

## КОСМИЧКИ СИСТЕМ ПРЕСОКРАТОВСКОГ ФИЛОСОФА АНАКСИМЕНА И ЗВЕЗДЕ И ЊИХОВО ФОРМИРАЊЕ

КОНСТАНТИН КАЛАХАНИС<sup>1</sup>, ЕВАНГЕЛИЈА ПАНУ<sup>1</sup>,  
ЕВСТРАТИЈЕ ТЕОДОСИЈУ<sup>1</sup>, ИОАНИС КОСТИКАС<sup>1</sup>,  
ВАСИЛИЈЕ Н. МАНИМАНИС<sup>1</sup> и МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Department of Astrophysics-Astronomy and Mechanics, School of Physics,  
National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimiopolis, Zographos  
157 84, Athens, Greece.*

E-mail: etheodos@phys.uoa.gr

*<sup>2</sup>Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија*

E-mail: mdimitrijevic@aob.rs

**Резиме:** Размотрили смо Анаксименова схватања о формирању Земље и звезда, која се заснивају на акумулацији и "разређивању" првобитне супстанце, и дискутујемо неке сличне карактеристике са данашњом научном теоријом формирања звезда, посебно философско мишљење о ватреној природи звезда, које одражава теорије о производњи енергије у њиховој унутрашњости.

**Кључне речи:** Анаксимен, формирање звезда, пресократовци

### 1. УВОД

Пресократовски период грчке философије био је, без сумње, први велики репер у историји философије и науке; тада је, по први пут, људски интелект покушао да објасни природне феномене на основу односа између узрока и последице. Пионири у овом покушају били су философи из Милета, Талес, Анаксимандар и Анаксимен, који су, у настојањима да објасне порекло света, изражавали занимљиве астрономске ставове, који понекад имају сличности са резултатима модерне науке. У овом раду проучавамо улогу "ваздуха" (једног од четири елемената) у стварању света према Анаксимену, преко његових акумулација и "разређивања". Такође смо разматрали и неке сличности механизма који је описао Анаксимен са теоријом формирања звезда, као и философове ставове о њиховој ватреној природи, који одражавају концепт стварања енергије у унутрашњости ових објеката.

## 2. ВАЗДУХ КАО КОСМОЛОШКИ ПРИНЦИП

Космолошки систем, који је предложио Анаксимен, заснива се на ставовима два друга филозофа тзв. милетске школе, Талеса и Анаксимандра, који сугеришу да је универзум настао на основу првобитног елемента, воде или апејрона (бесконачности?), респективно. Према Анаксимену, "основа природе је једна. Међутим, Анаксимен није сматрао да је то неодређеност као он [Анаксимандар], него да је одређена, називајући је 'ваздух'. Ваздух варира у односу на своју густину и тананост (разређеност), у зависности од супстанци." (Simplicius, *In Aristotelis Physicorum*, 24, 26-29). Тако, за разлику од Анаксимандра, који је претпостављао да *апејрон* није тема за одређивања, Анаксимен је изјавио да примарни елемент Универзума треба бити близу својства физичког облика, док је у исто време бесконачан и никад не пропада. Ове особине указују на трансцендентну природу "ваздуха" (Olympiodorus, *De Arte Sacra*, 25, (B3).

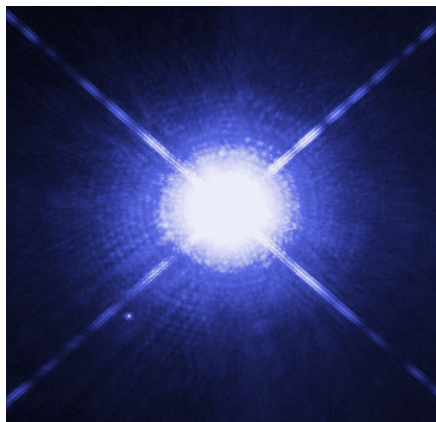
Природа ваздуха је, према Анаксимену, бесконачна; из њега потиче све што је икада било рођено или ће се родити, а такође и сами богови. Сходно томе, од првобитне материје потичу сва бића па и цео свет. Међутим, њена природа није очигледна, када је равномерно распоређена (хомалотатос) и постаје видљива само заједно са концептима хладно, топло, влажно и кретање, који поседују особине акумулације и истањивања (разређивања). Разређивање ствара елемент ватре, док акумулирањем настају феномени као што су облаци, а такође и елементи вода и земља. У случајевима густих акумулација настаје камење (Hippolytus, *Refutatio*, I, 7, 1). У овом контексту је важно да основна суштина Универзума првобитно није уочљива чулима, а кроз кретање постаје видљива, због стварања елемената и природних појава које изазива. Чак су и концепти, као што су топло или хладно, феномени материје изазвани акумулацијом и разређивањем (Plutarch, *De Primo Frigido*, 7, 947 f (DK 13 b1.). Карактеризација 'ваздуха' као божанског, и као суштине која прожима све елементе и тела, доказује супериорност његове природе у односу на друге елементе Универзума (Aetius, *De Plac.* I, 7, 3). Дакле, његова космолошка улога није ограничена на стварање бића, него се протеже и на њихову повезаност, баш као што душа "држи заједно" (садржи) тело (Aetius, *De Plac.* I, 3, 4 (Diels 278).

