetében is az ún. túlhűtött csepp jelenlétét, illetőleg az ún. protuberancia felléptét. Kimutattuk, hogy ezek a képződmények az alapkristályszerkezettől többé-kevésbé függetlenül hozhatnak létre felületi figurákat, és így hibákat okozhatnak a kristályszerkezet hőmaratással történő vizsgálatakor. Kimutattuk továbbá, hogy a poligonizált és nem görbevonalú formák keveredésének valószínű oka szintén az ún. túlhűtött cseppekben keresendő. Az inhomogénen deformált NaCl-kristályok temperálásakor fellépő átorientált területekről kimutattuk, hogy nagyságuk követi a folyási határ hőmérsékletfüggését, és így valószínűleg a NaCl-kristályok töltött diszlokációjával van kapcsolatban (13—27).

2. Biofizikai és orvosi vonatkozású vizsgálatainkat az alkalmazott metodikák alapján két alcsoportra osztjuk:

az ultrahang biológiai és orvosi felhasználásának elvi és gyakorlati kérdései;

radioaktív izotópok nyomjelzőként való alkalmazása, sugárbiológiai vizsgálatok.

a) A Bőrgyógyászati Klinikával közösen megvizsgáltuk a különböző bőrpatogén gombafajták ultrahang iránti érzékenységét. A Penicillium glaucumot kivéve minden tenyészetnél növekedést gátló hatást észleltünk. Természetszerűleg vetődött fel az a kérdés, hogy milyen szerepet játszanak gombák esetén az ultrahanghatás kiváltásában az egyes fizikai és biológiai paraméterek, mint frekvencia, intenzitás, hőmérséklet, időtartam, szuszpendáló közeg fizikai sajátságai, a gombaelemek kora stb. Ezekben a vizsgálatokban azonos gombafajtát, éspedig Candida albicanst használtunk. Megállapítottuk, hogy azonos frekvencia és intenzitás mellett az elpusztított spórák száma a besugárzás idejével nő, teljes sterilitás azonban több órás kezeléssel sem érhető el. Elég rövid ideig tartó ultrahang besugárzás a gombák szaporodására élénkítő hatással van. Frakcionált ultrahangsugárzás a fungicid hatást csökkenti. A frekvencia, illetőleg az intenzitás növelésével az adott idő alatt elpusztult spórák száma nő. Magasabb hőmérsékleten végzett besugárzás esetén úgyszintén fokozódó hatás észlelhető. Fiatalabb gombaelemek érzékenyebbek az ultrahanggal szemben. Az ultrahang inaktiváló hatásában kísérleti feltételeink mellett minden bizonnyal a kavitáció játszik szerepet. Az ultrahang hatása nagyobb sűrűségű spóraszuszpenzió esetén kisebb, stb Mindezek az eredmények jól egyeznek azokkal a megfigyelésekkel, amelyeket mások baktériumok és vörösvértestek besugárzása esetében nyertek (28—30).

Minthogy teljes csíramentességet egy-két órán át tartó ultrahang-besugárzás után sem sikerült elérni, ezért megvizsgáltuk különböző dezinficiensek (Fungifen, Ryfen, fenol, Sterogenol, jód- és Castellani-oldat), valamint ezekkel kombinált ultrahang-besugárzások fungicid hatását is Candida albicansra. A kombinált kezelés hatásosabbnak mutatkozott. Igen híg Fungifen és Castellani-oldat fungicid hatása nagyobb, mint a külön-külön alkalmazott antimycoticum, ill. ultrahang-kezelés fungicis hatásának összege. Ryfen és fenol esetében a hahatásfokozódás kisebb mértékű, jód és Sterogenol esetén pedig nem észlelhetők. Az in vitro végzett kombinált kísérleteket a budapesti Bőr- és Nemikórtani Intézetben betegeken is kipróbáltuk. Úgy látszik, hogy megfelelő dezinficienseknek a csatoló anyagba (kenőcs, olaj, vízfürdő) való keveredésével az ultrahang hatása kedvezően befolyásolható (31).

Allergiás bőrpróbák céljára Trychophyton gypseum asteroides tenyészetekből ultrahang segítségével vakcinát állítottunk elő. Az így előállított vakcina hatásosságát összehasonlítottuk ugyanazon szuszpenzióból mechanikus eljárással készített vakcina hatásosságával. Az előbbi az esetek többségében erősebb reakciót ad, ezért diagnosztikus, illetőleg terápiás célokra használhatóbb (32—33).

Vizsgálataink másik területe az ionmozgás tanulmányozása volt. Tarnóczy Tamással végzett első ilyen irányú kísérleteink mesterséges hártyák áteresztőképességének ultrahanggal történő befolyásolására irányultak. Kísérleteinkhez celofánhártyát használtunk, és nátriumoxalát diffuzióját vizsgáltuk különböző körülmények között. Kétségtelen, hogy az ultrahang a diffúziót növeli, és ezt a hatást a váltakozó nyomás, a sugárnyomás és a kavitáció okozza (34—37).

További kísérleteinkben az ultrahang diffúziónövelő hatását továbbélő állati szöveteken vizsgáltuk. Kísérleteinkben békaizmot használtunk. Először rodanát ionoknak az extracelluláris térben történő diffúzióját tanulmányoztuk, és meghatároztuk a folyamat diffúziós állandóját. Ultrahang kezelés hatására a diffúziós állandó értéke a kontrollénak négyszeresére emelkedett. Későbbi kísérleteinkben jelzett K^+- és Na^+-ionok mozgását tanulmányoztuk fiziológiás körülmények között. Mindkét ion mozgása az izomban részben az extracelluláris térben végbemenő diffúzióból, részben pedig a sejthártyán keresztül fellépő penetrációból áll. A két folyamatot egymástól elkülönítve vizsgáltuk és meghatároztuk mindkét ionra vonatkozólag a diffúziós, illetve a permeabilitási konstanst. Ultrahang hatására a két ion diffúziója az extracelluláris térben négyszeresre növekedett, a permeabilitási konstans pedig K^+ esetén tízszeres, Na^+ esetén ötszörös értéket vett fel (38—42). Az izom Na^+-cseréjével kapcsolatos vizsgálataink szerint a korrigált diffúziós konstans a szabad folyadékban mért diffúziós konstansnál valamivel kisebb. E jelenség magyarázatával kapcsolatban feltételezzük, hogy a Na^+ egy része a sejtek felszínére adszorbeálódik és a Na^+ deszorpciós mozgása lassítja a diffúzió sebességét az extracelluláris térben. Vizsgálatainkban a celluláris és a sejtfelületre adszorbeált Na^+-ionok mennyiségét külön-külön meghatároztuk. Az adszorbeált Na^+ mennyiség az összes mennyiségnek 40%-a. Ultrahang hatására a deszorpció sebessége kb. nyolcszorosára növekedik (43). Izolált békabőr ^{24}Na transzportjára vonatkozó vizsgálatainkban meghatároztuk az aktiválási energiát. Ennek értéke az ultrahangtérben csökken, amiből arra következtetünk, hogy az ultrahang a ^{24}Na penetrációját irányító anyagcserefolyamatot aktiválja. Különféle anyagcserét befolyásoló szerek esetében az ultrahang megnöveli a ^{24}Na transzportot. Fizostigminnél ilyen növekedést nem tapasztaltunk, amiből arra következtetünk,

hogy az ultrahang a békabőrön keresztül fellépő aktív ^{24}Na transzportot azáltal növeli, hogy a kolineszteráz aktivitását fokozza (44)

Megemlítem még az izom energiatermelő folyamataira kifejtett ultrahanghatással kapcsolatos megfigyeléseinket. Ultrahanggal besugárzott béka idegizom készítményen a kreatinfoszfát-szint csökkenését és ennek megfelelő anorganikus foszfát emelkedését észleltük, amely reverzibilis volt. A kreatinfoszfát-anorganikus foszfát változásával párhuzamosan a besugárzott, izom tejsavtartalmának emelkedését, illetve a glikogénszint csökkenését tapasztaltuk (45—46).

b) A radioaktív izotópok alkalmazásait illetően egyik fő területünk a pajzsmirigyműködés radioaktív jóddal történő vizsgálata volt normál és patológiás esetekben (47—53). E munkák egy részét kollaborációban végeztük a Kórélettani Intézettel, I. Belklinikával és a Károly Sándor kórházzal. Közülük csak egyről számolok be. Megvizsgáltuk néhány, a központi idegrendszerre ható szernek (Aktedron, reserpin) a pajzsmirigy jódfelvételére gyakorolt hatását. A kísérleti állatoknak 3 napon át 4 mg/kg Aktedront, ill. 0,5 mg/kg reserpint adagoltunk, majd vizsgáltuk a pajzsmirigy radiojód felvételének mértékét, továbbá a jódtárolási görbe süllyedő szakaszán a hormonkidobási sebességet. Eredményeink szerint Aktedron adagolása után egy óra múlva a pajzsmirigy jódfelvevő képessége mintegy 40%-kal alacsonyabb a kontrollokéhoz képest; a csökkenés még 24 óra múlva is kifejezett, de a 48 órás mérések már gyakorlatilag megegyeznek a kontrollértékekkel. E változás értelmezése céljából mértük a vizelet radiojód-tartalmát, és azt az első 24 órában lényegesen magasabbnak találtuk. Ez azt a feltevést erősíti meg, hogy Aktedron kezelés után a beadott jód jelentős része nem jut a pajzsmirigybe, hanem anorganikus formában kiürül. A reserpin hatására valamennyi mérés idején megnövekedett jódfelvételt észleltünk.

Más irányú kísérleteinkben az antidiabetikumként alkalmazott Bucarbannak, a tranquilláns Hibernalnak, a hypertensiót csökkentő Rausedylnek és a központi idegrendszert izgató Aktedronnak, a pajzsmirigy működésére gyakorolt mellékhatását vizsgáltuk (54—55). Bucarban hatására a jódfelvétel nagymértékű hormongátlást szenvedett (42%-ról 13%-ra csökkent). A pajzsmirigy és a plazma előfázisainak százalékos mennyisége csökkent, ugyanakkor a jódfázis növekedett. A Hibernal is csökkentette a pajzsmirigy jódfelvételét, előkezelés (2—3 napos) azonban jelentős mértékben növelte azt. A Rausedyl tartós kezelésnél kicsit csökkentette, promt kezelés nem szignifikánsan, de emelte a pajzsmirigy jódfelvételét. A kezelés a pajzsmirigy hormonszintézisénél és mobilizálásánál éreztette hatását, de ezek az eltolódások nem lépték túl a szignifikancia határát. Végül az Aktedronnal kapcsolatos tapasztalatainkat összefoglalva úgy találtuk, hogy a hatóanyag előkezelés formájában alkalmazva, nem változtatta meg a pajzsmirigy jódtároló képességét, tartós szint 10—12%-os csökkenést váltott ki.

Az Urológiai Klinikával közösen végzett kísérleteinkben ^{24}Na izotóp i. v. adása után a vese ^{24}Na-koncentrációjára vonatkozólag kívántunk adatokat szerezni (56). Az általunk kidolgozott kísérleti eljárással megállapítottuk, hogy egészséges vesében — a várakozásnak megfelelően — a vesekéregtől a papilla felé haladva egyenletes ^{24}Na koncentrációnövekedés észlelhető (a koncentráció mintegy négyszeresére nő). Uréterelzárás esetén a ^{24}Na-reszorpció a tubulusokban tovább folytatódik, ami annak következménye, hogy a vese uréterelzárás esetén sem szünteti meg tevékenységét.

Az Élettani Intézettel közösen folytatott kísérleteinkben (57—59) megállapítottuk, hogy hypothermiában a teljes kicserélhető Na-mennyiség és az egyes

szervek kicserélhető Na-mennyisége is növekszik. A teljes kicserélhető Na-mennyiség növekedése részben a csontok kicserélhető Na-tartalmának a fokozódásával függ össze, amenyiben hypothermiában a csontok Na-készletének 73%-a cserélődik ki ^{24}Na-al, míg méréseink szerint normál testhőmérsékleten csak 59%.

Kísérleti módszert dolgoztunk ki (60) a hypophysis-pajzsmirigy rendszer állapotának és dinamikus változásának vizsgálatára. Ugyanazon állat pajzsmirigyének ^{131}J felvétele a pajzsmirigy funkciójának, ^{32}P felvétele pedig a hypophysis TSH termelésének egyik jellemzője. A módszer alkalmasnak bizonyult különböző hypophysis- és pajzsmirigyműködéssel rendelkező állatcsoportokon belül gyógyszeres beavatkozások esetén fellépő változások tanulmányozására

Az ionizáló sugárzások okozta sugársérülés lehető korai kimutatására irányuló vizsgálatainkban (61—64) megállapítottuk, hogy az egésztest-besugárzással terhelt állatoknál a thrombocytákhoz in vivo kötődő ^{35}S methionin aktivitás a dózis növelésével emelkedik, míg az egyéb alakos elemekhez kötődő aktivitás csökken. A ^{86}Rb és ^{42}K vörösvértestekbe történő in vivo beépülése 100 R dózisig dózisfüggően csökken; az in vitro ^{86}Rb felvételben 2 órás inkubálás után 15—20% növekedés figyelhető meg.

Nem részletezem azokat a kiterjedt izotópmunkákat, amelyek az elmúlt években intézetünkben folytak és részben már befejezést nyertek. Így csupán megemlítem a humán vörösvérsejtek jelzésére ^{32}P-vel és ^{51}Cr-al végzett alapkísérleteinket (65), amelyek alapján a keringő vértérfogatok és a vörös vértestek közepes élettartamát határoztuk meg. Lényegét illetően nem új eljárásról volt szó, célunk csupán a metodika finomítása volt. Alacsony béta-aktivitások mérésére készített számlálónkkal (66) hullák természetes radioaktív szennyeződését mértük. Más vizsgálatainkban a radioaktív tallium felszívódásának és kiválasztásának tempóját állapítottuk meg (67). Autoradiografiás módszerrel vizsgáltuk a metionin eloszlását és beépülését a szervezet különböző részeiben (68).

Itt szeretnék említést tenni azokról a sugárbiológiai vizsgálatokról is, amelyeket az utóbbi években bakteriofágokon indítottunk el. Első lépésként coli T7 fágok UV fény hatására létrejövő inaktivációját tanulmányoztuk. A dózishatárgörbe kezdeti szakaszát egytalálatos eseményt leíró görbeként fogtuk fel és az inaktivációs UV dózist, valamint az érzékeny felület nagyságát meghatároztuk. Az UV sugárzás hatását detektáló biológiai módszert (tarfoltképző aktivitás meghatározása) fizikai mérésekkel (a fágszuszpenzió UV abszorpciójának felvétele) egészítettük ki a struktúra és a hozzá kapcsolódó funkció együttes tanulmányozása céljából (69).

3. A továbbiakban azokat a munkákat említem, amelyek a műszerfejlesztés, méréstechnikák kidolgozása körébe sorolhatók.

Az ionizáló sugárzások detektálása korunk egyik legfontosabb méréstechnikai problémája. A 40-es évek végén megjelent néhány közlemény, amely ismét ráterelte a figyelmet a sugárzások által kiváltott lumineszcenciára, mint olyan jelenségre, amely az egyedi részecskeszámlálással kapcsolatban kedvező lehetőségeket rejt magában. Ma már ismeretes, hogy pl. gammafotonok számlálására és gamma-sugárzás spektrumának felvételére jól használhatók a talliummal aktivált NaJ kristályok. Ilyenekkel kapcsolatban az igény először a magfizikával foglalkozó kollegáink részéről merült fel, majd ezt követően mások részéről is, akik vizsgálataikban radioizotópokat használtak. A fejlettebb ipari országokkal egyidőben fejlesztettünk ki eljárásokat talliummal aktivált NaJ kristályok előállítására, és ezáltal lehetővé vált, hogy több intézet, mint a KFKI, ATOMKI,

HTI, stb. már évekkel ezelőtt vizsgálataikhoz modern gamma detektorokat alkalmazhattak. Az eddig előállított kristályok maximális mérete kb 13 cm átmérőben és 8 cm magasságban. A kristályok minősége eléri a legjobb külföldi kristályok minőségét. Eredményeinket a Gamma Optikai Műveknek adtuk át, amely most már folyamatosan termel NaJ kristályokat. Az 1962-ben Prágában rendezett KGST országok közötti versenyen a magyar gyártmányú kristályok éppen minőségükkel tűntek ki.

A NaJ-on kívül ugyancsak talliummal aktivált CsJ és KJ kristályokat, továbbá szerves luminoforokat is előállítottunk. Utóbbiak közül az antracén egykristályokat és a nagyméretű antracén lemezeket említem, amelyek speciális magfizikai vizsgálatok elvégzésére alkalmazhatók. A miénkhez hasonló méretben és minőségben antracén lemezeket úgy látszik másutt nem állítottak elő, a különböző külföldi megkeresésekből ui. erre kell következtetnünk.

Szcintillációs kristályokon kívül, tökéletesített eljárással, alkalihalogenid kristályokat is előállítottunk infravörös optika céljaira. Ezek 2—3 kg-os egykristálytömbök, amelyekből megfelelő méretű ablakok és prizmák készíthetők. Tudvalévő ui., hogy a NaCl kb 15 mikronig, a KBr 28 mikronig enged át. Eljárást dolgoztunk ki ezenkívül az irodalomban KRS néven említett talliumhalogenid elegykristályok előállítására is, amelyek kb. 40 mikronig átlátszók.

A fenti vizsgálatokról 70—95. dolgozatokban számoltunk be.

Egy másik terület, amivel foglalkoztunk, izotópmetodikai és nukleáris műszertechnikai kérdések voltak. Néhány évvel ezelőtt a radioizotóp-metodikák bevezetése és elterjedése idején, fontos feladatként jelentkezett az orvosi izotópalkalmazások meghonosítása és ezzel kapcsolatban speciális nukleáris műszerek kifejlesztése (96—97). A későbbiekben egy újabb igény is jelentkezett, amennyiben hazánk a nukleáris műszerek terén a KGST keretében fontos feladatokat vállalt. Ebbe a körbe tartoznak az általunk konstruált pajzsmirigydiagnosztikai készülékek, külön állati pajzsmirigy-vizsgálatokhoz és külön humán diagnosztikai célokra (98—101). Az utóbbiakat több egészségügyi intézmény átvette és jelenleg is használja. Egy másik készülék a szcintigráf. Az első berendezést az élő szervezetben eloszlott radioaktív izotópok helyének feltérképezésére még 1958-ban Nagy János dolgozta ki. Az Országos Atomenergia Bizottság és az Egészségügyi Minisztérium e készüléknek sorozatgyártását a Gamma Optikai Művekre bízta, amely 1959-ben Scintikart néven megkezdte az ipari előállítást. A Scintikart az 1961-ben Budapesten tartott KGST országok közötti versenyen első helyezést ért el. A szabadalmazott készülékről, a szerzett tapasztalatokról, módosítására és fejlesztésére vonatkozó javaslatainkról több előadásban és közleményben számoltunk be (102—104).

Egy további készülékünk a radiocirkulograf, amelynek építésére az 1961 évi pécsi vándorgyűlésünkön konkrét javaslatot tettünk. Az első példányt együttműködésünkkel az Optikai és Finommechanikai Kutatóintézet elkészítette és a berendezés jelenleg klinikai kipróbálás alatt van. Egy másik példányát intézetünkben építettük meg abból a célból, hogy modellkísérletekben tanulmányozhassuk az áramló folyadék jellemző áramlási adatainak radioizotópos meghatározásával kapcsolatos elméleti és gyakorlati vonatkozásokat. Törekvésünk az eljárás teljesítőképességének fokozására és a reprodukálhatóság biztosítására irányult. Az egyéb készülékek között megemlítem az üreges NaJ kristály mérőhelyeket alacsony gamma-aktivitások mérésére (105—106), a bürettás izotóposztót (107—108), a 4π-számlálót (66), a kónikus és sokcsatornás ólom kollimátorokat az in vivo mérések célzási pontosságának fokozására (109). Itt teszek említést a néhány évvel ezelőtt kifejlesztett hordozható ultraibolya

dózismérőről is (110), amely megfelelő szűrővel ellátott speciális fotocellával érzékeli a 280—320 mμ tartományba eső ultraibolya sugárzást és így spektrális érzékenysége az eritéma-görbéhez igazodik. A hazai igények kielégítésére iparunk 50 készüléket gyártott le.

Végezetül röviden terveinkről is szeretnék szólni. Eddigi munkáink a molekulafizika és a sugárbiológia területén kedvező alapokat biztosítanak ahhoz, hogy a jövőben a biológiai szempontból fontos makromolekulák szerkezetének és funkcióinak vizsgálatával fokozottabb mértékben foglalkozzunk. A feladat időszerű és kapcsolódik a hazai biofizikai kutatások programjához.

IRODALOM

1. Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *1*, 39—54, 1953.
2. I. Tarján: Acta Phys. Hung. *3*, 302—322, 1954.
3. I. Tarján: R. Voszka, Á. Somló: Acta Phys. Hung. *11*, 59—69, 1960.
4. I. Tarján, R. Voszka, Á. Somló: Proc. Int Conf. on semicondukstor Phys. Prague, 737—740, 1960.
5. I. Tarján, R. Voszka, Á. Somló: Krisztallografija *5*, 323—324, 1960.
6. I. Tarján, R. Voszka, Á. Somló: Festkörperphysik, Berlin, 300—307, 1961.
7. Á. Somló, I. Tarján, R. Voszka: Phys. Stat. Sol. *2*, 829—840, 1962.
8. Somló Á.: Fiz. Szemle *12*, 229—235, 1962.
9. Somló Á.: Kandidátusi értekezés, Budapest, 1962.
10. Voszka R.: Kandidátusi értekezés, Budapest, 1963.
11. A. Trutia, R. Voszka: Phys. Stat Sol. *3*, K175, 1963.
12. R. Voszka, I. Tarján, Á. Somló: Phys. Stat. Sol. *3*, K7—K8, 1963.
13. I. Tarján, Gy. Turchányi: Acta Phys. Hung. *8*, 261—268, 1957.
14. Turchányi Gy., Horváth T., Tarján I.: Magy. Fiz. Folyóirat 8, 229—241, 1960.
15. Gy. Turchányi, T. Horváth: Nature *185*, 601, 1960.
16. Gy. Turchányi, I. Tarján: Nature *190*, 4770, 79—80, 1961.
17. Gy. Turchányi, T. Horváth, I. Tarján: Sbornik referati IV. Konference o monokrisztallach, Turnov, 259—261, 1962.
18. Turchányi Gy., Horváth T., Tarján I: Magyar Fiz. Folyóirat *9*, 349—353, 1961.
19. Turchányi Gy., Horváth T., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *9*, 409—413, 1961.
20. Turchányi Gy.: Magyar Fiz. Folyóirat *10*, 35—45, 1962.
21. Turchányi Gy.: Magyar Fiz. Folyóirat *10*, 231—240, 1962.
22. Turchányi Gy., Horváth T., Tarján I.: Magy. Fiz. Folyóirat *10*, 81—90, 1962.
23. Gy. Turchányi, T. Horváth, I. Tarján: Nature *193*, 867—868, 1962.
24. Turchányi Gy.: Kandidátusi értekezés, Budapest, 1963.
25. Gy. Turchányi: Krisztallográfia *7*, 290—293, 1963.
26. Turchányi Gy., Horváth T., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *11*, 453—463, 1963.
27. Turchányi Gy., Horváth T., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *11*, 197—204, 1963.
28. Márton K., Bartha G., Tamás Gy.: Bőrgyógy. és Venerol. Szemle *30*, 83—87, 1954.
29. Tamás Gy., Thoroczkay M.: Bőrgyógy. és Venerol. Szemle *32*, 63—66, 1956.
30. Márton K., Tamás Gy., Thoroczkay M.: Bőrgyógy. és Venerol. Szemle *32*, 63—66, 1956.
31. Tamás Gy., Márton K., Thoroczkay M.; Bőrgyógy. és Venerol. Szemle *37*, 169—173, 1961.
32. Gy. Tamás, K. Márton, M. Thoroczkay: Acta Pharmaceutica Hung. *30*, 215—218, 1960.
33. Thoroczkay M., Márton K., Tamás Gy.: A Dermato-Venerológia Haladása *9*, 177—189, 1962.
34. Tamás Gy., Tarnóczy T.: Magyar Fiz. Folyóirat *3*, 543—552, 1955.
35. Tarnóczy T., Tamás Gy.: Magyar Fiz. Folyóirat *5*, 237—243, 1957.
36. Tamás Gy., Tarnóczy T., Rontó Gy.: Magyar Fiz. Folyóirat *8*, 499—506, 1960.
37. T. Tarnóczy, Gy. Tamás: Elektromedizin *5*, 222—234, 1960.
38. Tamás Gy., Rontó Gy.: Kísérl. Orvostud. *11*, 421—428, 1959.
39. Tamás Gy., Rontó Gy., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat 7, 407—414, 1959.
40. Gy. Tamás, Gy. Rontó: Acta Physiol. 7, 1—7, 1960.

41. Rontó Gy., Tamás Gy.: Kísérl. Orvostud. *13*, 30—34, 1961.
42. Tamás Gy., Rontó Gy.: Kísérl. Orvostud. *13*, 628—632, 1961.
43. Tamás Gy., Rontó Gy.: Kísérl. Orvostud. *15*, 158—160, 1963.
44. Tamás Gy.: Kísérl. Orvostud. *16*, megjelenés alatt.
45. Tamás Gy., Rontó Gy.: Kísérl. Orvostud. *5—6*, 595—599, 1957.
46. Tamás Gy., Rontó Gy., Szőgyi M.: Kísérl. Orvostud. *15*, 161—163, 1964.
47. Nagy J.: Magyar Radiológia *9*, 39—50, 1957.
48. J. Sós, P. Kertai, J. Nagy, S. Csuzi: Acta Physiol. Hung. *14*, 57—59, 1958.
49. J. Földes, J. Nagy, P. Kertai: Acta Medica Hung. *14*, 371—378, 1959.
50. Földes J., Nagy J., Krasznai I.: Magyar Belorvosi Arch. *14*, 52—56, 1961.
51. Horn Z., Lazarits J., Nagy J., Fényes Gy., Palkovits M.: Magyar Radiologia *14*, 205—207, 1962.
52. J. Földes, J. Nagy: Acta Medica Hung. *13*, 71—78, 1959.
53. Földes J., Nagy J., Kertai P., Remenár L.: Magyar Belorvosi Arch. *12*, 10—13, 1959.
54. Góliánné Bartha K.: Kísérl. Orvostud. *15*, 622, 1963.
55. Góliánné Bartha K.: Acta Pharmaceutica Hung. Megjelenés alatt.
56. J. Biró, J. Nagy, F. Rényi—Vámos: Acta Physiol. Hung. *22*, 51—57, 1962.
57. L. Hársing, J. Nagy, Gy. Kövér, E. Dubecz: Acta Medica Hung. *13*, 127—133, 1959.
58. Hársing L., Nagy J., Kövér Gy., Dubecz E.: Kísérl. Orvostud. *13*, 385—391, 1961.
59. Hársing L., Dubecz E., Kövér Gy., Nagy J.: Kísérl. Orvostud. *13*, 373—380, 1961.
60. Bános Cs., Nagy J.: Kísérl. Orvostud. *16*, megjelenés alatt.
61. J. Nagy, S. Györgyi, J. Gazsó: Second International Congress of Radiation Research, Harrogate, 1962.
62. Györgyi S., Gazsó J., Nagy J.: Fiz. Szemle *13*, 216—218, 1963.
63. J. Nagy, S. Györgyi, J. Gazsó: Mitteilungsblatt d. Biophys. Ges. (DDR) *5*, megjelenés alatt.
64. Csömör S., Nagy J., Gazsó J., Varga J.: Magyar Radiologia *16*, megjelenés alatt.
65. Varga L., Nagy J.: Kísérl. Orvostud. *11*, 453—458, 1959.
66. Krasznai I., Nagy J., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *7*, 401—406, 1959.
67. Gy. Rontó, J. Nagy: Acta Physiol Hung. Suppl. *18*, 69, 1961.
68. Pál I., Nagy J., Györgyi S.: Kísérl. Orvostud. *16*, megjelenés alatt.
69. Gy. Rontó: Strahlentherapie *125*, megjelenés alatt.
70. Tarján I.: Fiz. Szemle. *2*, 4—6, 1952.
71. Újhelyi S.: Magyar Fiz. Folyóirat *1*, 33—37, 1953.
72. Tarján I., Turchányi Gy., Voszka R.: Magyar Fiz. Folyóirat *2*, 1—10, 1954.
73. Tarján I., Turchányi Gy.: Magyar Fiz. Folyóirat *2*, 493—498, 1954.
74. Tarján I., Voszka R.: Magyar Fiz. Folyóirat *3*, 411—415, 1955.
75. Tarján I., Újhelyi S.: Magyar Fiz. Folyóirat *3*, 363—368, 1955.
76. Voszka R.: Magyar Fiz. Folyóirat *3*, 553, 1955.
77. I. Tarján, Gy. Turchányi: Acta Phys. Hung. *6*, 339—340, 1956.
78. I. Tarján, Gy. Turchányi: Acta Phys. Hung. *5*, 533—535, 1956.
79. Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *6*, 383—399, 1958.
80. J. Nagy, I. Tarján: Acta Phys. Hung. *6*, 485—488, 1957.
81. Újhelyi S.: Magyar Fiz. Folyóirat *5*, 71—72, 1957.
82. Tarján I., Turchányi Gy., Voszka R.: Magyar Fiz. Folyóirat *6*, 379—380. 1958.
83. Voszka, R., Tarján I. Turchányi Gy.: Magyar Fiz. Folyóirat *6*, 375—378, 1958.
84. Gy. Turchányi: Krisztallografija *4*, 261, 1959.
85. J. Krajsovszky, S. Újhelyi: Krisztallográfija *4*, 260, 1959.
86. R. Voszka: Krisztallografija *4*, 262, 1959.
87. R. Voszka: Krisztallografija *4*, 260, 1959.
88. Voszka R., Tarján I., Turchányi Gy.: Magyar Fiz. Folyóirat *8*, 37—46, 1960.
89. Turchányi Gy., Voszka R., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *8*, 525—534, 1960.
90. Krajsovszky J., Újhelyi S.: Magyar Fiz. Folyóirat *9*, 81—84, 1961.
91. I. Tarján: Roszt Krisztallov *3*, 22—25, 1961.
92. Gy. Turchányi: Festkörperphysik, Berlin, 1961. S. 31.
93. Gy. Máthé, R. Voszka: Nuclear Instruments and Methods *16*, 335—336, 1962.
94. Voszka R.: Magyar Fiz. Folyóirat *11*, 205, 1963.
95. Fehér I., Voszka R.: Atomtechnikai Tájékoztató *6*, 795—802, 1963.
96. Nagy J.: Magyar Fiz. Folyóirat *3*, 407—409, 1955.
97. Nagy J., Tarján I.: Magyar Építőipar *5*, 274—280, 1956.
98. Nagy J., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *6*, 37—42, 1958.

99. Nagy J.: Magyar Radiologia *10*, 50—56, 1958.
100. Nagy J., Tarján I.: Magyar Fiz. Folyóirat *6*, 239—245, 1958.
101. Nagy J.: Sugárzó Izotópok Hazai Felhasználása I. 59—64, 1958.
102. J. Nagy: Acta Medica Hung. *16*, 137—146, 1960.
103. Nagy J.: Magyar Radiológia *12*, 112—118, 1960.
104. Fényes Gy., Horváth L., Nagy J.: Magyar Onkológia *2*, 90—96, 1961.
105. Nagy J., Voszka R.: Kísérl. Orvostud. *10*, 552—554, 1958.
106. Nagy J., Voszka R.: Magyar Fiz. Folyóirat *6*, 37—42, 1958.
107. Györgyi S., Nagy J.: Magyar Fiz. Folyóirat *10*, 213—214, 1962.
108. Györgyi S., Gazsó J.: Kísérl. Orvostud. *15*, 669—670, 1963.
109. Nagy J.: Országos Atomenergia Bizottság Izotópalkalmazási Szakbizottság kiadványa *3*, 105—116, 1962.
110. Voszka L.: Magyar Fiz. Folyóirat 5. 47, 1957.

Ezután az Intézet tagjai, 10 perces előadásokban számoltak be konkrét kutatási eredményeikről. Közöljük a beérkezett autoreferátumokat.

1. BÁNOS CSABA ÉS NAGY JÁNOS:
(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

A hypophysis-pajzsmirigy rendszer funkcionális állapotának és változásainak vizsgálata J^{131} és P^{32} kettős izotóp jelzéssel.

A pajzsmirigy foszfortartalma és a hypophysis funkciója közötti kapcsolatra vonatkozóan ismeretes, hogy TSH hatására a pajzsmirigy foszfortartalma megnövekedik. Több szerző összefüggést mutatott ki a beadott TSH mennyiség és a pajzsmirigybe felvett P^{32} aktivitása között. Kísérleteinkben módszert dolgoztunk ki a pajzsmirigy- és hypophysis-funkció egymással összefüggő változásainak ugyanabban az állapotban való kimutatására, és a pajzsmirigy J^{131} és P^{32} felvételének egyidejű meghatározása révén a pajzsmirigy működésének, ill. az endogén TSH elválasztás változásának szemléltetésére.

Kísérleteinkhez fehér hím patkányokat használtunk. Az állatoknak 0,1 μC hordozómentes J^{131}-t és 100 μC P^{32}-t adagoltunk i. p. A J^{131} beadása 24 órával, a P^{32}-é 1 órával a leölés előtt történt. A pajzsmirigyhomogenizátumban lévő J^{131} mennyiségét üreges szcintillációs kristály segítségével, a P^{32} tartalmát pedig végablakos GM-számlálócsővel határoztuk meg, az alkalmasan megválasztott mérési feltételek betartásával.

A hypophysis-pajzsmirigy rendszer funkcionális állapotának vizsgálatára vonatkozó eredményeink szerint mind a különböző időszakokban feldolgozott kontroll, mind a gyógyszeres kezelésben részesült állatok pajzsmirigyének J^{131} és P^{32} felvétele egymással párhuzamosan változik. A Metothyrin kezelés utáni kompenzációs pajzsmirigyhyperfunkció és P-hydroxipropiophenon adagolás hatására kialakult hypofunkció mértékét vizsgáltuk.

A pajzsmirigy- és hypophysis funkció dinamikus változásaira vonatkozó kísérleteink szerint egy alkalommal Metothyrinnel kezelt állatok pajzsmirigyének J^{131} és P^{32} felvétele a „feed-back" mechanizmus értelmében változik. A folyamatos Metothyrin kezelésben részesült állatoknál a P^{32} felvétel a kontroll érték többszörösére emelkedik.

2. *GAZSÓ JÓZSEF, GYÖRGYI SÁNDOR, NAGY JÁNOS:*
(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

A vér egyes tulajdonságainak megváltozása külső γ-besugárzás után.

Feladatul tűztük ki a vér olyan paramétereinek vizsgálatát, amelyek sugárzás okozta elváltozása alkalmas a kapott dózis kvalitatív, vagy kvantitatív megállapítására.

E célból — mint erről már beszámoltunk — a vér alakos elemei közül megvizsgáltuk a vörösvérsejtek és thrombocyták besugárzás utáni ultrahanggal szemben mutatott rezisztencia csökkenését, amikor is az utóbbiaknál dózisfüggő csökkenést találtunk. Ugyancsak dózisfüggőnek mutatkozott 50 és 200 r közötti dózistartományban a véralvadási időben beálló csökkenés mértéke és az ezt követő regeneráció időtartama; ugyanakkor a thrombin inaktiváció sebessége nem változott.

A vörösvérsejtek és thrombocyták S^{35}-tel jelzett methionin felvételének mértéke ugyancsak dózisfüggőnek mutatkozott, ami valószínűleg a sugárzásnak a véranyagcserére gyakorolt hatásával függ össze. A vörösvérsejtekbe való beépülés mértéke a dózis növelésével csökken, a thrombocytáknál nő.

Radioaktív Na, K és Rb segítségével megvizsgáltuk a vörösvérsejtekbe beépült alkáli ionok mennyiségének és a bejutási sebességnek dózisfüggését. Méréseink szerint a külső γ-besugárzás gátolja az alkáli ionok aktív transzportját; a sugárzott állatok vörösvérsejtjeinek K és Rb felvétele az első 24 órában kisebb, mint a kontrolloké.

3. *GÓLIÁN BÉLÁNÉ:*
(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Gyógyszerek hatása a pajzsmirigy jódfelvételére és hormontermelésére.

Ismeretes, hogy az antidiabetikumként alkalmazott Bucarban, a trankvilláns Hibernal, a hypertensió csökkentésére adagolt reserpin, valamint a központi idegrendszert izgató Aktedron másodlagos hatásaként eltolódások, illetve zavarok jelentkeznek a pajzsmirigy anyagcseréjében. Kísérleteinkben ezeket az eltolódásokat vizsgáltuk. Radioaktív indikátormetodikával követtük az élő szervezetbe juttatott radioaktív jód útját és pajzsmirigybe való beépülését, különböző gyógyszerekkel való kezelés esetében. Az in vivo méréseket a beadástól számított 2, 6, 24, 48 és 72 óra elteltével végeztük. A pajzsmirigy és plazma hormonfrakcióinak vizsgálatára pedig a leölt állat pajzsmirigyét és vérplazmáját használtuk fel. Méréseink szerint a Bucarban rövid előkezelés után is igen nagymértékű (45-ről 15%-ra) csökkenést okoz a jódfelvételben. Ugyanakkor erősen megnő a pajzsmirigyben a szervetlen jodidmennyiség a di- és monojódthyrosin rovására. Hibernal kezelés esetén prompt hatásként mintegy 8—10%-os jódfelvétel csökkenés mutatkozik, ugyanakkor a beadástól számított 6 órával a di- és monojódthyrosin, valamint thyroxin csökkenést, és egyidejűleg a jódtartalom 10%-os emelkedését tapasztaltuk. Aktedronos kezelés esetén szintén jódfelvétel csökkenést észleltünk, valamint a pajzsmirigy jódtartalmának növekedését, amely a beadástól számított idő, valamint a beadott hatóanyag mennyiségétől függően fokozatosan emelkedő értéket mutatott. Rausedyl kezelés gyakorlatilag semmi változást nem okozott az in vivo jódfelvételben, ha azonban a jódot és a gyógyszert egy időben adtuk az állatnak, a jódfelvételi görbe enyhe hyperfunkciót mutat.

4. NAGY JÁNOS ÉS GAZSÓ JÓZSEF:
(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

A radiocirkulográfia lehetőségei és határai.

Korábbi modellkísérleteinkben a nyílt csőrendszerben stacionáriusan áramló folyadék jellemző áramlási adatainak meghatározási feltételeit vizsgáltuk radioaktív izotópok segítségével. Tapasztalatainkról az elmúlt évi vándorgyűlésen számoltunk be. Kísérleteinket most zárt csőrendszerre (merev és rugalmas falú) terjesztettük ki, amelyben egy általunk szerkesztett membránpumpa gondoskodik a pulzáló áramlás fenntartásáról. A percenkénti löketszám (pulzusszám) változtatható. A radiocirkulográfiai módszer teljesítőképességének meghatározása céljából egybevetettük a ténylegesen megmért térfogat, perctérfogat és időadatokat a folyamatos mintavétellel („véres úton") nyert, valamint az izotópátvonulási tempó regisztrátumaiból szerezhető megfelelő adatokkal. Kvantitatív jellemzést kerestünk az izotóp bejuttatása, a minták vétele és mérése, az áthullámzási görbék regisztrálási technikája alkalmával jelentkező módszeres hibák nagyságára vonatkozólag és egyúttal a hibák csökkentésének lehetőségeit is megvizsgáltuk. Az áramlási rendszerben az esetleges visszacsurgás, shuntok jelenléte bizonyos feltételek mellett kimutatható.

5. RONTÓ GYÖRGYI:
(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Ultraibolyasugárzás hatásának vizsgálata bakteriofágokon.

Kísérleteinkben E. coli B T 7 fágján vizsgáltuk a germicidlámpa gyakorlatilag monokromatikus fényének (254 mμ) hatását. Felvettük a fágok pusztulására vonatkozó dózishatás görbét. Azt találtuk, hogy a mérési pontok féllogaritmikus ábrázolásában két, különböző lejtésű egyenesen fekszenek. A meredekebb egyenes alapján számított inaktiváló dózist (D_{37}) $1{,}7 \cdot 10^4$ erg/cm^2-nek találtuk. A két egyenes segítségével meghatároztuk a két, egymástól függetlennek látszó érzékeny térfogatot.

A sugárhatás támadáspontját, illetve az ultraibolya besugárzás által a fágban okozott változást molekuláris szinten UV abszorpciós görbék segítségével követtük. SzF—4 spektrofotométerrel felvettük a kontroll és a különböző időkig besugárzott fágszuszpenziók abszorpciós görbéjét. Azt találtuk, hogy a 265 mμ-nál észlelt abszorpciós maximum a besugárzási idő függvényében növekedett, nagy besugárzó dózisok esetén azonban az abszorpciós maximum jól mérhetően eltolódott.

6. TAMÁS GYULA:
(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Túlélő békabőr átereszto képességének befolyásolási módjai.

Izolált békabőr Na transzportját vizsgáltuk különböző hőmérsékleteken jelzett ionokkal közönségesen és ultrahangtérben. Eredményeink alapján számítottuk az aktiválási energiát és meghatároztuk a Na-transzport egy fokra eső átlagos növekedését. Ultrahangtérben az aktiválási energiára kisebb értéket

kaptunk. Ebből arra következtettünk, hogy az ultrahang a bőrön keresztül a Na penetrációját azáltal növeli meg, hogy az izolált békabőr permeabilitását irányító rendszer aktiválási energiáját változtatja meg, a bőrön lévő barrierrendszer potenciális korlátjait csökkenti.

Vizsgáltuk továbbá egyes anyagcserét fokozó (atropin, histamin), illetve gátló szerek (cianid, 2,4-dinitrofenol) hatását is. Az előbbiek esetében csökkent a Na transzport.

7. *TAMÁS GYULA ÉS SZŐGYI MÁRIA:*
(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Baktériumsejtek permeabilitásának vizsgálata radioaktív ionok segítségével.

Na^{24} és K^{42} jelzett ionok baktériumsejtekbe való behatolásának időbeli lefolyását követtük E. coli esetében nyugvó, illetve növekedési szakaszban.

Na-ionokra a baktériumsejtek nagymértékben permeabilisak. Vízterük rövid idő után (10—15 perc) eléri a külső folyadék Na-koncentrációját, még akkor is, ha a külső közegben a Na koncentrációját tág határok között változtatjuk.

A K koncentrációja a sejtek vízterében a közeg K koncentrációját kb. 8—10 perc alatt éri el s a nyugvó szakaszban a kezdeti gyors felvétel után további lassú K felvétel figyelhető meg. A növekedési szakaszban felvett K koncentrációja alig függ a külső koncentrációtól. Ebből arra következtethetünk, hogy a K felvétele a sejtek anyagcsere aktivitásától is függ. K esetében a permeabilitási konstanst is meghatároztuk

$$P = 1{,}42 \cdot 10^{-4} \text{ cm/óra}$$

értéket kaptuk.

A növekedési szakaszban a K felvételt ultrahangtérben is megvizsgáltuk s a permeabilitási konstanst 2,2-szer nagyobbnak találtuk.

A Magyar Biofizikai Társaság Elnöksége 1963. november 21-én munkaértekezletet rendezett „Az információelmélet hazai helyzete a biológiában" címmel Budapesten. A bevezető előadást Ernst Jenő akadémikus tartotta.

AZ INFORMÁCIÓELMÉLET HAZAI HELYZETE A BIOLÓGIÁBAN

ERNST JENŐ
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Mindenekelőtt szeretném hangsúlyozni, hogy nem kívánok információelméleti szakembernek mutatkozni, hanem kérdéseket tennék fel, amelyek megbeszélése esetleg elősegíti azt, hogy az információelmélet alapján is fejlődjék a hazai biológia. Ugyanis benyomásom szerint — persze lehet, hogy nézetem nem helytálló — nem használjuk fel a bioexperimentum területén az információelmélet lehetőségeit. Amennyiben tényleg így áll a helyzet, és amennyiben egyetértünk abban, hogy hasznos lenne javítani a hiányokon, talán helyes lesz áttekinteni a mostani statust és keresni vagy tisztázni az akadályozó körülményeket. Most bevezetőként a meghívóban említett négy kérdést szeretném röviden érinteni.

1. *Entrópia az információelméletben*

Ismeretes, hogy a Boltzman-féle H-függvényt átvette az információelmélet és entrópiának nevezte el az információtartalmat a matematikai formai hasonlóság révén:

$$H = \sum_i p_i \lg p_i$$

Természetesen nem szándékom beleszólni a matematikusok által használt, ma már csaknem általánosan használt; nomenklatúrába. Annak meg csak örülni lehet, hogy a matematikusok az utóbbi időben nagy tempóban igyekeztek matematikailag tiszta és pontos alakba önteni az információelméletet.

Mindezek után mégis kívánatosnak tartom az információ-entrópia kapcsolat tiszta kifejtését a biológiai használat érdekében. Mert az entrópia alatt egyrészt energia/fok-ot értünk és másrészt értenünk kell a fenti kifejezést, mely nincs valódi, reális kapcsolatban a régi entrópiával és dimenzionélküli számértéket jelent. Továbbá zárt rendszer entrópiája csak nőhet, de nem csökkenhet, információtartalma csak csökkenhet, de nem nőhet; (*Brillouin:* negentrópia). Sőt ugyanannak a rendszernek termodinamikai entrópiája csökkenhet, változatlan maradhat vagy nőhet változatlan értékű információelméleti entrópia mellett és fordítva. Viszont teljes bizonyosság esetén, vagyis ha csak egy lehetőség van, akkor mindkét entrópia értéke = 0. Kérdés: Hogyan használják és különösen hogyan tanulják a biológusok és biológus hallgatók az információelméletet?

2. *Jel és információ a biológiában*

Mindjárt felvethetném a kérdést, mit tekintsünk információnak a biológiában. Talán megvilágítom kérdésem alapgondolatát, ha idézem az Új Magyar Lexikon tételét: „A jel olyan fizikai hatás, amely ... információt szállít." Ezt így bizonyára szakember fogalmazta. Azonban a jel mint fizikai valóság hogyan függhet attól, hogy információ lesz-e belőle vagy máshogy kérdezve, ha nem lesz belőle vagy általa információ, akkor a „jel" nem „jel"? Továbbmenve: mi a feltétele annak, hogy a jelből információ legyen, vagy más szóval, hogyan lesz információvá a jel. Mert a Vénusz fénye objektíve jel, az űrutasnak lehet információ, de kérdéses, hogy az-e az Aldebaran csillagnak? (tehát helyesen: csak *szállíthat* információt!) Menjünk tovább: fák közt bujkálva-hajlongva megbökheti egy ág vállamat ugyanolyan fizikai hatással, mint pl. valamely kongresszus szünetében egy hátam mögött álló kolléga. Az első esetben a jel egészen más információvá lesz, mint a másodikban. Tehát a jelből információ csak bizonyos *egyezményes* áttétel után és útján lesz. Másik kérdés: Mennyiben és hol szerepel a kódolás ezen áttétel keretén belül?

3. *Egyes kémiai jelenségek pl. hormon információelméleti szerepe*

A jel és az információ kapcsolatának tisztázása segítheti a hormonok információelméleti értelmezését. Mert a hormonos szabályozás *egymagában* még nem igazolja információelméleti kezelését, hiszen a Braun-le Chatelier elv szerinti szabályozás automatizmusát bizonyára nem kívánjuk kivenni a fizikai-kémiai termodinamikából és besorolni a kibernetikába. Ez esetben természetesen vitatható az információelméleti értelmezés. Harmadik kérdés: A kémiai meditorok információelméleti értelmezése.

4. *A kódolás helye és szerepe a biológiai információban*

Tegyük fel, hogy pl. hőhatás éri a normális élő izmot, erre reagál izomkontraktúrával; de nagyjában hasonló hőhatások lépnek fel, ha narkózissal vagy hűtéssel érzéstelenítjük pl. az izmot vagy elhalt izmot melegítünk. Az előbbiek értelmében a Δ T temperatúra differencia okozta hőhatás volt a jel és ez mint fizikai hatás érvényesült is. Most felmerül a kérdés: vajon *csak* mint fizikai hatás érvényesült *anélkül*, hogy információt szállított volna, mert hiszen a holt izom esetében nem volt információ felvevő rendszer? Ugyanígy ítélhetők meg talán az ún. ingermozgások.

Ezzel szemben egészen más folyamatnak látszik pl. a Weber—Fechner-törvény szerint fellépő fényérzet mint a fényinger függvénye, melynek matematikai formájaként az

$$é = k \cdot \ln i$$

képlet írható fel. Eszerint az érzet számtani arányban nő, ha az inger mértani arányban, vagyis röviden kifejezve

$$é = 1, 2, 3, 4, \ldots$$

ha $\quad i = i, i^2, i^3, i^4 \ldots$

Igen érdekes a következő kérdés: ismeretes, hogy a $\sim 10^8$ fényreceptor által felvett behatások végül is $\sim 10^6$ axon révén jutnak a látómezőbe. Kétségtelen, hogy a jel (fény) kódolása már a receptorokban megkezdődik és így ebben az esetben biztosnak tűnik, hogy a jel csak kódoláson keresztül lesz információvá. Tehát felmerül az az általános kérdés: a jel át kell-e essék kódoláson, hogy ingerületi állapotot jelentsen a biológiai rendszerben?

Az Elnökség kezdeményezésére 1964. március 20-án Budapesten munkaértekezletet tartottunk a biofizika oktatásáról. Szigeti György elnök bevezető szavai után került sor az előadásokra (az előadások teljes szövegét közöljük).

Szigeti György; elnök: Üdvözlöm a megjelent elvtársakat és az ankéthoz sok sikert és eredményt kívánok.

Az oktatás kérdése meglehetősen nehéz és ezt a tényt magam is több alkalommal tapasztaltam, mint fizikus, amikor a fizikaoktatás problémáiról tartottunk hosszabb megbeszéléseket és folytattunk harcokat az illetékes hatóságokkal. Különösen a Műszaki Egyetemen volt nehéz a fizikaoktatást úgy megszervezni, ahogy azt a fizikusok szerették volna és ez még mindig nincs megoldva. Remélem azt, hogy a biofizikusok több sikerrel járnak és gyorsabban fognak eredményt elérni. Ennek jegyében kívánok a mai megbeszéléshez sok sikert, és megkérem Ernst professzort, hogy legyen szíves bevezetőjét megtartani.

BEVEZETŐ

ERNST JENŐ
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A Magyar Biofizikai Társaság Elnökségének határozata értelmében tartjuk ezt a munkaértekezletet a biofizika egyetemi oktatásáról. Azt nem kell igazolnom, hogy nagyon aktuális kérdésről fogunk beszélni. Amikor 1961-ben Stockholmban az első nemzetközi kongresszust tartotta a Nemzetközi Biofizika Organizáció és a szervezőbizottság ülésén mint sürgős programpontot javasoltam a biofizika oktatásának a megbeszélését, akkor még volt olyan vélemény, hogy ez nem is olyan sürgős. Jellemző, hogy a most júniusban tartandó második nemzetközi biofizikai kongresszuson egy egész délután a biofizika oktatásának megtárgyalására van szánva. Szóval, hogy a kérdés aktuális, az nem kérdéses. Hogy nem egyszerű, az nagyon valószínű, mert ha az lenne, akkor nem kellene rócla sokat tárgyalni. Szándékosan nem fogtuk össze szigorúan, hogy ez a mai első megbeszélésünk valami határozott programot tükrözzön. Azt sem beszéltük meg, hogy mi legyen az egyes referátumok fő zöngéje. Mindenki, a referálók is vállalták a referátumot, vállalták, hogy referátumaikat a saját elgondolásuk alapján tartják meg. Az egyik kolléga például a *biofizikus oktatás* szempontjából vizsgálja a biofizika egyetemi oktatásának kérdését, viszont, más szempontból egészen különleges a medikusok biofizika-oktatásának kérdése. Megint más szempontok merülnek fel, ha az összes biológusok és nem a szakbiofizikusok oktatásának kérdéséről lesz szó. Azt kérném, hogy hallgassuk meg a négy referátumot. Ezek egyáltalán nem merítik ki a kérdést, hanem a jelenlévők szíves hozzászólásától függ majd az, hogy ez az első összejövetelünk mennyi eredménnyel zárul, de semmiképp sem tartom valószínűnek, hogy mai megbeszélésünk már lehetővé fogja tenni számunkra a végleges forma kialakítását. Ehhez kívánok minden jót és kérném a felkért elnök elvtársat, hogy szíveskedjék felkérni a referálókat referátumaik megtartására.

Elnök: Köszönöm a megtisztelő felkérést és ennek megfelelően felkérem Tarján professzor urat, hogy legyen szíves az első referátumot megtartani, utána pedig a többieket.

A kvantum ill. elektronbiológia oktatása.

TARJÁN IMRE
(BOTE, Orvosfizikai Intézet)

Természettudományi karon tervezett biofizikusképzéssel kívánok foglalkozni, egy-két gondolatot szeretnék felvetni a kvantumbiológia szerepét és jelentőségét illetően.

A biofizikusképzés — mint általában minden képzés — a múltra, az ismertre építve, a *jövőbe* tekint. A szóbanforgó tudományterület, jelen esetben tehát a biofizika aktuális, nagy feladatait kell látnunk, és ezek ismeretében kell az új nemzedéket a jövő feladataira felkészíteni. A biofizika területén az alapvető fontosságú és időszerű feladatok közé tartozik az életfolyamatok szempontjából fontos struktúrák és ezekben végbemenő folyamatok egyre mélyebb feltárása, megismerése — egészen a molekuláris és atomáris szintig. Más megfogalmazásban: az aktuális feladat a molekula- és atomfolyamatok, valamint a biológiai folyamatok összefüggésének feltárása. Az atom- és molekula-folyamatok jelenlegi tudásunk szerint legpontosabban a kvantumfizika (kvantummechanika) segítségével tárhatók fel és értelmezhetők, ezért azt a területet, amely a biológiai folyamatok megismerését a kvantumfizika oldaláról közelíti meg, gyakran kvantumbiológiának nevezik.

A *kvantumbiológia tárgykörét* illetően a különböző szerzőknél különböző kérdések állnak előtérben. Egyesek a kvantumbiológia keretében a sugárzások és a biológiai rendszerek kölcsönhatásával foglalkoznak, konkréten pl. a következő kérdéseket tárgyalják:

a) ionizáló sugárzás és az élő anyag kölcsönhatása izolált enzimeken (in vitro), és élő organizmusokban működő enzimeken,

b) bakteriális, növényi, állati vírusokon,

c) baktériumokon;

d) az ionizáló sugárzások mutációt okozó hatása baktériumokon és magasabbrendű élőlényeken (drosophila, bab stb.),

e) többsejtű organizmusokon (a helyreállító folyamatok vizsgálata is;

f) a fotoszintézis kutatása (pl. a foton és klorofill molekula kölcsönhatása);

g) a szürkületi látás és színlátás vizsgálata stb.

Az említett területeken már viszonylag sok érdekes eredményre lehet hivatkozni, és éppen ezért szűkítik le egyesek a kvantumbiológiát a felsorolt témakörre. Éles határvonal az említett kérdések és a sugárbiológia megfelelő területei közé nem húzható, ezért ezeket a *sugárbiológia* egy részének is tekinthetjük.

