

A LEHETSÉGES VILÁGOK LEGJOBBIKA?

avagy

Miért létezőnk egyáltalán?

Nyáréjszakán állok a csillagos égbolt alatt, sokfelé járnak gondolataim. Örülök, hogy nekem megadatott értő szemmel figyelni a csillagokat. Ismerem fizikájukat, mégsem tudok érzelmek nélkül tekinteni rájuk. Szerintem nincs is olyan ember, akit ne ragadna magával a csillagokkal telehintett koromfekete égbolt látványa, a végtelenség és örökkévalóság borzongató érzése, vagy csak maga az esztétikai élmény.

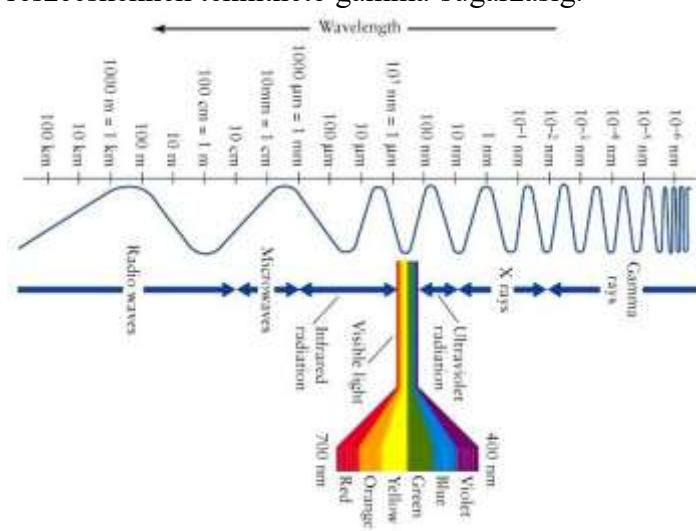
Porszem vagyok? Átlagos lény egy átlagos égitesten, az Univerzum egy átlagos pontján? Méretem tekintve kb. 10^{25} -szer vagyok nagyobb az atomi világnál, de a megfigyelhető világegyetem 10^{25} -szer nagyobb nálam. Jó ez nekem? Így talán beláthatom mindkét végtelent? Sajnos nem. Rá kell ébredjek tökéletlenségemre.

A filozófusok szerint a világ megismerhető. Ez korántsem jelenti, hogy az ember egykor majd mindent fog tudni, hanem csupán azt, hogy a természet „nem zárkózik el” a megismerés folyamata előtt. Az életben maradásunkhoz szükséges információkat érzékszerveink szolgáltatják a környezetünkről. Az Ember – különbözve minden más ismert élőlénytől – tudományos kíváncsisággal viszonyul a környezetéhez, meg akarja érteni a világot, meg akarja tudni volt-e kezdet, lesz-e vég, 's hogy mi végre vagyunk itt.

Természetesen vannak az Univerzumnak számunkra elérhetetlen tartományai. Ilyen például a Nagy Bumm és az azt követő rendkívül rövid (10^{-24} másodperc) időtartam, vagy a szub-elemis részecskék egzotikus világa. Ezekben a tartományokban egyszerűen nem tudunk megfigyeléseket végezni, rá kell hagynunk a tisztán elméleti spekulációkra és a filozófiára.

Szemünk a természet egyik csodája. Komplexitásában és funkcionalitásában a legtökéletesebb érzékszerv. Vagy mégsem? A parányi dolgok megnézéséhez nagyítót kell használnunk. A távoli égitestek tanulmányozásához pedig távcsövet. A legtávolabbi csillagászati objektum, amit még szabad szemmel megláthatunk, az az Androméda galaxis, 2,5 millió fényévre. Mesterséges szemünk, a Hubble-űrtávcső kb. 10 milliárd fényév távolságban lévő galaxisokról, kvazárokról is képet szolgáltat nekünk.

