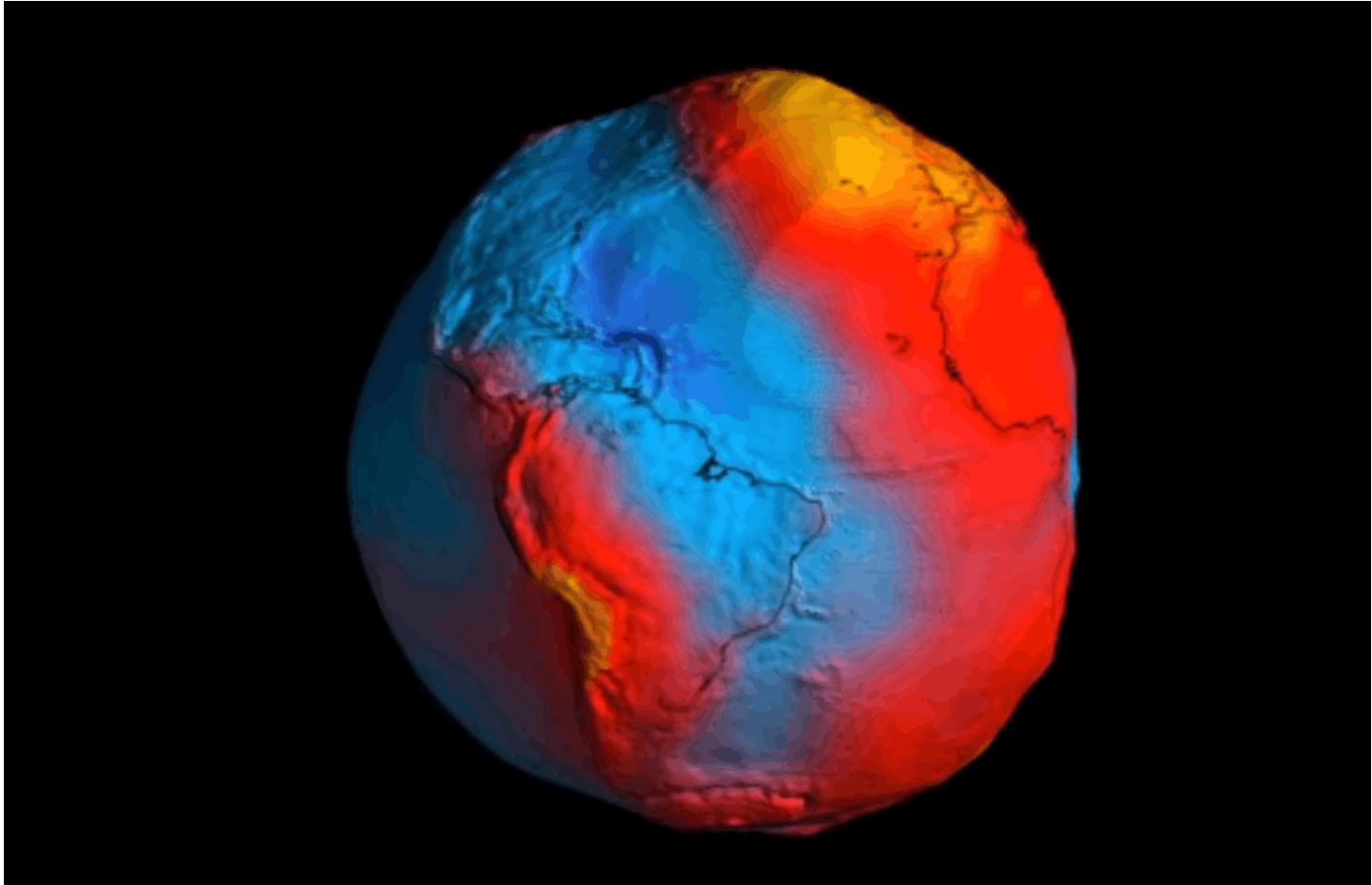


Φυσική Γεωδαισία

Παρουσίαση 1^η: Περιεχόμενα και Αντικείμενο

Βασίλειος Δ. Ανδριτσάνος
Αναπληρωτής Καθηγητής
Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Αντικείμενο: Σχήμα της Γης



Σύνδεση με Τοπογραφία

- **Γεωδαισία – Τοπογραφία:** Προσομοίωση της γήινης πραγματικότητας και απεικόνισή της σε χάρτες
- **Το σχήμα της Γης** → «ελαστική γη» - επίδραση μαζών στο εσωτερικό και περιστροφής
- **Υψόμετρα μηχανικών** → εξάρτηση από το γήινο πεδίο βαρύτητας
- **Αφετηρία υψομέτρων** → Ισοδυναμική επιφάνεια αναφοράς («μηδέν των υψομέτρων»)

Περιεχόμενα του μαθήματος (1)

- **Εισαγωγή** (Ιστορική αναδρομή, εισαγωγικές έννοιες, όργανα μετρήσεων, σύγχρονες εξελίξεις, κλάδοι της γεωδαισίας, στόχοι και διεθνής συνεργασία)
- **Νευτώνειο πεδίο έλξης** (Συστήματα αναφοράς στη Γεωδαισία, Νόμος Παγκόσμιας Έλξης, Γεωμετρία του Γήινου πεδίου βαρύτητας, Κανονικό πεδίο βαρύτητας, Γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς της βαρύτητας)
- **Συστήματα υψών στη Γεωδαισία** (Ελλειψοειδή υψόμετρα, υψόμετρα στο πεδίο βαρύτητας, προσδιορισμός του υψομέτρου, διορθώσεις λόγω βαρύτητας, Μέση Στάθμη της Θάλασσας)

Περιεχόμενα του μαθήματος (2)

- **Διαταρακτικά μεγέθη και στατιστική περιγραφή του πεδίου** (Ανωμαλία και διαταραχή της βαρύτητας, δεύτερες παράγωγοι του δυναμικού, συναρτήσεις συμμεταβλητότητας, πρόγνωση στο πεδίο βαρύτητας, συντελεστές συμμεταβλητότητας)
- **Αναγωγές της βαρύτητας** (αναγωγή ελευθέρου αέρα, τοπογραφική αναγωγή, αναγωγή Bouguer, αναγωγή σε επιφάνεια αναφοράς, ψηφιακά μοντέλα τοπογραφίας, ισοστατική αναγωγή)
- **Σφαιρικές αρμονικές και γεωδυναμικά μοντέλα (1)** (αρμονική ανάλυση στη σφαίρα, πολυώνυμα και συναρτήσεις Legendre, αναπτύγματα σε σφαιρικές αρμονικές)

Περιεχόμενα του μαθήματος (3)

- **Σφαιρικές αρμονικές και γεωδυναμικά μοντέλα (2)** (Η γεωμετρία του πεδίου, Θεμελιώδης εξίσωση Φυσικής Γεωδαισίας, σφαιρικές προσεγγίσεις, τα παγκόσμια γεωδυναμικά μοντέλα βαρύτητας, ο υπολογισμός των συντελεστών των γεωδυναμικών μοντέλων στην πράξη)
- **Εισαγωγή στις μεθόδους προσδιορισμού του γεωειδούς** (Ορισμοί, τα προβλήματα Stokes και Molodensky, προσδιορισμοί του γεωειδούς, αστρονομική χωροστάθμηση, αστροβαρυτημετρική χωροστάθμηση, μοντέλα συνόρθωσης, πολυωνυμικός προσδιορισμός)

