

A „törvények törvénye”: a szimmetria

Van-e összefüggés Bartók zenéje, a fenyőtoboz szerkezete és Descartes logaritmikus csigavonala között, a vegyi analízis eredményének megismételhetősége és az intelligenciának a népességben való elosztása között; közös eredetre vezethetők-e vissza a fizikában ismert megmaradási törvények; cáfolják-e a gyenge kölcsönhatásokkal kapcsolatos legújabb ismereteink Platónnak a világ harmonikus felépítésébe vetett hitét?

A fenti kérdésekre mind a szimmetria különböző formáinak tanulmányozása során kapunk választ.

Mit értünk szimmetrián?

Mi, *ókori görögök*: arányok harmóniáját, jól méretezettséget, kiegyensúlyozottságot;

én, *Vitruvius*: az egész alkotórészeinek arányából származó egységbe illeszkedését;

én, *Arisztotelész*: középarányt, a nikomakhoszi „arany középutat”, amely — mint a két végtől egyenlő távolságra levő kedélyállapot — az erényesek célkitűzése;

én, *Albrecht Dürer*: az emberi test arányainak sorozatát;

én, *Leibniz*: a szimmetriát automorf transzformációkkal hozom összefüggésbe, amelyek az idomot olyan alakzatba viszik át, „mely nem megkülönböztethető az előzötől, ha mindkét ábrát külön tekintjük”;

mi, a *XX. század matematikusai*: szimmetrián egy elemkonfiguráció (a fenti módon értelmezett) automorf transzformációk csoportjával szembeni invarianciáját értjük;

én, *Lukács György*: a műalkotás részeit egymásra vonatkozó szimmetriát a ritmussal és aránnyal együtt a valóság esztétikai visszatükrözésének elvont formái közé sorolom;

én, *Hermann Weyl*, svájci születésű matematikus, a princetoni egyetem tanára, a *Szimmetria* című könyv szerzője: állítom, hogy függetlenül attól, mennyire általánosan vagy leszűkítve határozzuk meg, a szimmetria olyan átfogó gondolat, amely által az ember évszázadok során rendet, szépséget és tökélyt kívánt teremteni.

Vizsgáljuk meg, hogyan lehet szimmetria révén jelenségeket átfogni, rendszerezni. A szimmetria kérdésének három vonatkozása van: matematikai, szemantikai és kultúrtörténeti. Ezek közül fogok néhány érdekesebb kérdéscsoportot érinteni.

A szimmetriaelvek meghatározzák az alapvető történéseket

Hogyan? A megmaradási elvek révén, amelyek világunk alapvető történéseit kormányozzák: ami a megmaradási törvények keretein belül megtörténhet — az meg is történik. A megmaradási törvények annak következményei, hogy a természet törvényei invarianciát mutatnak a szimmetriaműveletekkel szemben.

Emmy Noether 1918-ban megfogalmazta a tért, amely szerint minden szimmetriatulajdonság egy-egy megmaradási tételhez vezet. Például:

1. A természettörvények invariánsak a koordinátarendszer *párhuzamos eltolásával* szemben. Ez az invariancia az impulzusmegmaradás törvényét adja. A párhuzamos eltolás szimmetriaművelet, mert a jelenségre alkalmazva olyan jelenséget eredményez, amely az eredetitől nem megkülönböztethető. E matematikai művelet fizikai tartalma, hogy a térben nem létezik kiténtetett pont, a jelenségek ugyanígy folynak le egyik helyen, mint a másikon.

Az impulzusmegmaradás törvénye tehát a tér homogén voltának következménye.

2. A természettörvények invariánsak a koordinátarendszer *elforgatásával* szemben. A megmaradó mennyiség az impulzusnyomaték (vagy perdület). A tör-

vény a tér izotrópiájának következménye: nem létezik egyetlen kitüntetett irány, amelyhez a jelenségek lefolyását vonatkoztatni kellene.

3. A természettörvények *időeltolással* szembeni invarianciájából az energiamegmaradás törvénye következik. Az invariancia az idő homogén voltára vezethető vissza.

