

Ιστορία της Φιλοσοφίας της Επιστήμης

Από τον Kant στον Einstein (μέσω Mill και Poincare)

JOHN STUART MILL 1806-1873

Ο Mill θεώρησε ότι η επαγωγή είναι μαζί μια μέθοδος παραγωγής γενικεύσεων και μια μέθοδος απόδειξης του ότι αυτές είναι αληθείς.

Στο *Σύστημα της Λογικής* του (1848), ορίζει την επαγωγή ως «**τη λειτουργία της ανακάλυψης και της απόδειξης γενικών προτάσεων**» (1911, 186).

Όντας νομιναλιστής θεωρούσε ότι τα «γενικά» – ό,τι πολλοί από τους προκατόχους του είχαν σκεφτεί ως καθόλου – είναι συλλογές των επιμέρους «προσδιορισμένων στο είδος αλλά απροσδιόριστων στον αριθμό».

Έτσι η επαγωγή είναι η λειτουργία της ανακάλυψης και της απόδειξης σχέσεων ανάμεσα στα μέλη των ειδών – όπου τα είδη θεωρείται ότι χαρακτηρίζονται από σχέσεις ομοιότητας «από ορισμένες απόψεις» μεταξύ των μελών τους.

Η βασική μορφή επαγωγής είναι **μέσω απαρίθμησης**: «τούτο και εκείνο το A είναι B, επομένως κάθε A είναι B».

Προσφέρει «πραγματικά γενικές προτάσεις», δηλαδή, μια πρόταση τέτοια ώστε το κατηγορούμενο επιβεβαιώνεται ή απορρίπτεται για «έναν απεριόριστο αριθμό ατόμων».

Ο Mill ήταν έτοιμος να δεχθεί ότι ο απεριόριστος αυτός αριθμός ατόμων περιλαμβάνει **ενεργά και δυνατά** παραδείγματα γενίκευσης, «που υπάρχουν ή δύνανται να υπάρχουν». Αυτό υποδηλώνει ότι οι επαγωγικές γενικεύσεις έχουν τροπική ή αντιγεγονική ισχύ: εάν Όλα τα A είναι B, τότε εάν το a ήταν ένα A θα ήταν ένα B. Έχει σημασία λοιπόν για τον Mill να δείξει πώς η επαγωγή αποκτά την ισχύ της. Η απάντησή του συνδέεται με την προσπάθειά του να διακρίνει μεταξύ καλών και κακών επαγωγών και συνδέει τις καλές επαγωγές με την εδραίωση των νόμων της φύσης.

Θεωρεί όμως ότι η ρίζα του προβλήματος της εγγύησης για την επαγωγή είναι το status **της αρχής της ομοιομορφίας της φύσης**. Αυτή είναι μια αρχή σύμφωνα με την οποία «το σύμπαν, στο βαθμό που είναι γνωστό σε εμάς, είναι έτσι συγκροτημένο, ώστε ό,τι είναι αληθές σε μια οποιαδήποτε περίπτωση, είναι αληθές σε όλες τις περιπτώσεις μιας συγκεκριμένης περιγραφής: η μόνη δυσκολία είναι να βρούμε ποια περιγραφή» (1911, 201). Αυτό, ισχυρίζεται, είναι **«μια θεμελιώδης αρχή, ή ένα γενικό αξίωμα, της Επαγωγής»** (1911, 201) και ωστόσο, το ίδιο είναι μια εμπειρική αρχή: μια γενίκευση που η ίδια βασίζεται στην επαγωγή: «η μεγάλη αυτή γενίκευση θεμελιώνεται η ίδια σε πρότερες γενικεύσεις». Εάν αυτή η αρχή ήταν εδραιωμένη και αληθής, θα μπορούσε να παρουσιαστεί ως μια μείζων προκείμενη σε όλες τις επαγωγές. Και άρα όλες οι επαγωγές θα μετασχηματίζονταν σε παραγωγές. Όμως πώς αυτή μπορεί να εδραιωθεί;

Για τον Mill δεν υπάρχει άλλος δρόμος γι' αυτήν από **την εμπειρία**: «Τη θεωρώ ως **μια γενίκευση από την εμπειρία**» (1911, 203).

Ο Mill ισχυρίζεται όμως ότι η **Αρχή της Ομοιομορφίας της Φύσης** προκύπτει ως μια δεύτερης τάξης επαγωγή στη βάση των επιτυχημένων επαγωγών της πρώτης τάξης, οι επιτυχίες των οποίων στηρίζουν η μία την άλλη όπως και τις γενικές αρχές.

Δηλαδή οι παρελθούσες επιτυχίες των επαγωγών φαίνεται να προσφέρουν πειστικούς λόγους για να πιστεύουμε ότι υπάρχει ομοιομορφία στη φύση.

Στην ένσταση η οποία αποδίδεται στους Reid και Stewart ότι η εμπειρία μας προσφέρει γνώση μόνο για το παρελθόν και το παρόν αλλά ποτέ για το μέλλον, υπογραμμίζει: **«αν και δεν έχουμε καμία εμπειρία περί του τι είναι μέλλον, έχουμε άφθονη εμπειρία περί του τι ήταν μέλλον»**.

Υπάρχουν συσσωρευμένα τεκμήρια για την ομοιομορφία στη φύση τα οποία προσανατολίζονται στο μέλλον.

Διατυπώνοντας την Αρχή της Ομοιομορφίας της Φύσης, ο Mill θεωρεί ότι αυτή είναι μια **αρχή σχετικά με τη «συγκρότηση» του σύμπαντος**, το οποίο είναι τέτοιο ώστε να περιλαμβάνει **κανονικότητες**: **«ό,τι είναι αληθές σε μια οποιαδήποτε περίπτωση, είναι αληθές σε όλες τις περιπτώσεις μιας ορισμένης περιγραφής»**. Αλλά προσθέτει με νόημα: **«η μόνη δυσκολία είναι να βρει κανείς ποια περιγραφή»**, το οποίο υποδηλώνει μάλλον ότι **το ζητούμενο της επαγωγικής λογικής είναι να βρει κανείς τις κανονικότητες που υπάρχουν στο σύμπαν** και ότι αυτό το ζητούμενο δεν είναι τόσο ξεκάθαρο όσο ίσως ακούγεται, καθώς το να βρούμε τα είδη (δηλαδή την περιγραφή των συνόλων των επιμέρους) που εμπίπτουν σε συγκεκριμένες κανονικότητες είναι κάτι ίσως κάθε άλλο παρά τετριμμένο και μπορεί να απαιτεί επιπλέον μεθόδους.

Αν και ο Mill θεωρεί ότι η απεριθμητική επαγωγή είναι απαραίτητη ως ένα είδος συλλογισμού (εφόσον η αληθινή κανονικότητα στο χώρο και το χρόνο μπορεί να υπάρξει μόνο μέσω αυτής, εάν κάποιος ξεκινήσει με την εμπειρία, όπως συνιστά ο Mill), ο ίδιος πιστεύει επίσης και ότι **οι διάφοροι παρατηρηθέντες σχηματισμοί στη φύση μπορεί να μην είναι τόσο ομοιόμορφοι όσο θα υποδήλωνε μια απλή λειτουργία απεριθμητικής επαγωγής.**

«Στους Ευρωπαίους, όχι πολλά χρόνια πριν, η πρόταση Όλοι οι κύκνοι είναι λευκοί φαινόταν ότι είναι ένα εξίσου αδιαμφισβήτητο παράδειγμα ομοιομορφίας στην πορεία της φύσης. Επιπλέον εμπειρία έχει αποδείξει (...) ότι έσφαλλαν. Αλλά έπρεπε να περιμένουν πενήντα αιώνες για την εμπειρία αυτή. Κατά το μακρύ αυτό διάστημα, η ανθρωπότητα πίστευε σε μια ομοιομορφία της πορείας της φύσης εκεί όπου δεν υπήρχε καμία τέτοια ομοιομορφία στην πραγματικότητα» (1911, 204).

Η «αληθινή θεωρία της επαγωγής» θα πρέπει να στοχεύει στο **να βρει τους νόμους της φύσης.**

Όπως το θέτει ο Mill: «**κάθε καλά θεμελιωμένη επαγωγική γενίκευση είναι είτε ένας νόμος της φύσης, είτε ένα αποτέλεσμα νόμων της φύσης, ικανή, εάν εκείνοι οι νόμοι είναι γνωστοί, να προβλέπεται από εκείνους**».

Και το πρόβλημα της Επαγωγικής Λογικής μπορεί να συνοψιστεί σε δυο ερωτήματα:

πώς να επιβεβαιώσουμε τους νόμους της φύσης και πώς, αφού, τους έχουμε επιβεβαιώσει, να τους ακολουθούμε στα αποτελέσματά τους» (1911, 208).

Το πρώτο ερώτημα – πολύ πιο σημαντικό καθαυτό – απαιτεί **την εισαγωγή νέων μεθόδων επαγωγής, δηλαδή μεθόδων εξάλειψης.**

Η λογική πίσω από αυτές τις μεθόδους είναι η εξής:

«Πριν μπορέσουμε να είμαστε ελεύθεροι να συμπεράνουμε ότι κάτι είναι καθολικά αληθές επειδή δεν έχουμε γνωρίσει ποτέ ένα παράδειγμα για το αντίθετο, θα πρέπει να έχουμε λόγο να πιστεύουμε ότι **εάν υπήρχαν στη φύση κάποια παραδείγματα για το αντίθετο, θα τα γνωρίζαμε**» (1911, 204).

Σημειώστε τον αντιγεγονικό ισχυρισμό πίσω από τη βεβαίωση του Mill: η απαριθμητική επαγωγή από μόνη της (αν και αναγκαία) δεν μπορεί να προσφέρει την τροπική ισχύ που απαιτείται για τις εμπειρικές γενικεύσεις που μπορούν να θεωρηθούν νόμοι της φύσης.

Εκείνο το οποίο απαιτείται είναι μέθοδοι που θα έδειχναν πώς, εάν υπήρχαν εξαιρέσεις, θα μπορούσαν να εντοπιστούν.

Αυτές είναι οι γνωστοί **κανόνες της συμφωνίας και της διαφοράς** του Mill, τους οποίους ο Mill παρουσιάζει ως **μεθόδους επαγωγής** (cf. 1911, 276).

Υποθέστε ότι γνωρίζουμε για έναν παράγοντα C και θέλουμε να βρούμε το αποτέλεσμα του.

Διαφοροποιούμε τους παράγοντες που συνδέουμε με το C και εξετάζουμε ποια είναι σε κάθε περίπτωση τα αποτελέσματα.

Υποθέστε ότι, σε ένα ορισμένο πείραμα, συνδέουμε το C με το A και το B και αυτό που ακολουθεί είναι το abe .

Μετά, σε ένα νέο πείραμα, συνδέουμε το C όχι με το A και το B αλλά με τα D και F και ότι ακολουθεί το dfe .

Τα δυο πειράματα συμφωνούν μόνο πάνω στον παράγοντα C και το αποτέλεσμα e .

Έτσι ο παράγοντας C είναι η αιτία του αποτελέσματος e .

Το AB δεν είναι η αιτία του e καθώς το αποτέλεσμα ήταν παρόν, ακόμη και όταν το AB ήταν απόν. Ούτε το DF είναι αιτία του e , καθώς το e ήταν παρόν όταν το DF ήταν απόν.

Αυτή λοιπόν είναι η **Μέθοδος της Συμφωνίας**. Η αιτία είναι ο κοινός παράγοντας σε έναν αριθμό κατά τα άλλα διαφορετικών περιπτώσεων όπου λαμβάνει χώρα το αποτέλεσμα. Όπως το θέτει ο Mill (1911, 255) : «Εάν δύο ή περισσότερα παραδείγματα του υπό εξέταση φαινομένου έχουν μόνο μία συνθήκη κοινή, η συνθήκη υπό την οποία μόνο όλα τα παραδείγματα συμφωνούν είναι η αιτία (ή το αποτέλεσμα) του εν λόγω φαινομένου».

Η Μέθοδος της Διαφοράς προχωρά με έναν ανάλογο τρόπο.

Υποθέστε ότι εκτελούμε ένα πείραμα και βρίσκουμε ότι ένα πρότερο ABC έχει το αποτέλεσμα abe .

Υποθέστε επίσης ότι εκτελούμε το πείραμα μία ακόμη φορά, αυτή τη φορά με τους AB μόνο ως τους πρότερους παράγοντες. Και άρα ο παράγοντας C απουσιάζει.

Εάν αυτή τη φορά βρούμε μόνο το μέρος ab εκ του αποτελέσματος, εάν, δηλαδή, το e απουσιάζει, συμπεραίνουμε ότι το C ήταν η αιτία του e .

