

ΣΚΟΤΕΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ; ΑΠΛΩΣ, ΜΙΑ ΚΛΑΣΙΚΗ ΕΝΝΟΙΑ! ©§

Ν.Κ. Σπύρου^{*#},

© Έντυπη απόδοση της ομότιτλης ομιλίας και της σχετικής συζήτησης με το ακροατήριο που έλαβαν χώρα, αλλά και του προβληματισμού που αναπτύχθηκε κατά την υπερδύωρη διάρκεια της ομιλίας στην *Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος*, Βόλος, 4 Οκτωβρίου 2015.

§ Ομιλία, με αφορμή την έναρξη, στην *Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος*, της Διεθνούς Εβδομάδας *World Space Week*, με γενικό τίτλο «*Discovery*», αφιερωμένης στην *Αστρονομία* και στο *Διάστημα*.

* Ο Καθηγητής Αστρονομίας κος *Νικόλαος Κ. Σπύρου* (spyrou@auth.gr) αφυπηρέτησε από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης το έτος 2011.

Δει τον αγαθόν άνδρα παυόμενον της αρχής μη πλουσιότερον αλλά μάλλον ενδοξότερον γεγονέναι.

Βίων ο Βορυσθενίτης

(Αρχαίος Έλληνας κυνικός φιλόσοφος (4^{ος} ή 3^{ος} π.Χ. αιώνας) από την νοτιοδυτική Ουκρανία. Απεκλήθη «*Βορυσθενίτης*» από τον ποταμό «*Βορυσθένης*» (μεταγενέστερα, «*Δνείπερος*»)).

Σημείωση *Με την ευγενή φροντίδα της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος, η ανωτέρω ομιλία έχει βιντεοσκοπηθεί και είναι ηλεκτρονικά διαθέσιμη στον δικτυακό τόπο της.*

Ευχαριστίες *Ευχαριστώ τον κων Κώστα Κλειδή για την προσεκτική ανάγνωση της πρώτης μορφής αυτού του κειμένου και για τις εύστοχες και χρήσιμες παρατηρήσεις και υποδείξεις του. Κυρίως, όμως, τον ευχαριστώ για την μακροχρόνια, αρμονική, ειλικρινή και αποδοτική συνεργασία μας.*

Περίληψη

Σκοπός της ομιλίας είναι μια ενημερωτική, διερευνητική, κριτική, άκρως αποκαλυπτική και εξαιρετικά διδακτική ματιά στην σύγχρονη Κοσμολογία, με έμφαση στην Θερμοδυναμική του Σύμπαντος και, ιδιαιτέρως, σε όσα δεν γνωρίζουμε ότι δεν γνωρίζουμε για την φυσική μη αναγκαιότητα αυτού που, σήμερα, καλείται σκοτεινή ενέργεια, αλλά και για τις σημαντικές κοσμολογικές συνέπειές τους.

Σύντομη Εισαγωγή και Ευχαριστίες

Αξιότιμε Κύριε Πρόεδρε, Αγαπητέ Κύριε Μαυρομάτη, Αγαπητέ Κύριε Ζαχέιλα,

Ευχαριστώ πολύ για την ευγενική εισαγωγή και τα καλά λόγια σας και, μαζί με όλο το Διοικητικό Συμβούλιο της *Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος*, για την θερμή φιλοξενία και, φυσικά, για την ευγενική πρόσκληση αυτής της ομιλίας. Με έναν πραγματικά επιτυχημένο, σαφώς αστρονομικό τρόπο, συνδυάσατε την αποψινή ομιλία με την έναρξη της Διεθνούς Εβδομάδας *World Space Week* (με γενικό τίτλο «*Discovery*») και την πλαισιώσατε με την προβολή της ταινίας "Απόλλων-11" με πρωτοβουλία του κου Ζαφραντζά. Θερμά Συγχαρητήρια, λοιπόν, για την απόδοση

αυτής της επιβαλλόμενης τιμής και στο *Διάστημα και την Διαστημική* και, κυρίως, στην αγρίως και αδίκως, αλλά αφελώς και αναποτελεσματικώς διωκόμενη σήμερα *Αστρονομία*.

Αγαπητά Μέλη της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος,

Αγαπητές Φίλες και Αγαπητοί Φίλοι,

Κυρίες και Κύριοι,

Αγαπητές Μαθήτριες, Αγαπητοί Μαθητές,

Σας ευχαριστώ πολύ για την ανταπόκρισή σας και χαίρομαι, διότι, μετά από πολύ καιρό, είμαι μαζί σας. Είναι ιδιαίτερη η συγκίνησή μου, βλέποντας στο αποψινό ακροατήριο, πέρα από τα αγαπητά μέλη *Εταιρείας*, επίσης, παλιούς φοιτητές μου (προ τριακονταετίας!!!), μαθητές και μαθήτριες, και άλλους συνεργάτες μου, όλους σας συνεχώς ενθουσιώδεις λάτρεις και ενεργούς και ανιδιοτελείς εθελοντές υπηρέτες και φίλους της **αγρίως διωκόμενης** *Αστρονομίας* και του *Διαστήματος*. Την σημερινή ανταπόκρισή σας την εκλαμβάνω ως αναγνώριση και επικρότηση των πρωτοβουλιών και ενεργειών του Διοικητικού Συμβουλίου της *Εταιρείας*.

Θα μου επιτρέψετε μια *Εισαγωγή, Παιδευτική και Προβληματισμού*, της ομιλίας μου να την κάνω από κειμένου και καθιστός. Και το ίδιο ισχύει για τον *Επίλογο* στο τέλος.

Ελπίζω, σύντομα, το κείμενο της σημερινής ομιλίας να είναι ηλεκτρονικά διαθέσιμο. Η, δε, ηλεκτρονική διεύθυνσή μου είναι ήδη γνωστή σε όλους σας.

Μια Παιδευτική Εισαγωγή

Σήμερα, και παρά την *World Space Week*, δεν θα σας μιλήσω για το *Διάστημα* υπό την γνωστή έννοια, π.χ. για την έντονα συνεχιζόμενη εξερεύνηση του Ηλιακού Συστήματος, η οποία άρχισε με τον Sputnik ακριβώς πριν από 58 χρόνια, ή για τον *Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος* (ΕΟΔ) και την σύνδεση της χώρας μας με αυτόν, ή για τον *Διεθνή Διαστημικό Σταθμό*, ή για τους *Ευρωπαίους Αστροναύτες*, ή για τον *Ευρωπαϊκό Διαστημικό Λιμένα*, ή για την καινοτόμο έρευνα διεπιστημονικού

χαρακτήρα στο Εγγύς προς την Γη Διάστημα και τις ευρύτερες συνέπειές της, ή για την νέα έννοια περιβάλλοντος «*Εγγύς προς την Γη Διαστημικό Περιβάλλον*», αλλά, ούτε για τις άμεσες εφαρμογές και την χρησιμότητα του Διαστήματος για την βελτίωση της ζωής του ανθρώπου πάνω στην Γη και στο Διάστημα και, φυσικά, ούτε για την σημασία όλων αυτών γενικώς και ιδιαίτερα για την χώρα μας. Για τα θέματα αυτά σας έχω ξαναμιλήσει. Εξάλλου, αυτά τα θέματα είναι συνεχώς επίκαιρα. Για παράδειγμα, θυμηθείτε τα ονόματα τα ονόματα *Rosetta-Philae* για τον γνωστό «κυνηγό κομητών», *New Horizons* για την ιστορική προσέγγιση του Πλούτωνα και της πέραν αυτού παγωμένης *Ζώνης Kuiper* και, φυσικά, για το προ ολίγων ημερών *Αλμυρό Ρέον Ύδωρ* στην επιφάνεια του Άρη, έτσι, για να αναφέρω, τρεις μόνον, πολύ πρόσφατες και εντυπωσιακές, απ' αυτές τις πολλές, εν εξελίξει διαστημικές αποστολές στο Ηλιακό Σύστημα,

Αντίθετα μ' αυτά τα ενδιαφέροντα θέματα, όπως θα περίμενε κάποιος που με γνωρίζει επιστημονικά-ερευνητικά, θα σας μιλήσω για τα ειδικότερα σύγχρονα επιστημονικά ερευνητικά αστρονομικά ενδιαφέροντά μου, τα οποία ανήκουν στην *Κοσμολογία*, δηλαδή, στην έρευνα του διαστημικού περιβάλλοντός μας, όμως, υπό την ευρύτατη δυνατή αντιληπτή μορφή και προοπτική του. Κατά τον απλούστερο δυνατό τρόπο, θα σας μιλήσω για ορισμένα νέα επιστημονικά αποτελέσματα, τα οποία αναφέρονται σε *κοσμολογικά δεδομένα και έννοιες*, για τις οποίες, ακόμη και σήμερα, μεταξύ των ερευνητών, παγκοσμίως, επικρατεί, δυστυχώς, μη κριτικό πνεύμα, μια απογοητευτική διάθεση παπαγαλίας, ένας μη δικαιολογούμενος άκρατος και επικίνδυνος μιμητισμός και λίγη, πολύ λίγη αστρονομική, αν όχι φυσική σκέψη.

Πριν, όμως, απ' αυτό, πρέπει να τονισθεί μια, άλλη αλήθεια, δηλαδή, ότι η *Εταιρεία*, των δραστηριοτήτων της οποίας έχω μια μάλλον σφαιρική εικόνα διαχρονικά, δυστυχώς, όμως, εν πολλοίς από μακριά για λόγους ανεξάρτητους της θελήσεώς μου, χάρις στον ενθουσιασμό και την αγάπη των δημιουργών και μελών της για την Αστρονομία, έχει εξελιχθεί, κυρίως αυτοδύναμα και, πολύ-πολύ δευτερευόντως, σε συνεργασία με τους επαγγελματίες αστρονόμους, σε έναν από τους πιο σημαντικούς συντελεστές *προώθησης και προβολής* της επιστήμης της *Αστρονομίας* και του *Διαστήματος* στην χώρα μας.

Αυτή η πραγματικότητα είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα ενόψει της διαγραφόμενης, για το άμεσο μέλλον, επικίνδυνης αριθμητικής συρρίκνωσης της Επαγγελματικής Αστρονομίας, τουλάχιστον σε επίπεδο ΑΠΘ.

Αποτέλεσμα αυτής της συρρίκνωσης του αστρονομικού προσωπικού είναι, όπι, πλέον, στο ΑΠΘ δεν διδάσκονται, αυτοτελώς, έννοιες, όπως *Γαλαξιακή και Εξωγαλαξιακή Αστρονομία (Τμήμα Φυσικής)*, *Ραδιαστρονομία (Τμήμα Φυσικής)*, *Αστρονομία σε μη Οπτικά Μήκη Κύματος (Τμήμα Φυσικής)*, *Αστρικά Συστήματα (Τμήμα Φυσικής)* και, επίσης, *Παρατηρησιακή Αστρονομία και Αστροφυσική (Τμήμα Μαθηματικών)*. Είναι ελπιδοφόρο, πάντως, ότι, στο Τμήμα Φυσικής/ΑΠΘ, ακόμη διδάσκονται τα τρία μαθήματα *Βασική Αστρονομία*, *Κοσμολογία*, και *Γενική Θεωρία της Σχετικότητας*, ενώ είναι απογοητευτικό, ότι, σήμερα, στο Τμήμα Μαθηματικών/ΑΠΘ δεν διδάσκεται κανένα αστρονομικό μάθημα, ούτε προπτυχιακού ούτε μεταπτυχιακού επιπέδου !

Αυτές οι συνεχείς αναγκαστικές αλλαγές, συμπτώξεις ή και καταργήσεις διδασκόμενων αστρονομικών μαθημάτων έχουν ως αποτέλεσμα το ότι τα μαθήματα που διδάσκουν τα μέλη ΔΕΠ του αρμόδιου, αστρονομικού Τομέα του Τμήματος Φυσικής είναι κατά 79% (22/28) μη αστρονομικά μαθήματα και μόνον κατά 21% (6/28) αστρονομικά μαθήματα και αυτό ισοδυναμεί με μια *συνεχή υποβάθμιση της Αστρονομίας* σε επίπεδο Τμήματος Φυσικής/ΑΠΘ.

Αλλά, επειδή τα αίτια της συνεχούς υποβάθμισης της Αστρονομίας, αντικειμενικά κρινόμενα, είναι τα ίδια για όλο το Πανεπιστήμιο (μη αναπληρούμενη μείωση του προσωπικού), είναι προφανής ο κίνδυνος της υποβάθμισης, σε ευρωπαϊκό (και όχι μόνον) πλαίσιο των πτυχίων που απονέμουν τα Ελληνικά Πανεπιστήμια.

Αυτή η ΚΡΑΥΓΗ ΑΓΩΝΙΑΣ για την Αστρονομία γίνεται ακόμη πιο ηχηρή, θα έλεγα σπαρακτική, διότι ανάλογα ισχύουν και ενόψει των αδιάφορων και ανυπολόγητων και οπωσδήποτε μη φιλικών προς την επιστήμη της Αστρονομίας προγραμματικών σχεδίων των αρμόδιων κρατικών φορέων για την πρωτοβάθμια και την δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Και όλα τα ανωτέρω, ας τονισθεί, συμβαίνουν την ώρα που οι όμιλοι αγνών φίλων και φανατικών θιασωτών της αστρονομικής επιστήμης φυτρώνουν σε όλη την χώρα μας συνεχώς, σαν τα μανιτάρια, γεγονός που, όμως, υποκριτικά και επιδεικτικά, αγνοείται συνεχώς. *Να, λοιπόν, γιατί τονίζω τον ρόλο της Εταιρείας.*

Μια άλλη αλήθεια για την σημερινή ομιλία αναφέρεται στην συχνότητα των επιστημονικών παρεμβάσεών μου. Από χαρακτήρα και από επιστημονική εμπειρία, ίσως, και ωριμότητα και παρά τους διάφορους ελλοχεύοντες κινδύνους παρερμηνείας ρόλων και αρμοδιοτήτων, αποφεύγω να επαναλαμβάνω την ίδια ομιλία, ερευνητική ή ενημερωτική.

Σ' αυτήν την σωστή αρχή της «οικονομίας των λέξεων» έχω κάνει δύο εξαιρέσεις, για δύο περιπτώσεις που εκτιμώ ιδιαίτερα, μιλώντας, για το θέμα της σημερινής ομιλίας, εδώ και στον γνωστό σας *Όμιλο Φίλων Αστρονομίας Θεσσαλονίκης (ΟΦΑ)*. Ως δικαιολογία, δε, για τα μεγάλα χρονικά διαστήματα από την τελευταία επαφή μου (επταετία με την Εταιρεία, από το 2008, και δεκαπενταετία με τον ΟΦΑ, από το 2000), πρέπει να ομολογήσω, είναι το ότι, όσο κι' αν φαίνεται παράξενο, προτιμώ να λένε για μένα «*Αυτός δεν θα μιλήσει;*», παρά να λένε «*Πάλι αυτός;*», «*Πάλι τα ίδια θα μας πει;*».

Κυρίως, δε, Αγαπητές και Αγαπητοί μου, δεν είναι του χαρακτήρα μου να παριστάνω τον σοφό και τον ειδικό επί παντός του επιστητού και, μάλιστα, συνεχώς και χωρίς καμιά επιλογή και αιδώ, να παριστάνω τον *απαραίτητο μαϊντανό των αδηφάγων ΜΜΕ*. Αυτά δεν είναι ίδιον της ακαδημαϊκής φιλοσοφίας και συμπεριφοράς μου, ούτε προσιδιάζουν προς το προς τα έξω αξιοπρεπές παράδειγμα και πρότυπο που θέλω συνεχώς να προβάλλω, ιδίως προς την νεολαία.

Και θεωρώ, ότι πράττω σωστά, διότι, όπως πανηγυρικά επιβεβαιώνει καθημερινά και η σύγχρονη πραγματικότητα, *οι κατά τεκμήριον ειδικοί, μακριά από πονηρές πολιτικές διασυνδέσεις και υποτιμητικές για τους ίδιους ασυνεπείς συμπεριφορές, προτιμούν να σιωπούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, και καλά κάνουν, μέχρι να έλθει η ώρα τους*. Μην ξεχνάτε, δε, ότι, όπως έλεγε και ο Bertold Brecht, ο Γερμανός-Βαυαρός δραματουργός, σκηνοθέτης και ποιητής του 20ού αιώνα, «*το καλύτερο σκηνικό στο θέατρο είναι αυτό που δεν προσέχει ο θεατής!*». Και συμπληρώνω εγώ, δειλά και ταπεινά, «*...και όχι το σκηνικό που, με τα πολλά φώτα και τα χρώματα και τα τσαπράζια, βγάζει και θέλει να βγάζει μάτι!!!*»

Η δικαιολόγηση της σημερινής ομιλίας

Τέλος, υπάρχουν τρεις σημαντικοί λόγοι, για τους οποίους δέχθηκα με μεγάλη ευχαρίστηση την πρόσκληση του αγαπητού κου Μαυρομάτη, ως Προέδρου, και των μελών του Διοικητικού Συμβουλίου της *Εταιρείας*.

Ο πρώτος είναι, ότι, με την ευκαιρία της εμφάνισης, στην διεθνή επίσημη επιστημονική, βιβλιογραφία, μιας σειράς νέων κοσμολογικών ερευνητικών αποτελεσμάτων μας, ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, θεώρησα, ότι, αν και από σχεδόν τετραετίας (το 2011) αφυπηρετήσας από το ΑΠΘ, *επιβάλλεται* (πραγματικά, αυτό πιστεύω, επιβάλλεται!), η ενημέρωση σ' αυτά των ενεργών μελών της *Εταιρείας* και, ιδιαίτερα, των νέων σε ηλικία μελών ή όχι μελών.

Ο δεύτερος, προφανής και ουσιαστικός λόγος γι' αυτήν την ομιλία, είναι, ότι μια τέτοια ενημέρωση πρέπει να είναι *υπεύθυνη*. Διαπιστώνοντας, λοιπόν, το ήδη εκπεφρασμένο ενδιαφέρον των μελών της *Εταιρείας* για κοσμολογικά θέματα, μέσω π.χ. του *Σχολείου Αστρονομίας*, του τόσο ενδιαφέροντος και χρήσιμου περιοδικού «*ΟΥΡΑΝΟΣ*», της θεματολογίας μεγάλης σειράς σχετικών παρεμβάσεων και των, εξαιρετικά χρήσιμων, επαναλαμβανόμενων και *με προοπτική* (το τονίζω, με προοπτική) δραστηριοτήτων της *Εταιρείας*, των συνδεδεμένων με τις **ΟΛΥΜΠΙΑΔΕΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ**, θεωρώ υποχρέωσή μου *την διευκρινιστική και υπεύθυνη ενημέρωση* των μελών της *Εταιρείας*, σε ορισμένα νέα επιστημονικά αποτελέσματα γενικότερου, θα έλεγα παγκόσμιου, ενδιαφέροντος και, μάλιστα, ανεξαρτήτως των επιστημονικών ειδικοτήτων και ιδιαίτερων ενδιαφερόντων των μελών του ακροατηρίου.

Και, τέλος, ο τρίτος και επί πλέον σημαντικός λόγος είναι, ότι, πάντοτε και ως τρόπο ζωής, τιμώ το συγκινητικό, αγνό και άδολο ενδιαφέρον, το πνεύμα εθελοντικής προσφοράς, την συνέπεια, την αφοσίωση, την επιμονή και την απόδοση διαχρονικά, όπως στην περίπτωση της *Εταιρείας*. Και, βέβαια, όλα αυτά, όπως τα αντιλαμβάνομαι εγώ, σύμφωνα πάντα με τα δικά μου λογικά, υποθέτω, «πρότυπα και πιστεύω» και τις δικές μου εμπειρίες και προτεραιότητες.

Όπως και να το κάνουμε, πάντα και σήμερα, είναι σημαντικό το να παίρνει κάποιος την κάθε υπόθεση προσωπικά, ιδιαίτερα, μάλιστα, αν, όπως και στην περίπτωση της *Εταιρείας*, αυτό γίνεται σε εθελοντική βάση.

Σ' αυτήν την δημοκρατική και εποικοδομητική φιλοσοφία προσφοράς, με την οποία και συμφωνώ απολύτως, θα μπορούσα, ως προβληματιζόμενος πολίτης, να

προσθέσω: *Μόνον αυτός που με γενναιοδωρία αναγνωρίζει και εκτελεί τις ενσυνείδητες υποχρεώσεις του προς τους συνανθρώπους του είναι ελεύθερος, ενώ αυτός που περιχαράκωνει και θεσμοθετεί μόνον τα δικαιώματά του είναι απλώς δούλος.*

Σ' αυτά, δε, όλα, *Αγαπητές Φίλες και Αγαπητοί Φίλοι*, αν θέλετε, προσθέσετε, συμπληρωματικά, ότι: *«Ευτυχισμένος είναι εκείνος που όταν δίνει δεν θυμάται και όταν παίρνει δεν ξεχνά!»*.

Σήμερα, λοιπόν, θα αναφερθώ σε αποτελέσματά μας, τα οποία, διαχρονικά, έχουν υποστεί την βάσανο του διεθνούς συστήματος κρίσης, δημοσίευσης και ανταγωνισμού. Με τον απλούστερο δυνατό τρόπο, θα σας περιγράψω ήδη δημοσιευμένη επιστημονική και, *ισχυρά και με σαφήνεια διατυπωμένη γνώμη μου*, αιρετική μεν αλλά πλήρως δικαιολογημένη, με αναφορά, αυστηρά και μόνον, σε ήδη δημοσιευμένα επίσημα επιστημονικά γεγονότα και επιχειρήματα, φυσικά και μαθηματικά .

Η φιλοσοφία μου για την έκφραση της θεμελιωμένης επιστημονικής γνώμης, των πραγματικά ειδικών αλλά και για τον σεβασμό που επιβάλλεται προς αυτήν την γνώμη από όλους, ειδικούς και μη ειδικούς, εκφράζεται, πολύ πετυχημένα, από μία διαφάνεια και τις επόμενες δύο, εννοιολογικά ακριβέστατες ρήσεις: *«If you can't explain it simply, you don't understand it well enough»* (Albert Einstein) και *«The greatest danger of knowledge is not ignorance; it is the illusion of knowledge»* (Stephen Hawking).

Συνεπώς, μια ουσιαστική δικαιολογία γι' αυτήν την πρωτοβουλία-προσφορά-ομιλία μου θα μπορούσε να είναι το ότι, *«Σωστός πολίτης είναι ο πάντα σωστά ενημερωμένος πολίτης»*, κάτι που πάντα δίδασκα και το οποίο είναι τόσο σημαντικό, όταν καλούμαστε να πάρουμε αποφάσεις, όπως π.χ. όταν ψηφίζουμε.

Εξάλλου, ο πάντα, σωστά και πλήρως ενημερωμένος πολίτης, είναι κάτι επιβεβλημένο και σημαντικό και διότι, με δεδομένο ότι, σήμερα, η παιδεία (όπως και η πολιτική και η πολιτιστική ενημέρωση), ακόμα και στα πλέον ευκατάστατα κράτη, είναι, δυστυχώς, ελεγχόμενη και ποσοτικά, αλλά, προπαντός, ποιοτικά (και σας παρακαλώ, αγαπητοί μου διδάσκοντες και διδασκόμενοι, προσέξτε το αυτό), *ο δυνάστης, ο κάθε αγενής δυνάστης, παντού και διαχρονικά, ξέρει πολύ καλά, σχεδόν*

γονιδιακά, πλέον, ότι ο μόνος που μπορεί να τον εκθρονίσει αποτελεσματικά είναι ο εήμερος και ο σπουδαγμένος πολίτης!

Και τώρα, αν συμφωνείτε, στο θέμα μας.

Σκοτεινή Ενέργεια και Επιταχυνόμενη Διαστολή του Σύμπαντος ως Κλασικές Έννοιες- Η αλήθεια

Η φιλοσοφία της σημερινής ομιλίας και η δικαιολόγησή της είναι, ότι έννοιες, όπως η «κοσμολογική σταθερά» και η «σκοτεινή ενέργεια», ως ένα εξωτικό ρευστό σταθερής αρνητικής πίεσης, ή διάφορες αλληλεπιδράσεις σκοτεινής ενέργειας μάζας, δεν είναι απαραίτητες στην Κοσμολογία για την ερμηνεία ούτε των παρατηρησιακών κοσμολογικών δεδομένων, ούτε της ιστορίας, ούτε, ίσως, της μελλοντικής εξέλιξης του Σύμπαντος. Η ρεαλιστική (και εν πολλοίς άγνωστη) σκοτεινή μάζα είναι υπεραρκετή για τον σκοπό αυτόν!

Τέτοιες δηλώσεις, σήμερα, μετά από δεκαεπτά μη αποδοτικά χρόνια, είναι προκλητικές προς τους άλλους και ακόμη πιο επικίνδυνες για όποιον τις κάνει και, γι' αυτό, αν και, προφανώς, είναι επιβεβλημένο να γίνονται, εν τούτοις, πρέπει να γίνονται και να γράφονται με περισσή προσοχή και με σοβαρά επιχειρήματα, ιδιαίτερα, αν, όπως στην περίπτωση μας, αυτές αναφέρονται σε θέματα παγκόσμιου επιστημονικού ενδιαφέροντος. Και αυτό θα επιδιώξω εδώ απόψε.

