



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΦΥΣΙΚΗ (ΒΙΟ_ΦΥΣ)

Χειμερινό Εξάμηνο 2022-2023

Διδάσκων

- ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ Κωνσταντίνος
kandriko@upatras.gr

- **ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ**
- Πανεπιστήμιο Πατρών

Που μπορείτε να με βρίσκετε: Α' κτίριο, 2^{ος} όροφος γρ. 313

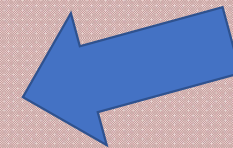
Διαλέξεις

Αίθουσα Β/Μ-026

Μέρες/Ωρες

ΔΕ 12.00-14.00

ΤΡ 09.00-11.00



ΠΡΟΣΟΧΗ !

Ακολουθούμε τους κανόνες Covid

Εγγραφή στην ηλεκτρονική Γραμματεία

Εγγραφή στο eclass του μαθήματος – Θα πραγματοποιηθεί
εκκαθάριση των παλαιών εγγεγραμμένων

Τρόπος επικοινωνίας

email: kandriko@upatras.gr

Subject: BIOLOGY-class

e-class: Ελεύθερο μέχρι το τέλος των εγγραφών

ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Jay Newman: “Φυσική για τις Επιστήμες της Ζωής (Physics of the Life Sciences)” Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα 2013, ISBN (13):. 9789605313135
2. R. Freedman et al. «Βασικές Αρχές Φυσικής στις Επιστήμες Υγείας», Εκδ. Broken Hill Pub. 2019 Nicosia, CY
3. Richard Wolfson: “Θεμελιώδης Πανεπιστημιακή Φυσική (Essential University Physics)”, Εκδ. Κριτική ΑΕ, ISBN: 978-960-586-305-0
4. Young, Hugh D. και Freedman, Roger, “Πανεπιστημιακή Φυσική με σύγχρονη φυσική, ΜΗΧΑΝΙΚΗ – ΚΥΜΑΤΑ – ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ (University Physics – Volume I)”, Εκδ. Παπαζήση (3^η έκδοση 2019), ISBN: 978-960-02-3535-7
5. Young, Hugh D. και Freedman, Roger, “Πανεπιστημιακή Φυσική με σύγχρονη φυσική, ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ - ΟΠΤΙΚΗ - ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ (University Physics – Volume II)”, Εκδ. Παπαζήση, (3^η έκδοση 2019), ISBN: 978-960-02-3536-4
6. Paul G. Hewitt: “Οι έννοιες της Φυσικής (Conceptual Physics)”, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, ISBN: 960-524-192-7

Σημείωση: Ειδικότερα για τη βιβλιογραφία με α.α. 4 και 5, το περίγραμμα του μαθήματος καλύπτεται και από τους δύο τόμους των Εκδ. Παπαζήση.

eClass

Συνήθεις επιλογές

Ανακοινώσεις
Έγγραφα



The screenshot displays the eClass interface for a course titled "ΦΥΣΙΚΗ" (Physics) by "Κ.Σ. Ανδρικόπουλος". The user is logged in as "kandriko". The interface includes a sidebar with navigation options: "Επιλογές Μαθήματος", "Ανακοινώσεις", "Έγγραφα", "Ημερολόγιο", "Μηνύματα", "Ομάδες Χρηστών", and "Συνδέσεις". The main content area features a "Περιγραφή" (Description) section with an image of physics-related icons and a stack of books. The text describes the course's focus on understanding physical processes and their applications in biology. It lists various topics such as Newton's laws, thermodynamics, wave phenomena, and electromagnetism. A "Περισσότερα" (More) link is provided below the text. Below the description is a "Ημερολόγιο" (Calendar) for October 2021, with the 11th highlighted in green. To the right, the "Ανακοινώσεις" (Announcements) section lists several notices, including an exam in August 2021, a final exam in June 2021, and another exam in May 2021. The footer of the page reads "Open eClass © 2003-2021 — Όροι Χρήσης".

Κ.Σ. Ανδρικόπουλος

ΦΥΣΙΚΗ

Κ.Σ. Ανδρικόπουλος

Περιγραφή

Οι γνώσεις Φυσικής, επιτρέπουν την κατανόηση των Φυσικών διεργασιών και των τεχνικών χαρακτηρισμού και απεικόνισής.

Η ύλη του μαθήματος αναγράφεται στον οδηγό σπουδών, και δίνεται έμφαση στις εφαρμογές στη Βιολογία:

<http://www.biology.upatras.gr/attachments/article/40/Final%20%CE%9F%CE%94%CE%97%CE%96.pdf>

Μεγέθη και συστήματα μονάδων. Γραφικές παραστάσεις φαινομένων. Δυνάμεις. Νόμοι του Νεύτωνα. Ροπή δυνάμεως. Ενέργεια. Θερμότητα, ειδική θερμότητα, θερμοκρασία. Πίεση σε ρευστά. άνωση, πίεση σε υγρό, νόμος του Bernoulli. Ελαστικότητα. Επιφανειακή τάση υγρών. Αρμονική ταλάντωση. Κύματα. Φακοί και Είδηλα. Μικροσκόπιο. Διάθλαση. Κυματική φύση του φωτός. Περιθλαση. Δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων. Ηλεκτρικά πεδία. Πυκνωτές. Ηλεκτρικό ρεύμα. Νόμος του Ohm. Αντίσταση. Το ποτεναϊόμετρο. Ηλεκτρικό ρεύμα και μαγνητικό πεδίο. Εναλλασσόμενο ρεύμα. Ανορθωτές και διαδοί. Μετρητές ηλεκτρικών ποσοτήτων. Εκπομπή ηλεκτρονίων. Ακτίνες

Περισσότερα ↓

Ημερολόγιο

Οκτώβριος 2021

Κυριακή	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή	Σάββατο
25	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

● Προθεσμία
● Γεγονός μαθήματος
● Γεγονός συστήματος
● Προσωπικό γεγονός

Ανακοινώσεις

Εξέταση (Σεπτεμβρίου 2021) του μαθήματος της Φυσικής, Τμ. Βι...
Τρίτη, 17 Αυγούστου 2021

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ επί πτυχίω στο μάθημα ΦΥΣΙΚΗ
Δευτέρα, 28 Ιουνίου 2021

Εξέταση ΙΟΥΝΙΟΥ 2021 για τους ΕΠΙ ΠΤΥΧΙΩ φοιτητές του Τμήμα...
Δευτέρα, 31 Μαΐου 2021

περισσότερα...

Open eClass © 2003-2021 — Όροι Χρήσης

eClass

Η ημερομηνία σας δηλώνει πότε δημιουργήθηκε ο φάκελος

The screenshot shows the eClass interface for a course named 'ΦΥΣΙΚΗ' (Physics). The user is logged in as 'kandriko'. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Επιλογές Μαθήματος', 'Ανακοινώσεις', 'Εγγραφα', 'Ημερολόγιο', 'Μηνύματα', 'Ομάδες Χρηστών', and 'Συνδέσμοι'. The main content area displays a file list under the heading 'Αρχικός κατάλογος'. The table below shows two folders: 'ΑΣΚΗΣΕΙΣ-2020_21' and 'ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ-2020_21'. The 'Date' column is highlighted with a red box, showing the dates 23-11-2020 and 08-11-2020.

Τύπος	Όνομα	Μέγεθος	Ημερομηνία	📄
📁	ΑΣΚΗΣΕΙΣ-2020_21		23-11-2020	📄
📁	ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ-2020_21		08-11-2020	📄

eClass

Μπορείτε να «κατεβάσετε» τα αρχεία

Τα αρχεία μπορεί να ανανεώνονται μέσα στο εξάμηνο

Χαρτοφυλάκιο / ΦΥΣΙΚΗ / Έγγραφα

ΦΥΣΙΚΗ Έγγραφα

Αρχικός κατάλογος » DIALΕΙΕIS-2020_21

Επίστρω

Τύπος	Όνομα	Μέγεθος	Ημερομηνία	α
📄	week1.pdf	5.46 MB	08-11-2020	📄
📄	week10-11.pdf	5.24 MB	28-12-2020	📄
📄	week10-12-updated.pdf	8.09 MB	14-01-2021	📄
📄	week2-4.pdf	5.22 MB	08-11-2020	📄
📄	week5.pdf	4.34 MB	08-11-2020	📄
📄	week6.pdf	13.35 MB	23-11-2020	📄
📄	week7-updated.pdf	5.97 MB	01-12-2020	📄
📄	week7-updated2.pdf	6.29 MB	11-12-2020	📄
📄	week7.pdf	4.34 MB	25-11-2020	📄
📄	week8-9.pdf	1.74 MB	15-12-2020	📄
📄	week9.pdf	572.01 KB	28-12-2020	📄

Open eClass © 2003-2021 — Όροι Χρήσης

Το προφίλ μου

Φυσικός, PhD στο Τμ. Χημικών Μηχανικών

- Εφαρμοσμένη φασματοσκοπία
- Μοριακές διεγέρσεις (φθορισμός, απορρόφηση)
- Δονητική φασματοσκοπία (Raman, FTIR)

Μελέτη της ύλης σε μοριακή κλίμακα (προσπάθεια σύνδεσης με μακροσκοπικές ιδιότητες)

Βιολογία

- Βίος & λόγος
- Η επιστήμη της ζωής και των ζωντανών οργανισμών
- Κατανόηση και μελέτη της ζωής σε διάφορες κλίμακες από τα μόρια που αποτελούν τα δομικά συστατικά των κυττάρων μέχρι τις διάφορες μορφές/είδη ζωής και τα οικοσυστήματα
- Πειραματική (κυρίως) και θεωρητική
- Φυσιολογία, Γενετική, εξελικτική βιολογία, μοριακή βιολογία, οικολογία κλπ.