Σύμφωνα, λοιπόν, με τη **Μέθοδο της Διαφοράς** η αιτία είναι ο παράγοντας που διαφέρει στις δυο περιπτώσεις, οι οποίες είναι ολόιδιες, με τη διαφορά ότι στη μία λαμβάνει χώρα το αποτέλεσμα ενώ στην άλλη όχι.

Με τα λόγια του Mill (1911, 256): «**Εάν ένα παράδειγμα στο οποίο το υπό εξέταση φαινόμενο λαμβάνει χώρα, και ένα παράδειγμα στο οποίο δεν λαμβάνει χώρα, έχουν κάθε συνθήκη τους κοινή εκτός από μία, και αυτή απαντά στο πρώτο παράδειγμα, τότε η συνθήκη αυτή στην οποία διαφέρουν τα δυο παραδείγματα είναι το αποτέλεσμα, ή η αιτία, ή ένα αναγκαίο μέρος της αιτίας του φαινομένου**».

Δεν είναι δύσκολο να δει κανείς ότι αυτό το οποίο έχει περιγράψει ο Mill είναι **περιπτώσεις ελεγχόμενων πειραμάτων**.

Σε τέτοιες περιπτώσεις βρίσκουμε αιτίες (ή αποτελέσματα) δημιουργώντας συνθήκες όπου η παρουσία (ή η απουσία) ενός παράγοντα κάνει τη μοναδική διαφορά στην παραγωγή (ή την απουσία) ενός αποτελέσματος. Το αποτέλεσμα είναι παρόν (ή απόν) αν και μόνο αν ένας ορισμένος αιτιακός παράγοντας είναι παρών (ή απών).

Ο Mill είναι βέβαιος ότι οι μέθοδοί του λειτουργούν μόνο **υπό ορισμένες μεταφυσικές προϋποθέσεις**:

- τα συμβάντα θα πρέπει να έχουν αιτίες.
- τα συμβάντα θα πρέπει να έχουν έναν περιορισμένο αριθμό δυνατών αιτιών. Για να μπορούν να εφαρμοστούν οι εξαλειπτικές μέθοδοι τις οποίες πρότεινε, θα πρέπει ο αριθμός των εξεταζόμενων αιτιακών υποθέσεων να είναι σχετικά μικρός.
- οι ίδιες αιτίες θα πρέπει να έχουν τα ίδια αποτελέσματα και αντίστροφα.
- η παρουσία ή η απουσία των αιτιών θα πρέπει να κάνει μια διαφορά στην παρουσία ή την απουσία των αποτελεσμάτων τους.

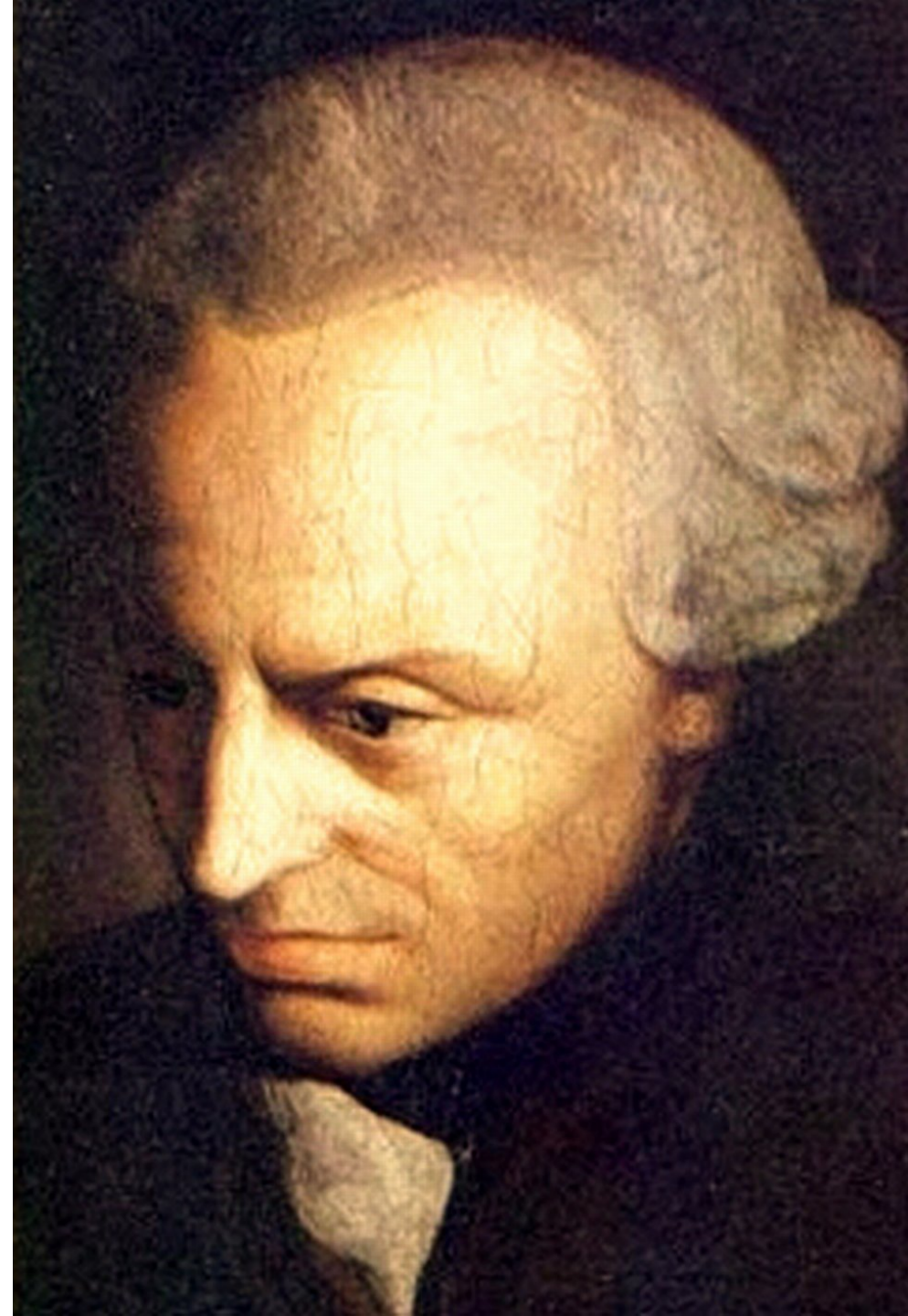
Μάλιστα ο Mill (1911, 255) έκανε σαφή αναφορά σε δυο «αξιώματα» από τα οποία εξαρτώνται οι δυο Μέθοδοί του.

Το αξίωμα για τη *Μέθοδο της Συμφωνίας* είναι: «Οποιοσδήποτε συνθήκες μπορούν να αποκλειστούν χωρίς να επηρεάζουν το φαινόμενο ή μπορούν να απουσιάζουν χωρίς αυτό να είναι παρόν, δε συνδέονται αιτιακά με αυτό. Εφόσον έτσι εξαλείφεται η περιστασιακή συνθήκη, εάν παραμένει μόνο μία, αυτή είναι η αιτία που αναζητούμε: εάν περισσότερες από μία, τότε αυτές είναι, ή περιλαμβάνουν ανάμεσά τους, την αιτία [...]» (ό.π.).

Το αξίωμα για τη *Μέθοδο της Διαφοράς* είναι: «Ό,τι εξ όσων προηγούνται δεν μπορεί να αποκλειστεί χωρίς να αποτραπεί το φαινόμενο, είναι η αιτία ή μια συνθήκη αυτού του φαινομένου: Ό,τι εξ όσων έπονται μπορεί να αποκλειστεί χωρίς καμία άλλη διαφορά σε ό,τι προηγείται πλην της απουσίας του συγκεκριμένου [πράγματος], είναι το αποτέλεσμα εκείνου» (1911, 256).

Εκείνο που έχει σημασία να υπογραμμίσουμε είναι ότι αν και ένα μόνο ζεύγος (ή ακόμη και ένα μοναδικό) προσεκτικά ελεγχόμενων πειραμάτων (ή ελεγχόμενο πείραμα) μπορεί να μας οδηγήσει στις αιτίες συγκεκριμένων αποτελεσμάτων, εκείνο που κατά τον Mill κάνει αυτή τη διαφορά δυνατή είναι ότι **οι αιτιακές συνδέσεις και νόμοι της φύσης ενσωματώνονται σε κανονικότητες – που εδραιώνονται, εσχάτως, στην απεριθμητική επαγωγή.**

**IMMANUEL
KANT
(1724-1804)**



Ο Kant θεώρησε ότι ο Hume αμφισβήτησε την ίδια τη δυνατότητα της επιστήμης και ανέλαβε ο ίδιος να δείξει πώς είναι δυνατή η επιστήμη. Απέρριψε τον **αυστηρό εμπειρισμό** (ο οποίος αρνιόταν τον ενεργό ρόλο του νου στην κατανόηση και αναπαράσταση του κόσμου της εμπειρίας) και τον **μη κριτικό ορθολογισμό** (ο οποίος αναγνώριζε τον ενεργό ρόλο του νου αλλά του έδινε μια σχεδόν απεριόριστη δύναμη να φθάνει στην ουσιαστική γνώση του κόσμου βασισμένος μόνο στα φώτα του Λόγου). Ισχυρίστηκε ότι **αν και όλη η γνώση ξεκινά με την εμπειρία, δεν προέρχεται από αυτήν**: διαμορφώνεται ενεργά από τις κατηγορίες του νου και τις μορφές της καθαρής εποπτείας (χώρο και χρόνο). **Ο νους επιβάλλει κάποια εννοιολογική δομή στον κόσμο, χωρίς την οποία η εμπειρία θα ήταν αδύνατη.**

«Η απόλυτη αναγκαιότητα είναι είτε **ΛΟΓΙΚΗ**: στηρίζεται στην αρχή της μη αντίφασης, είτε **ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ**: δεν στηρίζεται στην αρχή της μη αντίφασης.

Η πρώτη είναι η **αναγκαιότητα των κρίσεων**. Ή αναγκαιότητα της σχέσης **υποκειμένου-κατηγορουμένου**.

Η δεύτερη είναι η **αναγκαιότητα των όντων**».

Και στα 1763

Κατανοώ πλήρως πώς τίθεται μία συνέπεια σε μια βάση-θεμέλιο [ground] σύμφωνα με τον κανόνα της ταυτότητας: η ανάλυση των εννοιών δείχνει ότι η συνέπεια περιλαμβάνεται στο θεμέλιο. (...)

Αλλά εκείνο το οποίο θα επιθυμούσα να μου εξηγηθεί, είναι πώς προκύπτει ένα πράγμα από ένα άλλο, αν όχι σύμφωνα με το νόμο της ταυτότητας. (...)

Ως προς αυτή την πραγματική βάση και τη σχέση της με τη συνέπεια το ερώτημά μου θα μπορούσε να τεθεί υπό την ακόλουθη απλή μορφή: πώς θα πρέπει να καταλάβω το γεγονός ότι, επειδή κάτι υπάρχει, υπάρχει και κάτι άλλο; (...)

Ένα σώμα A βρίσκεται σε κίνηση. Ένα άλλο σώμα B, όντας στην ευθεία από το A, είναι σε ηρεμία. Η κίνηση του A είναι κάτι. Η κίνηση του B είναι κάτι άλλο και ωστόσο η μία τίθεται από την άλλη (...)

Έχω στοχαστεί πάνω στη φύση της γνωστικής μας λειτουργίας μας, αναφορικά με την κρίση μας για τις βάσεις και τις συνέπειες, και κάποια μέρα θα παρουσιάσω μια λεπτομερή θεώρηση των καρπών του στοχασμού μου.

- Τι μας λέει; Η αναγκαιότητα που εδράζεται στην αρχή της μη αντίφασης PNC θα ήταν καλύτερο να μην είναι το μόνο είδος αναγκαιότητας (logical ground). Διότι εάν ήταν, δεν θα μπορούσαμε «να κατανοήσουμε το γεγονός ότι, επειδή κάτι είναι, είναι και κάτι άλλο». Όμως το καταλαβαίνουμε το γεγονός αυτό. Οπότε θα πρέπει να υπάρχει κάποιο είδος αναγκαιότητας που πάει πέρα από τα όρια της PNC.
- «Η βροχή δεν ακολουθεί ποτέ τον άνεμο εξαιτίας του νόμου της ταυτότητας».
- Γιατί το λέει αυτό; Επειδή έχει προκύψει ένα νέο ζήτημα. **Πώς είναι δυνατόν να υπάρχουν φυσικά αναγκαίες συνδέσεις που να μην είναι λογικά αναγκαίες συνδέσεις;**

Η κίνηση από τον προ-κριτικό Kant στον κριτικό Kant ήταν μια κίνηση προς έναν ορισμένο τρόπο προσέγγισης αυτού του είδους του ερωτήματος.

