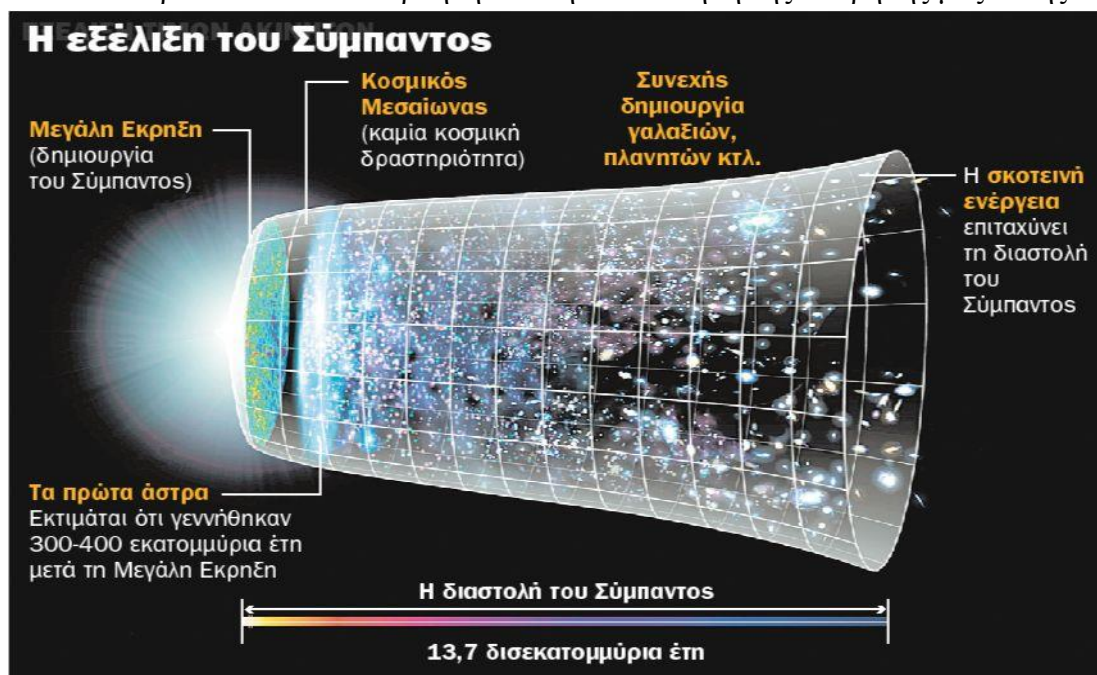


ΕΝΑ ΣΥΝΤΟΜΟ «ΑΦΗΓΗΜΑ» ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Σύμφωνα με τα παρατηρησιακά δεδομένα έχουμε καταλήξει σε μία εικόνα για το πώς βλέπουμε το Σύμπαν με τα μάτια της επιστήμης.

Η παρακάτω εικόνα θα βοηθήσει στην κατανόηση της θεώρησής μας αυτής.



Εικόνα 1: Μια αναπαράσταση της εξέλιξης του ορατού μας Σύμπαντος από το Big Bang μέχρι σήμερα. Ο χώρος παριστάνεται με ένα κύκλο η ακτίνα του οποίου μεγαλώνει καθώς κυλάει ο χρόνος από αριστερά προς τα δεξιά της εικόνας.
Πηγή εικόνας: NASA/ LAMBDA Archive / WMAP Science Team [20]

Στην εικόνα αυτή βλέπουμε μια αναπαράσταση της χρονικής εξέλιξης του ορατού Σύμπαντος από τη στιγμή του Big Bang μέχρι σήμερα. Ο χώρος παριστάνεται ως ένας κύκλος, η ακτίνα του οποίου αυξάνει με το χρόνο, που απεικονίζεται στον οριζόντιο άξονα. Τη στιγμή της Μεγάλης Εκρηξης ο χώρος αποτελούσε θεωρητικά ένα σημείο.

Ας προσπαθήσουμε να αναλύσουμε το περιεχόμενο αυτής της εικόνας με βάση το επικρατέστερο Κοσμολογικό Μοντέλο, που διαθέτουμε σήμερα, το οποίο βασίζεται στην ύπαρξη Σκοτεινής Ύλης και Σκοτεινής Ενέργειας. [1], [2], [18]

Στα 1929 ο αμερικανός φυσικός *Edwin Hubble* (1889-1953) απέδειξε το ότι το Σύμπαν δεν είναι στατικό, αλλά κατά μέσον όρο διαστέλλεται.[3] Συγκεκριμένα, ο Hubble έκανε ανάλυση των φασμάτων της ακτινοβολίας¹, που έφταναν στο τηλεσκόπιό του, από γαλαξίες των οποίων την απόσταση από τη Γη γνώριζε με αρκετά μεγάλη ακρίβεια.

Από το παρατηρούμενο μήκος κύματος $\lambda_{\text{παρ}}$ μιας σκοτεινής γραμμής και του αντίστοιχου $\lambda_{\text{εργ}}$ για ακίνητη πηγή (γνωστού από το εργαστήριο), ο Hubble ώρισε την *ερυθρόπηση* (μετατόπιση του φάσματος προς το ερυθρό) ως:

$$z = \lambda_{\text{παρ}} - \lambda_{\text{εργ}} / \lambda_{\text{εργ}}$$

¹ Η ακτινοβολία αυτή προέρχεται από το εσωτερικό των αστερών του γαλαξία και, κατ' αρχήν, έχει συνεχές φάσμα. Όμως, μέρος της ακτινοβολίας αυτής απορροφάται από τη σχετικά κρύα ατμόσφαιρα των ακτινοβολούντων αστερών και στο φάσμα εμφανίζονται *σκοτεινές γραμμές* (γραμμές Fraunhofer[22]) σε μήκη κύματος, τα οποία είναι χαρακτηριστικά αφ' ενός του στοιχείου της ατμόσφαιρας που απορροφά, αφ' ετέρου, λόγω φαινομένου Doppler[23], της ταχύτητας του αστέρα-πηγής ως προς εμάς.

Σύμφωνα με το φαινόμενο *Doppler*² [4] για μικρές ταχύτητες u της πηγής ικανοποιείται τη σχέση:

$$z = \Delta\lambda / \lambda \approx u / c$$

Έτσι σχεδίασε την ταχύτητα u , για κάθε γαλαξία που παρατήρησε, συναρτήσει της απόστασώς d από τη Γη. Τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων που πήρε φαίνονται στην γραφική παράσταση του Σχήματος 2.

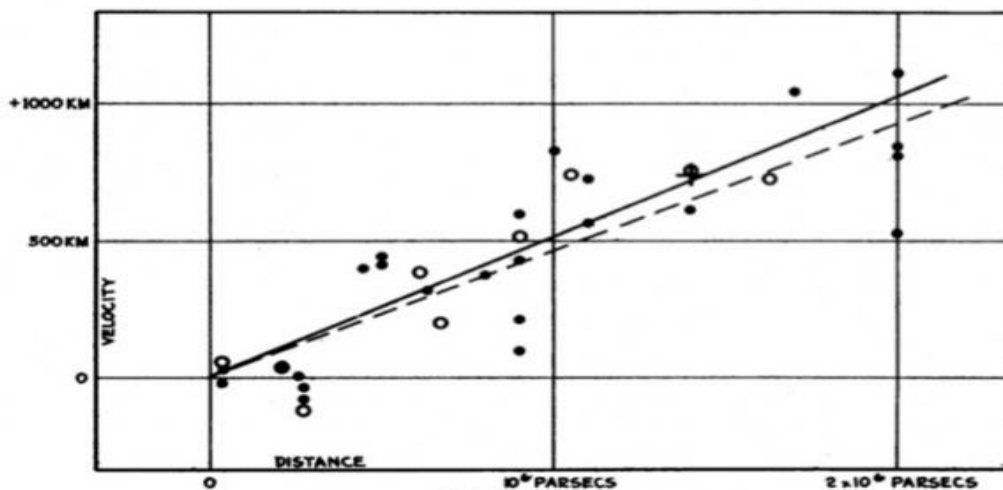


FIGURE 1
Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.

Σχήμα 2: Οι παρατηρήσεις του Hubble για την ταχύτητα γαλαξιών συναρτήσει της απόστασής τους.

Πηγή: A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae [3]

Η σχέση που διατύπωσε ο Hubble για την αναλυτική περιγραφή των παρατηρήσεών του είναι:

$$u = H_0 \cdot d$$

και συμπέρανε ότι οι γαλαξίες κατά μέσο όρο απομακρύνονται από τον παρατηρητή με μέσες ακτινικές ταχύτητες ανάλογες της απόστασής τους απ' αυτόν.