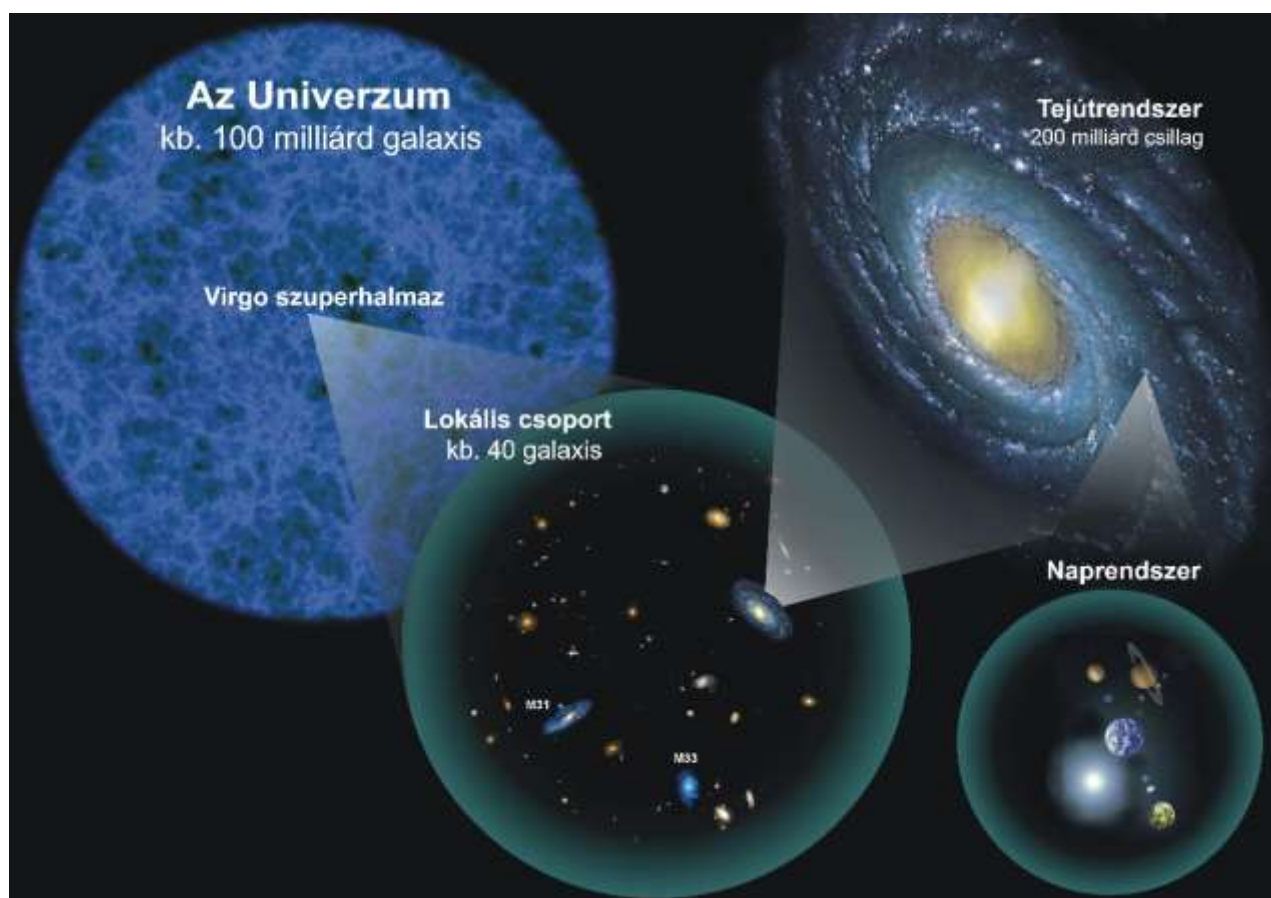
Nem láthatunk mindent. A világegyetem sokkal több annál, mint amennyit szemünk felfogni képes belőle. Minden – az abszolút nulla foknál magasabb hőmérsékletű test – elektromágneses hullámokat sugároz. A spektrum igen széles; a hosszuhullámú rádiósugárzástól a már szinte részecskéknek tekinthető gamma-sugárzásig.