Amikor azonban kvantumbiológiáról beszélünk, sok más kérdésről is szó van. Sommermeyer, Dessauer is ide sorolják pl. egyes molekuláknak (mutagénmolekuláknak) egyszerűbb biológiai objektumokra kifejtett hatásait, vagy a szagérzetet előidéző molekuláris folyamatokat stb. Véleményem szerint, elfogadva a kvantumbiológia tárgykörére vonatkozó fenti meghatározást, ide tar-

tozik a biológiai szempontból fontos molekulák szerkezetének, a molekulákon belüli folyamatoknak vizsgálata, a molekulák optikai, elektromos stb. tulajdonságainak feltárása, a legkülönbözőbb kölcsönhatások kutatása, a π-elektronok szerepének vizsgálata biológiailag fontos molekulák felépítésében, a bennük végbemenő folyamatokban stb. Az utóbbi területet azonban *kvantumbiokémiának* is nevezhetjük. Az utóbbi években számos elnevezés született, mindegyik azonban a már említett közös célra utal; feltárni a biológiai folyamatok mélyén lejátszódó atom- és molekula-folyamatokat.

Nézzük közelebbről a *kvantumbiológia kutatási módszereit.* Nyilván egymáshoz kapcsolódó, egymást kiegészítő kísérleti és elméleti módszerekről van szó. A fizikában hosszú ideig különbséget tettünk kísérleti és elméleti fizika között aszerint, hogy egy probléma megoldásához milyen módszerrel nyúlunk. A kutatási tevékenység ennek megfelelően szeparálódott, ami maga után vonta a kutatóknak két táborba való csoportosulását, akik szélső esetekben gyakran két különböző nyelven beszéltek és szemléletük is különböző volt. Kétségtelen, hogy különbségek a kutatási módszerekben ma is vannak, és az egyik munka inkább kísérleti, a másik elméleti jellegű. Helytelen azonban, ha a két tevékenység egymástól független, és a módszerek uralkodnak a problémák felett. Vitán felül áll, hogy eredményes munkát akkor végezhetünk, ha mindenkor a megoldásra váró *problémát* tartjuk szem előtt. A kísérleti kutatónak azonban ismernie kell az elméleti eredményeket és állandó kölcsönhatásban kell a problémák megoldása felé haladni. Mindezt azért említettem, mert hasonló kérdéseket a kvantumbiológia fejlődése is felvet. A biológia eddig döntő módon kísérleti tudomány volt, látnunk kell azonban, hogy egyre nagyobb jelentőségre tesz szert benne a széles matematikai alapokra épülő elméleti tevékenység. Az utóbbival kapcsolatban egyelőre helyenként bizonyos idegenkedés tapasztalható, amit azonban fel kell oldanunk, mert a fejlődés fékezője lehet. Mindezzel nem azt akarom mondani, hogy a kísérleti biológus olymértékben mélyedjen el pl. elméleti fizikai kérdésekben, hogy a kvantummechanikát a biológiában alkotó módon művelhesse, de arra szükség van, hogy a kísérleti és elméleti kutatók kölcsönösen megismerjék egymás módszerét, azok lehetőségeit, az általuk elért és várható eredményeket. Lassanként ugyanis ott tartunk, a fizikában ezt már el is értük, hogy kísérleti jellegű munkát sem végezhetünk alapos elméleti felkészültség nélkül. Gondolok pl. a modern szerkezetkutatási módszerek (elektronspin-, magspinrezonancia-, neutrondiffrakció stb.) alkalmazására, amelyek a biológiai kutatásokban sem nélkülözhetők. Régi meggyőződésem, hogy a jövőben (talán már a közeljövőben) nagy felfedezések várhatók éppen a kvantumbiológia területén, de eredményre csakis komplex együttműködés vezethet. A jövő biofizikusait fel kell készíteni az együttműködésre és szemléletüket is a fejlődés irányának ismeretében kell kialakítani.

Mindezek előrebocsátása után a kvantumbiológiát illetően, tekintetbe véve az említett két kérdéscsoportot, tehát a sugárzások és a biológiai objektumok kölcsönhatását, valamint a kvantumbiokémiát, a képzést kétirányúnak képzelem el. Az egyik alapos biológiai, a másik alapos fizikai képzésre épül. A biológusok képzése fizikai, a fizikusoké biológiai képzéssel egészül ki. Az egyik ismerete a biológiában, a másiké a fizikában mély, éspedig olymértékben, hogy mindegyik alapokat szerez a megfelelő terület alkotó művelésére. Egy példát említek: a biológus ismerje meg az atom- és molekula-fizika lényeges eredményeit (beleértve a kvantummechanika alapjait is), fő vonásokban a kutatási módszereit, teljesítőképességét, az általa nyújtható lehetőségeket, de nem mélyül el pl. a kvantummechanikai közelítő módszerek megismerésében, azoknak

konkrét esetekre való alkalmazásában. A fizikus viszont éppen ezeket tanulja meg, kiegészítve ismereteit a modern szilárdtest-fizikai ismeretekkel, amelyek a kvantumbiológia szempontjából igen értékeseknek és sokat ígérőnek látszanak. Szerezzen azonban tájékozódást a fizikus a biológiai kutatások helyzetéről, éspedig inkább a mikro-, mint a makrobiológia területén.

Amit az előzőkben említettem, természetesen a képzés magasabb szintjére vonatkozik, hiszen a kvantumbiológiáról csakis a felsőbb években lehet szó. A kvantumbiológia kiemelt két területe tehát a következő módon épülne be egy öt évre terjedő biológus (biofizikus), illetőleg fizikus-képzésbe.

Biológus (biofizikus) **képzés**

I	Biológiai stúdiumok	mat., fiz.,
II		kémiai alapképzés
III		atom- és molekulaszerk.
IV		sugárbiológia + kvantumbiológia (koordinálva)
V		

Fizikus (biofizikus) képzés

I	Fizikai stúdiumok	mat., kémiai alapképzés
II		
III		*a)* kvantumkémia (megfelelő kvantummech. alapokra építve).
IV		
V		*b)* válogatott fejezetek a biológiából.*

Elképzelésem bizonyára egyoldalúnak látszik, amikor a hazai biofizikusképzésben az egyszerűbb biológiai struktúrák és folyamatok tanulmányozását szorgalmazom, meggyőződésem azonban, hogy ez a fejlődés iránya.

Ezzel egy újabb problémához jutunk. A biológiai tudományok köre hatalmas, de az egész biofizikát sem fedhetjük le. Mindenekelőtt tehát arról kellene beszélnünk, hogy milyen célt és feladatokat tűzünk a jövőben magunk elé, azaz milyen irányban kívánjuk a hazai biofizikát fejleszteni. Az elmúlt hónapokban a Biofizikai Társaság Elnökségének kezdeményezésére sokféle kérdés került napirendre, amelyek mindegyike a biofizika egy-egy időszerű és sokat ígérő területe. Ha közülük csak egyet emelünk ki, már az is teljes mértékben lekötné a hazai erőket. A kérdés, tehát az, hogy milyen területre összpontosítsuk erőinket (és ez fogja megszabni a biofizikus képzés irányát is), összefügg **a hazai biológiai,** fizikai és biokémiai kutatási területekkel. Úgy vélem, hogy eredményesen, mindenkor korszerű szinten csak akkor tudunk dolgozni, ha elképzeléseinket a biológiai, fizikai és biokémiai kutatásokkal koordináljuk. Talán nem is túl nehéz probléma. A sugárbiológiával érintkező területen biológus, fizikus és kémikus partnerek egyaránt vannak, és a műszerezettség tekintetében sem kergetünk álomképeket. A kvantumbiokémia pedig jól kapcsolódhatna a hazai biokémiai kutatásokhoz annál is inkább, hiszen hazánkban a kvantummechanikának, ezen belül a kvantumkémiának is, számos kiváló képviselője van.

* Külön megfontolás tárgyát kell képeznie annak, hogy mit ölelnek fel a kötelező kollégiumok, és milyen kérdések kerülnek tárgyalásra nem kötelező kollégiumok keretében. További egyeztetést kíván mindkét irányú biofizikus-képzés a biokémikusképzéssel is.

A radiobiológia oktatásáról.

VÁRTERÉSZ VILMOS
(Országos „J. Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Intézet.)

Előrebocsátom, hogy hozzászólásomban a biofizika egyetemi oktatását csak érintem és inkább a szakbiofizikus képzésről kívánok néhány gondolatot felvetni.

Mindenekelőtt tisztázni szeretném a biofizika és a sugárbiológia egymáshoz való viszonyát. Ez feltétlenül szükségesnek látszik, mivel meglehetősen sok hibás nézettel és félreértéssel találkozunk. Azt nem kell itt bizonyítanom, hogy nem lehet egyenlőség jelet tenni a biofizika és sugárbiológia közé. Egy másik hibás nézet szerint a sugárbiológia a biofizika része. Ennek a felfogásnak a hibás volta már nem magától érthető, hiszen a sugárbiológia egy fizikai ágensnek a biológiai objektumra gyakorolt hatásával foglalkozik. Ilyen alapon azonban a gyógyszertant, vagy a toxikológiát esetleg a biokémiához kellene sorolnunk, mivel kémiai ágensek biológiai hatásaival foglalkoznak. Nyilvánvaló, hogy ez nem lenne helyes, valószínűleg a biokémikusok tiltakoznának leginkább ellene. A biofizikát, biokémiát elsősorban nem a külső fizikai, illetve kémiai ágensek biológiai hatásai, hanem az életjelenségek fizikai és kémiai folyamatai foglalkoztatják. Ez nyilvánvaló. Talán szokatlan, ha azt mondom, hogy a sugárbiológia vertikális jellegű tudomány, szemben a biofizikával. Bizonyos vonatkozásban alkalmazott tudomány, felhasználja a biofizika, biokémia, fiziológia, morfológia, genetika stb. alapvető megállapításait és módszereit. Másrészt saját területén alapvető általános biológiai ismeretek feltárására is képes. Az életfolyamatok egységes egészet alkotnak és az említett tudományágak módszertani okokból és a fokozódó specializálódás miatt alakultak ki és az életfolyamatok többé-kevésbé körülhatárolt szintjével foglalkoznak. A sugárzások biológiai hatásainak tanulmányozása kapcsán felmerülnek biofizikai, biokémiai, fiziológiai stb problémák, amelyeknek együttes kutatása eredményeképpen remélhető a sugárártalom kialakulási mechanizmusának megismerése. Természetesen ez túlterjed a biofizika keretein és ezért a radiobiológia egészének oktatásáról sem lehet szó a biofizika keretében, a radiobiofizikának azonban megfelelő teret kell szentelni.

A munkaértekezlet tárgyát képező problémát legalább két részre kell bontani. Egyik része a biofizika egyetemi oktatása a különböző egyetemeken olyan hallgatók részére, akik nem szakbiofizikusoknak készülnek, a probléma másik része a szakbiofizikus képzés.

A kérdés első részével, az egyetemi általános biofizikai oktatással meglehetősen röviden végzek. Célja az, hogy a biológusok, orvosok, biofizikai ismereteket *is* szerezzenek az egyetemen éppen úgy, ahogyan biokémiát is tanulnak. Ennek a keretei között a lehetőségeknek megfelelő arányos hely kell, hogy megillesse a radiobiológiát is. Hangsúlyozom, hogy én csak az ionizáló sugárzásokra gondolok — hiszen a sugárbiológián belül is végbement egy specializálódási folyamat —, de természetesen ettől függetlenül talán még jelentősebb helynek kell megilletnie a fotobiológiát is, mivel általános biológiai jelentősége is nagyobb. A tananyagnak tartalmaznia kell elsősorban az ionizáló sugárzások hatásának elsődleges folyamataira vonatkozó ismereteket, hipotéziseket, a dózis és hatás között megállapítható kvantitatív összefüggéseket, az oxigén-effektust,

a sugárhatásra fellépő biofizikai változásokat. Ezeknek az ismertetésével lényegében a biofizikai egyetemi kollégium meg is felel feladatának.

Egészen más a helyzet a biofizikusok szakképzése terén. A szakbiofizikusok között bizonyára többen lesznek olyanok, akik tanulmányaik befejezése után a radiobiológia területén fognak dolgozni. A kiképzésnek tehát olyannak kell lennie, hogy munkábaállásuk után minél rövidebb idő alatt teljesértékű munkaerőkké válhassanak. A szakirányú képzés évei alatt ezért feltétlenül szükség van speciális sugárbiológiai kollégiumra, vagy kollégiumokra is, ami lehetővé teszi, hogy a hallgatók a radiobiofizika problémáival behatóbban megismerkedjenek, kirajzolódjanak előttük azok a kutatási irányok, amelyeknek művelése az adott időpontban leginkább szükséges és reményteljes. Nem érzem feladatomnak, hogy ezen a helyen tanterv-szerű javaslattal álljak elő, vagy akár olyannal, amire tantervet lehetne felépíteni, hanem csak gondolatokat kívánok felvetni, amelyeket a biofizika oktatásának kidolgozása során talán érdemes figyelembevenni.

A sugárbiológia biofizikai alapjainak lerakásában a szakképzés során különös súlyt kell helyezni a sugárzás elsődleges aktusaira, arra, hogy mi történik a sugárenergia-kvantumok fizikai értelemben vett abszorpciójakor, illetve közvetlenül utána. A lehetőségek határai között rendkívül részletesen kellene tárgyalni a céltábla-elméletet, amelyik az első kísérletet jelentette annak érdekében, hogy az ionizáló sugárzások hatásainak tanulmányozását kvantitatív alapokra helyezzék. Különösen világosan rá kellene mutatni az elmélet hiányosságaira, gyengéire is. Részletesen foglalkozni kellene a szabad gyököknek a sugárhatásban játszott szerepével, továbbá a két elmélet egységesítésére irányuló törekvésekkel.

Említettem, hogy a radiobiológia módszerei lehetővé tehetik alapvető biológiai folyamatok megismerését is a radiobiológia saját problémáinak tisztázása mellett. A biológiai információ tárolásának és átvitelének sugárhatásra történő változása a sugárbiológia egyik központi kérdése. A sugárzások alkalmazása másrészt értékes segítséget nyújthat az információval kapcsolatos fundamentális törvényszerűségek kutatásában. Ezért szükségesnek látszik, hogy a biofizikus szakképzésben behatóan foglalkozzanak a biológiai információra gyakorolt sugárhatás eddigi ismeretanyagával. Különösen alkalmasnak látszanak erre a fágok, vírusok, baktériumok sugárgenetikájának biofizikai vonatkozásai, a nukleinsavak, nukleoproteidek és egyéb makromolekulák radiobiológiai változásai és az ezekkel kapcsolatos energetikai viszonyok.

Az említetteknek van elsősorban alapvető jelentőségük, megítélésem szerint a biofizikus szakképzés számára. Ezenkívül azonban még számos olyan terület van a radiobiológiában, amelynek helyet kellene adni a biofizikusok kiképzésében. Az egyetemi általános oktatással kapcsolatban már szóbakerült az oxigén-effektus, amelyik a sugárbiológiai egyik legáltalánosabb jelensége, aminek a pontos mechanizmusa még ma sem tisztázott teljesen, az oxigénnek a szabad gyökök képződésében játszott szerepével nem magyarázható kielégítően. Az ionizáló sugárzásoknak a permeabilitásra gyakorolt hatása ugyancsak felvet biofizikai kérdéseket is. Az idegrendszer, elsősorban a központi idegrendszer meglehetősen érzékeny és gyors funkcionális sugárreakciójának mechanizmusa jórészt biofizikai változásokon alapszik. Sorolhatnék még további példákat is, de mondottam, hogy csak néhány gondolatot kívánok felvetni. A biofizikus képzés részletes tervének kidolgozása sokkal alaposabb munkát, bizonyos szempontok ismeretét és alapos megvitatást igényel. Azt hiszem, ez a megbeszélés

különben is csak azt a célt szolgálja, hogy a tervezés megindulása előtt lássuk azt, hogy egyáltalában mire kell gondolni.

Meg kell jegyeznem, hogy a radiobiofizikai kutatásoknak a sugárhatás mechanizmusának megismerésében hallatlan jelentőségük van és ezért feltétlenül szükséges, hogy azt itthon is szélesebb alapokra fektessük. Ehhez azonban a radiobiológia területén dolgozó biofizikusokra van szükség.

Egy nagyon lényeges kérdésre kell azonban még kitérnem, amit a szakbiofizikus képzéssel kapcsolatosan a radiobiológia szempontjából is nagyon gondosan meg kell vizsgálni. A kérdés az, hogy milyen alapképzettsége legyen a szakbiofizikusnak. Hangsúlyozni szeretném, hogy a radiobiológia területén a biofizikai problémák kutatói csaknem kivétel nélkül fizikusok voltak, sőt a találat-elmélet megfogalmazásában nagyon jelentős részt matematikusok vállaltak. Fizikus volt *Lea*, fizikus *Gray*, *Rajewsky*, hogy csak néhány nagyobb nevet említsek. Meggyőződésem, hogy ez nem véletlen. A biofizikai problémák tanulmányozásához olyan alapos fizikai, sőt matematikai felkészültség szükséges, amivel egy biológus ma már nemigen rendelkezhet. Viszont az is igaz, hogy alapos biológiai ismeretekre is szükség van. Mi legyen tehát? Tudunk olyan biofizikusokat képezni, akik egyszemélyben kitűnő fizikusok és biológusok? Elméletileg természetesen elképzelhető, de nem valószínű, hogy a gyakorlatban rendszeresen megvalósítható, hiszen mindkét tudománynak egy-egy szűkebb területe is ma már teljes embert kíván. A biofizika tudományának tehát fizikusokra, biológusokra, egyaránt szüksége van. A jól-képzett fizikusnak azonban kielégítő biológiai, a biológusnak pedig megfelelő fizikai és matematikai ismereteket is nyújtani kell, hogy bele tudjanak illeszkedni egymás szemléletébe. A felmerülő kutatási problémák megoldásán ugyanis együttesen kell munkálkodniok, annak természetétől függően egyszer a fizikusnak, máskor a biológusnak kell nagyobb részt vállalnia. Ha ez nem így történik, akkor ritka kivételtől eltekintve, a jelenségek és kísérleti eredmények hibás értelmezései és téves következtetések születnek. Erre sok példát lehet találni az irodalomban. Természetesen így is felmerül az a gond, hogyan lehet egységes biofizikusképzést kialakítani, ha a részvevők különböző alapképzettséggel rendelkeznek. Ez a kérdés azonban már a részletekhez vezetne, és így nem akarok rá bővebben kitérni. Speciális kollégiumok rendszerével sokat lehet tenni ennek érdekében már az egyetemi képzés során is, de feltétlenül felmerül az a gondolat, hogy az alaposabb szakképzés csak az egyetem elvégzése után lehetséges. A kiképzés részleteinek kialakítása azonban további beható vizsgálatot igényel.

Növényi funkciók és a biofizika.

FRENYÓ VILMOS:
(ELTE, Növényélettani Intézet)

A növényélettannak úgyszólván minden területén erőltetés nélkül kiemelhető számos részletkérdés, amely a biofizika megvilágításában az eddiginél nagyobb egzaktságra emelhető és természetes kapcsolatot létesít a két tudományág között. A következőkben sorravett pontok korántsem terjes sorozatai a logikusan összefüggő növényélettani—biofizikai részproblémáknak.

A hézagos felsorolás logikai sorrendje sem egymásból következő. Nagy vonásokkal felvázolt problémaköröket érintünk, pusztán a tárgyalási alap próbájaként.

A fotoszintézises gázcsere biofizikai problémái.

1. *A gázfilm-kérdés.* Jóllehet a didaktikai sorrendben ez a problémakör sokkal hátrább tartozik, mégis itt előre hozzuk, mert teljesen új és váratlan tényeket tár elénk.

Mindenki úgy vélné, hogy élénk fotoszintézis közben a levelek intercelluláris járatai többé-kevésbé megtelnek oxigénnel. Gázanalitikai vizsgálataink viszont azt bizonyították, hogy az intercelluláris atmoszférában csak kevéssé fokozódik az O_2 koncentrációja fotoszintézis közben, sőt ilyenkor is rendszerint még mindig kisebb, mint a levegőt körülvevő külső légkör O_2 koncentrációja.

Ezt mi úgy magyarázzuk, hogy fotoszintéziskor a chlorenchyma intercelluláris határain felszabaduló O_2 abszorbeálva marad a sejtfalakon, tehát nemigen jut be szabad O_2-ként az intercelluláris térbe. Az intercelluláris járatokat határoló sejtfalak hovatovább telítődnek adszorbeált oxigénnel. Az újabb O_2 molekulák nem tudják leszorítani a régieket a sejtfalról, mert az adszorpció ereje nagyságrendekkel nagyobb, mint a fotoszintéziskor felszabaduló O_2 gáznyomása. Az új gázmolekulák tehát mintegy intususceptioval a régiek közé ékelődnek és megindul egy monomolekuláris gázréteg migrációja a sejtfalakon a kisebb ellenállás felé, azaz a levél sejtközötti járatainak nyílásai, a sztómák irányába.

Helyenként megtorlódnak, és egymásra csúsznak ezek a rétegek, tehát az adszorbeáló felülettől távolodnak, ezzel lazulnak és itt-ott felgyűrődve leválnak. Ez a folyamat már jórészt a sztómanyílások táján megy végbe.

Az egész koncepció alapjelenségét „ad oculus" igazolja a vízbe merített leveleken látható „gázfilm", valószínűségét pedig megerősíti az a tény, hogy speciális mikro-gázanalízissel sikerült a külső gáziflmről helyenként leváló buborékokban megtalálnunk azt a magas koncentrációjú O_2 gázt, amely a fotoszintézisből származik.

A biofizikára tartozik ennek az egész koncepciónak a kritikai tárgyalása annál is inkább, mert a növényélettan — legalábbis a budapesti egyetemen — már így tárgyal bizonyos részleteket.

2. *A CO_2-felvétel.* Ugyancsak teljesen új és a biofizikára tartozó megállapítást tettünk a fotoszintézis keretében a CO_2-felvétel iniciális lépésére vonatkozóan. Köztudomású, hogy a növényi sejtekben a savanyú kémhatás az uralkodó. Részben ez lehet az oka, hogy a növényfiziológusok a gyenge anhidrosavként szereplő CO_2 felvételének tényleges iniciális részét nemigen tárgyalják, hanem mindjárt a CO_2-akceptor kérdésénél kezdik a tárgyalást. Ugyanis az az elemi

tény, hogy csaknem minden sav képes CO_2-t felszabadítani karbonátokból, nehézzé teszi az elképzelést, hogy savas közeg képes legyen CO_2-t oldani.

Kimutattuk azonban, hogy a CO_2-felvétel iniciális lépése mégiscsak oldódás, mert még 10%-os H_2SO_4 oldattal is bőven felvétettünk CO_2-gázt. — A biofizikára tartozik a látszólagos ellentmondás tisztázása. Nyilván arról lehet szó, hogy a savas folyadék molekulái közt elég nagy tér van arra, hogy a CO_2 tekintélyes része is elférjen. Ezt az egész kérdést meglehetősen sürgősen kellene tisztázni, mert a biológiai metodikákban nagyon elterjedt az a fogás, hogy megsavanyítással kívánjuk megakadályozni egy közeg CO_2 abszorpcióját. Ez most már nem bizonyul egészen helytállónak.

3. *CO_2-molekulák áthatolása a sztóma-nyílásokon.*

A levél összes felületének csak kicsiny töredékét képviselik a sztóma-nyílások, mégis annyi CO_2 hatol be a levélbe, mintha nem is lenne kutikulával borítva (3—6 x 10^{-6} mol/cm²/óra). A diffúzió tehát nagyságrendekkel gyorsabb a sztómákon át, mint egyebütt; egyetlen sztómanyíláson át 1 mp alatt kb. 60—80 milliárd CO_2 molekula fut keresztül. Ez azért lehetséges, mert szűk réseken át a diffúzió meggyorsul. *Verduin* (1949) számításai szerint a pórusok hatása fordítva arányos távolságuk négyzetével, mégpedig:

$$\log Q/Q_1 = -k/d^2$$

ahol d = a pórusok távolsága; Q = a diffúzió sebessége; Q_1 = ugyanaz, de végtelen d-nél; k = arányossági tényező.

Ezt a speciális sebességű és irányított gázdiffúziót nagyon világosan kell megmagyaráznunk, hogy érthetővé váljék a fotoszintézis teljesítménye a 0,03% CO_2 koncentráció terhére.

A fényenergia átalakítása

A fotoszintézis problémakörének egyik legérdekesebb biofizikai-energetikai részlete a fényenergia transzformálódása potenciális kémiai energiává. Elsősorban a molekulák gerjesztődésével kellene foglalkozni; azaz milyen változást okoznak a fotonok, s az hogyan indítja el a tulajdonképpeni fotokémiai részletet. Itt lehetne foglalkozni a klorofill jellegzetes fluoreszcenciájával is, tehát a fotoszintézis elmaradása esetén jelentkező tüneménnyel.

A biofizika oktatása keretében megfelelő koncepciót kellene kialakítani az energia megkötésre. Lehetőleg olyat, amely vagy egyeztetni tudja a különböző nézeteket, vagy pedig egyértelműen cáfolni és kirekeszteni képes a helytelent.

1. *Rezonancia-elmélet.* — Elindítója elsősorban Rabinowitch. Szerinte a fényenergia rezonanciát kelt a klorofill-molekulák közt, így terjed át az energia a granum egyik pontjáról a másikra. Ez a rezonancia a bevezetője annak a folyamatnak, amely a fényenergiát átalakítja.

2. *Elektronmigráció-elmélet és változatai.* Ennek értelmezése szerint a pigmentrendszerben a fény hatására elektronmigráció indul meg. E nézet változatai:

a) *Félvezető-változat.* Terenin és többek felismerése alapján a pigmentrendszert a félvezetők sajátossága jellemzi. Száraz kloroplasztiszok tömegéből alkotott filmek rétegében gyökök fellépése fény hatására.

A fotoszintetizáló pigmentrendszer az ún. p-típusú félvezetők közé tartozik, melyben látszólag a pozitív töltés migrál.

b) *Exciton-elmélet.* Frankel a gerjesztett elektron és a nyomában keletkező pozitív tölfést tartalmazó „lyuk" együttesének jelzésére az exciton elnevezést alkalmazza.

A gerjesztett elektron és a hozzá tartozó lyuk megmaradhat ugyanabban a molekulában (intramolekuláris exciton). Az energiavándorlás ilyenkor az összetartozó részecskék végleges szeparálódása nélkül, rezonancia útján történik.

Az exciton komponensei át is léphetnek más helyekre (intermolekuláris exciton), és egymástól távol vehetnek részt a redukciós, illetve oxidációs folyamatokban.

c) *Donor-akceptor változat.* Feltehető, hogy a klorofill egy ponton elektrondonorral, más ponton elektron-akceptorral asszociálódhat és az egyidejű elektroncsere közben a molekula gyakorlatilag változatlan marad.

3. *Rezonancia-egység, vagy váltakozó molekulák.* A problémát a világos és a sötét levelű változatok fotoszintetizálása okozza. Minkét változatba tartozó azonos fajtájú növények (pl. Acer negundo) egyforma intenzíven fotoszintetizálhatnak.

A rezonancia-elmélet szerint több száz, vagy több ezer klorofill-molekula alkot egy olyan egységet, amely a fotokémiai folyamatokat együttesen támogatja. Ennélfogva a világos levelű növényekben kisebb számú molekulákból áll a „rezonancia-egység". Ezzel szemben más nézet szerint nincs mindig minden klorofill-molekula „üzemben". A világos levelekben gyakrabban kerül sor egy-egy klorofill-molekulára, mint a sötét levelekben.

4. *Kémiai elmélet.* A kifejezetten biofizikai szemlélet mellett változatlanul fennáll a biokémiai szemlélet is, melynek értelmében a klorofill kémiailag is bekapcsolódik a fotoszintézisbe.

Mindezeket a nézeteket valószínűleg a biofizika lesz hivatva főként energetikai szemszögből megvizsgálni és az oktatás számára valamiféle egységbe ötvözni.

A fényintenzitás és a kvantumhasznosítás.

Meglehetősen ellentmondásosnak látszó terület ez; konkrét fogalmazásban így hangzik a probléma: egyforma fényintenzitással alkalmazott narancsvörös és kékesibolya sugarakban a fotoszintézis intenzitása nem egyenlő. A magyarázat a fénykvantumok különbözőségében rejlik; a kvantum oszthatatlan és csak egy molekulát gerjeszthet. A nagyobb kvantumú kékesibolya sugarak kvantumenergiájának egy része a fotoszintézisre nézve kárbavész.

A kloroplasztisz mint mikroheterogén rendszer.

A fotoszintetizáló apparátus olyan egységekből áll, amelyekben ellentétesen futó és különböző redoxpotenciálokon lehetséges folyamatrészletek elkülönítetten mehetnek végbe. Nyilván a kloroplasztiszt kell egységnek tekintenünk morfológiai alapon. Funkció tekintetében már másként alakul a kép. Pl. a spenót leveléből ulrahanggal előállították a kloroplasztiszok fragmentumait; ezek bizonyos alsó méréthatárig működésre képesek. Tehát a kloroplasztiszon belül tulajdonképpen még ilyen működésre képes *kvantoszómák* tekintendők-e végső egységeknek?

A biofizika van hivatva arra is, hogy a sztróma+grána rendszerben meghatározza a helyét a szigorún vett fotokémiai folyamatok mellett az egyes afotikus részleteknek. Ez ugyan topokémiai probléma, de talán csak azért, mert még nem fogalmaztuk meg a molekuláris biofizika nézőpontjából.

Hasonlóképpen tisztázni kellene a gránumokban a klorofill-molekulák elhelyezkedése körül fennálló nézeteket. Magam részéről még mindig Hubert (1935) koncepcióját tartom leginkább szemléletesnek, amelyet Frey-Wyssling vitt át a köztudatba. Ennek az a lényege több más elképzeléssel szemben, hogy két fehérjeréteg között tükörképszerűen állanak a klorofill-molekulák, fitol részükkel irányulva egymás felé, miközben porfirin gyűrűjük laposan belefekszik a megfelelő oldalon lévő fehérje rétegbe. A fitol láncok egy-egy lecitin molekula hangvillaszerű zsírsav láncai közé illeszkednek, míg a lecitinek foszforsavas kolin ága (a „hangvilla nyele") ugyancsak egymás felé fordul.

Foglalkozhatna a biofizika azzal a szereppel is, amelyet a Mg betölt a klorofill-molekulában. Ma úgy látjuk, hogy a porfirin gyűrűben a konjugált kettőskötés-rendszer valamiféle stabilizálását biztosítja a Mg, mert ha kioldjuk, megváltozik a klorofill színe. Rézzel ismét zölddé tehetjük a magnéziumtól megfosztott klorofillt.

Hova kapcsolódik a Mg a porfiringyűrűben? Azt mondjuk, hogy 2 fővegyértékkel a négy pirrol közül kettőnek a nitrogénjéhez; a másik két nitrogénhez pedig 2 mellékvegyértékkel kapcsolódik. Ahány helyen közlik a szerkezeti képletet, annyiféleképpen. Csak véletlenül fordul elő, hogy egyformán rendezik el a Mg fő- és mellékvegyértékeit.

Nyilvánvalóan hamis az efféle statikus kép. Bizonyára állandóan átrendeződő, talán egyenesen rezgő rendszerrel lehet dolgunk. A dimenziók ezt lehetővé is teszik.

A négy pirrol nitrogénje közötti tér átmérője 2,5 A, a magnézium atomé 2,4 A; könnyen alakulhat tehát kapcsolat, de át is rendeződhet. A magnézium majdnem úgy illik a porfiringyűrűbe, mint tengely a csapágyba.

Ezt a durva képet a biofizika kellően átrajzolhatja a tudományos igényeknek megfelelően.

Foglalkozhatna a biofizika az oktatás keretében a klorofill-molekula gerjesztési szintjeivel is, természetesen beleállítva a problémát a mikroheterogén rendszer adottságai közé. Két gerjesztési szint nevezetes: az alacsonyabb energiatartalmú állapotot a vörös fény, a magasabb energiaszintet a kék fény képes létrehozni. Ide tartoznék a kvantumhasznosítás kérdése is.

Nem lényegtelen a megzöldülés és a redoxpotenciál összefüggésének kérdése. A protoklorofill redukcióval alakul át zöld pigmentté. Zárvatermőknél ehhez fény adja az energiát. A nyitvatermők azonban sötétben is megzöldülnek, mert szöveteik rH értéke 17-nél kisebb.

A légzés mint biofizikai téma

keretében foglalkozni kellene a lépcsőzetes energiafelszabadítással. Viszonylag jól ismerjük a növényi és állati sejt légzésének biokémiai részleteit. Tanítjuk is, de csak ritka esetben tárgyaljuk energetikai nézőpontból, miért lehetséges az a sorrend, ahogyan egymáshoz kapcsolódnak a részfolyamatok. Nem szükséges hangsúlyozni, hogy milyen egzakt vonásokkal gazdagodik így az a kép, amit a légzésről alkotunk. Ezeket az energetikai részleteket nemcsak a terminális oxidáció redoxláncolatával kapcsolatban kívánatos tárgyalni, hanem az anaerob fázist érintően is, noha ott jóval kisebb energiatermelés folyik. Viszont energetikai aspektus nélkül nem megnyugtató a részfolyamatok sorrendjének tárgyalása. (Az élettanok és a biokémia törekszenek ugyan energetikai szemlélet kialakítására, de ha a biofizika már kidifferenciálódott ezekből a tudományokból, akkor elsősorban ő válik illetékessé.)

Feltétlenül a biofizika feladata a terminális oxidáció keretében annak a ténynek szemléletes megmagyarázása, hogy a savciklusból kihasított és carriereken át a citókrómokhoz szállított hidrogének miként egyesülnek a levegő oxigénjével, jóllehet a

$$Fe^{2} \rightleftarrows Fe^{3}$$

redox láncolaton tulajdonképpen nem H-vándorlás, hanem elektronvándorlás történik.

Az energiafelszabadítás egyéb területe.

Egyes növények biolumineszcenciája. — A mitogenetikus és a nekrózisos sugárzások problémája. —

Az anabiózis kapcsán a szövetek redoxpotenciáljának változásai, mint az élet fokozatos kialvásának kísérőjelensége.

Az anabiózis tartóssága a hőmérsékleti minimum és a hőmérsékleti maximum pontokon túl; a különbségek biofizikai okai (Brown-féle mozgás stb.).

A növényi sejtélettan biofizikai problémái.

A plazmastruktúrát összetartó erők kérdése. Töltésmintázat a citoplazmában, mint az enzimműködések, anyagfelvétel stb. meghatározói. Az áttöltődés jelensége. A plazma finomszerkezetének fizikai bizonyítékai (szerkezeti viszkozitás, rugalmasság, fénypolarizációra való képesség stb.). Ionrádiuszok és vegyértékek hatása a plazma diszperzitására. A plazmahiszterézis, mint a sejtöregedés egyik tényezője. A plazma rugalmassága és viszkozitása, mint a hő-, fagy- és szárazságtűrés egyik alapja. A sejtnekrózisuk biofizikai részletei (a száradással kapcsolatos roncsolódások; a hő, a nehézfémsók és egyéb tényezők okozta koagulációk; a fagy okozta közvetlen és közvetett elváltozások a sejtben: az intercellulárisokban képződő jégkristályok vízelvonó hatása). Diffúziós és ozmózisos jelenségek. Folyadékhártyák sajátosságai a plazma határhártyáinak tanulmányozásában. A lipoidok felszíni elhelyezkedésének biofizikai magyarázata. A koacervátumok, mint a citoplazma tanulmányozásának lehetséges modelljei.

A vízforgalom és vízgazdálkodás köréből.

Magvak hidratációjakor a víztérfogat kimutatható csökkenése, mint a vízmolekulák rendeződésének következménye. Transpiráció a pórusokon át (eltérés Dalton törvényétől, Stefan törvényének érvényesülése). A szívóerők alakulásának tényezői (S = P+A—T). Szívóerők érvényesülése 10 méternél magasabb fák leveleiben. A vízkohézió jelentősége a növények vízforgalmában. A gyökér szívó-nyomó működésének biofizikai magyarázata.

A zárványos táplálkozás köréből. Adszorpciós jelenségek a gyökér anyagfelvételénél. Donnan-jelenségek az anyagfelvétel kapcsán. Csereionok szerepe az elektromos feltöltődés megakadályozásában.

A növekedés—fejlődés köréből. A légzés és a növekedés energetikai kapcsolata. Növekedésszabályzó anyagok közvetett hatása a sejtfalmicellumokat összetartó erőkre. A turgornyomás feszítő erejének szerepe a micellumok kapcsolatának megváltoztatásában. Sugárfajták, illetve a hullámhossz hatása a növekedésre.

A mozgásjelenségek köréből. A geoelektromos és a fotoelektromos impulzus a görbüléses mozgások kiváltásában. A turgorváltozások, mint egyes nasztiák mozgatói. A permeabilitás hirtelen változása, mint a turgorváltozás közvetlen oka. Mechanikai és egyéb hatások, mint a labilis plazmaszerkezetet megváltoztató tényezők. Az akciós áram. A refrakter periódus. — Az élethez nem kötött hajító, kohéziós, torziós stb. mozgások létrejötte és biofizikai részletezése.

A fizika és a matematika szerepe a biofizika egyetemi oktatásában.

LAKATOS TIBOR
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Szeretném hangsúlyozni, hogy amikor azt a kérdést vizsgáljuk, hogy milyen szerepet töltsön be a fizika és a matematika a biofizika egyetemi oktatásában, akkor nemcsak az orvostanhallgatók, hanem rajtuk kívül minden biológushallgató biofizika-oktatására is gondolunk. Nem kétséges, hogy a modern orvos- és biológusképzésben egyaránt egyre sürgetőbbé válik a biofizika-oktatás bevezetése, nem utolsó sorban azért is, hogy könnyebbé váljék a biofizikus kutató-utánpótlás nevelése.

Biofizikát kívánunk tanítani. A biofizikai problémák kellő mélységű megértéséhez pedig több-kevesebb fizika-ismeretanyag szükséges, és a matematika sem nélkülözhető. A fizika és matematika szerepét az egyetemi biofizika-oktatásban egyaránt három szemszögből vizsgálhatjuk: 1. Mindkettő hozzájárul a logikus *természettudományos gondolkodásmód kialakításához.*

2. Mindkettő *alapvetésül* szolgál: a fizikai ismeretek elengedhetetlenek a biofizika megértéséhez; másrészt számos fizikai ismeret kellő színvonalú megértése lehetetlen megfelelő matematikai alap nélkül, sőt egyes biofizikai problémák tárgyalásához is számos matematikai ismeret szükséges.

3. A fizika és a matematika egyaránt képes a biológus számára olyan *gyakorlati ismereteket* nyújtani, amelyek a kutatómunka során nélkülözhetetlenek. A fizika részéről megfelelő kísérleti technikára, a matematika részéről pedig a biometria néven összefoglalható studiumra gondolok.

Vegyük sorra ezt a három szempontot és vizsgáljuk meg részletesebben.

I. *A gondolkodásmód alakítása.*

A fizika és a biofizika egymással szoros kapcsolatban és kölcsönhatásban kell legyen. Az újkori fizika csaknem fél évezrede, valamennyi tudomány között elsőként vált egzakt természettudománnyá. Azóta is az egyéb tudományszakok a fizikát hívják segítségül a természet megismeréséhez vezető úton. Elsajátítják módszereit, természetszemléletét, amely mintája lehet minden természettudomány módszerének és természetszemléletének. A fizika által elsősorban képviselt természettudományos gondolkodásmód elsajátítása megtermékenyítheti a biológiai-biofizikai tudományokat és meggyorsíthatja fejlődésüket. Nem akarom ezzel azt mondani, hogy a fizika ma megoldhatja a biológia ill. a biofizika minden problémáját. Ezt kézenfekvőnek találjuk, ha figyelembe vesszük, hogy gyakran a biofizika a fizikának olyan fejezeteit kívánja felhasználni, amelyek még a fizikában is csak részben feltört területek, és sok felderítetlen problémát

tartalmaznak (pl. irreverzibilis termodinamika, szilárdtest-fizika, kolloid-fizika stb.). Valószínűnek kell tartanunk, hogy amikor a modern fizika ilyen, még nem egészen feltárt területeit alkalmazzák a biofizikában, olyan kérdések fognak felmerülni — már volt ilyen —, amelyeknek megválaszolása a fizika számára is új törvényszerűségek megismerését jelenti. Ezen kérdéseket a jövendő biológus-biofizikusoknak kell feltenniök. Erre pedig úgy lesznek csak képesek, ha otthonosakká válnak a fizika gondolatvilágában. Mi jellemző erre a gondolatvilágra? Elsősorban az, hogy a fizika fogalmai mennyiségi, a köztük fennálló összefüggések pedig matematikai jellegűek. Ezt a példát kell szem előtt tartania minden más tudománynak, amely az egzakt természettudomány rangjára akar emelkedni. Másrészt jellemzi a fizika gondolatvilágát természetmegismerési módszere. Ha pl. valamilyen kísérlet eredményeképp grafikon (vagy táblázat) formájában függvényt kapunk, azt kétféle módon önthetjük matematikai formába: vagy polinommal közelítjük meg (ez elegendő számú tag esetén tetszés szerinti pontossággal írja le a két összefüggő adatsort), vagy valamilyen határozott, a jelenség természetére vonatkozó elképzelésből kiindulva írjuk fel a kísérletet leíró matematikai összefüggést. Ez az utóbbi a fizika módszere, ennek segítségével tehetünk egy-egy lépést előre a megismerés útján.

Úgy is fogalmazhatjuk ezt a módszert, hogy a kísérletek alapján elméletet állíthatunk fel, amelynek segítségével az eredmények matematikai fogalmazását is megadhatjuk. Az elmélet akkor jó, ha emellett új kísérletek tervezésére is lehetőséget ad, hiszen akkor máris a megismerés következő lépcsőjére léptünk. Egészen bizonyos ugyanis, hogy az újabb kísérletek eredményei között előbb-utóbb lesz olyan, amely nem fér a régi elmélet keretei közé. És ekkor új elméletet kell konstruálni. Ezzel a szemlélettel az elmélet a természettudományok élő eszköze, iránymutató a kutatás számára, de mindig kiegészítendő az új kísérleti eredményekkel. A helyes módszer tehát, amelyet minden tudománynak követnie kell: nem „magyarázatát" adni a kísérleteknek, hanem olyan teóriát alkotni, amely a kísérletes kutatást és ezzel a megismerést segíti. Összefoglalva: röviden azt mondhatjuk, hogy a fizika szerepe elsősorban abban áll, hogy módot ad a helyes természettudományos gondolkodásmód és módszer kialakítására.

Galilei szavaival szólva: „A természet könyve a matematika nyelvén van írva". Ez a megállapítás. nemcsak a fizikusok számára szól, hanem mindenki számára, aki természettudománnyal foglalkozik. A biofizika sem nélkülözheti a matematika segítségét. A matematika a logika kötött formája. Mint ilyennek, a matematika rendszerének tanulmányozása hozzájárul a szigorú logikus gondolkodásmód kialakításához. Logikai gondolatmenetek nélkül a kísérleti eredmények nem értékelhetők. Nem szabad azonban elfeledkeznünk arról sem, hogy rámutassunk a logikai gondolatsorokkal kapott eredmények ésszerű korlátaira; tudniillik arra, hogy a legszigorúbb logikával végigvezetett gondolatmenetek eredménye is lehet hamis, ha nem vesszük figyelembe a határfeltételeket, ha meg nem engedhető extrapolációt alkalmazunk. Ez utóbbi megjegyzést soha figyelmen kívül nem hagyva kell törekednünk arra, hogy lehetőleg minél jobban bevezessük a matematikai formanyelv használatát a biofizikába is. Röviden szólva: a matematika szerepe elsősorban az, hogy hozzájáruljon olyan gondolkodásmód és módszer kialakításához, amely az egzakt természettudományok rangját biztosítja a biofizika számára.

II. *A fizika és a matematika szerepének második aspektusa: alapismereteket nyújtanak a biofizika tanulásához.*

A biofizika számára a fizika eszköz. A biofizikai kérdések tárgyalásának megértéséhez elkerülhetetlenül fizikai ismeretekre van szükség, éspedig olyan fizikai ismeretekre, amelyeket mélyreható, mindent átszövő mikrofizikai szemlélet jellemez. Világosan kell látni azt, hogy minden makroszkóposan mérhető fizikai paraméter mögött valamilyen mikrofizikai funkció rejlik. A biofizika számára pedig *ez* a fontos. Például az akcióspotenciál egyaránt érdekli a gyakorló orvost és a biofizikust. Míg azonban a gyakorló orvos — ma még — beérheti azzal, hogy ismeri az akcióspotenciál szokásos nagyságát, alakját, terjedési sebességét, ritmusát; és ezek megváltozásából tapasztalati alapon következtetni tud bizonyos patológiás változásokra, addig a biofizikust az akcióspotenciál mikrofizikai vonatkozásai érdeklik, és az akcióspotenciál természetét vizsgálva az elektrolitok, kolloidok, szilárd testek számos atomi, molekuláris méretekben lejátszódó jelenségét kell ismernie és felhasználnia.

A mozgási folyamatok tárgyalása nem lehetséges kinematikai és dinamikai alapismeretek nélkül, ugyanígy nélkülözhetetlen a mechanikai mozgások ismerete a hallási folyamat megismeréséhez. Az ingerületi jelenségek vizsgálata pl. elektromosságtani; az anyagcsere-folyamatok, az izomműködés, a hőháztartás tanulmányozása többek között termodinamikai ismereteket követel; a vérkeringés problémáinak egy része a hidrodinamika, a rugalmasságtan körébe; a gázcsere és légzés kérdéseinek egy része pedig a molekuláris fizika körébe tartozik. A radiobiológia problémái az elektronhéj és az atommag fizikájához vezetnek el. Ez a néhány példa is világosan mutatja a fizika szerepének a bevezetésében másodiknak felsorolt aspektusát: a fizika alaptudomány a biofizika számára. És alig lehet a biofizikában olyan kérdést találni, amelyre ez ne lenne igaz.

Legalább néhány példán szeretnék rámutatni, hogy a matematika fogalmainak és módszereinek ismerete ugyanilyen nélkülözhetetlen a biofizikában. Így pl. a szaporodás, növekedés, kvantitatív viszonyainak tanulmányozásakor függvénytani ismeretekre, függvénytranszformációra van szükség; az izommozgás elemzése a differenciálhányados, az izom munkavégzésének kiszámítása az integrálás ismeretét követeli. Permeabilitási kérdések vizsgálatánál differenciálegyenlettel kerülünk szembe; a koordináta-geometria alkalmazásával pedig lépten nyomon találkozhatunk. Ha pedig figyelembe vesszük azt is, hogy a biofizikában felhasznált fizikai ismereteken keresztül közvetve is sok matematikával találkozunk, akkor tovább szaporíthatnánk a példák számát. Azonban ez felesleges, mert egyrészt közismert, hogy a fizika mennyi matematikát használ, másrészt az eddigiek is rávilágítanak arra, hogy *az elemi* ismereteken túlmenő matematikai alapokra van szükség. Az újdonságot itt főképpen az *infinitézimális számítások* és biológiai alkalmazásuk jelenti. Nemcsak arról van szó, hogy bizonyos biofizikai problémák megoldásánál fel kell használni a differenciálás vagy integrálás műveletét, hanem a probléma megértéséhez és a műveletek eredményének értékeléséhez egyaránt nagyon világosan tisztában kell lenni a differenciálhányados, az integrál fogalmával.

Mindezek alapján jogosan mondhatjuk, hogy a biofizikában a matematika nélkülözhetetlen szerepet játszik, és várható, hogy szerepe még növekedni fog.

III. *A fizika és a matematika gyakorlati ismereteket is nyújt.*

A fizika szerepe nem merül ki az eddig elmondottakban. A biofizika egyetemi oktatása során be kell vezetni a hallgatókat a kísérletezés módszereibe. Ezen a területen a fizikai mérésmódszerek olyan sokaságával találkozunk, hogy szinte felsorolni is nehéz; a dinamométertől a mechano-elektromos transducer-ig, a galvanométertől a Wheatstone-hídon keresztül a mikrohullámú berendezésekig, a binokuláris lupétól a különböző fajta mikroszkópokon át az elektronmikroszkópig, a spektrofotométerek, elektronikus ingerlők és erősítők, oszcilloszkópoktól a radiobiológiai mérőeszközökig csak kis hányadát soroltam fel azoknak a fizikai készülékeknek és módszereknek, amelyek a biofizika számára nélkülözhetetlenek, de talán ennyi is elegendő ahhoz, hogy bárkit meggyőzzön a kérdés jelentőségéről. Nem akarom azt mondani, hogy mindezen készülékek használatát az egyetemi oktatásban meg kell tanítani, csak hangsúlyozni kívántam a fizikai mérési módszerek szerepének fontosságát.

Végül a biofizika egyetemi oktatásával kapcsolatban meg kell említenünk, hogy a biológusjelöltek számára a matematika olyan praktikus ismereteket nyújt a *biometria* néven összefoglalható studiumban, amelyek későbbi gyakorlati munkájukban nélkülözhetetlenek. Ezt olyannyira fontosnak kell tartanunk, hogy a biofizika keretében a biometriának külön helyet kell kapnia. Ezért nagy vonalakban szeretném vázolni a biometria programját:

1. Bevezetésül meg kell ismerkedniök a hallgatóknak a kombinatorikával és a valószínűségelmélet alapjaival, az eloszlásfüggvényekkel.

2. Erre építve gyakorlatilag jól hasznosítható praktikus biometria ismeretekre tehetnek szert:

a) Statisztikai sokaságok jellemzése — középérték, szórás, mintavétel.

b) Statisztikai próbák: U-, t-, χ_2-próba, koreláció és regresszió-számítás, illeszkedés vizsgálat.

c) Kísérlettervezés.

3. Végül számolástechnikai ismereteket sajátíthatnak el, beleértve a gépi számolással való megismerkedést is.

A statisztikai értékelés alkalmazásával kapcsolatban fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a statisztikai próbák lényegének világos, szemléletes megértése nélkül a számítási módszerek ismerete haszontalan, a számítási eredmények értékelése illuzórikus. Inkább kevesebbet tanítsunk, de azt alaposan; a hiányzó módszerek később önálló munkával, könyvekből elsajátíthatók.

Vita (rövidített gyorsírási jegyzőkönyv)

Elnök: Tisztelt munkaértekezlet! Hálásan köszönöm Ernst professzornak, hogy erre az ankétra meghívott és mint a témától távol állót, megtisztelt azzal, hogy elnököljek is. Pillanatra azt hittem, hogy mindez nagyon távol áll tőlem és ez a megtiszteltetés talán azért ért, mivel nem értek egyikhez sem, s így könnyű lesz pártatlannak lenni. (Derültség). Az elhangzottak során azonban nagyon egyetértek Tarján professzorral abban, hogy itt most a biofizika és a szilárd testek fizikájának problémái nagyon közel kerültek egymáshoz. Tehát az élettelen kristályokban lejátszódó jelenségek nagyon egyeznek, hasonlítanak ahhoz, amit a biofizikusok az élő szervezet fizikájában próbálnak az utóbbi időben

megoldani. Azok a problémák, amelyekről itt most említés történik, kiadják a biofizika területét.

Felvetették a referálók — nagyon helyesen — azt a kérdést, hogy mi az, amit ebből az egyetemi oktatás során a hallgatók számára elő kell adni. Viszont nekem szerencsém, hogy nagyon sok téma, sok probléma vetődik fel és ezek nem előadási, hanem kutatási problémák is; a biofizika vitatott kérdései közé kell, hogy tartozzanak.

A másik probléma — amiről a vita során majd szó lesz — az, hogy az orvosoknak, akik például biofizikát hallgatnak, tulajdonképpen mennyire kell eltolni az előadott anyag súlypontját éppen a biofizika irányába és mennyire szükséges nekik általános, alapvető fizikát hallgatni.

Azt hiszem, mindkettőre szükség lesz és ez indokolja azt, hogy az orvosi egyetemeken, eltérőleg az 50 évvel ezelőtti helyzettől, most más fizikát tanítanak, mint amit a középiskolai tanárok, vagy fizikusok. Tehát ez indokolja azt, hogy az orvosoknál külön fizikát tanítsanak és talán éppen ennek az ankétnak kell fényt derítenie arra, hogy ez a fizika mit tartalmazzon és milyen irányban menjen.

(Szünet után)

Tóth Lajos elnök: Kedves Elvtársak! A mai napra előírt programunk első része lezajlott: meghallgattuk a szép referátumokat. Óriási anyag került össze, amely között most már lehet egy kicsit válogatni, és ez a hozzászólók feladata lesz. *Juvancz Iréneusz:* Tarján professzor azt mondotta, hogy a múlt alapján, de a jövőnek tanítani. Azt hiszem, nem volt igaza Tarján professzornak, amikor azt hitte, hogy elég ezt ilyen röviden megemlíteni, mindenki ért belőle. Sajnos, nem úgy van, mert éppen az említett orvosi, biológiai és matematikai tantervviták során eléggé élesen kiderült, hogy nem veszik tekintetbe azt, hogy egy diploma 15 év alatt elévül.

Amikor kiképezünk egy diplomás embert, arra számítunk, hogy az 30—40, esetleg 50 évig fog dolgozni, tehát éppen arra elég ez az idő, hogy diplomája háromszor-négyszer elévüljön. (Derültség.)

Nem azt kell elérnünk, hogy az a frissen végzett egyetemista kellőképpen tisztában legyen a tudomány jelenlegi állásával, hanem képessé kell őt tenni arra, hogy követni tudja a tudomány haladását.

Ehhez kapcsolódva rögtön arra szeretnék kitérni, hogy azzal, hogy az orvosi karon félévre szállították le a fizika oktatását, elvágták az alapját annak, hogy az orvostanhallgatók kellő fizikai kiképzést kapjanak.

Azt gondolom, hogy a Biofizikai Társaságnak többek között az is feladata, hogy amit elvettek fizika címén, azt legalább biofizika címén visszacsempésszük — ha szabad ezt a kifejezést használnom.

Egy ilyen komplex kérdésnél, mint a biofizikai képzés, valahogy az a fontos, hogy mit tudjon a segédtudományokból a kutató. Az első dolog az, amit többen is hangoztattak, hogy megértsék egymás nyelvét.

Teljesen egyetértek a referenssel: a legegyszerűbb módszerek alkalmazásának a feltételeit kell megtanulni. Tudni kell továbbá az alkalmazott módszernek a korlátait, vagyis azt, hogy mi az, amit remélhetünk a módszertől. Azt is tudni kell, hogy az adott módszeren kívül az illető szaktudomány ismer-e precízebb, pontosabb, megbízhatóbb eljárásokat.

Az oktatással kapcsolatban felmerült a kötelező és a nem kötelező kollégiumok kérdése is. Ehhez annyit szeretnék hozzátenni, hogy a külföldi egyete-

meken ezeken a bizonyos speciál kollégiumokon a hallgatóknak néha több, néha kevesebb mint a fele, diplomás ember, aki munkája során utólag rájött, hogy ezt a területet meg kell tanulnia.

