

Από την Ευκλείδεια Γεωμετρία στη Γεωμετρία των Δικτύων

Δρ. Κωνσταντίνος Ν. Ανεστόπουλος
Συντονιστής Μαθηματικών

ΠΕΚΕΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

anesto@sch.gr

Ιωάννης Ε. Αντωνίου

Τμήμα Μαθηματικών
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκη 54124

iantonio@math.auth.gr

Ευκλείδεια Γεωμετρία

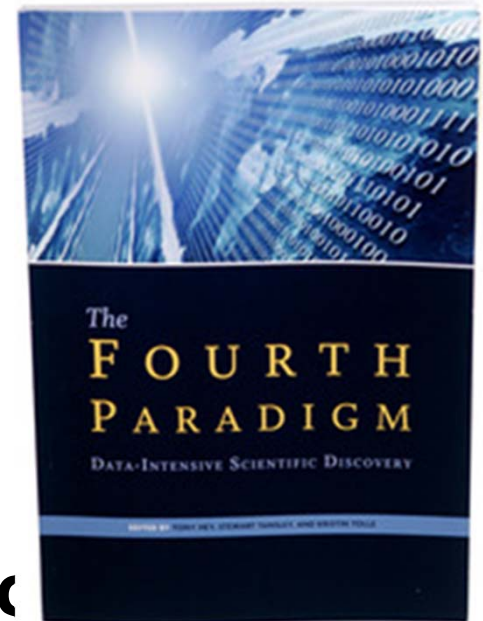
Η πύλη προς την κατανόηση του σύμπαντος

Δρ. Κωνσταντίνος Ν. Ανεστόπουλος
Συντονιστής Μαθηματικών
ΠΕΚΕΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

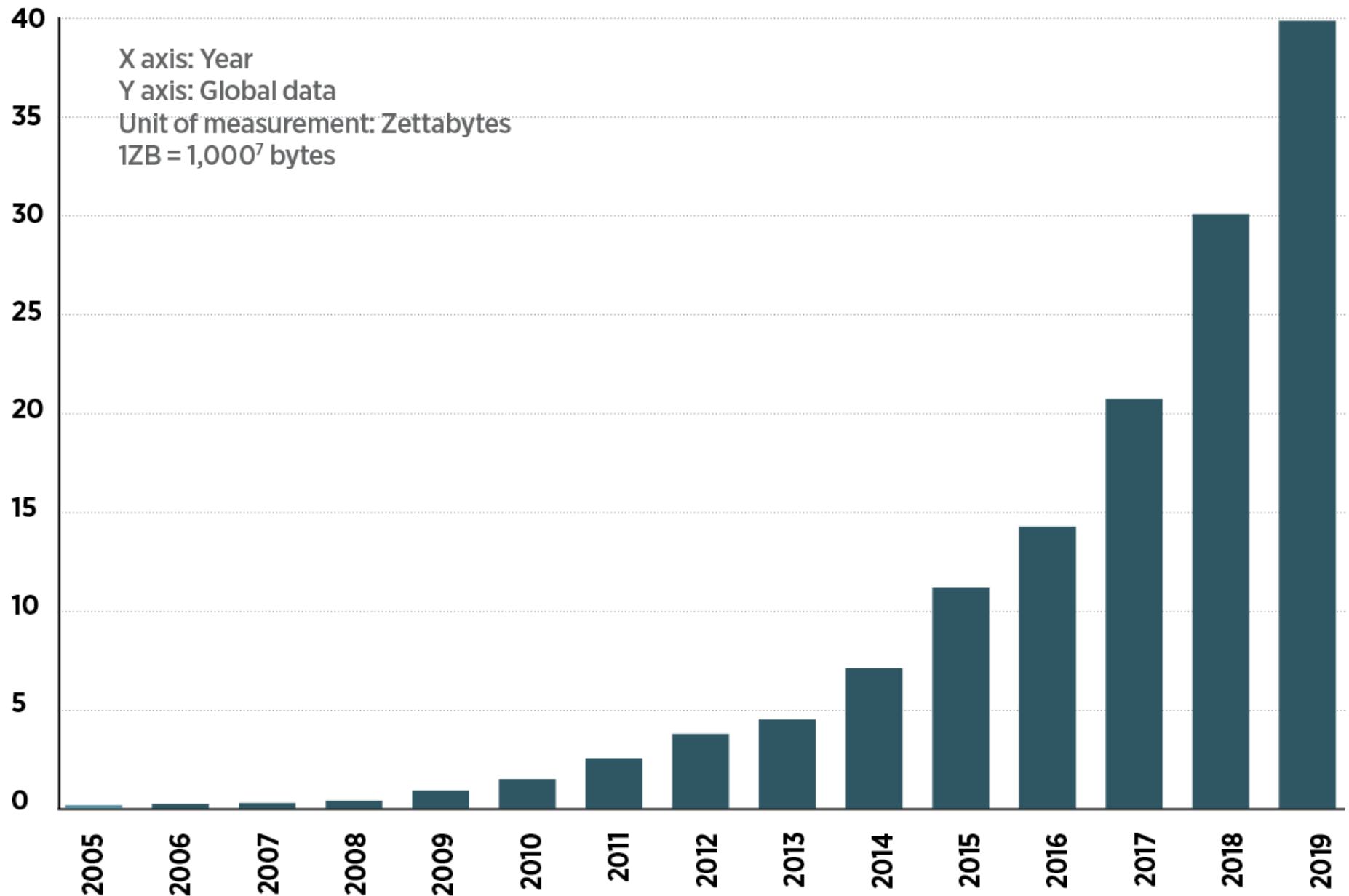
anesto@sch.gr

ΓΙΑΤΙ Ευκλείδεια Γεωμετρία **ΤΩΡΑ**

- Πανελλαδικές εξετάσεις 2018
- Κρίση Νεες Προκλήσεις
συνδεονται με την μεταβαση
στην 4^η Βιομηχανικη Επανάσταση
Από την Διαχειριση της **Υλης-Ενεργειας**
Στην Διαχειριση της **Γνωσης**

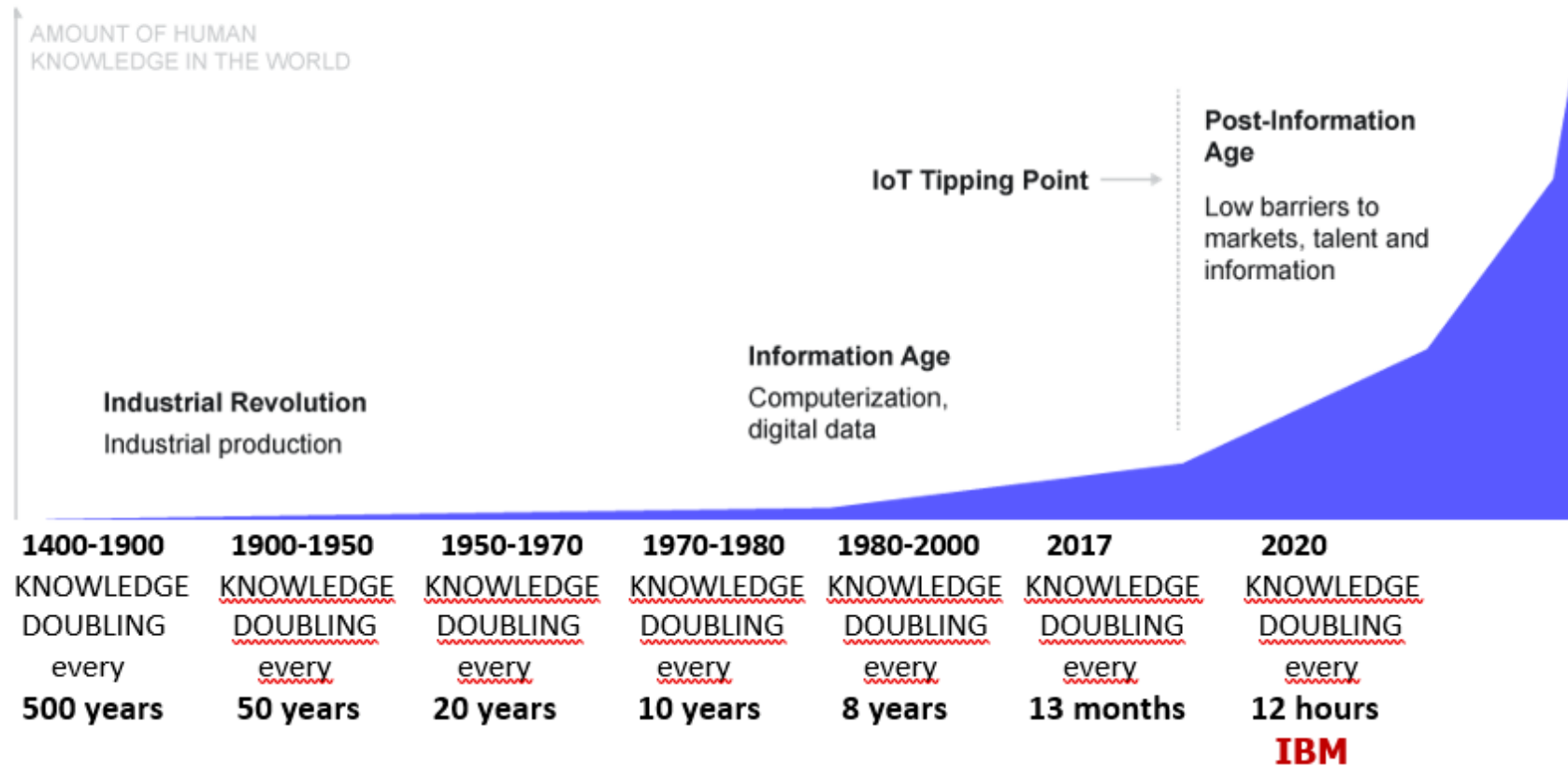


Why? **Big Data!** Information Growth



Why? **Big Data!** Information Doubling Rate

Human
Knowledge
Registered



- Buckminster F. 1982, Critical Path, second ed., St. Martin's Press, New York
- IBM, The toxic terabyte: How data-dumping threatens business efficiency, IBM Global Technology Services (2006). http://www-935.ibm.com/services/no/cio/leverage/levinfo_wp_gts_thetoxic.pdf

ΓΙΑΤΙ Ευκλείδεια Γεωμετρία ΤΩΡΑ

Σε τι χρησιμευει η Γεωμετρία ως μάθημα;

- Η λυση των προβληματων απαιτει
γεωμετρικο τροπο σκεψης
συλλογισμοι + φαντασια + κατασκευη μοντελων
- Αναγκαια για το περασμα
απο τα Μαθηματικα των Υπολογισμων
Στα Μαθηματικα των Συλλογισμων-Νοημοσυνης

ΓΙΑΤΙ Ευκλείδεια Γεωμετρία

- εποπτεία
- αφαίρεση
- ανάπτυξη της φαντασίας
- ανάπτυξη της εφευρετικότητας-καινοτομίας
- ανάπτυξη του κριτικού πνεύματος

των μαθητών

Διδασκαλία της Γεωμετρίας: Στόχοι

- Δεξιότητα στον χειρισμό των γεωμετρικών οργάνων
- Απόκτηση γεωμετρικών γνώσεων
- Κατανόηση του χώρου
- Τοποι και Κατασκευες (Λογισμικά)
- Ακρίβεια στον συλλογισμό και την έκφραση
- Ανάπτυξη στρατηγικής για την λύση προβλημάτων

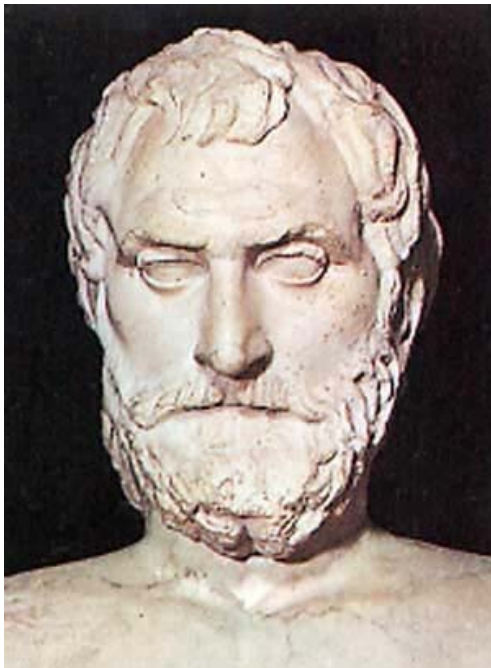
ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

- στον χειρισμό των γεωμετρικών οργάνων
- στην περιγραφή ενός σχήματος
- στην δημιουργία σχήματος από την περιγραφή
- Στην μαθηματική εκφραση - επιχειρηματολογία
- στην Στερεομετρία

Από τις Παρατηρήσεις στην Αφαίρεση και τον Απαγωγικό Συλλογισμό

6^{ος} αιών π.Χ.

Θαλής ο Μιλήσιος

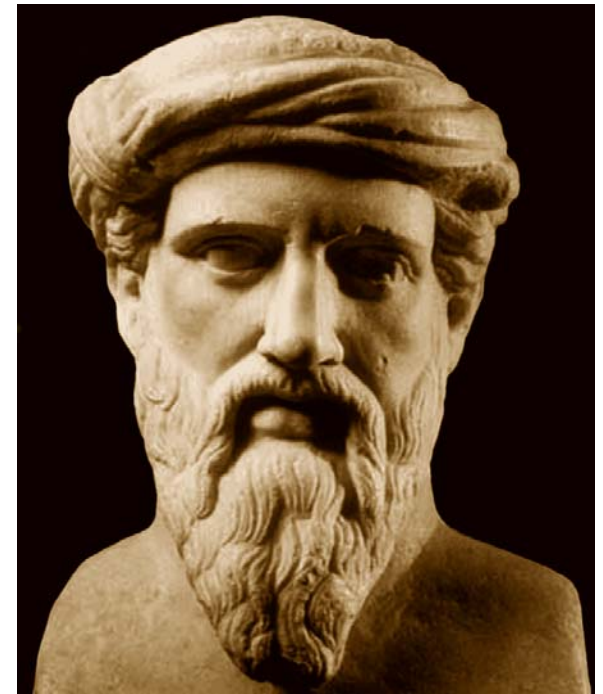


Θεωρήματα Τριγώνων
Αναλογίες - Ομοιοτητα
Αποδειξη

Φερεκύδης ο Σύρος



→ Πυθαγόρας ο Σάμιος



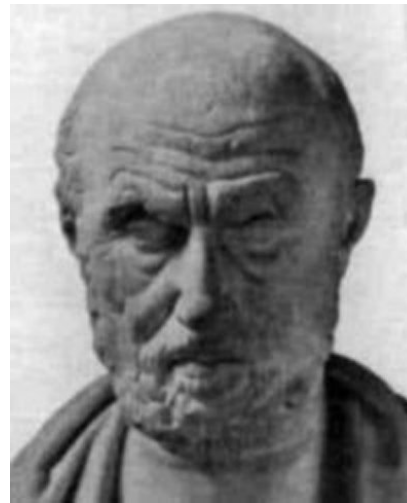
Πυθαγόρειο Θεώρημα
Άρρητοι Αριθμοί

Από τις Παρατηρήσεις στην Αφαίρεση και τον Απαγωγικό Συλλογισμό

Οινοπίδης ο Χίος
490-420 π.Χ.

κανόνα διαβήτη
Θεώρημα-Πρόβλημα

Ιπποκράτης ο Χίος
470-400 π.Χ.



Απαγωγή σε άτοπο
Πρώτο βιβλίο
Τετραγωνισμός Μηνίσκων→Κυκλος
Προκλος

Στοιχεία του Ευκλείδη

- Το αρχαιότερο σωζόμενο ολοκληρωμένο επιστημονικό σύγγραμμα.
- Το εργαλείο διδασκαλίας των μαθηματικών και της γεωμετρίας.



Ευκλείδης 323-285 π.Χ.

Δομή Στοιχείων

- Πρωταρχικές έννοιες
- Αξιώματα
- Ορισμοί
- Θεωρήματα - Προτάσεις
- Αποδείξεις
- Ανάλυση-Σύνθεση

ΟΡΟΙ

α'. Σημεῖόν ἐστιν, οὗ μέρος οὐθέν.

β'. Γραμμὴ δὲ μῆκος ἀπλατές.

γ'. Γραμμῆς δὲ πέρατα σημεῖα.

δ'. Εὐθεῖα γραμμὴ ἐστιν, ἥτις ἐξ ἴσου τοῖς ἐφ' ἑαυτῆς σημείοις κεῖται.

ε'. Ἐπιφάνεια δὲ ἐστιν, ἧ μῆκος καὶ πλάτος μόνον ἔχει.

ς'. Ἐπιφανείας δὲ πέρατα γραμμαί.

ζ'. Ἐπίπεδος ἐπιφανεία ἐστιν, ἥτις ἐξ ἴσου ταῖς ἐφ' ἑαυτῆς εὐθείαις κεῖται.

η'. Ἐπίπεδος δὲ γωνία ἐστὶν ἡ ἐν ἐπιπέδῳ δύο γραμμῶν ἀπτομένων ἀλλήλων καὶ μὴ ἐπ' εὐθείας κειμένων πρὸς ἀλλήλας τῶν γραμμῶν κλίσεις.

θ'. Ὄταν δὲ αἱ περιέχουσαι τὴν γωνίαν γραμμαὶ εὐθεῖαι ᾧσιν, εὐθύγραμμος καλεῖται ἡ γωνία.

ι'. Ὄταν δὲ εὐθεῖα ἐπ' εὐθεῖαν σταθεῖσα τὰς ἐφεξῆς γωνίας ἴσας ἀλλήλαις ποιῇ, ὀρθὴ ἑκατέρα τῶν ἴσων γωνιῶν ἐστι, καὶ ἡ ἐφεστηκυῖα εὐθεῖα κάθετος καλεῖται, ἐφ' ἣν ἐφέστηκεν.

ΟΡΟΙ

ια'. Ἀμβλεῖα γωνία ἐστὶν ἡ μείζων ὀρθῆς.

ιβ'. Ὀξεῖα δὲ ἡ ἐλάσσων ὀρθῆς.

ιγ'. Ὅρος ἐστίν, ὃ τινός ἐστι πέρας.

ιδ'. Σχῆμά ἐστι τὸ ὑπὸ τινος ἢ τινων ὅρων περιεχόμενον.

ιε'. Κύκλος ἐστὶ σχῆμα ἐπίπεδον ὑπὸ μιᾶς γραμμῆς περιεχόμενον [ἢ καλεῖται περιφέρεια], πρὸς ἣν ἀφ' ἑνὸς σημείου τῶν ἐντὸς τοῦ σχήματος κειμένων πᾶσαι αἱ προσπίπτουσαι εὐθεῖαι [πρὸς τὴν τοῦ κύκλου περιφέρειαν] ἴσαι ἀλλήλαις εἰσὶν.

ιϛ'. Κέντρον δὲ τοῦ κύκλου τὸ σημεῖον καλεῖται.

ιζ'. Διάμετρος δὲ τοῦ κύκλου ἐστὶν εὐθεῖα τις διὰ τοῦ κέντρου ἡγμένη καὶ περατουμένη ἐφ'

ἐκάτερα τὰ μέρη ὑπὸ τῆς τοῦ κύκλου περιφέρειας, ἥτις καὶ δίχα τέμνει τὸν κύκλον.

ιη'. Ἡμικύκλιον δὲ ἐστὶ τὸ περιεχόμενον σχῆμα ὑπὸ τε τῆς διαμέτρου καὶ τῆς ἀπολαμβανομένης ὑπ' αὐτῆς περιφέρειας. κέντρον δὲ τοῦ ἡμικυκλίου τὸ αὐτό, ὃ καὶ τοῦ κύκλου ἐστίν.

ΟΡΟΙ

ιθ'. Σχήματα εὐθύγραμμά ἐστι τὰ ὑπὸ εὐθειῶν περιεχόμενα, τρίπλευρα μὲν τὰ ὑπὸ τριῶν, τετράπλευρα δὲ τὰ ὑπὸ τεσσάρων, πολύπλευρα δὲ τὰ ὑπὸ πλειόνων ἢ τεσσάρων εὐθειῶν περιεχόμενα.

κ'. Τῶν δὲ τριπλεύρων σχημάτων ἰσόπλευρον μὲν τρίγωνόν ἐστι τὸ τὰς τρεῖς ἴσας ἔχον πλευράς, ἰσοσκελὲς δὲ τὸ τὰς δύο μόνας ἴσας ἔχον πλευράς, σκαληνὸν δὲ τὸ τὰς τρεῖς ἀνίσους ἔχον πλευράς.

κα'. Ἐτι δὲ τῶν τριπλεύρων σχημάτων ὀρθογώνιον μὲν τρίγωνόν ἐστι τὸ ἔχον ὀρθὴν γωνίαν, ἀμβλυγώνιον δὲ τὸ ἔχον ἀμβλεῖαν γωνίαν, ὀξυγώνιον δὲ τὸ τὰς τρεῖς ὀξείας ἔχον γωνίας.

κβ'. Τῶν δὲ τετραπλεύρων σχημάτων τετράγωνον μὲν ἐστίν, ὃ ἰσόπλευρόν τέ ἐστι καὶ ὀρθογώνιον, ἑτερόμηκες δέ, ὃ ὀρθογώνιον μὲν, οὐκ ἰσόπλευρον δέ, ῥόμβος δέ, ὃ ἰσόπλευρον μὲν, οὐκ ὀρθογώνιον δέ, ῥομβοειδὲς δὲ τὸ τὰς ἀπεναντίον πλευράς τε καὶ γωνίας ἴσας ἀλλήλαις ἔχον, ὃ οὔτε ἰσόπλευρόν ἐστίν οὔτε ὀρθογώνιον· τὰ δὲ παρὰ ταῦτα τετράπλευρα τραπέζια καλεῖσθω.

κγ'. Παράλληλοί εἰσιν εὐθεῖαι, αἵτινες ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ οὔσαι καὶ ἐκβαλλόμεναι εἰς ἄπειρον ἐφ' ἑκάτερα τὰ μέρη ἐπὶ μηδέτερα συμπίπτουσιν ἀλλήλαις.

ΑΙΤΗΜΑΤΑ

α'. Ἡιτήσθω ἀπὸ παντὸς σημείου ἐπὶ πᾶν σημεῖον εὐθεΐαν γραμμὴν ἀγαγεῖν.

β'. Καὶ πεπερασμένην εὐθεΐαν κατὰ τὸ συνεχές ἐπ' εὐθείας ἐκβαλεῖν.

γ'. Καὶ παντὶ κέντρῳ καὶ διαστήματι κύκλον γράφεσθαι.

δ'. Καὶ πάσας τὰς ὀρθὰς γωνίας ἴσας ἀλλήλαις εἶναι.

ε'. Καὶ ἐὰν εἰς δύο εὐθείας εὐθεΐα ἐμπίπτουσα τὰς ἐντὸς καὶ ἐπὶ τὰ αὐτὰ μέρη γωνίας δύο ὀρθῶν ἐλάσσονας ποιῇ, ἐκβαλλομένας τὰς δύο εὐθείας ἐπ' ἄπειρον συμπίπτειν, ἐφ' ἃ μέρη εἰσὶν αἱ τῶν δύο ὀρθῶν ἐλάσσονες.