A klasszikus fizika e három megmaradási tétele ismert volt, még mielőtt Hamel felismerte volna kapcsolatukat a tér és idő alapvető szimmetriájával. Newton például úgy fogalmazta egyenleteit, hogy azok minden térbeli pontot és minden térirányt egyenértékűnek hagynak meg, vagyis egyenletei invariánsak az eltolásokkal és elforgatásokkal szemben. Az invariancia-megfontolásokat azonban a korabeli fizikusok magától értetődőnek tartották.

Az egyenletek invarianciájának jelentőségét Einstein relativitáselmélete hangsúlyozta ki, amely megfogalmazta a tér szimmetriájára, a térirányok és a különböző pontok egyenértékűségére vonatkozó követelményeket.

Az általános relativitáselmélet alapja, hogy ugyanaz a tér, vagyis ugyanaz az eseménysorozat leírható mindazon koordinátarendszerekkel, amelyek egymásba transzformálhatók. (Az elmélet egyik legfontosabb következménye, hogy minden összefüggés megkapható speciálisan választott koordinátarendszerek segítségével. Például az impulzusmegmaradás tétele a centrális mozgás speciális esetében Kepler egyik törvényét adja.)

Az invarianciaelvek szerepe megnő a kvantummechanikában, ahol a szimmetria még akkor is jelentős, amikor áthágják: a kis szimmetriasértések: *perturbációk* leírása értékes információt ad (pl. a Zeeman-effektus esetében).

Az elmondottak alapján úgy tűnhet: a való világ megismeréséhez elegendő a dolgok szimmetriáját vizsgálni. Hiszen a szimmetriaelvek szabják meg a lehetséges történések kereteit.

„Világunkról, az azt kormányozó törvényszerűségekről így egy egyszerű [...], nyugtalanítóan egyszerű kép alakult ki“ — írja Simonyi Károly *A fizika kultúr-történetében*, és hozzáteszi: „A természet gondoskodott arról, hogy a fizikusok ne éljenek sokáig a nyugtalanító egyszerűség eme hitében.“

Mi is történt? Egyik megbízható szimmetriánkról, a tértükrözésről kiderült, hogy nem valódi szimmetria. Századunk hatodik évtizedéig a természetet alapvetően tükörszimmetrikusnak hittük. És megvolt rá az okunk! Minden általunk ismert esemény tükörképe is összhangban állt a természet törvényeivel.

Úgy véltük: egyedül az élő szervezet rendelkezik azzal a kiváltsággal, hogy aszimmetriát teremtsen. Ismert tény ugyanis, hogy az élő szervezetek az optikailag aktív vegyületeknek csak jobbraforgató (dextrorogir) izomerjeit tudják szintetizálni. Amikor a borkósvat mesterségesen is sikerült előállítani, azt tapasztalták, hogy nem rendelkezik optikai aktivitással. A jelenség magyarázata, hogy a szervesetlen világ nem tesz különbséget jobb és bal között, tehát a borkósvav jobbra és balra forgató izomerjéből egyenértékű mennyiség keletkezett (ún. racém módosulat). Ezt igazolta ötletes kísérletével Louis Pasteur, aki szintetikus borkósvavat tartalmazó táptalajon növelt mikrobákat, s minthogy az élő szervezetek csak a jobbra forgató izomert tudták felhasználni, sikerült kimutatnia a racémből visszamaradó rész növekvő balraforgató hatását.

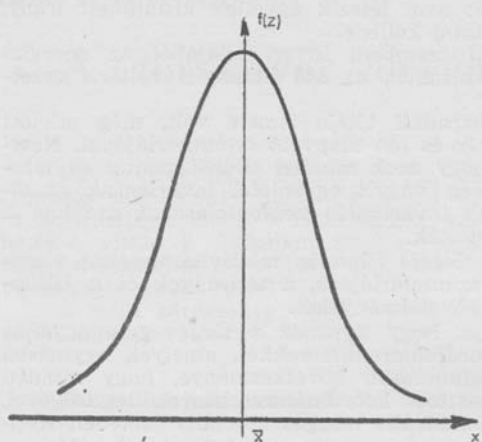
Mikor a természetben valami mindig változatlan marad, ezt az invarianciát a fizikusok egy megmaradási törvénnyel fejezik ki. A természet alapvető tükörszimmetriája a paritásmegmaradás törvényében jut kifejezésre.

