

ΣΚΟΤΕΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ  
Η ΣΚΙΩΔΗΣ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΗΣ  
ΣΚΟΤΕΙΝΗΣ ΥΛΗΣ

Ιωάννης Χρ. Αγαπάκης

Ιανουάριος 2024

*στη μνήμη της μητέρας μου,  
(16 Δεκ 2023)*

*στην σύζυγό μου Γεωργία  
και στα παιδιά μου Χρήστο, Καλυψώ, και Χρύσα*



*Υπάρχει άραγε η Σκοτεινή Ενέργεια;  
ή μήπως αυτή είναι μια σκιώδης αντανάκλαση της  
Σκοτεινής Ύλης;*



# Περιεχόμενα

Πρόλογος	ix
Πρόλογος του συγγραφέα	1
Μέρος πρώτον: «με ... λόγια»	5
Εισαγωγή	7
1 Πώς προέκυψε η Σκοτεινή Ενέργεια;	11
1.1 Ακτινοβολία . . . . .	13
1.2 Φωτεινή Ύλη . . . . .	13
1.3 Σκοτεινή Ύλη . . . . .	15
1.3.1 Βαρυονική Σκοτεινή Ύλη . . . . .	16
1.3.2 Εξωτική Σκοτεινή Ύλη . . . . .	17
1.4 Σκοτεινή Ενέργεια . . . . .	24
2 Η Σκοτεινή Ενέργεια αποτελεί λύση ή πρόβλημα;	27
3 Μια νέα ιδέα-λύση βασισμένη στην Κλασική Φυσική	31
Επίλογος πρώτου μέρους	37

<b>Μέρος δεύτερον: «με ... πράξεις»</b>	<b>39</b>
<b>Γενικά</b>	<b>41</b>
<b>4 Κοσμολογία <math>DM</math> με συγκρούσεις και θερμοδυναμικό περιεχόμενο</b>	<b>51</b>
<b>5 Ισοθερμικές διαδικασίες σε ένα κοσμολογικό ρευστό <math>DM</math></b>	<b>59</b>
5.1 Η κακώς αντιμετωπίσιμη $DM$ ως μη συγκρουσιακή . . . . .	63
5.2 Η κοσμολογική μετατόπιση προς το ερυθρό (cosmological redshift) . . . . .	66
5.3 Η απόσταση φωτεινότητας και ο συντελεστής αποστάσεως . . . . .	68
5.4 Η παράμετρος <i>Hubble</i> και η παράμετρος επιβραδύνσεως	74
<b>6 Πολυτροπικές διαδικασίες σε ένα κοσμολογικό <math>DM</math> ρευστό</b>	<b>81</b>
6.1 Ο συντελεστής κλίμακας και το πρόβλημα ηλικίας του Σύμπαντος . . . . .	89
6.2 Παράμετρος επιβραδύνσεως και επιταχυνόμενη διαστολή . . . . .	93
6.3 Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα τρέχοντα παρατηρησιακά δεδομένα <i>SNe Ia</i> . . . . .	97
6.4 Περαιτέρω περιορισμοί στον πολυτροπικό εκθέτη . . .	104
6.5 Γιατί το Σύμπαν $pDMF$ μεταπίπτει σε επιταχυνόμενο.	109
<b>Συμπεράσματα</b>	<b>115</b>
<b>Επίλογος</b>	<b>121</b>
<b>Παραρτήματα</b>	<b>123</b>

## Παράρτημα Α 125

A-1	Απόδειξη Σχέσεως (4.11) - Εξίσωση Friedmann . . .	127
A-2	Απόδειξη Σχέσεως (4.14) - Εξίσωση Συνέχειας . . . .	133

## Παράρτημα Β 135

B-1	Απόδειξη Σχέσεως (5.2) - 1ος Νόμος Θερμοδυναμικής	137
B-2	Απόδειξη Σχέσεως (5.3) . . . . .	139
B-3	Απόδειξη Σχέσεων (5.4) και (5.5) . . . . .	139
B-4	Απόδειξη Σχέσεως (5.7) . . . . .	143
B-5	Απόδειξη Σχέσεως (5.8) . . . . .	145
B-6	Απόδειξη Σχέσεως (5.9) . . . . .	146
B-7	Απόδειξη Σχέσεως (5.10) . . . . .	151
B-8	Απόδειξη Σχέσεως (5.14) - Παράμετρος επιβραδύνσεως	159
B-9	Απόδειξη Σχέσεως (5.25) . . . . .	161
B-10	Απόδειξη Σχέσεως (5.31) . . . . .	163
B-11	Απόδειξη Σχέσεως (5.35) . . . . .	165
B-12	Απόδειξη Σχέσεων (5.40), (5.41) και (5.42) . . . . .	168
B-13	Απόδειξη Σχέσεων (5.46) και (5.47) . . . . .	173
B-14	Απόδειξη Σχέσεως (5.49) . . . . .	177

## Παράρτημα Γ 179

Γ-1	Απόδειξη Σχέσεως (6.3) . . . . .	181
Γ-2	Απόδειξη Σχέσεως (6.6) . . . . .	182
Γ-3	Απόδειξη Σχέσεως (6.16) . . . . .	185
Γ-4	Απόδειξη Σχέσεων (6.17) και (6.20) . . . . .	187
Γ-5	Απόδειξη Σχέσεως (6.21) . . . . .	190
Γ-6	Απόδειξη Ισοδυναμίας Σχέσεων (5.8) και (6.21) . . .	192
Γ-7	Απόδειξη Σχέσεως (6.22) . . . . .	194
Γ-8	Απόδειξη Σχέσεως (6.24) . . . . .	196
Γ-9	Απόδειξη Σχέσεως (6.30) . . . . .	198
Γ-10	Απόδειξη Σχέσεως (6.34) . . . . .	200
Γ-11	Απόδειξη Σχέσεως (6.36) . . . . .	203