Περιεχόμενα του μαθήματος (4)

- **Η τεχνική αφαίρεσης – επαναφοράς και η ολοκληρωματική μέθοδος του Stokes** (Ολοκλήρωμα Stokes, αριθμητικά προβλήματα και πρακτικές εφαρμογές, σφάλματα και ακρίβειες της ολοκληρωματικής μεθόδου)
- **Στοχαστικές και Φασματικές μέθοδοι υπολογισμού** (Η σημειακή προσαρμογή, μαθηματικό μοντέλο συνόρθωσης, συνδυασμός σημειακής προσαρμογής και ολοκληρωματικής μεθόδου, φασματικές τεχνικές, ο ταχύς μετασχηματισμός Fourier)
- **Εισαγωγή στη χωροστάθμηση με GPS** (Κατανόηση διαφορετικών συστημάτων αναφοράς υψομέτρων, χρήση του γεωειδούς στη χωροστάθμηση, μαθηματικό μοντέλο συνόρθωσης)

Περιεχόμενα του μαθήματος (5)

- **Δορυφορική αλτιμετρία** (Περιγραφή μεθόδου, αρχές μέτρησης, αλτιμετρικοί δορυφόροι, επεξεργασία αλτιμετρικών δεδομένων, αλτιμετρικές εφαρμογές)
- **Σύγχρονες δορυφορικές αποστολές και εξελίξεις** (Δορυφορικές τεχνικές μελέτης του πεδίου βαρύτητας, μετρήσεις μεταξύ δορυφόρων, δορυφορική βαθμιθομετρία, δορυφορικές αποστολές CHAMP, GRACE και GOCE, ανάλυση δορυφορικών δεδομένων και εφαρμογές)

Στόχοι του μαθήματος

- **Κατανόηση** της σύνδεσης του πεδίου βαρύτητας με την Τοπογραφία
- **Αντίληψη** των μεθοδολογιών προσέγγισης του πεδίου βαρύτητας
- **Διαπίστωση** της χρήσης του γεωειδούς στα σύγχρονα γεωδαιτικά και τοπογραφικά προβλήματα
- **Ανάλυση** των σύγχρονων εξελίξεων στον τομέα της προσέγγισης του πεδίου βαρύτητας → παρουσίαση των νέων δορυφορικών αποστολών και των γεωδυναμικών μοντέλων που δημιουργήθηκαν

Γεωδαισία

ΓΗ



ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ



ΔΑΙΩ (ΔΙΑΙΡΩ)



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ

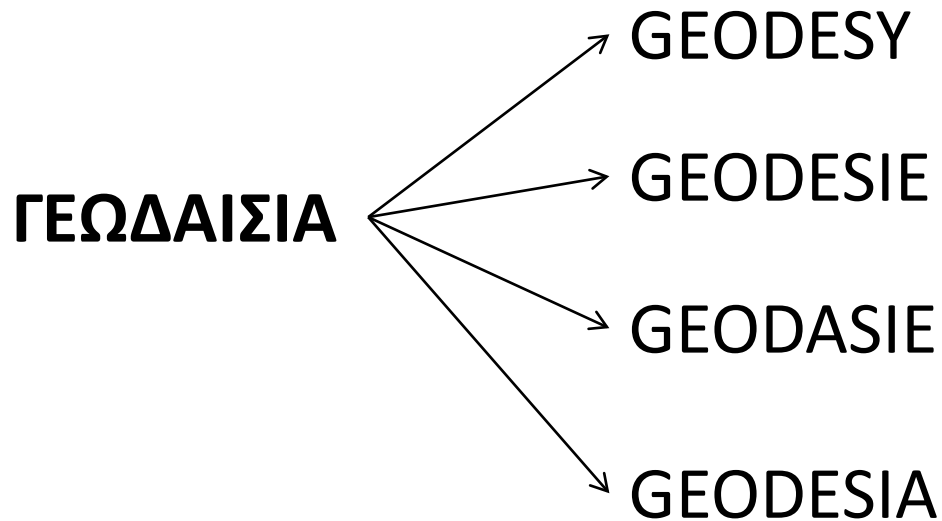
Στάγειρα 384π.Χ – Χαλκίδα 322 π.Χ.

[“Aristoteles Louvre”](#), by [Sting](#)
available under [CC BY-SA 2.5](#)

Διαχωρίζω - μοιράζω τη γη
“Είναι η τέχνη και η επιστήμη των
μετρήσεων για τη διανομή της γης...”

Γεωδαισία (συνέχεια)

Η ελληνική λέξη χρησιμοποιείται ως διεθνής όρος



Τί πραγματεύεται η επιστήμη της Γεωδαισίας;

Η Γεωδαισία αναφέρεται στη θεωρητική μελέτη και στην πρακτική εφαρμογή :

1. Το σχήμα της Γης (μορφή),
2. Το μέγεθος της Γης (διαστάσεις),
- 3. Το γήινο πεδίο βαρύτητας στην επιφάνεια και έξω από αυτήν,**
4. Τον προσδιορισμό σημείων αναφοράς στη γήινη επιφάνεια.

1. Το σχήμα της Γης (μορφή)



“[T-O Mappa mundi](#)”, by [Leinad-Z](#) available under public domain



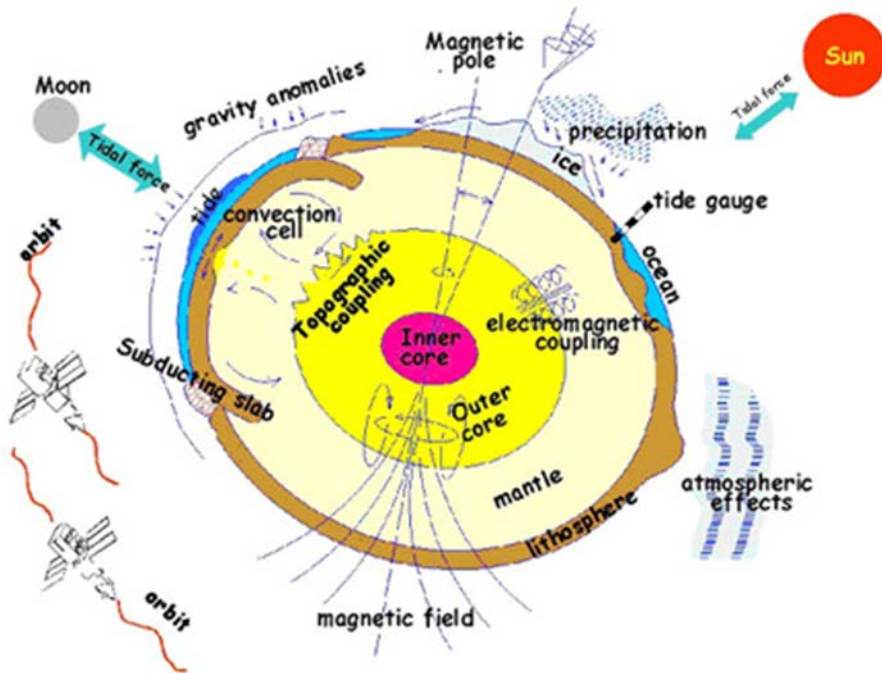
“[The Earth seen from Apollo 17](#)”, by Huntster available under public domain