Όχι 'φουσκώνοντας' την οντολογία με όρους δυνάμεων (αν και αυτό έχει επίσης υποστηριχθεί) αλλά **'φουσκώνοντας' την επιστημολογία.**

Το αντικείμενο της μεταφυσικής της επιστήμης είναι οι (συνθετικές a priori) αρχές οι οποίες είναι **συγκροτητικές του αντικειμένου της επιστήμης** και αναγκαίες (δηλαδή αυτές **απαιτούνται για την ίδια τη δυνατότητα της εμπειρίας** και της επιστημονικής γνώσης συγκεκριμένα).

Η φυσική αναγκαιότητα **υποτίθεται ότι είναι μία από εκείνες τις αρχές:** «καθετί που συμβαίνει, δηλαδή, αρχίζει να είναι, προϋποθέτει κάτι που το ακολουθεί σύμφωνα με έναν κανόνα».

Kant CPR B4

«η εμπειρία βέβαια μας διδάσκει, ότι κατιτί είναι φτιαγμένο από τη φύση του έτσι ή αλλιώς, **αλλά όχι ότι και ότι δεν μπορεί να είναι αλλιώς**. Αν βρίσκεται, κατά πρώτο λόγο, μια πρόταση που νοείται ταυτόχρονα με το γνώρισμα της αναγκαιότητας, τότε αυτή είναι μια κρίση a priori ἄν επιπλέον αυτή δεν παράγεται από καμιάν άλλη πρόταση που να έχει και αυτή με τη σειρά της το χαρακτήρα αναγκαίας προτάσεως, τότε είναι απόλυτα a priori. Κατά δεύτερο λόγο: **η εμπειρία δεν προσδίδει στις κρίσεις την αληθινή ή αυστηρή, παρά μονάχα υποθετική και σχετική (εξ υπαγωγής) καθολικότητα, που η καθαυτό σημασία της είναι τούτη: από τις παρατηρήσεις που κάναμε ως τώρα εξάγεται ότι δεν υπάρχει καμιά εξαίρεση από τούτον ή εκείνο τον κανόνα**. Κατά συνέπεια μια κρίση που νοείται **με αυστηρή αναγκαιότητα, δηλαδή έτσι ώστε να μην επιδέχεται καμιάν απολύτως εξαίρεση, δεν παράγεται από την εμπειρία, αλλά ισχύει απόλυτα a priori**. Η εμπειρική καθολικότητα λοιπόν είναι μόνο μια αυθαίρετη επίταση του κύρους της προτάσεως, [που συντελείται όταν περνάμε] από την καθολικότητα που ισχύει στις περισσότερες περιπτώσεις σε αυτήν που ισχύει σε όλες, όπως λ.χ. στην πρόταση: όλα τα σώματα έχουν βάρος ἄν αντίθετα μια κρίση έχει ουσιαστικά αυστηρή καθολικότητα, **τότε δηλώνει ότι εκπορεύεται από μian ιδιαίτερη γνωστική πηγή, δηλαδή τη δύναμη της a priori γνώσεως**. Άρα αναγκαιότητα και αυστηρή καθολικότητα αποτελούν ασφαλή γνωρίσματα-κριτήρια μιας a priori γνώσεως και **είναι στενά αλληλένδετες μεταξύ τους**. Ωστόσο επειδή κατά τη χρήση αυτών είναι καμιά φορά πιο εύκολο να δείξει κανένας την εμπειρική στενότητά τους παρά την τυχαιότητα στις κρίσεις ή επειδή κάποτε είναι πιο πρόδηλη η απεριόριστη καθολικότητα που αποδίδουμε σε μια κρίση παρά η αναγκαιότητά της, γι' αυτό είναι φρόνιμο να χρησιμοποιεί κανένας χωριστά τα δυο παραπάνω κριτήρια, που το καθένα τους είναι αυτό καθαυτό αλάθητο.»

Η δέσμευση του Kant: υπάρχουν κρίσεις οι οποίες είναι αυστηρά καθολικές και αναγκαίες, π.χ. στα μαθηματικά. Αλλά επίσης:

B5 «Αν θέλει πάλι κανείς να βρει ένα άλλο [παράδειγμα] παρμένο από την πιο κοινή χρήση της νοήσεως, τότε μπορεί να χρησιμοποιήσει την πρόταση: **κάθε μεταβολή πρέπει να έχει την αιτία της**· εδώ μάλιστα η ίδια η έννοια **της αιτίας περιέχει τόσο έκδηλα την έννοια ενός αναγκαίου δεσμού με ένα αποτέλεσμα [αιτιατό] και μιας αυστηρής καθολικότητας του κανόνα**, ώστε η έννοια αυτή θα πήγαινε ολότελα χαμένη αν ήθελε κανένας, όπως ο Hume, από μια συχνή σύζευξη εκείνου που συμβαίνει με εκείνο που προηγείται χρονικά και από μια σχετική συνήθεια (άρα καθαρά υποκειμενική αναγκαιότητα) να συνδέουμε έτσι τις παραστάσεις μας.»

- Κριτική του προ-κριτικού ρασιοναλισμού
- ο Λόγος δεν συλλαμβάνει προϋπάρχουσες αναγκαίες αλήθειες μέσω της εποπτείας ή με το να τις θεωρεί προφανείς.
- Ο Λόγος θέτει τις βασικές κατηγορίες και μορφές της εποπτείας που κάνουν δυνατή την εμπειρία. Η Κοπερνίκεια στροφή.

Ως τώρα γινόταν δεκτό ότι όλη η γνώση μας πρέπει να ρυθμίζεται προς τα αντικείμενα. Αλλά όλες οι προσπάθειες που έγιναν με την προϋπόθεση αυτή, για να βρεθεί κάποιος **a priori** προσδιορισμός των αντικειμένων στηριζόμενος αποκλειστικά στις έννοιες, με τον οποίο θα διευρυνόταν η γνώση μας, πήγαν χαμένες. Γι' αυτό ας δοκιμάσουμε μια φορά να δούμε μήπως έχουμε στα προβλήματα της Μεταφυσικής περισσότερη επιτυχία, αν δεχτούμε υποθετικά ότι τα αντικείμενα πρέπει να ρυθμίζονται προς τη γνώση μας... Εδώ συμβαίνει το ίδιο όπως και με τις αρχικές σκέψεις του Κοπέρνικου ΒΧVI

- Φαινόμενα-νοούμενα.
- Μόνο τα φαινόμενα είναι γνώσιμα.
- Άρα ο νους θέτει δομή και συγκροτεί τον κόσμο των φαινομένων, δηλ. τον κόσμο της εμπειρίας.

ΟΙ ΚΑΝΤΙΑΝΕΣ ΔΙΑΚΡΙΣΕΙΣ:

- > αναλυτικές-συνθετικές κρίσεις
- > A priori-a posteriori κρίσεις.

ΟΙ ΔΥΟ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΚΑΝΤ:

-> το νόημα (η έννοια) του κατηγορουμένου εμπεριέχεται στο νόημα (έννοια) του υποκειμένου

-μέρος-όλον πχ. Όλα τα κόκκινα τριαντάφυλλα είναι τριαντάφυλλα.

-ουσιώδεις και ατυχηματικές ιδιότητες (συμβεβηκότα) πχ. Ο άνθρωπος είναι ορθολογικό ον.

-> μια πρόταση είναι αναλυτική εάν η άρνησή της οδηγεί σε λογική αντίφαση.

-Το δεύτερο κριτήριο είναι το πιο σημαντικό, αλλά τα δύο κριτήρια συμπύπτουν με βάση την Αριστοτελική Λογική.

-Εννοιολογική ανάλυση ως η μέθοδος της αναλυτικότητας.

-Οι προτάσεις της λογικής είναι αναλυτικές

**Πόρισμα: οι προτάσεις της αριθμητικής και της γεωμετρίας
δεν είναι αναλυτικές.**

-> $5+7=12$

αλλά επίσης: το επιχείρημα των μεγάλων αριθμών

-> $33512+72151=105723$

-> Δεν προκύπτει από τις έννοιες μόνο μέσω εννοιολογικής
ανάλυσης.

- Οι προτάσεις που δεν είναι αναλυτικές είναι συνθετικές.
- Οι συνθετικές κρίσεις είναι **ενισχυτικές**: προτείνουν νέους τρόπους σύνδεσης μεταξύ εννοιών.

ΔΥΟ ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ:

- οι προτάσεις που δεν είναι αναλυτικές.
- οι προτάσεις στις οποίες εμπλέκεται η εποπτεία—δηλ. οι προτάσεις οι οποίες απαιτούν εποπτεία για να διαπιστωθεί εάν είναι αληθείς.

ΔΥΟ ΜΟΡΦΕΣ ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ:

-> **Εμπειρική εποπτεία**. Εμπειρικές έννοιες μπορούν να ενισχυθούν στην εμπειρική εποπτεία.

Πχ. οι κύκνοι είναι άσπροι. Το νέο κατηγορήμα προστίθεται στην έννοια ΚΥΚΝΟΣ μέσω της εμπειρικής εποπτείας. (Και προφανώς όχι μέσω εννοιολογικής ανάλυσης.)

-> **Καθαρή εποπτεία**. Παρατήρηση: κάποιες συνθετικές κρίσεις είναι αναγκαία αληθείς.

Πχ. εάν κάτι είναι κόκκινο, τότε δεν είναι μαύρο. Εάν το α είναι μεγαλύτερο από το β και το β μεγαλύτερο από το γ , τότε το α είναι μεγαλύτερο από το γ .

Οι προτάσεις αυτές δεν είναι αναλυτικές—άρα είναι συνθετικές. Αλλά είναι και αναγκαίες. Τι τις κάνει αληθείς; Η καθαρή εποπτεία.

Οι συνθετικές κρίσεις που είναι **a priori βέβαιες και αποδείξιμα αληθείς** είναι προτάσεις των οποίων η αλήθεια εδράζεται στην καθαρή εποπτεία.

- Μορφές της καθαρής εποπτείας:
χώρος και χρόνος
- Η έννοια της καθαρής εποπτείας είναι κεντρική για την κατανόηση της θέσης του Καντ ότι τα μαθηματικά και η γεωμετρία εμπεριέχουν συνθετικές a priori κρίσεις.

A PRIORI-A POSTERIORI ΚΡΙΣΕΙΣ

ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑ ΕΔΩ ΕΙΝΑΙ:

- πως γίνεται γνωστή (δικαιολογείται) η αλήθεια μιας πρότασης;
- ποιο είναι το τροπικό status μιας πρότασης (αναγκαία αληθής ή ενδεχομενική);
- Το κύριο χαρακτηριστικό των a posteriori προτάσεων είναι ότι είναι ενδεχομενικές. Καμία a posteriori κρίση δεν μπορεί να φέρει μαζί της την δύναμη της αναγκαιότητας. Η εμπειρία δεν μπορεί ποτέ να μας δείξει την αναγκαιότητα μιας κρίσης.
- Παρ' όλα αυτά υπάρχουν αναγκαίες κρίσεις. Αυτές οι κρίσεις (είτε αναλυτικές είτε συνθετικές) δεν μπορεί να είναι a posteriori. Επομένως, πρέπει να είναι a priori.
- Ο Kant ταυτίζει την a priori γνωσιμότητα με την αναγκαιότητα.

- «Η **αναγκαιότητα** και η **καθολικότητα** είναι ασφαλή κριτήρια για την a priori γνώση».
- A priori κρίσεις:
Αναγκαίες, καθολικές, μη-αναθεωρήσιμες.
- **Ωστόσο** : η **αναγκαιότητα** μιας κρίσης δεν καθορίζει το περιεχόμενό της.
Η πρόταση μπορεί να είναι είτε αναλυτική είτε συνθετική.

Πχ. ο νόμος του αποκλεισμένου τρίτου—αναλυτική a priori

Οι αλήθειες της αριθμητική και της γεωμετρίας—συνθετικές a priori.

- Συνθετικές (καθαρή εποπτεία) αλλά αναγκαία αληθείς (άρα a priori).

- **το κεντρικό ερώτημα:**
πώς είναι δυνατές οι συνθετικές a priori κρίσεις;
- Το καθήκον της κριτικής μεταφυσικής είναι να απαντήσει σ' αυτό ερώτημα.
- Κρίσιμο: οι συνθετικές a priori κρίσεις έχουν **ουσιαστικό περιεχόμενο** (το οποίο δεν αποκαλύπτεται απλώς με εννοιολογική ανάλυση) αλλά είναι αναγκαία αληθείς.

