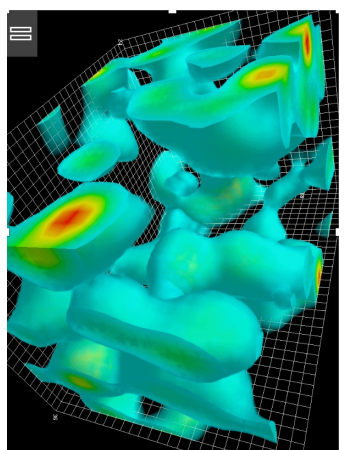


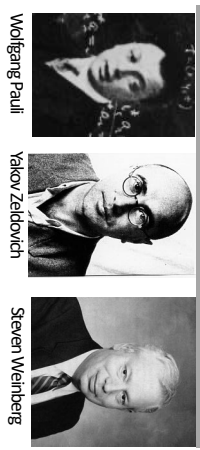
<https://physicscommunication.ie/howthe-matter-of-vacuum-energy-is-proving-cosmological>

Μεταβείτε σε αυτόν τον ιστότοπο για να δείτε το βίντεο.

Σύμφωνα με την κβαντική μηχανική, το κενό δεν είναι η απουσία των πάντων, αλλά μάλλον ένα μόνιμο σμήνος σωματιδίων και αντισωματιδίων, που εμφανίζονται και εξαφανίζονται συνεχώς. Επομένως, το κενό πρέπει να έχει μη μηδενική πυκνότητα.



Το κβαντικό κενό



Τρεις από τους μεγαλύτερους φυσικούς του 20ου αιώνα εξέτασαν το ζήτημα του κβαντικού κενού, σημειώνοντας την απίστευτα μεγάλη τιμή που προβάλλεται για την πυκνότητα του κβαντικού κενού σε σύγκριση με αυτή που προκύπτει από τις παρατηρήσεις. Η κβαντική τιμή είναι περίπου 10^{120} φορές * μεγαλύτερη. Αυτό συχνά περιγράφεται ως ο πιο εφιαλτικός υπολογισμός τάξης μεγέθους σε όλη τη φυσική.

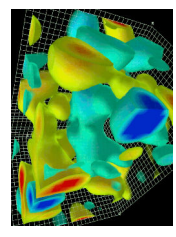
Και πάλι, ένα ερώτημα που θα μπορούσε να είχε παραμείνει στην ντουλάπα των άχρηστων περιεργιών στη φυσική.

* $10^{120} = (10 \times 10 \times 10 \dots 10)$ 120 φορές 9

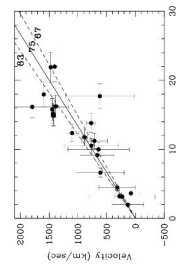
Το Σύμπαν στην τσέπη μου



Alain Blanchard
Université Paul Sabatier,
Τουλούζη



Ποια από αυτές τις εικόνες δείχνει:



- Διαφορετικές γεωμετρίες του χώρου
- Μια αναπαράσταση του κβαντικού κενού
- Το διάγραμμα Hubble



Απαντήστε στην προηγούμενη σελίδα

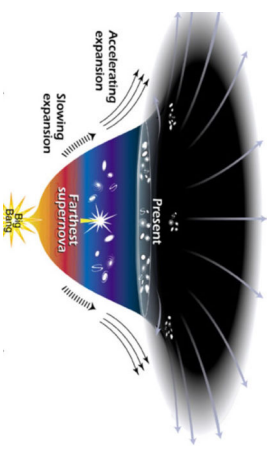
Κουίζ

Διάγραμμα που απεικονίζει την επιταχυνόμενη διαστολή του Σύμπαντος.

Πηγή: Σχέδιο: Alex Mitternirn, Coldcreation

Η εξέλιξη της επιταχυνόμενης διαστολής του Σύμπαντος έχει οδηγήσει σε μια μεγάλη ποικιλία θεωριών. Πιερώ να πούμε ότι η περιγραφή αυτών των θεωριών με κάποια λεπτομέρεια είναι μεθολογικά δύσκολη.