2. Το μέγεθος της Γης (διαστάσεις)

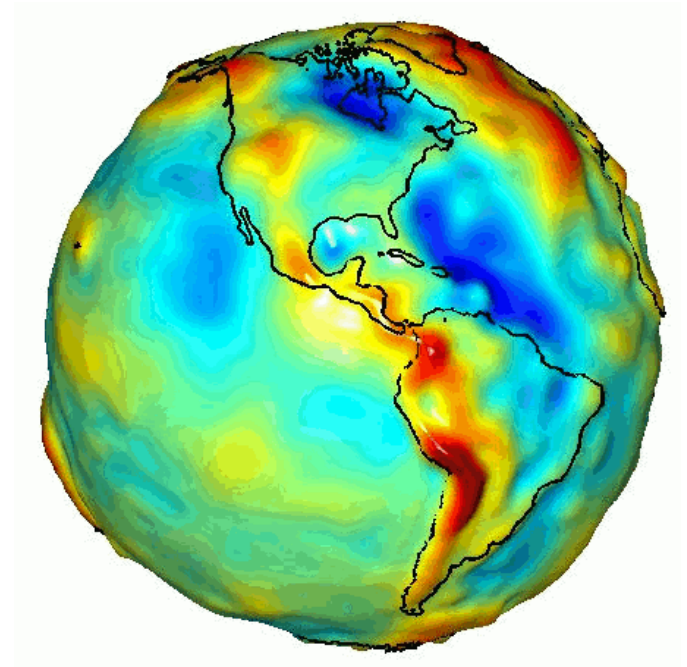


[“The Earth seen from Apollo 17”](#), by
Huntster available under public domain

3. Το γήινο πεδίο βαρύτητας στην επιφάνεια και έξω από αυτήν

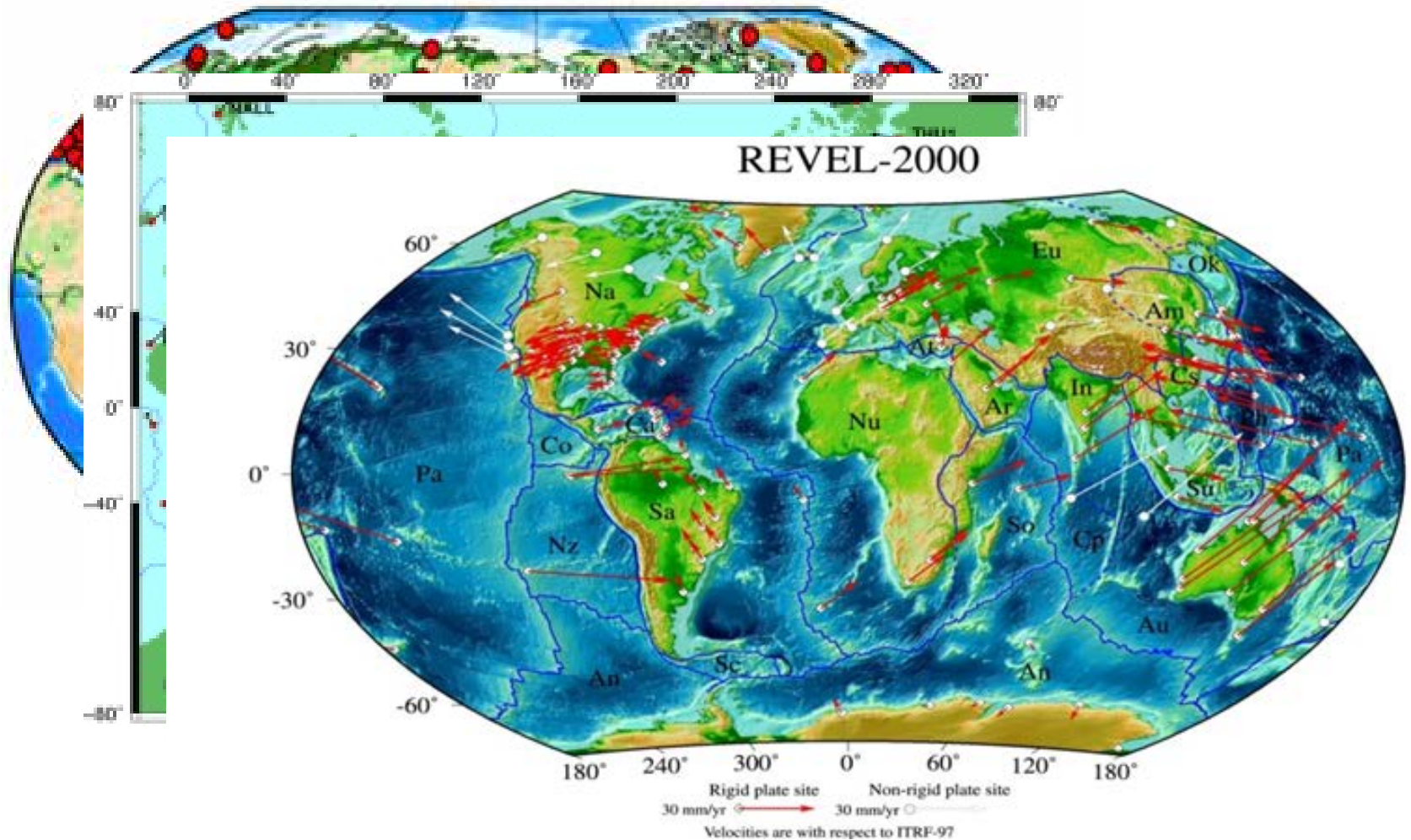


[“Factors affecting the Earth's Gravity Field”](#),
[Natural Resources Canada](#)



[“GRACE globe animation”](#), by [Maddox2](#) available
under public domain

4. Τον προσδιορισμό σημείων αναφοράς στη γήινη επιφάνεια



["REVEL-2000 \(global\)"](#), © Copyright 2001-2013
[UNAVCO](#), Inc. All rights reserved.

Σύγχρονος Ορισμός Της Γεωδαισίας

ΣΧΗΜΑ

ΜΕΓΕΘΟΣ

ΠΕΔΙΟ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ

ΣΗΜΕΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ



Διαχρονική μεταβολή τους
και απεικόνιση

Θεμελιωτές Της Γεωδαισίας (1)



"Eratosthenes", by [Tomisti](#) available under public domain

ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ 276 π.Χ. - 194 π.Χ. :
Θεμελιωτής της γεωδαισίας σύμφωνα
με το σημερινό ορισμό.

“Γεωγραφικά”: υπολογισμός της ακτίνας
της Γης με μεγάλη ακρίβεια.

