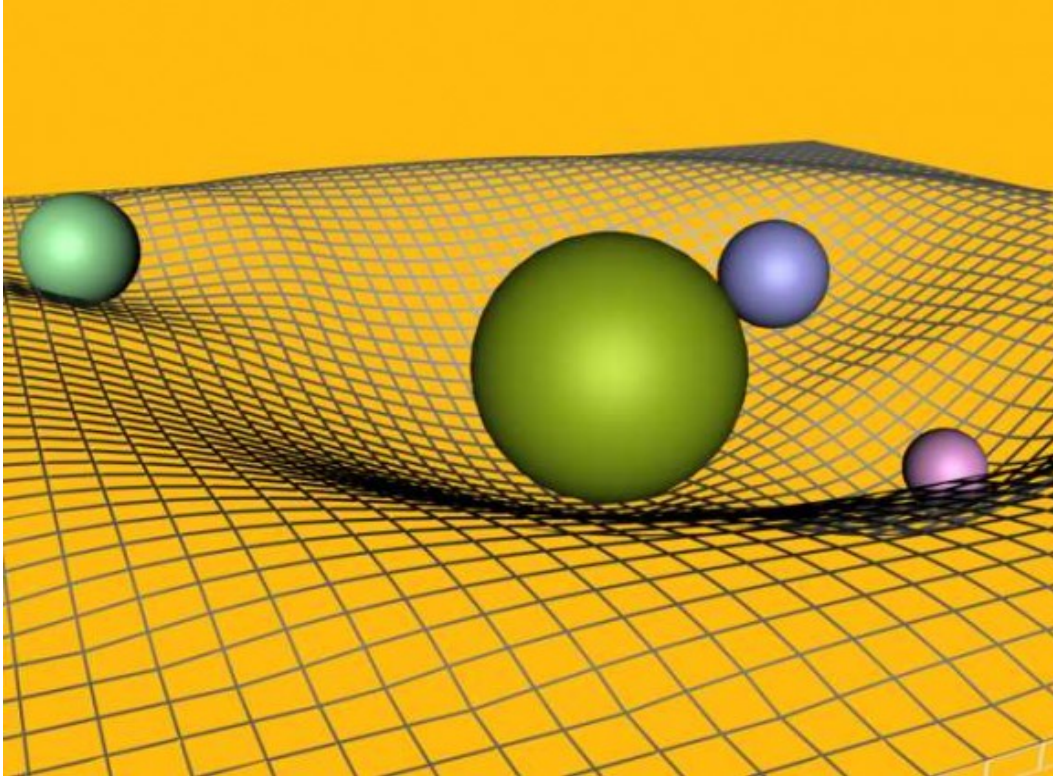


Η καμπύλωση του χώρου-Θεωρία της σχετικότητας



Σύμφωνα με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας που διατύπωσε ο Αϊνστάιν, το βαρυτικό πεδίο κάθε μάζας δημιουργεί μια καμπύλωση στον χώρο (μάλιστα στον χωροχρόνο), ανάλογη με το μέγεθος της, περίπου όπως απεικονίζεται στην εικόνα δίπλα. Αυτό επηρεάζει τον τρόπο κίνησης των διαφόρων σωμάτων, ακόμα και των ίδιων των φωτονίων. Η καμπύλωση όμως των ακτίνων του φωτός, έχει ως συνέπεια την παραμόρφωση της πραγματικής εικόνας του κόσμου μας. Αντιλαμβανόμαστε δηλαδή, ένα πολύ διαφορετικό σύμπαν από αυτό που πραγματικά υπάρχει.

Παρακάτω δίνουμε ένα διάλογο ενός μαθητή με ένα καθηγητή για να δώσουμε να καταλάβετε καλύτερα την έννοια του χωροχρόνου και του σύμπαντος.

Νούμερο 1: μαθητής

Νούμερο 2: καθηγητής

ο 1: Το Σύμπαν είναι κλειστό. Τι θα πει αυτό; Δεν μπορώ να το καταλάβω. Τι είδους σύνορα είναι αυτά που με εμποδίζουν να βγω έξω από το Σύμπαν;

ο 2: Ας δούμε τι λέει η Γενική Σχετικότητα. Τι λέει αλλά και τι υπονοεί. Μας λέει: Το Σύμπαν είναι ταυτόχρονα

- α. ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΟ (δεν εκτείνεται δηλαδή επ' άπειρον) αλλά και
- β. ΑΠΕΙΡΟ (υπό την έννοια του «χωρίς όρια»)

ο 1: Εξακολουθώ να μην καταλαβαίνω. Νομίζω ότι τα δύο αυτά «πεπερασμένο και άπειρο» αλληλοακυρώνονται και δεν μπορούν λογικά να συνυπάρχουν. Το σοβαρότερο είναι ότι δεν μπορώ να φτιάξω με τη σκέψη μου σχήματα ώστε όλα αυτά να εντάξω. Αδυνατώ να δημιουργήσω αναπαραστάσεις

ο 2: Ας φέρουμε στο μυαλό μας έναν κάτοικο του πλανήτη Γη ο οποίος – όπως οι συντριπτική πλειοψηφία των συγκατοίκων του– αδυνατεί να «φύγει» από αυτήν. Θέτει λοιπόν δύο ερωτήματα για τη γήινη επιφάνεια της.