ΑΙΤΗΜΑΤΑ

1. Από κάθε δύο σημεία μπορούμε να φέρουμε ευθεία γραμμή.
2. Ένα ευθύγραμμο τμήμα μπορεί να προεκτείνεται συνεχώς και ευθύγραμμα.
3. Με οποιοδήποτε σημείο ως κέντρο και με οποιαδήποτε ακτίνα μπορεί να γραφεί κύκλος.
4. Όλες οι ορθές γωνίες είναι ίσες μεταξύ τους.
5. Αν μια ευθεία γραμμή τέμνει δυο άλλες ευθείες γραμμές έτσι ώστε οι εντός και επί τα αυτά μέρη γωνίες που σχηματίζονται να έχουν άθροισμα μικρότερο από δύο ορθές, τότε, όταν οι δύο ευθείες προεκταθούν απεριόριστα, θα συναντηθούν από εκείνο το μέρος όπου σχηματίζονται οι μικρότερες των δύο ορθών γωνίες.

ΚΟΙΝΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ

- α'. Τὰ τῷ αὐτῷ ἴσα καὶ ἀλλήλοις ἐστὶν ἴσα.
- β'. Καὶ ἐὰν ἴσοις ἴσα προστεθῇ, τὰ ὅλα ἐστὶν ἴσα.
- γ'. Καὶ ἐὰν ἀπὸ ἴσων ἴσα ἀφαιρεθῇ, τὰ καταλειπόμενά ἐστιν ἴσα.
- δ'. [Καὶ ἐὰν ἀνίσοις ἴσα προστεθῇ, τὰ ὅλα ἐστὶν ἄνισα.
- ε'. Καὶ τὰ τοῦ αὐτοῦ διπλάσια ἴσα ἀλλήλοις ἐστίν.
- ς'. Καὶ τὰ τοῦ αὐτοῦ ἡμίση ἴσα ἀλλήλοις ἐστίν.]
- ζ'. Καὶ τὰ ἐφαρμόζοντα ἐπ' ἄλληλα ἴσα ἀλλήλοις ἐστίν.
- η'. Καὶ τὸ ὅλον τοῦ μέρους μεῖζον [ἐστίν].
- θ'. Καὶ δύο εὐθεῖαι χωρίον οὐ περιέχουσιν.

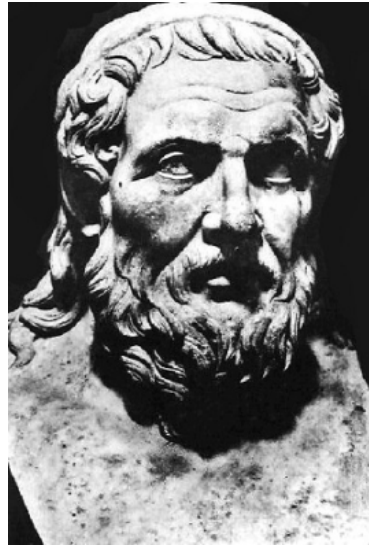
ΚΟΙΝΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1. Πράγματα που είναι ίσα προς τρίτο είναι και μεταξύ τους ίσα.
2. Αν ίσα προστεθούν με ίσα, τότε το άθροισμα θα είναι ίσα.
3. Αν ίσα αφαιρεθούν από ίσα, τότε τα υπόλοιπα θα είναι ίσα.
4. Πράγματα που εφαρμόζουν το ένα πάνω στο άλλο, είναι ίσα μεταξύ τους.
5. Το όλον είναι μεγαλύτερο του μέρους.

Επιγονοί



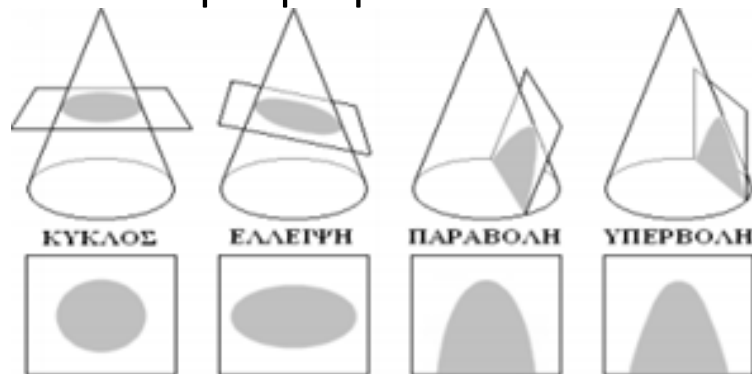
Αρχιμήδης
287-212 π.Χ.
μέθοδος της
εξάντλησης
ΟΡΙΟΝ
ΑΠΕΙΡΟΝ



Απολλώνιος
262-190 π.Χ.
Κωνικά
ΠΡΟΒΟΛΙΚΗ
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

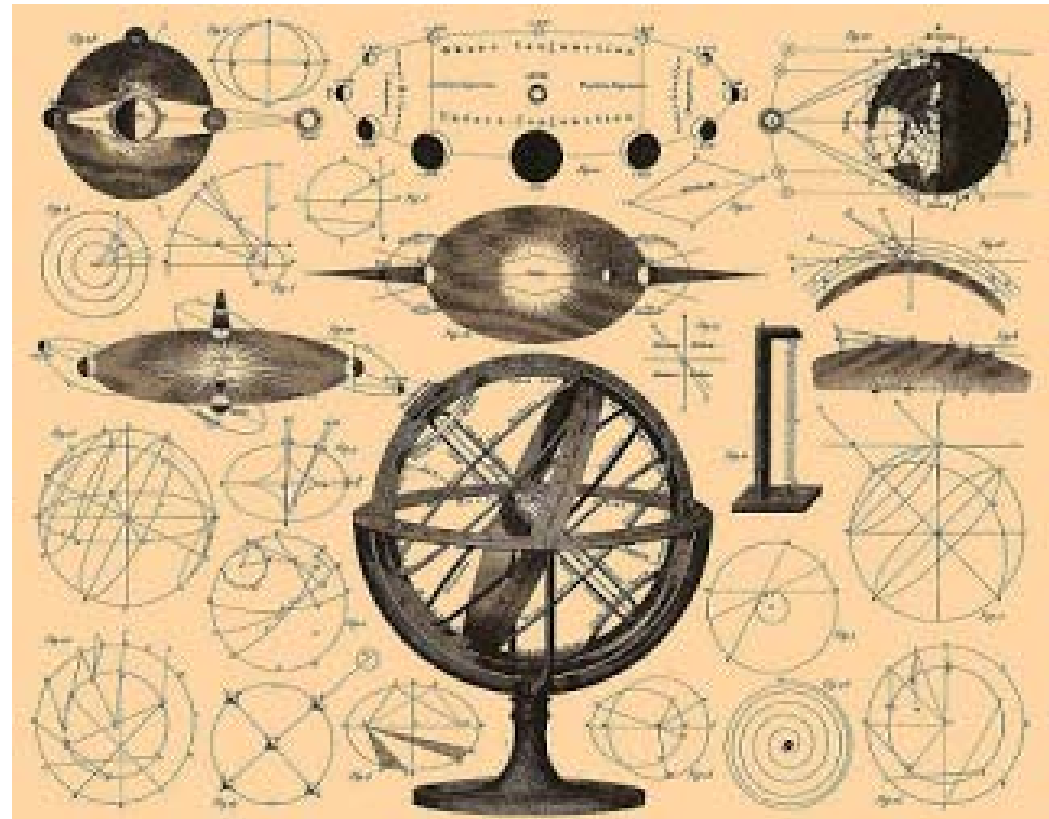


Έρων
μέσα του 1ου αι.π.Χ.
Στερεομετρικά



Πτολεμαίος Κλαύδιος
100-168 μ.Χ.
Μεγίστη

Υπατία (360-415) η τελευταία Γεωμετρης-Αστρονομος της Αρχαιοτητος



Επινοησε και Κατασκευασε τον Αστρολαβο
Σχολιασε τα Κωνικα του Αππολωνιου

Καρτέσιος

- αναμόρφωσε το μαθηματικό συμβολισμό
- αναλυτική γεωμετρία
- Η γεωμετρία μέσω Αλγεβρας
- *Λόγος περί της Μεθόδου*
- Ορθολογισμος
Επαναδιατυπωση του Ορθου Λογου των Ελληνων



Καρτέσιος
René Descartes
31/3/1596-11/2/1650

Κανόνες για την Καθοδήγηση του Πνεύματος

- Δεν δεχόμαστε κάτι ως αληθινό, αν δεν υπάρχει εμφανής γνώση της αλήθειάς του.
- Αναλυουμε κάθε μια από τις δυσκολίες σε όσο το δυνατόν περισσότερα μέρη.
- Ξεκινώντας με τα απλούστερα και τα ευκολότερα γνωστά αντικείμενα, για να καταλήξουμε σταδιακά στη γνώση των συνθέτων.
- Επανελέγχουμε τη συλλογιστική πορεία μας για να βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχουν παραλείψεις.



Καρτέσιος
René Descartes
31/3/1596-11/2/1650

Ατελεις Ευκλειδιου Γεωμετριας

- Συμπτωση ως Αποδειξη (Πυθαγορας)
- Κειται μεταξυ (Διαταξη)
- Απειρον (Αρχιμηδης-Ευδοξος)
- Διαχωρισμος Ευθειας σε Ημιευθειες από Σημειο
- Διαχωρισμος Επιπεδου σε Ημιεπιπεδα από Ευθεια

Ενώ δεν υπαρχουν σφαλματα στα Αποτελεσματα

Οι συλλογισμοι εχουν εγγενη κενα

Διοτι οι εννοιες δεν ειχαν οριστη

- Πληροτης

Hilbert 1899

ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ

Χωρίς τις Ατελεις του Ευκλειδη

Hilbert 1899, Grundlagen der Geometrie
(The Foundations of Geometry)

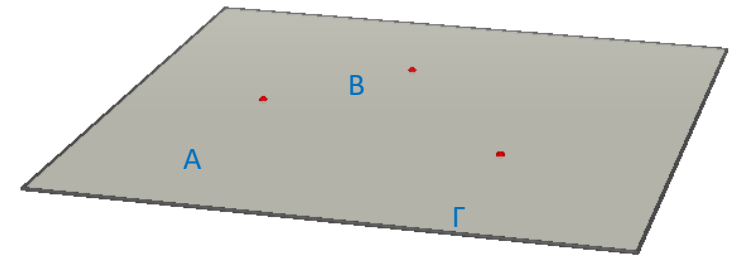
http://en.wikipedia.org/wiki/Hilbert%27s_axioms



3 Αρχικοί Όροι Primitives	Σύνολο Σημείων
	Σύνολο Ευθύγραμμων Τμημάτων
	Σύνολο Επίπεδων Σχημάτων
19 Αιτήματα = Αξιώματα Postulates = Axioms	Αξιώματα Ανήκειν ή Συνδέσεως (Incidence) (7)
	Αξιώματα Διατάξεως (Order) (4)
	Αξιώματα Ισότητας (Congruence) (6)
	Αξίωμα Παραλλήλων (Ευκλείδης) (1)
	Αξίωμα Συνέχειας (Αρχιμήδης) (1)

Αξιώματα Ανήκειν ή Συνδέσεως

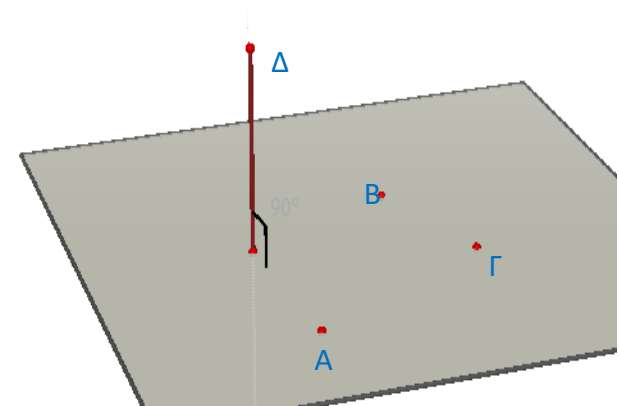
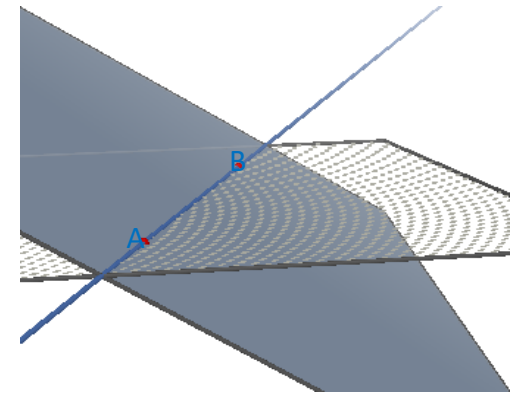
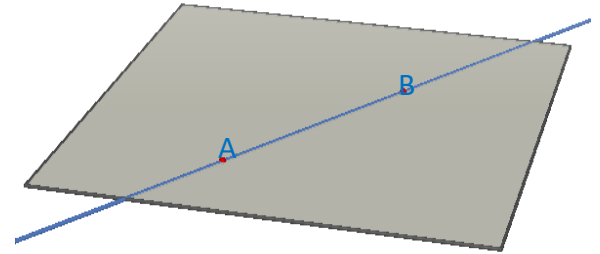
1. Κάθε ευθεία περιέχει δύο σημεία
διάφορα αλλήλων.
2. Αν δύο σημεία είναι διάφορα αλλήλων,
τότε *υπάρχει ευθεία περιέχουσα τα
σημεία αυτά και μόνον μία.*
3. Κάθε επίπεδο περιέχει τρία σημεία
διάφορα αλλήλων και μη ανήκοντα στην
αυτή ευθεία.
4. Αν τρία σημεία είναι διάφορα αλλήλων
και μη ανήκοντα στην αυτή ευθεία, τότε
υπάρχει επίπεδο που περιέχει τα σημεία
αυτά και μόνον ένα.



Αξιώματα Ανήκειν ή Συνδέσεως

5. Αν δύο σημεία ανήκουν σε ένα επίπεδο, τότε η ευθεία που ορίζουν τα δύο σημεία ανήκει επίσης στο επίπεδο.
6. Αν δύο επίπεδα διάφορα αλλήλων έχουν ένα κοινό σημείο, τότε έχουν και δεύτερο κοινό σημείο
7. Υπάρχουν τέσσερα σημεία που δεν ανήκουν στο αυτό επίπεδο

ΧΩΡΟΣ



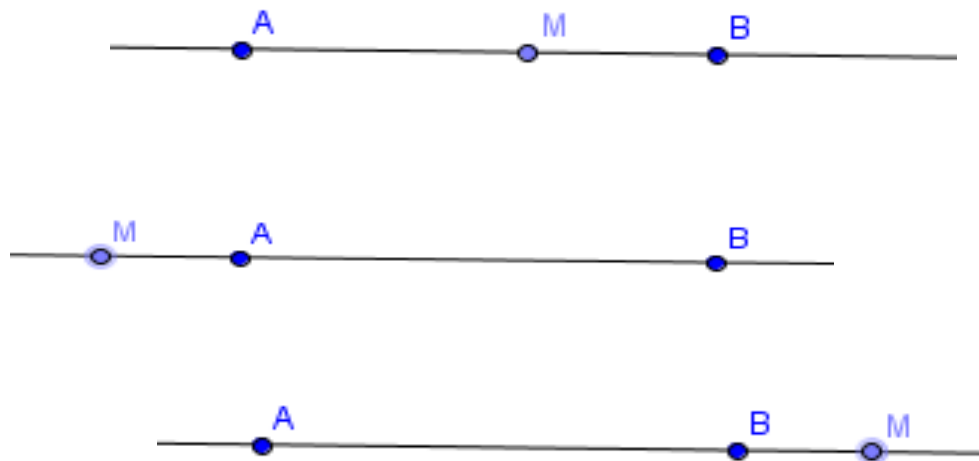
Αξίωμα Διατάξεως 1

Αν A, M, B είναι τρία σημεία μιας ευθείας διάφορα αλλήλων, τότε:

το σημείο M **κείται** μεταξύ των A και B ή

το A κείται μεταξύ των M και B ή

το B κείται μεταξύ των A και M



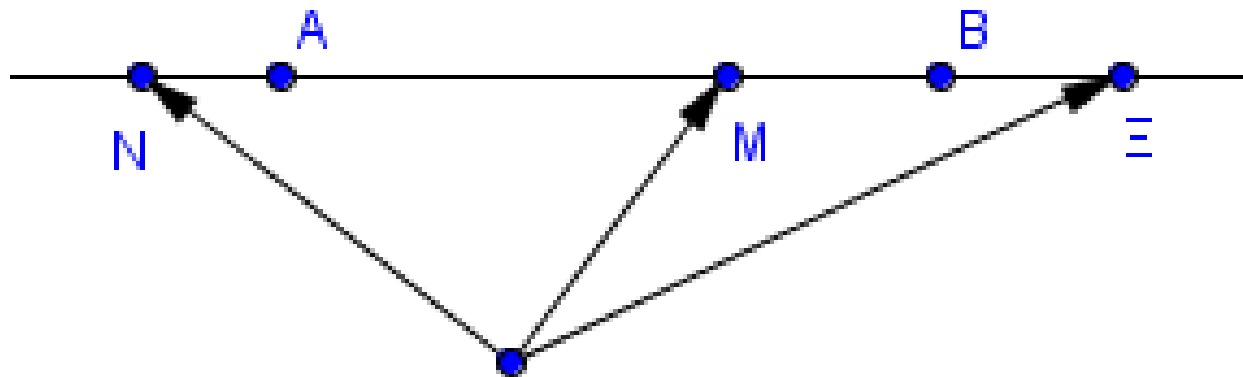
Αξίωμα Διατάξεως 2

Αν A, B είναι δυο σημεία διάφορα αλλήλων, τότε:

υπάρχει σημείο M επί της ευθείας AB μεταξύ των A και B και

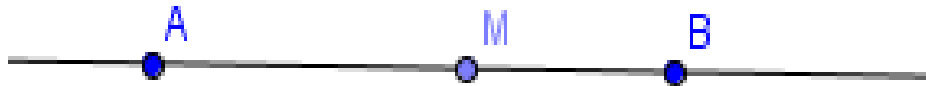
υπάρχει σημείο N επί της ευθείας AB ώστε το A να κείται μεταξύ των N και B και

υπάρχει σημείο Ξ επί της ευθείας AB ώστε το B κείται μεταξύ των A και Ξ .



Αξίωμα Διατάξεως 3

Αν A, M, B είναι τρία σημεία μιας ευθείας διάφορα αλλήλων, τότε ένα και μόνον ένα εκ των A, M, B κείται μεταξύ των άλλων δύο. → [ημιεπίπεδο ημιευθεία]



ή



ή



Αξιώματα Ισότητας Ευθύγραμμων Τμημάτων

Συμπωση

1. Αν A, B είναι δύο σημεία μιας ευθείας ε και A' ένα σημείο πάνω στην ίδια ή σε μία άλλη ευθεία ε' , τότε σε μια καθορισμένη μεριά της ε' ως προς το A' μπορούμε να προσδιορίσουμε μοναδικό B' τέτοιο ώστε το ευθύγραμμο τμήμα AB να είναι ίσο με το $A'B'$.
2. Αν δύο ευθύγραμμα τμήματα είναι ίσα προς ένα τρίτο τότε είναι και μεταξύ τους ίσα.

Αξίωμα Ισότητας Ευθύγραμμων Τμημάτων 3

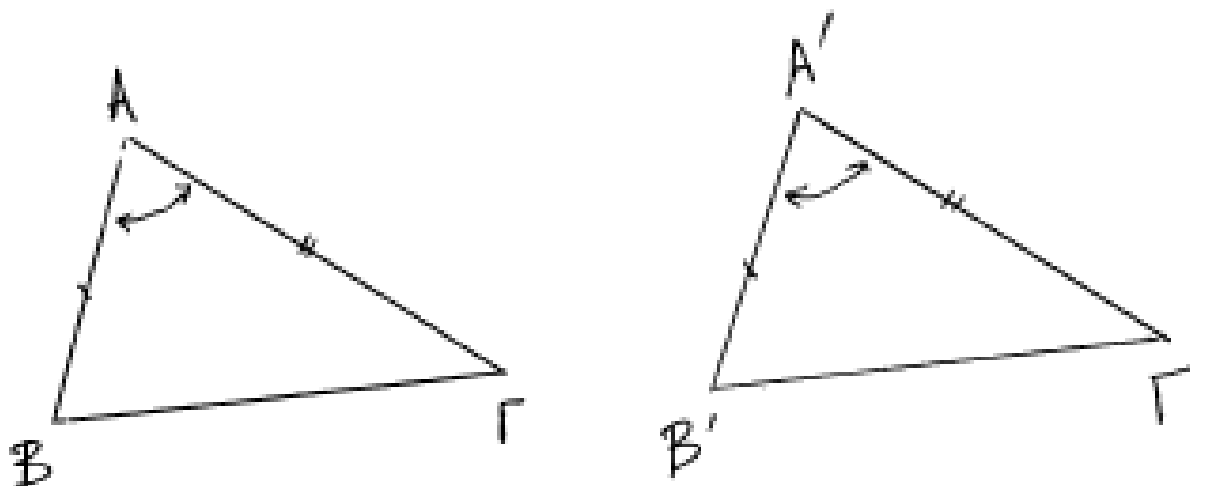
Έστω AB και $B\Gamma$ δύο ευθύγραμμα τμήματα πάνω σε μια ευθεία ε , χωρίς κοινά εσωτερικά σημεία και ακόμα $A'B'$ και $B'\Gamma'$ δύο ευθύγραμμα τμήματα πάνω στην ίδια ή σε άλλη ευθεία ε' , επίσης χωρίς κοινά εσωτερικά σημεία, αν είναι $AB = A'B'$ και $B\Gamma = B'\Gamma'$ τότε θα είναι και $A\Gamma = A'\Gamma'$.

Αξίωμα Ισότητας Γωνιών

Από δεδομένη ημιευθεία σε δεδομένο
ημιεπίπεδο που ορίζεται από αυτή
την **ημιευθεία** και την προέκτασή της ,
μπορεί να σχηματιστεί μια μοναδική γωνία
ισοδύναμη με τη δεδομένη γωνία.