Θεμελιωτές Της Γεωδαισίας (2)

F. R. Helmert (1843 - 1917): “η επιστήμη των μετρήσεων και της απεικόνισης της γήινης επιφάνειας”.

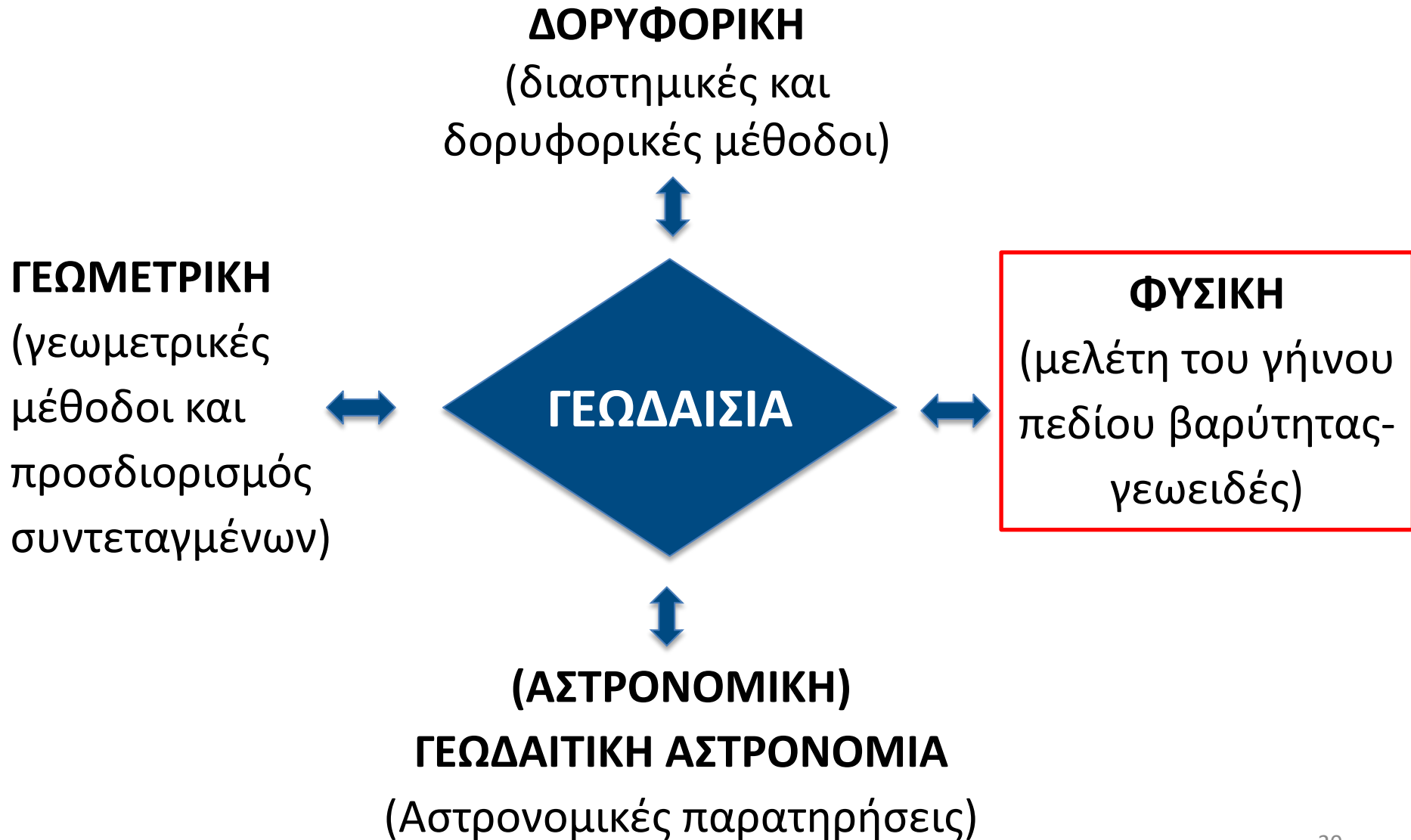
Έδωσε ένα σύντομο και περιεκτικό ορισμό της Γεωδαισίας:

εισάγει την κλίμακα σε σχέση με την έκταση, από τη μελέτη μιας μικρής έκτασης μέχρι και την προσέγγιση του σχήματος της Γης.



“[F-R Helmert 1](#)”, by [Carlo Denis](#)
available under public domain

Κλάδοι της Γεωδαισίας



Γεωεπιστήμες

ΓΕΩΛΟΓΙΑ



ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ



ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ



ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ



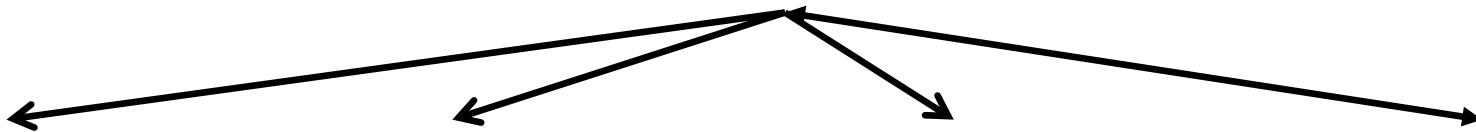
Αστρονομία



ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ



Γεωμετρικό υπόβαθρο- Σύστημα αναφοράς



Τοπογραφία

Χαρτογραφία

Φωτογραμμετρία

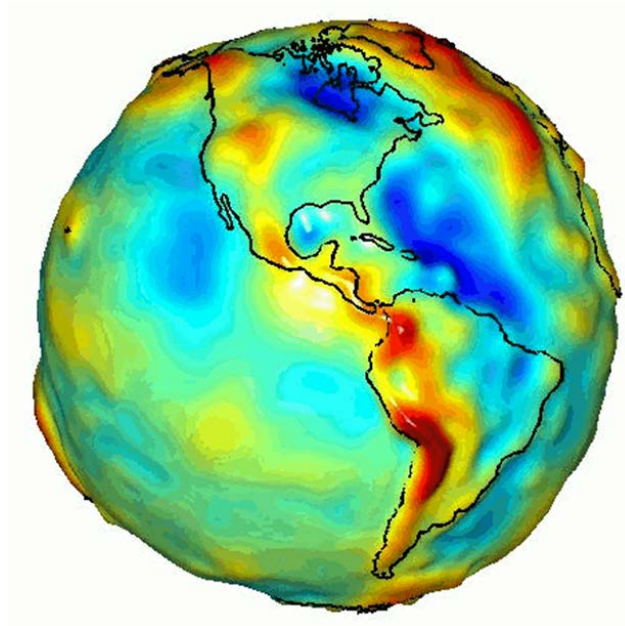
Τηλεσκόπηση

Ορισμός - Ιστορική Αναδρομή

- **Φυσική Γεωδαισία:** Το τμήμα της Γεωδαισίας που ασχολείται με τη χρήση μετρήσεων σχετικών με το γήινο πεδίο βαρύτητας με σκοπό, μέσω προηγμένων και συνεχώς εξελισσόμενων τεχνικών:
 1. την προσέγγιση του γήινου πεδίου βαρύτητας και διαμέσου αυτού του σχήματος και του μεγέθους της Γης,
 2. την κατανόηση της επιφανειακής και της εσωτερικής δομής του πλανήτη από άποψη γεωμετρίας και πυκνότητας,
 3. την πρόβλεψη, υπολογισμό και αξιοποίηση των δορυφορικών τροχιών με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια (μοντέλα πεδίου βαρύτητας),
 4. τη βασική έρευνα στη θεωρητική φυσική, τη σεισμολογία, την ωκεανογραφία, τη γεωφυσική και τη γεωδυναμική.