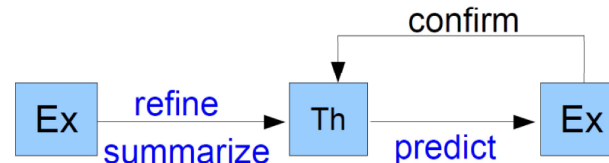
ΖΩΗ

- Δεν υπάρχει ακριβής ορισμός
- Αντιλαμβανόμαστε χαρακτηριστικά τα οποία προσδίδουμε στη ζωή. Ικανότητα:
 - Αυτό-οργάνωσης
 - Μεταβολισμού
 - Αντίδρασης σε διέγερση
 - Ανάπτυξη και διαφοροποίηση
 - Κληρονομικότητα και αναπαραγωγή
 - Εξέλιξη

Ιοί / covid19 ?

Φυσική

- Η επιστήμη που μελετά τη δομή τη δυναμική και κίνηση της ύλης → **Ανόργανης ΚΑΙ Οργανικής**
- Κλίμακα: από τα quarks έως το σύμπαν [$10^{-17} - 10^{27}$ m]
- Πείραμα (~50%) & Θεωρία (~50%)



- Μηχανική, θερμοδυναμική, ηλεκτρομαγνητισμός, στατιστική φυσική, κβαντομηχανική, στοιχειώδη σωματίδια, θεωρία πεδίου, σχετικότητα κλπ.

ΟΛΕΣ οι ιδιότητες της ζωής ερμηνεύονται με τους νόμους της Φυσικής σε μοριακό επίπεδο και όχι μόνον

Βιολογία & Φυσική – δύο διαφορετικές κουλτούρες

- Συνήθως οι επιστήμονες της Βιολογίας :
(παραδοσιακά) δίνουν έμφαση σε ό,τι είναι οπτικά παρατηρήσιμο, χωρίς παγκόσμιους νόμους στους οποίους βασίζεται ο πολύπλοκος κόσμος της ζωής και που στον οποίο συνήθως οι λεπτομέρειες είναι αυτές που έχουν νόημα
- Συνήθως οι επιστήμονες της Φυσικής:
βλέπουν το δάσος και όχι το δέντρο, περιγράφουν το κάθε σύστημα με παγκόσμιους κανόνες (τις περισσότερες φορές απλούς)

- (1) Οι δύο προσεγγίσεις είναι συμπληρωματικές
- (2) Η κατάλληλη προσέγγιση επιλέγεται κάθε φορά
- (3) Κάθε προσέγγιση έχει τη χρησιμότητά της

Βιοφυσική

- Ο επιστημονικός κλάδος στον οποίο εφαρμόζονται οι βασικές αρχές της φυσικής, χημείας, μαθηματικής ανάλυσης και υπολογιστικής προσομοίωσης με στόχο να κατανοηθεί πώς λειτουργούν βιολογικά συστήματα
- Προσπαθεί να εξηγήσει τις βιολογικές λειτουργίες βασιζόμενη στη δομή σε μοριακή κλίμακα και τις φυσικοχημικές ιδιότητες συγκεκριμένων μορίων

Βιοφυσική

Πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής

Οπτική και λειτουργία του οφθαλμού

Θεωρία ακοής

Κίνηση Brown

<https://www.youtube.com/watch?v=cDcprgWiQEY>

Ώσμωση

Ακτίνες-Χ και ακτινοβολίες στη βιοφυσική

Τεχνικές χαρακτηρισμού σε μοριακή κλίμακα

Πώς ένας εγκέφαλος επεξεργάζεται και αποθηκεύει πληροφορία?

Πώς η καρδιά κυκλοφορεί το αίμα?

Πώς λειτουργούν οι μύες?

Πώς τα φυτά χρησιμοποιούν το φως για την ανάπτυξή τους (φωτοσύνθεση)?

Πώς ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται τα γονίδια;

ΥΛΗ που θα καλυφθεί στη διάρκεια του εξαμήνου

- Φυσική και Βιολογία.
- Μεγέθη και συστήματα μονάδων.
- Γραφικές παραστάσεις φαινομένων.
- Δυνάμεις. Ροπές.
- Κλασσική φυσική, Νόμοι του Νεύτωνα.
- Ενέργεια.
- Θερμότητα, ειδική θερμότητα, θερμοκρασία. Μετατροπές φάσεων.
- Πίεση σε ρευστά, άνωση. Κίνηση σε ρευστό, ρευστοδυναμική (νόμοι συνεχείας και Bernoulli).
- Ελαστικότητα.
- Επιφανειακή τάση.
- Αρμονική ταλάντωση. Κύματα.
- Η φύση του φωτός. Διάθλαση. Φακοί και Είδωλα. Κυματικά φαινόμενα (περίθλαση, συμβολή πόλωση).
- Ηλεκτροστατική. Ηλεκτρικά πεδία. Πυκνωτές.
- Ηλεκτρικό ρεύμα. Νόμος του Ohm. Αντίσταση. Το ποτενσιόμετρο.
- Ηλεκτρικό ρεύμα και μαγνητικό πεδίο.
- Εναλλασσόμενο ρεύμα.
- Ανορθωτές και δίοδοι.
- Μετρητές ηλεκτρικών ποσοτήτων.
- Εκπομπή ηλεκτρονίων.
- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
- Κίνηση φορτίων σε μαγνητικό πεδίο. Κύκλοτρο. Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο.
- Ατομικό υπόδειγμα του Bohr. Στοιχεία μοντέρνας (κβαντικής) φυσικής.
- Ραδιενεργοί πυρήνες, ραδιενέργεια.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Κλίμακες: Χώρου & χρόνου

$$10^{-17} - 10^2 \text{ m} \quad 10^{-15} - 10^8 \text{ s}$$



Proton

Quarks

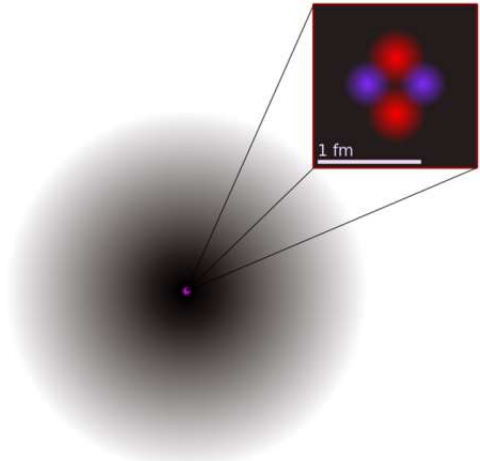
U = "up" quark $+\frac{2}{3}e$
D = "down" quark $-\frac{1}{3}e$



Neutron

Νουκλεόνια (πρωτόνια νετρόνια) $\sim 10 \text{ fm } 10^{-15} \text{ m}$

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Particles/quark.html>



Η φυσικοχημικές ιδιότητες των μακροσκοπικών υλικών καθορίζονται από ΑΥΤΑ τα δομικά στοιχεία της ύλης

Άτομο $\sim 1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$

$1 \text{ \AA} = 100,000 \text{ fm}$

<https://en.wikipedia.org/wiki/Atom>

The Periodic Table

The six elements highlighted in yellow make up 98% of the mass of most living organisms.

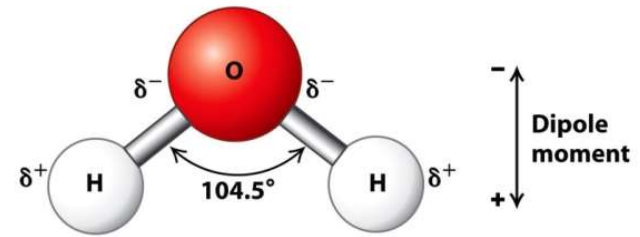
Elements framed in orange are present in small amounts in many organisms.

Masses in parentheses indicate unstable elements that decay rapidly to form other elements.

Elements without a chemical symbol are as yet unnamed.

