

## АРИСТОТЕЛОВСКИ ЕТАР И ПРАЗНИНА У УНИВЕРЗУМУ

КОНСТАНТИН КАЛАХАНИС<sup>1</sup>, ЕФСТРАТИЈЕ ТЕОДОСИЈУ<sup>1</sup> и  
МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Section of Astrophysics, Astronomy and Mechanics,  
Department of Physics, University of Athens, Greece*  
E-mail: kkalachan@phys.uoa.gr, etheodos@phys.uoa.gr

<sup>2</sup>*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија*  
E-mail: mdimitrijevic@aob.rs

**Резиме:** Питањем да ли је космичко пространство у коме се крећу небеска тела празно или је испуњено нечим бавили су се још стари Грци. Да ли неки материјал испуњава празан простор у универзуму и каква је његова природа разматрано је кроз векове, па и у модерној физици. Философ који се интензивно бавио овим питањем је Аристотел, који је тврдио да космички простор иза Месеца није празан него га испуњава етар У овом прилогу је размотрен Аристотеловски поглед на етар, који испуњава простор између небеских тела, који је он, сматрао као супериоран у односу на четири примарна елемента, ватру, ваздух, воду и земљу. Затим су дискутовани концепти формулисани у 17. веку, који етар описују као медијум који преноси светлост кроз празан космички простор и омогућују објашњење гравитације, затим етар у Максвеловој теорији електромагнетизма, негативни резултат Мајкелсон-Морлијевог експеримента, као и улоге Лоренца и Ајнштајнове теорије релативности. На крају је размотрено шта према савременим теоријама прожима космичко пространство, које, као што је још Аристотел сматрао није потпуна празнина.

**Кључне речи:** етар, Аристотел, космичка празнина, историја астрономије

### 1. УВОД

Још у античкој Грчкој, једно од важних питања, која су философи разматрали, било је: да ли постоји неки материјал који испуњава и прожима космички простор у коме се крећу небеска тела или је то празнина. Аристотел је сматрао да космички простор иза Месеца није празнина, већ га испуњава етар. Појам етра, као материјала који испуњава празнину између космичких објеката, постојао је вековима у науци, али су се његова природа и особине мењале. У физици, етар је коришћен у неколико теорија да би се

објасниле природне појаве, као што су простирање светлости или гравитација.

У модерној физици, концепт етра је одбачен, али је, као веома важно, остало питање постојања нечега што испуњава и прожима космичку празнину, и природе таквог материјала.

У овом раду ћемо следити идеје да космички простор није апсолутна празнина, већ је "испуњен" са неким "материјалом", почевши од Аристотеловског етра и његовог значења и својстава кроз историју науке до савремене теорије о нечему што прожима универзум, показујући, да у складу са погледима Аристотела, космички простор није потпуна празнина.

## 2. АРИСТОТЕЛОВСКИ ЕТАР

У Аристотеловској космологији, простор у коме су небеска тела није празнина. Према њему, универзум је подељен у две области: сублунарну и небеску која лежи иза Месеца. Ова највиша област (*ὁ περὶ τὰς ἄνω φερᾶς*) је испуњена са етром.<sup>1</sup> Сублунарна област се састоји од четири концентричне сфере, од којих свака садржи један од четири основна елемента (ватра, ваздух, вода, земља), најшире прихваћених још од пресократовског периода античке грчке философије. Пошто је земља најтежи елемент, природно је да је Земља у центру (сл. 1).<sup>2</sup>

У грчкој митологији, етар је горњи ваздух,<sup>3</sup> који обавија планинске врхове, Месец, Сунце и звезде. Њега дишу богови, док је за смртнике обичан ваздух (*αἴρ*). Према Хесиоду,<sup>4</sup> његова персонификација је одговарајуће божанство Етер син Ереба (Тама) и Никте (Ноћ), и брат Хемере (Дан).

У петој орфичкој химни *Етру* његова се супстанца описује као:

*Величанствено Сунце што бљештавом светлошћу обасјава,  
Звезде и Месец кроз тебе зраче својом светлошћу.  
Сило која све кротиш, етарски огњу блистави,  
Чији живахни трептаји носе топлину и удахњују живот;  
Врховни елементу света, сило која носи светлост,  
Што звезданим сјајем зрачиш, предивни цвете;*<sup>5</sup>