Αντικειμενικός Στόχος

Προσέγγιση του γεωειδούς: ισοδυναμική επιφάνεια του γήινου πεδίου βαρύτητας που σε πρώτη προσέγγιση ταυτίζεται με τη μέση στάθμη των θαλασσών σε παγκόσμια κλίμακα.

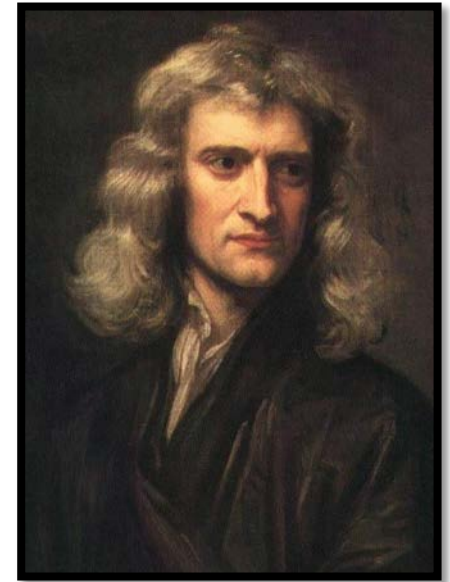


“[GRACE globe animation](#)”, by [Maddox2](#) available under public domain

5η ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 15ος αιώνας μ.Χ. - 17ος αιώνας μ.Χ.

- 1687: Νόμος της Παγκόσμιας Έλξης: θεωρητική απόδειξη της ελλειψοειδούς προσέγγισης πεπλατυσμένης στους πόλους,
- Βαρυτημετρικές, αστρονομικές και γεωμετρικές παρατηρήσεις απέδειξαν τη θεωρία,
- Γεωμετρική επιπλάτυνση.

$$f = \frac{a - b}{a}$$



["GodfreyKneller-IsaacNewton-1689"](#), by Thomas Gun, available under public domain

Sir Isaac Newton

1643 - 1727

6η ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 18ος αιώνας μ.Χ. - 19ος αιώνας μ.Χ. (1 από 5)

- 1738: γεωμετρική επιπλάτυνση από καθαρά δυναμικά μεγέθη,

$$f \approx \frac{5}{2} m - \frac{\gamma_b - \gamma_\alpha}{\gamma_\alpha} \quad m = \frac{\omega^2 \alpha}{\gamma_\alpha}$$

- Η γεωμετρική επιπλάτυνση μπορεί να προκύψει από μετρήσεις βαρύτητας,
- Εισαγωγή του γήινου πεδίου βαρύτητας στον ορισμό.



[“Alexis Clairaut”](#), by Gdr, available under public domain

Alexis Clairaut
1713 - 1765

6η ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 18ος αιώνας μ.Χ. - 19ος αιώνας μ.Χ. (2 από 5)

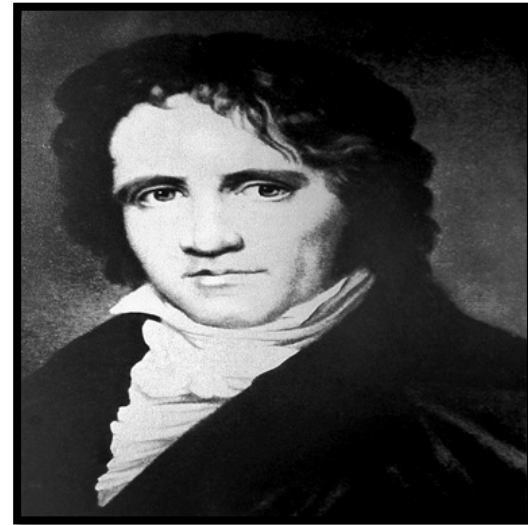
- Τριγωνισμοί Αννόβερο και Πρωσία,
- Υπολογιστικές μέθοδοι στηριζόμενες στη συνόρθωση των παρατηρήσεων,
- Πρώτη αμφισβήτηση της καταλληλότητας του ελλειψοειδούς μοντέλου.



[“Carl Friedrich Gauss”](#), by Bcrowell, available under public domain

Carl Friedrich Gauss

1777 - 1855



[“Friedrich Wilhelm Bessel”](#), by ArtMechanic, available under public domain

Friedrich W. Bessel

1784 - 1846

6η ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 18ος αιώνας μ.Χ. - 19ος αιώνας μ.Χ. (3 από 5)

- “...η απόκλιση μεταξύ της κατακορύφου (νήματος της στάθμης) που αναφέρονται οι φυσικές παρατηρήσεις και της καθέτου στο ελλειψοειδές μοντέλο δεν μπορεί να αγνοηθεί...”
- Ασυμφωνίες στις μετρήσεις τόξων για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του ελλειψοειδούς,
- Πρώτος διαχωρισμός της πραγματικής επιφάνειας, της φυσικής επιφάνειας (γεωειδές) και της μαθηματικής επιφάνειας αναφοράς που την προσεγγίζει (ελλειψοειδές).



[“Pierre-Simon Laplace”](#), by [Luestling](#), available under public domain

Pierre-Simon Laplace
1749 - 1827

6η ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 18ος αιώνας μ.Χ. - 19ος αιώνας μ.Χ. (4 από 5)

- Πρώτος Γεωδαιτικός Συγγραφέας: “Μαθηματική και Φυσική Θεωρία της Γεωδαισίας” (1880),
- Εισαγωγή των αποκλίσεων της κατακορύφου στον υπολογισμό των παραμέτρων του ελλειψοειδούς μοντέλου.



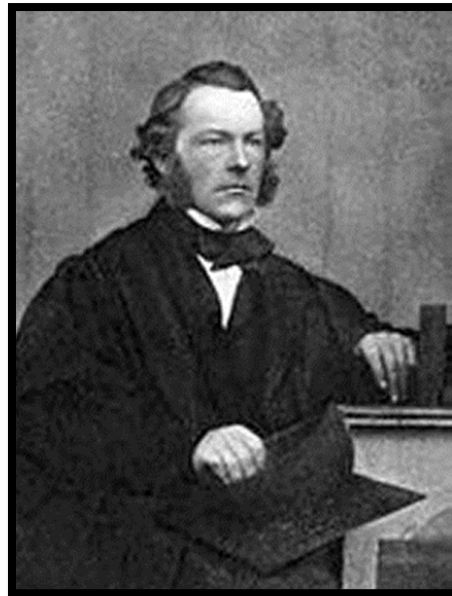
Friedrich R. Helmert

1843 - 1917

[“F-R Helmert 1”](#), by [Carlo Denis](#) available under public domain

6η ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 18ος αιώνας μ.Χ. - 19ος αιώνας μ.Χ. (5 από 5)

- Πρώτη κλειστή σχέση για τον υπολογισμό του γεωειδούς από μετρήσεις βαρύτητας πάνω στην γήινη επιφάνεια,
- Πρώτη λύση του *Γεωδαιτικού Προβλήματος Συνοριακών Τιμών* (*Geodetic Boundary Value Problem*).



