

Katedra

Emberközeli és interdiszciplináris fizikatanítás

VI. rész

Az információ fizikája

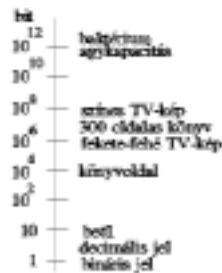
Az információ az energia és az anyag mellett a fizika egyik legáltalánosabb fogalma. Az információ nagyon tág fogalom, a nyelvészet, a pszichológia, a biológia, a szociológia, az informatika, a kibernetika, a technika, a matematika és a fizika, de leginkább a mindezen területeket integráló információtudomány foglalkozik vele. Az információ az információs láncban terjed, és tárolható. Az információs lánc leegyszerűsítve az adóból, a közvetítő csatornából, és a vevőből áll.



Ezekon kívül még további egységeket is tartalmazhat: információforrás, kódoló, dekódoló, felhasználó. A csatornán bejut még a zaj is. Az információ továbbítása energiát igényel.

Az információ valamilyen jelentéssel bíró üzenet, amely fizikai vagy más jelekből áll. Az információ csökkenti egy adott jelenséggel kapcsolt bizonytalanságot. Olyan hír, jel, amelynek újdonság jellege van, új ismeretet szolgáltat. Az információ az élet kialakulásának és fennmaradásának egyik feltétele. Egyik jellemzője az információtartalom, a másik az információs entrópia.

Egy adott jel információtartalma csak a jel előfordulási valószínűségétől függ. A gyakori eseményeknek kisebb, a ritka eseményeknek nagyobb az információtartalma. Valamely x jel $I(x)$ információtartalma annak $p(x)$ megjelenési valószínűségével fordítottan arányos: $I(x) = \log(1/p(x)) = -\log p(x)$. Ha csak kétféle esemény valósulhat meg – ami a gyakorlatban a leggyakoribb eset, akkor a logaritmus 2-es alapú, az információmennyiség mértékegysége pedig a *bit* (binary digit unit).

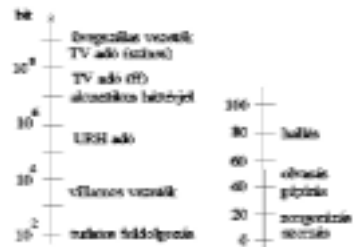


Az ábra néhány példát mutat be az információtartalomra. (Pl. a bináris jelé 1 bit.)

Az entrópia a statisztikus termodinamika fogalma, bizonytalansági fokot jellemez. Csak közvetett módon határozható meg, és megmaradási törvények érvényesek rá. Az információs entrópia nem pontos megfelelője a termodinamikai entrópiának, az információs entrópia az információtartalom fordítottja. „Az entrópia valamely rendszer rendezetlenségi fokát jellemzi, míg az információ a szervezettség mértékét.” (Norbert Wiener). Az információ csökkenti a rendszer rendezetlenségi fokát, a magasabban

szervezett rendszer több információt hordoz. Az információ *negentrópia*, míg az entrópia az információ hiánya. A nemegyensúlyi termodinamika fogalmait az információelméletben alkalmazva meghatározták az élő sejtthártyában az információ keletkezési sebességét, amivel meg lehetne határozni a biológiai időt a fizikai időhöz mérve.

Az információátvitel jellemzői tehát az átviteli sebesség ($c = dI/dt$, az időegység alatt átvitt információmennyiség, mértékegysége a bit/s) és a tárolási kapacitás. Az információt modellezhetjük valamilyen folyadék formájában, amelyre megmaradási törvények érvényesek, ezért az ún. mérlegegyenletek írják le az információ átalakulási folyamatát is: $dI/dt = c_x + \Sigma x_x$. Ha nincs információforrás jelen a rendszerben ($\Sigma x_x = 0$), akkor $dI/dt = c_x$.



A fizikában bármilyen adat, paraméterérték információnak bizonyul. Ezt továbbítani, átalakítani és tárolni lehet.

A fizikai információ (hang, fény, elektromos jel) a mérőeszközökön és mérőműszereken olvasható le, különféle eszközökkel átalakítható, tárolható és továbbítható.

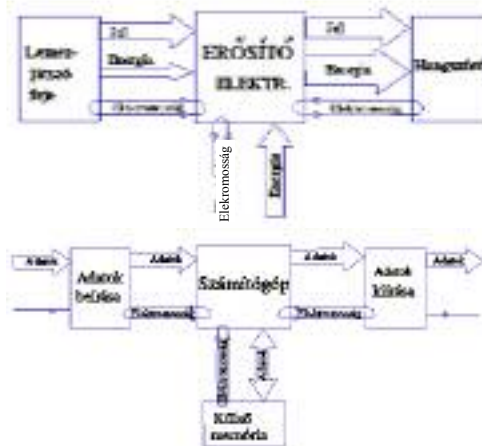
Az információ hordozója lehet például egy ajtókulcs, hanglemez, könyv, fénykép, hologram, mágnesszalag, mágneslemez, videoszalag, a CD, a DNS, vagy az agy.