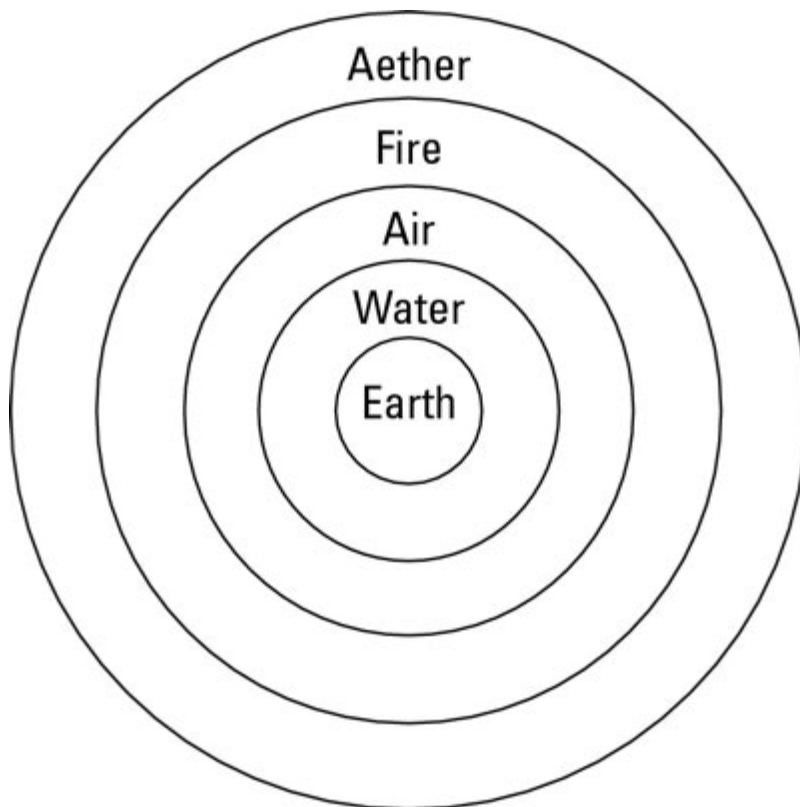
<sup>1</sup> Aristotle, *Meteorologica*, 339b, 16-18.

<sup>2</sup> Aristotle, *De Coelo (Περὶ Ουρανοῦ)*, 308b, 25.

<sup>3</sup> Grimal, 1996, p. 22.

<sup>4</sup> Hesiod, *Theogony*, 124-5, 1914, 86-87.

<sup>5</sup> *Orphic Hymns*, 1896, V 3-8, 17.



**Слика 1:** Подела универзума према Аристотелу

Извор:<http://www.dummies.com/education/science/physics/string-theory-a-history-of-cosmology/>

Пресократовски философи претпостављали су да је све начињено од четири елемента, ватре, ваздуха, воде и земље. Аристотел је сматрао етар као пети елемент, супериоран у односу на остале. Пошто је изнад обичног ваздуха такође се назива *ἀνωτάτω τόπον* (највиша област). Према Аристотелу, његово име *етар*, *αιθέρας*, изведено је од *θεῖν ἀεί* што значи увек трчећи.<sup>6</sup> Сходно томе, етар је повезан са појмом кретања, уствари вечног кретања, што је поменуо и Платон у *Кратилу* (*Cratylus* 410b, 6 и § 5.1.3). Аристотел критикује Анаксагору који је сматрао да је етар попут огња.<sup>7</sup> Наиме, у својој космологији, Аристотелу је било потребно објашњење вечног кружног кретања небеских тела. Замишљао је да ће свако тело које се

<sup>6</sup> Ademollo, 2011, 239.

<sup>7</sup> Aristotle, *De caelo*, 270b, 20-23.

креће праволинијски на крају стати и бити у мировању.<sup>8</sup> Дакле, сматрао је да кружно кретање небеских тела није у складу са законом којим се уређује кретање на Земљи. Небеска тела немају тачку мировања у којој ће се кретање зауставити, већ се крећу кружно и завршиће у "бићу" (όν). У складу са тим, Јован Филопон (490-570) и други коментатори Аристотела називају етар *σῶμα κυκλοφορητικόν* (тело које се креће у круговима).<sup>9</sup> Према Аристотелу, небеска тела имају својство кружног кретања зато што се крећу у етру, док тела на Земљи имају природно кретање, које има почетак и крај када се кретање заустави.<sup>10</sup> Штавише, етар није могућност кретања квалитета или квантитета, него се природно креће локално, у круговима, и нема супротно, или неприродно кретање (Lloyd, 1968). Аристотел је такође истакао да се кристалне сфере састоје од етра, који се налази у небеским телима. Сходно томе, он етру приписује особине које га чине различитим од четири друга елемента, и, с обзиром да је то материјал небеских тела, истиче његову супериорну природу.

Аристотелово учење, да је етар изнад остала четири основна елемента, одражава аргумент што га је његов учитељ, Платон изнео у *Тимају*, да је етар најчистији део ваздуха, односно да "постоји највише провидан тип, чије име је етар (αἴθηρ)".<sup>11</sup> У ствари, нео-платониста Прокл (412-487), у коментару о *Тимају*, изјавио је да је у овом дијалогу Платон повезао четири елемента са четири чврста тела (Земља - коцка, ваздух - октаедар, вода - икосаедар, ватра - тетраедар), а пентагонални додекаедар са петим елементом помоћу кога је Бог створио небо.<sup>12</sup>

За разлику од четири класична елемента, подложних променама, који се природно крећу линеарно, Аристотелов први елемент се налази на небесима и, захваљујући њему, небеска тела се крећу кружно. Поред тога, он нема особине четири земаљска елемента. Етар није врућ ни хладан, мокар ни сув. За касније коментаторе, етар, Аристотелов први елемент, они су назвали *aether*, што је реч коју, према Хаму (Hahn, 1982), Аристотел није користио.