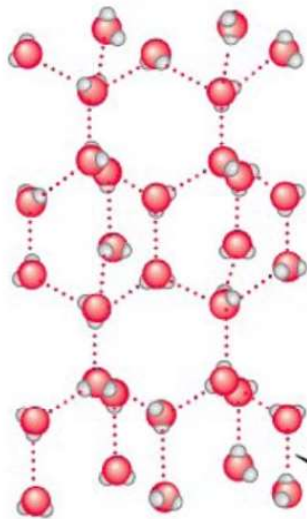
1 H 1.0079																	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.179
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80
37 Rb 85.4778	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.4	47 Ag 107.870	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.30
55 Cs 132.905	56 Ba 137.34	71 Lu 174.97	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.207	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	103 Lr (260)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (269)	109 Mt (268)	110 (269)	111 (272)	112 (277)	113 (285)	114 (289)	115 (289)	116 (289)	117 (293)	118 (293)
Lanthanide series		57 La 138.906	58 Ce 140.12	59 Pr 140.9077	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.924	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04		
Actinide series		89 Ac 227.028	90 Th 232.038	91 Pa 231.0359	92 U 238.02	93 Np 237.0482	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)		

Μόριο του νερού – H₂O



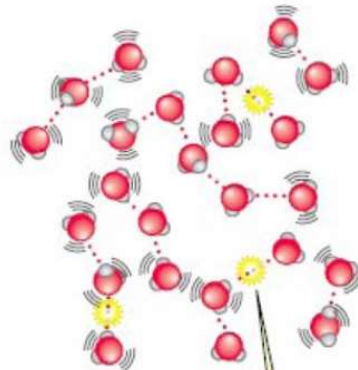
Water (70% weight in cells)

(a) Solid water (ice)



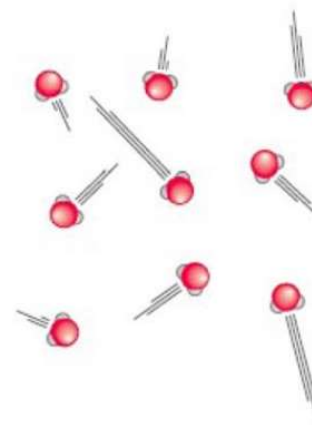
In ice, water molecules are held in a rigid state by hydrogen bonds.

(b) Liquid water



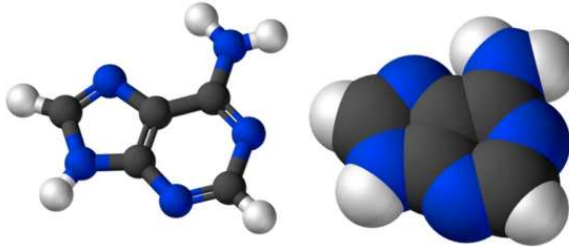
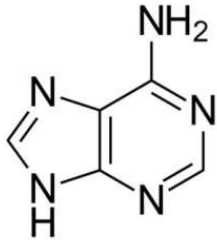
Hydrogen bonds continually break and form as water molecules move.

(c) Gaseous water (steam)



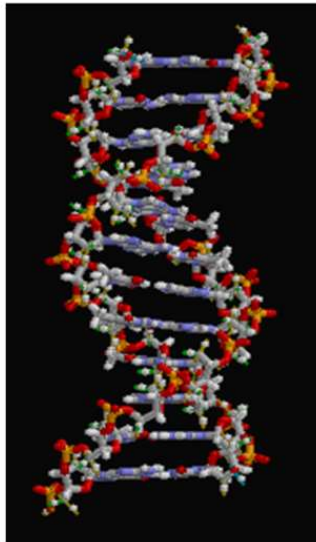
In its gaseous state, water does not form hydrogen bonds.

Βάσεις και αλυσίδα του DNA



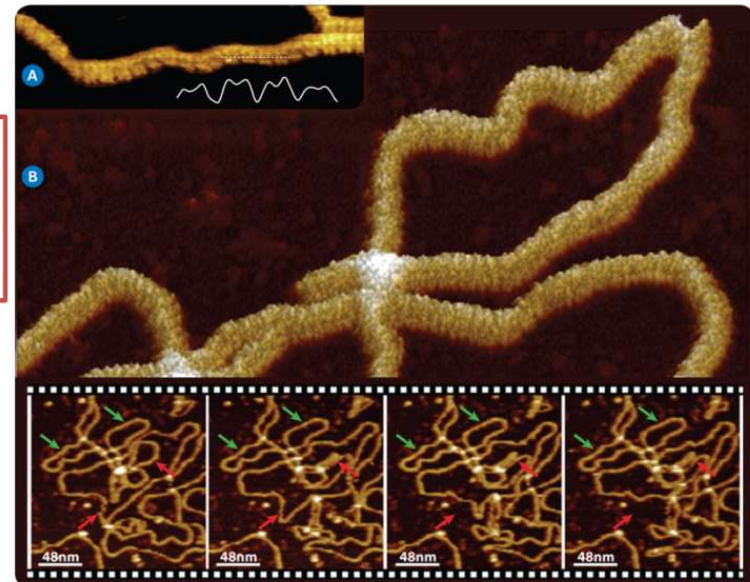
Αδενίνη $\sim 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

<https://en.wikipedia.org/wiki/Adenine#:~:text=Adenine%20is%20one%20of%20the,synthesis%2C%20adenine%20binds%20to%20uracil.>



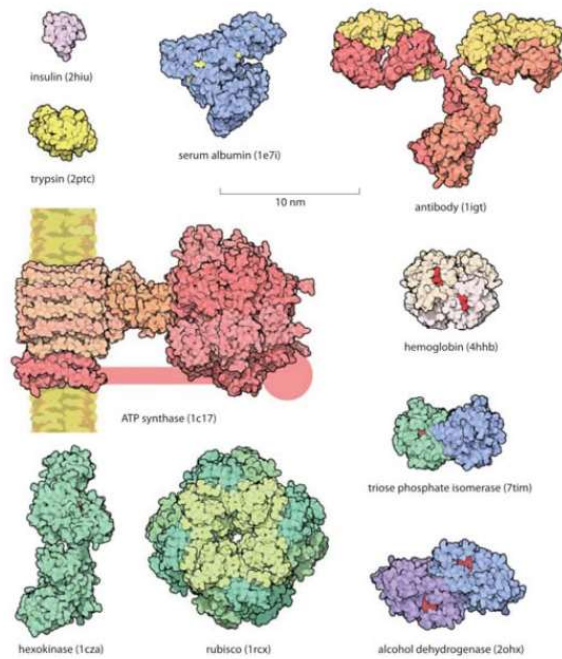
Διπλή έλικα DNA
Μήκος: $\sim 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$!!!
Διάμετρος: $\sim 2 \text{ nm} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

<https://en.wikipedia.org/wiki/DNA>



https://www.bruker.com/fileadmin/user_upload/8-PDF-Docs/SurfaceAnalysis/AFM/ApplicationNotes/AN142-RevA0-Imaging_of_the_DNA_Double_Helix_with_PeakForce_Tapping-AppNote.pdf

Πρωτεΐνες



Πρωτεΐνες $\sim 10 \text{ nm} = 10^{-8} \text{ m}$

Πώς οργανώνονται τα άτομα ώστε να λειτουργούν στο DNA και τις πρωτεΐνες.

Οι βασικές χημικές αντιδράσεις στο σώμα μας πραγματοποιούνται από τις πρωτεΐνες.

Οι πρωτεΐνες βρίσκονται στα μάτια, αφτιά, μύτη, δέρμα και μας επιτρέπουν να αισθανόμαστε το περιβάλλον μας.

Μετατρέπουν την τροφή σε ενέργεια και τι φως σε όραση.

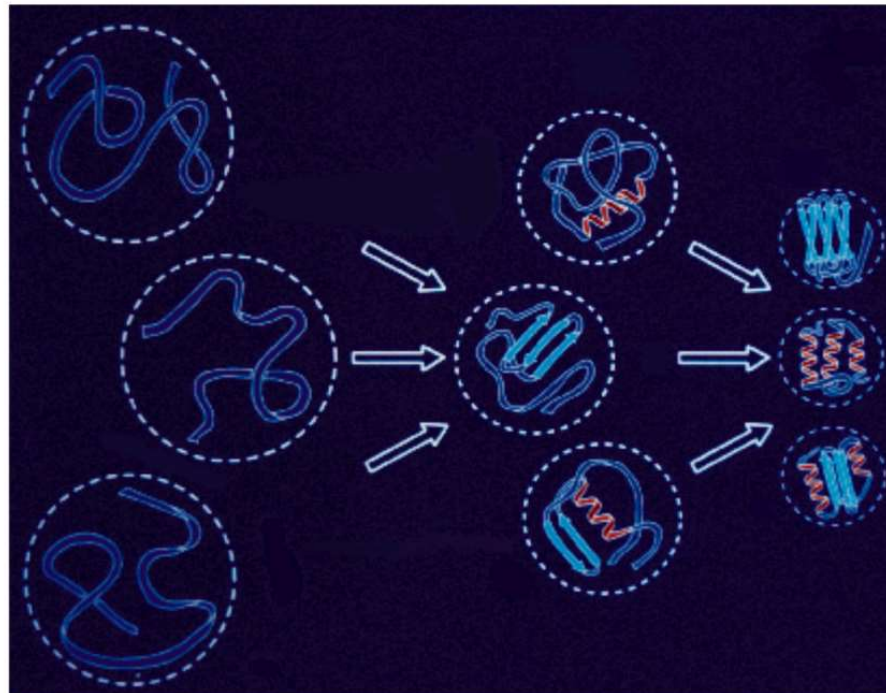
Εξασφαλίζουν την ανοσία σε αρρώστιες.