Γ-12	Απόδειξη Σχέσεως (6.37) - Εξέλιξη Χρόνου . . . . .	204
Γ-13	Απόδειξη Σχέσεως (6.39) . . . . .	205
Γ-14	Απόδειξη Σχέσεως (6.41) - Επιτάχυνση διαστολής . .	210
Γ-15	Απόδειξη Σχέσεως (6.42) . . . . .	213
Γ-16	Απόδειξη Σχέσεως (6.45) . . . . .	214
Γ-17	Απόδειξη Σχέσεως (6.51) . . . . .	217
Γ-18	Απόδειξη Σχέσεως (6.52) - Ταχύτητα Ήχου . . . . .	220
Γ-19	Απόδειξη Σχέσεως (6.53) . . . . .	222
Γ-20	Απόδειξη Σχέσεως (6.55) . . . . .	224
Γ-21	Απόδειξη Σχέσεως (6.59) - Απαίτηση για Cold DM .	226
Γ-22	Απόδειξη Σχέσεως (6.63) . . . . .	230
Γ-23	Απόδειξη Σχέσεων (6.68) και (6.69) . . . . .	232
<b>Βιβλιογραφία</b>		<b>237</b>
<b>Γλωσσάριο</b>		<b>265</b>

# Κατάλογος Σχημάτων

- 1.1 Από τα συστατικά της ύλης το μεγαλύτερο ποσοστό καλύπτει η Σκοτεινή Ενέργεια (68%), ένα παντελώς άγνωστο (εξωτικό) ρευστό αρνητικής πίεσεως. Ακολουθούν η Σκοτεινή Ύλη (εξωτική 27,5% και βαρυονική 4%) και η Φωτεινή Ύλη (0,49%). Τέλος το 0,01% αυτών αποτελεί η Κοσμική Ακτινοβολία Μικροκυμάτων (CMB) . . . . . 12
- 1.2 Η Σκοτεινή Ύλη αποτελεί το 31,5% του συνόλου της ποσότητας ύλης-ενέργειας του Σύμπαντος. Το υπόλοιπο 68% είναι Σκοτεινή Ενέργεια με μία μικρή πρόσμιξη Φωτεινής Ύλης 0,49% και Ακτινοβολίας 0,01% (Πηγή: *University California Riverside (UCR)/HuffPost [194]*) . . . . . 16
- 1.3 Τα σημεία που συνθέτουν την λευκή καμπύλη αντιστοιχούν στις παρατηρούμενες ταχύτητες περιστροφής αστέρων στον γαλαξία M31. Η κόκκινη καμπύλη δίνει τις ταχύτητες που αναμένουμε λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνον την βαρυονική ύλη εντός του ορατού (φωτεινού) δίσκου του γαλαξία. (Πηγή: *Astronomical Signatures of Dark Matter, <https://doi.org/10.1155/2014/878203> [195]*) . . . . . 18

- 1.4 *Βαρυτικός φακός: Λόγω της μάζας του σμήνους γαλαξιών στο κέντρο, το φως νεοσχηματισθέντα αστέρα στον μπλε γαλαξία κάμπτεται και τελικά εστιάζεται στη Γη. Εξ' αιτίας της Σκοτεινής ύλης, που περιβάλλει τους γαλαξίες του σμήνους, η γωνία δ κατά την οποία καμπυλώνεται το φως είναι μεγαλύτερη απ' αυτήν που αναμένεται από την σχέση (ζ), επειδή η μάζα που θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την μάζα της φωτεινής ύλης του σμήνους. (Πηγή: Bell Labs Lucent Technologies/ New York Times, [196],[197] ) . . . . .* 21
- 1.5 *Αριστερά: Η εικόνα ενός Σύμπαντος ως πρακτικά κενός χώρος, όπως το φανταζόμασταν έως τώρα χωρίς να λαμβάνουμε υπ' όψιν την Εξωτική Σκοτεινή Ύλη. Τους γαλαξίες (μικρά λευκά σημάδια που μόλις διακρίνονται) τους θεωρούσαμε αποκομμένους, πολύ μακριά τον έναν από τον άλλον. Κέντρο: Η ακτίνα του οπτικού δίσκου των γαλαξιών αυξάνεται 7-10 φορές με την παραδοχή της Εξωτικής Σκοτεινής Ύλης. Οι γαλαξίες έρχονται πολύ κοντά με τους διπλανούς τους, σχεδόν εφάπτονται. Δεξιά: Η Εξωτική Σκοτεινή Ύλη που περιέχεται και περιβάλλει τους γαλαξίες, τους κάνει να βρίσκονται εγγύτερα ο ένας στον άλλον, γεμίζει τον κενό χώρο, αλλάζοντας έτσι την αντίληψή μας για το Σύμπαν . . .* 24
- 1.6 *(Αριστερά) Στην εικόνα φαίνεται ότι στο παρελθόν το Σύμπαν διαστέλταν επιβραδυνόμενα έως τα 5-6 δισεκατομμύρια έτη, μέχρι που η αρνητική πίεση με την απωστική της φύση επικράτησε της βαρυτικής δυνάμεως (ελκτικής φύσεως) και επέφερε την αντιστροφή της επιβραδυνόμενης σε επιταχυνόμενη διαστολή. (Δεξιά) Οι μετρήσεις των S. Perlmutter και B. Schmidt που περιλαμβάνουν μακρινούς υπερκαινοφανείς με ερυθρόπιση  $z \sim 1$ . (Πηγές: (αριστερά): Zosia Rostomian, LBNL, and Nic Ross, BOSS Lyman-alpha team, Berkeley Lab και [www.pinterest.co.kr/pin/644648134138782514/](http://www.pinterest.co.kr/pin/644648134138782514/) Penn State Science [198], (δεξιά): Perlmutter, S. et al. [Supernova Cosmology Project Group] Discovery of a Supernova explosion at half the age of the Universe. Nature 1998, 391, 51 [6]) . . . . .* 25

