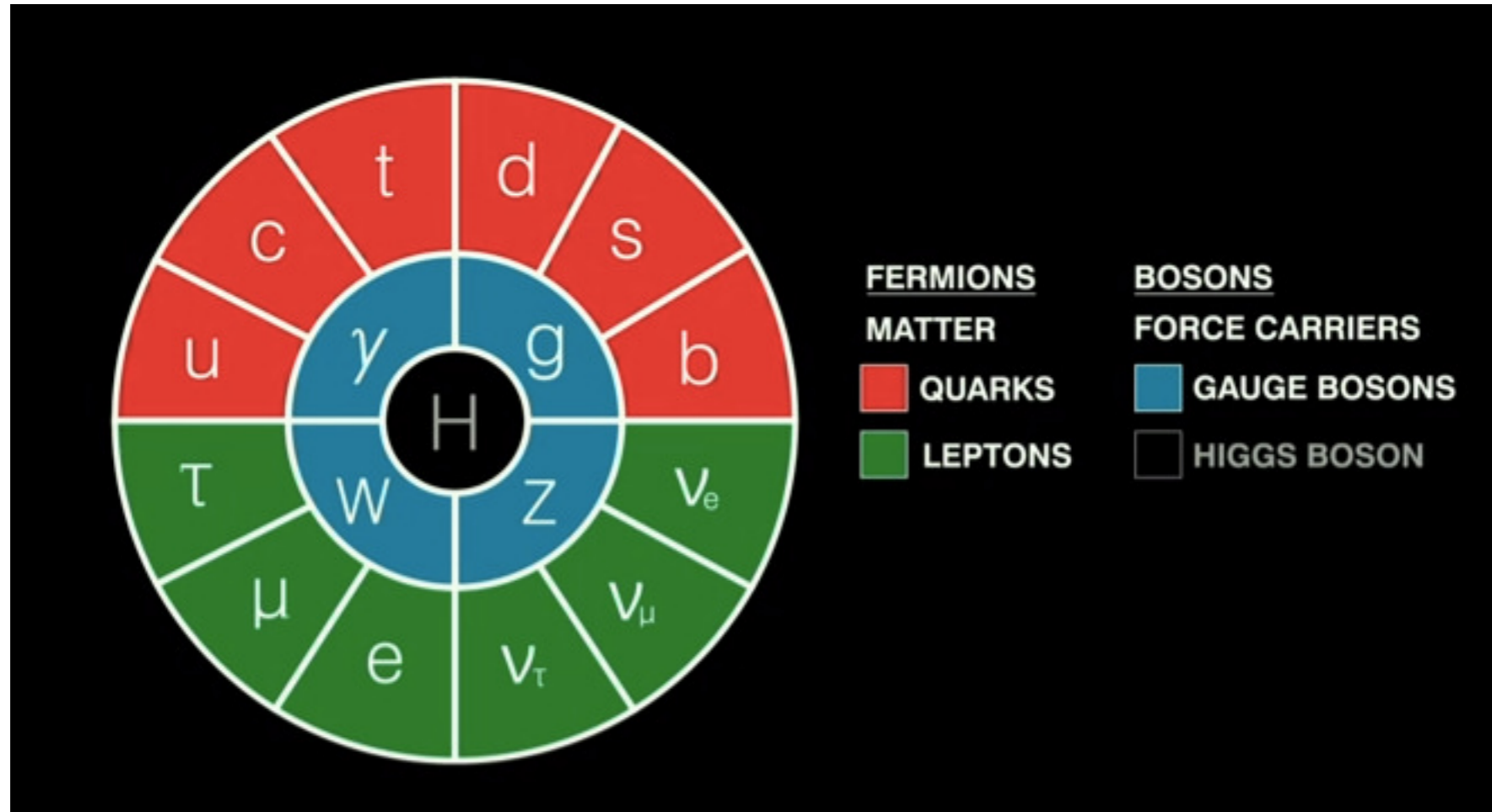


Πέρα από το Καθιερωμένο Πρότυπο

Ασημίνα Αρβανιτάκη

Perimeter Institute for Theoretical Physics

Το Καθιερωμένο Πρότυπο



Μινιμαλισμός

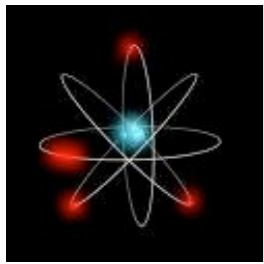


William of Ockham

“entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem”

τίποτα δεν πρέπει να πολλαπλασιάζεται πέρα από το αναγκαίο

Η ισχύς του Καθιερωμένου Προτύπου



Πυρήνας

DNA

Ζωή

Γη

Ήλιος

Ηλιακό
Σύστημα

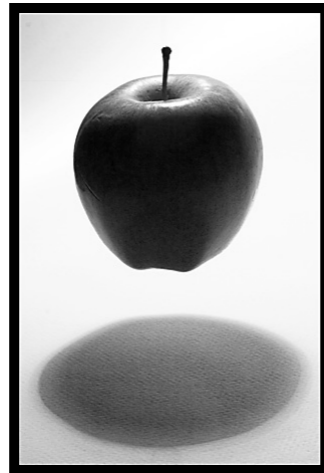
Γαλαξίας

Σύμπαν

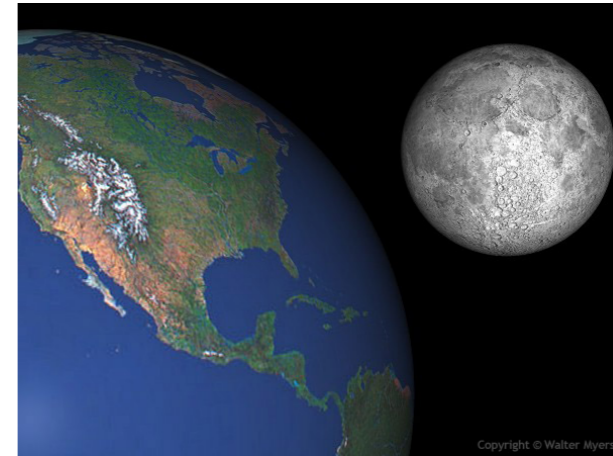
Ενοποίηση

Ενοποίηση

Newton (1680's)



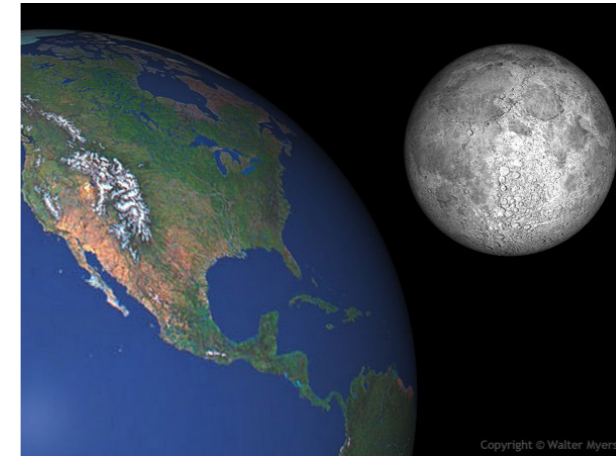
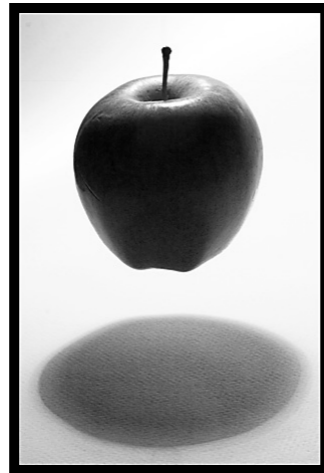
Γήινα
φαινόμενα



Ουράνια
φαινόμενα

Ενοποίηση

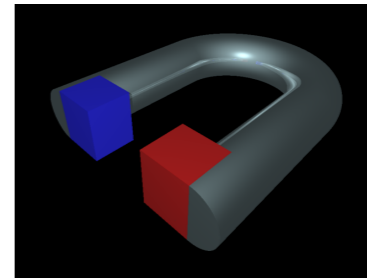
Newton (1680's)



Βαρύτητα

Ενοποίηση

Maxwell (1850's)



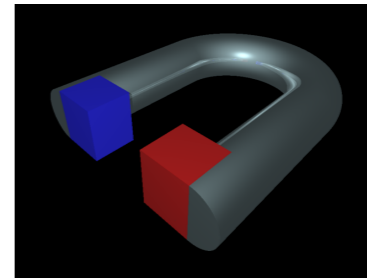
Ηλεκτρισμός

Φως

Μαγνητισμός

Ενοποίηση

Maxwell (1850's)



Ηλεκτρομαγνητισμός

Ενοποίηση

Καθιερωμένο Πρότυπο (1960's)



Ασθενής Δύναμη



Ηλεκτρομαγνητισμός

Ενοποίηση

Καθιερωμένο Πρότυπο (1960's)



Ηλεκτρασθενής Δύναμη

Πέρα από το Καθιερωμένο Πρότυπο

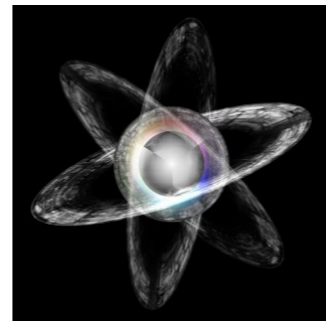
- Ύλη: μόνο 5% της μάζας του σύμπαντος
Σκοτεινή ύλη (~25%)- Σκοτεινή ενέργεια (~70%)
- Ιεραρχία των μαζών
- Απουσία αντιύλης στο σύμπαν

Πρόκληση για την ενοποίηση

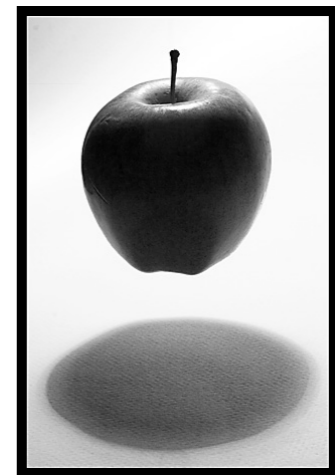
Πέρα από το καθιερωμένο πρότυπο



Ηλεκτρασθενής



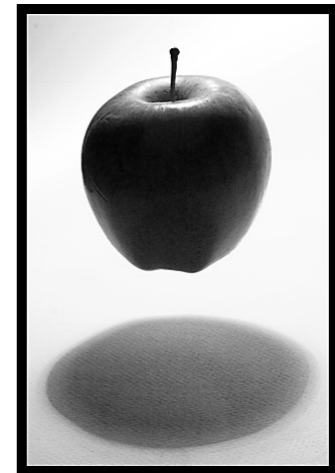
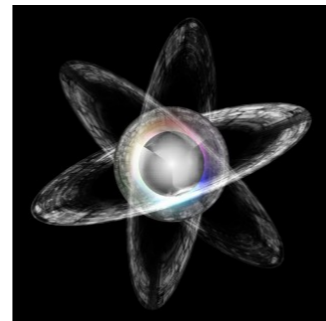
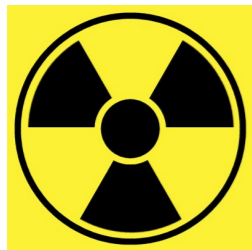
Ισχυρή
Πυρηνική



Βαρύτητα

Πρόκληση για την ενοποίηση

Πέρα από το καθιερωμένο πρότυπο



?