Το πρώτο: Είναι άπειρη; Σίγουρα όχι αφού μπορούμε να τη μετρήσουμε με προσέγγιση τετραγωνικού μέτρου.

Το δεύτερο: Έχει συγκεκριμένο όριο; Σίγουρα όχι αφού μπορώ να τη διατρέχω επ' άπειρον χωρίς να προσκρούω σε κάποιο εμπόδιο

ο 1: Και τι σχέση έχει αυτό με το Σύμπαν;

ο 2: Σύμφωνα με τη Σχετικότητα το Σύμπαν εφόσον περιέχει Ύλη είναι καμπύλο.

ο 1: Αυτό είναι ακόμα πιο δύσκολο. Ξέρω βέβαια ότι το Σύμπαν στο οποίο γεννηθήκαμε είναι ένα «Σύμπαν Ύλης» αλλά τι σχέση η Ύλη με την παράξενη αυτή καμπύλωση του χώρου;

ο 2: η Γενική Σχετικότητα μας λέει ότι η ΎΛΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝΕΙ ΤΟΝ ΧΩΡΟ

ο 1: Πώς μπορώ αυτό να το εξηγήσω λογικά;

ο 2: Ίσως θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσεις «αναπαραστάσεις» με το φως. Ξέρεις ότι μια από τις ιδέες της Σχετικότητας είναι το ότι η επιταχυνόμενη κίνηση ενός συστήματος ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΙ με παρουσία πεδίου βαρύτητας;

ο 1: Ναι αυτό το έχω καταλάβει και με έχει βοηθήσει το παράδειγμα με το ασανσέρ. Ένας τύπος άλφα που ζει μόνιμα μέσα σε ένα ακίνητο ασανσέρ αντιλαμβάνεται τα ίδια ακριβώς πράγματα με έναν άλλον τύπο βήτα που ζει εκτός πεδίου βαρύτητας αλλά είναι κλεισμένος σε ασανσέρ ή σε διαστημικό σκάφος διαρκώς επιταχυνόμενο.

ο 2: Φαντάσου λοιπόν το σκάφος στο οποίο ζει ο βήτα να μην επιταχύνεται αλλά να κινείται με σταθερή ταχύτητα και από ένα σημείο του τοιχώματος να εκπέμπεται μια φωτεινή λάμψη. Η διάδοση του φωτός παριστάνεται με μια φωτεινή ακτίνα. Εφόσον το σκάφος κινείται με σταθερή ταχύτητα η ακτίνα αντιστοιχεί σε μία ΕΥΘΕΙΑ ΓΡΑΜΜΗ και ο παρατηρητής μπορεί να διαπιστώσει ότι θα προσπέσει στο απέναντι τοίχωμα σε σημείο που βρίσκεται ακριβώς απέναντι από το σημείο εκπομπής. Εάν όμως το σκάφος κινείται με κάποια επιτάχυνση η ακτίνα θα του φανεί ότι καμπυλώνεται προς τα κάτω. Τι συμπεραίνεις από αυτό;

ο 1: Το φαντάστηκα να γίνεται με λέιζερ. Η επιτάχυνση του πυραύλου κάνει τη λέιζερ να καμπυλώσει - και εφόσον μία επιταχυνόμενη κίνηση ισοδυναμεί με ένα πεδίο βαρύτητας - συμπεραίνω λογικά ότι ΤΟ ΦΩΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ

ο 2: Και εφόσον κάθε πεδίο βαρύτητας παράγεται από μια υλική μάζα;

ο 1: Κατάλαβα που το πας . Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΛΗΣ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΚΑΜΠΥΛΩΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

ο 2: Το φως όμως ποτέ δεν χρονοτριβεί. για να πάει από ένα σημείο του χώρου σε ένα άλλο Ακολουθεί πάντοτε τον ΣΥΝΤΟΜΟΤΕΡΟ ΔΡΟΜΟ. Μπορείς βασιζόμενος σε αυτό να μετακινηθείς προς την επόμενη σκέψη ;

ο 1: Νομίζω ότι δεν μπορώ. Δεν διακρίνω το προς τα που χρειάζεται να μετακινηθώ κι αυτό διότι δεν βλέπω τι σχέση όλο αυτό με το αρχικό μας ερώτημα εάν δηλαδή το Σύμπαν έχει ή δεν έχει σύνορα.