Az egészről csak a 440-740 nm hullámhosszúságú tartományt látjuk, a többi rejtve marad előttünk. Mennyit ismerhetne meg az ember a világból, ha a pusztá szemére hagyatkozna és nem használna technikai eszközöket?

Tudom, az Univerzum a mindenséget, a mindenség egységét, az egyetlen létező mindenséget jelenti. Ezt sokféleképpen lehet értelmezni. A továbbiakban én a fizikai, elsősorban a makrofizikai, csillagászati univerzumból fogok beszélni.

Az Univerzumnak abban a tartományában, amennyit belátunk belőle, kb. 100 milliárd galaxis található. Ezek szuperhalmazokat alkotnak. A szuperhalmazok a világegyetem legnagyobb méretű képződményei. 100 – 300 millió fényév az átlagos kiterjedésük és nagyjából 100 galaxis-halmazt tartalmaznak. Ahova mi is tartozunk, az az úgynevezett Virgo-szuperhalmaz. Ebben a tartományban van a Lokális Csoport, amely kb. 50 galaxisból áll, többek között a mi Tejútrendszerünk, az Androméda-galaxisból, a Magellán-felhők és még jónéhány, a mi galaxisunkhoz hasonló csillagszigetből.



A Tejútrendszert 200 milliárd csillag, a csillagok körül keringő kisebb égitestek, csillagközi gáz- és porfelhők alkotják. Alakja egy spirális szerkezetet mutató forgó, lapos koronghoz hasonlít, amelyet gömbhalmazokból álló haló vesz körül. Átmérője 100 ezer fényév. Napunk az egyik spirál-kar (Orion-kar) belső peremén, a Tejútrendszer középpontjától $25\,000 \pm 1000$ fényévre kering. Kifelé a következő spirálkar a Perzeusz-kar, ennek távolsága mintegy 6000 fényév.

Az ember „értve” lát. Nem csak szemléli maga körül a világot, hanem egyben érti is azt. Az egyetlen élőlény, amelyet nem csak az önfenntartás ösztöne vezérel, hanem a megismerés kíváncsisága hajtja. Tapasztalatokra tesz szert, amelyeket rendszerezni képes. Nem csak a jelenben él, hanem a történéseket elhelyezi az időben. Sőt, ami a legkülönösebb, el tudja képzelni a jövőt, tudja tervezni a jövőt. A jövőben tervezett cselekedetinek alternatíváit képes végiggondolni és

elemezni, majd ezek alapján dönteni. Absztrahált fogalmi rendszere képessé teszi az elvont gondolkodásra. Legjellegzetesebb képessége a kommunikáció speciális fajtája, a beszéd. Ez alapjaiban más, mint egyes állatok kommunikációja. Egysége természetesen az artikulált hangadás, amely számtalan variációban önálló jelentéssel bír. Ez a szó. Ami pedig a legemberibb; a mondatalkotás. A mondaton belül a szó jelentése módosulhat, más szövegkörnyezetben mást jelenthet. A beszéd az egyedek közti kommunikációnak olyan fantasztikusan gazdag lehetőségeit adja meg, amelyre sehol nem találunk példát. A közösségeken belül az ismeretek és tapasztalatok, sőt érzelmek átadásának leghatékonyabb eszköze a beszéd, amely alapját képezi az elvont gondolkodásnak is. Meggyőződésem, hogy valójában a beszéd képessége tette az embert igazán emberré.

Amikor az ember a létért való küzdelemének nyugodtabb pillanatait élvezte, mélyebb, elvont kérdések is megfogalmazódtak benne. Miért olyan a világ, mint amilyen? Volt-e kezdete, lesz-e vége? És főleg, hogy mekkora?