Ο συντελεστής H_0 ονομάζεται «σταθερά του Hubble» και είναι σταθερά όχι στο χρόνο, αλλά με την έννοια ότι, σύμφωνα και με την Κοσμολογική Αρχή, είναι ανεξάρτητη από τη θέση του παρατηρητή στο χώρο.³

Ο νόμος του Hubble μοιάζει να προσδίδει σε εμάς μοναδική θέση στο Σύμπαν, αφού οι γαλαξίες απομακρύνονται, τοποθετώντας μας στο κέντρο του Κόσμου. Αυτό που συμβαίνει όμως είναι ακριβώς το αντίθετο καθώς η γραμμικότητα του νόμου τον κάνει απολύτως συμβατό με την Κοσμολογική Αρχή⁴. Έτσι επειδή ο νόμος ισχύει σε όλο το

² Ο αυστριακός μαθηματικός Christian Andreas Doppler (1803-1853) στα 1842 παρουσίασε την εργασία με τίτλο: «Über das farbige Licht der Doppelsterne» (Σχετικά με το έγχρωμο φως διπλών αστέρων του ουρανού θόλου) [4] σύμφωνα με την οποία συνδέεται η συχνότητα μιας πηγής με την ταχύτητά της, σε σχέση με κάποιον παρατηρητή. Συγκεκριμένα: Η κίνηση της πηγής έχει ως αποτέλεσμα τα μέτωπα του κύματος να «συμπιέζονται» προς την κατεύθυνση κινήσεως και να «αραιώνουν» στην αντίθετη κατεύθυνση (πίσω από την πηγή).

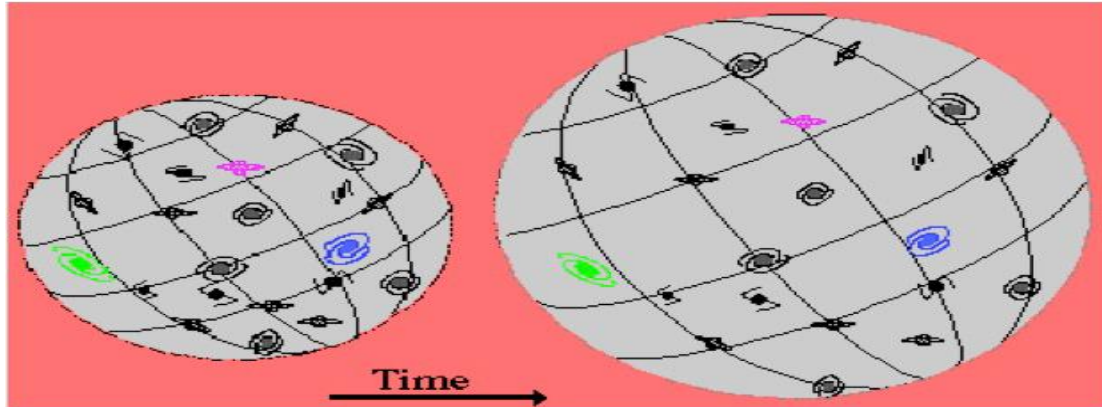
³ Η σταθερά H_0 έχει διαστάσεις αντιστρόφου χρόνου και η τιμή της σήμερα, όπως προκύπτει από τις παρατηρήσεις, είναι:

$$H_0 \equiv H_0 = (68 \pm 1,) \text{ km/sec/Mpc} = 1/(14,4 \pm 0,2) \text{ Gyr} \equiv 1/t_H$$

⁴ Η Κοσμολογική Αρχή είναι ένας από τους ακρογωνιαίους νόμους της σύγχρονης Φυσικής σύμφωνα με την οποία δεν υπάρχουν προνομιακοί παρατηρητές στο Σύμπαν και οι νόμοι της φυσικής πρέπει να είναι παντού οι ίδιοι. Με άλλα λόγια «το Σύμπαν είναι ομογενές και ισότροπο».

Σύμπαν (άρα ισχύει σε όλους τους γαλαξίες), οι παρατηρητές του κάθε γαλαξία αντιλαμβάνονται ότι όλοι οι υπόλοιποι γαλαξίες απομακρύνονται από αυτόν. Άρα όλοι οι γαλαξίες απομακρύνονται από όλους⁵ και επομένως κανείς δεν έχει προνομιακή θέση στο Σύμπαν.

Ένας τρόπος να κατανοήσουμε πώς μοιάζει το «Διαστελλόμενο Σύμπαν» του Hubble είναι να φανταστούμε ότι ο χώρος έχει δύο διαστάσεις με τη μορφή της επιφάνειας σφαίρας, όπως δείχνει το Σχήμα 3.



Σχήμα 3: Το διαστελλόμενο σφαιρικό σύμπαν. Κανένας γαλαξίας δεν κατέχει προεξάρχουσα θέση. Όλοι αντιλαμβάνονται τον ίδιο νόμο διαστολής του Σύμπαντος. Πηγή: Wikipedia

Σε αυτή την περίπτωση τα πάντα, οι γαλαξίες, οι αστέρες, εμείς, θα βρίσκονταν στην επιφάνεια⁶ μιας διαστελλόμενης σφαίρας. Παρατηρούμε όμως ότι καθώς η σφαίρα διαστέλλεται οι γαλαξίες στην επιφάνειά της απομακρύνονται όλοι από όλους και με τον ίδιο ρυθμό, που καθορίζεται από το ρυθμό αύξησης της ακτίνας της σφαίρας. Συνεπώς, όλοι οι παρατηρητές διαπιστώνουν διαστολή του σύμπαντος με τον ίδιο νόμο και την ίδια σταθερά Hubble. Κανείς πάνω στην επιφάνεια της σφαίρας δεν κατέχει προεξάρχουσα θέση.

Υποθέμενη διαστολή του σύμπαντος με παράδειγμα ένα σταφιδόψωμο

Οι σταφίδες «γαλαξίες» είναι αρχικά πολύ κοντά ο ένας στον άλλο.

Χρονική στιγμή της παρατήρησης

Οι γαλαξίες διατηρούν το μέγεθός τους

Οι γαλαξίες απομακρύνονται

Δισεκατ. χρόνια αργότερα

Το σταφιδόψωμο διαστέλλεται και οι γαλαξίες απομακρύνονται περισσότερο

Οι γαλαξίες διατηρούν πάντα το ίδιο μέγεθος

Δισεκατ. χρόνια αργότερα

Πηγή εικόνας: Σειρά <Ανακαλύπτω την Επιστήμη>, Τ.13: <ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ>, σελ.43

Τίτλος διαφανειών: Η εξέλιξη των ανηλήψεων για το Σύμπαν, τον Κόσμο
Ετοιμασία: Χαμητής Κιατίτης - Οκτώβριος 2004

34

Ο καλύτερος όμως τρόπος είναι να προσομοιάσουμε το Σύμπαν με ένα σταφιδόψωμο τη στιγμή που ψήνεται. Αρχικά οι σταφίδες στο εσωτερικό του βρίσκονται κοντά η μία

⁵ Στην πραγματικότητα εξαιρούνται οι γαλαξίες που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 100 Mpc και αυτοί έλκονται μεταξύ τους αφού οι ελκτικές βαρυτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσά τους υπερτερούν των δυνάμεων αντιβαρύτητας της Σκοτεινής Ενέργειας, που είναι υπεύθυνες για την εν γένει άπωση των γαλαξιών.

⁶ Προσοχή! στην επιφάνεια και όχι σε κάποιο σημείο, εσωτερικό της σφαίρας.

στην άλλη. Εν όσω όμως το σταφιδόψωμο φουσκώνει ομοιόμορφα οι σταφίδες στο εσωτερικό του απομακρύνονται όλες από τις άλλες ώστε καμία δεν φαίνεται να κατέχει κεντρικό σημείο στον χώρο κατά τη διαδικασία του φουσκώματος.