Μια άλλη πιθανή λύση συνίσταται στην τροποποίηση της θεωρίας της βαρύτητας του Einstein. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να επιτευχθεί αυτό, αλλά είναι δύσκολο να γίνει χωρίς να παραβιαστεί μία ή περισσότερες από τις πολλές επιτυχημένες προβλέψεις της γενικής σχετικότητας. Τέλος, και οι δύο προσεγγίσεις μπορούν να συνδυαστούν με διαφορετικούς τρόπους...12



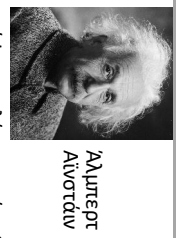
Σκοτεινή Ενέργεια

Η κοσμολογική σταθερά που εισήγαγε ο Einstein είναι πολύ τεχνητή από θεωρητική άποψη. Η τιμή του κβαντικού κενού που προβάλλεται από την κβαντική θεωρία πεδίου υπερβαίνει την τιμή που προκύπτει από τις παρατηρήσεις κατά 120 τάξεις μεγέθους τουλάχιστον.

Επομένως, έχουν προταθεί πολλές εναλλακτικές εξηγήσεις για την προέλευση της επιταχυνόμενης διαστολής, μια πρόκληση που ονομάζεται «σκοτεινή ενέργεια».

Η πεμπτοσία είναι η απλούστερη μορφή σκοτεινής ενέργειας: είναι ένα υποθετικό συστατικό που αλληλεπιδρά με το υπόλοιπο Σύμπαν μόνο μέσω της βαρύτητας. Η πυκνότητά της μπορεί να ποικίλει με την πάροδο του χρόνου, αλλά μπορεί επίσης να συμπεριφερθεί πολύ σαν μια κοσμολογική σταθερά, ανάλογα με το δυναμικό που δέχεται την εξέλιξή της. Το 2024, η συνεργασία DESI ισχυρίζεται ότι βρήκε κάποιες ενδείξεις για μια τέτοια εξελισσόμενη σκοτεινή ενέργεια.

Η μοίρα του Σύμπαντος

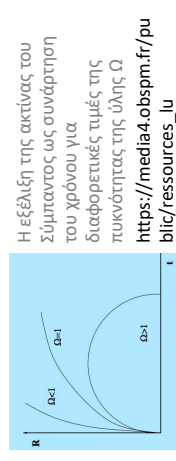


Άλμπερτ Αϊνστάιν

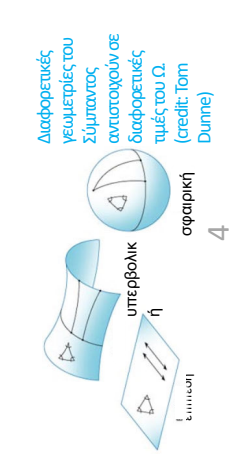
Η διαστολή περιγράφεται καλύτερα από τη θεωρία της γενικής σχετικότητας, που δημοσιεύτηκε από τον Άλμπερτ Αϊνστάιν το 1915. Αυτή η θεωρία μας λέει ότι η γεωμετρία του χώρου συνδέεται με την πυκνότητα του Σύμπαντος.

Ο Αϊνστάιν δεν ήταν ικανοποιημένος από την πρώτη έκδοση της θεωρίας του, επειδή ήταν ασυνεπής με ένα στατικό (δηλαδή μη διασταλλόμενο) Σύμπαν. Επομένως, εισήγαγε το 1917 έναν νέο όρο, την κοσμολογική σταθερά Λ .

Ήταν η αρχή μιας ιστορίας που, περισσότερο από έναν αιώνα αργότερα, βρίσκεται ίσως στο απόγειό της...