Јасно је да га особине, које ваздуху приписује Анаксимен, постављају као првобитни космолошки принцип; на овај начин, Анаксимен усваја принцип механичког каузалитета (Niarchos 2008: 84), јер је кретање ваздуха узрок стварања бића. Овај процес је такође од велике важности за стварање звезда и Земље.

### 3. ПРИРОДА НЕБЕСКИХ ТЕЛА ПРЕМА АНАКСИМЕНУ

Анаксимен подржава став да небеска тела потичу од земље, конкретније, "од испарења која долазе из ње, када се ова испарења разреде, настаје ватра, а из те ватре, која се уздиже, настале су звезде" (Hippolytus, *Refutatio*, I, 7, 5). Из тога следи да је земља формирана од кондензације првобитног ваздуха (без икаквог помена о његовом изворном узроку); затим су настала испарења, која су, услед разређивања, формирала ватру, од које се састоје звезде (Kirk et al. 2001: 160).

Веровао је да је Земља равна и непокретна (Aristotle, *De Caelo*, 294 b 13), те да је Сунце такође равно као лист (Aetius, *De Plac.* II, 22, 1), док се звезде окрећу око Земље. Истовремено је тврдио да Сунце залази јер се сакрива иза виших делова Земље и да његова удаљеност од Земље расте (Hippolytus, *Refutatio*, I, 7, 6). Ипак, у његовом делу такође постоје и астрономски елементи слични савременим научним погледима. Конкретно, он указује да је природа звезда ватрена и да оне коегзистирају са телима која круже заједно са њима, али су невидљива (Aetius, *De Plac.* II, 13, 10). Овај интуитивни Анаксименов опис је компатибилан са постојањем планетарних система, у којима планете, невидљиве за нас, круже око своје звезде. Данас је откривен велики број таквих, екстрасоларних, планета, које заиста круже око других звезда. Поред тога, откривено је много хиљада двојних звезданих система, који се крећу око заједничког центра масе, а мање сјајна звезда у систему (пратиоц) је у многим случајевима невидљива. Карактеристичан пример у нашој близини је Сиријус или Алфа Canis Majoris (види слику 1), чије је неправилности у сопственом кретању Бесел (1844) приписао невидљивом небеском телу, за које данас знамо да је бели патуљак (Сиријус Б), који је 8.000 пута мањег сјаја од примарне звезде (Сириус А) због своје мале величине и који је откривен 1862.



Слика 1: Сиријусов двојни систем  
(Извор: [hubblesite.org](http://hubblesite.org)).

Што се тиче састава звезда, Анаксимен подржава став да је Земља настала кондензацијом иницијалног елемента "ваздуха", а Сунце, Месец и друга небеска тела потичу од Земље. Анаксимен тврди да је Сунце слично Земљи а постало је веома вруће због свог јако брзог кретања (Plutarch, *Fragmenta* 179, 39 (DK 13 а 6)).

#### 4. ПРИРОДА НЕБЕСКИХ ТЕЛА ПРЕМА МОДЕРНИМ АСТРОФИЗИЧКИМ ТЕОРИЈАМА

Према савременој астрофизици, све звезде су формиране од старијег материјала садржаног у међузвезданој материји, тачније од гаса (углавном) и извесних ограничених количина прашине. Састав међузвезданог гаса је око 89% атома водоника и 9% атома хелијума, створених углавном у примордијалној нуклеосинтези и преосталих 2% атома тежих елемената, који су резултат хемијског обогаћења у процесу звездане еволуције. Међузвездана зрна прашине потичу из материјала који избацују звезде. У општем случају, то су зрна угљеника или силиката, која акумулирају атоме водоника, кисеоника, угљеника и азота (најзаступљенијих елемената), што око њих формирају омотаче од леда од воде, метана, угљен-моноксида и амонијака. Зрна прашине доприносе сажимању међузвезданог гаса због гравитационих сила. Али прашина помаже и да се смањи јонизација гасног облака и доприноси његовом хлађењу, апсорбујући јонизујуће УВ зрачење и енергију из судра гаса са зрнима. Наиме, веома је тешко за гравитацију да сажме облак врелог јонизованог гаса. На овај начин су створене акумулације материјала виших густина, које су касније раздвојене на мање, а оне су се гравитационо урушавале одвојено једна од друге. Резултат је био формирање сферних маса познатих као протозвезде. То су облаци гаса који зраче у инфрацрвеној и видљивој области због своје температуре. Свака протозвезда наставља да се сажима и после неколико милиона година се трансформише у топлу, сјајну звезду.