Az ókori civilizációk megpróbálták megmagyarázni az akkori tudásszintjüknek megfelelő mitikus, vallásos elképzeléseikkel világuk és társadalmuk kialakulását és törvényszerűségeit. Ezek alapvetően agrárkultúrák voltak és a természet évszakos ciklusait kivetítették a világegyetem, ezen belül a társadalom ciklikus megjelenítésére is. Ez a filozófia természetesen magával hozza a ciklikusan önmagát megújító világegyetem képzetét.

A legstrukturáltabban talán a hindu mitológiában mutatkozik meg, amely többféle korszakról beszél. Négy világkorszak alkot egy nagy ciklust, ami 4.320.000 földi esztendőig tart. Ezer ilyen négyes korszak képez egy kalpát, melynek leteltével egy közbenső világvége (naimittika pralaja) következik. A Puránák szerint amikor a világmindenség teremtője, Brahmá aludni tér, az ő szférája alatti világok elpusztulnak. Az univerzum az éj sötétjébe merül. Az örök idő tüze elemészti a három világot, a Bhúr, Bhuvah és Szvah szférákat, amik rendre az alsóbb régiókat (Pátála), a Földhöz hasonló közönséges égiteket (Martja), s a világi mennyek főbolygóit (Szvarga) jelenti. A tűz pusztítását vízözön követi. A Nap és a Hold visszavonul az anyagi univerzum legmagasabb síkjaira, nem világítanak. A nagy világkorszakok között átmeneti időszakok vannak, majd újabb ciklusok következnek.

A maják viszonylag pontos naptárt állítottak össze. $52 \text{ év} = 73 \text{ tzolkin} = 18\,980 \text{ nap}$. A szökőnapok betoldása ekkor történhet meg. Általában 13 szökőnap van 52 évente. Az időszámítást a Nagy kör szerint kb. 5125 évente újból kezdik és korszakokként számolják.

Általában egy-egy nagy világkorszakot valamiféle kataklizma zárta le, amely megújította mind a természetet, mind az emberiséget. Ennek az ősi szemléletnek nyomai fellelhetők a Bibliában is, például a vízözön, vagy Krisztus második eljövetele, az Apokalipszis képében.

Az ókori egyiptomiak rendelkeztek a legpontosabb naptárral, már Kr.e. 3. évezred hajnalán 365 napos évvel számoltak. Nekik nagy világéráik nem voltak, legnagyobb ciklusuk az úgynevezett Szóthisz-év volt, amely 1460 évet ölelt fel.

Mezopotámiában az időszámítás alapját a Hold fényváltozási periódusa képezte, hosszabb érákban nem gondolkodtak. Az éveket egy-egy uralkodójukról nevezték el. Amikor az uralkodó meghalt, új időszámítást kezdtek.

A görögök kezdetben természetimádók voltak és a papságnak nem volt olyan nagy tekintélye, mint más ókori társadalmakban. A görög mitológia szerint a világ keletkezése megegyezik az istenek születésével. Kezdetben csak az öröktől fogva létező elemek zűrzavaros összevisszasága, a Khaos létezett. Ebben csak két őserő létezett; Eros – a szerelem és szeretet – valamint Gaia a Föld anyja. Gaia hozza világra Uranost, majd kettejük gyermekei lesznek az istenek.

Mivel az ókori görögöket nem verte béklyóba egy központosított vallási ideológia, gondolkodásukat, a világról alkotott elképzeléseiket nem korlátozták vallási elvárások, a filozófiák egész seregét alkották meg. Úgy vélték, hogy minden létező egy meghatározott őanyagból formálódott ki, ez az őanyag pedig öröktől fogva létezik, nem keletkezett és nem is pusztul el. Thalész (Kr.e. 624-547) szerint minden létező eredete és alapja a víz. Ennek halmazállapot-változásaiból kiindulva, a víz sűrűsödésével és ritkulásával magyarázta a különböző szilárdságú anyagok létrejöttét.