- 
- 3.1 Μερικές από τις δημοσιεύσεις των Ν. Σπύρου και Κ. Κλείδη στα περιοδικά «*Astronomy & Astrophysics*» και «*Entropy*». . . . . 32
- 5.1 Στο διάγραμμα *Hubble* του δείγματος *SNe Ia* που χρησιμοποιήθηκε από τον *Davis et al.* [152], έχουν τεθεί οι θεωρητικές καμπύλες του μέτρου αποστάσεως  $\mu(z)$  του μοντέλου *iDMF*, δηλαδή αυτές που προκύπτουν από τις Εξ. (5.31), (5.33) και (5.37), για τιμές του  $\omega\Omega_M$ . Σχεδόν το σύνολο των δεδομένων βρίσκεται εντός της ζώνης που σχηματίζεται από τις καμπύλες  $\mu(z)$ , που αντιστοιχούν στο  $\omega\Omega_M = 0,10$  (ερυθρά συμπαγής γραμμή) και στο  $\omega\Omega_M = 0,19$  (κυανή συμπαγής γραμμή), ενώ η καλύτερη προσαρμογή επιτυγχάνεται για το  $\omega\Omega_M = 0,16$  (πράσινη συμπαγής γραμμή). Η διακεκομμένη γραμμή αντιπροσωπεύει την (εσφαλμένα χρησιμοποιούμενη) θεωρητική καμπύλη  $\bar{\mu}(z)$ , όπου η *DM* θεωρείται ως μη συγκρουσιακή, με την  $\bar{d}_L(z)$  (εσφαλμένα) να δίδεται από τις (5.34) και (5.38). . . . . 73
- 6.1 Η ηλικία  $t_0$  του μοντέλου *pDMF*, σε μονάδες  $t_{EdS}$ , ως συνάρτηση του πολυτροπικού εκθέτη  $\Gamma < 1$ . Όπως φαίνεται στο διάγραμμα για κάθε  $\Gamma < 1$  είναι  $t_0 > t_{EdS}$  ( $t_0/t_{EdS} > 1$ ) και ο χρόνος  $t_0$  προσεγγίζει τον χρόνο  $t_{EdS}$  του μοντέλου *EdS* μόνο για  $\Gamma \rightarrow 1$ . Η οριζόντια γραμμή δηλώνει την ηλικία του Σύμπαντος,  $t_0 = 1,483 \cdot t_{EdS}$  που αντιστοιχεί στο (ισοβαρές για  $\Gamma = 0$ )  $\Lambda$ CDM όριο του μοντέλου *pDMF*. . . . . 91
- 6.2 Ο παράγοντας κλίμακας  $S$ , ενός κοσμολογικού μοντέλου που οδηγείται από το *pDMF* με  $\Omega_M = 0,274$  (σε μονάδες  $S_0$ ), ως συνάρτηση του κοσμικού χρόνου  $t$  (σε μονάδες  $t_0$ ), για  $\Gamma = 0,5$  (πορτοκαλί), για  $\Gamma = 0$  (διακεκομμένο), για  $\Gamma = -0,5$  (μπλε), για  $\Gamma = -1$  (κόκκινο) και για  $\Gamma = -2$  (πράσινο). Για καθεμιά από αυτές τις καμπύλες, υπάρχει πάντα μια τιμή  $t < t_0$  πάνω από την οποία γίνονται κοίλες (άνω), δηλ.  $\ddot{S} > 0$  και ως εκ τούτου, το Σύμπαν επιταχύνει την διαστολή του. . . . . 92

- 6.3 Η μεταβατική τιμή της παραμέτρου ερυθράς μετατοπίσεως  $z_{tr}$ , στο μοντέλο  $pDMF$  ως συνάρτηση του πολυτροπικού εκθέτη, (μπλε συμπαγής καμπύλη). Ο περιορισμός  $z_{tr} \geq 0$  δίνει  $\Gamma \leq 0,540$ , ενώ η συνθήκη  $q > -1$  οδηγεί σε  $\Gamma \geq -0.377$ , τιμή κάτω από την οποία το Σύμπαν μπαίνει στον φανταστικό χώρο (κόκκινη διακεκομμένη καμπύλη). . . . . 97
- 6.4 Το διάγραμμα *Hubble* της Συλλογής "Upsilon 2.1" (κόκκινες κουκίδες που αντιστοιχούν σε υπερκαινοφανείς  $SNe Ia$ ) Οι υπερτιθέμενες θεωρητικές καμπύλες (μωβ, μπλε και πράσινη) αντιπροσωπεύουν τον συντελεστή αποστάσεως  $\mu(z)$ , ως συνάρτηση του  $z$ , στο  $pDMF$  μοντέλο για  $\Omega_M = 0,274$ . Η διακεκομμένη καμπύλη είναι η αντίστοιχη ποσότητα στο μοντέλο μη συγκρουσιακής  $DM$ . 102
- 6.5 Υπερθέτοντας γραφικά τις καμπύλες, που αντιπροσωπεύουν τη συνάρτηση  $\mu(z)$  του  $pDMF$  μοντέλου για  $-0,089 < \Gamma \leq 0$ , στο παρατηρησιακά καθορισμένο διάγραμμα *Hubble* της Συλλογής "Upsilon 2.1", παρατηρούμε ότι αυτές ταιριάζουν σχεδόν απόλυτα στα παρατηρησιακά δεδομένα (τόσο πολύ ώστε να μην διακρίνονται κάτω από τις κόκκινες κουκίδες). . . . . 103

