

Garzó László

**ÚJRA
SCI-FI ÉS VALÓSÁG**

TARTALOM

Előszó

Ami a tudomány

A ritka Föld elmélet
A Maxwell démon
A Mars terraformálása
A jövő űrhajói
A csodálatos fekete lyuk
A csillagok élete
A Szaturnusz különös világa
Az űrutazás árnyoldalai és hasznai
Aktív galaxisok
Az eddigi legkisebb exobolygók
Az időutazásról dióhéjban
Az Univerzum leghidegebb helye
Exobolygók sokasága
Folyadékok az Univerzumban
Drónok
Az utópia szerepe a sci-fiben
Élet a halál után
És íme a Higgs-bozon
Olbers paradoxona
Naptevékenység
Nagy Bumm, Nagy Reccs, Nagy Suttó
Szex az űrben
Méretek a Világegyetemben
Hol rejtezik az energia?
De mik azok a ködök?
A káosz a másfajta rend
Ha a Föld máshol lenne...

Véletlen, hogy vagyunk?

Valódi időutazás

Üstökösök, meteorok

Utazás a Mars bolygóra

Távolságok a Világegyetemben

Vigyázat Meteor, és egyéb égi dolgok!

Filmek

A holnap határa

A Hold, avagy az etikátlanság

A Galaxis őrzői

A félelem az Alien filmekben

A Képlet, avagy ha elfogynak a számok

Az acélember

Az Avatar világa tudományos szemmel

Amikor megállt a Föld, avagy a SETI

egyik alapfeltevése

A Riddick trilógia

Felettünk a Föld

Feledés

Emlékmás, avagy egyszer volt emlékek

Elízium, avagy egy szép új világ

Gravitáció

Star Trek - Sötétségben

Robotzsaru, avagy ember a gépben

Riddick, avagy egy új bolygó

Kicsoda Ön, Mr. Prométheusz?

Noé egy kicsit másképpen

Távoli csillagok szülötte

Csillagok között

Előszó

Csak egy nagyon rövid előszót terveztem ide. Látva, hogy milyen sikere volt az előző cikkgyűjteménynek: a „Sci-fi és valóságnak”, úgy döntöttem, az azóta született írásokat, melyek filmekről és tudományról szólnak, amolyan elmélkedések, ismételten összegyűjtöm. Ezek a cikkek igen vegyesek, de két csoportra lettek osztva, úgymint kifejezetten tudományos, illetve filmekhez szorosan kapcsolódó cikkek.

Az ihletője a 2014-ben megjelent A Szilánk c. könyvem volt. Számos itt tárgyalt dolog felmerül a könyvben. Jó olvasást kívánok, s remélem ennek a szériának is sikere lesz.

Garzó László, 2015.

Ami a tudomány

A ritka Föld elmélet

Felvetődik a kérdés a laikusokban és a csillagászokban egyaránt, hogy vajon léteznek-e más csillagok körül is Föld-szerű bolygók. Ennek a megválaszolása azért fontos, mert valószínű, hogy egy másik értelmes civilizáció egy, a miénkhez nagyon hasonló bolygón fejlődhetett ki. Már az 1970-es években elkezdtek keresni az idegen lényeket, s ez azóta is folyik. Ez a híres SETI-program. Az eltelt több mint 30 évben sajnos egyet sem sikerült felfedezni, mégsem mondhatjuk azt, hogy ne jutottunk volna előrébb. Az exobolygó kutatás, azaz a más csillagok körül keringő bolygók felfedezése rohamléptekkel halad. Először az 1990-es években találták meg az 51Pegasi b-jelű bolygót a Pegazus csillagképben egy napszerű csillag körül. Sajnos ez egy forró Jupiter volt. Ez azt jelenti, hogy méretét tekintve a Jupiterhez hasonlít, de vele ellentétben csillagához olyan közel kering, hogy a hőmérséklete közel 1000 Celsius fok. Ma már, hála a Kepler űrtávcsőnek és más földi teleszkópoknak, közel 2000 exobolygót ismerünk, és legalább ugyanennyi létezése vár megerősítésre.

A Föld ikertestvérét azonban sajnos még máig sem találták meg. Ez a 2000 exobolygó azonban már olyan nagy szám, hogy statisztikai következtetéseket lehet belőle levonni. Szép számmal akadnak közöttük forró Jupiterek, és Neptunuszhoz hasonló gázbolygók, melyek elnyúlt pályán keringenek a csillaguk körül. Vannak szuperföldek is, melyek kőzetbolygók, de a Földnél 2-5-ször nehezebbek. A statisztikák alapján a csillagászok úgy vélik, hogy körülbelül az idegen bolygók ötöde lehet Föld-szerű. Tehát nem túl gyakoriak azok a bolygók, melyek hasonlítanak a miénkre. A párhuzam azonban itt még nem ér véget. Meg kell vizsgálni, hogy melyek azok a körülmények, melyek szükségesek ahhoz, hogy a földihez hasonló értelmes élet fejlődhessen ki az exobolygón.

Először is a bolygónak a csillagától olyan távolságra kell keringenie, hogy a hőmérséklet megfelelő legyen a folyékony víz számára. Azaz nem lehet sem túl közel, sem túl távol. Ez nagyban függ a csillag méretétől és hőmérsékletétől. A Naphoz hasonló sárga csillagok esetében ez a 100-200 millió km-es sávban lehetséges. A Napnál kisebb vörös csillagok esetében ez közelebb esik a csillaghoz.

Fontos, hogy a csillag nem lehet óriáscsillag, mert ez esetben túl erős a sugárzása és a csillag maga is rövid életű ahhoz, hogy kifejlődjön az értelmes élet.

A bolygó esetében legjobb, ha 1-5 Föld-tömegű. Légkörének tartalmaznia kell némi széndioxidot és metánt. Ezek üvegházhatású gázok és segítik, hogy a felszínén a víz cseppfolyós maradjon. Ellenben ezekből a gázokból sem lehet túl sok, mert akkor elszabadul az üvegházhatás, és a bolygó olyanná lesz, mint a Vénusz, ahol a felszíni hőmérséklet 400 Celsius fok. Ennek ellentéte a Mars, ahol túl vékony a légkör, s a víz fagyott állapotban van.

A bolygónak kell hogy legyen egy nagy holdja, mely stabilizálja a forgástengelyének dőlésszögét. Ha ez nincs meg, akkor a bolygó az évmilliók alatt ide-oda imbolyog. Néha az egyenlítőjén óriási jégmezők képződnének, máskor meg a sarkokon lenne meleg. A Földnek is csak véletlen, hogy van egy nagy holdja, mely akkor keletkezett, amikor a Föld a Theia nevű bolygócsírával ütközött.

Fontos, hogy a testvérföldön legyen lemeztectonika. Ennek azért van jelentősége, mert így valósul meg az anyagok körforgása. A kőzetekben megkötődött széndioxid a vulkánosság miatt visszakerül a légkörbe.

Az is nagyon fontos, hogy a bolygónak legyen nagy vasmagja, mely mágneses mezőt hoz létre a bolygó körül. A mágneses mező megvédi az élőlényeket a csillag erős sugárzásától. Ha a Földnek nem lenne mágneses tere, akkor a Napból érkező töltött részecskék elpusztítanák az életet.

Az is fontos, hogy az adott rendszerben legyen egy Jupiter méretű óriásbolygó is, mely az üstökösöket eltéríti és magába rántja. Ha túl sűrűn csapódnak üstökösök, kisbolygók a testvérföldbe, akkor azok nem engedik, hogy az élet zavartalanul fejlődjön.

Nos a fenti feltételek csak a legfontosabbak voltak, de ebből is látható, hogy mennyi mindennek kell teljesülnie ahhoz, hogy az a távoli bolygó hasonlítson a mi Földünkre és ott értelmes élet fejlődhessen ki. Ezért a csillagászok azt mondják, hogy a Földhöz hasonló bolygók ritkák lehetnek a galaxisunkban. Ezért nem árt, ha vigyázunk a miénkre, ha már ajándékba kaptuk.

A Maxwell démon

Egy igen érdekes kérdésről van szó. Maxwell elsősorban Michael Faraday elgondolásainak matematikai levezetéséért lett híres. Ezek a híres Maxwell-féle mezőegyenletek. Az elektromágneses mező matematikai mibenlétét adják meg. Azonban Maxwell érdeklődött a termodinamika iránt is. Így ejtenünk kell néhány szót Boltzmannról. Ő volt az a tudós, aki megfogalmazta nézeteit a termodinamika első és második fő tételével kapcsolatban. A termodinamika tudománya még a gőzgépek korából származik, azonban ennél sokkal többet árul el a világegyetem működéséről. Ugyanis van egy fogalom: az entrópia, mely az univerzum mozgató ereje. Az entrópia törvénye szerint mindig a rendezetlenség felé haladnak a dolgok. Egy szobában hagyott forró tea idővel kihűl, a szépen elrendezett rendszerek pedig rendezetlenné válnak. Minden efelé halad. Maga a világegyetem is a rendből a rendezetlenség felé igyekszik. A folyamat pedig - és ez nagyon fontos - nem fordítható meg. Egy másik olvasatban megfogalmazhatjuk úgy is, hogy a magasabb energiájú, azaz rendezettebb állapotból a hidegebb felé, azaz a rendezetlenebb állapot felé áramlik az energia. Sosem fordítva. Nem lehet olyan gépet építeni, mely úgy működne, hogy a hideg vizet még hidegebbé teszi, miközben ezzel az elcsent energiával felforralt egy tartály vizet, és gőzt fejleszt és egy dugattyút működtet. Ezek olyan fontos törvények, hogy még a fekete lyukak működését is megszabják. Egy fekete lyuknak hőmérséklete van például. A világegyetem mai szép rendezett állapota idővel egyenletes rendezetlenségbe fog átmenni. Ennek a tételnek ellentmondani látszik az élet. Ám az élet is csupán egy bűvésztükköt alkalmaz. Amikor magunkhoz vesszük a táplálékot, az meglehetősen rendezett, ám ahogy áthalad rajtunk, rendezetlenné válik. Más szóval: magasabb energiaállapotból alacsonyabb energiaállapotba kerül. Amint ezen a változáson átmegy, szervezetünk ezt az áramló energiát megcsapolja. Mint amikor egy magas helyről lezúduló víz meghajt egy vízkereket. Értsük úgy, hogy a magas hely a magasabb energiaállapot, a rendezettség, az alacsonyabb hely az alacsonyabb energiaállapot, azaz a rendezetlenség. És ez is csak ideig-óráig működik, hiszen testünk előrepszik, idővel maghalunk és oda a rendezettség.

De hogyan jön a képbe Maxwell? Nos, ő kitalált egy gondolkísérletet. Képzeld el, hogy van egy dobozunk, melyet egy válaszfal két részre oszt. Ezen egy csapóajtó van. A dobozban pedig gáz található, melynek molekulái különböző hőmérsékletűek, azaz meglehetősen rendezetlen. A doboz tetején ül egy démon, aki figyeli a részecskéket, s a nagyobb energiájúakat, azaz gyorsabban mozgókat átengedi a doboz jobb felébe, míg az alacsonyabb energiájúakat, azaz lassabbakat a doboz bal felébe engedi. A démon nem csinál egyebet, mint megfigyeli a sebességet és információt gyűjt. Ezáltal eléri azt, hogy a végén a doboz, mely két részre van osztva, egyik felében forró gáz lesz, a másik felében hideg gáz. Pusztán az információ segítségével a rendezetlenségből rendet teremt. Ez megsérti az entrópia törvényét, és teszi úgy, hogy munkát nem végez, csupán az információ van segítségére. Nos a tudósokat ez a paradoxon kétségbe ejtette. Hiszen képzeljük el, hogy információ segítségével energiát

lehetne termeli, úgy, hogy nem végzünk munkát. Eltelt 100 év is, mire a tudósoknak sikerül megoldani a Maxwell démon ügyét. A megoldás a következő: Amikor a démon információt gyűjt, azt úgy teszi, hogy a memóriájában, mely nem végtelen, eltárolja, azaz megjegyzi a megfigyelt molekulák sebességét. Hiszen e szerint válogat. Ám a memóriája idővel betelik, azt törölnie kell, hogy az újabb adatoknak, megfigyeléseknek jusson hely. Igen ám, csak hogy korunk tudósai rájöttek, hogy egy bit információ törléséhez energia kell. Olyan kicsi energia, hogy az szinte elhanyagolható, de mégis egy kicsi kell. És mivel a démon sokszor töröl, a sok kicsi sokra megy. Így végül is a démon munkát végez. Energiát közöl a rendszerrel, amikor szétválogatja a gázmolekulákat. Így viszont már nem sérti meg az entrópia és a termodinamika ide vonatkozó tételeit. Ugyanis ha egy rendszerbe energiát fektetünk, azaz munkát végzünk, akkor megváltoztathatjuk az állapotát. A hűtőgép kompresszora is munkát végez, így tudja megfagyasztani a benne tárolt dolgokat. Tehát Maxwell démona ravasz bestia, de még ő sem foghat ki a természet egyetemes törvényein.

A Mars terraformálása

Már most az elején megjegyzem, hogy még a legrosszabb klímaváltozási forgatókönyvek esetén is a Föld sokkal lakhatóbb marad, mint amilyen a Mars valaha is lesz. Tehát igazából a túlnépesedésre csak viszonylagos megoldást jelent. A marsi viszonyok ugyanis csak mindig is másodosztályúak lesznek. Valószínű tehát, hogy inkább a szegények, kalandorok fognak oda-települni. A Mars terraformálása akkor vetődik fel, amikor a Földet valami nagy katasztrófa fenyegeti, s teljesen lakhatatlan lesz vagy netán megsemmisül. Ma már, amikor ismerünk jó néhány exobolygót, felvetődik, hogy nem érdemesebb-e esetleg csillagközi utazás keretében új hazát keresni. A válasz azonban ettől bonyolultabb, mert egy ilyen csillagközi űrhajóval csak kevesen mehetnének, és az emberiség egyébként sem jutott még olyan technikai szintre, hogy ezt megoldja.

De térjünk vissza a terraformálásra. Mi is az? Nos ezzel a fogalommal illetjük azt az eljárást, amikor egy másik bolygót Föld-szerűvé kívánunk tenni, hogy ott emberek telepedjenek meg. A gondolat nem újkeletű, már Asimov, C. Sagan vagy éppen A.C. Clarke is felvetette az ötletet. És nem csak a Mars volt célpont, hanem elgondolkoztak a Hold, vagy éppen a Vénusz terraformálásáról is. A sci-fikben gyakran találkozhatunk a témával. Mivel azonban a Vénusz nagyon barátságtalan, a felületén a légnyomás a földi 90-szerese, és a hőmérséklet 400 Celsius fok fölötti, ezért csak a legélénkebb fantáziájúak foglalkoztak vele. A Holddal hasonló a helyzet, túl kicsi, hogy megtartsion valamilyen légkört, és a felszínén a holdi regolit sem túl biztató talaj.

A Mars fele akkora átmérőjű, mint a Föld. Így felszínének területe negyedakkora. Ez megfelel a földi szárazföldek összterületének, azaz kb. 150 millió négyzetkilométer. Persze számításba kell venni, hogy ebből lejönnének azok a területek, melyeket a leendő marsi óceánok elönténének.

Hogyan is zajlana egy terraformálás? Általában 3-4 fázisra osztják a folyamatot. Az első fázisban a Mars légkörét kellene sűrűbbé tenni, fokozni az üvegházhatást. A Marsnak tudjuk, hogy valamikor sűrűbb légköre volt, de az idők során elfogyott. Ennek több oka is volt. Egyrészt a Mars kisebb tömegű, könnyebben elszöknek róla a gázok. Másrészt nincs kiterjedt mágneses mezeje, így a Napszél roncsolja a légkört. Harmadrészt a geológiai folyamatok során a légkör jelentős része kőzetekbe zárva megkötődött, s vulkánosság abbamaradásával nem pótlódott. A fentiek figyelembe vételével először olyan gázt kellene felszabadítani nagy méretekben, mely egyszerre üvegházhatású és növeli a légnyomást is. Ilyen lehet a megkötött

széndioxid, de lehet metán is. A széndioxid ott van a talajban és a sarki szárazjég-sapkákban. Amikor a légkör sűrűsége már nagyobb lesz és az üvegházhatás is tartósan vagy időszakosan 0 Celsius fok fölé emelné a hőmérsékletet, akkor a talajból és a jégsapkákból felolvadna a víz, létrejöhetnének a marsi tengerek, tavak.

A második lépésben a folyékony vízkészletek fokozása és az első növények betelepítése lenne a feladat. Mivel a légkör még elég ritka, s főként széndioxidból áll, ezért olyan szélsőségeket tűrő alga- és zuzmófajokat lehetne betelepíteni, melyek fokozatosan fogyasztanak a széndioxidot, miközben oxigént szabadítanak fel. A hideg és a lassú anyagcsere miatt évszázadokig tartana a folyamat, mire a légkörben felhalmozódna az oxigén. Az első fázis gyorsasága csak azon múlik, hogy mennyi energiát fektet az emberiség a széndioxidgyártásba. Akár 100 év alatt is elérhető a kívánt hatás.

A harmadik fázisban már a komplett bioszféra kialakítás a cél. Amikor már a légkör elég sűrű, hogy elviseljék a magasabb rendű élőlények, akkor a Mars fokozatosan kizöldülhet. Fenyőfajokkal lehetne kezdeni. A végcél az lenne, hogy az emberek maszk és űruha nélkül közlekedhessenek. A teljes terraformálás akár 1000 évet is igénybe vehet.

Ez nagyon sok idő, energia és pénz. Az emberiség történelmének tekintélyes hányada, mely túlmutat a 4 éves kormányciklusokon. Ennyi idő alatt kényelmesen és olcsóbban eljuthatunk egy exobolygóra is. Érthető tehát, hogy miért csak álom egyelőre a terraformálás.

A jövőben, ha az emberiség technológiai megoldásai tökéletesednek, akkor talán érdemes lenne belevágni, de megoldatlan maradna a kozmikus sugárzás és a Napszél roncsoló hatásának kivédése is, hisz mint írtam, a Marsnak nincs olyan erős és globális mágneses védőburka, mint a Földnek.

A jövő űrhajói

Súlyos veszteség volt az amerikai űrrepülőgép flotta kivonása a forgalomból, a sci-fi rajongók számára. Ám ha minden igaz, nem kell aggódnunk amiatt, hogy nélkülöznünk kellene majd a jövőben a többször felhasználható rendszerű űrjárműveket. A tervezőasztalon már számos, új nemzedékbe tartozó jármű várja, hogy megépítsék. Nem is beszélve a magánvállalkozások által fejlesztett prototípusokról, melyek néhány éven belül már űrturistákkal indulnak útnak.

Rövidesen élesben tesztelik az űrrepülőgépek kisebb és hatékonyabb utódját. A Dream Chaser nevű gépet. A Dream Chaser legmeglepőbb tulajdonsága, hogy a látszat ellenére nincsenek szárnyai. A Sierra Nevada Corporation (SNC) cégnél épülő Dream Chaser (Álomvadász) tulajdonképpen a három évtizeden át használt amerikai űrrepülőgépek (Space Shuttle) kisebb és hatékonyabb változata. Akárcsak a Shuttle, ez is 7 űrhajós szállítására lesz alkalmas, azonban hiányzik belőle a hatalmas rakodótér. Hossza mindössze 9 méter, szárnyainak fesztávolsága pedig 7 méter (szemben a Shuttle 37 méteres hosszával és 24 méteres fesztávolságával).

Ezzel talán új lendületet kap az űrrepülés. A távolabbi jövőben talán elkezdik a nagyobb járművek építését is, melyek már biztonságosabbak lesznek és a kereskedelmi-polgári piacot is kiszolgálják majd. Hiszen már megszülettek a tervek az űrhotelek és Holdbázisok kivitelezésére, ezekhez pedig nélkülözhetetlenek az űrrepülőgépek nagyobb és korszerűbb változatai. Persze felvetődhet a kérdés, hogy talán érdekesebb volna az űrlift megoldásán fáradozni. Nos, ez a lehetőség sem kizárt, mivel megoldódni látszik a legnagyobb akadály, hogy miből legyen a kábel. Már dolgoznak olyan nanotechnológiás anyagokon, melyek elég szilárdak ahhoz, hogy a Holdig is elérjenek.

Egy Mars-utazáshoz, vagy a Naprendszer távolabbi régióinak eléréséhez azonban már merőben más űrhajókra és technikai megoldásokra van szükség. Elsősorban a méret és a sebesség növelése a cél. Hiszen egy ionrakétával már 60 nap alatt elérhető a Mars. A Jupiter azonban kedvező körülmények között is több mint 500 millió km-re van a Földtől, a Szaturnusz és a külső bolygók pedig még ennél is messzebb. Az ilyen utazás akár hónapokig is tarthat. A polgári űrhajózás pedig megköveteli a kényelmi szolgáltatásokat. Ezért a méret növekedése a távolsággal és az eltöltött idővel arányosan növekszik. Nem kérdés azonban, hogy az emberiség leküzdje ezeket a problémákat és talán e század végére már mindennaposak lesznek a Mars-járatok, vagy azok az űrutak, melyek a Naprendszer külső régióiba vezetnek.

Ennél jóval nagyobb probléma, ha az ember a csillagközi utazásról álmodozik. A legközelebbi csillagok még fénysebességgel is évekre vannak. Elérésükhöz merőben új meghajtási módokra és nem utolsó sorban anyagokra van szükség. A mai kor építőanyagai szóba sem jöhetnek, ha az a célunk, hogy gyorsan és hatékonyan érjünk el több tíz, esetleg több száz fényévnnyire lévő csillagok exobolygóit. Hogy mást ne említsek, egy fotonrakéta tükörrendszerét el nem párologó anyagból kell megépíteni. Hűtéséhez pedig 700 km hosszú hőcserélőre van szükség, ha a jelenleg elképzelhető megoldásokat vesszük figyelembe. Az antianyag előállítása és tárolása is probléma. De a fénysebességgel való utazás még mindig nem elég, ha arra gondolunk, hogy egy csillagközi társadalmat szeretnénk valahogyan összetartani. Ilyenkor lép színre a térhajtómű. Az elméletek megvannak, de fogalmunk sincs milyen anyagok és építési elvek szükségesek ahhoz, hogy például egy Enterprise-hoz hasonló csillaghajót építsünk. Bizonyára nem olyan lesz, mint a filmvászonon. Nem közönséges anyagból, acélból és alumíniumból meg műanyagból fog épülni. Eddig még el sem képzelt kristályszerkezetű anyagok kellenek, melyek a nanotechnológiának és a kvantummechanika eddig feltárt vagy fel nem tárt szabályainak fognak engedelmessé válni. A fénysebesség meghaladása nem csak elméletileg, de gyakorlatilag is a legnagyobb próbatétel. Talán olyan anyagok kellenek, melyek a mi világunkban nem is léteznek szokványos körülmények között, például amelyeknek negatív az energiasűrűsége, vagy nincs nyugalmi tömege, esetleg az eddig csak elméletileg létező tachionokból épített kristályszerkezetűek, vagy pedig tiszta energia, azaz nem is anyagi természetű. Ezekről a megoldásoktól még irtózatosan távol vagyunk, nem is beszélve a hajtóművek számára előállítandó iszonyatos energiamennyiségekről. Ám minden sci-fi író hiszi, hogy egy nap eljön az a világ, amikor elutazhatunk akár egy exobolygóra is.

A csodálatos fekete lyuk

A fekete lyukak a Világegyetem legkülönösebb objektumai. Nem sok mindent tudunk róluk, s amit tudunk, annak is java része elmélet, de ennek ellenére igaz az előbbi állítás. Fekete lyuk tulajdonképpen bármi lehet, ami az ún. Schwarzschild-sugarányra zsugorodik. Ez a Nap esetében 3 km, míg a Föld esetében 0,889 cm. Az a lényeg, hogy minél nagyobb tömeget préseljünk egy kis térrészbe. Ekkor a szökési sebesség eléri a fényét. A saját fényüket felfaló csillagok elmélete egészen Einsteinig fantazmagória volt. Ma már számtalan fekete lyukat ismerünk. Az elsőként felfedezett a Cygnus X-1 volt a Hattyú csillagképben. Ezek jó része csillagok pusztulásakor a szupernóva robbanás után keletkezett, míg mások a galaxisok központjaiban foglalnak helyet. Amikor egy csillag élete végén szupernóvaként felrobban, ha magja 3 Naptömeg feletti, akkor azt az elszabaduló gravitáció fekete lyukká rántja össze. Ez csak a kb. 8-10 Naptömegű csillagok esetében valósul meg. A galaxisok középpontjaiban lévő fekete lyukak több százezer, sőt több millió Naptömegűek. Ezek már eleve fekete lyukként kezdték életüket. A Tejút centrumában is van nem is egy fekete lyuk.

Képzeljük el, hogy a Nap fekete lyukká zsugorodik (valójában ez sosem történik meg). Ahogy zsugorodik, kezdjük látni azokat a csillagokat, melyeket korábban eltakart. Látszólagos helyzetük egyre kevésbé felel meg a valóságnak, mert a fény elgörbül. Végül a Napból egy apró fekete kör marad, amit az eltérített csillagok fényének sziporkázó gyűrűje vesz körül.

A keletkező fekete lyukat egy, a pólusain belapított gömbhöz hasonló zóna, az eseményhorizont veszi körül. Ebbe belépve senki sem térhet vissza, a lyukba zuhan. Egy kis fekete lyuk horizontján az áthaladás igen kellemetlen. Az árapály erők szétszakítanak a betévedőt. Azonban egy tízezer naptömegű fekete lyuk horizontja már olyan kis ívben görbült, hogy kényelmesen áthaladhatnánk rajta. A behatoló azonban ekkor is halálra lenne ítélve, mert minden út a központi szingularitásba vezet, ahol a téridő görbülete végtelen.

A fekete lyuk eseményhorizontján az idő befagy. Az eseményhorizont az a fekete lyukat körülvevő gömb alakú térrész, amelyet átlépve nem tudunk visszatérni többé. Ez határolja el a fekete lyukat külvilágtól. A fekete lyuk rettentő gravitációja hatással van a téridőre is. Einstein általános relativitás elmélete szerint az idő lassabban telik a nagy gravitációjú tömegek közelében. Például, ha a Tejút centrumában lévő mintegy 17 millió km-es óriás fekete lyuk körül körpályán keringene egy űrhajó, akkor azon csak feleannyi idő telne el az időlassúbbodás miatt, mint itt a Földön. A fekete lyukban a téridőről lehámlik az idő jellegű szemlélet. Az eredmény a téridőhab, melyben a tér elemeire bomlik az időnek pedig nincs iránya. Egyes tudósok azon a véleményen vannak, a fekete lyuk nem egyéb, mint végtelenül görbült téridő. Ez egy olyan mesevilág, ahol a relativitással foglalkozó tudós azt tapasztalná, hogy egy meg egy az három. A szingularitás fel van öltöztetve - mondják. A másik lehetőség szerint a fekete lyukak csupán téridő gömbök. A fekete lyukak körül úgynevezett akkréciós korongok is lehetnek, ez az az anyaggyűrű, melyet maga köré gyűjt a fekete lyuk, s innen lassú spirálózó mozgással beléhull az anyag, Ekkor a fekete lyuk pólusainál közel fénysebességű anyagsugarak, Jet-ek lövellnek ki. Ilyen fekete lyukakat találunk a kvazároknak nevezett galaxismagok között.

A Világegyetemben gyakran előfordulnak összeütköző fekete lyukak. Az összeütköző fekete lyukak gravitációs hullámokat keltenek a téridő szövetében, melyek fénysebességgel terjednek. Ezeket jelenleg is keresik. A fekete lyuk általában csak tömegét, forgását és elektromos töltését árulja el. Mivel a fekete lyukba anyag hullik, úgy tűnhet, hogy sérül az entrópia törvénye, ezért több kutató felvetette, hogy a fekete lyuk előbb-utóbb kivetíti magából rejtett entrópiáját. Ezen túl a fekete lyukaknak hőmérsékletük is van. Sőt Hawking-sugárzás formájában részecskéket is bocsátanak ki. Tehát a fekete lyuk idővel elpárolog. A tér ugyanis tele van virtuális részecskével. Egy részecskepár keletkezik a fekete lyuk eseményhorizontján a rettentő gravitáció miatt, e részecskepár közül az egyiket elnyeli a fekete lyuk, a másik megszökik, s energiát visz magával. A fekete lyukak élettartama tömegük köbével arányos. Elpárologásuk végén gammafelvillanás formájában felrobbannak. A felrobbanás után egyesek szerint egy boltzmon-nak nevezett részecske marad vissza, mely 10^{-66} cm², ebben zsúfolódik össze az addig a fekete lyukba esett összes információ. A boltzmon azonban rendkívül instabil, ha megzavarják, lyukat fúr a világegyetemünkbe és kilép belőle.

A csillagok élete

Felvetődhet bennünk a kérdés, hogy mi emberek honnan tudjuk megmondani, hogyan élnek le életüket a csillagok? Ezeknek az égi gázgömböknek az élettartama sokszorosan felülmúlja az emberi életet, sőt tovább tartana megfigyelni, mint az egész emberi civilizáció fennállásának ideje. Van azonban más megoldás, mint egyetlen csillagot figyelni. A Tejútban 100 milliárd

csillag van. Olyanok, mint az erdő fái. Van közöttük, amelyik éppen most szökken szárba, van, amelyik erős fa, mely életének delén tart, és vannak öreg haldokló fák. Nos, ilyenek a csillagok is a galaxisban. Nem egyidősek. Persze ma már megvannak az elméleti atomfizikai, csillagászati modellek is, melyekkel felvázolható egy csillag életútja.

Minden egy hideg por- és gázfelhőben veszi kezdetét. A gáz itt nyugalomban van kezdetben és nagyon alacsony a hőmérséklete, úgy hozzávetőlegesen mínusz 260 Celsius fok. Ám egy közeli csillag halála, egy szupernóva robbanás lökéshulláma például változásokat indít el. Az addig nyugodt felhőben elkezd munkálkodni a gravitáció és egyre sűrűbb és sűrűbb lesz a felhő. Egy-egy ilyen csillagközi por- és gázfelhőben (például az Orion-köd, Sas-köd, Carina-köd) akár több száz csillag is keletkezik egyszerre. Amikor a helyi gázsűrűsödések középpontjában a hőmérséklet eléri a 10 millió Celsius fokot, csillag születik. Magjának belsejében megkezdődik a hidrogén atommagok héliummá fuzionálása. Innentől fogva a csillag további sorsa a tömegétől függ. A mi Napunk egy átlagos sárga csillag. A kisebbek, a vörös törpék csak tized-, harmadakkora tömegűek. A Napunknál nagyobb kék csillagok akár 8-10 Nap-tömegűek is lehetnek. A vörös törpék életútja rendkívül egyszerű és nyugodt. Életük akár 20-30 milliárd évet is felöllelhet, egyenletesen sugározzák ki a magjukban felszabaduló energiát, míg végül elfogy az összes hidrogén, és leáll a fúzió. Lassan kihűlnek és elhalványulnak. Ennél izgalmasabb a mi Napunkhoz hasonló csillagok élete. Az ilyen csillagok 10 milliárd évig élnek. Most Napunk 5 milliárd éves. Magjában a hidrogén-hélium arány 50-50%. Amikor az összes hidrogén héliummá alakul, akkor a Nap külső rétegei kitágulnak, míg magja összecsúszkodik, megnő benne a nyomás és hőmérséklet. Vörös óriás lesz, mintegy 100-szor nagyobb átmérőjű. Ekkor magjában a hélium elkezd átalakulni szénre. Amikor ez véget ér, a csillag meghal, magja egy fehér törpévé omlik össze, külső gázrétegeit pedig ledobja, melyekből planetáris köd keletkezik. Ilyen planetáris ködök például a Homokóra-köd, a Hélix-köd, az Eszkimó-köd. A visszamaradó fehér törpe akkora, mint a Föld, de benne a csillag anyagának 80-90 százaléka zsúfolódik össze.

A Napunknál nagyobb csillagok halála még ettől is látványosabb. Élettartamuk pedig csak néhány 10 millió év. Amikor a hélium szénre alakul, vörös szupernóvává alakulnak, mint amilyen a Betelgeuse, az Antares. Amikor magjukban már csak szén van, az tovább zsugorodik, és újabb magreakciók során nitrogén, oxigén, szilícium, végül vas keletkezik. Amikor a csillag magja tiszta vassá alakul megkezdődik a halála. A vas ugyanis, ha nehezebb elemmé fuzionál, már nem termeli, hanem fogyasztja az energiát. Ekkor a gravitáció kerekedik felül és a hatalmas magot 1 másodperc alatt összeomlasztja, míg a külső rétegek, amikor erre rázuhannak, visszapattannak róla és kilöködnek. Szupernóva robbanás történik, melynek hőmérséklete 1 milliárd Celsius fok körüli. Ha a csillag magjának tömege 1,44-3 Naptömeg közötti, akkor neutroncsillag keletkezik. Ez alig 16 km átmérőjű, de szinte az egész csillaganyag benne található. Olyan sűrű, hogy csak neutronok alkotják, és a kérge áll csupán hétköznapi atomokból. Ilyen szupernóva robbanást figyeltek meg 1054-ben kínai tudósok a Bika csillagképben. Nappal is látható volt. Ma ott a Rák köd van. A szupernóva robbanás iszonyatos energiája során létrejönnek a vasnál nehezebb elemek, és szétszóródnak a világűrben. Tehát mindannyian csillagporból vagyunk. Véréinkben a vas, csontjainkban a kalcium, és ha van egy aranygyűrűnk, az is egy szupernóva belsejében született. Ha azonban a csillag magjának tömege nagyobb, mint 3 Naptömeg, akkor a gravitációt semmi sem állítja meg és fekete lyuk jön létre. Erről a különös objektumról egy korábbi cikkben már szó volt. A fekete lyuk, amelyik csillagok halálakor keletkezik, néhány km átmérőjű. Olyan erős a gravitációja, hogy felszínéről még a fény sem képes kiszabadulni. Egy eseményhorizontnak nevezett térrész veszi körül, mely elhatárolja az általunk ismert világegyetemről.

A Szaturnusz különös világa

A Szaturnusz a Naprendszer második legnagyobb bolygója, a gázóriások közé tartozik. Tömege a Földének mintegy 95-szerese, míg távolsága a Jupiter távolságának kétszerese, azaz körülbelül 1,4 milliárd km. Főként hidrogénből és héliumból áll, de e mellett szerves anyagokat és vízjeget is tartalmaz. Összetétele nem sokban, de eltér a Jupiterétől. Ez a színében is megmutatkozik. A Jupiter vöröses-barnás, ezzel szemben a Szaturnusz a Cassini űrszonda által készített képeken inkább citromsárga, narancsos-barna volt. Felhősávjai nem olyan jól kivehetők, mint a Jupiter esetében, nem látni rajta olyan nagy viharalakzatot, mint a Vörös folt. Ellenben északi pólusainál hatalmas hatszög alakú viharrendszereket figyeltek meg. Ez a különös alakzat még ma is magyarázatra szorul. A bolygó egyik fő látnivalója a gyűrűrendszere. Bár a többi gázóriásnak is van gyűrűje, de azok halványak és kevésbé összetettek. Ellenben a Szaturnusz gyűrűrendszere páratlan a maga nemében, és egyedülálló a Naprendszerben. A gyűrűk mintegy koncentrikusan övezik a bolygót. A gyűrűrendszer jól elkülöníthető elemekre bomlik, melyek között rések vannak. Így megkülönböztetjük az A, B, C, E, F gyűrűket. Maguk ezek is több ezer gyűrűcskére oszlanak. A gyűrűk nem homogének, hanem por- és jég-, valamint nagyobb kőzetdarabokból állnak. Vannak közöttük ház méretű sziklák és porszem méretű részecskék is. A főgyűrűket rések választják el, ahol alig van anyag. Ilyen az Encke-rés és a Cassini-rés. A gyűrű átmérője kb. 300 ezer km, azaz mint a Föld és a Hold távolsága, vastagsága azonban nem éri el néhol az 1 km-t sem. A gyűrűkben lévő anyag egymáshoz viszonyított sebessége alacsony, azonban a bolygó körül akár 30 ezer km/h-ás sebességgel száguldanak. A Szaturnusznak igen erős mágneses tere is van, mely abból adódik, hogy az őt alkotó hidrogén a nagy nyomás miatt a középpont felé folyékonyvá válik és fémes tulajdonságokat mutat. A mágneses tér miatt a pólusoknál északi fény figyelhető meg erős napkitörések idején. A Szaturnusz nagyon kevés energiát kap a Naptól, azonban belseje forró, így több hőt sugároz, mint amennyit kap. Felhőrétegeinek teteje azonban még így is hideg, hőmérsékletük -150 Celsius fok alatt marad.