### 3. КА ЕТРУ НОСИОЦУ СВЕТЛОСТИ

Пошто концепт етра није био у складу са хришћанским учењем да је Бог јединствени узрок стварања универзума и кретања неба и небеских тела, у Византији је одбијен. На пример, Филопон пише да је узрок кретања неба Бог.<sup>13</sup> Такође, постојање елемента са божанским атрибутима, који није под утицајем настанка и пропадања, док се налази изван материјалног света, није

<sup>8</sup> Ibidem, 301a, 20-21 и 304b, 14. види такође Kalachanis (2011).

<sup>9</sup> Aristotle, *Περί Ουρανοῦ*, 279b, 3 и Philoponus, *Contra Proclum*. 520.

<sup>10</sup> Ibidem, 301a, 20-21 и 304b, 14. види такође Kalachanis (2011).

<sup>11</sup> Plato, *Timaeus*, 58d, 2.

<sup>12</sup> Proclus, *On Timaeus*, II, 45, 17-22. види такође Spyridis (2015).

<sup>13</sup> Philoponus, *De officio* 28, 20 - 29, 9.

био прихватљив.<sup>14</sup> Осим тога, у складу са Аристотеловским учењем, етар је узрок стварања и *први* у односу на остала четири елемента, што има карактеристике принципа,<sup>15</sup> који је у супротности са хришћанском религијом.

Након одбијања концепта етра у Византији, прихватили су га средњовековни алхемичари, који су сматрали да је то материјал који прожима читаву креацију, од биљака и животиња до неба. Осим тога, у средњовековном концепту космоса, спољашње небеске сфере, које садрже небеска тела, направљене су од етра, чији је латински назив *квинтесенција*.

У 17. веку, Рене Декарт (1596-1650) је говорио да је свет машина која ради услед кретања материје. Он је био против идеје удаљене силе, и веровао да за пренос светлости од Сунца до планета мора постојати медијум који омогућава њено ширење.<sup>16</sup> Претпостављао је постојање материјала који прожима небеска тела, изазивајући турбулентно кретање што је узрок орбиталног кретања планета. Према Декарту, такав концепт етра довољан је и да објасни гравитацију, као и простирање светлости кроз њега.<sup>17</sup>

Кристијан Хајгенс (1629-1695) је 1690. објавио своју познату *Расправу о светлости (Traité de la lumière)*, у којој је формулисао теорију о таласној природи светлости, што је на крају потврђено у 19. веку Херцовим експериментима и Максвеловом теоријом која сједињује електрицитет и магнетизам. Али, као што је звучним таласима за ширење потребан ваздух, и светлосним је за простирање потребан медијум. Сходно томе, да би се објаснило како видимо светлост Сунца и звезда, било је неопходно постојање неког медијума од етеричног материјала.<sup>18</sup>

Исак Њутн (1643-1727) је прихватио честичну природу светлости,<sup>19</sup> али није одбацио могућност да њене честице интерагују са материјалом као што је етар.<sup>20</sup>

Етар се такође користио у разним теоријама гравитације, као медијум који помаже да се објасни шта изазива ову појаву. Након Декарта, чији је покушај да објасни гравитацију уз помоћ етра наведен горе, Исак Њутн је такође покушао да је објасни уз помоћ етра у трећој књизи *Оптика* (1718):

*"Зар при изласку из воде, стакла, кристала и других компактних и густих тела у празан простор, овај етерични медијум не постаје гушћи и гушћи и због тога прелама зраке светлости не у тачци, него савијајући их постепено у криве линије? ... Није ли овај медијум знатно ређи у густим телима Сунца,*

<sup>14</sup> Philoponus, *In Aristotelis libros de generatione et corruptione* 67, 17.

<sup>15</sup> Philoponus, *De officio*. 9, 2.

<sup>16</sup> Whittaker, (1910), 5-6.

<sup>17</sup> Cushing (2003), 239.

<sup>18</sup> Krauss, (2006), 51-53 и Kalachanis (2015).

<sup>19</sup> Данас знамо за феномен таласно-честичног двојства, при чему се фундаментални ентитети природе понашају и као таласи и као честице.

<sup>20</sup> Hall и Hall, eds. (1978) стр.189-191.

*звезда, планета и комета, него у празном небеском простору између њих? И полазећи од њих до великих удаљености, зар не постаје стално гушћи и гушћи, и тиме узрокују привлачење тих великих тела једно према другом, и њихових делова према телима; свако тело настоји да иде из гушћих делова медијума према ређим?"* (Newton, 1718).