Η Κοσμολογική Αρχή, την οποία δεχόμαστε και που επιβεβαιώνεται παρατηρησιακά⁷ με μεγάλη ακρίβεια, συνεπάγεται ότι ο τριδιάστατος χώρος μας μπορεί να είναι είτε Ευκλείδειος (επίπεδος), είτε τριδιάστατη επιφάνεια σφαίρας (κλειστός), είτε τριδιάστατο υπερβολοειδές (ανοικτός).⁸

Πράγματι από τη γεωμετρία γνωρίζουμε ότι υπάρχουν ακριβώς τρεις ομοιογενείς και ισότροποι χώροι τριών διαστάσεων.⁹ Οι χώροι αυτοί χαρακτηρίζονται από την τιμή μιας παραμέτρου που ονομάζεται «*παραμέτρος καμπυλότητας*» k . Αναλόγως της τιμής της παραμέτρου παίρνουμε τον *επίπεδο* ($k = 0$) τον *κλειστό* ($k = 1$) και *ανοικτό* ($k = -1$) τριδιάστατο χώρο. Αναλυτικότερα:

Η τιμή $k = 0$ αντιστοιχεί *τοπολογικά* στον Ευκλείδειο επίπεδο χώρο, δηλαδή στον χώρο που μελετάμε στην Ευκλείδεια γεωμετρία και στον οποίο το άθροισμα των γωνιών τριγώνου ΑΒΓ είναι ίσο με π (180°),

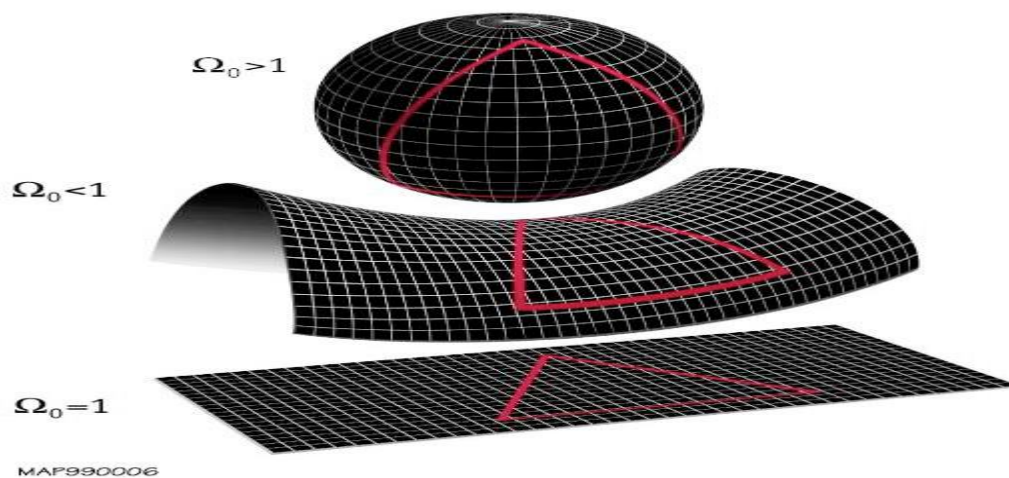
$$k = 0, \Omega = 1 : \alpha + \beta + \gamma = \pi$$

Ο χώρος με θετική καμπυλότητα $k = +1$ αντιστοιχεί *τοπολογικά* σε μία τριδιάστατη σφαίρα, στην οποία το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου ζωγραφισμένου στην επιφάνειά της είναι μεγαλύτερο από π (180°),

$$k = +1, \Omega > 1 : \alpha + \beta + \gamma > \pi$$

Ενώ ο χώρος με αρνητική καμπυλότητα $k = -1$ αντιστοιχεί *τοπολογικά* σε ένα τριδιάστατο υπερβολοειδές το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου ζωγραφισμένου στην επιφάνειά του είναι μικρότερο από π (180°),

$$k = -1, \Omega < 1 : \alpha + \beta + \gamma < \pi$$



Εικόνα 4: Οι τρεις ομοιογενείς και ισότροπες διδιάστατες επιφάνειες. Η σφαίρα, το υπερβολοειδές και το Ευκλείδειο επίπεδο. Σε μεγάλες κλίμακες ο χώρος μας είναι Ευκλείδειος. Πηγή: Wikipedia.

⁷ Η παρατηρησιακή επιβεβαίωση της κοσμολογικής αρχής ήρθε αρχικά (1989) από τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων του δορυφόρου COBE και την Κοσμική Ακτινοβολία Μικροκυμάτων Υποβάθρου (CMB). Αργότερα τον Ιούνιο του 2001 το διαστημικό σκάφος WMAP της NASA και τον Σεπτέμβριο του 2016 το διαστημικό τηλεσκόπιο Planck, επιβεβαίωσε τις εκτιμήσεις της θεωρίας της κοσμολογικής αρχής καθώς οι μετρήσεις του σε σχέση με την κοσμική μικροκυματική ακτινοβολία υποβάθρου έδειξαν πως το σύμπαν είναι σε μεγάλο βαθμό ιστροπικό.

⁸ Αυτό δε σημαίνει ότι το σχήμα του Σύμπαντος είναι επίπεδο, σφαιρικό ή υπερβολοειδές. Σημαίνει ότι το Σύμπαν ακολουθεί Ευκλείδεια (επίπεδη), σφαιρική (κλειστή) ή υπερβολοειδή (ανοικτή) τοπολογία. Με άλλα λόγια η τοπική γεωμετρία στη γειτονιά ενός σημείου είναι επίπεδη, σφαιρική ή υπερβολοειδής.

⁹ Ουσιαστικά ενδιαφερόμαστε για τις διδιάστατες επιφάνειες που αντιστοιχούν στους χώρους αυτούς και η γεωμετρία που τις μελετά είναι η γεωμετρία (θεωρία) των επιφανειών.

Σύμφωνα με τη Θεωρία της Βαρύτητας η καμπυλότητα ενός χώρου συνδέεται με την παράμετρο της ενεργειακής πυκνότητας Ω .¹⁰ Συγκεκριμένα η δήλωση ότι ένας χώρος είναι Ευκλείδειος ($k = 0$) ισοδυναμεί με τη δήλωση ότι η συνολική ενεργειακή πυκνότητά του είναι $\Omega=1$. Αντίστοιχα για τον σφαιρικό χώρο ($k=+1$) η συνολική ενεργειακή πυκνότητα είναι $\Omega>1$ και στον τριδιάστατο υπερβολοειδή χώρο είναι ($k = -1$), $\Omega<1$.

Στο πλαίσιο του γενικώς αποδεκτού (αν και εντόνως πλέον αμφισβητούμενου παγκοσμίως¹¹) σήμερα κοσμολογικού προτύπου Λ CDM¹² (Lamda Cold Dark Matter), [25], η ανάλυση των σύγχρονων παρατηρησιακών δεδομένων προβλέπει, όμως, χωρίς επαρκή φυσική δικαιολόγηση και χωρίς άμεση και θεμελιωμένη παρατηρησιακή επιβεβαίωση, τέσσερα συστατικά για το Σύμπαν. Αυτά είναι:

α. Η **Σκοτεινή Ενέργεια**, η οποία αποτελεί το 68% ($\Omega_{DE}=0,68$) του ενεργειακού περιεχομένου του Σύμπαντος, θεωρείται ότι είναι διαφορετικής φύσεως από την συνήθη ενέργεια και ότι είναι υπεύθυνη για την παρατηρηθείσα επιταχυνόμενη απομάκρυνση των γαλαξιών¹³ κατά τη διαστολή του Σύμπαντος.[5], [6] (*Σημείωση: Παρακάτω θα αναλυθεί μία νέα ιδέα, σύμφωνα με την οποία (και) η επιταχυνόμενη κοσμική διαστολή εξηγείται διεξοδικά και με φυσικό τρόπο, στο πλαίσιο της ΓΘΣ, με βάση τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού.*)

β. Η **Εξωτική Σκοτεινή Ύλη**, η οποία αποτελεί το 28% ($\Omega_{DM}=0,28$) του ενεργειακού περιεχομένου του Σύμπαντος, είναι αγνώστου σύστασης και προελεύσεως. Η ύπαρξή της είναι αναγκαία για να εξηγηθεί η διαφορά που προκύπτει ανάμεσα στη θεωρητική και στην παρατηρούμενη ταχύτητα περιστροφής των εξωτερικών αστέρων των γαλαξιών¹⁴. [7], [8] Επίσης χωρίς την Εξωτική Σκοτεινή Ύλη προκύπτει ασυμφωνία των θεωρητικών προβλέψεων με τις παρατηρήσεις της καμπύλωσης του φωτός από γαλαξίες ή σμήνη γαλαξιών.¹⁵ [9]

γ. Η **Βαρυονική Σκοτεινή Ύλη** η οποία αποτελεί το 4% του ενεργειακού περιεχομένου του Σύμπαντος και είναι η ύλη που αποτελεί τις Μελανές Οπές [10], [11], τους Αστέρες Νετρονίων [10], τους Λευκούς Νάνους [10] και διάφορα άλλα συμπαγή

¹⁰ Η παράμετρος ενεργειακής πυκνότητας Ω ορίζεται ως το πηλίκο της πραγματικής ενεργειακής πυκνότητας ϵ προς την κρίσιμη ενεργειακή πυκνότητα μάζας ϵ_c ενός χώρου. Η κρίσιμη ενεργειακή πυκνότητα ϵ_c ($3H^2 \cdot c^2 / 8\pi G_N$), χρησιμοποιώντας την σημερινή τιμή της σταθεράς του Hubble, υπολογίζεται ότι σήμερα ισοδυναμεί με την ενέργεια ηρεμίας έξι ατόμων υδρογόνου ανά κυβικό μέτρο ($\approx 6 m_H \cdot c^2 / m^3$).