Anaximandrosz (Kr.e. 610-547) úgy vélte, hogy a rendezett világ az őskáoszból keletkezett, amelyet apeironnak nevezett. Összefüggést látott a sűrűödés és a hideg, valamint a ritkulás és a meleg között. A hideg és a meleg találkozása révén az őszanyagból először az ősnedvesség, a víz vált ki. Ez, meleg hatására (párolgás) létrehozza a levegőt és ez utóbbi mozgása a szelet. A szél összesűríti a levegőt, amely felhővé, lehülés után pedig vízzé válik. A sűrű föld alul helyezkedik el, rajta a vízzel, amelyet levegő vesz körül. A legkülső rétegben pedig a levegő ritkulása által keletkező tűzburok található, amely a levegő nyomására felrobban és darabjaiból jönnek létre az égitestek. A Föld és az égitestek szabadon lebegnek. A Föld alakja korong, átmérője háromszor akkora, mint a magassága, és a felső fele lakott.

Az epheszoszi Herakleitosz (Kr.e. 530-470) szerint a világ teljes egészében anyagi, örökkévaló, nem teremtette senki. Lényege a tűz.

Philolaosz (Kr.e. 5.sz.) világrendszerében nem a Földet, hanem az égi tüzet – Hesziát – tette a világ középpontjába. E körül keringett az öt bolygó, valamint a Föld, a Nap és a Hold. A tökéletes 10-es szám eléréséhez feltételezte, hogy a Földdel megyegyező pályán, de a Heszia túlsó oldalán kering egy tőlünk soha nem látható bolygó, az Antichton, vagyis az Ellenföld. Ez a világtkép az elsők között lehetett a geocentrikus szemlélettől való elszakadás terén.

Platón (Kr.e. 427-347) biológiai alapú kozmológiája és államelmélete ötvözni kívánta részben a keleti tanokat és a velük összefüggő görög előzményeket. Mindezek alapját Platón objektív idealista filozófiája és ideatana adta. Az Univerzum, mint organikus egész, érző és testtel rendelkező élőlény. Platón szerint ezt a világegyetemet az idő egy meghatározhatatlan pillanatában egy szellemi szubsztancia a káoszból hívta életre olyan módon, hogy egy feltételezett „örökkévaló élőlény” tökéletes mintaképének mozgó képmását alkotta meg. Ezért a világ a biológiai változásoknak megfelelően megszületik, növekedik, virágozik, majd érettségének elérése után fokozatosan hanyatlak és a megsemmisülés útjára jut. A világ hanyatlását lezáró kataklizmák, vagyis az árvizek és a világegések Platón szerint szoros összefüggésben vannak bizonyos csillagászati eseményekkel is. A csillagok égi mozgásának kezdeti pozícióba való visszatérése és a kozmoszt megrázó katasztrófák egymástól elválaszthatatlanok. A világegyetem alakja a legtökéletesebb test, vagyis a gömb. Mozgása pedig a lehető legkisebb változással járó, önmagába visszatérő körmozgás.

Úgy látszik, Platón idejében kezdődött el a csillagászat iránti érdeklődés. Platón tűzte a filozófusok elé azt a feladatot, hogy találjanak olyan világmodellt amely magyarázatot ad arra, hogy az égitestek – különösen a bolygók – látszólag szabálytalan mozgása valójában nagyon is szigorú és mindig változatlan törvényeknek engedelmeskedik.

Eudoxos (Kr.e. 408-355), Platón kortársa ezt a feladatot egymásba ágyazott koncentrikus kristálygömbökkel igyekezett megoldani. E szerint a Nap, a Hold és a bolygók egy-egy olyan különböző sugarú és különböző szögsebességgel forgó szféra felületén vannak rögzítve, amelyeknek közös középpontja a Föld. Ezt fejlesztette tovább még a Kr.e. 4. sz.-ban Kalliposz és Arisztotelész.