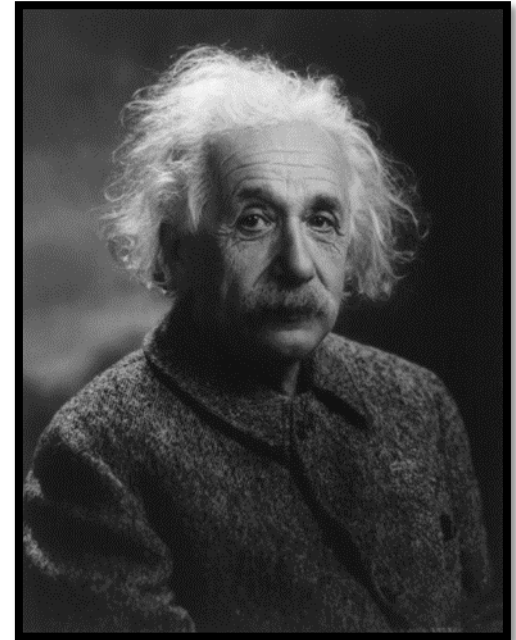
George G. Stokes

1819 - 1903

“George Gabriel Stokes”, by [File Upload Bot \(Magnus Manske\)](#), available under public domain

20ος αιώνας: Γενική Θεωρία Σχετικότητας

- Βαρύτητα: ιδιότητα του ίδιου του χώρου και όχι δύναμη ανάμεσα σε δύο σώματα,
- Η ύλη προκαλεί καμπύλωση του χωροχρόνου: βαρύτητα,
- Αναπαράσταση με επίπεδο ελαστικό φύλλο,
- Θεωρία του ενοποιημένου πεδίου: κοινή περιγραφή όλων των δυνάμεων της φύσης (ηλεκτρομαγνητισμός, ασθενής και ισχυρή πυρηνική δύναμη και βαρυτική έλξη).



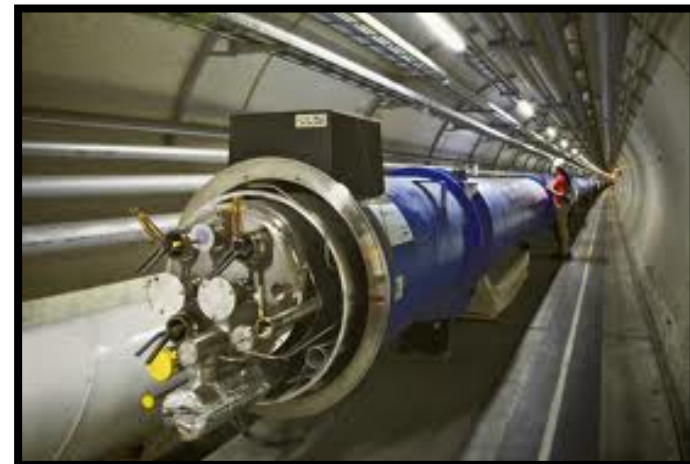
[“Albert Einstein Head Cleaned N Cropped”](#), by [Jaakobou](#), available under public domain

Albert Einstein
1879 - 1955

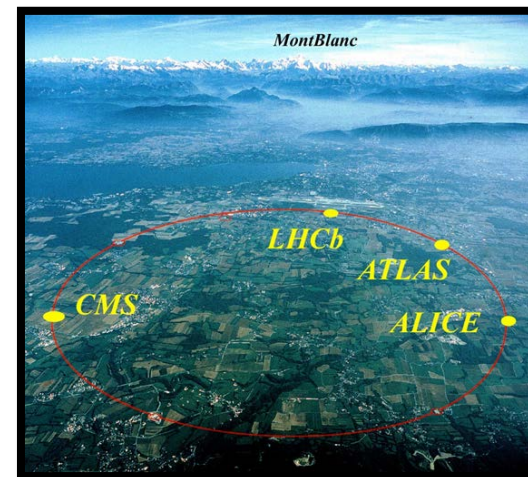


Νεότερες Αποψεις Σχετικά Με Τη Βαρυτητα

- **Βαρύτητα:** δύναμη ασθενής. Ειδικός εξοπλισμός για τη μελέτη της,
- 2009: CERN - Γενεύη: Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (Large Hadron Collider - LHC),
- Ποιά είναι τα αίτια που προκαλούν τη βαρύτητα;
- Είναι η πρώτη δύναμη που παρατηρήθηκε στη φύση, αλλά και εκείνη που αδυνατεί να ελέγξει ο άνθρωπος.



[“National Science and Engineering Week”](#), by [Department for Business, Innovation and Skills \(bisgovuk\)](#), available under [CC BY-ND 2.0](#)

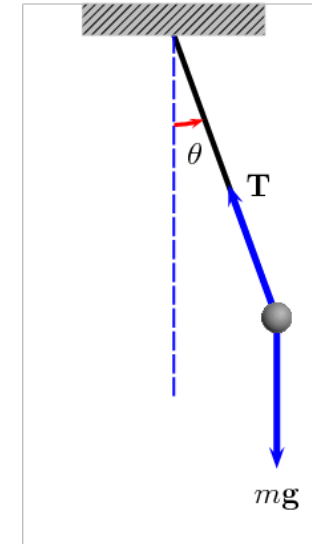


Τα όργανα και οι μετρήσεις βαρύτητας

Εκκρεμές

- Από το 17^ο αιώνα → μετρήσεις με εκκρεμή
- Η τιμή της βαρύτητας ανάγεται σε **μέτρηση μήκους** και **περιόδου ταλάντωσης**

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$$

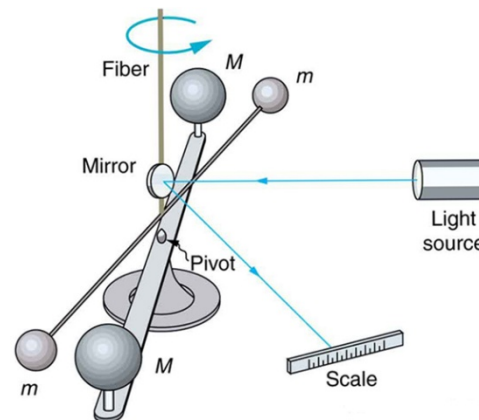


- Μετρήσεις απολύτων τιμών και σχετικών (περίοδοι ταλάντωσης του ίδιου εκκρεμούς σε διαφορετικό τόπο)
- Οι εξελίξεις στη μέτρηση με εκκρεμές σχετίζονται με τις επιστημονικές προόδους **μέτρησης του χρόνου**

Τα όργανα και οι μετρήσεις βαρύτητας

Ζυγός στρέψης – Torsion balance

- Μετρήσεις οριζόντιων βαθμίδων της βαρύτητας

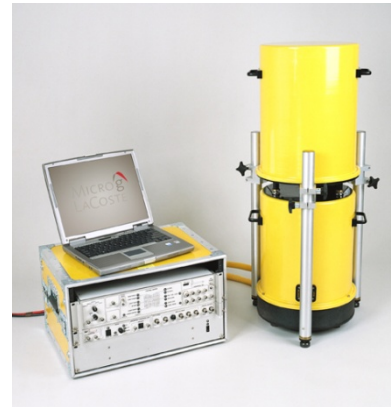
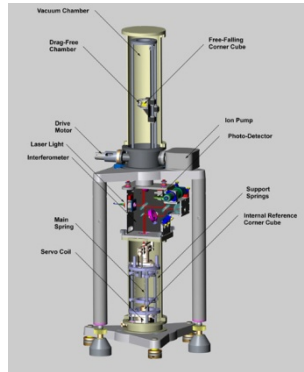