¹¹ Ενδεικτική αυτής της αμφισβήτησης είναι η «First Announcement» για την Γενική Συνέλευση της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης (IAU), η οποία διεξήχθη στην πόλη Busan της Ν. Κορέας 10 και 11 Αυγ 2022 και στην οποία αναφέρεται ότι πρόσφατες μετρήσεις της σταθεράς Hubble έδειξαν ασυνέπεια με τις προβλέψεις του Λ CDM μοντέλου και ότι τέτοια ευρήματα αποτελούν σοβαρές ενδείξεις ότι το μοντέλο δεν περιγράφει πλήρως την αληθινή φύση του Σύμπαντος. (βλέπε [26] της βιβλιογραφίας)

¹² Το μοντέλο Λ CDM είναι μία παραμετροποίηση του κοσμολογικού μοντέλου της Μεγάλης Έκρηξης, στο οποίο το σύμπαν περιέχει την Κοσμολογική σταθερά Λ , (την οποία είχε απορρίψει ο Einstein ως το μεγαλύτερο σφάλμα του και της οποίας η εισαγωγή έγινε αυθαίρετα για να εξηγήσει την εξασθένηση της φωτεινότητας των υπερκαινοφανών SNe Ia) καθώς επίσης και ψυχρή σκοτεινή ύλη (Cold Dark Matter).

¹³ Ενώ η απομάκρυνση των γαλαξιών ξεκίνησε με τη δημιουργία τους, η επιτάχυνσή της απομακρύνσεως ξεκίνησε στα 8 περίπου δισεκατομμύρια έτη μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, όταν η ενέργεια του κενού επικράτησε των άλλων δύο συστατικών του Σύμπαντος (δηλαδή της ακτινοβολίας και της μάζας)

¹⁴ Η ταχύτητα περιστροφής των αστέρων αυτών έχει παρατηρηθεί κατά πολύ μεγαλύτερη αυτής που θεωρητικά αναμένεται (σύμφωνα με την μάζα της φανεράς βαρυονικής ύλης που βλέπουμε στους γαλαξίες, και που παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δυνάμεως η οποία οδηγεί τους αστέρες σε περιστροφή). Αυτό το γεγονός οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρέπει να υπάρχει επιπλέον ύλη στον κάθε γαλαξία, η οποία δεν φαίνεται, δεν είναι βαρυονικής φύσεως και είναι υπεύθυνη για την παρατηρηθείσα μεγαλύτερη ταχύτητα.

¹⁵ Σύμφωνα με τη ΓΘΣ, το φως, όπως και η ύλη, υπόκειται στη βαρυτική έλξη και επομένως όταν η τροχιά μιας ακτίνας φωτός περνά κοντά από μία μάζα (γαλαξία) καμπυλώνεται και αλλάζει κατεύθυνση. Η παρατηρηθείσα εκτροπή των ακτίνων είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την αναμενόμενη λόγω της φανεράς βαρυονικής ύλης των γαλαξιών, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρέπει να υπάρχει ένα είδος άορατης και αγνώστου προελεύσεως ύλης για κάθε γαλαξία, η οποία είναι υπεύθυνη γι' αυτό.

αντικείμενα όπως πλανήτες και αμυδροί αστέρες, που δεν φαίνονται αλλά ανιχνεύονται βαρυτικά. Όλα αυτά μαζί υπολογίζεται ότι έχουν πυκνότητα ύλης που αντιστοιχεί σε συνολική ενεργειακή πυκνότητα $\Omega_{BDM} \approx 0,04$

δ. Η **Φωτεινή Ύλη** που είναι η γνωστή σε όλους μας ύλη που αποτελεί τους Αστέρες, τους γαλαξίες και τις φωτεινές κοσμικές δομές στο Σύμπαν. Αποτελεί μόλις το 0,5% (δηλαδή $\Omega_{LM} \approx 0,005$) του ενεργειακού περιεχομένου του Σύμπαντος!!!¹⁶

Εδώ αξίζει να κάνουμε μία στάση για να αναφέρουμε μία εναλλακτική ιδέα για την επιταχυνόμενη διαστολή του Σύμπαντος και την Σκοτεινή Ενέργεια το μεγαλύτερο αλλά και το πλέον αυθαίρετο συστατικό του κοσμικού ρευστού. Μια ιδέα που ίσως αλλάξει τα δεδομένα στη σύγχρονη Κοσμολογία.

Παρατηρούμε ότι στο μέχρι τώρα αποδεκτό κοσμολογικό πρότυπο Λ CDM [25], με εξαίρεση μία πολύ σύντομη περίοδο στην αρχή, το παρελθόν όσο και το μέλλον του Σύμπαντος καθορίζονται από «σκοτεινά» χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα η **Σκοτεινή Ύλη** είναι αυτή που φρενάρει την διαστολή του μέχρι την ηλικία των 8 δεκατομμυρίων ετών και η **Σκοτεινή Ενέργεια** είναι υπεύθυνη για την επιταχυνόμενη διαστολή του Σύμπαντος από τα 8 δισεκατομμύρια έτη μέχρι σήμερα.

Οι θετικές επιστήμες, ως γνωστόν, απεχθάνονται τα «σκοτεινά» τα «μυστήρια» και δεν σταματούν την προσπάθεια έρευνας μέχρι την πλήρη εξήγηση και αποσαφήνισή τους. Αυτός είναι ο λόγος που αυτή η νέα ιδέα, η οποία αναπτύχθηκε από τους Έλληνες καθηγητές Κ. Κλειΐδη και Ν. Σπύρου, πρέπει να τύχει της ιδιαίτερης προσοχής μας, καθώς επίσης ολοένα και περισσότερο κερδίζει έδαφος στη σύγχρονη Κοσμολογία.¹⁷

Με δεδομένο το πρόβλημα της Σκοτεινής Ύλης, της οποίας η έρευνα για την εξακρίβωση της φύσεώς της συνεχίζεται, **προτείνεται** ότι δεν είναι απαραίτητο το δεύτερο «σκοτεινό» συστατικό, εκείνο της Σκοτεινής Ενέργειας, η ύπαρξη του οποίου εντελώς αυθαίρετα παρουσιάστηκε ως αναγκαία για να εξηγήσει την μετάθεση προς το μακρύτερο των μακρινών υπερκαινοφανών τύπου SNe Ia., που ανεξάρτητα δύο ομάδες ερευνητών είχαν παρατηρήσει.¹⁸

Η αυθαίρετη θεώρηση της ύπαρξης της Σκοτεινής Ενέργειας παύει να είναι αναγκαία αν αποδειχθεί ότι δεν υφίσταται «απόκλιση» μεταξύ της θεωρητικής πρόβλεψης και της παρατήρησης (Perlmutter-Reiss) της αποστάσεως των υπερκαινοφανών SNe Ia.

