

## A Nagy Bummtól a fekete lyukakig

*Egy olyan könyvre szeretném felhívni a figyelmet, amely kevésbé ismert Magyarországon a természettudományi tárgyakat oktató pedagógusok körében. Ezt a könyvet 1993-ban immár másodszer adta ki a Maecenas Kiadó, szerzője a magas szintű gondolatairól ismert világhírű tudós, Stephen W. Hawking, akit méltán nevezhetünk a fekete lyukak, és a világmindenség eredetével és sorsával foglalkozó fizikai területek szakértőjének.*

Mielőtt e könyvet elolvastam, már hallottam a szerző munkásságáról, és kíváncsian figyeltem, képes-e egy ilyen nagy tudású fizikus olyan könyvet írni, melyben az ismeretanyag nem a laikus számára felfoghatatlan matematikai nyelvvel van megfogalmazva. Személyes tapasztalatom ugyanis, hogy a nehéz és sokszor nehezen érthető matematikai levezetések között általában elvész a fizikai tartalom, az az információ, amely nemcsak egy szűk kaszt, az elméleti fizikában jártas emberek számára lehet érdekes, hanem méltán tarthat igényt a laikus, de a körülöttünk levő világot érteni akaró emberek érdeklődésére is. A könyv ezen emberek számára íródott, így ismeretterjesztő műnek nevezhető. Nem meglepő, hogy az előszót *Carl Sagan*, a híres *Kozmosz* című televíziós sorozat, és az *Éden sárkányai* című könyv szerzője, szakmájában is elismert csillagász írta.

Ez a könyv minden matematikai egyenletet nélkülöz, a mindenki által ismert  $E=mc^2$  kivételével, mégis, vagy talán éppen ezért, könyörtelenül logikus érvelésével, briliáns gondolataival mindent megértet és mély gondolatokat ébreszt az olvasóban. Hiba lenne azt hinni, hogy a könyv egyszeri és felületes elolvasásával képesek leszünk befogadni a kapott ismereteket. Bizonyos részek könnyedén, más részek viszont nehezebben érthetők meg, de megérthetőek a mély matematikai ismeretek nélkül is. A szerző maga azt vallja, hogy azokat a kérdéseket, amelyek a gondolkodó embert foglalkoztatják, közzérthető, hétköznapi nyelven is meg lehet és kell fogalmazni.

A diákok fizikaórán sokszor kérdegetnek a fekete lyukakról, a Nagy Bummról, és a világegyetem sorsáról. A meg nem bénított képzelőerejű gyermek olyan témák iránt is érdeklődik, olyan kérdéseket is fölvet, amelyekről mi felnőttek már leszoktunk. E könyvben szereplő problémák a fizikának azok az egyértelműen meg nem válaszolt kérdései, amelyek jelenlegi ismereteink határát jelentik, mint ahogy a múlt század végén a klasszikus fizikából a modern fizikába való átmenet volt az akkori tudára. Ezek, a század elején is még forradalmi újdonságnak számító elméletek ma már a középiskolai fizika tananyag szerves részét képezik.

Hawking célja egy olyan végső, teljes, egyesített elmélet megalkotása, mely egyaránt leírja a parányi részecskék viselkedését (mely ma a kvantummechanika feladata), és a világegyetemet uráló, annak nagy léptékű szerkezetét meghatározó gravitációs jelenségeket. Köztudomású, hogy ez utóbbiak leírását az einsteini általános relativitáselmélet nyújtja. Egy ilyen egyesített elmélet megalkotásáig még sok idő eltelhet, de már vannak merész gondolatok és biztató jelek, melyek sikert ígérnek azon az úton, amely a fizika egyesítését jelenti.

A könyv 11 fejezeten keresztül vezet be minket, olvasókat azon tudás rejtelseibe, mely elengedhetetlenül szükséges a fentebb említett út gondolati síkon való bejárásához. Általános kozmogóniai ismeretek mélyen filozofikus és gondolkodásra készítő rövid összefoglalása után haladhat az olvasó a kvantummechanika alapját jelentő Heisenberg-féle határozatlansági elvtől az elemi részecskék és a kölcsönhatásokat okozó erők leírásán keresztül az anyag végállapotát jelentő fekete lyukakig. Kiderül, hogy a kvantumelmélet alkalmazásával feloldható a téridőnek ezen szingularitása, ahol a téridő az ott jelenlévő hatalmas tömegtől végtelen görbületűvé válik. Itt (a fekete lyukakban) az anyagi minőség és az idő múlása értelmetlen fogalmakká degradálódnak.