# Πρόλογος

Με ιδιαίτερη ευχαρίστηση προλογίζω το βιβλίο, με τίτλο: “Σκοτεινή Ενέργεια-Η Σκιώδης Αντανάκλαση της Σκοτεινής Ύλης”, του αγαπητού μου *κ.ο.υ* Ιωάννη Αγαπάκη.

Ο Ιωάννης Αγαπάκης είναι πτυχιούχος του Τμήματος Μαθηματικών /ΑΠΘ, υπήρξε προπτυχιακός φοιτητής μου (και) στο Τμήμα Φυσικής/ΑΠΘ και από επαγγελματικής πλευράς, ανήκει στον Ελληνικό Στρατό ως Ταξίαρχος εν αποστρατεία.

Από την εποχή των προπτυχιακών φοιτητικών σπουδών του, ο *κ.ο.υ* Αγαπάκης είχε δείξει το ιδιαίτερο ενδιαφέρον του για την ευρύτερη αστρονομική επιστήμη και, μέχρι σήμερα, θα μπορούσα να τον χαρακτηρίσω ως έναν παθιασμένο εραστή της Κοσμολογίας.

Αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων, αυτής της μεγάλης αγάπης του για την αστρονομική-κοσμολογική επιστήμη είναι και αυτό το βιβλίο, το οποίο συνιστά μian αξιέπαινη, πρωτότυπη κοσμολογική πρωτοβουλία, με την ενεργό εκδοτική συνεργασία της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών (ΕΕΦ). Πρόκειται για ένα ιδιαίτερο βιβλίο, αναφερόμενο στις πολύ πρόσφατες, επισήμως αναγνωρισμένες εξελίξεις των κοσμολογικών επιστημονικών-ερευνητικών απόψεων για την δυναμική περιγραφή του παρατηρησιακά προσβάσιμου Σύμπαντος. Ένα βιβλίο, ο συγγραφέας του οποίου, κατέχοντας πλήρως την κατανόηση των επιστημονικών δεδομένων και εννοιών, παρότι δεν είναι ο ίδιος ένας κατ’ επάγγελμα ερευνητής, είναι ουσιαστικός γνώστης και χρήστης της διεθνούς ερευνητικής κοσμολογικής βιβλιογραφίας, όπως φαίνεται και από την παρατιθέμενη στο τέλος του βιβλίου Βιβλιογραφία.

Το περιεχόμενο του βιβλίου δεν αποτελεί μία γενικόλογη, μυθιστο-

ρηματική, απλοϊκή και αφηρημένη, κοσμολογική περιγραφή, αλλά εισέρχεται στην ουσία, αυτή καθ' εαυτήν της σύγχρονης διεθνούς κοσμολογικής έρευνας.

Συγκεκριμένα, ο  $\kappa_{os}$  Αγαπάκης, γνωρίζοντας ότι το διεθνώς αποδεκτό για την δυναμική περιγραφή του φυσικού Σύμπαντος και κυρίαρχο κοσμολογικό πρότυπο  $\Lambda$ CDM είναι φυσικώς ανεπαρκές, ανήκει σε εκείνους τους λίγους, οι οποίοι από νωρίς έχουν συνειδητοποιήσει και αποδεχθεί, ότι το πρότυπο  $\Lambda$ CDM είναι απλώς μαθηματικώς και όχι φυσικώς, προσανατολισμένο, όπως και οι θεωρητικές προβλέψεις και συνέπειές του.

Επίσης ο  $\kappa_{os}$  Αγαπάκης είναι γνώστης της από το 2011 νέας και ανατρεπτικής κοσμολογικής πραγματικότητας, γνωστής ως "πολυτροπικό κοσμολογικό πρότυπο της αλληλεπιδρώσας σκοτεινής ύλης με συγκρούσεις και θερμοδυναμικό περιεχόμενο".

Αυτή η πραγματικότητα, με την μορφή ένδεκα διεθνών δημοσιεύσεων του υπογράφοντος, σε συνεργασία με τον  $\kappa_o$  Κώστα Κλειδή (παλιότερα φοιτητή μου στο Τμήμα Φυσικής/ΑΠΘ και τώρα Πρόεδρο του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος), προτάθηκε στην διεθνή ερευνητική κοσμολογική βιβλιογραφία, ήδη, από το 2011. Τέλος ο συγγραφέας γνωρίζει και αναφέρει στο βιβλίο του ότι, αυτή η ανατρεπτική ερευνητική κοσμολογική πραγματικότητα, πολύ πρόσφατα (2022), αναγνωρίστηκε επισήμως από την Διεθνή Αστρονομική Ένωση (International Astronomical Union-IAU) με την διοργάνωση ενός παγκόσμιου κοσμολογικού-αστρονομικού συνεδρίου (Νότια Κορέα, Αύγουστος 2022).