Ενοποιημένη Θεωρία

Εμπόδιο για την ενοποίηση

Αδυναμία της Βαρύτητας

Εμπόδιο για την ενοποίηση

Αδυναμία της Βαρύτητας

Στο άτομο του υδρογόνου



πρωτόνιο



ηλεκτρόνιο

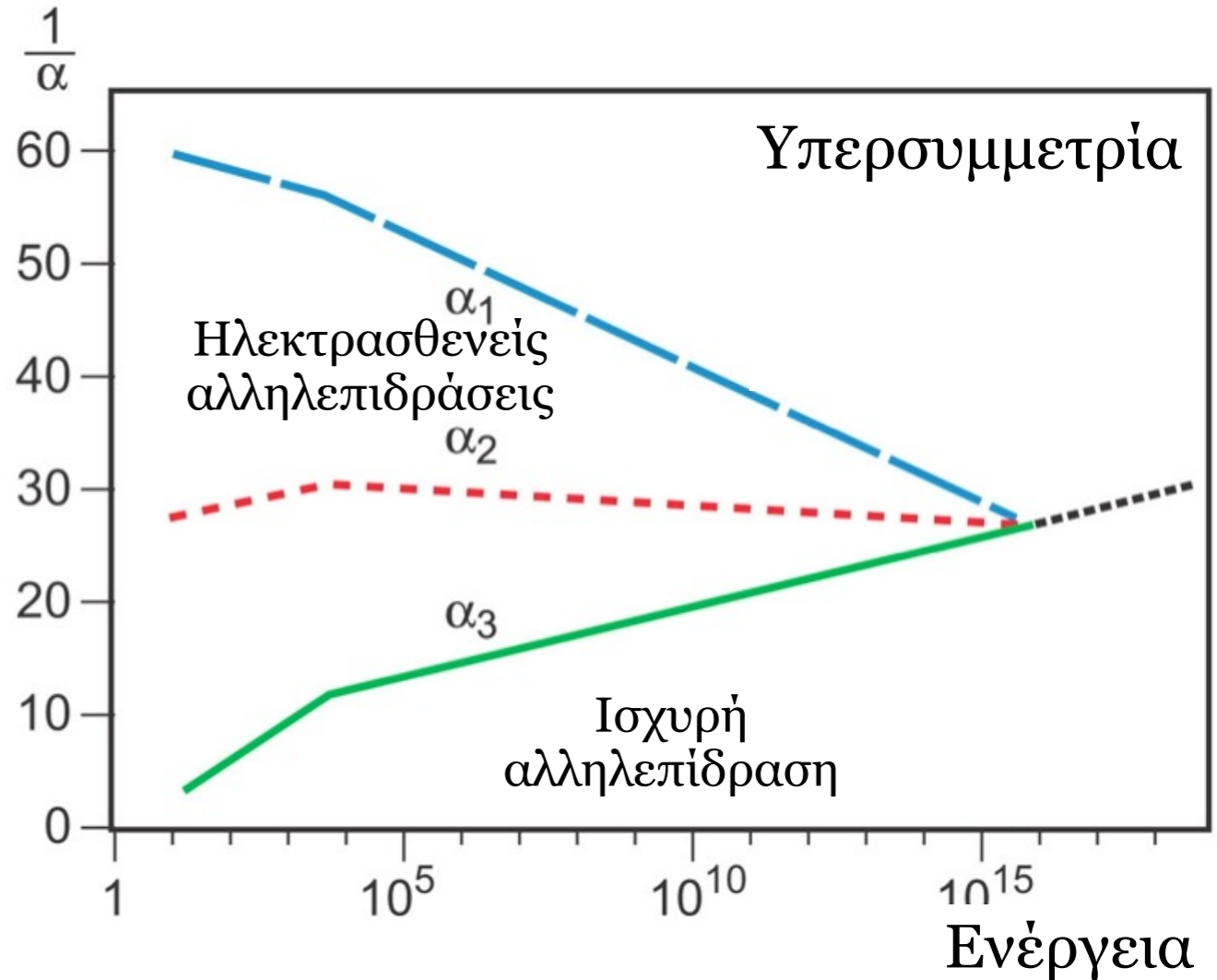
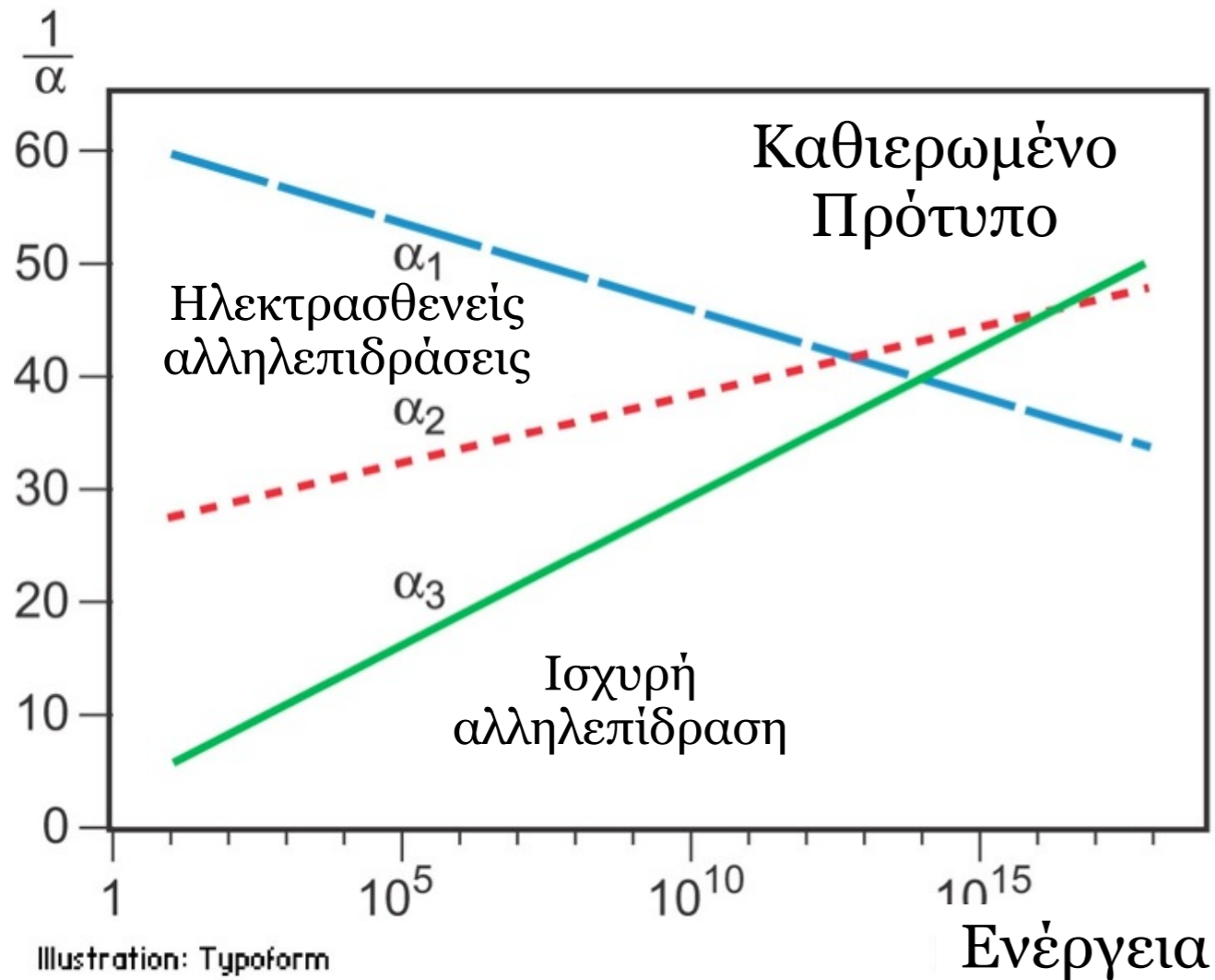
Περίληψη

- Υπερσυμμετρία
- Μεγάλες έξτρα διαστάσεις
- Τα πολλά σύμπαντα της θεωρίας χορδών
- Τι μαθαίνουμε από το Χιγκς

Υπερσυμμετρία

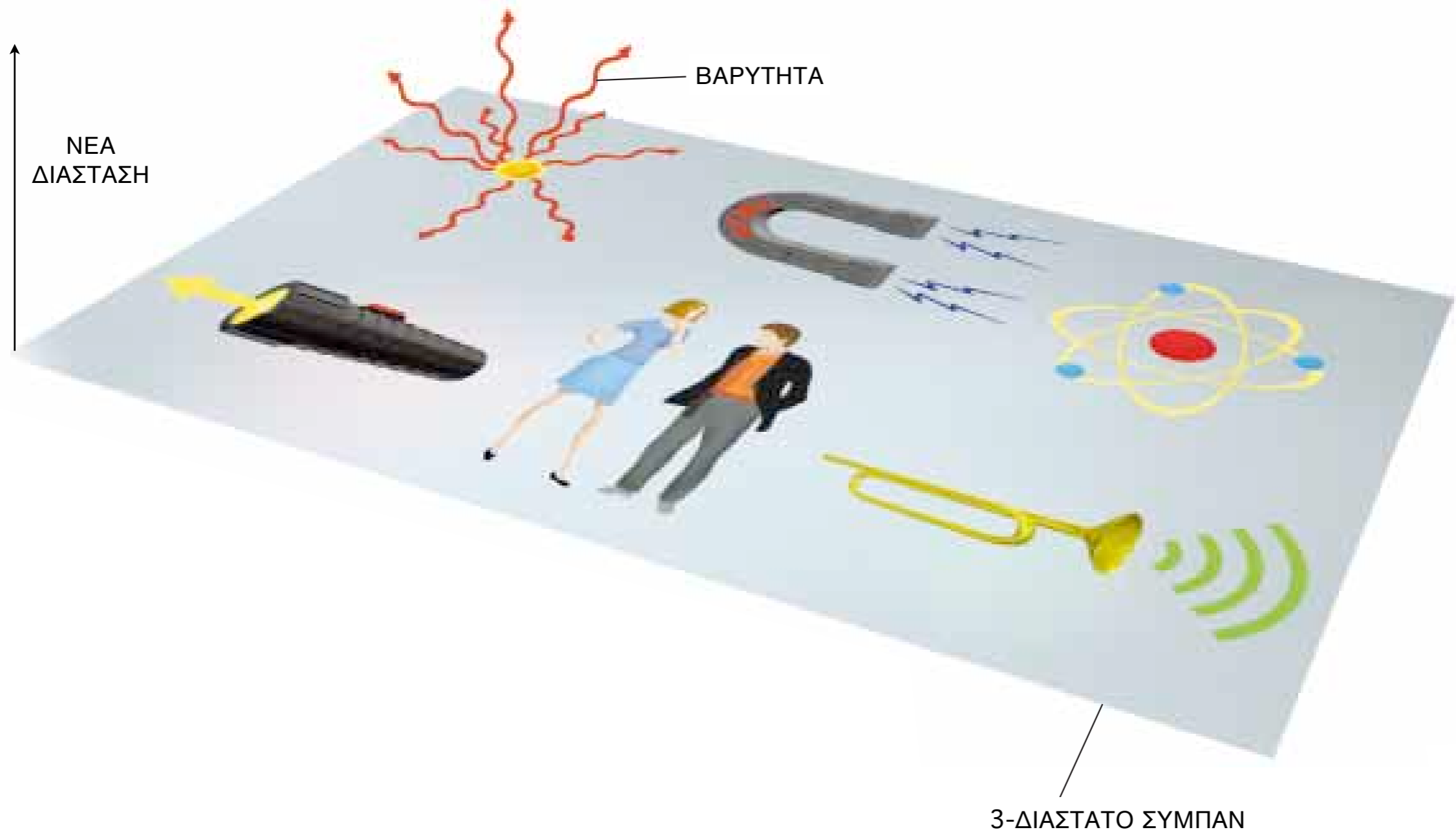
- Κάθε φερμιόνιο αποκτά ένα μποζονικό “αδερφό”
- Κάθε μποζόνιο αποκτά ένα φερμιονικό “αδερφό”

Ενοποίηση των δυνάμεων



Πειραματικές ενδείξεις για ενοποίηση στις αρχές της δεκαετίας του 1990

Θεωρία των έξτρα διαστάσεων



Η βαρύτητα είναι αδύναμη όταν διαδίδεται σε περισσότερες από 3 διαστάσεις



Τραπέζι του μπιλιάρδου

\longleftrightarrow Το δικό μας 3-διάστατο σύμπαν

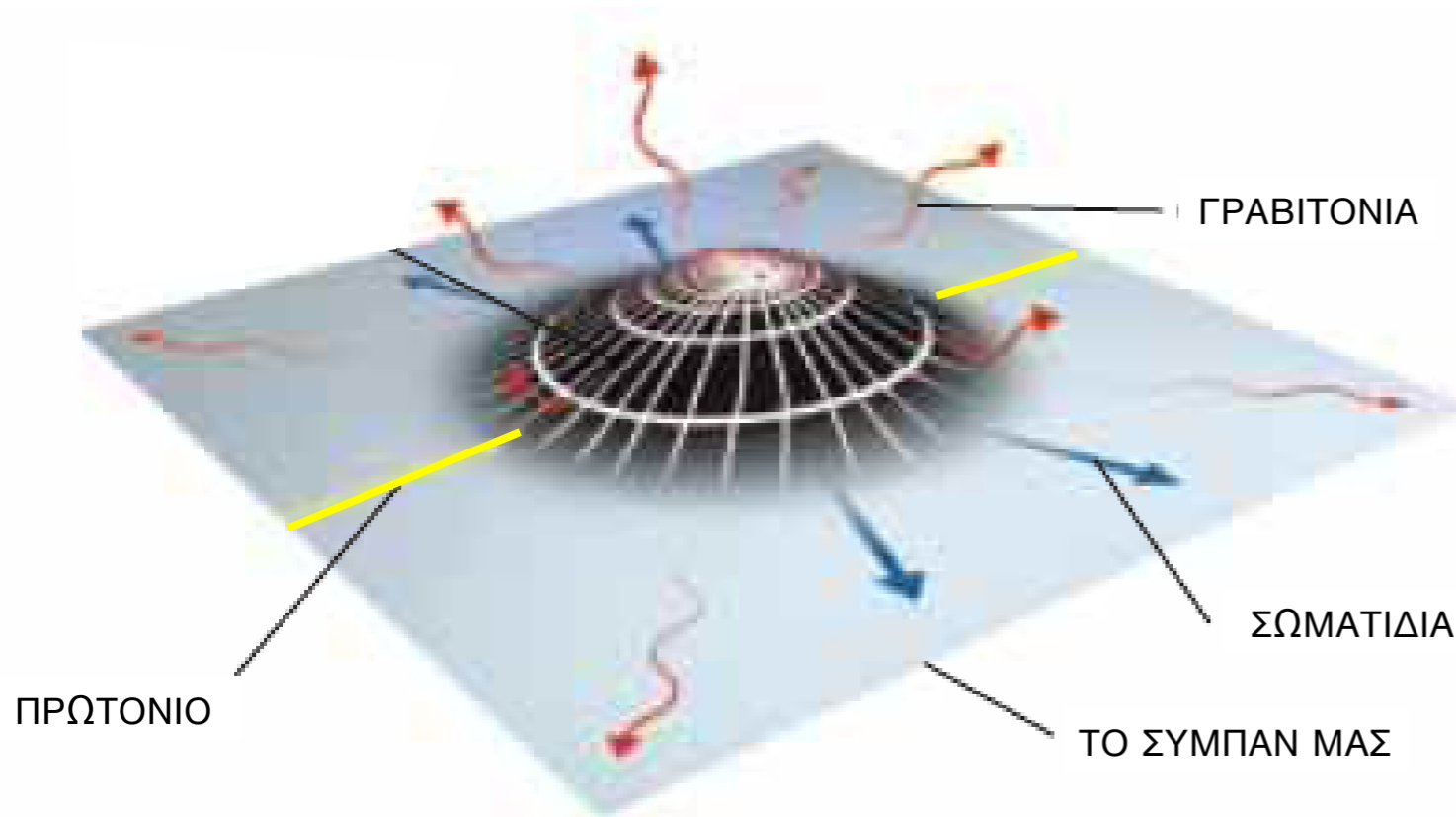
Μπάλλες του μπιλιάρδου

\longleftrightarrow Στοιχειώδη Σωματίδια

Υχητικά κύματα

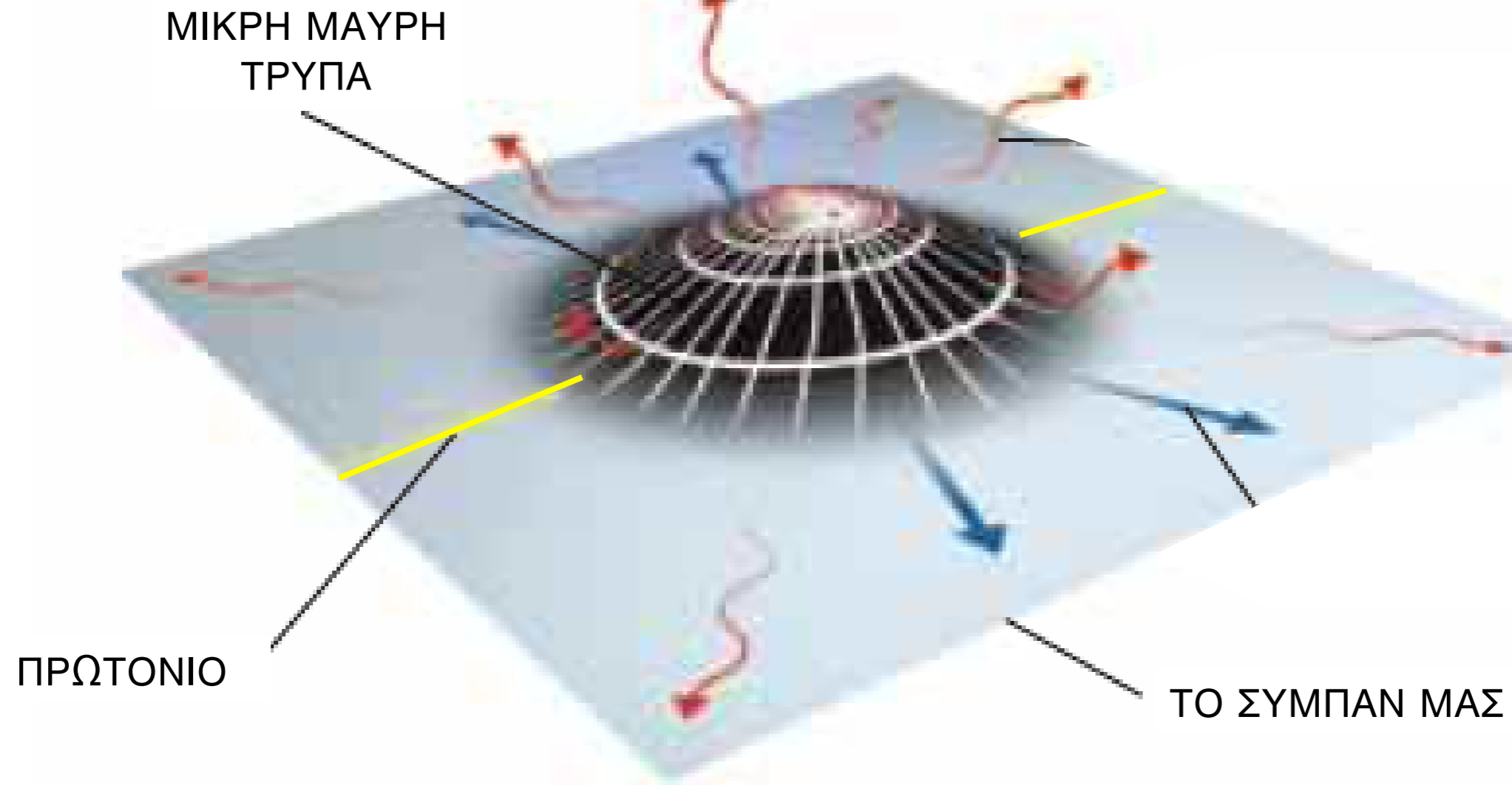
\longleftrightarrow Βαρύτητα

Σήματα στο LHC



Γραβιτόνια διαφεύγουν στην έξτρα διάσταση
Χαμένη Ενέργεια
Παραγωγή εξωτικών σωματιδίων και χορδών