A *paritás* fogalmát matematikusok vezették be a páros számoknak a páratlanoktól való megkülönböztetésére. Ha két szám páros, vagy mindkettő páratlan, paritásuk azonos; ha az egyik páros, a másik páratlan, paritásuk különböző.

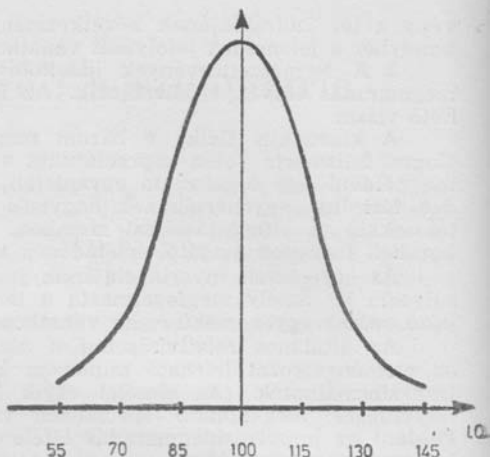
A paritás fogalma kiterjeszthető a háromdimenziós térben forgómozgást végző rendszerekre. Minden szimmetrikus rendszer változatlan marad a háromdimenziós térben, ha bármely koordinátájának előjelét megváltoztatjuk. Az ilyen rendszereket páros paritásúaknak nevezzük, szemben a páratlan paritású aszimmetrikus rendszerekkel, melyek egyetlen koordinátájuk előjelváltozása esetén tükörképüké alakulnak.

Hasonlóan értelmezték az ugyancsak térbeli koordinátáktól függő — az elemi részecskék viselkedését leíró — hullámfüggvények paritását.

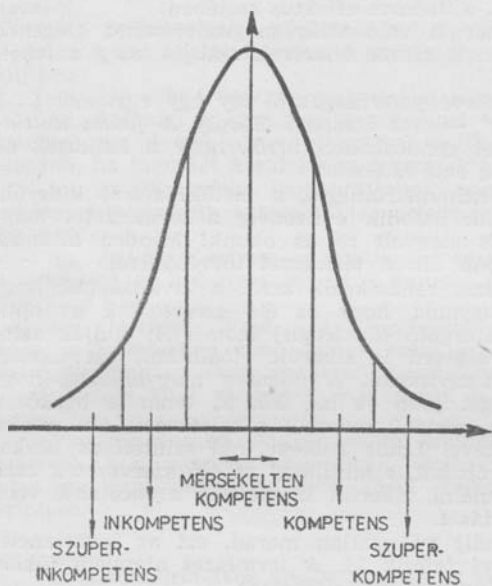
Minden kísérlet arra mutatott, hogy a paritás megmarad bármely izolált rendszerben. 1927-ben Wigner Jenő mutatott rá arra, hogy a paritás atomi szinten való megmaradása annak következménye, hogy a részecskék közötti kölcsönhatásokban érdekelt erőknél nem lehetségesek jobb-bal „keresztződés“, vagyis a paritás megsértése a természet törvényeinek alapvető tükörszimmetriáját sértene meg.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

Mindezek után érthető, mennyire megdöbbentek a fizikusok, amikor kiderült, hogy a β -bomlásnak nevezett jelenségnél, speciális körülmények között, a kibocsátott elektronok nem azonos gyakorisággal indulnak a mágneses tér mindkét irányába, ahogyan ezt a tükrözési szimmetria és a paritásmegmaradás törvénye megkövetelné; a mágneses tér északi pólusa felé 40 százalékkal több elektron indul. E felfedezett aszimmetrikus jelenség arra utal, hogy a szerves természet is „különbséget tud tenni” jobb és bal között. A tükrözés tehát, amely igen szigorúan érvényes szimmetria olyan folyamatoknál, amelyekben nem hat a β -bomlásért felelős kölcsönhatás, nem igazán pontos szimmetria.