Με βάση τα ανωτέρω δεδομένα, ο  $\kappa_{os}$  Αγαπάκης πήρε την σπάνια απόφαση για μία εξαιρετικά απαιτητική, αλλά και εξίσου χρήσιμη και αξιόπαινη πρωτοβουλία και προσπάθεια. Δηλαδή, σε ένα βιβλίο του, έκδοσης της ΕΕΦ, να μεταφέρει στην Ελληνική γλώσσα, με ουσιαστικό, γλαφυρό και ενημερωτικό τρόπο, το επιστημονικό περιεχόμενο, αυτό καθ' εαυτό των ένδεκα δημοσιεύσεων (οι οποίες αναφέρθηκαν ανωτέρω) και, μάλιστα, με συστηματική απόδειξη και σχολιασμό όλων, των πολλών μαθηματικών σχέσεων και αποτελεσμάτων, των περιλαμβανόμενων σ' αυτές τις διεθνείς δημοσιεύσεις.

Έτσι, στο ανά χείρας βιβλίο του, ο κος Αγαπάκης, με ιδιαίτερη επιστημονική επιμέλεια και ακρίβεια, αναδεικνύει, στην Ελληνική γλώσσα, τις φυσικές αδυναμίες του προτύπου  $\Lambda$ CDM και της κυρίαρχης, αποκλειστικά μαθηματικής, όχι όμως ταυτόχρονα και φυσικώς προσανατολισμένης ερευνητικής φιλοσοφίας και πρακτικής.

Σε αντιπαράβολή, στο πλαίσιο του πολυτροπικού προτύπου, με χρήση μόνον της Κλασσικής Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας και της Κλασσικής Θερμοδυναμικής, περιγράφει την επιτυχή αντιμετώπιση όλων των πρώτης γραμμής ενδιαφέροντος σύγχρονων κοσμολογικών παρατηρησιακών δεδομένων και εννοιών. Ειδικότερα, εννοιών, όπως, π.χ., "πρότυπο  $\Lambda$ CDM", "σκοτεινή ενέργεια", "έξασθénηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών  $SNe Ia$ ", "τροποποιημένη βαρύτητα", "νετρίνα μεγάλης μάζας" κ.λ.π., οι οποίες, μέχρι τώρα περιγράφουν το φυσικό Σύμπαν, με φυσικώς προβληματικό και ερευνητικώς παραπλανητικό τρόπο, όπως αυτό αναγνωρίζεται επισήμως από την ίδια την Διεθνή Αστρονομική Ένωση.

Ιδιαιτέρως επαληθεύει και ότι το, περιέργως αγνοημένο μέχρι τώρα, θερμοδυναμικό περιεχόμενο του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού της παρατηρησιακά υποστηριζόμενης αλληλεπιδρώσας σκοτεινής μάζας αποτελεί την βάση για την φυσικώς πλήρη, ταυτοσυνεπή και λογική περιγραφή της πρόσφατης ιστορίας του διαστελλόμενου και επιταχυνόμενου, παρατηρησιακά προσβάσιμου Σύμπαντος. Επαληθεύει δε και ότι η "εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια" αυτού του ρευστού εμφανίζεται ως η ισχυρή, κλασσική και σχετικά ανέξοδη εναλλακτική πρόταση για την, μέχρι τώρα και από δεκαετιών, παντελώς άγνωστη, εξωτική και, από ερευνητικής πλευράς, εξαιρετικά πολυέξοδη και αδιέξοδη "σκοτεινή ενέργεια" του Σύμπαντος.

Επαληθεύει, συνεπώς, ότι το πολυτροπικό κοσμολογικό πρότυπο με συγκρούσεις και θερμοδυναμικό περιεχόμενο, ως μοναδική φυσική πραγματικότητα, σε πλήρη συμφωνία με τα παρατηρησιακά κοσμολογικά δεδομένα, αποτελεί μιαν ολοκληρωμένη, πλήρη και ενοποιημένη περιγραφή του σκοτεινού τμήματος του Σύμπαντος (το οποίο κυριαρχεί σε ποσοστό, περίπου, 95% επί του συνόλου) και απεικονίζει ολόκληρο το Σύμπαν με την χρήση ενός και μόνον ενός πλήρους θερμοδυναμικού

ρευστού, του 'πολυτροπικού ρευστού'. Όστε, συμπερασματικά: το πολυτροπικό κοσμολογικό πρότυπο αναδύεται ως το μοναδικό ανταγωνιστικό ρεαλιστικό πρότυπο του κυρίαρχου μέχρι σήμερα, αλλά φυσικώς ελλειμματικού, ανεπαρκούς και πολλαπλώς προβληματικού προτύπου  $\Lambda$ CDM.

Το ανα χείρας σύγγραμμα του κ<sub>ου</sub> Αγαπάκη στα τρία μέρη που είναι χωρισμένο, με τα 6 Κεφάλαια, τα 3 επεξηγηματικά ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ (με τις συνολικά 44 αποδείξεις), τους αναλυτικούς-επαληθευτικούς υπολογισμούς, τα 113 σχόλια και την παρατιθέμενη πλούσια (203 τίτλων) Βιβλιογραφία, είναι σπάνιο και λεπτομερειακό, ακριβές, σύγχρονο και πολύ ενδιαφέρον. Είναι, ένα σύγγραμμα χρήσιμο για την ορθή και πλήρη ενημέρωση του προβληματιζόμενου Ελληνικού κοινού, το οποίο επιζητεί την ενημέρωση αυτή, εκπεφρασμένη στην Ελληνική γλώσσα και μακριά από επιστημονικές-ερευνητικές καταστροφικές εμμονές και απαράδεκτες ιδεοληψίες. Με δεδομένο, μάλιστα, ότι η φυσική ουσία και η όλη αλήθεια της σύγχρονης και θεμελιωμένης κοσμολογικής έρευνας, συνήθως παρουσιάζεται έως τώρα με έναν μαθηματικώς ακατάληπτο, φυσικώς μη δικαιολογούμενο και τελικά, ερευνητικώς παραπλανητικό τρόπο.