Πράγματι απόκλιση δεν υπάρχει αλλά η ασυμφωνία θεωρητικής πρόβλεψης και παρατήρησης προέκυψε, λαμβάνοντας υπ' όψιν (εσφαλμένα) στην δυναμική

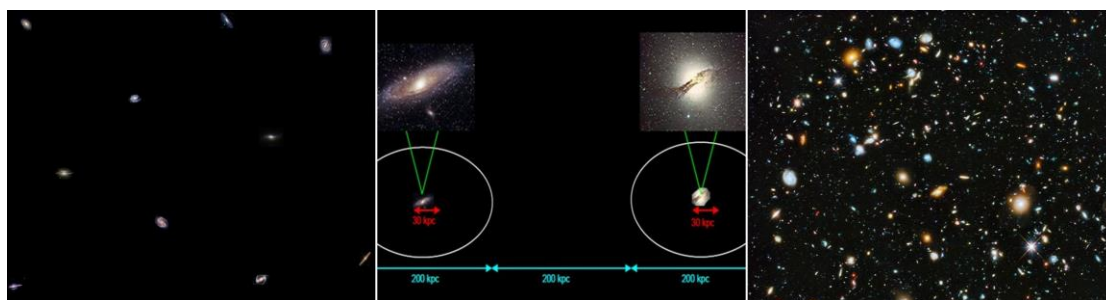
¹⁶ Το ποσό της φωτεινής ύλης υπολογίζεται αν αναλογιστεί κανείς ότι το Σύμπαν αποτελείται από 100 δισεκατομμύρια γαλαξίες ο καθένας από τους οποίους περιέχει περίπου 100 δισεκατομμύρια αστέρων μέσης μάζας 2×10^{30} kg και όλα αυτά βρίσκονται σε έναν χώρο ακτίνας 13 δισεκατομμυρίων ετών φωτός. Με αυτά τα δεδομένα βρίσκουμε μία πυκνότητα $\rho \approx 13 \times 10^{-3}$ m_H/m^3 η οποία τελικά αντιστοιχεί σε $\Omega_{LM} \approx 0,005$. Αυτό προκύπτει με τη διαίρεση της πυκνότητας ρ δια της κρίσιμης πυκνότητας $\rho_c \approx 6 m_H/m^3$.

¹⁷ Έχει δημοσιευτεί τα τελευταία χρόνια σε πλείστα επιστημονικά περιοδικά, όπως το *Astronomy & Astrophysics* και *Entropy*, ενώ προσφάτως (11 Αυγ 2022) παρουσιάστηκε στη Γενική Συνέλευση της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης (IAU) στην πόλη Busan της Ν. Κορέας ("Consensus Cosmic Shear in the 2020s") και έτυχε ευρείας αποδοχής και κολακευτικών σχολίων.

¹⁸ Στα 1998 οι Saul Perlmutter [12] και Adam Reiss [13] δημοσίευσαν τις παρατηρήσεις των ερευνητικών τους ομάδων για τη φαινομένη λαμπρότητα υπερκαινοφανών κατάλληλα επιλεγμένου τύπου (SNe Ia) σε συνάρτηση με την ερυθρότητά τους. Το συμπέρασμα από την έρευνα αυτή ήταν ότι οι υπερκαινοφανείς φαίνονταν να βρίσκονται πιο μακριά από την απόσταση που αναμενόταν με βάση τα θεωρητικά δεδομένα. Η παρατήρηση αυτή παρέπεμπε στην αναγκαιότητα ύπαρξης μιας δύναμης αντιβαρύτητας, μιας απωστικής δηλαδή δύναμης, η οποία κυριάρχησε στο Σύμπαν μετά τα 8 δισεκατομμύρια έτη και που οδήγησε στην αυθαίρετη εισαγωγή ενός εντελώς άγνωστου συστατικού που θα μπορούσε να εξηγήσει μία τέτοια συμπεριφορά και που ονομάστηκε **Σκοτεινή Ενέργεια**.

περιγραφή του κοσμικού ρευστού, **μόνον** την πυκνότητα μάζας, αγνοώντας όλα τα εσωτερικά συμβατικά φυσικά χαρακτηριστικά του, όπως την «πίεση» τις «εσωτερικές κινήσεις» και γενικά το «θερμοδυναμικό του περιεχόμενο».

Σύμφωνα λοιπόν με την πρόταση των Κλειΐδη-Σπύρου [14],[15],[16],[17] το κοσμικό ρευστό αποτελείται από μάζα (ύλη), κυρίως την Σκοτεινή Ύλη με μια μικρή πρόσμιξη Βαρυονικής Ύλης. Δεν περιλαμβάνει όμως την παντελώς άγνωστη και αχρείαστη Σκοτεινή Ενέργεια. Συγκεκριμένα, με την προσθήκη της Σκοτεινής Ύλης, οι γαλαξίες είναι πολύ μεγαλύτερων διαστάσεων (μέχρι 10 φορές) και πολύ πιο σύνθετοι απ' ό τι δηλώνει η οπτική τους εικόνα. Επομένως το Σύμπαν, με τους γαλαξίες του να βρίσκονται πιο κοντά ο ένας στον άλλον, δεν θα πρέπει να θεωρείται πια ως πρακτικά κενός χώρος, αλλά αντίθετα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια συνεχής κατανομή ύλης-ενέργειας, ως ένα **συνεχές** βαρυτικό μέσο στο πλαίσιο ενός **Πολυτροπικού Ρευστού Σκοτεινής Ύλης**. (Εικόνα 5)



Εικόνα 5: Αριστερά: Η εικόνα ενός Σύμπαντος ως πρακτικά κενός χώρος, όπως τον φανταζόμασταν εώς τώρα, χωρίς να λαμβάνουμε υπ' όψιν την Σκοτεινή Ύλη. Τους γαλαξίες (μικρά λευκά σημάδια που μόλις διακρίνονται) τους θεωρούσαμε απομονωμένους, πολύ μακριά ο ένας από τον άλλον.

Κέντρο: Η ακτίνα του οπτικού δίσκου των γαλαξιών αυξάνεται 7-10 φορές με την παραδοχή της Σκοτεινής Ύλης. Οι γαλαξίες έρχονται πολύ κοντά στους διπλανούς τους, σχεδόν εφάπτονται.

Δεξιά: Η Σκοτεινή Ύλη που περιέχεται και περιβάλλει τους γαλαξίες, τους κάνει να βρίσκονται εγγύτερα ο ένας στον άλλον, γεμίζει τον κενό χώρο, αλλάζοντας την αντίληψή μας για το Σύμπαν.

Τα συστατικά αυτού του πολυτροπικού ρευστού συγκρούονται μεταξύ τους και αποκτούν κινητική ενέργεια (όπως ακριβώς τα μόρια του αέρα σε μια αίθουσα). Το αποτέλεσμα των ταχυτήτων (της κινητικής ενέργειας) είναι η «παραμελημένη», μέχρι τώρα, **Εσωτερική Θερμική Ενέργεια** του κοσμικού ρευστού. Αυτή η μορφή ενέργειας έχει τα χαρακτηριστικά της αυθαιρέτως εισαχθείσας Σκοτεινής Ενέργειας και μπορεί επιτυχώς να την υποκαταστήσει, προσδίδοντας στο κοσμικό ρευστό την ελλείπουσα αρνητική πίεση και λύνοντας το πρόβλημα με απολύτως φυσικό και κλασικό τρόπο, αποφεύγοντας έτσι το «σκοτεινό» και παντελώς εξωτικής και αγνώστου φύσεως τρίτο συστατικό του Σύμπαντος.¹⁹ [14], [15], [16], [17]

Κατόπιν των παραπάνω, αν λάβουμε υπ' όψιν τα εσωτερικά, συμβατικά, φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού, η θεωρητικά αναμενόμενη θέση των υπερκαινοφανών SNe Ia συμπίπτει με εκείνη που προκύπτει από τα παρατηρησιακά δεδομένα και επομένως δεν υφίσταται η απόκλιση η οποία αυθαίρετα οδήγησε στην θεώρηση της Σκοτεινής Ενέργειας.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι με το νέο μοντέλο δεν είναι αναγκαία η έννοια της Σκοτεινής Ενέργειας **ούτε** για την εξήγηση της επιταχυνόμενης διαστολής του Σύμπαντος. Πράγματι, η πυκνότητα μάζας του κοσμικού ρευστού προκαλεί βαρυτική

¹⁹ Η ενέργεια αυτή, η οποία αδικαιολογήτως μέχρι τώρα δεν λαμβανόταν υπ' όψιν και ως εκ τούτου δεν συμπεριλαμβανόταν στις εξισώσεις της ΓΘΣ, αποτελεί (όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει μελετώντας τα [14] έως [17] της βιβλιογραφίας, στα οποία αναπτύσσεται πλήρως η μαθηματική ανάλυση της νέας ιδέας) και ποσοτικά με το ελλείπον 68% από τα συστατικά του Σύμπαντος, που αυθαίρετως αναγκαστήκαμε να εισάγουμε ως Σκοτεινή Ενέργεια.