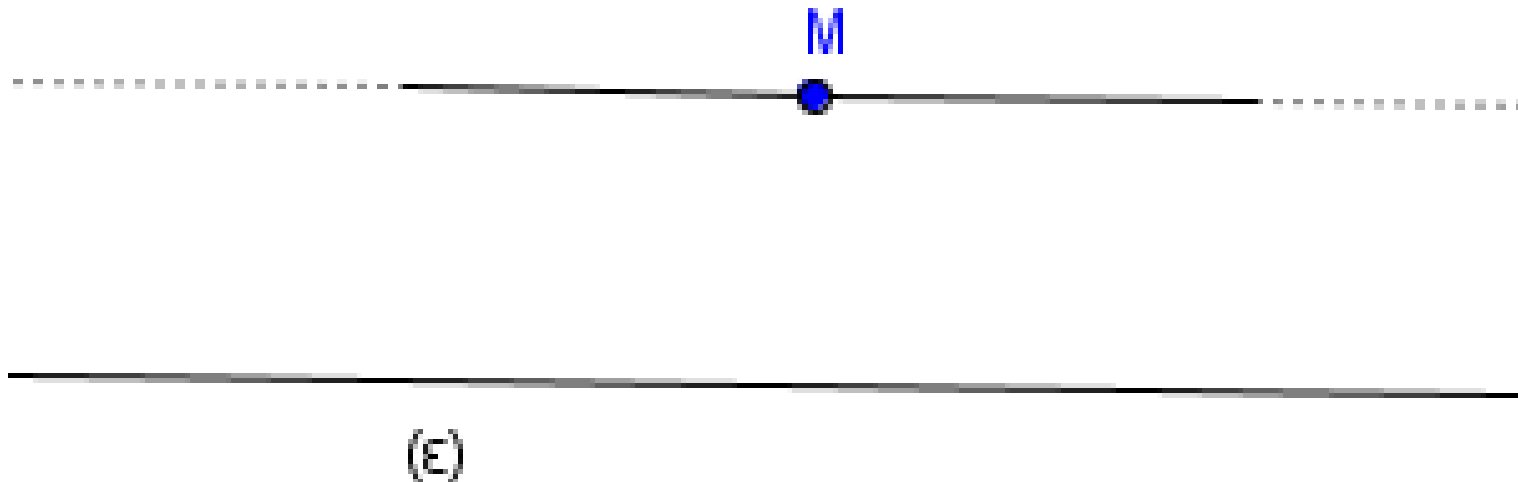
Αξίωμα Ισότητας Τριγώνων

Αν τα τρίγωνα έχουν 2 πλευρές ίσες και την περιεχόμενη γωνία ίση, τότε τα τρίγωνα είναι ίσα.
(έχουν τις ομόλογες πλευρές ίσες και τις ομόλογες γωνίες ίσες)



Αξίωμα Παραλλήλων

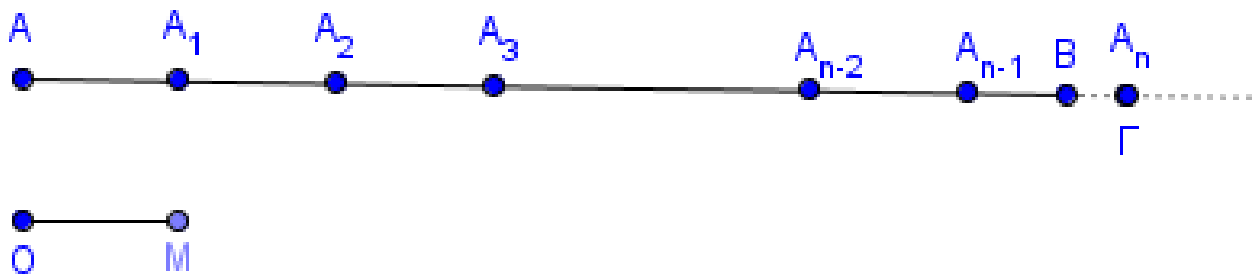
Για κάθε ευθεία (ε) και για κάθε σημείο M που δεν ανήκει στην ευθεία, Υπάρχει το πολύ μία ευθεία διά του σημείου M η οποία δεν έχει κοινό σημείο με την (ε)



Αξίωμα Συνέχειας Αρχιμήδη

Έστω AB και OM ευθύγραμμα τμήματα. Υπάρχει αριθμός $n=1,2,3,\dots$ ώστε το B κείται μεταξύ του A και του Γ , ισοδυνάμως το ευθύγραμμο τμήμα $A\Gamma = n \cdot OM$ είναι μεγαλύτερο του AB

ΜΕΤΡΗΣΗ



Αξίωμα Συνέχειας Cantor

Τα σημεία μιας ευθείας σχηματίζουν σύστημα, το οποίο, τηρούμενης της γραμμικής διάταξης, του πρώτου αξιώματος ισοδυναμίας και του αξιώματος Ευδόξου-Αρχιμήδη δεν είναι επεκτάσιμο, δηλαδή σ' αυτό το σύστημα σημείων δεν είναι δυνατόν να προστεθεί ένα ακόμα σημείο, έτσι ώστε στο επεκτεταμένο σύστημα που αποτελείται από το αρχικό σύστημα και το συμπληρωματικό σημείο να ικανοποιούνται τα παραπάνω αξιώματα

→ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΕΥΚΛΕΙΔΗ

Πληρότης της Ευκλείδιας Γεωμετρίας

Ο Pash εδειξε ότι:

το σύστημα

Σημείων, Ευθειών και Επιπέδων
που ικανοποιεί τα 18 Αξιωματά

Τα 7 Αξιώματα Συνδέσεως,

Τα 3 πρωτα Αξιώματα Διατάξεως (εκτος του Pash)

Τα 6 Αξιώματα Ισότητας

Το Αξίωμα Παραλλήλων

Το Αξίωμα του Αρχιμήδη

Δεν είναι Πληρες.

Για να γίνει Πληρες

εισηγαγε το 19^ο Αξίωμα (ως 4^ο Αξίωμα Διαταξεως Pash)

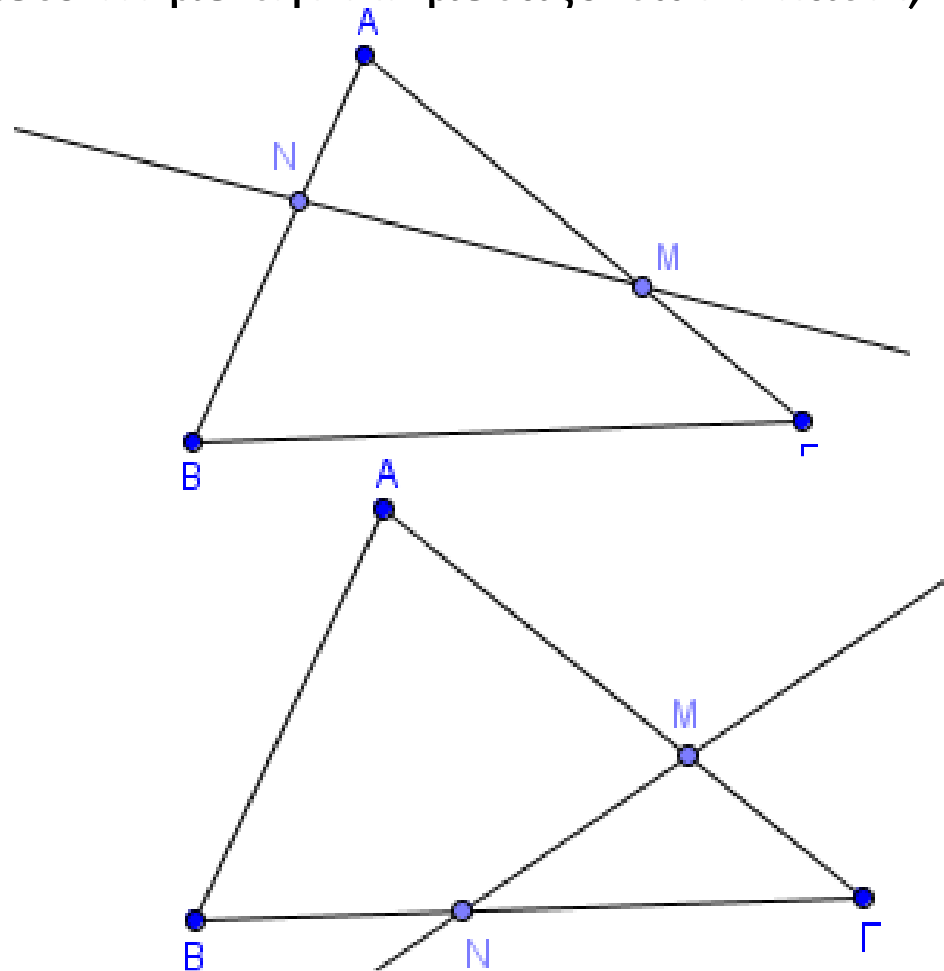
Αξίωμα Διατάξεως 4 Pasch

Αν τρία σημεία A, B, Γ δεν κείνται επί της αυτής ευθείας
και η ευθεία δεν περιέχει τα A, B, Γ
και η ευθεία έχει κοινό σημείο M με την $A\Gamma$ μεταξύ των Γ και A ,
τότε η ευθεία έχει σημείο N

μεταξύ των A και B

ή

μεταξύ των B και Γ



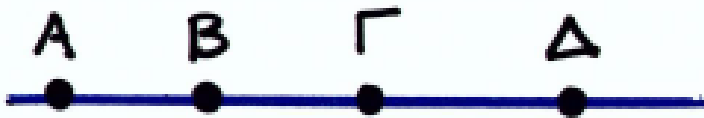
Πληρότης της Ευκλείδιας Γεωμετρίας

Με το Αξίωμα Pasch δεν δύναται να προστεθεί κάποιο άλλο Αξίωμα ώστε να προκύψει διαφορετική Γεωμετρία.

Ο Hilbert προτείνει το 1899 ένα **20^ο Αξίωμα** ως 5^ο Αξίωμα Διαταξεως:

Αν τεσσера σημεία A, B, Γ, Δ κείνται επί της αυτής ευθείας τότε μπορούν να διαταχθούν ώστε:

***το B να κείται μεταξύ των A και Γ και μεταξύ των A και Δ και
το Γ να κείται μεταξύ των A και Δ και μεταξύ των B και Δ***



Hilbert 1899, Grundlagen der Geometrie

Ο Moore απέδειξε 3 χρόνια αργότερα ότι

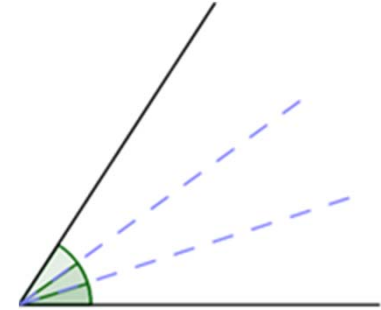
το 20^ο Αξίωμα Hilbert αποδεικνύεται από τα 19 Αξιώματα
(18 Ευκλείδη +1 Pasch)

Moore E.H. 1902 , On the projective axioms of geometry,
Transactions of the American Mathematical Society 3: 142–158,

Η Γεωμετρία ως Προτυπο Λογικής Θεωρίας

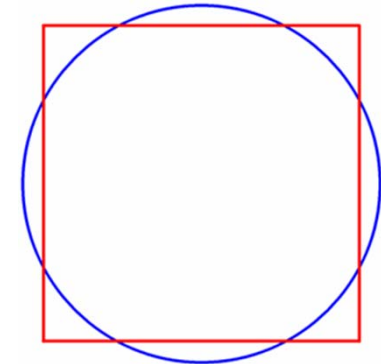
Τα 3 Φημισμένα Προβλήματα της Αρχαιοτητας
Αλυτά Με Κανονα και Διαβήτη (στο Πλαίσιο της Ευκλείδιας Γεωμετρίας)
(Επιλυσιμα με αλλα μεσα)

Τριχοτόμηση Γωνίας



Τετραγωνισμός του κύκλου

Να κατασκευαστεί Τετράγωνο
εμβαδου ισου
με το εμβαδον δοθεντος Κυκλου

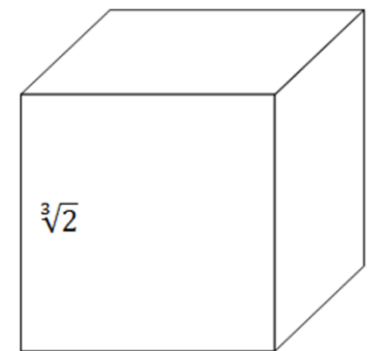
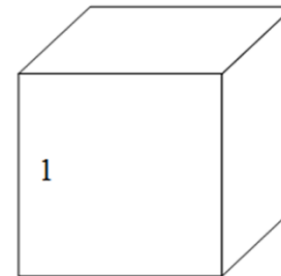


Διπλασιασμός του κύβου (Δήλιο πρόβλημα)

Να κατασκευαστεί Κυβος
ογκου διπλασιου του ογκου
δοθεντος Κυβου

430πΧ: κατά τον χρησμο, η επιλυση

θα συμβαλλει στην αντιμετωπιση του λοιμου στην Αθηνα



Ευκλείδεια γεωμετρία ως πρότυπο επιστημονικής θεωρίας και αξιωματικής θεμελίωσης

- Αντίφαση
- Πληρότητα
- Πεπερασμένο πλήθος βημάτων

Goedel



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ στα
ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ και ΔΙΚΤΥΑ

ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



**Γεωμετρία επιφανειών
Προβολική Γεωμετρία
Γεωμετρία συμπτώσεων
Δίκτυα**

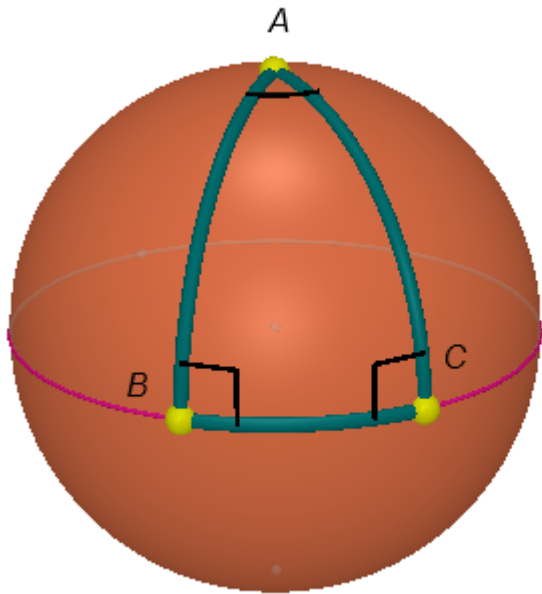
Ιωάννης Ε. Αντωνίου

Τμήμα Μαθηματικών
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκη 54124
iantonio@math.auth.gr

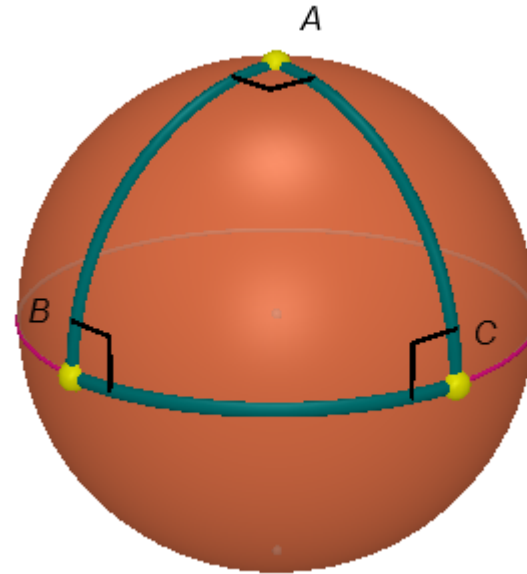


Σφαιρική-Ελλειπτική Γεωμετρία

Gauss, Felix Klein



Ισοσκελές δισ-ορθογώνιο τρίγωνο

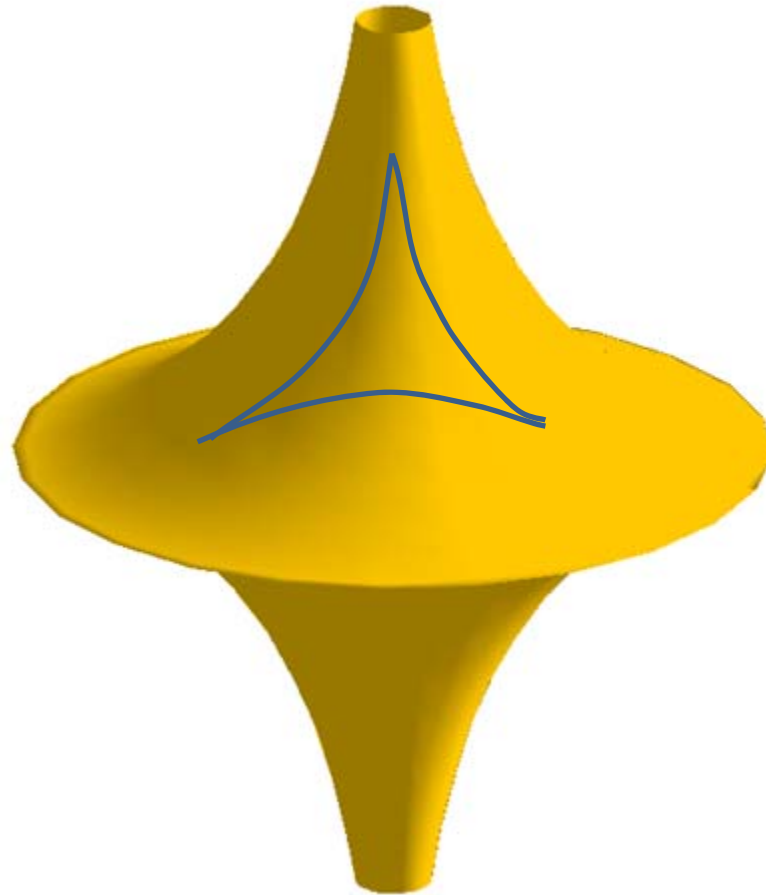


Τρις-ορθογώνιο τρίγωνο

Δε υπάρχει παράλληλος «ευθεία»,
από σημείο που κείται εκτός δοθείσας ευθείας.

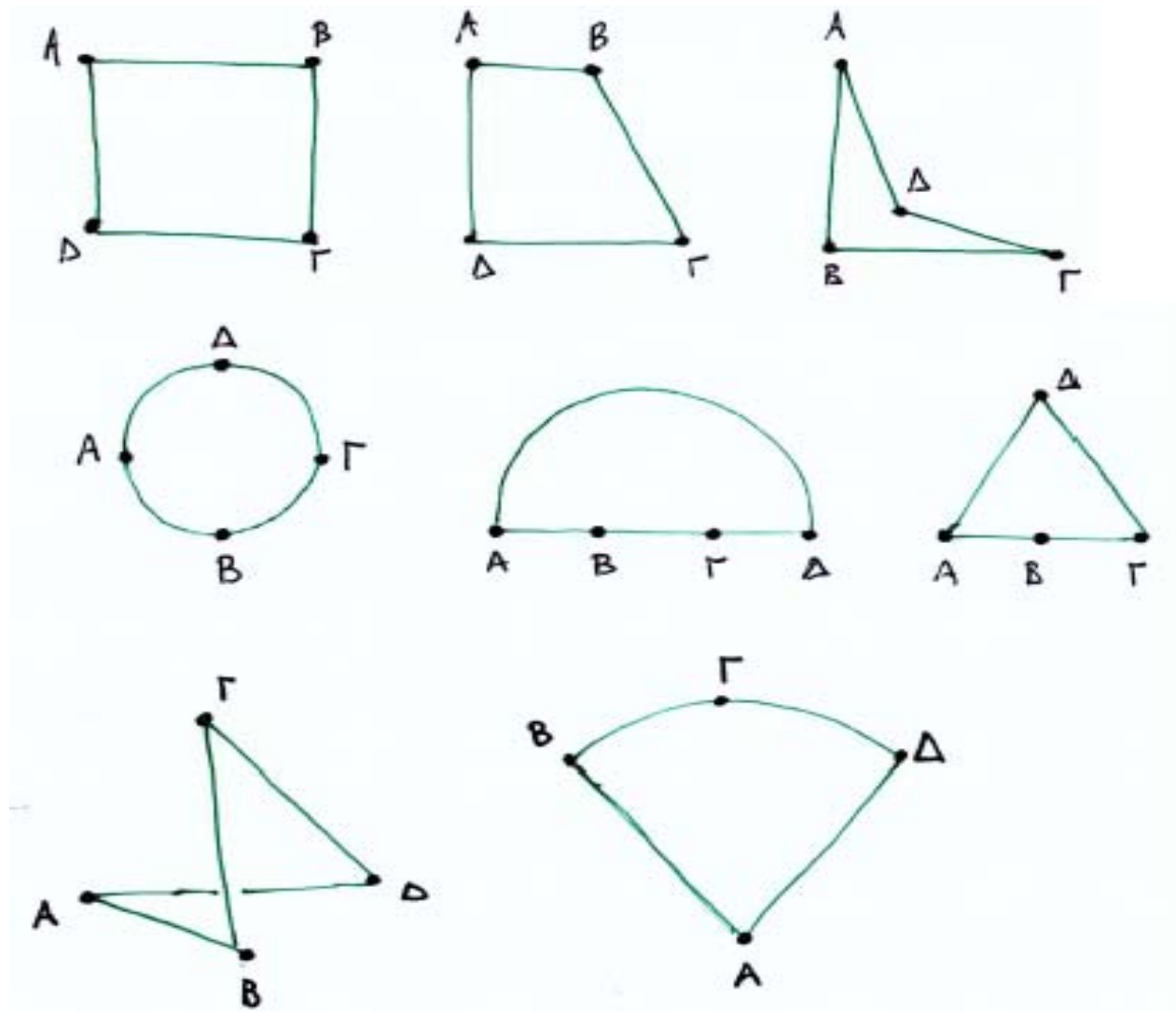
Υπερβολική Γεωμετρία

Lobachevsky, Bolyai, Gauss



Υπάρχουν άπειρες παράλληλες «ευθείες», από σημείο εκτός κάποιας ευθείας. Στο σχήμα φαίνεται ένα τρίγωνο που οι γωνίες του έχουν άθροισμα λιγότερο από 180°

Πολύγωνα



Τα 5 Κανονικά Πλατωνικά Πολυέδρα ως βάση του Ηλιοκεντρικού Προτύπου Kepler

Kepler J. 1596, *Mysterium Cosmographicum*, Tübingen



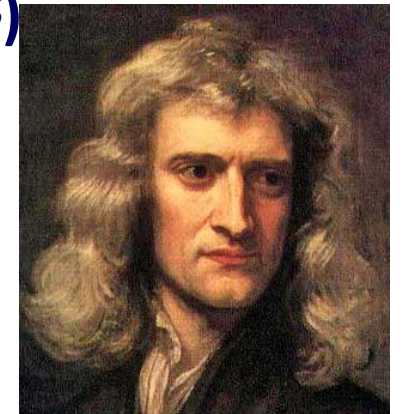
Οι Σχέσεις των Αποστάσεων μεταξύ των 6 Πλανητών
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος ερμηνεύονται μέσω
των 5 Πλατωνικών Πολυέδρων το ένα εντός του άλλου
διαχωρισμένα από εγγεγραμμένες και περιγεγραμμένες Σφαίρες
που αντιστοιχούν στους 5 Πλανήτες, με κέντρο τον Ήλιο.
Η εξωτερική περιγεγραμμένη Σφαίρα αντιστοιχεί στον Κρόνο.