Τέλος, και από την θέση αυτήν (ως προλογίζων το σύγγραμμα), αλλά και εκ μέρους του κ<sub>ου</sub> Κλείδη, ευχαριστώ τον κ<sub>ο</sub> Αγαπάκη και την ΕΕΦ για την εκδοτική αφιέρωση αυτού του βιβλίου στα ογδόντα χρόνια επιστημονικής προσφοράς του υπογράφοντος. Και, φυσικά, τον συγχαίρω γι' αυτήν την εκδοτική προσφορά του, κατά κανόνα σπάνια, η οποία, όπως διαπιστώνω, αξίζει να γίνει κτήμα μας και ενδελεχώς να διαβασθεί από όλους μας.

**Νικόλαος Σπίρου**  
Καθηγητής Αστρονομίας  
του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης  
Σεπτέμβριος 2023

# Πρόλογος του συγγραφέα

Η Κοσμολογία είναι κλάδος της Αστρονομίας που εξετάζει το πώς και γιατί γεννήθηκε το Σύμπαν, το τι υπήρχε ενδεχομένως πριν από αυτό, την εξέλιξή και το τέλος του καθώς και το αν θα υπάρξει τέτοια κατάληξη.

Από τα βασικότερα ζητήματα της Κοσμολογίας είναι ο καθορισμός των συστατικών του Σύμπαντος. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 ένας συνεχώς αυξανόμενος κατάλογος παρατηρησιακών δεδομένων επέβαλε (αυθαίρετα) την ύπαρξη ενός ενεργειακού συστατικού, που υποτίθεται ότι δεν συνδέεται με συγκεντρώσεις μάζας. Αυτό το νέο συστατικό ονομάστηκε **Σκοτεινή Ενέργεια** (*Dark Energy-DE*), αντανακλώνοντας στην ονομασία αυτήν την άγνοιά μας για την ακριβή φύση του. Ο καθορισμός της Σκοτεινής Ενέργειας έχει γίνει ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στη θεωρητική Φυσική και Κοσμολογία και αναζητείται ως το «*Ιερόν Δισκοπότηρον*» αυτής της επιστήμης.

Ένα κομβικά κρίσιμο σημείο της Κοσμολογίας σήμερα είναι, ότι προσπαθούμε να περιγράψουμε, να προβλέψουμε και να εξηγήσουμε την πραγματικότητα των κοσμολογικών παρατηρήσεων στηριζόμενοι σε φυσικώς ελλιπείς έννοιες. Χρησιμοποιούμε μεθόδους έρευνας, περισσότερο μαθηματικώς και ελάχιστα έως και καθόλου φυσικώς ή αστρονομικώς προσανατολισμένες, με προφανή τον κίνδυνο επιστημονικών παρανοήσεων και ερευνητικών εκτροπών. Μία τέτοια ακριβώς εκτροπή συνέβη και με το πρόβλημα της Σκοτεινής Ενέργειας.

Σύμφωνα με τους στοιχειώδεις κανόνες για την πρόοδο της επιστημονικής έρευνας, η πρόοδος επέρχεται με αμοιβαία αλληλεπίδραση παρατηρήσεως (πείραμα) και θεωρίας (θεωρητική πρόβλεψη), με τη βα-

σική προϋπόθεση όμως ότι και τα δύο αυτά πρέπει να είναι αξιόπιστα. Στο ζήτημα της Σκοτεινής Ενέργειας όμως, η θεωρητική πρόβλεψη καλύτερη αποδεκτή παρά το γεγονός ότι δεν ήταν φυσικώς αξιόπιστη.

Στο βιβλίο αυτό εξετάζεται η δυνατότητα επιλύσεως του προβλήματος της Σκοτεινής Ενέργειας και γενικότερα της συνεπούς περιγραφής της δυναμικής εξέλιξης του Σύμπαντος, με την θεώρηση ενός κοσμολογικού μοντέλου, του οποίου η εξέλιξη βασίζεται σε ένα βαρυτικό ρευστό με θερμοδυναμικό περιεχόμενο. Η ενέργεια των εσωτερικών κινήσεων αυτού του ρευστού λαμβάνεται (επιτέλους!) και αυτή υπό όψιν ως πηγή του παγκόσμιου βαρυτικού πεδίου, αντικαθιστώντας έτσι την Σκοτεινή Ενέργεια, η αναγκαιότητα της οποίας προέκυψε αυθαίρετα.

Το βιβλίο αποτελείται από τρία μέρη:

Στο πρώτο μέρος προσεγγίζεται θεωρητικώς (χωρίς μαθηματική ανάλυση) η ιδέα των Κ. Κλειθή και Ν. Σπύρου [130],[138], σύμφωνα με την οποία, η αναγκαιότητα της Σκοτεινής Ενέργειας εγκαταλείπεται και αντικαθίσταται από την ενέργεια των εσωτερικών κινήσεων του κοσμικού βαρυτικού ρευστού. Η ύπαρξη της ενέργειας αυτής δεν λαμβάνονταν υπό όψιν αφού το θερμοδυναμικό περιεχόμενο του βαρυτικού ρευστού αγνοούνταν έως τώρα.

Στο δεύτερο μέρος αναπτύσσεται η πλήρης μαθηματική ανάλυση αυτής της ιδέας και εξετάζονται αμφοτέρως οι περιπτώσεις, όπου το κοσμικό βαρυτικό ρευστό διέπεται είτε από ισοθερμικές ιδιότητες [130], είτε από ιδιότητες πολυτροπικών ροών [138].