Πιο συγκεκριμένα, εδώ και αρκετά χρόνια, σε συνεργασία με τον κων Κώστα Κλειδή, παλαιότερα φοιτητή του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ και τώρα Καθηγητή και Πρόεδρο του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας, ασχολούμαστε με ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον (για μας, τουλάχιστον!) θέμα, το οποίο, μέχρι σήμερα, δεν έχει εξετασθεί ούτε ικανοποιητικά ούτε διεξοδικά. Σε συντομία, με την μορφή αλληλοσυσχετιζόμενων ερωτήσεων: Ποιο είναι το φυσικό περιεχόμενο και η δομή του τετραδιάστατου χωροχρονικού συνεχούς του Σύμπαντος; Από τι αποτελείται το κοσμικό ρευστό; Με την βοήθεια ποιών φυσικών ποσοτήτων και παραμέτρων περιγράφουμε το φυσικό περιεχόμενο, την ιστορία και την εξέλιξη του Σύμπαντος; Πόσο φυσικώς (όχι, απλώς, μαθηματικώς) αξιόπιστα είναι τα μέχρι τώρα αποτελέσματα, τα σχετικά με τις ιδιότητες και φυσικές παραμέτρους του Σύμπαντος;

Την τελευταία τουλάχιστον δεκαπενταετία, για τα ανωτέρω θέματα, έχουν προταθεί και έχουν μπει στο καθημερινό λεξιλόγιο, όχι μόνον των ειδικών και

επιστημόνων αλλά και του καθημερινού πολίτη, πέραν των γνωστών όρων *διαστολή του σύμπαντος και υπερκαινοφανείς αστέρες*, όροι όπως *εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών, επιτάχυνση της κοσμικής διαστολής, κοσμολογική σταθερά, σκοτεινή μάζα και, βεβαίως, σκοτεινή ενέργεια*. Αυτοί οι όροι σχεδόν μονοπωλούν το επιστημονικό ενδιαφέρον σε επίπεδο δημοσιεύσεων, επιστημονικών συνεδρίων, αλλά και του έντυπου και ηλεκτρονικού τύπου και των μέσων μαζικής ενημέρωσης.

Χαρακτηριστικό και αποκαλυπτικό του κλίματος, της σημασίας και του παγκόσμιου ενδιαφέροντος για τα ανωτέρω θέματα-ερωτήματα είναι π.χ. το παρακάτω τυπικό *Abstract* από μια τυπική δημοσίευση (από τις πολλές που βρίσκει κανείς): «*There is something unknown in the cosmos. Something big, which causes the acceleration of the Universe expansion, that is perhaps the most surprising and unexpected discovery of the last decades, and thus represents one of the most pressing mysteries of the Universe...!!!*».

Στ' αλήθεια, όπως, πιθανότατα, έχετε ακούσει/διαβάσει πολλές φορές, έτσι έχουν τα πράγματα, ή και *σοβαρότερα*, με βάση τα όσα αναφέρονται σε ανακοινώσεις επίσημων διεθνών επιστημονικών ενώσεων, όπως π.χ. «*Η Εθνική Ακαδημία Επιστημών των ΗΠΑ δήλωσε, ήδη από το 2003, ότι η αποκρυπτογράφηση της φύσης της σκοτεινής ενέργειας είναι, ίσως, το πιο σημαντικό από τα **αναπάντητα**, ακόμη, ερωτήματα που αντιμετωπίζει η σύγχρονη Αστροφυσική!!!*».

Το πώς και γιατί προέκυψαν τέτοια ερωτήματα και τέτοιες θέσεις είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα, αφ' εαυτής, ερώτηση! Πόσοι, όμως, από τους ανωτέρω όρους, έστω κι' αν είναι τόσο ευρέως διαδεδομένοι, είναι σωστοί, ακριβείς και σωστά θεμελιωμένοι από φυσικής πλευράς (όχι, απλώς, από μαθηματικής πλευράς);

Και, εξίσου ενδιαφέρον, πόσοι από μας, ειδικούς και μη ειδικούς, στ' αλήθεια, καταλαβαίνουμε τι λέμε, όταν, χωρίς πολύ σκέψη και προβληματισμό, τους χρησιμοποιούμε αυτούς τους όρους, συνεχώς παπαγαλίζοντάς τους, μάλιστα, δε, επιμένοντας και στην γνώμη μας; Π.χ. πόσοι, στ' αλήθεια, μπορούν να εξηγήσουν τι ακριβώς σημαίνει η περίφημη, αν και ανεργάτιστη «κοσμολογική πιπίλα» που ακούει στο όνομα «εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών αστέρων» και «γιατί, στο τέλος-τέλος, εξασθένηση του φωτός, επιλεκτικά και μόνον αυτών των αστέρων και όχι κανενός άλλου αστρονομικού και, ιδιαίτερος, κοσμολογικού

αντικειμένου»; Τι επιλεκτική συμπεριφορά είναι αυτή της κοσμικής επιτάχυνσης; Κανένας προβληματισμός; Κανένας προβληματισμός!!!

Εντελώς περιληπτικά, λοιπόν, σήμερα θα σας πω: 1) *Λίγα πράγματα για το τι είναι η σκοτεινή μάζα*, 2) *Τι και γιατί πιστεύεται, μέχρι τώρα, ότι είναι η παντελώς άγνωστη, εξωτική σκοτεινή ενέργεια*, 3) *Ποια και πώς αποδεικνύομε, ότι μπορεί να είναι η φύση της σκοτεινής ενέργειας*, 4) *Ποιο και γιατί μπορεί να είναι το φυσικό αίτιο της κοσμικής επιτάχυνσης και 4) Ποιες οι συνεπαγόμενες, ευρύτερες και ουσιαστικές κοσμολογικές συνέπειες.*

Το Δεκτό Μέχρι Σήμερα Κοσμολογικό Πρότυπο

Αν συμβολίσουμε με x ένα τυχαίο συστατικό στοιχείο του κοσμικού ρευστού, τότε, η (αδιάστατη) *Παράμετρος Πυκνότητας*, Ω_x , αυτής της συνιστώσας, η οποία έχει *Πυκνότητα Μάζας*, ρ_x , ορίζεται ως

$$\Omega_x = \varepsilon_x / \varepsilon_c = \rho_x / \rho_c,$$

όπου,

$$\rho_c = 3H_0^2 / 8\pi G = 9.26 \times 10^{-30} \text{ gr/cm}^3$$

είναι η *Κρίσιμη Πυκνότητα Μάζας του Σύμπαντος*, για την διάκριση ανοικτού (υπερβολικού)-κλειστού (σφαιρικού) Σύμπαντος, ενώ, στον συνήθη συμβολισμό, G είναι η παγκόσμια σταθερά της βαρύτητας, και

$$H_0 = 70.2 \text{ km/sec/Mpc} = 2.27 \times 10^{-18} \text{ sec}^{-1},$$

είναι η σύγχρονη αριθμητική τιμή της *Σταθεράς του Hubble*. Στο εν λόγω πλαίσιο,

$$\varepsilon_x = \rho_x c^2$$

είναι η *Πυκνότητα Ενέργειας*, η αντίστοιχη στην *Πυκνότητα Μάζας*, ρ_x , και, ομοίως,

$$\varepsilon_c = \rho_c c^2,$$

είναι η *Κρίσιμη Πυκνότητα Ενέργειας του Σύμπαντος*.

Συνεπώς, για το σύνολο των συστατικών στοιχείων του Σύμπαντος,

$$\Omega = \Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 + \dots = \varepsilon / \varepsilon_c = \rho / \rho_c$$

είναι η *Παράμετρος Πυκνότητας του Σύμπαντος*, όπου ε είναι η *Πυκνότητα Ενέργειας του Σύμπαντος* και ρ είναι η *Πυκνότητα Μάζας του Σύμπαντος*. Όπως θα εξηγηθεί παρακάτω, η σημερινή τιμή, Ω_0 , της Ω είναι

$$\Omega_0 = 1$$

Ως μια πρώτη και άμεση απάντηση στα ανωτέρω ερωτήματα για το φυσικό περιεχόμενο του κοσμικού ρευστού, θα μπορούσαμε αμέσως να σκεφθούμε τις γνωστές μας έννοιες μάζα, πυκνότητα μάζας, ενέργεια, φωτεινή μάζα, βαρυονική μάζα, σκοτεινή μάζα κ.λπ.. Όμως, τι ακριβώς σημαίνουν αυτά και ποια η σχέση τους με το περιεχόμενο και τους σκοπούς της σημερινής ομιλίας;

Δεν πρόκειται να σας πω τι είναι η σκοτεινή μάζα. Επί της ουσίας της, λίγα πράγματα γνωρίζουμε για την σκοτεινή μάζα. *Αναμένουμε, για το θέμα αυτό, να μας πει, επί τέλους, κάτι ενδιαφέρον το CERN!* Θα σας πω, όμως, τα αποτελέσματά μας για την περίφημη και παντελώς άγνωστη, μυστηριώδη και εξωτική σκοτεινή ενέργεια. Ειδικότερα, θα σας πω, αφενός μεν για το τι πιστεύουν μέχρι τώρα πολλοί (ή, μάλλον, οι περισσότεροι) γι' αυτήν την σκοτεινή ενέργεια, αφετέρου, δε, για το τι αποδεικνύουμε εμείς, ότι μπορεί να είναι η παντελώς άγνωστη σκοτεινή ενέργεια, δηλαδή, ποια μπορεί να είναι η φύση της και, τέλος, για τις, συνεπαγόμενες απ' αυτήν την διαφορά αντίληψης, ευρύτερες και ουσιαστικές κοσμολογικές συνέπειες.

Ας πάρουμε, όμως, τα πράγματα απ' την αρχή. Είμαστε συνηθισμένοι σ' αυτό που ονομάζουμε *βαρυονική μάζα*. Η βαρυονική μάζα, εξ' ορισμού, αποτελείται από βαρυόνια (πρωτόνια και νετρόνια), που ανήκουν στα βαριά στοιχειώδη σωματίδια, σε αντιδιαστολή προς τα ελαφρά, όπως π.χ. τα ηλεκτρόνια. Γενικά, από βαρυονική ύλη αποτελείται ο *κόσμος της καθημερινής αστρονομικής (και όχι μόνον) εμπειρίας μας* (άνθρωποι, πλανήτες, αστέρες, γαλαξίες). Εξάλλου, η βαρυονική μάζα, ως *υποτιθέμενο μελανό σώμα*, έχει μια θερμοκρασία. Άρα, ακτινοβολεί και γι' αυτό το λόγο, συνήθως, η βαρυονική μάζα λέγεται και *φωτεινή μάζα*.

Από τη μέτρηση της *φωτεινότητας*, L , της βαρυονικής-φωτεινής μάζας και με χρήση ενός κατάλληλου *νόμου μάζας-φωτεινότητας*, $L(M)$, προέκυψε, ότι η μάζα και, περαιτέρω, η *πυκνότητα μάζας*, ρ_{BM} , της φωτεινής-βαρυονικής μάζας του Σύμπαντος εκφράζεται από την λεγόμενη *Παράμετρο Πυκνότητας Μάζας* της βαρυονικής-φωτεινής μάζας, σήμερα ίση, μόλις, με

$$\Omega_{BM} = \rho_{BM} / \rho_c = 0.041 \ll 1.$$

Συνεπώς, η βαρυονική-φωτεινή μάζα, δηλαδή, η άμεσα παρατηρήσιμη μάζα αντιστοιχεί στο, μόλις, 4.1% της κρίσιμης πυκνότητας του Σύμπαντος. *Το υπόλοιπο 95.9% της μάζας-ενέργειας του Σύμπαντος δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμο!!!*

Έτσι ήταν η ζωή μας η κοσμολογική, απλή, συνηθισμένη, τακτοποιημένη, λίγο αδιάφορη και βαρετή μέσα στην άγνοιά μας για το συντριπτικά μεγαλύτερο τμήμα της μάζας-ενέργειας του Σύμπαντος, μέχρις ότου άρχισαν τα ...*κοσμολογικά όργανα*, δηλαδή, οι σημαντικές παρατηρήσεις κοσμολογικής σημασίας, οι οποίες και οδήγησαν στην θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης του συνεχώς διαστελλόμενου και επιταχυνόμενου Σύμπαντος.

Ας δούμε, λοιπόν, τι μας λένε μερικές από τις παρατηρήσεις κοσμολογικής σημασίας (πέραν των ανωτέρω παραδοσιακών παρατηρήσεων των κλασικών αστρονόμων των αναφερόμενων στην βαρυονική-φωτεινή μάζα).

Μια πρώτη κοσμολογική παρατήρηση αφορά στην λεγόμενη *σκοτεινή μάζα (Dark Matter, DM)*. Η σκοτεινή μάζα, είναι μια πραγματικότητα, η οποία προέκυψε ως αποτέλεσμα της μελέτης αφενός μεν των κινήσεων και, πιο συγκεκριμένα, των *καμπυλών περιστροφής* των σπειροειδών γαλαξιών, σε συνδυασμό με το *φαινόμενο Doppler*, αφετέρου δε του φαινομένου του *βαρυτικού φακού*.

Πιο συγκεκριμένα, είναι γνωστό, ότι τα εξωτερικά τμήματα του Γαλαξία μας περιφέρονται με ταχύτητες μεγαλύτερες από τις προβλεπόμενες με βάση μόνον την φωτεινή μάζα του Γαλαξία. *Από την μορφή των καμπυλών περιστροφής προκύπτει, ότι ο Γαλαξίας μας και άλλοι γαλαξίες περιέχουν περισσότερη σκοτεινή μάζα παρά φωτεινή μάζα.* Αλλά και στα σμήνη γαλαξιών οι παρατηρούμενες ταχύτητες των μελών τους υποδεικνύουν, ότι τα σμήνη θα έπρεπε να είχαν διαλυθεί, αν περιλάμβαναν μόνον φωτεινή μάζα, διότι πολλοί γαλαξίες θα έπρεπε να είχαν ήδη διαφύγει από το σμήνος, αποκτώντας *ταχύτητες μεγαλύτερες της ταχύτητας διαφυγής* (όπως η τελευταία υπολογίζεται με βάση την βαρυονική-φωτεινή μάζα του σμήνους!).

Περαιτέρω, από φωτογραφίες σμηνών γαλαξιών (π.χ. του *σμήνους γαλαξιών Abell 1689*, γνωστές και από το *Διαστημικό Τηλεσκόπιο Hubble*), προκύπτουν επί πλέον ενδείξεις ύπαρξης της σκοτεινής μάζας με βάση το *φαινόμενο του βαρυτικού φακού*, δηλαδή, της «κάμψης προς τα μέσα μιας φωτεινής ακτίνας διερχόμενης κοντά από ένα βαρυτικό σώμα». Αυτή η κάμψη προκαλεί παραμόρφωση του σχήματος της φωτεινής πηγής υποβάθρου π.χ. ενός γαλαξία, από τον οποίον προέρχεται η συγκεκριμένη ακτίνα. Ως πρόβλεψη της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, είναι γνωστό, ότι η παραμόρφωση της φωτεινής πηγής, πχ. ενός γαλαξία, λόγω της

επίδρασης του βαρυτικού φακού ενός σμήνους γαλαξιών, είναι εντονότερη, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του σμήνους που την προκαλεί. Ισοδύναμα, το πεδίο βαρύτητας (της συνήθους μάζας του ενός τρισεκατομμυρίου αστερών και της σκοτεινής μάζας, συνολικά, αυτού του σμήνους γαλαξιών) δρα στο διάστημα ως ένας πολύ αποδοτικός (βαρυτικός) φακός εύρους δύο εκατομμυρίων ετών φωτός! Συνεπώς, ένα σμήνος γαλαξιών, όπως το συγκεκριμένο Abell 1689 περιλαμβάνει μάζα πολύ μεγαλύτερη από την φωτεινή μάζα των γαλαξιών του (όπως ακριβώς ισχύει για τα μέλη του).

ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΒΑΡΥΤΙΚΟΥ ΦΑΚΟΥ

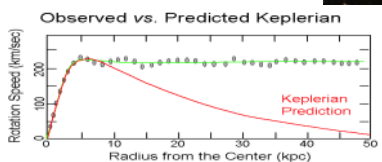
(Μια φωτεινή ακτίνα «κάμπτεται», όταν περνά κοντά από ένα βαρυτικό σώμα)



Einstein Cross (HST)



Abell 1689 (HST)



Από τις παρατηρήσεις των κοσμολογικών δομών, προκύπτει, ότι η δυναμική μάζα τους, η οποία προσδιορίζεται μέσω αφενός μεν των παρατηρούμενων κινήσεων της σε συνδυασμό με την φασματική μετάθεση Doppler, αφετέρου δε του φαινομένου του βαρυτικού φακού, είναι διαφορετική και, μάλιστα, μεγαλύτερη από την φωτεινή-βαρυονική μάζα τους (προσδιοριζόμενη μέσω της φωτεινότητάς της). Η πυκνότητα της συνολικής (δυναμικής) μάζας, δηλαδή, σκοτεινής και βαρυονικής μαζί, προέκυψε ίση με

$$\Omega_M = 0.279 \ll 1,$$

δηλαδή, ίση με το 27.9% της κρίσιμης πυκνότητας του Σύμπαντος. Συνεπώς, η *Παράμετρος Πυκνότητας Μάζας* μόνον της σκοτεινής μάζας είναι

$$\Omega_{DM}=0.279-0.041=0.238,$$

δηλαδή, ίση με το 23.8% της κρίσιμης πυκνότητας του Σύμπαντος.

Συμπερασματικά, η σκοτεινή μάζα φαίνεται να είναι σχεδόν εξαπλάσια (5.805 φορές μεγαλύτερη) της βαρυονικής-φωτεινής μάζας. Ειδικότερα, η βαρυονική-φωτεινή μάζα είναι ίση με το 14.7 % της συνολικής μάζας (σκοτεινής και βαρυονικής), η δε σκοτεινή μάζα, προφανώς, ίση με το 85.3 % της συνολικής μάζας (σκοτεινής και βαρυονικής μαζί).

Το ενδιαφέρον αποτέλεσμα των ανωτέρω, είναι ότι *οι γαλαξίες και, γενικότερα, οι μεγάλες κοσμολογικές δομές εκτείνονται πολύ περισσότερο από ό,τι δείχνει η οπτική-«φωτεινή» εικόνα τους.*

FUSE : Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer

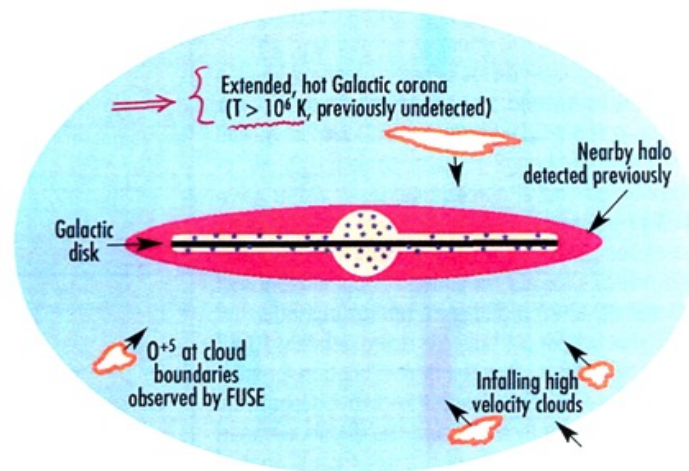
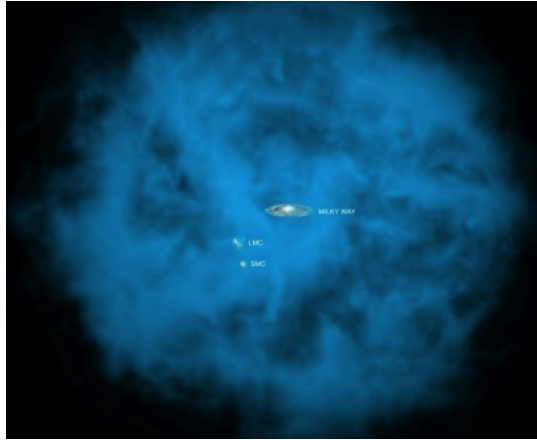


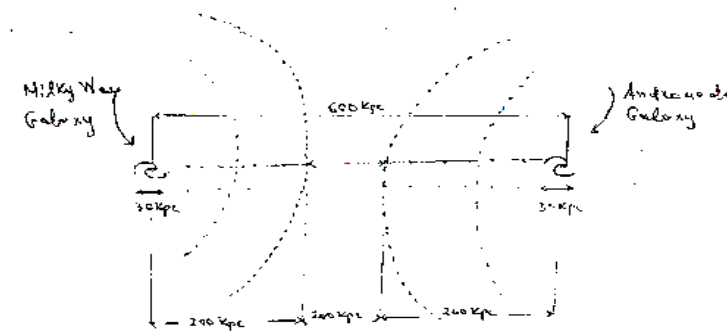
Figure 1. A schematic showing high velocity clouds interacting with the Galactic corona.

The Galactic Corona possibly extends out to the Magellanic Clouds or beyond (~200 Kpc!!!)

**THE MILKY WAY
...IN REALITY, EXTENDING UP TO 200 Kpc !!!**



**MILKY WAY AND ANDROMEDA GALAXY...
...ALMOST... IN CONTACT!!!**



Με άλλα λόγια, αυτό που σήμερα ονομάζεται π.χ. σπειροειδής γαλαξίας ή ελλειπτικός γαλαξίας, είναι το μικρό φωτεινό καπελάκι βαρυονικής μάζας που κάθισε πάνω στην πολύ μεγαλύτερων διαστάσεων σκοτεινή μάζα.

Ας σημειωθεί, ότι ανάλογα ισχύουν και για τις γραμμικές διαστάσεις του ίδιου του Ηλιακού Συστήματος. Σήμερα θεωρείται, ότι το Ηλιακό Σύστημα εκτείνεται

τουλάχιστον μέχρι το *Νέφος του Oort*, το οποίο και θεωρείται τμήμα του. Δηλαδή, το Ηλιακό Σύστημα έχει διαστάσεις $\sim 10^5$ A.U., εκτεινόμενο μέχρι περίπου το μισό της απόστασης του εγγύτερου προς τον Ήλιο αστέρα, του α Proxima Centauri, σε απόσταση 4.24 l.y. $\sim 10^5$ A.U.. Άρα, το υποτιθέμενο(!) Πλανητικό Σύστημα αυτού του αστέρα και το Ηλιακό Σύστημα φαίνεται, ότι βρίσκονται *σχεδόν σε επαφή*.

Τι είναι αυτή η σκοτεινή μάζα, η οποία, προφανώς, υπάρχει πέραν της φωτεινής-βαρυονικής μάζας; *Λίγα πράγματα γνωρίζουμε γι' αυτήν, αλλά πολύ ενδιαφέροντα*. Κατ' αρχήν, είναι βαρυτική, αλλά όχι φωτεινή, δηλαδή, δεν ακτινοβολεί ούτε ανακλά το φως, αλλά η βαρυτική επίδρασή της «υποδεικνύει» την ύπαρξή της. Είναι το *κυρίαρχο συστατικό των γαλαξιακών άλων και πυρήνων*. Πρώτη αυτή, μετά την κοσμική εποχή της επανασύνδεσης, σχημάτισε κοσμολογικές δομές, μέσα στο έντονο βαρυτικό πεδίο των οποίων, αργότερα, πιστεύουμε, ότι «κάθισε» η βαρυονική ύλη. Και, τέλος, πιθανότατα, συστατικά της σκοτεινής μάζας είναι τα γνωστά μας σωματίδια *Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)*.

Με βάση, όμως, την νέα εικόνα των μεγάλων κοσμολογικών δομών, αλλάζει εντελώς και η εικόνα που είχαμε και για το Σύμπαν ολόκληρο. Το Σύμπαν είναι ένα *συνεχές βαρυτικό μέσο (ρευστό)*, με τις, γειτονικές μεταξύ τους, μεγάλες κοσμολογικές δομές (από σκοτεινή, κυρίως, και λίγη βαρυονική ύλη) να βρίσκονται *σχεδόν σε επαφή*. Είναι, συνεπώς, εντελώς διαφορετικό από την εικόνα ενός σχεδόν κενού συνόλου από σημειακούς γαλαξίες, οι οποίοι βρίσκονται σε αμοιβαίες αποστάσεις πολύ μεγαλύτερες των γραμμικών διαστάσεών τους.

Εξάλλου, επειδή το Σύμπαν είναι ένα συνεχές βαρυτικό μέσο (ρευστό), οι κινήσεις σ' αυτό θεωρούνται (*μαγνητο*)*υδροδυναμικές-θερμοδυναμικές ροές*. Οι κοσμολογικές κινήσεις συνεπώς, είναι εντελώς διαφορετικές από τις απλές κινήσεις γεωδαισιακές κινήσεις (geodesic motions) δοκιμαστικών σωματιδίων (test particles), ώστε, για την μελέτη τους, είναι απαραίτητη η χρήση της υδροδυναμικής (και, γενικότερα, μαγνητουδροδυναμικής) σε συνδυασμό με την θερμοδυναμική.

Τα ανωτέρω αποτελέσματα αποκτούν μian ιδιαίτερη σημασία, όταν συνδυασθούν με μian άλλη, ανεξάρτητη παρατήρηση κοσμολογικής σημασίας. Αυτή αναφέρεται στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας της γνωστής μας *κοσμικής ακτινοβολίας μικροκυμάτων υποβάθρου* των 2.73 K (Cosmic Microwave Background Radiation (CMB)), του κατάλοιπου του αρχικού, βίαιου, εκρηκτικού γεγονότος της

δημιουργίας του διαστελλόμενου Σύμπαντος, με την ακτινοβολία μικροκυμάτων συνεχώς ψυχόμενη λόγω της κοσμικής διαστολής.