Ebből az következne, hogy le kell mondanunk a szimmetriába vetett hitünkről? Nem, mert tágabb keretben helyreáll a természet szimmetriája. Az antirészecske, antielektron (pozitron) bomlása ugyanis épp ellenkező irányban, vagyis a déli pólus felé fog nagyobb gyakoriságot mutatni. Az antirészecskét töltéskonjugációnak nevezett szimmetriaművelettel rendelhetjük a részecskehez. A tértükrözés és töltéskonjugáció együttes műveletével szemben *helyreáll a természet jelenségeinek szimmetriája*. (Pontosabban: a tértükrözés és töltéskonjugáció mellett az időt is tükrözni kell.)

A természet jelenségeinek szimmetriáját teljessé teszi az ugyancsak szimmetrikus normál- vagy Gauss-eloszlás, mely a természetes folyamatok jellemzője. Normál eloszláson a folyamatra jellemző mennyiség (jel) középérték körüli szimmetrikus eloszlását értjük.

A normál eloszlást exponenciális függvény írja le, melyet ábrázolva harang alakú görbét kapunk.

A vizsgált jel lehet: *vegyelemzés eredménye*, a többször megismételt analízis eredményei (x) a középértékük körül ($x -$) Gauss típusú szórást mutatnak (1. ábra).

Az intelligencia-hányados

Az értelmi szint — vagy ahogyan a szakirodalomban nevezik: intelligencia — a személyiség egyik fő összetevője, a temperamentummal és karakterrel együtt. Az egyén értelmi szintjét az elsajátított ismeretek mennyisége, azoknak az emlékezetben történő megőrzése és hatékony felhasználása adja. Az intelligencia ma már tesztekkel mérhető (olyan időigényes és körültekintően végzett tesztekre gondolunk, mint például a Wechsler-teszt), s számszerűen is kifejezhető az intelligencia-hányados (I. Q.) formájában. Ennek átlagértéke 100; az emberek kb. kétharmadának intelligenciája 85 és 115 között mozog (2. ábra). Sajnos, az 55 I. Q. alatti tartományban a gyakorlati előfordulás felülmúlja az elméletileg várt értéket.

Ugyancsak Gauss-eloszlást mutat az *inkompetencia foka*. Mivel a hozzá nem értést az emberi tevékenység minden területén egyaránt tapasztalták, Laurence Peter amerikai tudós és Raymond Hull újságíró arra a következtetésre jutottak, hogy az inkompetencia nem véletlenszerű, hanem szükségszerű jelenség, a különböző tevékenységi területek (termelés, kereskedelem, oktatás, katonaság, egyház stb.) hierarchikus felépítésével függ össze.

Így született meg egy új „társadalomtudomány”, a hierarchológia, melynek alapítója az ún. *Peter-principium*: „Egy hierarchikus rendszerben minden alkalmazott saját inkompetencia-fokának elérésére törekedik”, vagyis addig halad a hierarchikus létrán felfelé, míg olyan pozícióba jut, ahol már képtelen hozzáértő határozatokat hozni. Onnan nem lép tovább. Ott megreked.

Egy kialakult értékrendben vizsgálva az alkalmazottak szakértelmét, kiderül, hogy a kompetencia is szimmetrikus eloszlást mutat: legnagyobb számban a mérsekelt kompetens szakembereket találjuk (3. ábra). A normál eloszlás arra utal, hogy természetes folyamattal állunk szemben. Elhanyagolhatóan kicsi a szuperinkompetensek és a hierarchiát legalább annyira bántó szuprakompetensek hányada. Utóbbi két kategóriával szemben fellépnek a hierarchikus „szervezet” intolerancia-tünetei, mígnem kiveti őket magából.

Felmerülhet a kérdés: *szabad-e a szimmetria szerepét túlhangsúlyozni?* Nem. Ez módszertanilag nem helyes. A természet a szimmetria és aszimmetria dialektikus egységét jeleníti meg.

Az élettelen világot kormányzó törvényszerűségek csak speciális esetekben mutatnak aszimmetriát, annál gyakoribb viszont az aszimmetria az élővilágban. Az élő szervezetek másik jellemzője az irracionális számértékű geometriai arányok megjelenése, a szerves világ aritmetikai arányaival szemben.