Επιδιορθώνουν ατέλειες στα κύτταρα και ρυθμίζουν την ανάπτυξη.

Ενεργοποιούν τα ηλεκτρικά σήματα του εγκεφάλου.

Διαβάζουν και ενεργοποιούν την αντιγραφή του DNA για τη μεταφορά του στις επόμενες γενιές.

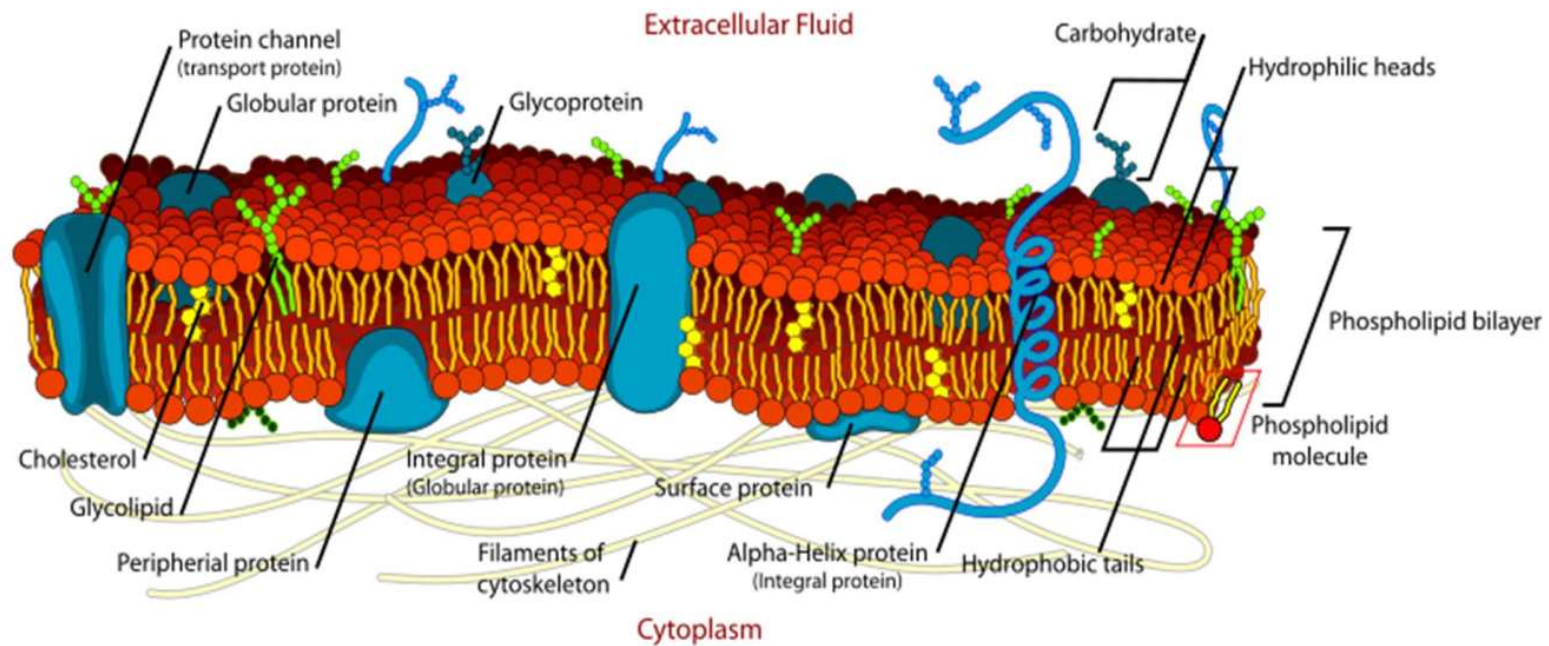
Αναδίπλωση πρωτεϊνών



How three-dimensional structure determines function? Why do molecules and parts of molecules assume the shapes they do? How do they fold into these shapes, and how do they change their structure under changing conditions? The shapes molecules take depend on the physical and chemical forces acting upon them and within them.

X-ray crystallography, nuclear magnetic resonance spectroscopy and scanning probe microscopy, recombinant DNA, computation.

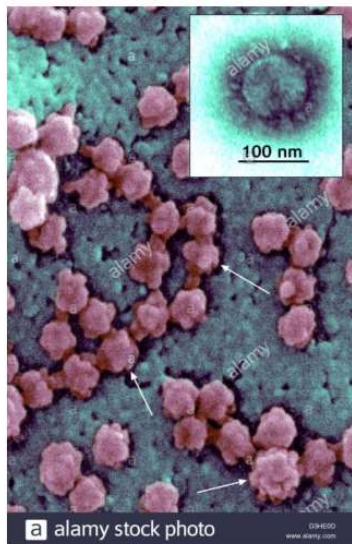
Βιολογική μεμβράνη



Οργάνωση ύλης σε μοριακό επίπεδο – Ισχυρά ανισοτροπικό σύστημα

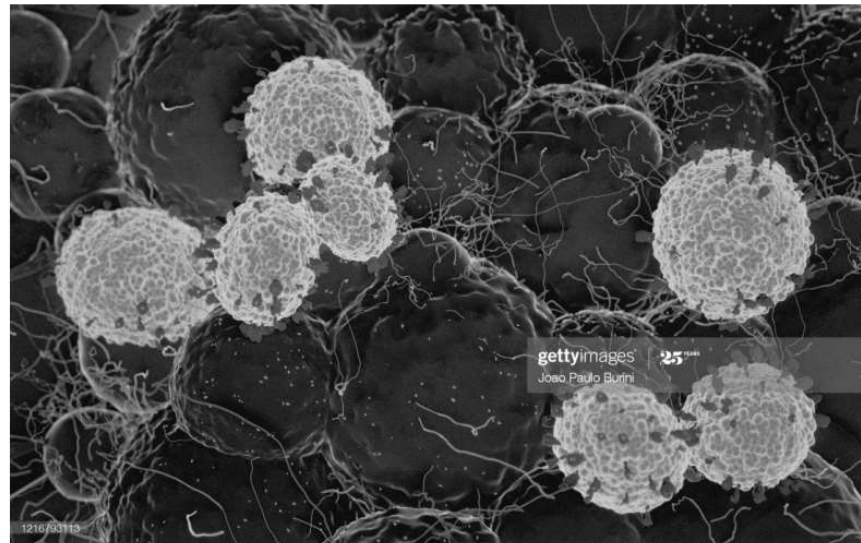
Τυπικό παράδειγμα συσχέτισης δομής – λειτουργίας

Ιοί



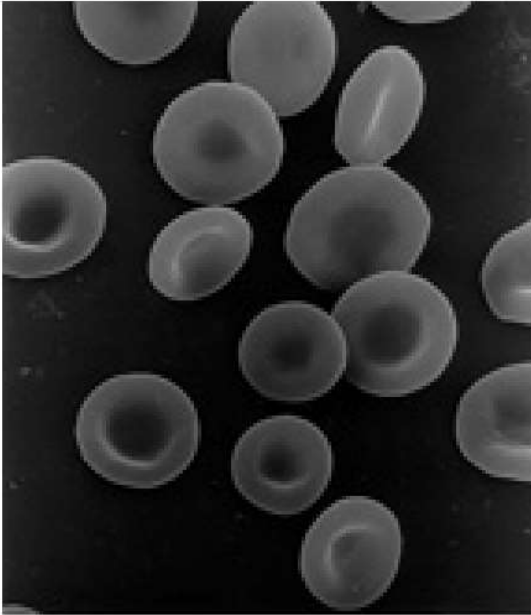
Corona-virus $<100 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ m}$