Πιο συγκεκριμένα, ήδη από το 2001, πειράματα, επίγεια και εναέρια με την βοήθεια *μπαλονιών* (π.χ. MAT/TOCO, Boomerang, Maxima, DASI), είχαν δείξει, ότι οι μέγιστες διαστάσεις των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας της ακτινοβολίας μικροκυμάτων (spots) ήταν περίπου μία μοίρα. Αυτό το αποτέλεσμα αποτελεί σοβαρότατη ένδειξη, ότι το Σύμπαν, όπως προέκυψε από την εποχή της ακτινοβολίας, μπορεί, με μια προσέγγιση περίπου 15%, να περιγραφεί ως ένα *χωρικά επίπεδο κοσμολογικό πρότυπο τύπου Robertson-Walker (R-W)*. Ισοδύναμα, από μαθηματικής πλευράς, το τετραδιάστατο κοσμικό χωροχρονικό συνεχές είναι *μηδενικής χωρικής καμπυλότητας* (ισοδύναμα, $\Omega_0 = 1$) και περιγράφεται από έναν μετρικό τανυστή συγκεκριμένης γνωστής μορφής. (Αν το Σύμπαν ήταν ανοικτό (κλειστό), οι μέγιστες διαστάσεις των διακυμάνσεων θα ήταν μικρότερες (μεγαλύτερες) της μίας μοίρας).

Πιο πρόσφατα, σχετικές παρατηρήσεις έγιναν και με την βοήθεια του δορυφόρου *Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP)*, με τον οποίο είναι δυνατή η μέτρηση βασικών παραμέτρων της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης περιλαμβανομένης και της γεωμετρίας του Σύμπαντος. Αυτές οι παρατηρήσεις με τον δορυφόρο WMAP επιβεβαίωσαν τις προηγούμενες μετρήσεις, στην Γη και στο διάστημα, για την χωρική επιπεδότητα του Σύμπαντος, τώρα, με την εξαιρετικά μεγάλη εννοιολογική ορθότητα και αριθμητική ακρίβεια 0.4%.

Προφανώς, η χωρική επιπεδότητα του κοσμολογικού προτύπου R-W σημαίνει, ότι, σήμερα, η *πυκνότητα μάζας-ενέργειας του Σύμπαντος και η κρίσιμη πυκνότητα είναι ίσες μεταξύ τους*. Δηλαδή, $\Omega_0 = 1$, πολύ μεγαλύτερη της τιμής 0.279 για την συνολική (σκοτεινή και βαρυονική) ή δυναμική μάζα. Άρα, από αυτό το χωρικά επίπεδο Σύμπαν μας «λείπει» ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της συνολικής πυκνότητας μάζας-ενέργειας, ίσο με $1 - 0.279 = 0.721$, δηλαδή, ίσο με το 72.1% της συνολικής πυκνότητας μάζας-ενέργειας του Σύμπαντος. Κι' αυτό το «έλλειμμα», βεβαίως, είναι εντελώς ανεξάρτητο της βαρυονικής-φωτεινής μάζας και, επίσης, μέχρι τώρα, θεωρείται εντελώς ανεξάρτητο και της σκοτεινής μάζας.

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι από το σύνολο της κρίσιμης πυκνότητας του Σύμπαντος, ποσοστό της ίσο με 95.9% ($(0.721(\text{σκοτεινή ενέργεια}) + 0.238(\text{σκοτεινή μάζα}) = 0.959)$) μας είναι άγνωστο και μόνο ένα ποσοστό της 4.1% ($(0.041$

(βαρυονική-φωτεινή μάζα)) αντιστοιχεί στην άμεσα παρατηρήσιμη βαρυονική-φωτεινή μάζα.

Αν, λοιπόν, μπορέσουμε να διαπιστώσουμε και δικαιολογήσουμε με φυσικό τρόπο την ύπαρξη και αυτού του επί πλέον ποσοστού 72.1%, (όχι, απλώς, να την «μετονομάσουμε τεχνητά»), τότε μπορεί να δικαιολογηθεί η παρατηρησιακά συνεπαγόμενη χωρική επιπεδότητα του Σύμπαντος! Διαφορετικά...υπάρχει πραγματικό πρόβλημα!

Η ανάγκη ύπαρξης της επί πλέον, άγνωστης συνιστώσας- ενέργειας γινόταν συνεχώς επιτακτικότερη με βάση ενδείξεις από διάφορες ανεξάρτητες μεταξύ τους παρατηρήσεις, όπως των σμηγών γαλαξιών, των ασθενών βαρυτικών φακών, του ολοκληρωμένου φαινομένου *Sachs-Wolfe*, του λεγόμενου νέφους της γραμμής *Lyman-α*, του πλήθους των συνεχώς ανακαλυπτόμενων νέων τύπων γαλαξιών, της ύπαρξης θερμότητας αερίου στον μεσογαλαξιακό χώρο κ.α.. Η ύπαρξη, λοιπόν, ικανού τμήματος της άγνωστης επί πλέον μάζας-ενέργειας υποδεικνυόταν από τις παρατηρήσεις. Όμως, η φυσική επαλήθευση της ύπαρξης της επί πλέον (πέραν της βαρυονικής και της σκοτεινής), μάζας-ενέργειας δεν υπήρχε, με συνέπεια, μεταξύ άλλων, να είναι μετέωρη (και) η δικαιολόγηση της χωρικής επιπεδότητας του Σύμπαντος.

Η «εμφάνιση» της κοσμολογικής σταθεράς και της σκοτεινής ενέργειας

Τότε, μέσα σ' αυτήν την, επιστημονικά, εξαιρετικά άβολη και αβέβαιη κατάσταση, ήταν που ξαναθυμηθήκαμε την κατά τα άλλα πλήρως άγνωστη, λησμονημένη και εγκαταλελειμμένη κοσμολογική σταθερά, Λ , στις εξισώσεις πεδίου της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας (ΓΘΣ).

Όπως είναι γνωστό, λοιπόν, αυτή η κοσμολογική σταθερά, εφόσον αυτή υπάρχει (ας θυμηθούμε και την ιστορία της με το περίφημο, αλλά και πλήρως παρερμηνευμένο «*Biggest Blunder of my Life!*» του Einstein), συνεισφέρει μια, κατά τα άλλα, πλήρως άγνωστη, πυκνότητα μάζας-ενέργειας

$$\epsilon_{\Lambda} = \rho_{\Lambda} c^2, \quad \rho_{\Lambda} = \Lambda c^2 / 8\pi G$$

και, συνεπώς, μια πλήρως άγνωστη παράμετρο μάζας-ενέργειας

$$\Omega_{\Lambda} = \rho_{\Lambda} / \rho_{cr} = \Lambda c^2 / 3H_0^2.$$

Αξίζει να σημειωθεί, ότι, για ένα χωρικά επίπεδο Σύμπαν R-W, η πυκνότητα ρ_{Λ} δεν μεταβάλλεται με τον κοσμικό χρόνο (διότι η Λ είναι σταθερή). Εξάλλου, η παράμετρος Ω_{Λ} παριστάνει το κλάσμα της ολικής πυκνότητας του Σύμπαντος το οφειλόμενο στην κοσμολογική σταθερά (ή, ισοδύναμα, όπως θα εξηγηθεί παρακάτω, το ποσοστό της ενέργειας του Σύμπαντος το αποτελούμενο από σκοτεινή ενέργεια). Όμως, η κρίσιμη πυκνότητα, ρ_{cr} , μεταβάλλεται με τον κοσμικό χρόνο, διότι η συνάρτηση *Hubble* μιας κοσμικής εποχής είναι συνάρτηση της κοσμικής εποχής (ισοδύναμα, του χρόνου). Συνεπώς, αυτό το ποσοστό Ω_{Λ} είναι συνάρτηση του κοσμικού χρόνου. Δηλαδή, η κρίσιμη πυκνότητα μεταβάλλεται με τον κοσμικό χρόνο, αλλά η πυκνότητα μάζας η αποδιδόμενη στην κοσμολογική σταθερά, παραμένει χρονικά αμετάβλητη. Άρα, ενώ η συνολική μάζα (ηρεμίας, βαρυονική και σκοτεινή) του Σύμπαντος παραμένει σταθερή, η συνολική μάζα-ενέργειά του η αποδιδόμενη στην κοσμολογική σταθερά (σκοτεινή ενέργεια) αυξάνει με τον χρόνο.

Για να μπορεί, λοιπόν, αυτή η πλήρως άγνωστη παράμετρος μάζας-ενέργειας Ω_{Λ} , να «εκπροσωπήσει» την επί πλέον μάζα-ενέργεια που απαιτείται για την χωρική επιπεδότητα του Σύμπαντος σήμερα, προφανώς, θα πρέπει να ίση με το «έλλειμμα μάζας» $\Omega_0 - \Omega_M$, δηλαδή

$$\Omega_{\Lambda} = \Omega_0 - \Omega_M = 1 - 0.279 = 0.721,$$

Αυτό ήταν ένα σημαντικό θεωρητικό βήμα, διότι, έτσι προσδιορίζεται η αριθμητική τιμή της παντελώς άγνωστης Λ (διαστάσεων αντιστρόφου τετραγώνου μήκους), δηλαδή,

$$\Lambda = (1/c^2) 3H_0^2 \Omega_{\Lambda} = 1.246 \times 10^{-56} \text{ cm}^{-2}.$$

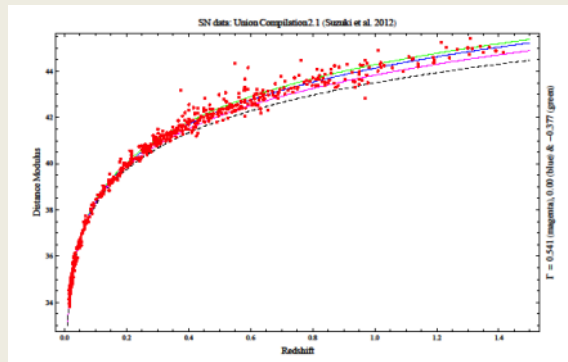
Έτσι, εντελώς ξαφνικά και τεχνητά, το 72.1% της μάζας ενέργειας του Σύμπαντος μας προκύπτει (και πάλι) πλήρως άγνωστο, εκφραζόμενο τώρα από την άγνωστη κοσμολογική σταθερά. Δηλαδή, αυτή η άγνωστη μάζα-ενέργεια που μας «λείπει», αυτό το έλλειμμα μάζας, απλώς, πήρε ένα άλλο όνομα, Λ . Δεν είχε ορισθεί, βεβαίως, ως φυσικό συστατικό του κοσμικού ρευστού, αλλά ήταν «ένα τεχνητά κατασκευασμένο συστατικό» και, μάλιστα, ενώ η σκοτεινή μάζα εξακολουθεί να μας είναι άγνωστη!

Μετά από αυτήν την πρώτη έξαψη, εντελώς φυσιολογικά, προέκυψε το ερώτημα: *Υπάρχουν ενδείξεις ύπαρξης μιας Λ; Η απάντηση είναι: Ναι!!!* Πιο συγκεκριμένα, π.χ. το κβαντικό κενό που χρησιμοποιείται στην Θεωρητική Φυσική συνεισφέρει μια εν δυνάμει κοσμολογική σταθερά. Όμως, δυστυχώς, η αντίστοιχη πυκνότητα μάζας-ενέργειας είναι 10^{123} (!!!) φορές μεγαλύτερη από ό,τι χρειαζόμαστε! *Ξανά, λοιπόν, απογοήτευση!!! Και τώρα τι κάνουμε;*

Εν τω μεταξύ, τα ανωτέρω παρατηρησιακά δεδομένα απέκτησαν μιαν ακόμη μεγαλύτερη σημασία, όταν συνδυάστηκαν με τα αποτελέσματα μιας άλλης παρατήρησης κοσμολογικής, αλλά, πλέον, αμφιλεγόμενης σημασίας. Αυτή έγινε με τον γνωστό, πλέον, δορυφόρο *WMAP*, για τις μετρήσεις της λεγόμενης απόστασης λαμπρότητας των (συνολικά, μέχρι τώρα, 580!) μακρινών υπερκαινοφανών SNe Type Ia και της «εξασθένησης του φωτός» των.

Σύμφωνα μ' αυτήν την παρατήρηση, πολύ περιληπτικά, στο πλαίσιο ενός προτύπου μηδενικής πίεσης, *οι μακρινοί υπερκαινοφανείς «φαίνονται» αμυδρότεροι και, άρα, πιο μακριά από ό,τι προβλέπεται θεωρητικά από τον νόμο του Hubble αυτού του προτύπου, δηλαδή, από την διακεκομμένη καμπύλη στο παρακάτω Διάγραμμα Hubble (Fig .5 των Kleidis and Spyrou (2015)).* Ερώτηση: *Και πώς βρέθηκαν εκεί οι υπερκαινοφανείς;* Απάντηση: *Ο χωρόχρονος επιταχύνει την διαστολή του και τους πήγε σε αποστάσεις μεγαλύτερες από τις θεωρητικά προβλεπόμενες !!!(;;)*

The Hubble Diagram (distance modulus versus cosmological red shift)



Όμως, αν αυτό συμβαίνει, τότε παραμένει αναπάντητο το εξής απλό και εντελώς φυσιολογικό ερώτημα: *Για ποιο φυσικό λόγο και με ποιες φυσικές διεργασίες, «έτσι ξαφνικά, του ήλθε του Σύμπαντος» να αλλάξει την επιβραδυνόμενη διαστολή του σε επιταχυνόμενη διαστολή του και, μάλιστα, τώρα, τόσο πολύ πρόσφατα στην ιστορία του; Ασφαλώς, δεν είναι δυνατόν να γίνει δεκτή η απάντηση: Διότι αυτή είναι η τιμή της (κατά τα άλλα, πλήρως άγνωστης και αυθαίρετα επιλεγείσας) κοσμολογικής σταθεράς!!!*

Τότε, ακριβώς, έγινε μια νέα, εξίσου ριζοσπαστική, εντυπωσιακή και ευφυής, αλλά, προς το παρόν, αστρονομικώς κενή και μη ελέγξιμη πρόταση. Αυθαίρετα, η επιτάχυνση αποδόθηκε σε ένα πλήρως άγνωστο εξωτικό ρευστό, περιγραφόμενο από την κοσμολογική σταθερά. Αυτό, υποτίθεται, πληροί ομοιόμορφα τον χώρο, έχει μια πυκνότητα ($\rho_\Lambda = \Omega_\Lambda \rho_c$, $\epsilon_\Lambda = \rho_\Lambda c^2$) και μια άγνωστη αρνητική πίεση ($p_\Lambda = w \epsilon_\Lambda$, όπου w μια σταθερά), οι οποίες είναι σταθερές παντού και, πρακτικώς, πάντα! Και έτσι, ξαφνικά, η παντελώς άγνωστη κοσμολογική σταθερά μεταλλάχθηκε, τεχνητά και αυθαίρετα (!) σε ένα εξωτικό, παντελώς άγνωστο ρευστό, χωρίς κάποια φυσική ερμηνεία ύπαρξής του. Αυτό το ρευστό ονομάστηκε «Σκοτεινή Ενέργεια» («Dark Energy»)!

Η ανωτέρω συλλογιστική-επιχειρηματολογία δημιουργεί αμέσως το ερώτημα: *Αν αποδεχθούμε την ύπαρξη πίεσης και, μάλιστα, αρνητικής και σταθερής, παντού και, πρακτικώς, πάντα, για την σκοτεινή ενέργεια, γιατί να μην αποδεχθούμε και την ύπαρξη μη μηδενικής πίεσης και της μάζας (βαρυονικής ή/και σκοτεινής);* Αυτή η άρνηση κατ' ελάχιστον αποτελεί φυσική σκέψη, αν δεν συνιστά ασυνέπεια και προκατάληψη!

Τελικά, *δεχθήκαμε να προσποιηθούμε*, ότι, αποδίδοντάς τα στην κοσμολογική σταθερά(!), λύσαμε, κατ' αρχήν, τα προβλήματα της σκοτεινής ενέργειας, της εξασθένησης του φωτός των μακρινών SNe Ia και της επιτάχυνσης της κοσμικής διαστολής. Πώς; Με *ταυτολογίες*, π.χ. εξηγώντας έναν άγνωστο (σκοτεινή ενέργεια) με την βοήθεια ενός άλλου αγνώστου (κοσμολογική σταθερά) και, αυθαίρετα, ταυτίζοντας τους δυο αυτούς αγνώστους!

Η Σύνθεση του Κοσμικού Ρευστού κατά το Πρότυπο Λ CDM- Μια Περίληψη

Εδώ βρισκόμασταν, λοιπόν, μέχρι πρόσφατα και έτσι πορευόμασταν, με τις κοσμολογικές παρατηρήσεις να τις έχουμε προσαρμόσει ούτως, ώστε να συμφωνούν πολύ ικανοποιητικά με το λεγόμενο *Πρότυπο Λ /CDM* (*Λ /Cold Dark Matter Model*) (και αντιστρόφως), το οποίο βασίζεται στο γνωστό *Πρότυπο Einstein-de Sitter* ενός Σύμπαντος αποτελούμενου από κοσμικό ρευστό με μάζα χωρίς πίεση (δηλαδή, αποτελούμενου από σκόνη). (Αυτό το πρότυπο αποκαλείται, παραδόξως, και «*Καθιερωμένο Πρότυπο*» (“*Standard Model*”) της *Κοσμολογίας*»! Πραγματικά, δεν είναι σαφές, τι σχέση μπορεί να έχουν με την Αστρονομική Κοσμολογία αυτό το όνομα, αλλά και οι «*Νονοί*» που του το έδωσαν).

Αυτό, λοιπόν, το πρότυπο αποτελεί μια παραμετροποίηση του κοσμολογικού προτύπου της Μεγάλης Έκρηξης. Σύμφωνα με το Πρότυπο Λ /CDM, το διαστελλόμενο και επιταχυνόμενο Σύμπαν περιέχει: *μιαν άγνωστη κοσμολογική σταθερά, Λ* , σχετιζόμενη με την εξίσου άγνωστη και κυρίαρχη σκοτεινή ενέργεια (72.1%)-ρευστό σταθερής αρνητικής πίεσης και σταθερής πυκνότητας, *ψυχρή σκοτεινή μάζα (CDM, 23.8%) μηδενικής, υποτίθεται, πίεσης και ελάχιστη βαρυονική μάζα (4.1%), μηδενικής, υποτίθεται, πίεσης.*

Στο πλαίσιο του Προτύπου Λ /CDM, σήμερα, στην Φυσική Κοσμολογία, η παντελώς άγνωστη σκοτεινή ενέργεια θεωρείται η *αποδεκτή υπόθεση* για την

ερμηνεία των κοσμολογικών παρατηρήσεων. Επίσης, η σκοτεινή ενέργεια θεωρείται το κυρίαρχο συστατικό του Σύμπαντος, διότι, υποτίθεται, πληροί ομοιόμορφα ολόκληρο τον τριδιάστατο χώρο του κοσμικού ρευστού.

Με βάση, λοιπόν, την ισοδυναμία μάζας-ενέργειας, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι η πυκνότητα της σκοτεινής ενέργειας ($0.721 \rho_c$) είναι ίση με $6.67 \times 10^{-30} \text{ gr/cm}^3$, ενώ, συγκριτικά, η πυκνότητα της βαρυονικής-φωτεινής μάζας είναι πολύ μικρότερη, ίση, περίπου, με $4.18 \times 10^{-33} \text{ gr/cm}^3$, ή, ισοδύναμα, 1 άτομο υδρογόνου ανά 4 m^3). Ενδεικτικά, στο Ηλιακό Σύστημα, μέχρι την ακτίνα της τροχιάς του Πλούτωνα, θα μπορούσε να υποστηριχθεί, ότι υπάρχουν περίπου 10^6 τόνοι σκοτεινής ενέργειας. Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του WMAP, σήμερα, η παράμετρος πυκνότητας των σχετικιστικών σωματιδίων στο Σύμπαν, δηλαδή, τα φωτόνια της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας και των νετρίνων, είναι, συγκριτικά, πολύ μικρή, ίση με

$$\Omega_{\text{rel}} = 8.24 \times 10^{-5}.$$

Συνεπώς, σήμερα, η μάζα υπερτερεί σαφώς της ακτινοβολίας, ενώ, στα αρχικά στάδια του Σύμπαντος, συνέβαινε το αντίθετο, η ακτινοβολία υπερτερούσε και της μάζας και της σκοτεινής ενέργειας.

Σχόλια - Προβληματισμοί - Ερωτήσεις για το Πρότυπο Λ /CDM

Είναι άκρως ενδιαφέρον, ότι η αποδοχή της σκοτεινής ενέργειας έγινε, ενώ ήταν δεδομένο, πως (αν και γνωρίζαμε την ύπαρξή της) δεν γνωρίζομε (ούτε τώρα!) τι είναι η σκοτεινή μάζα, το μεγαλύτερο ποσοστό της μάζας-ενέργειας του Σύμπαντος!!! Και, έτσι, επειδή, με τον τρόπο αυτόν, «κάναμε τα πράγματα να μας βολέψουν (δήθεν!)», προσθέσαμε έναν ακόμη μεγάλο άγνωστο (και βραχνά!) στη ζωή μας, την άγνωστη σκοτεινή ενέργεια, πέρα και ανεξάρτητα από την σκοτεινή μάζα.

Πάντως, αυτή η απόφαση για χρήση της κοσμολογικής σταθεράς εμφανίζεται ως μια βεβιασμένη κίνηση-απόφαση απελπισίας, ίσως, αναγκαστική, διότι, τότε, «δεν φαινόταν να υπάρχει» (ή, απλώς, «δεν θέλαμε να δούμε») κάποιο άλλο διαθέσιμο φυσικό χαρακτηριστικό ενός κοσμολογικού προτύπου μηδενικής πίεσης (πέραν της πυκνότητας της μάζας ηρεμίας), το οποίο θα μπορούσε, κατά

κάποιο τρόπο, να συνδεθεί με την «εξασθένηση του φωτός» των μακρινών υπερκαινοφανών (και την σκοτεινή ενέργεια). Όμως, αυτή η βεβιασμένη και αναγκαστική, αν και επιστημονική, κίνηση-απόφαση απελπισίας, πολύ δύσκολα μπορεί να χαρακτηριστεί και αστρονομικά-αστροφυσικά δικαιολογημένη.

Πραγματικά, υπάρχουν μερικοί λογικοί και επίμονοι προβληματισμοί για το Πρότυπο Λ /CDM. Συγκεκριμένα και επιγραμματικά: 1) Δεν υπήρξε καμιά σκέψη-υποψία για την μη φυσική πληρότητά του, 2) Έγινε αποδεκτό, παρά τις περί του αντιθέτου παρατηρήσεις-ενδείξεις και, αν και, ήδη, περιελάμβανε τον μεγάλο άγνωστο, την σκοτεινή μάζα, 3) Θεωρήθηκε σε, δήθεν, «πλήρη συμφωνία» με τις παρατηρήσεις, ενώ, βεβαίως, απλώς, έτσι είχε κατασκευασθεί, με την αυθαίρετη παραδοχή, επιλογή και χρήση της, κατά τα άλλα, πλήρως άγνωστης κοσμολογικής σταθεράς, 4) Η «εξασθένηση» ισχύει-εφαρμόζεται μόνον για τους SNe Ia (Γιατί;), 5) Δεν είναι γνωστή η φυσική αιτία της μετάβασης από την κατάσταση της επιβράδυνσης της κοσμικής διαστολής σ' αυτήν της επιτάχυνσής της.

Υπάρχουν, όμως, και μερικές λογικές και επίμονες ερωτήσεις. Επιγραμματικά: 1) Ένα Σύμπαν ολόκληρο να χαρακτηρίζεται μόνον από μάζα; 2) Δεν υπάρχει κανένα άλλο κλασικό, συνηθισμένο, συμβατικό φυσικό χαρακτηριστικό του; 3) Αν δεν υπάρχει, τι φυσικό σύστημα είναι αυτό, τι φυσικό περιεχόμενο είναι αυτό και τι είδους φυσική περιγραφή είναι αυτή; 4) Πώς γίνεται δεκτή αυτή η περιγραφή χωρίς προβληματισμούς; 5) Πώς γίνονται δεκτά τα αποτελέσματα; 6) Δεν υπάρχουν, δεν αναμένονται συνέπειες; 7) Κανένας, ούτε ο ελάχιστος αστρονομικός προβληματισμός ;;; (!!!).

Περαιτέρω, όπως αποκαλύπτει μια απλή επισκόπηση των διαθέσιμων ερευνητικών αποτελεσμάτων, η Λ (δηλαδή, ισοδύναμα, η σκοτεινή ενέργεια): 1) Γίνεται αξιωματικά και επιλεκτικά αποδεκτή, δεν προκύπτει από πουθενά ως φυσικό συστατικό του κοσμικού ρευστού, «προστίθεται με το χέρι», 2) Ως άγνωστο βαθμωτό πεδίο, αυθαίρετα επιλεγόμενο, κυρίαρχο συστατικό στοιχείο του Σύμπαντος και αποδεκτό, αποτελεί, απλώς, μια μαθηματική οντότητα (συνήθως, ισοδύναμη προς την ενέργεια του κενού), 3) Η αυθαίρετα οριζόμενη εξίσωση κατάστασης, $p_{\Lambda} = w \epsilon_{\Lambda}$ (όπου w είναι μια σταθερά), «είναι ακόμη προς προσδιορισμό» [με βάση ακόμη αναμενόμενα αποτελέσματα εξαιρετικά ακριβών μετρήσεων του ρυθμού της

κοσμικής διαστολής (Πρόγραμμα σε εξέλιξη: «*Dark Energy Survey's five-year mission*»)].