Az általános relativitáselmélet, mely saját határait is kijelölte a fekete lyukak, valamint a Nagy Bumm és Nagy Zutty-típusú kezdeti és végső szingularitások előrejelzésével, kiegészíthető lenne a kvantummechanikai effektusokkal? Nos úgy tetszik, hogy Hawkingnak ez részben sikerült, a fekete lyukak határán (eseményhorizontján) végbemenő kvantummechanikai folyamatok segítségével a fekete lyuk jelentette szingularitás feloldható. Eme meghökkentő eredmény azt jelenti, hogy a fekete lyuk, amelyről, mint elnevezése is mutatja, sokáig azt tartották, hogy semmiféle sugárzás nem hagyhatja el, mégis bocsájthat ki sugárzást (azaz nem is olyan fekete!). Hawking elmélete szerint, sugárzása következtében elegendően hosszú idő elteltével, a fekete lyuk egész egyszerűen elpárolog, így eltűnik a szingularitás a téridő megfelelő tartományából.

Érdeklődve várjuk, sikerül-e Hawkingnak a kvantumelmélet segítségével magának a Nagy Bumm, ill. Nagy Zutty szingularitásnak a feloldása. Ezzel már a könyv nyolcadik fejezete foglalkozik. Megismerkedhetünk az ősröbbanás (Nagy Bumm) hipotézissel, az erős és a gyenge antrópikus elvel, melyek arra adnak egyfajta magyarázatot, miért ilyennek látjuk a világmindenséget magunk körül. Hawking bevezeti a képzetes idő fogalmát, melynek segítségével ötletet nyerhetünk a Nagy Bumm és a Nagy Zutty szingularitások feloldására. Ezen szingularitások azért kényelmetlenek a világmindenség eredetét és sorsát kutató tudósok számára, mert a végtelen sűrűségű anyag nem engedelmeskedik semmilyen általunk ismert törvényszerűségnek.

A Nagy Bumm a klasszikus relativitáselmélet szerint az idő kezdetét jelenti, mivel ebben a pontban minden, az anyag viselkedését leíró egyenlet szingulárisává válik. Ezért semmiféle, a Nagy Bumm előtti eseményről nem szerezhetünk tudomást, ezek az események nincsenek hatással jelenlegi életünkre. Hasonló helyzet a Nagy Zuttyal is; ha Univerzumunk tömege nagyobb egy kritikus értéknél, világegyetemünk jelenlegi tágulása megfordul, a gravitációs erő hatására az egész Univerzum egy pontba zsugorodik össze. Itt törvényeink ismét érvényüket veszítik, semmiféle előrejelzés sem tehető az anyag további viselkedését illetően, eme szingularitást az idő végeként foghatjuk fel. A képzetes idő fogalmának bevezetésével, azaz ha az idő múlását nem valós, hanem komplex számokkal mérjük, ezek a szingularitások eltűnnek (a képzetes időben), ami arra a feltételezésre kényszerít minket, miszerint a világegyetem határtalanul, de önmagában zártan létezik. Ez tudományos elméletként adhat a valósággal egyező eredményeket, de nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy valós időben élünk (az idő múlását valós számokkal jellemezzük), így számunkra, fizikai mivoltunkra érvényesek maradnak a szingularitások. A fenti gondolatmenetről a szerző is elismeri, hogy csak egy javaslat, amit akkor kell elfogadni, ha az illeszkedik a világegyetem megfigyelt viselkedéséhez. Az általános relativitáselmélet és a kvantummechanika ilyen ötvözésével esetleg a gravitáció kvantumelméletéhez juthatunk el.

Hawking a fejezet végén olyan filozófiai kérdéseket fejteget, melyek a Teremtő helyét keresik az Univerzumban. Ha az Univerzumnak volt kezdete, akkor feltételezhetünk benne Istent is, aki a Teremtés után hagyja a maga törvényei szerint működni a világmindenséget. Ha viszont bevezetve a képzetes idő fogalmát, elfogadjuk azt, hogy a világegyetem határtalanul, de önmagában zártan létezik, kezdete és vége sem lehet, egyszerűen csak létezik. Ebben az esetben, teszi fel a kérdést a szerző, hol a Teremtő helye az Univerzumban?

A kilencedik fejezetben az idő természetéről és irányáról kaphatunk képet. Ismertetésre kerülnek azok a szempontok, amelyek segítségével megállapíthatjuk az idő irányát. Egyik lehetséges időirány a termodinamikai irány, ennek mentén nő az entrópia, azaz a rendszer rendezetlensége. Másik időirány a pszichológiai időirány, amely arra mutat, amerre érzékeink szerint is telik az idő, a múlta emlékezünk, nem a jövőre. Végül egy lehetséges időirány a kozmológiai irány, e mentén távol a világegyetem. Bizonyítását leljük annak, hogy a termodinamikai időirány szabja meg a pszichológiai időirányt. A kozmológiai idő nem mindig mutat egy irányba a termodinamikai idővel. Hawking szerint csak akkor jöhet létre értelmes élet, ha e két időirány egyfele mutat.