A statisztika oktatására térnék rá. A matematika oktatásával kapcsolatban lényegében egyetértek a referálóval, de hangsúlyozni szeretném, hogy mindezekhez az analízis tanítása fontos. Nem értheti valaki eléggé a differenciál egyenleteket, sem a statisztikai elemző eljárásokat, ha előbb nem tanítjuk az analízist. Én a javaslathoz annyit tennék hozzá, hogy kezdjék az analízissel, az analitikai alapokkal. Az általános biológusoktatásnál is ebből indultunk ki és a matematikai tervet az előzetes analízistanításra alapoztuk. A statisztika tanításánál nem az a fontos, hogy minél több képletet tanuljanak meg, hanem hogy az egész eljárás mire felel meg, mit várhatok tőle, milyen legyen az a modell, mennyire szabad nekem a modellt és a valóságot azonosítanom és ez a kérdés hogyan jelentkezik az interpretációnál. A matematika oktatásában nagyon nagy hangsúlyt kell helyezni a modellezésre és az interpretációra.

Amikor kvantitative akarunk vizsgálni, nagyon precízen meg kell gondolni, hogy mi az egység. Tehát kénytelenek vagyunk a témát precizebben megfogalmazni. Továbbá kvantitative nem tudunk valamennyi tulajdonságot vizsgálni. Ki kell választanunk azt az egyet, vagy kettőt, amit a legrelevánsabbnak tartunk. Tehát nagyon élesen, kritikusan, megfontoltan kell nézni, hogy melyek a legrelevánsabbak. Igaz, hogy a végén próbáljuk — ahogy a meteorológusok mondják, — szinoptikusan szemlélni a kérdést. De azért mégis azon dől el, hogy valóban helyesen választottam-e ki a releváns tulajdonságokat. Továbbá fontos a kísérleti terv. Ennek összeállításánál is a statisztikának az a fejezete érvényesül, amit úgy hívnak, hogy a kísérletezés ökonómiai efficienciája. A kísérletezés ökonómiai efficienciája foglalkozik azzal, hogyan lehet minél kisebb befektetéssel minél több eredményt kihozni. Persze, hogy mi a befektetés, az eléggé problematikus dolog, az sok minden lehet. Pl. kevés a kísérleti állat. Hogyan lehet ezzel minél több információt szerezni? Avagy kevés a devizaforintom. Akkor devizaforintra irányítani. Természetesen az összes kísérleti kellékek között legértékesebb a kutató kortexe.

Itt még rá szeretnék mutatni valamire a biometria oktatásával kapcsolatban: arra, hogy egyes dolgokban a szemlélet mennyivel más kell, hogy legyen. Amikor például a fizikában mérem egy test súlyát, ismételten megmérem. Miért? Mert a mérés hibákkal dolgozik, és ezeknek a középértékét veszem. Ugyanezt a koncepciót egyesek átviszik a biológiába. Pedig ott nem úgy van. Azért van az, hogy különböző adatokat találunk különböző egyéneknél, mert azok valóban különbözőek.

Biológiai szempontból nem hiba az, hogy az emberek, sőt általában az élőlények nem egyformák, hanem éppen ez a fejlődés alapja.

Ami a tanítási metodologiát illeti, nem szabad a matematikát úgy tanítani a biológusoknak, mint ahogyan a matematikusoknak tanítani kell. Egy biológusnak vagy egy orvosnak elmagyarázunk egy matematikai tételt, azt azzal kell kezdeni, hogy előbb szemléletesen le kell vezetni és azután követni a matematikai bizonyítással.

Szó volt a maximalizmusról. A tervünk legyen maximalista, de reményeinkben legyünk minimalisták. Az általam ismert tantervekre sajnos az igénytelenség jellemző:

Ernst Jenő: Engedjék meg, hogy néhány szót szóljak. Mi a legfontosabb a tanácskozásban? A biofizika jövője. Ha biofizikát nem tanítunk, akkor a biofizikus utánpótlást nem tudjuk biztosítani. Ezért tárgyalunk annak egyetemi oktatásáról. Véleményem szerint tehát emögött az a cél áll, hogy a biofizika oktatási programjáról való tárgyalás perspektívájában az lebeg szemünk előtt, hogy minden biológiai tanuló számára legyen biofizika tanszék, annak állásai pedig biztosítják a biofizikus utánpótlást. Ha minden biológiai fakultáson minden biológiai hallgató számára biofizikai tanszéket akarunk, akkor ebből máris következik az, amivel Juvancz kolléga előadását befejezte éspedig az, hogy bizonyos mértékű differenciálást feltétlenül javasolnunk kell. Ha az egyetemi biofizikai oktatást nem lehet közös nevezőre hozni az egyes ágazatok között, akkor baj van, mert matematikai képzettségük jelenleg a középiskolai matematikánál áll meg. Tehát differenciál—integrálszámítás már nincs. Számomra szinte elképzelhetetlen, hogy hogyan lehetne kierőszakolni azt, hogy akár már a középiskolában is tanítsanak differenciál—integrál számítást, hogy a medikusok számára beiktassunk egy matematikai fél- vagy egész évet. Egészen más a helyzet a biológus egyetemi hallgatóknál, akiknek a tantervében bent van a fizika és matematika, felső mennyiségtan. Ezért azt kérni, hogy a következő hozzászólók most már differenciáltabb feladatokkal is foglalkozzanak, lényeges, beleértve még azt is, ami feltétlen kívánatos a biofizika fejlődése szempontjából, hogy a szakfizikus hallgatók számára milyen kollégiumok legyenek, de legyenek a biofizika kérdéséről. Ezért kérném, szíveskedjenek ilyen értelemben is hozzászólni.

Nagy János: Az előadásokban és az eddigi hozzászólásokban is szó esett a szakbiofizikusok, szakbiológusok, illetve a matematika terén működő biofizika-képzésről és így különbség jelentkezett a hozzászólások alapján a kettő között, ami természetes. Szabad legyen most a medikusképzésben szerepet játszó biofizikai képzés matematikai oldaláról néhány szót ejtenem, mivel erre vonatkozólag az elmúlt évekből és jelenleg is személyes tapasztalataim vannak.

Már körülbelül két évvel ezelőtt bevezettük és ebben az évben megismételtük a matematikának, mint nem kötelező kollégiumnak a megindítását, amelyre várakozáson felül mind két évvel ezelőtt, mind pedig ebben a tanévben, meglehetősen sokan jelentkeztek. Ez minden bizonnyal arra vezethető vissza, hogy a hallgatóság értelmesebb része maga belátja azt, hogy a biológiai, biokémiai, fizikai jelenségek megértéséhez feltétlenül szükségük van bizonyos matematikai apparátusra. Ezeken a nem kötelező előadásokon — és ezt szeretném Juvancz kollégának örömmel elmondani, — nem csupán a hallgatóság vesz részt, hanem járnak ide idegen tanszékekről is tanársegédek. Az elmúlt évben külön ilyen kurzus volt, amelyen szóba kerültek azok a matematikai dolgok, amelyekre szükségük volt. A differenciál—integrálszámítás, a differeciál egyenlet és azon felül pedig a biometria bizonyos részei. Külön nagyon érdekes problémaként jelentkeztek a különböző függvénykapcsolatok ábrázolásával kapcsolatos dolgok, amelyek valamely biológiai kísérlet befejezésével rendkívül érdekesek és izgalmasak. Nagy súlyt fektetünk például a szuperponált exponenciális görbék értékelésével kapcsolatos dolgokra.

Egy másik probléma: az izotóp tanfolyamokon szerzett tapasztalatok. Az elmúlt években jó néhány, több mint tíz ilyen tanfolyamot bonyolítottunk le végzett orvosok, vegyészek, biológusok, fizikusok részére a különböző szervek megbízásából és ezeken a tanfolyamokon természetesen nem csupán a legszükségesebb izotóp méréstechnikai dolgok kerültek elő, hanem az atomfizikai,

atomagfizikai fogalmak stb. Valahogy egységesen mindegyik tanfolyamon elhangzott a végén tartott kiértékelésnél olyan értelmű kívánság, megjegyzés: „Ez nagyon jó, csak azt mondjátok meg, hogy miért nem oktatják ezt minden medikus számára, hiszen ezeken tulajdonképpen minden leendő orvosnak át kellene mennie. Akkor azt mondottuk — mert mást nem mondhattunk rá —, hogy bizonyos mértékben megkapnak az orvostanhallgatók ebből bizonyos anyagot, erre azonban nincs idő: akkor két féléves volt, egy egész éves, a fizikaoktatás az orvosi egyetemen. Nem tudom, hogy milyen választ adjunk most, amikor egy félévre lecsökkent a fizika oktatása.

Hoffmann Tibor: Nagyon röviden szeretnék csatlakozni az előbb elhangzottakhoz, mégpedig elsősorban azzal kapcsolatosan, hogy kategorizáljuk: kiket érint a biofizikai, vagy biofizikai irányú oktatás. Elsősorban az orvosok, a biológusok, a biofizikusok és a fizikusok jönnek-e szóba? Itt a fizikusok általában nincsenek érdekelve, de azért szeretnék felvetni egypár dolgot, hogy esetleg a III. osztályhoz, vagy pedig megfelelő helyen az egyetemekhez, stb. tudjunk fordulni. Az oktatásnak mivel ennyi oldalról kell megindulnia, természetesen különbözőnek kell lennie. Én azt tapasztaltam, ahogy beszéltem külföldön fizikusokkal és másutt is szélesebb körökben, hogy egyre nagyobb az érdeklődés a biofizika és általában a biológia iránt a fizikusok részéről is. Ez olyan mértékű, hogy szinte azt lehet mondani, hogy az elkövetkezendő 10 éven belül a fizikai problémák nagy része közvetlenül vagy közvetve biofizikai jellegű. Ez annyit jelent, hogy mi sem maradhatunk el, és fel kell keltenünk az érdeklődést a fizikusok körében. Ez a propaganda részben társulati előadások formájában történik meg, a fizikusoknak szóló olyan előadások formájában, amelyek egy kis biológiát csempésznek be a fizikusok számára, de ne olyan előadásokon, amelyektől a fizikusok esetleg megijednek. Másrészt ugyanilyen előadásokat kell adni a fizikushallgatóknak is. Nagyon sok múlik azon, hogy hogyan hirdetik meg az előadásokat. Ha sikerül az egyetemen olyan fizikai jellegű előadást bevezetni a biológusoknak, amely általános érdeklődésre tarthat számot, akkor ezt is hirdessük meg azokban a biológiai tárgyakkal foglalkozó intézetekben, amelyektől várhatjuk, hogy emberek jönnek el oda. Helyes lenne ha e téren összekapcsolnánk a társulati tevékenységet az egyetemi oktatással: ez volna a javaslatom.

Ladik János: A kvantumbiokémia, illetve más néven elektronbiokémia oktatásával kapcsolatban szeretnék egypár megjegyzést tenni. Azt gondolom, hogy elméleti tárgyról lévén szó, élesen különbséget kell tenni a medikusok, a biológusok és fizikus-vegyészek oktatása között.

A medikusoknál, ahol — ahogyan az előttem szólók is mondották — a középiskola matematikai apparátusára lehet támaszkodni, talán valamiféle leíró jellegű ismeretközlésre lehet szorítkozni, azt is csak fakultatíve.

Más a helyzet a biológusoknál; itt már egy kicsit részletesebb lehetne az oktatás, némi matematikai apparátussal, talán a legegyszerűbb közelítő módszerek ismertetésével is, olyan értelemben, hogy arra építve később majd effektív kutatómunkát végezhessen az illető, legalábbis a pillanatnyi matematikai apparátus birtokában.

Viszont egészen más a helyzet a fizikusoknál. A külföldi országokkal ellentétben nálunk a fizikaoktatás egy kicsit eltolódott a térelmélet és az elemi részek felé, ugyanakkor a fizika más fontos fejezetei: a molekula-fizika és a szilárd testek fizikája — nem biológiai szempontból, de általában is, — egy kicsit mostohagyerekek.

Tehát elsősorban ez kellene a fizikusoknak: molekula-fizika vagy más néven kvantumfizika oktatása és erősebb szilárd testek fizikája oktatás. Ebbe bele lehetne építeni a bonyolultabb szerves molekulák, biológiailag aktív molekulák és a biológiailag aktív makromolekulák számítását, ami a következő lépés az egyszerű molekulák vagy egyszerű kristályok számításához. A módszerek tökéletesen ugyanazok, csak a biológiai objektumok bonyolultabbak, tehát még nagyobb elméleti felkészültséget igényelnek.

Azután részletesebben ismertetni kellene a közelítő módszereket, de nem az úgynevezett ab initio közelítő számítást, hanem az úgynevezett szemiempirikus módszereket, amelyeket manapság sikerrel használnak széles körben a kémiában, illetve a kvantumbiokémiában.

Probléma a fizikusoknál, hogy azok rendszerint semmi szerves kémiai vagy biokémiai ismerettel nem rendelkeznek, úgyhogy azoknak, akik erre szánják magukat, a kutatással párhuzamosan fel kellene venni speciálkollégiumként szerves kémiát és biokémiát. Szólni kell a vegyészekről is. Amint tapasztaltuk, itt szintén eléggé megvolna az érdeklődés. Legalábbis fakultatív jelleggel be kellene vezetni minden vegyészeti karon a kvantumkémia oktatását, hogy aki akarja, annak meglegyen a lehetősége kvantumkémiát és ezzel együtt szilárd testek fizikáját tanulni, és abba megint bele lehetne építeni biológiai rendszereket is. Hangsúlyozom, elvileg semmi különbség nincs, csak ott azért nem lehet olyan mélyen belemenni a módszerekbe, mint a fizikusoknál, mert a matematikai és a fizikai előismeretek gyengébbek.

Még egy megjegyzésem volna az elektronbiokémia oktatásával kapcsolatban: a sugárbiológiával kapcsolatos problémákat, tehát a fotonok és általában a makromolekulák kölcsönhatásainak számítását szintén ki lehetne építeni az oktatásban a fizikusoknál; másutt nem, mert ezek azután még bonyolultabb dolgok. Az életfolyamatok dynamikus változásai vizsgálatában szükség volna még az irreverzibilis termodinamikára és az irreverzibilis kinetikára. Ezt megint a fizikusoknak kellene speciális tárgyként oktatni, akiket érdekelnek a biológiai problémák, mert ez egyre erősödő dolog —, másrészt részletesebben kellene tanítani az információ-elméletet is a matematikai oktatás keretében a valószínűségszámítással együtt, mert a biológiai területen szintén információátadási problémákról van szó.

Tarján Imre: Megpróbálok most egy olyan javaslattal jönni, amely talán a jövő tennivalóit lenne hivatott bizonyos mértékben vázolni.

Hat olyan témakört említenék, amelyekkel a későbbiek során foglalkoznunk kell, éspedig talán munkabizottságok formájában. Jelen megbeszéléseink tulajdonképpen gondolatokat ébresztenek és gondolatokat adnak e bizottságok munkájához.

Mint említettem, hat ilyen munkabizottságra gondolnék a felmerült feladatok tekintetbevételével. Egy ilyen lenne a fizika és biofizika célja és programja a medikusképzésben. Egy másik a fizika és biofizika célja és programja a biológusképzésben, perspektivikusan a biofizikusok képzésében. Harmadik: a matematika szerepe az orvosképzésben, hiszen ez is már olyan kérdés, amivel foglalkoznunk kell, mert hiszen a kapukat döngetik. Ezt el kell ismernünk, látnunk kell. Negyedik: a matematika szerepe a biológusképzésben. Úgy vélem, hogy most, amikor az oktatás reformjáról beszélünk, már évek óta ez is olyan kérdés, amivel talán nekünk is, tehát a Biofizikai Társaságnak is, foglalkoznia kell. Ötödik: módszertani és didaktikai problémák az összes eddig említett te-

rületen. Hiszen éppen Juvancz kollégánk vetett fel sok olyan lényeges kérdést, amivel érdemes foglalkozni, mert hiszen a matematikát, de a fizikát is nem úgy kell oktatni az orvosok, vagy biológusok számára, mint ahogy azt a matematikusok, vagy fizikusok számára oktatjuk. Sok, nemzetközileg sem tisztázott, kérdés van itt. Hatodik probléma pedig a fizikusok bevonása, a fizikus érdeklődésének felkeltése a biológiai kérdések irányába, amelyeket a hozzászólók szintén említettek. És most az első kérdésre szeretnék visszatérni, tehát a fizika és biofizika célja és programja a medikusképzésben. Nem egyszerű az egész kérdés, amit nagyon jól mutat az a most már 2—3 éves vita, amely nincs is lezárva, sőt a közeljövőben igen intenzív módon folytatódni fog, az orvosképzés reformja során.

Az orvosképzés célja olyan általános orvosok képzése, akik rendelkeznek azzal a szükséges ismeretanyaggal és készséggel, amely lehetővé teszi számukra azt, hogy a diploma megszerzése után, elindulva pályájukon, hivatásukat társadalmunkban teljesíteni képesek legyenek, de ugyanakkor rendelkezzenek azokkal a képességekkel, alapismeretekkel is, amelyek lehetővé teszik azt, hogy továbbfejlődjenek éspedig oly módon, hogy azokat mindennapi munkájukba be tudják építeni. Célunk természetesen egy erősen gyakorlati jellegű célkitűzés, hiszen nem is lehet más. Nekünk társadalmunk számára orvosokat kell adnunk. Az erősen gyakorlati jellegű célkitűzés mellett azonban van egy másik célkitűzés is, éspedig olyan orvosok képzése, akik majd gyakorlati úton fogják tudni az orvostudományt művelni. Röviden a kutatóorvosok képzése. A kettő egyelőre együtt folyik az egyetemeken. Én a következő módon képzelem el magamnak azt az alapgondolatot, ami a későbbiek során a medikusképzés-reform ténykedéseit irányítaná.

Ami a gyakorlati célkitűzést illeti, az én elképzelésemben kb. hasonló keretek között; mint ahogy jelenleg, folyhatna, de a kötelező kollégiumokkal egyidőben, azokhoz szorosan kapcsolva, jól átgondolt, nem kötelező kollégiumok rendszerének bevezetése biztosítaná az érdeklődő hallgatók számára azt, hogy továbbfejlődjenek, most már a kutatóorvos irányában és alkalmat adna arra is, hogy ne csak a jó képességű és érdeklődő hallgatók nyerjenek kielégülést, de az előadók is

A fizika szerepe az orvosképzésben véleményem szerint kettős: egyrészt biztosítania kell azokat az alapvető elméleti és laboratóriumi ismereteket, — amelyek a további tanulmányok, tehát biokémia, élettan, radiológia, belgyógyászat, közegészségtan stb. folytatásához szükségesek, másrészt pedig — és ezt nagyon szeretném hangsúlyozni, — alapot kell hogy nyújtson egy egységes természettudományos világkép és gondolkodásmód kialakításához. E kettős feladatnak megfelelően kell hogy a tárgy tartalmazzon válogatott fejezeteket a fizikából, a biofizikából és az alkalmazott fizika területéről.

Egyelőre nem gondolnék többre, mint arra, hogy az előbbi célkitűzésnek megfelelően alakuljon az első évben a program, de a későbbi évek során legyen lehetőség arra, hogy egy szintetizáló biofizika kerüljön beiktatásra. Amikor a medikus már megfelelő fiziológiai stb. képzettséggel, alapokkal rendelkezik, akkor lényegesen komolyabb biofizikai oktatásra kerülhetne sor, mint amire az első évben sor kerül. Ez egyelőre talán csak nem kötelező kollégiumok formájában valósulhatna meg, de én nagyon szeretném, ha nemsokára megvalósulna kötelező kollégiumok formájában is.

Nagy János kollégám említette az előbb a matematikai speciálkollégiumokat, amelyeket meghirdettünk. Ezt kiegészítem azzal, hogy meghirdetésre került egy „Válogatott fejezetek a biofizikából" című kollégium és egy „Sugárzások fi-

zikája" című kollégium is. Van azután egy dozimetriai kollégium is, tehát a dozimetriai kérdésnek lényegesen részletesebb tárgyalása, mint amire egyébként lehetőség nyílik az első év során.

Boros László: Az előzőekben vázolták azt, hogy milyen szinteken, kiknek a számára kell oktatni a biofizikát. Nyilvánvaló, hogy a medikusok számára való oktatás, a szakbiológusok számára való oktatás eléggé nyitott kérdés. Az, hogy a biokémikusok számára is szükséges biofizika oktatása, már hangot kapott ugyan, de kevéssé világosan merült fel. Szerintem ez egy külön szint lenne. A biokémikusok számára többet lehet nyújtani az elméleti fizikából, mint általában a fizikusok számára, mert a biológiai folyamatokkal kapcsolatban sokkal több fizikára, kémiára és biofizikára van szükség, többek között például a nukleáris problémák előtérbe jutása miatt is. Véleményem szerint tehát ki kellene bővíteni a programot, hogy a biokémikusok számára is többet nyújtsunk a biofizika oktatásban.

A biofizika képzésben valószínűleg az lesz a fejlődés iránya, hogy a jövő században nem lesz általános biofizikus, hanem azon belül sugárbiológus stb., vagy még speciálisabban csak kvantumkémikus vagy növénybiofizikus stb. Ma viszont — azt hiszem — tényleg az kellene, hogy a tanterv összeállításánál egy ilyen általános biofizikai ismereteket nyújtó tervet kellene készíteni, amin belül az alapvető fogalmak természetesen egy rendes kollégiumban, rendes előadásban szerepelnének, viszont volnának egyes speciális területek nem kötelező jelleggel mások számára. Én is azt hiszem, jelenleg az volna a megoldás útja, hogy a fizikusképzésen belül a most végző fizikusokból lehetne speciálkollégiumokkal egy kis tábort gyűjteni, akik érdeklődnek a biofizika, illetve annak egyes ágai iránt.

Még egy kérdést említek meg: a szakbiofizikusok oktatását. Mindenesetre szükség van ott is a biokémia oktatására, éspedig nem úgy, hogy azt hallgassák, amit azok hallgatnak az egyetemen, akik biokémikusok lesznek, hanem megint más szinten kellene előadni a biokémiát: rövidítve azokat a problémákat kellene előadni, amelyek a fizikával rokon területen vannak.

Kertész László: A hozzászólásokhoz kapcsolódva mondom azt, hogy az orvosképzés kereteiben a biofizika oktatás egyéves idejét feltétlenül meg kell hagyni.

Egyébként javasolhatnánk, hogy a fizikusok érdeklődésének a biofizika irányában való felkeltése érdekében járuljon javaslattal, esetleg felhívással, Társaságunk az Eötvös Társasághoz. A fizikai oktatásban, legalábbis a speciál kollégiumok keretében effektíve a közeljövőben mi felajánljuk ezt a fizikusoknak, hogy legalább kisebb gárdájukat próbáljuk így magunkhoz édesgetni és ezzel próbáljunk egy újabb bázist találni.

Guba Ferenc: Azt hiszem a mi szemléletünk eléggé egyoldalú, és azt képzeljük, hogy az összes biológus, aki az egyetemet el fogja végezni, mind hasonlóképpen kutatóintézetbe kerül. Ha ilyen is van, ahogy ez az orvosoknál történik, egészen nyilvánvaló, hogy az orvosképzés keretében nem az orvoskutató-képzésen van a hangsúly, hanem azon, hogy jó orvosai legyenek az országnak és ennek megfelelően kell őket kiképezni.

Ha ezt a kérdést az oktatás oldaláról nézzük, elsősorban mindenképpen egy olyan alapképzést kell adni, amelybe bele kell tartozzék a modern fizika, de azért a fizika és ennek speciális része, mint amilyen a kvantumbiológia, vagy a kvantumkémia, csak egy olyan emberrel megy, aki már tudja az alapokat és

azt hiszem, hogy oktatási rendszerünkben éppen itt van hiányosság, hogy a diploma megszerzése után nincs rendszeres oktatás.

Azt hiszem, ezt a kérdést olyan oldalról is meg lehet vizsgálni, hogy menynyire lehetséges az, hogy az egyetemi tanszékeken, vagy akár más módon is, olyan továbbképzést biztosítsunk, ami pl. biofizikát tanít és annak speciális területébe komoly elmélyülést tesz lehetővé.

Garamvölgyi Miklós: Amint látom, a munkaértekezlet témája eredeti célkitűzéséhez képest jelentősen kibővült, amennyiben szóbakerültek itt a fizikusok biológiai, illetve biofizikai irányú képzésének kérdései, amivel teljes mértékben egyetértek és zajosan helyeslek, különösen Hoffmann elvtárs hozzászólásához, azzal a megjegyzéssel, hogy az az érdeklődés, ami a fizikusok körében a biofizikai kérdések iránt van, az nemcsak külföldre jellemző. Nálunk frissen végzett szakfizikusokkal, illetve fizikus hallgatókkal való beszélgetés során azt tapasztaltam, hogy hosszú időre terjedő érdeklődés áll fenn a biofizika iránt az ő körükben is és már az is egy önmagáért beszélő, nagy eredmény, hogy pesti állását, illetve lakását és álláskilátását is feladta azért, hogy Pécsre kerüljön biofizikai vonalra.

Éppen úgy, ahogy a biológusoknak szükségük van az itt megtárgyaltak alapján megfelelő fizikai és matematikai képzettségre, bizonyos mértékig, különösképpen az érdeklődő fizikusoknak is, szükségük van valamelyes biológiai ismeretekre, sőt egy eléggé mély biológiai műveltségre.

Az a javaslatom, hogy a Társaság elnöksége, akár egy más alkalommal a Társaság plénuma a fizikusokkal, esetleg az Eötvös Társasággal együtt ezzel a kérdéssel is foglalkozhatna, mert — ismétlem — ez az igény érzésem szerint a fizikusok részéről megvan.

Ha megnézzük a természettudományi karokat és az azokon bevezetett, illetve bevezetendő szakbiológusképzést, akkor azt látjuk, hogy a szakbiológusok száma az illető kar biológus hallgatóihoz képest elenyésző, karonként esetleg 25—30 hallgatóval lehet számolni, akik — véleményem szerint — a biofizikának nem képezik eléggé széles tömegbázisát.

Itt van még a természettudományi karokon a tanári szakok problémája.

Azt hiszem, nem volna helyes ezeket a hallgatókat teljesen kirekeszteni a biofizikusképzésből és számukra egy túlnyomóan leíró természetű, múlt századbeli interpretációval előadott biológiát oktatni, ugyanakkor pedig néhány tucat kiemelt biológusnak a korszerű biológiát. Ha a gyakorló orvosnak szüksége van biofizikára — ha nem is kifejezetten biofizikára, de egzakt módon tárgyalt biológiára —, akkor véleményem szerint egy biológia tanárnak is szüksége van, mert hiszen az fogja a következő biofizikus generációt az egyetemre ereszteni. Véleményem szerint tehát a leíró tárgyak és például a pedagógiai tárgyak radikális csökkentése árán is fontolóra kellene venni ezeken a szakokon is a biofizikának bizonyos oktatását.

Sztanyik László: Az előzőekben javasolta Tarján professzor azt, hogy be kellene vezetni a biofizikus munkának egy szintetikus formáját valahol az utolsó évfolyamok táján.

A nehézség viszont abban áll, hogy a fizikának eddig is kevés óraszámát még kevesebbre csökkentették, tehát egyszerűen nehézségek vannak a problematika elhelyezésével ezen az óraszámon belül.

Szeretném felhívni a figyelmet a következő formára, amely talán kiutat jelenthetne a kettős nehézségből. Esetleg olyan formában lehetne megoldani

a biofizika oktatását az orvoskaron, hogy az első évi fizika és biofizika tényleg csak alapozó oktatás volna, a részletes problémákat nem taglalná, általános törvényszerűségeket és ismereteket elevenítene fel, és megalapozná a további természettudományi jellegű stúdiumokat. Azután a későbbi szaktárgyak oktatása keretében, például az élettan keretében, amikor leadják a vérkeringés élettanát, az az élettani tanszék, amely ennek oktatásával foglalkozik, vegye igénybe az orvosi egyetem biofizikai, orvosi fizikai tanszékét, és a vérkeringés biofizikájával kezdjék a vérkeringés élettanának ismertetését. Vagy amikor leadják a légzés élettanát, akkor a légzés biofizikáját e stúdium keretében az ott található biofizikai tanszék előadóinak bevonásával oktassák. Azt hiszem, mindenki előtt természetes ma az oktatásban az, hogy ha a vér élettanát adják le, akkor a hemoglobinról, annak kémiájáról, biokémiájáról beszélnek. Végeredményben természetes dolognak tartjuk az élettan keretében biokémiát leadni. Én a magam részéről ugyanilyen természetes dolognak tartanám azt, hogy a hemoglobin biokémiája mellett a hemoglobin biofizikáját is leadják. Tulajdonképpen tehát már az élettani előadás keretében adjanak biofizikát is.

De így sorolhatnám a többi stúdiumot is: a szemészet keretében adni a látás biofizikáját, az ideggyógyászat keretében az idegingerület biofizikáját és így tovább, a megfelelő szakelőadók bevonásával.

Tarnóczy Tamás: Én feltétlenül az alapozás híve vagyok. Akár a biológus-oktatás keretén belül biofizikáról, akár az orvosképzés keretén belül valami hasonlóról van szó, mindeképpen a fizika alapozza azt meg.

El kell döntenünk, hogy a fizikában mit adjunk. A fizikában alapfogalmakat, mennyiségeket, törvényszerűségeket kell tisztázni, fizikai szemléletet adni. Biztos, hogy ezt meg lehet csinálni aránylag röviden, de talán az a heti három óra, amely pillanatnyilag erre rendelkezésre áll, nem elegendő ahhoz, hogy itt komoly mélységig lemenjünk.

Magát a biofizika témakörét nagyon jó volna meghatározni és definícióját is megadni. Nagyon helyes, hogy beszélünk róla, nagyon helyes, hogy nem mondjuk soha ki, hanem mindig azt mondjuk, hogy ez is, az is, amaz is beletartozik. De itt most arról van szó, hogy a II. világháború után minden tudomány rohamlépésekkel haladt előre, nemcsak kiterjedtségénél, hanem komplexitásánál fogva is. A biofizikának, a pszichológiának, a biológiának, a matematikának, az információelméletnek stb. vannak olyan területei, ahol ezek mind fedik egymást és ezeknek a tudása kell ahhoz, hogy a biofizikát tovább lehessen művelni.

A 30-as években volt először arról szó, hogy biofizika. Személyes élményem fűződik hozzá: 1942-ben hozta először be ezt a dekád-osztású fogalmat a Physikalische Berichte, hogy Biophysik. Én egy cikkem referátumát kerestem benne, amiben a hangzó-képző üregek rezonanciaadatairól volt szó. Meggyőződésem volt, hogy fizikát csináltam, a referátumban azonban mégis a biofizika címszó alatt jelent meg.

Tehát ha az ember elkezdett gondolkodni rajta, akkor az derült ki, hogy bár tiszta fizikai módszerekkel foglalkoztunk egy kérdéssel, de mivel biológiai objektumon, biológiai dolgokat is érintő következményekkel járó eredmények születtek meg, ez mégis biofizikaként kezelhető. Telt-múlt az idő és ma ott tartunk, hogy ugyanezeket az adatokat a mesterséges beszélőgépek szerkesztésénél használják fel. Tehát a mérnöki tudományokban bevált az egész. Most olyan biofizikai problematikával állunk szemben, amely a fizikát, biológiát és elektronikus berendezések tudományszakát, vagy azok egyrészét fogja össze. Ez a

beszédkutatás az, ami a hangelemzés szintézise és a gyakorlatban való felhasználása. Ha a beszédkutatás „biofizika" névvel is jellemezhető, akkor méginkább az érzékszervek fizikája, amiről itt ma egyáltalán nem volt szó.

Elképzelésem szerint a biofizika valahogy úgy osztható fel, hogy van egy, a szervezetben lefolyó jelenség-sorozat, amelyet vizsgálni lehet. Azután van olyan jelenség-sorozat, amelyet külső fizikai információk felvételével, feldolgozásával és kiértékelésével lehet jellemezni. És végül vannak olyan milieu-hatások, amelyek már aktívan belenyúlnak a szervezet egyes elemi folyamataiba, vagy esetleg egész folyamatába. Ilyenek a sugárzások hatásai, akár pozitív, akár negatív értelemben változtak meg.

Tehát ha én erre a három nagy területre próbálom a biofizikát felosztani, akkor ebből egyharmadát elfoglalja az információ felvétele, feldolgozása és kiértékelése.

Tehát amikor én azt szeretném, hogy ebbe az egész kérdés-komplexumba bevennénk az érzékszervi fizikát is, akkor ez ne azt a többletet jelentse, hogy nyolc félév után még két félév megterhelés, hanem hogy ez a kérdéscsoport beletartozik a komplexumba és nem választható el tőle.

Ami az oktatás anyagát illeti, itt megint egy gyakorlati eredményről tudok beszámolni, ami elég szegényes, hogy ugyanis a fizikusok körében immár 15 év óta meg van hirdetve olyan kollégium, mely évenként változik, de körülbelül 3—4 évenként tartalmazza a fizikai akusztikát. A fizikusok körében bármilyen ügyes propagandát csinálva, három-négynél több hallgató erre még soha nem volt hajlandó jelentkezni. Szerintem nemcsak azon van a hangsúly, hogy propagandát csináljunk, hogy előadjunk, és speciál kollégiumokat szervezzünk, hanem az emberek is kellenek hozzá, akik megtöltik ezeket a kereteket. A kutatóintézetek felé törekvő medikusok számára a biofizikai tárgyú speciálkollégiumokat esetleg kötelezővé is lehetne tenni, ha egyelőre a fizika mellett az alkalmazott fizikát kötelezően nem is tudnánk bevezetni.

Gyakorlatilag tehát az lenne a javaslatom, hogy a harmadik vagy többletfélévben a biofizika oktatása a kísérleti irányokba törekvő medikusok számára ilyen formában kötelezővé tétessék.

Bálint Árpád: (Debrecen): A szakbiofizikus-képzéshez szeretnék pár szót szólni. Én helyesebbnek tartanám azt, ha a biofizikusokat nem részben a biológusok, részben a fizikusok közül próbálnánk verbuválni, hanem a biofizikusképzés a természettudományi karoknak egy önálló szakja lenne.

Én úgy tudnám elképzelni egy biofizikusnak a helyét és munkáját: ő az egyetemen a biofizika szakot végezte el, tehát se nem biológus, se nem fizikus, hanem biofizikus, bár ismeretei sem a biológiában, sem a fizikában nem eléggé mélyek, nagyon jól érti a biológusnak is, a fizikusnak is azt a bizonyos említett nyelvét.

Vető Ferenc: Tisztelt munkaértekezlet! Egész röviden csak két problémát szeretnék megemlíteni, amit véleményem szerint a biofizika oktatásának általánossá tétele tárgyalásakor figyelembe kell venni.

Az egyik egy általános tankönyv kérdése, amely általános áttekintést adna, de ugyanakkor lehetővé tenné, hogy merítsenek belőle a leendő oktatók és hallgatók egyaránt.

A másik kérdés pedig, hogy ennek a biofizikának az oktatását is végeznie kell valakinek, tehát oktató személyzet kiképzésére is szükség van.

Mess Béla: Bár Várterész dr. referátumában meggyőzően toxikológiai analógiával igazolta, hogy a sugárbiológia nem tartozik a biofizika tárgykörébe, azonban az orvosegyetemek negyedik évfolyamán van egy radiológia nevű önálló tantárgy, ahol röntgennel kapcsolatban sugárterápiát tanítanak. De az az érzésem, hogy egy kicsit levegőben lóg akkor ez a tanulmánykomplexus, ha mindezeket a kérdéseket, a radiológiát stb. biofizikus szinten nem értik és nem tanulják. Szerintem a radiológiát mégis csak mindenképpen a biofizikán kellene tanítani. Hogy azután befér-e az elsőéves keretbe, vagy csak a negyedéves tantárgy keretében kellene bizonyos óraszámot lehasítani, az más lapra tartozik. Szerintem azonban az orvosképzésben a sugárbiológiai oktatás nagyon alapvető.

Ernst Jenő: Csak annyit, hogy ezt az első munkaértekezletünket nem is úgy képzeltük el, hogy itt első összeülésben már kész anyagot fogunk termelni, amely megoldja a rendkívül színes, többágú biofizikai oktatás kérdését. Azt hiszem azonban, hogy ez az első értekezletünk nagyon érdekes és eredményes volt abból a szempontból, hogy majd összefoglalva, most már konkrétabb formában tudjunk tárgyalni a továbbiakban erről a kérdésről. Nem hiszem, hogy értekezletünk ennél tovább tud menni. Természetesen nagyon szívesen vesszük a következő hozzászólásokat is, de az anyag olyan nagy, hogy majd elég időbe és fáradságba kerül ennek az anyagnak, vagy legalábbis az anyag lényegének összeállítása. Arra kérném a munkaértekezletet, hogy higyjen abban, hogy a Biofizikai Társaság elnöksége, amikor tárgyalni fogja a mai munkaértekezlet anyagát, akkor egy további lépéssel ki fogja tudni tűzni a konkrétabban meghatározandó anyag kérdését.

Elnök: Megköszönöm az elhangzott igen értékes, szép referátumokat, amelyet a nevezett elvtársak megtartottak. Igen sok értékes gondolatot és adatot tartalmaznak, úgy hogy ezért befejezésül én is szeretnék egy javaslatot tenni Társaságunk elnökségéhez. Nevezetesen jó volna, ha e referátumok másolatát, vagy legalábbis bő kivonatát elkészítenék és a tagság részére megküldenék. Azt hiszem, hogy az elkövetkező alkalomra való felkészülés könnyebben és jobban mehetne azoknak a kiegészítéseknek a figyelembevételével, amelyekről Ernst professzor elvtárs az előbb már szólott. Kérjük azt, hogy Társaságunk elnöksége vegye ezeket fontolóra, és amelyek alkalmasak, azok tekintetében a további lépéseket tegye meg.

Ezzel egész programunkat kimerítettük és nagyon köszönöm a megjelenést.

A Magyar Biofizikai Társaság III. Vándorgyűlését 1964. augusztus 26—28-ig tartotta Budapesten az Országos „Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Intézetben.

Várterész Vilmos elnök megnyitó szavai után került sor Ernst Jenő bevezetőjére.

BEVEZETŐ ELŐADÁS

ERNST JENŐ
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A Magyar Biofizikai Társaság és a Biológiai Bizottság tavaszi ülése határozata úgy szólt, hogy a programban röviden jelzett anyag fontosabb pontjairól tartsak bevezető előadást, amely tárgyánál és éles megfogalmazásánál fogva alkalmas lesz alapos vita megindítására. Akkor még nem is láttam, hogy menynyire időszerű volt e határozat. De azóta *két* fontos esemény különösen aktuálissá tette:

a) A Biológiai Osztály előtérbe állította a molekuláris biológiának nevezett szemléleti és kutatási irányt.

b) A Nemzetközi Biofizikai Organizáció párizsi kongresszusán a tagnemzetek megbízottaiból álló „Szervező Bizottság" új 12 tagú igazgatótanácsot választott és ebbe beválasztották személyemet. Ezáltal sokkal közelebbről láthattam meg a helyzetet és a problémákat és ennek révén további szempontok alakultak ki bennem a biofizikával kapcsolatban.

A fentiek alapján nem tárgyalom az egész anyagot, hanem egyes pontokat részletesebben; és nem olyan beosztásban tárgyalom, ahogyan a syllabusz jelzi, ti. külön pontokban: A) a hazai helyzet, B) a többi tudománnyal való kapcsolat és C) társadalmi feladataink, hanem ugyanazt a kérdést minden szempontból.

Kérem, hogy térjen majd ki a vita javaslataimra és javasolom, hogy a vita eredményeként azokat a kérdéseket, amelyeket tisztáztunk, vigyük tovább azon szervek felé, ahova tartoznak: pl. oktatási kérdést az akadémián keresztül a kormányzat felé javaslat formájában; vagy pl. általános biofizikai érdekességű kérdést a Nemzetközi Organizáció vezetősége felé.

I. Tárgyra térve elsőnek választom a *kibernetika kérdését.*

Elvi kérdésként ismételem felfogásomat: kibernetika = információelmélet + automatika és felvetem a kérdést, hogyan áll a biológia ezen a területen? Véleményem szerint ez elsősorban *biofizikai* feladat; azonban nemzetközileg sincs tisztázva, pedig *beláthatatlan jövő jelentősége* Mégpedig:

a) A társadalmi és magánélet területén a múlt mesélő — az irracionális, az isten-mentalitás rányomta bályegét az ember eszmevilágára. Így az 1500-as években istenszemléletben olvadt fel az egész emberi társadalmi és magánélet: születés, halál, házasság, de foglalkozás, sőt érkezés is; ugyancsak az istenszemlélet dominálta a szellemi életet: religioi filozófia, természettudomány egy kalap alá került. Aztán a felvilágosodás-

sal 1700—1800 körül pl. szétváltak szellemtudományra, ill. természettudományra kibékíthetetlen ellentétként.
Most a kibernetika újra összehozza az egész emberi társadalmi életet: jog, nyelvészet, államszervezés, ipar, kereskedelem, természettudomány, pszichológia találkozik a kibernetika közös mennyiségi szemléletében; az új ipari forradalom tárgyi és társadalmi téren is új helyzetet teremt; sőt még egy olyan egyéni kérdésben is, mint a tanulás módszere. Viszont a mese, az irracionális eltűnik az ember szemléletéből.

b) Tudományos tisztázás már sokkal bonyolultabb; nagy lendülettel folyik ugyan a munka az egész világon, de kétségtelenül fennáll, sőt nő valami szétesésféle. Mert a fejlődés tudományosan főleg a matematika vonalán érvényesül, de a *biológiai* szempont nagyjából tisztázatlanul maradt, pl. a *stabilizálódás* még nem kibernetika: Mecsek hegység is stabil. Vagy a *feed back*-szerű jelenség még nem automatizmus, pl. akció-reakció a Peltier—Seebeck jelenségben.

Biológiai szempontból lényeges feladat:

1. a speciális struktúra és az ezzel kapcsolatos funkció, 2. *molekuláris méretekig lebontva;* 3. az élő szisztéma milyen mechanizmus révén produkálja, 4. az információfelvételt, a kódolást, a csatornát, a kódolt információ felvételét, a válaszreakciót.

Ezzel szemben *biológiai munkának* tekintik sok helyen az elektromos analógiák építését: példának idézem Taylort (Analog és Modell sympozium 157 lap, 5. ábra) a neuron és a szinapszis egyik elektromos analogonjában sikerült „redukálni" (!) az elektroncsövek számát 5 *duodio*dára és 4 duotriodára és megjegyzi, hogy az erről szóló ábra bal fele a neuron analogonja, a jobb fél pedig a szinapszisé.

Szükséges és fontos az ilyen irányú kutatás *is*, de hol marad a *biológiai ill. a molekuláris biológiai* szempont?

2. És hogyan állunk itthon e kérdésben?

Az akadémia keretében működnek egyes létesítmények, de a biológiától elszigetelten, — a Művelődési Minisztérium kezdeményezése, oktatás egyetemi szinten, helyes, de éppen nyelvészeti vonatkozás kiemelése számomra meglepő. Pécsett az Orvosegyetem Biokibernetikai Bizottságot létesített: Anatómia,, Biofizika, Élettan, Ideg-Elme szerepel benne; kezdeti programunk, mit csinálunk, tanácskozunk, miben segíthetjük egymást, kapcsolatok szorgalmazása más szervek felé.

Fontos feladatnak látom a kibernetika biológiai, ill. biofizikai szemléletének, jelentőségének *terjesztését* pl. irodalmi kritika címén is, de nem annyira *vita*cikkre van szükség, hanem az ismeretek terjesztésére, pl. TIT?, 1—1 nívós előadás vitával stb. De legfontosabb az *iskolai oktatás* révén a terjesztés; felelősségünkre hívom fel a figyelmet a jövő szükséglete iránt: a mai 6—10 évesek 15—20 év múlva legalább is *tanult munkások* kell legyenek; a politechnikai oktatás mai szükséglet, *géptan és automatika* a jövőben. Persze *továbbképzés* mindig szükséges lesz, de milyen alapról?

Előterjesztés a kormányzathoz: 1. javaslat: számszerű, *mennyiségi gondolkodásra nevelés az óvodától kezdve;* óvodai játék: a számolótábla; az általános iskola felsőbb tagozatában algebra, a középiskolában kombinatorika, differenciál és integrál stb. A matematika, mennyiségi gondolkozás begyakorlását éppúgy a gyermekkorban kell kezdeni, mint a sportét.

II. Miután kihangsúlyoztuk a matematikai oktatás és mennyiségi szemlélet jelentőségét, rátérhetünk az *elméleti biofizika ill. a matematikai biofizika* megbeszélésére, mert az előző pont után nem okozhat félreértést amit mondani fogok.

Bevezetőnek: Most Párizsban az USA egyik *biofizikai intézetének* igazgatója szinte kérkedett: az intézetben matematikusok, fizikusok és mérnökök vannak, de biológus nincs. A matematikai vagy elméleti biofizikával kapcsolatban kétirányú túlzásnak vagyunk tanúi:

1. Az elméleti vagy matematikai fizikautánzás megfelelő ill. elegendő biológiai realitás nélkül. A matematikai modell fontos és hasznos lehet, de felhívom a figyelmet arra, hogy pl. az izombiofizikus Hill. ún. karakterisztikus egyenlete újabban már tisztelői számára is elvesztette jelentőségét, mert nélkülözi izomműködésre vonatkozólag az általános érvényességet, márpedig ez lenne a döntő értelme az általános matematikai elméletnek. Vannak irányok, intézetek és kutatók, akik egész tevékenységüket matematikai formulázásra fordítják függetlenül attól, hogy mennyi biológiai realitás áll e formulák mögött. Ezzel az iránnyal nem érthetek egyet.

2. Ezzel szemben volt olyan külföldi professzor vendégem, aki diszkusszió közben elvileg és határozottan elvetett minden formájú elméleti ill. matematikai biofizikát. Mondanom sem kell, hogy véleményem szerint ez még súlyosabb túlzás, hiszen a természettudományos munka nem mondhat le a fizikai és a matematikai modellek nyújtotta előnyökről és általában a matematikai formulázásról a haladás érdekében. Pl. egy önregulációs rendszer fizikai modellje lényegesen elősegítette a biológiai autoorganizáció megértését és irányt mutathat ezirányú biológiai experimentális kutatásra. Persze az is igaz, hogy a modellről vagy analogonról való állandóan ismétlődő eszmefuttatás és szövegtermelés, ami ma túlságosan divatos, nem jelent többé biológiai haladást a kibernetika területén.

3. Újra és újra ki kell emelni a józan megfontoltságot: egyrészt matematikai és fizikai modellekkel és analogonokkal való operálásról nem mondhat le a biofizikai irány, de másrészt a matematika formulahasonlóságából nem következik a materiális valóság azonossága. Az *információtartalom mértékéül*, ismétlem: az információtartalom mértékéül nyugodtan elfogadhatjuk az entrópiának nevezett matematikai függvénnyel kifejezhető számértéket, de nem fogadhatjuk el az entrópiát az információelmélet alapfogalmának — ahogyan egyesek kívánják. Éppenúgy nem, mint hogy azért, mert egyaránt súllyal mérjük a cukrot és a birkát, semmiféle azonossági következtetés sem lenne jogosult.

Teljes általánosságban tagadom a különböző jelenségek matematikai leírására talált képletek formai hasonlósága vagy akár azonossága folytán tett olyan megállapítás helyességét, amely szerint a két esemény lényegileg, vagy főbb alkatelemeiben is kell bizonyos azonossággal bírjon. Nem kívánom ez alkalommal érinteni az elméleti fizika területén fellépő matematikai miszticizmus kérdését, viszont határozottan elvetendőnek tarom ilyen tendenciák fellépését a biofizika területén. Ismeretes: a matematikai miszticizmus útján eljutottak egyesek Heisenberggel ahhoz a felfogáshoz, hogy a természettudomány nem a valóságot írja le, hanem a valóságról való gondolatainkat. Véleményem szerint el kell utasítani a biofizika területéről ezt vgy hasonló félrevezető és hamis koncepciót.

És még egy lépéssel tovább mehetünk, amenyiben felvetjük a kérdést, hogy minden esetben alkalmas-e a biológiában a számszerű jellemzés vagy meghatározás? Véleményem szerint nem! Már a múlt alkalommal jeleztem

ezt és bizonyos félreértésre vezetett az a példám, amely szerint az étlapon van értelme a fél csirkének, de nincs a biológiában. Természetes, hogy ez nem akar takarni valamiféle vitalisztikus szemléletet, hiszen egy fél Na atomnak sincs értelme. Talán új utakat és lehetőségeket tár fel a jövőben a biológia számára a Boole-algebra.

(Mellesleg: érdekes volt most Párizsban Rosenblithszel való egyik beszélgetésem; ő a kibernetika egyik nemzetközi képviselője a biológia területén és ennek folytán tagja az előadásom elején említett 12 tagú igazgató tanácsnak a Nemzetközi Biofizikai Organizáción belül. Persze egyetértettünk a matematika szerepének fontosságában a kibernetikában, de meglepte, hogy én bizonyos óvatosságot javasoltam a matematika túlértékelésével kapcsolatban a biokibernetika, sőt a biofizika területén is. Diszkussziónk közben többek között említettem, hogy egy fél krumpli, az krumpli, de egy fél ember, nem ember és nincs is semmi értelme. Az viszont engem lepett meg, hogy mennyire hatott, sőt mennyire tetszett neki ez az alapjában egyszerű hasonlat.)

Mindez nem változtat azon az alapelven, hogy a természettudományos leírás egzaktsága nem nélkülözheti a matematikai formulázást. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a *matematikai formulázás egyedül* teszi egzakttá a leírást; nem így van!! Hanem döntő szempont a hibátlan kísérlet és annak pontos és objektív elemzése; *a biofizika egzaktságának alapkritériuma a bioexperimentum helyes kivitelezése és kiértékelése. És egyúttal ez a biofizikának jövője is, amelyben fontos kiegészítő szerepet játszhat az elméleti vagy matematikai biofizika, de nem vezető szerepet!!*

III. Harmadik pontként röviden tárgyalom a biofizikának a többi természettudománnyal való kapcsolatát; erről részletesen szólni azt jelentené, hogy letárgyalnánk az egész biofizikát, amely határterület az összes természettudománnyal. Ez alkalommal

1. legyen szabad kihangsúlyoznom, hogy a biofizika alapvetően biológiai tudomány; ugyanis az előbb elmondott példa is és egyéb jelenségek is azt látszanak igazolni, hogy egyes körök és kollégák elvileg nem hajlandók észrevenni a biofizika nevéből a *bios*-t. Ezt nem tartom vita-tárgynak, hanem leszögezni kívánom, hogy a *biofizika biológiai tudomány, amelyet fizikai szemlélettel művelünk.* Problematikája a biológia területéről szól és ha nem biológiai tárgyú vagy irányú a kérdésfeltevés, akkor nem biofizikára tartozik.

2. Ha már most el is fogadjuk kiindulásnak ezt a kategorikus kijelentést, akkor válaszolnunk kell mindjárt arra a kérdésre, hogy milyen viszonyban van a biofizika a többi biológiai tudománnyal, természetesen jelenleg csak az alapkutatással foglalkozó experimentális biológiai tudományszakokra gondolok. Amint ezt a kérdést kezdjük feszegetni, akkor ismét csak félreérthetetlen kijelentéseket kell tennünk: a biofizika nem genetika, nem mikrobiológia, nem substrukturakutatás, nem orvosi fizika és — utoljára, de nagyon hangsúlyozottan — nem fiziológia.

A biofizika tehát ne akarja elvenni e tudományszakok kenyerét, amitől külföldön is, itthon is tartanak egyes kollégák; ne akarja, mert nem is képes erre. Nem fejthéti meg a konkrét genetikai problémát, de feladata lehet az ezirányú információelméleti elvi alapok kidolgozása; a virológia nem biofizikai tudomány, de pl. a víruskristály kialakulásának mechanizmusa igen fontos biofizikai feladat lehet; természetes, hogy a mikro-, és submikrostruktúra kutatás a biofizikától különálló tudományszak, de e struktúrának funkucionális kapcsolata elsőrendű biofizikai munka lehet.

E kérdés keretében szeretném megemlíteni, hogy Társaságunk elnökségi ülésein többízben szóba került az érzékszervek kérdése, amelyet egyes kollégák — mint sok külföldi kollega is — teljes egészében biofizikai tárgynak kíván tekinteni. Ezzel nem érthetek egyet. Természetes, hogy az érzékszervek működésével kapcsolatban szerepelnek igen fontos és érdekes biofizikai kérdések, de a hallás vagy látás egészben a fiziológia területére tartozik és nem is lenne ajánlatos megalapozni egyes fiziológusok csöndes vagy hangos tiltakozását amiatt, hogy — amint panaszolják — miután a biokémia kisajátította a fiziológia felét, most a biofizika akarja elkaparintani a megmaradt részt. Persze alapvetően helytelen e szemlélet, de ne adjon a biofizika alapot hozzá.

3. A biofizika *szemléleti módszere* magától értetődően ugyanaz, mint az egzakt természettudományoké, másrészt azonban szemléleti *alapja* a biológia és gondosan kell őrködnie azon, hogy el ne szakadjon ettől. Ezért javaslom hazai viszonyaink között, hogy a kétévenként tartandó saját vándorgyűléseinket úgy egyeztessük a Magyar Biokémiai és a Magyar Élettani Társaságok vándorgyűléseivel, hogy pl. 3 évenként közös vándorgyűlést tartanánk közösen érdekes, alapvető biológiai problémákról és azok haladásáról. Ezt a javaslatot az MTA Biológiai Osztályához továbbíthatnánk.

Ezzel kapcsolatban hadd említsek meg valamit: nem kívánom ugyan igénybevenni az időt a külföldi helyzet megvitatásával, de benyomásom szerint lassanként több lesz a társaságok száma, a társaságokon belül egyes külön részletek számára a szekciók, a komiték, az összekötő komissziók, a delegáltak stb., stb. száma, semhogy áttekinthető lenne a természettudomány nemzetközi organizációja. Arról aztán meg már csak kissé csodálkozva lehet beszélni, hogy az összejövetelek, a sympoziumok, a kongresszusok tömege, az ezeken tartott előadások epidémiaszerűen szaporodnak és ez a helyzet már felveti a kérdést, hogy tulajdonképpen ki dolgozik, ha mindenki csak utazik és előad. Hiszen még a symposiumokon is az előadások dominálnak és nem a megvitatások. És mindezek megjelennek nyomtatásban is, úgyhogy szinte aggódva kérdezi az ember, hogy ezek a folyóiratok, a reviewk, a könyvek, egyszóval a nyomtatott betű hatalmasan és folyton duzzadó áradata mikor fog negatív hatást kiváltani ill. kényszeríteni.

4. Visszatérve a tudományokkal való kapcsolatra, megemlíteném még a sugárbiológiával kapcsolatos helyzetet, amely feltétlenül tisztázásra szorul itthon is. Igaz, hogy az ionizáló sugárzás igen fontos, de teljesen jogtalan — ahogy Párizsban egyesek akarták — kizárni a sugárbiológiából a fotobiológiát, amely a földi élet egyik alapjelenségével foglalkozik. Igaz, hogy a sugárbiológiai folyamat első fázisa a besugárzás fizikája, de ez nem a *biofizikának*, hanem a fizikának és részben az ún. kórházi fizikának (vagy orvosi fizikának) tárgya. Igaz, hogy a sugárbiológiai folyamat befejező harmadik fázisa a sugárártalom, amely — főleg irreverzibilis formájában — esetleg a genetika, de leginkább az orvosi fizika, esetleg a patológia tárgya. Viszont a középső fázis, amely a valódi sugárhatásról szólna és amely valóban a biofizika tárgya lenne, nagyjában ismeretlen terület.