Дакле, у то време, етар није разматран у Аристотеловском смислу, као материјал који "испуњава" празнину у универзуму и ствара небеска тела, него је углавном био потребан као медијум за простирање светлости. Према томе, ово је у ствари *светлосни етар*, који је присутан у целом простору, са светлосним таласима који су вибрације овог материјала.<sup>21</sup>

Нову ренесансу етра донела је Максвелова теорија електромагнетизма. За његове једначине, било је потребно да се електромагнетни таласи простиру у вакууму са константном брзином  $c$ . Али у класичној, Њутновој физици то је могуће само у једном референтном систему. Претпостављено је да управо етар омогућава такав апсолутни референтни систем, тако да закони електромагнетизма имају најједноставнији облик у референтном систему који мирује у односу на етар.

Али, да би етар задовољио све теоријске захтеве, требало је да има заиста чудне особине. Морао би да испуни простор попут течности, али и да је изузетно крут да би поднео високе фреквенције светлосних таласа, и потпуно непокретан, иначе би се  $c$  варијало заједно са свим варијацијама које се могу појавити у њему. Додатно, не би смео да утиче на кретање чврстих тела (нпр. планета), тако да би требало да буде без масе и вискозности.

Максвел (1878) је писао:

*„Етри су измишљени да би планете пливале у њима, да представљају електричне атмосфере и магнетна истицања, да пренесу сензације из једног дела нашег тела на други, и тако даље, све док сав простор није био три или четири пута испуњен етрима ... . једини етар који је опстао је онај који је измислио Хајгенс да објасни ширење светлости.“*

#### 4. МАЈКЕЛСОН – МОРЛИЈЕВ ЕКСПЕРИМЕНТ

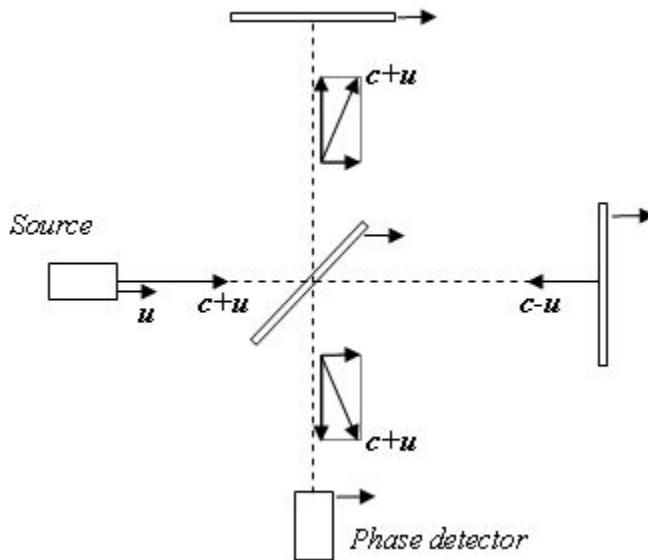
Да би доказали хипотезу о постојању светлосног етра, Алберт Абрахам Мајкелсон и Едвард В. Морли извели су 1887. експеримент уз помоћ интерферометра (слика 2).

У овом експерименту, полу - посребрено огледало под углом од  $45^\circ$ , дели монохроматски сноп светлости из једног извора у два дела. Сваки се одбија од огледала (огледало 1 и огледало 2) и враћа на полу - посребрено, одакле настављају до детектора. Информације из оба огледала се примају у

---

<sup>21</sup> Kalachanis (2015), 122.

детектору, где се стварају интерференцијске фринџе. Пре њиховог раздвајања, оба зрака су у фази, али ако путеви два снопа нису једнаки, фаза ће се променити, што ће посматрач регистровати. Један од два крака уређаја је усклађен са кретањем Земље кроз етар, што је еквивалентно кретању етра у супротном смеру. У том случају брзина светлости у правцу огледала 2 ће бити  $c - u$ , мерено у референтном систему повезаном са Земљом, у складу са Галилејевским сабирањем брзина, док након рефлексије треба да буде  $c + u$ , тако да су путеви два дела првобитног снопа светлости различити, па ће се интерферентне фринџе променити. Међутим, промене код фринџи нису забележене током експеримента, што је значило да нема промена у брзини светлости. Овај експеримент је поновљен много пута у другим лабораторијама, али промена интерферентних фринџи никада није била запажена.<sup>22</sup> Експеримент је опет понављан са повећањем тачности. То је био кључни оглед, који је покренуо серију истраживања што је на крају довело до теорије релативности.



Слика 2: Мајкелсон – Морлијев интерферометар

[http://www.geocities.ws/newlightinphysics/sections/Section8-2\\_Michelson-Morley\\_experiment.htm](http://www.geocities.ws/newlightinphysics/sections/Section8-2_Michelson-Morley_experiment.htm)

<sup>22</sup> Kalachanis (2015), 123-125.

THE  
LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN  
PHILOSOPHICAL MAGAZINE  
AND  
JOURNAL OF SCIENCE.

[FIFTH SERIES.]

DECEMBER 1887.