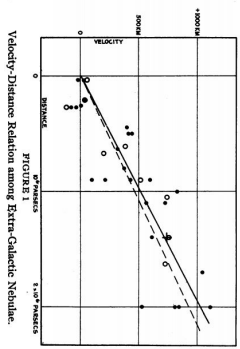
Η εξέλιξη της ακτινότητας του Σύμπαντος ως συνάρτησης του χρόνου για διαφορετικές τιμές της πυκνότητας της ύλης Ω ($\Omega > 1$), $\Omega = 1$), $\Omega < 1$) ή $\Omega = 0$), η διαστολή θα σταματήσει και θα συσπαστεί. Εάν η πυκνότητα είναι πολύ μικρή, η βαρυτική δύναμη δεν είναι αρκετή να αντισταθμίσει την τάση της διαστολής να πάντα. Η ορατή ισχύς και η διαστολή θα συνεχιστεί για πάντα. Η ορατή περπταση μετξύ αυτών των δύο πιθανοτήτων συμβιβάζεται από την ισορροπία των μεγεθών των γωνιών από την κωνική πυκνότητα είναι ίση με την κωνική πυκνότητα ($\Omega = 1$).



Η φύση του Λάμπδα

Η ανακάλυψη της διαστολής του σύμπαντος οδήγησε στην κοσμολογική σταθερά να χρησιμοποιηθεί στην νουλάπα των άχρηστων περιεργιών στη φυσική, με τη συγκατάθεση του Αϊνστάιν...

Όμως το 1931 ο Lemaître έκανε κρίσιμη υπόθεση: η κοσμολογική σταθερά που θεωρούνταν προηγμένης ως προς την επεξεργασία του κοσμολογικού μέτρου των πειραμάτων. Einstein μπορεί εξίσου να αποδοθεί στην πίεση και την πυκνότητα ενός ρευστού, με το ρευστό να είναι το κενό του διαστήματος!

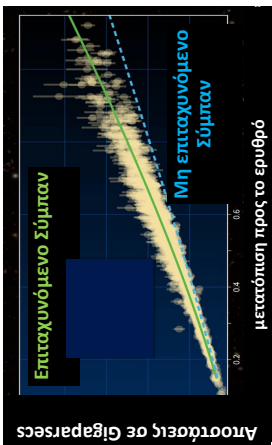


Το αρχικό διάγραμμα Hubble (Hubble 1929). Δείχνει τη μετρούμενη ταχύτητα V των γαλαξιών ως συνάρτηση της απόστασής τους D , η οποία προκύπτει χρησιμοποιώντας τη σχέση περιόδου-φωτεινότητας για άστρα κηφέιδες που καθιερώθηκε λίγα χρόνια νωρίτερα από την Henrietta Leavitt (βλ. TUIMP 15).

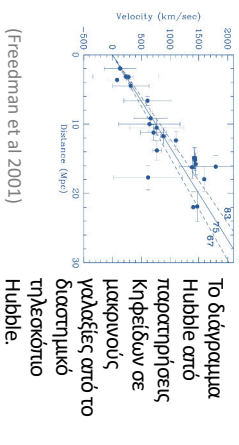
Η σχέση $V = H_0 \times D$, που ονομάζεται νόμος Hubble-Lemaître, άλλαξε δραματικά την αντίληψή μας για το Σύμπαν.

Η τιμή του H_0 , της σταθεράς Hubble, εκτιμήθηκε αρχικά σε περίπου 500 km/s ανά Mpc, στη συνέχεια σε περίπου 100 km/s ανά Mpc στις αρχές της δεκαετίας του 1960. Οι σημερινές εκτιμήσεις είναι περίπου 73 km/s ανά Mpc.

1 Mpc ισούται με 3 εκατομμύρια έτη φωτός



Η σύγκριση δεδομένων του διαγράμματος Hubble από υπερκαινοφανείς τύπου Ia έδειξε ότι η διαστολή επιταχύνεται. Αυτή η ανακάλυψη χάρισε το βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2011 στους Saul Perlmutter, Brian P. Schmidt και Adam G. Riess. Αυτό το αποτέλεσμα είναι αρκετά επαναστατικό: σημαίνει ότι, στην κλίμακα του Σύμπαντος, η βαρύτητα δρα ως απωθητική δύναμη.