Holdjainak számát tekintve igen népes kísérettel rendelkezik. Ezek közül az egyik figyelemre méltó a mindössze 500 km átmérőjű Enceladus. Ez a kis hold szinte teljes egészében vízjégből és szerves anyagokból áll. A Cassini szonda fedezte fel, hogy belsejében olvadt víz található, mely szerves anyagokkal keveredik, s a déli pólusnál található kanyonokon keresztül gejzirként kilövell, majd azonnal megfagy. Ezek a kilövellések több kilométer magasak. Ezeket az alakzatokat a tudósok tigriskarmolásnak nevezték el. Felvetődik a kérdés, hogy egy ilyen kis hold esetében, ahol nem számolhatunk geotermikus folyamatokkal, honnan származik a hő, mely folyékonyan tartja a víz egy részét. A válasz a Szaturnusz erős gravitációjában rejlik. Az Enceladust a gravitációs ár-apály okozta alakváltozás tartja melegen. Egyes tudósok úgy gondolják, hogy mivel minden adott az élethez ezen a kis holdon, lehet, hogy kialakult a mélyben egy termikus energián alakuló kemoszintetizáló élet.

A másik nagyon érdekes hold a Titán. Ez a hold, ellentétben az Enceladussal, Naprendszerünk második legnagyobb holdja, nagyobb, mint a Merkúr bolygó. A Titán a Föld után az egyetlen, melynek sűrű légköre főként nitrogénből áll. A Titánt meglátogatta mind a Cassini szonda, mind pedig a Huygens leszállóegység. A Titán egyenlítői vidékén sivatagokat és kanyonokat, valamint hegyeket találtak. Ezeket szerves anyagok fagyott homokja és jég alkotja. Az északi sark közelében nagy szénhidrogénekből, így cseppfolyós metánból és etánból álló tavakat, tengereket, valamint folyókat fényképeztek le. A legnagyobb a Kraken Marre, mely Kaszpi-tenger méretű és helyenként több mint 100 méter mély. Ezen a holdon, ha esik az eső, akkor az metánból áll. A hőmérséklet nagyon alacsony, -170 Celsius fok. Ellenben a légköri nyomás megfelelő. Így egy úrhajós minden gond nélkül kiléphetne a Titán felszínére, csak oxigénpalackra és egy olyan hőszigetelő űrruhára lenne szüksége, mely megóvjá a rettentő alacsony hőmérséklettől. A Titánon gyenge szél is fújdogál, mely a szénhidrogén homokot dűnékbe

rendezi. Akár egy hőlégballonnal is körbe lehetne repülni a Titánt, hogy megcsodáljuk a tájait. A tudósok úgy gondolják, hogy talán adottak a feltételek ahhoz, hogy egy különleges, metánon alapuló életforma kialakulhatott a felszínén. Ez egyelőre elmélet, mely még bizonyításra vár.

Az űrutazás árnyoldalai és hasznai

Már a Hold-utazások sem voltak zökkenőmentesek. Nem is beszélve az Apollo-13 balesetéről, mely majdnem az űrhajósok életébe került a kaland. Később a Challenger és a Columbia űrrepülőgépek fellövése követelt áldozatokat, amikor is az egyik fellövéskor felrobbant, míg a másik visszatéréskor semmisült meg. Néhány éve pedig kivonták a forgalomból az űrrepülőket. Felvetődik a kérdés, hogy az űrutazás során érdemes-e az emberi életet kockáztatni, hiszen ez egy veszélyes dolog. A 2010-re tervezett Mars-utazás is csúszik. Az optimistábbak 2030-at emlegetnek. Közben a magánűrhajózás rohamléptekkel fejlődik. Megépült az első (magán)űrrepülőtér és a magánűrhajók is ott sorakoznak a tervezőasztalon. Sőt, olyan típusok már el is készültek, s már lehet is rájuk jegyet venni, melyek hamarosan űrúgrásra viszik az utasaikat. Az űrúgrás alatt alacsony, Föld körüli pályát értünk. Általában 100 km-es a magasság. A nemzetközi űrállomás ennél mintegy 5-ször magasabban kering. A világűr és a légkör határa kb. 80 km-es magasságban húzódik.

Újabban a robotika gyors ütemű fejlődésével számtalan csodának lehettünk tanúi. Egyesek úgy vélik, hogy a Naprendszer kutatását, beleértve talán a Marsot is, inkább robotokra, szondákra kell bízni. Számos ilyen program fut. A Marsot jelenleg is több szonda kutatja és eredményeik biztatóak. A Szaturnusz vidékénél a Cassini-űrszonda vizsgálódik, s elsőként landolt a Titán nevű holdján a Huygens leszállógység, páratlan képeket közvetítve. A Jupitert és holdjait a közeljövőben pedig a Júnó szonda éri el. A távoli Plútóhoz pedig hamarosan megérkezik az Új Horizont nevű űrszonda.

Mindezek a missziók és az általuk elért eredmények azonban mégsem elégítik ki az emberiség kíváncsiságát. Azt mondják, nem csak a sci-fi rajongók, hanem a lelkes tudósok is, hogy embert kell küldeni a Marsra, mert vannak olyan összetett feladatok, melyeket csak az ember tud elvégezni. Sőt, azt is mondják, hogy kolóniát kell létrehozni ott. Persze ennek számos buktatója van. Egy Mars-utazás jelenlegi technikánkkal akár 200 vagy ennél több napot is igénybe venne, és ehhez még hozzáadódik, hogy mintegy 1 évet várni kellene a vörös bolygón, hogy visszatérhessenek az asztronauták. A világűrben számos egészségügyi kockázat fenyegeti az űrhajósokat. Izomsorvadás, csonttrikulás, keringési zavarok, immunbetegségek, és az ártalmas kozmikus sugárzás, hogy a legfontosabbakat említsem. Ezek egy része kiküszöbölhető, míg mások továbbra is kockázati tényezők maradnak a jelenlegi tudásunk alapján. Egyesek úgy vélik, hogy az első marsi telepéseknek nem is kellene visszatérniük a Földre, hiszen aki annak idején 500 éve elment szerencsét próbálni Amerikába, az se nagyon jött vissza.

Persze a technika előrehaladtával sok minden változik. Egy korszerűbb rakétával, mondjuk ionmeghajtással már 60 nap alatt is elérhető a Mars. Ez jelentősen lerövidíti az utazást. Nem kell annyi nyersanyag, hajtóanyag. A hosszú ideig való összezártság okozta pszichés problémák is mérséklődhetnek. A mesterséges gravitáció is megoldható, és a kozmikus sugárzás ellen is lehet majd hathatósan védekezni. Így e század közepe táján talán már mindennaposak lesznek a Naprendszeren belüli utazások. Bányák és városok létesülhetnek a Holdon és a Marson, azután pedig a Naprendszer külső vidékeit is felkeresheti az ember. A világűr bányászata már most is megmozgatja a befektetők képzeletét. Egy-egy kisbolygó nagy koncent-

rációban tartalmaz ritka fémeket (platina, irídium, palládium, arany), melyek nélkülözhetetlenek a földi ipar számára. E mellett a Holdon számos más fém is bőséggel akad. Vannak ritka kincsek is égi szomszédunkon, ilyen például a helium-3 izotóp, mely jól jön majd, amikor valóra válik a magfúzió által történő energiatermelés. Ez az izotóp a Napszélből származik és a Hold porában feldúsult állapotban található. A Jupiter holdjai nagy mennyiségben tartalmaznak vizet, melyet hidrogénre és oxigénre lehet bontani, míg a Szaturnusz Titán nevű holdja bővelkedik szénhidrogénekben.

A Kepler űrtávcső és más exobolygó (Naprendszeren kívüli bolygó) kutató programok által már több mint 400 exobolygót tartunk nyilván, és kb. 1000-1200 vár megerősítésre. Ezek között már Föld-típusú kőzetbolygókat is találtak más csillagok körül. A Föld ikertestvérének felfedezése persze még várat magára, de hamarosan ez is bekövetkezik. Így felvetődik a gondolat, hogy egy napon érdemes lenne a megfelelő bolygót meglátogatni és ott letelepedni. Nemcsak sci-fi írók álma ez. A tudósok már az 1960-as (Orion-terv), majd az 1980-as években (Daedalus-terv) foglalkoztak a csillagközi utazás problémájával. Mára azonban az akkor a fiók mélyére sülyesztett terveket ismét leporolják. A mai űrhajóink sebessége azonban nem teszi lehetővé a csillagközi utazást. Egy kb. 11 km/másodperc sebességű szondának (vagy űrhajónak) is mintegy 70 ezer évbe tellene elérni a legközelebbi csillagokat. Ha ennél 100-szor gyorsabb meghajtást tudnánk elérni, még akkor is 700 évet kellene utazni. Természetesen ez abszurd. Persze a tudósok nem adják fel ilyen könnyen. Fotonrakéta építésén gondolkodnak, mely akár a fénysebesség 99,9%-át is elérheti. Ám még így is a legközelebbi csillag, az Proxima Centauri és az Alfa Centauri A és B által alkotott hármas elérése is mintegy 4,2 évig tartana (most hagyjuk figyelmen kívül az Einstein által felvázolt ikerparadoxont). Ez akár még elviselhető is lehetne. Az említett csillagok körül még bolygók is vannak a jelek szerint. De a csillagközi utazásnak számos árnyoldala van. A maximális meghajtást csak annihiláció tudja biztosítani, melyhez antianyag kell. Ennek viszont olyan annyira szűkében vagyunk, hogy a részecskegyorsítóknak csak néhány milliomod grammot állítanak elő évente. A Naprendszer elhagyásához az űrhajó tömegétől függően néhány kg már elegendő. Az antianyagot azonban csak a meghajtórendszer fókuszában lehet összehengedni a normál anyaggal, ahol az $E=mc^2$ értelmében energiává alakul, gamma foton keletkezik. A gamma foton azonban halálos sugárzás az élő szervezetek számára. Ezért árnyékoló rendszerre lenne szükség, hogy megvédje az utasokat. E mellett a csillagközi porral való ütközés is kemény gamma sugárzást keltene az űrhajótestben, mely szintén probléma. Egy csillagközi űrhajó megépítéséhez olyan anyagokat kellene felhasználni, melyek ma még ismeretlenek, csak elméletben léteznek. Ha pedig távolabbra szeretnénk utazni, akár 100-500 évet is igénybe vehet az út. Ilyen távolságokra van a felfedezett exobolygók zöme. Ekkor már persze szóba jön az ikerparadoxon is. Az űrhajóban a relativitás elmélet értelmében kevesebb idő tellene el, mint a földi megfigyelő számára.

Egy lakályos exobolygó vonzó célpont. Annál is inkább, mivel a Föld veszélyeknek kitett hely, s egy napon az emberiség rákényszerülhet arra, hogy elhagyja. Másrészt, ha az emberiség lélekszáma a jelenlegi ütemben nő, akkor túlnépesedik, s új lakhely után kell nézni. Egy-egy exobolygó bányászati szempontból is érdekes lehet.

Röviden és sommásan azt mondhatjuk, hogy az űr számtalan kihívást és veszélyt rejteget, de a mérleg másik oldalán bőségesen kárpótol. Így kezdetben robotok végzik a felderítést, akár a Naprendszerben, akár azon túl, de a szükség mindenképpen azt diktálja, hogy az ember elhagyja szülőbolygóját. A 21. század közepén már minden bizonnyal a Naprendszert lakja majd a fajunk, s talán a 22. században elindulhat az első csillagközi űrhajó is, a testvér-Föld felé.

Aktív galaxisok

Először az 1960-as években figyeltek fel néhány galaxisra pl. a Kentaur csillagképben, melyeknek nagyon erős volt a rádiósugárzása. Ezt roppant szokatlannak tartották. Azután a távcsövekkel csillagokat fényképeztek, s néhány csillagnak tűnő objektum vöröselölődését megmérve kiderült, hogy távolságuk meghaladja az 1 milliárd fényévet is. A tudósok ekkor elképedtek, mert fogalmuk sem volt, hogy milyen energiatermelő folyamat képes arra, hogy ilyen messziről is olyan ragyogást biztosítson az objektumnak. Ezeket az objektumokat kvázisztelláris égitesteknek, azaz csillagszerűnek nevezték el. Innen a rövidített kvazár elnevezés. Ma már tudjuk, hogy ezek nem csillagok, hanem távoli galaxisok, melyeknek csak a központi magja látszik. Ezek a galaxisok, mivel nagyon távol vannak, s a fénynek is időre van szüksége, míg eljut hozzánk, fiatal korukat mutatják. Olyannak látjuk őket, amilyenek több milliárd évvel ezelőtt voltak. Azóta fény derült arra is, hogy ezeknek az aktív galaxisoknak a közepén egy vagy több fekete lyuk van. Ezek termelik az energiát. A galaxis középpontjában sok a gáz és a por, melyet a fekete lyuk roppant gravitációja (ezek a fekete lyukak akár több millió naptömegűek is lehetnek) magához vonz és egy akkréciós korongot formál. Ez a fánk alakú korong az, amelyből az anyag spirális pályán a fekete lyukba hull. Csakhogy a fekete lyuk igen erős mágneses mezővel rendelkezik. A gáz pedig rendkívül felforrósodik és ionizálódik. A mágneses erővonalak mentén kénytelen haladni. A nagy tolongásban nem tud az összes anyag a fekete lyukba hullani, hanem mintegy a pólusok mentén kilövellődik a korongból. A kilövellés sebessége elérheti a fénysebességet is. Ez rendkívüli energia-felszabadulással jár. Ezért látszik oly fényesnek a központi mag, mert a röntgen, gamma tartományban erősen sugároz.

Kezdetben sokféle aktív galaxist figyeltek meg. Ma már tudjuk, hogy mind ugyanarról van szó, csupán attól függ, hogy milyen szögben látunk rá. Ha a Jet (anyagsugar) pont felénk mutat, akkor kvazárnak nevezzük, ha kb. 45 fokos szögben látunk rá, akkor blazárnak. Ha pedig az anyagsugarat látjuk, akkor dragonnak hívjuk. Ezek az anyagsugarak rendkívül pusztítóak. Akár több százezer fényév hosszúak is lehetnek. Sikerült megfigyelni olyan aktív galaxist is, mely pusztító sugárzását éppen egy szomszédos, alig 20 ezer fényévnire lévő galaxisra ontja. Természetesen, amely csillagokat ebben a galaxisban érint a sugár, ott, ha van is élet, az minden bizonnyal elpusztul. Ez a sugárzás mindaddig tart, míg a fekete lyukba anyag hull. Ez akár több millió évig is eltarthat. Van azonban jótékony hatása is ennek a halálos energiaáradatnak: a szomszédos galaxis csillagközi por- és gázfelhőit elérve a lökeshullám csillagkeletkezést indít be. Így születnek az új csillagok, melyeknek talán bolygói is kialakulnak.

A galaxisok életében váltakoznak az aktív és az inaktív periódusok. A fiatal galaxisok mind aktívak voltak, de azután a középpontjukban elfogyott a por és gáz, így a fekete lyuk szunnyadó állapotba került. Amint azonban a központi régiókba ismét gáz kerül, újra aktivizálódnak. Ez történhet saját galaxisunkkal is. Tejútrendszerünk középpontjában is van fekete lyuk, nem is egy, hanem több. Ezek néhány százezer naptömegűek. Jelenleg inaktívak. Azonban tudjuk, hogy a szomszédos Androméda galaxis felénk közeledik, s néhány milliárd év múlva ütközik a Tejúttal. Ekkor a por és gáz felkavarodik, s a központi régiókba is bőven jut majd belőle. Így saját galaxisunk is aktív galaxissá válik.

Ez egy mozgalmas időszak lesz, azonban aligha fogjuk megérni, hiszen leghamarabb 1 milliárd év múlva kezdődik az égi tűzijáték. Az én véleményem szerint az emberiségnek addigra már nyoma sem marad. Mindenesetre nagyon szép látványt fog produkálni a két galaxis ütközése, melyet talán egy másik bolygó akkori értelmes faja megcsodálhat.

Az eddigi legkisebb exobolygók

Mérföldkövéhez érkezett az exobolygó kutatás, ugyanis lassan megvan az a mérettartomány, mely a Naprendszerben a Föld-típusú bolygókat jellemzi. Az eddig felfedezett több mint 400 exobolygó forró Jupiter volt, vagy Neptunusz méretű jégóriás, és akadt közöttük néhány 2-14 földtömegnyi ún. szuperföld is. A Kepler lassan élettartama végéhez közelít, még rengeteg adat vár feldolgozásra, s meglehet, hogy ezek között van az első olyan exobolygó, mely a Föld ikertestvére.

Az eddig ismert legkisebb Naprendszeren kívüli bolygó (exobolygó) felfedezését jelentette be a NASA. A Kepler-37b jelű égitest alig nagyobb a Holdnál, átmérője a Földének körülbelül egyharmada (a Föld átmérője 12 756 kilométer).

A Kepler-37b mellett két másik bolygót is felfedeztek ugyanabban a csillagrendszerben: a Kepler-37c a Vénusznál valamivel kisebb (átmérője kb. háromnegyede a Földének), a Kepler-37d pedig kétszer akkora, mint a Föld. A három bolygó a Földtől 210 fényévi távolságban, egy Naphoz hasonló csillag körül kering.

A NASA bejelentése szerint a Kepler-37b ezzel az eddig ismert legkisebb Naprendszeren kívüli bolygó, amely Naphoz hasonló csillag körül kering. Keringési ideje mindössze 13 nap, mert csillagtávolsága mindössze harmada a Nap-Merkúr távolságnak (a másik két bolygón 21, illetve 40 nap hosszú az év). Mindhárom bolygó igen forró, az általunk ismert élet számára alkalmatlan világ lehet. A Kepler-37b kőzetekből álló felszínén 400 Celsius-fok körüli hőmérséklet lehet, légköre nincs.

A felfedezés egyrészt igazolja, hogy a Merkúrnál kisebb bolygók is léteznek (a Merkúr a Naprendszer legkisebb bolygója, mióta a Plútót törpebolygóvá „fokozták le”), másrészt jól mutatja a felfedező műszer, a Kepler űrtávcső képességeit, amellyel egyre kisebb bolygókat fedeznek fel, köztük már olyanokat is, amelyek hasonlóak a Földhöz - eddig a leginkább ez az az égitest.

Ezek a kutatások nagyon fontosak az emberiség számára. Egyrészt képet kaphatunk arról, hogy a Naprendszer mennyire kivételes jelenség az exobolygók világában, másrészt következtetni tudunk arra, hogy a Föld mennyire átlagos bolygó. Ennek nagy szerepe van abban, amikor a földönkívüli élet után kutatunk. Hiszen a más bolygókon lévő életet elsősorban Föld-szerű bolygókon keressük. Kialakulhat élet más körülmények között is, de az valószínű, hogy gyökeresen eltérne a megszokottól. Minél több ismeretet szerzünk, annál inkább meg tudjuk becsülni Frank Drake egyenletével, illetve annak egy pontosított változatával, hogy Galaxisunkban hány civilizáció létezik velünk egyidejűleg, melyekkel felvehetnénk a kapcsolatot. Jelenleg a tudósok azon a véleményen vannak, hogy a bolygók 17%-a lehet Föld-szerű.

Az emberiség eddigi történelmének legnagyobb felfedezése lenne, ha egy idegen civilizáció nyomára bukkannánk, de ahhoz előbb életet kellene találnunk a Naprendszeren kívül. Az értelmes fajok is ott bukkannak fel, ahol élet tenyészik. Remélhetőleg nem kell már sokat várnunk arra, hogy bejelentsék a nagy hírt.

Mellesleg az exobolygó kutatás nem titkolt célja lehet az is, hogy egy nap csillagközi űrhajókat indítsunk a potenciális lakható bolygókra. Ez együtt járna az emberiség expanziójával. Számos tudós véli úgy, hogy az emberiség számára elkerülhetetlen, hogy ne csak a Földet lakja, mert amíg szülőbolygójához van kötve, nagyon sebezhető. A fejlődés és az esetleges kihalás elkerülésének kulcsa a világűr meghódítása.

Az időutazásról dióhéjban

Vajon létezik-e az időutazás? A sci-fin nevelkedettek persze azonnal rávágják, hogy igen, míg a józanabb emberek óvatosságra intenek, hiszen nem árasztják el korunkat jövőből jött turisták. Legalábbis nem tudunk róluk. H.G. Wells, amikor megírta az Időgép című művét, úgy gondolta, hogy ha a három térbeli dimenzióban utazhatunk, akkor az időben is. A dolog persze nem ilyen egyszerű, és nem is úgy zajlik, mint ahogy azt Marty Mcfly tette a Doki plutónium-meghajtásos, DeLoreanből átalakított járgányán.

Az időutazás forradalma Einsteinnel kezdődik. Ő volt az, aki megalkotta nekünk a téridő fogalmát. Egységes egészként kezelte az addig elkülönült tér és idő fogalmainkat. Maga Einstein irtózott az időutazás gondolatától, mert úgy vélte, hogy léteznie kell valamilyen természeti erőnek, mely ezt megakadályozza. Az időutazás ugyanis számtalan problémával jár. De erről egy kicsit később. Az általános relativitáselmélet egyenleteiből, pontosabban azok egyes levezetéséből egyenesen következik az időutazás lehetősége. Az általános relativitáselmélet a nagy tömegek alkotta téridő torzulásokkal foglalkozik. Ilyenek például a fekete lyukak, a féregjáratok és társaik. No lám, csak máris témánál vagyunk. Ám előtte még beszélni kell az ikerparadoxonról, mely az időutazás legegyszerűbb módja, mely létezik is, de a mivolta meglehetősen korlátozott. Az ikerparadoxon lényege, hogy egy közel fénysebességgel haladó űrhajó órái lassabban járnak. Így, ha valaki egy körutazást tesz a fénysebesség 99,999%-ával, akkor ő maga alig fog öregedni, míg a Földön évszázadok is eltelhetnek. Mint mondtam, ez meglehetősen korlátozott dolog, mert csak előrefelé működik. Visszamenni a múltba nem lehet. Azután jött egy Gödel nevű ember, aki Einstein munkásságába mélyedve úgy tapasztalta, hogy ha a Világegyetem forogna és mi tennénk egy hosszú körutazást, akkor hamarabb érkezhetnénk meg, mint ahogy elindultunk. Persze ezzel csak az a baj, hogy mai tudásunk szerint az univerzum nem forog. Gyorsulva tágul csupán.

Ám a leleményes tudósok és az élénk képzelőerővel megáldott sci-fi írók nem adták fel. Ahogy elkezdtek megismerni a fekete lyukakat, sorra születtek az újabb és újabb időgép modellek. Példának okáért azt mondták: ha sikerülne egy forgó fekete lyuk mellett szorosan elhaladnunk, akkor létrejöhetnének az időutazás feltételei. Vagy ha áthaladnánk egy ilyen objektumon. A fekete lyukak és féregjáratok rokonítása közkedvelt. Tudnunk kell azonban, hogy a féregjáratok csak matematikai modellek. Egyetlen létező féregjáratot sem figyeltünk még meg, s a fekete lyukon történő áthaladás is ábránd. A féregjáratok még a matematikai modellek szerint is igen instabilak. Bármilyen apró zavar bezárná a féregjáratot és akkor vége a kalandnak, mert a szingularitásba jutva megsemmisülnénk. Ugyanez a helyzet a fekete lyukkal is. Az egyéb halálos sugárzásokat és a gravitációs ár-apály erőket nem is számítva. Ugyanakkor mégis vannak olyan időgép modellek, mely szerint a lényeg az, hogy a féregjárat két vége között időkülönbséget kell létrehozni, és máris lehet egy működő időgépünk. Például, ha a féregjárat egyik végét egy fénysebességgel mozgó rakétához rögzítenénk, akkor az ikerparadoxon értelmében időkülönbség jönne létre. Vagy ha a féregjárat egyik végét egy neutroncsillagnál nyitjuk meg, akkor is létrejön az időkülönbség. A lényeg mindig az időkülönbség. Csakhogy az időkülönbség létrehozására fordított idő mindig több, mint amennyit nyerni tudunk. Így, ha egy időkülönbség létrehozása teszem azt 10 évig tart, akkor csak 9 évvel korábbra mehetünk vissza. Már nem is beszélve arról, hogy a stabil féregjárat létrehozása herkulusi munka és energiaigény. Messze vagyunk mi még ettől.

De Thorn (Hawking fizikus jóbarátja) megalkotta az elméleti tökéletes időgépet. Sikerült egy olyan matematikai modellt kidolgoznia, ahol, ha a féregjáratot negatív energiasűrűségű anyaggal béleljük ki, akkor az stabil lehet. A többi paraméter is biztató. Nem hatna az utazókra 1 g-nél nagyobb erő. Persze a nagy kérdés az, hogy egyáltalán megvalósítható-e? Mert hát

a sarki közértben nem árulnak negatív energiát. A hamisvákuumból kinyerhető ugyan - elméletben. És ettől most boldognak kéne lennünk? Talán.

Végül beszéljünk a híres Nagypapa-paradoxonról. Tegyük fel, hogy legyőzzük azt a sok-sok technikai és energetikai akadályt, mely az időgép megépítéséhez kell - ha egyáltalán engedik a fizika törvényei - és visszautazunk a múltba, ahol egy félreértés folyamán késsel leszúrjuk saját nagyapánkat, aki akkor még nőtlen volt. Hogyan születünk meg mi? Elméletben sehogy. Az időutazás ellenzői a világvonalak ilyen megszakadása és a felhozott paradoxon miatt mondják azt, hogy a fizika törvényei nem engedik az időutazást. És mégis? Mások viszont azt mondják, ilyenkor széthasad az univerzum és egy alternatív valóság jön létre, ahol mi nem is létezőnk. Ellenben vannak olyan paradoxonok, melyeket megenged a józan ész. Ezek azok, melyeknél önbeteljesedésről van szó. Ilyenkor azonban nem lehet eldönteni, hogy mi az ok és okozat. Mi minek az oka, és mi volt előbb.

Befejezésül pedig álljon itt egy ismeretlen költő verse: „Volt egy mágus - lakhelye Weight - / a fénynél is gyorsabban járt, / rükvercben vénült, / ki látta szédült, / Einsteinre - mondták - ez árt!” Merthogy, aki gyorsabb a fénynél, az időben visszafelé mozoghat. De ez már egy másik történet...

Az Univerzum leghidegebb helye

Vajon hol lehet ez a hely? És mit értünk hideg alatt? Nos itt a Földön a leghidegebb hely az Antarktisz, ott nem ritkán a téli 6 hónapos sötétség alatt akár mínusz 70 Celsius fokig is süllyedhet a hőmérséklet. Ez a mi bolygónkon már nagyon szélsőségesnek számít. Az univerzumban azonban ennél jóval hidegebb helyek is léteznek. Nem kell messzire mennünk, de mielőtt ezt megtesszük, meg kell ismerkednünk az abszolút 0 fok fogalmával. Ez a Kelvin skálán a 0 K, ennél hidegebb nem létezik. Az atomok hőmozgása ekkor áll le. Celsius skálára átszámolva és kerekítve ez mínusz 273 Celsius fok. Tehát ott tartottunk e kis kitérő előtt, hogy elég, ha elmegyünk a Holdra. A Hold napsütötte oldalán a hőmérséklet meghaladja a 100 Celsius fokot is, de ott, ahol árnyék van vagy éjszaka, a hőmérséklet akár mínusz 120 Celsius fok alá is mehet. Ennek oka, hogy a Holdnak nincs atmoszférája, mely kiegyenlítené ezeket a különbségeket, továbbá egy-egy terület a lassú tengelyforgás miatt igen sokáig van kitéve a sötétnek. Bolygósomszédunkon, a Marson is vannak évszakok. A Marsnak ugyan van légköre, de az ritka széndioxid, mely nem fejt ki kellő üvegházhatást, s távolabb is van a Naptól, mint a Föld. Ezért a marsi telek folyamán a sarkvidékeken meglehetősen hideg van. Míg az egyenlítőn déltájban akár +14 Celsius fok fölé is mehet a hőmérő higanyszála, a sarkvidékeken olyan hideg van, hogy a széndioxid is kifagy és a szárazjeget alkot a hósapkák tetején. Ahogy egyre kintebb haladunk a Naprendszerben, a hőmérséklet is rohamosan zuhan. Ez nem is csoda, hiszen egyre távolabb kerülünk a Naptól, mely a hőforrást jelenti. A Jupiter, mely átlagosan jó 700 millió km-re van a Naptól, felhőrétegeinek teteje már mínusz 143 Celsius fokos. Ammónia-jégkristályok úsznak benne, ettől olyan csúkos a bolygó. A Szaturnusz Titán nevű holdján már a metán és az etán nevű gáz is folyadékként csapódik ki, és alkot tavakat, tengereket, folyókat. A hőmérséklet nemritkán alacsonyabb, mint mínusz 170 Celsius fok. A jég itt már olyan kemény, hogy kőzetként viselkedik, s ezek a folyadékok úgy faragják azt, mint a földi kavicsokat a víz. A Szaturnusz már 1,4 milliárd km-re van a Naptól. Az Uránusz, de főleg a Neptunusz még ennél is távolabb, mintegy 4 milliárd km-re. Itt már nagyon kicsi a Napsugárzás hője. A hőmérséklet eléri a mínusz 200 Celsius fokot is. Ezen a hőmérsékleten már a nitrogéngáz is hó formájában kifagy a Triton nevű holdon. A külső Naprendszerben, ahol az üstökösök vannak, a hőmérséklet mínusz 230 Celsius fok alatt jár. Közeledünk tehát a 0 K-hez. Ahhoz, hogy ezt a hőmérsékletet jobban megközelítsük, ki kell lépünk a

csillagközi térbe. Az itt lévő por- és gázfelhők, melyek sötétek, azaz még nincsenek bennük születő csillagok, meglehetősen nyugodtak és természetesen hidegek. Hőmérsékletük nem haladja meg a mínusz 260 Celsius fokot. Ha ennél is hidegebbre vágyunk, akkor az Univerzum háttérsugárzását kell megmérnünk. Az 3 Kelvin, azaz mínusz 270 Celsius fok. Ez az a maradványhő, mely visszamaradt az ősrobbanásból. De létezik még ennél is hidegebb hely. Egy csillag összeomlása után létre jövő fekete lyukban a hőmérséklet még ennél is hidegebb lehet egyes elméleti fizikusok szerint. Alig haladhatja meg az abszolút nulla fokot. És lehet, hogy mégsem ez a leghidegebb hely a világegyetemben? A földi laboratóriumokban sikerült olyan hideget előállítani, mely csak néhány milliomod fokkal van a 0 Kelvin felett. Mai tudásunk szerint azt kell mondanunk, hogy a leghidegebb hely a Földön van. Ez már olyan hidegnek számít, hogy csodák csodájára a fény is megáll a térben ilyen hőmérsékleten.

A 0 Kelvin körüli hőmérsékleteknek számtalan előnye van, vegyük csak például a szupravezetés jelenségét. Ilyenkor az elektronok párokba rendeződve haladnak a lehűtött elektromos vezetőkben, még hozzá ellenállás nélkül. Tetszőlegesen nagy erősségű áram folyhat benne végtelen időn át keringve. Emellett mágneses tulajdonsága is figyelemre méltó. A mágneses mezőt visszatükrözi, ezáltal egy mágneskorong lebeg a szupravezető fölött. Ezt az elvet használják fel a mágnesvasutakban. A szupravezetés forradalmasíthatja az ipart és a számítástechnikát is. Ezért nem csoda, ha az emberiség olyan szupravezető anyagok kifejlesztésén munkálkodik, melyek nem csak extrém alacsony, hanem valamivel magasabb hőmérsékleten is produkálják a szupravezetést.

Exobolygók sokasága

A Kepler-űrtávcső felbocsátása óta ontja a potenciális bolygójelölteket. Az eddig felfedezett exobolygók között különlegesekek is akadnak. Három olyan bolygót is találtak, amelyek nem sokkal nagyobbak a Földnél, és saját csillagrendszerük lakható zónájában keringenek.

A lakható zóna az a tartomány egy csillag körül, amely megfelelő csillagtávolságban van ahhoz, hogy az itt keringő égitesteken tartósan jelen lehessen a folyékony víz, az általunk ismert élet nélkülözhetetlen feltétele. A bolygók közül kettő a Kepler 62 nevű rendszerben kering, egy a Napnál kisebb és hűvösebb csillag körül, a Földtől 1200 fényévnnyi távolságban (a csillag színképtípusa K2, átmérője kétharmada a Napénak).

A csillag körül egyébként öt bolygót ismernek (Kepler-62b, 62c, 62d, 62e és 62f). A legizgalmasabb a legkülső, a Kepler-62f, amelynek átmérője csak 40%-kal nagyobb a Földénél. Ezzel jelenleg a legkisebb olyan bolygó, amely egy csillag lakható zónájában kering. Keringési ideje 267 nap. A Földhöz hasonlóan valószínűleg kőzetbolygó, amelynek felszínén folyékony víz lehet. Azt még nem tudják, van-e rajta élet is.

Mivel a Kepler 62 jelű csillag kora 7 milliárd év (a Napé 5 milliárd), itt is volt idő az élet fejlődésére, amennyiben kialakult (a Földön 3,5-4 milliárd éve született meg az élet).

A rendszer másik érdekes bolygója a Kepler-62e, amely a lakható zóna belső peremén kering (itt 122 földi napig tart egy év), és átmérője 60%-kal nagyobb a Földénél.

A harmadik érdekes, bejelentett bolygó egy másik csillag lakható zónájában kering. A Kepler-69c átmérője 70%-kal nagyobb a Földénél.

A kutatók szerint az ehhez hasonló felfedezésekkel közel jutottunk ahhoz, hogy megtudjuk: vajon a Tejútrendszerben hemzsegnek-e a Föld testvérei, vagy bolygónk ritka szerencsés égitestnek számít a galaxisban. Ezek a felfedezések nagyon fontosak, mert ezek a szuperföldek, melyek 2-10 földtömeg közöttiek, jó eséllyel jelentenek arra, hogy megtaláljuk a másik Földet.

A tudósok egyöntetűen úgy vélik, hogy az általunk ismert élethez egy olyan bolygóra van szükség, mely legalább 0,3 földtömegnyi, ez szükséges ahhoz, hogy megtartsa a hőt, a légkört, és geológiailag aktív maradjon, ugyanakkor nem nagyobb 10 földtömegnél. Ebben az esetben ugyanis már inkább Neptunusz- vagy Uránusz-szerű óriásbolygóról beszélhetünk (kb. 14 földtömeg). Ilyenekből is talált a Kepler szép számmal.