<https://www.alamy.com/stock-photo-coronavirus-sem-53859245.html>



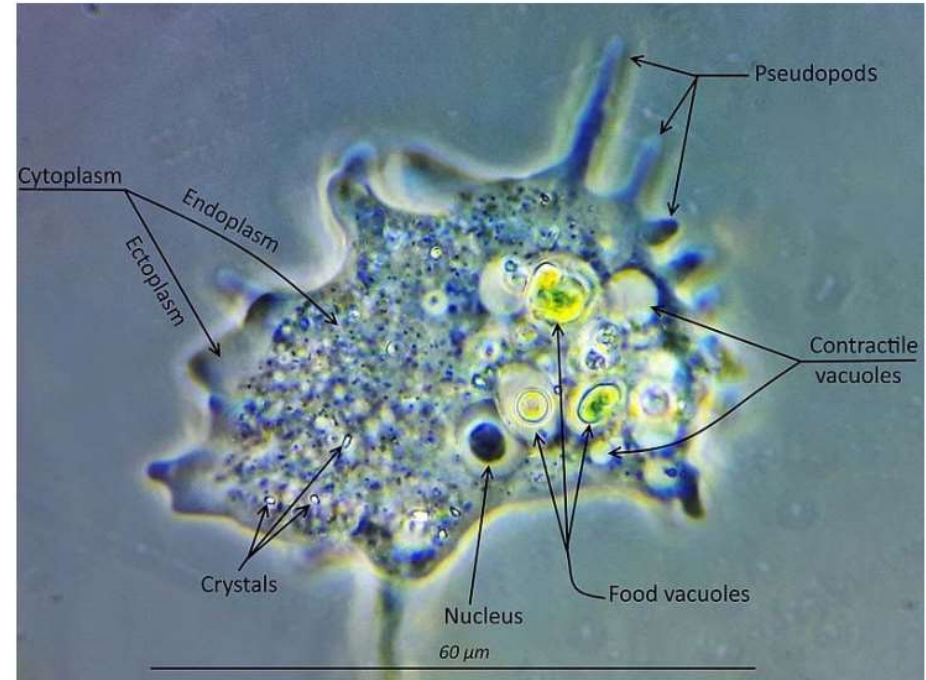
Μορφολογία ΜΟΝΟΝ με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

Κύτταρα & Μονοκύτταροι οργανισμοί



Ερυθρά αιμοσφαίρια [SEM]
Διάσταση $6-8 \mu\text{m} = 6-8 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

https://en.wikipedia.org/wiki/Red_blood_cell



Αμοιβάδα [οπτικό μικροσκόπιο]
Διάσταση $\sim 60 \mu\text{m} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

<https://en.wikipedia.org/wiki/Amoeba>

Ανθρώπινοι γαμέτες

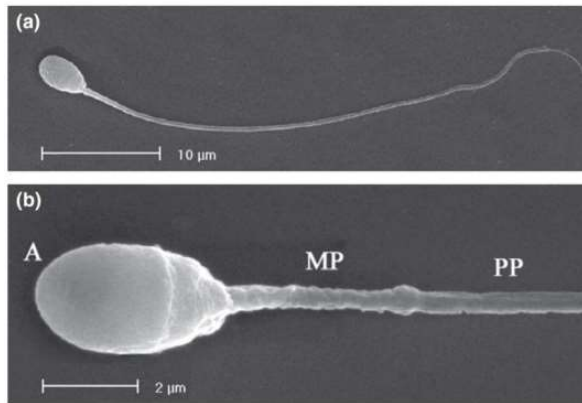
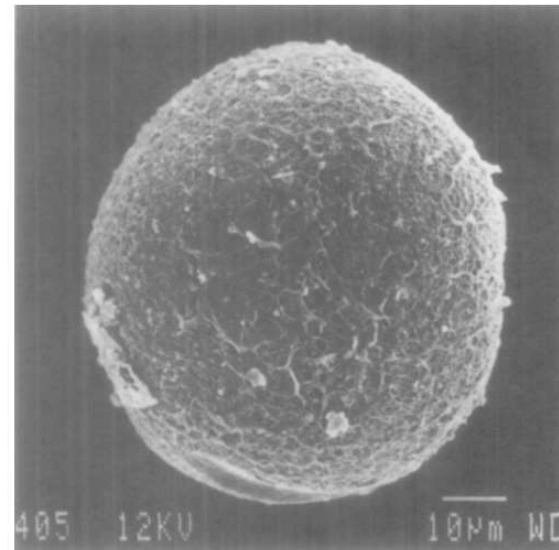


FIGURE 1 SEM images of human sperm. (a) A whole spermatozoon with normal morphological features. (b) Morphological features of a normal sperm head, neck and midpiece. A: acrosome; MP, midpiece; PP, principal piece. Bar = 10 μm (a), 2 μm (b)

W.-J. Zhu, *Andrologia*. 2018;e13043



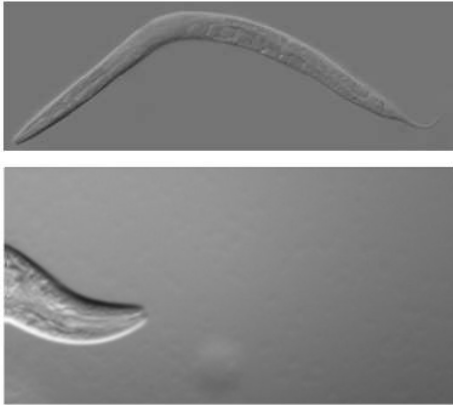
G.Nikas et al., *Human Reproduction* vol.9 no. 11 pp.2135—2138, 1994

Μορφολογία και με οπτικό μικροσκόπιο

Διάσταση: $\sim 0.1 \text{ mm} = 100 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-4} \text{ m}$

Πολυκύτταροι οργανισμοί

Caenorhabditis elegans



Διάσταση: $\sim 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

https://en.wikipedia.org/wiki/Caenorhabditis_elegans

Πολυκύτταροι οργανισμοί

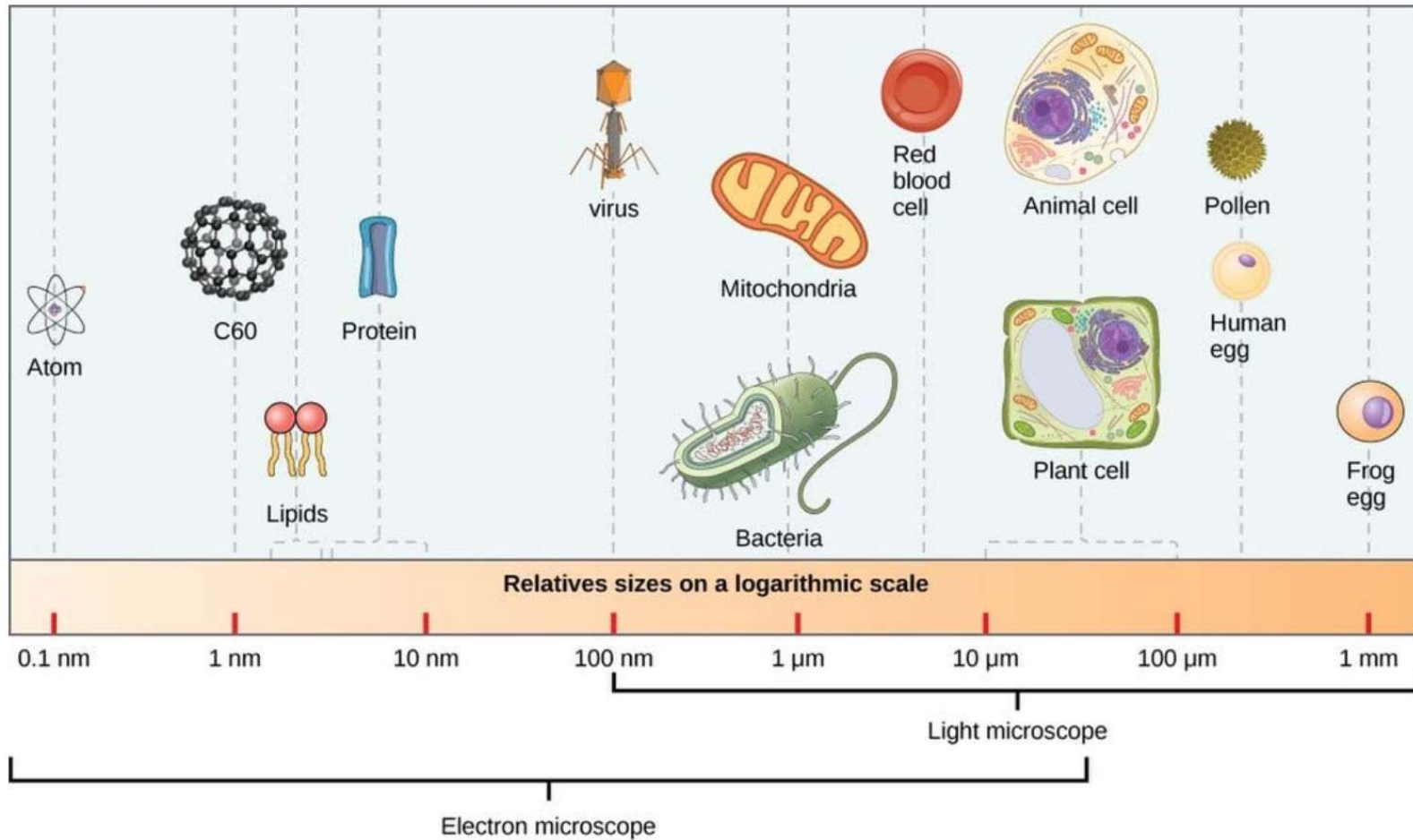


Διάσταση: $\sim 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

<http://www.rose-lynnfisher.com/books.html>

7 τάξεις μεγέθους οργάνωσης της ύλης για τη δημιουργία ζωής

https://en.wikipedia.org/wiki/Marine_microorganisms



ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες

α) Βαθμωτά ή Μονόμετρα → Μέτρο (αριθμητική τιμή – νούμερο)
με διαστάσεις μέτρησης (1)