Με βάση το Μοντέλο των 5 Πλατωνικών Πολυέδρων,
ο Kepler βρήκε τους 3 Νόμους Κίνησης των Πλανητών
Kepler J. 1609, *Astronomia Nova* ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΤΟΣ (1^{ος}, 2^{ος})

Kepler J. 1619, *Harmonices Mundi* (3^{ος})

που οδήγησαν τον **Newton (1713)**

στην Ανακάλυψη του Νόμου της Δυναμικής
και του Νόμου της Παγκόσμιας Ελξέως



Το Ηλιοκεντρικό Προτυπο Kepler 1596-1619

Οκταεδρο



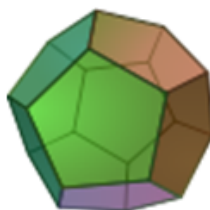
ΕΡΜΗΣ

Εικοσαεδρο



ΑΦΡΟΔΙΤΗ

Δωδεκαεδρο



ΓΗ

Τετραεδρο

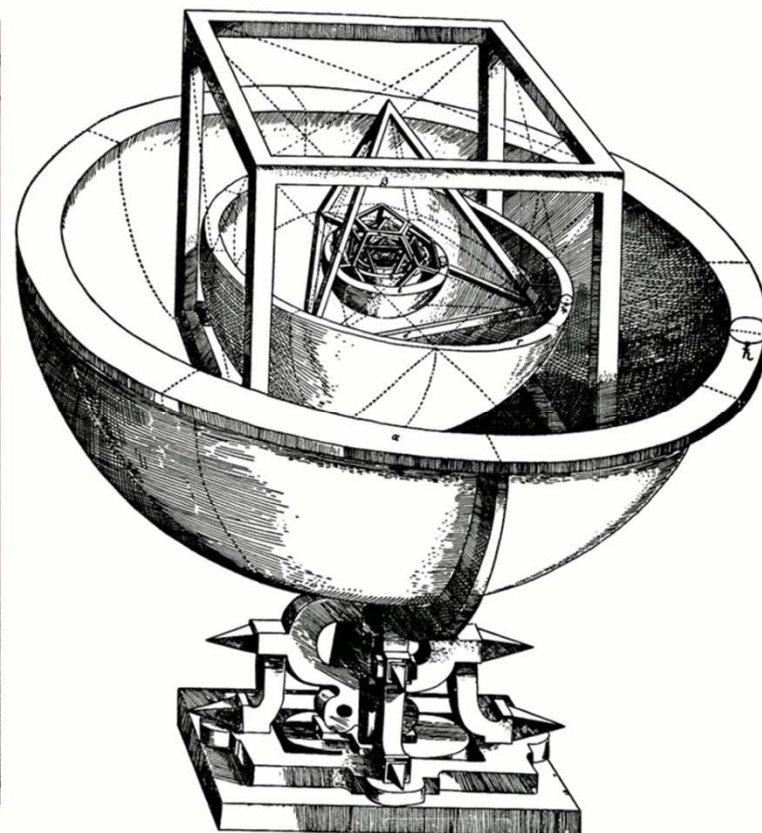
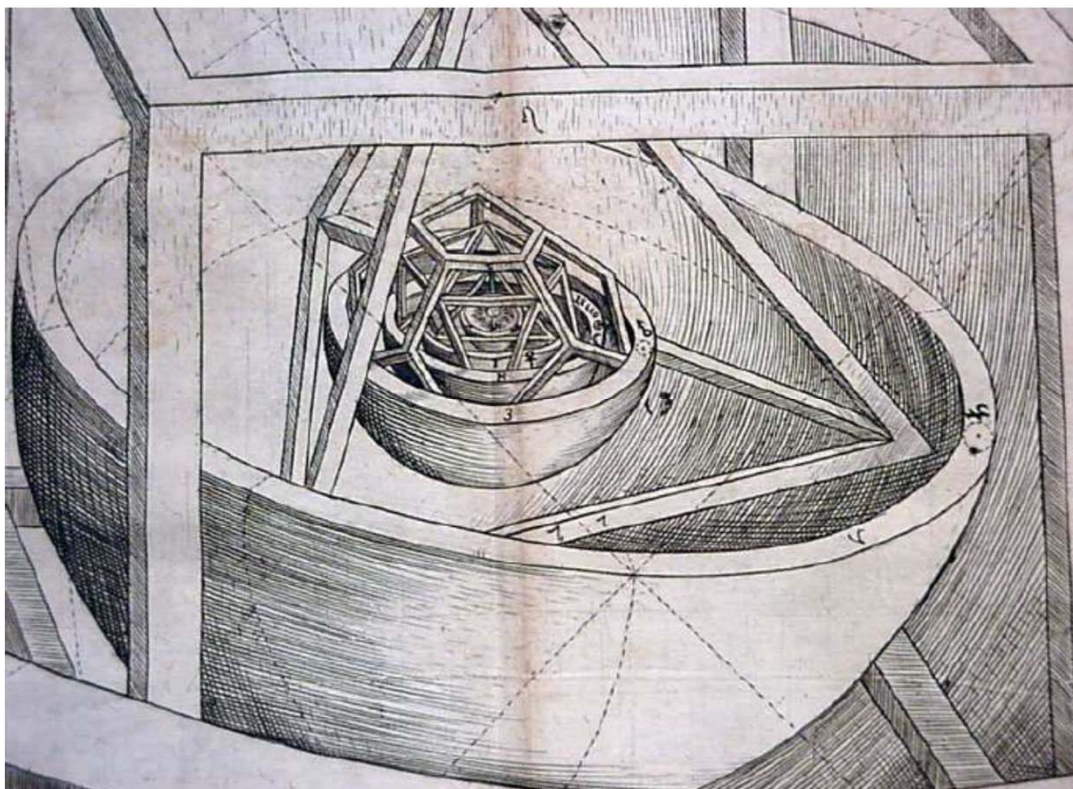


ΑΡΗΣ

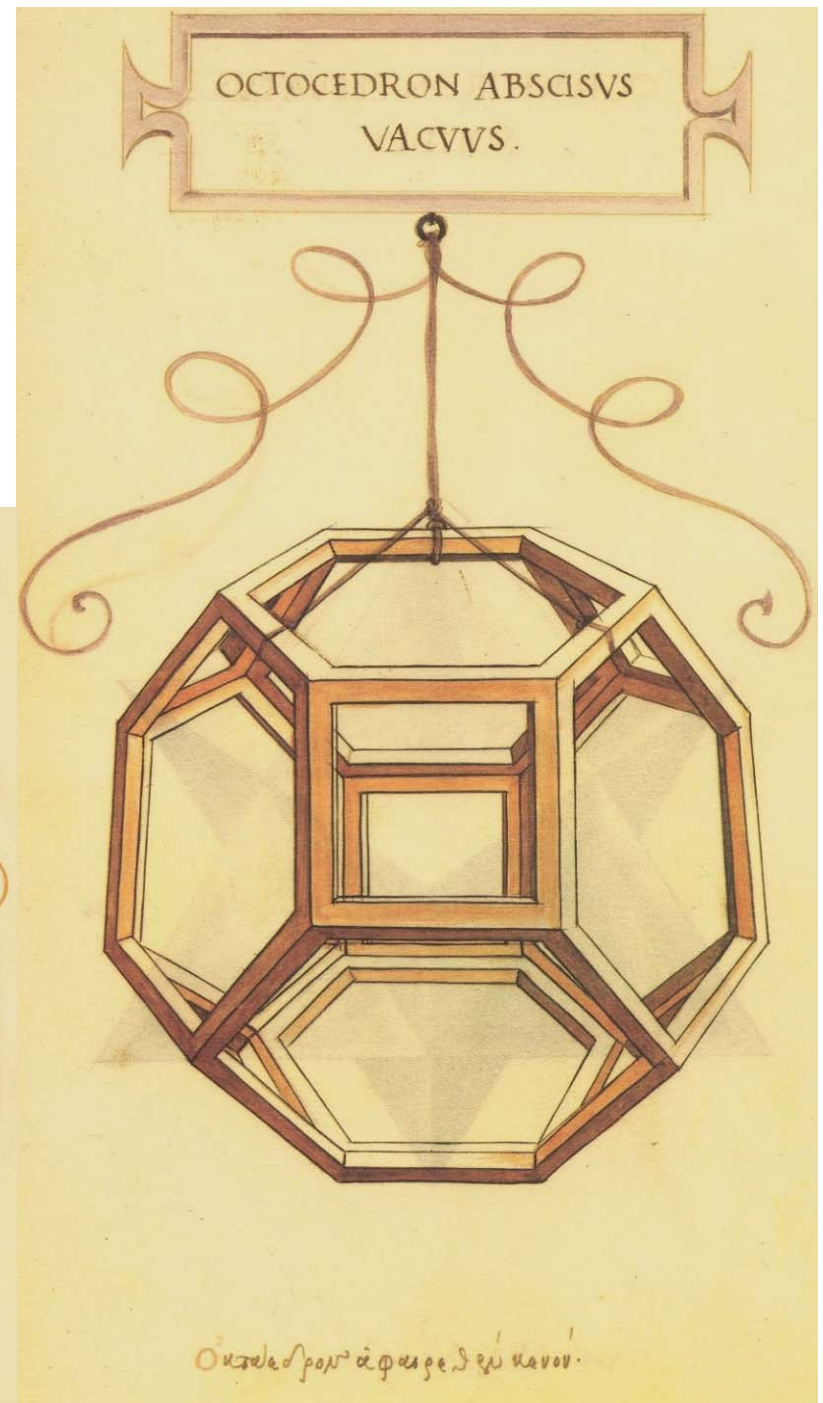
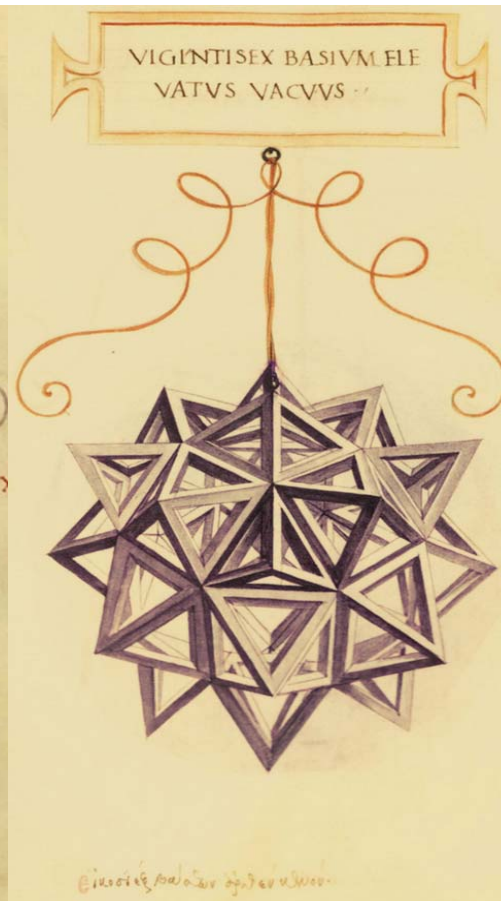
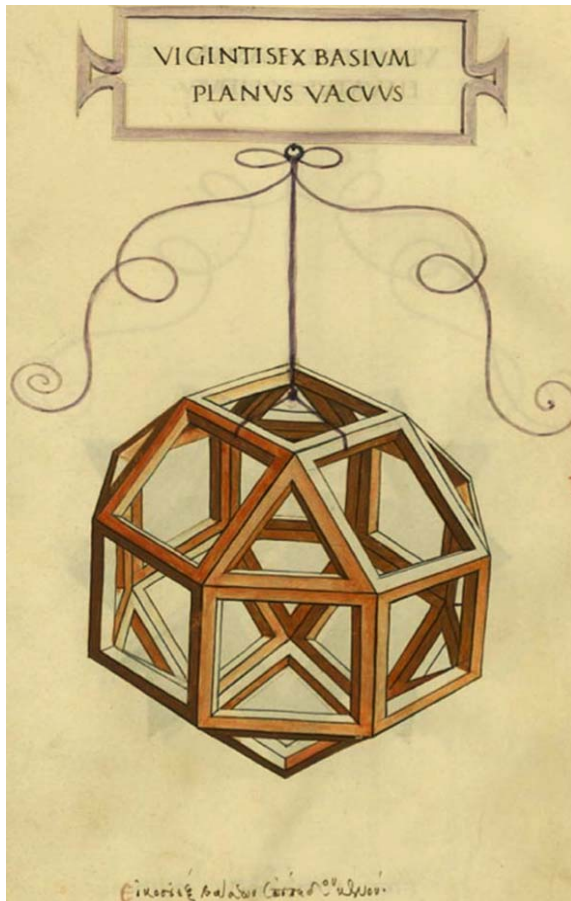
Κυβος



ΔΙΑΣ



Η Αναπαρασταση του Ηλιακού Συστήματος
Από τον Kepler 1596,
στηριχθηκε στον Leonardo da Vinci 1509
Κενα Πολυεδρα. Γενικευση – Αφαιρεση (Δικτυα)
Pacioli L. 1509 De Divina Proportione
(On the Divine Proportion)

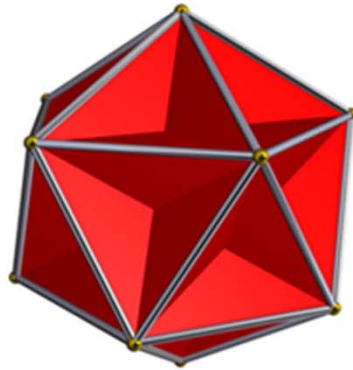


Ο Kepler παρουσίασε επίσης τα 4 Μη Κυρτα Κανονικά Πολυεδρα

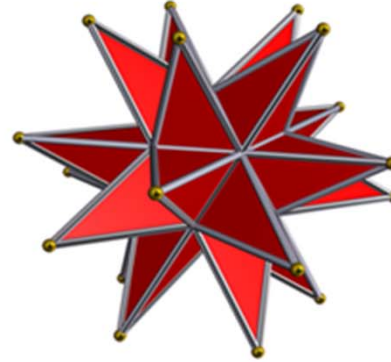
Κε



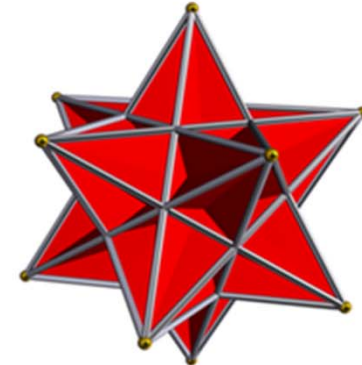
Μικρο Αστερωδες
12εδρο



Μεγα
12εδρο



Μεγα Αστερωδες
12εδρο



Μεγα
20εδρο



Sands V. 1999 Ο Αστερας του Κεπλερ, Oslo



Esher

Μεγα Αστερωδες 12εδρο

Πως Ταξινομούνται οι Γεωμετρίες?

Η Συμπτωση ως Σχέση Ισοδυναμίας

2 (Γεωμετρικά) Οντα A, B ταυτίζονται

αν και μονον αν υπάρχει μετασχηματισμος $S: S[A]=B$

Ταξινόμηση Γεωμετριων $\Leftrightarrow$ Ταξινόμηση Ομαδων Μετασχηματισμων

Η Γεωμετρια μεσω Μετασχηματισμων-Συμμετριων

Διακριτες Ομαδες:

Klein F. 1872, A comparative review of recent researches in geometry

<https://arxiv.org/abs/0807.3161>



Συνεχεις Ομαδες:

Lie S. 1888, Theorie de Transformationsgruppen



Η Γεωμετρία μέσω Μετασχηματισμών-Συμμετριών

Ενοποίηση-Ταξινόμηση όλων των Γεωμετριών

Ευκλείδεια Γεωμετρία:

Η Γεωμετρία των Παραλλήλων Μεταφορών και Στροφών
Κατασκευές με Κανόνα και Διαβήτη
Η Ευκλείδεια Ομάδα Μετασχηματισμών

Σφαιρική-Ελλειπτική,
Υπερβολική,
Προβολική

Η Γεωμετρία μέσω Μετασχηματισμών-Συμμετριών Ιδιαίτερα χρήσιμο Πλαίσιο για Εφαρμογές

Κβαντική Μηχανική:

**ως Θεωρία Αναπαράστασεων Ομάδων Συμμετριών
σε Διανυσματικούς Χώρους**

Weyl H. 1931,

**The Theory of Groups and Quantum Mechanics,
1949 Reprint, Dover, New York**



Wigner E. 1931,

**Group Theory and its Application to
the Quantum Mechanics of Atomic Spectra**

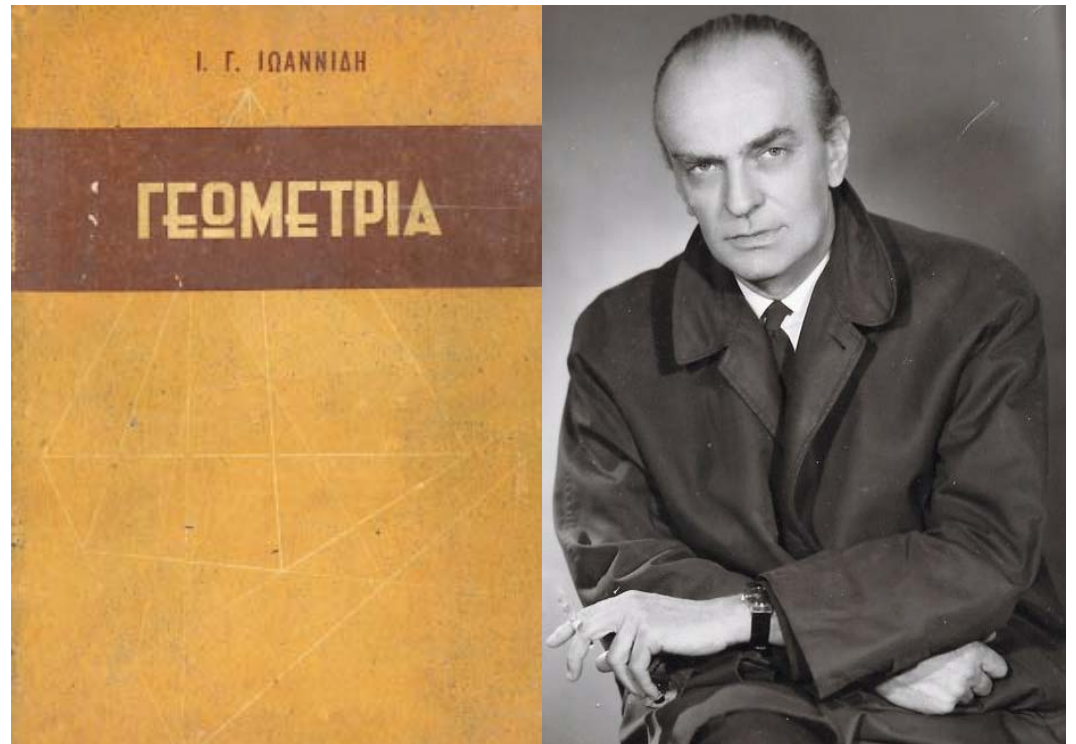
Nobel Physics 1963



Κβαντικοί Επεξεργαστές Κβαντική Νοημοσύνη

Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ μέσω της Αξιωματικής Μεθοδου και των Μετασχηματισμων Στην Μεση Εκπαιδευση (Ελλαδα και Διεθνως) Ιωαννης Ιωαννιδης

*Ο Θαλης μετεφερε
την αναζητηση της Αληθειας
από την περιοχη του Αισθητου
στην περιοχη του Νοητου...*



*Οι επιτυχίες της Επιστημης του Χωρου
δεν απασχολησαν το ευρυ κοινο, παραμενουν όμως
οι ευγενέστερες κατακτήσεις του ανθρωπίνου πνεύματος,
προς τις οποίες πρέπει εκάστοτε να αποβλέπουμε, οταν
η πίστις μας προς την πνευματικη δημιουργία εμφανίζεται μειωμένη*

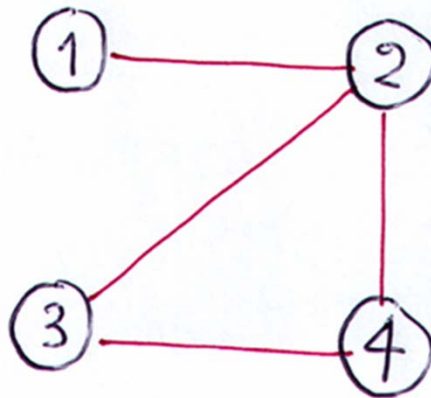
Τι Είναι Δίκτυο?

Αναπαράσταση της Δομής των Αλληλοεξαρτήσεων

Γράφος (Graph) με

Κορυφες-Κόμβους, το Συνολο: $\{1, 2, 3, 4\}$

Ακμές-Συνδέσεις, το Συνολο: $\{\{1,2\}, \{2,3\}, \{2,4\}, \{3,4\}\}$



Αξιώματα Ανήκειν ή Συνδέσεως Η Γενικότερη Γεωμετρία

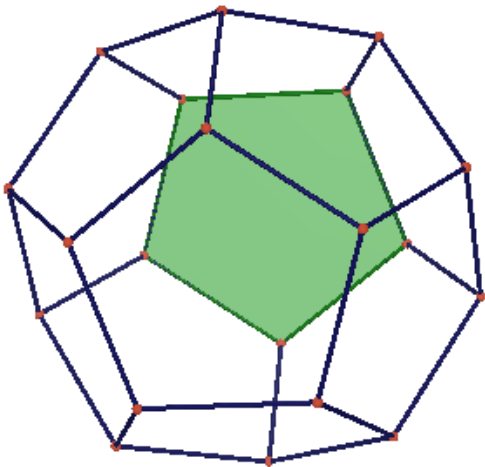
H. Poincare 1900,
Second complement de l'Analysis Situs,
Proc. London Math. Soc. 32, 277-308.