LVIII. *On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Æther.* By ALBERT A. MICHELSON and EDWARD W. MORLEY\*.

THE discovery of the aberration of light was soon followed by an explanation according to the emission theory. The effect was attributed to a simple composition of the velocity of light with the velocity of the earth in its orbit. The difficulties in this apparently sufficient explanation were overlooked until after an explanation on the undulatory theory of light was proposed. This new explanation was at first almost as simple as the former. But it failed to account for the fact proved by experiment that the aberration was unchanged when observations were made with a telescope filled with water. For if the tangent of the angle of aberration is the ratio of the velocity of the earth to the velocity of light, then, since the latter velocity in water is three-fourths its velocity in a vacuum, the aberration observed with a water telescope should be four-thirds of its true value†.

On the undulatory theory, according to Fresnel, first, the

\* Communicated by the Authors.

This research was carried out with the aid of the Bache Fund.

† It may be noticed that most writers admit the sufficiency of the explanation according to the emission theory of light; while in fact the difficulty is even greater than according to the undulatory theory. For on the emission theory the velocity of light must be greater in the water telescope, and therefore the angle of aberration should be less; hence, in order to reduce it to its true value, we must make the absurd hypothesis that the motion of the water in the telescope carries the ray of light in the opposite direction!

*Phil. Mag.* S. 5. Vol. 24. No. 151. Dec. 1887. 2 H



Негативан резултат експеримента, односно иста брзина светлости у правцу кретања Земље и у нормалном на њега, указала је на закључак да етар не би требало сматрати као медијум потребан за простирање светлости.

Низ предложених теорија са Земљом која вуче етар за собом на путу око Сунца, може да објасни негативне резултате, али су им потребни арбитарни коефицијенти и одговарајуће физичке претпоставке. Осим тога, у том случају, видљиви звезде би се у току године кретале напред, назад.<sup>23</sup>

Хендрик Антон Лоренц и Џорџ Френсис Фицџералд предложили су као елегантније решење контракцију дужине, која би компензовала очекивани ефекат. Да би се то проверило изведена је серија експеримената са различитим путевима за два дела подељеног снопа светлости.<sup>24</sup> Упркос чињеници да су Лоренцове трансформације биле тачне, и да их је Алберт Ајнштајн укључио 1905. у Специјалну теорију релативитета (СТР) без позивања на етар, резултат је био негативан.

Постојала је и могућност да се одбаце Максвелове једначине, које садрже временске изводе, и врати се Њутнова корпускуларна теорија светлости, или да се прихвати концепт светлости као неке врсте осцилација сличних еластичним.<sup>25</sup> Занимљиво је да је Милутин Миланковић, највећи српски астроном и један од директора Астрономска опсерваторија у Београду, објавио два рада са покушајима да објасни негативне резултате Мајкелсон - Морлијевог експеримента. У првом (Миланковић, 1912) он користи идеју да Земља вуче етар за собом а у другом (Миланковић, 1924) одбацује Максвелове једначине и представља ширење светлости као суперпозицију са секундарним зрачењем, изазваним на путу светлосног снопа, на такав начин да буде у складу са негативним резултатом Мајкелсон - Морлијевог експеримент.

За разлику од ових покушаја у оквиру класичне физике, Алберт Ајнштајн је 1905. променио темеље класичне механике, одбацујући апсолутно Њутновско време и формулишући два основна постулата Специјалне теорије релативности (СТР):

1) Брзина светлости у вакууму је увек  $c = 299.792.458$  м / с, у свим инерцијалним референтним системима.

2) Закони физике су исти у свим инерцијалним референтним системима. Сходно томе, следи да у сваком мерењу брзине светлости у Мајкелсон - Морлијевог експерименту нема промене брзине светлости.

СТР одбацује Њутновско универзално и апсолутно време и простор, какви су познати у класичној физици. Измерени временски интервали зависе од брзине кретања посматрача. Према СТР постоје појаве као што је временска дилатација, односно покретни сат иде спорије од оног који се не креће. Зато брзина мења перцепцију времена сваког од посматрача. Осим

<sup>23</sup> Milanković (1912, 1924).

<sup>24</sup> Види нпр. Dimitrijević (1984/1985)

<sup>25</sup> Ibidem.

временске дилатације, на основу СТР следи да је дужина објекта који се креће (са брзином блиском брзини светлости) мања него његова сопствена дужина посматрана у правцу кретања, т.ј. следи такође и контракција дужине.<sup>26</sup>

Пошто су сви резултати Специјалне теорије релативности добијени без потребе за етром, тј за медијумом који испуњава космичку празнину, то је убедило физичаре да појам светлосног етра, као медијума који преноси светлост није користан. Треба имати у виду, да овај концепт етра нема апсолутно никакве везе са оним што је тврдио Аристотел. Међутим, аспект етра који је разматрао Ајнштајн много је ближи Аристотеловом. Наиме, Ајнштајн, који је у почетку одбацио хипотезу о постојању етра, закључио је да је он компатибилан са општом теоријом релативности, ако не желимо да прихватимо да празан простор нема физичких својстава.<sup>27</sup> У том случају имамо материјал који, у Аристотеловском смислу, пуни наизглед празну космичку празнину.