Az élőlények aszimmetriája csak a filogenetikus fejlődés magasabb fokán jelentkezik.

A tengerek és óceánok vízében szuszpendált élőlények (melyekre semmilyen külső alakító tér nem hat) *gömbszimmetrikusak*, mert a természet törvényeinek inherens szimmetriáját csak az anyagrésztet helyzete korlátozza, mely körül gömb alakot vesz fel.

Az óceán fenekére tapadó vagy nagyon lassan mozgó élőlényekre a gravitációs erőter, valamint a víz hidrosztatikai nyomása hat: ezek *hengerszimmetrikusak*; szimmetriatengelye körül elforgatva a lény fedésbe hozható önmagával — tehát a gravitációs erő hiánya a szimmetriaműveletek halmazát lecsökkenti a szimmetriaközéppont körüli összes rotációról egy tengely körüli összes rotációra. (Például a tengeri csillag egy ötszörös rotációs tengellyel rendelkezik: az állatkát e tengely körül 72°-kal elforgatva, az eredetivel egyenértékű pozícióba visszük át; rendelkezik ezenkívül 5 függőleges tükrözési síkkal és 5 kettős forgástengellyel, valamint egy vízszintes tükrözési síkkal.)

Valamely idomhoz rendelhető szimmetriaműveletek (így a tengeri csillaghoz rendelhető is) matematikai értelemben algebrai csoportot alkotnak. Erre először Poincaré jött rá. Ezekre a műveletekre ugyanis érvényesek az algebrai csoport axiómái: minden művelet belső művelet, értelmezett az asszociativitás, létezik semleges elem (az identitás), és minden elemnek van inverz eleme.

A fajfejlődés egyre magasabb fokán mind alacsonyabb szimmetriákkal találkozunk. A vízben, szárazföldön, levegőben autonóm mozgásra képes élőlényeknél, ha a haladási sebesség elég nagy, mind testük hátsó-elülső irányú (postero-anterioris) mozgása, mind a gravitáció alakítólag hat (a közegellenállás formamódosító tényező). Kialakul a hátsó-elülső tengely, már csak a jobb és bal közötti különbség tetszőleges.

Ettől a fejlődési foktól kezdve már nem számíthatunk a bilaterális szimmetriánál magasabb szimmetriára. Az alacsonyabb szimmetriát viszont a helyzetváltoztatás szükséglete zárja ki, mivel a két-négy végtaggal történő elmozdulás feltétlenül előnyösebb a helikoidális mozgásnál. Ezért is szigorúbban érvényesek a szimmetria törvényei végtagjainkra, mint belső szerveinkre, ahol szerephez jut az aszimmetria is. Egyes feltételezések szerint belső szerveink aszimmetriája (jó példa az aszimmetrikus csavar alakú szív) a bélsatorna felületnövekedési szükségletével van összefüggésben. E felületnövekedés aránytalanul nagyobb a test növekedésénél, a bélsatorna aszimmetrikus csavarodása aszimmetriához vezet: a bélsatorna túlnövekedése a filogenetikus fejlődés során a tápcső afferens szerveiben is aszimmetriákat hozott létre.

A hátsó-mellső tengely új kérdéseket vet fel.

Felmerül a jobb—bal megválasztásának, különbözőségének, egységének kérdése, ami egész gondolkodásunkra rányomta bélyegét, s a filozófiai gondolkodás és esztétika egyik sarkalatos problémájává vált.

Kant a jobbot és a balt fogalmilag nem megkülönböztethetőnek, viszont szemléletileg megkülönböztethetőnek tartotta. Ezzel szemben Leibniz már korábban rámutatott arra, hogy teljesen mindegy, Isten előbb bal kezét teremtet-e vagy pedig jobbot: a világorsa csak a világteremtés aktusának következő szakaszában változott volna meg, ha a már meglévő bal mellé nem jobbot, hanem egy másik balt teremt.

Érdekes megemlíteni a jobb—bal szimbolikus jelentését: ez a mindennapi életben alakult ki, és jelentőségteljesen tükröződik a művészetben. A *jobb* a jót, az erőt, az erényet, a hívőt jelenti, a jobb váll mögött vigyáz az őrangyal; a *bal* a rosszat, a gyengét, a vétkest jelenti, a bal váll mögött leselekedik az ördög.