Ιδιότητες Πολυέδρων

Για το πλήθος των κορυφών K , των ακμών A και των εδρών E οποιουδήποτε κυρτού πολυέδρου, ισχύει ο τύπος του Euler

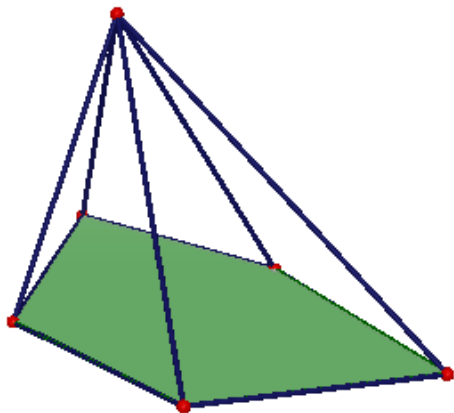
$$E + K = A + 2$$



Δωδεκάεδρο

$$E=12, \quad K=20, \quad A=30$$

$$12 + 20 = 30 + 2$$



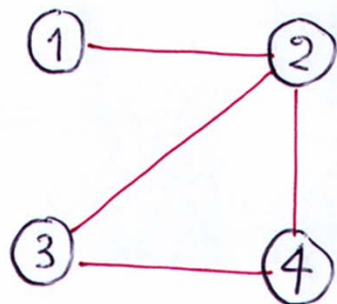
Πενταγωνική Πυραμίδα

$$E=6, \quad K=6, \quad A=10$$

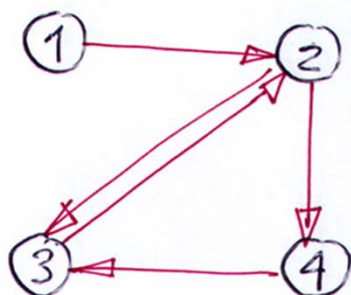
$$6 + 6 = 10 + 2$$

Περιγραφή Δικτύων μέσω του Πινάκα Συνδεσεων

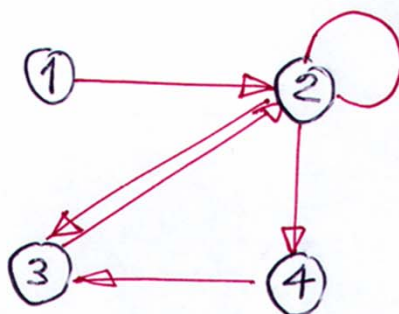
$$a_{\kappa\lambda} = \begin{cases} 1, & \text{αν υπάρχει η συνδεση } \kappa \rightarrow \lambda \\ 0, & \text{αν δεν υπάρχει η συνδεση } \kappa \rightarrow \lambda \end{cases}$$



Πινάξ Συνδεσεων		ΚΟΡΥΦΕΣ			
		1	2	3	4
ΚΟΡΥΦΕΣ	1	0	1	0	0
	2	1	0	1	1
	3	0	1	0	1
	4	0	1	1	0

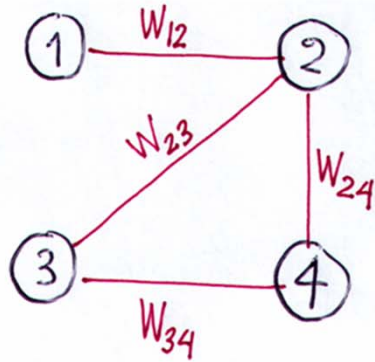


Πινάξ Συνδεσεων		ΚΟΡΥΦΕΣ			
		1	2	3	4
ΚΟΡΥΦΕΣ	1	0	1	0	0
	2	0	0	1	1
	3	0	1	0	0
	4	0	0	1	0

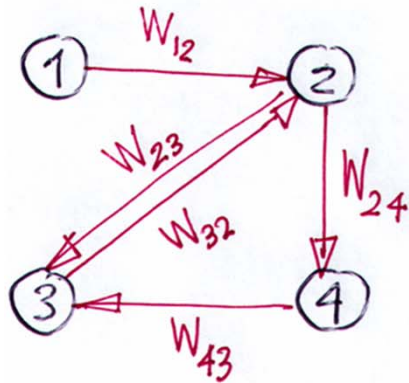


Πινάξ Συνδεσεων		ΚΟΡΥΦΕΣ			
		1	2	3	4
ΚΟΡΥΦΕΣ	1	0	1	0	0
	2	0	1	1	1
	3	0	1	0	0
	4	0	0	1	0

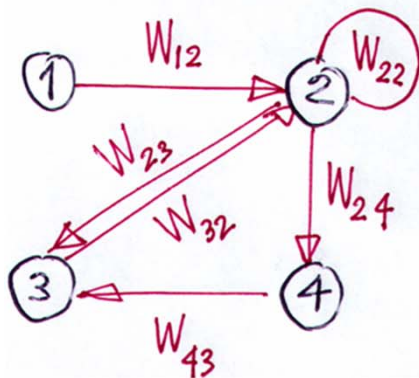
Περιγραφή Δικτύων μέσω του Πίνακα Συνδεσεων με Βαρή



Πίναξ Συνδεσεων		ΚΟΡΥΦΕΣ			
		1	2	3	4
ΚΟΡΥΦΕΣ	1	0	w_{12}	0	0
	2	w_{12}	0	w_{23}	w_{24}
	3	0	w_{32}	0	w_{34}
	4	0	w_{42}	w_{43}	0



Πίναξ Συνδεσεων		ΚΟΡΥΦΕΣ			
		1	2	3	4
ΚΟΡΥΦΕΣ	1	0	w_{12}	0	0
	2	0	0	w_{23}	w_{24}
	3	0	w_{32}	0	0
	4	0	0	w_{24}	0



Πίναξ Συνδεσεων		ΚΟΡΥΦΕΣ			
		1	2	3	4
ΚΟΡΥΦΕΣ	1	0	w_{12}	0	0
	2	0	w_{22}	w_{23}	w_{24}
	3	0	w_{32}	0	0
	4	0	0	w_{24}	0

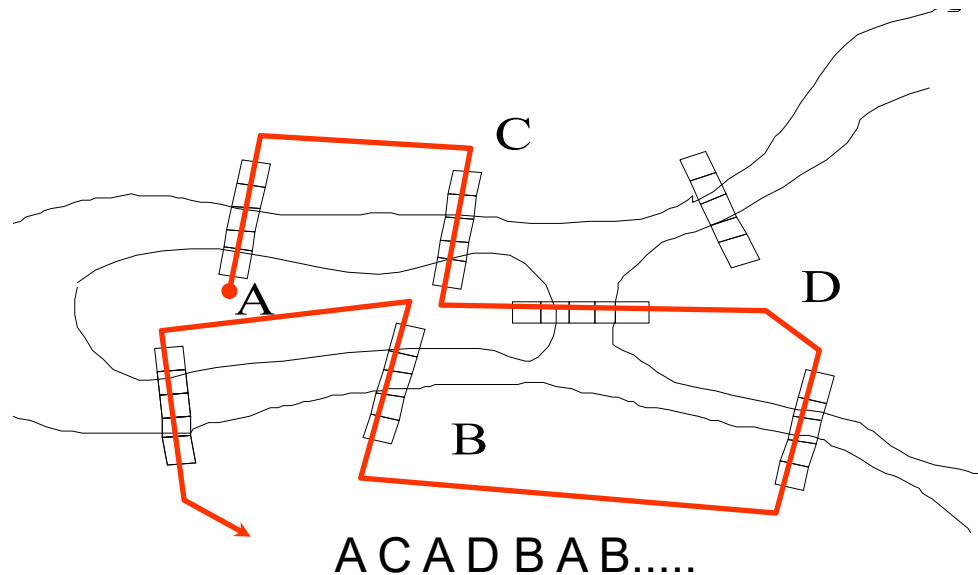
Networks History

600 πΧ Ομφαλος Δελφών Δίκτυο Ανθρωπινων Σχέσεων

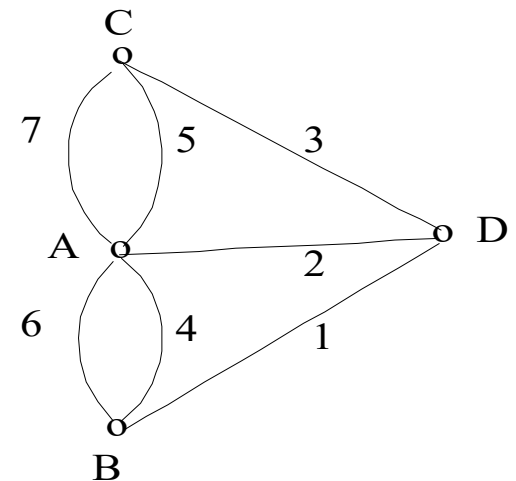


Γέφυρες Königsberg

Το 1735 επτά γέφυρες συνέδεαν τις δύο νησίδες που σχηματίζει το ποτάμι της πόλης Königsberg (Kalliningrand) στη σημερινή Λιθουανία. Υπάρχει τρόπος να κάνει κάποιος βόλτα ξεκινώντας από ένα σημείο και επιστρέφοντας σ' αυτό περνώντας από κάθε γέφυρα ακριβώς μία φορά;



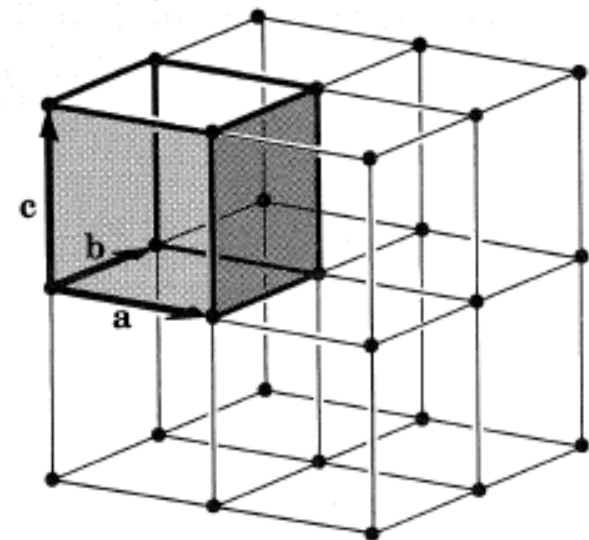
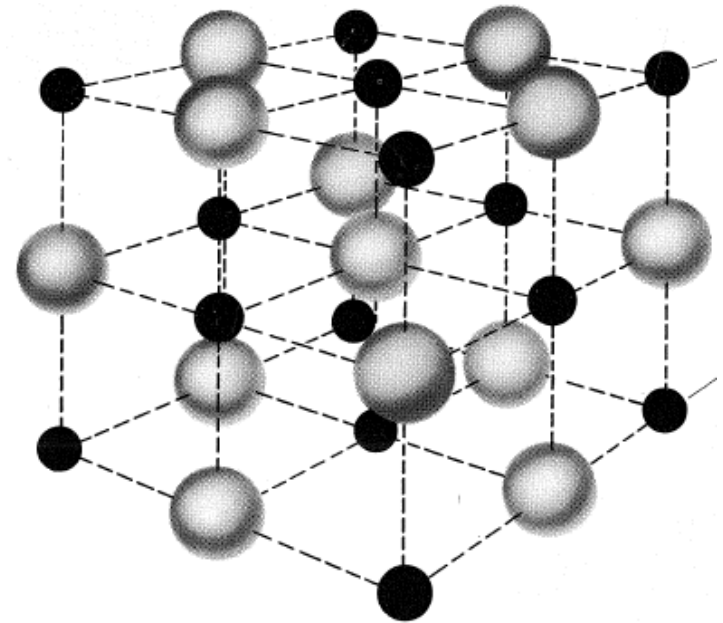
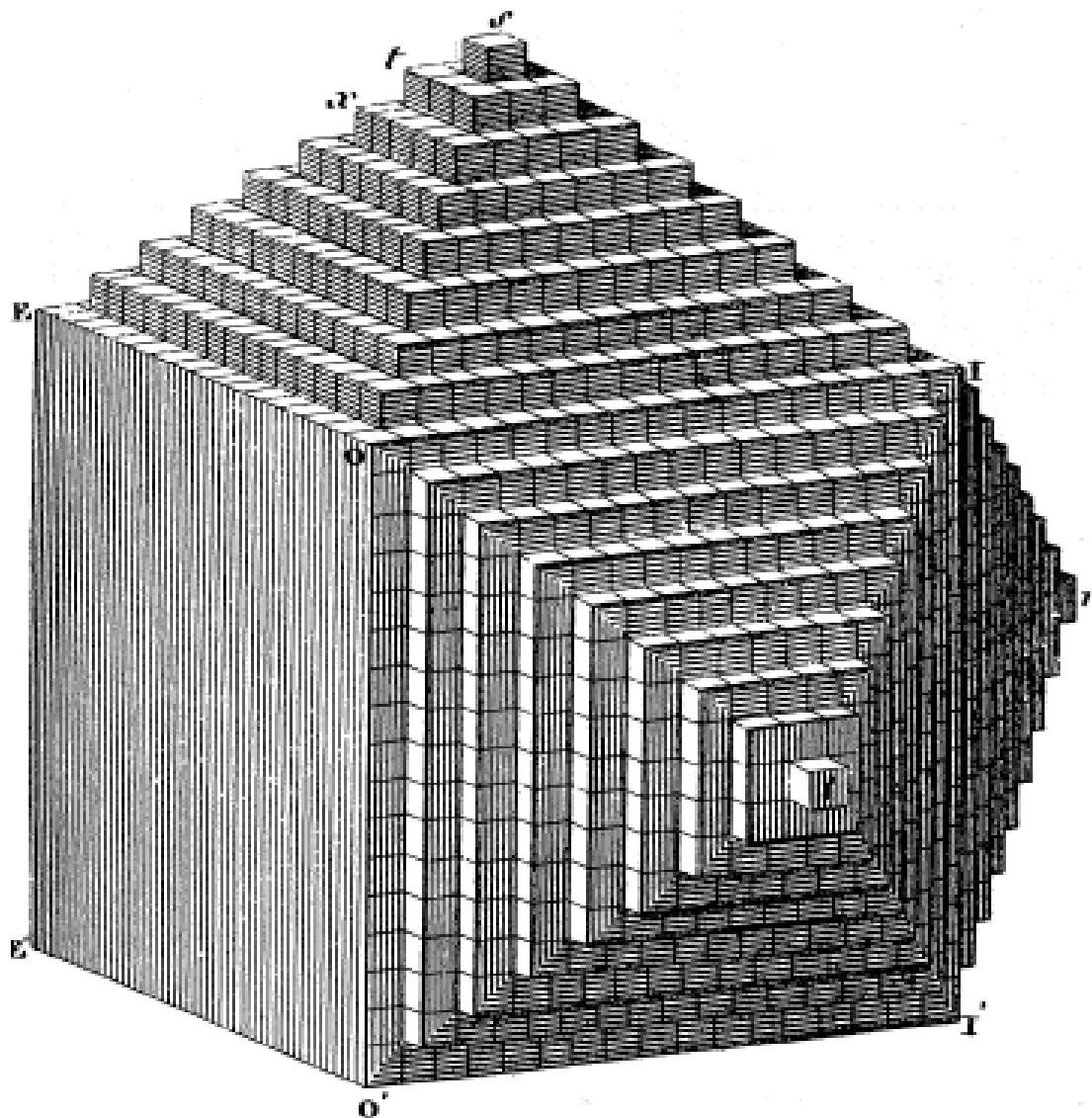
Έπρεπε με A...A με 8 γράμ. αλλά απαιτούνται 9



Γίνεται με μονοκονδυλιά;

#

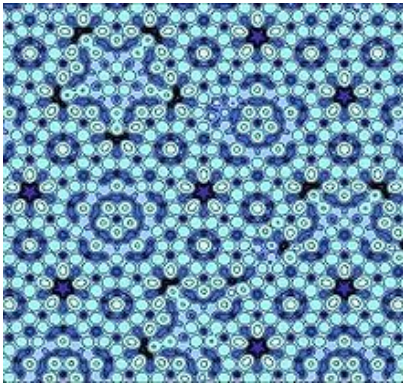
Κρύσταλλοι: Τα Περιοδικά Δίκτυα



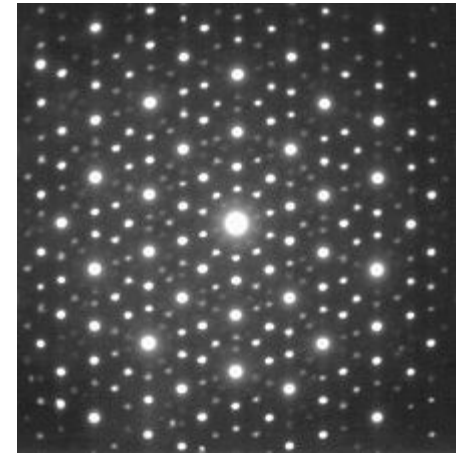
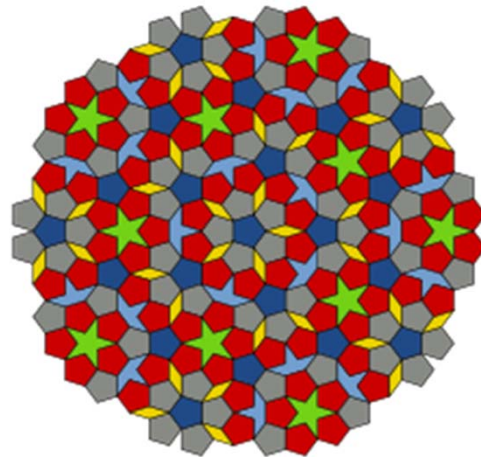
#

Ωσεί Κρύσταλλοι (Quasi Crystals): Απεριοδικά Δίκτυα

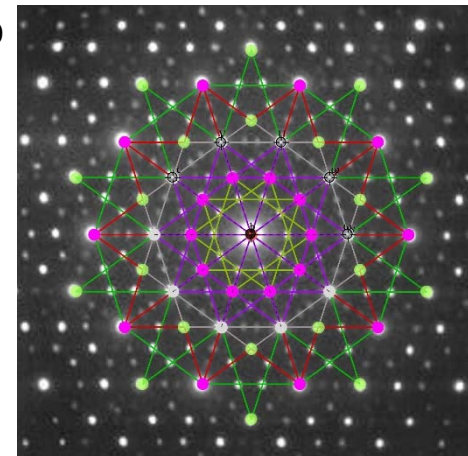
Ag-Al quasicrystal



Penrose tiling (πλακόστρωση)



Electron diffraction pattern
2D quasicrystal Zn-Mg-
Ho



Dan Shechtman 1984
Nobel Prize in Chemistry 2011

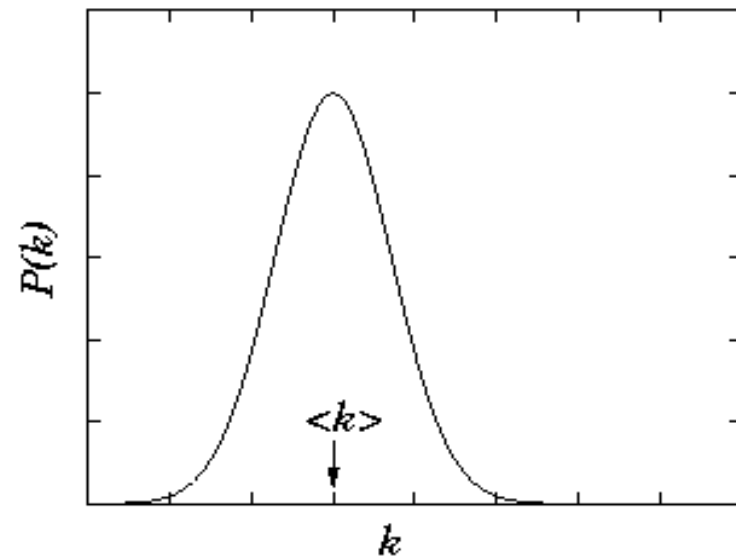
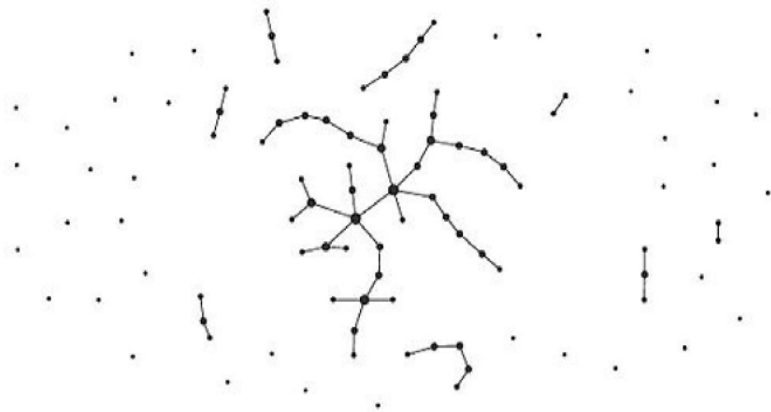
#



Τυχαία Δίκτυα Telephone Networks Rényi, Erdős 1960



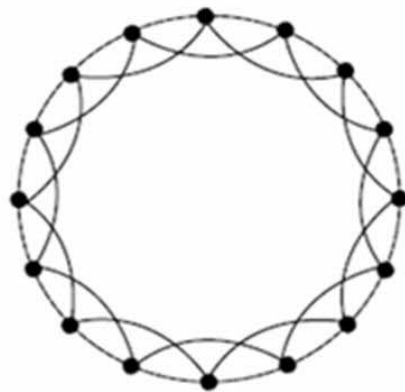
PSTN
(Public Switched Telephone
Network)
Random Networks



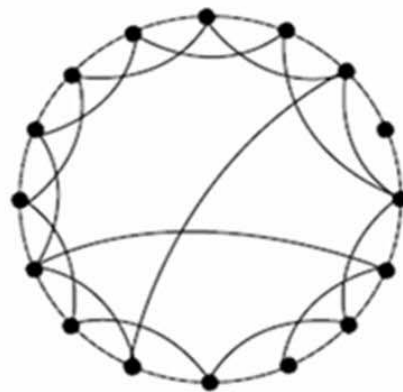
#

Συγχρονισμός - Μικρόκοσμοι

Small Communication Pathways



$p = 0$

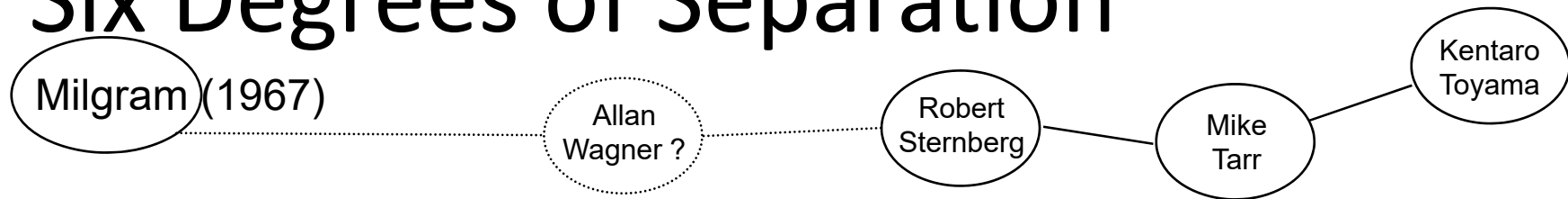


$p \ll 1$



$p = 1$

Six Degrees of Separation



Jeffrey T., Milgram S. 1969, An Experimental Study of the Small World Problem, Sociometry 32, 425-443

Guare J. 1993, ***"Six Degrees of Separation"***, based on the SW concept.

"Everybody on this planet is separated by only six other people.

Six degrees of separation.

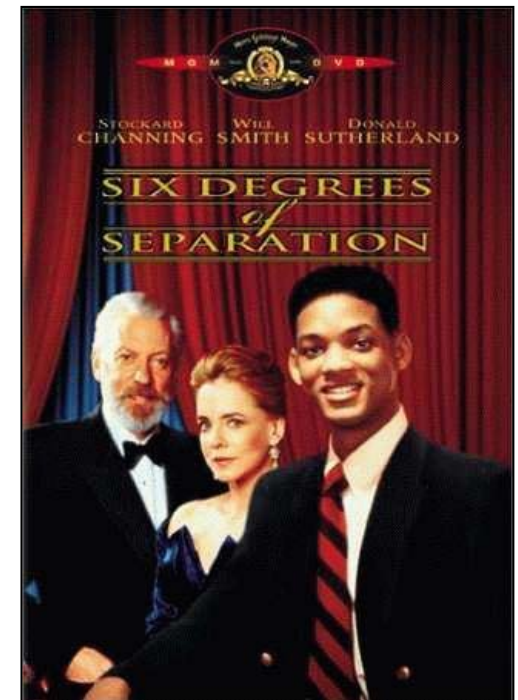
Between us and everybody else on this planet.

The president of the United States. A gondolier in Venice...

It's not just the big names. It's anyone.

A native in a rain forest. A Tierra del Fuegan. An Eskimo.