Από τις ανωτέρω ερωτήσεις και προβληματισμούς προκύπτει, λοιπόν, ότι και η «εξασθένηση» του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών, αλλά και η χωρική επιπεδότητα του Σύμπαντος (ως παρατηρησιακά, υποτίθεται και τα δύο, αποτελέσματα), αποδόθηκαν (ευφύως, βέβαια, αλλά) αυθαίρετα στην άγνωστη κοσμολογική σταθερά, η οποία, κατά την κρατούσα μέχρι τώρα άποψη, περιγράφει ένα εξωτικό και παντελώς άγνωστο, μέχρι σήμερα, ρευστό σταθερής (παντού και, πρακτικώς, πάντα) αρνητικής πίεσης, με αποτέλεσμα την δημιουργία απωστικής δύναμης, η οποία και θα μπορούσε να «εξηγήσει» την επιταχυνόμενη κοσμική διαστολή.

Όμως, μια τέτοια συλλογιστική και φιλοσοφία για την, «δήθεν», ερμηνεία των παρατηρησιακών κοσμολογικών δεδομένων είναι καθαρά μαθηματικώς προσανατολισμένη, με μηδαμινή αστρονομική-αστροφυσική επιχειρηματολογία, αλλά και στερείται φυσικής συνέπειας και μοναδικότητας-αποκλειστικότητας. Θεωρώ, δε, ότι εκφράζει μια προκατάληψη, όπως και συγκεκριμένη επιστημονική παιδεία και φιλοσοφία για το όλο κοσμολογικό πρόβλημα, αντιμετωπίζοντάς το ως ένα πρόβλημα μη αστρονομικού χαρακτήρα ή αστρονομικής περιεκτικότητας.

Περαιτέρω, πιστεύω απόλυτα, ότι δεν μπορεί να είναι επιστημονικά αποδεκτή η ευκολία (και η απελπισία) με την οποία, αυθαίρετα, ταυτίζουμε την παντελώς άγνωστη κοσμολογική σταθερά με την επιταχυνόμενη κοσμική διαστολή και με παρατηρησιακά δεδομένα για «δήθεν εξασθένηση» του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών (διότι, όπως θα εξηγηθεί στην συνέχεια, στο πλαίσιο ενός πολυτροπικού ρευστού, η εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών δεν συνιστά «πραγματικό παρατηρησιακό δεδομένο» και, βασίμως πλέον, αμφισβητείται). Πέραν αυτού, όμως, με αυτήν την ταύτιση δεν παρουσιάζεται και οποιαδήποτε φυσική ερμηνεία, διότι την άγνοιά μας για την υποτιθέμενη αιτία εξασθένησης του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών και της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής την αποδίδουμε στην εξίσου άγνωστη κοσμολογική σταθερά.

Τι πιστεύαμε, μέχρι σήμερα, για την σκοτεινή ενέργεια;

Και με αυτές τις προϋποθέσεις και όλα τα ανωτέρω αριθμητικά στοιχεία, επανεμφανίζεται, συνεχώς αναπάντητο, το ερώτημα «*Τι είναι η σκοτεινή ενέργεια*» (ή, ισοδύναμα, τι είναι η κοσμολογική σταθερά και αντιστρόφως); Αυτή είναι μια πολύ *σοβαρή ερώτηση* και η οποιαδήποτε απάντηση επιχειρείται να δοθεί, πρέπει να είναι εξίσου ώριμη και σοβαρή και να δίνεται, αφού προηγουμένως ληφθούν υπόψη όλα τα διαθέσιμα φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού, πέραν της πυκνότητας της μάζας ηρεμίας του. Επιστημονικά, δε, μια τέτοια απάντηση πρέπει να δίνεται, μακριά από *επιστημονικό πανικό, επιστημονική υστεροβουλία, στενό επιστημονικό ορίζοντα* (δήθεν «εξασθένηση», δήθεν «λύση»!!!) και *αντίθετα προς οποιαδήποτε προσπάθεια (θέλω να πιστεύω) ακούσιας επιστημονικής (παρα)πληροφόρησης.*

Βεβαίως, όπως ήταν αναμενόμενο, με δεδομένη την γενικότερη, τότε, κατάσταση στην κοσμολογική επιστήμη, η ριζοσπαστική πρόταση του εξωτικού ρευστού αρνητικής, σταθερής πίεσης *προκάλεσε εντύπωση* και, όπως και η εξίσου ριζοσπαστική πρόταση της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής, γρήγορα, έγινε αποδεκτή γενικώς (έστω και με λιγοστές, αλλά επαρκώς δικαιολογούμενες διαφωνίες). Από τότε, σε μια έντονη θεωρητική ερευνητική προσπάθεια, έχουν προταθεί διεθνώς πολλά πρότυπα για την ερμηνεία του τι είναι η κοσμολογική σταθερά, βεβαίως, *με αξιόλογη και την ελληνική συνεισφορά.* Πολλές φορές ακούμε έννοιες, όπως π.χ. quintessence, K-essence, phantom Cosmology, tachyonic matter, braneworld scenarios, DGP-gravity, landscape scenario, alternative-gravity theories, scalar-tensor theories, f(R)-gravity, holographic gravity, Chaplygin gas, Cardassian cosmology, theories of compactified internal dimensions, mass-varying neutrinos, έτσι για να αναφέρω μερικές, όχι όλες τόσο εύκολα κατανοητές, αλλά, γενικώς, πάντα και εξ' αρχής, αξιωματικά προτεινόμενες και, κυρίως, απλώς, μαθηματικά υποστηριζόμενες θεωρίες.

Τι είναι η σκοτεινή ενέργεια; - Η αναμενόμενη κλασική αντιμετώπιση

Όμως, η *κλασική και αστρονομική αντιμετώπιση* του προβλήματος της κοσμολογικής σταθεράς και της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής εμφανίζεται *πτωχή* στην διεθνή βιβλιογραφία, πιθανότατα και περιέργως, διότι δεν εθεωρείτο

αναγκαία και απαραίτητη. Πάντως, μια τέτοια αντιμετώπιση αναμένεται με ενδιαφέρον και, κατά την γνώμη μας, είναι επιβεβλημένη η αναζήτηση μιας κλασικής και περισσότερο αστρονομικής φυσικής ερμηνείας. Και αυτό θα επιχειρήσω παρακάτω, με βάση το αποτέλεσμα της ερευνητικής συνεργασίας μας με τον *κο Κώστα Κλεΐδη*.

Προς αυτήν την κατεύθυνση, θα αναφέρω μίαν ακόμη παρατήρηση κοσμολογικής σημασίας, η οποία έγινε με την βοήθεια ανιχνευτών σωματιδίων υψηλής ενέργειας (PAMELA, σε συνδυασμό με τον δορυφόρο WMAP). Η παρατήρηση αυτή αναφέρεται στην διαπίστωση, ότι η *παραγωγή ζευγών ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων στο Σύμπαν είναι ασυνήθιστα μεγάλη*, μεγαλύτερη της αναμενόμενης από εκρήξεις υπερκαινοφανών ή από συγκρούσεις κοσμικών ακτίνων. Έτσι, πολλοί υποστήριξαν, ότι οι καλλίτερες πιθανές πηγές αυτών των ενεργητικών φαινομένων είναι η *εξαύλωση των WIMPs*.

Αυτή η εξαύλωση είναι η φυσική έκφραση μιας πολύ ενδιαφέρουσας ιδιότητας της σκοτεινής μάζας, δηλαδή, ότι η σκοτεινή μάζα δεν παραμένει αδρανής «εκεί και πάντα», αλλά συμβαίνουν *συγκρούσεις μεταξύ των WIMPs* και αυτές οι συγκρούσεις συντηρούν μια στενή σύζευξη μεταξύ των WIMPs, ώστε η *θερμοδυναμικής φύσεως κινητική ενέργειά τους να μπορεί να ανακατανέμεται συνεχώς*. Αυτό σημαίνει, ότι **η σκοτεινή μάζα είναι αλληλεπιδρώσα (self interacting)**, αντίθετα προς την διεθνώς, γενικώς, κρατούσα άποψη της *αδρανούς σκοτεινής μάζας*.

Είναι δυνατή, λοιπόν, η ύπαρξη στο Σύμπαν μιας επί πλέον συνιστώσας ενέργειας, απολύτως κλασικής (με την έννοια της...μη εξωτικής)! Αυτή είναι η ενέργεια των εσωτερικών θερμοδυναμικών κινήσεων του κοσμικού ρευστού με συγκρούσεις (που μέχρι σήμερα, πρακτικώς, έχουν αγνοηθεί).

Αυτή η απλή φυσική άποψη-πιθανότητα της αλληλεπιδρώσας ύλης έχει επίμονα αγνοηθεί, σε σημείο που αυτή, η συστηματική και επίμονη αγνόηση, δεν μπορεί παρά να εκφράζει και μια συγκεκριμένη επιστημονική φιλοσοφία και τρόπο σκέψης (και, ενδεχομένως, όχι καλόβουλη διάθεση και πρόθεση!). Πραγματικά, δεδομένης της ενέργειας των εσωτερικών θερμοδυναμικών κινήσεων, προκύπτει το εξαιρετικά ενδιαφέρον συμπέρασμα, ότι η σκοτεινή μάζα και η σκοτεινή ενέργεια μπορούν, τελικά, να εκφραστούν ως *μία μόνον συνιστώσα του κοσμικού ρευστού*, και όχι ως δύο συνιστώσες ανεξάρτητες μεταξύ τους, όπως γίνεται μέχρι σήμερα. Άρα, η

μία από τις δύο «κοσμολογικές οντότητες» δεν υφίσταται ως φυσική πραγματικότητα, οπότε δεν μας χρειάζεται για την περιγραφή του Σύμπαντος και, συνεπώς, επιβάλλεται η *μη χρηματοδότηση* της σχετικής μ' αυτήν έρευνας! Πώς, όμως, μπορεί να αληθεύει ένα τέτοιο ενδιαφέρον συμπέρασμα;

Για να τονίσουμε την σημασία αυτού του συμπεράσματος, αξίζει να αντιμετωπίσουμε λίγο πιο **κριτικά** το εξής ερώτημα: «*Με βάση ποιες, ακριβώς (!), παρατηρήσεις οδηγηθήκαμε στην βασική κοσμολογική παρατήρηση της δήθεν εξασθένησης του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών;*». Όπως είναι, γενικά, αποδεκτό, αυτοί οι υπερκαινοφανείς είναι το αποτέλεσμα της (αστρικής) εξέλιξης διπλών αστρικών συστημάτων, αποτελούμενων από έναν Λευκό Νάνο (συνήθως, από τα χημικά στοιχεία Άνθρακας-Οξυγόνο) και/με ένα Συνοδό Αστέρρα. Ακριβώς γι' αυτόν τον λόγο της συγκεκριμένης σύνθεσης-σύστασής τους, υποτίθεται, ότι, κατά το μέγιστο της λαμπρότητάς τους, *όλοι* αυτοί οι υπερκαινοφανείς έχουν το ίδιο (αστρικό) *απόλυτο μέγεθος*. Συνεπώς, από το παρατηρούμενο για τον εκάστοτε υπερκαινοφανή (αστρικό) *φαινόμενο μέγεθος* υπολογίζεται, μέσω του λεγόμενου *μέτρου απόστασης*, η *απόσταση λαμπρότητάς* του και, τελικά, η σχέση μεταξύ του μέτρου απόστασης και της φασματικής μετάθεσης του συγκεκριμένου υπερκαινοφανή (και, φυσικά, όλων των παρατηρούμενων υπερκαινοφανών).

Μετά απ' αυτόν τον υπολογισμό, τοποθετούμε σε ένα διάγραμμα (μέτρο απόστασης-φασματική μετάθεση), το γνωστό *Διάγραμμα Hubble*, τα προαναφερθέντα παρατηρησιακά ζεύγη τιμών μέτρου απόστασης και φασματικής μετάθεσης. Στο ίδιο διάγραμμα μπορούμε να τοποθετήσουμε και την αντίστοιχη *θεωρητική καμπύλη* (απόσταση λαμπρότητας-φασματική μετάθεση, ουσιαστικά, τον Νόμο του Hubble!) ως *πρόβλεψη* του χρησιμοποιούμενου θεωρητικού προτύπου για την περιγραφή του κοσμικού ρευστού και, έτσι, να συγκρίνουμε παρατηρήσεις και θεωρητική πρόβλεψη.

Συμπίπτουν παρατηρήσεις και θεωρητική πρόβλεψη; *Η απάντηση σ' αυτό το ερώτημα είναι πολύ ενδιαφέρουσα και ακόμη περισσότερο αποκαλυπτική και, οπωσδήποτε, πολλαπλώς και άκρως διδακτική*. Πραγματικά, η θεωρητική καμπύλη που αναφέρθηκε είναι *ό,τι, ακριβώς*, προβλέπει η θεωρία που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή του Σύμπαντος. Άρα, προφανώς, από αυτήν την σύγκριση θεωρίας και παρατηρήσεων, θα συμπεράνουμε, **απλώς και μόνον**, αν τα παρατηρησιακά δεδομένα

συμφωνούν ή όχι με την θεωρητική πρόβλεψη του καθιερωμένου κοσμολογικού προτύπου Λ /CDM (δηλαδή, για ένα κοσμικό ρευστό με πολύ συγκεκριμένες ιδιότητες: κοσμολογική σταθερά, σκοτεινή ενέργεια σταθερής αρνητικής πίεσης, σκοτεινή μάζα μηδενικής πίεσης και ελάχιστη βαρυονική μάζα μηδενικής πίεσης).

Τίποτε πέραν αυτού!

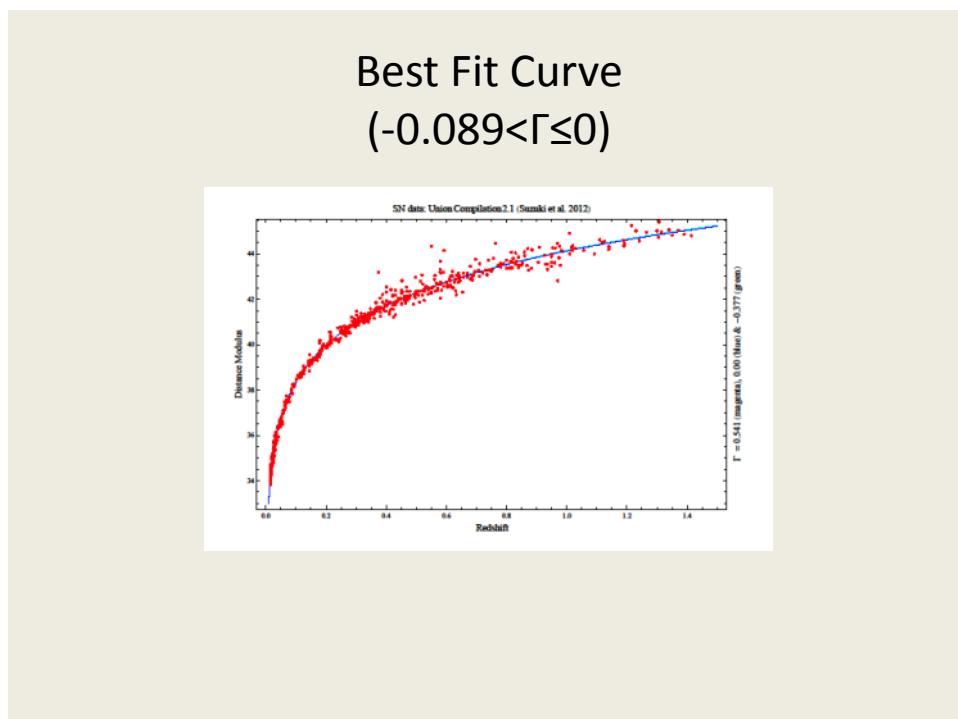
Από μια τέτοια σύγκριση, λοιπόν, διαπιστώθηκε μια σύγκλιση των δεδομένων των υπερκαινοφανών με την θεωρητική πρόβλεψη (δηλαδή, τον γενικευμένο Νόμο του Hubble) του προτύπου Λ /CDM για το υποτιθέμενο κοσμικό ρευστό (μηδενικής πίεσης), όχι, όμως, και για τους πολύ μακρινούς υπερκαινοφανείς (σχετικά μεγαλύτερων z). Από το διάγραμμα φαινόταν, ότι αυτοί οι μακρινοί υπερκαινοφανείς βρίσκονταν σε αποστάσεις μεγαλύτερες από τις προβλεπόμενες από το πρότυπο του κοσμικού ρευστού μηδενικής πίεσης.

Ως μόνη δικαιολογία αυτής της «διαφοράς», τότε, επελέγη το ότι η κοσμική διαστολή είναι επιταχυνόμενη (όχι επιβραδυνόμενη, όπως ήταν η κρατούσα αντίληψη της εποχής εκείνης και όπως αναμενόταν με βάση το Πρότυπο Einstein-de Sitter). Άρα, όπως υποστηρίχθηκε, απαιτείται μια δύναμη ισχυρότερη της δύναμης βαρύτητας, ικανή να υπερνικήσει την δύναμη της βαρύτητας και να απομακρύνει και επιταχύνει όλους τους γαλαξίες από όλους (όχι από έναν κεντρικό, φυσικά!). Η φύση αυτής της δύναμης δεν είναι γνωστή, πέραν του ότι αυτή πρέπει να υπάρχει. Όπως, δε, την μη παρατηρήσιμη (με άμεσο τρόπο) μάζα την ονομάζουμε «σκοτεινή μάζα», έτσι και την μυστηριώδη νέα δύναμη (ή, ισοδύναμα, την ενέργεια που προέρχεται απ' αυτήν την δύναμη) την ονομάζουμε «σκοτεινή ενέργεια».

Συμπερασματικά, από την απόκλιση, στο Διάγραμμα Hubble, των παρατηρησιακών δεδομένων από τις προβλέψεις (δηλαδή, τον Νόμο του Hubble) του (μηδενικής πίεσης) Προτύπου Λ /CDM, προέκυψαν οι έννοιες της «εξασθένησης του φωτός» των μακρινών SNe Ia και της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής, οι οποίες αποδόθηκαν στην κοσμολογική σταθερά και στην σκοτεινή ενέργεια (ως το εξωτικό ρευστό αρνητικής πίεσης, σταθερής παντού και, πρακτικώς, πάντα), η σημασία των οποίων και αναγνωρίστηκε με την απονομή του Βραβείου Nobel Φυσικής 2011 (στους επιστήμονες *S.Perlmutter*, *B.P.Schmidt* και *A.D Riess* με την δικαιολόγηση: "*for the discovery of the accelerating expansion of the Universe through observations of distant supernovae*) !!!

Όπως έχει ήδη αναφερθεί (Βλέπε την αρχή της σελίδας 24), είναι αλήθεια, ότι, όταν αποφασίστηκε η (κατά κάποιον τρόπο, αναγκαστική, βεβαιωμένη και αδικαιολόγητη, αν και ευφυής) προσφυγή, τότε, στην χρήση αφενός μεν της κοσμολογικής σταθεράς (και στον προσδιορισμό της αριθμητικής τιμής της), αφετέρου δε της έννοιας της σκοτεινής ενέργειας, δεν υπήρξε κανένας *προβληματισμός* για την ισχύ και, κυρίως, για την *φυσική πληρότητα* του ήδη χρησιμοποιούμενου προτύπου Λ /CDM (μηδενικής πίεσης) του κοσμικού ρευστού. Και, φυσικά, πρέπει, επίσης, να επισημανθεί, ότι το Πρότυπο Λ /CDM, παρά τις παρατηρησιακές και, κυρίως, θεωρητικές ενδείξεις περί του αντιθέτου και παρά την ηχηρή ύπαρξη του μεγάλου αγνώστου που λέγεται σκοτεινή μάζα, έγινε *αποδεκτό*, με το επιχείρημα ότι, σε συνδυασμό με την κοσμολογική σταθερά, φαινόταν να βρίσκεται σε «πλήρη συμφωνία» με τα παρατηρησιακά δεδομένα (ενώ η αλήθεια, βεβαίως, είναι ότι απλώς, *έτσι* είχε κατασκευασθεί με την παραδοχή, επιλογή και χρήση της, κατά τα άλλα πλήρως άγνωστης, κοσμολογικής σταθεράς!).

Όμως, όπως θα εξηγηθεί παρακάτω και, όπως φαίνεται και στο Σχήμα που ακολουθεί (Best Fit Curve, ισοδύναμα, *Fig. 6 των Kleidis and Spyrou (2015)*),



στην περίπτωση της κατάλληλης φυσικής συμπλήρωσης του κοσμικού ρευστού (και, άρα, της φυσικής συμπλήρωσης του προτύπου Λ /CDM), δεν παρατηρείται αμοιβαία

απόκλιση μεταξύ της παρατηρούμενης κατανομής των μακρινών υπερκαινοφανών στο Διάγραμμα Hubble και της κατανομής που προβλέπεται θεωρητικά από τον αντίστοιχο Νόμο του Hubble (του φυσικά συμπληρωμένου προτύπου του κοσμικού ρευστού μηδενικής πίεσης). Οι συνέπειες για το Πρότυπο Λ /CDM, την φιλοσοφία και τις προβλέψεις του, είναι προφανείς και γενικότερες, υποδεικνύουν, δε, ακόμη και την πλήρη αμφισβήτησή του και την ανάγκη αναδόμησής του ή/και αντικατάστασής του.

Πάντως, επιβάλλεται να τονισθεί και να αναγνωρισθεί, ότι ο ακριβής υπολογισμός του μέτρου απόστασης των μακρινών υπερκαινοφανών είναι μια πραγματικά χρήσιμη, αν και επίπονη και χρονοβόρα παρατηρησιακή και υπολογιστική διαδικασία, κατά την οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί παράγοντες (π.χ. αξιόπιστες φωτογραφίες των υπερκαινοφανών από γήινα και από διαστημικά εργαστήρια), να ληφθούν υπόψη ή να αποκλεισθούν καταλλήλως πολλές πιθανότητες (π.χ. η μεσοαστρική απορρόφηση και η χρώση) και με εξαιρετικά σημαντική, τέλος, την εξάρτηση του αποτελέσματος από την κατάλληλη εφαρμογή πολύπλοκων υπολογιστικών μεθόδων και, άρα, την απαίτηση συνεχών επαναληπτικών ελέγχων για την επιβεβαίωση του αποτελέσματος (Όμως, είναι συζητήσιμο το αν οι ανωτέρω διαπιστώσεις για τον παρατηρησιακό υπολογισμό του μέτρου απόστασης των μακρινών υπερκαινοφανών SNe Ia είναι αρκετές για την «δικαιολόγηση» ενός Βραβείου Nobel Φυσικής!).

Μερικά Ανοικτά Προβλήματα στο Πρότυπο Λ CDM-Μια Επιστημονική Μη Αναγκαιότητα

Από το σημείο αυτό αρχίζει μια, πραγματικά, ενδιαφέρουσα έως παράξενη ιστορία, την οποία θα μπορούσα να χαρακτηρίσω, ως, περίπου, μια αναγκαστική, εκτός αστρονομικής πορείας, ομαδική, σχεδόν καθολική, επιστημονική εμμονή, υστερία (έως παράκρουση) υπέρ μιας επιστημονικής μη αναγκαιότητας!!! Πιο συγκεκριμένα:

Με βάση το πρότυπο Λ /CDM και την σταθερότητα της κοσμολογικής σταθεράς (και, φυσικά, την συνεπαγόμενη σταθερότητα, παντού και, πρακτικώς, πάντα, και της πυκνότητας ενέργειας της σκοτεινής ενέργειας και της πίεσης της οφειλόμενης στη κοσμολογική σταθερά), προσδιορίστηκε η σχέση μεταξύ της συνάρτησης Hubble και του συντελεστή κοσμικής κλίμακας, από την οποία και προέκυψε αμέσως μια ηλικία του Σύμπαντος, περίπου 13,78 δις έτη. Ερώτηση: Είναι

αυτή, η σήμερα γενικώς αποδεκτή ηλικία, η πραγματική, η πλέον ακριβής και μοναδική τιμή για την ηλικία του Σύμπαντος;

Επίσης, με την ίδια συλλογιστική, υπολογίσθηκε η παράμετρος επιβράδυνσης, από τον μηδενισμό της οποίας προέκυψε και η φασματική μετάθεση προς το ερυθρό ($z \sim 0.752$, με αβεβαιότητα 0.041), στην οποία, στο πολύ-πολύ πρόσφατο παρελθόν, η επιβραδυνόμενη κοσμική διαστολή μετετράπη σε επιταχυνόμενη. Πόσο μοναδικό και αριθμητικά ακριβές είναι αυτό το αποτέλεσμα;

Πάντως, ανεξάρτητα από αυτά τα, εντελώς φυσιολογικώς, προκύπτοντα ερωτήματα, είναι αλήθεια, ότι τα ανωτέρω, μέχρι τώρα, αποτελέσματα είναι πολύ εντυπωσιακά, έστω κι' αν στερούνται της απαιτούμενης αστρονομικής σημασίας και ερμηνείας, αν σκεφθεί κανείς, ότι, θεωρητικά, αυτά στηρίζονται στην, επί της ουσίας της, παντελώς άγνωστη κοσμολογική σταθερά! Όμως, ένας παρατηρητικός και (πάνω απ' όλα) αμερόληπτος και καλοπροαίρετος συζητητής διαπιστώνει αμέσως, ότι στην σημερινή εικόνα του Σύμπαντος, η οποία προκύπτει μέσω του Προτύπου Λ /CDM, υπάρχουν κενά, ασυνέπειες, ασυνέχειες και αναπάντητα ερωτήματα, τα οποία, όλα, απαιτούν και, προς το παρόν, αναμένουν την φυσική και αναλυτική απάντησή τους. Ειδικότερα:

1) Κατ' αρχήν, πώς εξηγείται με φυσικά και αστρονομικά επιχειρήματα το ότι η σημερινή πυκνότητα της ολικής ενέργειας του Σύμπαντος είναι, με βάση τις παρατηρήσεις, ακριβώς ίση με την κρίσιμη πυκνότητα ενέργειας;

2) Επίσης, όπως εύκολα επαληθεύεται με βάση την κοσμολογική σταθερά, οι πυκνότητες ενέργειας της μάζας ηρεμίας και της «σκοτεινής ενέργειας», στην παρούσα κοσμική φάση («σήμερα», «τώρα») τυχαίνει να είναι σχεδόν ίσες. Αυτή η σύμπτωση (*coincidence*), όπως χαρακτηριστικά ονομάσθηκε, είναι ένα ακόμη άλτο κοσμολογικό πρόβλημα, στο πλαίσιο, βέβαια, της αποδοχής της κοσμολογικής σταθεράς.