De ha ismeretlen terület, akkor kutatása igazán a biofizikára tartozik és semmiképpen sem lenne elfogadható, ha a biofizikának radiológiai fejezete ahelyett, hogy az ismerethiányt megszüntető feladatokat kutassa, inkább az ismert első és harmadik fázis adatainak részletező leírása legyen.

Más területe is van a sugárbiológiának, ahol könnyen eltévedhet a biofizika, éspedig az izotópok fejezete. Kétségtelen és pillanatra sem feledhető, hogy a nyomozó módszer hatalmas eredményt jelentett a tudományban, éspe-

dig elsősorban a kémiai kinetikában, de főleg a biokémiában. Így pl. aligha túlzás azt mondani, hogy a modern biokémia mintegy felét az izotóp nyomozó módszerrel alkotta meg. Ennek alapján szolgált az a tény, hogy az izotópok *kémiai szempontból* azonosak, tehát csere révén kitűnően vizsgálható a reakció mechanizmusa. Ezt világosan kifejti Hevessy is, de hallgatólagos feltétele e módszer használatának, *hogy* a csere főleg *homogén, gyakran egyfázisú systémában* folyik le, ami lehetővé teszi az akadálytalan cserét. De a biofizika nem homogén és nem egyfázisú kémiai rendszerrel dolgozik, hanem többfázisú heterogén biológiai rendszerrel, amelyben nem állnak fenn a minden irányban akadálytalan diffúzió feltételei, továbbá amelyben submikro méretekben állandóan változik az anyagcsere is, meg az atomok illetőleg gyökök kötési állapota ill. — energiája is. Mindezek alapján nagyon alaposan megvizsgálandó kérdés a tracer-tan biofizikai jelentősége és tartalma.

IV. Az eddigiek már — azt hiszem — eléggé megvilágítják a biofizika területén a bizonytalanságokat és a nehézségeket, amelyek felmerülnek, ha érdeklődünk a helyzetről.

Viszont érdeklődnünk kell, ha szorgalmazni kívánjuk a biofizikai tudomány jövőjét. Mai körülmények között ez a jövő máshogy aligha biztosítható, mint úgy, hogy — a biokémiához hasonlóan — biofizikai tanszékeket kell felállítani az egyetemeken és a biofizika kötelező tárgyként vonuljon be az egyetemi oktatásba. De miből álljon e tárgy, ha egyszer annyi alapvető problémával találkozunk?

Véleményem szerint, és erről már ismételten folytattam megbeszélést a Nemzetközi Organizáció vezetőségében, sürgős feladat *egy biofizikai kézikönyv* (németül Handbuch, angolul encyclopedia) a biofizikáról, amely tartalmazza az alapvető anyagot és amelyből a különböző szakok a botanikától a matematikai biofizikáig kiválogathatják a számukra kívánatos anyagot. Előzetes javaslatom kb. 10 kötetes angol nyelvű kiadvány nemzetközi szerkesztőséggel. Erről tárgyalok egy idő óta itthon is az Akadémiai Kiadóval; fontos kérdés, hogy milyen piacra számíthat egy ilyen kiadvány. Ezzel kapcsolatban is kérem szíves véleményüket. Hazai viszonylatban előreláthatólag jövő évre megjelenhet tőlem egy kb. 500 oldalas „Bevezetés a biofizikába" c. könyv, amelyet talán használhatnak itthon egyetemi biofizikai oktatásra.

A bevezető előadás vitája.

Tarján Imre:

Nagy érdeklődéssel hallgattam Ernst akadémikus előadását és egy-két kérdéssel kapcsolatban szeretnék néhány gondolatot az idő által parancsolt rövidséggel felvetni.

Ami a kibernetikát illeti, úgy tudom, hogy a nyolc kiemelt akadémiai téma egyike a kibernetika, talán nem ilyen címszó alatt, de az egyik címszóba ez feltétlenül beletartozik. Tehát egy nagyon lényeges problémakörről van szó. Minket persze elsősorban a kérdés biológiai vonatkozása érdekel. Arról is tudomásunk van, hogy a nyelvészeti vonatkozásokat illetően az Akadémia vonalán

már történt bizonyos kezdeményező lépés. Egyelőre csak adminisztratív jelleggel, amennyiben a két illetékes osztály, az Akadémia III. és I. osztálya között osztályközi komplex bizottság létesült, éppen a kibernetika nyelvészeti vonatkozásainak, az ezen a téren folyó munkáknak irányítására.

Ami a biológiai vonatkozásokat illeti, lehetséges, hogy én tájékozatlan vagyok, de nem tudok arról, hogy ez idő szerint ezen a téren folyamatban lennének konkrét munkák, tehát felmerültek volna olyan konkrét feladatok, problémák, amelyeknek kimüveléséhez egy arra alkalmas kollektíva hozzáfogott volna.

Azt hiszem, hogy itt nagy hiányosságunk az — elsősorban magamat értem bele —, hogy nem értek hozzá. Szóval nem mentünk keresztül olyan iskolán, amin pedig keresztül kell menni ahhoz, hogy az ember egy témakörben a problémákat világosan lássa, azokat megfelelő módon meg tudja fogalmazni és azután a munkához az eredmény reményében hozzá tudjon fogni. Ilyenkor mindig az a szokás, hogy rendezünk ilyen témakörben egy előadás-sorozatot, olyanok bevonásával, akik a témakörnek jó ismerői. Ha ilyenek nincsenek itthon, akkor meghívunk külföldről előadókat. Ez nyári iskola formájában is megtörténhet.

Egy másik dolog az, hogy hosszabb, fél- egyéves tanulmányútra kiküldünk fiatalembereket, olyan helyekre, ahol meg lehet tanulni azt, amit ma már illik tudni ebből a témakörből. Pécsett történt egy bizonyos kezdeményezés, de ez is — úgy vettem ki az előadó szavaiból —, egyelőre inkább szervezési, adminisztratív jellegű valami. Konkrét feladatok kitűzéséről és konkrét munka elkezdéséről nem volt szó. Persze az ilyen természetű munkához igen sokoldalú kollektívára van szükség és ez éppen a biofizika területén mutatkozik meg a legplasztikusabban.

Egy másik kérdés az a bizonyos kétféle túlzás, amiről Ernst akadémikus az imént beszélt. Nevezetesen hogy lehet-e biofizikát úgy tanítani, hogy túl sok biológus vegyen ebben részt, mert az a helyzet, hogy főként biológusokból álló kollektívák vannak. Erre nem lehet olyan egyszerű választ adni, annál is inkább, mert ez mindig az adott problémától, feladattól függ. A konkrét feladatot kell nézni és ahhoz megfelelő együttest kell összehozni. Ez bizonyos mértékig a képzésre vonatkozik, ha azt nézzük, hogy hogyan képezzünk biofizikusokat. Lehet, hogy a biofizika bizonyos területeit olyanok fogják jól művelni, akik annak idején mint biológusok indultak el és mint ilyenek, már egyetemi éveik alatt megfelelő speciális képzést is kaptak a biofizika irányában. De lehetséges, hogy olyan biofizikusok fogják ezt jól űzni — problémától, a feladattól függ —, akik nagyon alapos fizikus-képzést kaptak és akik fejlettek a biológiai tudományokban.

A fizika területén a háború utáni néhány évben felmerült az a probléma, hogy kísérleti fizika vagy elméleti fizika. Méginkább felmerült, hogy kísérleti és elméleti fizikusok állnak egymással szemben. A háború előtt ez a probléma nem merült fel, mert csak elméleti fizikusok voltak, kísérleti fizika — anyagi lehetőségek hiánya miatt — nem volt. Pár év alatt rájöttek arra, hogy nem lehet különválasztani a kettőt, szoros koordinációnak kell lennie, a kísérleti fizikus egy jelenséget észlel vagy eredményt ér el, ezt az elméleti fizikus megmagyarázza, vagy próbálja megmagyarázni, majd az elméleti fizikus magyarázata alapján jön a visszahatás a kísérleti fizikus munkájára. Tehát nagyon szoros kooperációra van szükség és ezt átvíve a biológiai problémákra, azt kell tenni, hogy a biológus vagy fizikus, ha valamit észlel, azt elméleti beállítottságú kutatóval tárgyalja meg és ennek alapján próbálják meg a kooperációt, amely-

nek alapján az elméleti fizikus megmondja, milyen irányban kell továbbmenni. Ez annyit jelent, hogy vezető szerepről semmiképpen sem lehet szó, kooperáció van, amelynek egymás mellé rendeltség a lényege. Lényeges probléma, hogy olyan intézetekbe, ahol elsősorban biológusok vannak, oda fizikusok is kerüljenek és megfordítva, ahol elsősorban fizikusok vannak, oda feltétlenül biológusoknak is kell kerülniök.

Bozóki László: Megjegyzést szeretnék fűzni az előttem szóló azon megjegyzéséhez, hogy háború előtt nem volt kísérleti fizika. Ez véleményem szerint nem helyes, mert Eötvös Lóránd munkássága, a Pogány-féle fizikai laboratórium az öt legismertebb laboratórium közé tartozott a háború előtt, valamint 120 publikáció jelent meg. Ezenkívül a sugárbiológia terén is születtek nálunk nemzetközi jelentőségű eredmények.

Ladik János: Az elméleti biofizikával kapcsolatos problémához szeretnék megjegyzést fűzni. Az elméleti fizika nem tudományterület, hanem módszer, nevezetesen az a módszer, amely matematikailag megfogalmazza a kísérleti eredményekben a problémákat, illetve jól differenciált kísérleti eredményeket próbál elemezni. A biofizikát is fizikai módszernek tekinthetjük, ebből következik, hogy nem lehet semmiféle alá- és fölérendeltségről beszélni, hanem csak mellérendeltségi viszony lehet. A biofizika, az elméleti fizika ágai közül három olyan ág van, amely a legjobban alkalmazható: a kibernetika, reakció-kinematika, kvantum-mechanika. Természetesen ezek szoros összefüggésben lehetnek gyümölcsözőek. A kísérleti munkahelyeken — és a korlátozott, szűk lehetőségek talaján — a feladat szabja meg, hogy csupa elméleti, vagy zömmel elméleti, illetve zömmel kísérleti ember legyen. Egy részterületen részeredményt el lehet érni, de ha komoly problémát akarnak megoldani, akkor akár kísérleti oldalról, akár elméleti oldalról indulnak ki, szükségszerűen felmerül, hogy kellenek a bizonyító kísérletek. Ezért mindenképpen komplex csoportok lennének ideálisak.

Néhány konkrét megjegyzést szeretnék tenni Ernst akadémikus előadásával kapcsolatban. A középiskolai matematikai oktatás fontosságával összefüggésben külön ki kellene emelni és hangsúlyozni, hogy jó volna, ha a differenciál és integrál számítás visszatérne a középiskolai oktatásba. Egyetemi oktatási tapasztalatok szerint ez rendkívül hiányzik.

A hazai kibernetikai kezdeményezésekről annyit tudok, hogy az Akadémia Számítástechnikai Központja foglalkozik olyan gondolattal, hogy sejt-anyagcsere működési modellt készít és ezt próbálja kibernetikusan tárgyalni. Ismeretes, hogy Hinselwood és munkatársai igen hosszú dolgozat-sorozattal részletesen tisztázták az egysejtűekkel kapcsolatban a reakció részét és így fel van tálalva a probléma.

Szigeti György: Elsősorban szeretném átadni az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat legforróbb üdvözletét és sok sikert kívánok a Társulat nevében a Vándorgyűlésnek.

Engedjék meg, hogy én is pár szót szóljak. Én eredetileg, mint mérnök végeztem, a fizikának másik határterületén, a műszaki fizika területén dolgozom. Mi az, ami mégis közös a műszaki és biofizika között? Mind a két esetben, vagy minden esetben a fizikus az egyes jelenségeket kell hogy megfigyelje, kísérletileg reprodukálja, meg kell találni az alapjelenségeket, ezeket matematikai formába önteni és akkor lehet szó az összefüggések megismeréséről. Ehhez mate-

matikai apparátust kell alkalmazni, akkor, ha valaki egy észlelés-sorozatot valamilyen, nem tipikus formulával megközelít. Hiszen minden körbe, vagy minden függvény felbontható hatványsorokra, Fourier-sorra, vagy az exponenciálisok összegére. Ez azonban magának a jelenségnek az okáról, a jelenségek közötti összefüggésekről nem ad képet. Tehát ilyen jellegű matematika csak azt szolgálhatja, hogy valamilyen módon kezelni lehessen az észlelt anyagot. Mindig tudni kell, hogy egy ilyen formulának hol vannak az érvényességi határai. A cél azonban az, hogy az összefüggéseket kell megkeresni. Mi az, ami most tulajdonképpen közös terület, ami a műszaki tudományokat, a biofizikát és a biológiát összeköti?

Nyilván itt a kibernetikának van óriási szerepe, amely mindenütt az egyes jelenségek, a vezérlés tudományát, az egyes jelenségek gondolkozással kapcsolatos összefüggéseit igyekszik feltárni és azután továbbmenőleg — ahogy Ernst professzor úr is mondta —, az automatizálási alapjelenségeket újra reprodukálni, újra megvalósítani, vagy valami analóg jelenséget létrehozni.

Úgyhogy én úgy látom, hogy a mostani vándorgyűlés programja ebből a szempontból nagyon jól van összeállítva és minden remény megvan arra, hogy nagy sikert fog jelenteni, amit a magam részéről őszintén kívánok.

Straub F. Brunó: Ernst elvtárs bevezető előadásához én is szeretnék hozzászólni, mert sok szempontból nem értek egyet a hozzászólókkal és inkább az ő előadásával értek egyet.

Ha szabad analógiát vonni, a biokémia kifejlődése, ami időrendben hamarabb játszódott le, ugyanilyen problémákkal volt terhes és volt idő, amikor azt mondtam, hogy a biokémia módszereinek alkalmazása az élő természetre vonatkozik, de azután hamarosan meggyőződtem, hogy ez egyszerűen nem igaz, mert a biokémiának megvannak a maga sajátos alapjelenségei és ennélfogva azokat a sajátos törvényszerűségeket kell kibogarászni, amelyek itt adódnak és amikor ezek megszülettek, akkor egyszerre a szerveskémia lecsapott megint a biokémia területére és az összes kémikusokat mozgósította. Rendkívül érdekes mindaz, amit a biokémián belül csinálni lehet. De a biokémiának először fel kellett fedeznie a sajátos biokémiai törvényszerűségeket. Ezeket orvosok fedezték fel, akik nem értettek a biokémiához, vegyészek fedezték fel, akik szintén nem értettek hozzá. Szóval ott is kooperáció volt annak idején és különböző szakemberek ártották bele magukat olyan dologba, amihez nem értettek. Itt látom Ernst elvtárs előadásának helyes gondolatmenetét.

Én egyetértek Tarján elvtárssal abban, hogy ha ma nekiállunk egy probléma világos megoldásának, azt mindenekelőtt az szabja meg, hogy hogyan működünk közre. De kicsit előbbre kell tekinteni és azt kell nézni, hogy a biofizika fejlődését hogyan lehet szolgálni? Nyilvánvalóan úgy, hogy sajátos biofizikusokat termelünk ki, akik a jövőben most már nem hozzáértés nélkül ártják bele magukat a dologba, mint eddig, hanem már az oktatásban megszerzik mindazt a tudást, amire szükség van.

Ezért tartom helyesnek azt a felfogást, hogy igenis, érdemes ma azon gondolkodni, hogy mik a biofizika sajátos területei és egyetértek azzal, hogy például az érzékszervek fiziológiájával kapcsolatban az a probléma, amit az előadó világosan körvonalazott. Szóval ez nem a biofizika területe. Nyilván abban is van biofizikai probléma és a biokémia sok területén szintén jelentkezik biofizikai probléma.

Én problémát látok abban, amit Ernst elvtárs mondott, hogy milyen lesz a biofizika kézikönyve. Nyilván olyan lesz, ahogyan megírják, mert az a tény

fogja determinálni, hogy kik írják és mit írnak, de ezt el kell kezdeni és véleményem szerint az idő megérett arra, hogy most már megpróbáljuk elkezdeni.

A problémát ott látom, hogy az egyetemi oktatásban még ma is az orvosegyetemek azok, amelyek bizonyos lehetőséget adnak a biofizika oktatására. Az általános biofizikus képzés jelenleg még csak körvonalaiban van meg. Elvileg már van, de gyakorlatban még nem valósult meg.

Azt hiszem, a Biofizikai Társaságnak nagyon fontos feladata az, hogy egyrészt az orvosegyetemek számára a megfelelő biofizika-orvosfizika arányokat kialakítsa. Ott sem lenne értelme csak biofizikát tanítani. De ennél talán még fontosabb az, hogy a Biofizikai Társaság nagyon határozottan és nagyon gondosan megmondja azt, hogy hogyan kellene kiképezni a biofizikusokat, hogy ez a probléma már ne kerüljön ismét ugyanígy ide. Azt hiszem, a Biofizikai Társaságnak nagyon fontos feladata lenne, hogy ezekkel a kérdésekkel foglalkozzék és sokkal konkrétabban körvonalazza a szükséges tennivalókat az egyetemi oktatás területén.

A középiskolára vonatkozólag egyetértek a matematika szerepének hangsúlyozásával. Azt hiszem, ezen a területen messzemenő dolgokat nem tudunk csinálni. Ezzel szemben a biofizikus-képzést a Biofizikai Társaságnak módjában van megcsinálni úgy, ahogy akarja. Ha új javaslat jön, nyilvánvalóan az fogja elnyerni a megvalósítást.

Még csak annyit, hogy a kibernetikával kapcsolatban a Biofizikai Társaságnak is helyes lenne ezekkel a kérdésekkel olyképpen foglalkoznia, mint ahogyan azt más területeken is teszik, például ahogy a növénycoenológia területén foglalkoznak a sajátos biokémiai, biológiai problémákkal. Engem ez a kérdés mint biológus-osztálytitkárt is foglalkoztat jelenleg. Ha Szegeden elegendő a Biológiai Kutatóintézet apparátusa, akkor vajon milyen elektronikus számítógépekre van ott szükség? Szükséges-e saját gép, vagy esetleg kooperációban meg lehet valósítani? Úgy tudom, az a terv, hogy Budapesten egy nagy gépet akarnak felépíteni és Szegedről telex-szel lehet a géppel értekezni. Mindenesetre hogy a biológiában információ-elméleti kutatások szükségesek, azt megint a Biofizikai Társaságnak kell megmondania és ma kell megmondani, hogy az jónéhány év múlva megvalósulhasson.

Azt hiszem, az előadásban felvetett dolgok nemcsak egyszerű szóbeszédre adnak alkalmat, hanem ezekből lesz néhány év múlva realitás és nagyon lényeges az, hogy már ma helyes álláspontot foglaljunk el, mert ellenkező esetben tévútra kerülünk.

Sztanyik László: Legyen szabad hozzászólni két dologhoz, amit egyrészt az előadó vetett fel, másrészt pedig a hozzászólók érintettek.

Azt hiszem, hogy egyet lehet érteni Ernst akadémikusnak azzal a megfogalmazásával, hogy a biofizika fizikai szemlélettel művelt biológia. Ebből mindjárt következik az, hogy a biofizika oktatása a fizikai szemlélettel oktatott biológia oktatása kell legyen. Tehát a teljes biológia teljes biofizikai részét kell a biofizikus oktatás keretében előadni. Ezzel szemben a biofizika nemcsak a biológia oktatásából, hanem műveléséből is áll. És itt viszont azt hiszem, hogy nem helytelen, ha hazai, korlátozott erőinket számbavesszük. Ha meg akarjuk határozni, hogy melyek azok a területek, amelyek a biofizikai irányzatok körébe tartoznak, akkor ebből a szempontból helyes, ha nem felejtjük el, hogy a biofizika a biológia egyik iránya. A biológiának egyéb szakterületei is vannak és az egyéb szakterületeken elég intenzív kutatás folyik, amely itt-ott a nemzetközi színvonalat is megüti, amiben az irodalomban hivatkoznak. Ebből

tehát az következik, hogyha a biofizika részletkérdéseit be akarjuk állítani a programba, a legintenzívebbé akarjuk tenni, akkor célszerű lenne igazítani az egyéb szakterületeken folyó kutatásokhoz.

A másik kérdés az egyetemi oktatással kapcsolatban a biofizikában a matematikai szemlélet helyzete. Azt hiszem, hogy az a generáció, amelyről ma már úgy kell beszélni, hogy középkorú generáció, amely a háború előtt nyerte a középiskolai képzését, egyáltalán nem sínylette meg, hogy a gimnáziumi oktatásban, a matematika oktatásban a differenciál és integrál-számítás szerepelt. És ha most nem szerepel, és a művelődésügyi kormányzat lezártnak tekinti a problémát, nem hiszem, hogy nem lenne érdemes foglalkozni ezzel és kizárólag az egyetemi oktatás során kellene felvetni a matematikai oktatás kérdését. Azt kellene elérni, hogy az iskolán kívüli foglalkoztatásban a matematika, fizika, kibernetika és egyéb tudományszakok művelése elérje azt a népszerűséget, amit a sport vagy a művészet művelése jelent.

Ladik János: Azt hiszem, hogy csak látszólag van véleménykülönbség Straub akadémikus és köztem, nevezetesen abban, hogy természetesen, ha a fizikai módszert kiterjesztem egy új területre, megváltoznak mind a kísérleti, mind az elméleti módszerek. Jól tudjuk, hogy amikor a fizika foglalkozni kezdett molekulák, atomi részek szerkezetével, továbbfejlődött a fizika, nemcsak a klasszikus mechanizmusokat alkalmazta, hanem kialakult a kvantumelmélet. Amit mondtam, nincs ellentétben azzal, hogy szükségszerűen ki kell épülnie a speciális kísérleti és elméleti módszernek. Eddig a fizika soha nem állt szemben olyan bonyolult rendszerekkel, mint a biofizikai rendszerek, nyilván a módszerek itt egész mások, mint egy egyszerű folyadékvizsgálatnál. Elméleti oldalról saját tapasztalatból is tudom, hogy bizonyos szilárd test-módszereket is meg kell próbálni továbbvinni már a kezdeti lépéseknél is. Úgy érzem, hogy talán nem fejeztem ki elég világosan, mit értek fizikai módszeren; csak annyira értelmezem, hogy matematikai megfogalmazás és kísérletek összjátéka.

Juvanz Iréneusz: Bocsánatot kérek, én a magam tapasztalatát mondom el. Általános metodológus vagyok és ehhez hozzátartozik, hogy az embereket a lábuknál fogva lerángassam az égből. A mostani hozzászólásommal is ezt fogom tenni.

Straub akadémikus párhuzamot vont a biokémia és a biofizika között bizonyos szempontból. Engedjék meg, hogy én éppen a különbségre mutassak rá. Hogy ez metodológiailag miben mutatkozik meg, arra vonatkozólag említhetjük, hogy a biokémikusok munkáját általában akadályozza, hogy a kémikusok nem dolgoztak ki részükre kellően finom metodikát. Mihelyt a kémikusok kijönnek az újabb általános metodológiával, abban a pillanatban a biokémia területén hatalmas ugrás történik. Sajnos, sokkal kevesebb orvos foglalkozik fizikai jellegű dolgokkal és általában az orvosok sokkal kevésbé értenek hozzá. Ennek magyarázatát abban látom, hogy kémiát egy bizonyos szinten lehet matematika tudás nélkül művelni, fizikát azonban lehetetlen. Márpedig az orvosok és biológusok matematikai képzettsége, főleg hajlama, érzéke, sajnos gyenge. Ez igen szépen látszik pl. a mostani biofizikus képzésben. Az Egyetemen az I. évben van matematika, ez azonban rendkívül rosszul ment. Nem akarják tanulni. Erre jön az, hogy kezdjük tanítani a középiskolában. Amíg a középiskolákban az igényt nem emelik fel, addig az egyetemi oktatásnak körülbelül egy éves veszteségével kell számolni. Addig mi az egyetemi oktatást nem emelhetjük fel a kibernetika művelésével kapcsolatban. Lényegében ez azt jelentené,

— legalábbis én úgy látom —, hogy egy vagy több ember ráálljon erre a kérdésre. Ezt azonban csak teljes foglalkoztatottságú emberrel lehet elérni. Csak úgy tudjuk megoldani, hogy Magyarországon a biokibernetikához valóban értsenek, ha függetlenített embereket teszünk oda.

Tarján Imre: Ládik elvtárs felszólalásával kapcsolatban megjegyzem, hogy a tudományterületnek kétségtelen nagyon fontos tényezője a jellegzetessége. De azért ha körül akarom határolni a tudományterületet, a tudományágat, akkor meg kell adnom feladatkörét is, tárgyát is. Ne hangsúlyozzuk annyira a módszertant.

A biofizikánál nem értek egyet azzal, hogy a biofizika fizikai módszerek alkalmazása a biológiában, hanem inkább azzal értek egyet, hogy fizikai szemlélettel művelt biológia, vagy másképp megfogalmazva, a biológiai jelenségek fizikai oldalról történő vizsgálata, vagy fizikai aspektusok feltárása.

Straub akadémikus említette, hogy a Társaságnak foglalkoznia kell a biofizikai képzés kialakításával stb. Egy-két hónappal ezelőtt a Társaságban volt egy ilyen értekezlet, amelynek folytatása is lesz és bizonyára nemcsak a fizika viszonylatában, hanem a fizika, matematika, biokémia, kémia viszonylatában is történnek kezdeményező lépések, mivel rendkívül fontos határterületekről van szó.

Tigyi József: Azt hiszem, hogy a Társaság akkor teljesíti jól a feladatát, ha eleget tesz annak, amit az Alapszabályzat előír, hogy feladata a magyar biofizika tudomány fejlesztése. Egyetértek azzal, hogy legyen nemzetközi horizont, de a magyar Társaságnak azt kell talán hangsúlyozottan megbeszélnie, hogy mi a magyar biofizika kutatás feladata a közel- és távoli jövőben, melyek azok a témák, témacsoportok, amelyeket valóban nemzetközi szinten művelünk vagy művelhetünk a jövőben, ahol rendelkezünk az egyéb kapcsolatos adottságokkal, személyi, tárgyi feltételekkel is. Ebben nem vagyunk egyedül, hiszen az Akadémia Biológiai Osztálya azzal, hogy elhatározta, hogy Szegeden létrehoz egy Biofizikai Kutató Intézetet és hogy ezek az intézetek milyen osztályokkal fognak működni, azzal nagyjából előre meghatározta a következő évekre, hogy a biofizikának mely ágai legyenek művelve, azon szempontok alapján, hogy mire vannak kutatók, anyagi lehetőségek és tradíciók. Ha jól emlékszem, ezek az izom-ingerület, folyadék mobilizáció, sugárhatás biokémiája, ehhez csatlakozik a félvezető probléma a biológiában, és a biológiai kibernetika. Ez egy kis országnak elég nagy program. Ezen belül minden témának csaknem lesz egy osztálya, ill. művelője.

Szó volt arról, hogy minél előbb állítsanak fel tanszéket. A tanszéknek ezen a kereten belül meg kellene jelölni a profilját, azután meg kell jelölni, hogy melyek legyenek azok a szakmák, amelyeket most már intenzíven műveljenek és amelyek 5 év múlva eljussanak a nemzetközi termelés stádiumába. Az izom és ingerület területen nemzetközi szinten termel a magyar biofizika, a sugárbiológia területén is elmondhatjuk ezt. A többi területekhez erősítés kell. Azt hiszem, hogy ezen 5—6 megadott témakör az, amely megszabja a jövőre a magyar biofizikai kutatás fő fejlesztési körét.

Szabad legyen a másik kérdéshez, a képzés kérdéséhez, a biofizikai képzéshez hozzászólni. Örvendetes, hogy a képzés elindult és egy éve folyik a budapesti egyetemen és szeptemberben Szegeden is megindul, — Budapesten 25, Szegeden 20 hallgatóval, s ezeknek kb. egy negyede biofizikus lesz. Örvendetes,

hogy bennünket annak idején megkérdezett minden illetékes szerv, mi a véleményünk az oktatást illetően. Azt gondolom, hogy továbbra is figyelemmel kell kísérni a biológusok, de különösen a szakbiológusok képzését, hogy 4—5 év múlva valóban megfelelő kutatókat kapjon a magyar biofizika. De kérdezem, hogy az oktatással kapcsolatban várhatunk-e 4—5 évig, míg ezek a hallgatók kinőnek, mivel akkor ezek még nem lesznek kész, kutatásra alkalmas biofizikusok. Az aspiránsképzés keretei a Biológiai Osztály keretei között korlátozottak. Azt gondolom, helyes lenne megfontolni, amit Bozóki elvtárs többször felvetett már, hogy a végzős fizikus és biológus hallgatókat az utolsó előtti évben valamilyen szervezett formában a biofizikai kutatás felé irányítsuk, akár úgy, hogy a diplomamunkájukat már biofizikai jellegű témából írják, vagy úgy, hogy az egyetemen biofizikai jellegű speciál kollegiumokat hallgatnak. Érdemes lenne ilyen javaslatot tenni a Művelődésügyi Minisztériumnak vagy az Egészségügyi Minisztériumnak, hogy ezzel is elősegítsük azt, hogy ne öt év múlva, hanem már előbb megfelelő számú szakember kapcsolódhassék be a kutatásba.

Györgyi Sándor: Szeretne az oktatással kapcsolatban brünni tapasztalatokat elmondani. Brünnben a Biofizikai Kutató Intézet kutatógárdája az ottani természettudományi karon a fizikus, kémikus és biológus hallgatók számára egy-két féléves speciál-kollégiumot tart, amelynek keretében egészen röviden ismertetik azt, hogy mi a biofizika és ezzel kapcsolatosan néhány problémát vetnek fel. Ez úgy a második, harmadik év táján történhet. Utána mód van arra, hogy képezzék a fizikusokat, kémikusokat, biológusokat, vagy bárkit, aki érdeklődik és megfelelő alapokkal is rendelezik, és hogy az ottani biofizikai kutatóintézetben externistaként dolgozzék az illető az utolsó egy-két évben. És miután végzett, akkor mód van arra, hogy az ottani intézet, vagy más hasonló célú intézet kiválogassa azokat az embereket, akikre már a későbbiekben lehet építeni és akik azután a végzés után még fél, vagy egy évig egy ún. alapképzésen mennek át, ahol szigorúan megadott tematikát kell végigtanulniok és azután, egy év után, kapcsolódnak be a biofizikai kutatásba.

Hoffmann Tibor: Én nem az oktatási problémához szeretnék hozzászólni, hanem az általános biofizikai szervezéssel kapcsolatban szeretnék egy nemzetközi példát felhozni, ami még nincs kiforrva és ezért szeretnék erre vonatkozólag javaslatokat és hozzászólásokat hallani.

Az UNESCO Titkársága keretében megalakult egy biológiai koordináló tanács. Szándéka az, hogy a molekuláris biológia területén egy nemzetközi intézetet létrehozzon. Az volt ugyanis az elképzelés, és az a helyzet, hogy úgy látják, hogy egyetlenegy ország, még a nagy országok sem képesek arra, hogy önállóan, egy teljesen széles programú molekuláris-biológiai intézetet létrehozzanak. Ennek részben politikai okai is voltak, részben pedig katonai okai és ezért szerettek volna egy nemzetközi intézetet létrehozni. Most az elképzelés az, hogy az 1967—69-es években az UNESCO képes lesz ilyen intézet létrehozására. Szilárd professzorral és másokkal sok vita volt arra vonatkozólag, hogy milyen módon, milyen osztályokkal induljon ez meg. Pillanatnyilag 13 osztályra van tervezve ez a szervezet: az 1) osztály lenne a matematika-információ elméleti és kiértékelő osztálya, a 2) egy külön elméleti osztály, a 3) alap fiziko-kémiai osztály — ezt én osztályoknak nevezem —, bár inkább a mi főosztályunk fogalmát közelíti meg. A 4) analítikai-kémiai csoport, az 5) organikus szintézis osztály, a 6) sejt- és szövettani osztály, a 7) genetikai és öröklődési osztály, a 8) egy általános orvosi osztály — eddig ezzel az elnevezéssel futott —, a 9) állatorvosi

osztály, a 10) növény-fiziológiai, vagy növénytani osztály, a 11) sugárbiológiai osztály, a 12) űrbiológiai osztály és a 13) mérnöki osztály.

Ezek a nevek nyilvánvalóan nem fedik teljesen és pontosan azt, hogy miről van szó. Úgyhogy ha érdekes, akkor esetleg ezeknek a részletezéséről lehetne szó. Erre most nincs idő és talán majd egy más alkalommal. Meg kell mondani, hogy az 1. 2. 3. 6. és 7. osztályok további bontása is megtörtént már. A főosztályokra való bontási javaslatok is megtörténtek. Az elképzelés az, hogy ezek a főosztályok jönnének létre az első években és később alakulnának ki azután fozokatosan a többi osztályok. De hogy most ezek az osztályok milyen súlyponttal működnének, azt természetesen elsősorban az szabja meg, hogy milyen kutató szakemberekkel és milyen felszereléssel kell indulni.

Azt hiszem, ilyen szempontból most első pillanatban nehéz ehhez hozzászólni, de talán későbbi időpontban, az utolsó napon már ebben állást lehet foglalni.

Juvancz Iréneusz: A káderkiválasztásra vonatkozólag hallottunk egy nagyon szép tervet, hogy Brünnben hogyan csinálják. Ez elég nehezen menne, mert hogy is van? A legjobb hallgatók általában a tiszta anya-szakmáknál szeretnek maradni. Ez megvan a matematikusoknál, fizikusoknál és kémikusoknál egyaránt. Határterületet művelni viszont igen nehéz. Tehát tisztelet a csekélyszámú kivételnek, ezekhez a grandiózus és komolyan indokolt terveinkhez egyáltalán nem látom biztosíva, hogy a fiatalságnak azt a krémjét fogjuk megkapni, amelyre mi számítunk.

Az Egészségügyi Világszervezet is tervezett ilyen nagy nemzetközi kutatóintézetet. Nagyon örülnék, ha illetékesek megcáfolnák pesszimizmusomat, úgy a káderlehetőségek, mint ezen intézet, s egyáltalán az anyagi és pénzügyi lehetőségek terén, amelyek előttünk állnak.

Ernst Jenő: Megköszönöm a szíves hozzászólásokat és azt, hogy meghallgattak.

Straub F. Brunó: Megköszönve az előadást és a vitát, a magam részéről annyit szeretnék hozzátenni, hogy világos, hogy az optimumnak és a reális lehetőségeknek a keverékét kell megvalósítani. Szükség van optimizmusra, tervezni kell a jövőre vonatkozólag és ezt csak optimista módon érdemes csinálni. Világos azonban, hogy a reális lehetőségeket figyelembe kell venni. Juvancz elvtársat megnyugtathatom, hogy vannak fiatal káderek, akiket el lehet csábítani az eredeti szakmájuktól, de ehhez megfelelő színvonalú kutatásnak kell lennie.

A vita után következtek a 10 perces kiselőadások.
(Az előadások kivonatait közöljük).

1. TÖRÖK ATTILA:
(SZOTE Agykutató Intézet, Szeged)

Inger és az érzet információelméleti összefüggései.

Mint ismeretes, a Weber-féle törvény fogalmazza meg az inger- és az érzés-intenzítás közötti kapcsolatot. Eszerint az az ingererősségváltozás, amely már észrevehető érzésintenzítás-változást okoz, az eredeti inger nagyságának mindig k-szorosa. (k l) Ez differenciális összefüggés, s kiintegrálva logaritmikus összefüggést kapunk. Az átvitel-technikában ezért alkalmaznak logaritmikus potenciométert, pl. a hang erősségének folyamatos szabályozására.

Az inger által szállított energiának első áttranszformálása az érzékszervben történik. A központ felé futó impulzusok számát az FM. szabja meg. Az információ, melyet szállít, további PCM rendszer szerint határozható meg. Tehát az ingererősség lineáris változtatásánál a kvantálást az érzékszerv ingerküszöbe szabja meg.Információelméleti alapon összefügés állapítható meg, — fiziológiás határokon belül — az ingererősség, érzet, ingerküszöb stb. között, mint átvitelelméleti fogalmakkal.

2. BIRÓ GÁBOR ÉS KIRÁLYFALVI LÁSZLÓ:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A biológiai kódolás vizsgálata.

Az 1962-es debreceni Biofizikus Vándorgyűlésen intézetünk kifejtette, hogy az ingerület kódolt ingerként fogható fel, és hogy maga a kódolás időigényes folyamat. A kérdés megközelítéséhez olyan kísérleteket végeztünk, amelyekben az időviszonyokat vizsgáltuk. A feltételezés szerint kódolás történik a véglemezben is. Ennek igazolására kísérleteinkben összehasonlítjuk az indirekt és direkt ingerlésre kapott izomválaszokat megelőző időtartomokat.

GARAMVÖLGYI MIKLÓS:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A Z-csík újraképződése Z- és M-csíkjától megfosztott harántcsíkolt izomfibrillában.

Régebbi munkánk során azt találtuk, hogy a harántcsíkolt izom Z- és M-csíkja lipase által enzymaticusan emészthető. Ilyenkor az eredetileg nagy optikai sűrűségű Z -és M-csík helyén világos, anyaghiányt jelző sáv keletkezik. A fibrillák azonban rendszerint nem esnek szét sarcomerekre — ill. félsarcomerekre — mutatva, hogy a hosszanti szubmikroszkópos szerkezetnek legalább egy része épségben maradt. A Z-csík helyén lévő résben sikerült is myofilamentumokat találnunk.

Ha ilyen kiemésztett Z- és M-csíkú fibrillákhoz kb. 10^{-3}m ATP-t, 10^{-3}m-t és 10^{-2}m $MgCl_2$-t tartalmazó Pringle-oldatot adunk, a Z-csík ismét megjelenik, miközben a fibrilla erőteljesen megrövidül. Az M-csík helyén továbbra is megmarad az anyaghiány. Az újraképződött Z-csík több esetben kb. félóra után spontán eltűnt.

E kísérletünk éles ellentétben áll Huxley és Hanson „sliding"-elméletével, de jól értelemezhető az izomfibrilla hosszanti szerekzetéről nyert saját adataink-kal. Bár kémiai úton kiváltott, művi rövidülésről van szó, ennek felderítendő strukturális mechanizmusa jelentős lehet a physiológiás izomrövidülés megismerése szempontjából is.

4. METZGER-TÖRÖK GABRIELLA:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Az anizotrop szakasz hamutartalmának lokalizációja.

Korábbi munkánkkal kapcsolatban beszámoltunk a harántcsíkolt izom mikroincinerációs vizsgálatairól, s megállapítottuk, hogy a fibrillán belül a hamualkotórészek nagyjában az anizotrop szakaszban lokalizálódnak.

Kísérleteinket méh szárnyizmából preparált fibrillán végeztünk. A fibrillát Pringle-oldatban preparáltuk és interferencia mikroszkópban vizsgáltuk, illetve mértük, majd desztillált vízzel átmostuk és szobahőmérsékleten szárítottuk. Az anizotrop szakasz bizonyos idő múlva kettő vált. Ezután a kiszáradt fibrillát 400 C°-on elhamvasztottuk. Az anizotrop szakasz anyaga az égetés után is megtartotta a kettévált struktúrát, s a mért hamuértékek megközelítették a naiv fibrilla hamuértékét. Vagyis a hamu az anizotrop friss anyagaival együtt változtatta lokalizációját.

5. TIGYI—SEBES ANNA:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Az anizotrop szakasz anyagának vándorlása kioldáskor.

A myozin kioldáshoz kapcsolódó munkák közben vetődött fel a myozin vándorlásának vizsgálata. Kísérleteinket Apis Mellifica szárnyizmán végeztük, izolált fibrillát preparáltunk Pringle-oldatban, és a készítményen különböző koncentrációjú Edsall-Weber oldatot szívattunk át mikroszkóp alatt. A kioldás folyamatát egyrészt fáziskontraszt mikroszkóppal vizsgáltuk, másrészt keskenyfilmre vettük fel. Kiegészítésül interferencia mikroszkópon méréseket végeztünk az oldási folyamat jellemző fázisaiban.

Kísérleteink szerint az anizotrop szakasz fehérje-anyaga eredeti helyéről elmozdulva a Z-vonal mellé tömörül. Felvetődik a folyamat esetleges kontrakciós szerepe.

6. ERNST JENŐ:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Na-migráció és ingerület.

Béka hátsó-végtag átáramoltatás (Läwen-Trendelenburg praeparatum) olyan „ringeroldattal", amelyből hiányzik a K és Ca, hamarosan azzal jár, hogy megszűnik a direkt és indirekt ingerlékenység. Ez reverzibilisnek mutatkozik, ha ugyanis átkapcsoljuk az átáramoltatást normális ringeroldatra, újra visszatér a direkt és indirekt ingerlékenység. A jelenséget akciós árammal és kontrakcióval vizsgáltuk. Felvetődik a kérdés, hogyan értelmezhető e jelenség a Hodgkin-elmélet alapján.

7. SZÉPHALMI GÉZA:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Vékony metszetekről készült EM-i felvételek kvantitatív kiértékelésének metodikája.

Az elektron abszorpció általános érvényű törvénye $I=I_0e—Sw$, ahol I az elektronsugár intenzitása az anyagrétegen való áthaladás után. I_0 a sugár eredeti intenzitása, S a tömegabszorpciós együttható és w az abszorbeáló anyagréteg felületi sűrűsége. EM-i felvételek kvantitatív kiértékelésének elvi lehetősége azon alapul, hogy S az EM-ban fennálló körülmények között kémiai összetételtől jó közelítéssel függetlennek tekinthető. Az EM-i felvételek készítésétől a kész mikrográf denzitometriás kiértékelésig elvégzendő részfeladatok egyenleteit összevetve a kiindulási egyenlettel, gyakorlatilag alkalmazható összefüggés adódik a biológiai struktúra jellemző w felületi sűrűségére.

Az irodalomban eddig leírt metodika síkmetszetekre alkalmazása nehézségekbe ütközik, de a felmerült problémák a metodika továbbfejlesztésével megoldhatók.

3. HAJNAL—PAPP MÁRIA:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A K, Na, P és Ca eloszlása az izomban.

Az izomműködésben szerepet játszó K, Na, PO_4 és Ca ionoknak a kötési állapotát, illetve az izomállományban való elhelyezkedését vizsgáltuk oly módon, hogy K-42, Na-24, P-32 és Ca-45 izotópokat tartalmazó oldatot áramoltattunk át Läwen—Trendelenburg-féle eljárással preparált békán.

Az ilyen módon K-42 és P-32-vel végzett kísérletünkről már beszámoltunk. A kapott kvalitatív és kvantitatív értékek alapján azt a következtetést vontuk le, hogy az intrafibrilláris és extrafibrilláris K nagyjából sem keveredett ezekben a kísérletekben. (A P—32-vel végzett hasonló kísérletek mgegyeznek a K-al kapott eredményekkel.)

A kísérletet megismételtük Na-22-vel, Na-24-gyel és Ca-45-tel is. A Ca-45-tel végzett kísérlet eredménye kb. a K és P eredményekhez hasonló. A Na-22 és Na-24-nél a másik hárommal ellentétben, az izom spec. aktivitása megegyezik az átáramló oldat spec. aktivitásával, noha a Na áramlási ideje 1 óra, a többié 3 óra. Az irodalmi adatok is a Na gyors cseréjére utalnak. A sacch.-os Ringerrel kimosott izmok spec. aktivitása nagymértékben csökken a Na-22-vel, illetve a Na-24-gyel átáramoltatott izmok spec. aktivitásához képest.

9. BELÁGYI JÓZSEF, DAMERAU W. ÉS LASSMANN G.:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Sugárzásindukált szabad gyökök vizsgálata izomszövetben elektronspin-rezonancia módszerrel.

Az ionizáló sugárzás hatásának tanulmányozása biológiai objektumon — különösen vázizmokon — alapvető érdekességű. Az ionizáló sugárhatás primér részét radikálképződés kíséri, amely elektronspin-rezonancia módszerrel tanulmányozható.

A szerzők liofilizált izomszöveten végeztek vizsgálatokat Co^{60} gamma és Rtg.-besugárzás után. A besugárzás szobahőmérsékleten és cseppfolyós levegő hőmérsékletén történt. A mérést X-band spektrométeren ($\lambda = 3{,}2$ cm) H_{102} üregrezonátorban végezték szobahőmérsékleten és 80 K°-on.

A minták különböző hőmérsékleten történő mérésével a képződött radikálok átalakulását tanulmányozták. Megállapították egy quartett struktúra felléptét.

10. MÓROCZ—JUHÁSZ MÁRIA ÉS ÖRKÉNYI JÁNOS:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Az izomrövidülés és erőkifejtés elválasztása.

Az irodalomban régóta és sokat vitatott probléma az izomkontrakció két jellegzetes típusának, a rövidüléssel és a feszüléssel járó kontrakciónak természete. Feltételezve, hogy itt két különböző folyamat szerepel, megpróbáltuk a rövidülést és erőkifejtést szétválasztani. Kísérleteinkben Läwen—Trendelenburg-preparátumot használtunk, melyet hypotóniás ($^1/_4$ n) Ringer-oldattal áramoltattunk át. A béka jobboldali m. gastrocnemiusát direkt ingereltük egyes ingerekkel és mind a rövidülést, mind a feszülést mechanoelektromos átalakító segítségével katódoszcillográfon regisztráltuk. A hypotóniás oldat áramlásának megindulása után pár perccel a rövidülés időbeli lefolyása megváltozott és egyes ingerre kifejezett tetanuszoid rángást tapasztaltunk, miként ez ismeretes az irodalomból. A feszülés képe nem, vagy alig változott. Kísérleteink alapján arra következtethetünk, hogy az izom erőkifejtésében olyan folyamat játszik szerepet, mely különbözik a rövidülés alapfolyamatától.

11. TIGYI JÓZSEF:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A víz lokalizációjának vizsgálata az izomban triciumos radiográfia segítségével.

Hypertóniás oldattal elérhető az izomnak egy olyan állapota, melyben az ingerületi folyamat még teljesen ép, de mechanikus kontrakció nem mutatható ki. Ez a jelenség reverzibilis és kiválóan alkalmas az ingerület és a kontrakciót összekötő folyamatok, továbbá az ingerület izolált tanulmányozására.

Jelen vizsgálatainkban a jelenségben — az ingerület és a kontrakció szétválasztása során — a víz elhelyezkedését vizsgáltuk meg. Kidolgoztunk egy olyan stripping-filmes eljárást, mely az előzetesen tritiumos vízzel telített izomvíztartalmának közel fiziológiás körülmények között való tartásával teszi lehetővé az autográfia elvégzését.

Megállapítottuk, hogy a hypertóniás oldattal kezelt izomban a víz elhelyezkedése szabályos, ellentétben a normál Ringben tartott kontrollokéval, ami azt jelenti, hogy ahhoz, hogy az ingerület után a mechanikus kontrakció is bekövetkezzék, a struktúrához kötött vízen kívül a szabad izom-vízre is szükség van.

12. CSÁGOLY ENDRE:
(Orsz. „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Biológiai nagymolekulák felületaktivitás vizsgálata: polarográfiás maximum elnyomás és molekulasúly összefüggései.

A vizsgálatokhoz az elektrokapillár görbe negatív potenciál területére eső fém maximumokat — elsősorban a Co II/O alapmaximumot — választottuk. Ez a maximum típus — Cl^- ionok jelenlétében — jobbnak bizonyult az oxigénnél, különösen magasabb hőfokon történő munkáknál. Az elnyomási görbéket 40 C°-on vettük fel. Ilyen hőfokon az adszorpciós izotermák az elnyomás 30—70%-os tartományában exponenciális lefutásúak, féllogaritmusos léptékben „kiegyenesíthetők", és iránytangenssel jellemezhetők voltak. Az iránytangensek az irodalmi mólsúlyokkal fordított arányt adnak, és az eljárás 100,000 nagyságrendig közelítő molekulasúly mérésekre alkalmasnak látszik.

Felületaktív nagymolekulák közül fehérjéket (szérumfehérje frakciók, zselatin, enzimfehérjék: tripszin, pepszin, ribonukleáz), különféle RNA preparátumokat, nyál-mucint vizsgáltunk.

Jól követhetők — folyamatos időgörbe felvételekkel is — a molekula méretváltozással járó reakciók. Sugárhatásra bekövetkező kezdeti reverzibilis fehérje molekula-asszociációkat, valamint — elsősorban tripszines — emésztési folyamatokat mértünk, illetve a maximum potenciálon folyamatosan regisztráltunk.

Hasznosítható az eljárás molekula stabilitás vizsgálatoknál, még a kevésbé felderített szerkezetű nagymolekuláknál is.

13. MASSZI GYÖRGY ÉS ÖRKÉNYI JÁNOS:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Gelatina oldat mikrohullámú vizsgálata.

Feltehető, hogy mikrohullámú mérések értékes adatokat nyújtanak a biológiai funkciókban szerepet játszó makromolekuláris rendszerek struktúrájáról. E feltevés kísérletes alátámasztására gelatina sol és gél oldatokon végeztünk méréseket. Vizsgálatainkat cm-es hullámhosszúságú elektromágneses rezgések tartományában végeztük. Az általunk használt mérési módszerrel a mintán keresztül haladt elektromágneses hullám amplitudójával arányos áramértéket határoztunk meg. A közvetlenül mért értékből kiszámítottuk az egyes anyagok mikrohullámú abszorpciója közötti különbséget. Gelatina hőmérsékletét +5 — +50 C°-os intervallumban változtatva azt tárgyaltuk, hogy gél állapotban az energia abszorpció nagyobb mint sol állapotban, továbbá a gél hőmérsékletét emelve az abszorpció jelentős mértékben csökken, sol állapotban pedig kis mértékben nő. Tehát a sol és gél állapot közötti strukturális különbséget jelzi a mikrohullámú mérés.

14. TÓTH LAJOS ÉS KROMPECHER ISTVÁN:
(Orvosi Fizikai Intézet, Debrecen)

A nyomás terjedése biológiai szövetekben.

A csonttörés gyógyulását vizsgálva megismertük, hogy sarjszövetből kialakuló porcos kallusz kifejlődésének oki tényezői között jelentős szerepe van a nyomásnak. A csonttörés terét kitöltő közegbe csontszilánkok nyúlnak be a sarjszövetbe, és a ható nyomás folytán ezek mellett koncentrált erő-hatás lép fel. A közvetlen vizsgálatot nagyon megnehezíti a törési tér keskenysége, ezért modellkísérlethez folyamodtunk.

A) A modell-kísérletben a törési teret kitöltő közeg helyett, a sok tekintetben hasonló mechanikai tulajdonságokat mutató zselatint alkalmaztuk, természetesen a méretek erős megnövelésével. (12×8×3 cm). A csontgerenda szerepét egy, félgömb-felületű porcelán mozsártörő játszotta. A nyomás megnövekedésekor vizsgáltuk a rugalmas feszültségi- és nívóvonalakat.

B) A modellkísérlet elméleti alátámasztása. Laplace két-dimenziós egyenletéből indultunk ki. Új, vektoros eljárással levezettük a feszültségi és nívógörbéket. Eredmény: a nyomás a törési térben változó, a koncentrált erőhatás levezethető. Azonban a csontgerendától nagy távolságban a nyomás csaknem egyenletes elosztást mutat.

C) Az elmélet és a modell-kísérlet szerepe a biofizikai tárgyalásokban.

15. HOFFMANN TIBOR:
(Távközlési Kutató Intézet, Budapest)

E. Coli tenyésztési sebességének befolyásolása elektrosztatikus térrel.

Kvantummechanikai meggondolásokból előzőleg arra a következtetésre lehetett jutni, hogy elektrosztatikus térrel a sejtek osztódási frekvenciáját lehet befolyásolni. Szigetelők mozgatás folyamán elektrosztatikus töltést nyerhetnek. Ezt a két jelenséget összekapcsolva E. Coli baktériumokat rázó-asztalon teflon törmelék jelenlétében és anélkül, továbbá földeléssel és anélkül tenyésztettünk. Az eredmény igazolta az elektrosztatikus tér hatására vonatkozó feltevést.

16. LADIK JÁNOS:
(MTA Központi Kémiai Kutató Intézete, Budapest)

Ultraibolya sugárzás mutagén hatásának lehetséges értelmezése.

A DNS-beli bázispárok tautomer átalakulási lehetőségei és a Watson—Crick-féle mutációs mechanizmus. — A Löwdin-féle alagúteffektusos proton-átrendeződés a bázispárok hidrogén-kötéseiben. — A hidrogén-kötés potenciál-függvényének közelítő számítása. — π-elektron elosztás a bázispárok alapállapotában és egyes gerjesztett állapotaiban. A π-elektron eloszlás megváltozásának hatása a potenciál-függvényre. — A potenciál-függvény alakjának megváltozása és a tautomér átrendeződés valószínűsége közötti összefüggés.

17. RONTÓ GYÖRGYI:
(Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Az ultraibolya sugárzás primer hatásának vizsgálata a bakteriofágok strukturájára.

Korábbi munkáinkban beszámoltunk a T 7 bakteriofágok ultraibolya sugárzás hatására történő inaktivációjáról, a dózis-hatásgörbe lefutásáról.

Az inaktivációs történésekkel párhuzamos fágstruktúra változásokat ultraibolya abszorpciós spektrofotometria segítségével vizsgáltuk. Jelen munkánkban a kis dózisú besugárzások (maximálisan vizsgált dózis $0{,}5 \cdot 10^{-7}$ einstein/cm^2) hatására keletkező primer fototermékeknek az élő fág és inaktivált fág együttes abszorpciós görbéjéből való szétválasztását végezzük el, és a primer ionizációs aktus, valamint az észlelt biológiai hatás (fág-inaktiváció) között lezajló folyamatokat tanulmányozzuk.

18. HORVÁTH IMRE ÉS V. FEHÉR ILONA:
(Agrártudományi Egyetem, Gödöllő)

A fény színképi összetételének hatása a szénhidrát-anyagcserére.

A szerzők „törpefitotronban" kondicionált körülmények között vizsgálták a fény színképi összetételének hatását a szénhidrát-anyagcserére. (Napi ritmusban programozhatóan változó hőmérséklet, páratartalom, fényintenzitás, megvilágítási idő hossza, állandó CO_2 koncentráció, egyenlő víz- és tápanyag-ellátottság.) A különböző színképi összetételű fényt színes fénycsövek szolgáltatták, melyek a látható hullámtartományban eltérő spektrális összetételű fényt biztosítottak.

A vizsgálat alapján (bab, borsó, kukorica) megállapítható:

a) a fény minősége a szénhidrát anyagcserét jelentősen befolyásolja (oldható szénhidrátok, keményítő, hemicellulóz abszolút és relatív mennyisége),

b) különböző növényeknél azonos minőségű fény eltérő hatást eredményez,

c) a fény minősége befolyásolja a szénhidrátok egyes szervekben (gyökér, szár, levél, termés) történő lokalizációját.

19. IGÁLI SÁNDOR:
(Orsz. „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Biológiailag aktív homolog desoxyribonucleat hatása Escherichia Coli Rtg-el besugározott populációinak mutációs frekvenciájára.

Az Escherichia coli egy methionin igényes auxotroph biokémiai mutánsának spontán prototroph reversioját kis dózisú rtg. besugárzás significansan megnöveli. A baktériumból kivont biológiailag aktív saját desoxyribonucleat a populációval együtt besugározva csökkenti a prototroph coloniaképző revertáns centrumok arányát. A kísérleti eredmények alapján bebizonyosodott, hogy a biológiailag aktív homolog desoxyribonucleat megfelelő kísérleti feltételek mellett bizonyos védelmet nyújthat a rtg. sugarak mutagén hatása ellen.