Σήματα στο LHC



Συγκρούσεις πρωτονίων παράγουν μαύρες τρύπες

LHC: Μηχανή Καταστροφής



LHC: Μηχανή Καταστροφής

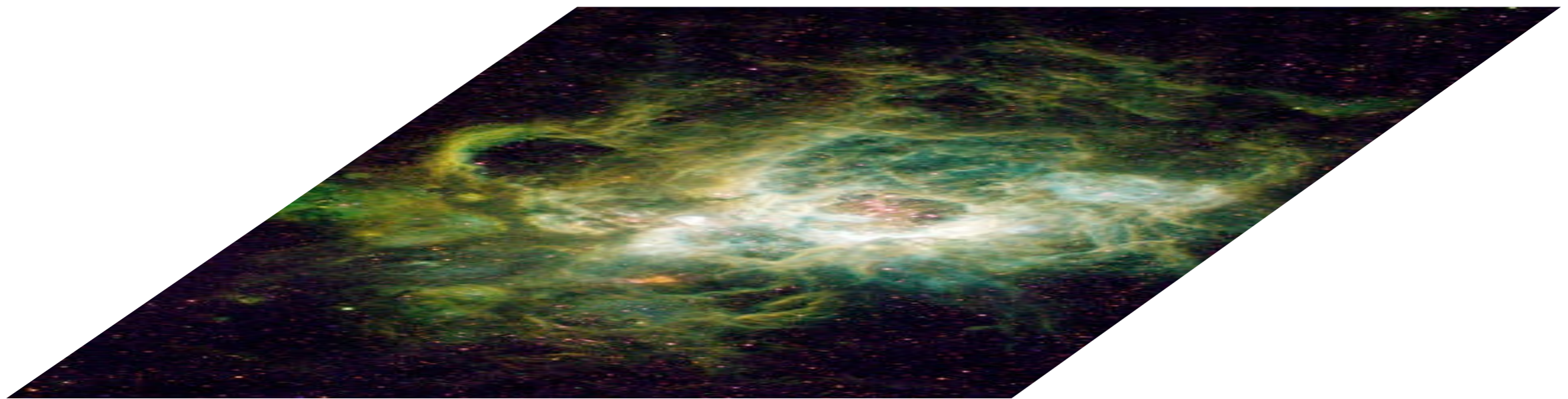


LHC: Μηχανή Καταστροφής

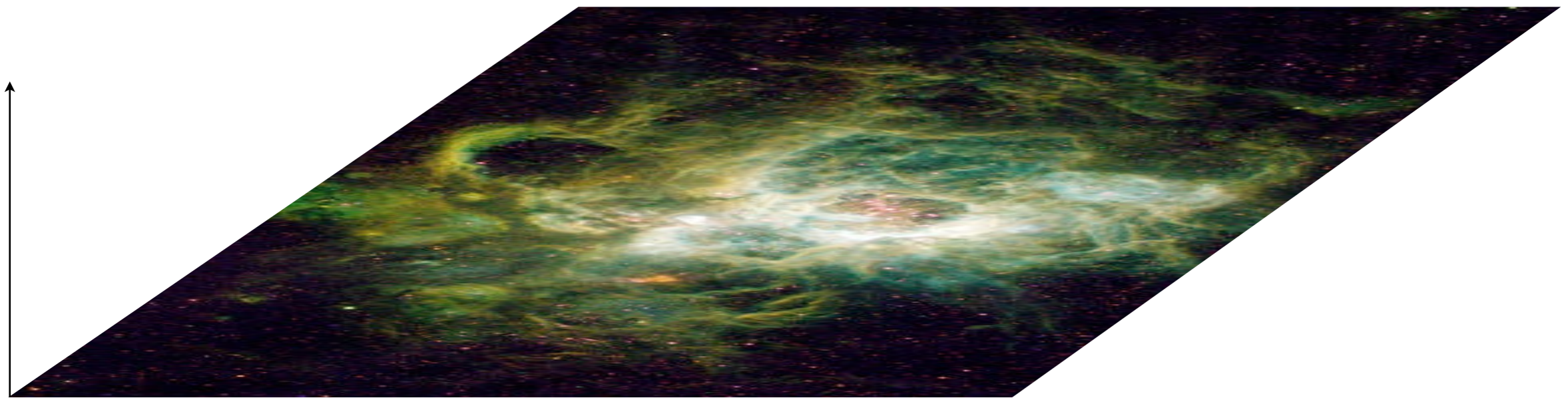


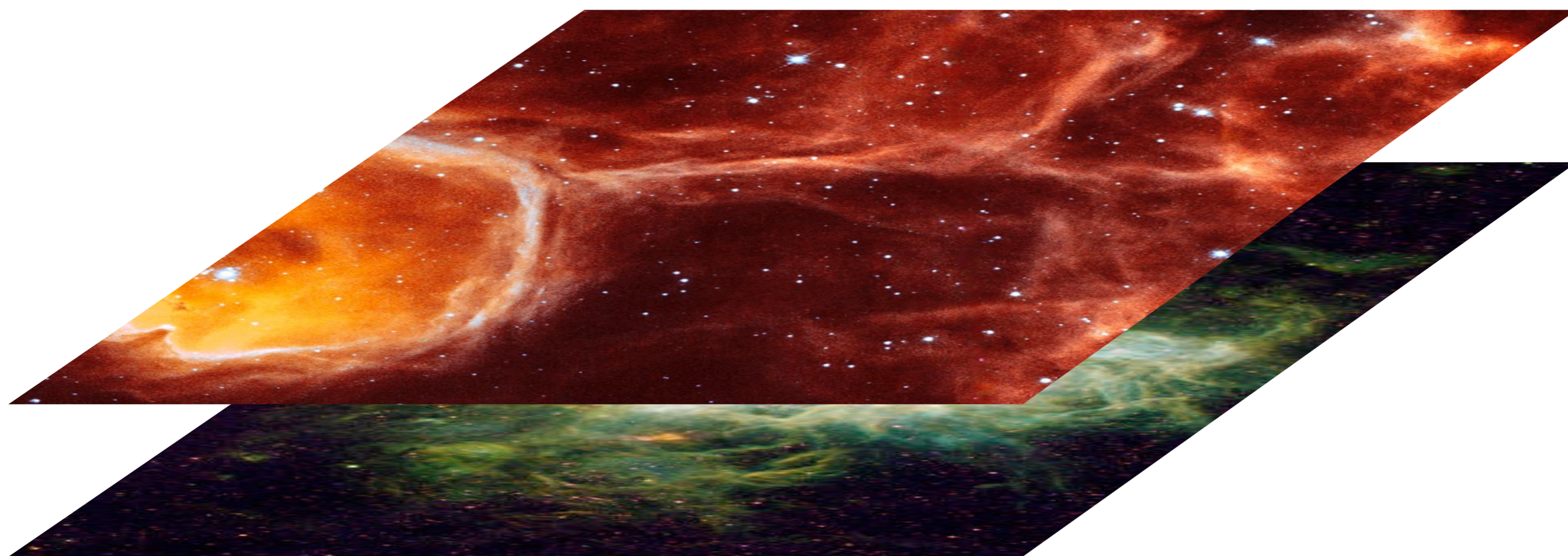
Οι μαύρες τρύπες παράγονται σε συγκρούσεις κοσμικής ακτινοβολίας

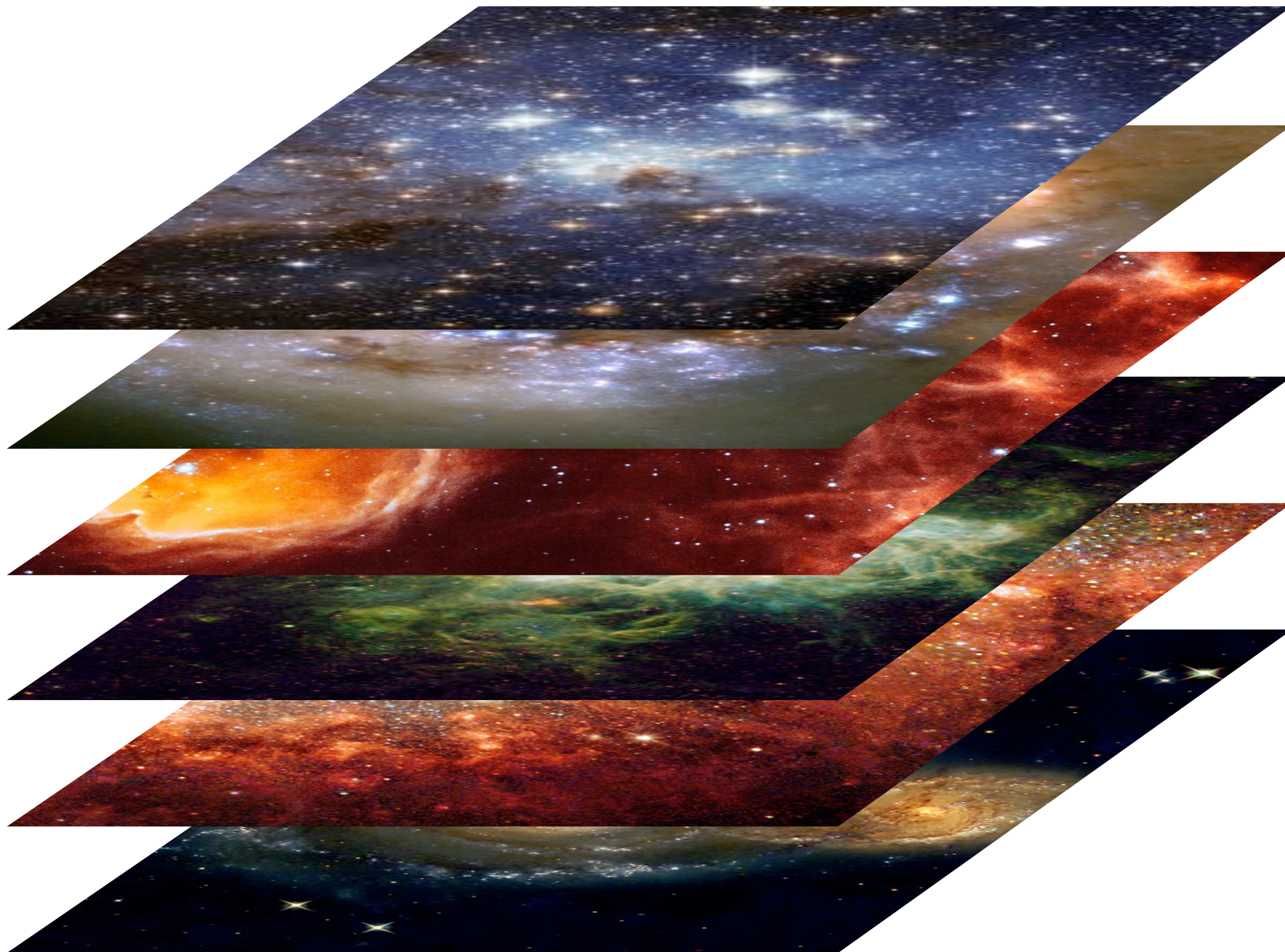
Νέα Κοσμοθεωρία



Νέα Κοσμοθεωρία







Μινιμαλισμός



William of Ockham

*“entia non sunt multiplicanda
praeter necessitatem”*

τίποτα δεν πρέπει να
πολλαπλασιάζεται πέρα από το
αναγκαίο

Μινιμαλισμός



William of Ockham

“entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem”

τίποτα δεν πρέπει να πολλαπλασιάζεται πέρα από το αναγκαίο

Πληθώρα



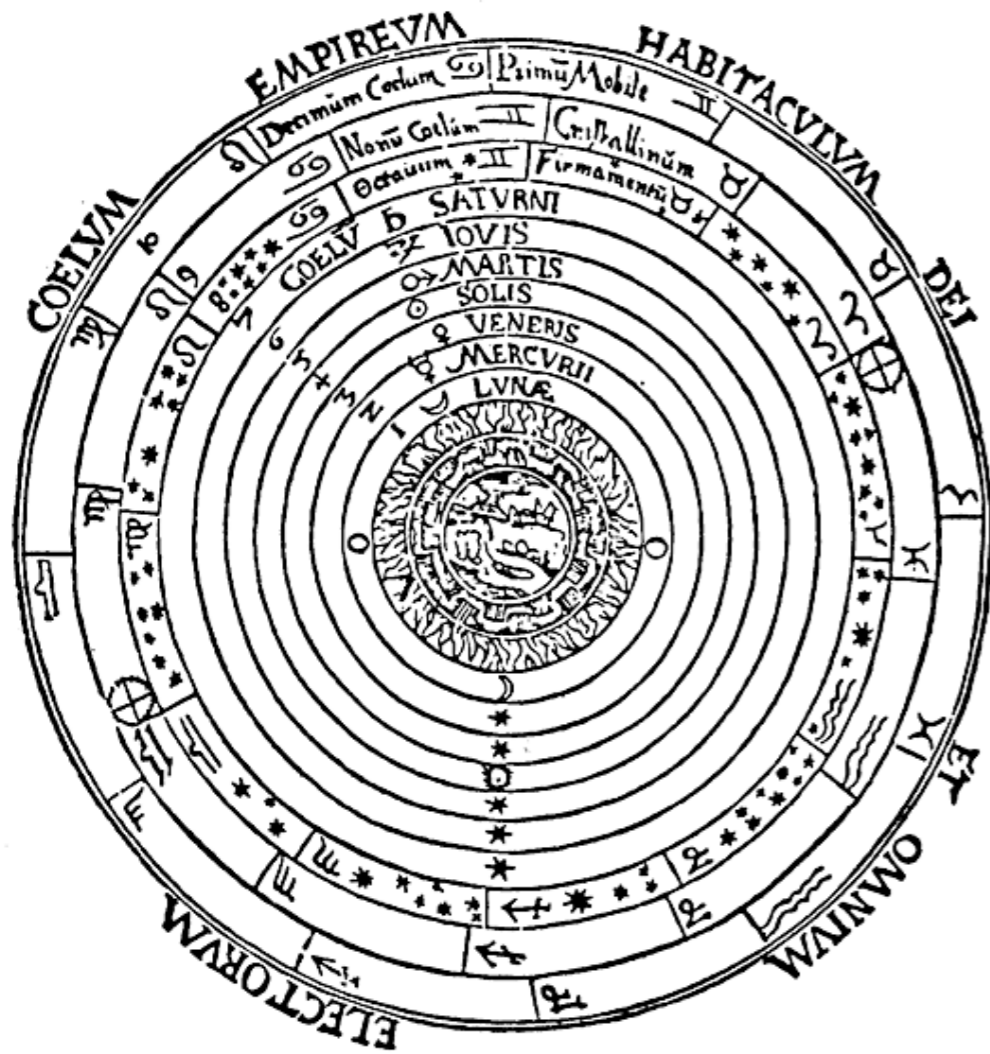
Gottfried Wilhelm Leibniz

Ο τελειότερος από όλους τους πιθανούς κόσμους πρέπει να περιέχει όλες τις περιπτώσεις

Μινιμαλισμός

Για το ηλιακό σύστημα

Schema huius praemissa divisionis Sphaerarum.