π.χ. μάζα, όγκος

Απλό νούμερο χωρίς μονάδες μέτρησης π.χ. Δείκτης διάθλασης

β) Διανυσματικά → Μέτρο (νούμερο) με διαστάσεις μέτρησης,
διεύθυνση και φορά (3)

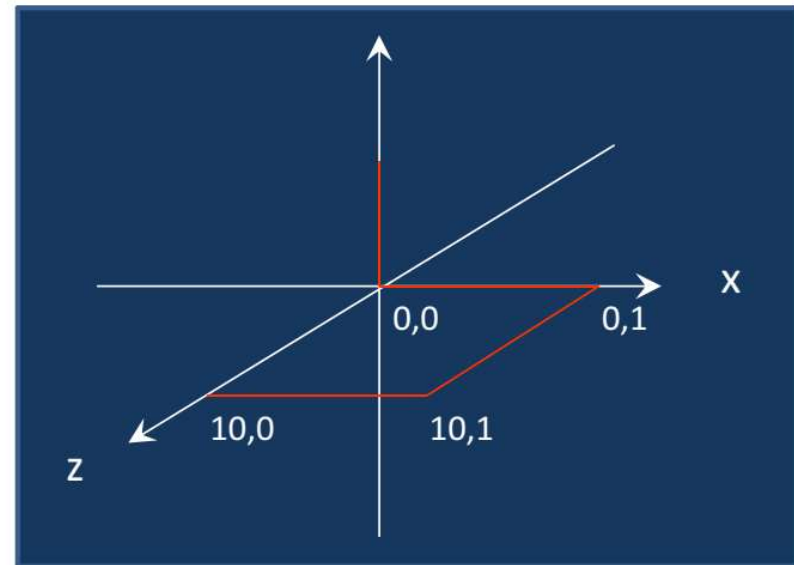
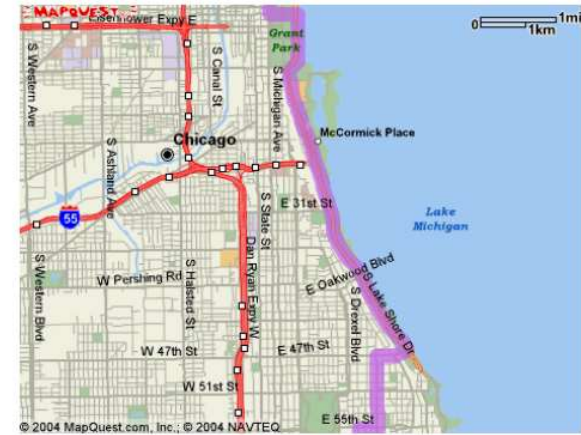
π.χ. ταχύτητα, επιτάχυνση, δύναμη

Θα το συμβολίζουμε με “bold” γράμματα. Π.χ. το διάνυσμα της ταχύτητας \mathbf{u} θα το συμβολίζουμε με \mathbf{u} . Αντίστοιχα \mathbf{a} , \mathbf{F} κλπ.

γ) Τανυστές → (9)

π.χ. πολωσιμότητα, ελαστικές σταθερές σωμάτων

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ \leftrightarrow σημεία στο χώρο



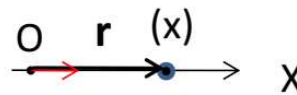
Συνοψίζοντας για τα ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

Καθορισμός σημείου

Συντεταγμένες

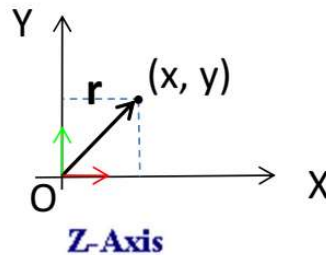
1D , μια [x]

Σύστημα αναφοράς



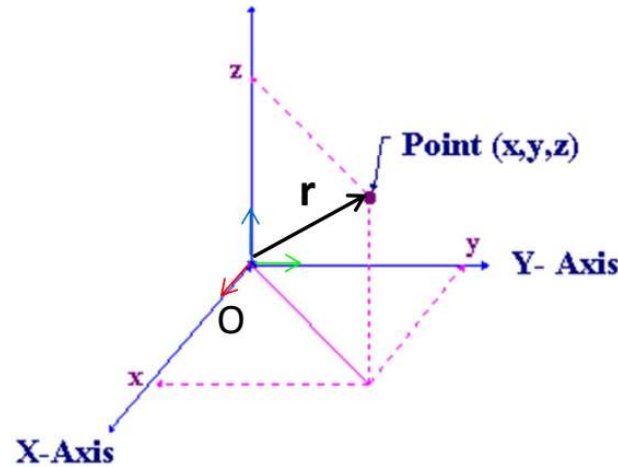
$$\vec{r} = x\vec{i}$$

2D , δύο [x, y]



$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$$

3D , τρεις [x, y, z]



$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$?

Οι συνιστώσες είναι αλγεβρικοί αριθμοί (διαθέτουν πρόσημο)

Αγγλικοί συμβολισμοί

Συναρτήσεις

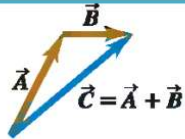
ημθ $\sin\theta$ [sinus]

συνθ $\cos\theta$ [cosinus]

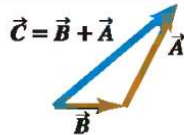
εφθ $\tan\theta$ [tangent]

Άθροισμα διανυσμάτων

Πρόσθεση διανυσμάτων (η αρχή του 2^{ου} στο πέρας του 1^{ου})



Αντιμεταθετική ιδιότητα



Πρόσθεση χρησιμοποιώντας τον κανόνα του παραλληλογράμμου



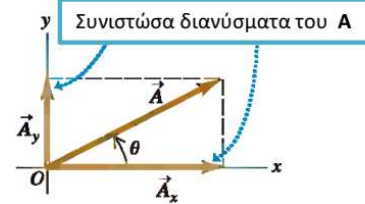
Αρχή → αρχή του πρώτου
Πέρας → πέρας του δεύτερου

Διαφορά διανυσμάτων?

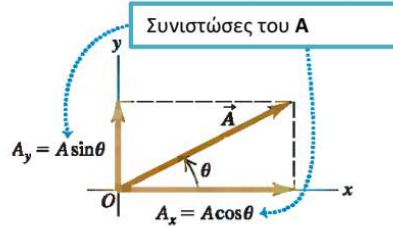
Αρχή → πέρας δεύτερου
Πέρας → πέρας πρώτου

Συνιστώσες διανύσματος Μοναδιαία διανύσματα Ως προς συγκεκριμένο σύστημα συντεταγμένων

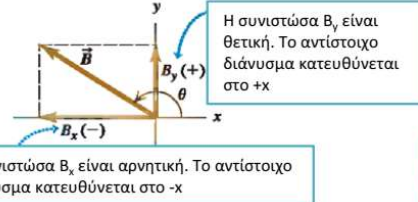
(a)



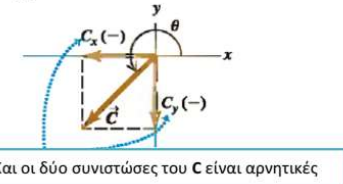
(b)



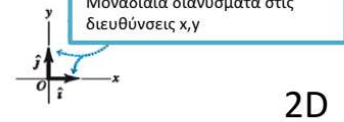
(a)



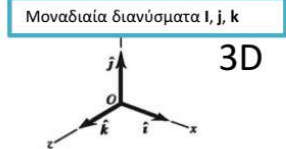
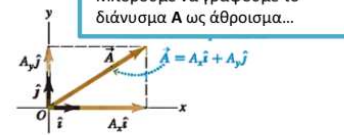
(b)



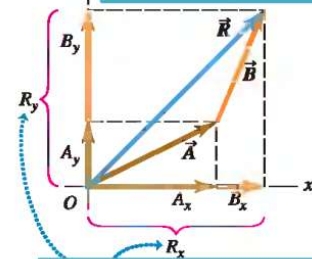
(a)



(b)