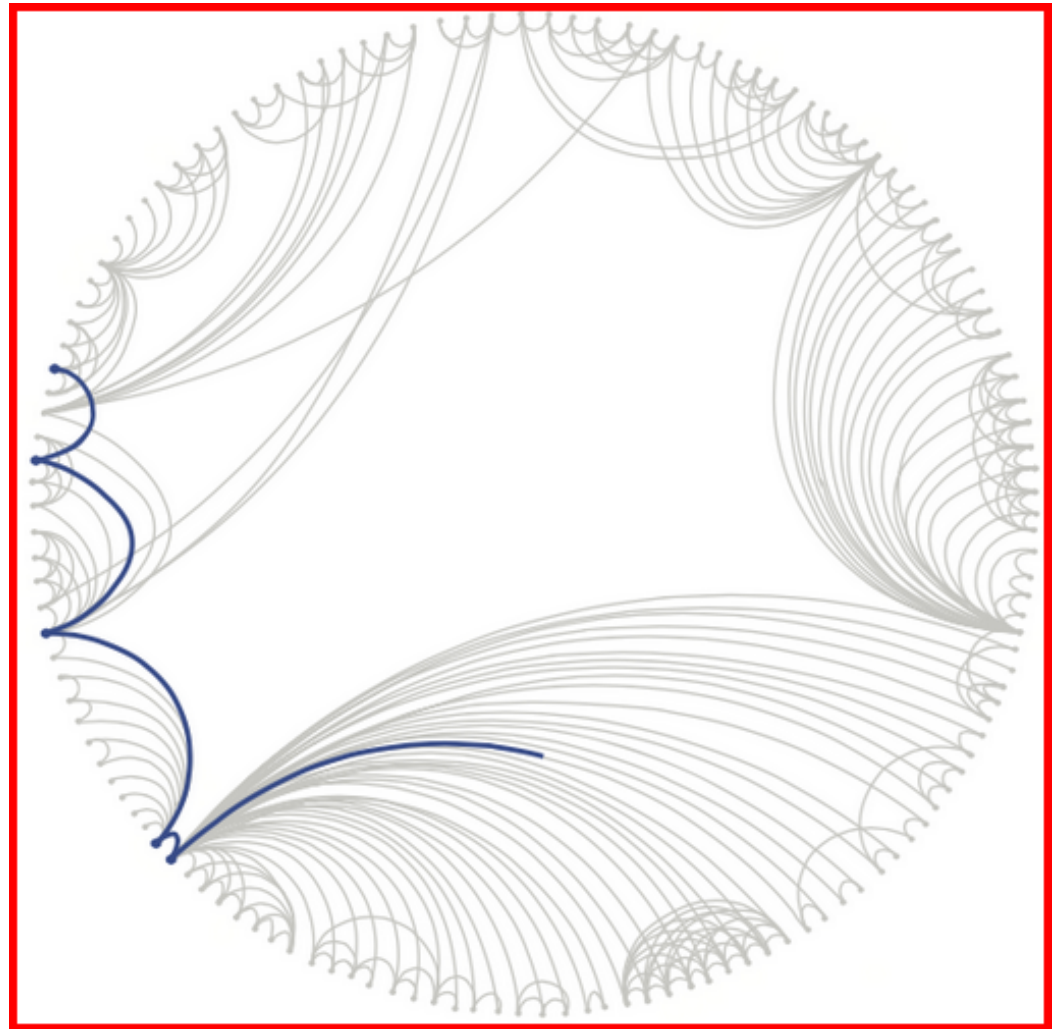
I am bound to everyone on this planet by a trail of six people..."



Ποσα Βηματα μας χωριζουν σημερα (2016) ?

3,5 κατά μέσο όρο μέσω Facebook

<https://research.facebook.com/blog/three-and-a-half-degrees-of-separation/>



Πως πιστοποιείται αυτό?

Ποσα Βηματα μας χωριζουν σημερα (2016) ?

3,5 κατά μεσο ορο μεσω Facebook

<https://research.facebook.com/blog/three-and-a-half-degrees-of-separation/>

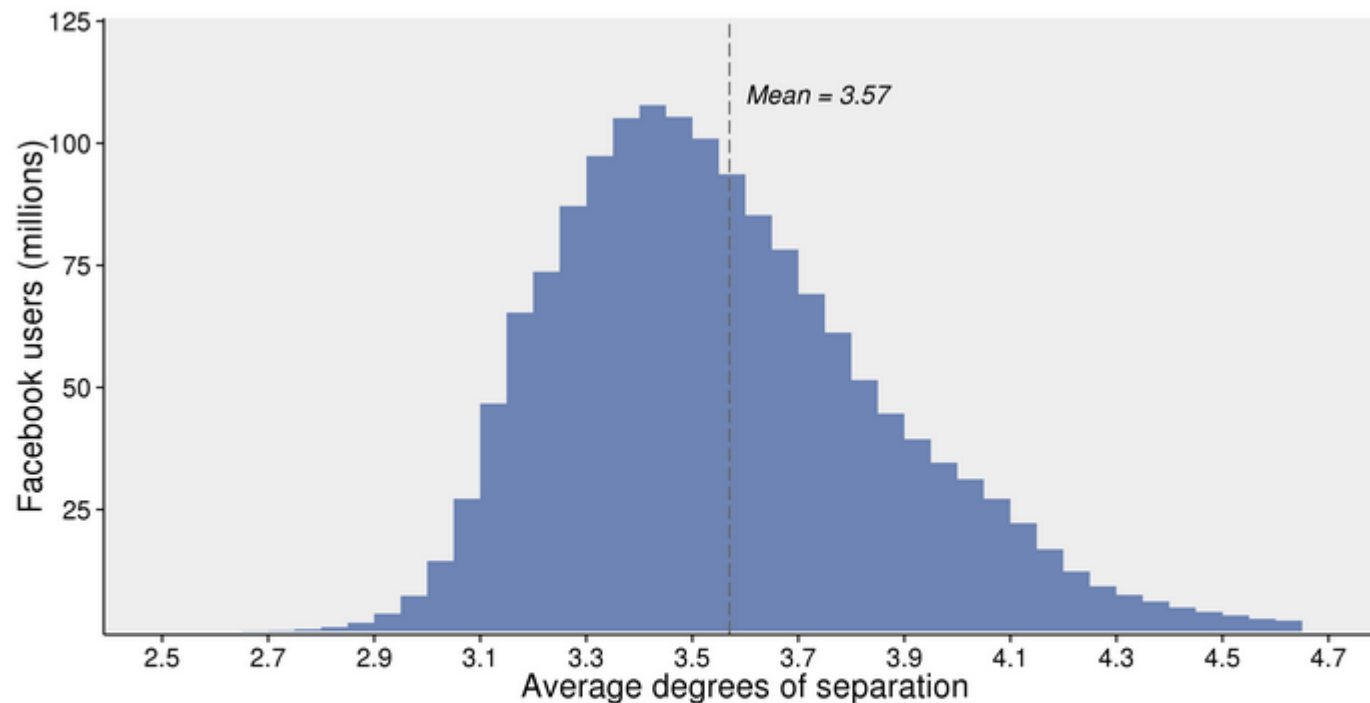


Figure 1. Estimated average degrees of separation between all people on Facebook. The average person is connected to every other person by an average of 3.57 steps. The majority of people have an average between 3 and 4 steps.

Fractals Αυτο-Όμοια Δίκτυα

Αναξαγόρας:

“αρχάς των όντων **ομοιομέρειας** απεφήνατο” [Αέτιος, DK 59A46]

Emerald tablet Alchemy:

«Τα Άνω ως και τα Κάτω»



Τυχαίο Δίκτυο

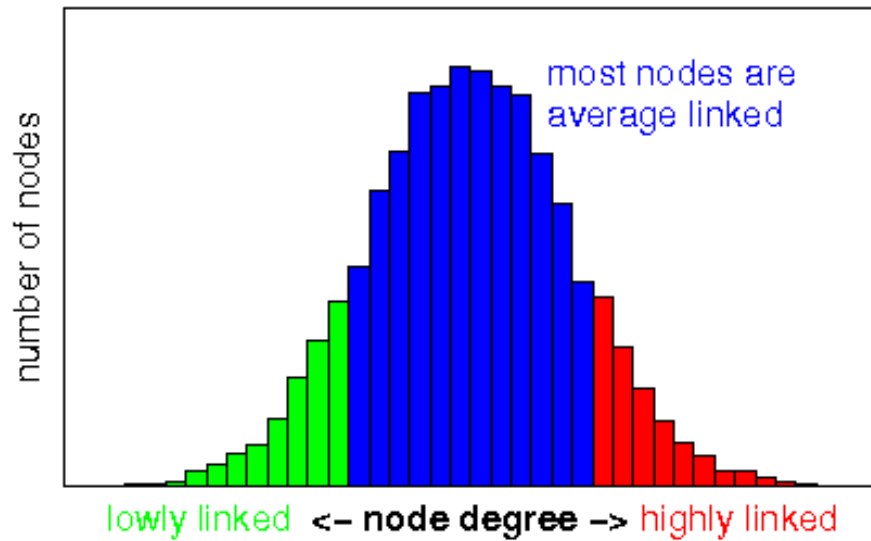
$P(k) \sim k^{-\gamma}$ Power Law



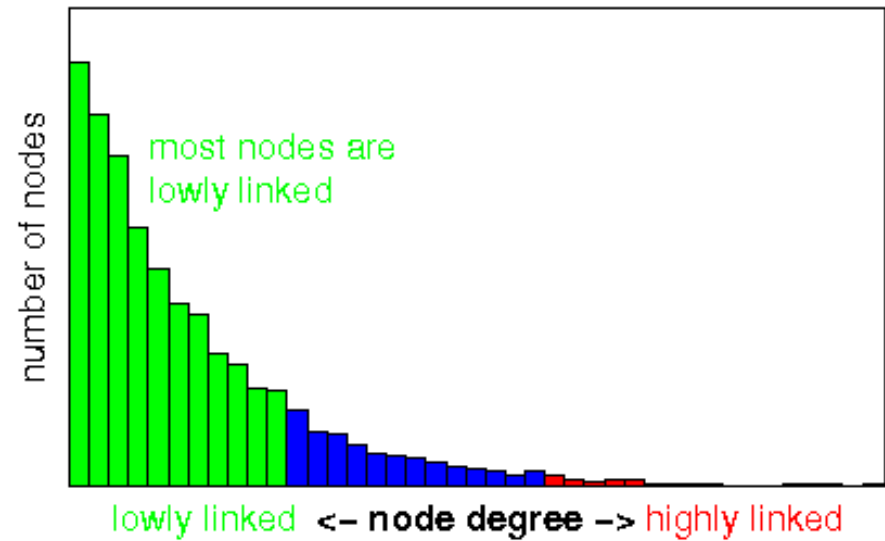
Αυτοόμοιο
Δίκτυο

World-Wide Web Νομος Δυναμης

random networks



real networks (power-law, scale-free)



Το Διαδίκτυο (Internet)



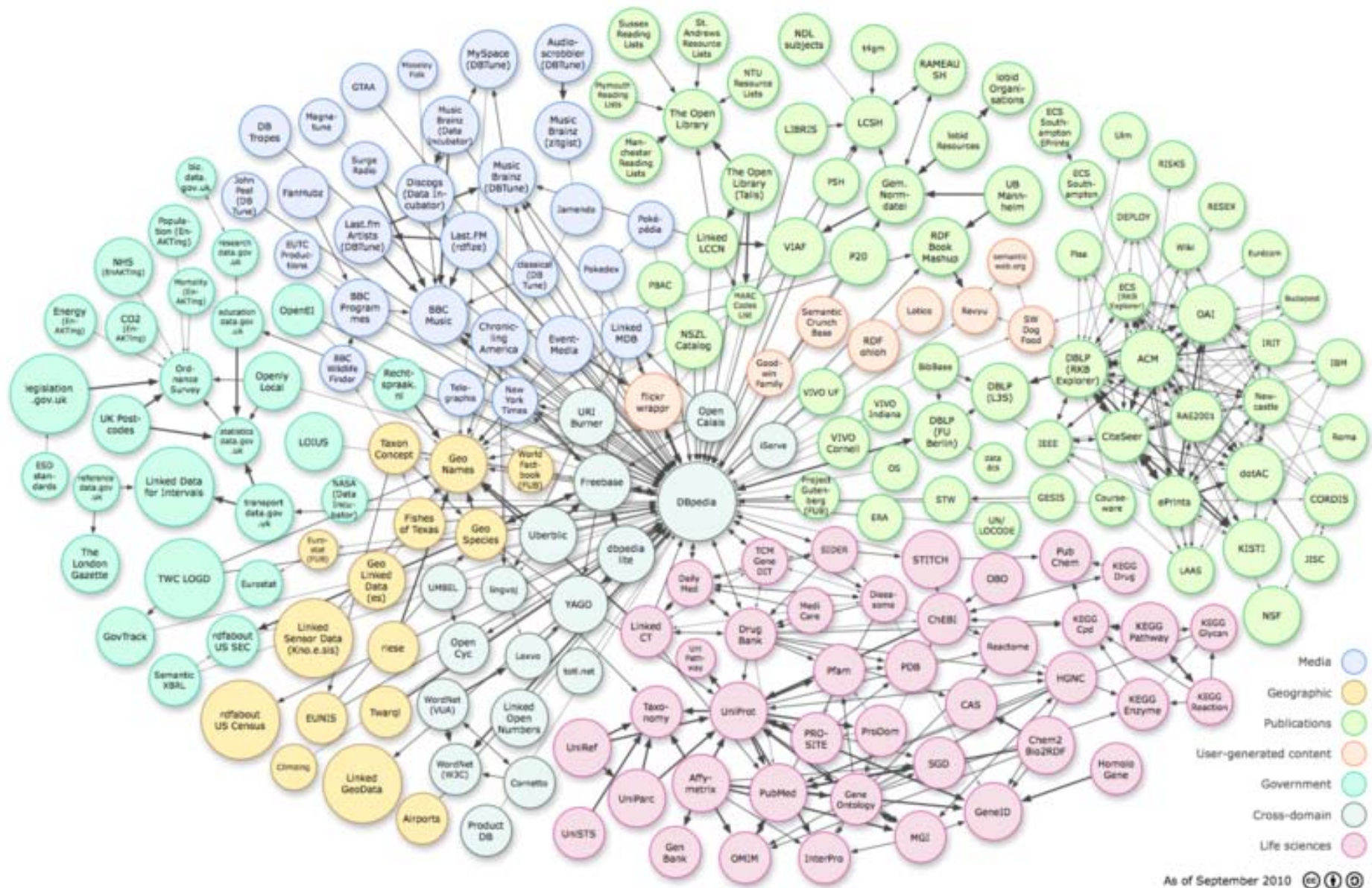
<http://paulbutler.org/archives/visualizing-facebook-friends/>71

Ο Παγκόσμιος Ιστός και η Κοινωνία της Γνώσης



<http://paulbutler.org/archives/visualizing-facebook-friends/72>

Το Νοήμον Web Διασυνδεδεμένα Δεδομένα

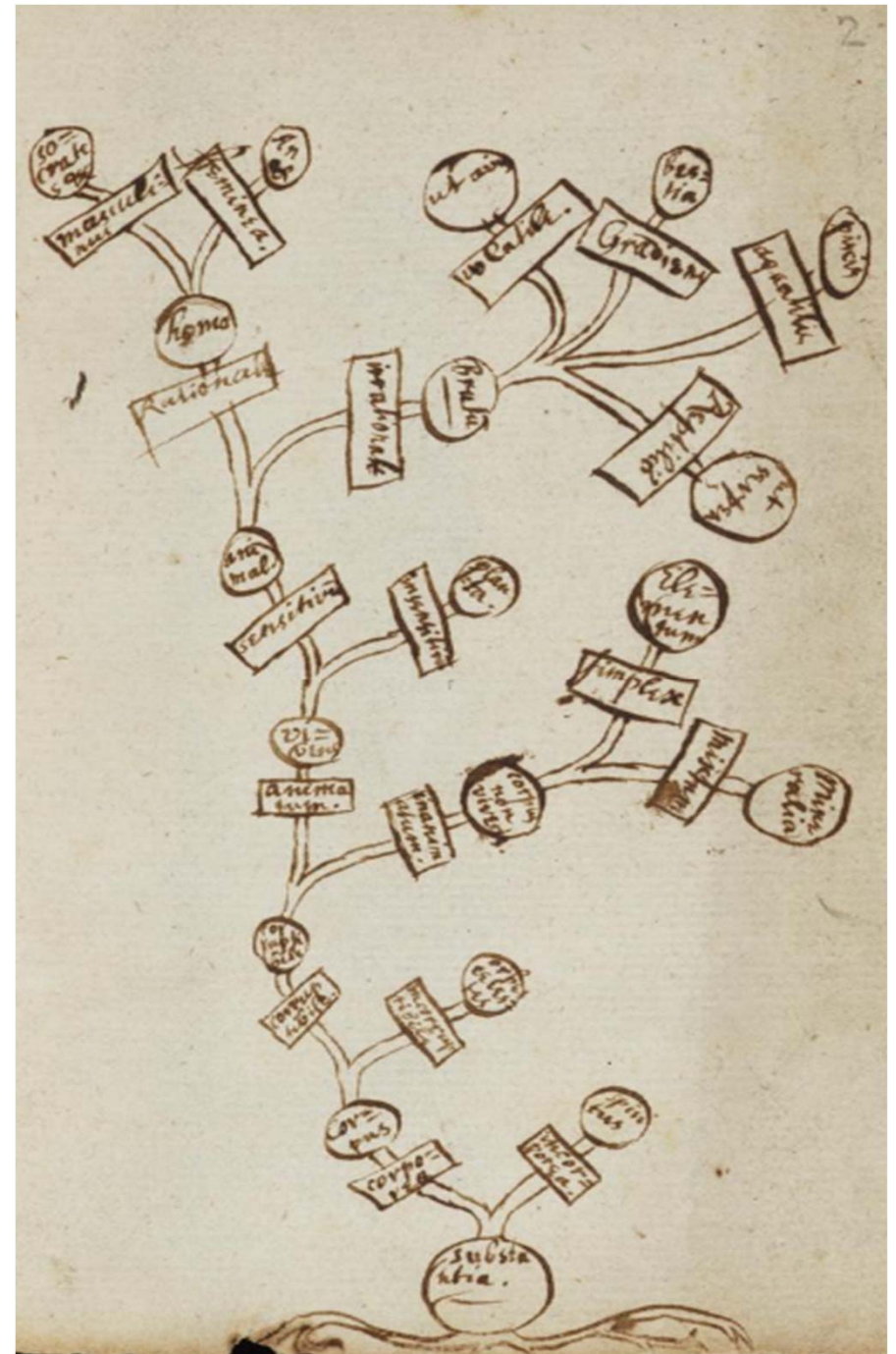
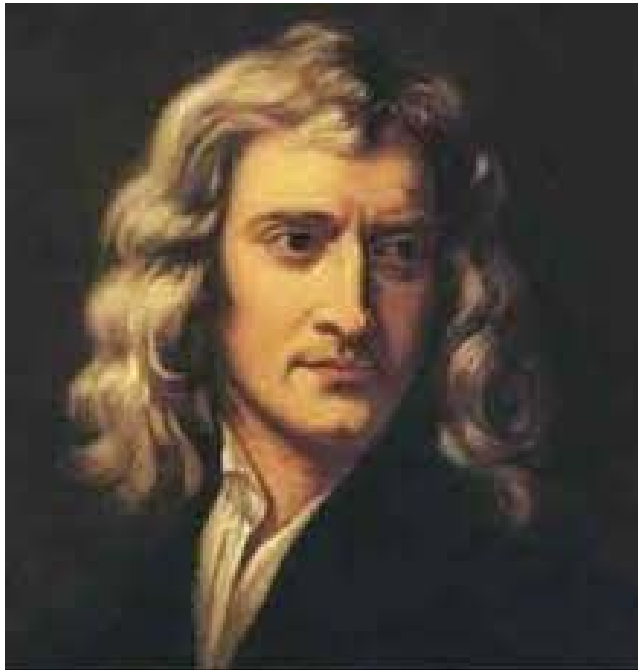


Networks History

Isaac Newton 1700 constructed
The first **Semantic Network**
representing the Links of Concepts
from Aristotle's "Organon"
Ιδιόχειρες σημειώσεις του Newton
στο «Όργανον» του Αριστοτέλη

Trinity College, Πανεπιστημιο Cambridge,

[32Uhttp://cudl.lib.cam.ac.uk/view/MS-ADD-03996/5U32T](http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/MS-ADD-03996/5U32T)

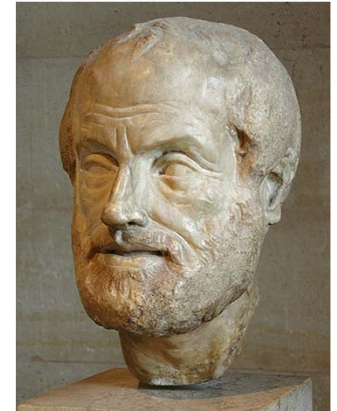


Οντολογία Αριστοτελη 330 πΧ

Την κατά μηδεμίαν συμπλοκή λεγομένων έκαστον ήτοι ουσίαν σημαίνει ή ποσόν ή ποιόν τι ή πού ή ποτέ ή κείσθαι ή έχειν ή ποιείν ή πάσχειν.