## 5. ДА ЛИ ЈЕ КОСМИЧКА ПРАЗНИНА ПРАЗНА ИЛИ ИСПУЊЕНА МАТЕРИЈАЛОМ У АРИСТОТЕЛОВСКОМ СМISЛУ?

Теорија да светлосни етар попуњава космичку празнину је напуштен, али је питање да ли је вакуум потпуно празан или је испуњен неким материјалом у Аристотеловском смислу, остало отворено. Етар је био веома важан аргумент у прилог одсуства апсолутног вакууму, односно потпуне празнине. Али од давнина постоје предлози (Леукип, Демокрит) да вакуум има креативне особине и нема значење "ничега".<sup>28</sup>

Теоријски модел у Аристотеловском смислу, треба да има као основни параметар чињеницу, да ако не етар, неки материјал сличан њему "испуњава" универзум. На пример, такав "материјал" могло би бити космичко позадинско зрачење, које су 1965. открили Арно Пензиас (1933) и Роберт Вилсон (1936). Ово зрачење је настало када се због хлађења космоса након Великог праска, зрачење одвојило од материје, што је потврдило хипотезу Џорџа Гамова (1904-1968) из 1946. године о "трагу" који је оставио Велики прасак (слика 3).

Позадинско зрачење има облик зрачења црног тела температуре 2.73 К, које долази из целог универзума. Пошто је практично изотропно, евентуално се може употребити за наша локална кретања (кретање Земље око Сунца, Сунца у Млечном путу и њега у односу на галаксије у Локалној групи) као апсолутни референтни систем. Што се тиче кретања галаксија изван наше локалне групе, пронађено је повећање температуре у једном правцу и смањење у супротном. Међутим, то је "материјал" који се шири кроз цео

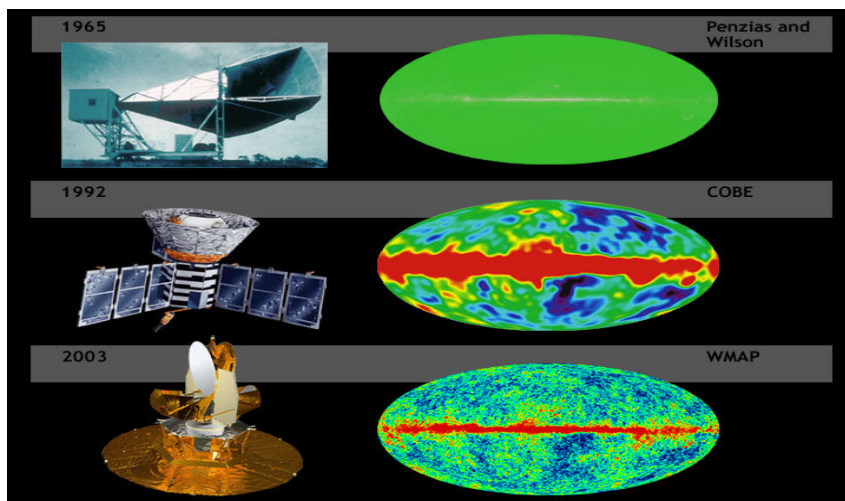
---

<sup>26</sup> Serway et al. (2007), 12-18.

<sup>27</sup> Kostro (1994), 200. види такође Bitsakis (2014), стр. 72-73.

<sup>28</sup> Види такође Kalachanis (2012).

универзум, управо као и Аристотеловски етар, наравно, с том разликом да је то резултат раздвајања материје и зрачења након Великог праска, а не Аристотелов "пети елемент", који је узрок настанка свега.



**Слика 3:** На слици се могу видети детаљи на снимцима космичког позадинског зрачења, које су направили Пензијас и Вилсон, као и сателити COBE и WMAP. Млечни пут одговара траци у средини.

У квантној механици, простор-време такође није празно на екстремно малим скалама, флукутирајући и стварајући парове честица, који настају и нестају. Он садржи енергију која је била различита у раном универзуму и данас. Пол Дирак (1951) је предложио да такав квантни вакуум може бити у ствари нека врста етра, али то није подржано од научне заједнице главног тока (Kraugh, 2005).

Треба напоменути да и неутрини настали у Великом праску и у нуклеарним реакцијама у звезданим унутрашњостима, испуњавају нашу галаксију.

Поред позадинског зрачења, постоји још један "материјал" који "испуњава" простор. У ствари, видљиве материје је у универзуму само 5%, а 68% од његовог садржаја се приписује тамној енергији, која доводи до убрзања његовог ширења. Осим тога, 27% материје универзума је тамна материја, која не ступају у интеракцију са електромагнетним зрачењем, тако да је невидљива.

Постоје различити кандидати за тамну материју<sup>29</sup>: 1) дифузни гаса који не зрачи, али апсорбује светлост квазара. 2) Веома топли гасови који не емитују у видљивом спектру, него у X-зрацима. 3) Компактни тамни објекти,

<sup>29</sup> Krauss (2005), 118-119.