Felvetődik a kérdés a legközelebbi csillagok vizsgálatakor, hogy van-e bolygórendszerük, hisz egy esetleges csillagközi expedíció ideális céljai lehetnének. Gregory Laughlin (University of California, Santa Cruz) és kollégái a hozzánk legközelebbi csillagokból álló rendszert, az Alfa Centaurit vizsgálták. Ez három csillagból álló trió, amely a hozzánk legközelebbi csillagot, a Proxima Centaurit is tartalmazza, utóbbi tőlünk 4,22 fényévre található. Az Alfa Centauri B a Napunknál valamivel kisebb, K-színképtípusú csillag. A kutatók olyan számítógépes modelleket használtak, amelyek segítségével megbecsülhető, hogy egy adott csillag körül milyen valószínűséggel alakulnak ki planéták, és azok nagyjából milyen jellemzőkkel bírnak.

A modellezés eredménye szerint nagy a valószínűsége, hogy Föld-típusú bolygók születtek az égitest körül, és azok közül néhány az ún. lakhatósági zónában kering. Az eltérő kiindulási paraméterekkel, több alkalommal lefuttatott szimulációk egymástól részben különböző, változatos felépítésű bolygórendszereket adtak eredményül, de az esetek többségében legalább egy Föld-típusú bolygó kialakult a lakhatósági zónában. Elméletileg tehát komoly esély van rá, hogy az Alfa Centauri B körül ilyen égitest keringjen.

E hármas csillagrendszer fényessége nagyobb a Naprendszerünkénél, így jó eséllyel várható, hogy bolygók is kialakultak. Ugyanakkor sajnos a Keplerrel nem vizsgálható meg a kérdéses rendszer, mert a Kepler-űrtávcső a Lant és a Hattyú csillagkép felé néz (északi égbolt), míg az Alfa Centauri rendszer a Centaurus csillagkép legfényesebb csillaga, mely a déli égbolton található.

Mivel a hármas rendszer a legközelebbi szomszédos csillag, így már az Avatar c. filmben is meglovagolják a témát, és exobolygót képzelnek el, ami nem nélkülöz minden tudományos alapot. Ha tényleg bizonyítást nyerne, hogy Föld-szerű exobolygó van ott, az komoly alapot adhat egy esetleges csillagközi expedíció terveinek kidolgozásához.

És még egy érdekesség az exobolygók házatájáról: A 63 fényévnnyire lévő égitest a kék bolygónak is nevezett Földre emlékeztet. A HD 189733b azonban nem Föld-típusú bolygó, hanem a Jupiterhez hasonló méretű gázóriás, amelynek igen meleg (kb. 1000 Celsius-fokos) légkörében 9-10 ezer kilométer/órás szelek fújnak.

A megfigyeléseket a Hubble-űrtávcsővel végezték. Keringése során a HD 189733b a Földről nézve rendszeresen elhalad a saját csillaga előtt, illetve mögött (keringési ideje mindössze 2,2 földi nap). A rendszer által kibocsátott fényt több időpontban is rögzítették, így akkor is, amikor a bolygó éppen a csillag mögé került. Ekkor a rendszer fényessége egy kicsit csökkent, hiszen a bolygó takarásban volt, így arról nem érkezett fény a műszereinkbe. Azt is sikerült megállapítani, hogy főleg a fény kék összetevőiben (a spektrum kék részén) történt a csökkenés, és ebből lehetett következtetni a bolygó színére. A csillagászok szerint a viharos atmoszférában lévő szilikátszemcsék azok, amik miatt a légkörről több kék fény szóródik, mint amennyi hosszabb hullámhosszú vörös sugárzás.

Ilyen forró Jupiteremből rengeteget fedeztek már fel. E hír értéke inkább abban keresendő, hogy végre sikerült spektroszkópiai módszerekkel pontosabb képet kapni a bolygó természetéről. Ilyen módszerekkel meghatározható az is, hogy milyen anyagokból épül fel a bolygó. Sajnos közvetlen fényképezésre, azaz, hogy megpillanthassuk a bolygót, nincs esély, mivel nagyon messze van, s a jelenlegi távcsöveink felbontása ehhez nem elegendő. Viszont elkészültek már olyan távcsövek tervei is, melyekkel, ha csak néhány pixel erejéig is, de képet kaphatunk.

Folyadékok az Univerzumban

Hogy mitől folyadék valami, annak két meghatározó tényezője van. Az egyik a nyomás, a másik a hőmérséklet. Például a víz a világűrben azonnal felforrna. Nem azért, mert olyan meleg van ott, hanem azért, mert alacsony a nyomás. Egyes gázok pedig a nagy hidegben folyadékként viselkednek. A Földön éppen megfelelő a nyomás is és a hőmérséklet is, hogy a víz folyékony halmazállapotban legyen bolygónkon, s felszínének 2/3-adát borítsa. A Naprendszerben csupán két égitest felszínén van folyadék. Az egyik a Föld, a másik a Szaturnusz legnagyobb (bolygónyi) holdja: a Titán. A Titán egy nagyon érdekes világ. Sűrű nitrogén légköre van, mely narancssárga égboltot eredményez, melyen metán és etán felhők találhatók. Ezekből eső hull alá, s a folyékony metán és etán folyókat alkot, melyek az északi és déli pólus környékén hatalmas tavakban gyűlnek össze. Víz is van a holdon, de a hőmérséklet mínusz 180 Celsius fok körüli, ezért az olyan keményre fagyott, mint a kő. Kőzetként viselkedik. A Titán folyói medret vájnak belé, sőt kanyonokat. A nagy hideg miatt cseppfolyós e két, egyébként a Földön gázként megtalálható anyag is: a metán és etán.

Víz azonban van bőven a Naprendszerben, csak jobbra fagyott állapotban, az üstökösökben és kisbolygókon, vagy a Mars jégsapkáiban. A Jupiter egyik nagy holdján, az Európán is van víz bőven. A felszínét akár 20 km vastag jégkéreg borítja, ám alatta vagy 100 km vastag sós óceán húzódik. Az Európán több víz van, mint a Föld összes óceánjaiban együttvéve. Ugyanígy a Szaturnusz egy másik holdján, az Enceladuson is a jégkéreg alatt sós óceán van.

Érdekes a helyzet a Neptunusszal és az Uránusszal. Ezek gázóriások, de víz is található bennük. Elképzelhető, hogy mélyen, úgy 1000 km-rel a légkör alatt, ahol már magas a hőmérséklet és a nyomás, egy vízóceán forr, melyben szerves anyagok találhatóak oldott állapotban. A Jupiter már egészen más. Főként hidrogénből és héliumból áll. Nagy mélységben a nyomás folyadékká préseli a hidrogéngázt, még mélyebben pedig a hidrogén olvad fémként viselkedő folyadékot alkot. Az a fémes hidrogén. Olyasmiként képzelhetjük el, mint a higanyt.

Az Univerzumban elmondhatjuk, hogy a folyadék halmazállapot ritkának számít. A halmazállapotok fő típusa a gáz. Ilyenek a hatalmas csillagközi hidrogéngáz felhők. A másik gyakori halmazállapot a szilárd. Csak ezután következnek a folyadékok. Ezenkívül még van egy negyedik halmazállapot is, a plazma. Ez amolyan átmeneti, se nem ilyen, se nem olyan létformája az anyagnak. Az exobolygók, azaz a más csillagok körül keringő bolygók java vagy túl közel kering a csillagához, ezért a víz gőzként van jelen, vagy túl távol, ezért jéggé fagyott. Ellenben vannak olyan érdekes exobolygók, ahol vaseső esik.

Egyes elméletek szerint a neutroncsillagok, melyek egykori szuperóriások összeomlásából keletkeznek, azaz elpusztult csillagok maradványai, egy vékony kéreg alatt folyékonyak. Bennük a neutronok szuperfolyékony állapotban vannak, azaz nincs súrlódás a folyadékrészecskék között. Úgy viselkedik, mint egy dinamó. A neutroncsillag kivételesen erős mágneses és elektromos mezővel rendelkezik. Egyébként ezek az égitestek mindössze 16 km átmérőjűek, de bennük egy egész csillag anyaga koncentrálódik. Elfajult anyag ez. A gravitáció a lehető legsűrűbbre préseli a neutronokat. Ha ennél sűrűbb lenne, akkor már fekete lyukká válna.

Egy még fantasztikusabb elmélet szerint az ősrobbanást követő töredékmásodpercekben a fiatal univerzum is folyadék volt. Úgynevezett kvark-gluon plazma, melyet eddig gázként képzeltek el, de az újabb teóriák szerint inkább szuperfolyékony folyadék lehetett. (A kvarkok a protonokat és neutronokat alkotó részecskék, míg a gluonok erőátvivő részecskék.) Azért is érdekes ez az elmélet, mert egy folyadékban a hullámok létrehozhatták azokat a struktúrákat, melyek azután a hirtelen felfűvódás következtében kialakíthatták a világegyetem nagyléptékű szerkezetét.

Mint láthattuk, a folyadékok igen fontos szerepet töltenek be az Univerzumban. Többek között jelenlegi tudásunk szerint alapfeltételei az életnek is, így hát becsüljük meg ezt a halmazállapotot.

Drónok

Tom Cruise legújabb filmjében, a Feledésben egy érdekes feladatot teljesít, nevezetesen drónokat kell karban tartania. De valósággá válhat-e a filmbeli elképzelés? A válasz egyértelmű: igen. A haditechnikai ipar már most is dollármilliárdokat költ a drónok kifejlesztésére, és igen, már vannak ilyen szerkezetek. Persze ezek még kezdetlegesek, nem olyanok, mint a filmben, de véleményem szerint nem kell sok idő ahhoz, hogy gépi evolúciójuk elérje azt a szintet. Az USA, Kína, Oroszország is élen jár, de hamarosan más államok is bekapcsolódnak. Egy nap ezek a szerkezetek felváltják a katonákat a harctéren, és akkor gépek vívnak gépek ellen háborút. De az is meglehet, hogy gépek emberek ellen, mint ebben a filmben, vagy éppen a Terminátor vagy a Mátrix sötét antiutópiájában. Felvetődhet a kérdés, hogy miért jó ez? Nos, a válasz gyorsan érkezik. A gép tökéletesebb mint az ember. Nem fárad el, nincsenek igényei, morális elvei. Gond nélkül öl, ha kell. Ezen túlmenően a társadalom tiltakozása is jelentős, amint egy-egy háborúban hullanak a katonák. Gondoljunk csak Irakra vagy Afganisztánra. Az amerikai lakosság egyre nagyobb elégedetlenségének adott hangot, amint nőttek a veszteségek. Pedig azok messze elmaradtak a vietnámi háború adataitól. Az emberi élet értékes lett. Ha a gépet kilövik, senki sem siratja, sőt még esetleg meg is javítható vagy újrahasznosítható. Másrészt a gépek könnyen eljuthatnak oda is, ahová az ember nem. Veszélyes, járhatatlan, vagy sugárfertőzött területekre. A beépített szenzorok teljesebb képet adnak, mint egy emberi megfigyelő.

A tét igen nagy: amelyik államnak előbb lesz drón-serege, az stratégiai előnybe kerül a többivel szemben, így éles a verseny ezen a téren. Minden jelentős katonai hatalom folytat kutatásokat ezen a téren. Gondoljunk csak bele, hogy az emberek játékszerek a gépek mellett. Az ember sebezhető és esendő, a gép erős és kitartó. A gépnek nincsenek pszichés reakciói. A katonákat, akik megjárták a háborút, gyakran érik poszttraumatikus behatások. A háború végeztével nehezen illeszkednek vissza a társadalomba, gyakran lesznek antiszociálisak, munkanélküliek, depressziósak. Sokuk nem bírja ezt a nyomást és végül öngyilkosok lesznek.

A különböző drónok földön, vízben, levegőben igen hatékonyak lehetnek. Persze megvannak a veszélyeik is az ilyen fegyvereknek. A gépnek nincsenek morális gátlásai, egyszerű automata. Ha parancsot kap, mindenkit megöl. Ezt láthattuk már számtalan sci-fi adaptációban. Így természetesen nagy felelősség nyugszik azokon, akik a drónokat irányítják. A morális felelősség az övék és nem a gépé.

Persze az is előfordulhat az idő előre haladtával, hogy taktikai irányítást mesterséges intelligenciák veszik át, amikor majd mindkét frontvonalon valamilyen gép áll egymással szemben. A gépek megvívják az emberek helyett a háborúkat. Ez jól hangzik, de mint mindennek, ennek is ára van. Meglehet, hogy egy napon nagy igyekezetünkben arra eszmélünk, hogy a gépek uralkodnak felettünk, s akkor megkezdődhet az emberiség szabadságharca a gépek uralmának megdöntésére. Sötét jövő ez. De nem kell, hogy így legyen. A drónok legfőbb veszélye az, hogy ha kiiktatják az emberi tényezőt, akkor a háború egyszerű játékká válik, s félő, hogy mind gyakrabban nyúlnak hozzá, hiszen nincsenek emberi katonák, akik elesnének a harctéren. Ettől persze még jelentős lehet a kár a polgári létesítményekben és életekben. A drónok azonban célzottan is bevethetők, hogy kíméeljék a polgári lakosságot, s csak katonai létesítmények, egységek ellen intézzenek csapást.

Nos, a jövő már jelen van, hogy egy filmbéli mondást idézzek. A drónok a nyakunkon vannak, a fejlesztő mérnökök tervezőasztalain, sőt prototípusok képében itt kopogtatnak az ajtókon. A gondolat nagyon csábító, a kérdés csupán az, hogy engedünk-e a kísértésnek?

Az utópia szerepe a sci-fiben

Az utópia, mint oly sok minden, görög találmány. A szó jelentése: sehol sincs. Az egyik legnagyobb és talán leghíresebb utópista Platon volt, aki számos művében felvázolta a politikáról és a társadalomról alkotott ilyen irányú nézeteit. Minden valószínűség szerint a Timaiosz-ban leírt Atlantisz is egy valójában nem létező elképzelt társadalom megörökítése, mely példaként szolgálhatott. Egy olyan fejlett kultúráról, civilizációról folytatnak eszmecserét a szereplők párbeszédese formában, mely Platón korában is csupán idea volt. Platón maga egyébként úgy képzelte, hogy a társadalom és a politika romlott, hajlamosak az emberek megromlani, a társadalom pedig elkorcsosulni. Ezért úgy vélte, hogy társadalmat tagolni kell, s az állam élén családjuktól és vagyonuktól megfosztott filozófus királyoknak kell állniuk. Mi ez, ha nem sci-fi? Már akkor is tisztában voltak vele, hogy ez lehetetlenség. Úgyhogy a gondolat, mely anno szárba szökken, elindult világhódító útjára. A középkori és újkori gondolkodók is sorra fogalmazták meg utópiáikat. Az Artúr-mondakör Avalonja egy sehol sem megtalálható eszményi hely. Machiavelli pedig a Fejedelemben a jó és etikus uralkodó és kormányzás lehetőségein gondolkodik. Az utópista szocialisták a tudomány által átformált és áthatott társadalom tükörképét alkották meg a falanszterekben, ahol mindenki egyenlő.

Majd a 20. században a modern sci-fi irodalom megszületésével előzőltek minket a régi-új utópiák. A. Huxley Szép új világ-jában egy genetikai alapon kasztosodott társadalomról ír. Orwell pedig az 1984-ben a Nagy Testvér kommunisztikus víziójával ajándékoz meg minket. Érdemes megjegyezni, hogy az utópia alapvetően valami pozitív dolog, de létezik számtalan negatív utópia, melyek a filmekben és a könyvekben rendszerint valamilyen posztapokaliptikus világban játszódnak. Ilyen ikonikus világ a Terminátor, ahol a gépek szinte teljesen kiirtják az emberiséget, de megemlíthetjük a Mátrixot is, ahol a gép energiaforrássá degradálja le az embert. Mindkét filmben közös a totális gépi uralom, melynek alapjául az a feltevés szolgál, hogy egy nap az intelligens gép túlszárnyalja az alkotóját, az embert minden téren. Ekkor már nem lesz szüksége rá, s valamiféle parazitának tekinti, melyet jobb, ha kiirt. Ezek a negatív utópiák mély nyomokat hagytak az emberiség kollektív tudatában. A társadalom egyfajta eltorzul tükrei ezek, akárcsak a Philip K. Dick novellájából készült film, a Szárnyas fejedelmű. Ezek is egyfajta posztmodern társadalomban játszódnak, ahol a gépek meghatározó tényezők, miközben az emberek teljesen elidegenednek egymástól és maguk is elgépiesednek. Az ugyanezen szerző művéből adaptált Különvélemény című film is egyfajta idegen és szörnyű világot tár elénk, ahol a régi római jogi jogelv látszik sérülni, azaz: a gondolatok szabadok, még ha azok tiltottra vonatkoznak is. A filmben a gyilkosokat már akkor elkapják, amikor azok még csak kigondolják a gyilkosságot, azaz el sem követik, csupán a precogoknak nevezett torz lények látják előre mindezt.

Természetesen pozitív utópiák is akadnak, noha ezekben is elrejtene a szerzők némi negatív felhangot, hiszen attól izgalmas a cselekmény és a felvetett filozófiai mondanivaló. Az egyik nagy modern utópisztikus mondakör a csillagszövetségek világa, amikor az emberiség eljut arra a színvonalra, hogy képes utazni a csillagok között, és létrehozhatja a maga fejlett társadalmát. Erre jó példa a Star Trek. A közelmúltban két új mozifilm is készült. A Csillagszövetség és a Csillagflotta, melynek büszkesége az Enterprise űrhajó és legénysége, nem más, mint egyfajta utópia, mely az ember béke és jólét iránti olthatatlan vágyát kívánja kielégíteni. Egyben kivetíti jelen társadalmunk leképződését a távoli jövőbe.

Az utópiák fontosak az emberi gondolkodás számára, tudták ezt jól a görögök is. Rajtuk keresztül megélhetjük álmainkat és vágyainkat, elmondhatjuk embertársainknak, hogy hogyan gondolkozunk a jövőről. A jövő fontos elem, élni tanít mindannyiunkat. Megmutatja, hogy mivé lehetünk, s olykor görbe tükröt tart jelen civilizációnk elé. Ha a sci-fi nem volna, mely felkarolta az utópista gondolatokat, s általuk tovább él, sőt újakat teremtett, akkor az egész kultúra lenne szegényebb. Sőt, gondolkodásunk és a tudomány, valamint a technika is sokszor nélkülözni kényszerült volna egy fontos hajtóerőt.

Élet a halál után

A hibernálásról már biztosan sokan hallottak, még azok is, akik nem járatosak a sci-fi műfajban. A természetben ugyanis valóság az, mely a számunkra egyelőre csak álom. Léteznek olyan sarki, magashegyvidéki rovarok, békák, melyek a tél folyamán, vagy a hegyekben éjszaka, amikor a hőmérséklet fagypontra alá zuhan, megfagynak, majd kiolvadnak és folytatják az életüket. Természetesen, amikor megfagynak, meghalnak, mert a szívük megáll. Szervezetükben azonban van egy olyan folyadék, mely egyfajta fagyálló, így meggátolja a jégkristályok gyors képződését, ami károsítaná a sejteket.

Nos, az ember megirigyelte ezt, s a hibernálás atyjának tartott Robert Ettinger 1976-ban megalapította krionikai intézetét. A tudományág gyors léptekkel fejlődött, s ma már csak egy karnyújtás, hogy életet kapjunk a halál után. De hogyan zajlik mindez? Mostanság több krionikai intézet kínálja szolgáltatását. Körülbelül 28 ezer dollárért rendelkezhetünk úgy, hogy halálunk után testünket egy különleges eljárásnak vessék alá. Ennek során a testből eltávolítják a vért, helyére egy speciális folyadékot töltenek, melyet szívmotorral keringetnek mindaddig, míg a szövetek telítődnek vele. Ez a folyadék nagyon hasonló ahhoz, ami az említett állatokban van. Fontos, hogy a fagyasztás során ne keletkezzenek jégkristályok, mert azok tönkreteszik a sejtet. Hasonló ez ahhoz, mint ahogy a mélyhűtőbe tett hús felolvasztáskor levet ereszt. Ez annak a jele, hogy károsodott. Miután megtörtént az előkészítés, a testet mínusz 196 Celsius fokra hűtik, majd folyékony nitrogénnel telt kapszulába helyezik és tárolják. Akár korlátlan ideig. Csak a nitrogént kell pótolni, mely párolog. Az első ember, akit lefagyasztottak, Rhea Ettinger volt, aki 1977-ben halt meg, és nem olyan régen 92 éves korában meghalt maga Robert Ettinger is, s 106-os sorszámmal egy hűtőkapszulába került.

A krionikai kutatások olyan ütemben fejlődnek, hogy az álom hamarosan valóság lehet. Az állatkísérletek biztatóak, s a cégek igyekeznek embereket is meggyőzni, hogy beleegyezzenek a kísérletbe. Eddig azonban még senkit sem próbáltak a mélyfagyasztásból feléleszteni. Elvileg azonban nem lehetetlen a dolog, tehát joggal reménykedhetünk. Azok, akik ma lefagyasztva pihennek, ők általában azért vetették alá magukat ennek, mert valamilyen gyógyíthatatlan betegségben szenvedtek, s abban reménykedtek, hogy egy napon gyógyítható lesz a kór, s akkor ismét az élet színpadára szólíthatók. Léteznek olyan előkészületek is, hogy az amerikai hadsereg bevetéseiben súlyosan sérült katonákon hajtsák ezt végre.

Képzeld el, hogy egy napon életre kelthető az, akit hibernáltak. Miért jó ez? Nos, akit hibernálnak, annak állapota évszázadok alatt sem változik. Az idő megáll a halála pillanatában, miközben a világ fejlődik. Így valaki kényelmesen „kivárhatja”, míg betegsége, sérülése gyógyítható lesz. Az űrhajózásban is jó lenne ez az eljárás, amikor az embereket nagyon hosszú útra küldenénk, például csillagközi utazásra. A sci-fiben ez gyakori. Például az Alien filmekben. Még fénysebesség közeli sebességgel is évekig tart egy-egy ilyen út. Sokkal jobb, ha a személyzetet hibernálják, és csak akkor élesztik őket, amikor megérkeznek. Ez idő alatt nem öregsznek, nincsenek biológiai szükségleteik, nem kell várakozni, míg úton vannak.

Újabban azonban olyan gyors fejlődésen megy át a tudomány, hogy lehet, hogy nem is lesz szükség az ember hibernálására. Ha feloldanák az ember klónozásának tilalmát, akkor mindenki új testben folytathatná az életét. Ez megoldható úgy, hogy mesterségesen létrehoznak egy klónt egy tartályban (mútméhben) és az illető agyáról készítenek egy letöltést, majd ezt a klónba programozzák. A bioinformatika hamarosan talán ezt is lehetővé teszi. A kérdés nem az, hogy megvalósítható-e, hanem inkább etikai jellegű. A humánklónozás tiltott. Másrészt ki dönti el, hogy ki az, aki tovább élhet az új testben, amikor a Föld már így is túlnépesedett. Gazdagok kiváltsága lesz ez. Ugyanez igaz lehet a hibernálásra is. Kit hoznak vissza az életbe? A problémára talán a világűr jelenthet megoldást. Ha majd az emberiség benépesíti azt, akkor juthat hely a „feltámadóknak” is. Egy-egy gigantikus és kényelmes űrkolónia be tudja majd fogadni az embertömegeket. De a Naprendszerben is van hely, sőt más csillagok körül keringő ún. exobolygók korlátlan lehetőségeket tartogatnak a népességnövekedés kezelésére.

És íme a Higgs-bozon

Világegyetemünk leginkább egy törött tükörrre hasonlít, ugyanis az ősrobbanás pillanatában a szimmetria megsérült. Ennek számtalan bizonyítéka van, például az addig egyetlen erő és egyetlen részecske széthasadt. Ma számtalan részecskét ismerünk, melyeket különböző részecskeszaládokba csoportosítunk (pl. hadronok, leptonok, fermionok), az egyetlen természeti kölcsönhatás helyett pedig ma 4 uralja a világunkat. Ezek az erős, a gyenge, az elektromágneses és a gravitációs kölcsönhatás. A szimmetria sérülésének egyik legnyilvánvalóbb jele az, hogy ma itt ülünk és olvassuk ezt a cikket. Ugyanis az történt, hogy az ősrobbanáskor elbomló addigi anyagból kevesebb antianyag keletkezett, mint anyag. Az anyag és antianyag párok kölcsönösen szétsugárzódtak, de mivel több anyag volt, mely nem talált párt, így ez megmaradt, és kitöltötte az univerzumot. Az univerzumnak egyéként csak mintegy kb. 4% anyag (pl. protonok, neutronok, elektronok).

A szimmetria megsértésével el is érkeztünk a Higgs-bozonhoz. A bozonok vagy mértékbozonok olyan részecskék, melyek az erőátvitelért felelősek. A kölcsönhatások úgy jönnek létre, hogy ilyenkor bozonokat cserélnek például a protonokat felépítő fel és le kvarkok. Az elektromágneses erő bozonja a foton, ennek nincs nyugalmi tömege, ugyanakkor ha az elektromágneses erőt és a gyenge kölcsönhatást egyetlen erővé egyesítjük (nagy energiákon), akkor a közvetítő részecskének, a Z és W bozonnak lesz tömege. Íme, sérül valami. (A gravitációt a graviton, az erős kölcsönhatást a gluon közvetíti.) Tehát felvetődik úgy általában is a kérdés, hogy mitől van a részecskéknek tömege? Erre dolgozta ki elméletét Higgs. Higgs szerint létezik egy mező, mely leginkább egy hullámpapírra hasonlít. A foton a barázdákban halad, így nincs ellenállás, azaz nincs nyugalmi tömege. Ellenben más részecskék a barázdákra merőlegesen haladnak, így ellenállásba ütköznek és rögtön tömegre tesznek szert. A mezőhöz természetesen tartozik egy bozon is, mely az erőátvitelért felelős. Ez a Higgs részecske. A Higgs-bozont azonban nagyon nehéz megtalálni, mert nagy energiatartományokban bukkan csak elő. Ugyanakkor a fizikusoknak sikerült leszűkíteniük ezeket az energiatartományokat, s már-már a mérési eredményekből úgy tűnik, hogy az LHC megtalálta az oly régóta keresett Higgs-bozont, mely betömne egy lyukat a részecskék ún. standard modelljében. A Higgs-bozon igen nagy tömegű részecske, tömege nagyobb 114 GeV (gigaelektronvolt)-nál. Am még a Higgs-bozon megtalálása sem magyaráz meg mindent. Az elméleteink még mindig hiányosak. A feltételezések szerint minden részecskének kell lennie egy szuperszimmetrikus párjának is, ami tovább bonyolítja és árnyalja a már így is kaotikus rendet. És azután még itt van az a probléma is, hogy a Higgs-bozon miért ad az elemi részecskék közül

az egyiknek nagyobb, a másiknak kisebb tömeget? Érdekes és egyben tudathasadásos állapot, hogy a protont alkotó kvarkok tömege és az azokat összetartó energia tömege még így sem adja ki a proton tömegét. Miből adódik a különbség?

Úgy látszik, hogy megvan tehát az elméleti fizikusok által megjósolt és olyannyira keresett Higgs-bozon, de létezése több kérdést vet fel, mint amennyit megválaszolt. A dolgok rendje általában ez, hisz az újabb és újabb kérdések viszik előre a világot.

Olbers paradoxona

A híres-neves paradoxon így hangzik: ha végtelen nagy az univerzum, és abban ennek folytán végtelen sok csillag van, akkor miért van este sötét? Márpedig este, mint azt még a gyerekek is tudják, sötét van. De ne szaladjunk ennyire előre. Az 1920-as évek eleje előtt még egyszerű volt a helyzet. Az emberek jóformán csak a Naprendszert ismerték a távcsövek segítségével. Galilei és Kepler óta tudták, hogy a bolygók a Nap körül keringenek. A bolygókon túl pedig ott vannak az állócsillagok. Egyesek elkezdtek azon gondolkozni, hogy mi van a Naprendszeren túl. Hamarosan rájöttek, hogy a csillagok a Napunkhoz többé-kevésbé hasonló égitestek. Így hát kitágult a világmindenség fogalma. Azonban úgy vélték, hogy ez egy véges világ. A távolságukat is idővel a paralellaxis nevű módszerrel sikerült meghatározni, s kiderül, hogy igen messze vannak. A legközelebbi csillagról, a Proxima Centauri (Kentaur csillagkép) is több mint 4 évig utazik a fény, mire ideér. A távcsövek segítségével az égbolton titokzatos ködöket is azonosítottak, ezekről úgy vélték, gáz- és porfelhők. 1920-ra már fogalmat alkothattak a csillagászok a Tejútról. Tudták, hogy a mi Napunk is része a Tejútnak, melyben igen sok, de nem végtelenül sok csillag van, ezért azután este természetes, hogy sötét van. Azonban akaratlanul is felmerült a kérdés, hogy mi van a Tejúton, a mi galaxisunkon túl. Egyáltalán van-e rajta kívül valami más. Erre a kérdésre először Edwin Hubble tudott választ adni. Nagyon izgatták őt a ködöknek elnevezett alakzatok (pl. Androméda-köd, Magellán-felhő). Elkezdte őket tanulmányozni. Éjszakáról éjszakára hatalmas teleszkópokkal vizsgálta az Androméda-ködöt. Szerencséje volt és a sok távoli csillag között talált egy ún. cefeida változócsillagot. Az ilyen csillagok szabályos időközönként változtatják fényüket. Alkalmassak arra, hogy segítségükkel megbecsüljük, hogy ahol vannak, az milyen távol van a Földtől. A mérésből kiderült, hogy az Androméda-köd jóval messzebb van, mint a Tejút átmérője, tehát valójában nem egy gázköd, hanem egy másik galaxis. Olyasmi, mint a Tejút. Ez a felfedezés óriási visszhangot váltott ki, mert egyre-másra bizonyosodott be, hogy a Tejúton kívüli halvány ködök galaxisok. Ma úgy gondoljuk, hogy a megfigyelhető világegyetemben mintegy 100 milliárd galaxis van. Így ismételen előtérbe került Olbers paradoxona, hiszen ha végtelen nagy az univerzum, akkor miért van sötét? Hiszen a végtelenül sok csillag minden irányban kitöltené az eget, és még ha porfelhők takarják is el őket, azokat már sugárzásuk izzásra kényszerítette volna, így világítanának. Olbers paradoxonának megoldására az ősrobbanás elmélet adott választ. E szerint ugyanis a világegyetem nem létezik öröktől fogva, hanem mintegy 13,7 milliárd évvel ezelőtt egy hihetetlenül sűrű és forró pont hirtelen bekövetkező tágulása és hűlése folyamán jött létre. E tágulás során először az energiából anyag, majd az anyagból csillagok és galaxisok jöttek létre. Mint tudjuk, a fény terjedésének sebessége véges, így egy nagyon távoli csillag fényének még nem volt ideje arra, hogy ide érjen, túl messze van ahhoz. Erre azt mondják a csillagászok, hogy a belátható univerzum horizontján túl van. Számunkra megfigyelhetetlen. Ezért azután, bár az univerzum hatalmas, szinte nyugodtan mondhatnánk azt is, hogy végtelen, de abból mi csak egy véges részt látunk, melyben nincs annyi csillag, hogy minden irányban látszódba egyenletesen kitöltse az eget. Így éjszaka sötét van.

Naptevékenység

Napunk egy átlagos csillag a Tejútrendszerben. G színképosztályú, ami azt jelenti, hogy sárga törpe. Bár átmérője kerekítve mintegy 1,4 millió km, mégis közepes méretűnek számít. Vannak nála jóval nagyobb kék csillagok (pl. a Rigel az Orionban) vagy vörös óriások (Antares a Skorpióban), de kisebbek is (Proxima Centauri a Kentaurban). Egy csillagközi por- és gázfelhő összesűrűsödése révén jött létre. Körülbelül 80%-ban hidrogénből és 20%-ban héliumból áll. Nagyon kevés nehezebb elemet is tartalmaz. Magjában a hidrogén-hélium arány már 50%. Ez azt is jelenti egyúttal, hogy életének közepén jár, 5 milliárd éves, s még ugyanennyi ideje van hátra, mielőtt vörös óriássá fúvódik fel, végül planetáris ködként pusztul el, hátrahagyva egy szénből álló fehér törpecsillagot, mely tulajdonképpen a magja. Most a legegyszerűbb nukleáris reakció zajlik benne, protonok (hidrogén atommagok) alakulnak héliummá. Ezen átalakulások során elektromágneses sugárzás szabadul fel és e mellett még elemi részecskék, mint például neutrínók. Magjában a hőmérséklet 15 millió Celsius fok. A magot a sugárzási zóna veszi körül, e felett a konvekciós zóna található, ahol a forró plazma a felszín felé emelkedik, ott lehűl és visszabukik. A Nap felszíne a fotoszféra, mely felett a tulajdonképpeni légkörnek nevezhető kromoszféra van. A Napot igyekeznek a gravitáció összehúzni, de ezt a hatást ellensúlyozza az energiatermelés során felszabaduló sugárzás, mely egyensúlyt tart. A felszíne csak 6000 Celsius fokos, de vannak rajta hidegebb területek, ezek a napfoltok, melyek csak 5500 Celsius fokosak. A Napnak igen erős és kiterjedt mágneses mezeje is van, mivel az őt alkotó plazma elektromosan töltött. A mágneses mező és a mágneses erővonalak jelentős szerepet töltenek be a Nap életében. A foltok környezetében, de magasabb szinten, a kromoszférában zajlanak le a robbanásos kitörések az ún. flare-ek, melyekben a plazma a mágneses erővonalak mentén mozog. E flare-ek olykor ún. napkitöréseket is produkálnak, amikor óriási hidrogénfelhők szakadnak ki a Napból és indulnak nagy sebességgel a bolygóközi tér felé. A Földet elérve mágneses viharokat okoznak, és sarki fény jön létre. A flare-ek lökéshullámokat keltenek a naplégkörben, s ezek a hullámok továbbhaladva újabb flare-ek keletkezését segítik elő. A Nap tehát egy igen aktív csillag, bár nyugodt és mondhatni kiegyensúlyozott. Vannak nála fiatalabb csillagok, melyek heves kitöréseket produkálnak, és öregebbek is, melyek szintén aktívabbak. A napfoltok, e sötétebbnek tűnő területek elszórtan helyezkednek el, s időnként el-, majd feltűnnek. Megjelenésükben 11 éves ciklus játszik szerepet. Vannak minimumok és maximumok, ilyenkor több vagy kevesebb a napfolt. A Nap lüktet is és forog is. Lüktetésének oka a sugárzás kifelé, míg a gravitáció befelé ható egyensúlya pillanatnyi változásainak és az anyagáramlásoknak köszönhető.