3) Εξάλλου, εξακολουθεί να παραμένει αναπάντητο το εξής απλό και εντελώς φυσιολογικό ερώτημα: «Καλά, για ποιον φυσικό λόγο και με ποιες φυσικές διαδικασίες και διεργασίες, **έτσι ξαφνικά, του ήλθε του Σύμπαντος να αλλάξει την επιβραδυνόμενη διαστολή του σε επιταχυνόμενη και, μάλιστα, τώρα, τόσο πολύ πρόσφατα στην ιστορία του;**».

4) Αλλά και εντελώς ανεξάρτητα από τα ανωτέρω ερωτηματικά, το Πρότυπο Λ /CDM αμφισβητείται, διότι ορισμένα νέα παρατηρησιακά δεδομένα δεν φαίνεται να συμφωνούν με τις προβλέψεις του. Ειδικότερα, σύμφωνα με πολύ-πολύ πρόσφατα αποτελέσματα μετρήσεων της CMB με τον δορυφόρο PLANCK (του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος), φαίνεται, ότι, είναι πιθανόν να υπάρχει μια κάποια αλληλεπίδραση μεταξύ σκοτεινής μάζας και «σκοτεινής ενέργειας». Μένει, βεβαίως, να επαληθευθεί, το ενδιαφέρον ερώτημα, αν η φύση αυτής της αλληλεπίδρασης, στ' αλήθεια και στην ουσία της, δεν είναι τίποτε άλλο από την ουσιαστική ιδιότητα της εξαϋλώσης των *WIMPs!* Μέχρι αυτήν την ειδικότερη επαλήθευση, πρέπει να τονισθεί, ότι, ήδη, από πολύ πρόσφατες παρατηρήσεις συγκρουόμενων γαλαξιών σε σμήνη γαλαξιών, υπάρχουν σοβαρότατες ενδείξεις (αν όχι αποδείξεις) ότι η σκοτεινή μάζα δεν παραμένει αδρανής, όπως πιστεύεται μέχρι τώρα, αλλά είναι αλληλεπιδρώσα!).

5) Περαιτέρω, δύσκολα γίνεται επιστημονικά αποδεκτή και προκαλεί, τουλάχιστον σε πολλούς, αμήχανα και άβολα συναισθήματα η, μάλλον γενικώς και μοιρολατρικά αποδεκτή, παντελής άγνοιά μας για την κλασική φύση της σκοτεινής ενέργειας, αυτού του συντριπτικά υπερέχοντος των άλλων τμήματος της μάζας-ενέργειας του Σύμπαντος, αλλά και της εξίσου άγνωστης, λησμονημένης και εγκαταλελειμμένης, αλλά κεντρικής σημασίας, μέχρι τώρα, κοσμολογικής σταθεράς.

6) Επίσης, στο πλαίσιο του γενικώς αποδεκτού Προτύπου Λ /CDM, η σκοτεινή ενέργεια-εξωτικό ρευστό σταθερής αρνητικής πίεσης, γίνεται αποδεκτή, αν και φαίνεται «ξένη» προς τα υπόλοιπα, πιο «φυσιολογικά» και συνήθη, συμβατικά φυσικά χαρακτηριστικά-συστατικά του Σύμπαντος.

7) Η σκοτεινή ενέργεια (γίνεται δεκτό, ότι) χαρακτηρίζεται από σταθερή (παντού και, πρακτικώς, πάντα) αρνητική πίεση, ενώ, ταυτόχρονα και ανεξήγητα, η σκοτεινή μάζα και η βαρυονική μάζα θεωρείται, ότι έχουν μηδενική πίεση.

8) Εξάλλου, ένα μειονέκτημα και ανοικτό πρόβλημα του προτύπου Λ /CDM είναι, ότι, αυθαίρετα και σε αντίθεση με την εικόνα που υποδεικνύουν οι παρατηρήσεις, το κοσμικό ρευστό, θεωρητικά, χαρακτηρίζεται από μία και μόνον φυσική παράμετρο, την πυκνότητα μάζας ηρεμίας, και όλα τα άλλα φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού αγνοούνται, χωρίς κανέναν προβληματισμό.

9) Προκαλεί, μάλιστα, εντύπωση, μέχρι του σημείου της ομαδικής επιστημονικής εμμονής (έως παράκρουσης), το να αναζητούνται εντόνως, για την «εξήγηση» της κοσμολογικής σταθεράς, *εξωτικά ρευστά*. Και, μάλιστα, όταν, για το κοσμικό ρευστό, επιμένουμε να αγνοούμε, επίμονα και πλήρως (*σαν να μην θέλομε, σαν να μας ενδιαφέρει!*);, π.χ. το κλασικό θερμοδυναμικό περιεχόμενό του, δηλαδή, θερμοδυναμικές έννοιες για την σκοτεινή ύλη και για την βαρυονική ύλη (πλην, βεβαίως, της μάζας ηρεμίας και της θερμοκρασίας ακτινοβολίας για την CMB), όπως: *θερμοκρασία ύλης, θερμοχωρητικότητα, ειδικές θερμότητες, εντροπία, εσωτερικές θερμοδυναμικές κινήσεις, εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια, θερμοδυναμικές μεταβολές, αδιαβατικός εκθέτης, πολυτροπικός εκθέτης και, βεβαίως, πίεση του κοσμικού ρευστού και αλληλεπιδρώσα σκοτεινή μάζα*.

10) Αυτή η παράλειψη, αυτή η στερούμενη (και κλασικού) φυσικού περιεχομένου φιλοσοφία χαρακτηρίζει σήμερα όχι αμελητέο τμήμα της διεθνούς έρευνας στην Κοσμολογία και όχι μόνο στην Κοσμολογία, βεβαίως. Εξάλλου, προκαλεί εντύπωση, η ευκολία και η προθυμία μας να βάλουμε στην ζωή μας και να αποδεχθούμε αδιαμαρτύρητα, ένα καινούργιο άγνωστο, την σκοτεινή ενέργεια, όταν, στην κυριολεξία, δεν φαίνεται να μας απασχολεί το ότι γνωρίζουμε ελάχιστα για τον άλλο μεγάλο άγνωστο, την σκοτεινή μάζα. Και, βεβαίως, προκαλεί ακόμη μεγαλύτερη εντύπωση η επιμονή μας να αδιαφορούμε για την *πιθανή δομική σχέση* σκοτεινής μάζας και σκοτεινής ενέργειας.

11) Σε όλα τα ανωτέρω, αξίζει να τονισθεί, επιπρόσθετα, η *ειδοποιός διαφορά* μεταξύ των δύο εννοιών σκοτεινή μάζα και σκοτεινή ενέργεια (και των ιστοριών τους). *Η ύπαρξη της σκοτεινής μάζας είναι το άμεσο αποτέλεσμα αστρονομικών παρατηρήσεων*. Αντίθετα, η σκοτεινή ενέργεια προτάθηκε ως *μια πιθανή αλλά όχι μοναδική έμπνευση, ως μια πιθανότητα, όχι ως φυσικά δικαιολογούμενη αναγκαιότητα* (σε αντιδιαστολή προς την σκοτεινή μάζα, η οποία έχει προκύψει ως παρατηρησιακή αναγκαιότητα).

12) Τέλος, στη *σημερινή εποχή των ισχνών (οικονομικών) αγελάδων, της κρίσης και των, διεθνώς έντονων, προβλημάτων επαγγελματικής αποκατάστασης ιδίως των νέων*, δεν είναι δυνατόν να περάσει απαρατήρητη και να μείνει ασχολίαστη μια αδιαμφισβήτητη πραγματικότητα σήμερα. Ότι, δηλαδή, *προβλέπεται (τουλάχιστον μέχρι τώρα και από όσα γνωρίζω)* μάλλον υψηλή χρηματοδότηση και καταναλώνεται

χρόνος, κόπος και συναίσθημα (ιδίως από νέους και καθοδηγούμενους επιστήμονες-ερευνητές) στην διεθνώς ακολουθούμενη κατεύθυνση *θεωρητικής έρευνας* για την πιθανή φύση και τις πιθανές ιδιότητες της σκοτεινής ενέργειας. Όμως, η πραγματικότητα είναι, ότι, μέχρι τώρα, δεν έχει προκύψει κανένα χειροπιαστό αποτέλεσμα για το τι είναι, τελικά, η σκοτεινή ενέργεια (Πιθανότατα, διότι, όπως θα φανεί παρακάτω, η ίδια η απεγνωσμένως αναζητούμενη «εξωτική» σκοτεινή ενέργεια και η κοσμολογική σταθερά, απλώς, δεν χρειάζονται για την κατανόηση του Σύμπαντος, της συμπεριφοράς του, της μέχρι σήμερα ιστορίας και, ίσως, της μελλοντικής εξέλιξής του!!!).

Όλα τα ανωτέρω αναμένουν, πέραν ενός, πιθανώς, απλού σχολιασμού, την πλήρη δικαιολόγηση, από τους «φαιούς» οπαδούς της άγνωστης κοσμολογικής σταθεράς και της «εξωτικής» σκοτεινής ενέργειας. Όμως, μέχρι τότε...

Η Νέα Προσέγγιση

Σήμερα, λοιπόν, η διεθνής επιστημονική κοινότητα αυτήν την κατάσταση αντιμετωπίζει, εν πολλοίς *(ή, μάλλον και δυστυχώς, δεν αντιμετωπίζει, δεν την ενδιαφέρει, δεν την απασχολεί)*. Έχοντας όλα τα ανωτέρω υπόψη, εδώ και αρκετό καιρό, σε συνεργασία με τον κο Κλεϊδη, σε μια σειρά δημοσιεύσεων, θεωρήσαμε, ότι θα έπρεπε να μας απασχολήσει η σημασία των φυσικών χαρακτηριστικών, πλην της μάζας ηρεμίας, του κοσμικού ρευστού, ιδιαίτερα, δε, το κλασικό θερμοδυναμικό περιεχόμενό του.

Η φιλοσοφία μας και η δικαιολόγησή της είναι, ότι έννοιες, όπως η «κοσμολογική σταθερά» και «σκοτεινή ενέργεια», ως ένα εξωτικό ρευστό σταθερής αρνητικής πίεσης, ή διάφορες αλληλεπιδράσεις σκοτεινής ενέργειας και μάζας, δεν είναι απαραίτητες στην Κοσμολογία για την ερμηνεία ούτε των παρατηρησιακών κοσμολογικών δεδομένων, ούτε της ιστορίας, ούτε της εξέλιξης του Σύμπαντος. Η ρεαλιστική σκοτεινή μάζα (αν και, εν πολλοίς, άγνωστη) είναι υπεραρκετή για τον σκοπό αυτόν!

Τι κάναμε, λοιπόν; Θεωρούμε, γενικά, ότι το κοσμολογικό πρότυπο, το οποίο περιγράφει το παρατηρήσιμο Σύμπαν, εξερχόμενο από την καλούμενη εποχή της ακτινοβολίας (radiation era), περιγράφεται από ένα χωρικά επίπεδο πρότυπο τύπου

Robertson-Walker (R-W), το υλικό περιεχόμενο του οποίου μπορεί να περιγραφεί ως ένα κλασικό πολυτροπικό βαρυτικό ρευστό με συγκρούσεις (όχι άνευ συγκρούσεων) των συστατικών στοιχείων του. Σ' αυτό, κατ' αρχήν, δεν υπάρχει ούτε σκοτεινή ενέργεια ούτε κοσμολογική σταθερά. Το κοσμικό ρευστό αποτελείται κυρίως από σκοτεινή μάζα με μια μικρή πρόσμιξη βαρυονικής μάζας.

Περαιτέρω, το κοσμικό ρευστό χαρακτηρίζεται από *σνήθη, συμβατική, μη μηδενική πίεση*, και από όλα τα υπόλοιπα φυσικά θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες ενός ρευστού (θερμοκρασία ύλης, θερμοχωρητικότητα, ειδικές θερμότητες, εντροπία, εσωτερικές θερμοδυναμικές κινήσεις, εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια, θερμοδυναμικές μεταβολές, αδιαβατικός εκθέτης, πολυτροπικός εκθέτης, αλληλεπιδρώσα σκοτεινή μάζα).

Συνεπώς, όπως υποδεικνύεται από τις παρατηρήσεις, το κοσμικό ρευστό έχει ιδιότητες *συνεχούς μέσου-βαρυτικού ρευστού*, δηλαδή, οι θεμελιώδεις μονάδες του δεν είναι σημειακές μάζες, αλλά οι *στοιχειώδεις όγκοι* του εν λόγω ρευστού που εκτελούν *πολυτροπικές ροές*. Περαιτέρω, οι συγκρούσεις των WIMPs συντηρούν μια *στενή σύζευξη* μεταξύ αυτών των σωματιδίων, ώστε η θερμοδυναμικής φύσεως κινητική ενέργειά τους να μπορεί να ανακατανέμεται συνεχώς. *Είναι δυνατή, λοιπόν, η ύπαρξη στο Σύμπαν μιας επί πλέον συνιστώσας ενέργειας, απολύτως φυσικής, και αυτή είναι η ενέργεια των εσωτερικών θερμοδυναμικών κινήσεων του κοσμικού ρευστού με συγκρούσεις.*

Ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μεθόδου μας, *εντελώς περιληπτικά*, χρησιμοποιούμε, υπό τις κατάλληλες μορφές τους, τις *εξισώσεις πεδίου του Einstein (χωρίς κοσμολογική σταθερά)* και τις *εξισώσεις κίνησης της ΓΘΣ* για ένα συνεχές, βαρυτικό, πολυτροπικό μέσο, καθώς επίσης και τους *βασικούς νόμους της κλασικής θερμοδυναμικής*. Με βάση αυτά και με έναν κλασικό (δηλαδή, μη κβαντικό), ενοποιημένο και ταυτοσυνεπή τρόπο, περιγράφουμε με επιτυχία κοσμολογικές έννοιες και ιδιότητες του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού. Εντελώς ενδεικτικά, αναφέρουμε, ότι, πέραν των γνωστών εξισώσεων πεδίου και εξισώσεων κίνησης της ΓΘΣ για ένα τέλειο βαρυτικό ρευστό, οι βασικές εξισώσεις θερμοδυναμικές εξισώσεις που χρησιμοποιούμε είναι

Μεταβολή του θερμικού περιεχομένου ενός στοιχειώδους όγκου του πολυτροπικού ρευστού με συγκρούσεις:

$$dQ=C dT (\neq 0)$$

όπου

C: Ειδική Θερμοχωρητικότητα Ύλης

$\Gamma=(c_p-C)/(c_v-C)$: Πολυτροπικός Εκθέτης (Σταθερός)

Συνήθης Πίεση της Ύλης: $p = p_0 (\rho/\rho_0)^\Gamma$,

Θερμοκρασία της Ύλης: $T=T_0(\rho/\rho_0)^{\Gamma-1}$

Ειδική Περίπτωση για $C=0$: $\Gamma=>\gamma=c_p/c_v=$ (Ο συνήθης) *Αδιαβατικός Δείκτης*

Ιδιαίτερος τονίζεται η χρήση της *Αλληλεπιδρώσας Σκοτεινής Μάζας*, για την οποία, μέσω των ανωτέρω σχετικιστικών εξισώσεων, η *πυκνότητα ενέργειας*, ϵ , του κοσμικού ρευστού προκύπτει γενικευμένη ως

$$\epsilon = \epsilon_{\text{mat}} + \epsilon_{\text{int}}$$

όπου

$$\epsilon_{\text{mat}} = \rho c^2 \text{ και } \epsilon_{\text{int}} = p/(\Gamma-1)$$

δηλαδή, πέραν του γνωστού πρώτου όρου για την *πυκνότητα μάζας ηρεμίας*, ρ , περιλαμβάνει και τον δεύτερο, θερμοδυναμικό όρο, την *πυκνότητα εσωτερικής θερμοδυναμικής ενέργειας*, ϵ_{int} , εξαρτώμενο από την συμβατική πίεση, p , και τον πολυτροπικό εκθέτη, Γ . Περαιτέρω, κατά τον συνήθη συμβολισμό, ρ_0 , p_0 και T_0 είναι οι τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων «τώρα» ($z=0$).

Τέλος, για το πρότυπο του πολυτροπικού ρευστού, υπάρχει και ένα *Όριο Τύπου Λ/CDM*, οριζόμενο από τον μηδενισμό του πολυτροπικού εκθέτη,

$$\Gamma=0$$

Η συγκεκριμένη περίπτωση είναι συμβατή με ένα υλικό περιεχόμενο σταθερής πίεσης, η οποία, υποτίθεται, είναι ίση με το μηδέν:

$$p=p_0=\text{σταθ.} (\rightarrow 0 !!!)$$

Οι νέες και πρωτότυπες συνεισφορές του προτύπου του πολυτροπικού ρευστού

Με χρήση του ανωτέρω θεωρητικού και πλήρως κλασικού πλαισίου, οι νέες και πρωτότυπες συνεισφορές μας, εντελώς περιληπτικά, αναφέρονται σε, περιγράφουν, ερμηνεύουν και δικαιολογούν τις παρακάτω έννοιες και κοσμολογικά παρατηρησιακά δεδομένα:

** Η πολυτροπική θερμοδυναμική μεταβολή, ως μεγάλης σημασίας, τουλάχιστον από μεθοδολογικής απόψεως, διότι συσχετίζει όλες τις γνωστές μας θερμοδυναμικές μεταβολές (για διάφορες τιμές της ειδικής θερμοχωρητικότητας και, άρα, του πολυτροπικού εκθέτη), και διότι χαρακτηρίζει μεταβολές (συστολές και εκτονώσεις) του ρευστού συνοδευόμενες από μεταφορά θερμότητας.

** Η «σκοτεινή ενέργεια», δηλαδή, η επί πλέον ενέργεια που απαιτείται για την αιτιολόγηση της χωρικής επιπεδότητας του Σύμπαντος,

** Η επιταχυνόμενη (τώρα) και επιβραδυνόμενη (παλαιότερα) κοσμική διαστολή,

** Η μετάβαση (transition) από την φάση της επιβράδυνσης στην φάση της επιτάχυνσης και η λεπτομερής φυσική-δυναμική περιγραφή της,

** Το γιατί και πότε συνέβη αυτή η μετάβαση, ως συνέπεια, απλώς και μόνον, της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας,

** Γιατί η σημερινή τιμή της παραμέτρου πυκνότητας της ολικής ενέργειας είναι ακριβώς ίση με την μονάδα (χωρικά επίπεδο κοσμολογικό πρότυπο),

** Το πρόβλημα της, ουσιαστικά, σύμπτωσης σήμερα των πυκνοτήτων της μάζας ηρεμίας του υλικού περιεχομένου του Σύμπαντος και της σκοτεινής ενέργειας («γιατί τώρα;»), $\varepsilon_{\text{int}}/\varepsilon_{\text{mat}} = (1-\Omega_M)/\Omega_M \sim 2.58$,

** Το πρόβλημα της ηλικίας του Σύμπαντος (πόσο μεγάλη, στ' αλήθεια, είναι η ηλικία του Σύμπαντος;),

** Η θεωρητική έκφραση και η τιμή της παραμέτρου επιβράδυνσης και οι συνέπειες του μηδενισμού της.

** Η εξέλιξη των εσωτερικών φυσικών χαρακτηριστικών του κοσμικού ρευστού, ως συναρτήσεων της κοσμικής εποχής, δηλαδή, της φασματικής μετάθεσης προς το ερυθρό, σε αντιδιαστολή προς τα σταθερά, παντού και, πρακτικώς, πάντα, χαρακτηριστικά της σκοτεινής ενέργειας. Ειδικότερα, από προγενέστερες προς μεταγενέστερες εποχές (δηλαδή, για μειούμενο z) και για $\Gamma < 0$, ισχύουν: ελαττούμενη πυκνότητα μάζας ηρεμίας (ρ), ελαττούμενη πίεση (p) ύλης, αυξανόμενη θερμοκρασία (T) ύλης, αυξανόμενη εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια (u), αυξανόμενη πυκνότητα εσωτερικής ενέργειας ($\epsilon_{int} = p/(\Gamma - 1)$), αυξανόμενη σχετική σπουδαιότητα της πυκνότητας εσωτερικής ενέργειας ως προς την πυκνότητα μάζας ηρεμίας ($\epsilon_{int}/\epsilon_{mat}$).

** Οι παρατηρήσιμες φυσικές παράμετροι του κοσμικού ρευστού στην φάση της μετάβασης (και «σήμερα», φυσικά).

Περαιτέρω χαρακτηριστικά αποτελέσματά μας, μεταξύ άλλων, είναι:

** Προσδιορίζονται οι συνθήκες ($\Gamma < 1$), υπό τις οποίες, κατά την διάρκεια της κοσμικής διαστολής του πολυτροπικού τέλειου ρευστού, το έργο της πίεσης είναι αρνητικό, δηλαδή, *το έργο επιστρέφεται στο ίδιο το κοσμικό ρευστό!!!*

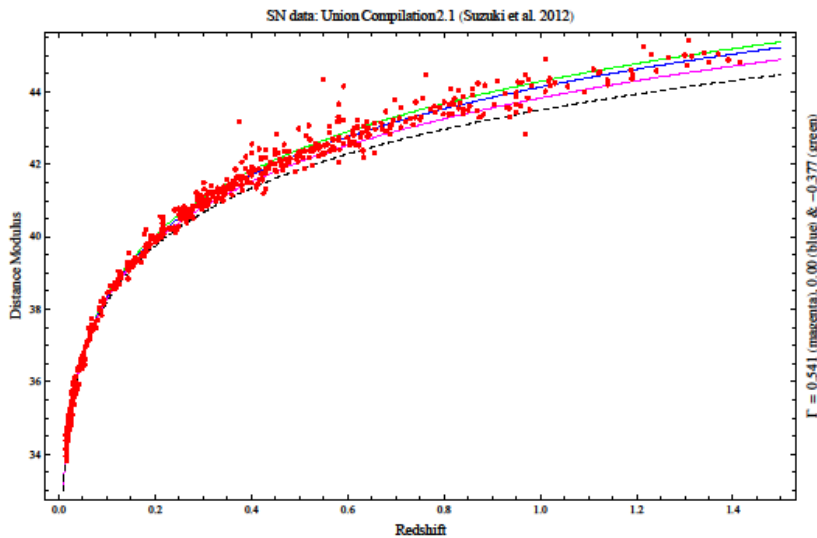
** Στο κοσμολογικό πρότυπο του πολυτροπικού ρευστού υπάρχει *μόνον μία ελεύθερη παράμετρος, ο πολυτροπικός εκθέτης*, ο οποίος δομείται αποκλειστικά από τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού και το φυσικό νόημα του οποίου είναι, ότι, πρακτικά, ισούται με το τετράγωνο της κοσμικής ταχύτητας του ήχου (με μονάδα την ταχύτητα του φωτός στο κενό) κατά την μετάβαση από την επιβράδυνση στην επιτάχυνση της κοσμικής διαστολής,

** Με τρόπο εξαιρετικά λεπτομερή (και άρα πολύ διδακτικό από πλευράς και ερευνητικής μεθοδολογίας και επιστημονικής αναγκαιότητας!) προσδιορίζομε το εύρος των επιτρεπτών τιμών του πολυτροπικού εκθέτη (των συνεπών προς και βασιζόμενων επί των διαθέσιμων κοσμολογικών δεδομένων),

** Για το ανωτέρω εύρος τιμών του πολυτροπικού εκθέτη, η συνήθης, συμβατική πίεση του κοσμικού ρευστού γίνεται *αρνητική* (όπως, ακριβώς, «αρνητική πίεση απαιτούν» η σκοτεινή ενέργεια και η κοσμολογική σταθερά!),

** Η επί πλέον ενέργεια, η οφειλόμενη στην θερμοδυναμική φύση του βαρυντικού κοσμικού ρευστού σκοτεινής μάζας με συγκρούσεις, είναι άμεση συνέπεια της ίδιας της σκοτεινής μάζας και όχι ανεξάρτητη αυτής,

** Το πρότυπο του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού αναπαράγει με μεγάλη ακρίβεια την μέτρηση των αποστάσεων των μακρινών υπερκαινοφανών SNe Type Ia (Βλέπε Σχήμα παρακάτω (ισοδύναμα, Fig. 5 των *Kleidis and Spyrou 2015*) και Σχήμα από Σελ.31 (ισοδύναμα, Fig. 6 των *Kleidis and Spyrou 2015*)), είναι συμβατό με τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την *CMB-shift parameter*, αποδίδει επακριβώς το εύρος των αποδεκτών τιμών όλων των θερμοδυναμικών παραμέτρων του κοσμικού ρευστού και, στην οριακή περίπτωση του μηδενικού πολυτροπικού εκθέτη, αναπαράγει όλα τα αποτελέσματα του Προτύπου Λ /CDM.