20. FALUDI BÉLA:
(ELTE Származás- és Öröklléstani Tanszéke, Budapest)

Diszubsztitulált fenoxiecetsavak molekuláris szerkezete és növekedésserkentő hatása közötti összefüggés.

Burgonya-szövettenyészetekben megállapítottuk, hogy a 2,4—D és a 3,4—D a növekedést nagy mértékben serkenti. A 2,5—D hatásossága alacsonyabb. A 2,3—D, 2,6—D és 3,6—D, továbbá a fenoxiecetsav alapvegyület tumoros növekedést nem indukál. Az egymáshoz képest para helyzetű klóratomokat tartalmazó vegyületek (2,6—D és 3,6—D) tehát nem növekedésserkentők. Az ortho helyettesítések hatásossága attól függ, hogy a fenoxiecetsav alifás csoportjához képest a klóratomok hogyan helyezkednek el. Az antipodiális 2,4—D és 3,4—D növekedésserkentő hatású, a 2,3—D nem. A 4-metil-2-klór vegyület inaktív, míg a 2-metil-4-klór fenoxiecetsav hatása megegyezik a 2,4—D-vel, ami arra utal, hogy a 4-klór szubsztitúció hatásspecifikus. A 4-monoklór fenoxiecetsav növekedésserkentő hatása a 2,4—D-hez viszonyítva kisebb, így a kettes helyzetű aspecifikus szubsztitúció is befolyásolja a növekedés mértékét.

A hatásmechanizmusra vonatkozó vizsgálataink szerint a tumoros növekedést indukáló fenoxiecetsavak detergensekkel analóg módon viselkednek: a mitokondriumok elektrontranszport rendszeréből oldható DPNH oxidázt szabadítanak fel.

21. PARÁDI ELEMÉR:
(ELTE Származás- és Öröklléstani Tanszéke, Budapest)

A γ sugárzás hatása 2,4—D-vel indukált növekedésre.

10, 20, 30, 40 és 80 Kr (Co^{60}) dózisok hatását vizsgáltuk 2,4-diklórfenoxiecetsavval indukált tumoros növekedésre burgonya-szövettenyészetben.

Megállapítottuk, hogy a burgonyagumó, illetve a belőle készült szövettenyészet más növényi szervekhez képest viszonylag sugárrezisztens. Ha a besugárzást teljes gumókon alkalmaztuk, akkor a belőlük készült szövettenyészet mindössze 40% növekedésgátlást mutatott. Ha közvetlenül a szövettenyészeteket sugároztuk be, akkor a növekedésgátlás mértékét elsősorban a szövettenyészet kora határozta meg. Így 2 napos szövetek 10 Kr-rel való besugárzása 45% körüli növekedésgátlást okozott, mely a dózis emelésével tovább nem fokozódott. Ebből arra következtethetünk, hogy a növekedésnek van egy sugárérzékeny és sugárrezisztens komponense. Az 5 napos korban történt sugárkezelés lényegesen kisebb mértékű növekedésgátlást idézett elő, amely arra vall, hogy a sugárérzékeny növekedési komponens csak a növekedés igen korai szakaszára jellemző. A besugárzott szövetek 2,4—D—^{14}C akkumulációjában szignifikáns különbséget nem tapasztaltunk. Ebből arra következtethetünk, hogy a 2,4—D akkumulációjával nem közvetlenül összefüggésben álló folyamatról van szó, amely valószínűleg DNS szintézis lehet.

22. CSUKÁS SÁNDORNÉ:
(ELTE Származás- és Öröklestani Tanszéke, Budapest)

Sugárérzékenység változása a Drosophila lárvák fejlődése során.

Kísérletünkben a lárvák sugárérzékenységét vizsgáltuk ^{32}P-tartalmú 20 μC/ml aktivitású táptalajon.

Azt találtuk, hogy a harmadik lárvakorban sugárzással szemben nagyfokú érzékenység mutatkozik. A sugárérzékenység alakulásának elemzésére 70—105 órás korú lárvákat rövid időtartamra (1—4 óra) ^{32}P-tartalmú táptalajra helyeztük, majd izotópmentes táptalajra tettük. 75 és 102 óra között a lárvák sugárérzékenysége fokozódik, később csökken. A letalitási százalékon lemért szenzitivitási maximum az érzékeny perióduson belül 95 és 100 óra közé esik.

A ^{32}P-nek a lárvák morfogenezisét befolyásoló hatása általában abban mutatkozik, hogy a bábozódás késik. A morfogenezis a kezelés időpontjától függően különböző szakaszban gátlódik. Az érzékenységi maximum periódusában az állatok főként homogén bábállapotban pusztulnak el.

Eredményeink alapján arra következtetünk, hogy az idősebb lárvák nagyfokú sugárérzékenysége nem a sugárhatás irodalomban korábban feltételezett kumulálódásával magyarázható, hanem a morfogenezis egyes szakaszainak különös érzékenységével függ össze.

23. VÁRTERÉSZ VILMOS, HÍDVÉGI E. J., HOLLAND J., BÖLÖNI E., LOVAS B. ÉS CZUPPON A.:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Röntgen sugárzás in vivo hatása a sejt fehérje szintetizáló rendszerére, I. Strukturális és funkcionális változások.

Intézetünk biokémiai osztályán a biológiai információs rendszerre gyakorolt ionizáló sugárhatással foglalkozunk. Részletesen tanulmányozni kívánjuk, miként változik meg a code translatio lépése (RNS-ről a fehérjére történő code átfordítás) besugárzása.

Tengerimalac májából subcelluláris cytoplasma partikulákat izolálunk, amelyek in vitro körülmények között fehérjeszintézisre képesek. Beszámolunk az izolált ribosomák biokémiai analízisének eredményéről, az analitikai ultracentrifugás vizsgálatokról és elektronmikroszkópos képeket mutatunk be jól felismerhető messenger-RNS lánccal.

600 r teljes besugárzott állatok májának microsoma, illetve ribosoma frakciójából RNS-t izoláltunk. Tanulmányoztuk az RNS heterogenitását DEAE cellusose oszlopon, továbbá saccharose sűrűség-gradiens ultracentrifugálással. Ezen kísérleteket előzőleg in vivo nucleinsav precursorral jelzett RNS-sel is elvégeztük. A struktur-RNS jelölődését hosszú radioaktív jelzéssel tanulmányoztuk, a messenger-RNS jelölődését pedig rövid radioaktív jelzéssel.

Discutáljuk az ionizáló röntgensugárzás in vivo hatását a fehérje szintetizáló rendszer struktúrájára és funkciójára.

24. HOLLAND J., HÍDVÉGI E. J., LÓNAI P., VÁRTERÉSZ V.:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Röntgen sugárzás in vivo hatása a sejt fehérje szintetizáló rendszerére. II. Az in vitro aminosav inkorporáló rendszer tanulmányozása.

A fehérjeszintézisben résztvevő subcelluláris partikulák (ribosoma rendszer) sugárérzékenységének vizsgálata során rendszert állítottunk össze, amely in vitro körülmények között C^{14} aminosavakat inkorporál (Nirenberg rendszer). Tanulmányoztuk az aminosav inkorporáció kinetikáját és különböző fehérjeszintézist gátló antibiotikumok hatását. Vizsgáltuk polyuridylsav (mint mesterséges messenger-RNS) ribosoma-polymerizáló és C^{14}-fenilalanin inkorporációt fokozó hatását, előinkubált rendszerben.

Saccharose sűrűség-gradiens ultracentrifugálással analizáltuk a polysomák strukturális változásait RNA-ase, változó Mg^{++} milieu és komplett rendszerben történő inkubálás hatására.

Bemutatjuk a fenti módszerek segítségével végzett összehasonlító vizsgálataink eredményét normál és in vivo 600 r dózissal besugárzott állatok májából izolált polysomákon.

25. HÍDVÉGI E. J., SZABÓ L. D., HOLLAND J., VÁRTERÉSZ V.:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

A histon biokémiai-biofizikai hatásának tanulmányozása a DNA code átírás szabályozásában.

A biológiai információ átadás (DNA-ról az RNA-ra történő code transcriptio) folyamatának szabályozásában a histonok fontos szerepet töltenek be molekuláris biológiai szinten — újabb felfogás szerint. A histon a DNA információs felületét leárnyékolva befolyásolná a messenger- és más RNS-ek szintézisét.

Korábbi két munkánkban megerősítettük, hogy egyrészt az ún. tumor specifikus histon (Busch H. 1959—62) valóban kimutatható tumorokban, míg más általában vizsgált szervekben nem. Másrészt ez a histon kis mennyiségben valószínűleg a normál csontvelőben is előfordul és a csontvelő leukémiássá válása folyamán dominálóvá válik. Utóbbi tényt kapcsolatba hoztuk a DNA-histon anyagcsere megváltozásával a leukemogenezis során.

Legújabb kísérleteinkben modell objektumnak a chorioallantois membránsejteket választottuk és észleltük, hogy limitált trypsin kezelésre csak a bázisos jellegű histonfehérjék bomlanak. Az így kezelt sejtekben az RNS turnovere meggyorsul, amit annak tulajdonítunk, hogy a DNS felületéről a supressor histont eltávolítottuk. A felfokozott RNS turnovert különböző histonok (saját histon, borjú thymus és tumor histon) különböző mértékben képesek befolyásolni.

Discutáljuk a histonok specifikus sajátságát a DNA code transcriptio szabályozásában.

26. NIEDETZKY ANTAL:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

γ-sugárzás hatása izolált szív ioncseréjére.

Intézetünk vizsgálatai szerint sugárzás hatására az izomban jellegzetes ioncsere-változás következik be. Mivel a szívizom több szempontból a vázizomzatból eltérő módon viselkedik, 120—700 r γ dózisok hatását vizsgáltuk a szív Na cseréjére. Kísérleteinkhez teljesen izolált, radioaktív Ringer-oldatban (Na—22, Na—24) spontán működő békaszíveket használtunk. A szíveket két csoportra osztva az egyik csoportot Co-forrással besugároztuk, a másik csoport kontrollként szerepelt. Besugárzás után a pitvarokat és a kamrákat különválasztva dolgoztuk fel. Égetés után a hamut feloldva aktivitást és Na-tartalmat mértünk és specifikus aktivitást számoltunk. A besugárzott kamra-izomzat Na-tartalma nagyobb, a Na specifikus aktivitása kisebb mint a kontrolloké. Pitvaroknál csak 200 r felett kaptunk ilyen eredményt. A specifikus aktivitás eltérése általában 20—30%. A pitvar víztartalma 1—2%-kal nő, a kamraizomzaté nem változik. Ugyanazon szívnél a Na—24 specifikus aktivitása nagyobb mértékben változik mint a Na—22-é. Mindez az irodalmi adatokkal ellentétben a szívizom jelentős sugárérzékenységére utal.

27. SZTANYIK LÁSZLÓ, GESZTI OLGA, MÁNDI ERIKA
ÉS MAKRA ZSIGMOND:
(A Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálata, az Országos „Frederic Jdliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet és az MTA Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest)

Kísérletek kevert neutron-gamma sugárzás relatív biológiai effektivitásának meghatározására.

A MTA Kísérleti Atomreaktorának egyik vízszintes csatonájához készített biológiai besugárzó berendezésben sorozatos méréseket végeztünk a csatornából kilépő sugárzás összetételére és dózisteljesítményére vonatkozóan. A biológiai hatást több, mint 1500 db besugárzott egéren vizsgáltuk és összehasonlítottuk a konvencionális rtg. sugárzás hatásával. A kvantitatíve is jól demonstrálható biológiai hatások alapján meghatároztuk a kevert sugárzás és egyes komponenseinek relatív biológiai effektivitását.

28. SÁNTHA ANDRÁS:
(Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálata és „Frederic Joliot Curie" Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Intézet, Budapest)

Ionizáló sugárzás hatása vörösvértestsuspensio diamágneses tulajdonságaira.

Különböző higítású vörösvértest suspenziót követtában gyengeáramú elektromágneses térbe helyezve, a suspensio felső határán időben és terjedelemben pontosan mérhető, éles határú feltisztulás képződik. A volumen és az idő viszonyából számított diamágneses állandó (DmK) jellemző az azonos kísérleti egyedre. Ha röntgenbesugárzás előtt és után határozzuk meg a DmK-t, jellegzetes különbséget észlelünk, ami arra utal, hogy az ionizáló sugárzás megváltoztatja a vörösvértestek reagáló képességét az elektromágneses térre. Vizsgáltam a DmK változását a röntgendózis, az idő és a vörösvértestszám függvényében.

29. MÁNDI ERIKA, SZTANYIK LÁSZLÓ ÉS GESZTI OLGA:
(A Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálata és „Frederic Joliot Curie" Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Egerek vértérfogatának meghatározása radioaktív vassal

Az utóbbi években nagyszámú vizsgálatot végeztünk egerek vasanyagcseréjére vonatkozóan. A vasanyagcsere vizsgálatokhoz elengedhetetlenül szükséges a vértérfogat pontos ismerete. Minthogy egerek vértérfogatára az irodalmi adatok között meglehetősen nagy különbségek vannak, célszerűnek láttuk az egerek vértérfogatának meghatározását is elvégezni.

Kísérleteinkben az izotóp-higulás mérésén alapuló módszert alkalmaztuk. Az izotóp-jelzést magas specifikus aktivitású Fe^{59}-el végeztük. Módszerünk abban tér el a szabvány methodikáktól, hogy a vértérfogat meghatározását nem egyazon, hanem 10—15 állatból álló csoportokkal végeztük.

Statisztikus értékelés alapján ezzel a módszerrel az egerek vértérfogata a testsúly 10,8 ± 0,8%-ának adódott.

30. DÖKLEN ANNA:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Ionizáló sugárzás, mint az erythropoesis stimuláló faktor — produkció ingerein in vitro.

Különböző mosott szövethomogenátumokat (vese, tüdő, lép) sugaraztak be standard körülmények között 1000 r összdózissal. Vizsgálták a szövet homogenátumok konyhasós felülúszójának erythropoietikus hatását a besugárzást követő különböző időpontokban; in vitro: patkány csontvelősejtek hemoglobin szintézisének mérésével, és in vivo: a keringő vörösvérsejtekbe történő Fe^{59}-felvétel, vörösvérsejt- és retikulocytaszám meghatározás segítségével.

Vizsgálati eredményeik alapján: különböző szövetek azonos dózissal besugarazva különböző erythropoietikus effektust mutatnak. A vizsgált szövetek közül a lépszövet hatása a legintenzívebb. Az erythropoietikus hatás időfüggésében változik: mind az in vivo, mind az in vitro testeléssel növekedő aktivitás mutatható ki, amelynek maximuma a besugárzást követő 90 perc körül van. Két órával a besugárzás után a minták erythropoietikus aktivitása a kontrollokéval megegyező. Későbbi időpontokban mind a csontvelősejtek haemoglobin szintézisében, mind az in vivo parameterekben gátló hatás mutatkozik. A dózis változtatását az effektus időrendi eltolodása és intenzitásának megváltozása követi.

31. SÁNTHA ANDRÁS ÉS KOCZKÁS GYULA:
(Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálata és „Frederic Joliot Curie" Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Fehérvérsejtek ozmozisos rezisztenciaváltozásának meghatározása röntgenbesugárzással kezelt állatokon izotópmódszerrel.

Nyúlból és kutyából nyert, P^{32}-vel jelzett fehérvérsejteket in vitro különböző qualitású röntgensugárral sugaraztuk be. Megállapítottuk, hogy in vitro a fehérvérsejtek ozmózisos rezisztenciájának csökkenése sokkal inkább függ a röntgensugár qualitásától, mint dózisától.

32. SZABÓ L. D., HOLLAND J. és VÁRTERÉSZ V.:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Nehéz víz hatása csontvelősejtek nukleinsav anyagcseréjére.

Korábbi előadásunkban megállapítottuk (Szabó és munkatársai: II. Radiológus Kongresszus, Budapest 1964), hogy a nyúlcsontvelő sejtek nukleinsav és fehérje anyagcseréje a röntgen besugárzás hatására dózistól függően csökken.

A közelmúltban végzett vizsgálatok alapján ismeretes, hogy a nehéz víz jelentősen befolyásolja a sejtek anyagcseréjét és valószínűleg elsősorban a nukleoproteinek anyagcseréjén keresztül hat (Gross P. R. 1960—63). Mivel a röntgensugárzás is elsősorban a nukleoproteinek anyagcseréjét károsítja, ezért kiterjesztettük vizsgálatainkat a csontvelősejtek anyagcseréjének tanulmányozására a nehéz víz jelenlétében.

Kísérleteink során a nyúlcsontvelő sejtek RNS és DNS turnoverének változását tanulmányoztuk in vitro a mediumban jelenlévő nehéz víz koncentrációjának függvényében. Úgy találtuk, hogy 50% feletti nehéz víz koncentráció jelentős blokkolást okoz a nukleinsav anyagcserében. Tanulmányoztuk továbbá, hogy a nehéz víz eltávolítása után miként indulnak be a sejt anyagcsere folyamatok, valamint a radioaktív precursorokkal előjelzett sejtekben a gátlás és gátlás alóli feloldás lépései hogyan következnek egymás után.

Discutáljuk a nehéz víz, illetve röntgen besugárzás hatására előálló változás némely hasonlóságát és különbségét.

33. KÁLMÁN ERZSÉBET, KUTAS V. ÉS SZABÓ L.:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Máj-ribonukleoproteidek immunbiokémiai változásai röntgenbesugárzás hatására.

Az irodalomban a különböző szerzők nem képviselnek egységes álláspontot a ribonukleinsav antigenitásával kapcsolatban. A kérdés eldöntése annál is inkább időszerű és érdekes, mert a legújabb biokémiai és genetikai kutatási irányzat egyre több fényt derít a nukleinsavak fehérjeszintézisbeli, sejtanyagcserebeli igen fontos, sokoldalú funkcióira. Felfogásunkat, mely szerint a ribonukleinsav az antitestszintézis indukálásában is lényeges szerepet kell hogy játsszon, az alábbi kísérletsorozattal vizsgáltuk.

In vivo supralethálisan röntgenbesugárzott, illetve nem besugárzott tengerimalacok májából Pain és Butler-módszere szerint ribonukleoproteid preparátumot készítettünk. Az antigén-antitest reakciót percipitációs, illetve immunodiffúziós módszerekkel vizsgáltuk. Ribonukleázos emésztést is alkalmaztunk. Kálmán és Antoni által korábban leírt módon az antigénből poly- és oligonukleotida frakciókat állítottunk elő. Az oligonukleotida frakcióval haptengátlási kísérleteket folytattunk. A ribonukleinsavban szegényebb, emésztett antigén, továbbá a poly- és oligonukleotida frakciók segítségével további analíziseknek vetettük alá a tengerimalacmáj ribonukleinsav immunológiai viselkedését.

34. ELEK GÁBOR, TOPERCZER JOHANNA:
(Országos Onkológiai Intézet, Budapest)

^{51}Cr-el jelzett NK/Ly ascites tumorsejtek alkalmazása az immunolysis vizsgálatában.

Kísérleteink alapján megállapítható, hogy egérben fenntartott 10 napos NK/Ly ascites tumorsejtek ^{51}Cr-el jelölhetők. A jelzés gyors lefolyású és függ az oldat specifikus aktivitásától, továbbá a sejtsuspensió koncentrációjától. A jelzett sejtek alkalmasak arra, hogy immunolysisben tumoros immunsavók titerét lehessen velük megállapítani. Az antitestek feltárják a magvas sejteket és a kiszabaduló ^{51}Cr képezi a lysis indikátorát. Az ismertetett módszer előnye abban áll, hogy ezzel a magvas sejtek lysise közvetlenül vizsgálható.

35. DAMJANOVICH SÁNDOR és DRASIL VLAGYIMIR:
(DOTE Kórélettani Intézet, Debrecen és Brnói Biofizikai Kutató Intézet, Csehszlovákia)

SH-gátlók hatása Erlich-ascites tumorsejtek sugárérzékenységére.

Szerzők vizsgálták a parachloromercuribenzoat (PCMB) és a monojódecetsav (MIA) hatását Erlich-ascites tumorsejtek sugárérzékenységére. Megállapították, hogy olyan kis dózisokban, melyek önmagukban nem befolyásolják sem a tumorsejtek szaporodását, sem a DNS és RNS synthesisét, a PCMB nem okoz radiosensitisatiót, míg a MIA érzékenyíti a sejteket a röntgenbesugárzás iránt. Fenti vizsgálatokat +20 °C-on és —78 °C-on végezték. Az eredmények alapján discutálják az SH-gátló típusú sugársensitorok lehetséges hatásmechanizmusát.

36. MESS BÉLA és HÁMORI JÓZSEF:
(POTE Anatómiai Intézet, Pécs)

I^{131}-el jelölt somatotroph hormon radioautográfiás lokalizációja fehér patkány szerveiben.

A I^{131}-el jelölt somatotroph hormon (STH) igen rövid idő alatt (5—10 perccel az injekció beadása után) kötődik a vesekéreg elsőrendű kanyarulatos csatornáinak hámjához. Jellegzetesen lokalizálódik a jódizotóppal jelölt STH a máj Kupfer-sejtjeihez is. Az összes többi szerv (hypophysis, mellékvese, pancreas, bél, lép, thymus, nyirokcsomó, tibia epiphisis fugája) csak jelentéktelen mértékben köti az izotóppal jelölt STH-t. Sem a I^{131}-el jelölt kutya serum albumin, mint fajidegen fehérje, sem a NiI^{131} formájában beadott jódizotóp nem mutatta a vesében és a májban a jelölt STH esetén észlelt jellegzetes lokalizációt. A pajzsmirigyben a I^{131}-el jelölt STH beadása után csak hosszabb idő után (3—6 óra) ért el jelentős mértéket az autoradiográfiás feketedés, ami arra utal, hogy a pajzsmirigy csak az STH-ról leszakadt, anorganikus kötésben lévő jódizotópot veszi fel.

Szerzők mindebből arra következtetnek, hogy az STH priméren hat a vesekéregre, ami jó összhangban áll e hormon adása során embernél észlelt súlyos diurezis kialakulásával (Paulsen). A Kupfer sejtek szerepére vonatkozóan szerzők több alternatívát vetnek fel.

37. VARGA LÁSZLÓ:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

A thyreotrophormon hatása a pajzsmirigy nukleinsav anyagcseréjére in vivo.

Közismert, hogy a thyreotrophormon (TSH) in vivo és in vitro egyaránt fokozza a pajzsmirigy jódanyagcseréjét és a hormon-fehérje szintézisét. Az utóbbi időben a nukleinsavak szerepét előtérbe helyezik a fehérje szintézisben, ezért a TSH-nak a fehérjeszintézisre gyakorolt hatása kihat a pajzsmirigy nukleinsav anyagcserére is. E kapcsolatot P—32 alkalmazásával, a pajzsmirigy nukleinsav turnoverének vizsgálatával kívántuk igazolni.

Kísérletünkben 200—250 g-os tengerimalacokat használtunk. Az állatok naponta 2,5 I. E. TSH-t (Ambinon, organon) kaptak intraperitonealisan 1—3 napig. A nukleinsav anyagcsere vizsgálatnál 24 órás szakaszos jelzést alkalmaztunk P—32-vel. Az állatoknak 100—100 μC P—32-t adtunk intraperitonealisan. KH_2PO_4 formában.

A pajzsmirigy ribo, desoxiribonukleinsav, sav-, és 1 lipoidoldékony frakciót Schmidt—Thannhauser szerinti szétválasztással nyertük. TSH-val kezelt állatoknál az említett frakciókban 2—3-szor nagyobb P—32 beépülést találtunk, ami a nukleinsav-anyagcsere fokozódására mutat.

38. KAMOCSAY DEZSŐ:
(I. sz. Női Klinika, Budapest)

Az ultrahang hatása a malignus tumorokra.

Az ultrahangkezelés és a gépek előállításának nagy lendületet adtak 1945-ben Horváthnak, Nyugat-Németországban élő hazánkfiának eredményei: 4 mellrákot sikerült meggyógyítania ultrahang-besugárzással. Azonban az utánvizsgálatok azóta kiderítették, hogy a malignus sejtek ugyan elpusztulnak, ha elég nagydózisú ultrahangbesugárzást kapnak, azonban a kisebb dózisok inkább a rosszindulatú sejtek szaporodását idézik elő. Az I. sz. Kórbonctani Intézetben (Baló prof.) Guerin-rákos patkányokon végzett saját kísérleteink is ezt bizonyítják (5 diapozitív): egyízben történő 2 perces nagydózisú ultrahangbesugárzás segítségével a már mogyorónyi, tehát biztosan halált okozó Guerin-rák ugyan a patkányok 53%-ánál meggyógyult, a többieknél azonban az áttétek elszaporodását és a halál gyorsabb bekövetkezését tapasztaltuk. Woeber prof. (Bonn) tapasztalata szerint a bőrrákok kisebb adagú röntgenbesugárzásra gyógyultak, ha ugyanakkor ultrabesugárzást is kaptak, tehát a carcinomás sejtek az ultrahang hatására senzibilisebbekké válnak a röntgennel szemben. Ennek megfelelő készüléket is állítottak elő. Klinikánk és mások is végeznek kísérleteket abban az irányban, hogy az ún. kevésbé sugárérzékeny tumorok ultrahangbesugárzás segítségével a röntgen, illetőleg a rádiummal szemben érzékenyebbé tehetők-e.

Ezért az ultrahangnak a rosszindulatú daganatokra gyakorolt hatásával foglalkoznunk kell.

39. VARGA—MÁNYI PIROSKA:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Izotóp szétválasztás thermodiffuzió segítségével.

Az 1961-es Biofizikai Vándorgyűlésen beszámoltunk a Ca^{40}—Ca^{45}, továbbá a K^{39}—K^{42} izotópoknak oldatban történő thermodiffúziós szétválasztásáról. Intézetünk tovább folytatta az izotóp-oldatok thermodiffúziós szétválasztását. Kísérleteinkhez jelenleg Na^{22}—Na^{23}, Na^{23}—Na^{24}, Na^{22}—Na^{23}—^{24}, továbbá Li^{7} izotópot tartalmazó oldatot használtunk. A kísérleteket különböző ideig végeztük. Aktivitás, koncentráció és specifikus aktivitás meghatározása után, a kísérleteket az elválasztási faktor (f) segítségével értékeltük ki. Kísérleti eredményeink szerint — a LiCl úgy látszik kivétel — $f > 1$.

40. HOMOLA LÁSZLÓ:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A különböző felületnagyságu membránokkal határolt kolloid rendszerek víztranszportáló működéséről.

Két, azonos anyagi minőségű, egymással párhuzamos membrán külön-külön kettős rács közé van rögzítve. A két membrán rácsozatának különbözősége miatt különböző a két membrán szabad felületének nagysága. A kísérleti készülékben a két membrán között kolloid oldat van zárt térben, amelyből az oldott molekulák kiáramlását erősen hátráltatják a membránok. Mindkét membrán külső oldalán tiszta víz van csőben folytatódó térben. Ebben a háromkamrás rendszerben víztranszport jön létre az egyik víztérből a másikba a nagy felület felől a kis felület irányában. A kísérletek egy része a víztranszport következtében a két szélső víztér között kialakult nyomáskülönbség mérésére irányult. (Pl. 184 cm vízszintkülönbség.) A kísérletek másik részében a két szélső víztér között azonos volt a vízszint. Ekkor pl. 3 hét alatt 19 ml vízáramlás volt megfigyelhető. A felületnagyság különbözősége által létrehozott víztranszport kompenzálható volt ellentétes hatású koncentrációkülönbséggel, amelyet a membránokon kidiffundált anyag okozott. A vízterek kimosása után ismétlődött a víztranszport. Az ismétlés sokszor volt lehetséges, több hónapon át is. Több olyan szubmikroszkopikus, biológiai struktúra ismeretes (többek között a vese glomerulus érfala is), amelyben víztranszport vagy koncentráció-differencia fenntartása történik, és hasonlónak látszik az ismertetett rendszerhez.

41. PÓCSIK ISTVÁN:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A permeabilitás hőmérsékletfüggésének vizsgálata.

Folytattuk a temperatúra koefficiensek vizsgálatát különböző hártyákon. Tojásfehérje mellett tejből is sikerült agyaghengerekbe félig áteresztő hártyát készíteni. Nagy ozmozisos effektust eredményező hártyákon a 10 C°-os hőmérséklet emelés jelentősen növelte az adott nyomáson átáramlott víz mennyiségét, a hártya nélküli, különben változatlan feltételek mellett végzett kísérletekhez képest. A kísérletekből a termoozmozis jelenségénél fellépő anyag- és energiaáramlásra, illetőleg ezek kölcsönhatására következtethetünk.

42. VETŐ FERENC:
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Termoozmózis tyúktojáson.

Intézetünk korábbi közleményei beszámoltak azokról az adatokról, melyek szerint fizikai modellekben félig áteresztő hártyákon és növényi szövetekben temperatúragradiens hatására víz transzportálódik a melegebb helyről a hidegebb helyre. Érdekesnek látszott megvizsgálni, hogy hasonló effektus kimutatható-e állati eredetű objektumon. Ilyen irányú kísérleteink egyik alanyának a tyúktojást választottuk. Itt a probléma különösen érdekes, mert nagy számú egybehangzó irodalmi adat szerint a sárgája ozmozis nyomása — koncentrációját tekintve — hónapokon keresztlü 1,8 atm-val meghaladná a fehérjéjét. Méréseink szerint: 1. Ép sárgája golyók desztillált vízből való duzzadásának Q_{10}—e 1,7. 2. Termoelemmel mérve a natív tojás sárgája néhány század fokkal melegebb mint a fehérje. 3. Áramló, kissé hipotóniás Ringer oldatban tartott ép sárgája golyókat diatermiázva, azok hőmérséklete néhány tized fokkal magasabb az oldaténál. Ennek következtében ezen golyók vízfelvétele szignifikánsan kisebb mint a nem diatermiázott kontrolloké. A kérdéses effektus tehát állati anyagon is kimutatható és továbbmenően szempontot jelenthet az említett koncentráció különbség hatását kiegyensúlyozó mechanizmus értelmezéséhez.

43. FALUDI BÉLA és GYURJÁN ISTVÁN:
(ELTE Származás- és Örökléstani Tanszéke, Budapest)

A 2,4-diklórfenoxiecetsav akkumulációja burgonyaszövet-tenyészetekben.

Gyűrűben jelzett (^{14}C) 2,4—D-t tartalmazó táptalajon növekvő burgonyaszövettenyészetekben a ^{14}C specifikus aktivitása a táptalaj specifikus aktivitásának kétszerese. A növekedésre toxikus 2,4—D adagok esetén a szövetek ^{14}C tartalma a táptalajénál valamelyest kisebb. Az akkumulációs szint már a tenyészidő korai szakában állandó szintre áll be.

A különböző diklórszubsztituált fenoxiecetsavak csökkentik a 2,4—D felhalmozás mértékét. Az indolecetsav az akkumulációt lényegesen nem befolyásolja.

Növeszthetőségük szempontjából különböző érzékenységű burgonyafajták közül az érzékeny Gül Baba tenyészetek ^{14}C felhalmozása jóval nagyobb mértékű, mint a rezisztensebb Margit burgonyafajtáé.

Karboxilban jelzett 2,4—D-vel végzett vizsgálatainkból azt kaptuk, hogy az érzékeny fajtában a dekarboxiláció intenzívebb.

Az akkumulált ^{14}C aktivitás csaknem teljesen az alkohololdékony vegyületekben található. Az alkohololdékony frakcióból készült radiokromatogrammokon három jól definiált folt mutatkozik, melyek közül a 2,4—D képviseli az aktivitás mintegy 40%-át.

44. BOJTOR IVÁN, KOCZKÁS GYULA és KISS ISTVÁN:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest és Forte Fotokémiai Ipar, Budapest)

Népesség átlag-sugárterhelésének filmes mérése röntgendiagnosztikai vizsgálatoknál.

Az egyén genetikai sugárterhelésére nézve a népesség körében végzett, nagyszámú vizsgálat eredménye alapján lehet konklúziókat levonni. A populáció össz-sugárterhelésének keresztmetszetében jelentős komponens a röntgendiagnosztikai vizsgálatoknál kapott dózis. Ennek ismeretében adatokhoz jutunk az átlagos sugárterhelést illetően és lehetővé válik a terhelés csökkentése. Az ilyen irányú méréseket általában megfelelő felépítésű ionizációs komrás műszerekkel végezték. Igen egyszerű integráldózismérőnek kínálkozik e területen a nagy méréshatárú, nagy felületű filmdoziméter. Erre a mérési módra korábbi filmdozimetriai kísérleteink alapján lehetőség mutatkozik. Film-érzékenységi és előhívástechnikai kísérleteink alapján a Forte Mikrofort filmet alkalmazzuk diagnosztikai dózismérés céljára. Az így kialakított filmdoziméterrel megkezdtük méréseinket nagy forgalmú röntgen intézetekben.

45. DÓSAY KÁROLY, BOJTOR IVÁN és KOCZKÁS GYULA:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Automatika jelentősége a filmdozimetriában.

A filmdozimetria mind szélesebb területekre történő kiterjesztése szükségessé tette az automatikának jelentősebb bevonását a filmdozimetriai szolgálatba. Így szükségessé vált a film számozása, a filmek előhívókeretbe történő berakásának, kidolgozásának és kiértékelésének automatizációja. Jelen alkalommal elsősorban a filmek keretbe történő berakásával, kidolgozásával, valamint számozásával foglalkozunk. Előadásunkban rámutattunk arra, hogy egyszerű mechanizmussal sikerül a filmek keretbe történő behelyezésének megoldása (intézetünkben Solymosi József). A filmek kidolgozásának automatikus megoldásával kapcsolatosan rámutatunk az ismert előhívó automaták használatára. A filmek számozását úgy oldottuk meg, hogy a filmre 1-től kezdődően hét számjegyet nyomtunk. A számváltás automatikusan történik, de biztosítva van a kézi számváltás lehetősége is. A filmek adagolása a számozáshoz szintén automatikusan történik.

46. NIKL ISTVÁN:
(Országos „Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest)

Phantomok készítése és használata.

Olyan területeken, ahol az embert ionizáló sugárzásnak kitenni kockázatos, vagy sugaras beavatkozások összehasonlítása céljából azonos alanyokkal praktikus dolgozni, phantomokat alkalmazhatunk. Az emberi szervezet phantommal való helyettesítését a lehetőség és a felhasználás célja határozza meg.

Csak a külső sugárzások mérésére alkalmas inhomogen phantomot ismertetünk, mely speciális célra készült. Az ismertetés során beszámolunk a phantomkészítés menetéről.

47. MILTÉNYI LÁSZLÓ ÉS DESEŐ GYÖRGY:
(Debreceni Orvosegyetem, Kórélettani Intézete, Debrecen)

Biológiai feleződési idő meghatározására csökkentett hátterű kisállat egésztestszámláló módszerrel.

Hazai mérőműszerekkel összeállítható egyszerű, kielégítő pontosságú egésztestszámláló módszert dolgoztunk ki. A módszer használhatóságának bizonyítására meghatároztuk az egyes mérések közötti eltérést, a számlálás hatásfokát, jelzett fehérjék biológiai feleződési idejét.

Az egyes mérések közötti eltérés kismérvű, az eredmények összehasonlítását egyes sorozatok között nem befolyásolja. A módszer hatásfoka alacsony de még így is sokkal kisebb jelzőanyag mennyiséget lehet használni, mint más félidőmeghatározás esetén. Jelzett fehérjék általunk mért biológiai félideje azonos az irodalmi értékekkel.

48. FARKAS GYÖRGY ÉS HORVÁTH PÉTER:
(Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratórium, Budapest)

A radiocirkulográfia alapproblémái.

A radiocirkulogrammok analizise folyamán azzal a feltételezéssel kell élni, hogy a scintillációs detektor szolgáltatta jelsűrűség arányos a keringésben lévő izotop koncentrációjával. A szív pulzálása és így a mérendő hely vándorlása miatt ez az arányosság csak közelítően igaz. Az előadás során megvizsgáljuk, milyen detektor elhelyezéssel lehetséges a szív mérési geometriáját állandó értéken tartani és ezáltal az izotóp levonulási görbét pontosabbá tenni.

A továbbiak során a szerzők tárgyalják, hogy a cirkulogramm értékelése alkalmával miképpen lehet a jobb és bal szívgörbéből a szívre jellemző adatokat meghatározni, majd összehasonlítást tesznek az RIHSA és a radioaktív nemes gázokkal készített cirkulogrammok között.

49. TÖRÖK SÁNDOR:
(Orvostudományi Egyetem, Orvosi Fizikai Intézet, Debrecen)

Megjegyzések a lineáris regressiohoz.

A biológia területén, a gyakorlati életben többször találkozunk olyan mennyiségekkel, melyek kapcsolatban vannak egymással. A két változó közötti kapcsolatáról képet nyújt a korrelációs diagram. Ha ennek pontjai minél jobban illeszkednek valamilyen egyeneshez vagy görbéhez, a legkisebb négyzetek elve módot nyújt az egyenes, illetve a görbe egyenletének meghatározására. A gyakorlati életben elsősorban fontos a lineáris regresszió. Az előadásban más elv alapján végezzük a regressziós-elemzést. Ennek definíciója: a regressziós koefficiens egyenlő a lehetséges irányítényezők számtani középértékével és a regressziós egyenes átmegy az (x; y) ponton.

A vizsgálatok ekvidisztáns intervallumokra vonatkoznak, a mérések száma $N = 2n$ (n egész). A regressziós koefficiens (m) zárt formulával megadható és a közölt táblázat segítségével könnyen kiszámítható. Gyakorlati példán bemutatjuk, hogy a két különböző elv alapján végzett számítások végeredményei igen jól megegyeznek. Végül megállapítható, hogy a középre vonatkoztatott szimmetrikus mérési eredmények különböző mértékben hatnak a regressziós együtthatóra és különösen döntőek a szélső fázisban végzett mérések. Ugyanez vonatkozik Gauss módszerére is.

50. KERTÉSZ LÁSZLÓ, LAMPÉ LÁSZLÓ ÉS DZVONYÁR JÁNOS:
(II. Belklinika és Szülészeti Klinika, Debrecen)

Az anyai-magzati jódanyagcsere vetélkedés vizsgálata.

A jódanyagcsere terhesség alatti változásának követése céljából szerzők patkány- és nyúlkísérletekben vizsgálták a radiojód eloszlását a terhességi idő és az inkubációs idő függvényében. A placentán történő jódátviteli gradiens mellett a magzati oldal aktív jódkoncentráló helyeivel is számolniok kellett. Megállapíthatták, hogy a magzati pajzsmirigy csak a rágcsálók terhességének utolsó hetében válik funkcionálóvá. Ezzel szemben a magzati gyomorfal jódaviditása már a terhesség korai szakában is oly nagy, hogy esetenként felülmúlja az anyában maradt jódkészletet.

A vizsgálatok folyamán különleges problémát jelent a terhesség időpontjának pontos ismerete és az ingadozó magzatszám miatt változékony konkurrens magzati oldal korrekcióba vétele. Szerzők I—125 és I—131 izotópokkal kettősen jelzett radiopapírkromatográfiás eljárással egészítették ki fenti észleléseiket: fetünő az aktív és inaktív jodid- ill. jódaminosav foltok paradox megjelenése a gyomorfal kromatográfiás szeparátumain.

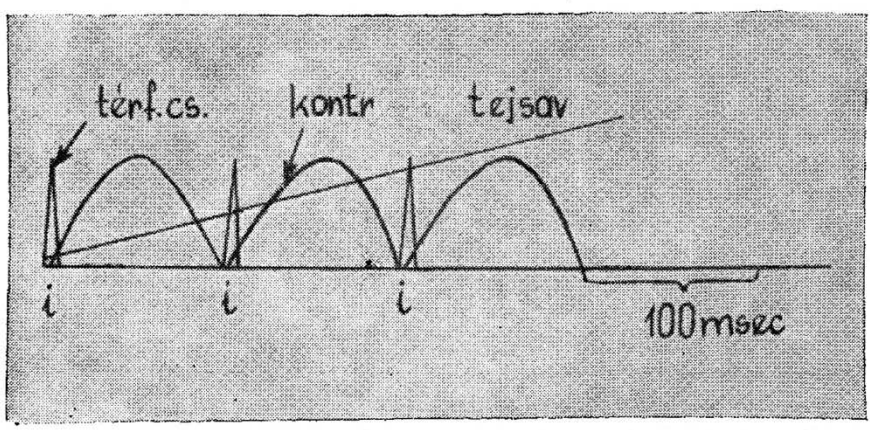
A Társaság 1965. augusztus 23—26-án az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat veszprémi vándorgyűlésével párhuzamosan szakmai összejövetelt tartott Bauman Miklós elnöklete alatt. Ernst Jenőt az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat referátum tartására kérte fel, melyet az alábbiakban közlünk.

AZ ELEKTRONBIOLÓGIA FELÉ

ERNST JENŐ
(Biofizikai Intézet, Pécs)

Talán úgy tünhet, hogy a címben jelzett kívánság nyitott kapukat dönget, hiszen közismert, hogy elektronszemléletben írják le a modern tankönyvek pl. a biológiai oxydaciót, sőt — mondhatjuk — az egész enzimológiát. Hasonlóképpen elektronfolyamatra vezetik vissza a fotoszíntézist és több más alapvető jelentőségű biológiai történést. Ezért merülhet fel előadásom címének időszerütlen volta.

Csakhogy jelenleg nem sok helyen és nem sok könyvben érvényesül a modern elektronszemlélet, sőt egyes kérdésekben kifejezetten háttérbe szorult, mégpedig elsővonalbelinek számító intézetek ill. kutatók részéről. Hasonló meglepő és egyuttal érdekes szituációval már találkoztam tudományos pályám kezdetén, mikor az elektrolyt-elmélet már átjárta az egész biológiát. És ilyenkor lépett fel az u. n. Hill—Meyerhof féle elmélet, amely az izomkontrakció alapfolyamatát az ortodox kémiai szemléletű glykogén-tejsav bomlásban vélte megtalálni. Hiába volt az egyes helyekről elhangzott ellenvetés, hiába mutattam rá, hogy az izomműködés jelentős frekvenciája eleve kizárja a folyamatos tejsavképződéssel való magyarázat lehetőségét. Hiába dolgoztam ki az elektrolyt elmélet szemléletében az ionizációval járó elektrostrictio biológiai mérési módszerét, és hivatkoztam az 1. ábra jelezte világos helyzetre. Csaknem két évtizeden keresztül útját állta a to-



1. ábra. A térfogatcsökkenés, kontrakció és tejsavképződés időbeli lefolyása.

vábbi haladásnak ez az elmélet és termelte a megerősítő cikkek ezreit, amelyek aztán nyomtalanul süllyedtek el a tudományos feledésbe, miután végül kiderült az elméletről, hogy halott volt már születésekor, bárhogyan cicomázták is fel.

És most, félszázados tudományos tevékenység után újra átélhetek hasonló szituációt. Még munkásságom elején mutattam ki az elektrolit-szemlélet útján járva az izomműködéssel kapcsolatos Na^+-K^+-cserét, azonban csak a direkt ingerléssel járó ártalmazott izom esetében találtuk ezt jelentős mértékben. Továbbá az elektronfizika és az elektronkémia nagyfokú kifejlődése óvatosságra intett engem az elektrolitok biológiai szerepére vonatkozó feltevésekben. És most mikor már a biológiában is jelentős tért hódított az elektronszemlélet, megint diadalútját járja egy most már túlhaladott elektrolitszemléletű elmélet az ingerületről, mely szerint az alapfolyamat — röviden kifejezve — permeabilitásváltozásból és Na^+-K^+-ioncseréből áll. És ismét általánosítják ezt az elméletet is a cikkek százai, talán ezrei. De senki sem tud pontos választ adni az egész elmélet két alapkérdésére: hol van és miből áll a membrán és milyen materiális folyamatot jelent e membrán polarizációja, depolarizációja, repolarizációja, hyperpolarizációja?

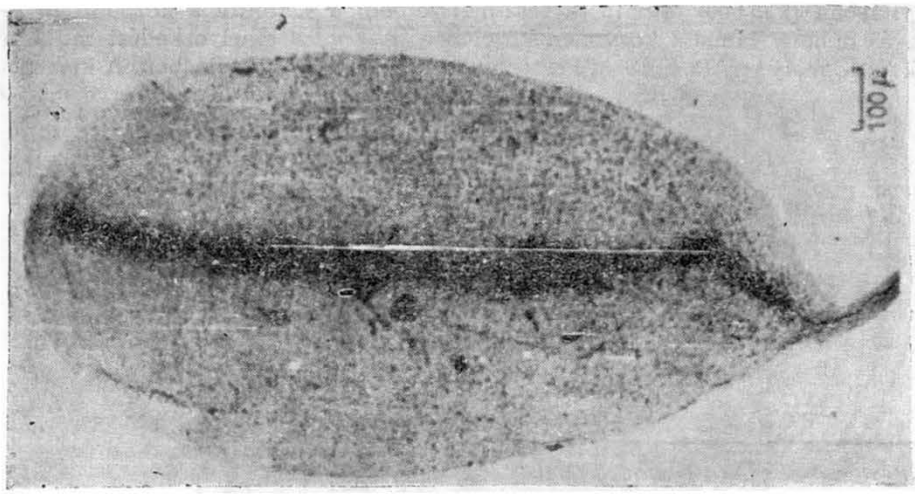
Ezért véleményem szerint nagyon határozott formában kell és időszerű is felvetni az általános szemléletű elektronbiológiai kimunkálásának kérdését. Mégpedig elsősorban az inger-ingerület területén, ahol ez az időszerűtlen elektrolitszemléleten alapuló elmélet kifejezetten gátolja a további haladást, pl. abban az irányban, hogy bedolgozzuk az inger-ingerület egész jelenségkomplexumát a biokibernetikába, amely viszont aligha virágozhat elektronszemlélet nélkül.

De menjünk sorba! Talán nem járok téves úton, ha az elektrolit-membrán elmélet általam túlhaladottnak tartott mai érvényesülését legalább is részben egy érdekes körülményben keresem. Abban ugyanis, hogy mintegy két évszázad óta a kísérletes biológia elektromos folyamatot használ ingerként. Ezen az úton jöttek létre az *elektrotónusnak* nevezett jelenségek idegen és izmon; ennek jelentését talán annyiban foglalhatnánk össze, hogy bizonyos funkciónális változások lépnek fel e szerveken illetve szöveteken *elektromos árammal* való kezelés hatására.

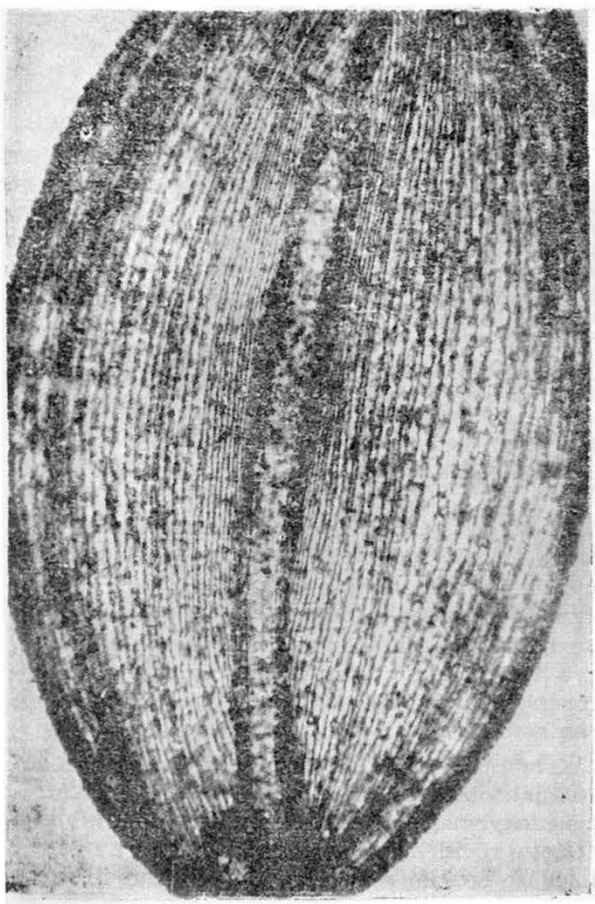
Azonban a valódi ingerek nem elektromos természetüek. Egyszerű ismert tény, hogy a látás ingere a fény, a melegé a hő; továbbá a hallást, a helyzetérzékelést, a tapintást mechanikai ingerek hozzák létre, mégpedig — miként ismeretes — úgy keletkeznek ezek az érzetek, hogy megfelelő biológiai receptorok fogják fel az ingert. Sajátságos útja a biológiai kutatásnak, hogy a fényreceptor működésével kapcsolatban még mindig beszélnek membrán depolarizációról, noha a fizika fotoelektronja kínálja magát — mutatis mutandis — alkalmazásra. Ugyancsak nagyjában érintetlenül hagyja a fizika hőáram tétele a hőreceptorok működéséről szóló tanítást.

Hasonló a helyzet a *mechanoreceptorok* mai fiziológiai leírásában és a kérdés általános tisztázása érdekében ezt a problémát kívánom részletesebben megbeszélni előadásom folyamán. A minél konkrétabb fejtegetés érdekében a tapintásérzettel járó mechanoreceptorok közül egyet fogok részletesebben megtárgyalni, az u. n. Pacini-féle tapintó testet.

A Pacini-féle test kb. mm nagyságú anatómiai képlet; a 2. ábrán 100-szoros nagyításban látható hosszmetszete, a 3. ábrán pedig 200-szorosan. Mindkettő ből kiderül, hogy a középen lévő csupasz idegrostot számos lamella veszi körül hasonlóan a vöröshagyma szerkezetéhez. A központhoz közellévő lamellák sűrűbben állnak, kifelé nő közöttük a tér, amelyet folyadék tölt ki. Még nagyobb



2. ábra. Pacini-test hosszmetszet (x100)

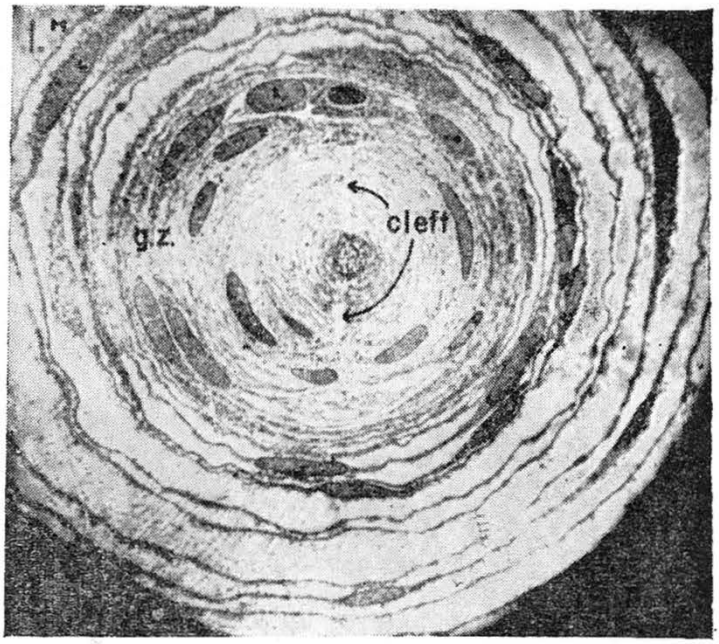


3. ábra. Pacini-test hosszmetszet (x200)

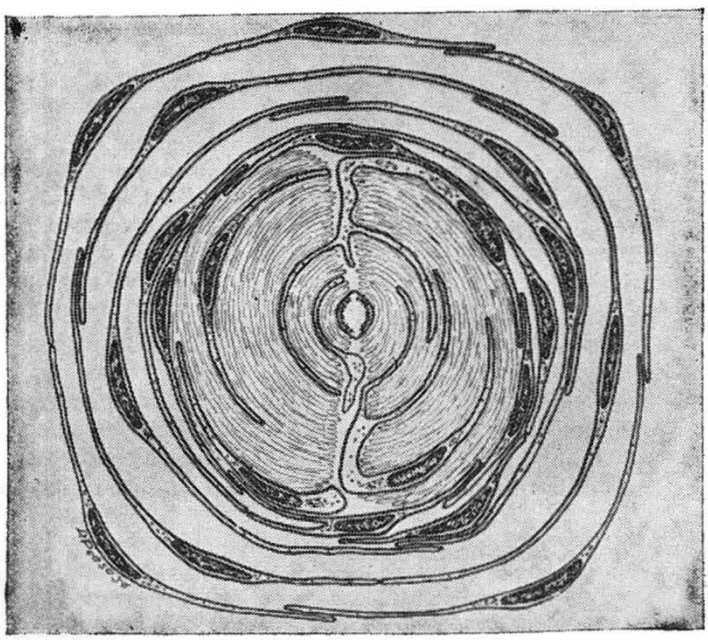
nagyításban (x30 000) látható (keresztmetszetben) a 4. ábrán a központi idegrost, és néhány lamella közvetlen közelében. A pontos elhelyezkedést mutatja az 5. ábra, mely egy Pacini test keresztmetszete 2000x-es nagyításban. A keresztmetszetet talán jobban szemlélteti a szerzők rajza, mely a 6. ábrán látható kb. azonos nagyításban; a belső lamellák (kb. 60) sűrűbb és a külsők (kb. 30) ritkább elhelyezkedése; a belsők tulajdonképpen fél hengerpalástnak, a külsők egész hengerpalástnak felelnek meg. A 7. ábra ismét hosszmetszetet mutat, (x11, 500), amely demonstrálja, hogy a lamellákon (merőlegesen a test hossztengelyére) kollagén rostok szinte abroncsszerűen helyezkednek el. Megemlíthető még, hogy a Pacini-testet természetesen kötőszöveti burok veszi körül.

4. ábra. Pacini-test, keresztmetszet (x30 000).

A szerkezet leírásából kitűnik, hogy a Pacini-féle tapintó test külső mechanikai behatásra változtathatja alakját, deformálódhatnak benne egyes alkatrészek, vagy felléphet kismértékü összenyomás. Itt röviden megemlítem *Hubbard* kísérletét; eszerint a hosszúkás testet a rövidebb tengely irányában éri a nyomóerő. Ez különböző mértékű eltolódást hoz létre az egyes lamellákon ill. azok

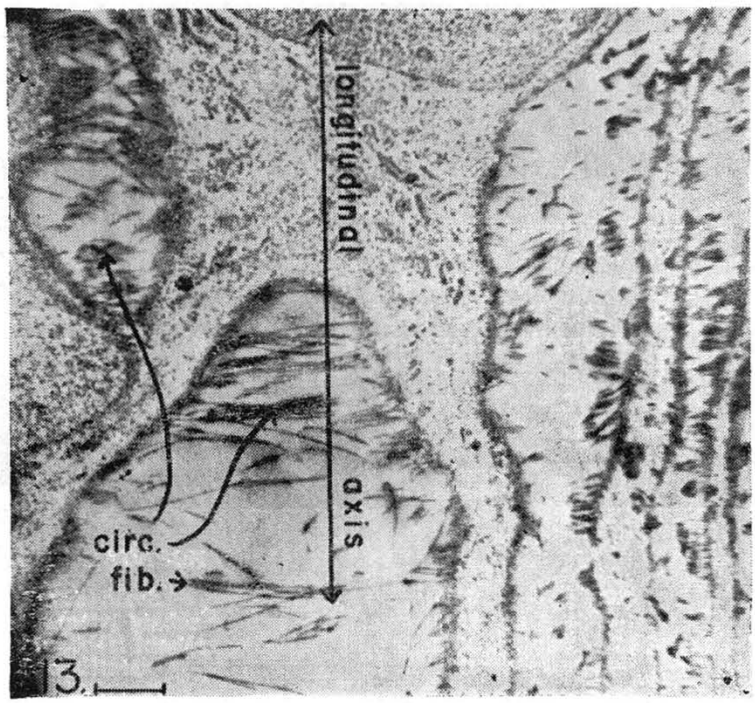


5. ábra.
Pacini-test.
(x200)



6. ábra
Pacini-test
rajz

helyzetében attól függően, hogy milyen távol vannak a központtól; minél távolabb, annál nagyobb a kitérés. Ennek mértéke ezekben a kísérletekben 19—90 u volt, mégpedig 2,5—40 u/msec sebességgel, de meg kell jegyezni, hogy kb. mikron nagyságú kitérés már eléri a hatásos inger küszöbértéket.