συστολή, ενώ από την άλλη τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του προκαλούν διαστολή. Όταν αυτή η συνεισφορά των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών γίνεται συγκρίσιμη με εκείνη της πυκνότητας μάζας (θερμοδυναμικά συστατικά = 0,4 πυκνότητας μάζας - αυτό συνέβη περίπου στην ηλικία των 8 δις ετών) τότε η διαστολή γίνεται επιταχυνόμενη με εντελώς φυσικό και αναμενόμενο τρόπο, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση της πυκνότητας του κενού, ή της Κοσμολογικής σταθεράς που επέβαλαν αυθαιρέτως την έννοια της Σκοτεινής Ενέργειας στο πλαίσιο του Λ CDM προτύπου. [14], [15], [16], [17]

Η διαφορά του νέου, Πολυτροπικού Μοντέλου από άλλα, ανάλογα μοντέλα που έχουν προταθεί για τη λύση των προβλημάτων που ανακύπτουν με τη χρησιμοποίηση του Λ CDM μοντέλου και της Σκοτεινής Ενέργειας, είναι ότι αυτό ερμηνεύει με ακρίβεια ΟΛΕΣ τις σύγχρονες κοσμολογικές παρατηρήσεις, (π.χ.: *Διάγραμμα Hubble, Πρόβλημα Σύμπτωσης, την ηλικία του Σύμπαντος, την τιμή της παραμέτρου πυκνότητας* [$\Omega=1$] κ.α. βλ. [18]) σε αντίθεση με όλα τα άλλα μοντέλα και αυτό το κάνει μοναδικό.

Κλείνοντας την «παρένθεση» πάνω στην νέα αυτή ιδέα, είμαστε πλέον «υποχρεωμένοι», αν όχι να αντικαταστήσουμε την έννοια της Σκοτεινής Ενέργειας με την Εσωτερική Θερμική Ενέργεια του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού, τουλάχιστον να προσδώσουμε στην τελευταία, ανάλογη αναγνώριση με εκείνη που, αβίαστα και χωρίς κανένα προβληματισμό, δεχτήκαμε για τη Σκοτεινή Ενέργεια.

Συνεπώς, από τούδε, όταν θα αναφερόμαστε στην έννοια της Σκοτεινής Ενέργειας ισοδύναμα και παράλληλα θα εννοούμε και την Εσωτερική Θερμική Ενέργεια του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού μέχρις ότου η παγκόσμια κοσμολογική κοινότητα **αναγκαστεί** να παραμερίσει αυτό το «σκοτεινό» και «εξωτικό» τρίτο συστατικό (σκοτεινή ενέργεια) που περισσότερα προβλήματα και ερωτήματα δημιούργησε με την υιοθέτησή του παρά έδωσε λύσεις.

Επιστρέφοντας τώρα στην ανάλυση των κοσμολογικών παρατηρήσεων και με τις επικρατούσες τιμές όπως τις δώσαμε παραπάνω, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η τιμή της ενεργειακής πυκνότητας Ω στο Σύμπαν ισούται με το άθροισμα:²⁰

$$\Omega = \Omega_{DE} + \Omega_{DM} + \Omega_{BDM} + \Omega_{LM} = 0,68 + 0,28 + 0,04 + 0,005 = 1,005 \approx 1 \quad [19]$$

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι το Σύμπαν αποτελεί έναν τοπολογικά **Ευκλείδειο** χώρο ($\Omega \approx 1$), ο οποίος διαστέλλεται σύμφωνα με το νόμο του Hubble.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω θα επιχειρήσουμε να ερμηνεύσουμε την Εικόνα 1 περιβάλλοντάς την με τα παρακάτω στοιχεία:

Όλα ξεκίνησαν με την Μεγάλη Έκρηξη στην αρχή του χρόνου και σε μηδενικό χώρο. Για ένα απειροελάχιστο χρονικό διάστημα (*inflation era*) το πολύ νεαρό Σύμπαν διεστάλη ταχύτατα με εκρηκτικό τρόπο. Στην εικόνα η εποχή αυτή παριστάνεται με την εκτυφλωτική λάμψη στην αρχή, όπου τα άκρα της χοάνης άνοιξαν απότομα μεγαλώνοντας τον χώρο με εκθετικό τρόπο. Την εποχή εκείνη (εποχή του κοσμικού πληθωρισμού) η ακτινοβολία ήταν το κυρίαρχο συστατικό του Σύμπαντος και αυτό διήρκεσε $10^4 - 10^5$ έτη. Το Σύμπαν αποτελούνταν από μία «σούπα» στοιχειωδών σωματιδίων (ηλεκτρόνια, πρωτόνια, νετρόνια λεπτόνια κουάρκ κ.α) τα οποία κατείχαν τυχαίες θέσεις στο χώρο και ήταν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, μην αφήνοντας χώρο στην ακτινοβολία να αποδράσει και να στείλει πληροφορίες στο μέλλον.²¹

²⁰ Όπου οι δείκτες: DE: Dark Energy ή *Internal Thermal Energy of Polytropic Cosmic Fluid*, DM: Dark Matter, BDM: Baryonic Dark Matter, LM: Light Matter.

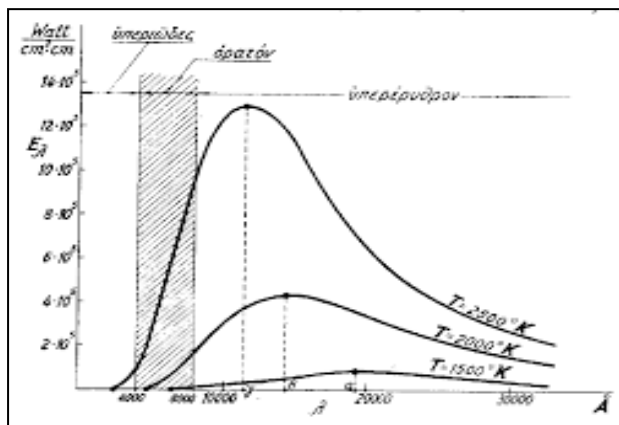
²¹ Τις πρώτες πληροφορίες για το Σύμπαν στην νεαρή του ηλικία τις πήραμε από τον δορυφόρο COBE, ο οποίος από το Νοέμβριο του 1989 μέχρι τον Απρίλιο του 1992 συνέλεξε την κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου, δηλαδή το ίχνος, ή υπόλειμμα της ακτινοβολίας που εξέπεμπε το σύμπαν όταν, σε ηλικία

Κατόπιν και μέχρι τα 8 δισεκατομμύρια έτη το Σύμπαν συνέχισε να διαστέλλεται και να ψύχεται και κυρίαρχο συστατικό του είναι η Ύλη (άθροισμα Σκοτεινής και Φωτεινής). Σ' αυτή την περίοδο σχηματίζονται οι πρώτες δομές του Σύμπαντος όπως οι πρώτοι Αστéρες και οι πρώτοι γαλαξίες.²²

Η διαστολή του Σύμπαντος λαμβάνει χώρα επιβραδυνόμενα και αυτό φαίνεται από την κύρτωση των σκελών της χοάνης της Εικόνας 1 προς τα μέσα.

8 δισεκατομμύρια έτη μετά την Μεγάλη Έκρηξη κυρίαρχο συστατικό του Σύμπαντος είναι πια η ενέργεια του κενού²³ (ή η **Εσωτερική Θερμική Ενέργεια του Πολυτροπικού Κοσμικού Ρευστού**). Η ενέργεια του κενού λοιπόν είναι αυτή που, εδώ και 6 δισεκατομμύρια χρόνια, «σπρώχνει» το Σύμπαν, κάνοντας το να διαστέλλεται επιταχυνόμενα. Η επιταχυνόμενη αυτή διαστολή φαίνεται στην Εικόνα 1 από την κύρτωση των σκελών της χοάνης προς τα έξω, από τα 8 δισεκατομμύρια έτη μέχρι και σήμερα.

Αυτή είναι η εξέλιξη του Σύμπαντος εδώ και 13,8 δισεκατομμύρια έτη περίπου. Με εξαίρεση μία πολύ σύντομη περίοδο στην αρχή, το παρελθόν του όσο και το μέλλον του καθορίζονται από τα Σκοτεινά χαρακτηριστικά του. Την Σκοτεινή Ύλη μέχρι τα 8 δις έτη και την Σκοτεινή Ενέργεια από τότε μέχρι σήμερα.²⁴ Η Φωτεινή Ύλη αποτέλεσε μία απειροελάχιστη και χρονικά ασήμαντη διαταραχή στο συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο του Σύμπαντος και ελάχιστα επηρεάζει τη συνολική χρονική του εξέλιξη. Παρά το γεγονός αυτό όμως, η Λαμπερή Βαρυονική Ύλη έπαιξε σημαντικό ρόλο σε κρίσιμα φαινόμενα, τα οποία έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ύπαρξη της ζωής. Γι' αυτό το λόγο είναι σημαντική η μελέτη και η κατανόηση του ρόλου που διαδραμάτισαν και τα τρία συστατικά του Σύμπαντος κατά τη διάρκεια της εξελίξεώς του.