Nagy Bumm, Nagy Reccs, Nagy Suttó

Felvetődik a kérdés, hogy mit takarnak ezek a játékos elnevezések, mert bizony ezek kozmológiai alapfogalmak. Nézzük akkor meg őket tüzetesebben. A Nagy Bumm ezek közül a legismertebb kifejezés, és az ősrobbanást nevezik így. Már maga a megnevezés is félrevezető, hiszen tudva levő, hogy az ősrobbanás nem robbanás volt a szó hétköznapi értelmében. A fizikusok egyike gúnyosan nevezte el így a neki nem tetsző elméletet. Az ősrobbanás valójában egy szingularitásnak, egy végtelen sűrűségű és szinte nulla térfogatú energia-pontnak a tágulása, mely mind a mai napig tart, s létrehozta a világegyetemet, melyben élünk. Kezdetben nem létezett sem tér, sem idő. Ezek is az ősrobbanással születtek. A létrejövő és táguló térben és időben kezdett formálódni világunk. A kezdetben nagyon forró és sűrű energia egyre hidegebbé és ritkábbá vált, míg végül az energiából anyag keletkezett. Ez a titokzatos anyag, mely az ősrobbanás pillanatát követően kitöltötte a teret, azonban rögtön el

is bomlott a ma ismert anyaggá és antianyaggá. Az antianyag az anyag párja, tömegük ugyanakkora, csak elektromos töltésük más. Minden anyagnak van antipárja, kivéve a fotont. Az elektroné például a pozitron. Amikor az anyag és antianyag találkozik, kölcsönösen megsemmisítik egymást, szétsugárzódnak gamma fotonná, azaz energiává. Ez történt az ősrobbanást követően. Mivel azonban a bomláskor egy kicsivel több anyag keletkezett, mint antianyag, ezért valamennyi megmaradt, s abból jöttek létre az első csillagok, galaxisok. Mi is ebből a maradékból vagyunk. A megfigyelhető univerzum 4%-a normál anyag. A többi sötét anyag (20% körül) és sötét energia (70% körül). Tehát a Nagy Bumm nem más, mint az ősrobbanás.

A Nagy Reccs röviden az ősrobbanás fordítottja. A fizikusok úgy gondolják, ha az Univerzumban elegendő anyag van, akkor egy napon a jelenleg is tartó tágulás úgy 20-30 milliárd év múlva megáll, mivel a gravitáció lassítani igyekszik a galaxisok mozgását. Ekkor a vonzás kerekedik felül. Végül minden egyetlen pontba sűrűsödik össze. Ez nem lesz más, mint egy különleges fekete lyuk. Hawking és mások úgy gondolják, hogy a Világegyetem maga is egy fekete lyukból keletkezett, sőt egyesek feltételezni vélik, hogy egy olyan fekete lyukban élünk, amely belül felhígult. Ennek oka, hogy mivel nagyon nagy tömeget képvisel és nagy átmérővel párosul, ezért belül nem kell végtelenül sűrűnek lennie, mint azt elvárnánk egy szokványos, nagy tömegű csillag halálakor keletkezett fekete lyuk esetében.

És végül: mi a Nagy Suttó? Ezzel az Univerzumnak azt az állapotát illetik, amikor a benne lévő anyag sűrűsége nem elegendő ahhoz, hogy a tágulást lelassítsa és megfordítsa, hanem a világegyetem a végtelenségig tágulni fog. Jelenlegi számításaink azt mutatják, hogy a világegyetem nemcsak hogy tágul, hanem gyorsulva tágul. Ha ez az állapot tartósan fent marad, akkor végül annyira eluralkodik a tágulás, hogy a galaxisok szétesnek, majd szinte elképzelhetetlenül hosszú idő után a galaxisok is, és végső soron az anyag is elbomlik. Az univerzum pedig annyira kihűl, hogy megfagy. Megáll az idő, s a tér a gyorsuló tágulástól egyszerűen szétszakad. Ez a világegyetem halála, a Nagy Suttó.

Hogy melyik fog bekövetkezni, azt a tudósok még egyelőre nem tudják biztosan megmondani. Vannak mindkét esetre kidolgozott kozmológiai és matematikai modellek. Nem tudjuk az anyag sűrűségét kellő pontossággal megmondani, ugyanis az a határérték körül mozog. Annyit mindenesetre tudunk, hogy jelenleg a világegyetem gyorsulva tágul, de hogy ez örökké tart-e, abban nem vagyunk biztosak. Elképzelhető, hogy ez csak egy átmeneti állapot. Volt már ilyen az univerzum életének korai szakaszában. Ezt inflációnak nevezték el a tudósok.

Egy azonban biztos, mégpedig, hogy az univerzum sem él örökké, egy nap elpusztul. Ez peresze emberi mértékkel mérve nagyon nagy idő. 20-30 milliárd évekről, vagy még többről van szó. Egyszer azonban eljön a világvége vagy a Nagy Reccs, vagy a Nagy Suttó formájában. A Nagy Reccs esetében azonban felmerül a lehetőség, hogy a létrejövő szingularitásból egy új világegyetem szülessen. Ezt nevezik oszcilláló modellnek, amikor váltakozik a tágulás és az összehúzódás.

Szex az űrben

A fenti állítás első hallásra igen bizarrul hangzik, mintha egy sci-fi pornó főcíme lenne. A dolog azonban korántsem elhanyagolható, hogy csak legyintsünk rá, vagy mosolyogjunk rajta. A kérdés valahogy úgy hangzik, hogy ki a fene menne fel az űrbe csak azért, hogy ott azután szexeljen? Hát az extrém gazdagok között biztosan akadna vállalkozó szellem, de ezt a kérdést most tudományos szemszögből kell megvizsgálni. Gyorsan ki kell jelenteni, hogy az ember nem arra teremtett, hogy az űrben szeretkezzen. A dolgok hátterében a súlytalanság

áll. Odafent, mondjuk egy űrhajóban, vagy a Nemzetközi Űrállomáson ugyanis minden szabadon esik, súlytalan. Aki látott már ilyen felvételeket, az tapasztalhatta, hogy minden csak úgy össze-vissza lebeg. Az emberi testnek szüksége van a gravitáció jótékony hatására, a súlyosság érzésére ahhoz, hogy minden rendben működjön. Legjobb tudomásunk szerint még senki sem próbált szexelni az űrben, így azután nem is tudjuk megmondani teljes bizonyossággal, hogy működne-e a dolog és hogy hogyan. Volt eset, hogy az űrsikló utasai között házaspárok foglaltak helyet, és a Nemzetközi Űrállomáson is teljesítenek szolgálatot nők, de a fáma nem szól arról, hogy testi kontaktus lett volna közöttük. Egyébként ezt, mármint a szexet igen prűden kezelte a NASA, nem is igen foglalkoztak a kérdéssel, agyonhallgatták. Azután mostanában a felszínre került.

Említve volt, hogy odafönt bizony súlytalanság uralkodik. Ez nagy baj, mert sokszorozódva érvényesül Newton egyik törvénye: a hatás-ellenhatás elve. Azaz, ha egy testre erő hat, akkor a másik testre is hat egy ugyanakkora vele ellentétes erő. Az erők ilyen párokban hatnak. Például, ha az űrben meglökünk valamit egy irányba, akkor mi magunk az ellenkező irányba mozdulunk el. Képzeljük el így a szeretkezést, amit a pár egy heves aktus közepén ide-oda sodródik, lökődik. Ez majdhogynem lehetetlen. Ám láss csodát, az ember mily leleményes: egy amerikai tudospár igyekszik megoldást találni erre. Olyan különleges ruhát fejlesztettek, melynek az elülső része lecipzározható, sőt mi több, a két ruha tépőzárral összekapcsolható, s így a párok egymáshoz rögzíthetik magukat. Hát ízlések és pofonok. Nem tudom, kinek volna így kedve egy aktushoz valamiféle overálban összetépőzárva a másikkal? Gondolkoznak azon is, hogy egyfajta hámban vagy hintaszerű szerkezetben végrehajtani mindezt, hogy ne lebegjenek csak úgy.

Mivel élesben még senki (legalábbis így tudjuk) nem szexelt az űrben, így nem tudjuk azt sem, hogy az izmok hogyan teljesítenék feladatukat. Például a húgycső ritmikus összehúzó-dásáért felelős izomcsoportok, melyek az ondó kilövellődését okozzák. Az viszont bizonyított tény, hogy a súlytalanság állapotában ez emberi test leépül. Izomtömegének jelentős százalékat elveszti, az izmok gyengébbek lesznek. A szív sorvadásnak indul, mivel a súlytalanságban nem kell a gravitáció ellen dolgoznia a vér pumpálásakor. A több hetes űrbéli tartózkodás után a Földre visszatérő asztronauták sokszor még lábra sem tudnak állni. Másrészt a súlytalanságban a hüvelybe lövellődő ondó is egészen másképpen viselkedik. Kérdéses, hogy hogyan jutnának el a spermiumok a petesejtig.

Mint látjuk, a kérdés bonyolult biológiai szempontból, s joggal vetődhet fel bennünk, hogy de hát ki a fene akar akkor így egyáltalán az űrben szeretkezni? Mivel számos tudós azt vallja, hogy az ember jövője a világűr, s hamarosan űrhajók indulnak a Marsra, meg azután állandó űrállomások, hovatovább űrhotelek fognak épülni és benépesülni, a kérdés így már jogos. Az ember, ha megtelepszik az űrben, akkor ott szaporodnia is tudni kell. Ennek azonban nem csak az űrbéli szex nehézségei jelentik az akadályát, hanem az is, hogy a súlytalanságban a magzat fejlődési rendellenességeket szenved. Az izmok, a csontok, a szív, és az egyensúlyszervek normális fejlődéséhez nagy szükség van a gravitációra.

Ezért azután nem meglepő, hogy a tudósok azon gondolkoznak, hogy hogyan hozható létre a mesterséges gravitáció. Egy bevált elgondolás, hogy egy tóruszt kell építeni, mely egyenletesen forog megfelelő sebességgel a középpontja körül. Ekkor a centrifugális erő helyettesíti a gravitációt. Ilyet láthattunk, ún. O'Neil hengert, az Elízium című sci-fiben. Ez akár több tíz kilométeres is lehet. Az űrhajókban pedig a gyorsulás lenne egyenértékű a gravitációval, vagy egy szintén forgó rész beépítése. Így már minden akadály elhárulni látszik az elől, hogy megszülessen az első űrben fogant csecsemő. Csupán idő és pénz kérdése.

Méreték a Világegyetemben

Egy korábbi cikkben a távolságokról volt szó, most ideje megismerkedni a méretekkal, azaz, hogy mi mekkora. Kalandozásunkat kezdjük itt a Naprendszerben. A Föld kerekítve 12000 km átmérőjű. A Hold csak negyedekora, a Mars pedig csak fele, azaz kb. 6000 km átmérőjű. A Jupiter ellenben 140 ezer km átmérőjű, míg a Szaturnusz 120 ezer km. Tömegük is jelentősen nagyobb: a Jupiter 318 földtömeg, a Szaturnusz 95. A Naprendszerben azonban vitathatatlanul a Nap uralkodik. Átmérője kerekítve 1,4 millió km, tömege pedig a Jupiterének 1000-szerese.

Kilépve a Naprendszerből a csillagok világába, a Nap egy átlagos csillagnak számít. Vannak nála jóval nagyobbak és kisebbek is. Vegyünk néhány példát. A Szíriusz, az égbolt legfényesebb csillaga: 1,8-szor nagyobb, mint a Nap, tömege 2,4-szerese. Az Alfa Centauri A 1,3-szor nagyobb, míg az Alfa Centauri B 0,9-szerese a Napnak (Kentaur csillagkép). Ellenben az Antares a Skorpió csillagképben 10-szeres Naptömegű, és átmérője 390-szerese a Napnak. Az Aldebaran a Bika csillagképben 4-szeres Naptömegű és 72-szerese az átmérője a Napénak. Persze vannak 10, sőt akár 100 Naptömegű óriáscsillagok is.

A Galaxisunk középpontjában lévő fekete lyuk több 10-szer nagyobb átmérőjű, mint a Nap, és a tömege több millió Naptömeg. A más galaxisok középpontjában lévő fekete lyukak még ettől is nagyobbak lehetnek. Ezek a szupernagy fekete lyukak. Egy átlagos, a csillag pusztulásakor keletkezett fekete lyuk ugyanis mindössze néhány km átmérőjű és általában 8-10 Naptömeg körüli.

A Galaxisunkban, a Tejútban található fényes gázködök jóval nagyobbak. A Rák-köd a Bika csillagképben kb. 10 fényév átmérőjű. Egy szupernóva robbanással keletkezett. A Sas-köd a Kígyó csillagképben, ahol most csillagok születnek éppen, átmérője az 40 fényévet is meghaladja. Tömege akkora, hogy akár több száz csillag is keletkezhet belőle. A Rozetta-köd szintén hatalmas, központi része 32 fényév átmérőjű.

A következő lépés a galaxisok világa. A Tejút egy átlagos galaxis. Átmérője 100 ezer fényév. Vannak nála kisebbek és nagyobbak is. Szomszédunk, a Magellán-felhő (galaxis) jóval kisebb, mint a Tejút, kevesebb csillagot is tartalmaz. Ellenben az Androméda galaxis jó másfélszer nagyobb mint a Tejút. Közélünkben az egyik legnagyobb galaxis az M87. Ez egy elliptikus galaxis, nincsenek szép spirálkarjai, mint a Tejútnak, valószínűleg több galaxis összeolvadásából keletkezett. Olyan nagy, hogy a Tejút az M87 felé zuhan.

A galaxisok halmazokat, a halmazok szuperhalmazokat alkotnak. A mi Galaxisunk a Tejút a Lokális-halmaz tagja, más halmazok, például a Lövedék halmaz 5,3 millió fényév átmérőjűek. A Virgo-Coma szuperhalmaz több tízmillió fényév átmérőjű. Végül a szuperhalmazok falakba tömörülnek, melyek között hatalmas ürességek tátonganak, ahol szinte egyetlen galaxis sincs. A legnagyobb ilyen képződmény 1 milliárd fényév átmérőjű. Maga a látható Világegyetem pedig mintegy 13 milliárd fényév sugarú gömb, melyben szuperhalmazok és falak sokasága található. 100 milliárd galaxis alkotja ezt a szövedéket.

Hol rejtezik az energia?

Az emberiség jelentős problémával küzd. Egyre több energiára van szüksége, miközben a szén- és az olajkészletek kimerülőben vannak. Bár néha hallani, hogy itt-ott fedeznek fel újabb lelőhelyeket, ez mégsem lehet hosszútávon megoldás. Egyrészt a fosszilis energia-hordozók elégetésével széndioxid kerül a légkörbe, ami tovább fokozza az éghajlatváltozást, másrészt az igények gyorsan növekednek. Felvetődik a kérdés, hogy létezik-e valami meg-

oldás? Már ma is használunk alternatív forrásokat, ezek a megújuló energiák, a napsugárzás, a szél, a víz. Ezek azonban energiatermelésünknek csak kis százalékát teszik ki. Nem is túl hatékonyak. A duzzasztógáták tönkreteszik a folyók élővilágát, a szél nem mindig fúj. A napelemek hatásfoka pedig gyenge. Bár akadnak olyan ötletek is, hogy a világ sivatagaiba kellene óriás napelemtelepeket építeni, melyek sok négyzetkilométert is lefedhetnének. Az atomerőművek olcsó energiát adnak, de radioaktív sugárzás keletkezik melléktermékként, így bár a hatásfokuk meglehetősen jónak mondható a mai körülmények között, mintegy 8%-a alakul át az anyagnak energiává, a környezeti problémák és balesetek mindig figyelmeztetnek bennünket. Az uránkészletek egyébként még évszázadokig is elegendőek lehetnének.

Vegyük azonban számba, hogy mit kínálnak nekünk a tudományos eredmények, a tudományos fantasztikum világa. Az első és legközelebbi megoldás, ha az ürbe telepítünk óriási naperőműveket. Itt mindig éri őket a napsugárzás és nem akadályoznak senkit sem. A megtermelt energiát pedig mikrohullámú sugárzás formájában juttatnák le a földre. Merész elképzelés, de nem kivitelezhetetlen. Akár már most nekifoghatnánk a megépítésének.

Nagyon ígéretes terv a magfúzió, mely az emberiség nagy álma. A csillagok, mint például a mi napunk is, így nyerik az energiát. A magfúzió olcsó és rendkívül hatékony. Az anyag mintegy 60%-a alakul energiává az egyes folyamatokban. Többféle fúziós folyamat létezik. A Nap a proton-proton ciklust használja. De létezik a deutérium és trícium fúzió (hidrogén izotópok) sőt a helium-3 fúzió is. A deutérium a tengervízben szinte korlátlan mennyiségben rendelkezésre áll. Az emberiség energiaigényét sok évszázadra fedezné. Helium-3 pedig a Hold porában található meg többek között. Jelenleg különböző projektek munkálkodnak azon, hogy megvalósítsák a fúziót, mely olcsó és tiszta energia. Európában ilyen az ITER vállalkozás. Mindeddig azonban nem sikerült tartós eredmény elérni. Ennek oka, hogy a fúzió csak igen magas hőmérsékleten és nyomáson megy végbe. Mágneses terekkel kell összehűsíteni az izotópokat és felhevíteni őket akár 100 millió Celsius fokra is. Mindezen problémák ellenére azt mondják, közel már a nap, amikor beindul az első fúziós erőmű.

Még ennél is fantasztikusabb megoldás az antianyagot használó erőmű. Minden anyagrészcskének van egy antipárja, mely ugyanolyan, csak ellentétes az elektromos töltése. Ha az anyag és az antianyag érintkezik, kölcsönösen szétsugárzódnak energiává. Ez esetben a hatásfok 100%. 1 gramm antianyaggal egész városokat láthatnánk el energiával, 1 kilogrammal pedig már elhagyhatnánk a Naprendszer, s fotonrakétákat üzemeltetve lehetővé válna a csillagközi utazás. A baj csak az, hogy jelenleg nem vagyunk képesek nagy mennyiségben előállítani antianyagot. Itt a földön pedig természetes körülmények között nem található meg. Az anyag-antianyag reakció végleg megoldaná az emberiség energia gondjait. Egy nap minden bizonnyal képesek leszünk ipari léptékben előállítani, és akkor új lehetőségek nyílnak meg előttünk.

De ez még nem minden. A világegyetemben ezeken a lehetőségeken túl is léteznek olyan fantasztikus energiatermelő módok, melyekről még csak álmodni sem merünk. Például a neutroncsillagok mágneses dinamója csak úgy ontja az energiát. Egy szupernóva robbanásban például annyi energia szabadul fel néhány másodperc alatt, mint amennyit a Nap egész élete folyamán sugároz ki. Még fantasztikusabbak a fekete lyukak. Ezek is csak úgy ontják az energiát. A földi tudósok is eljátszottak már a gondolattal, hogyan lehetne egy mikro-fekete lyukkal energiát termelni.

Nos, mint láttuk, az energia előállításnak számtalan módja létezik, így nem azon kell aggódnunk, hogy a lehetőségek végesek, hanem hogy az emberiség melyiket tudja megvalósítani. Én úgy vélem, a tudomány és technika előre haladtával teljesülnek az álmaink.

De mik azok a ködök?

Számtalan csillagászati cikkben olvashatjuk a köd kifejezést. De mik azok? Ez a kérdés nem is olyan egyszerű, mert amikor még a távcsövek kezdetlegesek voltak és azokkal az eget fürkészték, számtalan ködösséget láttak a csillagok között. Mindenféle objektumra, ami elmosódott folt volt csupán, ráaggatták a köd kifejezést. A 20. század elején, amikor nagyot javult a távcsövek felbontóképessége és élessége, ezeket a ködöket, melyeket korábban még katalógusokba is rendeztek (Messier), szét tudták válogatni mibenlétük szerint. Így négy nagy csoportba sorolhatók: ezek a planetáris köd, a szupernóva maradvány, a csillagközi por- és gázköd, valamint a galaxis.

Nézzük meg ezeket tüzetesebben is. A planetáris ködök a Napunkhoz hasonló csillagok halálakor keletkeznek. A csillag a vörös óriás állapotára végén, amikor minden hélium szénre alakult a magban, ledobja külső rétegeit, és a magból egy fehér törpe csillag keletkezik. E fehér törpe csak akkora, mint a Föld, de benne az egykori csillag anyagának jelentős része tömörül össze. Felületi hőmérséklete eléri a 100 ezer Celsius fokot is, de benne már energiatermelés nem zajlik, lassan kihűl. A csillagmaradvány körül színpompás táguló köd marad. Attól színes, mert különböző elemek alkotják, s ezek a fehér törpe sugárzására más-más színt bocsátanak ki. Mivel tágul, ezek a képződmények lassan szétesnek, felhígulnak az űrben. Élettartamuk mindössze néhány tízezer év. Ilyen csodálatos planetáris ködöket figyelt meg a Hubble űrteleszkóp. Számos felvételt készített. Nincs két egyforma. Néhány planetáris köd (nevüket onnan kapták, hogy kis felbontásban az elmosódott folt planétára, azaz bolygóra emlékeztetett): Az Eszkimó-köd az Ikrék csillagképben, tőlünk 3000 fényévnire. A Csiga-köd a Vízöntő csillagképben, tőlünk 450 fényévnire. A Macskaszem-köd a Sárkány csillagképben, tőlünk 3500 fényévnire.

Szupernóva maradványok a Napnál nagyobb csillagok halálakor keletkeznek. A vörös szuperóriás állapotára végén, amikor a magban minden könnyebb elem vassá alakult, az összeroppan neutroncsillaggá és a külső rétegek kilökődnek az űrbe. Ezek fénylenek. A neutroncsillag csupán néhány tíz kilométer, mégis annyi anyag van benne, mely több mint 1,44 Naptömeg. A szétszóródó gázzétegek ködöt alkotnak, mely sokféle kémiai elemet tartalmaz. Legismertebb szupernóva maradvány a Rák-köd a Bika csillagképben. 1054-ben kínai csillagászok figyelték meg a felrobbanó csillagot, mely olyan fényes volt, hogy a nappali égen is látszódott. A másik ismert maradvány a Fátyol-köd a Hattyú csillagképben.

A csillagközi por- és gázködök a fentiekkel ellentétben nem csillagok pusztulásakor keletkeztek, hanem éppen ellenkezőleg, bennük éppen most jönnek létre csillagok. Ezek igen kiterjedt képződmények, néha több száz fényév átmérőjűek, és bennük több száz, a nagyobbakban több ezer csillag keletkezéséhez elegendő anyag van. Ezek a ködök minden kémiai elemet tartalmaznak, s a bennük keletkező fiatal csillagok heves sugárzásától fénylenek. A legismertebbek a Sas-köd a Kígyó csillagképben, az Orion-köd az Orion csillagképben, a Lófej-köd szintén az Orion csillagképben.

Az utolsó csoport a galaxisok. 1920-ig a távcsőben látott foltokról mind azt hitték, hogy a mi galaxisunk, a Tejút részei. Azonban E. Hubble felfedezte, hogy néhány korábban tévesen ködnek elnevezett objektum maga is egy önálló galaxis, mely nagyon messze van, így nem lehetnek a Tejút részei. A közkeletű köd elnevezés azonban néhány galaxison még ma is rajta marad, s ez a laikusok számára nagyon megtévesztő. Ezek ugyanis más galaxisok, melyek több milliárd csillagot tartalmaznak. Ezek közül a legismertebbek: Az Androméda-köd (galaxis) az Androméda csillagképben. Távolsága több mint 2 millió fényév. (A Tejút 100 ezer fényév átmérőjű.) A Magellán-felhő a déli égbolton, az Örvény-köd (galaxis) a Vadászebek csillagképben.

Nos tehát, láthattuk, hogy nem minden köd, ami annak látszik, s az egyes ködöknek nevezett objektumok között jelentős különbségek vannak. Némelyek halott csillagok maradványai, másokban éppen most születnek csillagok, míg a galaxisok olyan messze vannak, hogy önálló csillagvárosok az űrben.

A káosz a másfajta rend

Köznap értelemben véve a káosz és a rend két egymással ellentétes fogalom. A helyzet azonban korántsem ilyen egyszerű. Például egy leopárd foltjai vajon a rendet vagy a káoszt tükrözik? A káosz fogalma mélyen gyökerezik bennünk. A görög mitológiában a dolgok létrejöttét megelőző űr, vagy a Tartarosz feneketlen mélysége. Hésziodosz Istenek születése c. művében mindkét szerepben megjelenik. A későbbi keletkezéelméletek a káoszt az ő-állapotnak tekintették. A kozmosz létrehozója.

A káoszlól nagyon sokáig élt a görög gyökerekből a keresztény világnézetbe átkerült elképzelés. A tudósok a káosz uralta világ ellen küzdöttek akképpen, hogy feltárták az univerzumot működtető erőket, így a kaotikus világból kezdett kirajzolódni egy jól meghatározott rendnek engedelmessé világegyetem. Kepler bolygótörvényei és Newton mozgástörvényei tökéletesen leírták az univerzum modelljét. Így a tudományban a bonyolult rendszerek kiszámíthatóvá váltak. Ez azonban csak a látszat volt. Hamarosan repedések mutatkoztak ezen a jól felépített világmodellen.

A 19. század végén és a 20. század elején, amikor megszületett a kvantummechanika, egyszerűen a rend szétfoslott és a helyét a rendezetlenség vette át. A tudósok megdöbbenek és nem értették a kialakult helyzetet. A kvantummechanika különös világában a határozatlanság és a megjósolhatatlanság uralkodik. Hogy mást ne mondjak, egy részecske lehet hullám is és részecske is. Viselkedhet mind a két módon. Azután ott van a híres Heisenberg-féle határozatlanság. Soha sem tudhatjuk pontosan egyszerre egy részecske helyét és sebességét. Vagy a részecske helyét tudjuk pontosan, de ekkor sebessége válik meglehetősen bizonytalanná, vagy a sebességét ismerjük, de ekkor a helyzete válik kétségesé. Csak statisztikai módszerek állnak rendelkezésünkre. Vagyis bizonyos valószínűséggel mondhatjuk meg, hogy hol van a részecske vagy mekkora a sebessége.

Azután a tudósok számos kaotikus rendszert tártak fel. Ilyen volt például az időjárás. Azokat a törvényszerűségeket nagyon pontosan ismerjük, hogy hogyan viselkednek az időjárást létrehozó rendszerek. Azonban magát az időjárást, mint összetett rendszert képtelenek vagyunk pontosan megjósolni. Bizonyára mindannyian tapasztaltuk már egyszer-kétszer az időjárás előrejelzések kudarcát. Az időjárás ugyanis egy olyan rendszer, melynek elemei visszahatnak önmagukra, s ezek hatványozódnak. Elég egy kicsi változás, mely egyre erősödik és végül mindent teljesen felborít. Híressé vált idézet, ha egy pillangó meglebbenti a szárnyát Japánban, akkor lehet, hogy Brazíliában esni fog. Ez röviden a pillangóhatás, mely bevonult a tudományba, de még filmet is ihletett.

A matematikában és a geometriában is léteznek olyan rendszerek, melyek első pillantásra kaotikusak. Ezek közül híressé váltak a fraktálok. A nevet Mandelbrot adta ezeknek az önhasonló rendszereknek. Minden fraktál véletlenszerű, ezért statisztikai eszközökkel leírhatatlan, sőt nem alkalmazható rá az euklédieszi geometria sem. Azonban ha számítógépes grafikai eljárásokkal ábrázolunk egy fraktált, csodálatos dolognak lehetünk tanúja. Ha felnagyítjuk egy részletét, az olyan lesz, mint az egész. Végtelen módon ismétli önmagát. A természetben a tengerpartok, vagy a fák, növények, például a karfiol is fraktál. De az ember érhálózata is, vagy a hópehely.

A tudomány előre haladtával a kaotikus rendszerekben hirtelen feltárul a rend. A galaxisok térbeli eloszlása is egyfajta rendezettséget mutat, mely sajátos szabályoknak engedelmessékedik. Térjünk csak vissza az ógörög felfogásra. Az univerzum születése, az ősrobbanás is egyfajta kaotikus rend volt. A pillanatnyi rendezetlenségek, egyenetlenségek és különbségek voltak azok, melyek azután kialakították a ma ismert struktúrákat azon az elven, hogy a kezdeti apró rendezetlenség egyre erősödött. Ennek köszönhetjük a galaxisokat és a galaxis halmazok nagyléptékű szerkezetét. Így azt kell mondanunk, hogy amit mi káosznak vélünk, az csupán egy másfajta rend, sőt a káosz és a rend tulajdonképpen egymás kiegészítői és nem ellentétei.

Egy leopárd foltjai valójában rendezettek. Az önszervező és magukra visszaható rendszerek matematikai levezetései világosan kimutatják, hogy ezek a véletlenszerűnek tűnő foltok valójában a rend egyfajta megnyilvánulásai.

Ha a Föld máshol lenne...

Földünk a Naprendszerben keringve a Tejút nevű horgas spirálgalaxis egyik kisebb spirálkarjában foglal helyet. E spirálkar neve Orion-kar. A Naprendszer a Tejút központjától jó 25-30 ezer fényévnire van, tehát mondhatnánk, hogy a csendes külvárosban. Az egész Tejút átmérője mintegy 100 ezer fényév, és 150 milliárd csillagnak az otthona. A Naprendszer a Tejút magja körül 250 millió év alatt tesz meg egy fordulatot.

Ha tiszta sötét éjszakán felnézünk az égre, akkor a Tejút sávját láthatjuk derengeni az égbolton. Egy sávot látunk, hiszen benne vagyunk a spirálkarban. Az éjszakák meglehetősen sötétek, a csillagok halványak, mert egymástól nagy távolságokra vannak. A legközelebbi csillagrendszer, az Alfa Centauri is 4,2 fényévnire van. De képzeljük csak el, hogy mondjuk a Naprendszer a Tejút centrumához közelebb helyezkedne el, a belvárosban. Ekkor az egész égboltot fényes csillagok és hatalmas csillagközi por és gázfelhők töltenék ki. Olyan világos volna, mint nappal. A csillagok itt nagyon sűrűn helyezkednek el, fényesek volnának, és a centrumban lévő fekete lyukat eltakaró por és gáz szintén fényesen izzana. Nem lenne jó itt élni, mert gyakoriak az ütközések, heves csillagkeletkezés zajlik, és csendes gyilkosként tevékenykedik a fekete lyuk, mely a középpontban lapul.

Most képzeljük el az ellenkezőjét. Ha a Naprendszer nem a Tejút síkjában volna, hanem egy gömbhalmazban, akkor az éjszakai égbolton ezeket a gömbhalmazokat látnánk ragyogni. A csillagok szintén sűrűen helyezkednek el, de nem volna sem por- és gázpamacsok alkotta háttér.

Most képzeljük el azt, hogy a Naprendszer egy planetáris köd (mondjuk a Helix-köd) közelében van. Ebben az esetben az égbolt jó részét kitöltené a színpompás gázhéjából álló tünemény, a középpontban a fehér törpecsillaggal. Ugyanez volna egy másik nevezetes köd, az Eszkimó-köd esetén. Ezek olyan nagyok (több fényév átmérőjűek), hogy még nappal is látszanának, éjszaka pedig a fényüknél olvasni lehetne.

Egy másik érdekes jelenség lenne az, ha a Föld mondjuk egy Szaturnusz vagy Jupiter méretű óriásbolygó holdja lenne. Ilyen lakható exoholdak után most is folynak kutatások. Gyakori lehet ugyanis az, hogy más naprendszerekben az óriásbolygók közelebb keringenek csillagukhoz, és így holdjaikon folyékony víz lehet. Tehát ha a Föld egy ilyen hold lenne, akkor égboltján a gázóriás uralkodna, nagy mérete és fényessége miatt nappal is jól látható volna, amint átdereng a légkörön.

A Föld kivételesnek mondható a jelenlegi kutatások alapján. A Tejútban egy csillagokkal ritkán benépesített helyén van, ahol ritkák az ütközések, távol vannak a szupernóvák és a Tejút centruma. Ez az úgynevezett galaktikus lakható zóna. Itt minden hétköznapi. Az exobolygók becslések szerint 17%-a olyan, mint a Föld a Naprendszerben. A többi vagy túl nagy, vagy túl forró, vagy kicsi és hideg. Szerencsések vagyunk tehát. Bár az égbolt éjszaka meg lehetőséget sötét, de ha ez nem így lenne, akkor mi sem lennénk itt. Az élet nem alakulhatott volna ki.

Véletlen, hogy vagyunk?

Vajon sorszerű-e, hogy az emberiség megjelent a Földön, s az, hogy értelmes civilizációt tudott létrehozni? A földtörténet évszázmilliói során annyi katasztrófa történt, hogy két dolog lehetséges: az egyik, hogy csupán véletlenek összjátéka, hogy vagyunk, a másik pedig, amit Däniken és társai is vallanak, hogy valakik így akarták. Ott volt például a Perm határán történt szerencsétlenség, amikor a fajok 95%-a kihalt. Vagy a dinógyilkos meteor. Ha az nincs, akkor ma is a hüllők uralnák a Földet. De a legutóbbi katasztrófa úgy 70 ezer éve a Toba óriásvulkán kitörése volt, amely drámai éghajlatváltozást és pusztítást okozott a bolygónkon. Olyannyira igaz volt ez, hogy a tudósok, genetikusok megállapították, hogy az összes ember, aki ma él bolygónkon, egy körülbelül 1000-2000 fős populációtól származik. Tehát egy hajszálon múlt, hogy ki nem haltunk. A legújabb Star Trekben is van egy ilyen pillanat, amikor Spock akár az élete árán is meg akar menteni egy kis közösséget. Talán velünk is ez történt? Távoli csillagokról érkezett idegen faj mentett meg minket, hogy azután létrehozzuk technikai civilizációnkat? Meglehet. De az is, hogy csupán szerencsénk volt őseinknek, s egy kevesen valahogy túléltek, s amikor jobbra fordultak a dolgok, akkor elszaporodtak.

A fenti kérdéssel nagyon időszerű és aktuális, amikor azt kutatjuk, hogy van-e a Földön kívül értelmes civilizáció. Ha ugyanis törvényszerű az univerzumban az élet és az értelem, akkor valószínűleg számtalan sorstársunk van a galaxisban. Ha azonban csak véletlenek összjátéka az értelmes faj, akkor ritkaságszámba megy, s meglehet, hogy alig van belőle a galaxisban. Ez esetben egy-egy értelmes fajt akár több ezer fényéves távolság is elválaszthat. Így szinte lehetetlen felvenni a kapcsolatot rádióteleszkópokkal. A fénysebességgel haladó üzenetnek több ezer évre volna szüksége, hogy megtegye az irdatlan távolságot. Így mire megtörténne egy üzenetváltás, már az is lehet, hogy rég kihalt az egyik fél. Ugyanez a helyzet, ha személyes látogatásokon, csillagközi utazásokon törnek a fejüket. Ekkora távolságokat még fotonrakétákkal is nehezen lehet áthidalni, a térhajtóművek pedig meglehetősen bizonytalan lábakon állnak.

A sci-fi írók többsége meglehetősen hanyag módon kezeli ezt a kérdést. Legtöbbször természetesen veszik, hogy a világegyetemben szükségszerűen megjelenik az élet, elterjed és értelmes civilizációt hoz létre. Így azután csak úgy nyüzsögnek a galaxisban a civilizációk, melyek csillagszövetségeket hoznak létre. De ez korántsem biztos, hogy igaz. Az exobolygónak csak mintegy 17%-a földszerű mai tudásunk szerint, s e földszerű planétákon sem biztos, hogy megjelenik az élet. A Mars túl hideg van, a Vénusz túl forró. Pedig kialakulásuk után nem sokkal mind a kettő alkalmas volt az élet megjelenésére, sőt lehet, hogy az meg is jelent rajta, de a dolgok később drámai fordulatot vettek. Ha pedig létrejön az élet és értelemmé fejlődik, még az is sebezhető mindaddig, amíg nem képes arra, hogy elhagyja szülőbolygóját. Az emberiség túlélése is hosszú távon attól függ, hogy el tudja-e hagyni a Földet, és megtelepedni más bolygón. Bármikor jöhet ugyanis egy becsapódó üstökös, egy szupervulkán kitörése, vagy egy ismételt jégkorszak.