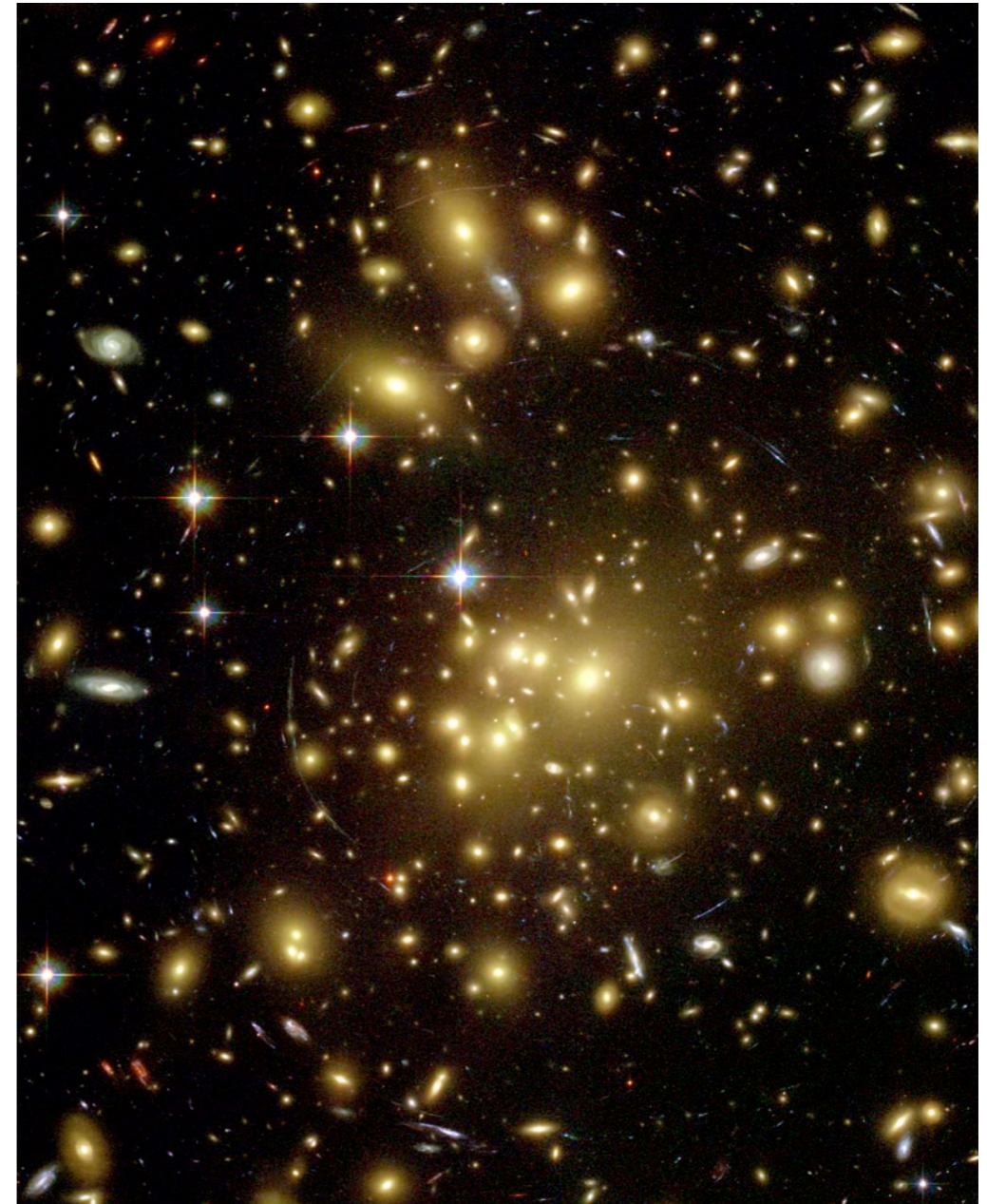
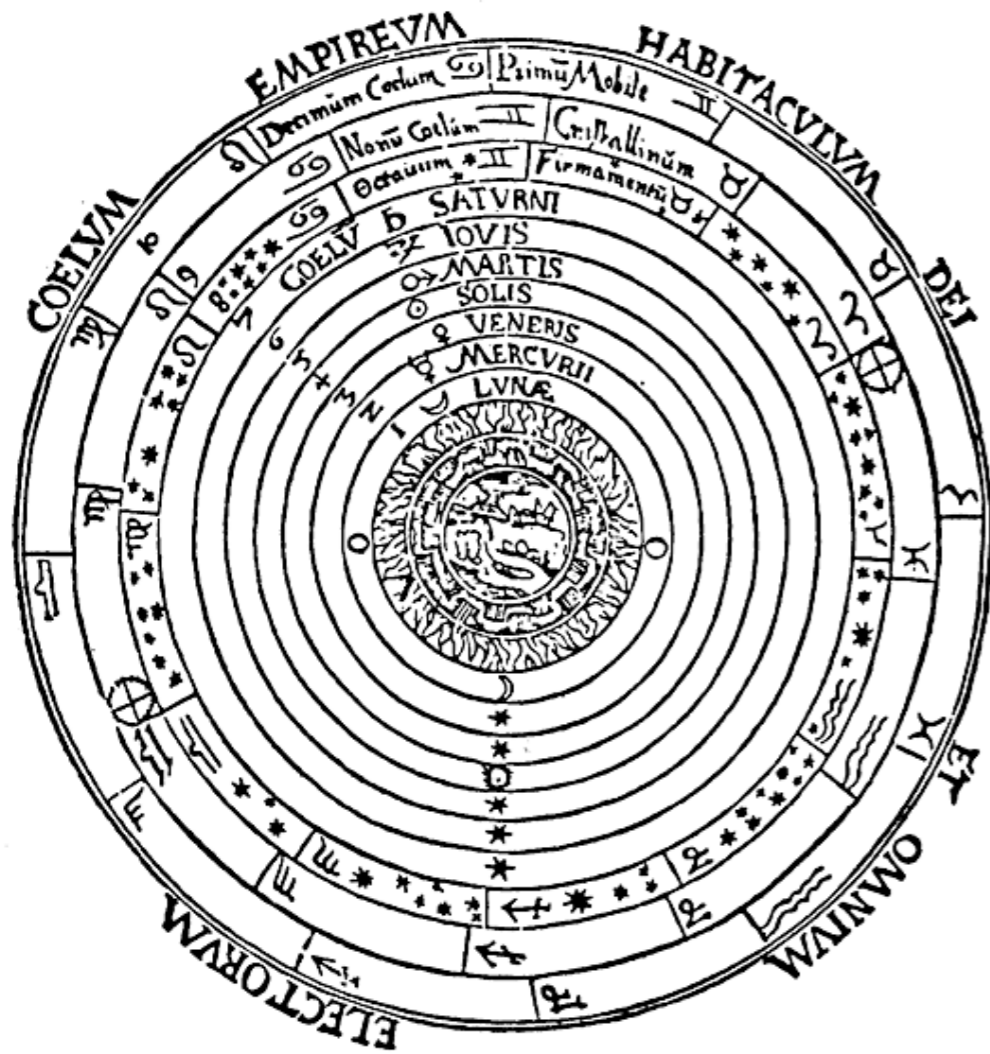


Μινιμαλισμός

Πληθώρα

Για το ηλιακό σύστημα

Schema huius praemissa divisionis Sphaerarum.



Μινιμαλισ

ηθώρα

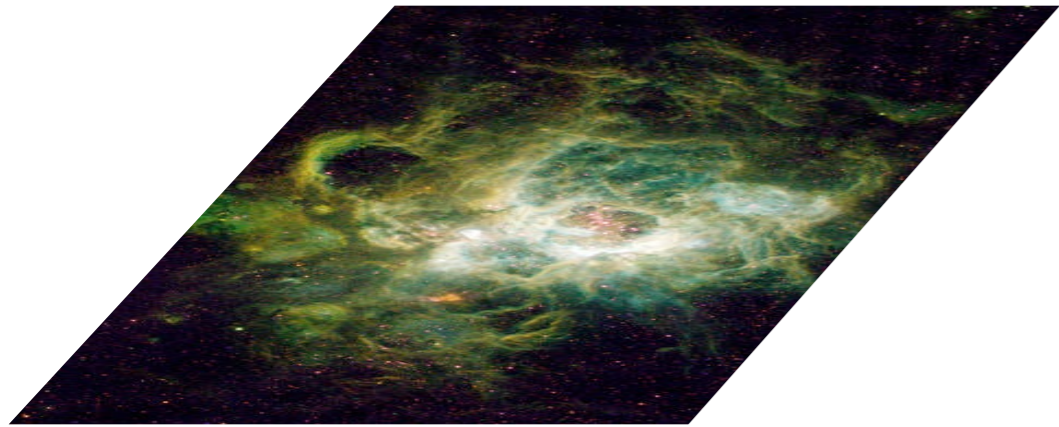


Ο Giordano Bruno καίγεται,
17 Φεβρουαρίου, 1600

Πληθώρα Ηλιακών Συστημάτων

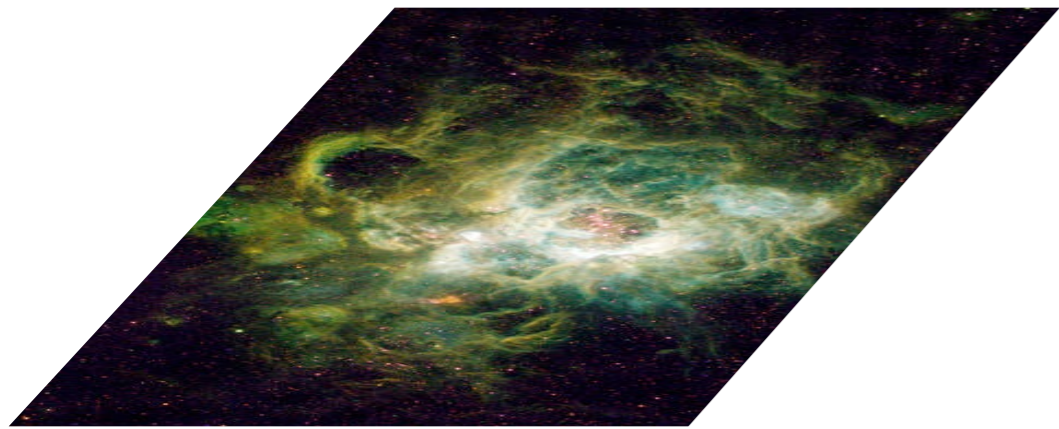
- Αλλάζει τον τρόπο που σκεφτόμαστε για το ηλιακό σύστημα
π.χ. απόσταση Ήλιου-Γης
- Δείχνει προς περιβαλλοντική επιλογή στο σύμπαν μας