- Επίδραση γειτονικών μαζών → τοπογραφικές διορθώσεις
- Εκκρεμή και ζυγός → **χρονοβόρες μετρήσεις** (1 έως και 6 ώρες παρατήρησης)

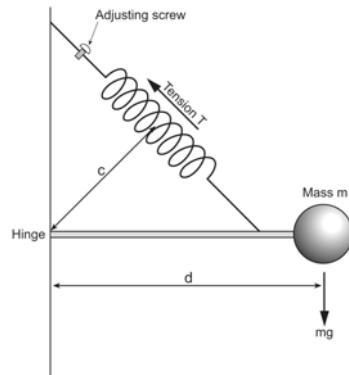
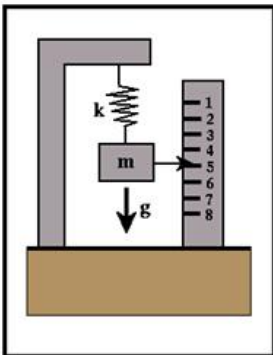
Τα όργανα και οι μετρήσεις βαρύτητας

Βαρυτήμετρα

- Απόλυτης μέτρησης → πείραμα της ελεύθερης πτώσης



- Σχετικής μέτρησης → αρχή του ελατηρίου



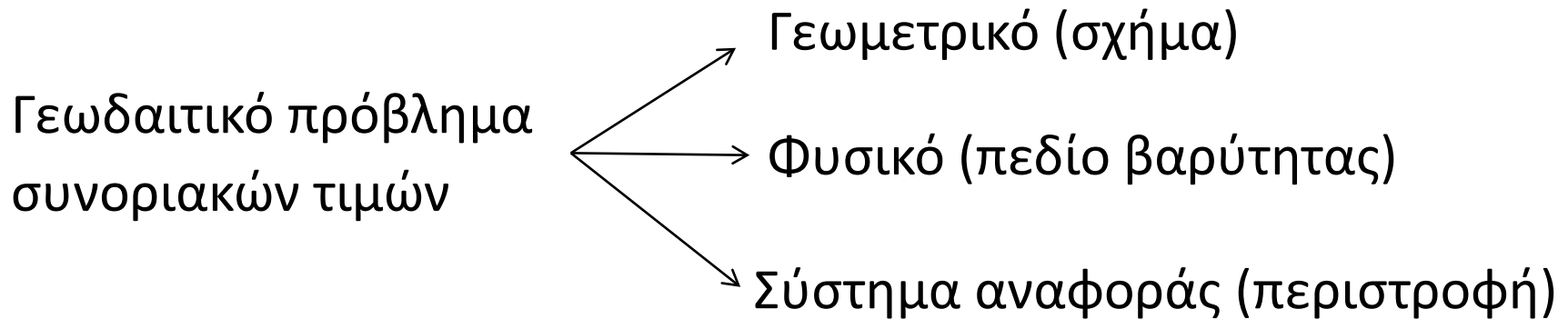
Τα όργανα και οι μετρήσεις βαρύτητας

Μετρήσεις σε θάλασσα – αέρα – διάστημα

- Μετρήσεις βαρύτητας → Αντικείμενο της **βαρυτημετρίας**
- Τροποποίηση των επίγειων βαρυτημέτρων → μετρήσεις σε θάλασσα και από αέρα
- Βάσεις σταθεροποίησης, γυροσκοπικοί μηχανισμοί και αδρανειακά συστήματα
- Δορυφορικές αποστολές για μετρήσεις του πεδίου βαρύτητας (**CHAMP, GRACE και GOCE**)

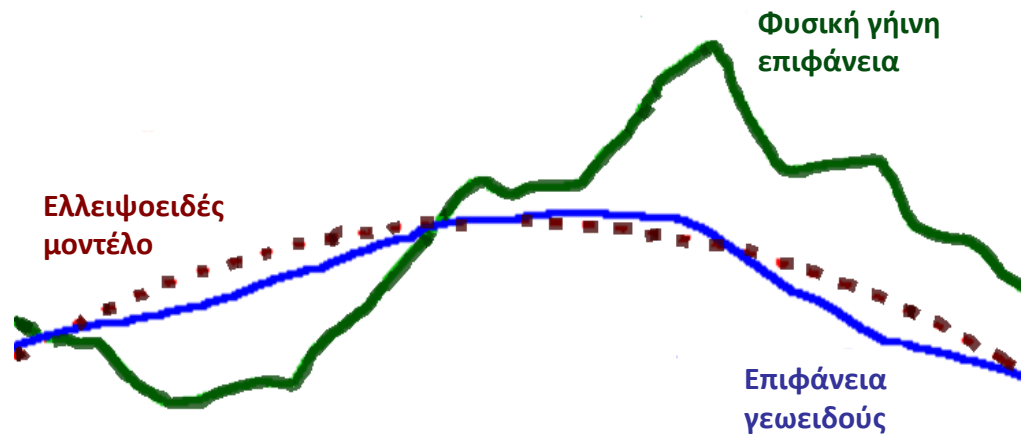
Μαθηματική Τεκμηρίωση

- Γεωδαισία – πεδίο βαρύτητας: πρόβλημα συνοριακών τιμών (boundary value problem),
- Ζητούμενο: από μετρήσεις στην επιφάνεια και έξω από αυτήν να προσδιοριστεί το σχήμα και το μέγεθος της επιφάνειας.



Γεωδαιτικό πρόβλημα συνοριακών τιμών (1)

- Στόχος 1^{ος} → προσδιορισμός του γήινου πεδίου και των μεταβολών του
- Στόχος 2^{ος} → προσδιορισμός ενός *μοντέλου γης* από μετρήσεις σε αυτή και έξω από αυτή
- Εισαγωγή τριών επιφανειών αναφοράς



Γεωδαιτικό πρόβλημα συνοριακών τιμών (2)

- Γεωειδές και φυσική επιφάνεια → **συνοριακές επιφάνειες**
- Γεωδαιτικό πρόβλημα → από μετρήσεις στις συνοριακές επιφάνειες να προσεγγιστεί η μορφή των επιφανειών αυτών
- Δύο λύσεις αναλόγως των συνοριακών επιφανειών → **Κλασική λύση του Stokes** και **μοντέρνα λύση του Molodensky**
- Οι μετρήσεις βαρύτητας ανάγονται (1^η λύση) στη συνοριακή επιφάνεια (γεωειδές) μέσω αναγωγών και διορθώσεων (αναγωγές ελευθέρου αέρα και τοπογραφικές αναγωγές)

Γεωδαιτικό πρόβλημα συνοριακών τιμών (3)

- Τρία βασικά **ερωτήματα** για την επίλυση του προβλήματος
 1. Υπάρχει ανάγκη αναφοράς όλων των μετρήσεων στη συνοριακή επιφάνεια;
 2. Η πρωτογενής μέτρηση της βαρύτητας αρκεί για τη λύση;
 3. Υπάρχει η ανάγκη εισαγωγής μίας μαθηματικής επιφάνειας - μοντέλου;
- **Απαντήσεις**
 1. Εξίσωση Laplace \rightarrow απαίτηση μετρήσεων στη συνοριακή επιφάνεια (βλ. παρουσίαση 2)
 2. Η παρουσία της φυγόκεντρου δύναμης εκτός από τη δύναμη έλξης οδηγεί σε δυσκολία επίλυσης του προβλήματος (βλ. παρουσίαση 2 και 3)
 3. Η εισαγωγή της επιφάνειας – μοντέλου (επιφάνεια κανονικής βαρύτητας) οδηγεί στην επίλυση του δεύτερου ζητήματος (βλ. παρουσίαση 3)