Be kellene tehát végre látnunk, hogy egyetlen esélyünk a világűr, mely nem csak veszélyeket rejt, hanem a túlélés kulcsát is. Nyersanyaggal és új élőhellyel szolgál. A világűrprogram megtorpant a gazdasági válságok és a hidegháborús űrverseny végével. Pedig nagyon fontos lenne, hogy végre eljussunk a Marsra és ott kolóniát hozunk léte. Rendszeres űrrepülések kellenének, űrállomások és űrvárosok a Holdon és a Föld közvetlen közelében. Mindezek előkészítenék azt, hogy egy napon majd az emberiség életében eljőjön a nagy pillanat, amikor talál egy lakható exobolygót, és csillagközi űrhajó indít felé. Az emberiség expanziója megnöveli annak lehetőségét, hogy túléljünk, és évtizedreken át fennmaradjon a civilizációnk.

Valódi időutazás

Kedves Olvasó, ha Ön azt gondolja, hogy az időutazás nem létezik, akkor téved! Na persze a valóságban nem teljesen olyan, mint a sci-fi filmekben. Persze, az sem teljesen kizárt, arra is van néhány elmélet, de most először vizsgáljuk meg azt a fajta időutazást, ami valóban létezik, azaz bizonyított tény. Einstein relativitás elmélete hozzá a kulcs. Einsteint volt az, aki bevezette a téridő fogalmát. A minket körülvevő univerzumnak 3 térkoordinátája és egy időkoordinátája van. A tér és idő elválaszthatatlanok egymástól, egymásba vannak fonódva, ez az úgynevezett tér-idő kontinuum. Ahhoz, hogy a relativitás talaján állva utazhassunk az időben, két lehetőségünk van. Az egyik egy nagy tömegű objektum, a másik egy igen gyors rakéta. Az első esetben az általános relativitás elméletet hívjuk segítségül. Ez kimondja, hogy a nagy tömegek közelében a téridő görbül, torzul. A nagy tömegek az időt úgy befolyásolják, hogy lelassítják, azaz lassabban telik. Egy, a Föld felszínén álló ember számára lassabban telik az idő, mint a fejünk felett keringő műholdakon. Mindez azért van, mert a felszínen nagyobb a gravitáció (közelebb vagyunk a Föld középpontjához). A GPS-műholdak óráit állandóan korrigálni kell emiatt. Ha nem tennék, akkor akár több kilométeres tévedéssel tudnánk csak navigálni. Persze a Föld esetében a gravitációs időlassúbbodás elhanyagolható egy ember számára. A másodperc tört része az eltérés. Ám minél nagyobb tömeg felé vesszük az irányt, annál jelentősebb ez az eltérés. Ha egy fekete lyukat, mondjuk azt, amelyik a galaxis középpontjában van (4 millió Naptömegű) közelítenénk meg, akkor azt vennénk észre, hogy amíg az űrhajóban 1 perc telik el, a Földön kettő. Így tehát, ha valaki éveket töltene el a fekete lyuk körül keringve, azt tapasztalná, hogy amikor visszatér a Földre, ott kétszer annyi idő telt el. Tehát ő csak fele annyit öregedett. Az időben előre utazott. Vizsgáljuk most meg a másik módszert. Vegyünk egy, a fénysebesség 99.99%-val haladó szupergyors rakétát. Itt azt tapasztalnánk, hogy az idő még drasztikusabban lelassul, mint egy fekete lyuk közelében (megjegyzem persze, hogy a fekete lyukba belépve megáll az idő). A rakéta minél jobban közelíti a fénysebességet, annál lassabban telne rajta az idő. Megtörténhetne az, hogy míg a rakétában 1 év telik el, addig a Földön 1000 év. (A fénysebességet a rakéta persze sosem érhetné el, mert nyugalmi tömege van. A fotonnak nincs nyugalmi tömege és fénysebességgel halad. A foton számára az idő megáll.) Azaz a rakétában ülve is időutazás történik, mégpedig a jövőbe. Erről szól Einstein híres ikerparadoxona, mely egy ikerpár példáját veszi alapul. Az egyik elindul egy űrhajóval, s mire visszatér, ikertestvére már halott, mivel a Földön évszázadok teltek el. Az ikerparadoxon bizonyított. Persze nem emberekkel, hanem a müon nevű részecskékkal. Egy müon 30 mikrosekundum múlva elbomlik, de ha az egyiket egy részecskegyorsítóban a fénysebesség közelébe gyorsítjuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy később bomlik el, mert számára az idő lelassul (innen nézve hosszabb idő telik el).

Persze a fenti lehetőségek szerények egy sci-fi filmben játszódó időutazáshoz képest, mert ott nemcsak a jövőbe utazhatunk, hanem a múltba is. A múltba történő utazás azonban számos időparadoxon okozója. Az egyik ilyen leghíresebb az örült tudós paradoxona. Az örült tudós

egy féreglyuk segítségével előre utazik az időben 1 percet, majd a féreglyukon keresztül látja a múltban 1 perccel korábbi önmagát, akit lelő. Ha meghal a jelenben, hogyan utazik a jövőbe és lövi le önmagát. Érthetetlen igaz? Vagy a nagypapa paradoxon, ahol mi visszautazunk a múltba, lelőjük nagypapánkat, akinek akkor még nem volt gyereke. Hogyan születünk meg mi?

A másik probléma az, hogy még ha kikerülhetők is ezek a paradoxonok, egy féreglyuk úgy működik, mint egy, a téridőben önmagába záródó hurok. A kozmikus sugárzás belép a féreglyukba, és a téridőben körpályát alkotva gerjeszti a féreglyukat, míg végül az bezárul, mert túltöltődik. Ha meg lehetne oldani, hogy ezt a téridőben körbeszaladó, önmagát gerjesztő energiát elvezessük a féreglyukból, akkor talán létrehozható egy ezen az elven működő időgép. A világegyetem törvényei azonban úgy látszik a mellett szólnak, hogy nem engedi meg azokat a paradoxonokat, melyekről szó volt. De léteznek másfajta paradoxonok is. Ezek az úgynevezett önbeteljesítő paradoxonok, azaz valami egyben ok és okozat is.

Leszögezhetjük, hogy a jövőbe lehetséges az időutazás, a múltba azonban kétséges. Talán egy napon választ kapunk erre is, mert a tudósok megszállottan kutatják a témát.

Üstökösök, meteorok

Az üstök és meteorok régóta foglalkoztatták az emberek képzeletvilágát. Valóságos hiedelemrendszer és mítoszok sokasága épült köréjük már az őskortól kezdve. Jól példázza ezt, hogy amikor 1888-ban Karl Steinen néprajzkutató a brazil őserdőben egy indián törzset tanulmányozott, éppen egy ilyen eseménynek lehetett szemtanúja. Az indiánokban rettenetes félelmet keltett az égen átszáguldó tűzgömb. Elképzelésük szerint a tűzgömbben egy varázsló rejtezik, aki meglepetésszerűen támad rájuk, hogy vadászúst szerezzen tőlük, és közülük egyet verhasban megbetegítsen. A törzsbéli varázslónak természetesen legfőbb feladata ezt a veszélyt elhárítani.

Természetesen a modern európai emberek számára indokolatlannak tűnik ma már ez a félelem, jóllehet, még mindig tartja magát az a szokás, ha valaki hullócsillagot lát, kíván egyet és az teljesülni fog. Régebben azonban az európai kultúrkörben is félelemmel figyelték a hasonló jelenséget. A csillagok, meteorok a régi népek számára nem halott testek, melyek meghatározott égi törvényeknek vannak alávetve, hanem élő hatalmak, melyek ártó vagy sértő módon befolyásolják az emberek életét. A köveket, melyek az égből pottyantak, gyakran a templomokba vitték, és istenként tisztelték. A legjelentősebb iszlám szent hely, Mekka szent köve, a Kába is egy meteor. Az égből hullott kövek gyakran vas-nikkel meteorok voltak, melyekből bűvös kardot kovácsoltak. Az ilyen pengéket mágikus erővel ruházták fel.

Vannak úgynevezett meteor-rajok, melyek időnként visszatérnek és csillaghullást okoznak. E csillaghullások sokakat megbabonáztak már a régi korokban is. A visszatérő meteorrajok közül a legismertebbek: Geminidák (decemberben), Leonidák (novemberben), Perseidák (augusztusban). Ezek nevüket onnan kapták, amelyik csillagkép irányából látszanak érkezni.

A modern kori emberiség életében eddig egyetlen jelentős meteorbecsapódás történt, 1908-ban Oroszországban a köves Tunguzka vidékén. A földtörténetben azonban sok ilyen, sőt nagyobb becsapódás is bekövetkezett, melyek számos állatfaj kihalását okozták.

De nem kevésbé féltek az emberek az üstökösöktől sem. Ha egy üstökös pályája a Naphoz közel kerül, magja párologni kezd és gázburok képződik, illetve ebből egy hosszú csóva. Az üstökös feltűnése a kezdettől fogva baljós jel volt, mely háborúkat és járványok eljövételét vetítette előre. Például egy 1528-as ősnymotatványon az üstökös csóvája hosszú karddá változott, mely lesújt a bűnös emberekre. Az okokról, hogy miért féltek az emberek, Wolfgang

Hildebrand krónikás írt 1690-ben. Az egyik legismertebb üstökös a 76 évente visszatérő, Halley angol csillagászról elnevezett üstökös, mely 1758-ban, majd legutóbb 1985-ben volt látható. Legrégibb ábrázolása egy i.e. 11-ből származó antik gemmán látható, valamint egy 11. századi bayeux-i szőnyegen. Egyesek a Bibliában is felfedezni vélik megjelenését Ábrahám Jahvéval kötött szövetségének megerősítéseként.

Utazás a Mars bolygóra

Napvilágot látott a hír, hogy magánvállalkozás keretében 2018-ban már embereket szeretnének küldeni a Marshoz. Azonban most még csak arról van szó, hogy megkerülik a bolygót, azaz nem szállnak le a felszínére. Az igazi Mars-utazás persze az lesz, amikor majd ember lép a felszínére. Ezt az amerikaiak csak 2030 tájkára tervezik. Nem túl biztató. Azzal magyarázzák e távoli időpontot, hogy sokba kerül, és számos technikai problémát kell még addig megoldani. Nézzük meg, hogy mi ezek! Az első és legfontosabb, hogy egy tervezett utazás éveket, pontosabban 2 évig tartana. Meg kell várni ugyanis az úgynevezett indítási ablakot, amikor a két bolygó a legközelebb lesz egymáshoz. Jelenleg elsősorban kémiai hajtóanyagokban gondolkoznak, így az út lassú és hosszú. Ha azonban valamilyen más meghajtást alkalmaznának, például ionrakétát, akkor akár 60 nap alatt is el lehet érni a vörös bolygót. Ez számos problémát kiküszöbölne, mely pontosan a hosszú útból adódik. Az utazás során, ha a 2 évet vesszük alapul, valamilyen módon pótolni kell a földi gravitációt, mert e nélkül az űrhajósok komoly leépülést szenvednek el. Az út végére már magatehetetlenek lennének egy Marsra-szálláshoz. Ezt a legkönnyebben úgy lehet elkerülni, hogy van egy forgó része az űrhajónak, mely mesterséges gravitációt szimulál. A forgás azonban meglehetősen instabillá teheti a járművet. Elvileg azonban nincsen semmilyen olyan technikai akadály, mely ne tenné megvalósíthatóvá. A másik ennél már komolyabb probléma, hogy az űrhajó kikerül a Földet védő mágneses burkából, s így a Napból érkező káros sugárzások roncsolják az űrhajósok szöveteit. Főleg a nagyobb napkitörések idején jelentene ez komoly veszélyt. Napkitörések pedig bármikor bekövetkezhetnek. Ez ellen legjobban úgy lehet védekezni, hogy egy vízzel körülvett szobába mennek be. A vastag vízréteg ugyanis elnyeli a napszél részecskéit és a sugárzást. Elvileg ennek a megoldásnak sincs akadály, csupán előre kell jelezni a kitöréseket. Persze máris felvetődik, hogy e két technikai megoldáshoz minden eddiginél nagyobb űrjárművet kell építeni, melyhez több hajtóanyag és pénz szükséges. Jelentős probléma az is, hogy a hosszú utazás során fellépő szűkös térben az összezártságot az emberek nehezen viselik. Még az egészséges pszichikumot is alaposan próbára teszi ez. Tapasztalhatjuk ezt a földön elvégzett kísérletekben is. Az összezártság számos probléma forrása, és vezethet dühkitörésekhez, erőszakhoz, depresszióhoz. Ezeket a mellékhatásokat, nem kell mondanom, hogy tanácsos elkerülni, ellenkező esetben a küldetés könnyen torkollhat tragédiába. Belátható, hogy célszerűbb volna egy gyorsabb utazás. De a Mars felszínén sem lenne könnyű az élet, még akkor sem, ha szerencsés a megérkezés. A Marsot borító finom vörös por mindenhová beférkőzik és eltömíti a berendezéseket, illetve elektrosztatikus töltése során kisüléseket is okozhat. A bolygó felszínén minden ellenséges. Szerencse, ha vizet találnak az oda érkezők, mert akkor legalább oxigént is tudnak előállítani. Ellenkező esetben mindent az űrhajóval kell oda szállítani. Az élelmet természetesen lehetetlen előállítani a Marson. Ez már csak akkor volna lehetséges, ha kiépítenének egy önfenntartó kolóniát, melynek azonban számos nehézsége van, és csak több lépcsőben megoldható. Az első Marsra lépők csak amolyan látogatók lesznek. Egyelőre nem tervezik a tartós ottlétet. Vagy mégis? Napvilágot láttak ugyanis olyan elképzelések is, hogy minek jönnének vissza az utazók, azaz maradjanak ott. Így megspórolható a visszaút, építsenek kezdetleges kolóniát és éljenek ott életük végéig, mondván, hogy aki annak idején Amerikába hajózott, az sem jött vissza. Nos ez az elképzelés számos etikai

aggályt felvet, bár ki tudja, ha a jelentkezők belemennek ebbe, akkor végeredményben az ő döntésük lesz.

A Marson az élet azonban nem könnyű. Meg kell birkózni azzal a gondolattal is, hogy soha nem látják viszont otthonukat, és egy barátságtalan és ellenséges természeti környezettel rendelkező világban kell leélniük hátralévő életüket. Ami biztos azonban, hogy nagy kaland lesz, és biztosan lesznek szép és felemelő pillanatok is. Egyértelműen kijelenthető, hogy a Mars-utazás megvalósítható, a tudomány és a technika elérte azt a szintet. Véleményem szerint a tolódo határidők inkább a politikai akaratsnak és a pénzhiánynak köszönhetők.

Távolságok a Világegyetemben

Felvetődik a kérdés, ha felnézünk az égre, s különböző objektumokat látunk akár szabad szemmel, akár távcsővel, akkor azok milyen messze vannak tőlünk? Így hát meg kell ismerkedni a kozmikus távolságokkal. Az első lépés a saját Naprendszerünk. A Naprendszerben még elboldogulunk a km fogalmával, de nem árt, ha megismerkedünk a fény sebességével, mivel a kozmoszban ezzel a sebességgel adjuk meg a nagyobb távolságokat. A fény vákuumban kerekítve 300 ezer km-t tesz meg másodpercenként. A Földet tehát a fénysugár egy másodperc alatt több mint 7-szer kerülné meg.

A Hold, mint legközelebbi égi kísérőnk, 384 ezer km-re van tőlünk. Ez valamivel több, mint 1 fénymásodperc. A Nap tőlünk már 150 millió km-re van. Ez 8 fényperc. A külső gázbolygók, mint a Jupiter, 700 millió km-re van, a Szaturnusz 1,4 milliárd km-re, a Neptunuszhoz már kb. 4 óra alatt ér el a fény, míg a Plútóig 5-6 óra alatt, attól függően, hogy elnyúlt pályáján éppen hol tartózkodik. A Naprendszer periferiáján lévő üstökösök már olyan messze vannak, hogy nem km-ben adjuk meg a távolságukat, hanem fénynapban, fényévben. A legtávolabbi üstökösök 1 fényévnire vannak, azaz 1 év alatt ér ide róluk a fény. Pedig láttuk, milyen gyors a fény.

Ha távolabbra tekintünk, már fény évekről beszélünk. (1 fényév kerekítve 10 billió km, szinte felfoghatatlan.) A Naphoz legközelebbi csillagszomszéd a Kentaur csillagképben lévő Proxima Centauri és az Alfa Centauri A, és B alkotta hármascillag. Ezek távolsága 4,2 és 4,3 fényév. A többi csillag még messzebb van. A Szíriusz 9 fényévnire, az Altaír a Sas csillagképben 16 fényévnire. Az Orion csillagkép csillagai még ettől is jóval messzebb: a Betelgeuse több mint 470 fényévnire, a Rigel több mint 800 fényévnire. A távoli csillagok több ezer, több tízezer fényévnire vannak.

Maga a Tejút 100 milliárd csillagot tartalmaz. A Nap a középponttól 26 ezer fényévnire található az Orion karban. Maga a Tejút olyan hatalmas, hogy a fény egyik végétől a másikig 100 ezer évig utazik. Az ember által felbocsátott leggyorsabb űreszköz a Voyager űrszondának is 70 ezer évbe telik, mire eljut az útjába eső legközelebbi csillagig. Lehet, hogy addigra emberiség sem lesz már.

Az égbolton számtalan csillagközi gázködöt, planetáris ködöt láthatunk. Ezek mind több ezer, több tízezer fényévnire találhatók, és olyan hatalmasok, hogy több tíz fényév nagyságúak.

A galaxisok még ettől is jóval messzebb vannak. A hozzánk legközelebbi galaxis a Magellán-felhő. Ez 160 ezer fényévnire van. Ez azonban csak a Tejút egyik kis méretű kísérőgalaxisa. A legközelebbi hozzánk hasonló nagy galaxis: az Androméda galaxis több mint 2 millió fényévnire van. Ésszel szinte felfoghatatlan. Az a fény, melyet most látunk, 2 millió évig utazott az űrön át, míg ide ért. A galaxisok halmazokat és szuperhalmazokat alkotnak. Nem egyetlenesen töltik ki a világuirt. A távolságok hatalmasak. Millió fényéves távolságok vannak

közöttük. A legtávolabbi galaxis, melyet felfedeztek, több mint 13 milliárd fényév távolságban van a belátható univerzum horizontján.

Ezek a galaxisok, mivel az univerzum, mint tudjuk tágul, már majdnem fénysebességgel távolodnak tőlünk. Minél távolabb van egy galaxis, annál nagyobb sebességgel távolodik. Ez jelöli ki az univerzum horizontját. Vannak a világegyetemben olyan távoli galaxisok, melyek fénye még ide sem ért, tehát számunkra láthatatlanok. Az univerzum ugyanis 13,7 milliárd éves, tehát egy tőlünk 14 milliárd fényévre lévő galaxis fényének nem volt még ideje ide érni. Láthatatlan.

Felvetődik a kérdés a szemfülesekben, hogy ha az Univerzum 13,7 milliárd éves, akkor hogyan kerülhetett valami 13,7 milliárd fényévnél messzebbre. Ennek a paradoxonnak a megoldása az, hogy az Univerzum korai szakaszában gyorsabban tágult, mint a fény sebessége. Ne feledjük, a tér tágul a galaxisok között. A tér pedig tágulhat gyorsabban, mint a fény sebessége. Így tehát mindig is lesznek olyan régiói a végtelennek, melyeket soha sem fogunk megpillantani, mert ahhoz egyszerűen túl messze vannak.

Vigyázat meteor, és egyéb égi dolgok!

Nemrég Oroszország fölött meteor robbant szét. Nem újkeletű esemény ez, csak legfeljebb az emberiség írott történelmében ritkán jegyezték fel hasonlót. Innen-onnan, a legendákból szemezgetve azért kiderül a leírásokból, hogy égből hullottak kövek, s olykor nagy pusztításokat okoztak. A lehullott meteor ha vas-nikkelből volt, olykor kardot kovácsoltak belőle, melynek azután mágikus erőt tulajdonítottak, s használójának sértetlenséget és győzelmet biztosított.

Az eddig legnagyobb feljegyzett katasztrófa 1908-ban szintén Oroszországban volt a Köves Tunguzka vidéken, ahol egy meteor csapódott be. A robbanást sok kilométerrel arrébb a Szibériába tartó vonaton is észlelték az utasok, s becsapódás helyén irtózatot pusztítást végzett. Sok ezer négyzetkilométeren letarolta az erdőt, mintha atombomba robbant volna. A szemfüles sci-fi rajongók természetesen igyekeztek a földönkívüliek számlájára írni a dolgot, s úgy vélték, hogy űrhajó robbant fel, mivel a lehullott meteor darabjai után hiába túrták fel a vidéket, azt nem találták.

Mik is a meteorok? Ezek olyan aszteroidák, mely a fő kisbolygó övből, mely a Mars és a Jupiter között húzódik, származnak. Itt sok ezer, sőt akár százezer olyan törmelék darab van, melyek nem álltak össze nagybolygóvá. Közülük legnagyobbak a Ceres, mely 1000 km átmérőjű, illetve a nagyobbak még a Júnó és Vesta. Akadnak néhány méteres testek, de nem ritkák a több száz méteres, esetleg több kilométeres nagyságú darabok sem. A földtörténet folyamán meglehetősen gyakori volt, hogy ezek a testek a nagybolygók gravitációja miatt letértek pályájukról vagy éppen egymással ütköztek, s emiatt új pályájuk keresztezte a Földét, s a Földbe csapódtak. Ilyenkor attól függően, hogy mekkora volt a méretük, kisebb-nagyobb pusztítást végeztek. Utánuk meteoritkráterek maradtak, s néha tömeges kihalások történtek. Az egyik, földtörténeti értelemben legfiatalabb, ilyen becsapódásos kráter az Arizona állambeli Barringer-kráter, melyet egy kb. maximum 100 méteres test becsapódása okozott. A kráter több kilométer átmérőjű és több millió éves. A sivatagos vidéken azonban megőrződött.

Az ilyen meteorok, mint a néhány hete érkezett, időnként szorosan (pl. most 27000 km) megközelítik a Földet. Ez egyáltalán nem ritka, s az a 10 m-es test a kisebbek közé való volt. Azonban ha becsapódott volna, nagy károkat okozott volna.

Sokat hallani üstökösökről is, melyek a hiedelemvilágban mindig is baljóslatúak voltak, háborúkat és járványokat tulajdonítottak nekik. Az üstökösök a Plútó pályáján túl lévő Oort-felhőből erednek, ahol milliósámra találhatók kisebbek és nagyobbak. Néhány millió évente előfordul, hogy egy-egy nagyobb a belső Naprendszerbe kerül, s a Földet is eltalálja. Ilyen volt az is, amelyik 65 millió éve a dinoszauruszok kipusztulását okozta. Vannak szép és egyben veszélytelen üstökösök is, melyek megnyúlt pályán keringenek, s idővel földközelibe kerülve csóvát húznak maguk után, ahogy párologni kezdenek a Nap hőjétől. Az egyik ilyen a Halley-üstökös, mely 76 évente tér vissza. Az újkori történelem egyik legnagyobb katasztrófája, mely szerencsére nem a földet érte, 1994-ben volt, amikor is a Shoemaker-Levy 9 üstökös darabokra szakadt és becsapódott a Jupiterbe. Ezt a Hubble űrteleszkóp is megörökítette.

Hamarosan ez évben egy fényes üstökös megjelenésében gyönyörködhetünk. Bár előfordul, hogy bolygónkba csapódnak ilyenek, de ez ritka, így ettől most sem kell tartanunk, inkább élvezzük a látványát.

Filmek

A holnap határa

Egy különös, de egyáltalán nem szokatlan témát boncolgat A holnap határa című sci-fi film. A főszerepet Tom Cruise játssza, egy bizonyos Cage nevű fickót, aki meglehetősen öntelt és gyáva kezdetben, de ahogy halad előre a film, úgy teljesen megváltozik. Miről is van szó? Cage egy sajtótiszt a hadseregben. A Földet egy idegen faj támadta meg jó szokása szerint, s oda egész Európa. Csak a jó öreg Angolhon tart még ki, de már nem sokáig. Az emberiség nagy reménye egy Rita nevű katonanő (Emily Blunt) Ő az, aki csak úgy aprítja a támadókat. Közeleg a sorsdöntő csata. Cage-t is bevetik az első sorban, aki azonban egy úgynevezett alfával történt találkozás után képessé válik arra, hogy összekapcsolódjon az Omegával, az idegen entitás agyával. Omegának az a különös képessége, hogy amint egy alfa meghal, úgy Omega visszaforgatja az időt, s kezdődik minden előlről. Persze erre Omega emlékszik, s így az emberiség minden egyes hadmozdulatáról már jó előre tud. Így szinte legyőzhetetlen. Cage a mozivásznon vagy kétszázszor meghal, s mindig minden kezdődik újra. A cél az, hogy ő és bajtársnője eljussanak Omegához és megsemmisítsék őt. A történetet nem kívánom teljes részletességgel elmesélni, felesleges is, akit érdekel, nézze meg a moziban. Ott kiderül a történet vége is. Én inkább egy sokkal érdekesebb dologról írnék itt, nevezetesen az időhurokról. Hisz ez a történet központi filozófiája. Az időutazásról már többször írtam, ahol megemlítem az időhurkokat és az időparadoxonokat, de részletesen általában nem szoktam kifejteni, mert elég bonyolult. Most viszont kísérletet kell rá tennem, mert ez a történet központi eleme. A kérdés pedig az, hogy létezhet-e az, ami a mozivásznon megtörténik?

Már maga az időutazás is nagyon bonyolult fizikai fogalom. Azt az elején le kell szögezni, hogy az időutazás bizonyos értelemben létezik, méghozzá a jövőbe. Ehhez Einstein relativitáselmélete ad támpontot. Aki egy nagyon gyors űrhajóban ül, mely a fénysebesség 99,99%-ával mozog, az gyakorlatilag a jövőbe utazik. Ugyanez a helyzet egy nagy gravitációjú tömeg esetében. Például egy fekete lyuk. Tehát el kell fogadnunk, hogy tudományos alapon a jövőbe utazás lehetséges. De utazhatunk-e visszafelé az időben? Mert a filmben Omega visszaporgeti az időt, méghozzá úgy, hogy ő maga emlékszik a jövőre. Nos ez már nagyon bonyolult kérdés. Első pillantásra nem is válaszolható meg. Általában a fizikusok körében az az elfogadott, hogy az időben visszafelé nem utazhatunk, tehát nem mehetünk vissza a múltba. Ennek egyik oka az, hogy ilyenkor óhatatlanul is paradoxonok történnek. Ezek legegyszerűbb változata az, hogy egy tudós visszautazik 1 perccel korábbra, és mielőtt elindulna az időutazásra, lelövi saját magát. Ez elsőre nagyon bonyolultan hangzik. Lényegében itt arról van szó, hogy meggátolja azt, hogy elinduljon, de ha ő nem indul el, akkor ki lövi le? Ez egy paradoxon. Ha visszautazunk az időben, számos paradoxon jöhet létre, azaz megváltozna a múlt és így a jövő. Kényünk-kedvünkre változtathatnánk a múltbéli eseményeket, így a jövő teljesen meghatározhatatlanná válna. Az univerzumban lévő ok-okozati kapcsolatok megszakadnának. Fő törvény, hogy az oknak meg kell előznie az okozatot. Ez a paradoxonok esetében felborul. Így sok tudós emiatt lehetetlennek tartja a múltba tett időutazást. Stephen Hawking végzett is egy kísérletet. Egy party-t adott az időutazók számára, de csak az esemény vége után tette közzé a meghívót azt remélve, hogy egy a jövőből érkező látogató visszautazva még éppen beugorhatna a party-ra. Nos senki sem volt ott a nagy tudós buliján, ebből arra következtetett, hogy még a távoli jövőben sem lehetséges az időutazás e formája. A másik ok, mondják, hogy a múltba történő időutazáshoz féreglyukakra van szükség. Egy ilyen féreglyuk azonban makroszkopikus méretben nem stabil, pontosan azért, mert az egyik oldalon, a jövőben belépő sugárzás visszautazik a múltba, majd ismét belép a féreglyukba. Körbejár, és eközben egyre erősödik, gerjeszti önmagát. Ez azzal jár, hogy tönkreteszi magát a féreglyukat. A féregjáratok egyébként olyan képződmények a téridőben, melyek a tér és az idő két pontját kötik össze. Például a jövőt a múlttal. Féregjárat úgy hozható létre egyébként, hogy nagyon erős

gravitációs tér vagy elektromágneses mező megbontja a téridő egységét. Ez gyakorlatban a fekete lyuk esetében valósul meg, illetve a Planck-energiának nevezett energiasűrűség esetén (részecskegyorsítóknál létrehozható lesz a nem túl távoli jövőben ez az energiasűrűség).

Visszatérve a filmhez: Omega csak úgy ontja a paradoxonokat, hiszen újra és újra átírja a múltat és a jövőt. Ráadásul létrejön egy időhurok is, hiszen Cage újra és újra meghal, és kezdi előlről a napot. Mindig egy kicsit tovább jut előre. Azt lehet mondani, hogy ebben az időhurokban a foton körbejár, és ezáltal gerjesztődne a rendszer, azaz előbb-utóbb instabillá válna.

A helyzet azonban nem ilyen egyszerű. Ha az ok-okozati rendszer nem sérül, akkor kikerülhető a paradoxon. Ez esetben Cage örökre arra kárhoztatott, hogy az időhurokban szenvedjen, és onnan nem szabadulhatna. Ekkor nem sérülne a kauzalitás, minden egyes újabb kör az időben ok és okozat. Az idegen faj pedig esetleg megoldhatja azt, hogy a gerjesztő plusz energiát kivezeti a rendszerből, így az stabil marad. Még mindig nem tisztázott azonban az, hogy a múlt megváltozik, illetve Cage végül megszakítja az időhurkot. Erre vannak tudósok, akik azt mondják, hogy ilyenkor a téridő széthasad és egy alternatív univerzum keletkezik. Ezt részletesen a multiverzum elmélet tárgyalja.

Összegzésként elmondható, hogy a film egy nagyon érdekes és nehéz fizikai és filozófiai témát boncolgat, melyet nem könnyű valójában megérteni. Ennek ellenére nagyon szórakoztató és izgalmas. Kérdés azonban, hogy létezhet-e ilyen, vagy csak fantazmagória? Ezt még ma sem tudjuk egyértelműen eldönteni. A téma olyannyira képlékeny, hogy megérteni is nehéz, remélem valamennyire szemléltetni tudtam a problémát. Aki nem érti, javasolom, nézze meg a filmet, elemezze a cselekményszálát, és sok minden megvilágosodik neki.

A Hold, avagy az etikátlanság

A történet szerint Sam Bell asztronauta egyedül dolgozik a Holdon, számítógépe, Gerty segítségével küldi az itt kitermelt erőforrást a Földre, ezáltal megmentve bolygónk összeomlott energiagazdálkodását. A Holdon eltöltött három éves megbízatásának végéhez közeledtével saját magával kerül összeütközésbe.

A történet röviden és velősen így szól, de ássunk csak mélyebbre. Először is a kitermelt értékes anyag, melyet automaták gyűjtenek össze, nem más, mint a varázsos és olyannyira áhított helium-3, mely a közönséges hélium egy izotópja (a héliumot 2 proton és 2 neutron alkotja). Ez az izotóp a magfúzióhoz kell, annak nyersanyaga, hogy végül hélium legyen a végeredmény. A csillagokban ez a proton-proton ciklus. Az emberiségnek azonban máig nem sikerült ezt földi körülmények között megvalósítania szabályozott formában. Nem is kísérleteznek protonok egyesítésével, ehelyett hidrogén izotópokat használnak fel, deutériumot és tríciumot. Ezekből kívánnak héliumot előállítani. A végeredmény mindig ugyanaz. A lényeg, hogy az atommagok, amint nehezebb elemekké egyesülnek, energia szabadul fel. Ez az energiafelszabadulás felülmúlja a maghasadásét, s emellett nincs hulladék. A probléma csak az, hogy nagyon magas hőmérséklet, mintegy néhányszor tízmillió Celsius fok és nyomás kell hozzá. Ezt mágneses terekkel és lézernyalábokkal kívánják megoldani. Az emberiség már évtizedek óta próbálkozik, hogy elhozza a Földre a csillagok tüzeit, de mindhiába. A mágneses tér egyben tartása és fókuszálása nehéz feladat. Biztató jelek vannak. Igen rövid időre sikerül már fenntartani a fúziót és energiát kinyerni, de attól még messze vagyunk, hogy ez ipari méretekben működjön. Két nagy kísérleti projekt is működik, ezek közül Európában az ITER. Belátható, hogy a fúzió olcsó és tiszta, valamint korlátlan energiaforrás lehet, mely megoldaná

az olajtól fulladozó Föld gondját-baját. A filmben is valami hasonló történik. Itt már megvalósult a fúzió, csupán nyersanyag kell hozzá, mely a Holdon bőségesen van. Nevezetesen a holdporban. A Napból származó napszél ugyanis rengeteg helium-3-at tartalmaz, mely az évmilliók során feldúsult a Holdon. Ám ez a készlet sem végtelen. A tudósok már előálltak olyan ötletekkel is, hogy az óriásbolygók, mint amilyen az Uránusz is, rengeteg izotópot tartalmaznak, csupán ki kell szűrni. A légkörében lebegő óriási automaták szűrnék ki és cseppfolyósítanák az értékes anyagot, hogy azután a Földre továbbítsák.

A filmben a holdi bányászatot a főhős egyszemélyben felügyeli. Ám nem tudja magáról, hogy klón. Az otthonával és a családjával nem tudja tartani a kapcsolatot, mondván, hogy meghibásodott az összeköttetés, melyet egyébként hamarosan megjavítanak. Neki egyetlen feladata van: a bányászat felügyelete, s ha lejár a 3 év, meghal. Testét biológiailag így programozták. Halálát követően másik klónnal pótolják, és kezdődik minden előlről. A főszereplő teljes tudatlanságban, él. Egyszer csak azonban gyanakodni kezd, felüti fejét a kíváncsiság, s fény derül a döbbenetes igazságra. A mohó vállalatok ilyen módon jutnak olcsó és nem panaszkodó, egyben pótolható munkaerőhöz.

A film érdekes kérdést vet fel. Tudjuk, hogy amit tesznek, teljesen etikátlan és megvetendő, ám felvetődik, hogy a klón, akit kifejezetten erre a célra készítene, s élettartama - akárcsak egy gépe - csupán 3 év, milyen jogokkal rendelkezik? Helyes-e az, hogy tudatlanságban él, vagy jobb lenne, ha tudná és tisztában lenne sorsával. Az etika és a morál azt súgja nekünk, hogy mindez helytelen. Az ember nem játékszer, nem tárgy és nem eszköz, hanem érző és lélekkel bíró személyiség, akinek elidegeníthetetlen és vele született jogai vannak, mint az emberi jogok egyetemes nyilatkozata leszögezi.

Ezért azután jóérzésű ember a klónokat sem zsákmányolhatja ki. (Persze a filmben ennek fordítottja történik.) Ha a klón érző és öntudattal rendelkező személy (személyiség), akkor jogok illetik meg, hiszen ő is ember. Más kérdés, ha mindez nem áll fenn, de akkor meg használhatatlan. Szóval jobb, ha az ilyen munkákat egy gépre bízzák. Remélhetően a jövőben megkímélnék bennünket a hasonló etikátlan cselekedetektől, még ha azt a tudomány lehetővé is teszi.

A Galaxis őrzői

Valljuk meg, ez a film nem nagy sztori, s a maga műfajában ritkaság. Nevezetesen egy sci-fi vígjáték. Ilyen nem minden nap kerül mozivászra. Legutóbb talán az Ötödik elem volt ehhez fogható. Ennek ellenére mégis az öt csillagból ötöt érdemel. Hogy miért? Hát ennek járunk most utána. Egy képregény adaptációval van dolgunk, a Marvel Comics először 1969-ben megjelent sorozatát vitte mozivászra James Gunn rendező. A képregény kevésbé ismert, így fantáziájának szabad teret engedhetett.