као што су црне рупе и мртве звезде. 4) Објекти од барионске материје који се зову МАСНО (Massive Astrophysical Compact Halo Objects - компактни астрофизички објекти велике масе), који не емитују светлост и тешко их је идентификовати. 5) Хипотетична егзотична материја (масивни неутрини, гравитони, хипотетичне елементарне честице, аксиони)... Најшире прихваћена теза је да тамну материју чине честице које се зову ВИМП (Weakly Interacting Massive Particles) које ступају у интеракцију само путем гравитационе и слабе силе. Међутим, тамна материја је концентрисана у галаксијама и нема равномерну дистрибуцију, тако да није обећавајући кандидат који би "заменио" Аристотеловски етар који испуњава космичку празнину.

Бољи кандидат могла би да буде тамна енергија, која хипотетички прожима и испуњава космичку празнину хомогено, као и Аристотеловски етар. Вреди напоменути, да је један од предложених модела тамне енергије назван "квинтесенција", што је латинизирано име Аристотеловског петог елемента, управо у част класичног елемента етра (Златев и др., 1999).

## 6. ЕПИЛОГ

Очигледно је да светлосни етар који је уведен као медијум за простирања светлости и апсолутни референтни систем за електромагнетне таласе, а чије постојање је тестирано у Мајкелсон-Морлијевом експерименту, нема никакве везе са Аристотеловском доктрином етра, као материјала од кога су формиране звезде и небо. Међутим, научници су показали да празнина у свемиру није празна. То је квантни вакуум који има унутрашњу енергију и испуњен је тамном енергијом, неутринима и другим материјалом који се не може директно посматрати, као што је тамна материја и можда разне хипотетичке честице као што су аксиони. Али упркос чињеници, да модерне хипотезе о нечему што прожима и испуњава космичку празнину имају додирних тачака са етром, са изузетком његовог латинског назива "квинтесенција" то име је нестало из савремене науке.

О разлозима за то, Роберт Б. Лафлин, добитник Нобелове награде за физику, пише:

*"Реч "етар" има изузетно негативну конотацију у теоријској физици због своје некадашње повезаности са противницима теорије релативности. То је штета, зато што, лишена тих конотација, веома лепо дочарава начин на који већина физичара данас размишља о вакууму... Сукцесивни експерименти са великим акцелераторима честица довели су нас до схватања да је простор више као комад прозорског стакла него што је идеална њутновска празнина. Испуњава га 'супстанца' која је обично провидна, али се може учинити видљивом ако се удари довољно снажно да се избаци део. Савремени концепт вакуума у васиони, што се потврђује*

сваки дан експериментом, је да је то релативистички етар. Али ми га не зовемо тако, јер је то табу (Јафлин, 2005).”

Дакле, аристотеловска космичка празнина, где су небески објекти, није празна, већ испуњена неким материјалом, тако да постоје додирне тачке са модерним научним погледима. Посебно тамна енергија дели заједничка својства са Аристотеловским етром, јер хомогено попуњава празнину у нашем универзуму.

## Литература

- Ademollo, Francesco: 2011, *The Cratylus of Plato. A Commentary*, Cambridge University Press.
- Aristotle: 1956, *De Caelo*, ed. P. Moraux, Les Belles Lettres, Paris.
- Aristotle: 1919, *Meteorologica*, ed. F.H. Fobes Harvard University Press, Cambridge.
- Bitsakis, E.: 2014, *Time and Space, an ongoing research* Athens, Agra Publications [на грчком].
- Cushing, T.: 2003, *Philosophical concepts in physics, the historical relation between philosophy and scientific theories*, Cambridge University Press, New York, (превод на грчки М. Orphanou, S. Giannelis, ed. K. Skordoulis), Athens, Leader Books.
- Dimitrijević, Milan S.: 1984/1985, "Milutin Milanković i pokušaj objašnjenja rezultata Majkelson – Morlijevog ogleда", *Matematičko-fizički list*, XXXV, No. 1, стр. 5-9.
- Dirac, Paul: 1951, "Is there an Aether?", *Nature* 168, p. 906.
- Grimal, Pierre: 1996, *The Dictionary of Classical Mythology*, Wiley-Blackwell.
- Hall, R. E., Hall, M. B. (eds): 1978, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, Syndics of Cambridge University Press, Melbourne, Australia.
- Hahm, David E.: 1982, *The Fifth Element in Aristotle's De Philosophia: A Critical Re-Examination*, *The Journal of Hellenic Studies* 102, 60-74.
- Hesiod: 1914, *Theogony* (translated by H. G. Evelyn-White), in *The Homeric Hymns and Homerica*, William Hainemann, London, G. P. Putnam's sons, New York.
- Kalachanis, K.: 2011, *On the Paradigm and the icon in the work of John Philoponus*, Phd Dissertation, Dept of Philosophy-Pedagogics-Physchology, Dept. of Philosophy, University of Athens, Greece [на грчком].
- Kalachanis, K.: 2012, "Cosmological views of the Atomic Phillosophers", *Physics News*, Hellenic Physicists Society issue 3, July pp.13-16 [на грчком].
- Kalachanis, K.: 2015, "From ether to dark matter" *Socrates, International Scientific Review of Ancient Greek Philosophy*, vol. 1 International Scientific Association of Ancient Greek Philosophy, pp.121-130 [на грчком].
- Kostro, L.: 1994, "The physical meaning of Albert Einstein's Relativistic Ether Concept" *Proceedings of International Conference of Fundamental Physics, Olympia, Greece*, Springer Publ. New York, стр. 193-202.
- Kragh, Helge: 2005, *Dirac. A Scientific Biography*, Cambridge University Press, Cambridge, стр. 200–203.
- Krauss, L.: 2005, *Quintessence* (trans. in Greek Th. Grammenos), Athens, Travlos Publications, [на грчком].
- Laughlin, Robert B.: 2005, *A Different Universe: Reinventing Physics from the Bottom Down*, Basic Books, New York, стр. 120–121.