Τέλος στο τρίτο μέρος δίδονται σε ξεχωριστά παραρτήματα οι εκτενείς μαθηματικές αποδείξεις σχέσεων του δευτέρου μέρους, η ισχύς των οποίων δεν είναι άμεσα εμφανής.

#### Ευχαριστίες

Κλείνοντας θα ήθελα να αναφερθώ στην πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε στη φιλολογική επιμέλεια του βιβλίου η καθηγήτρια από τα σχολικά μου χρόνια κ. *Ελένη Νταγλή*, της οποίας οι συμβουλές ήταν ιδιαίτερος διαφωτιστικές.

Πολύτιμη επίσης ήταν και η βοήθεια του αγαπημένου φίλου και καθηγητή στο ΑΠΘ, κ. *Στυλιανού Σταματάκη*, ο οποίος ήταν πάντοτε διαθέσιμος για επικριτική συζήτηση πάνω στα μαθηματικά αλλά

και στην γλώσσα *LaTeX* στη οποία είναι στοιχειοθετημένο το βιβλίο.

Στην γλώσσα *LaTeX* αλλά και στην ολοκλήρωση του βιβλίου σημαντική ήταν και η βοήθεια των *Γεωργίου και Δημήτριου Μπουφίδη* των οποίων η νεανική ορμή με ώθησε κι εμένα εμπρός.

Ιδιαίτερη μνεία στις ευχαριστίες μου θα ήθελα να κάνω στον αγαπητό καθηγητή κ. *Νικόλαο Σπύρου*, ο οποίος με παρότρυνε στην αποτύπωση στο παρόν βιβλίο της ιδιοφυούς του αυτής ιδέας και αποτέλεσε τον οδηγό στην δημιουργία του παρόντος. Η μεγαλύτερη όμως συνεισφορά του κ. *Σπύρου* στη συγγραφή αυτού του πονήματος συνίσταται στις ώρες συζητήσεων μας, τηλεφωνικώς και κατ' ιδίαν, πάνω σε θέματα που με προβλημάτιζαν κατά τη διάρκεια της μελέτης, ανάλυσεως και συγγραφής. Μετά την ολοκλήρωση της συγγραφής ο κ. *Σπύρου* αφιέρωσε αρκετό από τον ελάχιστο ελεύθερο χρόνο του για να διαβάσει το πρώτο *draft* και να προβεί στις πολύτιμες διορθώσεις του. Τέλος τα καλά του λόγια στην προλόγιση του βιβλίου, αποτελούν ιδιαίτερη τιμή για μένα. Ένα απλό ευχαριστώ στο πρόσωπό του θα ήταν μια ελάχιστη πράξη αναγνώρισεως της συμβολής του στη δημιουργία του συγγράμματος τούτου!

Ιωάννης Χρ. Αγαπάκης



*Μέρος πρώτον: «με ... λόγια»*



# Εισαγωγή

Είναι επιστημονικά περίεργο ότι ανελλιπώς, από την δεκαετία του 1930, στο αποδεκτό μέχρι και σήμερα χρησιμοποιούμενο κοσμολογικό πρότυπο (των Einstein - de Sitter) για την περιγραφή του Σύμπαντος, το φυσικό περιεχόμενο του κοσμικού ρευστού αποτελείται **μόνον από μάζα** και κανένα άλλο κλασικό, συμβατικό φυσικό χαρακτηριστικό. (Πρότυπο  $\Lambda/CDM^1$ )

Πιο συγκεκριμένα η κυρίαρχη δύναμη στο Σύμπαν είναι η *δύναμη της βαρύτητας*. Ως εκ τούτου η μελέτη των φυσικών και μαθηματικών ιδιοτήτων του Σύμπαντος<sup>2</sup>, βασίζεται κατ' αποκλειστικό τρόπο στην χρήση της *Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας (ΓΘΣ)*. Πέραν όμως της πυκνότητας μάζας, κανένα άλλο φυσικό χαρακτηριστικό του κοσμικού βαρυτικού ρευστού δεν λαμβάνεται υπ' όψιν στην μελέτη και δεν χρησιμοποιείται στις εξισώσεις της ΓΘΣ με μεγάλες, όπως είναι φυσικό, συνέπειες στη σωστή και πλήρη ερμηνεία των βασικών ιδιοτήτων και συμπεριφοράς του Σύμπαντος.

Αγνοείται λοιπόν πλήρως το **φυσικό το θερμοδυναμικό περιεχόμενό** του κοσμικού βαρυτικού ρευστού.<sup>3</sup> Άμεση συνέπεια του

---

<sup>1</sup>Το μοντέλο  $\Lambda CDM$  είναι μία παραμετροποίηση του μοντέλου της Μεγάλης Έκρηξης στο οποίο το Σύμπαν περιέχει μία κοσμολογική σταθερά, που δηλώνεται ως ( $\Lambda$ )  $\Lambda$ , καθώς επίσης και ψυχρή Σκοτεινή Ύλη (Cold Dark Matter). Συχνά αποκαλείται ως «το καθιερωμένο μοντέλο της Μεγάλης Έκρηξης»

<sup>2</sup>Το Σύμπαν στη σύγχρονη Κοσμολογία θεωρείται ως ένα συνεχές μέσο, καλείται επίσης και «**κοσμικό βαρυτικό ρευστό**».