Μινιμαλισμός



Ένα σύμπαν

Μινιμαλισμός



Ένα σύμπαν

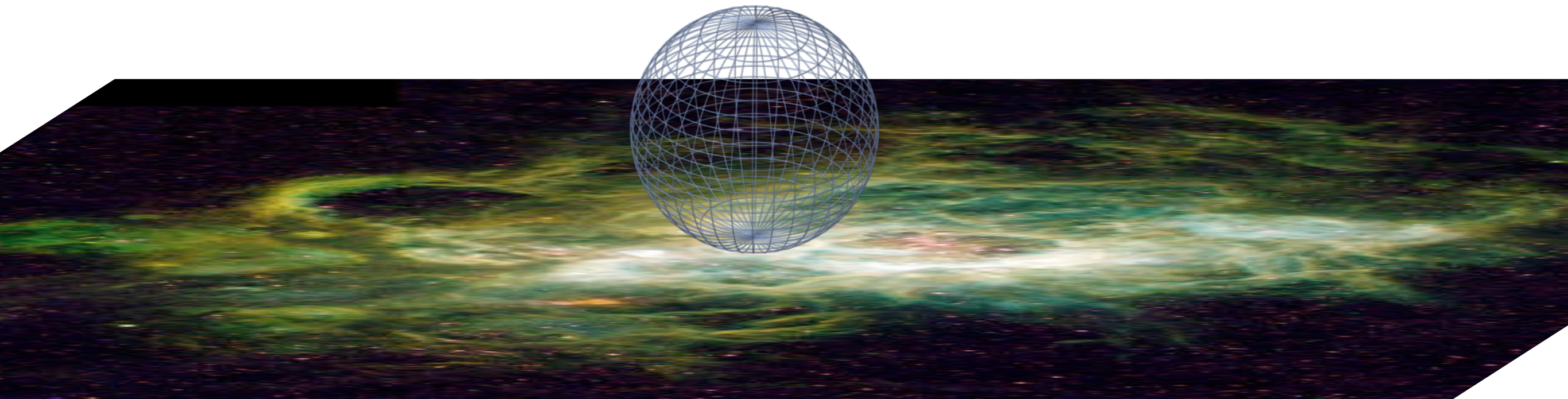
Πληθώρα



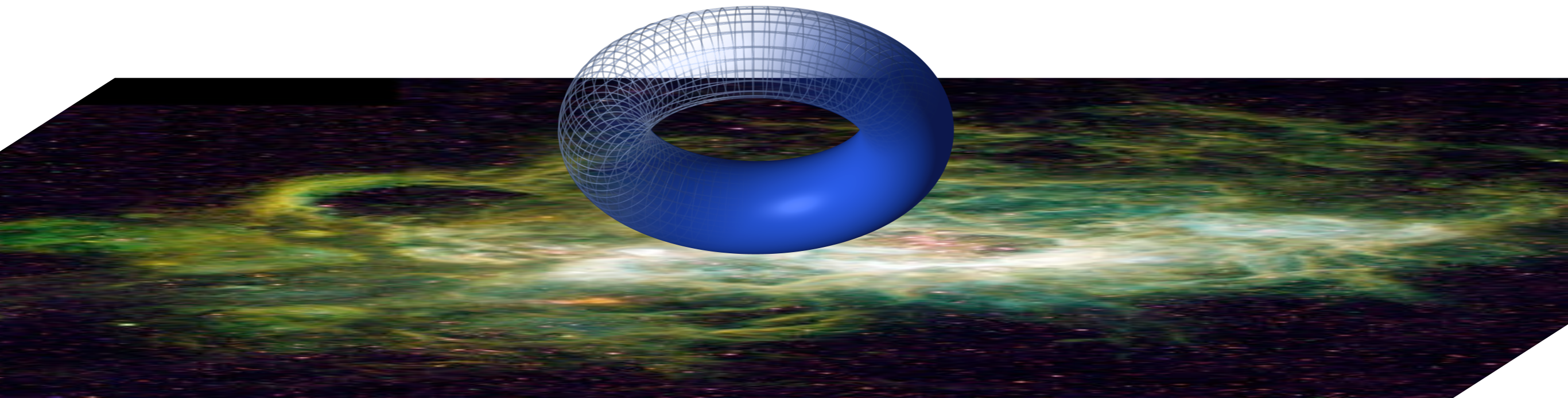
Πολλά σύμπαντα

Τα πολλά σύμπαντα της θεωρίας Χορδών

Τα πολλά σύμπαντα της θεωρίας Χορδών



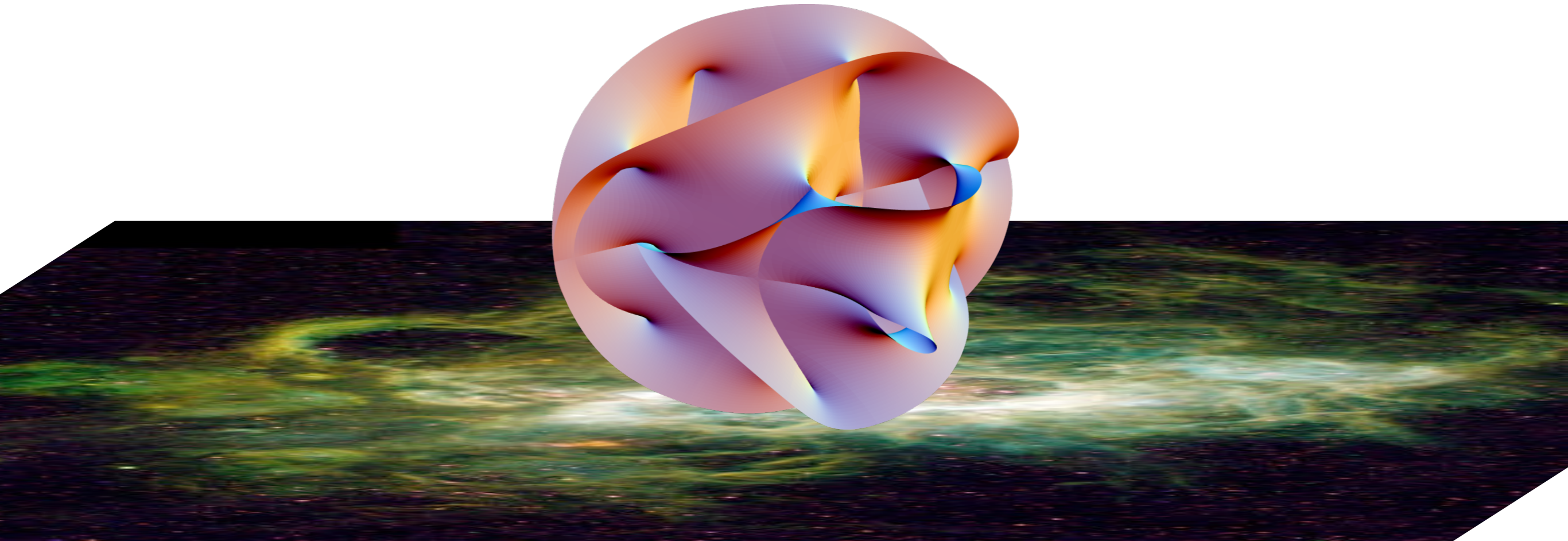
Τα πολλά σύμπαντα της θεωρίας Χορδών



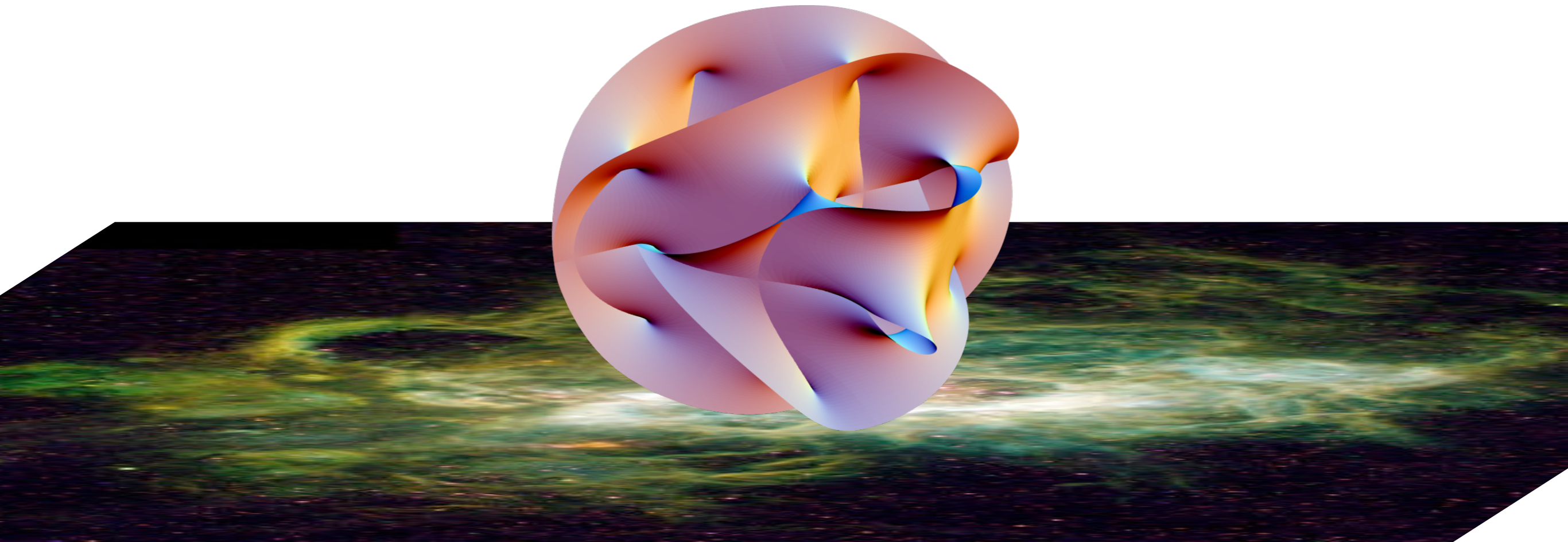
Τα πολλά σύμπαντα της θεωρίας Χορδών



Τα πολλά σύμπαντα της θεωρίας Χορδών



Τα πολλά σύμπαντα της θεωρίας Χορδών

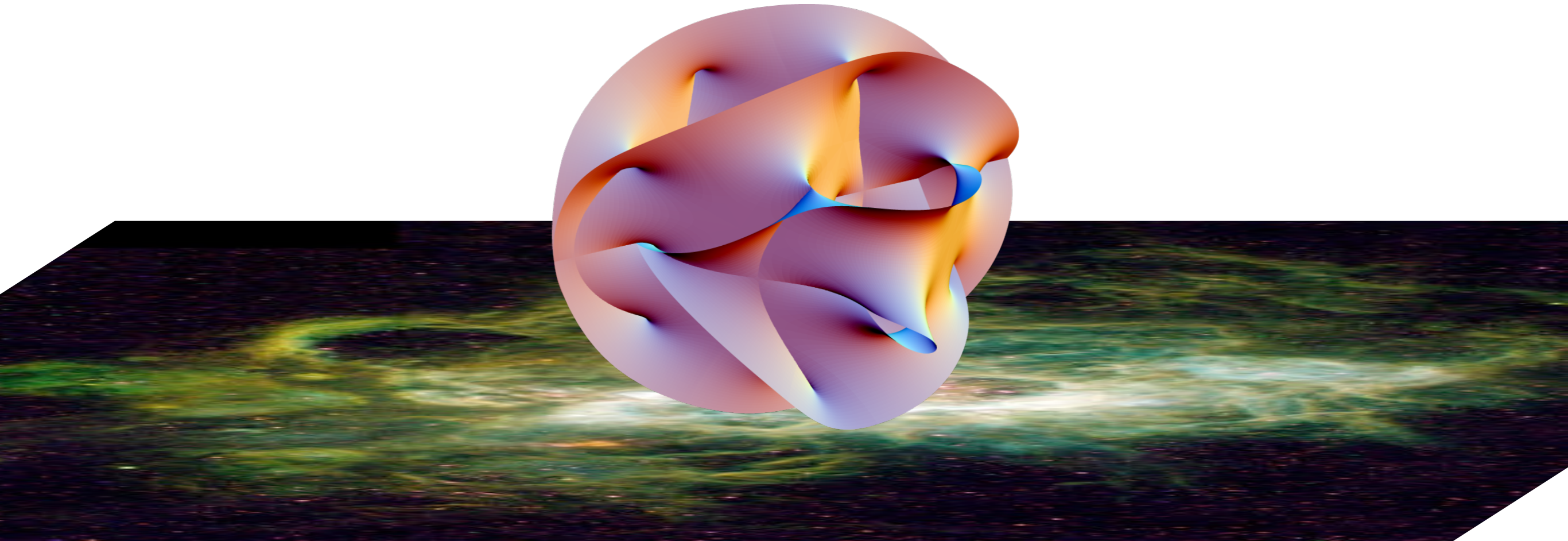


Οι νόμοι της φύσης εξαρτώνται από το σχήμα των έξτρα διαστάσεων

Μινιμαλισμός

Πληθώρα

Θεωρία Χορδών

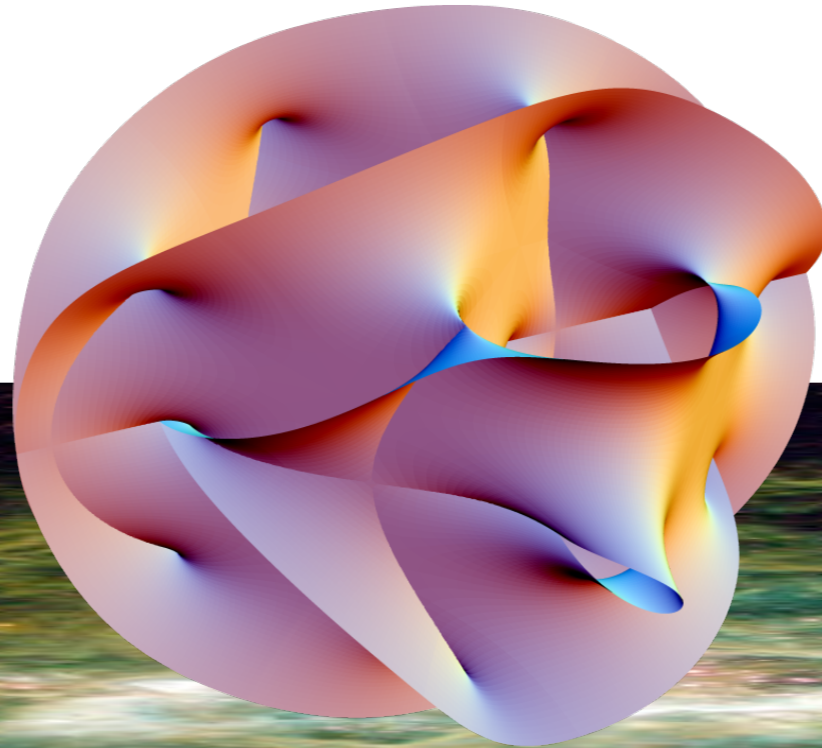


Οι νόμοι της φύσης εξαρτώνται από το σχήμα των έξτρα διαστάσεων

Μινιμαλισμός

Πληθώρα

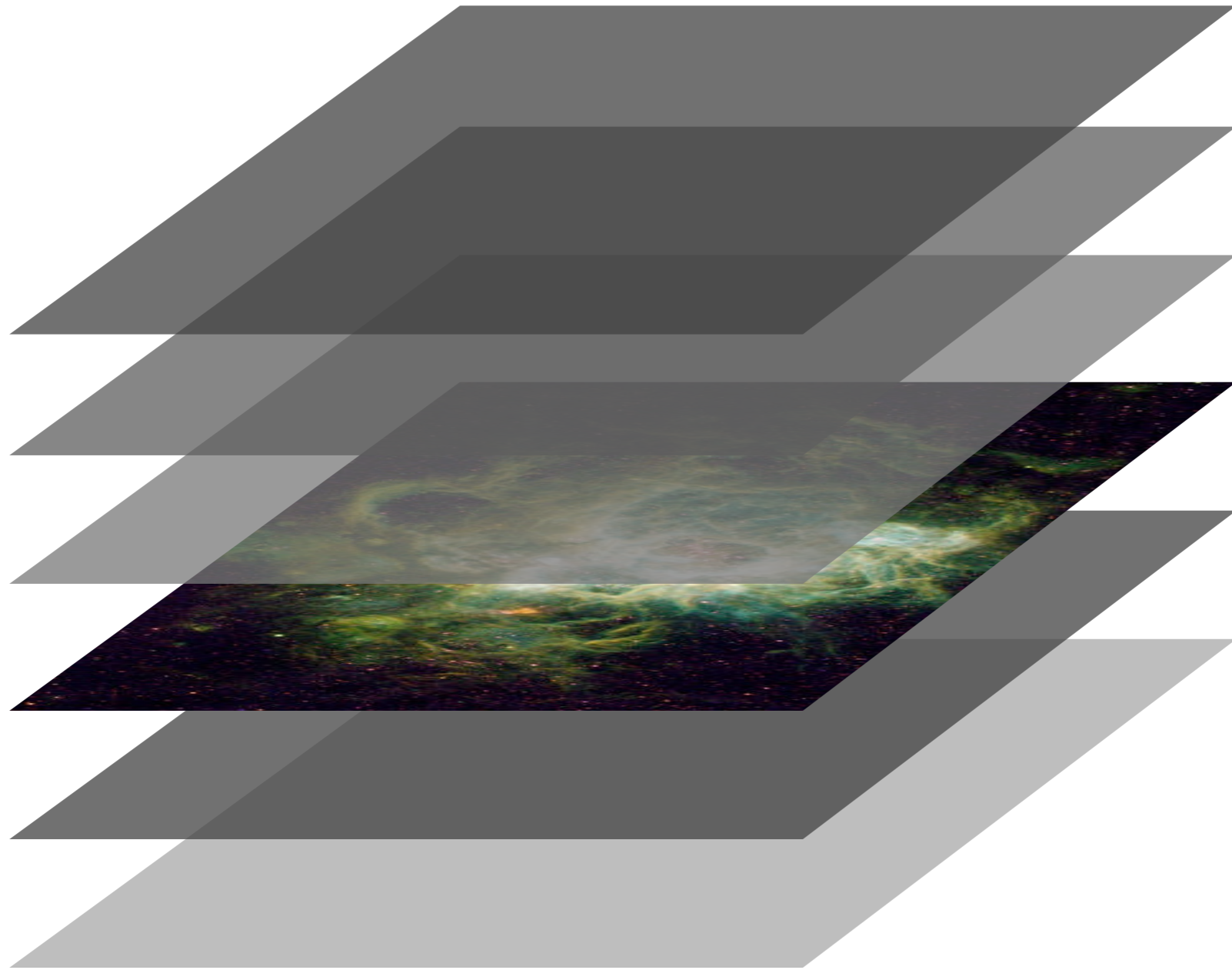
Θεωρία Χορδών



Οι νόμοι της φύσης εξαρτώνται από το σχήμα των έξτρα διαστάσεων

Οι έξτρα διαστάσεις της θεωρίας Χορδών
υπονοούν την ύπαρξη πολλών συμπάντων

Η ενέργεια του σύμπαντος

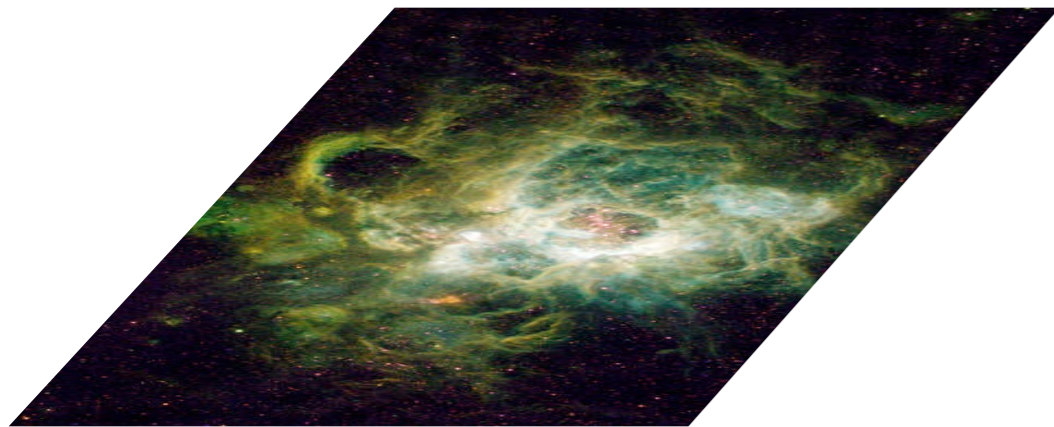


Στα περισσότερα σύμπαντα η ενέργεια είναι τόσο μεγάλη που
διασπά τους γαλαξίες

“Το πρόβλημα της Κοσμολογικής Σταθεράς”