A jobb—bal fenti asszociációinak számos inverziójával is találkozunk. Mágikus összefüggéseken a jobb oldali végtagok remegését rossz jelnek, a bal végtagokét jó jelnek tekintik. A francia forradalom jakobinizmusa óta a politikában a bal a haladást, a jobb a konzervativizmust jelenti.

A művészetben a jobb—bal kérdés azért kerül előtérbe (mondjuk a fent—lent kérdéssel szemben), mert a művészi alkotásokban — a legrégebb időktől kezdve — szimmetrikus rendezések esetén a függőleges tengely messzemenően túlsúlyban van a vízszintes tengelyhez képest. Ez valószínűleg az ember függőleges járására vezethető vissza.

Wölfflin kimutatta, hogy a művészi alkotásokban a jobb oldal más hangulati értékű, mint a bal: a *bal* az *érzelmi*, a *jobb* az *értelmi zóna*. Ezzel kapcsolatban hadd idézzük Lendvai Ernőt, aki Bartók zenéjének stereo-problémáit elemezve kimutatta, hogy a *Zene húros hangszerekre, ütőkre és celestára* című műben „az »érzelmekre« apelláló témák — mint a III. tétel melléktemái — következetesen *bal* felől lépnek elő, a »szellemi« tartalmú gondolatok viszont *jobb* oldalról».

El Greco *Szent Péter és Szent Pál* című képe (1614, Ermitázs) két sokrétű, de élesen ellentétes jellemet ábrázol: a kép *bal* oldaláról a szomorú szemű, lágy,

elmosódó nézésű Péter tekint ránk, hajlott kezében félve tartja nehéz kulcsait, lénye álmodozó, passzív, elméledésre hajlamos temperamentumot sugall; Pál a kép jobb terében található: energikus és elszánt külsejű, homloka a gondolkodók magas homloka, tekintete a fanatikusok égő tekintete, keze szilárdan nyugszik nyitott könyvében. Mindkét alak intenzív lelki életű.

Péter és Pál El Greco általi megjelenítése teljes összhangban van kettejük bibliai jellemzésével, melyet Renan nyomán a következőkben foglalhatunk össze.

Péter egyenes, nyílt és jóindulatú természet, cselekedeteit indulatok vezérik, Jézus intím bizalmasai közé tartozott, szemben a teljesen hűvös vérmérsékletű, „példátlanul izzó agyvelejű” Pállal, aki Jézust személyesen nem ismerte, Krisztusa „képzetelemek, a saját felfogásának Krisztusa volt”. Végső soron — állapítja meg Renan — „Péter volt a konzerválás, Pál a forradalom”. Nem véletlen tehát, hogy El Greco Pétert vásznának bal felére, az érzelmi zónába, Pált pedig a kép jobb terébe, az értelmi zónába helyezte.

E két térrészt szemünk különbözőképpen érzékeli.

A kép bal alsó sarkából a jobb felső sarokba irányuló átlót emelkedőnek, a bal felső sarokból a jobb alsó sarokba tartó átlót ereszkedőnek érzékeljük. Weyl ezt az európai balról jobbra olvasással hozza összefüggésbe.

Ezt igazolta kísérletével David B. Eisendrath New York-i fényképész, aki ötven jelenetet ábrázoló fényképet készített, majd mindegyikről két másolatot, amelyek közül egyik a másiknak tükörképe volt. Ezután különböző kísérleti alanyokat felkérték, válasszák ki a nekik jobban tetsző képeket. A közelítőleg szimmetrikus felvételeknél a preferenciák egyenlően oszlottak meg. Az erősen aszimmetrikus ábráknál viszont a megkérdezettek 75 százaléka az eredeti képet részesítette előnyben a tükörképpel szemben. Kivételt képeztek a csak héberül — tehát ellentétes irányban — olvasó alanyok, akik többnyire a tükörképet választották.