- **Ο ΚΑΝΤ ΓΙΑ ΤΗΝ Α ΠΡΙΟΡΙ ΓΝΩΣΗ**

- Γνώση η οποία είναι καθολική, αναγκαία και βέβαιη.
- Έχει περιεχόμενο (εάν η κρίση είναι συνθετική) ή είναι κενή περιεχομένου (εάν η κρίση είναι αναλυτική).
- Το περιεχόμενο της είναι τυπικό (formal).
Εννοιολογικές συνδέσεις (εάν η κρίση είναι αναλυτική)
ή η μορφή της εποπτείας (εάν η κρίση είναι συνθετική).
- Είναι συγκροτητική της εμπειρίας (καμία εμπειρία δεν είναι δυνατή χωρίς a priori αρχές).
- Αποσυνδεδεμένη από το περιεχόμενο (σε αντίθεση με τη μορφή) της εμπειρίας.
- Επομένως, μη αναθεωρήσιμη.

- Όπως και ο Hume πριν από αυτόν, ο Kant δεν ισχυρίζεται ότι μόνος του ο λόγος μπορεί να ανακαλύψει, με έναν *a priori* τρόπο, τη σύνδεση ανάμεσα σε οποιαδήποτε συγκεκριμένη αιτία και οποιοδήποτε συγκεκριμένο αποτέλεσμα, ούτε ότι κατανοεί την αναγκαιότητά της (cf. 1787, A195; B240-41). Τόσο ο Kant όσο και ο Hume επιμένουν ότι **οι αιτιακές συνδέσεις μπορούν να ανακαλύπτονται μόνο εμπειρικά.**
- Αλλά σε αντίθεση με το Hume, **ο Kant αρνείται το ότι η έννοια της αιτιότητας προέρχεται από την εμπειρία** και πιο συγκεκριμένα ότι προκύπτει κατά τον ίδιο τρόπο που προκύπτει η γνώση των αιτιών των επιμέρους συμβάντων.
- Με τη *Δεύτερη Αναλογία της Εμπειρίας*, ο Kant προσπάθησε να αποδείξει ότι η αρχή της αιτιότητας, δηλαδή το ότι «**καθετί που συμβαίνει, δηλαδή αρχίζει να υπάρχει, προϋποθέτει κάτι το οποίο ακολουθεί σύμφωνα με κάποιον κανόνα**», είναι μια προϋπόθεση για την ίδια τη δυνατότητα της αντικειμενικής εμπειρίας.

Ο Kant θεώρησε ότι απαιτείται η αρχή της αιτιότητας για να συλλάβει ο νους τη χρονική μη αναστρεψιμότητα που υπάρχει σε συγκεκριμένες ακολουθίες της εμπειρίας. Αν και μπορούμε να έχουμε την ακολουθία των εντυπώσεων που αντιστοιχούν στις πλευρές ενός σπιτιού με οποιαδήποτε σειρά επιθυμούμε (π.χ. πηγαίνοντας γύρω από το σπίτι κατά τη φορά του ρολογιού ή αντίστροφα), η ακολουθία των εντυπώσεων που αντιστοιχούν σε ένα πλοίο που πλέει κατάντη δεν μπορεί να αντιστραφεί: παρουσιάζει μια ορισμένη χρονική τάξη (ή κατεύθυνση). Η χρονική αυτή τάξη με την οποία εμφανίζονται συγκεκριμένες εντυπώσεις μπορεί να θεωρηθεί ότι συγκροτούν ένα αντικειμενικό συμβάν *μόνο* εάν το ύστερο γεγονός θεωρηθεί ότι προσδιορίζεται αναγκαία από το πρότερο (π.χ., ότι ακολουθεί σύμφωνα με κάποιον κανόνα από την αιτία του). **Για τον Kant, τα αντικειμενικά γεγονότα δεν είναι «δεδομένα»: συγκροτούνται από την οργανωτική δραστηριότητα του νου και συγκεκριμένα με την επιβολή της αρχής της αιτιότητας στα φαινόμενα. Η αρχή της αιτιότητας είναι, ως εκ τούτου, για τον Kant, μία συνθετική a priori αρχή.**

- Συγκροτητική της έννοιας του αντικειμένου.
- η αρχή της αιτιότητας είναι μία προϋπόθεση για την ίδια τη **δυνατότητα αντικειμενικής εμπειρίας**.
- προαπαιτούμενο για να συλλάβει ο νους τη **χρονική μη-αναστρεψιμότητα** που ενυπάρχει σε ορισμένες ακολουθίες εντυπώσεων.

Οι συνθετικές a priori αρχές:

- Ο χώρος είναι Ευκλείδειος
- Κάθε γεγονός έχει μία αιτία
- Η φύση διέπεται από νόμους
- Η ουσία διατηρείται
- Οι νόμοι της αριθμητικής

είναι αναγκαίες για την ίδια τη δυνατότητα της επιστήμης και της Νευτώνειας μηχανικής πιο συγκεκριμένα.

ΤΡΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ

Τρεις γενικές αρχές που ισχύουν για όλα τα αντικείμενα της εμπειρίας:

- Η ουσία διατηρείται.
- Όλες οι αλλαγές λαμβάνουν χώρα σύμφωνα με το νόμο της αιτίας και του αποτελέσματος.
- Όλες οι ουσίες βρίσκονται σε διαρκή αλληλεπίδραση.

Αυτές είναι συνθετικές a priori αρχές που καθιστούν την εμπειρία δυνατή.
Επιβάλλονται a priori από το νου στα αντικείμενα

Στα *Μεταφυσικά Θεμέλια της Φυσικής Επιστήμης* ο Kant επιχείρησε να δείξει πώς αυτές οι αρχές θα μπορούσαν να **συγκεκριμενοποιηθούν υπό τη μορφή νόμων της ύλης που βρίσκεται σε κίνηση.**

Αυτοί ήταν **μεταφυσικοί νόμοι** κατά το ότι προσδιόριζαν τη δυνατή συμπεριφορά της ύλης σύμφωνα με μαθηματικούς κανόνες.

- Ο νόμος της διατήρησης της ποσότητας της ύλης
- Ο νόμος της αδράνειας
- Ο νόμος της ισοδυναμίας δράσης και αντίδρασης

Ο Kant υποστήριξε ότι οι νόμοι αυτοί ήταν τα μηχανικά ανάλογα (*cases in concreto*) των γενικών του υπερβατολογικών αρχών.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΝΩ

- Προσδιορίζουν την καθαρή και μορφική δομή της κίνησης, όπου η κίνηση νοείται καθαρά μαθηματικά *in abstracto*.
- Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι οι δυο τελευταίοι από αυτούς τους νόμους συγγενεύουν με τον νόμο του Newton και ότι ο πρώτος νόμος προϋποτίθεται επίσης από τον Newton.
- Τα μεταφυσικά θεμέλια της (δυνατότητας της) ύλης σε κίνηση του Kant προορίζονταν ακριβώς να δείξουν πώς ήταν δυνατή η νευτώνεια μηχανική.

ΙΕΡΑΡΧΙΑ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΠΟΥ ΚΑΘΙΣΤΟΥΝ ΔΥΝΑΤΗ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

- **Υπερβατολογικοί νόμοι** που προσδιορίζουν το αντικείμενο της δυνατής εμπειρίας εν γένει.
- **Μεταφυσικοί νόμοι** που προσδιορίζουν την ύλη εν γένει.
- **Φυσικοί νόμοι** που συμπληρώνουν τις πραγματικές λεπτομέρειες της κίνησης.

Σε αντίθεση με το τρίτο είδος, τα δύο πρώτα είδη νόμου απαιτούν a priori δικαιολόγηση και είναι αναγκαία αληθή.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Τα Μαθηματικά θεωρήθηκαν στοιχείο – κλειδί στη συγκρότηση της φυσικής επιστήμης: **χωρίς τα μαθηματικά καμιά θεωρία σχετικά με τα φυσικά αντικείμενα δεν θα ήταν δυνατή.**

- Κλασσική Αριθμητική
- Ευκλείδεια Γεωμετρία

Η ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥ Α PRIORI ΚΑΙ Η ΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ

- Ο Εμπειρισμός του John Stuart Mill (1806-73)
- Ο Συμβατισμός του Henri Poincare
- Ο Λογικισμός του Gottlob Frege (1848-1925) Αφαίρεση της εποπτείας από την αριθμητική—η έννοια της απόδειξης από πρώτες αρχές. Η προσπάθεια αναγωγής της αριθμητικής στη λογική.
- David Hilbert (1862-1943) Η αφαίρεση της εποπτείας από την γεωμετρία

JOHN STUART MILL

αποδοχή ενός ριζικού εμπειρισμού.

ΟΛΗ η γνώση βασίζεται στην εμπειρία – απόρριψη του a priori.

Ο σκεπτικισμός δεν εγείρεται καν.

Η (εμπειρική γνώση) είναι δυνατή μέσω της επαγωγής (με απαρίθμηση).

Που θεμελιώνεται η επαγωγή; Πουθενά

Πρωταρχικές και καθ' όλα νόμιμες προδιαθέσεις για γενίκευση με βάση την **εμπειρία + μνήμη**.

Όλη η επιστήμη εγείρεται στη βάση αυτών των δύο.

Οι νόμοι της λογικής είναι εμπειρικοί νόμοι, π.χ. ο νόμος της μη αντίφασης ή αρχή του αποκλειόμενου τρίτου.

Οι νόμοι της λογικής, ως οι πιο γενικοί νόμοι της επιστήμης, θεμελιώνονται εμπειρικά.

Αριθμητική: είναι μία φυσική επιστήμη, η οποία αφορά μια κατηγορία νόμων της φύσης: αυτούς που αφορούν αθροίσματα/συλλογές (aggregates).

Τα νούμερα δηλώνουν αθροίσματα, όπου τα αθροίσματα/συλλογές είναι φυσικές οντότητες – όχι αφηρημένες οντότητες.

Γεωμετρία: Τα αξιώματα είναι εμπειρικά θεμελιωμένα.

Τα γεωμετρικά αντικείμενα είναι ιδανικά ή φανταστικά όρια υλικών αντικειμένων.

Όλες οι προτάσεις και αρχές είναι **εμπειρικά επικυρώσιμες και προϊόντα της επαγωγής.**

ΑΡΑ καμία πρόταση ή αρχή δεν είναι a priori (και άρα ανεξάρτητη από την εμπειρία)

Η ΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΠΙΟ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ – ΚΑΛΥΠΤΟΥΝ ΟΛΑ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.

Μαζί με την απριωρικότητα φεύγει και η αναγκαιότητα

Ψυχολογική εξήγηση της υποτιθέμενης αναγκαιότητας των μαθηματικών αληθειών. Η εξοικείωση δημιουργεί την ψευδαίσθηση της αναγκαιότητας.

Οι μαθηματικές αλήθειες είναι αναθεωρήσιμες. Το ότι δεν μπορούμε να συλλάβουμε την άρνησή τους, δεν σημαίνει ότι είναι αναγκαία αληθείς.

Μπορεί η ΛΟΓΙΚΗ να είναι εμπειρική;

Το επιχείρημα του Frege

Τα Στοιχεία του Ευκλείδη περίπου 300πΧ

Ο όρος «στοιχείον» σημαίνει ένα θεώρημα που υπεισέρχεται σε άλλα προβλήματα του κλάδου του και βοηθά να αποδειχθούν πολλά άλλα θεωρήματα.

ΑΞΙΩΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΔΙΑΤΑΞΗ

- Ορισμοί
- Αξιώματα ή αιτήματα
- Θεωρήματα
- Παραγωγική περιχαράκωση (deductive closure)

ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Οικονομία
- Ενοποίηση/ συστηματοποίηση
- Θεμελίωση

Η ΜΕΘΟΔΟΣ

Απόδειξη

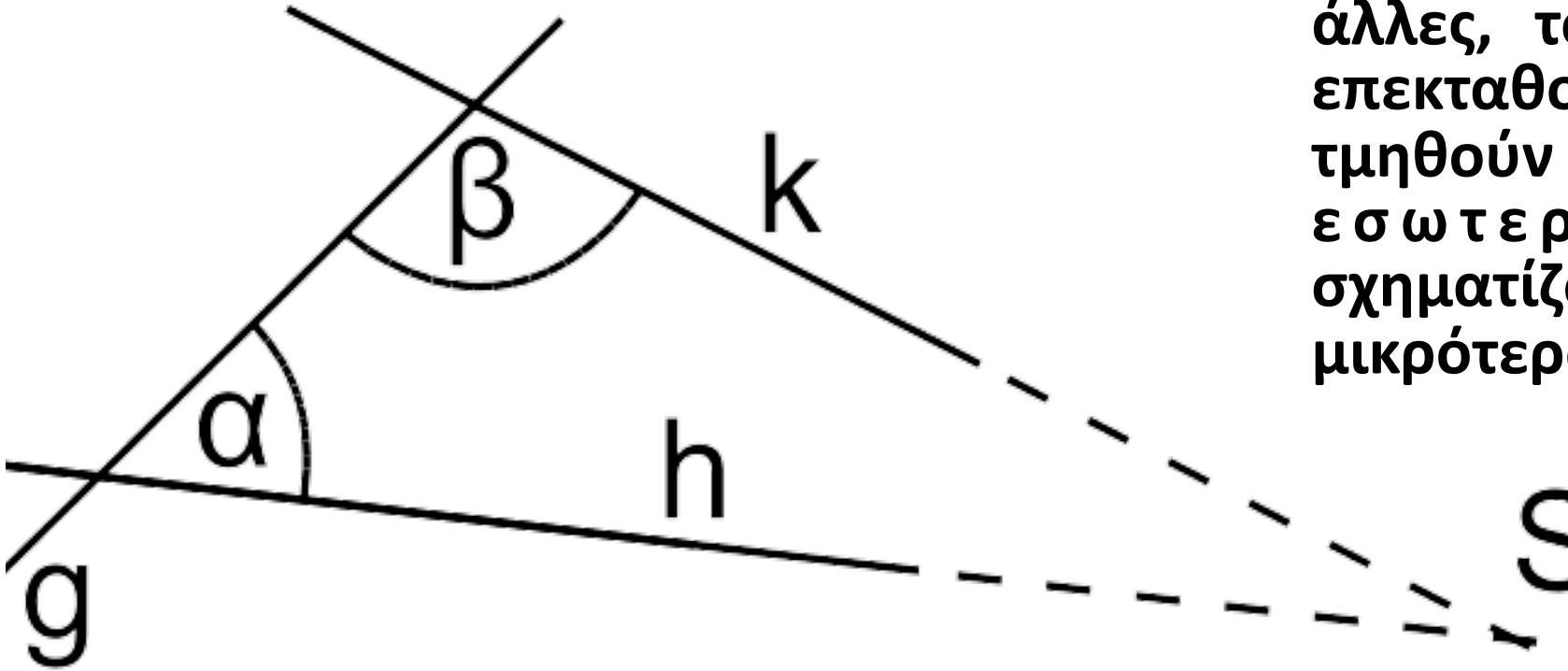
ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

- ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΣ ΣΥΝΕΠΕΣ?
- ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ status ΤΩΝ ΑΞΙΩΜΑΤΩΝ?

ΤΟ 5^ο ΑΞΙΩΜΑ

ΤΟ ΑΞΙΩΜΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΑΣ:

"Αν μια ευθεία τέμνει δύο άλλες, τότε αυτές οι δύο αν επεκταθούν επ' αόριστον θα τμηθούν απ' την μεριά που οι εσωτερικές γωνίες που σχηματίζονται έχουν άθροισμα μικρότερο από δύο κάθeteς"



Η ανακάλυψη μη Ευκλείδειας Γεωμετρίας έγινε σχεδόν ταυτόχρονα από τους Lobachevsky (1793 – 1856) και Bolyai (1775 – 1856).

Ο Lobachevsky δημοσίευσε το 1830 την πραγματεία του *Αρχές της Γεωμετρίας*, ενώ Bolyai δημοσίευσε το 1831 την πραγματεία του *Απόλυτη επιστήμη του χώρου*.

Υπάρχουν άπειρες ευθείες γραμμές που περνούν από σημείο εκτός ευθείας και οι οποίες δεν την τέμνουν, δηλαδή είναι παράλληλες

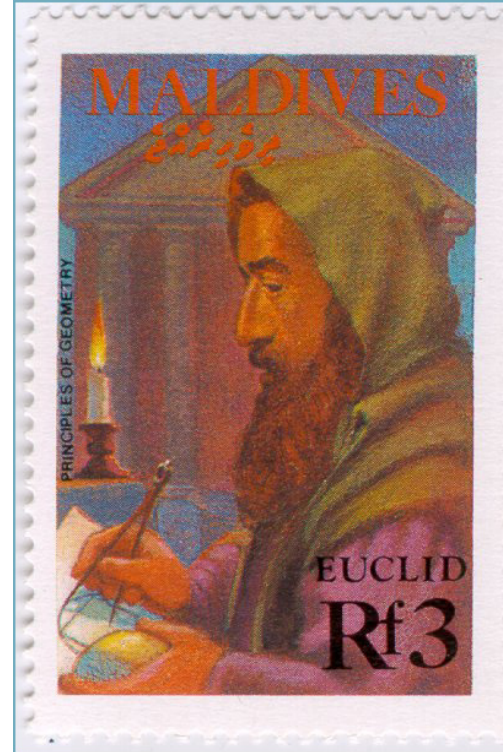
Ο Γερμανός μαθηματικός Riemann, θεμελίωσε την ελλειπτική γεωμετρία, κατά την διάρκεια της διάλεξης που έδωσε το 1854 στο Πανεπιστήμιο του Gottingen, με τίτλο:

«Επί των υποθέσεων επάνω στις οποίες θεμελιώνεται η γεωμετρία».

Από σημείο εκτός ευθείας δεν διέρχεται ευθεία παράλληλη προς αυτή.

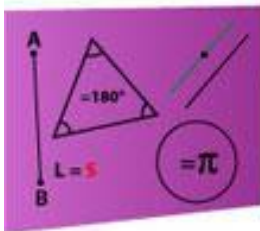
Μη Ευκλείδειες Γεωμετρίες—το status του 5ου αξιώματος του Ευκλείδη

Αυτές είναι συνεκτικές μαθηματικές θεωρίες αλλά μπορούν να περιγράψουν το φυσικό χώρο;



DIFFERENT TYPE OF GEOMETRIES

Euclidean Plane



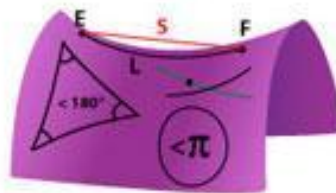
Zero Curvature
Euclidian geometry

Surface of a Sphere

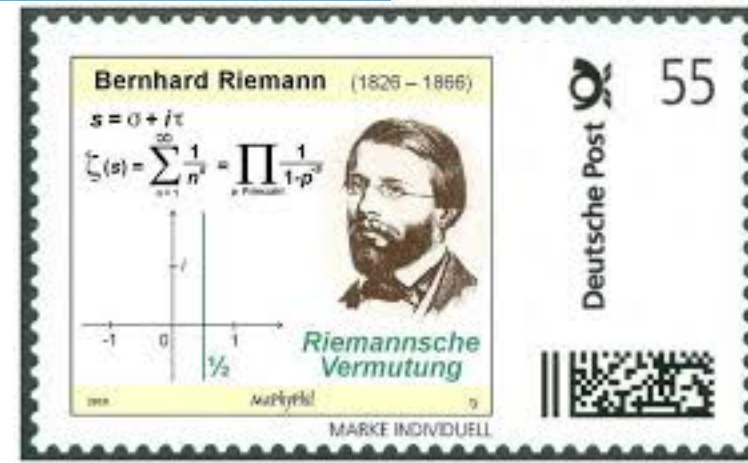


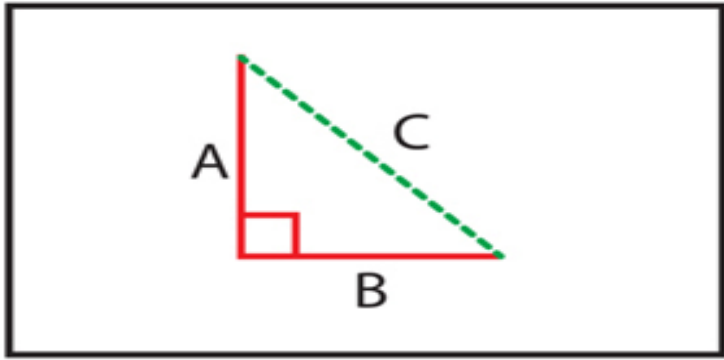
Positive Curvature
Elliptic geometry

Surface of a Saddle

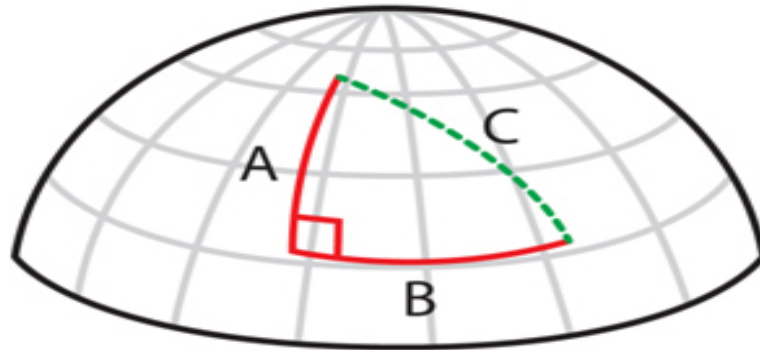


Negative Curvature
Hyperbolic geometry

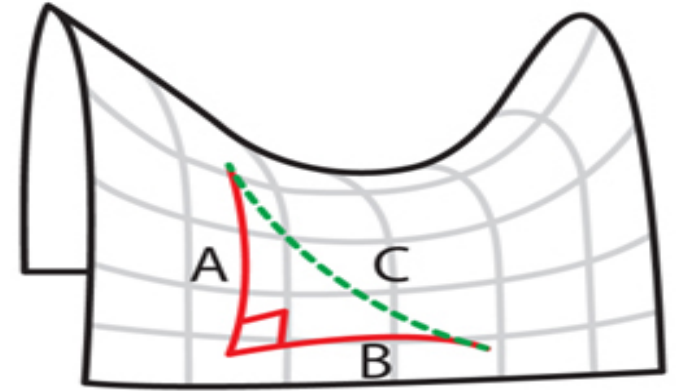




Euclidean
 $a^2 + b^2 = c^2$



Spherical
 $\cos a \times \cos b = \cos c$



Hyperbolic
 $\cosh a \times \cosh b = \cosh c$

Το status των αξιωμάτων

Πως επιλέγουμε μεταξύ γεωμετριών;

Οι επικρατέστερες απαντήσεις:

Hermann von Helmholtz: τα αξιώματα ως εμπειρικές γενικεύσεις.

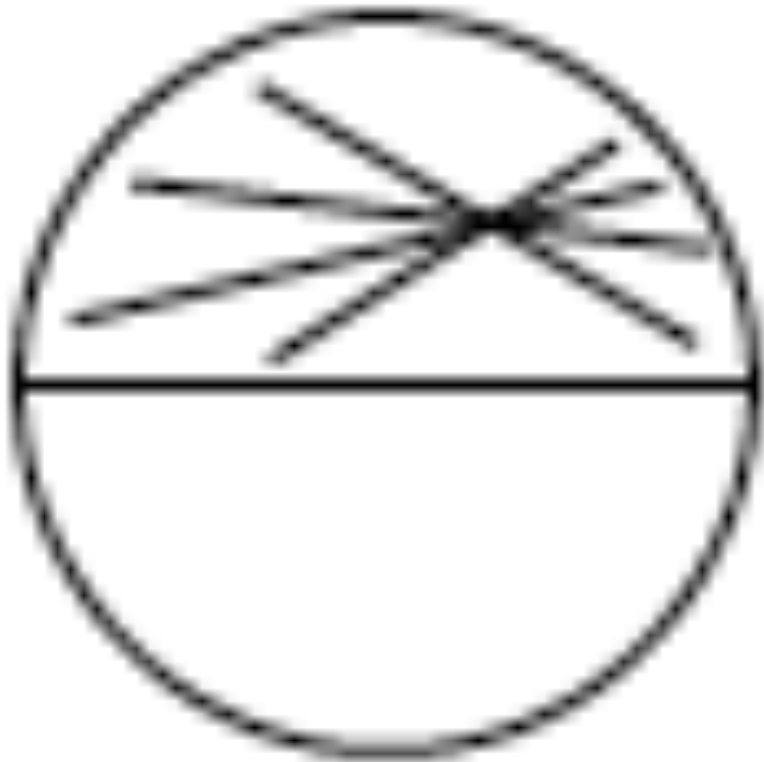


Henri Poincare:

Λάθος! Τα αξιώματα δεν αναφέρονται σε εμπειρικά αντικείμενα.



Poincare's two-dimensional disk and Euclidean geometry



νατό αλλά και ενεργεία (πραγματικό).