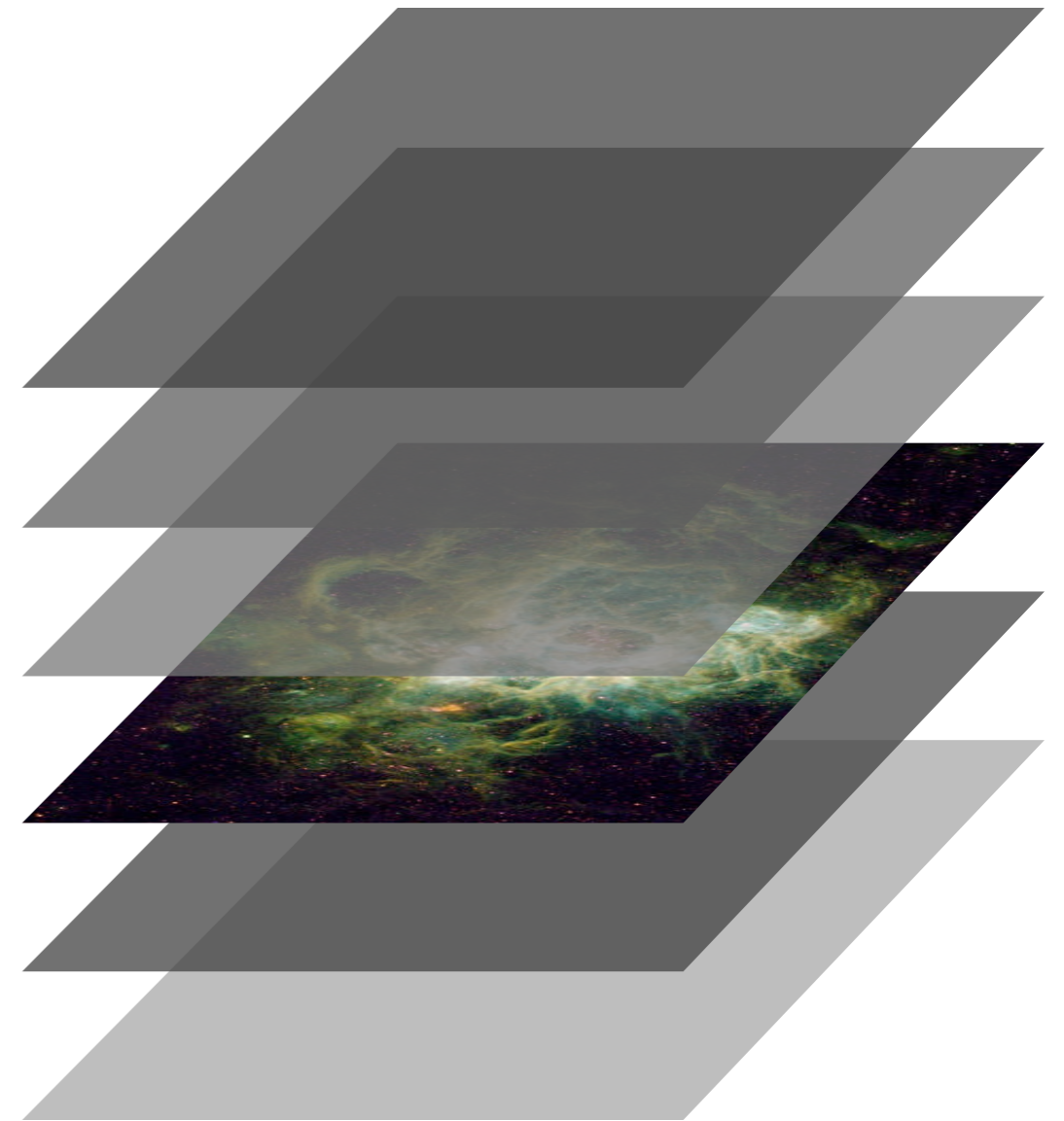
Μινιμαλισμός

Η ύπαρξη γαλαξιών



“Θεϊκή” παρέμβαση

Πληθώρα



Επιλογή περιβάλλοντος

Πώς ψάχνουμε για αυτά τα σύμπαντα;

