

Stephen Hawking (1942–2018)

2018. március 14-én, 76 éves korában Cambridge-i otthonában elhunyt Stephen Hawking, korunk talán legismertebb és legnépszerűbb fizikusa. Mi volt az oka ennek az Einstein óta szinte páratlan népszerűségnek? Először is Hawking kutatásaiban olyan témákkal foglalkozott, amelyek mindenkinek megmozgatják a fantáziáját: világegyetemünk keletkezése, a miénkkel párhuzamos világegyetemek létezése és ezek esetleges kimutatása, a kozmikus fekete lyukak különleges tulajdonságai stb.

Másodszor a tudományos vizsgálatain kívül igen nagy tehetséggel és hozzáértéssel népszerűsítette is a tudományt. Legelső könyve, *Az idő rövid története* (1988) bestseller lett, több mint 10 millió példányban fogyott el. A világegyetem eredetéről és jövőbeli sorsáról, az idő kezdetéről és irányáról, a fizika egységes elméletéről olyan izgalmasan és szemléletesen írt, hogy a nem szakemberek is rajongva olvasták. Azóta egyedül vagy társszerzőkkel újabb könyveket is írt hasonló témában, amelyek kiegészítik és más megvilágításba is helyezik a témát, ezek közül kiemelkedik *A világegyetem dióhéjban* (2001) és a Leonard Mlodinow-val közösen írt *A nagy terv* (2010).

Harmadszor az embereket meghatotta és megrendítette Hawking különleges akaratereje, kitartása és optimizmusa. 21 éves korában az orvosok amiotrófiás laterálszklerózissal diagnosztizálták, ami egy olyan gyógyíthatatlan betegség, amely a mozgatóidegek elsovadásával jár. Az orvosok akkor azt jósolták, hogy 2-3 évnél nem élhet tovább. Ennek ellenére hihetetlen akaraterejével és agyának állandó intenzív használatával még 55 évet élt. 1969-től kerekesszékre kényszerült, beszédkézsége is egyre romlott, majd 1985-ben teljesen megszűnt. Egész technikai csapat dolgozott azon, hogy kommunikációképességét fenntartsák. Egy darabig egy különleges billentyűzetet kezelt egyetlen mozgó ujjával, egy beszédsszintetizátor segítségével így előadásokat is tartott. Később, amikor elveszítette maradék kézmozgását, egyetlen még mozgó arcizmához rögzítettek egy szenzort, és a hozzá kapcsolt számítógép és különleges programok segítségével írt és beszélt.

Hawking fiatalkorában, az 1960-as évek közepén vált bizonyossá, hogy a világegyetemünk egy nagyon sűrű és forró állapotban keletkezett az ősrobbanás (Big Bang) következtében, és azóta tágul. Mai tudásunk szerint az ősrobbanás 13,8 milliárd éve történt. Hawking doktori dolgozatát az angliai Cambridge egyetemén ebben a témában írta: a világegyetem keletkezésekor megjelenő téridő-szingularitást vizsgálta, amely azért jelenik meg, mert az energiasűrűség végtelen felé tart.

Tudományos szempontból legismertebb eredménye a fekete lyukak sugárzásával kapcsolatos felfedezése, amit ma Hawking-sugárzásnak hívnak. A fekete lyukak olyan nagy tömegű égitestek, amelyeknek olyan erős a gravitációs vonzásuk, hogy a bennük lévő anyagot végtelen sűrűségű (szinguláris) állapotba sűrítik össze, és semmit nem engednek szabadulni gravitációs terükből, még a fényt sem. Ezért feketék, ezért nem látjuk őket, csak a gravitációs hatásuk alapján tudjuk érzékelni őket. (Innen tudjuk például, hogy galaxisunk, a Tejútrendszer közepén egy több millió naptömegű fekete lyuk van.) Tehát a gravitáció elmélete szerint a fekete lyuk mindent elnyel, de semmit sem sugároz ki. Hawking ezt az elképzelést írta felül, egyszerre alkalmazva a fekete lyukra a gravitáció