Έστι δε ουσία μεν ως τύπω ειπείν οίον άνθρωπος ίππος, ποσόν δε οίον δίπηχυ, τρίπηχυ- ποιόν δε οίον λευκόν γραμματικόν προς τι δε οίον διπλάσιον, ήμισυ, μείζον' πού δε οίον εν Λυκείω, εν αγορά' ποτέ δε οίον χθές, πέρισυν: κείσθαι δε οίον ανάκειται, κάθεται' έχειν δε οίον δε υποδέδεται, ώπλισται: ποιείν δε οίον τέμνειν, καίειν πάσχειν δε οίον τέμνεσθαι, καίεσθαι,

[Αριστοτελης Κατηγοριες 1,4]



Οντολογία Αριστοτελη		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	CATEGORY	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
Ουσια	Substance	άνθρωπος, ίππος, Θεμελιωδεις Γενικες Εννοιες
Ποσόν (ποσότητα)	Quality	δύο πήχεις τρεις πήχεις
Ποιόν (ποιότητα)	Quantity	λευκός, μορφωμένος
Ως προς τι (σχέση)	Relation	διπλάσιος, μισός μεγαλύτερος
Πού (τόπος)	Where	στο Λυκειο, στην αγορά
Πότε (χρόνος)	When	χθες, πέρυσι
Κεισθαι = Ανηκειν = Ενθεση	Placement	ξαπλώνω, κάθομαι
Εχειν	Having	υποδύομαι, οπλισμένος
Ποιειν, Πραττειν, Ενεργειν	Action	τεμνω, καίω
Πάσχειν	Passion	κόβομαι, καίγομαι

Σημασιολογικό Δίκτυο

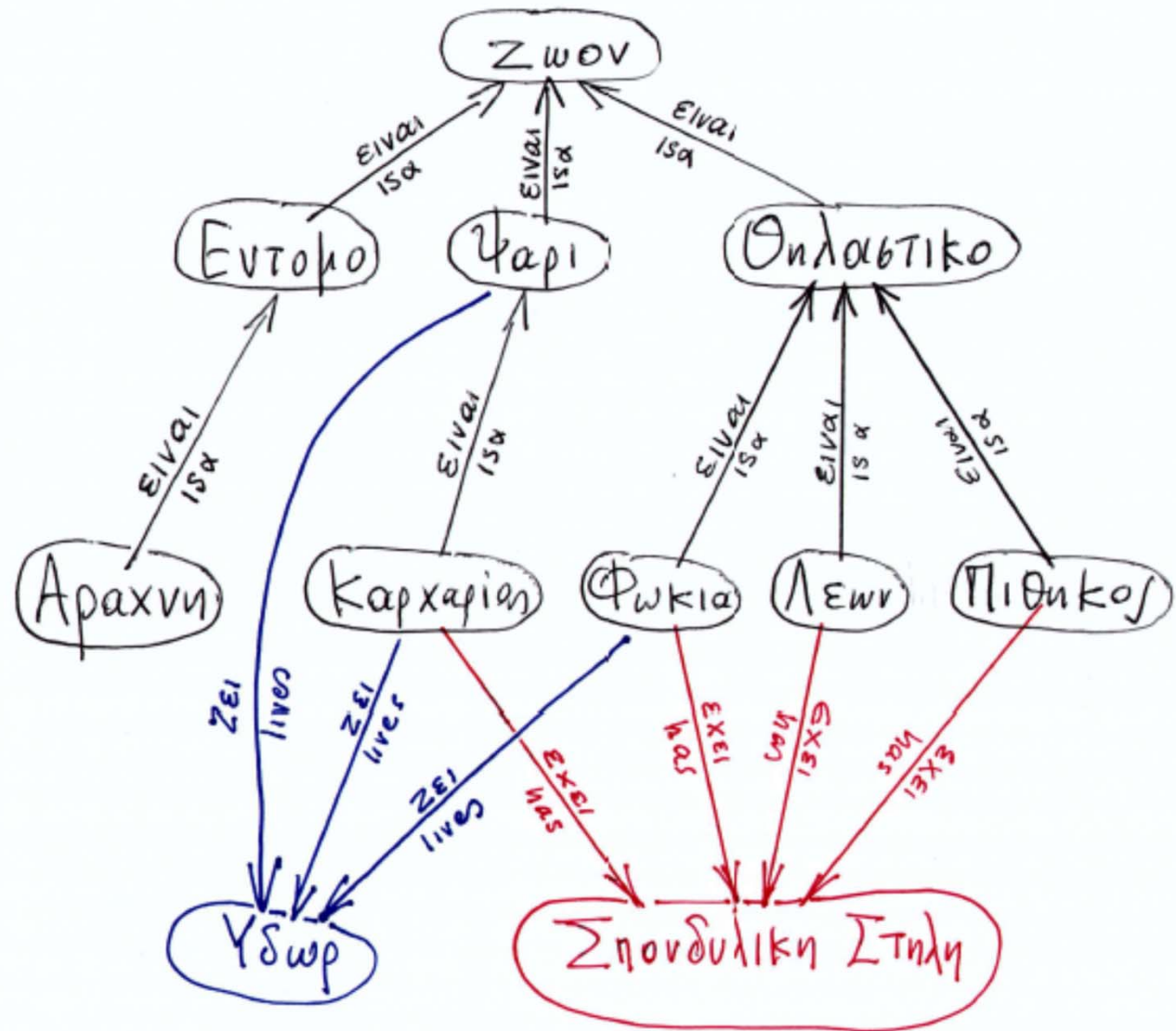
Οντολογία Μποστανζογλου 1962	
Εννοιες Γενικές	Υπαρξίς
	Σχέση
	Ενότης
	Τάξη
	Ποσοτής
	Αριθμός
	Χρόνος
	Χώρος
	Διαστάσις
	Σχήμα
	Ενεργεία
	Κινήσις
Οντα Υλικά	Αβία
	Εμβία
Οντα Αυλά	Νους
	Βουλήσις
	Δράσις
	Αξίες
	Συναισθημα
	Ηθος
	Θεός

Οντολογία Roget Thesaurus 2004	
WORDS EXPRESSING ABSTRACT RELATIONS	Existence
	Relation
	Quantity
	Order
	Number
	Time
	Change
	Causation
WORDS RELATING TO SPACE	Space
	Dimensions
	Form
	Motion
WORDS RELATING TO MATTER	Matter
	Matter Inorganic
	Matter Organic
WORDS RELATING TO THE INTELLECT	Ideas
	Ideas Formation
	Ideas Communication
WORDS RELATING TO VOLITION	Individual Volition
	Intersocial Volition
WORDS RELATING TO AFFECTIONS	Affections
	Personal Affections
	Sympathetic Affections
	Moral Affections
	Religious Affections

Σημασιολογικό Δίκτυο = Οι Έννοιες συνδεονται με Λογικές Σχέσεις

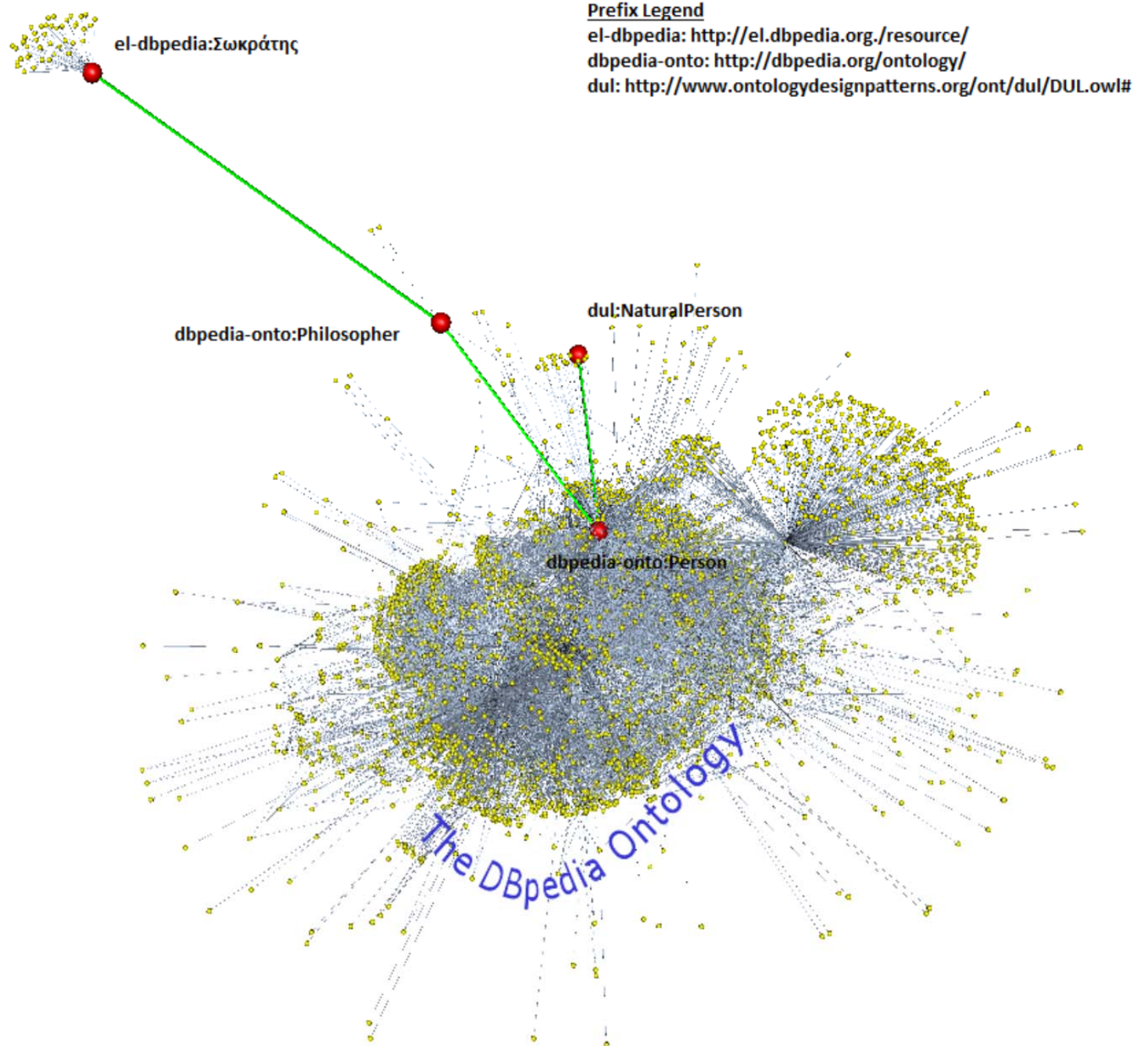
Οντολογία = Σημασιολογικό Δίκτυο + Λογική

Οι Έννοιες συνδέονται με τριάδες Υποκείμενο – Ρήμα – Κατηγορημα



Μαθηματικά Νοησης

Συλλογισμοί Semantic Reasoning

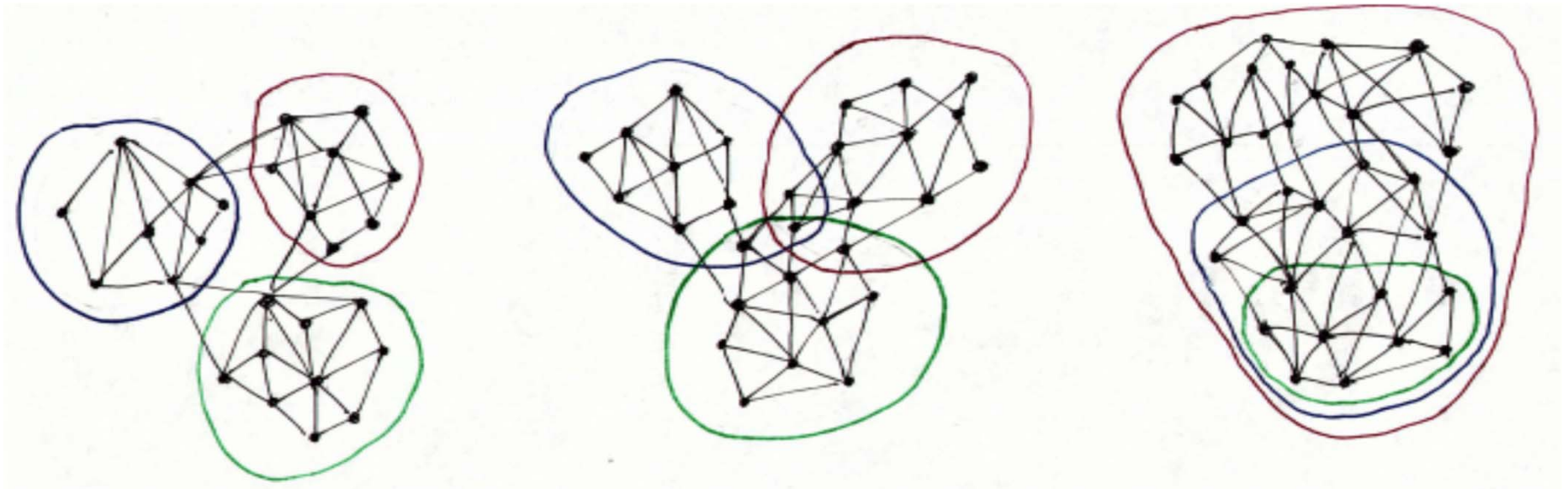


Centrality (Κεντρικότητα) of Individuals or Clusters	Role of Individual or Cluster With High Centrality
Βαθμός (Degree Centrality)	Hub (Out) Ομφαλός Authority, Guru (In) Αυθεντία, Εγκυρος
Εγγύτης (Closeness Centrality)	Accessible (In), Προσβασιμος Propagator (Out) Διαδοτης
Διαμεσότης (Betweenness Centrality)	Intermediary, Broker, Bottleneck Διαμεσολαβητης [Χατζιαβατης] 
Ιδιοκεντρικότητα (Eigenvector Centrality)	Regulators, Manipulators Ρυθμιστης
Articulation	Articulation, Γεφυροποιος They Connect different Modules-Groups.

Partition

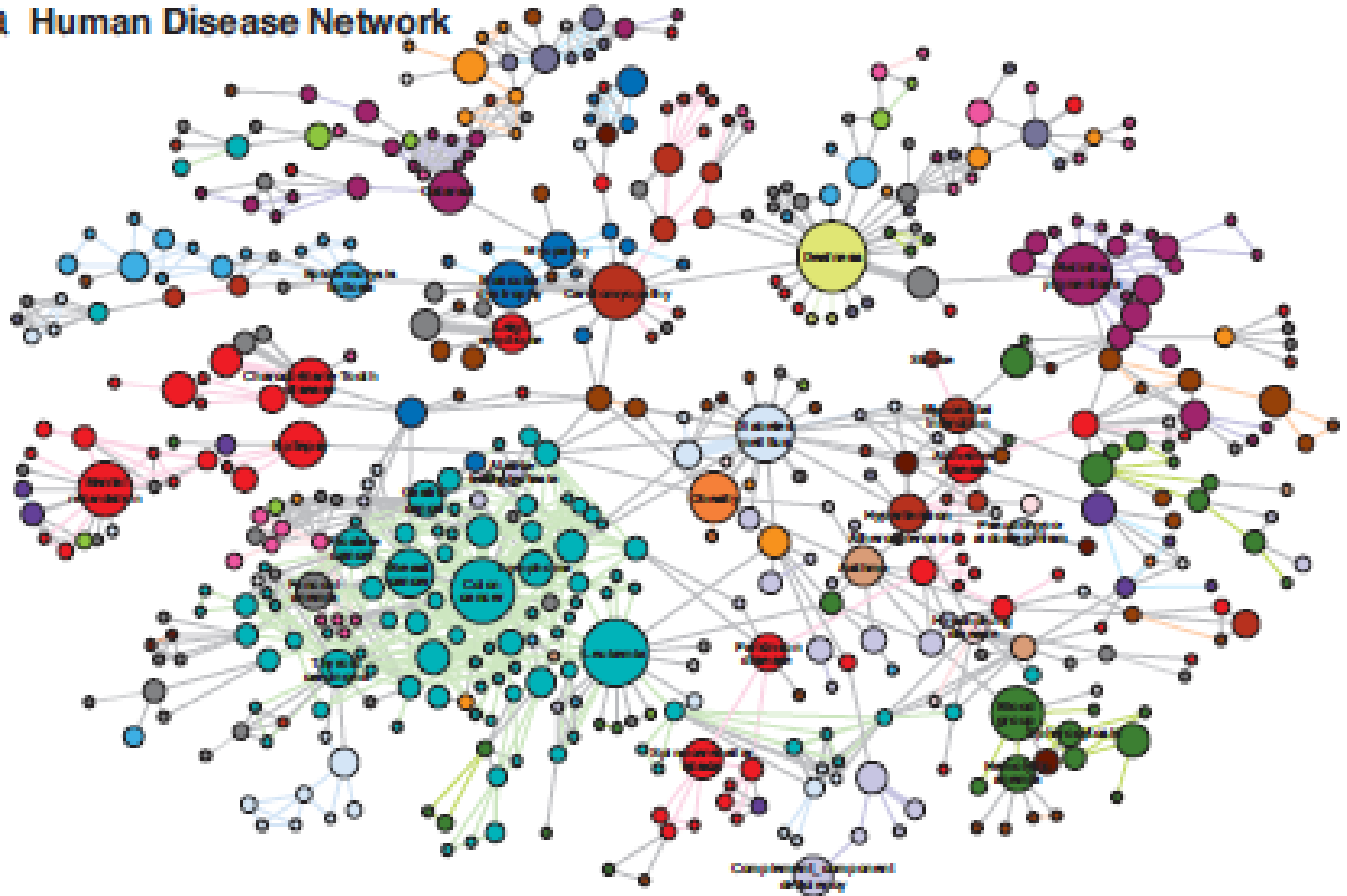
Overlapping Clusters

Hierarchical-Nested



Scale Free Networks

a Human Disease Network



Scale Free Networks Combating Aids

NATURE 2003 Vol 423, 685 Living with the AIDS Virus:

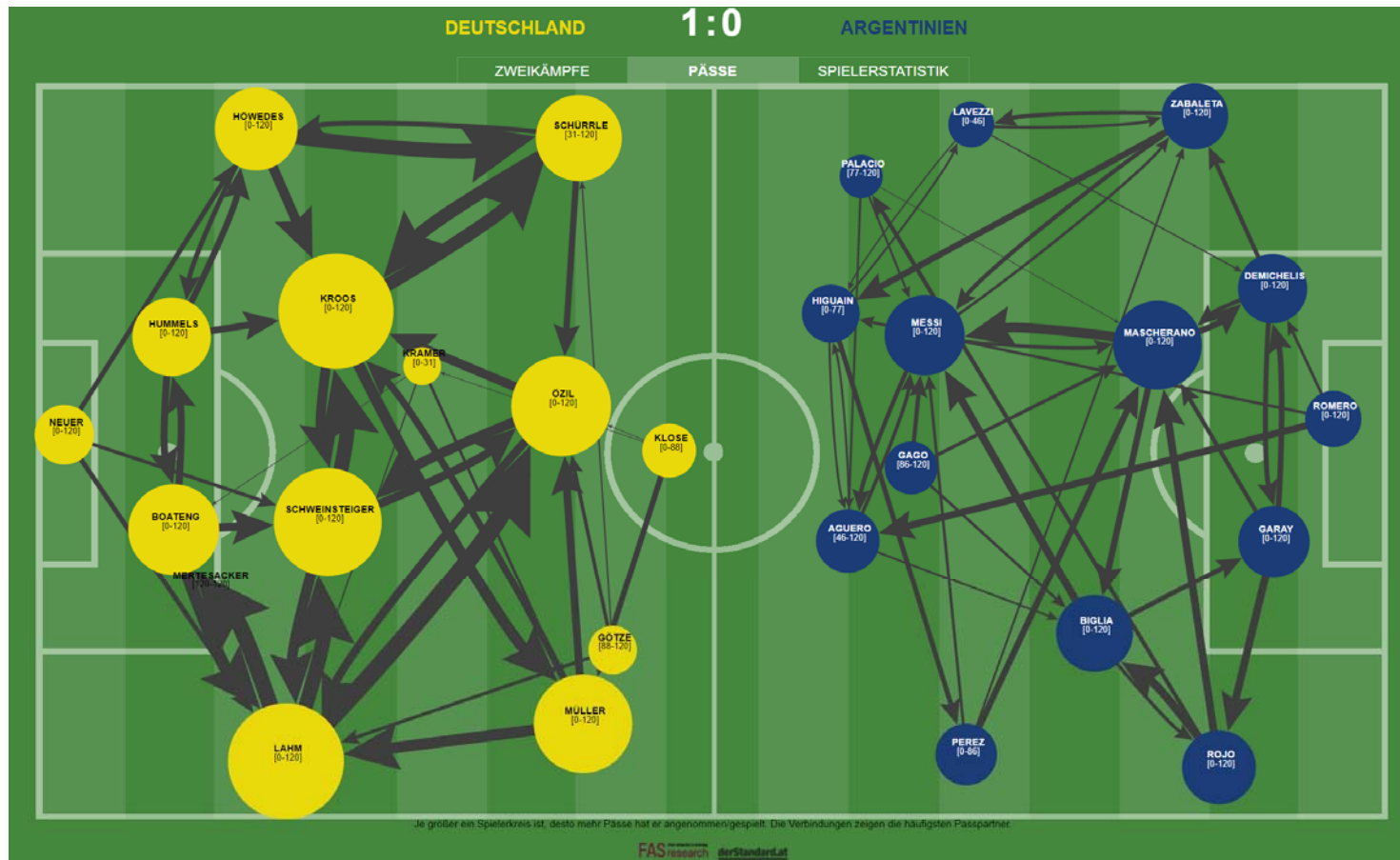
New approaches

To control AIDS

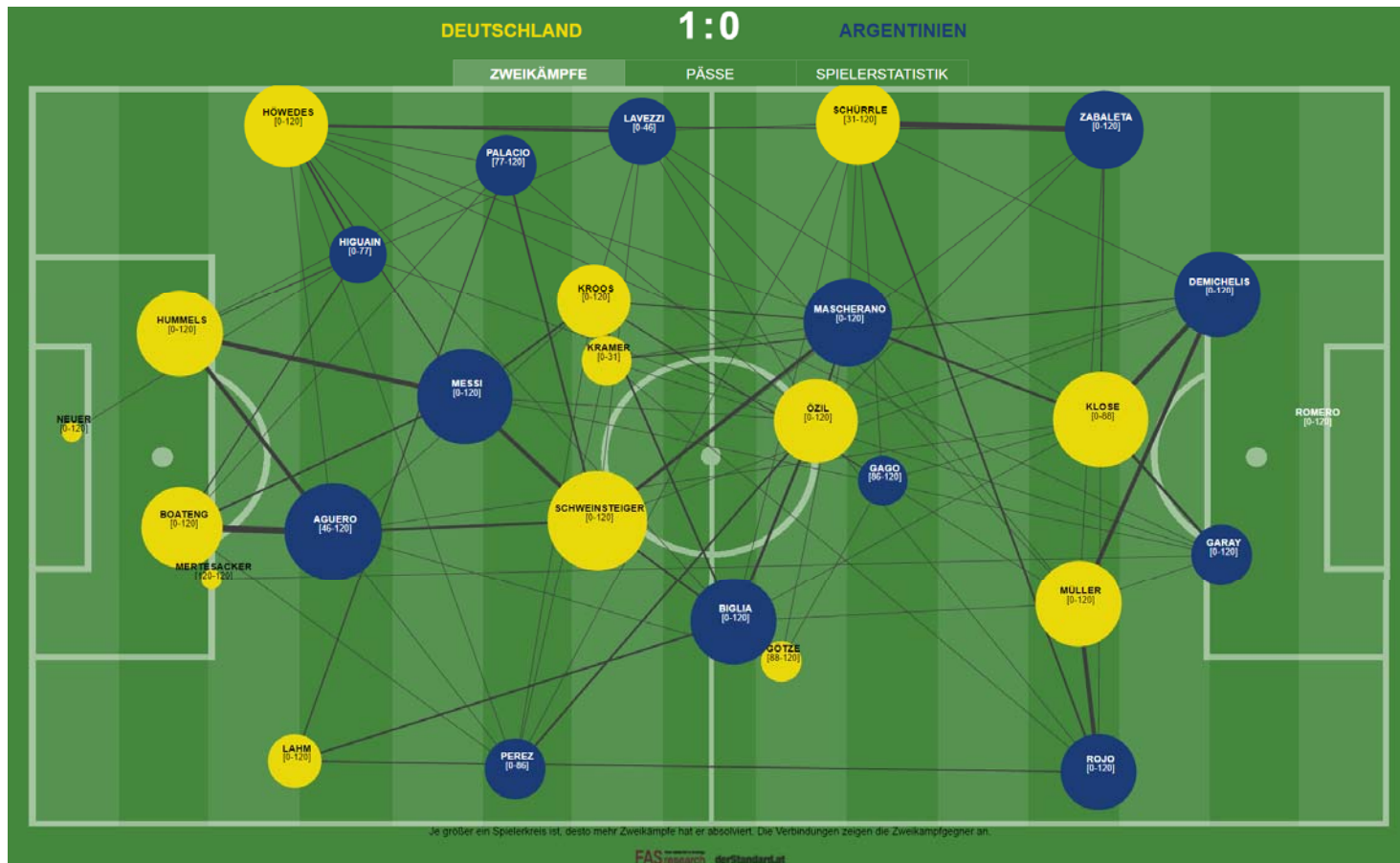
The Epidemic and
the Response in India



Τελικός Παγκόσμιου Κυπέλλου Ποδοσφαίρου 2014 Γερμανία - Αργεντινή: 1 – 0 (13 Ιουλίου 2014)