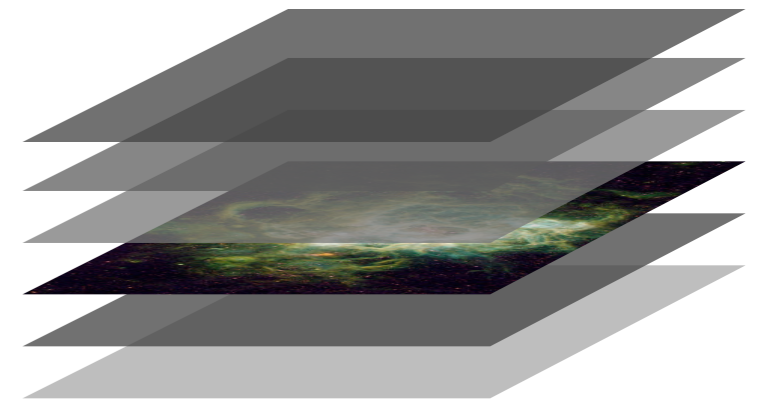


Επιπτώσεις της πληθώρας στη θεωρία Χορδών

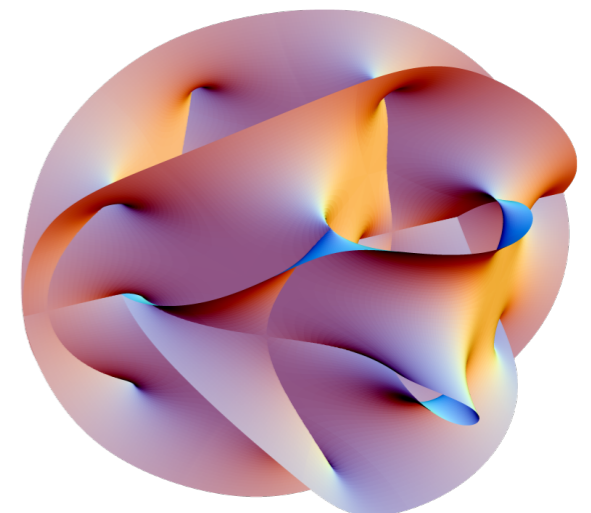
- Πληθώρα συμπάντων

Ύπαρξη γαλαξιών

Διχασμένη Υπερσυμμετρία

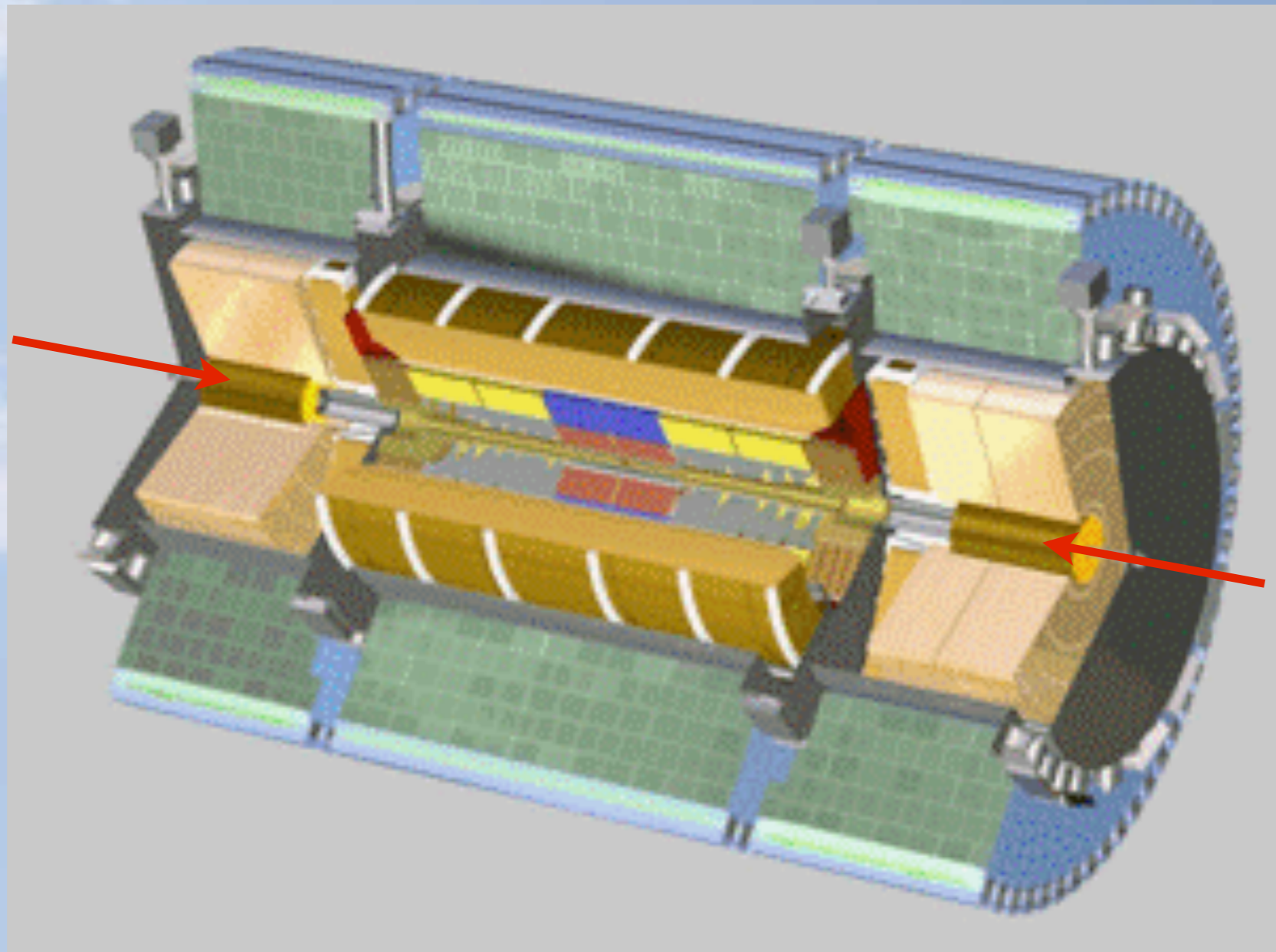


- Πληθώρα σωματιδίων στο σύμπαν μας



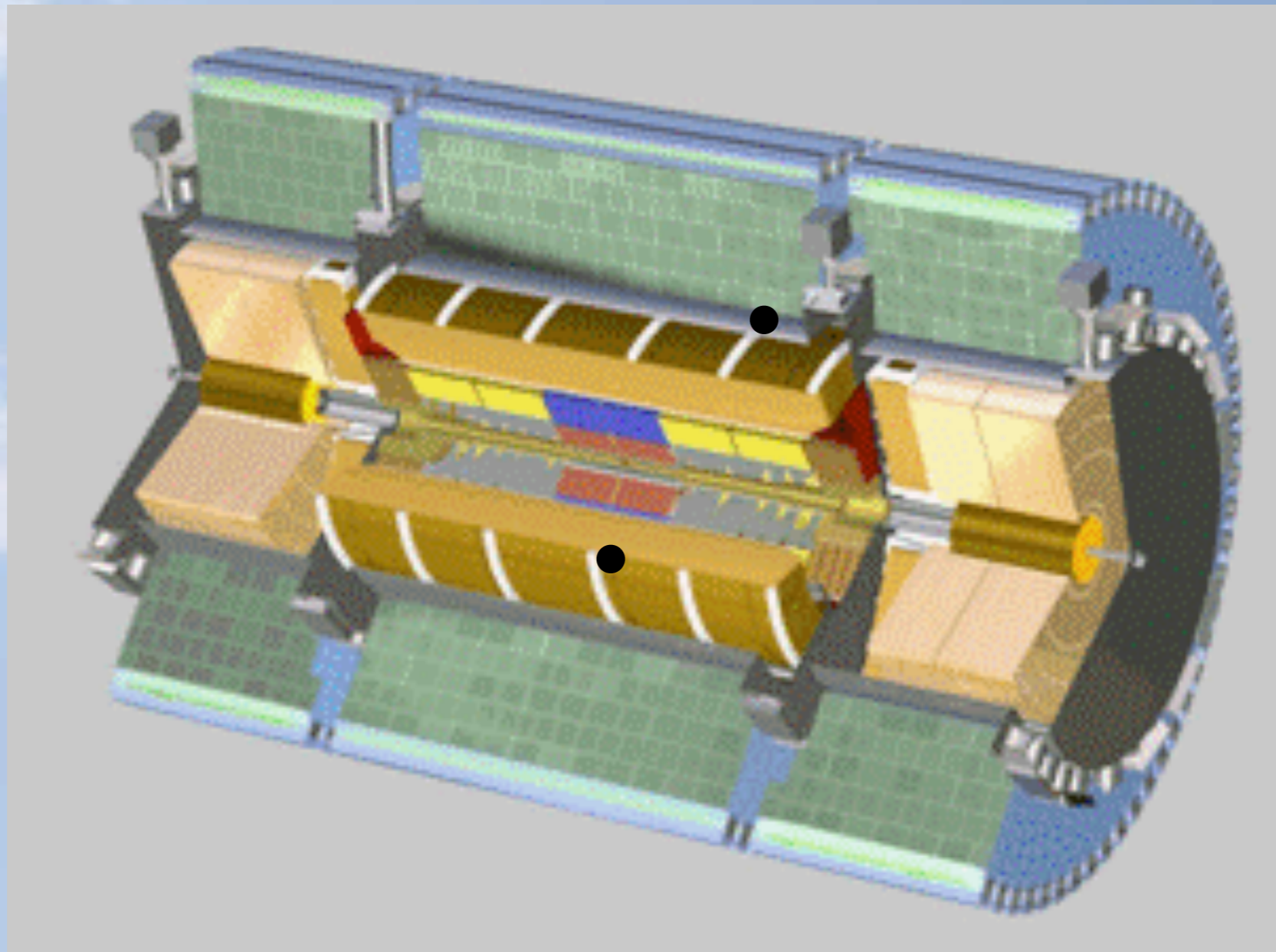
Μετασταθή σωματίδια στο LHC

Σωματίδια που διασπώνται μακριά από το σημείο παραγωγής τους



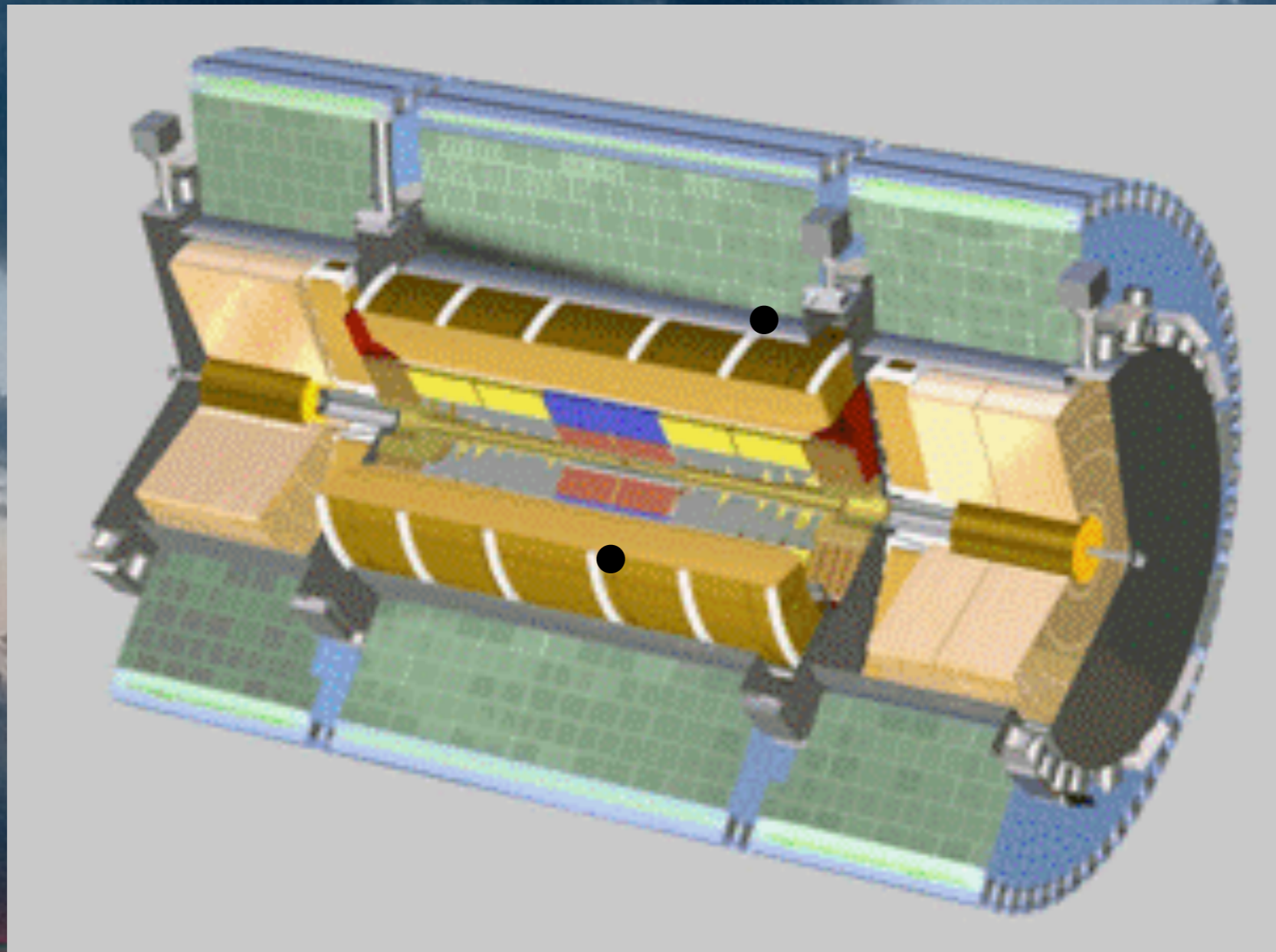
Μετασταθή σωματίδια στο LHC

Σωματίδια που διασπώνται μακριά από το σημείο παραγωγής τους



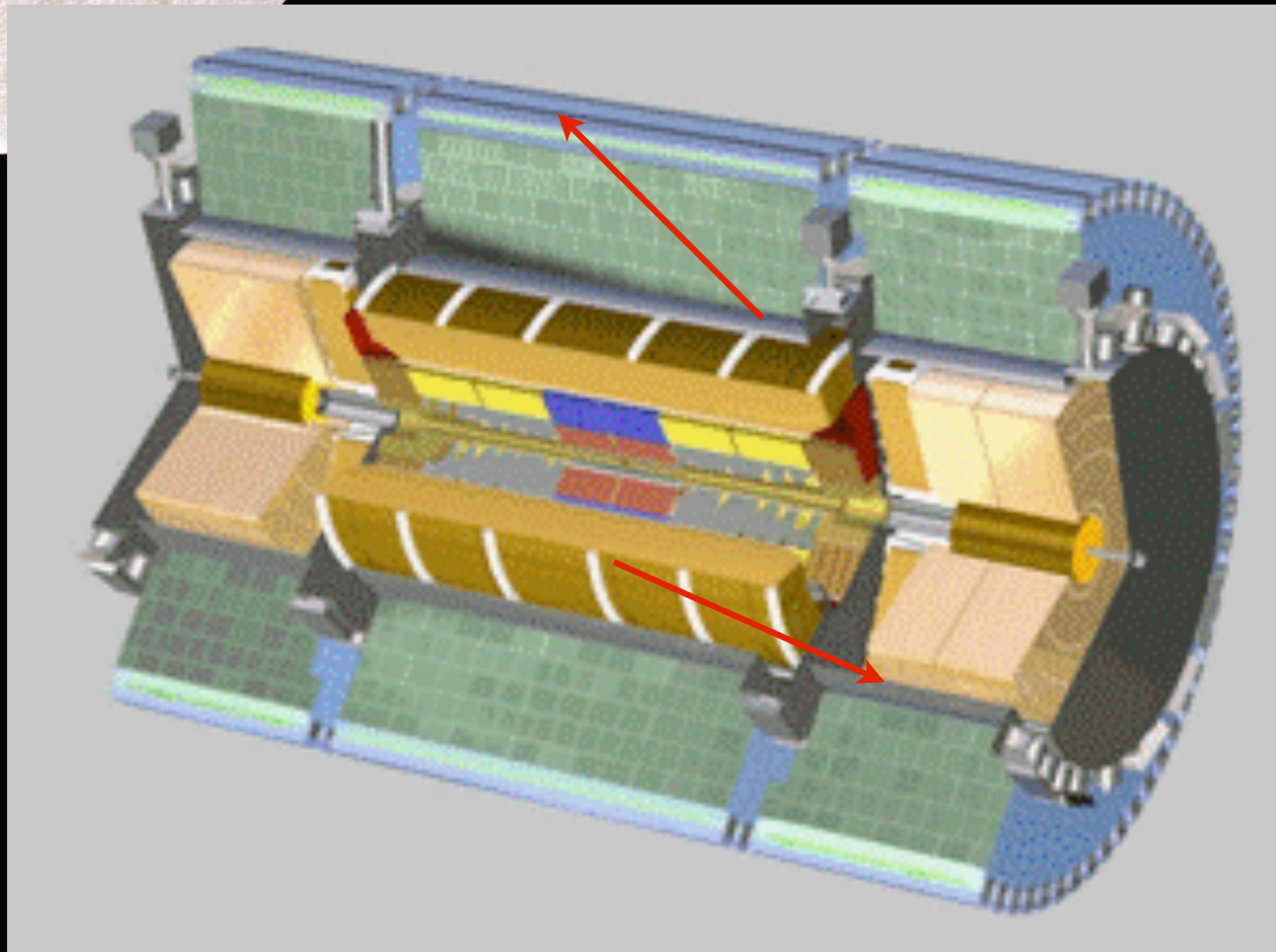
Μετασταθή σωματίδια στο LHC

Σωματίδια που διασπώνται μακριά από το σημείο παραγωγής τους



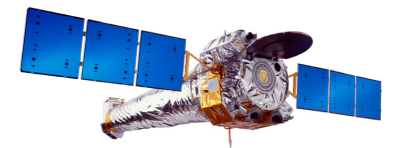
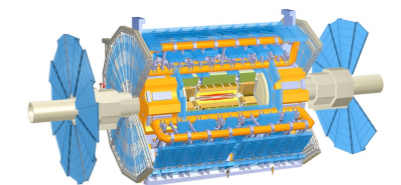
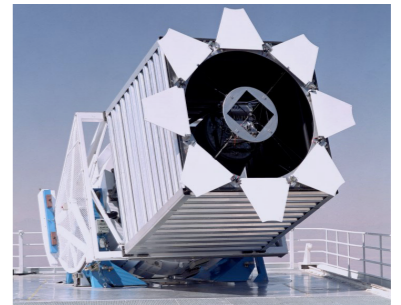
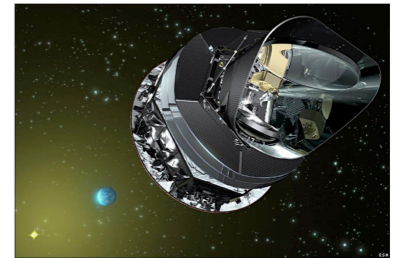
Μετασταθή σωματίδια στο LHC

Σωματίδια που διασπώνται μακριά από το σημείο παραγωγής τους

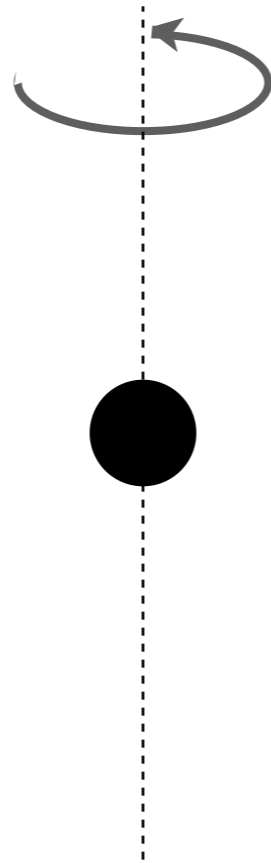


Σήματα της πληθώρας σωματιδίων

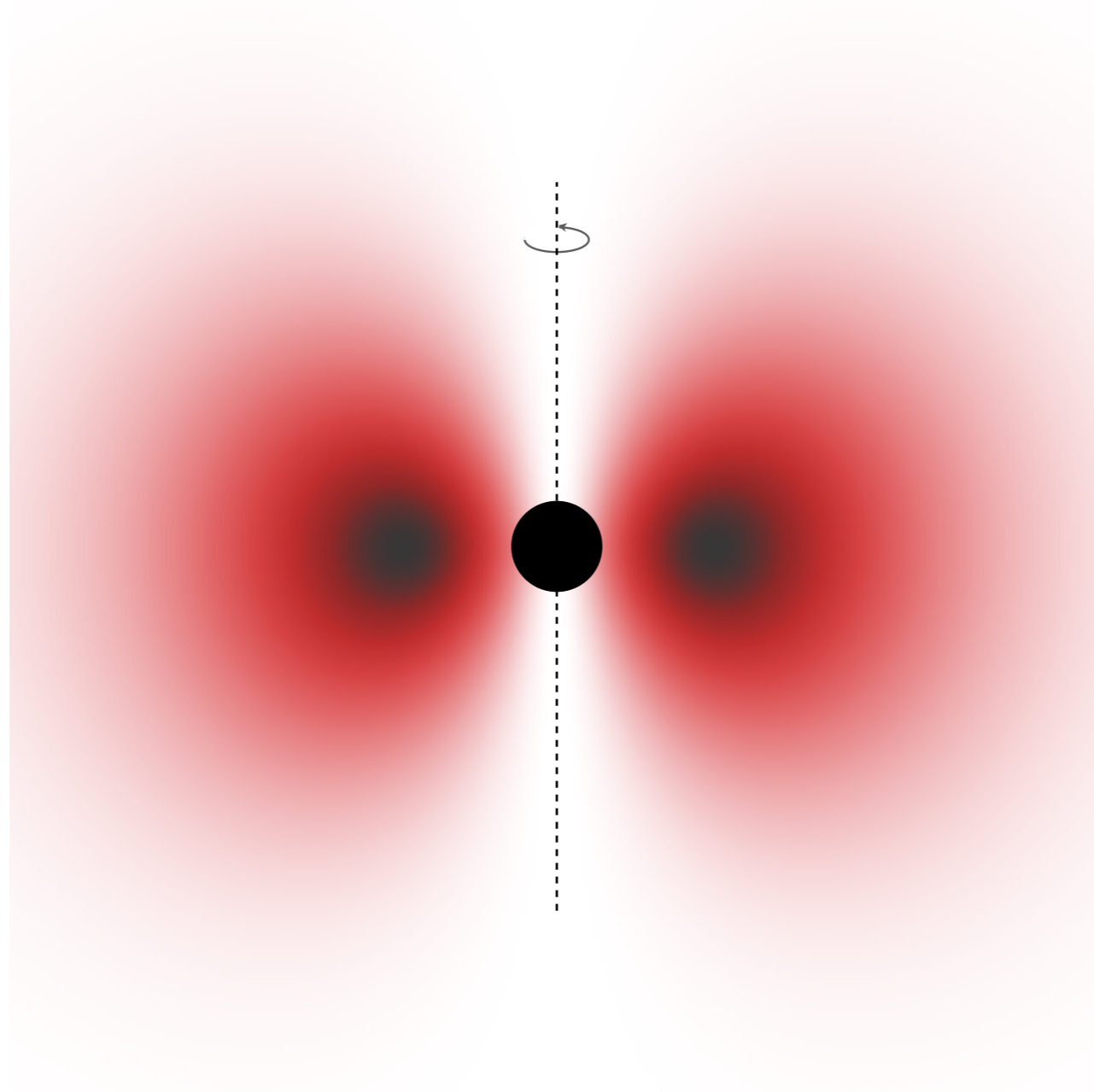
- Φως από το Big Bang
- Κατανομή της ύλης στο σύμπαν
- Μετασταθή σωμάτια στο LHC
- Εξέλιξη των περιστρεφόμενων μαύρων τρυπών