Међутим, ако би се гравитациони колапс наставио у недоглед, све протозвезде би се сажеле до тачке. Ипак, природа има још једну силу која може да се супротстави гравитацији, а она настаје у производњи топлотне енергије од нуклеарних реакција које почињу у централним областима протозвезда. Ослобођена енергија вршила је притисак, а то је сила по јединици површине, према спољним регионима протозвезде. Тако је постигнута хидростатичка равнотежа и протозвезде су еволуирале у звезде.

У унутрашњости звезда нуклеарне реакције настављају да се одвијају током већег дела њиховог живота и оне производе теже хемијске елементе, као што су хелијум, угљеник, азот, кисеоник и неон, до формирања стабилнијег звезданог језгра. Тежи елементи настају само у звездама веће масе. Када се водоник потроши, гравитационе силе сажимају звездано језгро док не започне термонуклеарно горење хелијума. У зависности од масе, након што се сва могућа нуклеарна горива (угљеник, неон, кисеоник,

силицијум) потроше, звезда завршава као бели патуљак или после спектакуларне експлозије (нова, супернова) као неутронска звезда или црна рупа.

## 5. ЗАКЉУЧЦИ

Према грчком философу Анаксимену, формирање Земље и звезда изазвала је кондензација првобитне супстанце. Данас је познато да је, непосредно после Великог праска, био створен првобитни материјал Универзума, у виду дифузног гаса који се састојао од водоника, хелијума и трагова литијумових атома. Услед акумулације материје, гравитационих сила и нуклеарних реакција унутар тих гасовитих облака, су настале протозвезде, а затим звезде и планете, као што је Земља. Анаксименова претпоставка о ватреној природи звезда је у суштини први покушај да се објасни њихова права природа. Као што је данас познато, на формирање звезда утичу зрачења и ротација њихове укупне масе, док су њихови извори енергије у основи реакције нуклеарне фузије. Кондензација првобитне маглине, која се састоји углавном од лаких елемената, у протозвезду и производња зрачења, које спречава гравитациони колапс звезде, помоћу топлоте доводи до стварања тежих хемијских елемената, који настављају да се производе током животног века звезде кроз нуклеосинтезу у нуклеарним реакцијама.

Као што се може видети, Анаксимен је покушао да разуме и објасни формирање звезда и његову природу без митологије и божанстава и неки од његових интуитивних закључака, као што је формирање звезда кондензацијом првобитне материје и њихова ватрена природа нису у супротности са савременим научним погледима.

## Литература

- Aetius: 1879, *De Placitis Reliquiae*, ed. H. Diels, Berlin, (repr. De Gruyter, 1965).  
 Aristotle: 1965, *De Caelo*, Les Belles Lettres, Paris.  
 Hippolytus: 1986, *Refutatio omnium haeresium [Patristische Texte und Studien, 25]*. De Gruyter, Berlin].  
 Kirk, G. S., Raven, J. E., Schofield, M.: 2001, *Pre-Socratic Philosophers*, (translated in Greek by D. Kurtovik), MIET, Athens.  
 Niarchos, K.: 2008, *Ancient Greek Philosophy*, Athens [self-edited, in Greek].  
 Olympiodorus: 1888, *De Arte Sacra Lapidis Philosophorum*, vol. 2, ed. M. Berthelot and C.E. Ruelle, Collection des anciens alchimistes Grecs. Steinheil, Paris.  
 Plutarchus: 1960, *De primo frigido*, vol. 5.3 (2nd edn.), ed. C. Hubert, *Plutarchi moralia*, Teubner, Leipzig.  
 Plutarchus: 1967, *Fragmenta*, vol. 7, ed. F.H. Sandbach, *Plutarchi moralia*, Teubner, Leipzig.  
 Simplicius: 1895, *Simplicii in Aristotelis Physicorum Libros octo Commentaria*, 2 vols. CAG 9-10, ed. H. Diels. Reimer, Berlin.

**THE COSMIC SYSTEM OF THE PRE-SOCRATIC PHILOSOPHER  
ANAXIMENES AND STARS AND THEIR FORMATION**

We examine Anaximenes account on the formation of Earth and stars, which is based on the accumulations and ‘thinning’ of the primal substance, and discuss some similar characteristics with the scientific theory of star formation, while the philosopher’s reference to the fiery nature of stars reflects the theories of energy production in their interior.

**Key words:** Anaximenes, star formation, Presocratics