Ορισμένες Προβλέψεις του Προτύπου του Πολυτροπικού Βαρυντικού Ρευστού

Όπως είναι γνωστό, η επιστημονική έρευνα προχωρεί με την συνεχή αλληλεπίδραση και αλληλοσυμπλήρωση θεωρίας και παρατηρήσεων–πειραμάτων. Δηλαδή, η θεωρία κάνει μια θεωρητική πρόβλεψη, την οποία η παρατήρηση πρέπει να επαληθεύσει-επιβεβαιώσει. Σε μια τέτοια περίπτωση, η θεωρία επιβεβαιώνεται και ενισχύεται. Σε αντίθετη περίπτωση, η συγκεκριμένη θεωρητική πρόβλεψη (και, πιθανότατα, η θεωρία ολόκληρη) απορρίπτεται, μέχρι την εμφάνιση μιας νέας θεωρητικής πρόβλεψης κ.ο.κ..

Είναι, λοιπόν, προφανές, ότι μια θεωρία είναι δυνατόν να εξηγεί ορισμένα παρατηρησιακά δεδομένα, όμως, επιβάλλεται να μπορεί, επί πλέον, να κάνει περαιτέρω νέες προβλέψεις, για μελλοντική επιβεβαίωση ή απόρριψη.

Με την έννοια αυτήν, το θεωρητικό πλαίσιο του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού εξηγεί πληθώρα παρατηρησιακών δεδομένων. Όμως, επί πλέον, προβλέπει και το εύρος των επιτρεπτών τιμών των εξής φυσικών παραμέτρων του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού: Πολυτροπικός Εκθέτης, Ταχύτητα Ήχου, Παράμετρος Επιβράδυνσης, Θερμοχωρητικότητα Μάζας, Θερμοκρασία Μάζας, Εντροπία Μάζας και του λόγου των πυκνοτήτων εσωτερικής ενέργειας και μάζας ηρεμίας, του απαραίτητου για την έναρξη της φάσεως μετάβασης στην επιτάχυνση της κοσμικής διαστολής. Το, προς επιβεβαίωση ή απόρριψη, με ανεξάρτητο τρόπο, μικρό εύρος των ανωτέρω επιτρεπτών τιμών είναι χαρακτηριστικό της κατάστασης ακριβούς συντονισμού (*fine tuning*) που επικρατεί στο αποδεκτό πολυτροπικό κοσμικό ρευστό. Αναλυτικότερα, οι προβλεπόμενες τιμές είναι:

$$\text{Πολυτροπικός Εκθέτης: } -0.089 < \Gamma \leq 0$$

$$\text{Ταχύτητα του ήχου: } 0 < (c_s/c)_{\text{tr}}^2 < 0.044$$

$$\text{Παράμετρος Επιβράδυνσης: } -0.086 < q_0 < -0.0589$$

$$\text{Θερμοχωρητικότητα: } 0.082 + 0.918 \gamma < C/c_v \leq \gamma, \quad (1 < \gamma < 3)$$

$$\text{Θερμοκρασία ύλης: } 0.165 < T_{\text{tr}}/T_0 \leq 0.189 \text{ (ειδικότερα, για}$$

$$T_0 = 1.95 \text{ K} \Rightarrow 0.322 \text{ K} < T_{\text{tr}} \leq 0.369 \text{ K})$$

$$\text{Εντροπία ύλης: } 1.666 \text{ C} \leq \Delta S_{\text{tr}}|_{(z_{\text{tr}} \rightarrow 0)} = S_0 - S_{\text{tr}} < 1.802 \text{ C}$$

$$\text{Έναρξη μετάβασης: } 0.441 < \varepsilon_{\text{int}}/\varepsilon_{\text{mat}} \leq 0.500$$

$$\text{Συνθήκη μετάβασης: } d^2 S/d^2 t > 0 \Rightarrow \varepsilon(z) + 3p(z) < 0 \Rightarrow z < z_{\text{tr}}!$$

$$\text{Συνθήκη μετάβασης: } q(z) < 0 \Rightarrow z < z_{\text{tr}}!$$

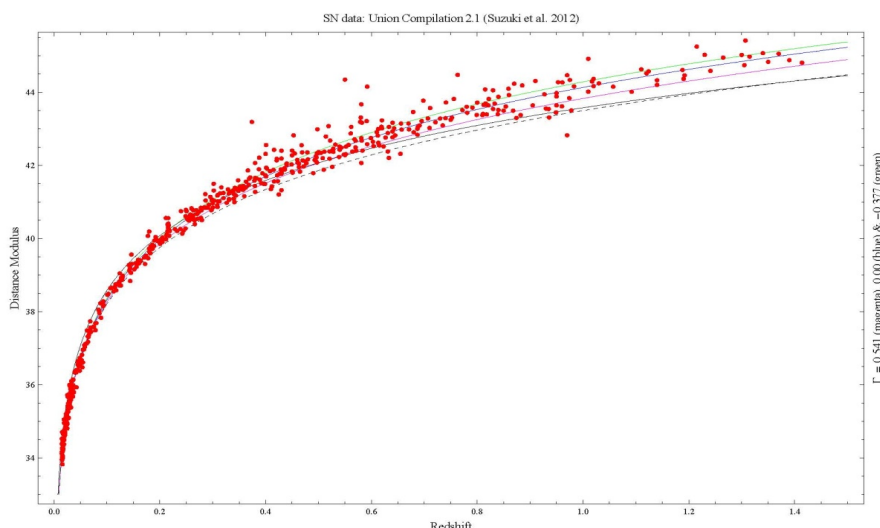
Τι συνιστά, στ' αλήθεια, η φημολογούμενη «ανακάλυψη-πρόταση» της σκοτεινής ενέργειας; Μια ψύχραιμη, αντικειμενική και ειλικρινής αξιολόγηση

Με βάση όσα αναφέρθηκαν, είναι δυνατή, από την σκοπιά του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού, μια περαιτέρω αξιολόγηση και αποτίμηση του γενικώς αποδεκτού σήμερα Προτύπου Λ /CDM, της γενικότερης φιλοσοφίας που εκφράζει, της ιστορίας του και των αποτελεσμάτων και προβλέψεών του. Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας αποτίμησης-αξιολόγησης, φυσικά, θα μπορούσε (αν και δεν θα έπρεπε, βεβαίως) να εξαρτάται από την φιλοσοφία και την παιδεία εκείνου/ης που, όμως, καλοπροαίρετα αλλά και ρεαλιστικά, πάντοτε, την επιχειρεί και ειδικότερα από το πόσο «φυσικοποιημένος/η» ή «μαθηματικοποιημένος/η» είναι.

Όπως, ήδη, αναφέρθηκε, η μέχρι τώρα αντιμετώπιση των θεμάτων της «εξασθένησης» του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών και της πρότασης της έννοιας της σκοτεινής ενέργειας, μέσω της αναβίωσης της κοσμολογικής σταθεράς, αν και ευφυής, ήταν, εντελώς αντικειμενικά κρινόμενη, απολύτως μαθηματικώς προσανατολισμένη, ελάχιστα έως καθόλου αστρονομικώς προσανατολισμένη και δικαιολογημένη και, όπως εκ των υστέρων αποδεικνύεται μετά από δεκαεπτά ολόκληρα χρόνια, ανεπιτυχής ως προς τους αντικειμενικούς σκοπούς της, λόγω της συνεχιζόμενης άγνοιάς μας για την σκοτεινή ενέργεια.

Περαιτέρω, το φυσικό-αστροφυσικό πολυτροπικό πρότυπο του κοσμικού ρευστού, για $\Gamma=0$, αναπαράγει όλα τα αποτελέσματα του Προτύπου Λ /CDM. Ιδιαίτερος, αναπαράγει πλήρως, ως παρατηρησιακό αποτέλεσμα, το *Διάγραμμα Hubble* των υπερκαινοφανών. Στο «νέο» διάγραμμα δεν υπάρχει απόκλιση μεταξύ παρατηρήσεων και θεωρίας και, επομένως, απ' αυτό το «νέο» διάγραμμα ούτε προκύπτει, ούτε είναι ανάγκη να προκύπτει κανενός είδους απόκλιση, η οποία θα «οδηγούσε» στο συμπέρασμα, ότι *οι υπερκαινοφανείς (γιατί μόνον αυτοί, άραγε;) φαίνονται αμυδρότεροι και, άρα, είναι πιο μακριά από ό,τι προβλέπεται θεωρητικά, με αποτέλεσμα το Σύμπαν να πρέπει να επιταχύνει την κοσμική διαστολή του*. Στην περίπτωση του πολυτροπικού ρευστού, η θεωρητικά προβλεπόμενη θέση των υπερκαινοφανών συμπίπτει με την παρατηρούμενη θέση τους και, μάλιστα, εντελώς ανεξάρτητα από την επιτάχυνση της κοσμικής διαστολής. Η, δε, τελευταία, με βάση την

ΓΘΣ, προκύπτει, εντελώς φυσιολογικά, και από το *Διάγραμμα Hubble* και από τις ιδιότητες της παραμέτρου επιβράδυνσης για το πολυτροπικό κοσμικό ρευστό. Δεν χρειάζεται, για τον σκοπό αυτόν η «συνεισφορά» των υπερκαινοφανών ούτε της κβαντικής θεωρίας! Αυτό επαληθεύεται παρατηρησιακά αμέσως από το παρακάτω *Διάγραμμα Hubble*, το οποίο παριστά την πλέον πλήρη (προς το παρόν) κατανομή των μακρινών SNe Ia.



Όπως και στο Fig. 5 των Kleidis and Spyrou (2015), στο ανωτέρω Σχήμα η *διακεκομμένη καμπύλη* αντιστοιχεί στην πρόβλεψη του *Προτύπου Einstein-de Sitter* (για ένα κοσμολογικό πρότυπο, στο οποίο το κοσμικό ρευστό διαθέτει μόνον μάζα, χωρίς πίεση). Επί πλέον, όμως, του Fig. 5 των Kleidis and Spyrou (2015), το ανωτέρω Σχήμα είναι συμπληρωμένο με τη *μαύρη καμπύλη*, ως την αντίστοιχη πρόβλεψη του διαστελλόμενου *Προτύπου de Sitter* για ένα κενό κοσμολογικό πρότυπο με, υποτίθεται, σταθερή την τιμή της H , δηλαδή, με *παραμέτρο επιβράδυνσης*, $q = -1$ (ισοδύναμα, πρακτικά, με ταχύτητα κοσμικής διαστολής ευθέως ανάλογη της απόστασης). Αυτή η *μαύρη καμπύλη*, λοιπόν, είναι η *οριακή καμπύλη μεταξύ κοσμικής επιτάχυνσης και κοσμικής επιβράδυνσης*. Δηλαδή, οι υπερκαινοφανείς που βρίσκονται πάνω από την μαύρη καμπύλη υπόκεινται σε κοσμική επιτάχυνση, ενώ εκείνοι που βρίσκονται κάτω από τη μαύρη καμπύλη υπόκεινται σε κοσμική επιβράδυνση. Είναι χαρακτηριστικό, ότι, για μικρά z (< 0.4) οι υπερκαινοφανείς βρίσκονται *κάτω* από την μαύρη καμπύλη, δηλαδή, αντιστοιχούν σε *επιβραδυνόμενο*

Σύμπαν (όπως τότε αναμενόταν). Όμως, για μεγαλύτερα z (>0.4), οι υπερκαινοφανείς βρίσκονται πάνω από τη μαύρη καμπύλη, δηλαδή, αντιστοιχούν σε επιταχυνόμενο Σύμπαν (αντίθετα από ό,τι τότε αναμενόταν).

Ιστορικά, λοιπόν, αν, εκείνη την προ δεκαεπταετίας, περίπου, εποχή, το πολυτροπικό πρότυπο ήταν γνωστό (δηλαδή, αν στην περιγραφή του κοσμικού ρευστού είχαν ληφθεί υπόψη και άλλες φυσικές παράμετροί του και όχι μόνον η πυκνότητα της μάζας του ηρεμίας), ο «ρουζ» της κοσμολογικής ιστορίας, πιθανότατα, θα ήταν πολύ διαφορετικός από αυτόν που εν τέλει ακολουθήθηκε. Δηλαδή, θα είχε ανακαλυφθεί, όχι απλώς, η ίδια η κοσμική επιτάχυνση, αλλά, επί πλέον, και το ίδιο, το απλό φυσικό αίτιό της, ή, ισοδύναμα, το θερμοδυναμικό περιεχόμενο του κοσμικού ρευστού. Συνεπώς, για την ερμηνεία των παρατηρησιακών δεδομένων, δεν θα ήταν απαραίτητη, η καταφυγή σε ούτως ή άλλως περιττές έννοιες, όπως «εξασθένηση» του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών SNe Ia, κοσμολογική σταθερά και σκοτεινή ενέργεια!

Με βάση, λοιπόν, τους ανωτέρω συλλογισμούς, προκύπτει το ερώτημα: «Τι συνιστά, στ' αλήθεια, η «πρόταση-ανακάλυψη» της σκοτεινής ενέργειας, στο πλαίσιο του Προτύπου Λ /CDM;».

Προφανώς, η πρόταση της κοσμολογικής σταθεράς και η «ανακάλυψη» της σκοτεινής ενέργειας βασίσθηκαν στην ασυμφωνία, κατ' αρχήν, στο Διάγραμμα Hubble, μεταξύ της θεωρητικής πρόβλεψης του Προτύπου Λ /CDM και των παρατηρησιακών δεδομένων για την «εξασθένηση» του φωτός των μακρινών SNe Type Ia. Αφού, όμως, σε πλήρη αντίθεση με τα ανωτέρω, στο Διάγραμμα Hubble του πολυτροπικού προτύπου δεν υπάρχει απόκλιση μεταξύ παρατηρήσεων και θεωρίας, φυσιολογικά, προκύπτει η ερώτηση: Τι θα είχε «ανακαλυφθεί» από το Διάγραμμα Hubble, αν, για κάποιο λόγο, η θεωρητική πρόβλεψη του χρησιμοποιούμενου κοσμολογικού προτύπου ήταν διαφορετική, δηλαδή, αν η οριακή καμπύλη σ' αυτό το διάγραμμα ήταν διαφορετική απ' αυτήν (την διακεκομμένη) που εν τέλει χρησιμοποιήθηκε; Η απάντηση είναι: Προφανώς, η «εξασθένηση του φωτός» θα ερμηνευόταν διαφορετικά, όπως και η τιμή της παγκόσμιας κοσμολογικής σταθεράς (!) Λ , δηλαδή, και οι δύο θα ήταν συναρτήσεις του κοσμολογικού προτύπου και, πιθανώς, διαφοροποιήσιμες (μεταβαλλόμενες) στο μέλλον !!! Όμως, ένα τέτοιο

συμπέρασμα, αν και ενδιαφέρον, είναι άτοπο, μη αποδεκτό και, φυσικά, απορριπτό (τουλάχιστον για μια *παγκόσμια σταθερά* (Λ)!).

Ως συνέπεια των ανωτέρω, προκύπτει και η ερώτηση: *Τι θα είχε «ανακαλυφθεί» από το Διάγραμμα Hubble, αν δεν υπήρχε η ανωτέρω «ασυμφωνία», δηλαδή, αν, π.χ., στην περιγραφή του κοσμικού ρευστού, είχαν ληφθεί υπόψη τα θερμοδυναμικά φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού; Η απάντηση είναι εκπληκτική: Τίποτε, προφανώς (!!!), ούτε η εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών, ούτε η μεγαλύτερη απόσταση των υπερκαινοφανών, ούτε, άρα, η επιτάχυνση της κοσμικής διαστολής, ούτε, βεβαίως, η σκοτεινή ενέργεια, ούτε, κατ' ακολουθίαν, θα είχε ανασυρθεί από την αφάνεια η κοσμολογική σταθερά.*

Προκύπτει, λοιπόν, αβίαστα, ότι η «προταθείσα-ανακαλυφθείσα», στο πλαίσιο του Προτύπου Λ /CDM (μηδενικής πίεσης), σκοτεινή ενέργεια-εξωτικό ρευστό αρνητικής πίεσης, σταθερής παντού και πάντα, *δεν υφίσταται ως φυσική κοσμολογική οντότητα, ως φυσικό χαρακτηριστικό του κοσμικού ρευστού- του υλικού περιεχομένου του Σύμπαντος.*

Φυσικά, με βάση το χωρικά επίπεδο πρότυπο R-W και το παρατηρησιακό γεγονός $\Omega_0=1$, το συντριπτικά μεγάλο ποσοστό της μάζας-ενέργειας του Σύμπαντος «λείπει», μας είναι άγνωστο. Όμως, αυτό το ποσοστό δεν είναι η παντελώς άγνωστη και *αξιωματικώς* προταθείσα σκοτεινή ενέργεια με την υποτεθείσα συγκεκριμένη μορφή του εξωτικού ρευστού αρνητικής πίεσης και σταθερής, παντού και, πρακτικώς, πάντα, πίεσης, αλλά «κάτι άλλο». Και αυτό το «κάτι άλλο», στο πλαίσιο του πολυτροπικού ρευστού, είναι, ακριβώς, η, απολύτως φυσική, ενέργεια των εσωτερικών θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του πολυτροπικού ρευστού, ως αδιαμφισβήτητο και *εξ' υπαρχής* φυσικό συστατικό του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού-υλικού περιεχομένου του Σύμπαντος!

Βεβαίως, στο πλαίσιο του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού, αυτό το συμπέρασμα δεν συνεπάγεται, ότι δεν ισχύει η επιτάχυνση (όπως, ασφαλώς, θα ίσχυε στο Πρότυπο Λ /CDM), διότι η επιτάχυνση προκύπτει *εντελώς φυσιολογικά* και από τις ιδιότητες της παραμέτρου επιβράδυνσης για το πολυτροπικό κοσμικό ρευστό και ως απλή φυσιολογική συνέπεια των εξισώσεων της ΓΘΣ και από το *Διάγραμμα*

Hubble. Για την ερμηνεία της, δε, δεν χρειάζεται η «συνεισφορά» των μακρινών υπερκαινοφανών ούτε, φυσικά, ή ίδια η «σκοτεινή ενέργεια». Η επιτάχυνση εξηγείται ως το αποτέλεσμα της εσωτερικής θερμοδυναμικής ενέργειας του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού, με την οποία η σκοτεινή ενέργεια και ταυτοποιείται!

Συνεπώς, η ανωτέρω πρόταση και η δήθεν «ανακάλυψη-αποκάλυψη» της «εξωτικής» σκοτεινής ενέργειας, στο πλαίσιο του Προτύπου Λ /CDM, μπορεί (από την σκοπιά του πολυτροπικού ρευστού) να θεωρηθεί, απλώς, ως η «επιτυχής» προσπάθεια για πιθανή «δήθεν ερμηνεία» μιας αναγκαστικής επιστημονικής παράλειψης, ή, ακόμη, ενός επιστημονικού λάθους (ή πλάνης), ή, τέλος, μιας επιστημονικής μη αναγκαιότητας (!).

Σε σαφή αντιδιαστολή, όμως, στο πλαίσιο του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού και με βάση, απλώς και μόνον, την Γενική Θεωρία της Σχετικότητας και χωρίς καμιά αναφορά σε κβαντικές έννοιες, ούτε το λάθος ή η παράλειψη ούτε η ερμηνεία του, μέσω της «συνεισφοράς» των υπερκαινοφανών, ούτε η αναβίωση της κοσμολογικής σταθεράς αποδείχθηκαν απαραίτητα. Επί πλέον, δε, όλα αυτά προέκυψαν λόγω της προφανούς φυσικής ανεπάρκειας-μη πληρότητας του Προτύπου Λ /CDM και, το χειρότερο, της «αναγκαστικής και με κάθε θυσία» εφαρμογής του.

Όλα αυτά τα νέα αποτελέσματα και συμπεράσματα, με βάση το πολυτροπικό κοσμικό ρευστό, αποτελούν ένα «καλό μάθημα» για την συμπεριφορά-τακτική της διεθνούς επιστημονικής-ερευνητικής κοινότητας, ιδιαίτερα, δε, όσον αφορά στη μελλοντική συμπεριφορά της, αποκαλύπτοντας το παρελθόν ως παράδειγμα προς αποφυγήν! Πράγματι, από τα μέχρι τώρα αναφερθέντα προκύπτουν ορισμένα πολύ ενδιαφέροντα, κατ' αρχήν μη αναμενόμενα, αποτελέσματα, τα οποία, από την σκοπιά του πολυτροπικού ρευστού, συνηγορούν προς την αμφισβήτηση της ορθότητας, της φυσικής πληρότητας και, εν πολλοίς, των περισσότερων (πλην ενός, της κοσμικής επιτάχυνσης) αποτελεσμάτων-προβλέψεων του φυσικώς ελλειμματικού Προτύπου Λ /CDM. Πιο συγκεκριμένα:

** Η συσχέτιση της σκοτεινής ενέργειας με την κοσμολογική σταθερά δεν συνιστά οποιαδήποτε φυσική ερμηνεία της σκοτεινής ενέργειας, απλώς, «μια

μετατόπιση του προβλήματος»-Μια άγνωστη ποσότητα «εξηγείται» με την βοήθεια μιας άλλης άγνωστης ποσότητας.

******Η συσχέτιση της κοσμικής επιτάχυνσης με την σκοτεινή ενέργεια *δεν συνιστά φυσική ερμηνεία της επιτάχυνσης*, απλώς, «μια μετατόπιση του προβλήματος».

******Η «εξασθένηση» του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών *δεν συνιστά «πραγματικό παρατηρησιακό γεγονός»*, είναι (ή δεν είναι) συνέπεια του χρησιμοποιούμενου φυσικού προτύπου για το κοσμικό ρευστό και, *βασίμως πλέον, αμφισβητείται* (Από την πολυτροπική άποψη του υλικού περιεχομένου του Σύμπαντος, η «εξασθένηση» του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών είναι μια κατά λάθος ανακάλυψη, ή μια μη ανακάλυψη! Οπωσδήποτε, δεν χρειάζοταν, διότι, πολυτροπικά, δεν υπάρχει!)

******Η συσχέτιση της επιτάχυνσης με την εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών *είναι κενή νοήματος*.

******Η ύπαρξη της «εξωτικής» σκοτεινής ενέργειας, ως ενός αναγκαίου φυσικού συστατικού του κοσμικού ρευστού, *δεν αποδεικνύεται και παραμένει έωλη*.

******Είναι επιβεβλημένη μια *κλασική φυσική ερμηνεία* όλων των ανωτέρω εννοιών, λαμβάνοντας υπόψη *όλα τα διαθέσιμα κλασικά, συνήθη φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού*, πέραν της πυκνότητας της μάζας ηρεμίας.

******Η φυσική και, ιδιαίτερα, η αστρονομική ανεπάρκεια της όλης αντιμετώπισης του προβλήματος «σκοτεινή ενέργεια-εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών-επιτάχυνση κοσμικής διαστολής» δεν δικαιολογούν λανθασμένες και ανεργάτιστες αντιλήψεις και προτάσεις, αλλά και «ευσεβείς πόθους» του τύπου *«According to Einstein's theory of General Relativity, gravity should lead to a slowing of the expansion»* ή/και *«General Relativity must be replaced by a new theory of gravity on cosmic scales»*. Και αυτά ισχύουν, τουλάχιστον, για την ιστορία του Σύμπαντος μετά την φάση της επανασύνδεσης (*post-recombination Universe*).

Μια αξιολογούμενη «επιστημονική» συμπεριφορά και τακτική- Διαπιστώσεις

Η μέχρι τώρα συμπεριφορά-τακτική της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας στο ευρύτερο θέμα της σκοτεινής ενέργειας, κατά εμφανή τρόπο, χαρακτηρίζεται από ελάχιστα αστρονομική-αστροφυσική σκέψη (ίσως, και ελάχιστα φυσική σκέψη, όπως η τελευταία αντιδιαστέλλεται προς την καθαρά μαθηματικώς προσανατολισμένη σκέψη). Πραγματικά, δεν είναι δυνατόν να εξηγηθεί διαφορετικά η συστηματική και επίμονη άρνηση της επιστημονικής κοινότητας για μια κλασική-φυσική-αστρονομική, δηλαδή, για μια ρεαλιστική τακτική της και αντιμετώπιση των ανωτέρω θεμάτων. Αυτό δεν μπορεί, παρά να εκφράζει συγκεκριμένη επιστημονική φιλοσοφία και τρόπο σκέψης και συγκεκριμένη διάθεση και πρόθεση, ίσως, βεβιασμένη!