Σχήμα 5: Η κατανομή του Μέλανος Σώματος
Πηγή: physicsgg [24]

Θα ήταν παράλειψη, ακόμη και στην συνοπτική αυτή απαρίθμηση της ιστορίας του Σύμπαντος, αν δεν αναφερθούμε στην εξάρτηση της θερμοκρασίας από το μέγεθός του.

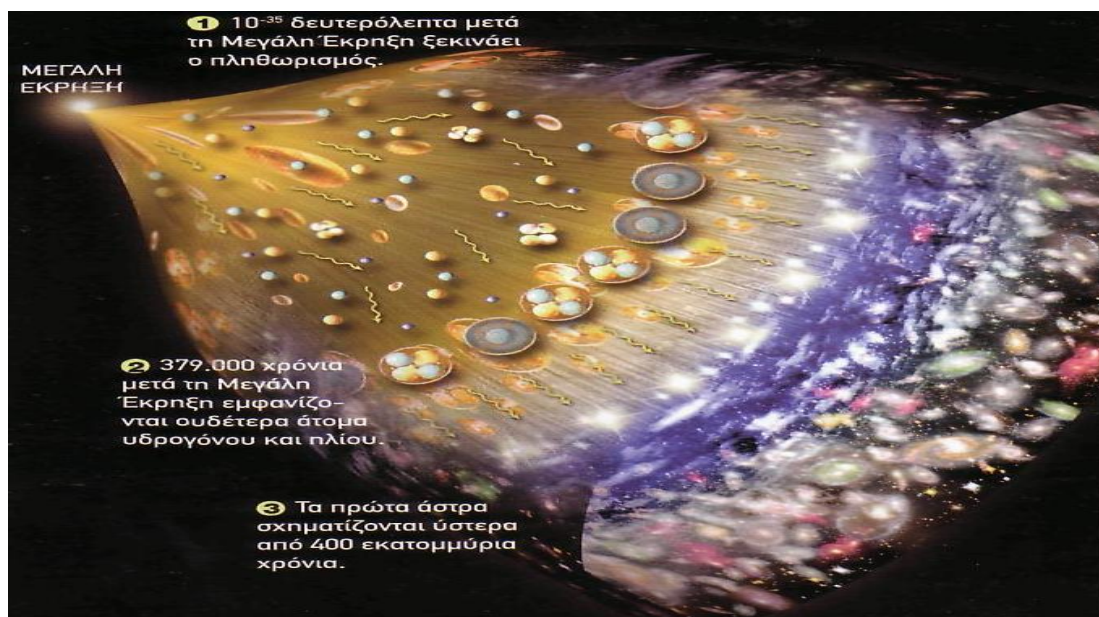
380.000 ετών περίπου, η ακτινοβολία του διαχωρίστηκε από την ύλη και διέφυγε για να φθάσει, ταξιδεύοντας ελεύθερη και διατρέχοντας όλο το Σύμπαν, στους δορυφόρους μας και να μας δώσει την πρώτη εικόνα. Αυτή ήταν και μία επιβεβαίωση της εν λόγω θεωρίας.

²² Από τις κβαντικές διακυμάνσεις και τις μικρές ανομοιογένειες που δημιουργήθηκαν στην εποχή του κβαντικού πληθωρισμού θα προκύψουν αργότερα, (περίπου 400 εκατομμύρια έτη μετά τη Μεγάλη Έκρηξη) και όσο το Σύμπαν διαστέλλεται, οι πρώτες μεγάλες δομές του.

²³ Η πυκνότητα της ενέργειας του κενού παραμένει σταθερή από την αρχή ενώ τα άλλα δύο συστατικά φθίνουν με το χρόνο οπότε αναπόφευκτα από κάποιο σημείο και έπειτα αυτή παραμένοντας σταθερή θα υπερτερεί της ύλης και της ακτινοβολίας.

²⁴ Αυτός, όπως έχουμε πει, είναι ένας ακόμη λόγος να εγκαταλειφθεί η ιδέα της Σκοτεινής Ενέργειας. Μας είναι αρκετό ένα «σκοτεινό» συστατικό για το οποίο να αναζητούμε απαντήσεις, η Σκοτεινή Ύλη. Για το δεύτερο υπάρχει ήδη έτοιμη, κλασική, ελκυστική και απολύτως φυσική λύση, αυτή που δίνει το Πολυτροπικό Κοσμικό Ρευστό.

Σύμφωνα με τη *θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης*, το Σύμπαν από τη στιγμή του Big Bang μέχρι σήμερα διαστέλλεται αραιώνει και ψύχεται. Οι δορυφόροι COBE και WMAP, και το διαστημικό τηλεσκόπιο Planck, συλλέγοντας την ακτινοβολία Κοσμικού Υποβάθρου Μικροκυμάτων, άκουσαν τον απόηχο της Μεγάλης Έκρηξης (για την ακρίβεια, ότι ακούγονταν 380.000 έτη μετά τη Δημιουργία) και έστειλαν αποτελέσματα από τα οποία διαπιστώθηκε ότι η ακτινοβολία περιγράφεται από την κατανομή Μέλανος Σώματος,²⁵ με θερμοκρασία εξασθενημένη στους 2,74 K λόγω της διαστολής που ακολούθησε. Επιβεβαίωσαν έτσι με τον πιο εκκωφαντικό τρόπο την θεωρία.²⁶



Εικόνα 6: Μια διαφορετική έμπνευση για την Εικόνα 1, η οποία δίνει περισσότερη έμφαση στα πρώτα στάδια της Δημιουργίας και στον σχηματισμό των Στοιχειωδών Σωματιδίων.

Επομένως, αντιστρέφοντας την περιήγηση στο Σύμπαν και πηγαίνοντας πίσω στο χρόνο, η μέση θερμοκρασία γίνεται όλο και υψηλότερη. Κάποτε η θερμοκρασία ήταν τόσο υψηλή, ώστε δεν ήταν δυνατόν να υπάρχουν άτομα. Σε αρκετά υψηλές θερμοκρασίες οι συγκρούσεις των ατόμων είναι πολύ σφοδρές, με αποτέλεσμα τα άτομα να απογυμνώνονται από τα ηλεκτρόνιά τους και η ύλη να μετατρέπεται σε ένα

²⁵ Ακτινοβολία μέλανος σώματος είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία την οποία εκπέμπουν όλα τα σώματα όταν θερμανθούν ($T > 0$), γι' αυτό και ο χαρακτηρισμός της ως *θερμικής ακτινοβολίας*. Στην ιδανική της μορφή η ακτινοβολία μέλανος σώματος εκπέμπεται από σώματα ικανά να απορροφήσουν ηλεκτρομαγνητική (ΗΜ) ακτινοβολία σ' όλα τα μήκη κύματος, οπότε και θα έχουν *μαύρο χρώμα*. Στην πράξη όλα τα στερεά σώματα όταν θερμανθούν σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της οποίας η κατανομή στις διάφορες συχνότητες έχει τη χαρακτηριστική μορφή του Σχήματος 5. Όπου $J(f)$ είναι η εκπεμπόμενη ΗΜ ενέργεια ανά μονάδα χρόνου, ανά μονάδα επιφάνειας του ακτινοβολούντος σώματος και ανά μονάδα διαστήματος συχνότητας. Δηλαδή είναι:

$$J(f) = \Delta E / \Delta t \cdot \Delta S \cdot \Delta f = W / m^2 Hz$$

Η ποσότητα $J(f)$ - που εξαρτάται και από τη θερμοκρασία του σώματος (είναι δηλαδή $J=J(f,T)$) - ονομάζεται συχνά *φασματική ένταση* (spectral intensity), ενώ το ολοκλήρωμα της σ' όλες τις συχνότητες δίνει την ολική εκπεμπόμενη ισχύ ανά μονάδα επιφάνειας του σώματος, δηλαδή την αποκαλούμενη ένταση της ακτινοβολίας.