<sup>3</sup>Για να γίνει κατανοητό το μέγεθος αυτής της παράλειψης, είναι σαν να θεωρούμε ότι το φυσικό περιεχόμενο του αέρα μιας αίθουσας συνίσταται μόνον από την

παραπάνω είναι η ελλειπής (από φυσικής απόψεως) θεωρητική περιγραφή του κοσμικού ρευστού. Από αυτή την ελλιπή περιγραφή του κοσμικού ρευστού προέκυψε η ανάγκη της εισαγωγής της έννοιας της Σκοτεινής Ενέργειας και στο σημείο αυτό ακριβώς, βρίσκεται το πρόβλημα με την σύγχρονη Φυσική Κοσμολογία.

Αυτή η λανθασμένη επιλογή και με το κοσμικό ρευστό να αποτελείται μόνον από μάζα ηρεμίας (δηλαδή λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνον την πυκνότητα μάζας ηρεμίας στις εξισώσεις της ΓΘΣ) οδήγησε σε κάποιες μη δικαιολογημένες και μη απαραίτητες ιδιότητες, όπως:

- στη δήθεν «εξασθένηση του φωτός» των μακρινών υπερκαινοφανών τύπου *SNe Ia*,
- στην παντελώς άγνωστη και «εξωτική» Σκοτεινή Ενέργεια (μη μηδενικής και μάλιστα, αρνητικής πίεσεως),
- στην «επιτακτική» (δήθεν), ανάγκη χρήσεως της *Κβαντικής Θεωρίας* για να περιγραφεί το σημερινό παρατηρησιακά προσβάσιμο Σύμπαν, και
- στην «επιτακτική» (δήθεν), ανάγκη διαφοροποιήσεως της κλασσικής ΓΘΣ, η οποία όμως, συνεχώς επιβεβαιώνεται από τις παρατηρήσεις.

Η εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών (τύπου *SNe Ia*), προέκυψε αυθαίρετα ως θεωρητικό σφάλμα. Αγνοώντας (λανθασμένα) το θερμοδυναμικό περιεχόμενο, του κοσμικού ρευστού, οι υπερκαινοφανείς καταλάμβαναν θεωρητικώς προβλεπόμενες θέσεις εγγύτερα των παρατηρούμενων πραγματικών, με αποτέλεσμα οι ορθώς παρατηρούμενες μακρύτερα θέσεις να εκλαμβάνονταν ως μια παράξενη ιδιότητα εξασθένησης του φωτός τους, που έπρεπε να δικαιολογηθεί.

Η σκοτεινή ενέργεια προέκυψε επίσης αυθαίρετα. Το θερμοδυναμικό περιεχόμενο αλλά ιδίως η πίεση της συνολικής ύλης (φωτεινής και

---

μάζα (πυκνότητα μάζας) των μορίων, αγνοώντας την κινητική τους ενέργεια, την πίεση από τις συγκρούσεις τους και άλλες θερμοδυναμικές ιδιότητες.

Επίσης με άλλα λόγια, θα ήταν σαν να είναι δυνατόν να συντάξουμε ένα μετεωρολογικό δελτίο καιρού, λαμβάνοντας υπόψη μόνον την πυκνότητα μάζας της γήινης ατμόσφαιρας, αγνοώντας όλα τα υπόλοιπα, φυσικά θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας όπως, την πίεση, την θερμοκρασία, την θερμοχωρητικότητα, τον Ήλιο ως πηγή ενέργειας, το θερμικό περιεχόμενο, την ταχύτητα του ανέμου, τη μεταφορά θερμότητας, την εντροπία, τις θερμοδυναμικές μεταβολές κ.α.

σκοτεινής) θεωρήθηκε αμελητέο και αγνοήσιμο και αποκλείστηκε από τις εξισώσεις της ΓΘΣ. Αποτέλεσμα ήταν η ύπαρξη ελλείματος του αντιστοιχού ποσού ενέργειας και η επινόηση στη θέση του της παντελώς άγνωστης και εξωτικής Σκοτεινής Ενέργειας.

Εξίσου σημαντικό είναι ότι κάνοντας το λάθος να ληφθεί υπόψη μόνον η πυκνότητα μάζας, καταλήγουμε (λανθασμένα) σε ασυμφωνία των θεωρητικών προβλέψεων της κλασικής ΓΘΣ με τα παρατηρησιακά δεδομένα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απαιτηθεί, εντελώς επιπόλαια, η δήθεν ανάγκη διαφοροποιήσεων της κλασικής ΓΘΣ, ή ακόμη και η ανάγκη χρήσεως της Κβαντικής Θεωρίας.

Αυτές οι ανεπιθύμητες συνέπειες προέκυψαν, όπως αναφέρθηκε, από την επιμονή μας να αγνοούμε το θερμοδυναμικό περιεχόμενο του κοσμικού βαρυτικού ρευστού.

Αντίθετα, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα εσωτερικά συμβατικά φυσικά θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού, θα μπορούσαν να εκλείψουν οι εν λόγω «δυσάρεστες» συνέπειες, με το να δοθεί έμφαση και στην φυσικώς προσανατολισμένη περιγραφή του Σύμπαντος με βάση τη ΓΘΣ και κατά συνέπεια στην ενίσχυση του ρόλου αυτού που καλείται φυσική πραγματικότητα.

Στο ίδιο μήκος κύματος με τα παραπάνω (δηλαδή της αμφισβήτησης του κοσμολογικού προτύπου  $\Lambda/CDM$ ) είναι και ο αντικειμενικός σκοπός του Παγκοσμίου Κοσμολογικού (Αστρονομικού) Συνεδρίου, το οποίο διοργανώθηκε στην Κορέα τον Αύγουστο του 2022 με πρωτοβουλία της International Astronomical Union (IAU).