A koncentrikus gömbök elmélete később az epiciklusok és excentrikus körök elgondolására módosult. De volt az antik természetfilozófia fejlődésének egy másik figyelemre méltó eredménye is; az ugyanis, hogy a nappal és az éjszaka váltakozása nem az égbolt elfordulásának, hanem a Föld forgásának a következménye. Fölmerült eza gondolat már a pontuszi Herakleidésznel, Platón egyik tanítványánál is. Herakleidész már azt tanította, hogy a Vénusz (Aphrodité) és a Merkúr (Hermész) nem a Föld, hanem a Nap körül kering. Ez nagy lépés volt a heliocentrizmus felé.

Démokritosz (Kr.e. 460-370) világ keletkezését a határtalanból eredezteti, melyből végtelen sok test jutott ki az ürességbe, melyek közül a hasonlókkal összekapcsolódva elkezdtek kiválni, a testek egy nagy ürbe kerültek, ahol összekeveredve egymással örvényt alkotnak. Az örvény keletkezésének okáról azonban semmilyen beszámoló nincs, csupán annyit említ, hogy a „szükségyszerűség folytán” következett be. A létező dolgok kivétel nélkül mind atomokból épülnek fel, a köztük levő különbség oka pedig az atomok különböző formájából, nagyságából és elhelyezkedéséből adódik. Démokritosz úgy vélte, hogy mivel az atomok száma számtalan, az űr pedig végtelen ezért nemcsak egy világ lehetséges. Figyelemre méltó megállapítása, hogy a különböző világok keletkezése és pusztulása szakadatlan folyamat. Továbbá, hogy a szüntelenül

áradó csillagfény nem keletkezhet a semmiből, hanem valamilyen folyamat termeli a csillag belsejében (!). Ez a folyamat valamikor elkezdődött, lassan megváltoztatja a csillag belsejét, ha pedig a fénytermelő folyamat feltétele megszűnik, akkor a csillagfény kialszik.

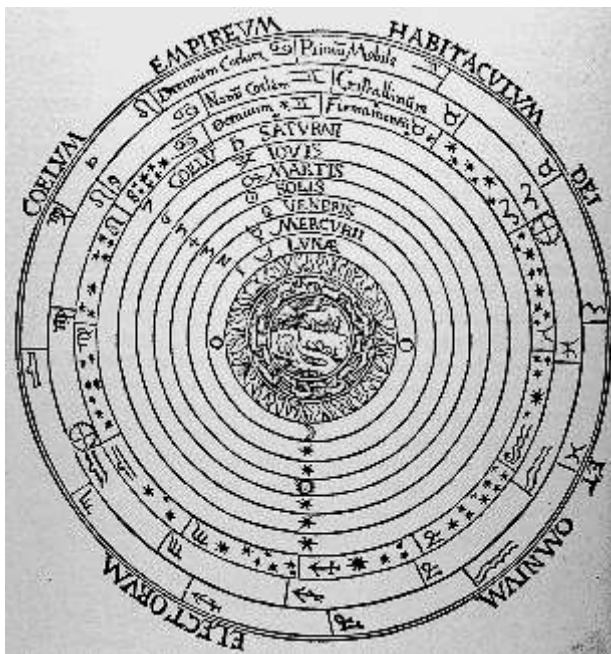
A szamoszi Arisztarkhosz (Kr.e. 310-230) volt az első, aki konkrét méréseket végzett az égitestek világában. Holdfogyatkozások alkalmával megmérte, hogy hányszor nagyobb a Föld átmérőjével azonos nagyságúnak vett földárnyék a Hold átmérőjénél. Első mérései szerint ez $1/3$, később javított az eredményén és $1/4$ földátmérőt kapott a Holdra. Ebből a Hold távolságát 28 földátmérőre gondolta (valóságban 30,1). Most már kísérletet tehetett a Nap távolságának meghatározására. Elgondolása szerint amikor a Holdat első negyednek látjuk, akkor a Föld, a Hold és a Nap egy derékszögű háromszög csúcaiban helyezkedik el. Ekkor megmérte a Hold és a Nap közötti szöveget, amelyet 87 foknak talált. Mérése pontatlan volt, de ez nem róható fel neki, mert a korabeli eszközökkel és módszerrel nemigen lehetett volna jobb eredményt elérni. Az elv azonban helyes volt, így azt az eredményt kapta, hogy a Nap 19-szer messzebb van, mint a Hold. Ebből az eredményből a Nap átmérőjére 6-7 földátmérő adódott (messze áll a valóságtól, mert 109 földátmérő). A hibák ellenére az eredmény világossá tette Arisztarkhosz előtt, hogy a Nap jóval nagyobb, mint a Föld. Ennek alapján valószínűsítette a heliocentrikus világregszerét.