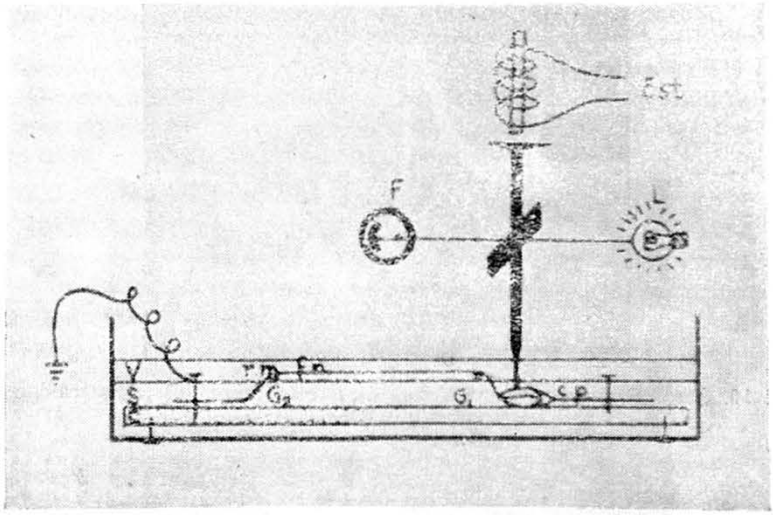


7. ábra. Pacini-test, hosszmetszet (x11 500)

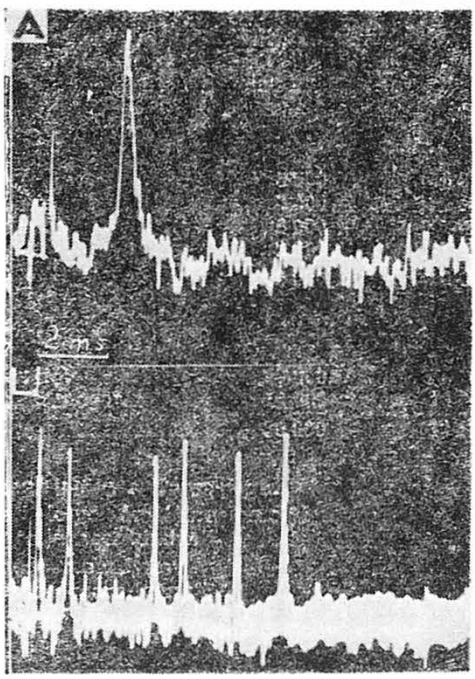
Egy másik közleményből származik a 8. ábra, amely félsémásan mutatja a Pacini-testtel végzett kísérlet berendezését; rajta a mechanikus ingerlő* és az elektromos jelenséget elvezető elektródok. A 9. ábra felső része egy gyengébb ingerre kapott elektromos választ jelez; az első kiugrás az ingerlőből jövő műtermék, a második az ingerületnek megfelelő elektromos impulzus. Ha nagyobb az inger, akkor az alsó képen látható ismétlődő ingerületi impulzusok lépnek fel.

Másik munkából való a következő 10. ábra amelyen a felső görbe jelzi a mechanikus behatást, a rajta levő periodicitás msec-okat jelent; a másik görbe eleje az u. n. *receptor potenciál,* mely megfelel az általánosságban generátor potenciálnak nevezett és minden ingerelt biológiai anyagon fellépő elsődleges elektromos jelenségnek. Ennek folytatása a már tovaterjedt ingerületnek megfelelő *akciós áram.* Ugyanezen cikk egyik ábráját mutatja a 11. ábra, amelyen

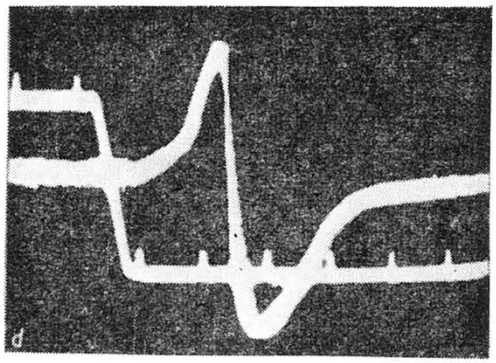
* Fejhallgató membránhoz erősített bakelit rudacska.



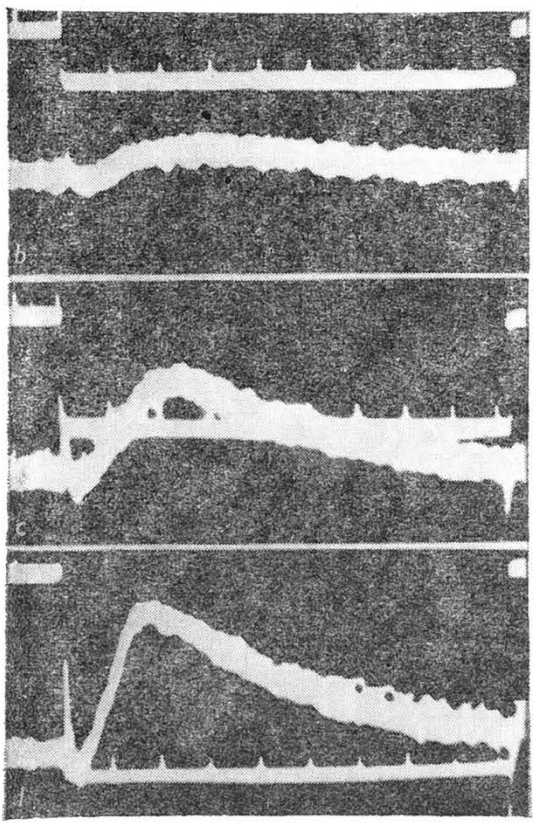
8. ábra. Pacini-test, nyomás-kísérlet (félsémásan).



9. ábra. Pacini-test aktiós-árama; felső képen egy ingerületi impulzus, alsó képen sorozat.

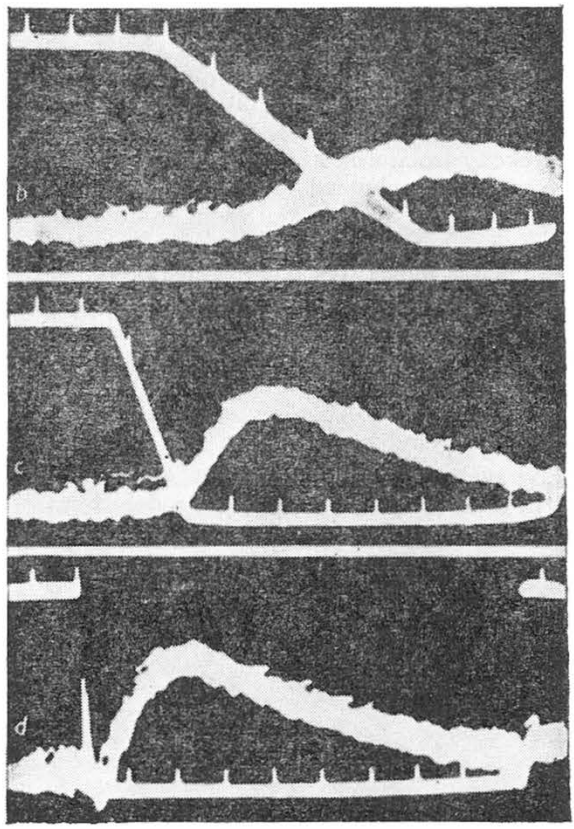


10. ábra. Pacini-testen receptor- és akciós potenciál regisztrálás.



11. ábra Pacini-test prokainnal kezelve csak receptor potenciált mutat (actiós áram nincs).

a fokozódó nagyságú ingerekre csak a megfelelő receptor potenciálok lépnek fel, mégpedig fokozódó nagyságban. Az ingerület tovaterjedését eliminálták a szerzők ebben a kísérletben azáltal, hogy a fürdő (fiziológiás) oldat 0,1—0,5% prokaint (novokaint) tartalmazott. Ugyancsak nő a receptor potenciál az inger sebességének növekedésével, miként ez kitűnik a 12 ábrából. Az ábrákból világosan látható, hogy a *receptorpotenciálban megnyilvánuló primer funkció nagysága nagyjában arányos a mechanikus kompressio nagyságával és sebességével.*



12. ábra. U. a. változó sebességű ingerre.

Bár ez esetben is ismételgeti az irodalom a membrán depolarizáció szertartásos szólamát, de ne akadjunk fenn ezen, hanem keressünk plauzibilis természettudományos magyarázatot. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat iránti nagyrabecsülésemet és hálámat ez alkalommal talán azzal fejezhetem ki legjobban, ha emlékezem a nagy névadó egyik előadására, amelynek mint hallgatója résztvevője voltam több mint fél évszázaddal ezelőtt. Eötvös pecsétviasz rudat kettétört és elektromos töltést mutatott ki a tört felületen. Ha tehát előbb hivatkozunk a fotoelektronra a biológiai fényérzettel kapcsolatban és a thermoelektronra a hőérzettel kapcsolatban,* akkor most felvetem a *mechano-*

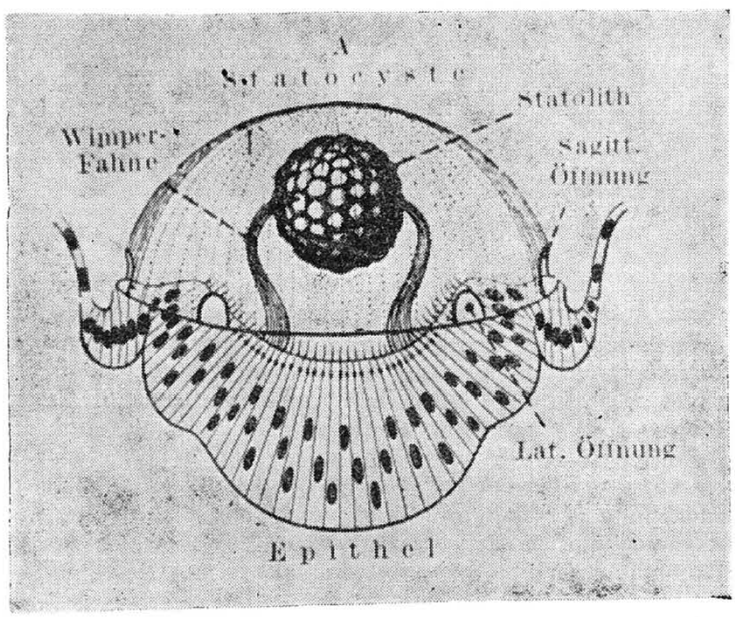
* Belső fotoáramról, ill. hőáramról van szó.

elektron elnevezést és jelenséget a mechanoreceptorok által közvetített tapintás- ill. nyomásérzettel kapcsolatban.

Talán szokatlanul hangzik a mechanoelektron ill. mechanoelektromosság kifejezés, hiszen hozzászoktunk olyan elnevezésekhez, mint a dörzsölési- vagy triboelektromosság, a kontaktelektromosság (vagy Volta-feszültség), a piezoelektromosság és a deformációs potenciál. Mindezeket külön fejezetekben tárgyalja a fizika, de talán megengedhető mechanoelektromosság néven összefoglalni e jelenségcsoportot. Közös vonásként úgy jellemeznénk, hogy minden anyagi rendszer mindenféle mechanikai állapotváltozása egyúttal elektromos jelenséggel is jár, mégpedig elektromos töltés változással, elektroneltolódással.

Ismeretes, hogy a kontaktelektromosság nemcsak fémek között lép fel, hanem szilárd és folyékony izolátorok között is, amennyiben a nagyobb dielektromos állandójú anyag elektronokat ad le a kisebb ε-uval való érintkezés alkalmával. Ezzel kapcsolatban figyelembe kell venni az anyagok csoportosítását ε-juk szerint: 1. dielektromos anyagok a nem poláros molekulák, melyeknél $\varepsilon \sim 1$; 2. parelektromosak a poláros molekulák ($\varepsilon \sim 1$—80, pl. víz) és végül 3. ferroelektromos anyagok, amelyek dielektromos állandója elérheti az ezres nagyságrendet is; pl. az ún. Seignette-só, ($\varepsilon \sim 10^3$—10^4-ig), vagy pl. a metilamidok, ($\varepsilon \sim$ 100—200). (Nagymértékben befolyásolják szennyezések az értékét.) Ha különböző ε-u anyagok valamely behatás folytán a kritikus 10^{-7}—10^{-8} cm közelségbe jutnak egymáshoz, akkor megvan a lehetőség elektronátadásra, vagy Helmholtzcal szólva elektromos kettős réteg kialakulására.

Más oldalról vizsgálva az elektronbiológia kérdését, bizonyára nem okoz nehézséget meglátni a közös vonást a piezo- és a deformációs elektromos jelenségekben. Például egy fonal vagy rudacska hajlítása esetén a kifelé homorú helyen torlódás, vagy úgy is mondhatjuk: negatív dilatáció lép fel, a kifelé domború helyen viszont pozitív dilatáció. Ilyen esetben a homorútól vándorol



13. ábra. Bordás meduza sztatocystája.

elektron a 2. felé. Ennek ismeretében idézzük magunk elé pl. az ún. Bordás meduza egyensúlyozó szervét a következő 13. ábra segítségével. Az emberi fülben lévő otolithez hasonló statolit helyváltozása deformálja az érzéksejt érzékszőreit. Számomra szinte magától adódik a feltevés, mely deformációs potenciállal hozza kapcsolatba e működést. És ha nem is hasonlítható az ilyen érzékszőrök szerkezete egy kvarckristályéhoz, másrészt az is megemlítendő, hogy nádcukor, asparagin, ureum szerves anyagokon is fellép piezo- ill. deformációs potenciál.

Talán nem látszik erőltetett állásfoglalásnak, ha a fentiek alapján feleslegesnek tartjuk a membránról és depolarizációról szóló sohasem precizírozott leírásokat, hanem a fizikai adatok ismeretében további kutatást javaslunk a Pacini-test ill. az érzékszőrök mechanikus igénybevételével járó elektron-folyamat kimutatására.

Ugyanis sokkal messzebbre juthatunk az elektronszemlélet útján. Előbb szóbakerült a Seignette-só *ferroelektromos* tulajdonsága, most megemlítem e vegyület *piezoelektromos* és *pyroelektromos* tulajdonságát. Ez utóbbi szerint temperaturadifferencia hatására elektromos potenciáldifferencia lép fel. Ilyen hőáram-jelenség viszont már kb. egy évszázada ismeretes a biológiában is, idegen és izmon mutatták ki különböző kutatók, köztük a mi Verzárunk is. De ha pyroelektromos az ideg és izom, akkor piezoelektromos tulajdonsággal is kell rendelkezzék, hiszen — a fizika szerint — minden pyroelektromos anyag egyúttal piezoelektromos is (fordítva nem!). Az elmondottak alapján — azt hiszem — bátran feltehetjük, hogy a fentebb említett biológiai egységek mechanikai behatásokra elektromos potenciáldifferencia keltésével válaszolnak, azaz elektroneltolódás jön létre bennük.

De még tovább mehetünk és megemlítjük, hogy pl. a K H_2PO_4 *ferroelektromos* tulajdonsága megváltozik, ha NH_4 lép a K helyébe, amennyiben ilyenkor *anti-ferroelektromossá* lesz e vegyület. Az ilyen átalakulás együtt jár a dielektromos állandó változásával és elektron-eltolódással. Még megemlítem, hogyha pl a ferroelektromos $KNbO_3$-ban Na lép a K helyébe, akkor antiferroelektromossá lesz e vegyület, ami térfogatcsökkenéssel is együttjár.

Engedjék megemlítsem: éppen én mutattam ki elsőként az irodalomban, hogy az izomműködés térfogatcsökkenéssel és Na-K cserével jár együtt. Mikor tehát előadásomban elvetem a feltevést, mely szerint az ingerület alapfolyamata a membrán permeabilitásának változásában és ioncserében áll, akkor természetesen nem az általunk már korábban megállapított kísérleti tények ellen szólok. Hanem igenis helytelenítem a biológiai probléma megoldottságának látszatát kelteni és ezzel egyúttal le is zárni e problémát éppen akkor, mikor a modern fizikai adatok kezdenek megfelelő utat mutatni a megoldáshoz.

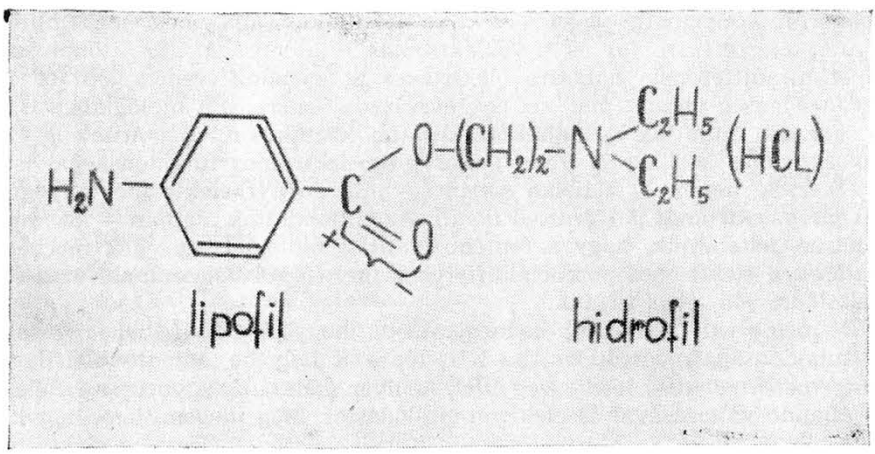
Ez az út az elektronbiológia irányába visz. Most tehát a helyes és szokásos természettudományos utat választjuk, hogy t. i. magyarázatként a modern fizikai adatokhoz fordulunk, és ennek megfelelően a *tapintási receptorpotenciált a mechanoelektronnal hozzuk kapcsolatba.* Ez a hypotézis nemcsak fizikailag megalapozott, de hasznos is, mert utat mutat további vizsgálatok irányába. Ha ugyanis elektronbiológiai térre visszük a receptorpotenciál kérdését, akkor logikus, hogy ugyancsak elektronfolyamatra vezessük vissza az akciós potenciált is, mely e receptorpotenciál folyományaként lép fel.

Ezen elvi fontosságú következmény könnyebb kifejtése érdekében megemlíthető, hogy nemcsak receptorból és afferens idegből álló készüléken ismeretes e kétféle elektromos jelenség, hanem egyetlen idegroston is. Ezen az elektromos inger — mint ismeretes — kiváltja első reakcióként a generátor potenciált, és

ennek folyamánya a bizonyos periodicitást mutató akciós-potenciál. És éppen ennek a jelenségnek a biológia perspektívájában való nagy jelentősége látható be, ha — elszakadva az ioncsere-membrán elmélettől — az inger-ingerület elektronszemléletében gondolkodunk.

Ha ugyanis elfogadjuk a receptor potenciál és a következményes akciós potenciál magyarázatára az elektronbiológiai szemléleten nyugvó fejtegetést, akkor újabb nagytávlatú problémák nyílnak meg és követelik a további kutatást.

1. Így már említettük röviden (11. és 12. ábra), hogy a prokain (novokain) kezelésre megszűnt a periódikus akciós potenciál, mely a generátor potenciál következményeképpen fellépő ingerületet fejezi ki. Ezért azonnal felmerül a további kérdés: miféle reakció lehet az alapja annak, hogy a prokain így hat az idegen? A 14. ábra mutatja a prokain kémiai képletét.



14. ábra. A procain kémiai szerkezete.

Ebben láthatók különböző természetű éspedig a lipofil ill. hidrofil csoportok, amelyekkel magyarázza a farmakológia az érzéstelenítőnek a rendeltetési helyre, az idegbe való bejutását. De minket most a hatásmechanizmus problémájával kapcsolatban az érdekel, hogy e vegyület — miként ismeretes — több *pi-elektront* tartalmaz, és ezek szabad mozgékonysága felhívja figyelmünket arra, hogy a hatás valamely elektronfolyamatban állhat, mely a szer és ideg bizonyos állománya között zajlik le.

Hogy ez az elektronszemléletű feltevés nem egészen alaptalan, annak igazolására hadd említsem a prokain egyik kénnel képzett módosulatát (S a carbonil O-je helyén), a thiokaint, amelynek érzéstelenítő hatása mintegy 6-szorosa a prokainnak. Az O-nak kénnel való ilyen szubsztitúciója más biológiai folyamatban is ilyen nagy hatásfokozást hoz létre, pl. ismeretes az ember szaglásának óriási érzékenysége merkaptan iránt. Itt viszont magyarázatul kínálkozik az, hogy e vegyületben a kén S

$$1s^2\ 2s^2\ 6p^6\ 3s^2\ 3p^4$$

elektronvázából az utolsó négy p elektron közül a legkülső d pályára ugorva pi-elektronként viselkedik; ennek ismeretes szabadabb mozgékonysága talán plauzibilissé teszi az elektronszemléletű magyarázatot.

2. Ha pedig eljutottunk idáig, akkor még további és még perspektivikusabb problémák merülnek fel. Ugyanis visszatérünk a kísérleti tényhez: az ingerre adott primer biológiai válasz az egyenáramú generátor potenciál, amely azonban az idegen mint bizonyos elektromos frekvencia vezetődik tovább. Sőt, mint ismeretes, az ideg ingerületként csak ilyen elektromos frekvenciát képes vezetni. Vagyis *magában az idegrostban transzformálódik az egyenáramú generátor potenciál bizonyos frekvenciájú elektromos folyamattá.* A frekvencia-moduláció viszont tipikus félvezető tulajdonság, tehát továbbmenve talán ezúton is közelebb juthatunk ahhoz a koncepcióhoz, mely egyes biológiai anyagokat vagy szöveteket *félvezetőnek* tekint. Ebbe az irányba mutat, ha kontaktpotenciállal hoztuk kapcsolatba a Pacini-test deformációjával járó receptorpotenciált, mert pl. Pohl közismert fizikájában a kontaktelektromosság jelenségei közé sorolja az n-p félvezetők érintkezésével járó elektromos folyamatot.

3. Továbbá az egyenáramú receptor potenciálnak, vagy általában a generátor potenciálnak az idegben való transzformálódását bizonyos frekvenciájú elektromos folyamattá a kibernetika szótárával úgy fejezhetjük ki, hogy maga az ideg képes a generátor potenciál különböző amplitudóját különböző frekvenciává *kódolni.* És akkor már úgy fogalmazhatjuk meg problémánkat, hogy miféle *elektronikus folyamatnak* felelhet meg az a reakció, mely a prokain és az idegállomány között lezajlik és megszünteti ezt a frekvenciamodulációs *kódoló* képességet.

4. Hadd folytassam tovább *biokibernetikai* irányban ezt a gondolatsort. Ezért, és nem a „minden vagy semmi" fogalmazású biológiai törvény fejtegetése céljából megismételek két adatot az eddigiekből:

(11. ábra) a) az inger erősségével parallel nő a generátorpotenciál, és

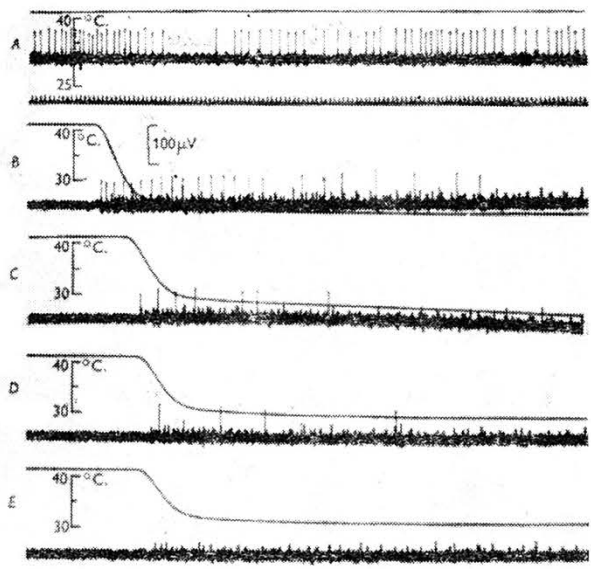
(12. ábra) b) a generátorpotenciál amplitudójával parallel nő az ingerületi frekvencia.

E két adat szerint tehát nem érvényesül a „minden vagy semmi" sem a receptor ingerületét jelző generátorpotenciálban, sem az ideg ingerületét jelző frekvenciában. De igenis jelentkezik a különböző frekvenciájú elektromos jelek amplitudójának változatlan nagyságában, amint még láthatjuk majd a 15. ábrán is. Ez a tény pedig azonnal elénk idézi a *digitális számológépek* általános működési elvét, amely pl. változatlan 10 V amplitudójú impulzusokkal operál, és a kettes számrendszer 1-es ill. 0 jegyeinek megfelelően vagy ad impulzust vagy nem. Ehhez hasonló a helyzet a fenti biológiai leírásban: változatlan milli- vagy mikrovolt amplitudójú impulzusok szerepelnek és vagy fellépnek vagy sem. Ilyen biokibernetikai irányban haladva eddig elképzelhetetlenül egyszerű és világos képhez juthatunk bizonyos idegi működések mechanizmusával kapcsolatban, amire azonban nem térhetek ki ez alkalommal időhiány miatt.

5. Ilyen nagy perspektívában csak az elektronszemlélet képes láttatni e kérdést; de még tovább mehetünk ezen az úton, egészen az experimentális pszichológia területéig. A Lehmann által már egy évszázaddal korábban talált tapintótestet leírja Pacini 1840—45-ben és róla nevezik el. Ugyanebben az időben végzi E. H. Weber azokat a kísérleteket, amelyek alapját képezik az ún. Weber—Fechner pszichofizikai alaptörvénynek és amelyek — véleményem szerint — legalább olyan fontosak a biológiának a babonás mentalitás alól való felszabadulása szempontjából, mint Darwin gondolatai, de amelyek jelentőségét a világirodalom nagyjában mellőzi a darwinizmushoz képest. Ugyanez a kitűnő experimentátor E. H. Weber (azért mondom a keresztnév kezdőbetűit, hogy ne tévesszük össze az ugyancsak kitűnő izombiofizikus testvérrel, Ed. Weberrel) a

nyomásérzetek és nyomóerők vizsgálata közben felfedezi a „Weber-csalódásnak" nevezhető jelenséget, hogy t. i. ugyanaz a súly nehezebbnek tűnik, ha hidegebb.

Vessük alapos elemzés alá ezt a Weber-féle tüneményt egyrészt a fenti ismeretek alapján, amelyek a Pacini-testre vonatkoznak, másrészt azon másirányú kísérletek alapján, amelyeket a hőreceptorok működésével kapcsolatban leírtak. Ezeket talán legegyszerűbben összegezhetjük, ha összevetjük a 15. ábrán



15. ábra. A Pacini-testen nyomási- és hideg-potenciálok regisztrálása.

az első és utolsó képet. Az A-kép egy Pacini-test (macskanyelvből) nyomására a nervus lingualis egy kis száláról levezetett akciós áram-sorozatot mutat. Ugyanezen preparátumon sikerült szerzőknek lassú és óvatos hűtéssel csak az ismert *kis amplitudójú* ideg-potenciálokat regisztrálni, amint ez látható az E képen. Ha viszont gyors és erélyes hűtést alkalmaztak (40→22 C°, B kép), akkor a kis hideg-potenciálokon kívül sikerült a 3–5× nagyobb specifikus nyomási-potenciálokat is kiváltani, illetve regisztrálni. (A közbülső két görbéből látható, hogy a fokozatosan kisebb, illetve lassúbb *hűtéssel* járó kísérletek kevesebb számú *nyomási* potenciállal jártak; azonban ezeken is változatlanul felléphetnek a kis hideg-impulzusok.)

Ezen eredmények alapján érthetővé válik a Weber-megfigyelte tény, hiszen nyilvánvalóan tévednek a szerzők, mikor a membrándepolarizáció mentalitásának bűvöletében tagadják annak lehetőségét, hogy a hűtés okozta *mechanikai változás* lenne alapja a kísérletes eredményeknek, amely szerint — mint láttuk — a mechanoreceptor hűtésére nyomási információnak megfelelő üzenetet visz az ideg. Ha ugyanis tekintetbe vesszük a hűtéssel járó térfogatcsökkenést, akkor bátran gondolhatunk arra, hogy ezt a Pacini-test nyomási kompressziós ingerként fogja fel. Nem ismerem a Pacini-test hőtágulási együtthatóját, ezért fogadjuk el a vízzel való analógiát. Ha 40 C°-ról 20 C°-ra hűl a víz, akkor specifikus

térfogata 1,00782-ről 1,00177-re csökken, vagyis $6 \cdot 10^{-3}$-nal lesz kisebb. Ekkora térfogatcsökkenés igen nagyfokú kompressziónak felelne meg víz esetében, ezért alaposan feltételezhetjük a hasonló kapcsolatot a Pacini-test hűtése esetén is, ami viszont megnyitja az utat a Weber-csalódásnak nevezett megfigyelés egyszerű és természetes értelmezésére: elég erélyes hűtés kompressziónak megfelelő térfogatcsökkenést okoz a nyomásérző receptoron, tehát ez nagyobb kompressziót jelez, mintha ugyanaz a súly nyomná, de nem hideg állapotban. Ha pedig a receptor összenyomás mechanoelektronok mobilizációjával jár, akkor bármi hozza is létre a receptor ezen mechanikus állapotváltozását, ugyancsak ez az elektron-folyamat lesz a következmény.

Ezt a feltételezést megerősíti az a további kísérleti eredmény, amely szerint nem lépnek fel hűtés hatására a specifikus nyomási impulzusok, ha a tapintó test eredetileg erős nyomás alatt volt. Ezt talán lehet úgy értelmezni, hogy nagy nyomás alatt a hűtés okozta térfogatcsökkenés mértéke jelentéktelenné lesz. Mindenesetre nyitva áll az út további vizsgálatokra.

A felsorolt öt pontban vázolt új szempontok talán megközelítően jelzik, hogy az említett biológiai mechanoreceptorok működésének *elektronszemlélete* új utakat nyit meg a további experimentális munkára. Ez viszont legfontosabb feladata minden természettudományos feltevésnek.

Tisztelt Vándorgyűlés! Ismét szeretném kifejezni a Biofizikai Társaság és a magam részéről hálánkat azért, hogy az Eötvös Loránd Fizikai Társulat programjába vett egy biofizikai tárgyú előadást is. Hadd mondjam meg, hogy én nem annyira előadást kívántam tartani, mint sokkal inkább felhívni a fizikusok figyelmét arra, hogy nélkülözhetetlen segítségük a biofizikai problémák megoldásához. Mert a biofizikai kérdések és megoldásuk nem olyan egyvonalúak, mint a fizikaiaké. Ne értsenek félre; tudom, hogy a fizika jelenleg igen nehéz és bonyolult problémák előtt áll, hiszen az elemi részek folytonos szaporodása és egymásba alakulásuk a mai fizika számára olyan kincsesbánya, amelyben még ki kell dolgozni a vágatokat, gyakran még a bejárót is. (Ugyancsak új feldolgozást igényel az atomrendszer, hiszen a kilencvenegynéhány atom helyett a valóságban már ezernél több atomot ismerünk.) De akármilyen nehéz és bonyolult kérdésekkel találkozik a fizikus, pillanatig sem kétséges számára, hogy a matematikai—fizikai analízis az ismert és elismert adequát módszer a problémák megoldására.

Nehezebb és nem ilyen egyvonalú a biofizikai probléma. Hiszen világos, hogy a kérdésfeltevés a biológia területén kell mozogjon, de a vizsgálat, illetve a kutatás iránya és módszere teljesen nyitott kérdés. Ezért fordul elő, hogy a biológiai jelenség analízise helytelen irányban haladhat akár egy évszázadon át, míg kiderül, hogy más irányt, más módszert kell választani. Ugyan mit szóljunk arról, hogy az izomműködés mechanikai hatásfokáról szóló állításnak qualitatív biológiai és quantitatív fizikai része egy évszázadon keresztül tananyagként szerepelt az egész világon, noha biológiai és fizikai szempontból is teljesen helytelen volt. És ha az orvosi Nobel-díj adta nagy tekintély meg is nyugtatta a biológusokat, de mi a magyarázata annak, hogy a fizikusok nem figyelmeztették arra, hogy alapvetően téves a mechanikai hatásfokkal kapcsolatos állítás?!

A kérdésre könnyű választ adni: mert nem volt megfelelő kapcsolat a két tudományág között. Ezért tartom döntő kérdésnek a biológia egzakt tudománnyá válása útján a biofizika szoros kapcsolatát a fizikával.

Elismerés illeti az Eötvös Loránd Fizikai Társulatot, hogy elfogadta, és elvállalta az együttműködésnek ezt a formáját, viszont — évessel jön meg az étvágy — ma már további és szélesebb együttes munka szükséges a fizikusok és

biológusok között. A pécsi Biofizikai Intézetben ezt úgy igyekeztem biztosítani, hogy egy-egy témára fizikust és biológust házasítottam össze, hogy kiegészítsék egymás szakmai tájékozottságát. Meg kell vallanom, hogy bizony elég sok nehézség adódik, talán úgy jellemezhetném a helyzetet, hogy alapvetően különbözik mentalitásuk egy kérdés problematikájának érzékelésében. Tisztelettel bátorkodom előterjeszteni kérésemet: az Eötvös Loránd Fizikai Társulat és a Magyar Biofizikai Társaság javasolják a kormányzat felé, hogy egyrészt tegye kötelezővé minden biológus számára egyetemi tanulmányai folyamán a matematika és fizika bizonyos mérvű ismeretét, másrészt tegye lehetővé, hogy a fizikus egyetemi oktatás keretében helyet kapjon — esetleg fakultatív formában — bizonyos mérvű biofizikai tanulmány.

A szakmai összejövetelen a következő előadások hangzottak el és kerültek alapos megvitatásra:

Hoffmann Tibor: Kvantumkémia a fizikában, kémiában, biológiában és az iparban.

Baumann Miklós: Koordinációs mechanizmusok biofizikája szövettenyészetekben.

Tarján Imre: Ionizáló sugárzások által kristályos szilárd testekben kiváltott folyamatok.

Dobó János: Az ionizáló sugárzás hatása szintetikus polimérekre.

Antoni Ferenc: Az ionizáló sugárzás hatása biopolimérekre.

Kéziratbeérkezési problémák miatt csak Tarján Imre előadását közöljük:

IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSOK ÁLTAL KRISTÁLYOS SZILÁRD TESTEKBEN KIVÁLTOTT FOLYAMATOK

TARJÁN IMRE:
(Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Az atomi rend tipikus képviselői a kristályok. Ideális rend, tökéletes kristályrács azonban nincs a természetben. A rendtől (periodicitástól) való eltéréseket *rácshibáknak (defektusoknak)* nevezzük. Jelentőségükre az utóbbi évtizedek vizsgálatai derítettek fényt. A hibák lényegesen befolyásolják a testek számos makroszkópikus tulajdonságát, és ma már több iparág is felhasználja a hibákra vonatkozó ismereteket, egyes iparágak pedig ezekre az ismeretekre épülnek. pl. félvezető, lumineszcens anyagok, fotóanyagok előállítása.

A következőkben az ionizáló sugárzások által kristályos szilárd testekben kiváltott folyamatokkal foglalkozunk. Sugárzások hatására egyesfajta hibák felszaporodnak és új típusú hibák is keletkeznek. A kristályokon — mint viszonylag egyszerű és áttekinthető struktúrákon — nyert eredmények más objektumokkal kapcsolatban is érdekesek lehetnek, és különösen a primér jelenségek vonatkozásában a biológus is értékes információkat vagy munkájához termékeny gondolatokat kaphat.

Előbb áttekintést adunk a kristályokban mindenkor jelenlevő alapvető rácshibákról, majd pedig bemutatunk néhány hibatípust, amelyeket ionizáló sugárzások hoznak létre bizonyos kristályokban.

I. Az alapvető rácshibák két csoportra oszthatók: ponthibák és vonalhibák vagy diszlokációk. Mindegyik összefügghet szennyezésekkel, azaz kémiai hibákkal is. A hibák felhalmozódása felületi vagy térfogati hibákat hoz létre.

1. A *ponthibák* közé tartoznak az üres rácspontoknál (ún. hiányhelyeknél), továbbá a rácsközti térben (intersticiálisan) elhelyezkedő atomoknál vagy ionoknál fellépő hibák (1. ábra). Az előbbieket *vakanciáknak*, az utóbbiakat *intersticiumoknak* nevezzük. A ponthibák koncentrációja egy adott kristály esetén a hőmérséklettel nő. Az alábbi összefüggés szolgáltatja annak az esetnek valószínűségét (p), hogy egy rácspontnál hiba található:

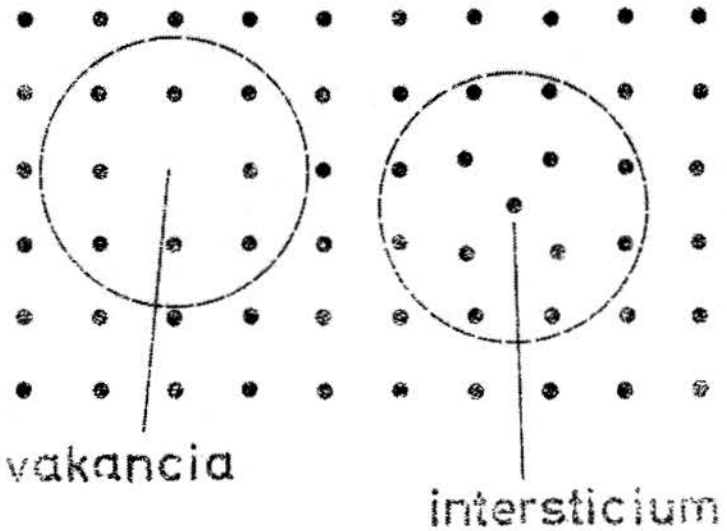
$$p \sim \exp(-W/kT),$$

ahol W a hiba keletkezéséhez szükséges energia, T az absz. hőmérséklet, k a Boltzmann-féle állandó. NaCl esetén pl. az olvadáspont közelében átlagosan kb. minden tízezredik rácsponton vakancia található.

A ponthibák közé soroljuk azokat a hibákat is, amelyeket szubsztituciós, illetve intersticiális helyzetben levő egyes szennyező atomok hoznak létre.

A ponthibák kisebb-nagyobb torzulást idéznek elő a rácsban, amely több rácsállandónyi távolságra is kiterjedhet. Az 1. ábrán a körök éppen ezt jelölik.

A ponthibák a kristályban vándorolnak, diffundálnak. Az intersticium mozgására vonatkozólag kétféle elképzelés létezik. Az egyik szerint az intersticiális részecske egy szabályos rácspontban levő részecske helyét foglalja el, miközben ez kerül intersticiális helyzetbe. A hiba a folyamat többszöri ismétlődése



1. ábra. Ponthibák.

során vándorol tovább. A másik elképzelés szerint ugyanaz az intersticiális részecske kerül újabb és újabb intersticiális helyzetbe. Az intersticium mozgására vonatkozólag az aktivációs energia pl. réz esetén 0,2—0,6 eV. Ugyancsak egyszerűen képzelhető el a vakanciák vándorlása is. Ha pl. egy szomszédos részecske betölti az üres rácspontot, megürül a szomszédos rácspont, ami vakancia elmozdulását jelenti. A folyamat természetesen ismétlődhet.

Az elemi ponthibák vándorlásuk során összetett defektusokat képezhetnek, pl. két szomszédos vakancia vakanciapárt alkot, létrejöhetnek azonban nagyobb hibák is, amelyek vonal vagy felület mentén elhelyezkedő vakanciákból vagy intersticiumokból állnak. A vakancia-aggregátumok kis üregeket hoznak létre, amelyek térfogati hibáknak tekinthetők. A vakanciák és az intersticiumok egymással és más típusú hibákkal is kölcsönhatásba léphetnek: vakanciák és intersticiumok rekombináció folyán megsemmisítik egymást; szennyező atomok elfoghatnak intersticiumokat vagy vakanciákat stb. A ponthibáknak diszlokációkkal való kölcsönhatását később tárgyaljuk.

Az intersticiumot és ennek keletkezésekor visszamaradt vakanciát (a két ponthibát együtt) röviden *Frenkel-féle hibának* nevezzük. „Szoros csomagolású" kristályok esetén intersticiláis helyzetben a részecskék csak alacsonyabb hőmérsékleteken figyelhetők meg. Az ilyen kristályokban magasabb hőmérsékleteken csak vakanciák észlelhetők. Ebben az esetben *Schottky-féle hibákról* beszélünk. Egy lehetséges képződési módjuk abban áll, hogy először a felületen keletkezik vakancia és ez diffuzió révén jut azután a kristály belsejébe. Ezüsthalogenidekben Frenkel-féle, alkálihalogenidekben Schottky-féle hibahelyek vannak.

A következőkben néhány példát említünk a ponthibáknak a kristályok tulajdonságaira gyakorolt szerepével kapcsolatban.

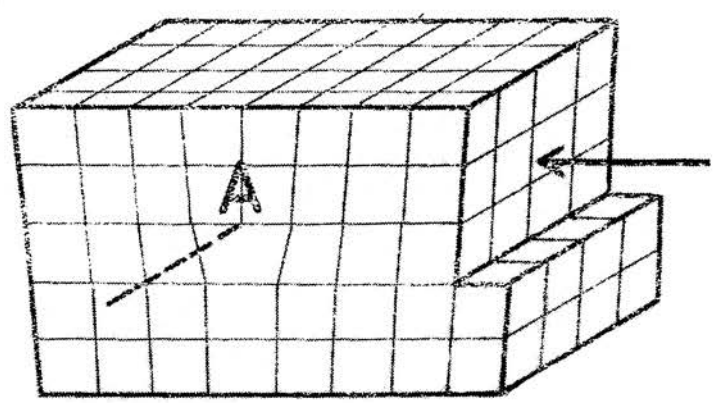
Vakanciák, illetve intersticiumok koncentrációjának megváltozása megváltoztatja a kristály sűrűségét. A ponthibák befolyásolják a kristályok rugalmas viselkedését. — A ponthibák a rácsrezgéseket (fononokat) szórják, ezért a termikus vezetőképességben csökkenést hoznak létre. — Fontos termikus effektus a következő. Hozzunk létre egy kristályban (pl. röntgensugárzással) nagy mennyiségben Frenkel-féle hibákat. Egy Frenkel-féle hiba képződéséhez néhány eV energia szükséges. Ha a kristályt megfelelő sebességgel felmelegítjük egy bizonyos hőmérséklet-tartományban, a fölösleges számban levő vakanciák és intersticiumok rekombinálódnak, és a képződésükkor befektetett energia hő formájában felszabadul. A felszabadult hő látszólagos csökkenést hoz létre a kristálypéldány hőkapacitásában.

Minthogy a ponthibák környezetében a kristály belső elektromos erőtere helyileg megváltozik, a ponthibákon az elektronok szóródnak. A szóródás megnöveli pl. a fémek elektromos ellenállását. — A belső potenciál megváltozása a defektusoknál lokalizált elektronállapotokat hoz létre, ami főként a szigetelő és félvezető kristályok esetén számos konzekvenciával jár, pl. új abszorpciós sávok jelentkeznek, a kristály lumineszcens vagy fényelektromos tulajdonságokat mutat, megváltozik elektromos viselkedése, stb.

Külön kiemeljük, hogy ionkristályokban a vakanciák és intersticiumok mozgása ionvezetést hoz létre, ha a kristályt elektromos erőtérbe helyezzük. Az ionáramot a kristályokban levő szennyezések jelentősen befolyásolhatják.

Egyéb tulajdonságok is érzékenyen reagálnak a ponthibákra, pl. a hibák szerepet játszanak a diffuziós folyamatokban, egyes fázisátalakulásokban stb.

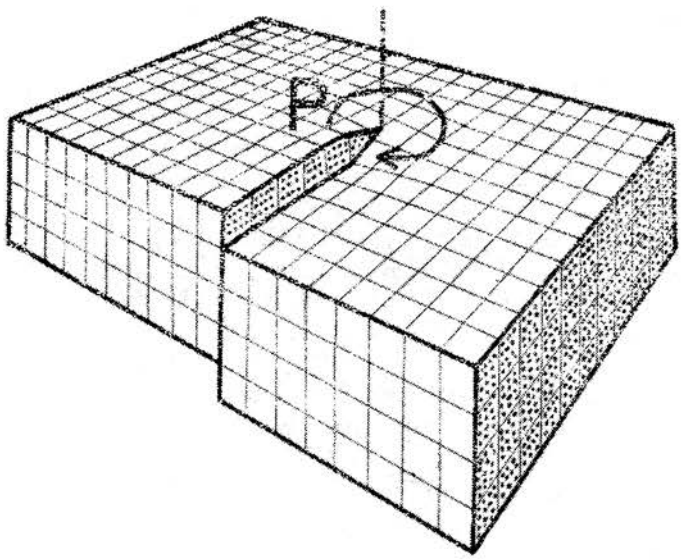
Frenkel- vagy Schottky-féle hibák a kristályokban az egyensúlyi koncentráción felüli mennyiségben is kelthetők. Egyik módszer a kristálynak megfelelő anyaggal való szennyezése. Ha pl. alkálihalogenid kristályba kétértékű fémszennyezést viszünk, ezek pozitív ionhiányokat (pozitív vakanciákat) hoznak létre. Egy másik módszer abban áll, hogy a kristályt magasabb hőmérsékletről hirtelen hűtjük le alacsonyabb hőmérsékletre. Ezáltal mintegy befagyasztjuk a magasabb hőmérséklethez tartozó nagyobb hibakoncentrációt. Hibák kelthetők



2. ábra. Éldiszlokáció.

plasztikus deformálás révén, és hibák keletkeznek sugárzások hatására is, amire az előzőkben már utaltunk.

2. A *diszlokációk* vonal menti szabálytalanságoknak tekinthetők. Két alaptípust különböztetünk meg, az egyik az *éldiszlokáció*, a másik a *csavardiszlokáció*. Ha pl. a kristályt a 2. ábra szerint a nyíl irányában megnyomjuk, a rácscsíkok úgy mozdulnak el, hogy a kristály bizonyos helyén egy rácscsík mintegy beékelődve többletként jelentkezik (az ábrán az A-val jelölt sík). A rácsszerkezet lényegében csak a többletsík élének közelében egy vonal, az ún. diszlokációs vonal mentén torzul el. Ez a vonal reprezentálja az éldiszlokációt. Az ábrán a diszlokációs vonal a rajz síkjára merőlegesen, a szaggatott vonaldarab meghosszabbításában fekszik.



3. ábra. Csavardiszlokáció.

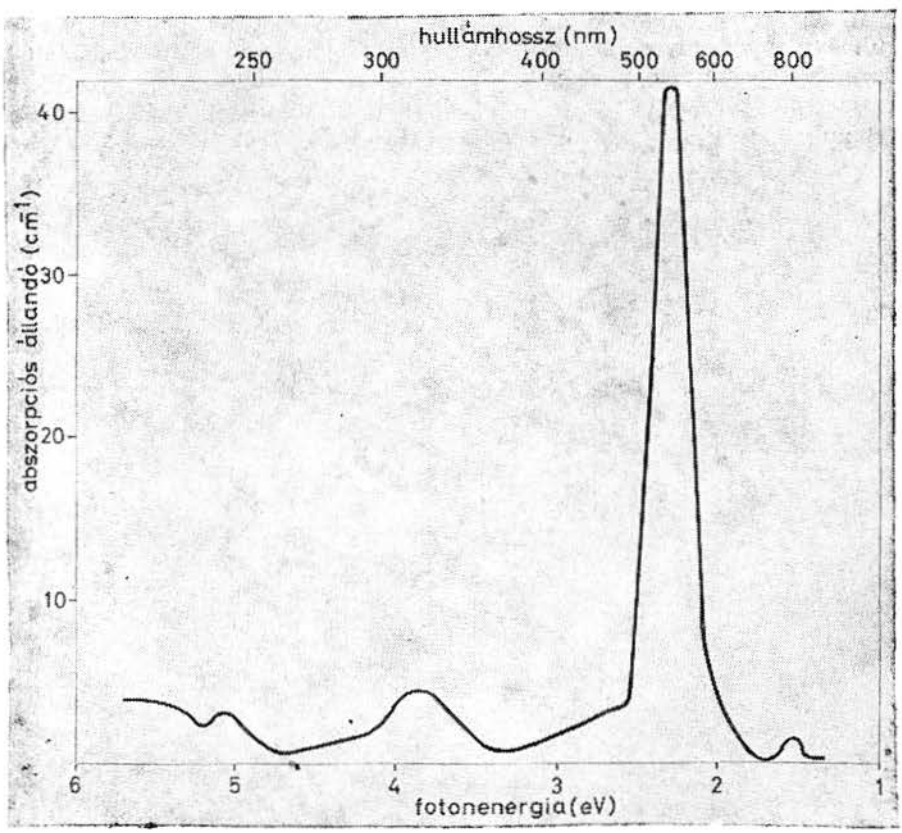
A 3. ábrán deformáció hatására keletkezett csavardiszlokációt szemléltetünk. A rácsszerkezetben a deformáció jelen esetben is egy vonal mentén lép fel (az ábrán vázolt esetben a függőleges vonaldarab meghosszabbításában), és ez reprezentálja a csavardiszlokációt. Ha a P pontból kiindulva a diszlokációs vonalat körüljárjuk, csavarvonal mentén haladunk.

A valóságban a két alaptípus ritkán fordul elő. Vegyük ugyanis tekintetbe, hogy a diszlokációk a kristályban elmozdulhatnak, és így kölcsönhatásba léphetnek egymással vagy ponthibákkal, amelyek ugyancsak vándorolni képesek. Így igen bonyolult helyzetek adódnak, amelyek állandó változáson mennek keresztül. Részletezés nélkül, néhány érdekességet említünk a ponthibák és diszlokációk kölcsönhatásával kapcsolatban. Pl. diszlokációk találkozásakor vakanciák vagy intersticiumok keletkezhetnek, azaz diszlokációk ponthibákat kelthetnek. A fordított jelenség is ismeretes, ugyanis vakanciák vagy intersticiumok csoportja a környezetet úgy deformálhatja, hogy abban diszlokációk jönnek létre.

II. A továbbiakban ionkristályokban, éspedig alkálihalogenid kristályokban ionizáló sugárzások által keltett hibahelyek természetéről, főbb tulajdonságairól és keletkezésük mechanizmusáról adunk rövid áttekintést. Az alkálihalogenidek a sugárhatások szempontjából jó modellanyagnak bizonyultak: könnyen előállíthatók nagy egykristályok formájában, szerkezetük viszonylag egyszerű, a sugárzások hatására létrejött változások jól megfigyelhető módon jelentkeznek bennük, aránylag sokat tudunk róluk, és így kedvező lehetőség nyílik az újabb ismeretek mélyebb értelmezésére.

A legszembetűnőbb jelenség a színtelen alkálihalogenid kristályoknak sugárzás hatására végbemenő színeződése, pl. NaCl sárgára, KCl ibolyaszínűre, KBr kékre stb. színeződik. A szín a sugárzás minőségétől (α-, β-, γ-, röntgensugárzás) nem függ lényegesen.

A színeződésre vonatkozólag az abszorpciós színkép nyújt részletes és pontos felvilágosítást. Példaként a KCl kristályt tárgyaljuk. A besugárzás előtt a kristály csak a távoli UV (200 μm alatt) és az infravörös (20 μm fölött) tartományban abszorbeál, a közbeeső tartományban átlátszó. Besugárzott kristály esetén éppen a közbeeső tartomány válik érdekessé. A 4. ábrán egy röntgenezett KCl kristály abszorpciós színképét mutatjuk be a 200—800 mμ tartományban. Ezért a színképért a sugárzás által keltett hibák, az ún. *színcentrumok*



4. ábra. Röntgenezett KCl-kristály abszorpciós színképe

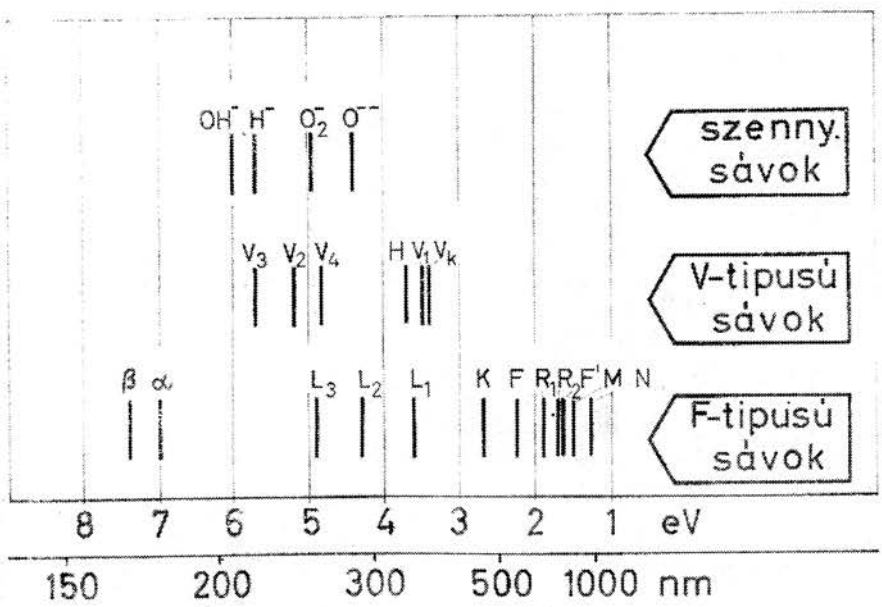
felelősek, amelyek a fényt másképpen nyelik el, mint azok a tartományok, amelyekben a sugárzás nem hozott létre változást. A színkép több sávból tevődik össze, amelyek többféle színcentrumtól származnak.

A 4. ábra szobahőmérsékleten röntgenezett kristály abszorpciós színképét szemlélteti. A röntgenezés után a kristályt cseppfolyós nitrogén hőmérsékletére (kb. 100 °K) hűtöttük, és az abszorpciós színképet ezen a hőmérsékleten vettük fel. Alacsonyabb hőmérsékleten ugyanis a sávok kevésbé fedik át egymást, és a színkép könnyebben analizálható. A színkép milyensége függ a hőmérséklettől, amelyen a röntgenezést végezzük, és megváltozik, ha a röntgenezés után a kristályt melegítjük. Ezek a jelenségek azzal függnek össze, hogy egyes centrumok csak elég alacsony hőmérsékleten (pl. 100 °K) stabilisak, mások viszont magasabb hőmérsékleten alakulnak ki. A színkép fénnyel való megvilágítás hatására is megváltozik, egyes centrumok ugyanis fény hatására átalakulnak.