Τελικός Παγκόσμιου Κυπέλλου Ποδοσφαίρου 2014 Γερμανία - Αργεντινή: 1 – 0 (13 Ιουλίου 2014)



Πολύπλοκα Συστήματα-Δίκτυα

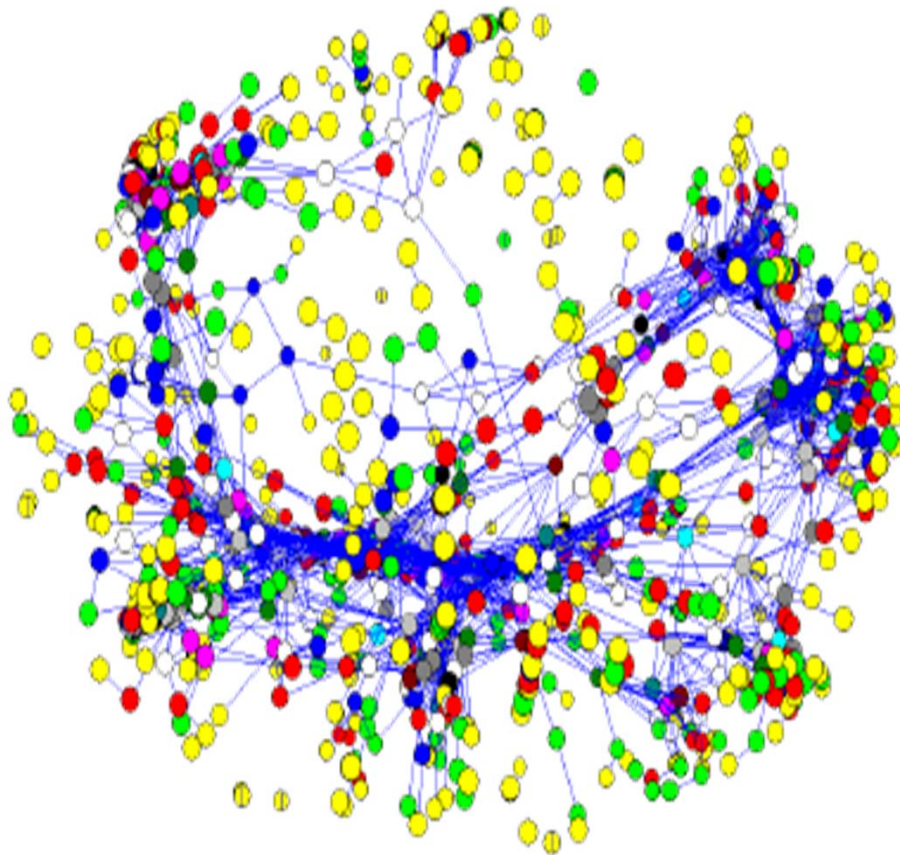
- Κρύσταλλοι
- Γεώσφαιρα, Βιόσφαιρα
- Κυκλώματα
- Δίκτυα Μεταφοράς
Οδικά, Σιδηροδρομικά, Αεροπορικά
- Δίκτυα Επικοινωνίας
Δίκτυα Γενετικά, Πρωτεϊνών, Νόσων
Ο Εγκέφαλος
Τα Σημασιολογικά Δίκτυα , οι Οντολογίες
Τα Κοινωνικά Δίκτυα
Ο Παγκόσμιος Ιστός www

Το λειτουργικό δίκτυο του Εγκεφάλου σε μακροσκοπική κλίμακα

Κόμβοι: τα voxels $(3 \times 3.475 \times 3.475 \text{mm})^3$ που προκύπτουν πειραματικά

Συνδέσεις: λειτουργική συνδεσιμότητα (στατιστικές συσχετίσεις μεταξύ των voxels)

Μνήμη για 300 χρόνια video-audio

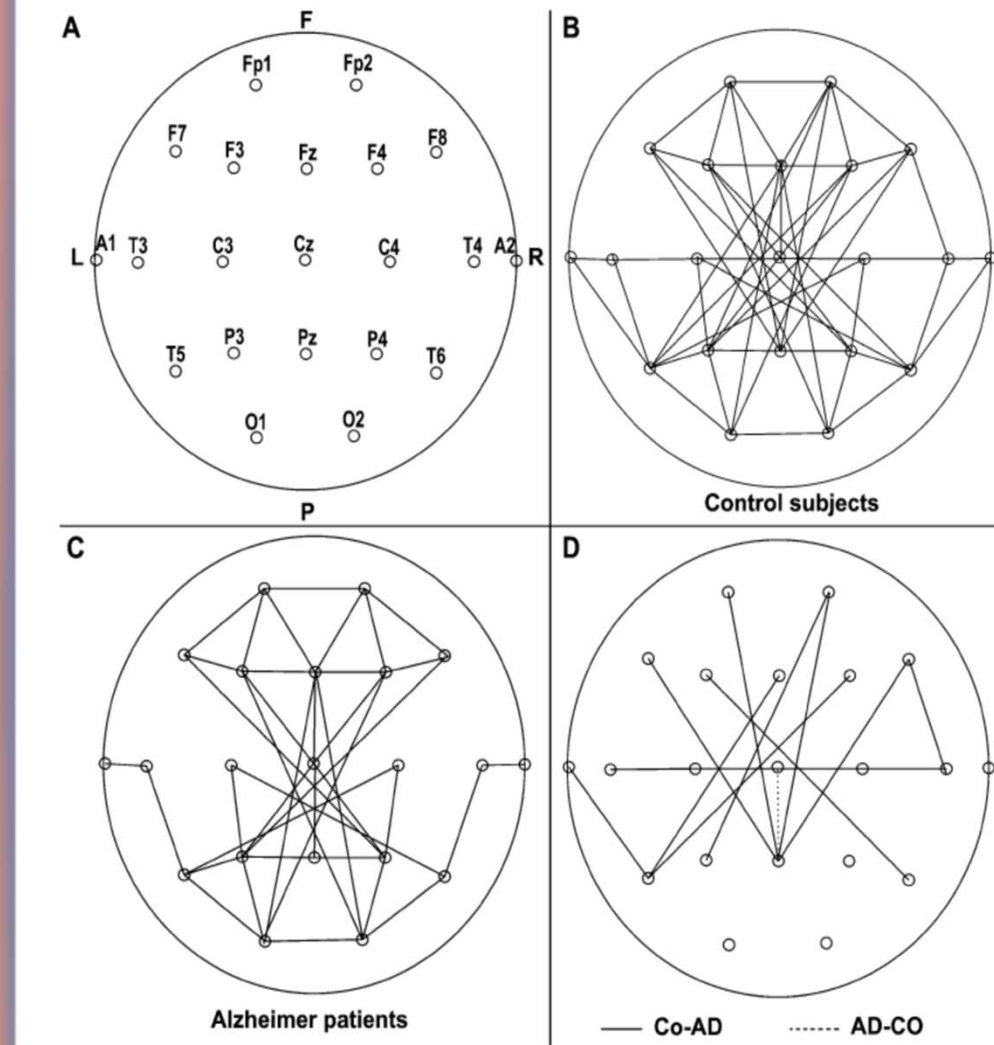


- Ένα τυπικό λειτουργικό δίκτυο του ανθρώπινου εγκεφάλου το οποίο εξάγεται μέσω της τεχνικής fMRI.
- Οι κόμβοι του δικτύου είναι χρωματισμένοι ανάλογα με τον βαθμό τους: κίτρινο=1, πράσινο=2, μπλε=3, μαύρο>3

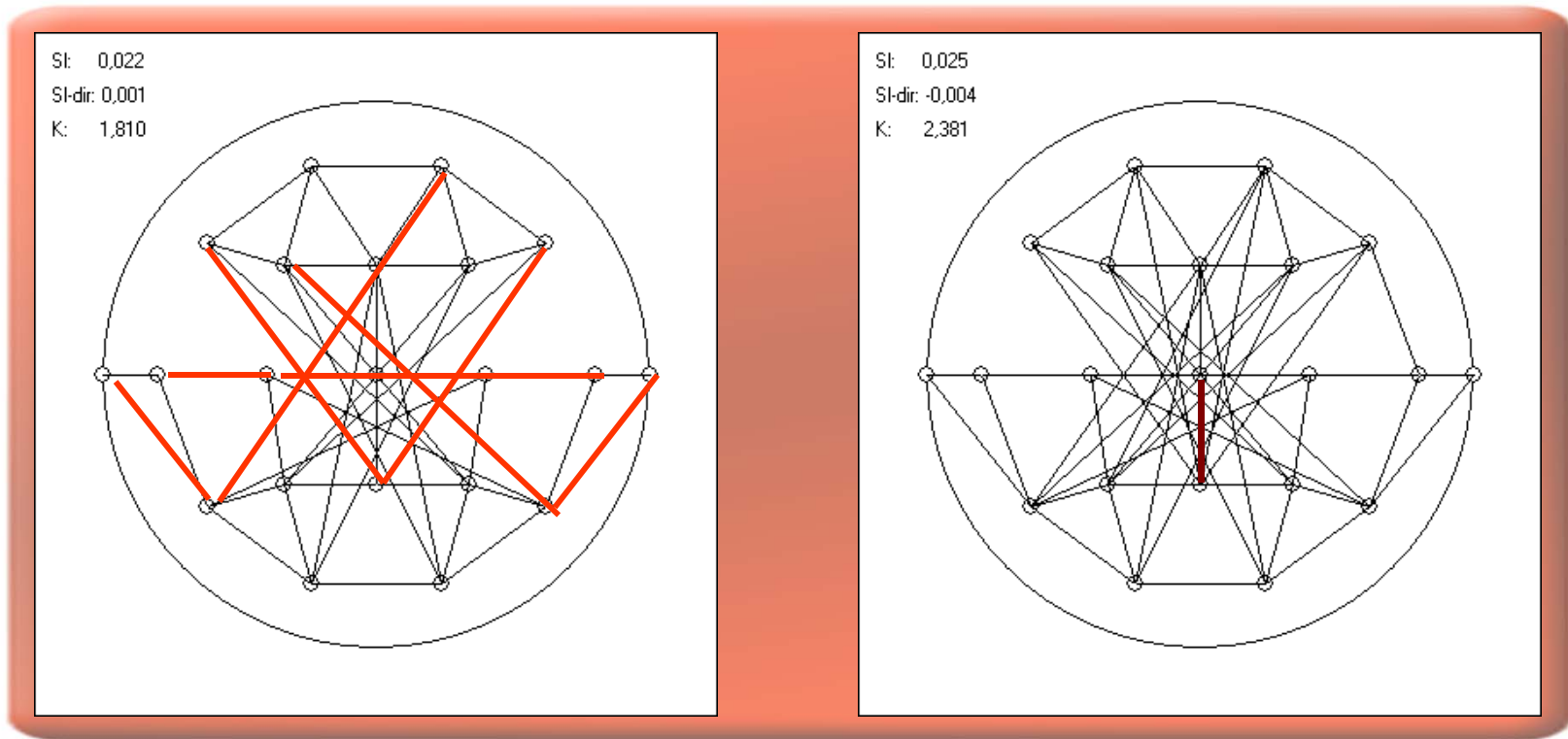
Λειτουργικά Δίκτυα και Alzheimer

● Γραφήματα

- A) Σχηματική κάτοψη του κεφαλιού, με τις θέσεις των ηλεκτροδίων να παριστάνονται με μικρούς κύκλους
- B) Το γράφημα των υποκειμένων ελέγχου
- C) γράφημα των ασθενών με Alzheimer
- D) Το γράφημα των διαφορών των δύο ομάδων



Λειτουργικά Δίκτυα και Alzheimer



Το γράφημα των υποκειμένων ελέγχου είναι περισσότερο συνδεδεμένο

Αναλογία Νου-Web

Ο Εγκέφαλος ως Web (Κατανεμημένο Πολυπλοκο Συστημα)

Brain as Global Workplace

Connectomics Genomics

Μαθηματικά
Πολυπλοκών
Δικτύων

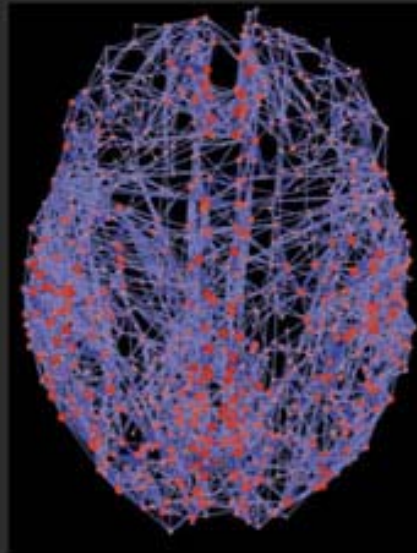
Θεωρία
Συστημάτων

The Human Connectome



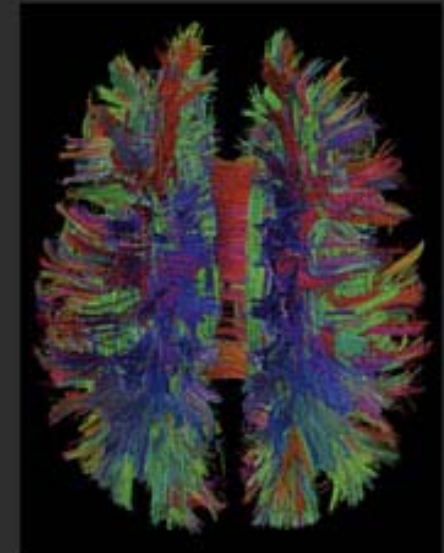
Anatomy

Klingler's method for fiber tract dissection uses freezing of brain matter to spread nerve fibers apart. Afterwards, tissue is carefully scratched away to reveal a relief-like surface in which the desired nerve tracts are naturally surrounded by their anatomical brain areas.



Connectome

Shown are the connections of brain regions together with "hubs" that connect signals among different brain areas and a central "core" or backbone of connections, which relays commands for our thoughts and behaviors.

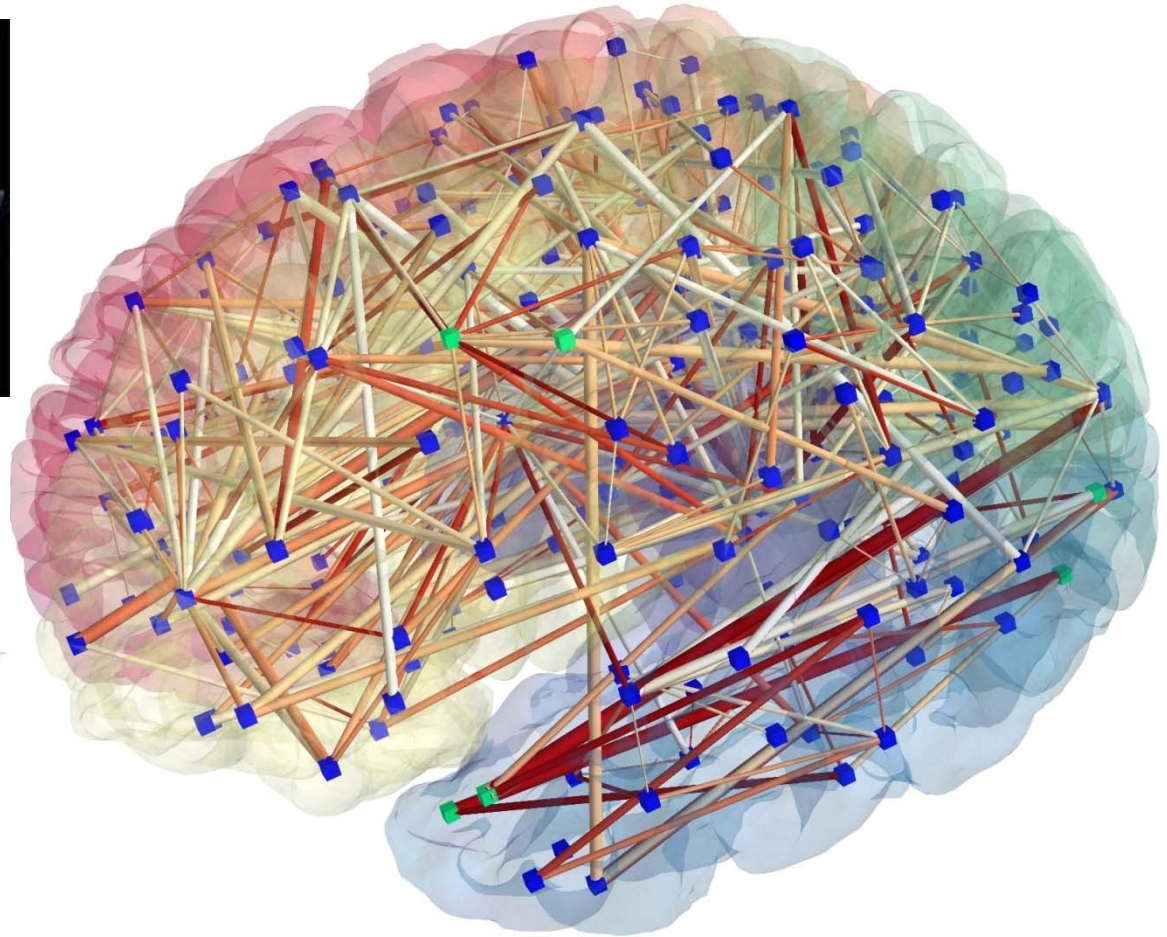
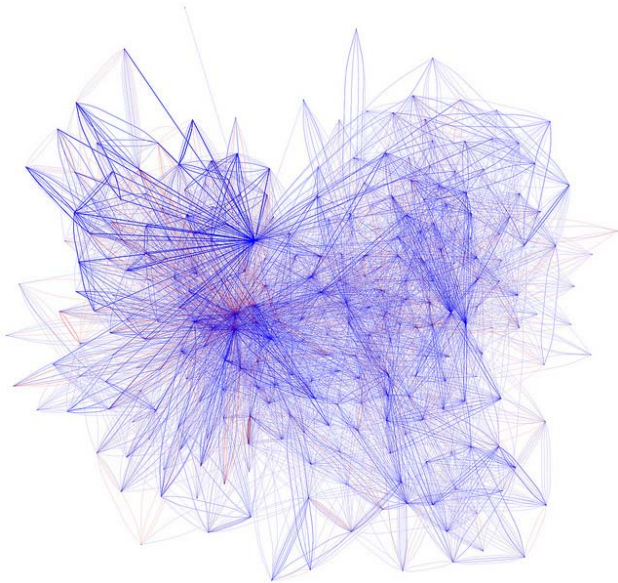
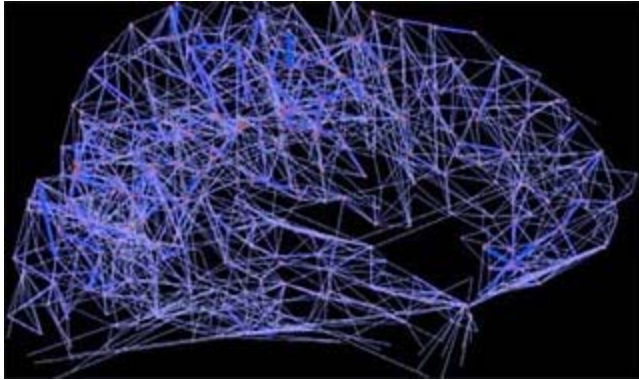


Neuronal Pathways

A new MRI technique called diffusion spectrum imaging (DSI) analyzes how water molecules move along nerve fibers. DSI can show a brain's major neuron pathways and will help neurologists relate structure to function.

Αναλογία Νου-Web

Ο Εγκέφαλος ως Web και το Web ως Global Mind

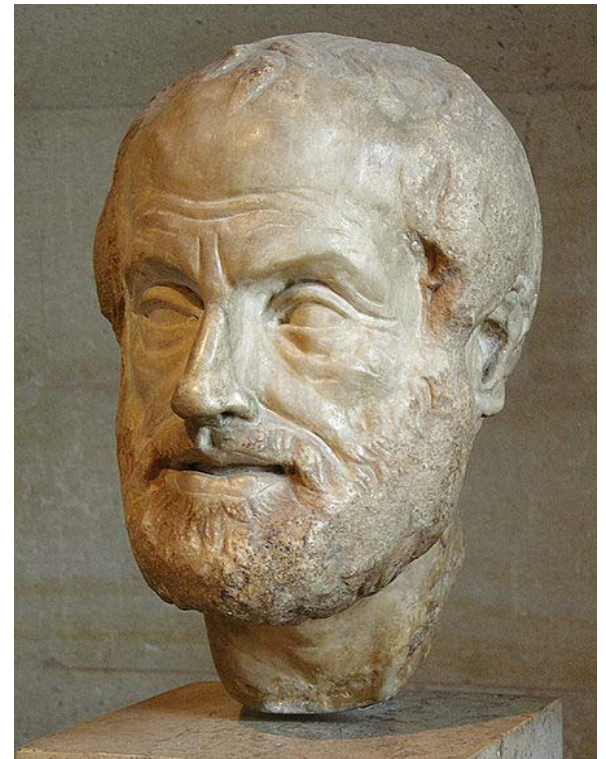


ΝΟΟΣΦΑΙΡΑ

Η ενοποιημένη προσβάσιμη Γνώση

ΤΟ ΟΡΑΜΑ ΤΩΝ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΙΣΤΩΝ

Αριστοτελης 384-322 πΧ



ΤΟ ΟΡΑΜΑ ΤΩΝ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΙΣΤΩΝ

Denis Diderot
1713-1784



Jean-Baptiste
le Rond d'Alembert
1717 –1783



ENCYCLOPÉDIE, OU DICTIONNAIRE RAISONNÉ DES SCIENCES, DES ARTS ET DES MÉTIERS.

PAR UNE SOCIÉTÉ DE GENS DE LETTRES.

Mis en ordre & publié par M. DIDEROT, de l'Académie Royale des Sciences & des Belles-Lettres de Prusse; & quant à la Partie MATHÉMATIQUE, par M. D'ALEMBERT, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, de celle de Prusse, & de la Société Royale de Londres.

*Touten fois j'allois plus,
Touten de moins jusqu'à savoir à l'usage.* HORACE.

TOME PREMIER.



A PARIS.

Chez { BRIASSON, rue Saint-Jacques, à la Science.
DAVID l'aîné, rue Saint-Jacques, à la Plume d'Or.
LE BRETON, Imprimeur ordinaire du Roy, rue de la Harpe.
DURAND, rue Saint-Jacques, à Saint-Godard, & au Griffon.

M. DCC. LI.

AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.

ΤΟ ΟΡΑΜΑ ΤΩΝ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΙΣΤΩΝ

Mikhail Lomonosov 1711 –1765