A film története szerint Peter Quill (Chris Pratt), aki szereti magát minden önfényezés nélkül csak Űrlordnak nevezni, ellop egy gömböt. Nem igazán tudja, hogy mi ez a gömb, őt csak megbízták. A bajok ott kezdődnek, hogy másnak is kell ez a bizonyos gömb. Nevezetesen a főgonosznak, aki egész bolygókat pusztít el a galaxisban, amolyan gonosz félisten. E mivoltát erősítik meg azok a jelenetek, ahogy valósággal felszentelik. Rituális mosdatásnak és porokkal való behintésnek lehetünk tanúi. Egykor a fáraókat és egy bizonyos dél-amerikai törzs főnökét részesítették hasonló kegyben, akinek a testét minden nap aranyporral vonták be. Innen származik az aranyember legendája, a Manoa del Dorado, melyből az Eldorádó mítosz lett. De kanyarodjunk vissza a filmhez. Szóval ezt a gömböt, mely egyébként maga is pusztító erőt képvisel, megszerzi Quill és elmegy vele a galaktikus civilizáció központjába, Terra

Novára, mely egy ultramodern hely. Itt azonban két fejvadász várja. Ők nem mások, mint: Mordály, alias Rocket Raccoon, egy mosómedve. Genetikailag felturbózott, néha kissé morgós, antiszociális személyiség. Ám remek tehetsége van a fegyverekhez, és már több mint egy tucatszor szökött meg különböző börtönökből. Az ő társa egy növény, egy fa-alapú életforma: Groot, aki érzelmes figura és állandóan csak azt mondja: „Én vagyok Groot”, ez minden szókinccse. Viszont mindenből képes felgyógyulni. A hajszába bekapcsolódik a főgonosz lánya Gamora (Zoe Saldana), egy bérgyilkos nő. Neki is a gömbre fáj a foga. Őket négyőjüket tartóztatja le Terra Nova rendőrsége és egy börtönbe kerülnek. Itt ismerkedhetünk meg az ötödik taggal Drax-szal, a Pusztítóval. Minden vágya megölni a gonoszt: Thanost. Brutális nagydarab fickó, mint egy kétajtós szekrény, de annál érzelmesebb és ékesszólása nem ismer határokat. Végül a gömb eljut Thanoshoz, s elindul elpusztítani Terra Novát. De minden jó, ha jó a vége, győznek a Galaxis őrzői, s ezért köszönetet mond hősiességükért Terra Nova.

A film a szokásos: a jó megmenti a gonosztól a világot és ezért elnyeri jutalmát felállásban fut végig. Azonban a karakterek olyan jól kimunkáltak és mulatságosak, hogy bőven van min szórakozni. Mondataik és tetteik számos helyzetkomikumot és poént vonnak maguk után. Az Űrlord egy öntelt szépfiú, akinek a gyengéje az édesanyja válogatáskazettája, melyet egy walkmanon nyüstöl. Ő a filmben a csibészes mosolyú sármos, kezdetben rosszfiú, akiből hős lesz. A mosómedve, akit hol rágcsálónak, hol egyéb más állatnak néznek, mint említettem, amolyan pesszimista, morgós, antiszociális alak, de remek tervei vannak. Imád terveket kigyalni és megvalósítani. A végén persze az ő morgós szíve is meglágyul. És megismerhetjük, milyen az, amikor vicces kedvében van. Fő alakítása a börtön, ahonnan hőseink megszöknek. Itt is számos poén elcsattan. Gamora, a bérgyilkosnő természetesen kezdetben gyűlöli Quillt, de a történet végére megkedvelik egymást és már-már szerelmi szál szövődik kettejük között. Folyton versengenek egymással.

Ebben a filmben, ami ne felejtjük: vígjáték, minden megvan ahhoz, hogy egy jót szórakozunk. A forgatókönyvíró remek munkát végzett. Az egész stáb végigröhögte a forgatást. Amikor a producereknek megmutatta a forgatókönyv alapját, kezdetben félt az elutasítástól, de zöld utat kapott. Nagyon tetszett nekik. Az alkotást vehetjük komolyan és el is viccelhetjük. Az a jó benne, hogy megpendít sötét húrokat is, érzelmeket, melyek egyetemesek, ugyanakkor ott van benne a komikum, mely remekül árnyalja és oldja ezeket.

Minden egyes jelenet, minden poén alaposan kidolgozott és nemcsak úgy lóg a levegőben. Emellett az alkotók sokat tettek a látványvilágért is, kezdve a szereplők megalkotásán át a hátterekig és a díszletekig bezárólag. Én bátran tudom ajánlani, hogy aki szereti a vígjátékot, nyitott a jó poénoakra, és még a sci-fi is érdekli, az feltétlenül nézze meg a Galaxis őrzőit. Egy élménnyel lesz gazdagabb és nevetget egy jót.

A félelem az Alien filmekben

Az Alien trilógia és előzménye a Prométheusz (szándékosan hagyom ki a Feltámad a Halált) érdekes alapötletet vetett fel már a kezdet kezdetén, amikor megjelent az első rész, a Nyolcadik utas a halál. A film ugyanis a legősibb emberi ösztönre: a félelemre épít. De vajon miféle félelem ez? A történet az elképzelt jövőben játszódik, de nagyon is valós alapokon nyugszik. Olyan ősi, az emberiség múltjában gyökerező rettegesre épít, melyet egyszerűen nem lehet megkerülni. Az embert, mind gazdatestet használó szörny alakja a földi élővilágból merít. Számos parazita létezik a bolygónk ökoszisztémájában, de ezek közül is figyelemre méltóak a rovarok. Egyes fürkészdarazsak petéiket még élő, legtöbbször elkábított hernyókba

rakják, majd a kikelő lárvák élve falják fel áldozatukat. A filmben is ez történik. Az idegen organizmus az emberi testet használja keltetőnek. A Prométheuszról megtudhatjuk, hogy az emberiség teremtői, az Alkotók, egy biológiai fegyvernek szánták ezt a minden jel szerint mesterségesen létrehozott lényt, hogy megbüntessék az emberiséget és kiirtsák. De azután nem minden sikerült úgy, mint ahogy azt eltervezték. A palackból kiszabadított szörny ellenük fordult.

A film átvitt értelemben egy metaforát használ fel, az antimagzatot. Ha csak szigorúan ebben a jelentésében vizsgáljuk meg a dolgokat, akkor arról van szó, hogy az ember önmagától fél a legjobban. A benne lakozó gonosz előtörésének allegóriája ez. Az emberi lélek mélységeit tárja fel, a belső szörnyeteg munkálkodásának lehetünk tanúi. Ugyanakkor a lélek démonai jelennek meg. Más értelemben az ember mindig is rettegett a parazitáktól. Egy olyan eseménynek lehetünk tanúi a filmben, amikor a gyanútlan áldozatból egyszer csak életre kel a gonosz: a Halál. A természeti népeknél gyakori ez az elképzelés. Még ma is vannak olyan vidékei bolygónknak, ahol paraziták kínozzák az embereket. Egyben tagadhatatlan, hogy az alapötlet az élővilágból ered, annak továbbgondolásáról van szó.

Térjünk ki az antimagzatra. A magzat az új élet képét jeleníti meg, amely az anya testéből születik meg. Ennek a fordítottja a filmbéli jelenet, amikor is az életet felcserélik az ellentétére: a születés a halál. A végső megoldás: Halál című részben a börtönbolygón lévő szekta vezetője ismerteti is téziséjét. Minden halálban ott van az új élet - mondja. Ez esetben lehet értelmezni úgy is szavait, hogy ez az új élet a szörny, mely azonban a halál megtestesítője. Tudja ezt jól Ripley is. Amikor tudatára ébred annak, hogy benne is ott van a rettegett ellenfél, akkor megszületik benne a döntés, hogy fel kell áldoznia önmaga életét, azért, hogy elpusztítsa legnagyobb ellenségét, melytől életében rettegett. Az olvasztó tüze, mely jelképezheti jelen esetben a poklot, az, amely megszabadítja a világot. A megváltást hordozza Ripley. Ripley egyfajta krisztusi értelmet nyer azzal, hogy életét adja az emberiségért. Ő az egyetlen, aki tudatában van ennek. Vállalja sorsát, tudja, hogy ez az egyetlen megoldás.

Érdekes megvizsgálni a szörny metaforikus és valós alapját. Egy tökéletes gyilkológépről van szó. Mint tudjuk, ennek szánták. Ám általában az ilyen fegyverek egy idő után önálló életet kezdenek élni, s kikerülnek az ellenőrzés alól. Az Alkotók is rádöbbenek erre. Az emberiség is szeretné megszerezni ezt a fegyvert, amint tudomást szerez róla. Azonban csak Ripley az, aki tisztában van a valós veszéllyel. Ő az, aki testközelből ismeri a halált. Kétszer legyőzte, harmadjára csak úgy sikerül felülkerekedni, hogy ő maga is elhamvad.

Első hallásra a szörny biokémiája meglehetősen bizarr. Savas vére van, és ellenáll azoknak a behatásoknak, melyek egy normál élőlényt elpusztítanának. Azonban a Földön vannak olyan extrémofil lények, melyek képesek megbirkózni a szélsőséges életkörülményekkel. Savas, sós, extrém meleg vagy sugárzás értendő alattuk. Összetettebb életformákkal itt a Földön még nem találkoztunk, azonban egy idegen csillag bolygóján létrejöhetnek ilyen lények, melyek magasabb rendű, biológiailag komplexebb megnyilvánulásai az életnek. Persze kétségtelen, hogy ez a filmben egy dramaturgiailag sem elhanyagolható tényező. Ettől az idegen faj még félelmetesebb, még bizarrabb.

Az egyén vagy a közösség, amikor szembe kerül a potenciális veszéllyel, a lény rájuk szabadítja a rettegést. A félelem neve: Halál. A lény kifejlődésnek összetett mivolta igen érdekes. Hasonlít a földi rovarvilág átalakulásaira, vagy az egyes paraziták életciklusaira. Megkülönböztethetünk kifejlett alakot és lárvát, melyek köztes állomást képviselnek. A filmben ugye használják fel ezeket az állapotokat. A Prométheuszban egyenesen szépnek találja a kígyószerű lényt a tudós. Persze nem sejti, hogy olyat tesz, amit nem kellene, és ezzel magára szabadítja a bajt.

Összességében elmondható, hogy az Alien filmek remekül hatnak alapvető ösztöneinkre, jól kihasználják legbelső félelmeinket és a rettegést a haláltól, melyet talán nem győzhetünk le soha sem. Jól operál a földi biológia tárházából vett mintákkal és ügyesen használja fel saját koncepcionális céljaira.

A Képlet, avagy ha elfognak a számok

2009-ben egy igen érdekes, bár nem új témaválasztású, de mégis lebilincselő sci-fi film került bemutatásra. Ez is a világvégéről szól, de az, ahogyan tálalja a sztorit, mégis megkapó. A történet szerint, mely thrillernek is beillik, John Koestler asztrofizikus (Nicolas Cage) fia az iskolában egy időkapszulából rejtélyes számsorokat tartalmazó üzenethez jut hozzá. Tudós apja megvizsgálva ezt, arra a döbbenetes felfedezésre jut, hogy a kódolt üzenet évszámokat tartalmaz és a tragédiákban elhunytak számát, valamint GPS koordinátákat. A profetikus számsor összeállítójának lánya segítségével próbál válaszokat keresni, ám végül a világvégét nem kerülhetik el, csupán a néhány kiválasztott, akiket az idegenek magukkal visznek.

Felvetődik bennünk a kérdés, hogy lehetséges-e előre látni a következő 50 évet? Nos, világvége jóslatokban nem szenvedünk hiányt, Nostradamustól egészen a maja naptárig. De hihetünk-e bennük? Eddig, hála Istennek, az összes jóslat kudarcot vallott és nem következett be a megjósolt vég. A filmben azonban más a helyzet. Az idegen faj, aki lediktálja a listát, nagyon is tisztában van a jövővel, mert a lista pontos. A jövő ilyen mérvű előrejelzése csak úgy lehetséges, ha valaki belelát. Természetesen a fizikát kell segítségül hívni a kérdés megválaszolására. A kvantummechanika szerint minden bizonytalan, határozatlan. Sosem ismerhetjük egyszerre egy részecske sebességét és helyzetét. Csak hozzávetőlegesen. Ha a sebességét akarjuk pontosan tudni, a helyzete lesz bizonytalan, és megfordítva. A kvantummechanika nem más, mint a bizonytalanság. A részecskék például egyszerre hullámként és részecskéként is viselkedhetnek. A mérés és megfigyelés pedig megváltoztatja az állapotukat. Más a helyzet a relativitás elméletben. A relativisztikus téridő egyes egyenletei megengedik az időutazást. A feltételezések szerint a jövő már eleve létezik, hiszen ha utazhatunk az időben, akkor ennek így kell lennie. Ha pedig létezik, akkor valamilyen módon megfigyelhető is. Gödel elmélete a forgó világegyetemről remek lehetőséget nyújt erre. Ha a világegyetem forog, akkor egy azt körbekerülő fénysugár előbb érkezik meg, mint elindult, így tulajdonképpen a jövőből hoz információt. De jelenlegi tudásunk szerint a világegyetemünk nem forog. A másik lehetőség a fekete lyukak, melyek Hawking-sugárzás formájában párolognak, s könnyen lehet, hogy e párologással esetleg információ is átszökik az eseményhorizonton. Ez az információ származhat a jövőből is, mert egyes elméletek szerint a fekete lyukban felcserélődhet a tér és idő. Vannak elméletek, melyek azt mondják, hogy az antianyag nem más, mint időben visszafelé haladó részecske.

Nos, elméleteknek nem vagyunk híján, a kérdés csak az, hogy a globális eseményekből nyert információk leszűkíthetők e olyan kis térrészre, mint a Föld. Ez csak úgy oldható meg, ha mesterségesen hozzuk létre azokat a viszonyokat, melyek alkalmasak a jövőből történő információnyerésre, és annak célja célzottan a Földre irányul. Elméletileg tehát lehetséges, hogy egy igen fejlett civilizáció, mely már évezredek óta képes a csillagközi utazásra is, képes legyen megjósolni a jövőt.

A filmben érdekes visszautalásnak lehetünk tanúi, melynek tárgya Ezékiel próféta. A Bibliában Ezékiel az idegenekkel történő állítólagos találkozását írja le a Kr.e. 500-as évek tájékán. Ezeket a „beszámolókat” már számos szakértő elemezte, úgymint Blumrich, a NASA főmér-

nőke, aki meg is alkotta az ide látogató űrhajó tervrajzát, és a híresen hírhedt Däniken, a paleoseti fő szószólója.

A filmben a végső katasztrófa egy hatalmas napkitörés, mely elpusztít minden földi életet. Vajon ez lehetséges-e? Csillagunk egy átlagos fősorozatbeli G2-es színképű sárga törpe, melynek energiatermelése kiegyensúlyozott és nyugodt. Elméletileg lehetséges a végzetes napkitörés, de nincs okunk feltételezni, hogy ez mostanában bekövetkezik. Amikor még a Nap fiatal csillag volt, produkált heves kitöréseket, de azóta nyugodtabb fázisba került. Élete vége felé ismét heves kitöréseket produkál majd, miközben energiatermelése és sugárzása nőni fog.

Addig is azonban sorra maradnak el a világvégék. Persze az esély mindig ott lóg a levegőben, hogy éppen most lesz vége, de azért túlzottan ne vegyük komolyan, hiszen egy téglá is a fejünkre eshet.

Az acélember

Novemberben jelent meg DVD-n Az acélember c. mozifilm, mely számtalan érdekes kérdést vet fel. A rendező Zack Snyder teljesen új koncepciót vitt bele a filmbe. A történet szálai természetesen ismerősek, hiszen a képregényhős sztorija hű maradt a DC Comics által megteremtett karakterhez. Aki olvasott már Superman képregényt, annak nem sok meglepetésben van része. A cselekmény is viszonylag egyszerű. Superman (Brandon Routh) életéből elevenednek meg képek, a gyermekkorából, és hogy hogyan is került ő ide a Földre. Szülőhazája, a Krypton bolygó haldoklik, s mielőtt még millió darabra robbanna, igazi szülei, Jor-El (Russell Crowe) egy mentőkapszulában a Földre küldik. Eközben a Kryptonon forradalom zajlik, Zod tábornok próbálja magához ragadni a hatalmat, de elbukik és száműzik, e fordulatnak hála, túléli Krypton pusztulását. Azután, amint Superman fölfedi saját származása titkát, felkelti Zod figyelmét is. Zod a Földre érkezik, és megkezdődik a harc kettejük között. Zod célja egy új Krypton létrehozása.

A filmben nagy hangsúlyt kapnak a karakterek. Az eddigi Superman filmekben a főhős meglehetősen gyengén volt kidolgozva. A Snyder-féle verzióban ez jobban kidomborodik. A főhős emberszerű. Félelmei vannak, és beilleszkedési problémákkal küzd. Emberi jellemvonásai és küzdelmei teszik plasztikussá az amúgy emberfeletti lényt.

Nézzünk meg néhány érdekes technikai és tudományos kérdést, melyet felvet az amúgy sci-fi film. Ezek egyike maga a Krypton bolygó. Egy 100 ezer éve fennálló civilizáció, mely mégis a bukás előtt áll. Megvalósult már minden olyan dolog, melyről mi emberek még csak álmodunk. A csillagközi utazás, a mesterséges reprodukció, a bolygók átformálása. A magasan fejlett társadalom azonban mégis hanyatlásnak indul, s nem kerülheti el sorsát. Ebben a feldolgozásban a bolygó magja robban fel, más feldolgozásokban a központi csillag pusztulása rántja magával a planétát.

A földi tudomány a civilizációk osztályozásánál veti fel azt a kérdést, hogy miért lehetnek olyan ritkák a galaxisban a magasan fejlett társadalmak. Erre azt a választ ötlötték ki, hogy az értelem ún. efemer jelenség, azaz idővel hajlamos arra, hogy elpusztítsa önmagát. Ez általában valamilyen belső ok lehet. A filmben is egy ilyen romlás következik be.

100 ezer év persze nagy idő. A modern ember megjelenése óta telt el ennyi idő. Az emberi civilizáció maga nem lehet több, mint 10 ezer éves. A fejlett technikai civilizáció pedig még 200 éves sincs. (Most tekintsünk el az egyszerűség kedvéért Däniken és társai elméleteitől.) Azonban a vég egyszer mindenkit utolér.

A csillagközi utazás ma elképzelt legfejlettebb módja a térhajtómű, amikor a tér meggörbítésének segítségével fénysebességnél nagyobb haladás érhető el, lehetőséget kínál arra, hogy egy értelmes civilizáció benépesítse a galaxist. Terraformáló gépek segítségével még a lakhatatlan bolygókat is lakhatóvá lehet tenni. Mi, emberek is kidolgoztunk már programokat, hogyan lehetne a Marsot terraformálni. Persze kapacitásaink szerény volta miatt ez akár 1000 évet is igénybe vehetne, de lehet, hogy megérné.

Az sem teljesen lehetetlen, hogy már a történelem folyamán meglátogattak minket más értelmes civilizációk. Erről számtalan mítosz szól, s maga Däniken is egész életét ennek szenteli, hogy bizonyítékokat szolgáltatson. A filmben is ez történik. Superman, kriptoni nevén Kal-El, egy másik világból érkezik. Annyira emberszerű, hogy könnyen elvegyül közöttünk. Ez persze merész feltételezés, hogy egy másik világ szülötte ennyire hasonlítson külsejét tekintve az emberi fajra. Superman persze superképességekkel is rendelkezik. Rendkívüli erejét annak köszönheti, hogy a Nap egy sárga csillag, ellentétben a Krypton napjával. Én magam nem hinném, hogy egy csillag mérete és színe befolyásolná oly mértékben az idegen lényt, hogy az a fizika törvényeit meghazudtoló erőre tenne szert. Azok mindenkire egyformán vonatkoznak. Persze a kisebb gravitációs erő, vagy a másféle fény sok mindent befolyásolhat, de a film azért túloz. Elvégre mégiscsak film, illetve a képregény adaptációja.

Összességében elmondható, hogy a film az eddig látott Superman filmek közül a legjobb. A rendező sajátos stílust vitt bele, s bátran merített a DC-univerzum mítoszából. A stílus sötétebb és árnyaltabb.

Az Avatar világa tudományos szemmel

2010-ben került bemutatásra a hazai mozikban az Avatar című film, mely történetében meglehetősen egyszerű, ám számos tudományos vonatkozása van, főként csillagászati szempontból. Ezeket érdemes szemügyre venni, a sztorit pedig felejteni. Az első ilyen legfontosabb kérdés az exobolygók világa. Pandora ugyanis egy exohold, mely a Polüphemosz névre keresztelt gázóriás körül kering. A gázóriás pedig a legközelebbi csillagrendszer az Alfa Centauri bolygója, mely 4,2 fényévnnyire van tőlünk. A film az akkori kutatási eredményeket lovagolta meg. 2010-ben számos Jupiter-típusú gázóriást fedeztek fel, mely közel kering a csillagához, nem úgy, mint saját Naprendszerünkben, ahol a Jupiter jó 700 millió km-re van a Naptól. A Polüphemosz a hármas rendszer (Alfa Centauri A, B és a Proxima) életövében található. Felvetődött a csillagászokban a gondolat, hogy egy ilyen órásbolygón, melynek szép számmal vannak holdjai, köztük akkora is mint a Föld, ha olyan közel kering a csillagához, hogy rajta folyékony lehet a víz, akkor bizonyára élet is kialakulhatott rajta. A csillagok többsége többes rendszer, s elsősorban gázóriások találhatóak bennük. Eddig még egyetlen olyan exobolygó rendszert sem sikerült találni, mely egy az egyben megfelelne a Naprendszerünkben látottaknak. Nemrégiben sikerült felfedezni kőzetbolygókat is szép számmal, de ezek szuperföldek, melyek 2-5 Földátmérőjűek. Ezek egyike sem kering kimondottan életövében. A földi analógia a csillagászok szerint ritkaságszámba megy, úgy vélik, hogy 2 Földtömeg alatt megfogynak a kőzetbolygók. Akad néhány kisebb tömeg, de ezek túl közel keringenek csillagukhoz. A Föld tehát egy kivételes bolygó. Ma legalábbis így gondoljuk. Ellenben szép számmal létezhetnek a Pandorához hasonló exoholdak. Így magától adódott a megoldás. A Pandora azonban teljes mértékében jupiteri analógia. A Jupiternek Galilei-féle holdjai között akad a Merkúr bolygónál nagyobb is. Emellett a filmben felvázolt mágneses tulajdonságok is egyértelműen az órásbolygók sajátjai. Megjegyzendő egyébként, hogy a Jupiternek, így más óriásbolygónak is olyan erős a mágneses tere, és ezáltal a káros sugárzása, hogy elpusztítaná az emberi életet.

A film másik fontos felvetése a csillagközi utazás. Nos, a filmbéli ötlet: a fotonrakéta elméleti megoldás. Ki is dolgozták a tudósok, de megvalósítása számos akadályba ütközik. Többek között az antianyag előállításának okoz komoly gondot. Ha a mai antianyag termelésünket vesszük figyelembe (amit a CERN állít elő), akkor évmilliók alatt lenne meg az utazáshoz szükséges mennyiség. A másik gond az, hogy irtózatosan nagy és erős őrjárművet kellene építeni. Az annihiláció egy olyan el nem párolgó tükrrendszer fókuszában kell, hogy lejátszódjon, melyhez 700 km hosszú hűtőrendszernek kell kapcsolódnia. Az antianyagot ezenfelül mágneses palackokban kell tárolni, melyek semmilyen körülmények között sem szivároghatnak, mert akkor felrobban az űrhajó. Ma még egyik feltételnek sem tudunk eleget tenni, gondolva csak arra, hogy ami elromolhat, az el is romlik. Nincs tapasztalatunk arról, hogy évtizedekig vagy évszázadokig valamilyen technikai eszköz folyamatosan működjön. Egyébként a fotonrakéta remek elgondolás, csak a megvalósítása nehéz. Az egyetlen eszköz, mellyel megközelíthető a fénysebesség és elérhető az einsteini ikerparadoxon jótékony hatása. (Most hagyjuk figyelmen kívül a térhajtóműveket, melyek megvalósítása még az is lehet, hogy a fizika törvényeibe ütközik.)

A Pandora elképzelt állat- és növényvilága meglehetősen érdekes, de azért mégsem akkora fantázia műve, mint azt gondolnánk. A látványtervezők ugyanis felütöttek egy paleontológiai könyvet, kicsit utánaolvastak a dolgoknak. A földtörténet folyamán szép számmal akadtak furcsábbnál furcsább állatok. Másrészt tanulmányozták az őserdők állat- és növényvilágát. Néhány növény és állat modelljét a földi őserdők ihlették. Ilyen a biolumineszcencia is, melyet a mélytengeri élőlények vagy éppen a közönséges szentjánosbogár használ. A na'vik pedig olyan antropomorfa sikerültek, hogy már kívánni sem lehet különbet. Persze, hiszen ki szimpatizálna egy ocsmány idegen lényvel? Az újkőkori társadalom, mely találkozik a modern gonosz emberekkel, egy gyönyörű mese, de semmi több. Persze valóságalapja lehet, hisz az ember kapzsisága és nyersanyagéhsége valószínűleg hasonló forgatókönyv szerint zajlana, mint azt a filmkészítők elképzelték.

És akkor el is érkeztünk a rejtélyes unobtaniumhoz, mely idecsalta az embereket. Nos, ez az az érc, mely magas hőmérsékleten is szupravezető. Jelenleg az emberiség csak a 0 K-hez közeli hőmérsékletű szupravezetést ismeri, mikor is az elektromosság ellenállás nélkül halad a vezetőben. A magas hőmérsékletű szupravezetés egyelőre álom csupán, egy azonban biztos, hogy forradalmasítaná a földi technikát.

Elmondható tehát, hogy a film összegyűjtötte azokat a tudományos eredményeket, melyekkel a csillagászat az utóbbi években szolgált és olyan látványvilágot teremtett, melyben eddig nem volt részünk. Felvetett néhány etikai problémát is, de ez nem hozott újat. Ezt már elmesélték akkor, amikor a konkvisztádorok kifosztották Amerikát.

Amikor megállt a Föld, avagy a SETI egyik alapfeltevése

A 2009-ben bemutatott, híres sci-fi regény filmadaptációja osztatlan sikert aratott Keanu Reeves főszereplésével, aki az idegent Klaatu, egy másik világ szülöttét alakítja. A film a SETI azon alapfeltevést boncolgatja, miszerint az emberiség által lakott Föld az idegen, és persze nálunk jóval fejlettebb civilizációk szemében csupán egy kozmikus állatkert. Ezzel magyarázzák Fermi paradoxonát, miszerint, ha oly sok értelmes lény van odakint, akkor vajon hol vannak, miért nem jelentkeznek? Ennek oka a feltevés szerint, hogy az emberiség még gyerekcipőben jár, s nem elég érett arra, hogy felvegyék velünk a kapcsolatot. Úgy kezelnek minket, mint egy rezervátumot.

A filmben az idegenek küldötte azért jön, hogy végrehajtsa a tervet, megmentse a bolygót, mely kivételes. Teszi mindezt úgy, hogy a parazita emberiséget kiirtják, mert az nem más, mint egy vírus. Ez nem új ötlet. Mindannyian látjuk, hogy az emberi tevékenység fajok kihalását idézi elő, pusztítja bolygónk biodiverzitását, ökológiai katasztrófákat idéz elő.

Régóta és még ma is úgy gondoljuk, hogy a Föld valóban különleges. Bár a Kepler exobolygókutató űrszonda újabb és újabb felfedezett exobolygók tömegével bombáz minket, ezek egyike sem hasonlít a mi bolygónkra. Vannak forró Jupiterek, melyek gázóriások, de oly közel keringenek csillagukhoz, hogy több ezer fokra hevülnek. Akadnak jeges világok, vagy elnyújtott pályán keringő Szaturnusz-szerű óriások. És vannak szuperföldek is, melyek 2-5 Földtömegűek, de mindeztől még nincs meg a Föld ikertestvére. Olyan rendszert sem sikerült még találni, mely megegyezne a Naprendszerrel. A tudósok statisztikai becslése alapján a Galaxisunkban lévő bolygók 17%-a lehet olyan, mint a Föld. Ez elég tekintélyes szám. Sok-sok Föld-ikertestvért tételez fel, ahol talán burjánzik az élet és kialakulhattak értelmes lények is.

A Föld tehát nem kivételes bolygótani értelemben. Biológiai értelemben azonban még lehet az, a filmben ugyanis az az indító ok, hogy összetett bioszféra csak kevés bolygón alakul ki. Az emberiség pedig kapzsi és kizsákmányoló életmódjával mindezt a pusztulás szélére sodorja. Az idegeneknek nincs más dolguk, választásuk, mint hogy közbeavatkozzanak, vagyis ki kell tépni a baj gyökerét.

A filmben élethű képet kapunk az idegen küldött érkezését követő eseményekről. Az emberi bürokrácia és kormányrendszer a szokásos sci-fi-sablonok szerint reagál. Titkolózik, majd görcsösen ragaszkodik a hatalomhoz, az idegent a saját céljaira kívánja kihasználni, fejlett technikáját a háborús versenyben kamatoztatni. Persze céljukat nem éri el, az idegenben, aki találkozik beépült társaival, csak erősödik a benyomás, hogy az emberiség megérett a pusztulásra. Persze mindig vannak olyan emberek, akik mások, akikben megvan a jóság, a szerénység, a tisztelet és az alázat. Klaatu találkozik is egy ilyen tudóssal, aki igyekszik meggyőzni az idegent, hogy kímélje meg az emberiséget. A folyamat azonban már elindul, s teljessé válik a káosz a szokásos forgatókönyvek szerint. A film végén az emberiség vezetői ráébrednek hibájukra, s így megmenekülnek. Happy end-del zárul tehát.

De elmondhatjuk-e ezt a valóságban is? Nem kérdés, hogy az emberiség a veszébe rohan, s úgy tűnik, csak tényleg egy sokk volna az, amely jobb belátásra téríthetné. Az idegen civilizációk nagyon különböző fejlettségi szinteken lehetnek, mivel nem egyszerre indulnak neki a fejlődés rögzös útjának. Ennél fogva akadnak szép számmal őskori viszonyok és nálunk jóval fejlettebb szupercivilizációk is, melyek már megoldottak minden környezeti problémát, s képesek a csillagközi utazásra is. Däniken és társai szerint már meg is látogattak minket a múltban, sőt ők rakták le az emberi civilizáció alapjait. Miért is ne fogadnánk el akkor azt az elképzelést, hogy figyelnek minket, hogy vajon mire megyünk, s nem vagyunk más számukra, mint egy kísérlet, egy kozmikus állatkert, vagy rezervátum, ha így jobban tetszik, melyet meg kell óvni minden behatástól. Ennek értelme az, hogy mi magunk oldjuk meg problémáinkat, már ha sikerül, s ha majd felnő a civilizációnk, akkor érdemesnek találtatunk, hogy klubtagságot kapjunk az elit-civilizációk között. Addig is azonban érdemes elgondolkozni a film alapfeltevésén, hogy egyáltalán megérjük-e azt a napot, hiszen ha így folytatjuk, akkor összeomlás fenyeget.

A Riddick trilógia

Riddick egyfajta antihős, aki azonban mégis sokszor pozitívabb karakter, mint akik el akarják fogni őt, és igazságot szolgáltatni. Van egyfajta betyárbecsülete. Nem riad vissza semmiféle gyilkosságtól. Mégis elvetemültsége ellenére hőssé magasztosul, erkölcsileg a többi karakter

főlé nő. A 22 évente sötétségben ismerjük meg Riddicket, akit éppen egy űrhajón szállítanak valamely büntetőtelepre, csak hogy meteorzápor következtében lezuhannak egy ismeretlen bolygón. Ez a tipikus hajótörés a lakatlan szigeten motívum. A túlélők egy kis csoportja, közöttük a fejedővel és az Imámmal, megpróbálnak életben maradni. Ennek a közösségnek a tagjai a szituációból adódva egymásra vannak utalva. Valamiféle szövetség kezd kibontakozni. Titkos alkuk színezik a mikrotársadalmat. Kiderül közben, hogy senki sem szent. A fejedő kábítószerfüggő és így tovább. Mindenkinek van egy sötét oldala. Így tehát az a szövetség, mely köztük kötött, törekeny. Egészen addig nincs is probléma, míg meg nem érkeznek az elhagyott bányásztelepre, mely félelmetes titkot őriz. Erre hamarosan fény derül. Megtudják, hogy 22 évente napfogyatkozás történik ezen a különös helyen, melynek három napja van. Ekkor teljessé válik a sötét, s félelmetes lények szabadulnak el. Pechjükre a 22 év pont most telik le. Így valós veszélyhelyzet adódik, mely nyomást gyakorol rájuk. A helyzet élesedik. Tervet dolgoznak ki megmenekülésükre, mely azonban gyorsan összeomlik, s elszabadul a pokol. Ekkor már felbomlik az a szövetség, mely a kezdetekkor létrejött, igyekszik mindenki a maga életét menteni, akár úgy is, hogy azt mások rovására teszi. Tulajdonképpen az összezártág, hisz nincs hová menni, valamint a potenciális életveszély nyomása mindenkiből a legrosszabbat hozza ki. Lelkük démonai elszabadulnak, melyek talán még a bolygó szörnyeinek is félelmetesebbek. Tipikus jelenség játszódik le előttünk, vagyis hogy mi történik, ha emberek egy kicsi és vegyes csoportját összezárjuk, s nyomás alá helyezzük. Előbb-utóbb egymás torkának esnek. Szomorú igazság ez. A létért való küzdelemben a fejedő gátlástalan alkut ajánl: vessék a gyereket a szörnyeknek. Riddick azonban más véleményen van, s a fejedőt dobja oda. Riddick nem szent, s e tette sem különösebben jó vagy rossz, csupán teszi a dolgát. Ám mégis, ő az antihős, mintha erkölcsileg a többiek fölé magasodna, noha megfordul a fejében, hogy egyedül hagyja el a bolygót.

Érdekes maga a bolygó is. Egyfajta idilli hely is lehetne, ahol mindig világos van. Ám ez csupán álca. Hiszen a különös együttállásnak köszönhetően 22 évente bekövetkezik a teljes sötétség, amikor elszabadulnak a szörnyek. E lények a pokol démonainak asszociációi, sőt legbelső énünk, eltorzult lelkünk kivetített tükörképei, ahol a sötétség a ránk nehezedő nyomást, míg a szörnyek a bennünk lakó gonoszt szimbolizálják.

Az exobolygó kutatás rohamléptekkel halad előre. Így joggal vetődhet fel bennünk a kérdés, hogy létezik-e egy ilyen világ? A válasz az, hogy létezhet. A többes csillagok igen gyakoriak, sőt lehet azt mondani, hogy általában a csillagok kettes-hármas rendszerekben vannak. Mint például a legközelebbi csillag: a Proxima Centauri, mely valójában egy hármas az Alfa Centauri A-val és B-vel. Távolságuk 4,2-4,3 fényév. Minden jel szerint bolygói is vannak e két napszerű, illetve a másik vörös törpe csillag alkotta rendszernek.