Μια τέτοια τακτική θα μπορούσε να είναι η, έστω, *κατ' αρχήν*, θεώρηση του ρόλου και άλλων, π.χ. των εσωτερικών θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του κοσμικού ρευστού και, ιδιαιτέρως, της παρατηρησιακά υποδεικνυόμενης μη αμελητέας πίεσης της (βαρυονικής και σκοτεινής) ύλης, στα σύγχρονα κοσμολογικά προβλήματα, όταν, την ίδια στιγμή, *δίκην «νοοτροπίας αγέλης»*, γίνεται αποδεκτή η μη μηδενική πίεση της εξωτικής σκοτεινής ενέργειας.

Εξάλλου, δεν μπορεί να περάσει απαρατήρητο το γεγονός της σχεδόν καθολικής «καταφυγής» σε *κβαντικές μεθόδους-έννοιες* και η σχεδόν αποκλειστική εφαρμογή τους για την ερμηνεία της επιτάχυνσης της κοσμικής διαστολής. Παρομοίως, πολύ περισσότερο, προκαλεί εντύπωση η ευκολία, με την οποία η διεθνής επιστημονική κοινότητα «κατέφυγε απελπισμένα» στην αναβίωση της ανενεργού κοσμολογικής σταθεράς και, εν πολλοίς, «συνεχίζει σ' αυτό το πνεύμα», αποφεύγοντας την εις βάθος εξέταση μιας *δομικής σχέσης* μεταξύ σκοτεινής ενέργειας και σκοτεινής μάζας.

Τέλος, προκαλεί εντύπωση και η έλλειψη του ελάχιστου προβληματισμού (και από πλευράς της αστρονομικής-αστροφυσικής επιστημονικής κοινότητας) για το φυσικώς ελλειμματικό Πρότυπο Einstein-de Sitter, περιγραφόμενο από μίαν μόνον φυσική παράμετρο (πυκνότητα μάζας ηρεμίας), πριν γίνει αποδεκτή η (εξωπραγματική, από την σκοπιά του πολυτροπικού ρευστού) «εξασθένιση» του

φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών και η (ελάχιστα φυσικώς δικαιολογούμενη τότε και ισχύουσα τώρα) δραστική αλλαγή της συμπεριφοράς του ρυθμού διαστολής του κοσμικού ρευστού.

Επανάληψη της ίδιας και θλιβερής ιστορίας

Ένα από τα προαναφερθέντα ενδιαφέροντα και απαραίτητα χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα του προτύπου του πολυτροπικού ρευστού είναι ότι, πέραν της κλασικής-συνήθους φυσικής και αστρονομικής ερμηνείας της σκοτεινής ενέργειας, της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής και της «μη εξασθένησης» του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών, επί πλέον, προβλέπει προτάσεις-προβλέψεις προς (κυρίως) παρατηρησιακή επαλήθευση (ή και απόρριψη, βεβαίως). Φυσικά, μια τέτοια δυνατότητα προβλέψεων είναι επιβεβλημένη σε/για κάθε αξιόλογη ερευνητική προσπάθεια, διότι, τελικά, επιβεβαιώνει ή όχι και την χρησιμότητα, ακόμη και την ορθότητα αυτής της προσπάθειας στο πλαίσιο της παγκόσμιας επιστημονικής-ερευνητικής κοινότητας και προσπάθειας.

Αν αυτή η αρχή θεωρηθεί ως δεδομένη και γενικώς αποδεκτή, έχει πολλές, ενδιαφέρουσες και χρήσιμες συνέπειες. Έτσι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ευρείες θεματικές περιοχές, στην οποίες έχει γίνει έντονη θεωρητική ερευνητική προσπάθεια για τα θέματα της σκοτεινής ενέργειας και της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής είναι η *Θεωρητική Φυσική*, η *Κβαντική Φυσική*, η *Κβαντική Θεωρία Πεδίου*. Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της ερευνητικής προσπάθειας είναι η εξ' αρχής *αξιωματική αποδοχή* της ύπαρξης της κοσμολογικής σταθεράς, ως κυρίαρχου συστατικού στοιχείου και του Σύμπαντος και της έρευνας.

Στο πλαίσιο, λοιπόν, των ανωτέρω προσπαθειών, για την κοσμολογική σταθερά έχουν προταθεί, γενικά, δύο μορφές. Σύμφωνα με την πρώτη μορφή, όπως ήδη αναφέρθηκε, η σκοτεινή ενέργεια πληροί τον χώρο ομοιόμορφα και έχει πυκνότητα ενέργειας *σταθερή παντού και, πρακτικώς, πάντα*. Σύμφωνα με την δεύτερη μορφή, η σκοτεινή ενέργεια περιγράφεται από βαθμωτά πεδία, δηλαδή, δυναμικές ποσότητες με πυκνότητα ενέργειας είτε σταθερή εν χώρω, είτε μεταβλητή εν χώρω και χρόνω. Η κοσμολογική σταθερά περιγράφεται εκτενώς, κυρίως, ως προς

τις ιδιότητές της ως *μαθηματικής οντότητας* στο πλαίσιο της Κβαντικής Φυσικής και, συνήθως, σχηματοποιείται ως ισοδύναμη με την ενέργεια του κενού.

Πάντως, η γενικότερη περίπτωση της χρονικά εξαρτώμενης κοσμολογικής σταθεράς παρουσιάζει μικρό ενδιαφέρον, *διότι βαθμωτά πεδία, αμετάβλητα εν χώρω, δύσκολα διακρίνονται από την εν χώρω σταθερή «κοσμολογική «σταθερά», διότι φαίνεται, ότι μεταβάλλονται εξαιρετικά αργά (εν χρόνω). Για τον λόγο αυτό, εδώ, για την πυκνότητα ενέργειας και την πίεση της σκοτεινής ενέργειας, έχει χρησιμοποιηθεί συστηματικά ο όρος «σταθερά παντού και, πρακτικώς, πάντα»).*

Περαιτέρω, σχετικά με τις (φιλόδοξες) προσπάθειες, κατ' αρχήν, παρατηρησιακής επαλήθευσης της σκοτεινής ενέργειας, απαιτούνται εξαιρετικά ακριβείς μετρήσεις του ρυθμού της κοσμικής διαστολής για την κατανόηση των εν χώρω και χρόνω μεταβολών της. Η εξέλιξη του ρυθμού της κοσμικής διαστολής παραμετροποιείται με την (αυθαίρετα επιλεγόμενης και απλούστερης δυνατής μορφής) κοσμολογική *εξίσωση κατάστασης* του ρευστού της σκοτεινής ενέργειας (δηλαδή, τη σχέσης μεταξύ πίεσης και της πυκνότητας ενέργειας του κενού). Αν και τα ανωτέρω αποτελούν σήμερα μία από τις μεγαλύτερες και πλέον φιλόδοξες προσπάθειες της Παρατηρησιακής Κοσμολογίας, δυστυχώς, μέχρι τώρα, δεν υπάρχει *«κανένα χειροπιαστό αποτέλεσμα»!* Συνεπώς, η επαλήθευση των βασικών προβλέψεων του Προτύπου Λ /CDM (πλην μίας, της κοσμικής επιτάχυνσης!) παραμένει έωλη, τουλάχιστον για την κοσμική εποχή μετά την φάση της *επανασύνδεσης* (recombination).

Για την ιστορία, αξίζει να επισημανθεί, ότι η διεθνής επιστημονική κοινότητα και έρευνα (με κύριο εκπρόσωπο-υπεύθυνο την κοινότητα των *Θεωρητικών Φυσικών*) έχουν ήδη *«παρασυρθεί»* προς, θα τις χαρακτηρίζα, *«φυσικώς αναποτελεσματικές, αν και πολυέξοδες, θεματικές ερευνητικές περιοχές»*. Κατά γενική ομολογία, η ανυπαρξία πειραματικών επιβεβαιώσεων των σχετικών θεωρητικών προβλέψεων της *θεωρίας των χορδών* αποτελεί μian αδιαμφισβήτητη και απογοητευτική πραγματικότητα. Πολλοί θεωρητικοί φυσικοί (π.χ. Stephen Hawking, Edward Witten, Juan Maldacena) θεωρούν την θεωρία χορδών ως ένα βήμα συνδυασμού ΓΘΣ και Κβαντικής Θεωρίας προς την ορθή περιγραφή της φύσης. Όμως, άλλοι (π.χ. Richard Feynman, Roger Penrose, Sheldon Lee Glashow) έχουν ασκήσει κριτική στην θεωρία

των χορδών, λόγω της έλλειψης νέων πειραματικών προβλέψεων σε *προσβάσιμες ενεργειακές κλίμακες*.

Αλλά, όσον αφορά στον έτερο υποψήφιο, τις *υπερσυμμετρικές θεωρίες*, μερικοί θεωρητικοί φυσικοί, ήδη, έχουν απογοητευθεί από την έλλειψη οποιασδήποτε πειραματικής επαλήθευσης της «υπερσυμμετρίας» και μερικοί την έχουν ήδη απορρίψει (π.χ. οι Jon Butterworth (University College London) και Ben Allanach (University of Cambridge)). Υποστηρίζουν, ότι, αν τα «προσδοκώμενα νέα υπερσυμμετρικά σωματίδια» δεν ανακαλυφθούν κατά την ήδη τρέχουσα φάση λειτουργίας του Large Hadron Collider (LHC)/CERN (όπως ελπίζεται), τότε είναι εντελώς απίθανη η ανακάλυψη της υπερσυμμετρίας, στο ορατό μέλλον, στο CERN και, άρα, με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα, πουθενά αλλού στην Γη και ποτέ.

Συνεπώς, οι θεωρίες της υπερσυμμετρίας και των υπερχορδών, προς το παρόν, παραμένουν ως ενδιαφέροντα μαθηματικά παιχνίδια, όπως ακριβώς είχε συμβεί και με την ΓΘΣ (μέχρι την δεκαετία του '60, οπότε και άρχισαν οι σημαντικότερες αστρονομικές παρατηρήσεις των αστροφυσικών εφαρμογών της ΓΘΣ). Όμως, η διαφορά «του τότε με το τώρα» είναι, ότι η αισιοδοξία και οι αντικειμενικές δυνατότητες για τις τεχνολογικές επαληθεύσεις αυτών των θεωριών «τώρα» είναι σχεδόν μηδαμινές. Συνεπώς, επειδή οι εκάστοτε χορηγοί της ερευνητικής εργασίας (ιδιώτες ή κράτη) *αναμένουν (όχι, βεβαίως, εις το διηνεκές) τις πειραματικές επαληθεύσεις των εκάστοτε θεωρητικών προβλέψεων*, θα ήταν δικαιολογημένη η *ερώτηση για την ουσιαστική σκοπιμότητα και χρησιμότητα της έρευνας στις θεματικές περιοχές «υπερσυμμετρία» και «υπερχορδές» και για την αναγκαιότητα συνέχισης της χρηματοδότησής των και, άρα, της επιβίωσής των (αν και το εύλογο χρονικό διάστημα και οι αντικειμενικές ερευνητικές-τεχνολογικές συνθήκες για αναμονή προς πιθανή πειραματική επαλήθευσή τους σε βάθος χρόνου φαίνεται, ότι έχει, ήδη, παρέλθει).*

Δυστυχώς, όμως, το ίδιο φαινόμενο, δίκην «νοοτροπίας αγέλης», παρατηρείται τώρα (με την «ανοχή, σιωπή και αδιαφορία ή, ενδεχομένως, και ανικανότητα», δυστυχώς, άλλων ερευνητικών εκπροσώπων, π.χ. ικανού μέρους της ευρύτερης αστρονομικής-αστροφυσικής κοινότητας) με την θεματική περιοχή

«κοσμολογική σταθερά, σκοτεινή ενέργεια». Αδιαμφισβήτητα, θα ήταν για το καλό όλων, ιδιαιτέρως δε των ιδίων των Θεωρητικών Φυσικών (αλλά και της χώρας μας), αν η διεθνής επιστημονική κοινότητα (με εξάρχουσα, ως πολυπληθέστερη, αυτήν των Θεωρητικών Φυσικών), κατάφερνε να αποφύγει την συνέχιση αυτής της, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, επιστημονικά ατελέσφορης τακτικής. Ιδιαίτερα, μάλιστα, αν ληφθεί υπόψη η, *προ πολλού χρόνου, αξιοαπαράτηρη (και, όπως θα έπρεπε να αναμένεται, διδακτική), «υπερατλαντική απόσυρση» από την έρευνα «τύπου CERN».* Αποτελεί μια «σκληρή πραγματικότητα» για την Θεωρητική Φυσική, η «αναγκαιότητα συνεργασίας» της με άλλες σχετικές επιστημονικές περιοχές λόγω του κοινού για τον σκοπό αυτόν συμφέροντος. Αρκεί να θυμηθεί κανείς π.χ. την επιτυχία της αντίστοιχης προσπάθειας και συνεργασίας με την Αστρονομία-Κοσμολογία-Τεχνολογία στην περίπτωση του ερευνητικού δορυφόρου *Cosmic Background Explorer (COBE).* *Φαίνεται, όμως, ότι σήμερα, δυστυχώς, «τα παθήματα δεν γίνονται μαθήματα» και θα έπρεπε, άρα, να μας απασχολήσει σοβαρά το «εις βάρος τίνων γίνεται αυτό».*

Μέχρι σήμερα, με βάση και την προσωπική, πολυετή επιστημονική εμπειρία μου, είναι γεγονός, ότι διατίθενται πολλά χρήματα και καταναλώνεται χρόνος, κόπος και συναίσθημα (ιδίως από νέους και καθοδηγούμενους επιστήμονες-ερευνητές) στην διεθνώς ακολουθούμενη κατεύθυνση θεωρητικής (κυρίως) έρευνας για την πιθανή φύση και τις πιθανές ιδιότητες της σκοτεινής ενέργειας, χωρίς, μέχρι τώρα, κανένα *χειροπιαστό κλασικό αποτέλεσμα* για το τι είναι, τελικά, η σκοτεινή ενέργεια.

Αποτελεί ακλόνητη, διαχρονικά, πεποίθησή μου, ότι η ανωτέρω χρηματοδότηση γίνεται εντελώς αδικαιολόγητα και, μάλιστα, εις βάρος άλλων, σημαντικών ερευνητικών περιοχών των θετικών επιστημών (εξίσου μεγάλου ενδιαφέροντος αν όχι και πολύ πιο χρήσιμων), όπως είναι π.χ. το *Διάστημα* και η *Διαστημική Τεχνολογία.* Η, δε, σημασία αυτών των διαπιστώσεων ενισχύεται ακόμη περισσότερο σήμερα, αν συνδυασθεί με το, κατά την γνώμη μου (ως επί πολλά έτη «εκλέκτορας» στα Ελληνικά ΑΕΙ), *αβέβαιο επαγγελματικό μέλλον των νέων και πολλών ερευνητών,* ιδίως, κατά την τρέχουσα δεκαετία. Κυρίως, όμως, ενισχύεται, αν συνδυασθεί και με την εξής διπλή πραγματικότητα. Αφενός μεν, ότι, από τις δυο έννοιες *σκοτεινή μάζα* και *σκοτεινή ενέργεια,* η δεύτερη είναι κενή νοήματος και,

άρα, δεν χρειάζεται οποιασδήποτε μορφής χρηματοδότηση, οπότε είναι δυνατός ο υποδιπλασιασμός της συνολικής γι' αυτές χρηματοδότησης. Αφετέρου δε, επί πλέον, ότι, από την οπτική γωνία του πολυτροπικού ρευστού αλλά και, εμμέσως, των σύγχρονων αστρονομικών-κοσμολογικών παρατηρήσεων (για την πραγματικότητα που λέγεται «αλληλεπιδρώσα σκοτεινή μάζα»), η ίδια κοσμολογική σταθερά και η απεγνωσμένως αναζητούμενη «εξωτική» σκοτεινή ενέργεια, απλώς, *δεν χρειάζονται* για την κατανόηση του Σύμπαντος, της συμπεριφοράς του και της μέχρι σήμερα ιστορίας του (μετά από την φάση της *επανασύνδεσης*), αλλά και, ίσως, της μελλοντικής εξέλιξής του!!!

Βέβαια, η πιθανή (υπό μίαν έννοιαν, ίσως και αναγκαστική!) χρησιμοποίηση εννοιών, όπως π.χ. η κοσμολογική σταθερά, για την περιγραφή των πρώτων σταδίων της δημιουργίας του Σύμπαντος δεν μπορεί να αποκλεισθεί. Όμως, λόγω της, προς το παρόν, προφανούς αντικειμενικής αδυναμίας παρατηρησιακού ελέγχου των σχετικών θεωρητικών προβλέψεων, αυτό το είδος της έρευνας επιβάλλεται να αντιμετωπισθεί απλώς ως ένα «ενδιαφέρον μαθηματικό παιχνίδι», με δεδομένες τις συνέπειες αυτού του χαρακτήρα του στην χρηματοδότησή του (σε πλήρη αναλογία με την αντιμετώπιση της ΓΘΣ μέχρι την δεκαετία του '60). Πέραν, φυσικά, του γεγονότος, ότι, σύμφωνα με όσα έχουν εκτεθεί μέχρι τώρα, αυτό το είδος της έρευνας δεν είναι απαραίτητο και θα έπρεπε να εγκαταλειφθεί για την περιγραφή του Σύμπαντος μετά την εποχή της επανασύνδεσης.

Αλλά, και η, δίκην «νοοτροπίας αγέλης», συμφεροντολογική «προσκόλληση» ή και, τελικώς, «διαφυγή έως και καταφυγή» προς την σχετική με τα ανωτέρω επιστημονική κοινότητα, δυστυχώς, και επιστημόνων-ερευνητών άλλων, λιγότερο ή περισσότερο μη σχετικών προς αυτήν θεματικών περιοχών (π.χ. αστρονόμων, σχετικιστών, γεωλόγων κ.α.) *πρέπει να μην μείνει ασχολίαστη και πρέπει ευθαρσώς να καυτηριασθεί*. Διότι, εκτός του ότι είναι «κοντόφθαλμη», μακροπρόθεσμα, δεν προοιωνίζεται ο,τιδήποτε επιστημονικά καλό ούτε και για τους ίδιους, πέραν, ενδεχομένως, μιας προσωρινής-συγκυριακής, αμελητέας και υποτιμητικής (παρα)χρηματοδότησης της έρευνάς τους!

Τέλος, ιδιαίτερα σε εθνικό επίπεδο, η μέχρι τώρα έλλειψη των αναγκαίων πειραματικών επιβεβαιώσεων δεν μπορεί και δεν επιτρέπεται να αγνοηθεί από τους χρηματοδότες της ερευνητικής εργασίας, όπως π.χ. ΓΓΕΤ, ΙΚΥ, Υπουργεία, κ.α., εν όψει της απελπιστικής οικονομικής κατάστασης (και) της Ελληνικής έρευνας. Αλλά και διότι, σύμφωνα με στοιχεία του 2015 της ΕΛΣΤΑΤ, σήμερα, στην χώρα μας, μια Ευρωπαϊκή χώρα εντός του συστήματος της Ευρωζώνης, παραμένουν άνεργοι 170.000 νέοι ηλικίας 17 έως 24 ετών. Εξάλλου, εκτός αγοράς εργασίας βρίσκονται και περίπου 1.300.000 άτομα, με, προφανώς, πολλαπλές τις επιπτώσεις αυτής της απαράδεκτα υψηλής ανεργίας, οι οποίες, επί πλέον, έχουν κοινωνική και οικονομική διάσταση. Αυτά τα μεγέθη δεν επιτρέπεται να αγνοηθούν από τους εθνικούς (τουλάχιστον) χρηματοδότες της έρευνας (τουλάχιστον)!!!

Ένα Ανοικτό Πρόβλημα

Στο Πρότυπο Λ /CDM, όλα τα εσωτερικά φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού είτε θεωρούνται σταθερά (παντού και, πρακτικώς, πάντα για την σκοτεινή ενέργεια) είτε, με εξαίρεση την πυκνότητα μάζας, αγνοούνται (για την σκοτεινή μάζα και την βαρυονική μάζα). Σε αντίθεση προς τα ανωτέρω, στο πρότυπο του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού, όλα τα εσωτερικά φυσικά χαρακτηριστικά λαμβάνονται υπόψη και εκφράζονται ως συναρτήσεις της κοσμικής εποχής (φασματική μετάθεση, z). Ειδικότερα, από το παρελθόν (εποχή της επανασύνδεσης σε $z \sim 1000 \gg 1$) προς την σημερινή εποχή ($z=0$), η εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια, η θερμοκρασία και η αρνητική πίεση της συνολικής μάζας (σκοτεινής και βαρυονικής) αυξάνουν, ενώ η πυκνότητα της μάζας ηρεμίας ελαττώνεται. Συνεπώς, στο απώτερο παρελθόν ($z \gg 1$), το φυσικό περιεχόμενο του πολυτροπικού προτύπου συμπεριφέρεται ως ένα ψυχρό ρευστό, πρακτικώς, μηδενικής πίεσης (σκόνη). Όμως, προς την σημερινή εποχή (μετά την εποχή της επανασύνδεσης), τα ανωτέρω εσωτερικά φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού (πλην της πυκνότητας μάζας ηρεμίας) αυξάνουν και, έτσι, δημιουργείται η θερμοδυναμική φύση του ρευστού, διότι, για $z \sim 0.384$ για το πολυτροπικό ρευστό με $\Gamma=0$ (ή, συγκριτικά, για $z=0.391$ για το Πρότυπο Λ /CDM), η πυκνότητα ενέργειας των εσωτερικών θερμοδυναμικών κινήσεων του κοσμικού ρευστού σκοτεινής μάζας γίνεται ίση με την

πυκνότητα ενέργειας της μάζας ηρεμίας του εν λόγω ρευστού και, έτσι, αρχίζει η φάση της *μετάβασης* (*transition*).

Προς το παρόν, όμως, δεν είναι γνωστό, με βάση ποιες ακριβώς *μικροφυσικές διεργασίες* (π.χ. μέσω μιας δύναμης βαρυτικής φύσεως ή μιας νέας δύναμης;) προσφέρθηκε στο κοσμικό ρευστό η αρχική επί πλέον ποσότητα θερμότητας, η απαιτούμενη για την *μετατροπή* του αρχικού ρευστού-σκόνη σε θερμοδυναμικό πολυτροπικό ρευστό, αλλά ούτε και πώς στο τελευταίο αποκαταστάθηκε η *θερμοδυναμική ισορροπία*. Προς το παρόν, αυτά είναι ανοικτά προβλήματα.

Το πιθανόν μέλλον του πολυτροπικού Σύμπαντος

Το ενδιαφέρον ερώτημα που τίθεται είναι: *Ποια θα είναι η εικόνα του πολυτροπικού Σύμπαντος για ένα (υποτιθέμενο) παρατηρητή, μετά από πεπερασμένο χρονικό διάστημα στο μέλλον μας;*

Με δεδομένο, ότι, στο πλαίσιο του Προτύπου Λ /CDM, η μονίμως αδρανής (υποτίθεται μέχρι τώρα, βεβαίως!) σκοτεινή ενέργεια-εξωτικό ρευστό αρνητικής πίεσης δεν είναι πλήρως κατανοητή, είναι δύσκολη η πρόβλεψη του απώτερου μέλλοντος του Σύμπαντος. Πάντως, λόγω της κοσμικής διαστολής, οι γραμμικές διαστάσεις του Σύμπαντος θα αυξάνονται συνεχώς, η πυκνότητα της μάζας ηρεμίας του θα ελαττώνεται συνεχώς και η κοσμική ακτινοβολία μικροκυμάτων θα ψύχεται συνεχώς. (Η θερμοκρασία της ύλης και όλα τα υπόλοιπα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά δεν λαμβάνονται υπόψη στο πλαίσιο του Προτύπου Λ /CDM).

Με την υπόθεση, λοιπόν, ότι η κοσμική επιτάχυνση «*τώρα*» αποδίδεται σε μια κοσμολογική σταθερά, το Σύμπαν-Πρότυπο Λ /CDM θα διαστέλλεται συνεχώς και η ύλη και η ακτινοβολία του (δηλαδή, η ακτινοβολία μικροκυμάτων) θα αραιώνουν συνεχώς. Ενώ, όμως, η ακτινοβολία μικροκυμάτων θα ψύχεται και η πυκνότητα της μάζας ηρεμίας θα μειώνεται, δεν είναι δυνατόν να συμπεράνουμε τίποτε όσον αφορά στην θερμοκρασία της μάζας και τα υπόλοιπα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού. Με αυτά τα δεδομένα, είναι πιθανόν το Σύμπαν-Πρότυπο Λ /CDM να πεθάνει σε μια «*Μεγάλη Παγωνιά*» (Big Freeze), με θερμοκρασίες (της ακτινοβολίας μικροκυμάτων, φυσικά) τόσο χαμηλές που δεν θα επιτρέπουν την

αλληλεπίδραση των διάφορων συστατικών της ύλης. Περαιτέρω, επειδή το Σύμπαν εισήλθε στην *εποχή της σκοτεινής ενέργειας* πριν από, μόνον, μερικά δισεκατομμύρια έτη, είναι πολύ πιθανόν αυτό να τείνει στο (κενό και με σταθερή κοσμολογική σταθερά, Λ) Πρότυπο de Sitter. Τελικά, δεν προβλέπεται να έχει μείνει τίποτε εκτός από την *ενέργεια του κενού* και ανεπαίσθητες *θερμικές διαταραχές* και *κβαντικές διαταραχές*. Αυτά διαβάζουμε και ακούμε σήμερα για το πιθανό μέλλον του Προτύπου Λ /CDM.