A jobb—bal szimmetria művészi tükröződésével kapcsolatban említsük meg, hogy az emlékműveket és középületeket létrehozó *monumentális művészet* messzemenően a frontális megjelenítéssel és kétoldali szimmetriával él. Wölfflin például a nem szimmetrikus épületeket csupán „vidám és festői hatásúnak” tekintette, csak a magánházak és vidéki házak számára tartotta létjogosultnak.

Az emberiség kultúrtörténetében, valahányszor az isteni fenséget, a megfellebbezhetetlen örök igazságot vagy status quoté jelenítették meg, az ábrázolás-mód frontális és szimmetrikus volt (rendszerint kétoldalian szimmetrikus), függetlenül attól, hogy az objektumok zsinagógák, görög templomok vagy keresztény katedrálisok, parlamenti vagy törvényszéki épületek. Ugyancsak frontális és kétoldalian szimmetrikus az Úr megjelenítése az ikonfestészetben.

A jobb—bal kérdésen túlmenően, a művészetben a szimmetria mint az arányok harmóniája érvényesül. Ezek lehetnek számtani vagy — az élővilágban oly gyakori — mértani arányok. A szimmetria lehet térbeli vagy időbeli. Utóbbi alapja az alkotóelemek egyforma időbeli eloszlása. Formái: a ritmus, ütem, versmérték (J. F. Herbart).

Érdekes párhuzamot vonni az aritmetikai és geometriai arányok képzőművészeti és zenei alkalmazásai között. Míg a heraldikus tökéletes aritmetikai szimmetria az ókor alkonyai hódít teret, és az alkotóképesség — e korszak művészeti életében észlelhető — csökkenésével van összefüggésben, Mozart zenéjének ütembeosztása, mely tökéletes példa az időbeli aritmetikai szimmetriának (két ütemre két, négy ütemre négy, nyolcra nyolc ütem válaszol), a klasszikus kiegyensúlyozottság, formai tökély csúcsa.

Mit nevezünk aranymetszésnek?

Az aszimmetrikus arányok között kitüntetett szerepet játszik az élővilágban gyakran fellelhető egyik arány, amelyet Leonardo da Vinci nyomán „aranymetszés” néven ismerünk. A képzőművészetet a reneszánsztól a kubistákig befolyásolta, századunk elején pedig a zenébe is betört: Bartók és Kodály művei révén.

Aranymetszésnek, matematikai megfogalmazásban, az $a(\sqrt{5}-1)/2$ irracionális számot nevezzük, amely nem más, mint azon két szakasz hosszának mértani közép-arányosa, amelyeket egy szakasz jól meghatározott arányban történő felosztása során kapunk. Éspedig úgy, hogy az eredeti szakasz úgy arányuljon a felosztás utáni hosszabbik szakaszhoz, mint a felosztás utáni hosszabb szakasz a rövidebbhez. Aranymetszésben állnak egymással a logaritmusos csigavonalból a csiga centrumán áthaladó bármely egyenes által kimetszett szakaszok. A logaritmusos spirális egyik fő tulajdonsága (Bernoulli, 1692), hogy önmagához hasonló, vagyis szög- és aránytartóan gyűrűzik, s ezáltal az élő szervezet növekedésének mértani

kifejezése. (Mert minden szervezet úgy növekedik, hogy állandóan hasonlít előző alakjára — például a csigák, kagylók háza, az ember combcsontja stb.)

Az aranymetszést vagy „isteni arányt“ (másképp: „a harmónia kapuját“) már Vitruvius megfogalmazta, és a reneszánsz fedezte fel újra Luca Pacioli bolognai szerzetes révén, aki 1509-ben *Az Isteni arány* címen értekezést írt róla.

A középkor festői az isteni arálynak megfelelően szerkesztették és méretezték festményeiket. Dürer kimutatta a tökéletes emberi test alakjában, Stradivari beszerkesztette hegedűibe. A képzőművészek 1912-ben fedezték fel újra Jacques Villon festő és grafikus révén, aki Leonardo illusztrációiból vette át Pacioli szerkesztését.

Zenében az aranymetszés csak a XX. század harmadik évtizedében jelent meg: először Bartók, majd Kodály műveiben mutatta ki Lendvai Ernő. E szerkesztés alkalmazásának egyik legszebb példája a *Zene húros hangszerekre, ütőkre és celestára* I. tételének piramisfűgája, amely úgy van felépítve, hogy az ütemperiódusok hossza aranymetszésben áll egymással.