A színezett kristályok hosszabb-rövidebb idő alatt elszíntelenednek. Melegítés, fénnyel való megvilágítás, deformálás hatására a színtelenedés gyorsul. Szobahőmérsékleten röntgenezett és sötétben tárolt kristály esetleg hónapok alatt sem színtelenedik el teljesen, erős megvilágítás hatására viszont, vagy magasabb hőmérsékleten (pl. NaCl esetén 180 °C felett) a színtelenedés percek alatt végbemehet.

Mind a színeződés sebességét és a színezhetőséget, mind pedig a színtelenedést lényegesen befolyásolja a színtelen kristály előélete, pontosabban az a körülmény, hogy milyen rácshibák vannak a besugárzandó kristályban, és mekkora ezek koncentrációja.

Jelenleg kb. 20 fajta centrumot ismerünk. A fontosabb abszorpciós sávok maximumainak helyét (a sávokat három csoportra osztva) és a sávok szimbólu-

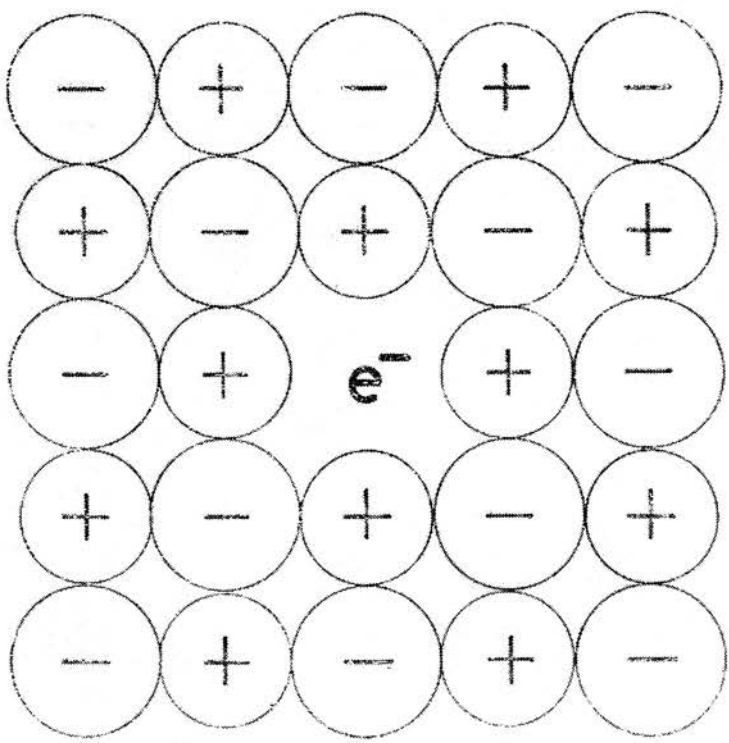


5. ábra. Röntgenezett KCl-kristályon jelentkező fontosabb abszorpciós sávok maximumainak helye.

mát az 5. ábra tünteti fel. A színcentrumok felosztásának alapját az a felismerés képezi, hogy sugárzás hatására egyes kötött elektronok szabaddá válnak, és a rácsközti térben vándorolva valamilyen hibánál (ahol az energetikai viszonyok kedvezőek) fogságba esnek. Nemcsak a szabaddá vált elektron, hanem a helyén létrejött *elektronlyuk*, másszóval *defektelektron* is képes vándorolni és alkalmas hibahelyen ez is elfogódhat. A defektelektron mozgását ugyancsak elektronmozgásként foghatjuk fel. A defektelektron ugyanis akkor mozdul el, amikor az elektronlyukba egy elektron átmerül valamely szomszédos iontól. A folyamat többször ismétlődhet, és így a lyukvándorlás elektronok lépésenként történő elmozdulásának tekinthető.

A színcentrumok egyik csoportjába azok a centrumok tartoznak, amelyek fogságba esett elektronokhoz tartoznak, ezek az ún. *F-típusú centrumok*, a másikba pedig azok, amelyek fogságba esett defektelektronokkal kapcsolatosak, ezeket *V-típusú centrumoknak* nevezzük. Az ábrán a legfelső sorban az ismertebb szennyezésekkel összefüggő sávok helyét is jelöljük.

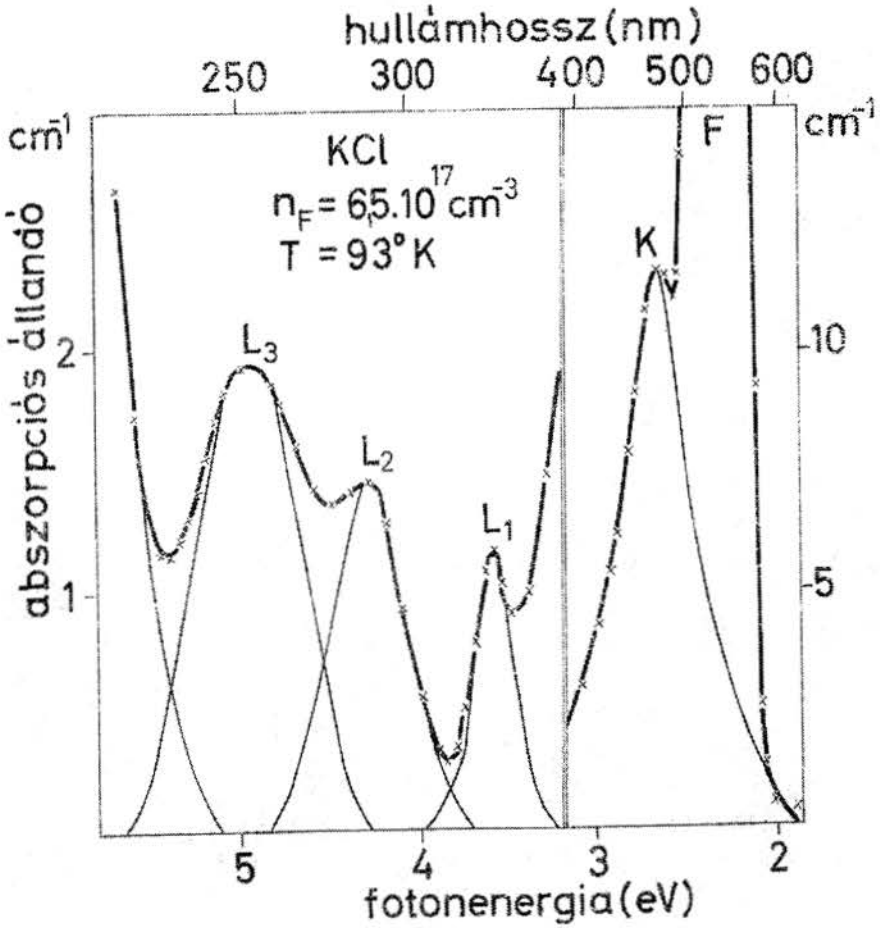
A színcentrumok természetének és képződésük folyamatának felderítése céljából az említett vizsgálatokon kívül más optikai megfigyeléseket, továbbá, elektromos, mágneses, stb. vizsgálatokat is végeztek. Mindezekre kedvező lehetőségek állnak fenn, mert pl. a színezett kristályokon az egyes sávokban való megvilágítás hatására dikroizmus, fotovezetés, optikai és termolumineszcencia stb. figyelhető meg. Értékes felvilágosítások nyerhetők az ionvezetőképességre, hővezetőképességre, dielektromos veszteségre, deformálhatóságra, sűrűségre vo-



6. ábra. F-centrum modellje

natkozó mérésekből is. Az utóbbi időben igen eredményesen alkalmazták a mágneses spektroszkópiai módszereket, magnetooptikai eljárásokat, Mössbauer-féle effektust stb. Mindegyik vizsgálat más és más oldalról világítja meg a folyamatokat, és minél több a kapott inofrmáció, annál teljesebb és meggyőzőbb a szerzett ismeretanyag.

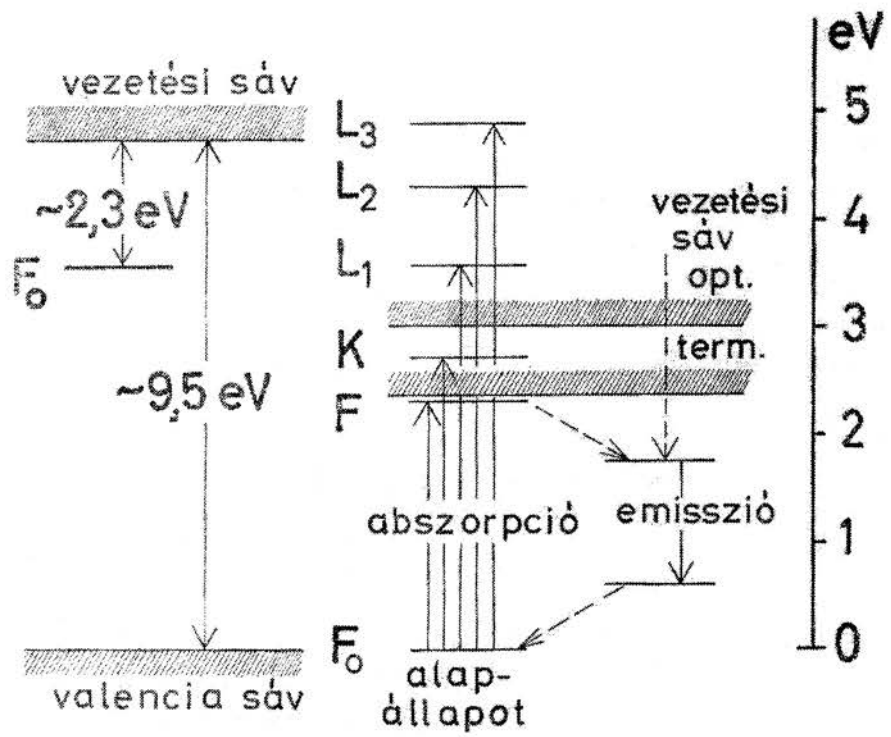
A legtöbbet vizsgált és legismertebb centrum az *F-centrum*. Az F-centrumot egy halogén vakanciánál elfogott elektron hozza létre (6. ábra). A körök a halogén és alkáli ionokat jelölik. Közvetlenül belátható, hogy a halogén vakanciaelektron elfogására alkalmas hiba, hiszen itt negatív töltéshiány áll fenn, és az elfogott elektron éppen ezt a hiányt pótolja. Az F-centrumok felelősek a abszorpciós színképben az F-, K- és L-sávok (7. ábra) megjelenéséért. A 7. ábrán a vastag vonallal kihúzott görbe a mérési eredményt mutatja (a jobboldalon kisebb léptéket alkalmazva), a vékony vonallal kihúzott görbék pedig az egyes sávokat, amelyeket a mért abszorpciós görbe felbontásával nyerünk. Ha a kristályt e sávok valamelyikében megvilágítjuk, megfelelő körülmények



7. ábra. F-centrumból származó sávok KCl esetén.

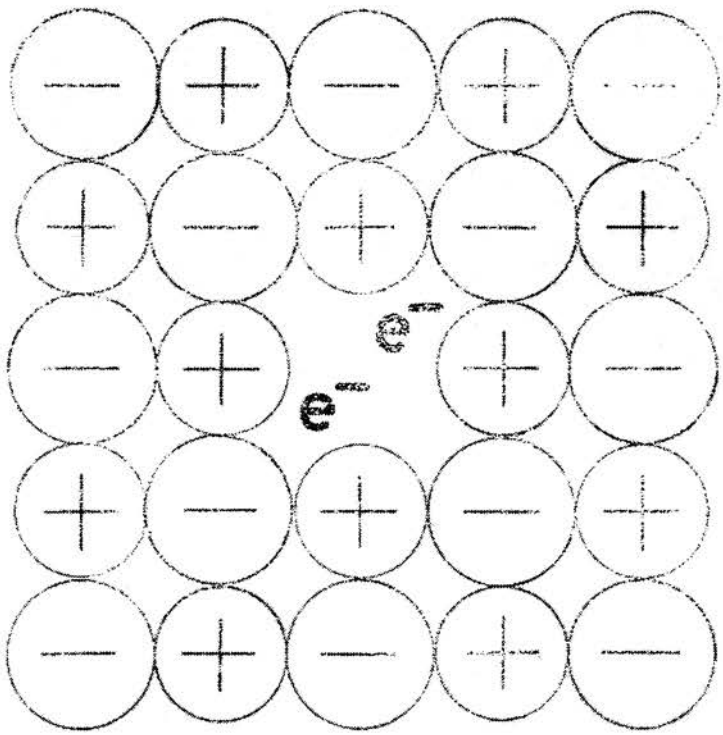
között, fotovezetés, valamint lumineszcencia is észlelhető. Az emittált fény az infravörös tartományba esik. Mindezek alapján az F-centrum energianívó-rendszerének elhelyezkedését a kristály elektronsávrendszerében a 8. ábra alapján képzelhetjük el. A baloldalon csak az F-centrum alapnívóját tüntettük fel (F_0), a teljes nívórendszert az ábra jobb oldalán láthatjuk. A fölfelé mutató nyilak az abszorpciós átmeneteket jelölik. Az F-sávot az alapnívóról az első gerjesztési nívóra, a K-sávot az alapnívóról a második gerjesztési nívóra való átmenet hozza létre, és így tovább. Az F-centrum a gerjesztéskor felvett energiát részben fonon-emisszió révén adja le, és az energiának csak tört része szabadul fel infravörös foton kibocsátása közben. A fonon-átmeneteket az ábra jobb oldalán lefelé mutató szaggatott nyilakkal, a foton-emissziót folyamatos nyíllal jelöltük. Gerjesztéskor a rácskonfiguráció megváltozik, és ennek következtében a vezetési sáv alsó széle lefelé tolódik. Az ábrán az eredeti helyzethez az „optikai", a megváltozotthoz a „termikus" szót írtuk. Jól látható az ábrán az is, hogy az F-nívó csak igen kevéssel fekszik a megváltozott vezetési sáv alatt, ami a tapasztalattal egyezésben azt jelenti, hogy a nem túl alacsony hőmérsékleten az F-nívóra gerjesztett elektronok termikus úton is a vezetési sávba juthatnak, tehát nem túl alacsony hőmérsékleten az F-sávban való megvilágítás is fotovezetést ereményez.

Az említett F-centrum-modell helyességét a mágneses rezonancia spektroszkópiai vizsgálatok igazolták meggyőzően. A színtelen alkálihalogenid kristály diamágneses, ha azonban F-centrumokat tartalmaz, paramágnesessé vá-



8. ábra. F-centrum energianívóinak rendszere.

lik. Ez a tény összhangban van azzal, hogy az F-centrum egyetlen elektront tartalmaz. A mágneses rezonancia spektroszkópia felvilágosítást ad az elektronrács csatolásra, azaz arra vonatkozólag, hogy miként kapcsolódik az F-centrum elektronja a környező ionokhoz. E vizsgálatok alapján mondhatjuk, hogy az F-centrum elektronja igen nagy valószínűséggel a vakanciában tartózkodik, és csak kisebb valószínűséggel található a vakanciával határos alkáli-ionok valamelyikénél és még kisebb valószínűséggel a távolabbi szomszédoknál. KBr esetén pl. a vakanciában való tartózkodás valószínűsége 0,7; a hat szomszédos alkáli-ionnál összesen 0,24; a távolabbi szomszédoknál pedig összesen kb. 0,06. A tartózkodási valószínűség nem mutat irányfüggést, tehát az F-centrum gömbszimmetrikus.

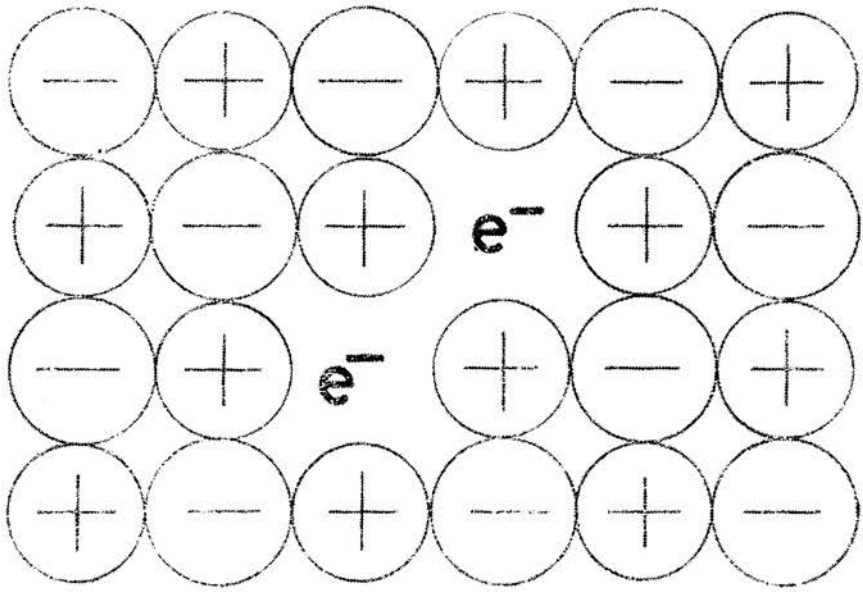


9. ábra. F'-centrum modellje

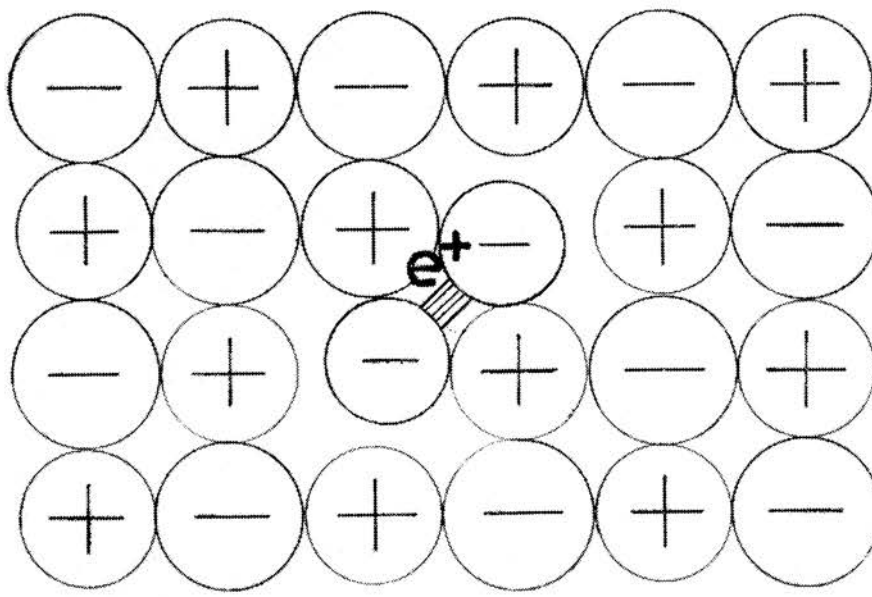
Egy érdekes, ugyancsak F-típusú centrum az *F'-centrum*, amely az F'-sávot hozza létre. Az F'-centrum egy halogén vakanciánál fogságba esett két elektronnal modellizálható. A második elektron nyilván lazábban kötődik a hibához, ezért van az, hogy az F'-centrum kevésbé stabilis, mint a F-centrum, és a legtöbb kristály esetén az F'-sáv csak jóval a szobahőmérséklet alatt figyelhető meg.

A többi F-típusú centrum összetett centrum, éspedig F-centrumok társulása folytán jön létre. Viszonylag egyszerű az *M-centrum*, amely két asszociált F-centrumnak tekinthető (10. ábra). Az M-centrum nem szimmetrikus, amit jól igazolnak a polarizált fénnyel végzett abszorpciós és lumineszcencia-vizs-

gálatok, valamint a mágneses rezonancia spektroszkópiai megfigyelések. Kevésbé tisztázott a többi F-típusú centrum szerkezete. Nagyon valószínű azonban, hogy az *R-centrumok* három F-centrum társulása révén jönnek létre.



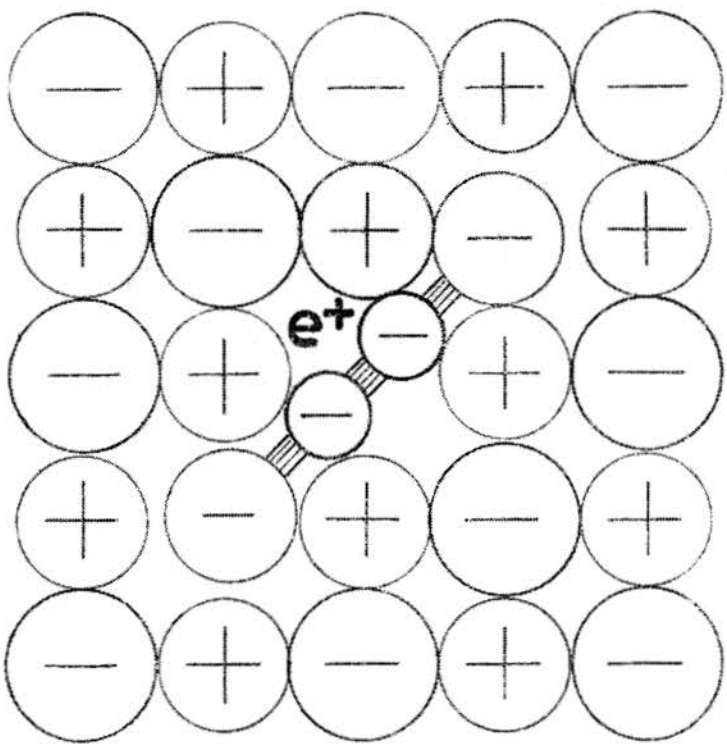
10. ábra. M-centrum modellje.



11. ábra. Vk-centrum modellje.

Ismeretesek olyan centrumok is, amelyeket nagyszámú asszociált F-centrum képez. Ilyen, ún. *kolloid-centrumoknak* nagy dózisok hatására történő felszaporodása okozza pl. a NaCl kékre való átszineződését.

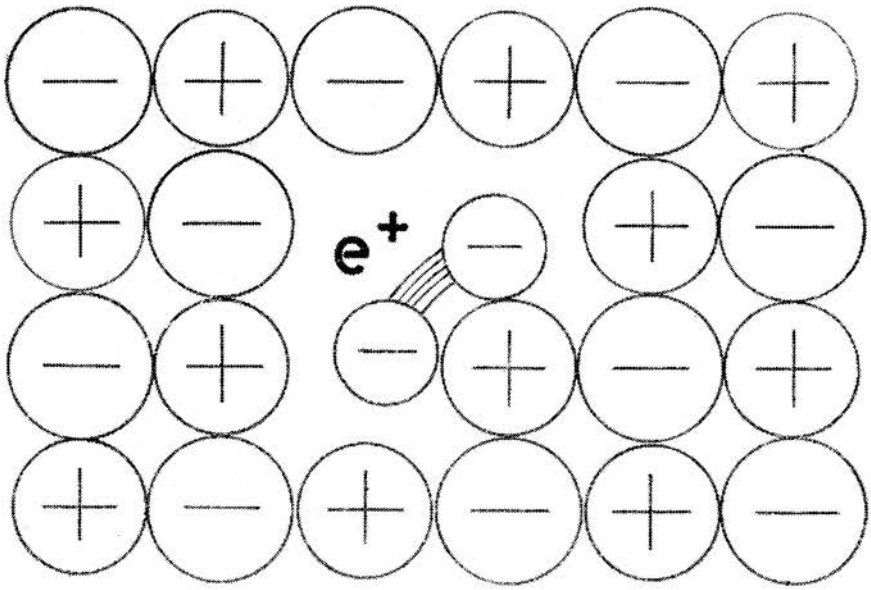
A V-típusú centrumok közül a legegyszerűbbek csak alacsony hőmérsékleten stabilisak. Ilyen pl. az ún. V_K-*centrum*, amely egy halogén ionnál fogságba esett defektelektronnal modellizálható (11. ábra). Az elektronlyuk a tapasztalat szerint nem egy halogén-ionnál, hanem két szomszédos halogénionnál tartózkodik, éspedig a kettőnél egyenlő valószínűséggel. Az elektronlyuk a rácsban pozitív töltéstöbbletként jelentkezik (ezért jelezzük a jelenlétét e^+ szimbólummal), és a két szomszédos halogén-iont mintegy egymáshoz kapcsolja. A kapcsolódást az ábrán egymáshoz közelebb rajzolt és vonalakkal összekötött körökkel szemléltettük. A defektelektron jelenléte miatt a halogénionok csökkent méretűek, ezért szimbolizáltuk őket kisebb körökkel.



12. ábra. H-centrum modellje.

Egy másik V-típusú centrum a *H-centrum*, amely intersticiális halogénionnál fogságba esett defektelektronnal modellizálható (12. ábra). Itt a defektelektron négy, átlósan elhelyezkedő halogén-ionnál tartózkodik.

Arra is gondolhatunk, hogy mindegyik F-típusú centrumnak megvan a V-típusú megfelelője. Az ún. V_F*centrum* valóban olyan centrum, amelyet egy alkáli vakanciánál fogságba esett defektelektron hoz létre, a V_F-centrum tehát az F-centrum V-típusú megfelelőjének tekinthető (13. ábra). Ez a megállapítás azonban csak közelítőleg fedi a valóságot, a mágneses spektroszkópiai vizs-



13. ábra. V_F-centrum modellje.

gálatok szerint ugyanis teljes megfelelés nem áll fenn. Az F és V_F-centrumok között pl. lényeges különbség mutatkozik a szimmetriaviszonyokban. Az F-centrum gömbszimmetrikus, a V_F nem az. Több V-típusú centrum szerkezetét még nem ismerjük, valószínű, hogy egyesek szennyezésekkel függnek össze. Az előzőkben ismertetett centrumok létezése — mint említettük — bizonyítottnak tekinthető, és ez az első eset, amikor közvetlenül ki lehetett mutatni ionkristályok esetén defektelektron kötődését reguláris rácshelyen vagy intersticiálisan elhelyezkedett negatív ionnál. Ilyen helyzet nyilván szobahőmérsékleten is létrejön, csak ilyenkor rövid az élettartama.

Eddig a már kialakult színcentrumok tulajdonságairól volt szó. A következőkben a *színcentrumok képződésének mechanizmusával* foglalkozunk. Az érdeklődés e téren is elsősorban az F-centrumokkal kapcsolatban jelentkezett, de még itt it sok a tisztázatlan kérdés.

Az elnyelt sugárzás a kristályban — mint már említettük, — elektron-defektelektron-párokat hoz létre. Alkálihalogenidek esetében gyakorlatilag mindig a negatív halogén-ionról válik le elektron, ami azt jelenti, hogy primer aktusban a defektelektron is a halogén-ionnál jelentkezik. Ha a gerjesztési energia elég nagy, az elektron elszakad a defektelektrontól és egyik a másiktól függetlenül diffundál a rácsban, míg nem jön létre rekombináció, amely természetesen energiafelszabadulással jár. Ha viszont a gerjesztési energia egy bizonyos érték alatt marad, az elektron és defektelektron nem szakad el egymástól, és az elektron-defektelektron-pár együtt vándorol a kristályban. Az egymást kötve tartó elektron-defektelektron-párt *excitonnak* (gerjesztési részecskének) nevezzük. A hidrogénatomban egy elektron protonhoz, az excitron esetén defektelektronhoz, ill. a kettő egymáshoz kötődik. Miként a hidrogénatom, úgy az exciton is csak diszkrét energiaállapotokban létezhet. Az exciton a rácstól energiát vehet fel, és a rácsnak energiát adhat le. Ha az excitron

energiáját leadja, megsemmisül. Ha a rácstól felvett energia elég nagy, az exciton elektronra és defektelektronra esik szét, amelyek a továbbiakban már egymástól függetlenül mozognak tova. Erről az esetről az előzőkben már volt szó.

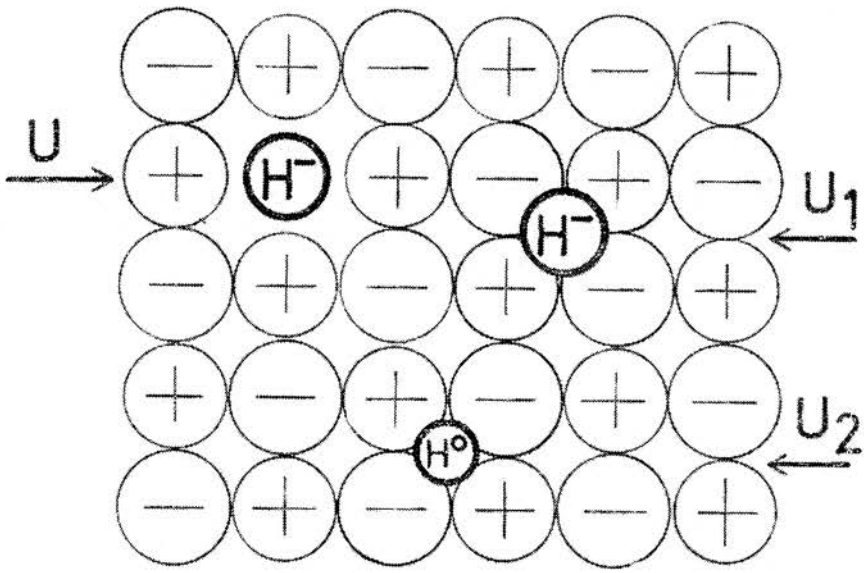
Színcentrumok képződéséhez vakanciákra is szükség van. Vakanciák mindig rendelkezésre állnak (magányosak, párok, csoportok), de mint a tapasztalat mutatja, sugárzás hatására keletkeznek is. F. Seitz szerint F-centrumok, illetőleg F-típusú centrumok képződnek, ha elektronok fogságba esnek halogén vakanciáknál és V-típusú centrumok, ha defekteletkronok fogódnak el alkáli vakanciáknál. Különösen kedvezőek a feltételek a fogságba esésre magányos vakanciáknál, hiszen így áll helyre a kristályban az elektromos semlegesség. A színezés kezdeti szakaszában a centrumok képződésében elsősorban a meglevő magányos vakanciák játszanak szerepet, később pedig egyre inkább azok, amelyek a sugárzás hatására jönnek létre. F. Seitz szerint magányos vakanciák képződésénél fontos szerepet játszanak a vakanciapárok és csoportok mellett a diszlokációk, pontosabban ezek találkozásakor keletkezett ún. diszlokációs lépcsők. Ha ugyanis az excitonok vándorlásuk közben diszlokációkkal találkoznak (diszlokációs lépcsőkhöz vándorolnak), e helyeken fogságba esnek és energiájukat leadják. (Az excitonok általában könnyen elfogódnak rácshibáknál.) A leadott energia a rácsrezgéseket helyileg felfokozza (fonon-emisszió), mintegy a hőmérsékletet helyileg megemeli. Ez a „termikus csúcs" elegendő ahhoz, hogy a hibát, pl. a diszlokációs lépcsőt határoló ionok elmozduljanak és a hibáról vakanciák szakadjanak le. A leszakadt vakanciák részben még a folyamatot elindító exciton, részben pedig újabb excitonok hatására keletkezési helyüktől elvándorolnak. A színcentrumok képződéséhez tehát a szükséges feltételek fennállanak: magányos vakanciák, elektronok és defektelektronok egyaránt A színezés kezdeti szakaszán, amikor a színcentrumok képződésében főként a meglévő vakanciák vesznek részt, kevesebb energia szükséges egyetlen F-centrum keltésére, mint később, amikor a vakanciák keltése is energiát emészt fel. NaCl esetén egy F-centrum keltéséhez 40—200 eV enegria szükséges.

J. H. O. Varley, F. Seitztől eltérő mechanizmusra tesz javaslatot, különös tekintettel az alacsony hőmérsékleten végbemenő folyamatokra. Szerinte a sugárzás negatív halogén-ionokat, pl. Cl^--ionokat közvetlenül ionizál, sőt azt is lehetségesnek tartja, hogy kétszeres ionizáció következtében pozitív halogén ionok, tehát pl. Cl^+-ionok keletkeznek. (A kétszeres ionizáció kb. tízszer kisebb valószínűséggel következik be, mint az egyszeres.) A pozitív halogén-ionok helyzetét a velük szomszédos pozitív alkáli-ionok instabilissá teszik, és így a viszonylag kisméretű pozitív halogén-ionok a szomszédok által kifejtett taszító erő hatására könnyen kerülnek intersticiális helyzetbe. Itt egy, esetleg két elektront véve föl, csakhamar stabilisabb halogén-atomokká, illetőleg negatív halogén-ionokká alakulnak át. Intersticiális halogén-atomok és intersticiális halogén-ionok keletkezését a kísérletek alátámasztják (l. a H^- és a V -centrumokat). Az F-centrumok kialakulását ezek után már könnyű elképzelni, ha feltételezzük, hogy a keletkezett negatív ionhiányoknál elektronok esnek fogságba.

A probléma nincs lezárva, valószínűleg mindkét feltételezett mechanizmus tartalmaz igazságot.

Tekintsük át röviden a szennyezések szerepét is. Főként az egy- és kétértékű pozitív és negatív ionos szennyezéseket vizsgálták. Ezek a színtelen kristályrácsba általában alkáli, illetőleg halogén-iont *helyettesítve* épülnek be, pl. a H^--ion vagy az OH^--ion halogén-iont, a Ca^{++}-ion alkáli-iont helyettesít.

Az egyértékűeknél a semlegesség a szubsztitúciós beépülés következtében biztosítva van. A kétértékű ionok esetén az elektromos semlegesség biztosításához még megfelelő vakancia jelenléte is szükséges, amely esetleg a szennyező ionhoz társul, pl. a Ca^{++}-ionhoz egy alkáli vakancia asszociálódik. Ha a szennyezések elég nagy koncentrációban vannak jelen, az abszorpciós színképben jól megfigyelhető sávokat hoznak létre.



14. ábra. U-centrumok modellje.

A szennyezést tartalmazó hibahelyek sugárzás hatására vakanciaforrásként szerepelhetnek, továbbá mint donorok vagy akceptorok viselkednek. Mindezek következtében sugárhatásokban fontos szerepet visznek. Igen feltűnő jelenség pl. az, hogy az OH^--centrumokat vagy a Ca^{++}-ionokat tartalmazó kristályok könnyen színeződnek. A mechanizmus a legtöbb esetben még kevéssé tisztázott. Viszonylag elég sokat tudunk az alkálihidrid molekulákkal szennyezett kristályokról. Ha pl. KBr-hoz kálium-hidridet adunk, egyes halogén-ionok helyére H^--ionok épülnek be. (14. ábra,), ún. U-centrumok képződnek, amelyek 5,5 eV-nál az U-sávot hozzák létre. Besugárzás hatására az U-centrumok átalakulnak. Ismeretes pl. az a folyamat, amelynek eredményeként a H^--ion intersticiális helyzetbe kerül, U_1-centrumot hoz létre (14. ábra), és visszahagy egy halogén vakanciát. Az is ismeretes, hogy a H^--ion elektronjától megszabadulva, mint halogén-atom foglal helyet intersticiális helyzetben (U_2-centrum, l. a 14. ábrát), és az elektron a visszahagyott halogén vakanciában fogságba esve F-centrumot hoz létre. Az intersticiális halogén otomok igen mozgékonyak, és megfelelő körülmények között halogén molekulákat képeznek.

Végezetül visszatérünk néhány sorban a bevezetőben mondottakra: a szilárdtest-fizikai kutatások termékenyítő hatást gyakorolhatnak a biológiai struktúrákban végbemenő folyamatok vizsgálatára, nemcsak a kutatási módszerek alkalmazását, hanem a finomabb folyamatok értelmezését illetően is. Kevéssé

ismeretesek eddig pl. olyan vizsgálatok, amelyek a hibaképzés lehetőségeivel és konzekvenciáival foglalkoztak, pedig feltételezhetjük, hogy az óriásmolekulákban, pl. a DNS-molekulákban is, léteznek termikus eredetű ponthibák, vagy képződhetnek kémiai hibák. A molekulák különböző helyein a hibaképződés valószínűsége más és más. Ahol a kötés lazább, ott nagyobb, ahol erősebb, ott kisebb valószínűséggel keletkeznek hibák. Ezek lehetnek egyszerűek és összetettek. Szerepet játszhatnak pl. a nukleotida-bázisok átalakulásában, addíciók, deléciók keletkezésében, a bázisok szekvenciájának megváltozásában. A hidrogénkötés laza kötés, közelítő becslés szerint, ha 0,2 eV kötési energiával számolunk; átlagosan kevesebb, mint minden kétezredik hidrogénkötés hibásnak tekinthető. A bázisokon belül kisebb a hibaképződés lehetősége. Persze a hibák képződése és eltűnése a környezettel való kölcsönhatásban megy végbe. Ezen elképzelés szerint tehát hibák mindig vannak, nemcsak fény, ionizáló sugárzás, hanem egyéb ágens következtében is keletkeznek. Natív állapotban azonban mindazok az atomok, atomcsoportok, amelyek a példaként felhozott DNS-molekulákat felépítik, a molekulák környezetében is megtalálhatók, és így mindig megfelelő atom, atomcsoport kerülhet a megfelelő helyre. Azt is mondhatjuk, hogy natív állapotban gyakorlatilag csak cserélődések történnek és a molekulák idő-átlagban tekintve teljesek, tökéletesek. Ilyen körülmények között a hibák képződése és eltűnése, bár ezek állandóan végbemenő folyamatok, az életfolyamatokat nem befolyásolják. Ebben az elképzelésben a hibás hidrogénkötés azért nem idézi elő a helixek letekeredését, mert előbb áll helyre a kötés, mielőtt a szétválás folytatódnék.

Más a helyzet, ha megváltozik a molekulák környezete, pl. a koncentrációviszonyok, vagy a környezetben idegen atomok is vannak. Ilyen esetben a visszaépülési valószínűség csökkenése, vagy idegen részecskék beépülése következtében a molekula kisebb-nagyobb mértékben átalakulhat, szélső esetben denaturálódhat.

A szokásos körülményektől eltérő helyzet áll elő akkor is, ha a molekulákat sugárzás éri. Ilyenkor kis térfogaton belül sok hiba jön létre, az elektronszerkezetben is keletkeznek zavarok, amelyek a molekulában tovaterjednek. Tekintetbe véve, hogy a miliőben is változások mennek végbe, a molekula könnyen szenvedhet irreverzibilis átrendeződést.

Nagyobb sérülés termikus rezgések hatására is bekövetkezhet, de ennek valószínűsége kicsiny. Lehetséges azonban, hogy azok a sérülések, amelyeket a kozmikus sugárzásnak tulajdonítunk, részben termikus eredetű hibák véletlen felhalmozódása következtében jönnek létre.

Mindazt, amit biológiai vonatkozásban mondottunk, a szabadjára eresztett fantázia játékának kell tekinteni, csupán a hibák szerepére akartunk utalni egyes folyamatok kiváltásában.

1966. március 28-án a Magyar Biofizikai Társaság klubestet rendezett Budapesten, a Magyar Tudományos Akadémián.

A programban Tigyi József alább közölt élménybeszámolója, a májusban tartandó IV. Vándorgyűlés problémái és a 2. Nemzetközi Biofizikus kongresszuson való részvétel megbeszélése szerepelt.

A BIOFIZIKA HELYZETE AZ USA-BAN

TIGYI JÓZSEF
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A biofizika az Egyesült Államokban rendkívül divatos tudományszak, egyike a legnagyobb ütemben fejlődő szakmáknak. A fejlődés ezen nagy üteme okai után kutatva a következő tényezők szerepe látszik kiemelkedőnek:

1. A magfizika fejlődésével az atomenergia tudományos és ipari alkalmazásával felmerülő biológiai és dozimetriai problémák egyrészt szükségessé tették az ilyen irányú munka végzését, másrészt nagyságrendekkel nagyobb anyagi támogatást teremtettek a munka számára.

2. A molekuláris biológia fejlődése nyilvánvalóvá tette, hogy az életfolyamatok molekuláris szinten való követése egyre több fizikai mérőmódszert követel. Még a kémiai jellegű változások gyors mérése is egyre több fizikai módszert alkalmaz.

3. Az elektronika, az információelmélet és kibernetika fejlettsége lehetővé tette sok komponensű és bonyolult biológiai problémák egzakt tárgyalását és kutatását.

4. Az űrkutatás számos új biofizikai problémát vetett fel, egyben újabb bőséges anyagi erőforrásokat bocsátott a biofizikusok rendelkezésére. Ha az amerikai biofizika kialakulásának gyökereit és fő forrásait akarjuk áttekinteni, akkor az alábbi kép tárul elénk:

1. Az orvosfizikai és fiziológiai vonal, mely elsősorban a Medical Schoolokban képezte a biofizika alapját, pl. a Harvard, vagy a Berkeley-i egyetemek.

2. Jól kirajzolódik a radiológus vonal az ország számos egyetemén és kutatóintézetben (Zirkle, Pollard, Tobias).

3. Erőteljes kialakulási forrása az amerikai biofizikának a biokémiai vonal, melyben kutatók biokémiai problémából kiindulva fizikai, illetve biofizikai területen kötöttek ki. Pl. M. Calvin, A. Rich, és Kendrew).

4. Erősen motíválja az amerikai biofizikát az elektronika, a műszergyártó ipar hatása, mely kétségtelenül igen magas fokon áll, pl. az Engineering in Medicine Társaság 1965-ben Cleveland-ban már a 17. országos konferenciáját tartotta.

A biofizika szervezése

Bár a biofizikai tudomány fejlődése a második világháború után közvetlenül gyors léptekkel megindult, az Am. Biophysical Society csak 1957-ben alakult meg. A Társaságnak 1961-ben még csak 1100, de 1964-ben már több mint 2000 tagja volt. A végrehajtó bizottság elnöke jelenleg Thomas Anderson, a helyettes és utód A. Burton, a titkár W. Sleator.

Az elnökök helyettesként 1 évig, majd elnökként további 1 évig működnek, a titkár 4 éves periódusban. A Bizottság 21 tagú, 3 évre választják, de nem egyszerre, hanem úgy, hogy évente 7 régi tag lelép és 7 új megkezdi funkcióját. A Társaság mintegy 10 bizottsággal dolgozik, évente rendszeresen vándorgyűlést tart (1966-ban a 10. vándorgyűlés volt), hivatalos folyóirata a Biophysical Journal kéthavonta jelenik meg.

Az ország igen nagy kiterjedése, a tudományok szervezetlensége, majdnem anarchiája még egy amerikai számára is szinte áttekinthetetlenné teszi az amerikai biofizikát. Mégis egy vándorgyűlés alapján bizonyos információt nyerhetünk a tudomány legfontosabb fejezeteiről. Teljesen önkényes felosztás és csoportosítás alapján, de a publikációk számának arányában az alábbi sorrendet állapíthatjuk meg az amerikai biofizika főbb ágait illetően:

1. membrán-transport

A kalium-natrium-csere vizsgálata különböző szervekben igen gyakori probléma. A békabőr permeabilitás vizsgálata vezető helyen van a többi kísérleti objektumokhoz viszonyítva. Sok képviselője van az aktív transport vizsgálatoknak. Érdekesnek látszik pl. az a megállapítás a Na-transporttal kapcsolatban, mely szerint egy O_2 molekula hasznosítása 16—20 Na ion transportját eredményezi. A klasszikus membrán felfogással szemben fejlődést jelent az az irányzat, mely a membrán változásai és a permeabilitás közti összefüggést vizsgálja, pl. a membrán duzzadásának szerepét. A víztransport kérdése is sokakat foglalkoztat.

2. fotoszintézis.

E kutatások vezető csoportja Berkeley-ben a Calvin-féle intézet, mely gyakorlatilag biofizikai irányban halad a chloroplast félvezető tulajdonságai és a fotoszintézisben megjelenő szabad gyökök számának mérésével. Érdekes új irányzat a Laser sugár felhasználása fényforrásként a fotoszintézis vizsgálatában. A fotobiológiai kutatások perspektivikus vonala az izolált és átáramoltatott békaretinán történő vizsgálatok végzése. Pl. a National Institute of Health a retina söréteffektusát vizsgálja. Ugyancsak értékesek a mikrospektrofotométerrel végzett vizsgálatok, melyek már fél mikron átmérőjű sejtfelületről is tudnak spektroszkópiai információt szerezni (F. Snell Buffalo).

3. nukleinsavkutatás

Egyik irányzat a phag DNA kivonása lehetőleg a molekula károsítása nélkül. A másik a DNA tisztítása különböző fizikokémiai eljárásokkal, pl. higanykötés után gradiens centrifugálás stb. Érdekes és a hazai ilyen irányú vizsgálatokkal rokon a Berkeley egyetemen O'Konski vizsgálata, a DNS elektromos térben való struktúra változása. 10 000 V/cm térerősség hatására reverzibilis kettőstörésváltozás mutatható ki. A mesterséges nukleoproteinek felhasználása igen kiterjedt.

4. sugárbiológia.

Legdivatosabb szabad gyökök ESR-rel való mérése, lehetőleg egyszerű biológiai anyagokban különböző besugárzások hatására. Forrásként legszélesebb energiaspektrumú és kvalitású sugárforrásokat használnak a lassú elektronoktól a lineáris gyorsítóval gyorsított argon ionig. Figyelemreméltóak az Oak Ridge-i kutatócsoportnak a sugárkárosodás és az enzimaktivitás összekapcsolásával végzett vizsgálatai. Eszerint az enzimaktivitás a sugárkárosított helyen kezdődik. Sok kutatóintézet foglalkozik a tritium sugárbiológiai hatásával, érdekes az a megállapítás pl., hogy a DNA-ba beépült thimin következtében itt

2,6-szer nagyobb a károsodás, mint a fehérjében. Az ionizáló sugárhatás kutatása mellett az uv és látható fényhatások vizsgálata sincs elhanyagolva.

5. struktúrmolekulák vizsgálata.

Számos jó iskola állt rá a biológiailag fontos molekulák röntgensugár diffrakciójának vizsgálatára, de emellett a fluoreszcens fény polarizálásával, dielektromos tulajdonságok vizsgálatával, polarizációs mikroszkópiai vizsgálatokkal is számos munkahely foglalkozik. Különösen a kollagén, myosin, fibrinogén kutatása van előtérben.

6. Izomkutatás.

E téren a sarcoplasmaticus reticulum vizsgálata a legnépszerűbb. Sokan foglalkoznak természetesen a membrán hypotézis igazolásával. Véleményem szerint a membrán-elmélethez való tapadás olyan nagymértékű, hogy kultúrtörténeti érdekességként vetődik fel. Pl. Podolsky és Constantini az izolált egyes izomrost membránjának a lefejtése és eltávolítása után a rost ezen csupasz szakaszát ingerelni tudták. Ezen ragyogó kísérletből nem azt a következtetést vonják le, hogy valami baj van a membrán-hypotézis körül, hanem azt, hogy ebben az esetben a belső membrán (internal membrane), mely az ingerületvezetésben résztvesz. A Huxley-féle sliding-hypotézis már nem általánosan elfogadott, inkább az alakult ki, hogy csak izotóniás (megterhelés nélküli) körülmények között magyarázza meg az izom struktúraváltozásait. Kiterjedt vizsgálatok folynak az izom térfogatváltozásait illetően is Baskin University of Davis munkacsoportjában, igen fejlett elektronikával és computeres kiértékeléssel, de az alapvető feltételek gyakran figyelmen kívül maradnak, pl. buborék a térfogatmérőben. Ugyancsak kiemelkedő azon kutatók száma, akik az ingerület és a kontrakció kapcsolatát kutatják különös tekintettel a calcium szerepére (Sandow). Az izomkutatásnak jelentős részarányát képezi a szívizom-kutatás. Pl. Mommaerts laboratóriumában Brady igen finom transducer- és elektronika-rendszert dolgozott ki a kapilláris izmok mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára. Figyelemre méltó a myosin szerkezetének vizsgálata circular dicroizmus alapján. (Mommaerts).

Nem kívánom tovább részletezni a főbb kutatási irányokat, de közvetlenül a fent felsoroltak nagyságrendjében művelik még a kibernetikát, a biofizikai kémiát, a vírusok biofizikáját, és jelentős számú munkahely foglalkozik theoretikus biofizikával is.

Biofizikusképzés.

A biofizikusképzés mintegy évtizede rendszeresen megszervezett disciplina az egyetemeken. A biophysicist PHD fokozat a Gradiate School rendszeres szaka. Az amerikai élet és az oktatási formák sokszínűségéből következően a tanmenetben számos variáció fordul elő, de mégis felrajzolható a vezető egyetemek tanmenetei alapján bizonyos séma, és így össze lehet hasonlítani a hazai helyzettel: Igen alapos matematika modern szinten, a computer használatával együtt kötelező tárgy. Alapos fizikai oktatás után a biofizika főleg speciálkollégiumok keretében áll a hallgatóság rendelkezésére. Ki kell emelni a jó elméleti fizikai előkészítést, az elméleti kémia és a kolloidtan kihangsúlyozását. Példaként összeállítottam a Berkeley-i biofizikai oktatás és a jelenlegi hazai tematika összehasonlítását.

	az össz. kötelező órák százalékában.	
	magyar	USA
matematika	8%	20%
fizika	14%	27%
kémia	30%	33%
biológia	48%	20%

Szembetűnő a matematika és fizika relatíve magas részaránya.

A hallgatók mindvégig az egyetemi kutatóintézetekben externistaként dolgoznak, nyáron és a szünetekben egész nap, aránylag alacsony a kötelező órák száma, így lényegesen több idő marad az elmélyült kutatómunkára. Figyelemre méltó a magas szintű tanítás az egyes kollégiumokban. Nagyon ritkán ad le egyetlen személy valamely fő kollégiumot, a legtöbbször 4—5 szakember bevonásával folyik az oktatás, így biztosítható az, hogy az anyagot mindig szakember és a napi kutatási szinten tárja a hallgatók elé. A hallgatók minősítése is figyelemre méltó módszerrel történik. A minősítés három faktorból tevődik össze: 1. az órákon való szereplés közbeszólások, viták formájában, 2. egy kiadott téma írásbeli feldolgozása, 3. szóbeli vizsga.

Ismét szeretném kihangsúlyozni, hogy — mint a fentiekben már említettem — nagyon sok egyetemen a biofizikai tanszék a Medical School-hoz kapcsolódik és ez látja el a természettudományi karok biofizikus képzését is. Ezen felül nagyon gyakori, hogy fiziológiai, belgyógyászati és sebészeti intézet biofizika-professzorral rendelkezik, aki a tudományszakon belül sokszor kiemelkedő biofizikai kutatócsoportot vezet. A biofizikai intézetekben a szakbiofizikusok mellett gyakran találunk matematikusokat, theoretikus fizikusokat, mérnököket, kémikusokat.

Műszerezettség.

Az amerikai biofizikának az egyik legjellemzőbb vonása a magas fokú műszerezettsége. Ez könnyen érthető, hiszen a magas technikai színvonal, a nagy ipari vetélkedés miatt rövid idő alatt képesek jó típusú műszerek sorozatait piacra dobni. A kutatóintézetekben a számológépek használata szinte általános, az automatizálás igen magas fokú és ezzel igen sok technikai segéderőt takarítanak meg (pl. a Harvard Medical School Biophysical Laboratory-ban 20 kutató mellett 4 asszisztens dolgozott). Szembetűnő a regisztrálási technika praktikussága, a különféle transducerek igen bő választéka. Nem elhanyagolható előny az amerikai biofizikai kutatásnak a kitűnő vegyszer- és jelzett vegyület-ellátás, mely lehetővé teszi a felvetődött ötletek haladék nélküli kísérleti realizálását. Szembetűnő az ipar és a kutatóintézetek szoros együttműködése új műszertípusok kidolgozására. Természetesen ezt az együttműködést az ipari társaságok szorgalmazzák, de igen hasznos a kutatók számára is. Bár az iparral való közvetlen kollaboráció bizonyos mértékig feleslegessé teszi az intézeti műhelyeket, mégis a valóban új metodikát termelő intézetek jelentős részlege a modernül felszerelt és jól fizetett szakemberekkel és mérnökökkel ellátott intézeti műhely. A tudományos kongresszusok egy igen jelentős szektora mindig a műszerkiállítás, ahol számos cég ügynöke mutatja be és kínálja megvételre a legújabban kidolgozott műszertípusokat és látja el a kutatókat jól áttekinthető műszer-, vegyszer-katalógussal és árjegyzékkel.

Mint említettem, igen nehéz áttekinteni az amerikai biofizika helyzetét, az azonban kétségtelenül szembetűnő, hogy igen erőteljes növekedésben van, és

egyre több kutató terjeszti ki munkáját biofizikai irányba. Példaként hadd említsem meg két hazánkfiát, Szentgyörgyi Albertet és Szilárd Leót, akik mindketten biofizikai területen tevékenykedtek az utóbbi években. A nagymértékű anyagi támogatás sok visszásságot is teremt. A kutatás támogatására adott grand-et, akár vezet az eredményre, akár nem, mindig egy-két beszámoló cikk vagy előadás követi. Ezért a publikációk, kongresszusok, meetingek, szimpóziumok áradatában jelentős fáradságba kerül a kevés, valóban kiemelkedő és új eredmény kiszűrése.

Örömmel kell megállapítanunk azt a tényt, hogy az amerikai biofizikus kollégák igen nagy érdeklődéssel követik és jól ismerik a hazai biofizika eredményeit és a maguk módján igyekeznek a kapcsolatot elmélyíteni és kiszélesíteni. A magyar származású biofizikusok közül sokan, pl. C. Tobias, Barnóthy, Forró stb. őszinte és igen meleg érdeklődéssel fordulnak a hazai biofizika eredményei felé.

Függelékek

Értesítőnk első füzetében nem adtunk számot az 1962. július 2—3-án Budapesten rendezett Struktúra és funkció symposiumról. A symposium programja az alábbi volt:

Straub F. Brunó: Megnyitó

Bevezető vita.

Fridvalszky Lóránd: A kloroplasztok ultrastruktúrája a működéssel összefüggésben és a növényi funkcionális ultrastruktúra-kutatás néhány más problémája.

Romhányi György: Mikrostruktúra és funkció együttes kutatásának jelenlegi eredményeiről az irodalomban és hazánkban.

Szentágothai János: A synapsis funkciós ultrastruktúrája.

Az előadások teljes terjedelemben, valamint a hozzászólások, a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Tudományok Osztályának 1963. évi közleményeiben jelent meg. (VI. kötet 1—2. szám).

A Magyar Biofizikai Társaság alapszabályzata.

1. §

A Társaság címe.

Magyar Biofizikai Társaság. A Magyar Biofizikai Társaság az MTA, közvetlenül pedig a Biológiai Osztály felügyelete alá tartozik. A Társaság szoros kapcsolatot tart az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal, amely a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének tagegyesülete.

A Társaság neve:

Oroszul: Vengerszkoe biofizicseszkoe obscsesztvo.
Angolul: Hungarian Biophisical Society.
Franciául: Société Hongroise de Biophysique.
Németül: Ungarische Biophysikalische Gesellschaft.

A Társaság székhelye: Budapest.

Működési területe a Magyar Népköztársaság, hivatalos nyelve magyar.

Pecsétje köriratban: Magyar Biofizikai Társaság. Budapest. 1961.

2. §

A Társaság célja.

A Társaság a magyar biofizikusok és a határterületi tudományokkal foglalkozók önkéntes egyesülése, amelynek célja a biofizikai művelődés előbbrevitele társadalmi úton szocializmust építő hazánkban.

a) a biofizikai kutatás ápolása és fejlesztése,

b) a biofizikai oktatás előmozdítása,

c) a biofizika alkalmazásának előmozdítása,

d) a feladatokat érintő elvi szervezési és világnézeti kérdések figyelemmel kísérése, illetőleg propagálása.

e) a biofizikus hivatás erkölcsi és anyagi megbecsülésének előmozdítása.