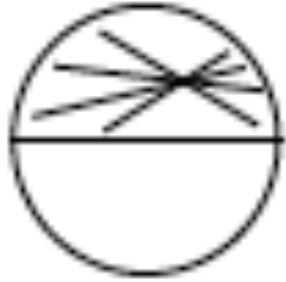
Όταν το πρόβλημα της γεωμετρίας του χώρου συζητήθηκε έντονα, στα τέλη του 19ου αιώνα, ο μαθηματικός και φιλόσοφος Henri Poincaré πρότεινε το ακόλουθο νοητικό πείραμα. Φανταστείτε έναν επίπεδο διαδιάστατο δίσκο στον οποίο κατοικούν επίπεδα όντα. Τα όντα αυτά δεν έχουν την τρίτη διάσταση αλλά μπορούν να κινούνται ελεύθερα πάνω στον δίσκο. Τα όντα αυτά είναι νοήμονα, έχουν

αναπτύξει αρκετά την επιστήμη και διαθέτουν μετρητικές συσκευές. Αποφασίζουν να προσδιορίσουν τη γεωμετρία του χώρου τους. Πώς θα προχωρήσουν; Ασφαλώς εμπειρικά. Θα χαράξουν μικρά τρίγωνα για να διαπιστώσουν ποιο είναι το άθροισμα των γωνιών τους. Θα πάρουν σημείο εκτός ευθείας και θα επιδιώξουν να βρουν πόσες παράλληλες προς μια ευθεία εκτός αυτού του σημείου μπορούν να ακθούν. Πράγματι, ξεκινούν την περιπέτειά τους. Μια σκηνοθετική παρένθεση. Εμείς που παρατηρούμε απ' έξω αυτές τους τις προσπάθειες γνωρίζουμε ήδη ποια είναι η γεωμετρία του χώρου τους. Πρόκειται για έναν φραγμένο επίπεδο (δηλ. ευκλείδειο) χώρο. Τελικά, τα όντα αυτά ζουν πάνω σε έναν επίπεδο δίσκο. Αυτά τα όντα όμως, οι συμμετέχοντες στο δράμα, δεν γνωρίζουν τίποτα σχετικό. Ξεκινούν εμπειρικά, σχεδόν από το μηδέν. Τα όντα αυτά έχουν μια ατυχία. Ο κόσμος τους υπόκειται σε ένα θερμικό πεδίο που θερμαίνει τα πάντα. Υποθέτουμε πλήρη και ομοιόμορφη θερμική αγωγιμότητα και αυτόματη προσαρμοστικότητα, έτσι ώστε το θερμικό πεδίο να μην είναι καθόλου αντιληπτό. Καμία συσκευή δεν μπορεί να το ανκνεύσει. Μέρος του σεναρίου είναι η εξής υπόθεση. Η θερμοκρασία σε κάθε σημείο του χώρου τους είναι μεταβλητή και καθορίζεται από την συνάρτηση $R^2 - r^2$, όπου R είναι η ακτίνα του δίσκου και r είναι η απόσταση ενός σημείου από το κέντρο του δίσκου. Άρα, η θερμοκρασία στο κέντρο είναι μέγιστη ενώ στην περιφέρεια του δίσκου είναι μηδέν. Ευτυχώς για τους ντόπιους, οι νόμοι της φύσης στον κόσμο τους δεν τους επιτρέπουν να αισθανθούν αυτές τις διαφορές θερμοκρασίας κατά την κίνησή τους από το κέντρο στην περιφέρεια. Δυστυχώς για αυτούς, ως αποτέλεσμα αυτού του θερμικού πεδίου, τα πάντα (αυτοί οι ίδιοι, οι χάρακες που χρησιμοποιούν, κτλ.) συρρικνώνονται ομοιόμορφα καθώς μετακινούνται από το κέντρο στην περιφέρεια. Τέλος σκηνοθετικής παρένθεσης.

περιφέρειαν. Τελος σκηνοθετικής παρένθεσης. Τι θα διαπιστώσουν οι ντόπιοι όσον αφορά τη γεωμετρία του χώρου τους; Για προφανείς λόγους δεν θα μπορέσουν να φθάσουν πατέ στην περιφέρεια του δίσκου. Μπορεί να την πλησιάζουν οριακά, αλλά λόγω της συνεχούς σμίκρυνσής τους, δεν θα τη φθάσουν ποτέ. Εύλογα, λοιπόν, συμπεραίνουν ότι ο χώρος στον οποίο ζουν είναι άπειρος. Ορίζουν σημείο εκτός ευθείας και φέρουν παράλληλες προς αυτήν. (Ας υποθέσουμε ότι η εν λόγω ευθεία είναι η διάμετρος του δίσκου). Παράλληλες, γνωρίζουν, είναι οι ευθείες που δεν τέμνονται όσο και να επεκταθούν. Στέλνουν, λοιπόν, πολλούς επιστήμονες (εξαπλωμένους με συστήματα ενδο-επικοινωνίας) στο εν λόγω σημείο και άγουν ευθείες. Για προφανείς λόγους (βείτε παραπάνω) ένας απεριόριστος αριθμός αυτών των ευθειών δεν θα συναντήσουν τη διάμετρο, όσο και να επεκταθούν. Εύλογα, συμπεραίνουν ότι ο χώρος τους είναι λομπαταέφακτος και όχι ευκλείδειος.

Όταν επιστρέφουν οργανώνουν μια επιστημονική σύνοδο στην οποία ανακοινώνουν

τα πορίσματά τους. Σε αυτή συμμετέχε και ένας νεαρός επιστήμων (που δεν πήρε μέρος στην αποστολή) ονόματι



Λοπέρκνος. «Ανοσιές», κραυγάζει. Και συνεχίζει: «Ο χώρος μας είναι πεπερασμένος και ευκλείδειος. Απλώς υπάρχει ένα θερμι-

κό πεδίο σε λειτουργία το οποίο συρρικνώνει ομοιόμορφα τα πάντα κτλ., κτλ.» Η κοινότητα εισέρχεται σε κρίση. Ποιος έχει δίκιο; Το ότι εμείς ως εξωτερικοί παρατηρητές γνωρίζουμε πως ο Λοπέρκνος έχει το δίκιο με το μέρος του είναι άσχετο. Το πρόβλημα είναι πως οι συμμετέχοντες θα επιλύσουν τη διαφορά. Η απάντηση του Poincaré ήταν ότι η γεωμετρία του χώρου δεν είναι κάτι που ανακαλύπτεται εμπειρικά. Υποστήριξε ότι είναι θέμα σύμβασης ποια γεωμετρία θα επιλεγεί, όπου το κριτήριο για τη σύμβαση είναι η απλότητα του συνολικού μας θεωρητικού συστήματος.

Το Τρίο Κύκλου III είναι μια εξαιρετική

Ευκλείδεια Γεωμετρία & Παράξενη Φυσική

≈

Μη Ευκλείδεια Γεωμετρία & Κανονική Φυσική

Τι είναι λοιπόν τα αξιώματα της Γεωμετρίας;

Συμβάσεις—ούτε a priori αληθείς, από τη στιγμή που υπάρχουν εναλλακτικές γεωμετρίες, ούτε εμπειρικές γενικεύσεις. Είναι μια ελεύθερη απόφαση να τις δεχτούμε ως αληθείς.

Χαρακτηρίζουν όμως υπό μία έννοια το φυσικό χώρο;

Ελέγχουμε πάντα τη Γεωμετρία μαζί με τη Φυσική και μπορούμε πάντα να διασώζουμε τη Γεωμετρία τροποποιώντας αναλόγως τη Φυσική.

«Η Ευκλείδεια Γεωμετρία δεν έχει να φοβηθεί τίποτα από καινούρια πειράματα»

ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ

- Σύμβαση: μια νέα επιστημική κατηγορία η οποία είναι *διακριτή* από τις τρεις καντιανές επιστημικές κατηγορίες.
- Οι συμβάσεις, τόσο στη μηχανική όσο και στη γεωμετρία, **συγκροτούν τα αντικείμενα της επιστήμης και περιορίζουν εκ των άνω την εμπειρική επιστημονική έρευνα**. Οι συμβάσεις δεν επιδέχονται ούτε επιβεβαίωση ούτε διάψευση. Επιλέγονται ελεύθερα αλλά η επιλογή τους μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο βολική. Επομένως υπάρχει μια κατηγορία – οι συμβάσεις – αλλά δυο τρόποι να η συλλάβουμε.

ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ-ΦΥΣΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Ο γεωμετρικός χώρος είναι μια προϋπόθεση για να κάνουμε επιστήμη: “συζητάμε (*reason*) για τα [εξωτερικά] αντικείμενα σαν να είναι τοποθετημένα σε γεωμετρικό χώρο” (1895, 636), αν και ασφαλώς δεν είναι.

Όταν ο Poincaré λέει ότι η εμπειρία δεν μας λέει ποια γεωμετρία είναι η αληθέστερη, αλλά ποια είναι η πιο βολική, συνοψίζει κυρίως τα εξής:

a) ότι το περιεχόμενο των γεωμετρικών προτάσεων δεν είναι ο φυσικός χώρος αλλά ο γεωμετρικός χώρος

b) ότι υπάρχουν όμως διαφορετικές θεωρήσεις της δομής του γεωμετρικού χώρου

c) ότι καμιά από αυτές τις θεωρήσεις δεν είναι αληθέστερη από τις άλλες, καθαυτή και αφ' εαυτής

d) ότι η ίδια η δυνατότητα της επιστήμης απαιτεί να επιλέγεται κάποια θεώρηση του γεωμετρικού χώρου έτσι ώστε μελετάμε τα φυσικά φαινόμενα σαν να ήταν σε αυτό το χώρο

e) ότι η επιλογή αυτής της θεώρησης δεν υπαγορεύεται από την εμπειρία και ότι

f) ωστόσο, η εμπειρία (υπό τη μορφή των ιδιοτήτων των πραγματικών στερεών σωμάτων) κατευθύνει αυτή την επιλογή.

Αυτή είναι, εν ολίγοις, η γεωμετρική συμβασιοκρατία του Poincaré.

Η οφειλή του Poincaré στον Kant: το χωρικό πλαίσιο θα πρέπει να τίθεται πριν από οποιαδήποτε επιστημονική διερεύνηση των φυσικών φαινομένων.

Αλλά η επιλογή του χωρικού πλαισίου (η επιλογή του γεωμετρικού χώρου) δεν επιβάλλεται.

Θα μπορούσε να είναι οποιοσδήποτε από τους τρεις χώρους σταθερής καμπυλότητας, αλλά ο Poincaré κρίνει ότι η επιλογή του Ευκλείδειου χώρου είναι η πιο βολική.

Ο Einstein διαφώνησε θεμελιωδώς με αυτό:

Η GTR υποδεικνύει ότι ο χώρος είναι μη-Ευκλείδειος — στην πραγματικότητα Riemannian με ποικίλη καμπυλότητα η οποία εξαρτάται από την κατανομή της μάζας στο σύμπαν.

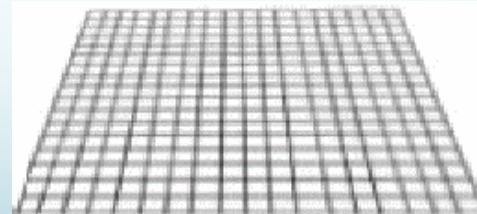
Αλλά η θεμελίωση αυτού απαιτούσε μια σημαντική φιλοσοφική μεταστροφή. Οι αρχές της Γεωμετρίας δεν είναι συμβάσεις.

Στο *Geometry and Experience* (1921) ο Einstein υποστήριξε ότι αν και η γεωμετρία ελέγχεται πάντα σε **συνδυασμό** με μια φυσική θεωρία, ο συνδυασμός αυτός (Geometry & Physics) είναι ολιστικά ελέγξιμος.

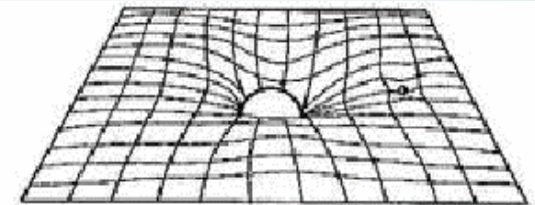
Επομένως, εάν υπάρχει σύγκρουση μεταξύ Γεωμετρίας + Φυσικής και εμπειρίας, είναι η **γεωμετρία** που μπορεί να εγκαταλειφθεί ή να τροποποιηθεί.

Einstein:

- “Σύμφωνα με την άποψη που παρουσιάζεται εδώ, το ερώτημα εάν το συνεχές έχει μια Ευκλείδεια, Ριμάννεια, ή οποιαδήποτε άλλη δομή είναι ένα ερώτημα της φυσικής που πρέπει να απαντηθεί από την εμπειρία, και όχι το ερώτημα μιας σύμβασης που πρέπει να επιλεγεί στη βάση κυρίως σκοπιμότητας”.



Spacetime with no matter present



Spacetime in the presence of a single large mass

EINSTEIN

meaning.¹ On the basis of the general theory of relativity, on the other hand, space as opposed to “what fills space”, which is dependent on the co-ordinates, has no separate existence. Thus a pure gravitational field might have been described in terms of the g_{ik} (as functions of the co-ordinates), by solution of the gravitational equations. If we imagine the gravitational field, i.e. the functions g_{ik} , to be removed, there does not remain a space of the

type (1), but absolutely nothing, and also no topological space. For the functions g_{ik} describe not only the field, but at the same time also the topological and metrical structural properties of the manifold. A space of the type (1), judged from the standpoint of the general theory of relativity, is not a space without field, but a special case of the g_{ik} field, for which—for the co-ordinate system used, which in itself has no objective significance—the functions g_{ik} have values that do not depend on the co-ordinates. There is no such thing as an empty space, i.e. a space without field. Space-time does not claim existence on its own, but only as a structural quality of the field.