A tizedik fejezet még egyszer szót ejt azon próbálkozásokról, amelyek a végső, egyesített elmélet felé mutatnak, az ehhez vezető út nem más, mint az események korlátozott leírására alkalmas részleges elméletek megalkotása, majd ezek összeillesztésével egy

olyan végső elmélet létrehozása, mely közelítésként tartalmazza az összes részelméletet, és a tapasztalattal való egyezés érdekében nem szükséges önkényes paramétereket bevezetni. Az ilyen elmélet megalkotására tett erőfeszítéseket nevezik a fizika egyesítésének. Azt is megtudhatjuk, hogy milyen problémák merülnek fel, ha a határozatlansági elvet egyesítik az általános relativitáselmélettel. Sok fizikai mennyiség értéke ilyenkor végtelenné válik, és a matematikában nehéz ezekkel az értékekkel dolgozni. Megismerkedhetünk a probléma feloldását célzó új elméletek alapfogolataival, ilyenek a szupergravitáció és a húrelméletek.

Végül ismét felvetődik a kérdés, milyen esély van egy ilyen végső, egyesített elmélet megalkotására? A szerző szerint három lehetőség közül választhatunk:

– létezik végső elmélet, és egy szép napon meg is fogják találni;

– nincs végső elmélet, csak a viszonyokat mind pontosabban leíró elméletek végtelen sorozata;

– nincs végső elmélet, az események egy bizonyos mértéken túl nem jósolhatók meg, hanem önkényesen, véletlenszerűen következnek be.

Az utolsó fejezet az eddigi kérdések, felvetések összegzése. Hawking nemcsak a „milyen a világ” kérdésre kíván válaszolni, hanem arra is szeretne fényt deríteni, hogy miért éppen ilyenek látjuk? Így van ez nagyon sok olyan emberrel is, akik a szerzővel ellentétben nincsenek azoknak az ismereteknek a birtokában, amelyek a világmindenséget leíró erők megértéséhez szükségesek. E könyv tájékoztat, gondolatokat ismertet és gondolkodásra készítet, hasznos segítséget nyújtva a természettudományos ismereteket oktató tanárok számára.

---

*Stephen W. Hawking: Az idő rövid története. Maecenas Kiadó, Budapest, 1993.*

---

SÁNDOR ZSOLT

## Könyv a tanulásról

Minden szülő szeretné, ha gyermeke sikereket érne el az iskolában, ha játszva tanulna és természetesen, ha legalább értelmi képességeinek megfelelő osztályzatot hozna haza az ellenőrzőjében. De módszer hátán módszer korunkban azt kell tapasztalnia, hogy a helyzet alapjaiban mit sem változott az elmúlt időszakhoz képest: a tananyag egyre csak szaporodik, a gyerek egyre többet ül a könyvek fölött, egyre hosszabb időt tölt tanulással, s az eredményei ennek ellenére nem olyanok, mint amilyeneket az erőráfordítás mértéke alapján jogosan elvárhatna a szülő. Hol a hiba? A gyerekekben? Az iskolában? A tanító személyiségében? Mi az oka, hogy a gyermek fáradt, ingerlékeny, kibúvókat keres, és a szülő szerint alacsony a teljesítménye? Nem tudja kellőképpen beosztani az idejét és erejét, vagy mégis a tanítók lennének a ludasok, mert mindegyikük azt képzei, hogy az ő tantárgya a világon a legfontosabb, s nem képes megérteni, hogy ahány gyerek, annyiféle, meg hogy képtelenség mindent egyformán jól megtanulni?

Vagy mégis lehetséges?

Lehetséges. Legalábbis erről győződött meg *Oroszlány Péter* *Könyv a tanulásról* című kézikönyve (?), tankönyve (?), mely a pedagógiai pszichológia ismereteire támaszkodva vezet el a 12–16 éves gyermekeket a nemszeretem tanulástól a tudatos tanuláshoz, szüverén gondolkodáshoz. Valójában nem az az új, ami a könyvben a tanulás külső és belső feltételeiről, a koncentrációról, a beszédművelésről, az olvasás különféle módozatairól, az emlékezet fejlesztéséről és az önművelés lehetőségeiről benne találhatók – hiszen ezeknek a területeknek külön-külön is bőséges irodalmuk van –, hanem az, hogy ezzel az ismeretanyaggal a gyerekeket célozza meg, azt a korosztályt, amelyiknek erre a mindennapi életben a legnagyobb szüksége van: a felső tagozatos alapiskolásokat és a középfokú intézmények tanulóit.