Több természeti jelenségnél figyelhető meg ugyanez a matematikai szervezési forma. A különböző tobozfajtákon a spirálvonalak egész rendszere követhető. Vannak olyan tobozfajták, amelyeknél az alapspirálisok száma 5, 8, 13, 21, a napraforgó tányérján elhelyezkedő spirálisok száma 13, 21, 34, 55 és 89. Ezek a számok éppen az említett piramisfűga ütemperiódusainak hosszával egyenlők.

A matematikusoknak nem kell a természethez fordulniuk analógiáért: 1200-tól ismert a pisai természettudós és festő Fibonacci számsora, amelynek minden tagja az öt megelőző két szám összege: 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89... E számsor egyben tartalmazza a legegyszerűbb egész számokkal kifejezhető aranymetszés-sort.

Az aranymetszés kimutatható Bartók harmóniarendszerében is, ahol a pentatóniában jut kifejezésre. A pentatónia hangközeit érezzük a legtermészetesebbnek, és ez nem véletlen: fülünk fiziológiai jellegének, éspedig a hallócsiga logaritmikus felépítésének következménye.

Bartók zenéjének formai és harmóniai felépítése végső soron visszatérést jelent a szerves természet modelljeihez. A bachi kiegyensúlyozottságot feszültségteremtéssel, a természetes aszimmetrikus geometriai arány alkalmazásával éri el.

Kezdetben volt a szimmetria?

A szimmetria és aszimmetria — mint láttuk — elválaszthatatlanok a természetben és a természet művészi tükrözésében.

A szervesetlen világban jelentkező szimmetria — elsősorban a kristályszerkezet — az építőelemek legkisebb energiaállapotra való törekvésének következménye. Heisenberg kijelentése, hogy a platóni „kezdetben volt a szimmetria“ sokkal szerencsésebb állítás a demokritoszi „kezdetben volt az atom“-nál, éppen arra utal, hogy a szimmetria az anyag legintimebb szerkezetében fellelhető, az anyag leg-
elemibb építőköveinek jellemzője.

Az élővilág a szervesetlen világnál sokkal nagyobb számú építőelemet kapcsol sokkal változatosabb módon. Ezáltal megjelennek az alacsonyabb szimmetriák, és teret hódít az aszimmetria is.

A címben feltett kérdésre, hogy „törvények törvénye“ hát a szimmetria, azt fellelhetjük: ha nem válaszol is meg mindent, a szimmetriaelv — mint a természet alapvető megnyilvánulási formája — a legváltozatosabb jelenségek osztályozási kritériuma, s igen nagy horderejű rendszerező szerepet játszik.

IRODALOM

- Bouleau, Ch.: *Geometria secretă a pictorilor*. Buc., 1979. — Gardner, M.: *The Ambidextrous Universe*. New York, 1969. — Heisenberg, W.: *Pasi peste graniță*. Buc., 1977. — Lendvai Ernő: *Bartók költői világa*. Bp., 1971. — Liteanu, C.—Hopirtean, E.: *Volumetria*. Buc., 1973. — Ludwig, W.: *Rechts-links-Problem im Tierreich und beim Menschen*. Berlin, 1932. — Lukács György: *Az esztétikum sajátossága* I. Bp., 1965. — Ouspenski, B. A.: *Le „droit“ et le „gauche“ dans l'art des icônes*. In: *Travaux sur les systèmes des signes*. Moscou, 1970. — Panofsky, E.: *Az emberi arányok stílustörténete*. Bp., 1976. — Peter, L. és Hull, R.: *Le Principe de Peter ou pourquoi tout va toujours mal*. Paris, 1970. — Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete*. Bp., 1978. — Tarpin, P. J. F.: *Organographie végétale*. Paris, 1820. In: *Recherche*, 1958. 8. — Toporov, V. N.: *Remarques sur les arts plastiques bouddhiques?* In: *Travaux sur les systèmes de signes*. Moscou, 1976. — Weyl, H.: *Simetria*. Buc., 1966.