Μια Αναλογία

Ποια είναι **η συνεισφορά της εμπειρίας** και ποια του **λόγου** στην επιστημονική μας εικόνα του κόσμου;

Εάν ο έσχατος έλεγχος μιας θεωρίας είναι η συμφωνία της με την εμπειρία, **έπεται μήπως ότι οι θεωρίες καθορίζονται (ή οφείλουν να καθορίζονται) από την εμπειρία;**



Το πρόβλημα των πρώτων αρχών

Καθ' όλη τη διάρκεια της επιστημονικής του καριέρας, τον Einstein τον απασχολούσε **ένα κεντρικό φιλοσοφικό πρόβλημα** που προκύπτει στην προσπάθειά μας να κατανοήσουμε πώς λειτουργεί η επιστήμη και πώς, συγκεκριμένα, μπορεί να μας αποκαλύπτει τη δομή του κόσμου.

Το πρόβλημα αυτό αναγνωρίστηκε αρχικά από τον **Αριστοτέλη στα Αναλυτικά Ύστερα** τον 3^ο αι. π.Χ. και από τότε κατέλαβε τη σκέψη των περισσότερων φιλοσόφων και φιλοσοφικά σκεπτόμενων επιστημόνων.

➤ το πρόβλημα των πρώτων αρχών

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ



Το εξέχον πρόβλημα ήταν το εξής:

Ποιο είναι το status των βασικών αρχών της επιστήμης; Και ταυτοχρόνως, ποια είναι η σωστή μέθοδος για να κάνουμε επιστήμη;

Ο Einstein εισήγαγε την ατομική θεωρία της ύλης και την ειδική (και έπειτα τη γενική) θεωρία της σχετικότητας.

- Είναι ο ίδιος τύπος θεωρίας; Και αν όχι γιατί όχι;
- Η ατομική θεωρία της ύλης θέτει μη παρατηρήσιμες οντότητες (άτομα) και έχει σκοπό να εξηγήσει όλα τα μακροσκοπικά φαινόμενα στη βάση των ιδιοτήτων και των νόμων αλληλεπίδρασης των ατόμων.
- Η STR, από την άλλη μεριά, εδράζεται σε δυο αρχές, (την Αρχή της σχετικότητας και το αξίωμα του φωτός) που επιβάλλουν κάποιους γενικούς περιορισμούς στη χωρο-χρονική δομή του κόσμου και τους νόμους της κίνησης.
- Θα μπορούσε κανείς να πει ότι η ATM εδράζεται σε υποθέσεις, ενώ η STR εδράζεται σε Αρχές.

Υπάρχει καμιά Διαφορά;

‘What Is The Theory of Relativity?’

The London Times **November 28, 1919**

Συγκροτητικές Θεωρίες “επιχειρούν να οικοδομήσουν μια εικόνα των πιο σύνθετων φαινομένων από τα υλικά ενός σχετικά απλού τυπικού σχήματος από το οποίο εκκινούν”.

Παράδειγμα: η **κινητική θεωρία των αερίων** η οποία “επιδιώκει να αναγάγει διεργασίες μηχανικές, θερμικές και διάχυσης σε κινήσεις μορίων—π.χ., να τις οικοδομήσει πάνω στην υπόθεση της μοριακής κίνησης”.

Θεωρίες - Αρχών “Τα στοιχεία που διαμορφώνουν τη βάση τους και το σημείο εκκίνησης τους δεν είναι υποθετικά συγκροτημένα αλλά εμπειρικά ανακαλυμμένα, γενικά χαρακτηριστικά φυσικών διεργασιών, αρχές από όπου προκύπτουν μαθηματικά διαμορφωμένα κριτήρια τα οποία οι ανεξάρτητες διεργασίες ή οι θεωρητικές τους παραστάσεις θα πρέπει να ικανοποιούν.”

Παράδειγμα: η επιστήμη της **θερμοδυναμικής** που “επιδιώκει με αναλυτικά μέσα να παραγάγει αναγκαίες συνθήκες, τις οποίες ανεξάρτητα γεγονότα θα πρέπει να ικανοποιούν, από το καθολικά εμπειρικό γεγονός ότι η συνεχής κίνηση είναι αδύνατη”.

Μια Επιστημολογική Διαφορά;

Οι συγκροτητικές θεωρίες είναι εξηγητικές. Εδράζονται σε υποθέσεις σχετικά με μικροσκοπικές (μη παρατηρήσιμες) οντότητες και τις ιδιότητές τους.

Θεωρίες-Αρχών αποφεύγουν τις υποθέσεις και εκκινούν με **γενικές αρχές** που έχουν μια πειραματική βάση.

Prima facie, υπάρχει μια **επιστημολογική διαφορά** ανάμεσα στους δυο τύπους θεωρίας: η “συγκροτητική θεώρηση” αυξάνει “την απόσταση ανάμεσα στη θεμελίωση της θεωρίας και τις αισθητηριακές εμπειρίες” (305). Άρα οι Θεωρίες Αρχών φαίνεται να βρίσκονται **πιο κοντά στην εμπειρία** και επομένως να είναι **πιο βέβαιες** από τις συγκροτητικές θεωρίες.

Για τον Einstein αυτό δεν συνιστά λόγο **σκεπτικισμού**—Οι θεωρησιακές θεωρίες μπορούν να επιτύχουν “λογική ενότητα” και να ενοποιήσουν διάφορα φαινομενικά ανόμοια φαινόμενα.

Οριστικές αξίες, ανεξάρτητες μέθοδοι

Κινητική θεωρία: “παρήγαγε, (...) οριστικές αξίες για τα αληθινά μεγέθη ή άτομα και μόρια που προέκυψαν από διάφορες ανεξάρτητες μεθόδους και που έτσι τοποθετήθηκαν πέρα από το πεδίο της εύλογης αμφιβολίας” (303).

Einstein: “ο συγκροτητικά θεωρησιακός χαρακτήρας [κάποιων] οντοτήτων”, όπως τα άτομα, δεν είναι ένας λόγος να αμφιβάλουμε για την ύπαρξή τους.

“ΚΑΝΕΙΣ ΔΕΝ ΘΑ ΜΠΟΡΟΥΣΕ ΠΟΤΕ ΝΑ ΕΛΠΙΖΕΙ ΝΑ «ΣΥΛΛΑΒΕΙ ΑΜΕΣΑ” ΈΝΑ ΑΤΟΜΟ”.
Ωστόσο η ύπαρξή τους είναι πέρα από κάθε εύλογη αμφιβολία, εφόσον

“Οι νόμοι που αφορούν μεταβλητές οι οποίες συνδέονται πιο άμεσα με τα πειραματικά γεγονότα (για παράδειγμα: θερμοκρασία, πίεση, ταχύτητα) παρήχθησαν από τις θεμελιώδεις ιδέες [υποθέσεις] μέσω σύνθετων υπολογισμών”.

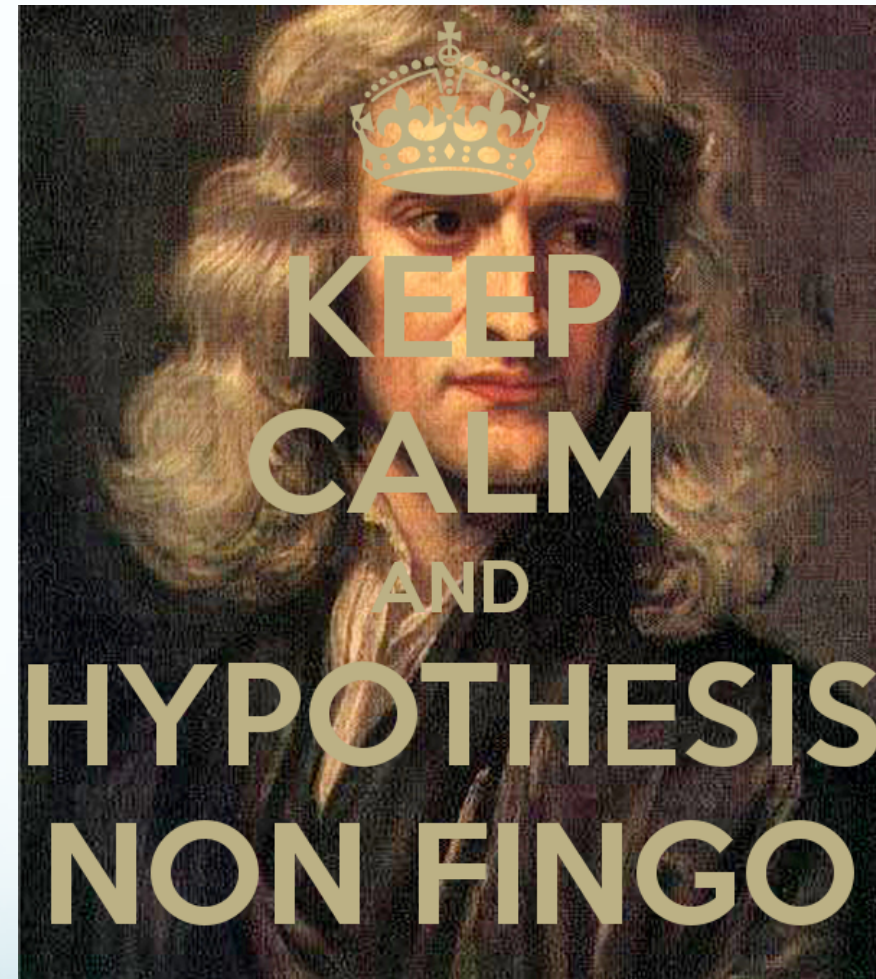
Ο επιτυχής αυστηρός έλεγχος μιας θεωρίας μαζί με την ενοποίηση of διαφόρων φαινομενικά ανόμοιων φαινομένων από τη θεωρία αρκούν για να δεχτούμε την πραγματικότητα των οντοτήτων που τίθενται από τη θεωρία

Einstein vs Newton

Ο Einstein υπήρξε επικριτικός απέναντι στον **επαγωγισμό** του Newton και τον **πόλεμο εναντίον των υποθέσεων**.

Οι θεμελιώδεις αρχές των επιστημονικών θεωριών δεν μπορούν να είναι επαγωγικές γενικεύσεις στη βάση της εμπειρίας.

Einstein : “Συνειδητοποιούμε τώρα πολύ καθαρά **πόσο λάθος κάνουν εκείνοι οι θεωρητικοί που πιστεύουν ότι η θεωρία προκύπτει επαγωγικά από την εμπειρία**. Ακόμη και ο μεγάλος Newton δεν μπορούσε να απελευθερώσει τον εαυτό του από αυτό το σφάλμα ("Hypotheses non fingo"). (301)



Επαγωγή

“**Ατομικά γεγονότα** επιλέγονται και ομαδοποιούνται μαζί έτσι που η νομολογική τους σύνδεση να γίνεται με σαφήνεια φανερή. Με την ομαδοποίηση αυτών των νόμων, μπορεί κανείς να επιτύχει άλλους πιο γενικούς νόμους μέχρι να εδραιωθεί κάποιο λιγότερο ή περισσότερο ομαλό σύστημα για τα διαθέσιμα ομαλά γεγονότα”.

Παρατηρεί όμως αμέσως και ότι η επαγωγή δεν είναι ικανή να οδηγήσει σε θεμελιώδεις αρχές.

Υποθετικο-παραγωγή

Η **“διαισθητική μέθοδος** (ο Jean Perrin την ονόμασε “ενορασιο-παραγωγική μέθοδο”). Ο Einstein λέει:

«Η διαισθητική σύλληψη των ουσιαστικών ή ενός μεγάλου συμπλέγματος γεγονότων οδηγεί τον επιστήμονα **στη θέσπιση ενός υποθετικού βασικού νόμου**, ή διαφόρων τέτοιων βασικών νόμων.

Από το βασικό νόμο (σύστημα αξιωμάτων) αντλεί τα συμπεράσματά του όσο το δυνατόν πληρέστερα με έναν **καθαρά λογικά παραγωγικό τρόπο**.

Τα συμπεράσματα αυτά, προερχόμενα από το βασικό νόμο (και συχνά ύστερα από χρονοβόρες αναπτύξεις και υπολογισμούς), μπορούν έπειτα **να συγκρίνονται με την εμπειρία**, και με τον τρόπο αυτό να παρέχουν κριτήρια για τη δικαιολόγηση του υποτιθέμενου βασικού νόμου».