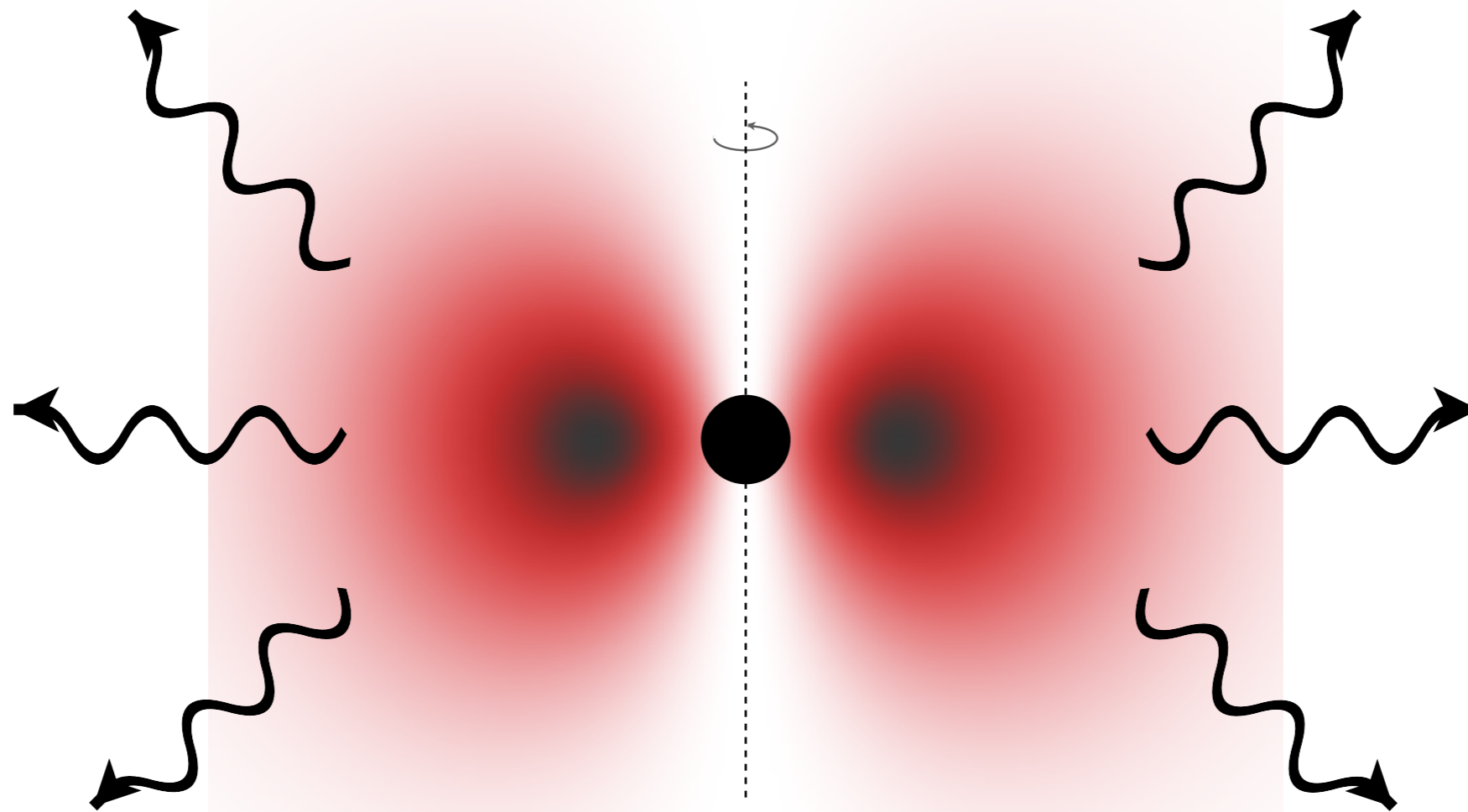
Βαρυτικά κύματα από μαύρες τρύπες



Βαρυτικά κύματα από μαύρες τρύπες

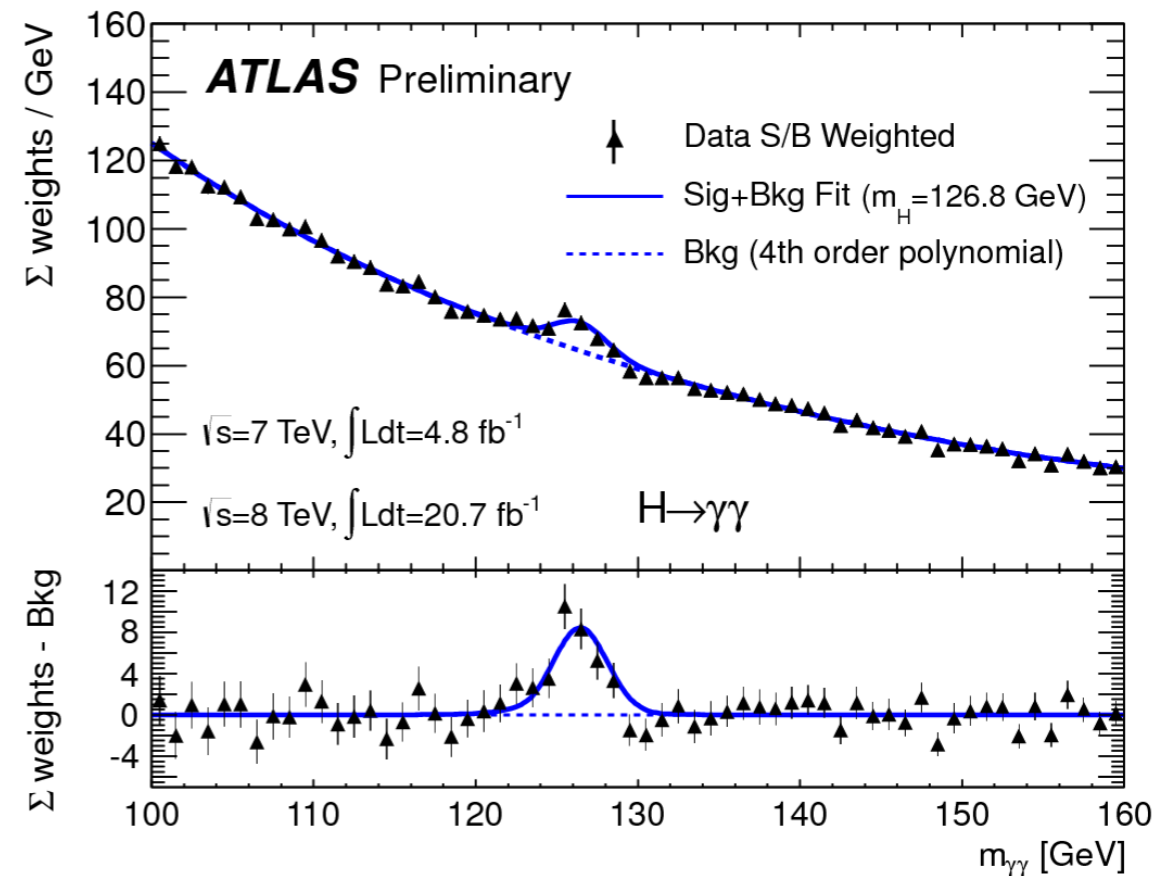


Βαρυτικά κύματα από μαύρες τρύπες



Τι μαθαίνουμε από το Χιγκς;

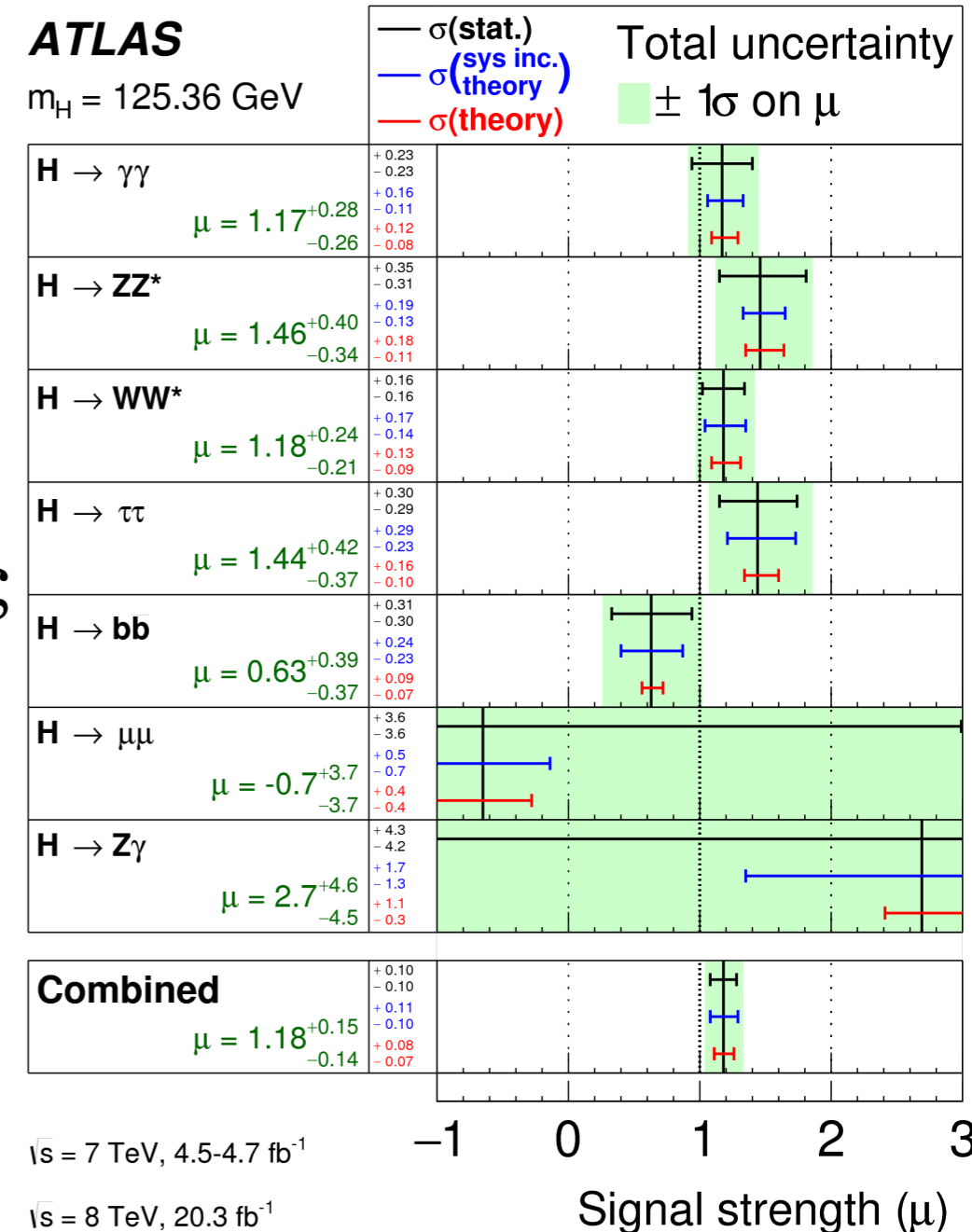
- Η μάζα του είναι 125 GeV



- Παράγεται με περίπου το ρυθμό που προβλέπεται από το Καθιερωμένο Πρότυπο

Τι μαθαίνουμε από το Χιγκς;

- Οι ιδιότητες του έχουν πληροφορίες για καινούργια σωματίδια



Μινιμαλισμός και Πληθώρα



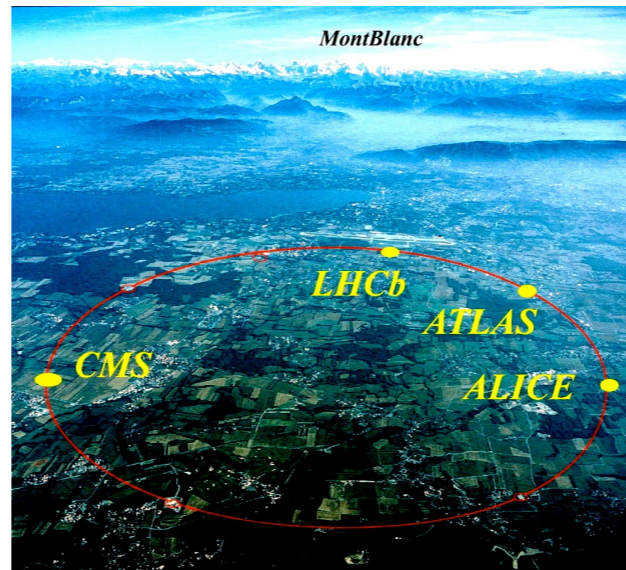


Πείραμα

Δεκαετία πειραματικών δεδομένων



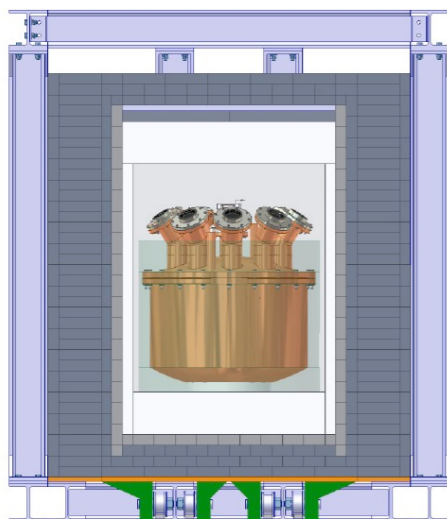
Fermi (GLAST)



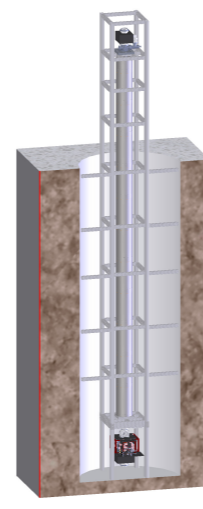
LHC



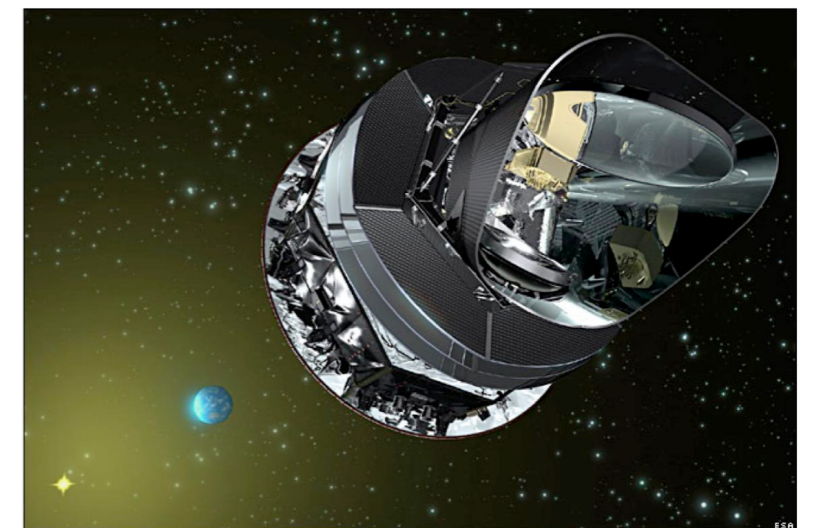
Advanced LIGO



Xenon 100



Atom Interferometry



Planck

Φιλοσοφία εναντίον Επιστήμης

- 16ος αιώνας: Πληθώρα ηλιακών συστημάτων εν. τηλεσκοπίου
- 21ος αιώνας: Πληθώρα συμπάντων εν. πειραματικής εξακρίβωσης