Το R προκύπτει από το άθροισμα των A και B



Τα μέτρα των συνιστωσών του R προκύπτουν από το άθροισμα των αντιστοίχων των A και B
 $R_y = A_y + B_y$ $R_x = A_x + B_x$

ΘΕΩΡΟΥΝΤΑΙ ΓΝΩΣΤΑ

συνθ = προσκείμενη κάθετη / υποτείνουσα

ημθ = απέναντι κάθετη / υποτείνουσα

εφθ = απέναντι κάθετη / προσκείμενη κάθετη

Πυθαγόρειο θεώρημα (υποτείνουσα)² = (πλευρά 1)² + (πλευρά 2)²

Εμβαδόν / περιφέρεια κύκλου

Εμβαδόν τετραγώνου/ παραλληλογράμμου

Αντίστροφες τριγωνομετρικές συναρτήσεις

τοξημχ, τοξσυνχ, τοξεφχ

Ποια γωνία θ έχει ημθ=χ, συνθ=χ, εφθ=χ

Διθνείς συμβολισμοί

sin → ημ

cos → συν

tan → εφ [επίσης asin,... ή arcsin..., sin⁻¹... και e^{f(x)} → expf(x)]

Εσωτερικό γινόμενο διανυσμάτων

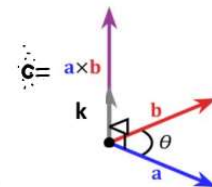
ΕΙΝΑΙ ΜΟΝΟΜΕΤΡΟ

$$c = \mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = ab \cos \theta$$

Εξωτερικό γινόμενο διανυσμάτων

ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΝΥΣΜΑ

$$\mathbf{c} = \mathbf{a} \times \mathbf{b} = ab \sin \theta \hat{\mathbf{k}}$$



Ιστορικά δεδομένα - Επιστήμη των αρχαίων Ελλήνων

Θαλής: Ο πατέρας των Μαθηματικών.

Πυθαγόρας: όλο το σύμπαν μπορεί να περιγραφεί με αριθμούς.



Αριστοτέλης: Συστηματικοποίησε τη λογική που αποτελεί τη βάση της επιστήμης.

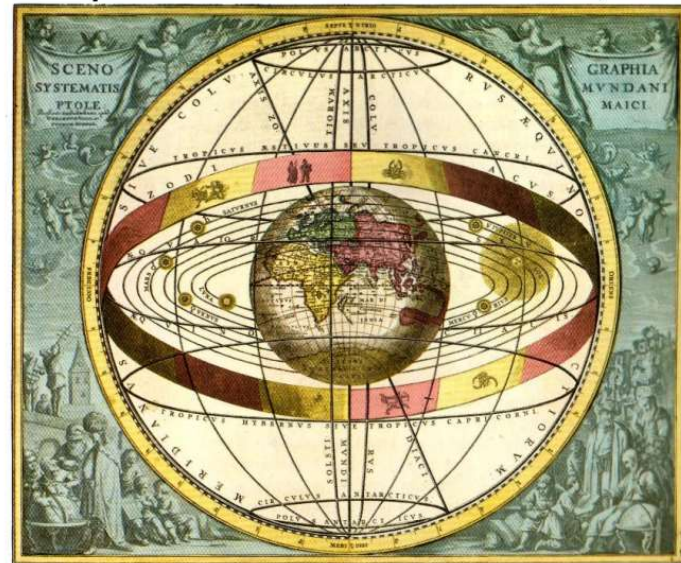
Η Γη στο κέντρο: Γεωκεντρικό σύμπαν

Αριστοτέλης:

- . Η Γη είναι το κέντρο του σύμπαντος.
 - . Τα αστέρια και οι πλανήτες κινούνται.
 - . Συσχέτισε για πρώτη φορά τη δύναμη με κινητικά αποτελέσματα σωμάτων.
- Σώμα στο οποίο ασκείται σταθερή δύναμη κινείται με σταθερή ταχύτητα. ΠΩΣ ΤΟ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΕΤΕ?

Πτολεμαίος:

- . 100 μ.Χ.
- . Τελειοποίησε το μοντέλο του Αριστοτέλη
- . Κατασκεύασε υπολογιστή για προβλέψεις αστρονομικών κινήσεων.



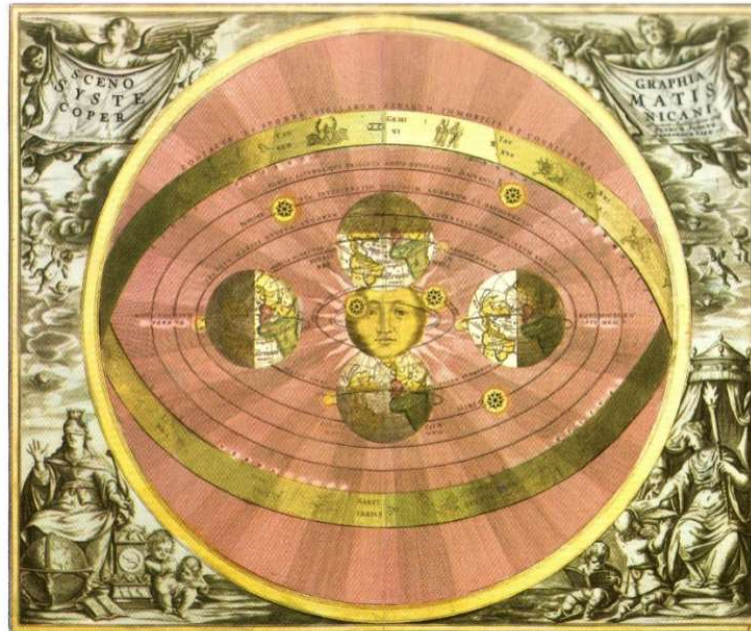
Εικόνα του κόσμου για πάνω από 2000 χρόνια.

Ο ήλιος στο κέντρο: *Ηλιοκεντρικό μοντέλο*

Αρίσταρχος ο Σάμιος (310-230π.Χ.)

Nicolaus Copernicus (1514)

- . Το Γεωκεντρικό μοντέλο είναι αρκετά πολύπλοκο . . . Ockham's Razor?
- . Οι πρώτες του μελέτες δεν απέδωσαν
- . *"On the Revolutions"*,
τυπώθηκε το τελευταίο έτος της ζωής του.



Galileo

. Τελειοποίησε το τηλεσκόπιο που κατασκευάσθηκε το 1608 ώστε να πετυχαίνει μεγεθύνσεις 30x.

. Δεν πίστευε στην ορθότητα του γεωκεντρικού μοντέλου

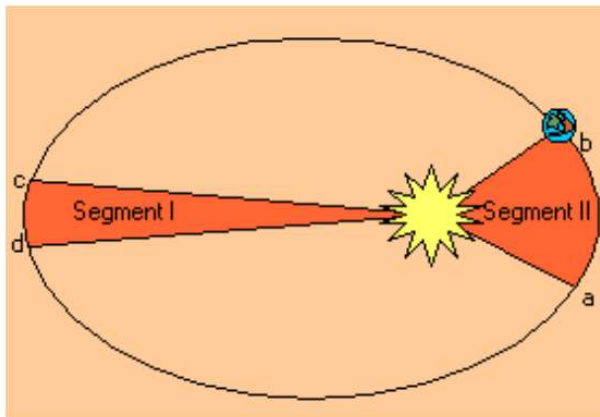
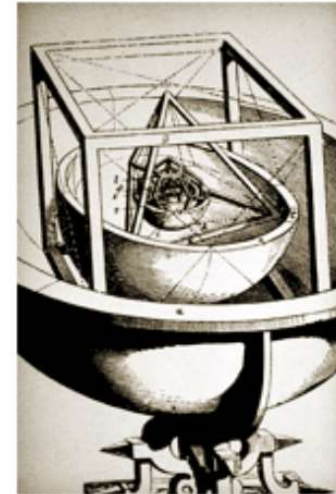


. Εξέδωσε το “Dialogue Concerning the two world system: Ptolemaic and Copernican”

Kepler (1571 – 1630)

. Χρησιμοποίησε τα αστρονομικά δεδομένα του Tycho Brahe's και πρότεινε θεωρία για ελλειπτικές τροχιές πλανητών
- 2 με 8 μοίρες ασυμφωνία με τα πειραματικά δεδομένα

- . Τρεις νόμοι για την κίνηση πλανητών
 - οι τροχιές των πλανητών είναι ελλειπτικές
 - σε ίσα χρονικά διαστήματα ένας πλανήτης στην τροχιά του διαγράφει ίσα εμβαδά
 - έδωσε σχέσεις που συνδέουν την περίοδο περιφοράς με τη μέση απόσταση του πλανήτη από τον ήλιο



Γιατί οι πλανήτες ακολουθούν αυτούς τους νόμους?