²⁶ Η ακτινοβολία, που παρατηρείται σήμερα σε θερμοκρασία 2,74 βαθμών Kelvin, αντιστοιχεί σε μια αρχέγονη θερμοκρασία 3.000 βαθμών. Αυτή η ακτινοβολία μετατράπηκε σε ανιχνεύσιμη όταν τα ελεύθερα ως τότε ηλεκτρόνια, που δεν την άφηναν να δραπετεύσει, παγιδεύτηκαν σε κβαντισμένες ατομικές τροχιές γύρω από πυρήνες υδρογόνου, ηλίου και λιθίου, αποδεσμευοντάς την τελικά και αφήνοντάς την να φθάσει στο σήμερα.

πλάσμα πυρήνων και ηλεκτρονίων. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες οι πυρήνες διασπώνται στα συστατικά τους πρωτόνια και νετρόνια, όπως γνωρίζουμε από την πυρηνική φυσική. Τα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια αλληλοσυγκρούονται με τεράστιες ταχύτητες με αποτέλεσμα, όπως διδάσκει η Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων, τη δημιουργία ποζιτρονίων, νετρίνο, φωτονίων μεγάλης ενέργειας κ.α, όλα σε δυναμική ισορροπία. Και αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία του Σύμπαντος περισσότερο; Σε ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες, οι κρούσεις των παραπάνω συστατικών οδηγούν στην παραγωγή όλων των κουάρκς, των λεπτονίων, των γλιονίων και των άλλων φορέων των θεμελιωδών δυνάμεων, που μαθαίνουμε στη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων. (Εικόνα 6)

Επιστρέφοντας λοιπόν πίσω στο χρόνο μπορούμε να περιγράψουμε αρκετά πειστικά την ιστορία του Σύμπαντος από το πρώτο δισεκατομμυριοστό του δισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου (10^{-43} sec) μέχρι σήμερα.²⁷

Ποιά ήταν τα συστατικά του Σύμπαντος σε όλο αυτό το διάστημα και πώς άλλαζαν από περίοδο σε περίοδο; Πότε σχηματίστηκαν οι πρώτοι πυρήνες; Ποιοί πυρήνες σχηματίστηκαν και σε τί αναλογία; Πώς εξηγείται η παρατηρούμενη αναλογία υδρογόνου, ηλίου και λιθίου στο σύμπαν σήμερα; Πότε αποδεσμεύτηκε η ακτινοβολία από την ύλη ώστε να μπορέσει να φθάσει σε εμάς σήμερα ως Κοσμικό Υπόβαθρο Μικροκυμάτων; Γιατί δεν παρατηρούμε αντύλη στο Σύμπαν; Τί μπορεί να είναι τα σωματίδια που απαρτίζουν τη μίμη σχετικιστική σκοτεινή ύλη;

Η αναζήτηση απαντήσεων στα κρίσιμα αυτά ερωτήματα ξεφεύγει από τα όρια του παρόντος. Απαιτεί συνδυασμό γνώσεων κοσμολογίας και φυσικής του μικρόκοσμου. Είναι αντικείμενο ενός ιδιαίτερα γόνιμου και συναρπαστικού συνδυασμού πυρηνικής φυσικής, φυσικής στοιχειωδών σωματιδίων, θεωρίας της βαρύτητας και της κοσμολογίας.

Ιωάννης Χρ. Αγαπάκης
Θεσσαλονίκη, 4 Νοεμβρίου 2022

²⁷ Για την ακρίβεια με τη βοήθεια των αρχών της Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων και της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας (θεωρία βαρύτητας) έχουμε αποκρυπτογραφήσει τις συνθήκες που επικρατούσαν στο πολύ νεαρό Σύμπαν μέχρι το 10^{-43} δεπτερόλεπτο. Μένει άγνωστο το τι συνέβη σ' ένα απειροελάχιστο κλάσμα του δεπτερολέπτου. Αυτό είναι το όριο στο οποίο αναγκαστικά σταματήσαμε διότι στο χρονικό εκείνο σημείο ο χώρος είχε σχεδόν μηδενικές διαστάσεις, μέσα του περιέκλειε ολόκληρη τη σημερινή ύλη (μάζα) του Σύμπαντος και επομένως η πυκνότητα στο κλάσμα εκείνο του δεπτερολέπτου ήταν άπειρη. Ως εκ τούτου γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις Εξισώσεις Πεδίου της Θεωρίας της Σχετικότητας η άπειρη πυκνότητα, οπότε δεν μπορούμε να έχουμε ούτε μαθηματική εικόνα πέρα (πίσω) από το κλάσμα εκείνο του χρόνου.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ade, P. A. R.; Aghanim, N.; Armitage-Caplan, C.; *et al.* (2013) (Planck Collaboration) «*Planck 2013 results I. Overview of products and scientific results – Table 9*». Astronomy & Astrophysics
- [2] Ade, P. A. R.; Aghanim, N.; Armitage-Caplan, C.; *et al.* (2013) (Planck Collaboration) «*Planck 2013 Results Papers*». Astronomy & Astrophysics
- [3] Hubble Edwin (1929) «*A Relation between Distance and Radial Velocity Among Extra-Galactic Nebulae*». Proc. N. A. S, vol. 15: 168-175
- [4] Doppler Christian (1903) «*Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer gestirne des himmels*». Prag, K. Bohm gesellschaft der wissenschaften 1903
- [5] Copeland E. J., Sami M., Tsujikawa S. (2008) «*Dynamics of Dark Energy*». LIMP D 15, 1753 – 1935
- [6] Huterer D. (2002) «*Weak lensing and dark energy*». Phys. Rev. D 65, 063001
- [7] Begeman K.G., Broeils A. H., Sanders R. H. (1991) «*Extended rotation curves of spiral galaxies – Dark haloes and modified dynamics*». MNRAS 249, 523 - 537
- [8] Borriello A., Salucci P. (2001) «*The dark matter distribution in disc galaxies*». MNRAS 323, 285 – 292
- [9] Hoekstra H., Yee H., Gladders M. (2002) «*Current status of weak gravitational lensing*». New Astron. Rev. 46, 767 – 781
- [10] Σπύρου Ν. Κ. (1998) «*Αρχές Αστρικής Εξέλιξης*». Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη
- [11] Αγαπάκης Ι. Χρ. (2019) «*Μελανές Οπές*» Εκδόσεις Copy City Publish, Θεσσαλονίκη
- [12] Perlmutter S. et al. [Supernova Cosmology Project Group] (1998) «*Discovery of a Supernova explosion at half the age of the Universe*». Nature, 391, 51
- [13] Riess A. G. et al. [High-z Supernova Search Team] (1998) «*Observational evidence from Supernovae for an accelerating Universe and a Cosmological Constant*». Astronom. J., 116, 1009 – 1038
- [14] Kleidis K. and Spyrou N. K., (2011) «*A conventional approach to the dark-energy concept*», Astronomy & Astrophysics 529, A26
- [15] Kleidis K. and Spyrou N. K., (2015) «*Polytropic dark matter flows illuminate dark energy and accelerated expansions*». Astronomy & Astrophysics 576, A23

- [16] Kleidis K. and Spyrou N. K., (2015) «*Dark Energy: The Shadowy Reflection of Dark Matter?*». Entropy 17, 1-39
- [17] Kleidis K. and Spyrou N. K., (2017) «*Cosmological perturbations in the Λ CDM-like limit of a polytropic dark matter model*». Astronomy & Astrophysics 606, A116
- [18] Σπύρου Ν. Κ., (2017) «*Ποια Κοσμολογική Κληρονομιά Αφήνουμε στη Νέα Γενιά;*», Άρθρο στο περιοδικό Φυσικός Κόσμος (Physics News)
- [19] Bennett G. L. et al. [WMAP Collaboration] (2013) «*Nine-year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe observations: Final maps and results*». Astrophys. J. Suppl. 208, A20

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [20] https://lambda.gsfc.nasa.gov/education/graphic_history/univ_evol.html
- [21] «[First Planck results: the Universe is still weird and interesting](#)»
- [22] https://el.wikipedia.org/wiki/Γραμμές_Φραουνχόφερ
- [23] https://el.wikipedia.org/wiki/Φαινομενο_Doppler
- [24] <https://physicsgg.me/2011/08/21/h-ακτινοβολια-μελανοσ-σωματος/>
- [25] https://el.wikipedia.org/wiki/Μοντέλο_Lambda-CDM
- [26] [First Announcement "Consensus Cosmic Shear in the 2020s" FM3 of IAUGA 2022, 13 January 2022, 13:28](#)