3. §

A Társaság vagyona, jövedelme.

A Társaság jövedelmét a következők biztosítják:

a) rendes és pártoló tagok fizetendő tagsági díja,

b) akadémiai támogatás,

c) egyéb adományok.

A rendes tag tagsági díja évi 60 Ft, amelyet a közgyűlés megváltoztathat.

A Társaság megszűnése esetén vagyonáról a közgyűlés, illetve az MTA dönt.

4. §

A Társaság működése.

A 2. §-ban megadott célok megvalósítása érdekében a következő rendezvényeket szervezi:

a) Előadások, tudományos beszámolók, vitaestek.

b) Kollokviumok a biofizika egyes ágaiban elért eredmények ismertetése illetve megbeszélése céljából.

c) Vándorgyűlés a tagok munkásságának ismertetése és a munkaterületen dolgozó tagtársak kapcsolatának elősegítése, valamint a legutóbbi hazai és külföldi fejlődés áttekintése céljából.

d) Kongresszus hazai, illetőleg külföldi résztvevőkkel, a legjelentősebb új eredmények megbeszélése.

e) Ankétok: állásfoglalás a szakmát érintő valamennyi szakkérdésben, továbbá kapcsolat tartása az Eötvös Lóránd Fizikai Társulattal, ezenkívül magyar biológiai társaságokkal.

5. §

A Társaság tagjai.

a) Rendes tagok, olyan, a biofizikának, illetve határterületnek művelésében tevékenyen résztvevő magyar állampolgár szakemberek, akik a Társaság alapszabályait kötelezőnek elismerik magukra nézve, és akiket a Társaság tagjai körébe felvesz. Megalakulás után új tagot 2 tag javasolhat az elnökségnek taggá való felvételre.

b) Tiszteletbeli tagok olyan hazai vagy külföldi állampolgárok, akiket az elnökség egyszerű többségének ajánlása alapján a közgyűlés megválaszt.

c) Pártoló tagok olyan jogi és természetes személyek, akik a biofizikának hazánkban való előbbrevitele céljából csatlakozni kívánnak és akiket az elnökség pártoló tagul felvesz és akik a pártoló tagsági díjat fizetik.

6. §

A rendes tagok jogai.

a) a közgyűlésen véleménynyilvánítás bármilyen, a Társaságot érintő kérdésben,

b) javaslattétel,

c) választás és megválaszthatóság, valamint a közgyűlésen a szavazás,

d) a Társaság által nyújtott kedvezményekben való részesedés.

7. §

A rendes tagok kötelességei:

a) saját munkaterületének művelése,
b) a Társaság határozatainak végrehajtása,
c) a tagsági díj fizetése.

8. §

A tagság megszűnése.

A tagság megszűnik

a) halál (jogi személyeknél megszűnés),
b) kilépés,
c) törlés,
d) kizárás esetén.

A tag kilépési szándékát írásban kell közölni az elnökséggel; a tagság megszűnése utáni hónap kezdetével megszűnik a tagdíj fizetésének kötelezettsége is. Elveszti tagságát az Elnökség határozata alapján az a tag, aki féléves, vagy annál nagyobb tagsági díjhátralékát ismételt felszólításra sem rendezi. Kizárható az a tag, aki megsérti a Társaság alapszabályait, vagy akinek ténykedése ellentétbe kerül a Társaság célkitűzéseivel. Kizárható az a tag, aki népi demokrácia-ellenes magatartást tanúsít, illetőleg a Magyar Népköztársaság törvényeinek megsértése miatt jogerősen elítéltetett. A kizárásról a kiküldött bizottság által lefolytatott tárgyalás után az elnökség dönt $^2/_3$ szótöbbséggel. A kizárt tag a közgyűléshez fellebbezhet, de ennek nincs halasztó hatálya.

9. §

A Magyar Biofizikai Társaság intéző szervei:

a) a közgyűlés és
b) az elnökség.

10. §

A közgyűlés.

A Társaság rendes és pártoló tagjaiból tevődik össze. A közgyűlés a társasági élet elvi irányításának, az elnökség munkájának és az ellenőrzésnek legfőbb szerve. A rendes közgyűlést kétévenként kell összehívni, össze kell hívni ezenkívül, ha az elnökség fele, vagy a rendes tagok legalább $^1/_3$-a kéri. Szavazati joguk a rendes és pártoló tagoknak van. A közgyűlésen az elnök, vagy ennek megbízásából az elnökség egyik tagja elnököl.

A közgyűlés feladatai:

a) a Társaság alapszabályainak megállapítása vagy módosítása, a jelenlévő, szavazati joggal rendelkező tagok $^2/_3$-os többsége alpján.

b) Jelölő Bizottság javaslata alapján az elnökség tagjainak a 11. § szerinti megnevezésben történő megválasztása vagy újraválasztása egyszerű szótöbbséggel.

c) Az elnökség által benyújtott, az elmúlt időszakról szóló beszámoló elfogadása és felmentés megadása.

d) Olyan indítványok tárgyalása, amelyek legalább 3 nappal a közgyűlés előtt megérkeztek a Társaság első titkárához.

e) A közgyűlés összehívása a kitűzött időpont előtt 15 nappal a tagokhoz kiküldött értesítés alapján történik. A közgyűlésről értesítést kap a Társaság felügyeleti szerve is. A közgyűlés határozatképes, ha a tagoknak több mint 50%-a megjelent, vagy a tagok számára való tekintet nélkül abban az esetben, ha a közgyűlés megnyitásának időpontjáig az összes tagok 15%-a nem emelt kifogást a közgyűlés megtartása ellen.

f) A közgyűlésről szabályszerűen hitelesített, a jelenlévőket név szerint feltüntető jegyzőkönyvet kell vezetni.

11. §

Az elnökség.

Az elnökség tagjai: az elnök, az első és második titkár, valamint 11 elnökségi tag, összesen tizennégyen. Az elnökség határozatát nyílt szavazással, szótöbbséggel hozza; szavazategyenlőség esetén az elnök dönt.

Az elnökség feladatai:

a) két közgyűlés között a Társaság minden ügyének intézése,

b) az elnökségi ülések között az ügyek intézése az elnökre és a két titkárra hárul, akik tevékenységükről kötelesek beszámolni a legközelebbi elnökségi ülésen.

c) Elnökségi ülés szükség szerint hívandó össze, de össze kell hívni, ha az elnökség tagjainak fele kéri.

12. §

A pénztáros.

A pénztárost az elnökség választja.

A pénztáros feladatai:

a) a tagok névsorának nyilvántartása;

b) minden fizetést okmányszerűen igazol;

c) az év végén zárszámadást készít.

13. §

Az ellenőr.

Az ellenőrt az elnökség tagjai közül az elnökség választja. A Társaság vagyonkezeléséért a pénztárossal együtt egyetemlegesen anyagilag felelős.

14. §

A közgyűlés által elfogadott alapszabályok, illetőleg alapszabálymódosítás a Magyar Tudományos Akadémia elnökségének jóváhagyásával válik érvényessé.

15. §

Ha a Társaság működése eltér az alapszabálytól, vagy általában nem felel meg a közérdeknek, akkor a Magyar Tudományos Akadémia vizsgálatot rendelhet el ellene és felfüggesztheti működését.

A Magyar Biofizikai Társaság tagnévsora

A) Alapító tagok:

1. Andik István docens	Pécs, Kossuth tér 2. OTE Kórélettani I.
2. Aujeszky László oszt. vez.	Bp. II. Kitaibel Pál u. 1. Orsz. Meteorológiai Int.
3. Balog Józsefné egy. adjunktus	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
4. Barabás Zoltán tud. mtárs.	Martonvásár, MTA Kut. Int.
5. Baumann Miklós tud. mtárs	Bp. XI. Budafoki út 14. III. 2.
6. Belágyi József tud. mtárs	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
7. Benededczky István tud. mtárs	Bp. XIII. Szabolcs u. 33. Kórbonctani I.
8. Benedek Jánosné tud. mtárs	Gödöllő, AE Izotóp Labor
9. Benkő Károly laborvez.	Debrecen, Közp. Kutatólabor.
10. Bojtor István tud. mtárs	Bp. 81. pf. 14.
11. Bor Istvánné tud. mtárs	Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Orsz. Sugárbiol. I.
12. Bozóky László oszt. vez.	Bp. XXII. Ráth Gy. u. 5. Orsz. Onkológiai Int.
13. Csillik Bertalan adjunktus	Szeged, Kossuth L. sgt. 40. Anatómiai Int.
14. Dalos Béla oszt. vez.	Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Közp. Sugárbiológiai Int.
15. Donhoffer Szilárd MTA lev. tag	Pécs, Kossuth tér 3/a. Kórélettani Int.
16. Dósay Károly tud. mtárs	Bp. III. Korvin Ottó u. 42. III. 5.
17. Ernst Jenő akadémikus	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai I.
18. Faludi Béla egy. tanár	Bp. VIII. Múzeum krt. 4/a ELTE Származás- és Öröklestani I.
19. Farádi László vezérőrnagy	Bp. V. Honvéd u. 28/30. Honv. Min.
20. Farkas György tanársegéd	Bp. XI. Fehérvári út 81. Optikai és Finommechanikai Kut. Labor.
21. Fiam Béla orvostud. kand.	Bp. XIII. Róbert K. krt. 44. Közp. Katonai Kórház
22. Frenyó Vilmos egy. tanár	Bp. VIII. Múzeum krt. 4/a. ELTE Növényélettani Tanszék
23. Garamvölgyi Miklós adjunktus	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
24. Gazsó József tanársegéd	Bp. VIII. Puskin u. 9. Orv. Fizikai I.
25. Geszti Olga o. alezredes	Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Közp Sugárbiológiai Int.
26. Gólián Béláné tanársegéd	Bp. VIII. Puskin u. 9. Orv. Fizikai I.
27. Guba Ferenc biol. kand.	Bp. VIII. Puskin u. 11. Közp. Szerk. Kutató Labor.
28. Györgyi Sándor tanársegéd	Bp. VIII. Puskin u. 9. Orvosi Fizikai I.
29. Gyulai Zoltán akadémikus	Bp. XI. Budafoki út 10. Műszaki Egyetem Fizikai Int.
30. Hámori József tud. mtárs	Bp. IX. Tűzoltó u. 58. BOTE Anatómiai Int.

31. Hoffmann Tibor fiz. t. doktora	Bp. V. Haris köz 5. Vegyipari Tröszt Szállítástechn. Közp.
32. Horváth Imre biol. tud. kand.	Gödöllő, AE Növénytani Tanszék
33. Horváth László Gábor Biol. t. k.	Bp. VIII. Baross tér 7.
	MÁV Pályaalkalmasságvizsgáló Állomás
34. Jánossy Lajos akadémikus	Bp. ELTE
35. Járai István tanársegéd	Pécs, OTE Gyermekklinika.
36. Jobst Kázmér adjunktus	Pécs, Dischka Gy. u. 5.OTE Kórbonctani Int.
37. Juhász Mária, Móroczné	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
38. Juvancz Iréneusz oszt. vez.	Bp. VIII. Korányi S. u. 2/a.
	Matematikai Kut. Int.
39. Károlyi Géza tanársegéd	Debrecen, Bem tér 18/b. Orvosi Fizikai Int.
40. Kelényi Gábor adjunktus	Pécs, Dischka Gy. u. 5. Kórbonctani I.
41. Kertész László adjunktus	Debrecen, II. Belklinika.
42. Kesztyűs Loránd egy. tanár	Debrecen, Kórélettani Int.
43. Királyfalvi László tud. mtárs	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
44. Koczkás Gyula oszt. vez.	Bp. XXII. Pentz K. u. 5.
	Orsz. Sugárbiológiai Int.
45. Kovács Sándor adjunktus	Pécs, Rákóczi út 80. Élettani Int.
46. Lakatos Tibor tanársegéd	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
47. Láng Istvánné főorvos	Bp. VI. Csengeri u. 25.
	Otoneurológiai Int.
48. Manhardtné Kutas Vera tud. m.	Bp. XXII. Pentz K. u. 5.
	Közp. Sugárbiológiai Int.
49. Masszi György tanársegéd	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
50. Mess Béla adjunktus	Pécs, Dischka Gy. u. 5. Anatómiai I.
51. Nagy János adjunktus	Bp. VIII. Puskin u. 9.
	Orvosi Fizikai Intézet
52. Nagy Jánosné tanársegéd	Debrecen, Bem tér 18/b.
	Orvosi Fizikai Intézet
53. Nagy Zoltán tanársegéd	Debrecen, Bem tér 18/b. Orv. Fiz. Int.
54. Nickl István tud. mtárs.	Bp. XXII. Pentz K. u. 5.
	Orsz. Sugárbiológiai Int.
55. Niedetzky Antal adjunktus	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
56. Novobátzky Károly akadémikus	Bp. VIII. Puskin u. 5—7.
57. Örkényi János tud. mtárs	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
58. Pál Imre tanársegéd	Bp. XII. Konkoly Thege út
	AOB Izotóp Labor.
59. Pártay Géza tud. mtárs.	Bp. II. Hermann Ottó út 15.
	Agrokémiai Kut. Int.
60. Pócsik István tanársegéd	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
61. Predmerszky Tibor oszt. vez.	Bp. XXII. Pentz K. u. 5.
62. Romhányi György egy. tanár	Pécs, Dischka Gy. u. 5. Kórbonctani Int.
63. Rontó Györgyi tanársegéd	Bp., VIII. Puskin u. 9. Orvosi Fizikai I.
64. Róka Ottó tud. mtárs	Bp. Pentz K. u. 5. Orsz. Sugárbiol. Int.
65. Straub F. Brunó akadémikus	Bp. VIII. Puskin u. 9.
	Orvosi Vegytani I.
66. Szenes Tibor egy. tanár	Szeged, Röntgen Klinika
67. Szentágothai János MTA lev. t.	Bp. IX. Tűzoltó u. 58. Anatómiai I.
68. Székely György adjunktus	Pécs, Dischka Gy. u. 5. Anatómiai Int.
69. Szigeti György akadémikus	Bp. VIII. Puskin u. 11.
70. Szőgyi Mária tanársegéd	Bp. VIII. Puskin u. 9. Orvosi Fiz. Int.
71. Sztanyik László alezredes	Bp. XXII. Pentz K. u. 5.
	Orsz. Sugárbiológiai Int.
72. Tamás Gyula docens	Bp. VIII. Puskin u. 9. Orvosi Fizikai I.
73. Tarján Imre egy. tanár	Bp. VIII. Puskin u. 9. Orvosi Fizikai I.
74. Tarnóczy Tamás fizt. t. kand.	Bp. VIII. Puskin u. 5—7.
75. Tigyi András docens	Pécs, Rákóczi út 80. Élettani Int.
76. Tigyi József docens	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
77. Tigyi Józsefné tud. mtárs	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
78. Titte Géza tud. mtárs	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
79. Toperczer Johanna tud. mtárs	Bp. XII. Ráth Gy. u. 5.
	Orsz. Onkológiai Int.

80. Tóth Lajos egy. tanár		Debrecen, Bem tér 18/b. Orv. Fizikai I.
81. Tóth Lajosné főorvos		Bp. XI. Fehérvári út 85.
82. Török Sándor adjunktus		Debrecen, Bem tér 18/b. Orv. Fiz. Int.
83. Turchányi György docens		Bp. VIII. Puskin u. 9. Orv. Fiz. Int.
84. Unger Emil tud. mtárs		Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Közp. Sugárbiol. I.
85. Vargáné Mányi Piroska tanárs.		Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
86. Varga László tud. mtárs		Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Orsz. Sugárbiol. I.
87. Várterész Vilmos int. ig.		Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Orsz. Sugárbiol. I.
88. Vető Ferenc tud. mtárs		Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai I.
89. Vittay Pál tud. mtárs.		Bp. Szabolcs u. Orsz. Rtg. Int.
90. Voszka Rudolf adjunktus		Bp. VIII. Puskin u. 9. Orv. Fizikai Int.
91. Vödrös Dániel tud. mtárs		Bp. VIII. Üllői út 78. Orvosi Radiológiai Kut. Csoport

B) Rendes tagok:

92. Achátz Imre tud. s. mtárs	1965	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
93. Aradi Ferenc	1966	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
94. Bíró Gábor aspiráns	1963	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
95. Blaskó Katalin	1966	BOTE Orvosfizikai Intézet
96. Böszörményi Zoltán adj.	1964	Bp. VIII. Múzeum krt. 4/a. ELTE Növényélettani Intézet
97. Cseh Edit biol. t. kand.	1964	Bp. VIII. Múzeum krt. 4/a. ELTE Növényélettani Intézet
98. Csukás Sándorné	1964	Bp. ELTE Származás- és Öröklestani I.
99. Daniel Ágnes	1964	Bp., VIII. Múzeum krt 4/a. Származás és Öröklestani Intézet.
100. Deseő György tanársegéd	1964	Debrecen, Kórélettani I. Izotóp L.
101. Fitori János	1964	Debrecen, Bem tér 18/b. Orv. Fiz. Int.
102. Gárdos György oszt. vez.	1966	Bp. XI. Daróczi út 24. Országos Vértranszfúziós Szolgálat
103. Gyurján István	1964	Bp., VIII. Múzeum krt 4/a. Származás és Öröklestani Intézet.
104. Hajnal Józsefné t. mtárs.	1964	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai I.
105. Homola László tud. mtárs	1963	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai I.
106. Katona Zoltán mérnök	1966	Bp. XIII. Váci u. 48. MEDICOR Művek
107. Kállay Miklós tud. s. mtárs	1964	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai I.
108. Kerner János egy. gyak.	1964	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai I.
109. Krasznai István tud. mtárs	1962	Bp. VIII. Korányi S. u. 2/a. I. Belklinika
110. Kutas László egy. gyak.	1966	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai I.
111. Ladik János tud. mtárs	1963	Bp., II. Pusztaszeri u. 65.
112. Makra Zsigmond	1964	Bp. XII. Konkoly Thege út. KFKI
113. Meszes Gabriella	1964	Bp. VIII. Múzeum krt. 4/a. ELTE Növényélettani Int.
114. Metzger Tiborné	1964	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
115. Molnár László tud. mtárs	1965	Bp. IX. Gyáli út 2—6. OKI Radiológiai Osztály
116. Nagy László aspiráns	1966	Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int.
117. Német Gábor tanárs.	1965	Szeged, Biológiai Int.
118. Parádi Elemér	1964	Bp., VIII. Múzeum krt 4/a. Származás és Öröklestani Intézet.
119. Pál István docens	1964.	Gödöllő, AE Növénytani Tanszék
120. Sántha András	1964	Bp. XXII. Pentz K. u. 5.
121. Széphalmi Géza	1964	Bp. XI. Egri J. u. 18.
122. Török Attila	1964	Szeged, Ideg, Elme Klinika Agykut. I.
123. Varga Emil egy. tanár	1966	Debrecen, Élettani Intézet
124. Zoltán Örs Tamás t. mtárs	1962	Szeged, II. Belklinika Korányi S. rkp.

A Magyar Biofizikai Társaság Vezetősége

Tiszteletbeli elnökök:	Gyulai Zoltán Jánossy Lajos Novobátzky Károly Szigeti György
Elnök:	Ernst Jenő
Első titkár:	Tigyi József
Titkár:	Horváth Imre
Elnökség tagjai:	Bozóky László Faludi Béla Frenyó Vilmos Guba Ferenc Hoffmann Tibor Juvancz Ireneusz Straub F. Brunó Sztanyik László Tarján Imre Tarnóczy Tamás Tóth Lajos

NÉVMUTATÓ

Achátz I. 154
Andersen, T. 141
Andik I. 152
Antoni, F. 154
Aujeszky L. 152

Baló 103
Balog J-né 10, 152
Barabás Z. 152
Barnóthy 145
Bartha G. 39
Baumann M. 6, 109, 124, 152
Bálint A. 73
Bános Cs. 40, 41
Belágyi J. 10, 91, 152
Benedeczky I. 152
Benedek J-né 152
Benkő K. 152
Bíró G. 10, 89, 154
Bíró J. 40
Blaskó K. 10, 154
Bojtor I. 106, 152
Boltzmann 27, 45
Boole 27
Bor I-né 152
Boros L. 70
Bozóky L. 10, 16, 18, 23, 24, 25, 82, 152, 155
Bölöni E. 97
Böszörményi Z. 154
Brady 143
Braun 46
Brillouin 45
Brown 59
Buffaló F. S. 142
Burton A. 141
Butler 101

Calvin 141, 142
Clausius 27
Constantini 143
Crick 94
Czuppon A. 97
Cságoly E. 93
Cseh E. 154
Csillik B. 152
Csömör S. 40
Csukás S-né 97, 154
Csuzi S. 40

Dalos B. 152
Dalton 59
Damerau W. 91
Damjanovics S. 102
Daniel A. 154
Darwin 121
Deseő Gy. 107, 154
Dessauer 49
Dobó J. 6, 124
Donhoffer Sz. 152
Donnan 59
Dósay K. 106, 152
Döklen A. 100
Drasil V. 102
Dubecz E. 40
Dzvonyár J. 108

Edsall 90
Elek G. 102
Ernst J. 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 22, 23, 24, 25, 26, 45, 48, 63, 66, 74, 75, 80, 82, 83, 88, 90, 109, 152, 155
Eötvös L. 82, 117
Éder S. 10

Faludi B. 8, 10, 23, 24, 25, 96, 105, 152, 155
Farády L. 152
Farkas G. 9
Farkas Gy 107, 152
Fechner 46, 121
Fehér I. 49
Fehér V. I. 95
Fényes Gy. 40, 41
Fiam B. 152
Fischer J. 10
Fitori J. 154
Fitzgerald 12
Frankel 57
Frenkel 126, 127
Frenyó V. 5, 10, 22, 23, 24, 25, 55, 152, 155
Frey 58
Friedvalszky L. 9, 46
Forró 145
Fourier 83
Földes J. 40

Galilei 61
Garamvölgyi M. 10, 71, 89, 152
Gauss 108
Gážsó J. 40, 41, 42, 43, 152
Gárdos Gy. 154
Geszti O., 99, 100, 152
Góliánné Bartha K., 40, 42, 152
Gray 54
Gross P. R. 101
Guba F. 8, 24, 25, 70, 152, 155

Györgyi S. 40, 41, 42, 87, 152
Gyulai Z. 11, 152, 155
Gyurján I., 105, 154

Hajnal-Papp M. 91, 154
Hanson 90
Hámori J. 102, 152
Hársing L. 40
Heisenberg 77
Helmholtz 118
Hevessy 80
Hidvégi E. J. 97, 98
Hill 109
Hinselwood 82
Hodgkin 90

Hoffmann T. 7, 8, 24, 25, 67, 71, 87, 94, 124, 153, 155
Homola L. 10, 104, 154
Holland J. 97, 98, 101
Horn Z. 40
Horváth I. 10, 24, 25, 95, 153, 155
Horváth L. 153
Horváth P. 107
Horváth T. 39
Hubbard 112
Hubert 58
Huxley A. F. 90, 143

Igali S. 95

Jánossy L. 22, 153, 155
Járai I. 153
Jobst K. 153
Juvancz I. 15, 24, 25, 64, 66, 69, 85, 88, 153, 155

Kamocsay D. 103
Katona Z. 154
Kállay M. 154
Kálmán E. 10, 101
Károly S. 36
Károlyi G. 153
Kelényi G. 153
Kendrew 141
Kerner J. 154
Kertai P. 40
Kertész L. 70, 108, 153
Kesztyüs L. 153
Királyfalvi L. 10, 89, 153
Kiss I. 106
Koczkás Gy. 10, 100, 106, 153
Kovács S. 153
Kövér Gy. 40
Krajsovszky J. 40
Krasznai I. 40, 154
Krompecher I. 94
Kutas L. 154

Ladik J. 7, 67, 82, 85, 86, 94, 154
Lakatos T. 5, 10, 60, 153
Lampé L. 108
Laplace 94
Lassmann G. 91
Lazarits J. 40
Láng I-né 153
Lea 54
le Chatelier 46
Lehmann 121
Lónai P. 98
Lorentz 12

Lovas B. 97
Löwdin 94

Makra Zs. 99, 154
Mannhardtné, Kutas V. 153
Maróti M. 15
Masszi Gy. 10, 21, 93, 153
Mándi E. 10, 99, 100
Márton K. 39
Máthé Gy. 40
Mess B. 74, 102, 153
Meszes G. 154
Metzger—Török G. 90, 154
Meyerhof 109
Miltényi L. 107
Molnár L. 154
Mommaerts 143
Mórocz I-né Juhász M. 10, 23, 92, 153

Nagy J. 7, 10, 23, 40, 41, 42, 43, 66, 69, 153
Nagy J-né 153
Nagy L. 154
Nagy Z. 153
Német G. 154
Nickl I. 106, 153
Niedetzky A., 10, 11, 24, 25, 99, 153
Nirenberg 98
Novobátzky K. 153, 155

O'Konski 142

Örkényi J. 21, 92, 93, 153

Pain 101
Palkovits M. 40
Parádi E. 96, 154
Pál I. 40, 153
Pál I. 154
Pártay G. 153
Peltier 76
Pócsik I. 10, 11, 104, 153
Podolsky 143
Pogány 82
Pollard 141
Predmerszky I. 153

Quastler 27

Rabinowitch 56
Rajewsky 54
Rashevski 13
Rényi F. 26, 40
Rich 141

Róka O. 153
Romhányi Gy. 146, 153
Rontó Gy. 7, 10, 11, 39, 40, 43, 95, 153
Rosenblith 78

Sandow 143
Sántha A. 7, 99, 100, 154
Schmidt 103
Schottky 126, 127
Seebeck 76
Seitz F. 138
Sleateor W. 141
Solymosi J. 106
Somló Á. 39
Sommermeyer 49
Sós J. 40
Stacy 11
Stefan 59
Straub F. B. 9, 24, 25, 83, 85, 86, 88, 146, 153, 155

Szabó L. D. 98, 101
Szabolcsi L-né 9
Szenes T. 153
Szentágothai J. 146, 153
Szent-Györgyi A. 145
Székely Gy. 153
Széphalmi G. 91, 154
Szigeti Gy. 5, 15, 48, 82, 153, 155
Szilárd L. 145
Szőnyi M. 10, 40, 44, 153
Sztanyik L. 5, 6, 8, 10, 22 23, 24, 25, 29, 71, 84, 99, 100, 153, 155

Tamás Gy. 10, 39, 40, 43, 44, 153
Tarján I. 5, 6, 10, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 32, 39, 40, 41, 49, 63, 64, 68, 71, 80, 83, 86, 124, 125, 153, 155
Tarnóczy T. 24, 25, 35, 39, 72, 153, 155
Terenin 56
Thannhauser 103
Thoroczkay M. 39
Tigyi A. 153,
Tigyi J. 7, 8, 9, 10, 14, 16, 23, 24, 25, 88, 92, 141, 153, 155
Tigyi J-né 90, 153
Titte G. 153
Tóbiás 141, 145
Toperczer J. 10, 22, 23, 102, 153

Tóth L. 5, 10, 16, 23, 24, 25, 64, 94, 154, 155
Tóth L-né 10, 154
Török A. 89, 154
Török S. 107, 154
Trutia A. 49
Turchányi Gy. 49, 40, 154

Ujhelyi S. 40
Unger E. 154

Varga E. 154
Varga J. 40
Varga L. 40, 103, 154
Varga—Mányi P. 10, 104, 154
Vámos 40
Várterész V. 5, 10, 24, 52, 74, 75, 97, 98, 101, 154
Verduin 56
Verzar 119
Vető F. 10, 73, 105, 154
Vittay P. 10, 154
Volta 118
Voszka L. 41
Voszka R. 39, 40, 41, 154
Vödrös D. 154
Watson 94
Weber E. H. 46, 89, 90, 121, 122, 123
Wheatstone 63
Woeber 103
Wyssling 58

Zemanek 126
Zirkle 141
Zoltán Ö. T. 154
Zsebők Z. 16, 22

TARTALOMJEGYZÉK

1. Ernst Jenő: Bevezetés — — — — — — — — — — — — — — 3

2. Tigyi József: A Magyar Biofizikai Társaság működése (1963. aug.—1966. márc.) 5

3. Az MBT II. közgyűlése és munkaértekezletei. (Eger, 1963. aug. 21—24) — — 10

a) Közgyűlés — — — — — — — — — — — — — — — — 10
Ernst Jenő: Bevezető — — — — — — — — — — — — — — 11
Tigyi József: Az Elnökség beszámolója a Társaság tevékenységéről — — — 14
Bozóky László: Jelentés az MBT 1961—1962. évi gazdálkodásáról — — — 18
A közgyűlés vitája — — — — — — — — — — — — — — 22
Várterész Vilmos: A jelölőbizottság jelentése és a választás lefolytatása — — 24

b) Az információelmélet biológiai alkalmazása — — — — — — — — 26
Ernst Jenő: Bevezető előadás — — — — — — — — — — — — 26

c) A sugárbiológiai kutatás hazai helyzete — — — — — — — — — 29
Sztanyik László: Bevezető előadás — — — — — — — — — — — 29

d) A Budapesti OTE Orvosi Fizikai Intézetének beszámolója tudományos munkájáról — — — — — — — — — — — — — — — 32
Tarján Imre: Az intézet kutatómunkájának áttekintése — — — — — — 32
Kiselőadások — — — — — — — — — — — — — — — — 41
Bános Csaba és Nagy János: A hypophysis-pajzsmirigyrendszer funkcionális állapotának és változásának vizsgálata J^{131} és p^{32} izotóp jelzéssel — — — 41
Gazsó József, Györgyi Sándor, Nagy János: A vér egyes tulajdonságainak megváltozása külső γ-besugárzás után — — — — — — — — — — 42
Gólián Béláné: Gyógyszerek hatása a pajzsmirigy jódfelvételére és hormontermelésére — — — — — — — — — — — — — — — — — 42
Nagy János, Gazsó József: A radiocirkulográfia lehetőségei és határai — — — 43
Rontó Györgyi: Ulraibolya sugárzás hatásának vizsgálata bakteriofágokon — — 43
Tamás Gyula: Túlélő békabőr áteresztő képességének befolyásolási módjai — 43
Tamás Gyula és Szőgyi Mária: Baktériumsejtek permeabilitásának vizsgálata radioaktív ionok segítségével — — — — — — — — — — — — 44

4. Az információelmélet hazai helyzete a biológiában. (Munkaértekezlet, Budapest, 1963.nov. 21.) — — — — — — — — — — — — — — 45
Ernst Jenő: Az információelmélet hazai helyzete a biológiában — — — — 45

5. Munkaértekezlet a biofizika oktatásáról. (Budapest, 1964. márc. 20.) — — — 48

Szigeti György: Megnyitó — — — — — — — — — — — — — 48
Tarján Imre: A kvantum-, ill. elektronbiológia oktatása — — — — — — 49
Várterész Vilmos: A radiobiológia oktatásáról — — — — — — — — 52
Frenyó Vilmos: Növényi funkciók és a biofizika — — — — — — — — 55
Lakatos Tibor: A fizika és matematika szerepe a biofizika egyetemi oktatásában 60
Vita — — — — — — — — — — — — — — — — — — — 63

6. Az MBT III. Vándorgyűlése (Budapest, 1964. aug. 26—28.) — — — — — 75
Ernst Jenő: Bevezető előadás — — — — — — — — — — — — — 75
A bevezető előadás vitája — — — — — — — — — — — — — — 80
Kiselőadások — — — — — — — — — — — — — — — — — 89
Török Attila: Inger és az érzet információelméleti összefüggései — — — — 89
Bíró Gábor és Királyfalvi László: A biológiai kódolás vizsgálata — — — — 89
Garamvölgyi Miklós: A Z-csík újraképződése Z- és M-csíkjától megfosztott harántcsíkolt izomfibrillában — — — — — — — — — — — — — 89
Metzger-Török Gabriella: Az anizotrop szakasz hamutartalmának lokalizációja 90
Tigyi-Sebes Anna: Az anizotrop szakasz anyagának vándorlása kioldáskor — 90
Ernst Jenő: Na-migráció és ingerület — — — — — — — — — — — — — 90
Széphalmi Géza: Vékony metszetekről készült EM-i felvételek kvantitatív kiértékelésének metodikája — — — — — — — — — — — — — — 91
Hajnal-Papp Mária: A K, Na, P és Ca eloszlása az izomban — — — — — 91
Belágyi József, Damerau W. és Lassmann G.: Sugárzásindukált szabad gyökök vizsgálata izomszöveten elektronspin rezonancia módszerrel — — — — 91
Mórocz-Juhász Mária és Örkényi János: Az izomrövidülés és erőkifejtés elválasztása — — — — — — — — — — — — — — — 92
Tigyi József: A víz lokalizációjának vizsgálata az izomban triciumos radiográfia segítségével — — — — — — — — — — — — — — — 92
Cságoly Endre: Biológiai nagymolekulák felületaktivitás-vizsgálata: polarográfiás maximum-elnyomás és molekulasúly összefüggései — — — — — 93
Masszi György és Örkényi János: Gelatina-oldat mikrohullámú vizsgálata — — 93
Tóth Lajos és Krompecher István: A nyomás terjedése biológiai szövetekben — 94
Hoffmann Tibor: E. coli tenyésztési sebességének befolyásolása elektrosztatikus térrel — — — — — — — — — — — — — — — — 94
Ladik János: Ultraibolya-sugárzás mutagén hatásának lehetséges értelmezése — 94
Rontó Györgyi: Az ultraibolya-sugárzás primer hatásának vizsgálata a bakteriofágok struktúrájára — — — — — — — — — — — — — — 95
Horváth Imre és V. Fehér Ilona: A fény színképi összetételének hatása a szénhidrát-anyagcserére — — — — — — — — — — — — — — 95
Igali Sándor: Biológiailag aktív homilóg desoxyribonucleat hatása Escherichia coli Rtg.-nel besugárzott populációinak mutációs frekvenciájára — — — 95
Faludi Béla: Diszubsztituált fenoxiecetsavak molekuláris szerkezete és növekedésserkentő hatása közötti összefüggés — — — — — — — — — — 96
Parádi Elemér: A γ-sugárzás hatása 2,4-D-vel indukált növekedésre — — — 96
Csukás Sándorné: Sugárérzékenység változása a Drosiphila lárvák fejlődése során — — — — — — — — — — — — — — — — — 97
Várterész Vilmos, Hidvégi E. J., Holland J., Bölöni E., Lovas B. és Czuppon A.: Röntgensugárzás in vivo hatása a sejt fehérje szintetizáló rendszerére. I. Strukturális és funkcionális változások — — — — — — — — — 97
Hilland J., Hidvégi E. J., Lónai P., Várterész V.: Röntgensugárzás in vivo hatása a sejt fehérje szintetizáló rendszerére. II. Az in vitro aminosav inkorporáló rendszer tanulmányozása — — — — — — — — — — — — — — 98
Hidvégi E. J., Szabó L. D., Holland J., Várterész V.: A histon biokémia-biofizikai hatásának tanulmányozása a DNA code átírás szabályozásában — — — 98
Niedetzky Antal: γ-sugárzás hatása izolált szív ioncseréjére — — — — — 99
Sztanyik László, Geszti Olga, Mándi Erika és Makra Zsigmond: Kísérletek kevert neutron-gammasugárzás relatív biológiai effektivitásának meghatározására 99
Sántha András: Ionizáló sugárzás hatása vörösvértest-suspensio diamágneses tulajdonságaira — — — — — — — — — — — — — — — 99
Mándi Erika, Sztanyik László és Geszti Olga: Egerek vértérfogatának meghatározása radioaktív vassal — — — — — — — — — — — — — — 100
Döklen Anna: Ionizáló sugárzás, mint az erythropoiesis stimuláló faktor-produkció ingere in vitro — — — — — — — — — — — — — — — 100
Sántha András s Koczkás Gyula: Fehérvérsejtek ozmózisos rezisztenciaváltozásának meghatározása röntgenbesugárzással kezelt állatokon izotóp-módszerrel — — — — — — — — — — — — — — — — — — 100
Szabó L. D., Holland J. és Várterész V.: Nehézvíz hatása csontvelősejtek nukleinsav anyagcseréjére — — — — — — — — — — — — — — — 101
Kálmán Erzsébet, Kutas V. és Szabó L.: Máj-ribonukleoproteidek immunbiokémiai változásai röntgenbesugárzás hatására — — — — — — — — 101

Elek Gábor, Toperczer Johanna: Cr^{51}-gyel jelzett NK/Ly ascites tumorsejtek alkalmazása az imunolysis vizsgálatában — — — — — — — — — — 102
Damjanovics Sándor és Drasil Vlagyimir: SH-gátlók hatása Ehrlich-ascites tumorsejtek sugárérzékenységére. — — — — — — — — — — — 102
Mess Béla és Hámori József: A J^{131}-gyel jelölt somatotroph hormon radioautográfiás lokalizációja fehér patkány szerveiben — — — — — — — — — 102
Varga László: A thyreotrophormon hatása a pajzsmirigy nukleinsav anyagcseréjére in vivo — — — — — — — — — — — — — — — — — 103
Kamocsay Dezső: Az ultrahang hatása a malignus tumorokra — — — — — 103
Varga-Mányi Piroska: Izotop-szétválasztás thermodiffuzió segítségével — — 104
Homola László: A különböző felületnagyságú membránokkal határolt kolloidrendszerek víztranszportáló működéséről — — — — — — — — — 104
Pócsik István: A permeabilitás hőmérsékletfüggésének vizsgálata —— — — 104
Vető Ferenc: Termoozmózis tyúktojáson — — — — — — — — — — — 105
Faludi Béla és Gurján István: A 2,4-diklórfenoxiecetsav akkumulációja burgonyaszövet-tenyészetekben — — — — — — — — — — — — 105
Bojtor István, Koczkás Gyula és Kiss István: Népesség átlag-sugárterhelésének filmes mérése röntgendiagnosztikai vizsgálatoknál — — — — — — 106
Dósa Károly, Bojtor Iván és Koczkás Gyula: Automatika jelentősége a filmdosimetriában — — — — — — — — — — — — — — — — 106
Nikl István: Phantomok készítése és használata — — — — — — — — 106
Miltényi László és Deseő György: Biológiai feleződési idő meghatározása csökkentett hátterű kisállat egésztestszámláló módszerrel — — — — —— 107
Farkas György és Horváth Péter: A radiocirkulográfia alapproblémái — — — 107
Török Sándor: Megjegyzések a lineáris regressiohoz — — — — — — — 107
Kertész László, Lampé László és Dzvonyár János: Az anyai-magzati jódanyagcsere vetélkedés vizsgálata — — — — — — — — — — — — 108

7. Az MBT szakmai összejövetele. (Veszprém, 1965. aug. 23—26.) — — — — 109

Ernst Jenő: Az elektronbiológia felé — — — — — — — — — — — 109
Tarján Imre: Ionizáló sugárzások által kristályos szilárd testekben kiváltott folyamatok — — — — — — — — — — — — — — — — — 125

8. Az MBT klubestje. (Budapest, 1966. márc. 28) — — — — — — — — 141

Tigyi József: A biofizika helyzete az USA-ban. (Élménybeszámoló) — — — 141

9. Függelék

10. A Magyar Biofizikai Társaság alapszabályzata — — — — — — — — 147

11. A Magyar Biofizikai Társaság tagnévsora — — — — — — — — — — 152

12. A Magyar Biofizikai Társaság Vezetősége — — — — — — — — — — 155

13. Névmutató — — — —— — — — — — — — — — — — — 156

14. Tartalomjegyzék — — — — — — — — — — — — — — — 161

СОДЕРЖАНИЕ

1. Е. Эрнст: Введение — — — — — — — — — — — — 3

2. Й. Тиди: Деятельность Венгерского Биофизического Общества (от 1963. авг. — до 1966. марта) — — — — — — — 5

3. 2-ой Конгресс и рабочие совещания В. Б. О. (Згер 21—24 авг. 1963 года) — — — — — — — — — — — — 10

а.) Конгресс — — — — — — — — — — — — 10
Е. Эрнст: Введение — — — — — — — — — — — — 11
Й. Тиди: Доклад президиума о деятельности Общества — — 14
Л. Бозоки: Доклад об экономической деятельности 1961—62-ого года В. Б. О. — — — — — — — — — — — 18
Споры заседания — — — — — — — — — — — — 22
В. Вартерес: Отчет выставительной комиссии и проведение выроба — — — — — — — — — — — — 24
б.) Биологическое использование информационной теории — 26
Е. Эрнст: Введущая лекция — — — — — — — — — 26
в.) Отечественная обстановка радиационно-биологических исследований — — — — — — — — — — — — — 29
Л. Станик: Введущая лекция — — — — — — — — — 29
г.) Доклад о научной деятельности Медицинско-физического Института Будапештского Университета Медицинских Наук — 32
И. Тарян: Доклад о деятельности института — — — — — — 32
Краткие лекции: — — — — — — — — — — — — 41
Ч. Банош, Н. Иадь: Исследование функционального состания изменения гипофизно-щитовидно-железовой системы J^{131} и P^{32} изотопым способом — — — — — — — — — — 41
Й. Гажо, Ш. Дерди, Й. Надь: Изменение некаторых свойств крови после наружного влучения с γ-лучами — — — 42
Б. Голиан: Влияние медикаментов прием иода и выделение гормона щитовидной железы — — — — — — — — 42
Й. Надь, Й. Гажо: Вазможности и вляние радиоциркулографии 43
Г. Ронто: Изучение влияния ультрафиолетого излучения на бактериофагах — — — — — — — — — — — 43
Г. Тамаш: Внутающие способы проницаемости преживающей лягушечей кожи — — — — — — — — — — — 43

Г. Тамаш, М. Седи: Исследования проницаемости клеток бактерий с помощью радиоактивных ионов — — — — — 44

4. Отечественное состаяние информационной теории в бибологии (рабочее совещание, Будапешт 21-ого ноября 1963-ого года) 45
Е. Эрнст: Отественное состаяние информационной теории в биологии — — — — — — — — — — — — 45

5. Рабочее совещание об учении биофизики. (Будапешт 20-ого марта 1964-ого года) — — — — — — — — — — 48
Г. Сигети: Открытие — — — — — — — — — — 48
Е. Эрнст: Введение — — — — — — — — — — 48
И. Тарян: Учение квантум или электронной биологии — — 49
В. Вартерес: Об учении радиобиологии — — — — — 52
В. Френьо: Растительные функции и биофизика — — — 55
Т. Лакатош: Роль математики и физики в университетской учении биофизики — — — — — — — — — — 60
Споры — — — — — — — — — — — — 63

6. 3-ий Конгресс В. Б. О. (Будапешт 26—28 августа 1964-ого года) 75
Е. Эрнст: Введущая лекция — — — — — — — — 75
Споры о ведущей лекции — — — — — — — — 80
Краткие лекции — — — — — — — — — — — 89
(Адресы кратких лекций смотри в содержании англиского язика)

7. Профессиональное совершание В. Б. О. (Веспрем 23—26-ого августа 1965-ого года) — — — — — — — — 109
Е. Эрнст: По направлению к электронной биологии — — 109
И. Тарян: Процессы вызванные ионизирующим облечением в кристаллических твердых телах — — — — — — 125

8. Празничный вечер В. Б. О. (Будапешт 28-ого марта 1966-ого года 141
Й. Тиди: Состаяние биофизики в США. (доклад о личных впечатлениях) — — — — — — — — — — — — 141

9. Добавление — — — — — — — — — — — — 147

10. Основной устав Венгерского Биофизического Общесва — — 147

11. Список членов Венгерского Биофизического Общества — — 152

12. Руководство Венгерского Биофизического Общества — — 155

13. Именной указатель — — — — — — — — — — 156

14. Содержание — — — — — — — — — — — — 165

CONTENTS

1. Ernst, E.: Introduction — — — — — — — — — — — — — — 3

2. Tigyi, J.: The Activity of the H.B.S. (August, 1963—March, 1966) — — 5

3. The 2nd Sosiety Meeting of the H.B.S. and its Work Mettings (Eger 21—24 August, 1963) — — — — — — — — — — — — — — 10
a) Society Meeting — — — — — — — — — — — — — — 10
Ernst, E.: Introduction — — — — — — — — — — — — — — 11
Tigyi, J.: The Report of the Presidium on the Activity of the Society — — 14
Bozóky, L.: Report of the Economy of Year 1961—1962 — — — — — — 18
The Discussion of the Society Meeting — — — — — — — — — 22
Várterész, V.: Report of the Nominating Commission and the Election — — 24

b) The Biological Application of the Information Theory — — — — — — 26
Ernst, E.: Introductory Paper — — — — — — — — — — — — 26

c) The State if the Radiobiologic Research in our Country. — — — — 26
Sztanyik, L.: Introductory Paper — — — — — — — — — — — — 26

d) Report of the Institute of Medical Physics, Medical University of Budapest on performed scientific work — — — — — — — — — — — 32
Tarján, I.: A survey of the research work of the Institute — — — — 32
Short communications — — — — — — — — — — — — — — 41
Bános, Cs. and Nagy, J.: Investigation of the Functional State and the Changes of the Hypophysis-Thyreoid System by ^{131}I and ^{32}P Labelling Isotopes — — — — — — — — — — — — — — — 41
Gazsó, J., Györgyi, S. and Nagy, J.: Changes of Some Properties of the Blood after External γ-Irradiation — — — — — — — — — — — 42
Gólián, B.: The Effect of Drugs on the Iodine Uptake and Hormon Production of the Thyreoid Gland — — — — — — — — — — — — 42
Nagy, J. a. Gazsó, J.: The Possibilities and Limits of the Radiocirculography 43
Rontó, Gy.: A Study on the Effect of Ultraviolet Radiation on Bacteriophages — — — — — — — — — — — — — — — — 43
Tamás, Gy.: Methods of Influencing the Permeability of the Surviving Frog Skin — — — — — — — — — — — — — — — 43
Tamás, Gy. and Szőgyi, M.: Investigation of the Permeability of Bacterial Cells by Radioactive Ions — — — — — — — — — — — — — 44

4. The State of the Information Theory in the Biology in our Country (Work-Meeting Budapest, 21. Nov. 1963.) — — — — — — — — — — 45

Ernst, E.: The State of the Information Theory in the Biology in our Country — — — — — — — — — — — — — — — — 45

5. Work-Meeting on Teaching of Biophysics (Budapest, 20. March, 1964) — — 48
Szigeti, Gy.: Opening Words — — — — — — — — — — — — — 48
Ernst, E : Introduction — — — — — — — — — — — — — — 48

Tarján, I.: The Teaching of the Quantum- and Electronbiology — — — 49
Várterész, V.: On the Teaching of Radiobiology — — — — — — — 52
Frenyó, V.: Functions of Plants and Biophysics — — — — — — — 55
Lakatos, T.: The Role of Physics and Mathematics in the University Teaching of Biophysics — — — — — — — — — — — — — 60
Discussion — — — — — — — — — — — — — — — — 63

6. The 3rd Congress of the H.B.S. (Budapest, 26—28 August, 1964) — — — 75

Ernst, E.: Introductory Paper — — — — — — — — — — — — — 75
The Discussion of the Introductory Paper — — — — — — — — — — 80
Short Communications — — — — — — — — — — — — — 89
Török, A.: The Informations Theoretical Connections of Stimulus and Sensation — — — — — — — — — — — — — — 89
Bíró, G. and Királyfalvi, L.: A Study on Biological Coding — — — — 89
Garamvölgyi, M.: The Reconstruction of Z-lines in Striated Myofibrils Deprived of their Z- and M-lines — — — — — — — — — — 89
Metzger—Török, G.: The Localization of the Ash-content of the A-band — 90
Tigyi—Sebes, A.: The Migration of A-band Material in the Course of Extraction — — — — — — — — — — — — — — 90
Ernst, E.: Sodium Migration and Irritation — — — — — — — — 90
Széphalmi, G.: Methodics of the Quantitative Evaluation of Electronmicrographs Obtained from Thin Sections — — — — — — — — — — 91
Hajnal—Papp, M.: The Distribution of K, Na, P and Ca in the Muscle — 91
Belágyi, J., Damerau, W. and Lassmann, G.: Investigation of Radiation Induced Free Radicals in Muscle Tissue by the Electron Spin Resonance Method — — — — — — — — — — — — — — — 91
Mórocz—Juhász, M. and Örkényi, J.: The Separation of Muscle Shortening and Force Development — — — — — — — — — — — — 92
Tigyi, J.: A Study on the Localization of Water in the Muscle by Tritium Radioautography — — — — — — — — — — — — — 92
Cságoly, E.: The Investigation of the Surface Activity of Biological Macromolecules. Connections of the Shift of the Polarographic Maximum and the Molecular Weght — — — — — — — — — — — — 93
Masszi, Gy. and Örkényi, J.: Microwave Investigation on Gelatine Solutions — — — — — — — — — — — — — — 93
Tóth, L. and Krompecher, I.: The Propagation of the Pressure in Biological Tissues — — — — — — — — — — — — — — 94
Hofmann, T.: Influencing of the Cultivating Speed of E. coli by Electrostatic Field — — — — — — — — — — — — — — 94
Ladik, J.: A Possible Interpretation of the Mutagenic Effect of Ultraviolet Radiation — — — — — — — — — — — — — — 94
Rontó, Gy.: Investigation on the Primary Effect of Ultraviolet Radiation on the Structure of Bacteriophages — — — — — — — — — 95
Horváth, I. and V. Fehér, I.: The Effect of the Spectral Composition of the Light on the Carbo-Hydrate Metabolism — — — — — — — 95
Igali, S.: The Effect of Biologically Homologous Desoxyribonucleate on the Mutation Frequency of X-ray Irradiated Populations of E.-coli — — 95
Faludi, B.: Connection of the Molecular Structure and Growth-Stimulating Effect of Disubstitated Fenoxiacetic Acids — — — — — — — — 96
Parádi, E.: The Effect of γ-Radiation on Growth Induced by 2.4 D — — 96
Csukás, S.: The Change of Radiation Sensitivity in the Course of the Developement of Drosophile Larvae — — — — — — — — — — 97
Várterész, V., Hidvégi, E. J., Holland, J., Bölöni, E., Lovas, B. and Czuppon, A.: The Eeffect of in Vivo X-ray Irradiation on the Protein Synthetizing System of the Cell. I. Structural and Functional Changes — — 97
Holland, J., Hidvégi, E. J., Lónai, P. and Várterész, V.: The Effect of in Vivo X-ray Irradiation on the Protein Synthetizing System of the Cell. II. Investigation of the in Vitro Amino-acid Incorporating System — — — — — — — — — — — — — — — — 98
Hidvégi, E. J., Szabó, L. D., Holland, J. and Várterész, V.: A Study on the Biochemical-Biophisical Effect of the Histone on the Regulation of the DNA Code Transcription — — — — — — — — — — 98

Niedetzky, A.: The Effect of γ-Radiation on the Ion Exchange of the Isolated Heart — — — — — — — — — — — — — — 99
Sztanyik, L., Geszti, O., Mándi, E. and Makra, Zs.: Experiment for the Determination of the Relative Biological Effectivity of Mixed Neutron-Gamma Radiation ... — — — — — — — — — — — — 99
Sántha, A.: The Effect of Ionizing Radiation on the Diamagnetic Properties of Red Blood Cell Suspensions — — — — — — — — — — 99
Mándi, E., Sztanyik, L. and Geszti, O.: Determination of the Blood Volume of Mice by Radioactive Iron — — — — — — — — — — — — 100
Döklen, A.: The Ionizing Radiation as the in Vitro Stimulus of the Erythropoiesis Stimulating Factor Production — — — — — — — — — 100
Sántha, A. and Koczkás, Gy: The Determination of the Osmotic Resistance Changes of White Blood Cells on X-ray Irradiated Animals, by the Isotope Method — — — — — — — — — — — — — — 100
Szabó, L. D., Holland, J. and Várterész, V.: The Effect of Heavy Water on the Nucleic Acid Metabolism of Marrow Cells — — — — — — — 101
Kálmány, E., Kutas, V. and Szabó L.: Immuno-biochemical Changes of Liver Nucleoproteids due to X-ray Irradiation — — — — — — — — — 101
Elek, G., and Toperczer, J.: The Use of NK/Ly Ascites Tumor Cells Labelled with Cr^{51} in the Study of the Immunolysis — — — — — — — — 102
Damjanovics S. and Drasil, V.: The Effect of SH-inhibitors on the Radiation Sensitivity of Ehrlich Ascites Tumor Cells — — — — — — — — 102
Mess, B. and Hámori, J.: The Radioautographic Localization of I^{131} Labelled Somatotrophic Hormone in the Organs of white Rats — — — — — — 102
Varga, L.: The in Vivo Effect of the Thyreotpropic Hormone on the Nucleid Acid Metabolism of the Thyreoid Gland — — — — — — — — — 103
Kamocsay, D.: The Effect of Ultrasound on Malignuous Tumors. — — — 103
Varga—Mányi, P.: Isotope Separation by Thermodiffusion — — — — — 104
Homola, L.: On the Water Transporting Action of Colloid Systems Limited by Membranes of Different Surface Size — — — — — — — — — 104
Pócsik, I.: A Study on the Temperature Dependence of Permeability — — 104
Vető, F.: Thermoosmosis on Hen's Eggs — — — — — — — — — — 105
Faludi, B. and Gyurján, I.: The Accumulation of 2.4-dichlorphenoxyacetic Acid in Potato Tissue Cultures — — — — — — — — — — — — 105
Bojtor, I., Koczkás, Gy. and Kiss, I.: The Film-Measurement of the Average Beam Loading of the Population in X-ray Diagnostic Investigations — 106
Dósay, K., Bojtor, I. and Koczkás, Gy.: The Significance of Automatism in the Film Dosimetry — — — — — — — — — — — — — — 106
Nikl, I.: Preparation and Use of Phantoms — — — — — — — — — — 106
Miltényi, L. and Deseő, Gy.: The Determination of the Biological Half Life-Time by the Method of Whole-Body Counting with Decreased Background, for Small Animals — — — — — — — — — — — — 107
Farkas, Gy. and Horváth P.: The Basic Problems of Radiocirculography — 107
Török, S.: Notes on the Linear Regression — — — — — — — — — 107
Kertész, L., Lampé, L. and Dzvonyár J.: The Investigation of the Competition of the Maternal Foetal Iodine Metabolism — — — — — — — 108

7. Professional Meeting of the H.B.S. (Veszprém, 23—26 Aug., 1965.) — — 109
Ernst, E.: Towards the Electron Biology — — — — — — — — — — — — 109
Tarján, I.: Processes Induced by Ionizing Radiation in Crystalline Solid Bodies — — — — — — — — — — — — — — — — 125

8. Club Meeting of the H.B.S. (Budapest, 28. March, 1966.) — — — — — 141
Tigyi, J.: The State of the Biophysics in the U.S.A. (A report in experiences) 141

9. Appendix — — — — — — — — — — — — — — — —

10. The statute of the H.B.S. — — — — — — — — — — — — — 152

11. List of members of the H.B.S. — — — — — — — — — — — — 152

12. Presidium of the H.B.S. — — — — — — — — — — — — — — 155

13. Name index — — — — — — — — — — — — — — — — 156

14. Contents — — — — — — — — — — — — — — — — 167

F. k.: Dr. Tigyi József
Eng. sz. 339, 2035/1966

66-1443 Pécsi Szikra Nyomda — Felelős vezető: Melles Rezső