- Lloyd, G. E. R.: 1968, *Aristotle: The Growth and Structure of his Thought*, Cambridge: Cambridge Univ. Pr., стр. 133-139.
- Maxwell, James Clerk: 1878, *Ether*, in Baynes, T. S., *Encyclopædia Britannica*, **8** (9th ed.), New York: Charles Scribner's Sons, стр. 568–572.
- Michelson, A. A.: 1881, "The relative motion of the Earth and of the luminiferous ether", *American Journal of Science*, Series 3, Vol. 22, стр. 120-129.
- Michelson, A. A., Morley, E. W.: 1887a, "On the Relative Motion of the Earth and Luminiferous Aether", *American Journal of Science*, Series 3, Vol. 34, стр. 333-345.
- Michelson, A. A., Morley, E.W.: 1887b, "On the Relative Motion of the Earth and Luminiferous Aether", *Sidereal Messenger*, Vol. 6, стр. 306-310.
- Michelson, A. A., Morley, E.W.: 1887c, "On the Relative Motion of the Earth and Luminiferous Aether", *Philosophical Magazine*, Series 5, Vol. 24, No. 151, стр. 449-463.
- Milanković, M.: 1912, "О теорији Мајкелсоновог експеримента", *Rad JAZU*, Vol. 190, стр. 165.
- Milanković, Milutin: 1924, "О другом постулату специјалне теорије релативности", *Glas Srpske kraljevske akademije*, CXI.
- Newton, Isaac: 1718, *The Third Book of Opticks (Opticks: Or, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflexions and Colours of Light. The Second Edition, with Additions)*, London, Qu. 20, p. 324, <http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00051>
- Orphic Hymns (The Mystical Hymns of Orpheus)*: 1896, Translated by Taylor Thomas (1792), Bertram Dobel, and Reeves and Turner, London.
- Philoponus, J.: 1899, *Contra Procli de aeternitate mundi*, ed. H. Rabe, Leipzig Teubner.
- Philoponus, J.: 1897, *De officio mundi*, ed. W. Reichardt, Leipzig: Teubner.
- Philoponus, J.: 1897, *In Aristotelis libros de generatione et corruptione* ed. H. Vitelli, CAG 14.2. Berlin, Reimer.
- Plato: 1968, *Timaeus*, ed. J. Burnet, Oxford: Clarendon Press.
- Proclus: 1906, *On Plato's Timaeus* ed. E. Diehl, Leipzig, Teubner.
- Spyridis, Ch.: 2015, "The Pythagorean orthogonal triangle" *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference Philosophy and Cosmology*, Piraeus, Aegeis Publications.
- Theodossiou, E., Danezis, M.: 1999, *The Universe that I loved-Introduction into Astrophysics*, Athens, Diavlos Publications [на грчком].
- Whittaker, E.T.: 1910, *Theories of Aether and Electricity*, Longmans, Green and Co, Dublin.
- Zlatev, I., Wang, L., Steinhardt, P.: 1999, "Quintessence, Cosmic Coincidence, and the Cosmological Constant", *Physical Review Letters*. **82** (5), pp. 896–899.

## ARISTOTELIAN AETHER AND VOID IN THE UNIVERSE

The question of whether the cosmic space in which celestial bodies move is a void or filled with something has been considered even in the ancient Greece. Whether certain material fills the void in the universe and what is its nature has been discussed throughout the centuries, even in modern physics.

The philosopher who was particularly interested with this question was Aristotle, who argued that the cosmic space behind the Moon is not a void but filled with aether. In this paper is discussed Aristotelian view of the aether, a material which fills the space between the celestial bodies, which he considered as superior to the four primary elements, fire, air, water and earth.

Then, the concepts formulated in the 17th century, which describes the aether as a medium which transmits light through the empty cosmic space and allows an explanation of gravity, have been discussed, as well as the aether in the Maxwellian theory of electromagnetism, the negative result of the Michelson-Morley experiment, the role of Lorentz and of the Einstein's theory of relativity.

At the end has been considered what, in accordance with contemporary theories, permeates the cosmic space, which, as considered Aristotle, is not a complete void.

**Key words:** aether, Aristotle, cosmic void, history of science