Όμως, οι προβλέψεις για το μέλλον του πολυτροπικού Σύμπαντος θα μπορούσαν να είναι διαφορετικές, αν και καθόλου βέβαιες. Όπως ήδη αναφέρθηκε, κατά την ιστορία του Σύμπαντος, μετά την *εποχή της επανασύνδεσης*, από προγενέστερες προς μεταγενέστερες εποχές (δηλαδή, για μειούμενο z) και για $\Gamma < 0$, ισχύουν: ελαττούμενη πυκνότητα μάζας ηρεμίας (ρ), ελαττούμενη πίεση (p) ύλης, αυξανόμενη θερμοκρασία ύλης (T), αυξανόμενη εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια (u), αυξανόμενη πυκνότητα εσωτερικής ενέργειας ($\epsilon_{int} = p/(\Gamma - 1)$), αυξανόμενη σχετική σπουδαιότητα της πυκνότητας εσωτερικής ενέργειας ως προς την πυκνότητα μάζας ηρεμίας ($\epsilon_{int}/\epsilon_{mat}$).

Συνεπώς, όλα τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού αυξάνουν από το παρελθόν προς το «τώρα», πλην της πυκνότητας της μάζας ηρεμίας και της πίεσης (που αυξάνει απολύτως προς το μέλλον). Το ίδιο αναμένεται να συμβεί και στο μέλλον. Άρα, αν και η πυκνότητα της (συνολικής) μάζας ηρεμίας του κοσμικού ρευστού (όπως και η θερμοκρασία της ακτινοβολίας μικροκυμάτων, η οποία, όμως, δεν λαμβάνεται υπόψη στο πρότυπο του πολυτροπικού ρευστού) θα ελαττώνονται στο μέλλον, η θερμοκρασία, η εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια και η αρνητική πίεση της (σκοτεινής και βαρυονικής) μάζας θα αυξάνουν. Η ύλη θα αραιώνεται και θα θερμαίνεται συνεχώς και η αρνητική πίεση της ύλης θα αυξάνεται (κατ' απόλυτη τιμή). Άρα, δεν είναι δυνατόν να καταλήξουμε στη «Μεγάλη Παγωσιά», παρά μόνον σε μια συνεχή αραιώση της μάζας ηρεμίας, συνεχή θέρμανση της ύλης, συνεχή αύξηση της εσωτερικής θερμοδυναμικής ενέργειας και συνεχώς μεγαλύτερη (απολύτως) αρνητική πίεση. *Μήπως, λοιπόν, το τελικό αποτέλεσμα θα είναι, πρακτικώς, μια θερμότατη ακτινοβολία; Ένα λαμπρό, αλλά, πρακτικά, κενό Σύμπαν. Τι ακολουθεί;*

Περίληψη

Περίληπτικά, τα κύρια χαρακτηριστικά-πλεονεκτήματα, συνεισφορές, παράπλευρα αποτελέσματα και ανοικτά προβλήματα του πολυτροπικού προτύπου του κοσμικού ρευστού είναι: *Το κοσμικό ρευστό είναι ένα πολυτροπικό βαρυτικό ρευστό με συγκρούσεις (collisional, όχι collisionless!) χαρακτηριζόμενο από την κυρίαρχη σκοτεινή μάζα και μια μικρή πρόσμιξη βαρυονικής μάζας, χωρίς την ύπαρξη σκοτεινής ενέργειας και, βεβαίως, χωρίς την χρήση της κοσμολογικής σταθεράς, Λ. Η μάζα χαρακτηρίζεται από μη μηδενική συνήθη-συμβατική πίεση και από τα υπόλοιπα συνήθη εσωτερικά, φυσικά χαρακτηριστικά της ως πηγές του πεδίου βαρύτητας.*

Με αυτά τα δεδομένα αντιμετωπίσαμε αποδοτικά μια πλειάδα σύγχρονων κοσμολογικών προβλημάτων και, μάλιστα, με κλασικό (δηλαδή, μη κβαντικό), θερμοδυναμικό και πλήρως σχετικιστικό κοσμολογικό τρόπο. Επιγραμματικά, περιγράψαμε έννοιες όπως: 1) η σκοτεινή ενέργεια, 2) η επιταχυνόμενη κοσμική διαστολή, 3) η μετάβαση (transition) της κοσμικής διαστολής από επιβραδυνόμενη σε επιταχυνόμενη, 4) η πλήρης φυσική ερμηνεία για το γιατί, το πώς και το πότε αυτής της μετάβασης, 5) το πρόβλημα της σύμπτωσης (coincidence problem), 6) το πρόβλημα της ηλικίας του Σύμπαντος, 7) το πρόβλημα της ψυχρής σκοτεινής ύλης και της σημασίας της στην αποδεκτή σήμερα άποψη της δημιουργίας των διάφορων κοσμολογικών δομών, 8) η κοσμική ταχύτητα του ήχου, 9) η μοναδική ελεύθερη παράμετρος του προτύπου μας ως, πρακτικώς, η ταχύτητα του ήχου κατά την φάση της μετάβασης, 10) ο εξαιρετικά λεπτομερειακός (και διδακτικός!) προσδιορισμός του εύρους των επιτρεπτών (συνεπών προς τα παρατηρησιακά δεδομένα) τιμών της μοναδικής ελεύθερης παραμέτρου του προτύπου του πολυτροπικού ρευστού, 11) το πρόβλημα του ακριβούς υπολογισμού του συντελεστή κοσμικής κλίμακας ως συνάρτησης του χρόνου, 12) το πρόβλημα του συνεπούς υπολογισμού των φυσικών χαρακτηριστικών του κοσμικού ρευστού ως συναρτήσεων της εποχής (μετά από την εποχή τη επνασύνδεσης), 13) το πρόβλημα του ορθού και συνεπούς υπολογισμού των κοσμικών αποστάσεων των μακρινών υπερκαινοφανών SNe Ia, 14) το πρόβλημα της δημιουργίας των παρατηρούμενων δομών μεγάλης κλίμακας από τις πρωταρχικές διακυμάνσεις της πυκνότητας του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού.

Στο κατάλληλο όριο του μηδενικού πολυτροπικού εκθέτη, προκύπτουν όλα τα αποτελέσματα και οι προβλέψεις του γενικώς αποδεκτού, σήμερα, (αν και φυσικώς ελλειμματικού) Προτύπου Λ /CDM. Ταυτόχρονα, δε, δίνουμε ένα σαφώς ορισμένο (από φυσικής και μαθηματικής σκοπιάς) νόημα στην παντελώς άγνωστη σκοτεινή ενέργεια, ταυτίζοντάς την με την κλασική κινητική ενέργεια των εσωτερικών, θερμοδυναμικών κινήσεων του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού, εντελώς ανεξάρτητα από την (κεντρικής σημασίας μέχρι τώρα, αλλά, από την σκοπιά του πολυτροπικού ρευστού αμφισβητούμενη) εξασθένηση (λόγω της επιτάχυνσης της κοσμικής διαστολής!) του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών. *Είναι, δε, τουλάχιστον ελκυστικό, ότι η κλασική (μη κβαντική) Θερμοδυναμική και η κλασική (μη κβαντική, βεβαίως!) Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, με τον κατάλληλο και κομψό συνδυασμό και την συνέργειά τους, μπορούν να δώσουν ικανοποιητικές απαντήσεις σε όλα τα ανωτέρω ανοικτά και διεθνώς πρώτης γραμμής ενδιαφέροντος, κοσμολογικά προβλήματα, συνολικά και με έναν συμβατικό, κλασικό (μη κβαντικό), ενοποιημένο και ταυτοσυνεπή τρόπο.*

Το προτεινόμενο νέο πρότυπο, εις αντικατάσταση του φυσικώς ελλειμματικού Προτύπου Λ /CDM, μπορεί να ονομασθεί «***Το Σύγχρονο Κοσμολογικό Πρότυπο PC/CDM (Polytropic Collisional Cold Dark Matter Model)***». Σύμφωνα μ' αυτό, το υλικό περιεχόμενο του διαστελλόμενου και επιταχυνόμενου Σύμπαντος αποτελείται από ένα πολυτροπικό ρευστό με συγκρούσεις, το οποίο και περιέχει: ψυχρή σκοτεινή μάζα (CDM, 23.8%) μη μηδενικής πίεσης, ελάχιστη βαρυονική μάζα (4.1%) μη μηδενικής πίεσης και θερμοδυναμική ενέργεια του κοσμικού ρευστού (72.1%).

Προφανώς, πρόκειται για ένα κοσμολογικό πρότυπο *A-A*, δηλαδή, ***Απλό και Αστρονομικό!***

Μέχρι τώρα, στην περιγραφή του Σύμπαντος, της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής και της σκοτεινής ενέργειας, ενδιαφερόμασταν για εξωτικά ρευστά με αρνητική (και, μάλιστα, σταθερή παντού και, πρακτικώς, πάντα) πίεση, ενώ, ταυτόχρονα, επιμέναμε (επίτηδες;) να αγνοούμε προκλητικά το κλασικό θερμοδυναμικό περιεχόμενο και τα κλασικά φυσικά χαρακτηριστικά του κοσμικού ρευστού. Μπορώ να πω, ότι, με την πρότασή μας, «*απαλλάξαμε*» την ενδιαφερόμενη

διεθνή επιστημονική κοινότητα από την αντιμετώπιση μιας, μέχρι τώρα, «επιστημονικής μη αναγκαιότητας». Για τον λόγο αυτό, με ενδιαφέρον και εντελώς δικαιολογημένα, αναμένεται η ανταπόκριση της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας στις ανωτέρω ιδέες και συνεισφορές. Ιδιαίτερα, στο γεγονός ότι η (καθ' ολοκληρίαν και εξ' υπαρχής κλασική) εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού σκοτεινής μάζας (η οποία, όπως και τα υπόλοιπα εσωτερικά φυσικά θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του έχουν αγνοηθεί μέχρι σήμερα) εμφανίζεται ως ένας ισχυρός υποψήφιος για ένα συμβατικό πρότυπο της σκοτεινής ενέργειας. Αυτή η επί πλέον εσωτερική θερμοδυναμική ενέργεια είναι υπεραρκετή για να δικαιολογήσει την χωρική επιπεδότητα του κοσμολογικού προτύπου και, επίσης, εξηγεί τα προβλήματα ηλικίας και σύμπτωσης, την μετάβαση προς την κοσμική επιτάχυνση σε φασματική μετάθεση μικρότερη μιας συγκεκριμένη τιμής, το *Διάγραμμα Hubble* των μακρινών υπερκαινοφανών SNe Type I. Τέλος, πιθανότατα, εξηγεί το πρόβλημα του ακριβούς προτύπου σχηματισμού των κοσμολογικών δομών (από τις μικρότερες διαστάσεων προς αυτές μεγαλύτερων διαστάσεων), αλλά και υποδεικνύει τον κυματικό χαρακτήρα και νόημα αυτού του προτύπου σχηματισμού των κοσμολογικών δομών.

Όμως, παρ' όλα τα προαναφερθέντα αρνητικά δεδομένα για το Πρότυπο Λ /CDM, είναι «δίκαιο να αναγνωρισθεί», ότι τα λάθη, τα κενά και οι φυσικές ατέλειες του Προτύπου Λ /CDM έδωσαν το έναυσμα για την αποκάλυψη, μέσω του πολυτροπικού κοσμικού προτύπου, της *πραγματικής φύσης* της εξωπραγματικής έννοιας «σκοτεινή ενέργεια», ως της εσωτερικής θερμοδυναμικής ενέργειας του πολυτροπικού κοσμικού ρευστού και, έτσι, του συμβατικού φυσικού νοήματός της. Και, περαιτέρω, της φυσικής-αστρονομικής ερμηνείας της πρόσφατης και, πραγματικά, ελάχιστα αναμενόμενης επιτάχυνσης της κοσμικής διαστολής και, μάλιστα, ανεξάρτητα από την εξασθένηση του φωτός των μακρινών υπερκαινοφανών, επί πλέον, δε, με βάση την χρήση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας και της Κλασικής Θερμοδυναμικής ενός πολυτροπικού κοσμικού ρευστού.

Επίλογος -Μερικά Διδάγματα

Συμπερασματικά, θα μπορούσα να αναφέρω, και είναι αλήθεια, ότι με τον κ. Κλειδή αφιερώσαμε πολύ χρόνο, κόπο και συναίσθημα στην, εν πολλοίς, αγνοημένη θεματολογία «*Θερμοδυναμική του Σύμπαντος*», με το απλό επιχείρημα, ότι το Σύμπαν δεν μπορεί να είναι ένα φυσικό σύστημα, το φυσικό περιεχόμενο του οποίου περιγράφεται από μία μόνον φυσική παράμετρο, την πυκνότητα μάζας. Όπως αποδείχθηκε στο τέλος, η εγκατάλειψη της λογικής αυτής του απλούστατου και ελάχιστου φυσικού προτύπου του κοσμικού ρευστού δεν ήταν καθόλου εύκολη υπόθεση. Γι' αυτό και καθυστέρησε για δεκαεπτά ολόκληρα χρόνια, χρόνια επιμονής, παραπληροφόρησης, πείσματος, αρνήσεων, παρωπίδων και επαναλήψεων, κατά τη διάρκεια των οποίων, όμως και δυστυχώς, *ούτε προέκυψε η απαραίτητη, να το εκφράσω έτσι, «αμφισβήτηση του δασκάλου», αλλά ούτε, πέραν ορισμένων επουσιωδών και επαναληπτικών απαντήσεων, «ετέθησαν ερωτήματα», έννοιες που και οι δυο τους αποτελούν την προϋπόθεση της επιστημονικής προόδου!* Με άλλα λόγια, ένας δάσκαλος της Κοσμολογίας, απλώς, «έβγαζε μια κόπια του και μια άλλη, σχεδόν ίδια, κόπια του κ.ο.κ».

Πιστεύω, ότι, τελικά, παρουσιάσαμε ένα σύγχρονο κοσμολογικό πλαίσιο, απολύτως πλήρες και ταυτοσυνεπές από φυσικής και μαθηματικής απόψεως, για την *κλασική ερμηνεία* των εννοιών της εξωτικής σκοτεινής ενέργειας και της επιταχυνόμενης κοσμικής διαστολής, χωρίς καμιά αναφορά σε κβαντικές έννοιες ή (ηθελημένες;) παρερμηνείες παρατηρησιακών δεδομένων, αλλά, απλώς, με χρήση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας και της Κλασικής Θερμοδυναμικής ενός πολυτροπικού κοσμικού ρευστού.

Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτού του νέου πλαισίου, του Προτύπου **PC/CDM**, είναι η *αρμονική σύνθεση και, ιδιαίτερα, η φυσική αρμονική σύνθεση* (κάτι που, προφανώς, έλειπε από το Πρότυπο Λ /CDM), αλλά και η πληρότητα, η εσωτερική συνέπεια, η ικανότητα κλασικής ερμηνείας των σύγχρονων παρατηρησιακών κοσμολογικών δεδομένων και, τέλος, η πρόβλεψη νέων, ελέγξιμων κοσμολογικών προτάσεων. Απόλυτα πιστεύουμε, ότι ένα τέτοιο κοσμολογικό πρότυπο έλειπε και είναι απαραίτητο (το χρειάζονταν, τουλάχιστον οι σχετικιστές-κοσμολόγοι, «φυσικοποιημένοι» ή/και «μαθηματικοποιημένοι»).

Όμως, πρέπει να είμαστε ρεαλιστές, διότι «Η Φύση δεν κάνει άλματα». Ας μην ξεχνούμε, ότι, παρά τις ανεργάτιστες επιθυμίες πολλών, η ιστορία δεν ξαναγράφεται έτσι απλά και επιτόλεια, και, επίσης, ότι η επιστημονική περιγραφή της φυσικής πραγματικότητας *ουδέποτε επιτυγχάνεται, αλλά, απλώς, προσεγγίζεται ασυμπτωτικώς*. Δηλαδή, προσεγγίζεται, συνεχώς και σταδιακά, με την συνεχή αλληλεπίδραση θεωρίας και παρατήρησης-πειράματος, ώστε να μην αποκλείονται, στο μέλλον εκπλήξεις και ανατροπές καθιερωμένων αποτελεσμάτων.

Αυτός ο αδυσώπητος νόμος της αμοιβαίως συμπληρωματικής, αλλά και αμοιβαίως εξοντωτικής αλληλεπίδρασης θεωρίας και πειράματος-παρατήρησης και, άρα, της εξέλιξης της έρευνας και της επιστήμης χαρακτηρίζεται από το «Ο Θάνατός σου, Η Ζωή μου»! Αυτήν την στενή εξελικτική αλληλεξάρτηση θεωρίας και παρατηρήσεων-πειράματος την εξέφρασε ο Einstein λέγοντας: «*As far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain, and, as far as they are certain, they do not refer to reality!*».

Αγαπητοί μου Φίλοι της Αστρονομίας- Μέλη της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος,

Αγαπητές μου Φίλες και Αγαπητοί μου Φίλοι,

Αγαπητέ μου Κύριε Πρόεδρε,

Αυτήν την όμορφη βραδιά, θα ήθελα, όπως ακριβώς άρχισα, να τελειώσω με μια προσωπική αναφορά, στο πλαίσιο, πάντοτε, του παιδευτικού σκοπού της ομιλίας.

Περισσότερο ως καταστάλαγμα προσωπικής εμπειρίας και ως παρακαταθήκη για το μέλλον, μπορώ να πω, ότι στην διαμόρφωση της επιστημονικής συμπεριφοράς μας επιβάλλεται πρωτίστως σεβασμός προς την ιστορία μας, αλλά και την γλώσσα μας. Αλλά, επί πλέον, απαιτείται περισσότερος προβληματισμός και περισσότερο «ανοικτόμυαλο» πνεύμα, όσον αφορά στις αυθαίρετες επιστημονικές υποθέσεις και αυθαίρετες επιλογές στην σχετική έρευνα (και όχι μόνον στην έρευνα, βεβαίως!), αλλά και όσον αφορά στην άκριτη αποδοχή αυτών και στην αδικαιολόγητη εμμονή σ' αυτές. Μια τέτοια συμπεριφορά θα μπορούσε, γενικότερα, να μας βοηθήσει να δούμε τα πράγματα με καινούρια μάτια και, άρα, να δούμε έναν κόσμο χωρίς υποκρισία, χωρίς πενία και σκληρότητα, χωρίς οκνηρία και εκδικητικότητα, χωρίς κλεψιά, χωρίς αόρατες δυνάμεις, χωρίς αναλγησία και αμετροέπεια, ώστε να έχουμε την τύχη να

ζήσουμε βίο αδιάφθορο, βίο χωρίς την ομόρριζή του βία. Και, τελικά, να αντιληφθούμε «τι, πραγματικά, θέλουμε και αξίζουμε, τι πατρίδα και τι κράτος», συμβάλλοντας στην εθνική αυτογνωσία.

Με τέτοιες ιδέες και αντιλήψεις και με το όνειρο να ασχοληθώ με την Κοσμολογία και, πάντα, με σεβασμό προς την γλώσσα και την ιστορία μας, ξεκίνησα στο Εργαστήριο Αστρονομίας του ΑΠΘ το 1970, ως Βοηθός τότε (Δυστυχώς, και αυτός ο εξαιρετικός θεσμός δεν υπάρχει σήμερα στα ΑΕΙ της χώρας μας). Τώρα, στο τέλος, μετά από περίπου μισό αιώνα, δόξα τω Θεώ, συνεχίζω με Κοσμολογία, αφού, ενδιάμεσως, πέρασα και από αρκετές, άλλες «στάσεις», θεματικές-επιστημονικές, εξελικτικές και κοινωνικές.

Ήδη, από εκείνη την παλιά εποχή του 1970, οι παλαιότεροι και δάσκαλοί μου μου είχαν πει, ότι η «Κοσμολογία δεν έχει λεφτά». Αυτά ήταν λόγια προφητικά και, θυμάμαι, είχα πει τότε «Δεν με ενδιαφέρει!!!».

Μετά από σχεδόν μισό αιώνα αφοσίωσης σ' αυτό που έκανα, πάντα με αγάπη αλλά και με «ανοικτόμυαλο» πνεύμα, όσον αφορά στις αυθαίρετες επιστημονικές υποθέσεις και στις αυθαίρετες επιλογές μου, είμαι απολύτως πεπεισμένος, ότι απαντώντας τότε με εκείνο το «Δεν με ενδιαφέρει!!!», σήμερα νοιώθω απολύτως δικαιωμένος.

Και δικαιώθηκα, πρωτίστως, με την έννοια, ότι, πέραν της ευρύτερης περιοχής της Αστρονομίας, σήμερα δεν γνωρίζω άλλες θεματικές περιοχές, αναμφίβολα, ως πηγές έμπνευσης και ανάτασης (όχι, βέβαια, ως πηγές, απλώς, πολλών χρημάτων, κριτήριο με το οποίο, δυστυχώς, σήμερα πολλοί, ελλείπει άλλων κριτηρίων και ικανοτήτων τους, επιμένουν να αξιολογούν τις επιστήμες και τους επιστήμονες).

Αλλά, δικαιώθηκα και, κυρίως, με την έννοια, ότι βοηθήθηκα να κάνω την έρευνα που μου άρεσε.

Και, είναι αλήθεια, ότι, όταν κάποιος κάνει αυτό που αγαπά, όπως τα μέλη της *Εταιρείας*, δεν κουράζεται. Αλλά, επίσης, είναι αλήθεια, ότι, αν αυτός, ως ειδικός, κάνει αυτό που του αρέσει, η πιθανότητα είναι μεγάλη να το κάνει σωστά. Αρκεί, βεβαίως, αυτό να το κάνει σωστά για το καλό, όχι του εαυτού του αποκλειστικά, αλλά των πολλών, γενικότερα, για το καλό της παιδείας και, κατά συνέπεια, με αφορμή και την αισιόδοξη σημερινή έναρξη της Παγκόσμιας Εβδομάδας Εορτασμού

για την *World Space Week*, για το καλό της δοκιμαζόμενης χώρας μας, της χειμαζόμενης παιδείας μας και, φυσικά, της αγρίως διωκόμενης, σήμερα, Αστρονομίας!

Για την προσοχή, την υπομονή και την επιμονή σας, σας ευχαριστώ πολύ.

Στην Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος, Θερμά Συγχαρητήρια για την Προσφορά και Λαμπρή Πορεία της, αλλά και

Επιτυχία στον μετέπειτα εορτασμό της WORLD SPACE WEEK και, τέλος,

Σε όλες και όλους και όλες σας, ΚΑΛΟ ΧΕΙΜΩΝΑ ΜΕ ΥΓΕΙΑ και... ΚΑΛΗ ΑΡΧΗ!!!

Νικόλαος Κ. Σπύρου

Βόλος, 4 Οκτωβρίου 2015

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

“Geodesic motions versus hydrodynamic flows in a gravitating perfect fluid:dynamical equivalence and consequences” (K.Kleidis and N.K.Spyrou), *Class. Quantum Grav.* 17, 2965-2982, 2000.

“On the determination of the masses of cosmological structures” (N. K. Spyrou), Invited Talk, Proceedings of the 2nd Hellenic Cosmology Workshop *Modern Theoretical and Observational Cosmology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Eds. M. Plionis, and S. Cotsakis, Vol.276, pp.35-43, 2002.

“A Classical Treatment of the Problems of Dark Energy, Dark Matter, and Accelerating Expansion” (N. K. Spyrou), *J. Phys.: Conf. Ser.* **8** 122, doi:10.1088/1742-6596/8/1/016, 2005.

“Negative mass and repulsive gravity in Newtonian theory, and consequences” (N. K. Spyrou), *J. Phys.:Conf. Ser.* **189**, 012040 doi:10.1088/1742-6596/189/1/012040, 2009.

“Conformal dynamical equivalence and applications” (N. K. Spyrou), *J. Phys.: Conf. Ser.* **283**, 012035 doi:10.1088/1742-6596/283/1/012035, 2011.

“A conventional form of dark energy” K. Kleidis and N. K.Spyrou), *J.Phys.: Conf. Ser.* **283**, 012018 doi:10.1088/1742-6596/283/1/012018, 2011.

“A conventional approach to the dark-energy concept” (K. Kleidis and N. K.Spyrou), “*Astronomy and Astrophysics*” A&A, 529, A26 (1-14), 2011; electronic version.

“Hydrodynamic flows versus geodesic motions in contemporary Astrophysics and Cosmology (Invited Review)” (N.K.Spyrou and K.Kleidis), *Invited Chapter in "New Developments in Hydrodynamics Research"*, J. Ibragimov & M. A. Anisimov (eds.), Nova Science Publishers Inc. ISBN 978-1-62081-223-5, Chapter 2, pp.113 – 158, 2012.

“Polytropic dark matter flows illuminate dark energy and accelerated expansion” (K. Kleidis and N. K. Spyrou) “*Astronomy and Astrophysics*” A&A, 576, A23 (1-16), 2015; electronic version.

“The behaviour of dark matter associated with 4 bright cluster galaxies in the 10kpc core of Abell 3827” (Richard Massey et al.) *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 15 April 2015.