A trilógia második részében Riddickre ismét vadásznak, de ő sikeresen megmenekül. Nem válogat az eszközökben, ha kell, gyilkol. Most azonban egy veszélyesebb ellenfél tűnik fel, a necromongerek, akik valamiféle vallási szekta, s bolygókat pusztítanak el, ha nem térnek meg az ott lakók. Az Imám és Riddick között érdekes kapcsolat bontakozik ki. Egyrészt az Imám vérdíjat tűzött ki Riddick fejére, hiszen ő is sejti, hogy Riddick veszélyes, a társadalom kivetettje, de ennek ellenére a viszonyuk meglehetősen összetett. A necromongerek érkezésekor ismét egymásra lesznek utalva, miként az elátkozott szörnyek bolygóján, s Riddick még arra is hajlandó lenne, hogy mentse az Imám életét, aki azonban mártírhalált hal. Ez egy érdekes és rendkívül összetett jelenet. Az Imám feláldozza magát azért, hogy részben Riddicket mentse. Riddicknek tehát nem marad más választása, mint felvennie a küzdelmet a necromongerekkel. Ez egyfajta hősi szerep. De a hősök általában a jó megtestesítői, tiszta lelkűek. Riddickről ez korántsem mondható el. Mégis magára kell öltetnie ezt a szerepet. A necromongerek világa azonban ármányokkal, és összeesküvésekkel teli. A Lord féli Riddicket,

mert ő az utolsó Furián, az egyetlen, aki legyőzheti őt. Riddicknek nincs más választása, mint be kell teljesítenie a sorsát.

A sorsa elől senki sem menekülhet, legyen az jó vagy rossz. Így végül Riddick győz, s elnyeri jutalmát. Jutalma azonban meglehetősen ingoványos terep még neki is. A rosszból egy pillanatra talán jó lesz, az antihősből hős. De ez csak tünékeny ábránd. Riddick, mint azt a harmadik részből megtudjuk, árulás áldozata lesz. Elbukik az intrikák világában. Azt kéri, hogy vigyék el szülőbolygójára, de elárulják őt, s egy kietlen bolygóra viszik, ahol az életére törnek. Sikertelenül. Riddick amolyan túlélő típus, képes a reménytelen helyzetekből is kihozni a legtöbbet. Most is így történik. Túléli a bolygó ellenséges és félelmetes viszonyait.

A magányos hős mindennapjaiba pillanthatunk be, aki küzd azért, hogy megmentse önnön lelkét. Ez a bolygó egy sivatagos világ, ahol néha heves esőzések zajlanak, s ilyenkor elszabadulnak a szörnyek. Tudja ezt jól Riddick is. Egy fejdámsz állomás is található ezen a planétán. Jelzést ad le, hogy odacsalogassa áldozatait, s meglépjen az űrhajóikkal. Váratlan fordulat, amikor megjelenik annak a fejdámsznak az apja is, akit Riddick azon a „22 évente” bolygón a szörnyek elé vetett. Az apa mitsem tud fia viselt dolgairól. Miközben Riddick megritkítja a fejdámszok csoportját, kettejük között bizalmas viszony alakul ki. A fejdámsz nem akar hinni Riddicknek, de lelke mélyén talán érzi, hogy mégiscsak igaza lehet ennek az embernek.

E vegyes csapat esetében ugyanaz a helyzet, mint a „22 évente” bolygón. Itt ragadtak, össze kellene fogniuk, mert jön a veszély. Esni kezd, s szörnyek garmadája indul ellenük. Az eltérő karakterek és jellemek jól megfigyelhetőek, amint egymásnak feszülnek a helyzet-szülte dráma közepette. Riddick most sem tagadja meg önmagát. Riddick egy ügyes trükköt alkalmazott korábban. A szörnyek fiatal egyedeit, melyek még kicsik, elkapta, és a mérgeket kis adagokban magába injekciózta. Ezzel immúnissá vált a méregre. Ez egy jól bevált ősi módszer. Volt idő, amikor a királyok is így cselekedtek, akik félték, hogy ellenlásuk valamilyen méreggel igyekszik majd őket eltenni láb alól.

A szörnyek karaktere meglehetősen félelmetes és primitív, pont olyanok, mint amelyeket megszoktunk. Kegyetlenül, falkában támadnak a sárban előrekúszva. Riddick is majdnem otthagyja a fogát. De csak majdnem. A filmben megjelenő ökoszisztéma nagyon is valós lehet. Könnyen elképzelhető egy, a mi buja földünkénél ellenségesebb exobolygó, mely jobbra sivatag. A földi sivatagok analógiáját látjuk viszont a mozivásznon. Nem feledhetjük, hogy a galaxisban megjelenő élet mindig az adott bolygó viszonyaihoz alkalmazkodik. A hasonló viszonyok hasonló felépítésű lényeket szülnék. Persze ettől még lehetnek jelentősebb eltérések, de ha arra gondolunk, hogy az élet másutt is a szünet választja alapjául és a csillag éltető energiája működteti, akkor a hasonló a hasonlóhoz elv alapján nem sok meglepetésben lehet részünk. A földön erre jó példa a méhlepényes és az erszéyes emlősök esete. Mindkét fajnál megvannak az azonos szerepkört betöltő állatok, így van: farkas, medve, egér. Ezek kinézetükben is hasonlítanak egymáshoz.

A film ezen túlmenően nem sok filozófiai mondanivalóval kápráztat el bennünket. Egyedül talán a felemlített érdekes fordulat és a betyárbeccsület az, ami tanulságos lehet. Talán lehetne az a történet üzenete, hogy a jó mindenki benne van, és a szorult helyzetek néha összehozzák az ellenségeket is. A kiveszőben lévő emberség egy halvány fénysugara csillan meg. Egyébként pedig mindenki hozza a maga karakterét, vannak cinikus és brutális jelenetek, gyilkolás meg minden más, ami egy ilyen filmben kell.

Riddick tehát most is antihőssé lesz, valahogy feléje kerekedik a többieknek, s példát mutat. Persze ez csak ábránd. Valami illúzióhoz hasonló. Riddickben kettős én lakozik. Egy jó és egy rossz. Hol az egyik, hol a másik kerekedik felül. Nem lehet hőssé, mert a hős, még ha ember is, alapvetően jó és magasztos. Riddickről ez nem mondható el, így hát ő annak a

karakternek a tipikus megformálója, aki az antihős, aki maga is megmentésre szorul. Ezt tökéletesen visszaadja az a jelenet, amikor a fejedelmű apa menti meg Riddick életét. Mintha megbocsátana neki mindenért, s elismerné, hogy Riddick példásabb, mint mások, még a fiánál is jobb. Különös fordulat. Ám mégis emberi. S hogy mi lesz Riddick sorsa, azt senki sem tudja, nem tudni, feloldozást kap-e bűnei alól? Kiderül talán egy következő Riddick-filmben.

Felettünk a Föld

Egy különlegesen megható és szép művészfilm a Felettünk a Föld (Another Earth), mely egyben nagyon érdekes tudományos kérdést feszeget. A történet szerint Rhoda (Brit Marling) asztrofizikát tanul, majd egy napon, amikor a csillagászok egy különleges eseményt jelentenek be, autójával balesetet okoz. A balesetben meghal John (William Mapother) zeneszerző családja, s ő maga is megsérül. Rhoda börtönbe kerül egy rövid időre. Mire szabadul, kibontakozik a csillagászok felfedezése, azaz egy másik Föld jelent meg a Naprendszerben. A filmben Rhoda elszegődik áldozatához, titkolva kilétét, s lassan bensőséges viszony alakul ki közöttük. Közben egy űrhajóscég pályázatot hirdet, hogy aki a legjobban indokolja, hogy miért szeretne a másik Földre utazni, az kap egy jegyet. Rhoda nyer, de végül jegyét felajánlja John-nak, hogy találkozhasson a másik Földön a családjával. A másik Földön ugyanis a baleset nem történt meg. A film legvégén Rhoda önmagával találkozik, aki a másik Földről jött.

A film tipikusan a multiverzum elmélet tárgykörébe tartozó tudományos eredményekre épít. Ismerjük meg röviden, hogy mi ez az elmélet: Egyes fizikusok szerint számtalan párhuzamos univerzum létezik. Ezt onnan gondolják, hogy az ősrobbanás, mellyel minden kezdődött, nem egy egyszeri esemény volt. Az ősrobbanás egy olyan esemény kiváltója volt, melynek során rengeteg, szinte azt lehet mondani, hogy végtelen számú univerzum jött létre, melyek párhuzamos dimenziókban léteznek. Stephen Hawking fizikus ezt úgy magyarázza, hogy a fizikai állandók a mi univerzumunkban éppen kedveznek az embernek, azaz világunk antropikus. De ha egy kicsit is mások volnának a fizika törvényei, akkor egészen másféle univerzumokat kapnánk. A dolgok sokféleképpen lejátszódhatnak. Lennének a miénkhez nagyon hasonló univerzumok, és szép számmal olyanok is, melyek merőben mások, lakhatatlanok, ahol ki sem alakulnak a csillagok.

A dolgok megtörténtének számtalan variációja érdekes eredményeket produkál azokban az univerzumokban, melyek nagyon hasonlítanak a miénkhez. Egyes események másként zajlanak le. Gondoljunk például a történelemre. Mi lenne akkor, ha a Római Birodalom nem bukott volna el, vagy másképp zárul a második világháború? Ezek merőben más helyzeteket teremtenek. De még egy-egy ember életének apró eltérései is jelentős különbségeket hoznának magukkal. Ez történik a filmben is. A másik Földön Rhoda nem okoz balesetet, sikeres asztrofizikus lesz belőle. A párhuzamos univerzumok kérdését komolyan kutatják, és ennek megfelelően számos sci-fi könyv és film is foglalkozott vele. A legizgalmasabb kérdés az, hogy hogyan lehetne oda eljutni. Természetesen számunkra, hétköznapi emberek számára azok az érdekesek, melyek valamilyen mértékben hasonlítanak a miénkre. Itt ugyanis esetleg találkozhatnánk önmagunkkal is. A fizikusoknak azonban az olyanok is érdekesek lehetnek, melyekben a fizika törvényei mások és gyökeresen eltérő univerzumok a miénkéül.

A film központi témája számos filozófiai lehetőséget hordoz. Egy ember életében rengeteg apró esemény van, melyet úgy mondhatnánk, hogy a sors irányít. De vajon milyen lenne az életünk, ha ezek az apró események más végeredményt hoznának? Vajon az életünk is gyökeresen más lenne? Minden bizonnyal. Sokszor a véletleneken és az apró, jelentéktelen eseménysorokon dőlnek el a nagy dolgok.

A film csodálatos látványvilággal dolgozik. A Föld egén mind hatalmasabbá váló másik Föld allegóriája lenyűgöző. Ha valóban megtörténne az, ami a filmben, akkor valóságos katarzisan lehetne részünk. Földünk ugyanis a világűrből csodálatos. Ha ezt innen is megpillanthatnánk nap mint nap úgy, mint a Holdat, akkor az nagyban hatna ránk. Persze, szögezzük le, hogy a film fikció. Ne számítsunk arra, hogy egyszer csak ide a szomszédba pottyan egy másik Föld. Ez a Naprendszerben jelentős felbolydulást okozna. Mindamellet a fizika törvényei kérdésessé teszik, hogy hogyan is kerülhetne át egy párhuzamos univerzumból egy egész bolygó. A multiverzum elmélet egyik alapja éppen az, hogy ezek a párhuzamos világegyetemek egymástól elszigetelten léteznek. Vannak rá elméletek, hogy talán féregjáratokkal el lehet jutni egyikből a másikba, de a féregjáratok fizikája gyerekcipőben jár. Semmi biztosat nem tudunk. Ennek ellenére a film megkapó gondolat kísérlet, mely művészi kidolgozással párosul.

Feledés

2013 áprilisában vetítették a Feledés (Oblivion) c. filmet, s nemrég jelent meg DVD-n. Érdekes alapötlettel operál ez a film. Ez az ötlet azonban nem is annyira új, hiszen, mint azt mondják: nincs új a nap alatt... Már a 70-es években is próbálkoztak hasonlóval. A sztori 2077-ben játszódik a Földön, melyet akkor már „elvileg” elhagyott az emberiség. Ennek oka, hogy egy idegen faj támadta meg bolygónkat, s a háborút ugyan megnyertük, de a Föld jóvátehetetlen károkat szenvedett. Az emberiség fogja a teljes vízkészletet, mint üzemanyagot, s átköltözik a Titánra, a Szaturnusz legnagyobb holdjára. A maradék víz kitermelését, a hidrokutakat, 2 ember felügyeli, az egyikük Jack Harper (Tom Cruise). Ám semmi sincs rendben, mert emlékek gyötrik, melyek mintha egy másik életből valók lennének. Hamarosan kiderül, hogy egészen más a helyzet, mint amit gondol. A háborút az idegen gép, a Tet nyerte, s szinte teljesen elpusztította az emberiséget. Néhány túlélő alkotja az ellenállást, vezérüket Morgan Freeman alakítja. Végül sikerül megsemmisíteni az idegen gépet és a Harper klónok hadát. Így azután happy end-nek örülhetünk.

Vegyük szemügyre a sci-fi film gondolatvilágának elemeit. Az idegen egy gép, mely egy hatalmas űrben lebegő csonka gúla. Neki a Föld nem más, mint erőforrás, melyet kiaknáz, majd tovább áll. A filmben a tengervízre fáj a foga. Igen, ez lehetséges, mivel a víz két rész hidrogén, s a hidrogént fúzióval héliummá alakíthatja, melyből rengeteg energiát nyerhet. Persze kérdés, hogy miért pont a Földet választja, hiszen a külső Naprendszerben nagyságrendekkel több víz van, mint a Föld összes óceánjaiban együttvéve. Természetesen ez inkább dramaturgiai fogás, hiszen a történet így érdekes, így kerülhet sor az elkeseredett konfliktusra ember és gép között.

Az idegen gépi mivolta sem légből kapott dolog. A gép sokkal alkalmasabb szerveződés a csillagközi utazásra, mint egy biológiai lény. Okkal feltételezhetjük, hogy a galaxisunkban az idegen lények között vannak olyan rendszerek is, melyek gépek. Hamarosan az emberiség is eljut arra a fokra, amikor képes megalkotni a mesterséges értelmet. Egy ilyen értelem önállósíthatja is magát, hiszen többé nincs szüksége a teremtőjére. Önfejlesztő és önreprodukáló. Ezért azután útnak is eredhet a világegyetemben, hogy energiaforrás után nézzen, ha már saját szülőhazáját kiaknázta. Mi, emberek is gondolkodtunk már azon az ötleten, hogy távoli naprendszerek felé ne embereket küldjünk először, hanem gépeket. Persze ez egyelőre még ötlet csupán.

A filmet rendező Joseph Kosinski (Tron: Örökség) csodálatos látványvilágot tárt elénk. A lerombolt és félig eltemetett városok vízióját. A haldokló Föld csodálatos allegóriáját, mely hátborzongatóan szép. A film jeleneteinek nagy részét Izlandon vették fel. Izland jól példázza

azt, hogy milyen lehet a Föld egy kataklizma után. A szigetet vulkánok formálják, az észak-atlanti óceánközépi hegységrendszer része, ahol az eurázsiai kőzetlemez elválik az észak-amerikai kőzetlemeztől. A fekete homok, a vad gleccserek, és a számítógéppel odavarázsolt romok hitelesen példázzák, milyen pusztulást vitt végbe az atomfegyver bevetése.

Vizsgáljuk meg közelebbről ezt a szituációt. Az emberiség nagy árat fizetne, ha csak úgy nyerhetne meg egy háborút, hogy közben lakhatatlanná válik a Föld. Merész elgondolás átköltözni a Titánra. Én azt hiszem, ez inkább hangzatosság akart lenni a filmben. A Titán nem igazán alkalmas az emberi életre. Messze van a Naptól, nagy hideg, mínusz 180 Celsius fok uralkodik rajta. Bár sűrű nitrogén légköre van és a légnyomás megfelelő, de nincs oxigén. Víz ugyan van, de fagyott. A felszínén a folyékony metán és etán vajú folyóvölgyeket és tengerekbe gyűlik. Biztosan szép látvány, de én nem szívesen laknék ott. Hirtelen megoldásnak talán beválna, de tartós lakhatásra akkor inkább már a Mars való. Az megfelelő terraformálással elérhetővé tehető lenne. Igaz, a víz ott is fagyott és ritka a légkör, mely főként széndioxid. De egy kis rásegítéssel sűrűbbé tehető. Fokozható az üvegházhatás, és akkor megolvadhatnak a hósapkák is. Persze sohasem lenne olyan, mint a Föld volt. De szögezzük le, hogy a Titán sem lenne olyan.

A film tagadhatatlanul magával ragadó, bár használ bizonyos sablonokat és már-már sci-fi körökben elcsépelet kliséket, ám mégis kifogástalan. Ez nagyrészt a gyönyörűen megkomponált látványelemeknek köszönhető. Nem vitás, hogy filozófiája hagy némi kívánnivalót maga után, de ez is megbocsátható.

Emlékmás, avagy egyszer volt emlékek

2012-ben mutatták be Colin Farrell főszereplésével a Philip K. Dick novella adaptációját. Korábban már készült film a műből 1990-ben. A mostani újragondolás azonban merőben más világot teremtett nekünk, talán alkalmazkodva a változó kor ízléséhez. A sztori zseniális és időszerű: lehet-e manipulálni az emlékeket? A válasz természetesen igen, csupán idő kérdése. Tudta ezt jól a szerző is, és a filmkészítők is. Az emberi agy meglehetősen bonyolult dolog, de alapvetően elektromosság és kémia. Már ma is léteznek olyan eljárások, melyekkel módosítható a tudat. Az alanyokban rögzíthetők bizonyos emlékszerű dolgok, vagy éppen átmenetileg törölhetők. A film ezt fejleszti tökélyre. Persze a történet csavarja az, hogy a törölni kívánt dolgok egy véletlen folytán visszatérnek. Tehát a törlés mégsem olyan tökéletes eljárás. Inkább csak arról lehetett szó, hogy elnyomták, eltemették a tudatalattiba. Bátran kijelenthetjük, hogy valós dolgokat feszeget a film. A tudatmódosítás öles léptekkel halad előre.

Tovább színezi a képet az, hogy ha lehetséges és kifizetődő az emberi emlékeket manipulálni, akkor hamar el is fog terjedni a módszer. (Ma még csak a CIA-kémek világából hallunk hasonlókat. Tudatmódosítás, igazságszérum, hallucinogének...) Hiszen, mint ahogy a filmből kiderül, ki ne szeretne unalmas életébe egy-két kellemes emléket ültetni? Ez aztán maga a jövedelmező üzlet. Olyan lehet, mint a kábítószer. Először tilos, végül engednek a nyomásnak. Persze ennek megvannak a maga veszélyei. Gondolom, ezt nem kell részletezni.

A film újragondolt környezete sötét képet fest elénk, a bolygón csak két hely lakható: minő véletlen Anglia és volt gyarmata: Ausztrália, mely a közeli jövőben ismét alávetett státuszt élvez. E két hely között ingáznak az emberek egy érdekes technikai újítás által, vagyis a Föld magján haladnak át. A film a nem túl távoli jövőben játszódik, ám mégis olyan utazási módszert választottak, mely számos kérdést szül. A Föld kérge alatt ugyanis rohamosan nő a hőmérséklet. A köpeny teljes egészében olvadt anyagból áll, míg a külső mag részben szilárd, a belső vas-nikkel mag pedig a nagy nyomástól teljesen szilárd testként viselkedik. A hőmér-

séklet a magban 6000 Celsius fok körül mozog. Kérdezem én, mi az a módszer, mellyel alagutat lehet fúrni és biztosítani ilyen körülmények között? Első hallásra teljesen örülség, hiszen a magas hőmérséklet és nyomás még a legkeményebb fémeket, ötvözeteket is elhajlítja vagy megolvasztja. Azután eszébe jut az embernek a kerámia. No persze nem a cserépedényre kell gondolni, hanem például az űrsiklók hővédő pajzsaira. Talán a jövőben kifejleszthetők olyan kerámiák, melyek ellenállnak az extrém hőmérsékleti- és nyomásviszonyoknak. Különös jelenet a filmben a gravitációs pólusváltás. Sokat gondolkoztam rajta, hogy mitől lebegnek a Föld középpontjában? Hiszen ott is van gravitáció, sőt, mivel a tömegközéppont ott van, oda összpontosul a teljes gravitáció, azaz ott a legnagyobb. A középponttól távolodva négyzetesen csökken. Ennek utána kell gondolni. Szabadesés közben elvileg súlytalanok lehetnek az utasok, de a film e kérdéskört homályban hagyja.

A filmben felvázolt társadalmi rendszer egy negatív utópiát testesít meg. Amolyan orwelli érzésünk támad. Ezt a hangulatot jól alátámasztják a felvonultatott összeesküvés elmélettől terhelt szereplők. Ilyen szereplő maga a főhős is, aki éli átlagos életét, míg egy napon egy vágyott konzerv-álm fenekestől felforgat mindent. Ő is részesévé válik a nagy szabotázsban, s egyben áldozata a totális államnak. A film speciális kameratechnikájával elért színhatások keltette sötét tónusok kiemelik a bennünk érlelődő feszültséget.

A felvázolt jövőkép teljesen valós lehet. A környezetszennyezés és a globális katasztrófák rémképe a totális állammal vegyülve, olyan elegyet alkotnak, melynek csírái már ma is részei a hétköznapijainknak. A bemutatott technikai megoldások, gondoljunk csak a telefonra, mely a főhős kezében van, s csupán egy üveglapot kell megérintenie, itt kopogtatnak a szobánk ajtaján. Ma még tablet, holnap már ilyen készülékek szolgálják mindennapjaink „kényelmét”.

Elmondhatjuk, hogy Hollywood egy újabb elgondolkodtató gyöngyszemmel ajándékozott meg minket, bár ebben nagy része volt, s köszönet illeti a zseniális író, PKD-t is, aki elültette a gondolatot a fejünkben.

Elízium, avagy egy szép új világ

Az Elízium című film meglehetősen aktuális társadalmi, politikai és technikai problémákat feszeget. A Föld milliárdosai felköltöznek az űrbe, s ott élik kényelmes luxus életüket, miközben a film nyitóképeiben favellák végtelen tengere tárul elének, ahol a kevésbé szerencsések nyomorognak. Sajnos, azt kell mondani, hogy ez nagyon is a valóság. Aki látott már képeket a harmadik világ nagyvárosairól, az tudja, miről van szó. Rio, vagy Mexikóváros, vagy Mumbai nyomornegyedei pontosan ezt tárják elének. A jövőben a Föld olyannyira ellehetetlenül a környezetszennyezés, a nyersanyaghiány és a bűnözés miatt, hogy aki csak teheti, az elíziumi polgárrá avanszálódik és felköltözik. De mi is ez az Elízium, s vajon megvalósítható-e? Az elképzelés meglehetősen régi. Már 1970-ben felvetődött a gondolat, hogy városokat kellene építeni az űrbe. O'Neill amerikai tudós vetette fel az ötletet, s egy kongresszusi meghallgatáson vázolta is Island One (más néven Bernal Alfa) űrváros terveit. A megoldás előnyeit így foglalta össze: tiszta és nem környezetszennyező energia felhasználása, a súlytalanságból származó előnyök ipari kihasználása, és megoldás a növekedés problémáira. Az Island One mindössze 1 km-es belső kerülettel rendelkezett volna. Az Island Two 1,8 km-es, az Island Three pedig 32 km hosszú és 6,4 km átmérőjű hengerpár lenne 10 millió lakossal. Itt a légkör már elég vastag lenne ahhoz, hogy kéknek tűnjön, és 900 méter magasan felhők is úszhatnának az égen. Nos, a filmben valami ilyesmiről van szó. A hengernek forognia kellene meghatározott sebességgel a középpont körül, hogy a centrifugális erő 1 g-s gravitációt szimu-

láljon. Ez valahogy nem volt annyira látható a filmben. Ott statikusnak tűnt. Pedig ez fontos elem, mert ki szeretne lebegve élni? Elízium tehát nagyon is megvalósítható, az építkezés költségeit a Föld milliárdosai, akiknek együttes vagyona felér egy nagyobb ország GDP-jével, meg is tudnák finanszírozni, s egyszeriben egy kellemes környezethez juthatnának, távol a földi problémáktól. Az ilyen űrvárosokat, a Föld-Hold rendszer librációs pontjaiba érdemes építeni, amelyekből 5 van, itt ugyanis a két égitest gravitációja kiegyenlíti egymást. Hogy miért nem épül máris az Elízium? Nem tudom. Talán nem szabadult még el annyira a pokol itt a földön. De ha a helyzet továbbra is súlyosbodik, akkor nagyon is aktuálissá válik a kérdés, és az illetékesek biztosan lépni is fognak. A film etikailag maga a szenny áradása, a lesújtó valóság. A kapitalista kizsákmányolás eléri tetőpontját, ahol a földi lakos már csak másodlagos, nem is ember, hanem szinte gép, vagy fogalmazhatnám úgy is, hogy valamiféle haszonállat, aki azért van, hogy a gazdagokat szolgálja.

Elízium a görög mitológiában a túlvilág, az a hely, ahová nem ér el a bánat. Nos, találó a név-választás. Elízium polgárait nem sújtják betegségek, öregség és szegénység. A bevándorlást meggátolják, biztonság és jólét van odafent. Persze fejtől búzlik a hal, így hamarosan fény derül a politikai korrupcióra és az összeesküvésekre, melynek tanúi lehetünk. Ez maga a gátlástalanság, mely a milliárdosokat jellemzi. Vagyonukat is úgy lopták össze a szegény emberek kiszipolyozásával. A Földön vasfegyelmet tartanak fent, beépített erőszakszervezeteik és kémeik által. Erre ad egyfajta választ a földi ellenállás, amelynek egyetlen célja: elérni Elíziumot. Azután váratlan lehetőség jön. Itt a nagy alkalom, amikor megdönthető az igazságtalan rendszer. A film ezt igen drámai módon oldja meg, önfeláldozást követel, melyet a főhős meg is tesz, s cserébe megmenti a többieket, ami itt jelen esetben elíziumi állampolgárságot jelent.

Persze felvetődik egy fontos kérdés: Elízium ugyanis attól Elízium, hogy kevesen lakják, s a kevesek közül is csak a gazdagok. Ha hirtelen mindenkié lenne, akkor összeomlana a rendszer, hiszen „végtelen” szegény embertömeget képtelenség eltartani. Eddig is ez volt a baj. Másként fogalmazva: nem járhat mindenki Ferrarival és nem lakhat luxusvillában. Ahhoz, hogy ez megvalósuljon túl kell lépni a szűkös földi erőforrásokon. A film tehát idillikus választ ad a kérdésre. Nem lehetetlen azonban, hogy megvalósuljon ez az álom. Talán, ha megkezdődik a Naprendszer kincseinek kiaknázása és egy igazságosabb elosztási rendszer kiépítése, akkor ha nem is lesz egyszeriben mindenki milliárdos, de talán megoldható lenne a mélyszegénység felszámolása, mely magával hozza a bűnözést is, ami senkinek sem jó.

Gravitáció

A történet cselekménye nagyon egyszerű, szinte néhány mondatban elmesélhető. Röviden arról van szó, hogy egy kitalált katasztrófát dolgoz fel. Az űrben a két főszereplő éppen a Hubble űrtávcsőt javítja, amikor a Föld körüli pályán keringő űrszemét egyes darabjai ütközőpályára kerülnek, s gyakorlatilag mindent, ami az útjukba kerül, megsemmisítenek. Így Matt Kowalsky (George Clooney) és Dr. Ryan Stone (Sandra Bullock) nagy bajba kerülnek. Az űrsikló, mellyel jöttek, használhatatlanná válik. Egyetlen reményük a közelben lévő nemzetközi űrállomás (ISS). A filmben a pechszeriák garmadájaival találkozhatunk. Nem elég, hogy az űrsiklón immár lyuk lyuk hátán van, ez folytatódik. Csak egyikük éri el az ISS-t. Nevezetesen a női szereplő. Kowalsky-nak meg kell hoznia egy nehéz döntést, fel kell áldoznia magát, hogy társa életésélyei megmaradjanak. Csakhogy hamarosan az ISS-t is találatok garmadája éri, fel is robban. Az utolsó pillanatban az orosz modul segítségével nagy küzdelmek árán tudja azt elhagyni Dr. Stone. Egy újabb esély a kínai űrállomás, mellyel azután végre visszatérhet a Földre.

A film nem annyira a cselekményre épít, mint inkább a szereplőkre, az ő jellemükre, illetve a képi világra. Alfonso Cuarón a rendező (Az ember gyermeke). A film tele van átvitt értelmű metaforákkal. Ilyen a lebegésben felvett magzati póz, a földetéréskor az emberi evolúció során megtett felegyenesedésre való asszociáció, az álmjelenetben megszólaló tudatalatti. Egyfajta emberi szenvedéstörténet, mely végül azzal zárul, hogy sikerül túlélni. A rendező a párbeszédekben az emberi lélek rejtelmait tárja fel. A képek varázslatosak. Az űr végtelennek ható világát tárják fel, ahol az ember sebezhető, kiszolgáltatott, és olyannyira esetenül kicsinek érzi magát a kozmosz arányaihoz képest. Egy borzongató, varázslatos és félelmetes élmény. Az űr csodálatos és veszélyes. Ezért is álmodozik róla az ember azóta, amióta először nézett fel az égre.

A film alapötlete nagyon is valós témát dolgoz fel, mely azonban szerencsére még nem következett be, de tulajdonképpen bármikor megeshet. A Föld körül rengeteg törmelék kering. Ezt hívják űrszemétnek. Sajnos a környezetszennyezés az űrt sem kerülte el. Az űrhajózás kezdete óta egyre csak nő ez a törmelék, mely kiegészítve rakétamodulokból, leselejtezett műholdakból és egyéb roncsokból áll. Ezek néha ütköznek egymással, tovább aprózódnak, pályájuk módosul. A nagyobb darabokat a NASA nyilvántartja és megfigyeli a mozgásukat. Mégis, egy nem várt ütközés katasztrófához vezethet, miként ennek lehetőségét a film is feldolgozza.

A nemzetközi űrállomás ma a Föld körül keringő legnagyobb építmény. Akkora, mint egy futballpálya, több mint 10 éven át épült, nemzetközi összefogással. Összköltsége 100 milliárd dollár körül volt. Ezért nagyon fontos, hogy megóvják. Az űr azonban veszélyes hely. Még ha sikerül is elkerülni az űrszemetet, akkor is ott vannak a mikrometeoritok, melyek sokszor csak homokszemnyi méretűek, de nagy kárt okozhatnak. A világűrben ugyanis minden nagy sebességgel, több ezer, sőt több tízezer kilométer/órával mozog. Ilyen sebességeknél egy ütközés során egy kis tárgy is rendkívül nagy pusztítást képes okozni. Az űrben a tűz is alattomos és veszélyes, mint azt a filmben is látható, amikor tűz üt ki az ISS-en és az felrobban. A súlytalanságban a tűz egészen máshogy viselkedik. Gömb alakot vesz fel például a láng. Az égéstermékek is máshogyan áramlanak, és a hő is máshogyan terjed, mint azt itt a Földön megszoktuk. Sokkal alattomosabb. Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy ezek az űrállomások zárt terek, ahol mesterségesen tartják fent a nyomást. Az oxigénkoncentráció is magasabb, így ez a tüzek gyors terjedésének kedvez. Az égéstermékek azonnal elárasztják a modulokat és füstmérgezéshez vezetnek. Kiváltképp veszélyesek az elektromos tüzek.

Összességében elmondható, hogy a film nagy élmény. Elgondolkodtató és tanulságos. Pszichénk mélyére tett utazás. A párbeszédok kimunkáltsága mögött lévő másodlagos jelentéstartalom, a képek metaforái, az emberi küzdelem elkeseredett és mégis felemelő mivolta, mind-mind a rendező szakértelmét dicséri. Cuarón már letette védjegyét a szakmában, így nem csoda, hogy egy igazi művészfilmet kapunk tőle. Aki nem látta a Gravitációt, annak bátran tudom ajánlani, hogy nézze meg, és nem csak azért, mert 3D-s látványvilág kápráztat el, hanem azért is, mert egy szellemi utazás.

Star Trek - Sötétségben

A legújabb Star Trek film látványvilága önmagáért beszél, ám a sci-fi-t tudományos szemmel nézve, néhol megmosolyogtató dolgok zajlanak. A film dátuma a 2200-as évek vége, ahol már felbukkannak a térhajtóművek és egyéb dolgok. Egy kicsit meglepő volt a kórházi jelenet, mert amikor az emberiség képes lesz arra, hogy térhajtóművet építsen, addigra gyakorlatilag nem lesz olyan betegség, amelyet ne lehetne gyógyítani, sőt még maga a halál is elkerülhető lesz. Így csak dramaturgiailag fontos szál az, hogy Khan vére kell a kislány gyógyulásához. Hiszen kaphatna akár új, genetikusan javított testet is, ha már beteg (gondolom nem egyszerű nátha

gyötri), emlékeit egyszerűen egy kristályra másolják, és áttöltik azt az új testbe. Én biztos vagyok benne, hogy e késői korban ez már megoldható lesz. Mondom mindezt azért ilyen biztosan, mert a film alapfeltevése az, hogy megvalósul a csillagközi utazás. Az pedig, elárulom, nagyon nagy próbatétel. Persze már az 1970-80-as években is gondolkoztak rajta, és készítettek terveket is, melyeket akár meg is lehetett volna valósítani. Más kérdés az, hogy nem volt úticél, mert akkor még az exobolygó kutatás gyerekcipőben járt. De akár a Daedalus, akár az Orion terv űrhajója elindulhatott volna. Ez az utazás, mely a legközelebbi csillagokat vette volna célba, évtizedekig tartott volna. A Star Trekben persze erre nincs idő. Még a fénysebességgel haladó fotonrakéta is ósdiinak számítana a filmben. Pedig egy fotonrakéta építése is komoly dolog. Először is egy ilyen űrhajó meghajtásához antianyag kell, melynek meglehetősen szűkében vagyunk. Legalább 1 kg kell belőle, hogy elhagyhassuk a Naprendszeret. A mennyiség persze nagyban függ az űrjármű méretétől. A tükrrendszer fókuszában lezajló anyag-antianyag reakció olyan hőt és nyomást hoz létre, hogy normális anyag nem is viselné el. Egyes számítások szerint akár 700 km-es hűtőrendszer szükséges ahhoz, hogy el ne párologjon. És hol van akkor még az űrhajó? No, de mi a helyzet a térhajtóművel? Az még bonyolultabb dolog. Mert minél több energiát követel valami, az általában annál nagyobb. A térhajtómű titka az, hogy nagyon nagy energiát nagyon kis térrészbe kell összesűriteni, hogy megbontsa a téridő szövetét. Ez nagyságrendileg 10^{33} Joule, vagy pontosabban a Planck-energia. De az űrhajó, az Enterprise makroszkopikus tárgy, így nagy energiát kell nagy térrészben koncentrálni. Ma csak szubatomi méreteken vagyunk képesek olyan energiát koncentrálni, mely esetleg megközelíti ezt az értéket. Ehhez azonban 27 km-es részecskegyorsítót kell építeni. Az Enterprise, tudjuk, nem ekkora. Másrészt ezt az energiát nem a másodperc milliomod része időtartamban kell produkálni, mint ahogy azt tesszük ma, hanem folyamatosan. A gondok tehát csak fokozódnak. A film legszebb jelenete ugyanis az, amikor Kirk kapitány berugdossa a helyére a Mag-ot. A fentieket értelmezve miféle szerkezet lenne képes Planck-energiát termelni olyan kis méretben? Ez ám a bűvésztükk! És persze minél nagyobb hely kell az energiatermeléshez, annál nagyobb az űrhajó és annak tömege, mérete. A kör tehát bezárulni látszik. Mert milyen folyamat termelhet Planck-energiát? Még az anyag-antianyag reakció is, ahol maximális az energiafelszabadulás, kevésnek látszik ehhez, illetve, hogy jobban fogalmazzak, nagyon sok antianyag kellene. Sokszor hallani olyan megoldásokat, amikor hamis vákuumból vesznek ki energiát. Ezt teszi a fekete lyuk is, ez az ő ú. Hawking-sugárzása. Csakhogy a hamisvákuumból csak kölcsönözni lehet az energiát, azt oda vissza is kell tenni. Mivel a fekete lyuk ezt elcsalja, nagy árat fizet, mert párolog. Tehát a hamis vákuum, mint energiaforrás, főleg nagy tételekben, csak igen korlátozottan és bajosan jöhet szóba. Nem is beszélve olyan dolgokról, hogy egy-egy ilyen akció akár (más) univerzumok összeroskadásával is járhat. Vagy éppen a miénkkel? Ki tudja?