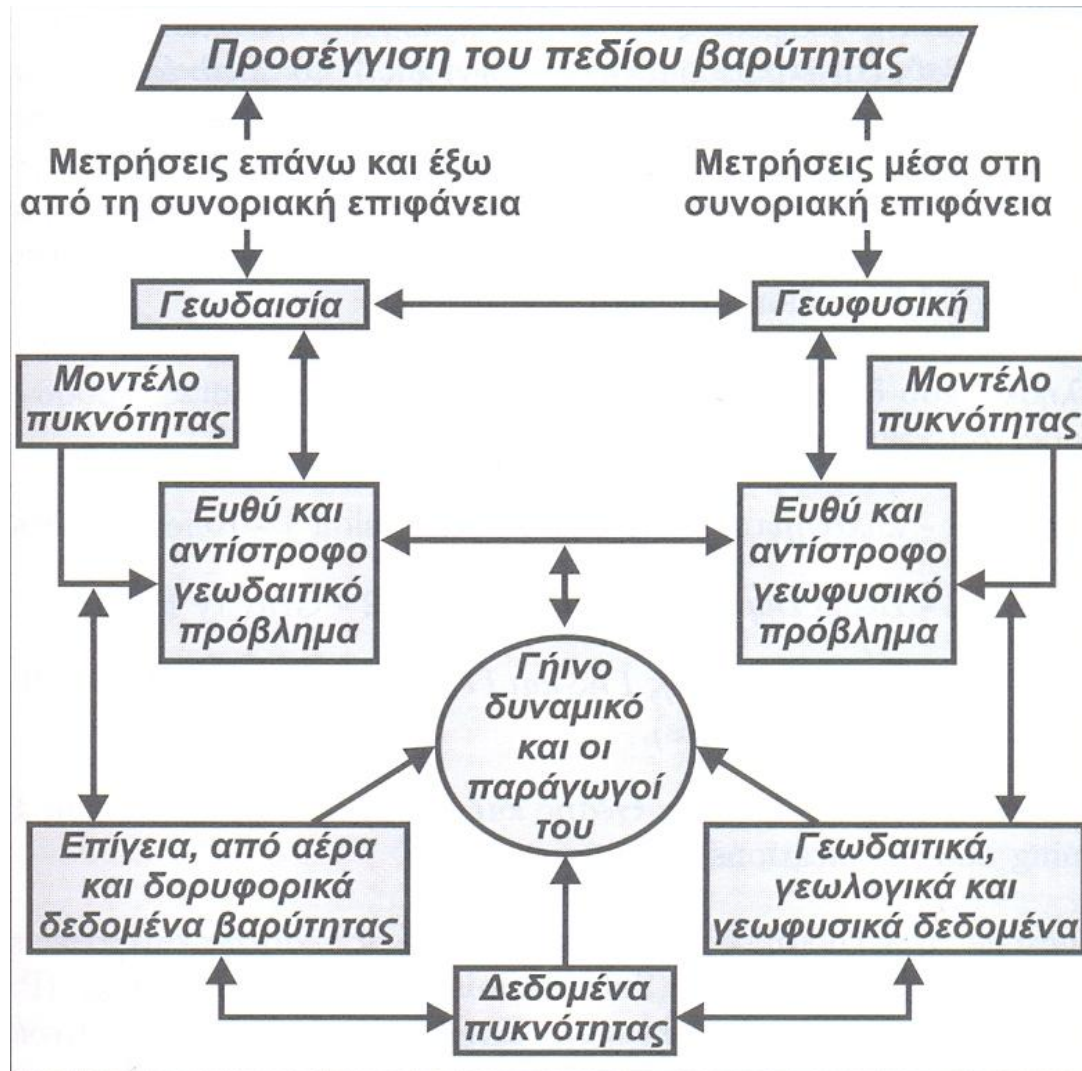
Γεωδαιτικό πρόβλημα συνοριακών τιμών (4)

- Σύγχρονη αντιμετώπιση: 2^η λύση του Molodensky
- Από μετρήσεις στη φυσική επιφάνεια να προσεγγιστεί η επιφάνεια αυτή
- Διαφορετική επιφάνεια αναφοράς (τελουροειδές)
- Καμία υπόθεση για την κατανομή των μαζών στο εσωτερικό της Γης
- Διαφορετικά **συστήματα υψών** → επιφάνεια αναφοράς (βλ. παρουσίαση 4)
 - Γεωειδές → ορθομετρικά υψόμετρα
 - Τελουροειδές → κανονικά υψόμετρα

Μοντελοποίηση του γήινου πεδίου βαρύτητας

- Οι λύσεις του γεωδαιτικού προβλήματος συνοριακών τιμών (Stokes και Molodensky) οδηγεί σε **προσεγγίσεις των επιφανειών αναφοράς και του εξωτερικού πεδίου βαρύτητας**
- **Μοντελοποίηση** του πεδίου βαρύτητας ή **ευθύ γεωδαιτικό πρόβλημα** → **Φυσική Γεωδαισία** → προσέγγιση συνοριακής επιφάνειας από μετρήσεις
- Το **αντίστροφο πρόβλημα** αφορά στη **γεωφυσική** → από τιμές του δυναμικού έλξης να υπολογιστούν οι μάζες εντός της επιφάνειας αναφοράς → **δεν έχει μοναδική λύση** και απαιτεί αρχικές τιμές για τις πυκνότητες των μαζών και τα βάθη των μεταβολών των πυκνοτήτων

Μοντελοποίηση του γήινου πεδίου βαρύτητας



Διεθνής Συνεργασία στη Γεωδαισία

(1 από 4)

- 1862: Κεντροευρωπαϊκή Ένωση Τόξων,
- 1867: Ευρωπαϊκή Ένωση Τόξων (αποδοχή μετρικού συστήματος και ίδρυση Διεθνούς Γραφείου Μέτρων και Σταθμών),
- 1886: Διεθνής Ένωση Γεωδαισίας (International Association of Geodesy - IAG),
- 1919: Διεθνής Ένωση Γεωδαισία και Γεωφυσικής (International Union of Geodesy and Geodynamics - IUGG).

Διεθνής Συνεργασία στη Γεωδαισία

(2 από 4)

International Council for Science

95 Academies
or research
Councils
(members)

25 Scientific
Unions
(members)

28 Scientific
Associates
(non-
members)

Among them

IUGG

IUGG (International Union for Geodesy and Geophysics)

IAGA

IASPEI

AIVCEI

IAG

IAMAS

IAHS

IAPSO

International Association of Geodesy

Διεθνής Συνεργασία στη Γεωδαισία

(3 από 4)



[International Union of Geodesy and Geophysics](#)



[International Association of Geodesy](#)

Διεθνής Συνεργασία στη Γεωδαισία

(4 από 4)