Mindezek ellenére Klaudiosz Ptolemaiosz (Kr.u. 87-160 (?)) volt, aki csaknem másfél ezer évre meghatározta a tudományos csillagászati világgépet.

Legnagyobb műve a Nagy Összefoglalás, a Megalé Szüntaxisz. Iszlám közvetítéssel jutott el hozzánk, ma Almageszt néven ismert. Az Almageszt bolygórendszere az antik tudomány egyik csúcsteljesítménye.

Miután a 4. sz. elején a római birodalomban a kereszténység államvallássá lett, a „pogány” görög filozófusok munkái lassan feledésbe merültek. Így a 11-12. századig nem voltak ismertek Európában Arisztotelész munkái, Arkhimédész és Ptolemaiosz művei sem. A csillagászati világgép a Biblia által sugallt, vagy azzal összhangba hozható, görögök előtti primitív elképzelések egyike-másika volt.

A középkorban a keresztény iskolákban első sorban a ptolemaioszi világgépet tanították, ami a Föld központi helyzetére épült. A keresztény biblia egyik legfontosabb eleme a teremtés.



Ez egyben választ ad arra a kérdésre, hogy volt-e kezdete a világnak? Igen, Isten teremtette hat nap alatt. Maga a teremtés többféle módon mehet végbe, de hogy milyen módon, arra nem találunk utalást a szentírásban. A semmiből teremtette Isten a világot, vagy már eleve meglévő káoszt formálta renddé? Ha úgymond „hozott anyagból” dolgozott, akkor annak az anyagnak az eredetét meg kellene tudnunk magyarázni. Vagy az anyagot is abban a pillanatban teremtette? És vajon a természeti törvények már eleve az anyagban rejtettek, attól elválaszthatatlan tulajdonságaként megvoltak? Vagy Isten a természeti törvényekkel nem bíró őanyagból úgy hozta létre a világunkat, hogy fizikai törvényekkel ruházta fel? Aquinói Szt. Tamás (Roccasecca, 1224 vége/1225 eleje – Fossanova, 1274. március 7.) szerint: „Az kell szemügyre vennünk tehát, hogy vajon van-e fogalmi ellentmondás abban, hogy valamely dolog Isten által teremtett, s mindazonáltal örökké létezzék. Bármi legyen is azonban ezzel kapcsolatban az igazság, nem lesz eretnokség azt állítani, hogy Isten megteheti, hogy valamely általa teremtett dolog öröktől fogva létezzék. Ugyanakkor azt hiszem, hogy ha fogalmi ellentmondás volna benne, akkor hamis lenne, ha viszont nem tartalmaz fogalmi ellentmondást, akkor nem pusztán nem hamis, hanem nem is lehetetlen, s tévedés volna, ha mást állítanánk. Minthogy Isten mindenhatóságához hozzátartozik, hogy minden fogalmat és képességet meghalad, az, aki azt állítja, hogy el lehet gondolni a

teremtények körében olyasvalamit, amit Isten nem képes létrehozni, kifejezetten megkérdőjelezi Isten mindenhatóságát, s ezzel szemben a bűnök – amelyek, mint olyanok, nincsenek – nem képeznek ellenpéldát. A teljes kérdés abban áll tehát, hogy vajon az, hogy valamely dolgot Isten teremtett teljes szubsztanciája szerint és az, hogy ezen dolog időbeli fennállásának nincs kezdete, ellentmondanak-e egymásnak, vagy sem.