elméletét és a kvantumtérelméletet. Számításai szerint az eseményhorizonton (azon a felületen a fekete lyuk körül, ahonnan még éppen el lehet hagyni a fekete lyuk vonzásterét) részecske-antirészecske párok keletkezhetnek. Az antirészecske, behullva a fekete lyukba semlegesíti ott az anyag egy részét, míg a részecske elhagyja a fekete lyukat. Kívülről azt látjuk, hogy a fekete lyuk részecskéket sugároz ki magából, miközben tömege csökken. Az így keletkezett Hawking-sugárzás annál erőteljesebb, minél kisebb a fekete lyuk. A nagy fekete lyukak esetében, mint amilyen a Tejútrendszer közepén található, a jelenség elhanyagolható.

A fekete lyukkal kapcsolatban jelenik meg az információs paradoxon is. Hawking 1970-es évekbeli érvelése szerint, ha valamilyen részecskék behullnak a fekete lyukba, azok hullámfüggvényében tartalmazott információ elvesz, ami ellentmond a kvantummechanika általánosan elfogadott értelmezésének, ezért sok fizikus nem értett egyet Hawking következtetésével. Később, a 2000-es években Hawking elismerte, hogy tévedett, és az információ valamiképpen megjelenhet a kibocsátott Hawking-sugárzásban. Megjegyezzük, hogy Roger Penrose, Hawking kollégája és munkatársa nem ért egyet evvel a fordulattal. Így azt mondhatjuk, hogy az információs paradoxon a mai napig nem tisztázott.

A világegyetem keletkezésével kapcsolatban Hawking sok érdekes elméletet dolgozott ki. Az egyik arra vonatkozik, hogy a világegyetem valószínűleg a semmiből keletkezett, mint a vákuum egy kvantumfluktuációja, de az energiamegmaradás tételének a tiszteletben tartásával. Ez úgy lehetséges, hogy a világegyetem teljes energiája ma is nulla: az anyagban felhalmozódott pozitív energiát kiegyenlíti a gravitációs vonzásból származó negatív energia. A másik elmélet az idővel kapcsolatos. Kijelenti, hogy nincs értelme annak a kérdésnek, hogy mi volt az ősrobbanás előtt, mert az idő a világegyetemmel együtt keletkezett. Ez nem új gondolat (már Szent Ágostonnál is megjelenik ez előtt 1600 évvel), de Hawking kidolgozta ennek a matematikai formalizmusát: a korai univerzumban összekeverednek a tér- és időkoordináták. Azt a tényt, hogy az ősrobbanás előtti időről értelmetlen beszélni, úgy magyarázta, hogy az Északi-sarkon állva semmiképp sem tudunk észak felé indulni, csak dél felé mehetünk. Az ősrobbanástól számítva is az idő csak az egyik irányban létezik, visszafelé értelmetlen.

Reménykedett abban is, hogy egyszer sikerül kidolgozni a mindenség elméletét, egy olyan egyenletrendszert, amely minden jelenséget a világon megmagyaráz, a világegyetem keletkezésétől annak pusztulásáig. Később azonban rájött, hogy ez az elmélet valószínűleg soha nem lesz teljes. Ennek ellenére mélyen hitt abban, hogy a világegyetem keletkezése önmagából megmagyarázható, nincs szükség egy külső erőre, mely azt „megteremti”.

Bár Hawking elméleteinek jelentős részét még nem igazolták kísérletileg, munkásságával egyértelműen beírta magát a tudomány történetébe. Különleges kitartását, fizikai állapota ellenére az absztrakt gondolkodásából származó különleges eredményeit Roger Penrose úgy jellemezte, mint a szellem győzelmét az anyag felett. Bár a teste gyenge volt, a szelleme meghódította a világot.

Nagy László