Διαφορετικές γεωμετρίες του χώρου

Πηγή: MARK GARLICK/SCIENCE PHOTO

Η μαθηματική ομορφιά του Σύμπαντος

Η μαθηματική ομορφιά του Σύμπαντος εκκίνησε την έρευνα για την ομορφιά της φύσης. Αυτή η έρευνα οδήγησε στην ανακάλυψη της διαστολής του Σύμπαντος, η οποία είναι η πιο σημαντική ανακάλυψη της σύγχρονης κοσμολογίας.

Το Σύμπαν στην τσέπη μου Αρ. 41

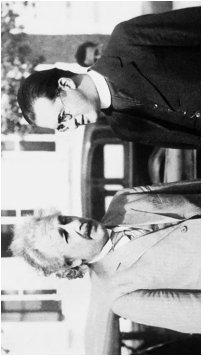
Αυτό το βιβλιαράκι γράφτηκε το 2024 από τον Alain Blanchard από το Université Paul Sabatier και αναθεωρήθηκε από τον Stan Kurtz από το IPhA (Μεξικό).

Εικόνα εξωφύλλου:

Ο Darth Vader της σειράς Star Wars είναι ο χαρακτήρας που έχει "περάσει στην σκοτεινή πλευρά της δύναμης". Το ίδιο το Σύμπαν υποφέρεται σε μια άγνωστη δύναμη της σιωπής η μυστηριώδης προσέλευση έχει ονομαστεί Σκοτεινή Ενέργεια.

Για να μάθετε περισσότερα για αυτή τη σειρά και για τα θέματα που παρουσιάζονται σε αυτό το βιβλιαράκι, επισκεφθείτε τη διεύθυνση <http://www.tuimp.org>

Μετάφραση: Τζόνι Νικολαΐδου
TUIMP Creative Commons



Με την την Hubble που έμενε στην περιοχή του Σόλτς, ο Hubble ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τη μέτρησή του για να μετρήσει την απόσταση των γαλαξιών. Η μέτρησή του ήταν η πρώτη που έδειξε ότι οι γαλαξίες είναι μακριά από τη Γη. Η μέτρησή του ήταν η πρώτη που έδειξε ότι οι γαλαξίες είναι μακριά από τη Γη. Η μέτρησή του ήταν η πρώτη που έδειξε ότι οι γαλαξίες είναι μακριά από τη Γη.

Ο νόμος Hubble-Lemaître

Αμέσως μετά τη Μεγάλη Διαμάχη το 1925, η οποία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν γαλαξίες έξω από το δικό μας, ο Έντγουιν Χαμπλ παρατήρησε ότι οι ταχύτητες απομάκρυνσης αυτών των γαλαξιών ήταν ανάλογες των αποστάσεών τους. Ο Ζορζ Λεμέτρ το ερμήνευσε ως αποτέλεσμα της διαστολής του Σύμπαντος.

Η διαστολή του Σύμπαντος είναι μια άλλη συνήθιστη έννοια για να κατανοηθεί: παραμερίζοντας τις μεμονωμένες κινήσεις που συνοδεύουν τη δομή του Κοσμικού Ιστού (βλ. TUIMP 13), οι γαλαξίες απομακρύνονται ο ένας από τον άλλο με ταχύτητα ανάλογη των αντίστοιχων αποστάσεών τους.

Αυτό που δίνεται αυτήν την ταχύτητα είναι η βαρύτητα, όπως το να πετάξεις μια πέτρα προς τα πάνω: αν η αρχική ταχύτητα είναι χαμηλή, η πέτρα ανεβαίνει και μετά πέφτει ξανά. Αν η αρχική ταχύτητα είναι αρκετά υψηλή (ξεχνώντας την ατμόσφαιρα της Γης), η πέτρα ανεβαίνει επί αόριστον.