Azt, hogy ezek nem mondanak ellent egymásnak, a következőképpen bizonyítjuk. Ha ellentmondanak, az csakis a következő két dolog külön-külön való vagy együttes fennállása folytán lehetséges: vagy azért, mert szükségszerű, hogy a cselekvő ok időben megelőzze az okozatát, vagy azért, mert szükségszerű, hogy a nem-lét időben megelőzze a létezését (ezért is mondjuk azt, hogy az, amit Isten teremtett, a semmiből jött létre).

Elsőként azt bizonyítom, hogy a cselekvő ok, ti. Isten (ha ez megfelel az akaratának), nem szükségszerű, hogy időben megelőzze az okozatát. Mindenekelőtt a következőképpen: egyetlen olyan ok sem előzi meg szükségképpen időben az okozatát, amely ezt az okozatot egyetlen pillanatban hozza létre; Isten azonban olyan ok, amely okozatát nem mozgás révén, hanem egyetlen pillanatban hozza létre; nem szükségszerű tehát, hogy Isten időben megelőzze okozatát”.

Azután itt van az idő problémája. Volt-e kezdete? Vagy az idő végtelen múltból a végtelen jövő felé tartó időtengelyén kell valahol elhelyeznünk a világunk születését? De hol? Esetleg az idő is a világegyetemmel együtt keletkezett? A modern kozmológia a mai fizikai ismeretek birtokában ezt az álláspontot képviseli. Természetesen egészen más indítatásból, de ugyanezt vallja Szent Ágoston (Thagaste, Észak-Afrika, 354. november 13. – Hippo Regius, 430. augusztus 28.) is: „Lehet, hogy valaki felületes felfogással időtlen múlt idők elképzelésén nyargal s azon csudálkozik, hogy te, mindenható Istenem, mindenek alkotója és megtartója, építőmestere az egész világnak, óriási műved megalkotása előtt megszámlálhatatlan korszakokon keresztül télen voltál. Ébredjen fel az ilyen elme álmodozásából és értse meg, hogy csudálkozásának nincs alapja. Mert hogyan múlhattak volna el azok a bizonyos korszakok, ha nem teremtetted meg őket? Végre is te vagy minden időknek szerzője és alkotója! Azután meg miféle idők lettek volna azok, ha nem tőled származtak? Hogyan múlhattak, ha soha nem is voltak? Tény, hogy minden idő a te kezéd munkája. De ha lett volna valami idő, mielőtt az eget és földet teremtetted, hogyan lehetne mondani, hogy tartózkodtál a munkától? Hiszen magát az időt is te teremtetted, következőleg nem múlhattak el egész korszakok az idő megteremtése előtt! Viszont ha az ég és föld előtt egyáltalán nem volt idő, mi értelme van annak a kérdésnek, hogy mit cselekedtél akkor? Nem lehet ott akkorról és mikorról beszélni, ahol egyáltalán idő sincs!” (Szt. Ágoston vallomásai, XI. könyv, XIII. fejezet.)

A 20. század elejéig a térben és időben változatlan állapotú (statikus v. steady state) univerzum eszméje volt az általánosan elfogadott. Isaac Newton (Woolsthorpe-by-Colsterworth, 1642. december 25. – London, 1727. március 20.) szerint a világegyetem végtelen és a teret egyenletesen töltik ki a csillagok.