ο 2: Πρόσεξε : Το «Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΛΗΣ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΚΑΜΠΥΛΩΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ» θα το μεταφράσεις σε «Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΛΗΣ ΑΛΛΟΙΩΝΕΙ ΤΟΝ ΜΕΤΑΞΥ ΔΥΟ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΥΝΤΟΜΟΤΕΡΟ ΔΡΟΜΟ»

ο 1: Εννοείς ότι «ο συντομότερος δρόμος μεταξύ δύο σημείων – δηλαδή ο δρόμος του φωτός – δεν είναι κάτι ΔΕΔΟΜΕΝΟ αλλά διαμορφώνεται από την παρουσία Ύλης».

ο 2: Αυτό ακριβώς εννοώ. Και τώρα η τελευταία μετάφραση. Αυτό ακριβώς που είπες σημαίνει ότι « Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝΕΙ ΤΟΝ ΧΩΡΟ»

ο 1: Αν δηλαδή ένας ταξιδιώτης του διαστήματος ξεκινήσει με σκοπό να προχωράει ίσια, ακολουθώντας από σημείο σε σημείο τον συντομότερο δρόμο, θα πορεύεται στον καμπύλο ΧΩΡΟ χωρίς ποτέ να μπορέσει να συναντήσει τα σύνορα του Σύμπαντος;

ο 2: Έτσι ακριβώς, Και τώρα ίσως να διακρίνεις και την ομοιότητα με τον κάτοικο του πλανήτη Γη. Και να στο πω λίγο πιο δύσκολα «στη μη ευκλείδεια Γεωμετρία με την οποία η Γενική Σχετικότητα περιγράφει τη δομή του ΧΩΡΟΧΡΟΝΟΥ η κλειστότητα αντιμετωπίζεται χωρίς περατότητα με την αναδίπλωση μιας επιφάνειας ή ενός όγκου στον εαυτό του» . Και σύμφωνα με αυτά οι «συντομότεροι δρόμοι» του Σύμπαντος δεν είναι οι ευθείες γραμμές του Ευκλείδη αλλά κάποιες «γεωδαιτικές» όπως οι γραμμές του γεωγραφικού μήκους του πλανήτη μας.

ο 1: Πάλι άρχισες να με δυσκολεύεις. Ας σταματήσουμε εδώ τουλάχιστον να αφομοιώσω αυτά που νομίζω ότι κατάλαβα. Αυτό εξάλλου δεν υποστηρίζει και η Διδακτική της Φυσικής;

ο 2: Δεν έχεις άδικο αλλά η Διδακτική – μέσα από την έννοια «ΜΕΤΑΓΝΩΣΗ» - μας λέει και ότι χρειάζεται τώρα να περιγράψεις τι ακριβώς συνέβη.

ο 1: Σύμφωνα. Λοιπόν. Πριν αρχίσουμε τη συζήτηση αυτό που είχα καταλάβει από τη Γενική Σχετικότητα ήταν «η ισοδυναμία ανάμεσα σε ένα επιταχυνόμενο σύστημα αναφοράς και σε ένα πεδίο βαρύτητας». Στη διάρκεια της κουβέντας μας αποσαφήνισα ότι

α.ΤΟ ΦΩΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ

β. Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΛΗΣ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΚΑΜΠΥΛΩΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

γ. Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΛΗΣ ΑΛΛΟΙΩΝΕΙ ΤΟΝ ΜΕΤΑΞΥ ΔΥΟ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΥΝΤΟΜΟΤΕΡΟ ΔΡΟΜΟ

δ.. Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝΕΙ ΤΟΝ ΧΩΡΟ

ε. ΕΑΝ ΚΑΠΟΙΟΣ ΞΕΚΙΝΗΣΕΙ ΑΚΟΛΟΥΘΩΝΤΑΣ ΑΠΟ ΣΗΜΕΙΟ ΣΕ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΝ ΣΥΝΤΟΜΟΤΕΡΟ ΔΡΟΜΟ ΘΑ ΠΟΡΕΥΕΤΑΙ ΣΤΟΝ ΚΑΜΠΥΛΟ ΧΩΡΟΧΡΟΝΟ ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΙ ΤΑ ΣΥΝΟΡΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ.

στ. Το ΣΥΜΠΑΝ μολονότι ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΣΥΝΟΡΑ, ΕΙΝΑΙ ΚΑΙ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΟ, υπό την έννοια ότι ΔΕΝ ΕΚΤΕΙΝΕΤΑΙ ΕΠ' ΑΠΕΙΡΟΝ.

Πηγή: [Ανδρέας Κασσέτας "Το σύμπαν είναι κλειστό; δεν μπορώ να το καταλάβω."](#)