Υπάρχει κάποια σύγκρουση;

Δεν είναι οι αρχές των Θεωριών - Αρχών μη υποθετικές σε αντίθεση με τις αρχές των συγκροτητικών θεωριών, που είναι υποθετικές;

Καμία πραγματική ένταση

Δεν είναι ότι οι αρχές των θεωριών Αρχών δεν πάνε πέρα από την εμπειρία. Πάνε. Ούτε είναι ότι δεν είναι υποθετικές. Είναι.

Είναι όμως υποθετικές υπό μία διαφορετική έννοια από τις αρχές των συγκροτητικών θεωριών.



Δύο είδη αρχών και άρα δύο είδη υποθέσεων

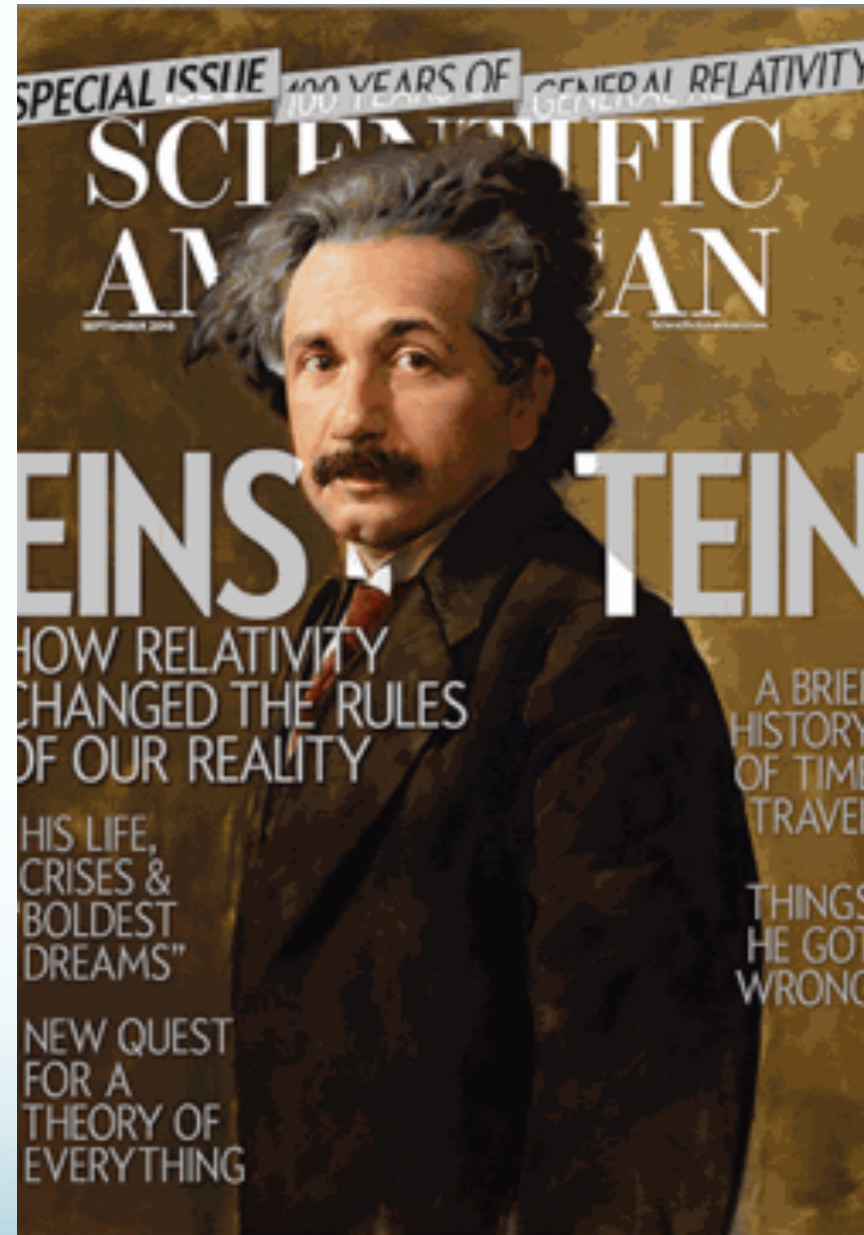
Θεωρησιακές (Speculative) (κάθετες)

Περιεκτικές (Comprehensive)
(οριζόντιες)

- ◆ Και οι δυο χρειάζονται στην επιστήμη
- ◆ Και οι δυο προάγουν την ενότητα
- ◆ Και οι δυο είναι ελέγξιμες
- ◆ Το πιο σημαντικό, για τον Einstein, και οι δυο είναι, εσχάτως, **δημιουργήματα του νου.**

Η επιστήμη δεν είναι μια παθητική πρόσληψη των γεγονότων της εμπειρίας, τα οποία γενικεύονται μέσω επαγωγής. Υπάρχει ένα **μη εξαλείψιμο ενεργό στοιχείο στην επιστήμη**, μια συνεισφορά του ανθρώπινου νου.

Υπό την έννοια αυτή, ο Einstein υιοθετεί την άποψη **της αυθορμησίας του νου του Kant.**



A celebration of Max Planck's
sixtieth birthday (1918)
Physical Society, Berlin

Ο Einstein μίλησε και
πάλι για τη ‘διαίσθηση’
που οδηγεί στις αρχές.
Δεν υπάρχει καμία
λογική της
ανακάλυψης. Δεν
υπάρχει αλγοριθμικό
μονοπάτι: “Δεν υπάρχει
κανένα αλγοριθμικό
μονοπάτι προς αυτούς
τους νόμους. Μόνο η
διαίσθηση, που
εξαρτάται από τη
συμπαθητική κατανόηση,
μπορεί να τις συλλάβει”.



ON THE METHOD OF THEORETICAL
PHYSICS, Herbert Spencer lecture,
Oxford, June 10, 1933

“Η δομή του συστήματος είναι έργο του λόγου. Τα εμπειρικά περιεχόμενα και οι αμοιβαίες τους σχέσεις θα πρέπει να βρουν την παράστασή τους στα συμπεράσματα της θεωρίας. Στη δυνατότητα μιας τέτοιας παράστασης έγκειται η μοναδική αξία και δικαιολόγηση ολόκληρου του συστήματος, και ειδικά των εννοιών και των υποκειμένων θεμελιωδών αρχών. Εκτός αυτού, οι τελευταίες είναι ελεύθερες συμβάσεις του ανθρωπίνου πνεύματος, που δεν μπορούν να δικαιολογηθούν από τη φύση αυτού του πνεύματος ή με οποιονδήποτε άλλο τρόπο a priori. Οι θεμελιώδεις αυτές έννοιες και τα αξιώματα, που δεν μπορούν να αναχθούν περαιτέρω λογικά, διαμορφώνουν το ουσιαστικό μέρος μιας θεωρίας, το οποίο ο λόγος δεν μπορεί να αγγίξει. Είναι το μέγα αντικείμενο όλης τη θεωρίας να κάνει τα μη αναγώγιμα αυτά στοιχεία όσο το δυνατόν πιο απλά και πιο λίγα αριθμητικά, χωρίς να πρέπει να αποκηρύξει την επαρκή παράσταση του όποιου εμπειρικού περιεχομένου.

Επαγωγή και GTR

Δεν υπήρχε απλώς κανένας τρόπος κατά τον οποίο θα μπορούσε η GTR να διατυπωθεί ως μια γενίκευση από την εμπειρία.

Για παράδειγμα η Γενίκευση της αρχής της Σχετικότητας σε όλα τα πλαίσια αναφοράς (αδρανειακά και επιτάχυνσης) δεν είναι ένα επαγωγικό άλμα

Επεκτείνοντας την Αρχή της Σχετικότητας για θεωρητικούς λόγους συμμετρίας και απλότητας--1914

“Από θεωρητική σκοπιά η θεωρία αυτή δεν είναι εντελώς ικανοποιητική, διότι η αρχή της σχετικότητας που μόλις διατυπώθηκε ευνοεί την ομαλή κίνηση. **Εάν ισχύει το ότι καμία απόλυτη σημασία δεν πρέπει να αποδίδεται στην ομαλή κίνηση από τη σκοπιά της φυσικής, εγείρεται το ερώτημα πότε η πρόταση αυτή δεν θα πρέπει να επεκτείνεται επίσης και σε μη ομαλές κινήσεις**”.

- “Μια καθαρή αναγνώριση του σφάλματος [της ιδέας ότι τα αξιώματα της φυσικής δεν είναι υπό τη λογική έννοια ελεύθερες συμβάσεις του ανθρώπινου νου] πραγματικά **επήλθε μόνο με τη γενική θεωρία της σχετικότητας, η οποία έδειξε ότι θα μπορούσε κανείς να λάβει υπ’ όψιν ένα ευρύτερο φάσμα εμπειρικών γεγονότων**, και ότι, επίσης, με έναν πιο ικανοποιητικό και πλήρη τρόπο, **πάνω σε ένα θεμέλιο αρκετά διαφορετικό από το Νευτώνειο**”.

Μπορεί να υπάρξει γνώση του κόσμου;

“Εάν, λοιπόν, ισχύει το ότι η αξιωματική βάση της θεωρητικής φυσικής **δεν μπορεί να αποσταχθεί από την εμπειρία αλλά πρέπει να επινοηθεί ελεύθερα, μπορούμε να ελπίσουμε ποτέ ότι θα βρούμε το σωστό τρόπο;** Και ακόμη έχει αυτός ο σωστός τρόπος **οποιαδήποτε ύπαρξη έξω από τις ψευδαισθήσεις μας;** Μπορούμε να ελπίζουμε ότι θα κατευθυνόμαστε καθόλου ασφαλώς από την εμπειρία όταν υπάρχουν θεωρίες (όπως η κλασική μηχανική) που σε έναν μεγάλο βαθμό δικαιώνουν την εμπειρία, χωρίς να πηγαινούν στη ρίζα του πράγματος?

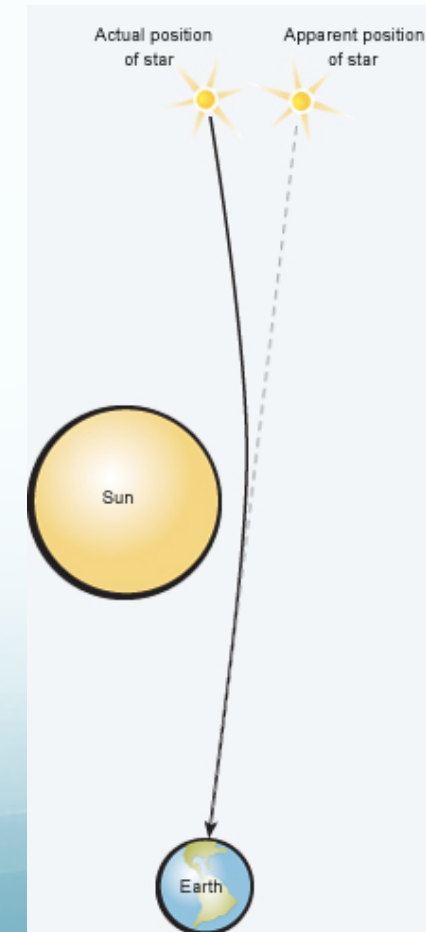
ΑΠΑΝΤΩ ΧΩΡΙΣ ΔΙΣΤΑΓΜΟ ΟΤΙ ΥΠΑΡΧΕΙ, ΚΑΤΑ ΤΗ ΓΝΩΜΗ ΜΟΥ, ΕΝΑΣ ΣΩΣΤΟΣ ΤΡΟΠΟΣ, ΚΑΙ ΟΤΙ ΕΙΜΑΣΤΕ ΙΚΑΝΟΙ ΝΑ ΤΟΝ ΒΡΟΥΜΕ. Η εμπειρία μας ως τώρα μας δικαιολογεί να πιστεύουμε ότι **η φύση είναι η πραγμάτωση των απλούστερων μαθηματικών ιδεών που μπορούμε να συλλάβουμε.** Είμαι πεπεισμένος ότι μπορούμε να ανακαλύψουμε με μέσα καθαρά μαθηματικών κατασκευών τις έννοιες και τους νόμους που συνδέουν τη μία με την άλλη, κάτι που μας δίνει το κλειδί στην κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Η εμπειρία ίσως υποδεικνύει τις κατάλληλες μαθηματικές έννοιες, αλλά αυτές δεν μπορούν να παραχθούν από αυτήν με μεγαλύτερη βεβαιότητα. **Η εμπειρία παραμένει, ασφαλώς, το μοναδικό κριτήριο φυσικής χρησιμότητας μιας μαθηματικής κατασκευής”.**

Einstein equations:

$$G_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$

Einstein tensor
(describes curvature
of spacetime)

energy-momentum tensor
(describes distribution of
matter in the spacetime)



Aristotle vs Einstein