Ezek az adatok tárolására szolgálnak, míg a számítógép és az agy adatfeldolgozásra is képes. Az adó a hangszóró, az antenna a csatorna a fény, a levegő, a modulált elektromágneses tér. Az alábbi ábrán a lemezjátszó információátviteli vázlat látható:



A múlt század az információ forradalmát hozta. Ehhez az elektronika, a számítógépipar, az űrkutatás, valamint a mesterséges intelligencia járultak hozzá.

A hálózatelméletek újabb lendületet adtak az információkutatásnak. Ezek mindegyikéről sokat lehetne írni. Az alábbi ábra a számítógép adatfeldolgozási folyamatát szemlélteti.



Végül az információ széleskörű területei közül egy különleges területet, az esztétikai területet kívánjuk még bemutatni, mivel csak a (főleg) pozitív élményekkel társult információ bizonyul tartós tudásnak.

Az esztétikai hatást lehet mérni. Empirikusan meghatározott mértéke a rendezettség és az összetettség aránya. (Birkhoff, 1950): $M = O/C = (V + E + R + HV + F)/C$. Az (O) rendezettség összetevői: V – a függőleges szimmetria; E – az egyensúly, a súlypontnak az alapfelületre helyezése; R – forgási szimmetria; HV – a vízszintes és a függőleges vonalak aránya; F – az alak kellemes volta (a középpontból kiinduló vonalak csupán egyszer metszik a láthatárt). Újabb kutatások szerint az *esztétikai információ = redundancia / információmennyiség*. (A redundancia az adatfeldolgozásban azt a részarányt képviseli egy üzenetben, amely nem tartalmaz információt.) Meghatározható még a meglepetési fok és a különlegesség mértéke is. Az első monoton csökken a jel megjelenési valószínűségének csökkenésével, a másodiknak a maximuma $1/e = 37\%$ értéknél van, ami az aranymetszés értékével azonos. A műalkotások esetén ajánlott megkeresni az új információ mennyisége (eredetiség) és információs redundancia (banalitás) helyes arányát, ami úgy tűnik, 0,5 körül található. A túlzott eredetiséget is, de a banalitást is elutasítják az emberek. Erre számos példát lehet találni a tudománytörténetben is.

Összegzésképpen elmondható, hogy az információ a társadalom és az emberi tudat meghatározója. Mint mindig a történelem folyamán, az információ birtoklójának hatalmat jelentett. Manapság az Internet által is elérhetővé vált információáradatban nehéz a releváns információt kiszűrni. Az emberi társadalom jövője azon fog múlni, hogy hogyan használítja majd az információt.

Irodalom

- 1] Fülöp Géza: **Az információ**. Kriterion Könyvkiadó. Bukarest, 1990.
- 2] SH atlasz. **Informatika**. Springer Hungarica, 1995.
- 3] F. Herrmann: **Physik**. Der Karlsruher Physikkurs. Unterrichtshilfen. Uni. Karlsruhe, 1994.
- 4] *Fizikai Szemle*, 1999/1(17)

Kovács Zoltán



Albert Einstein 100 évvel ezelőtti zseniális felfedezéseinek tiszteletére a 2005-ös esztendő az Európai Fizikai Társulat (*European Physical Society, EPS*) javaslatára az ENSZ a Fizika Événél nyilvánította (World Year of Physics 2005). 1905-ben Einstein négy olyan kiváló tanulmányt jelentetett meg, melyek a modern fizika (kvantumelmélet, relativitáselmélet) alapját képezik. A nemzetközi programsorozat célja, hogy a fizika iránti általános társadalmi megbecsülést és érdeklődést növelje, hogy bemutassa a fizika mai, múltbeli és jövőbeli fontos szerepét a kultúra, a gazdaság és a műszaki élet számos területén. Ez az alkalom egyedülálló lehetőséget hordoz a fizika népszerűsítésére, és kedvező alkalom arra, hogy találkozzanak egymással a szakemberek és azok, akiknek korábban talán semmilyen tudatos élménye nem volt a fizikával kapcsolatban.

A fizikával kapcsolatos magyarországi és nagyvilági honlapokat a <http://fizika.lap.hu/> portál foglalja össze.