A lényeg persze az, hogy a filmen jól lehet szórakozni, de nem kell minden véresen komolyan venni, ami benne van. Hiszen a sci-fi modern mese.

Robotzsaru, avagy ember a gépben

Egy régi sci-fi film újrafeldolgozása látott napvilágot a moziban. A történet szerint 2028-ban Detroitban elhatalmasodott a bűnözés. Az OmniCorp egy zseniális ötlettel áll elő, hogy ezzel orvosolja a káoszt. Kihaszználja egy utcai rendőr, Alex Murphy (Joel Kinnaman) tragédiáját. A férfi a halálán van, azonban a cég megmenti. Gépembert csinálnak belőle.

A történet meglehetősen régi gyökerekre nyúlik vissza. Már a görög android szó is utal arra, hogy akkoriban mágiával állítottak elő emberszerű lényeket. Modern világunkban az android

olyan gép, mely emberi külsővel és intelligenciával rendelkezik. A kiborg, azaz a kibernetikus organizmus pedig félig gép, félig ember. A főhőssel történtek felvetnek egy csomó etikai kérdést. Tudjuk, hogy a beavatkozás nélkül meghalt volna, de vajon etikus-e belőle gépet csinálni? Meglehet, hogy mai fogalmaink szerint nem, de az is lehet, hogy a jövő teljesen más közgondolkodást hoz. Már ma is folyik az olyan protézisek fejlesztése és gyártása, melyekkel emberi testrészeket lehet pótolni. Így egy balesetben elvesztett kart, lábat helyettesíteni tudnak. Ezek az ember javát szolgálják. Ma már olyan fejlett protéziseket képesek előállítani, melyeket gondolatokkal lehet irányítani. Az idegpályákat közvetlenül összekötik az elektromos kábelekkel. Ezen túlmenően lehetőség nyílik arra is, hogy érezni, tapintani lehessen velük. Folynak az irányban is kísérletek, hogy ezeket a mesterséges végtagokat olyan bőr-szerű anyagokkal vonják be, melyek első látásra megkülönböztethetetlené teszik az eredeti emberi kar vagy láb külső megjelenésétől. A jövő útja az, hogy ezeket a protéziseket már mesterséges izmok működtetik, melyek mágnes gélekből készülnek.

Sőt, a technika ennél tovább kíván menni. Bonyolultabb szervek, így a szív, a vese vagy a máj mesterséges, gépi megfelelőjét is elő kívánják állítani. De hallani tudó vagy méh protéziséről is. Ezek kétség kívül hasznosak lehetnek azok számára, akik balesetet szenvedtek, vagy valamilyen oknál fogva szervátültetésre várnak. Azonban az, hogy valaki gépként éljen tovább, egyfajta páncélba zárt szellem legyen, vagy katonai fegyver, meglehetősen morbid és etikátlan dolognak tűnik. Hiszen nem szabad akaratából választja ez a meglehetősen bizarr létet, hanem mások döntenek így.

Amikor a robotzaru ötlete felmerült a filmkészítők fejében, akkor a szervtenyésztés és őssejtkutatás még gyerekcipőben járt. Felvetődik ugyanis az a gondolat, hogy miért pótoljuk szerveinket mesterséges dolgokkal, amikor ma már lehetségessé válik, hogy meghibásodott vagy elvesztett végtagjaink helyett a bionika folytán egy új, őssejtekből növesztett kart kapjunk. Vesénket, szívünket szintén szervtenyésztéssel pótolni lehetne.

Persze a film másfajta válaszokat ad, hiszen itt egyfajta fegyverről van szó. Hiszen a mesterséges, gépi erővel feljavított ember sokkal erősebb. Ez komoly problémákat szül. Gondoljunk csak egy félig ember, félig gép lényekből álló hadseregére. Ezek a vonások rokoníthatók a Terminátor című film alapfeltevésével. Az ember átalakítása valamilyen fegyverré nem etikus. Az ilyen nem fordulhat elő, nem szabad, hogy megtörténjen. Persze lehet, hogy nem is fog megtörténni, ugyanis a mesterséges intelligencia kutatás áttörés előtt áll. A drónok és más gépi berendezések hamarosan a haderőben is teljesen átvehetik az ember szerepét. Felesleges lenne az emberi tényezőt a géppel ötvözni. Ez a vonulat már teljes egészében nyomon követhető. Miért is harcoljon az ember, amikor helyére gépek állíthatók, melyek, ha megsemmisülnek nem kár értük, könnyen és gyorsan pótolhatók, erősebbek és nincsenek szükségleteik. Persze ez veszélyes terep. Könnyen találhatjuk egy negatív utópiában magunkat, mint azt oly sok sci-fi film megörökítette.

A Robotzaru című film meglehetősen egyéni és erőszakos választ ad egy kérdésre, azonban a kérdés attól még létezik. Ember és gép evolúciójáról szól. Az ember, mint biológiai tényező és a gép, mint mesterséges lény egy nap olyan fokú kölcsönhatásba kerül, mely elkerülhetlenné tesz valamiféle szimbiotikus érintkezést. Ennek egyfajta megfogalmazását láthatjuk például a Mátrix című filmben. Én remélem, hogy a fejlesztők betartják az etikusság játékszabályait, s ennek megfelelően folyik majd ember és gép kapcsolata.

Riddick, avagy egy új bolygó

Vin Diesel ismét Riddick bőrébe bújt, ez év elején láthattuk az új filmben, s ezúttal új bolygót és új szörnyeket ismerhetünk meg. A történet most sincs túlbonyolítva, a lényeg, hogy a Riddicket, az utolsó Furiánt alaposan becsapják a necromongerek, s szülőbolygója helyett egy kietlen planétára viszik. Itt megpróbálják megölni, de persze nem járnak sikerrel. Sorsára hagyják a szökött fegyencet, mondván a bolygó majd végez vele. Riddick súlyosan sebesült, de feltalálja magát. A bolygón van egy fejtadász állomás, ahonnan jelt ad le, mondván, az érte jövők űrhajójával megszökik majd. Jönnek is a fejtadászok rendesen, nem is egy csapat, hanem mindjárt kettő, s főhősünk, az antihős Riddick rendesen meg is ritkítja őket. Ezután jön a szokásos fordulat, mely ezeknek a filmeknek a védjegye, hogy a bolygón él egy különös faj, amolyan szörny, mely a néha bekövetkező heves esőzések sarában előre haladva gyilkol. Adva van ismét a szituáció, hogy a két tábornak össze kell fognia, hogy mentse életüket a szorult helyzetből. Egy érdekes csavar is van a történetben, miszerint kiderül, hogy az egyik csapat vezetője annak a fejtadásznak az apja, akit Riddick megölt a „22 évente sötétség”-ben. Jobban mondván a szörnyek elé vetett. Az apa tudni akarja, miként halt meg a fia. Riddick közli az igazságot. Eleinte nem hisznek neki, de végül mégis olyan hollywoodi happy end-del végződik a történet.

Az egyik izgalmas és lényeges kérdés ugyanaz, mint a „22 évente sötétség”-ben, hogy létezik-e egy ilyen, Naprendszerünkön kívüli bolygó, azaz exobolygó. A válasz minden kétséget kizáróan az, hogy természetesen igen. Hála a Kepler űrteleszkóp szorgos munkájának, ma már ismerünk számos bolygórendszert. És vannak köztük Föld-szerű kőzetbolygók is. Sőt, megvan az első olyan bolygójelölt, melyen akár folyékony víz és élet is lehet. Ez a Kepler-186f jelű bolygó. Egy, a Napunknál kisebb, vörös csillag körül kering, olyan távolságban, mely se nem túl forró, se nem fagyos. A bolygó méretéből adódóan kőzetekből áll. Ismerve az exobolygó statisztikákat, kijelenthetjük, hogy Riddick bolygója meglehetősen átlagos lehet galaxisunkban. A filmbéli bolygó egy száraz, sziklás világ, amolyan félsivatag, melyen időnként heves esőzések, talán monszunok zajlanak. Ilyenkor a sárban élő szörnyek uralják a vidéket.

Érdekes ezeknek a szörnyeknek az anatómiája. Meglehetősen nagy bestiák, és mérgeük is van, így amit megmarnak, azt előbb-utóbb felzabálhatják. Riddick egy ügyes trükköt alkalmaz. A szörnyek fiatal egyedeit, melyek még kicsik, elkapja, és a mérgeket kis adagokban magába injektálja. Ezzel immúnissá válik a méregre. Ez egy jól bevált ősi módszer. Volt idő, amikor a királyok is így cselekedtek, akik féltek, hogy ellenlásuk valamilyen méreggel igyekeznek majd őket eltenni láb alól.

A szörnyek karaktere meglehetősen félelmetes és primitív, pont olyanok, mint amelyeket megszoktunk. Kegyetlenül, falkában támadnak a sárban előrekúszva. Riddick is majdnem ott hagyja a fogát. De csak majdnem. A filmben megjelenő ökoszisztéma nagyon is valós lehet. Könnyen elképzelhető egy, a mi buja földünkénél ellenségesebb exobolygó, mely jobbára sivatag. A földi sivatagok analógiáját látjuk viszont a mozivásznon. Nem feledhetjük, hogy a galaxisban megjelenő élet mindig az adott bolygó viszonyaihoz alkalmazkodik. A hasonló viszonyok hasonló felépítésű lényeket szülnék. Persze ettől még lehetnek jelentősebb eltérések, de ha arra gondolunk, hogy az élet másutt is a szívet választja alapjául, és a csillag éltető energiája működteti, akkor a hasonló a hasonlóhoz elv alapján nem sok meglepetésben lehet részünk. A földön erre jó példa a méhlepényes és az erszéyes emlősök esete. Mindkét fajnál megvannak az azonos szerepkört betöltő állatok, így van: farkas, medve, egér. Ezek kinézetükben is hasonlítanak egymáshoz.

A film ezen túlmenően nem sok filozófiai mondanivalóval kápráztat el bennünket. Egyedül talán a felemlített érdekes fordulat és a betyárbeccsület az, ami tanulságos lehet. Talán lehetne

az a történet üzenete, hogy a jó mindenkiben benne van, és a szorult helyzetek néha összehozzák az ellenségeket is. A kiveszőben lévő emberség egy halvány fénysugara csillan meg. Egyébként pedig mindenki hozza a maga karakterét, vannak cinikus és brutális jelenetek, gyilkolás meg minden más, ami egy ilyen filmben kell.

Kicsoda Ön, Mr. Prométheusz?

Nemrég vetítették a mozik a Prométheusz című filmet, mely az Alien sorozat előzményének tekinthető. De az alkotók felhívták a figyelmet arra, hogy ez több annál. Ezt érezzük is, hisz egy érdekes szál bontakozik ki, nevezetesen Prométheuszé, mely már a nyitóképben szerepel. Később a történet mozgatórugója, hisz az emberek a teremtőjüket keresik. De ki ez a titokzatos Prométheusz és milyen gyökerei vannak ennek az elképzelésnek?

Természetesen a görög mitológia egy alakjáról van szó. Uranosz és Gaia frigyéből születnek a Titánok. Prométheusz Iapetosz titán és Klümené fia. A mítosz szerint az első emberek a gigászok véréből születnek, akik erőszakosak, ezért Zeusz elpusztítja őket. Majd Prométheusz a mítosz egy változata szerint sárból megalkotja az embereket, míg testvére Epimétheusz az állatokat. Mivel azonban Prométheusz munkája hosszabb volt, addigra Epimétheusz elhasznál minden jó anyagot. Így az emberek gyengék és esetlenek lettek. Kezdetben az emberek és az istenek együtt élnek, egy asztalnál esznek. Ez az aranykor. Ám az emberek osztályrésze a halandóság, s végül egy sértődés miatt Zeusz véget vet az aranykornak, az emberek elől elrejtí a tüzet. Prométheusz megsajnálja őket és ellopja számukra a tüzet, hogy ezáltal az állatvilág fölé emelkedhessenek, s kárpótolja őket gyengeségükért. Természetesen Zeusz megbünteti Prométheuszt.

Később sumér eredetből feltűnik a Bibliában egy kép, mely szerint az óriások, az istenek fiai gyermeket nemzenek az emberek leányainak, akik kezdetől fogva híres-nevesek voltak. Ők lettek a félistenek.

Ez a jelenet és a görög mítosz jól összepasszol a film gondolatvilágával, mely többek között nagyon sokat merített Däniken munkásságából is. Erre utal az a felvezető, amikor is megismerjük Charlie Holloway és Elizabeth Shaw tudósok munkásságát, akik szerte a világban (akár csak Däniken) kutatják az emberiség múltját és meglepő felfedezést tesznek, miszerint az ősi sziklarajzokon, melyek kora több tízezer év, felfedeznek egy csillagkonstellációt és a rejtélyes idegen óriásokat. Álláspontjuk szerint ez egy meghívó a teremtőtől a teremtés színhelyére. Däniken sem állít lényegében mást. Véleménye és kutatásai szerint az ő- és ókorban az istenek meglátogatták az embereket, s miként a mítoszban Prométheusz, elhozták számukra a civilizációt. A paleoseti hívei lelkesesen állítják, hogy minden nagy civilizáció, legyen az a sumer, az egyiptomi, a maja, mind-mind az idegenektől ered.

A Prométheusz-mítosz azonban tovább megy. Az embereket eltaszítják maguktól az istenek, akik az embert a maguk képmására teremtették. Vajon miért ez a szakadás? Felvetődik a kérdés, hogy valóban egyenrangú félként kezeli-e a teremtő az általa teremtettet? A görög mítoszban az aranykorban ez így volt, később mégis megromlik a viszony. A film érdekes választ ad erre a kérdésre David 8 személyében. Az androidot az emberek saját képmásukra teremtik meg, de amint az érzékelhető, nem kezelik magukkal egyenrangúnak. Az android későbbi árulása részint talán az e tényre való rádöbbenésre vezethető vissza. Az idegenek a filmben, akárcsak Zeusz a görög mitológiában, az emberek elpusztítására törekszenek. Hiszen az exohold, ahová eljutnak a tudósok, nem más, mint egy biológia fegyverraktár, s e biológiai fegyvert az emberiségnek szánják.

Egyes elméletek és magyarázatok szerint a csalódás oka az emberekben talán az, hogy az ember gonosszá lesz. Sok nép mítoszában, így a görögben is, szerepel az özönvíz, mellyel az emberiséget büntetik e gonoszságáért. A kérdés csak az, hogy vajon a teremtő mennyiben erkölcsös és etikus?

Peter Weyland a mindenható Weyland-Yutani vállalat vezetője, aki lehetővé teszi az expedíciót, nagyon is esendő vágyakkal indul útnak titokban egy hibernálókapszulában. Hisz ő nem vágyik másra, minthogy halhatatlanságot kérjen a Teremtőtől. A haláltól való félelem vezérli minden tettét. A legősibb emberi vágyakozás az övé, eggyé válni az istenekkel, és egyenrangúvá lenni. A film azonban világos választ ad erre a kérdésre. A teremtők drasztikusan elutasítják ezt a kérést.

A film tehát jóval több annál, mint egy előzmény. Felveti az eredet kérdését, melyet az emberiség a kezdettől fogva kutat. Mi által vagyunk, és vajon egyedül vagyunk-e? A válaszok meglehetősen kiábrándítóak, de remekül összeillesztetők a mítoszokból rendelkezésünkre álló információkkal. Vajon igaza van-e Dänikennek? Egyelőre csak gyűlnek az elméletek, s az igazi válaszok váratnak magukra.

A gátlástalanság a filmben: Peter Weyland feltehetően bőkezűen finanszírozza a két tudós kutatását, és lehetővé teszi számukra, hogy megvalósíthassák nagy álmukat, s igazolják elméletüket. Azonban ő maga mindezt nem önzetlenségből teszi. Számára a legfőbb cél az önigazolás, retteg az emberi sorstól. Hatalmas vállalatbirodalmat épít fel, mindez egy célt szolgál: az ő halhatatlanságát. Azonban árulás áldozata lesz. Ő maga is kettős játékot űz. Titokban utazik. Lányát terrorizálja, aki azonban még apjánál is gátlástalanabb, őt ugyanis csak a pénz mozgatja. A filmben kifejti, hogy ideje apjának meghalnia, hogy ő vehesse át a cég vezetését. A film egyik meghatározó mozzanata Peter Weyland lábának megmosása, mielőtt a Teremtő, az idegen faj elé járulna. Ez egyfajta asszociáció lehet a bibliai történetre, amikor Jézus megmossa tanítványai lábát, a filmben azonban ez az ábrázolás eltorzul és megfordul. A lánya rúttul elárulja apját, aki egyben álmodozó is, hisz a Weyland-Yutani vállalat jelmondata: Új világokat építünk. Természetesen lánya bűne sem marad büntetlenül.

Az android szerepe: David 8 már a kezdet kezdetén gyanús figura. Feltehetően Peter Weyland beépített embere, a teremtett, aki a végletekig hűen szolgálja teremtőjét. Az emberi faj azonban csak a gépet látja benne, akit kedvére (ki)használhat. Ezért azután a halálán lévő Peter Weylandnak jó utat kíván a túlvilágra. Ő maga pedig megtagadja önmagát és árulóvá lesz, hisz rádöbben önnön létezésének hiábavalóságára. Az idegen faj egyébként is torznak és a teremtés gúnyjának látja David 8-at. Az idegen egyből porba sújtja. Az emberiség ugyanis még e késő században sem képes élő teremtést, csupán saját képmására a gépet, mely azonban az idegen faj számára inkább karikatúra, s mint ilyen, felháborító. David 8 jóval többet tud a kelleténél, s még pusztulásában is árulást követ el, majd, hogy új önigazolást és feladatot teremtsen magának, a tudósnőnek felajánlja szolgálatait, hogy elviszi a teremtők bolygójára. Kettős játszmájának és gátlástalanságának legfőbb műve, ahogy megfertőzi az ifjú Charlie Holloway-t.

A lélek szörnyei a műben: A szörnyek valójában biológiai fegyverek, de átvitt értelemmel is bírnak. Megtestesítik azt, amitől az emberiség a legjobban retteg, a lelkében lévő sötétség kivetülését. A későbbi Alien filmekben ez már egyértelműen uralkodó tényező. Az Alien-szörny megtestesíti azt az emberi félelmet, hogy valami elpusztíthat bennünket, még hozzá belülről. A magzati anti lét ez. Az anyában fejlődő magzat az új élet, míg ez a testben fejlődő parazita maga a halál. A filmben ezt az alapötletet egyébként a földi bioszférából vették. Léteznek a rovarvilágban ugyanis olyan lények, melyek más rovarok testébe teszik petéiket és azok ott kikelve, elevenen felfalják azt.

Az emberi rossz: a film tele van konfliktushelyzettel, mely egyértelműen feszültségek forrása lesz és kihat a rosszat. Meglepő, de az Amazonas vidékén létezik egy indián törzs, mely nem ismeri a gyilkosságot. Őskori körülmények között élnek, de tökéletes harmóniában. Vallásuk mélyen átitatott az élet tiszteletével, ezért sosem ölnék embert, mert vallási hiedelmvilágukban ez a legnagyobb bűn és ez vonja maga után az istenek iszonyatos büntetését. Ettől félve senki sem öl. Ma e különleges törzset leszámítva az emberi civilizáció velejárója volt és lesz az ölés. Vajon hol tört meg a harmónia? Az aranykorban még az istenek és az emberek együtt élnek, ez a bűnök miatt azonban megromlik. A gyilkos majom elmélete vezeti be az ölést az emberi szocializációba. Elvileg azonban az ember, akinek a görögök szerint logosza és nomosza van, kiemelkedik az állatok közül és lemond a gyilkolásról. De ez csak mesebeszéd. Bár a Biblia is utal rá, hogy a testvérgyilkosság az első gyilkosság.

A pénz uralma: Az óriásvállalat, a Weyland-Yutani megtestesíti korunk jövőbeni kivételét és előrehaladását, amikor is a kapitalizmus már csillagközi méreteket ölt, és folyik a Mars terraformálása és a Hold kiaknázása. Ebben a világban a pénz az isten. Ezt jól testesíti meg Peter W. lánya. Őt csak a profit érdekli. Az expedícióra is csak a profit miatt kerül sor. Meg akarják szerezni a titkot, s a titkot gazdasági célokra kívánják hasznosítani. Megbukik az ártatlanság és romlottság lesz belőle. Az emberiségnek szánt fegyver bevégni rendeltetését a Szodoma és Gomora bűnének tengerében.

Noé egy kicsit másképpen

Noé történetét, az özönvizet mindenki jól ismeri a Bibliából. Ám azt talán már kevesebben, hogy nem ez az egyetlen történet erről az eseményről. Számos más népnek megtalálható a legendáiban, mítoszaiban ez a nagy katasztrófa. A görögöknél például Deukalión története meséli el, hogy Zeus az emberek gonoszága miatt özönvizet küld a földre. De a suméroknál a Gilgames eposzban is szó esik hasonlókról, sőt az indiai történetekben, az egyiptomi sztéléken, de még a maja mítoszokban is esik szó erről. Sokan feltették a kérdést, hogy miért ilyen sok civilizáció esetében találkozunk ugyanazzal a történettel? Ráadásul ezek a kultúrák nem is érintkeztek egymással, mert mítoszaik térben és időben másképpen alakultak ki. Egyesek arra jutottak, hogy az Özönvíz valóban megtörtént esemény lehetett, mely az egész bolygót érintette, s így számos, egymástól független nép emlékezetében megmaradt. Egyes elméletek szerint ez egy hatalmas áradás vagy cunami lehetett, melynek időpontját 12.000 évvel ezelőtre teszik, amikor véget ért az utolsó jégkorszak. Különböző elképzelések láttak napvilágot. Ezek egyike, hogy Atlantisz pusztulásakor az ott élő civilizáció tudomással bírt a hamarosan bekövetkező globális katasztrófáról, s Egyiptom földjére érkezve, nekiláttak a piramisok megépítésének, melyekben elhelyezték az addig felhalmozott tudást. Így az elmélet számos követője szerint a piramisok valójában nem temetkezési helyek, hanem az utókornak szánt pánccélszekrények. Ma a piramisok üresek, de ez nem volt mindig így. Fentmaradtak ugyanis olyan többek között arab források, melyek szerint, amikor feltörték a piramisokat (az arabok a piramisok fedőköveiből építették Kairót), akkor hajlítható üvegre és sok más különös dologra bukkantak, melyeket egy felsőbbrendű kultúra hagyott hátra. Úgy vélik, hogy az áradást talán egy, az Atlanti-óceánba csapódó üstökös vagy kisbolygó okozhatta. Ekkor ugyanis akár 1 km magas árhullám is keletkezhet, mely a szárazföldekre zúdul. Más elméletek szerint maga a jégkorszak vége okozta a vízszint emelkedését, ugyanis rohamos olvadásnak indultak a jégsapkák, gleccserek. Ez azonban egy lassú folyamat. Az özönvíz azonban inkább hirtelen megtörténő kataklizma lehetett. Találtak olyan területeket, melyek azelőtt szárazulatok voltak, csak később öntötte el őket a tenger. A jégkorszak idején például a Fekete-tenger édesvízű tó volt, nem állt összeköttetésben a Földközi-tengerrel, mert a Boszporusz összefüggő

földsávot alkotott. Emellett az édesvízű tó mellett számtalan település állt. Az emelkedő vízszint miatt azonban átszakadt a földnyelv és óriási áradással sós víztömeg zúdult be. Így talán ez lehet az özönvíz egyik alapja.

E mítoszoknál, történeteknél mindegyikben közös az, hogy az emberiség bűnös életet él, s ezért kiváltja az istenek haragját. Däniken munkássága is különös figyelmet szentel e témának. Szerinte az idegenek már jó előre látták az özönvizet, például tudomásuk lehetett egy becsapódó égitestről, ismerték annak pályáját, így figyelmeztették az arra kiválasztott vezetőt, hogy készüljön fel és tegyen óvintézkedéseket. A Bibliában ő Noé. A neve Új-at jelent. Az Ószövetség keletkezési idejénél valószínűleg sokkal régebbi a történet. A zsidók csak átvehették, talán egyiptomi vagy sumer forrásból. Noé családfájában számos furcsaság akad, melyet Däniken és követői annak tulajdonítanak, hogy szoros kapcsolatban állhattak az idegen „istenekkel”, így nem véletlen, hogy Noéra esik a kiválasztás. Noé apja egyenesen nekiront feleségének, amikor meglátja a megszületett Noét. Kétkelkedik benne, hogy a gyermek tőle van, s nem esetleg egy idegentől. El is megy apjához és nagyapjához tanácsot kérni, hogy mitévő legyen, de ők kioktatják, hogy ez egy jel és az elkövetkezendő katasztrófáról szól.

Az Özönvíz kérdése még ma is számos vitát szül. Egyesek úgy vélik, hogy valóban megtörtént esemény volt. Vannak, akik nem kevesebbet állítanak, minthogy megtalálták Noé bárkájának roncsait az Ararát hegyén. Mások azt mondják, hogy ez csupán legenda. Mindenesetre érdekes, hogy nem csak egy nép állítja, hogy valami történt a múltban. Az időpont is vita tárgya. Semmi sem zárja ki ugyanakkor, hogy egy természeti katasztrófa, akár egy becsapódás vagy óriás vulkánkitörés okozta cunami álljon a háttérben. Biztosan azonban nem tudunk. Sokan kutatják a múltat, s az is meglehet, hogy egy szép napon választ kapunk a kérdésre, s új bizonyítékokkal állnak elő.

Távoli csillagok szülötte

Az idén moziba került Acélember c. film, mely Superman életéből villant fel néhány eseményt, semmi újat nem hozott, legalábbis a képregény rajongók számára. A jól ismert történet körvonalazódik. Én inkább abból a szemszögből vizsgálom meg a dolgot, hogy lehetséges-e, az amúgy javarészt mesébe illő történet azon szála, hogy egy idegen csillagról egy gyermek érkezik a Földre.

A történetben Superman szülőbolygóját a Kriptont vörös óriássá felfúvódó napja pusztítja el. Vizsgáljuk meg a lehetőséget ebből a szempontból. A Napszerű csillagok életük második felében, úgy 5 milliárd év után, egyre erőteljesebben kezdenek sugározni, miközben méretük folyamatosan növekszik. Ennek oka, hogy a magban egyre több a hélium, s a fúzió a külső rétegek hidrogénje felé vándorol. A nyomás következtében és a hőmérséklet emelkedésével végül a csillag magjában megkezdődik a hélium szénné alakulása is, ami fokozott energia-kibocsátást jelent. Tehát egy Föld-szerű bolygó sorsa megpecsételődik. A Föld már mintegy 1 milliárd év múlva teljesen lakhatatlan lesz, még azelőtt, mielőtt a Nap végérvényesen elnyelné. A növekvő hőmérséklet és sugárzás a vizet is elpárologtatja.

Egy Napszerű csillag, mely a legalkalmasabb arra, hogy valamely bolygóján élet és értelem alakuljon ki, úgy 10 milliárd évig él. A nagyobb csillagok, mint a kékesfehér Szíriusz (2,5 Naptömegű), már alig 1 milliárd évig. A még nagyobb csillagok pedig csak néhány 10, esetleg 100 millió évig. Ez azért fontos, mert az élet megjelenésétől az értelmes civilizáció kifejlődéséig évmilliárdokra van szükség. Legalábbis, ha a földi példát vesszük.

Egy technikailag fejlett civilizáció, mely szembesül csillaga és saját bolygója közelgő végzetével, természetesen számtalan módon igyekezhet megmenteni önmagát. A külsőbb bolygók felé vándorolhat, de akár el is hagyhatja naprendszerét, és egy másik csillag bolygóján telepedhet le. Persze az ilyen exodusok mindig nagy bonyodalommal járnak, mert vagy mindenki megy, vagy csak kevesen - a túlélők csoportja. Több milliárd főre duzzadt populációkat mozgatni az űrben nem kis vállalkozás. Így, ha mostanában a Földünket valami katasztrófa fenyegetné, nem kérdés, hogy csak néhány kiválasztott foglalna helyet azon a bizonyos csillagközi űrhajón.

Superman is egyedül érkezik a Földre. Kissé furcsa, hogy mennyire emberszerű a megjelenése, hiszen mégiscsak egy idegen világ szülötte, de azután gyorsan kiderül, hogy mégsem olyan átlagos. Én magam nem hinném, hogy egy csillag mérete, típusa szuperképességekkel ruházna fel bárkit is. A fizika törvényei mindenkire, mindenhol vonatkoznak. Ez inkább mese habbal.

Az már érdekesebb kérdés, hogy vajon a múltban érkeztek-e hozzánk idegen bolygó menekültjei vagy látogatói. A témában elég, ha fellapozzuk Däniken néhány könyvét. Azután ott vannak az UFO-hívók összeesküvés elméletei, Roswell és a többi. De természetesen nem kizárt, hogy érkezhettek látogatók, akik segítettek rajtunk olykor-olykor. A csillagközi utazás lehetséges, s minden bizonnyal vannak olyan civilizációk a galaxisban, melyek képesek rá, így akár fel is kereshették bolygónkat. Persze, mai tudásunk szerint a Tejútban kevés a fejlett civilizáció, bár a bolygók száma nagy, de azok vagy lakhatatlanok, vagy nem alakult ki rajtuk értelmes élet. De ha ki is alakult, akkor lehet, hogy még nem tartanak ott, hogy megvalósítsák a csillagközi utazást. Ezért mondhatjuk azt, hogy kicsi az esély arra, hogy UFO landoljon a kertünkben.

A téma alapötletét számtalan film és tudományos írás feldolgozta, mert valljuk meg, hogy megkapó a gondolat, hogy jelentéktelen kék planétánkat egy távoli csillag szülötte(i) keresi fel. A gondolat szép, és érdemes vele eljátszani. Hol tudományos igényű, hol pedig mesészerű történetek születtek e nagyszerű, és kimeríthetetlen témában.

Csillagok között

Christopher Nolan egy igen érdekes sci-fivel örvendeztetett meg bennünket. A film lehetne szokványos is, de nem az. Látványvilágában és mondanivalójában sem. Elsősorban az érzelmekre épít és csak másodlagos a tudományos fantasztikum. Az inkább körítés. A mű ugyanis az emberi kapcsolatokról, az apa-lánya viszonyról mond el nekünk egy történetet. Ha már történet, akkor ejtsük néhány szót a cselekményről. Cooper (Matthew McConaughey) és családja a nem túl távoli jövőben egy olyan Földön élnek, mely haldoklik. Az emberek vegetálnak és próbálnak növényeket termelni. Ebben a világban már nincs szükség csillagászra, fizikusra, űrhajósra, csak farmerre. A holdraszállás tényét is mesének írják a tankönyvek. Ám egy rejtélyes erő egy féregjáratot helyez el a Szaturnusznál. Űrhajósokat küldenek át rajta, hogy a másik oldalon lévő exobolygókat felkeressék, mert ha azok lakhatók, oda átköltözhetne az emberiség. A tervet Lázár-nak nevezik el. Egy érdekes csavarral Cooper bekerül abba az expedícióba, mely az előrement felderítők közül egyet felkeres. Egy olyan rendszert, ahol 3 exobolygó is kering. Coopernek el kell búcsúznia a családjától, fiától és lányától, Murphy-től. Nem tudja, hogy vajon viszontlátja-e őket valaha is. A féregjáratig 2 év az út és utána is évtizedek telnek el. A küldetés szinte katasztrófális eredményt hoz. Számtalan fordulat van benne, mintha minden a rossz felé fejlődne. Végül Cooper önmagát is kész feláldozni, s ez hozza meg a váratlan sikert. Lánya, aki a földön maradt és tudós lett, megoldja a

gravitáció egyenletét, s végre útra kelhet az emberiség. Azután találkoznak annyi év elteltével. Cooper 125 éves, lánya pedig öregasszony, aki már haldoklik.

Most pedig következzen a tudomány a filmben. A féregjáratok különleges objektumok. A téridő két távoli pontját képesek összekötni úgy, hogy az utazást lerövidítik. A legközelebbi csillagok is fényévekre vannak, tehát az út még fénysebességgel is éveket venne igénybe. Ezzel szemben a féregjáratok alkalmasak, hogy mindez csupán néhány órát, hetet jelentsen. A féregjáratok azonban igen csalafinta képződmények, még nem találtunk ilyet, csak a matematikai modellek vannak meg. Létezésük kérdéses, és pláne az, hogy hogyan hozhatók létre mesterségesen. A filmben kiderül, hogy a jövőben élő emberiség helyezi el a múltba oda nekünk, hogy megmeneküljünk. Ez azonban egy paradoxont eredményez. Mert, ha a féregjáraton át jutunk el a távoli helyre, mely az új otthon lesz, és a jövőből helyezzük el azt, felmerül a kérdés, hogyan jutunk el oda? Mert csak a jövőben leszünk képesek arra, hogy odarakjuk. A válasz persze az, hogy a féregjáraton át. De ez egy paradoxon, ahol felborulni látszik a kauzalitás, mert két egymásnak ellentétes kérdést tehetünk fel.

A másik érdekesség a filmben, hogy egy fekete lyuk is van abban a csillagrendszerben, ahol a 3 exobolygó kering. Az első nagyon közel az eseményhorizonthoz. Cooperék bajban vannak, mert amikor leszálnak ennek a felszínére, minden óra 7 évet jelent a Földön. Ott tartózkodásuk elég balszerencsés, mert 23 év lesz belőle földi mértékkel. Ennek oka a relativitáselmélet. A gravitációs időlassúbbodás az ikerparadoxonnal egyenértékű változásokat okoz.

A második bolygó teljesen lakhatatlan, de ahhoz, hogy elérjék, mivel kevés az üzemanyaguk, egy hintamanőver szükséges a fekete lyuk közelében. Ez újabb évtizedeket eredményez. És ráadásul feleslegesen. Szinte már-már reménytelen, hogy valaha is hazatérnek. Végül jön a harmadik bolygó, de Cooper inkább „öngyilkos” akciót vállal. A fekete lyukba manőverezi űrhajóját, hogy meglegyenek a gravitációs egyenlethez szükséges mérések. A fekete lyukban csodálatos dolgok történnek. Fény derül néhány addig nem értett eseményre. Ezt most nem mondom el, inkább nézzék meg a filmet. A végeredmény az, hogy Cooper visszajut a Szaturnuszhoz, ahol rátalálnak. Az időeltolódás ekkor már tetemes. Lánya haldokló öregasszony, miközben ő mit sem öregedett. Végül azonban még elbúcsúzhatnak egymástól és az emberiség útra kelhet a harmadik, lakható exobolygó felé.

Mivel nem akartam ezt a cikket hosszúra nyújtani, javaslom, hogy olvassák el korábbi cikkeim, melyekben részletesen tárgyalva vannak a fekete lyukak és az időparadoxonok fizikája, valamint szó esik az exobolygókról. A film 169 perces, talán kicsit túl hosszú, de mindenképpen érdemes megnézni.