Κινηματική

Newton ¹⁶⁴³⁻¹⁷²⁷

Μέχρι την εποχή του Newton, όλες οι φυσικές θεωρίες περιελάμβαναν μόνο τα μεγέθη του χρόνου και του χώρου.

Ο Newton για πρώτη φορά εισήγαγε την έννοια της μάζας.

Συνέπεια: Ίδιος νόμος ισχύει για ΟΛΕΣ τις μάζες!



The Mathematical Principles of Natural Philosophy: Principia

Δυναμική

Principia : Νέοι ορισμοί

Principia ορίζει τρεις “θεμελιώδεις ποσότητες”

Μήκος, Χρόνος, Μάζα



Meter



Second



Kilogram

ως μετρήσιμες και αντικειμενικές ποσότητες.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Υπάρχει ένα πλήθος από μονάδες μέτρησης που συνδέονται με ένα φυσικό μέγεθος.

π.χ. Ταχύτητα → USA, GB σε miles/hour

EU σε Km/hour

πολεμικά αεροσκάφη σε Mach

Οι επιστήμονες ανά τον κόσμο έχουν συμφωνήσει πως οι επίσημες μονάδες μέτρησης είναι αυτές που όρισε το ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ (SI)

Υπάρχουν οι **ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ** μέτρησης (ορίζονται ανεξαρτήτως φυσικών νόμων) και οι ΠΑΡΑΓΩΓΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ μέτρησης (ορίζονται από συγκεκριμένους φυσικούς νόμους σε συνάρτηση θεμελιωδών μονάδων μέτρησης ή άλλων παράγωγων μονάδων μέτρησης)

ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ (SI)

Ποσότητα	Όνομα Μονάδας	Σύμβολο
ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΟΥ SI		
Μήκος	Meter	m
Μάζα	Kilogram	kg
Χρόνος	Second	s
Ηλεκτρικό ρεύμα	Ampere	A
Θερμοδυναμική θερμοκρασία	Kelvin	K
Ένταση φωτεινής ακτινοβολίας	Candela	cd
Ποσότητα ύλης	mole	mol

ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΤΟ SI

	Όνομα μονάδας	Διεθνές σύμβολο	Μέγεθος που μετρά	Ορισμός μονάδας
Θεμελιώδεις	Χιλιόγραμμα	kg	Μάζα	Το Χιλιόγραμμα είναι η μάζα του πρότυπου χιλιόγραμμου, ενός κυλίνδρου από ιριδιούχο λευκόχρυσο που φυλάσσεται στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών των Σεβρών στη Γαλλία .
Θεμελιώδεις	Μέτρο	m	Μήκος	Το Μέτρο είναι η απόσταση την οποία διανύει το φως στο κενό σε χρονικό διάστημα ίσο με 1/299.792.458 δευτερόλεπτα.
Θεμελιώδεις	Δευτερόλεπτο	s	Χρόνος	Το Δευτερόλεπτο είναι η χρονική διάρκεια 9.192.631.770 περιοδών της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στην μετάβαση δύο υπέρλεπτων ενεργειακών σταθμών της κατάστασης ελάχιστης ενέργειας του ατόμου του καισίου-133 (¹³³ Cs) σε θερμοκρασία 0 Κ.
Θεμελιώδεις	Αμπέρ	A	Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	Το Αμπέρ είναι το σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο όταν διατηρείται σε δύο ευθύγραμμους παράλληλους αγωγούς απείρου μήκους και αμελητέας διατομής, τοποθετημένους σε απόσταση 1 μέτρο στο κενό, θα παρήγαγε μεταξύ αυτών των αγωγών μία δύναμη ίση με 2X10 ⁷ νιούτον ανά μέτρο μήκους.
Θεμελιώδεις	Κέλβιν	K	Απόλυτη Θερμοκρασία	Το Κέλβιν είναι το κλάσμα 1/273,16 της απόλυτης θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού .
Θεμελιώδεις	Μολ	mol	Ποσότητα Ουσίας	Το Μολ είναι η ποσότητα μίας ουσίας που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσα είναι τα άτομα σε 0,012 χιλιόγραμμα καθαρού άνθρακα-12 (¹² C).
Θεμελιώδεις	Καντέλα (Κηρίο)	cd	Ένταση Φωτεινότητας	Η Καντέλα είναι η φωτεινή ένταση, σε μία δεδομένη διεύθυνση , μίας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία με συχνότητα 540X10 ¹² Hz και έχει ένταση ακτινοβολίας στην κατεύθυνση αυτή ίση με 1/683 Watt ανά στερακτίνο.
συμπληρωματικό	Ακτίνο	rad	Επίπεδη γωνία	Το Ακτίνο είναι εκείνη η επίπεδη γωνία η οποία όταν γίνει επίκεντρη ορίζει τόξο , σε οποιοδήποτε κύκλο , με μήκος ίσο με την ακτίνα του.
συμπληρωματικό	Στερακτίνο	sr	Στερεά γωνία	Το Στερακτίνο είναι εκείνη η στερεά γωνία η οποία όταν γίνει επίκεντρη ορίζει σφαιρική περιοχή, σε οποιαδήποτε σφαίρα , με εμβαδόν ίσο με το τετράγωνο της ακτίνας της.

Length **M**ass T_{ime}

Μήκος [L¹, M⁰, T⁰] εκθέτης

Μάζα [L⁰, M¹, T⁰]

Χρόνος [L⁰, M⁰, T¹]

Θυμηθείτε τις συνιστώσες διανύσματος!!!!

ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ (SI)

Συχνότητα [L^0, M^0, T^{-1}]

Ταχύτητα [L^1, M^0, T^{-1}]

Επιτάχυνση [L^1, M^0, T^{-2}]

Δύναμη [L^1, M^1, T^{-2}]

Πίεση?

Ποσότητα	Όνομα Μονάδας	Σύμβολο	Ισοδύναμες μονάδες
	ΠΑΡΑΓΩΓΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΟΥ SI		
Επιφάνεια	Τετραγωνικό μέτρο	m ²	
Όγκος	Κυβικό μέτρο	m ³	
Συχνότητα	Hertz	Hz	s ⁻¹
Πυκνότητα μάζας	Kilogram ανά κυβικό μέτρο	kg/m ³	
Ταχύτητα	Meter ανά second	m/s	
Γωνιακή ταχύτητα	Radian ανά second	rad/s	
Επιτάχυνση	Meter ανά second στο τετράγωνο	m/s ²	
Γωνιακή επιτάχυνση	Radian ανά second στο τετράγωνο	rad/s ²	
Δύναμη	Newton	N	kg m/s ²
Πίεση	Pascal	Pa	N/m ²
Έργο/Ενέργεια/ποσότητα θερμότητας	Joule	J	Nm
Ισχύς	Watt	W	J/s
Ποσότητα ηλεκτρισμού (ηλεκτρικό φορτίο)	Coulomb	C	As
Διαφορά δυναμικού/ηλεκτρεγερτική δύναμη	Volt	V	W/A, J/C
Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	Volt ανά meter	V/m	N/C
Ηλεκτρική αντίσταση	Ohm	Ω	V/A
Χωρητικότητα	Farad	F	As/V
Μαγνητική ροή	Weber	Wb	Vs
Επαγωγή	Henry	H	Vs/A
Πυκνότητα μαγνητικής ροής (μαγνητικό πεδίο)	Tesla	T	Wb/m ²

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ / ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ		
Kilo [k]	1000	10^3
Mega [M]	1000000	10^6
Giga [G]	1000000000	10^9
Tera [T]	1000000000000	10^{12}

ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ		
deci [d]	1/10	10^{-1}
centi [c]	1/100	10^{-2}
mili [m]	1/1000	10^{-3}
micro [μ]	1/1000000	10^{-6}
Nano [n]	1/1000000000	10^{-9}
pico [p]	1/1000000000000	10^{-12}
femto [f]	1/1000000000000000	10^{-15}

Μάζες ατόμων

Για την προσεγγιστική εκτίμηση της μάζας ενός ατόμου χρησιμοποιούνται οι ατομικές μονάδες μάζας “u” που ορίζονται ως το 1/12 ενός ουδέτερου ατόμου C¹² στη βασική του κατάσταση (~1.66 10⁻²⁷ kg/u).

Για κάθε στοιχείο η μάζα ενός ατόμου του είναι **περίπου** ο μαζικός του αριθμός (από τον περιοδικό πίνακα) **επί** την ατομική μονάδα μάζας.

Η πυκνότητα του σιδήρου Fe είναι 7900 kg/m³. Ποια είναι η μέση απόσταση μεταξύ δύο ατόμων του; [2.3 Å]

Πόσα είναι περίπου τα άτομα που περιέχονται σε ένα τυπικό κύτταρο με διάσταση (20 μm)³ αν δεχθούμε πως τυπικές αποστάσεις μεταξύ των ατόμων είναι 0.25 nm;

[500,000,000,000,000]

The Periodic Table

The six elements highlighted in yellow make up 98% of the mass of most living organisms.

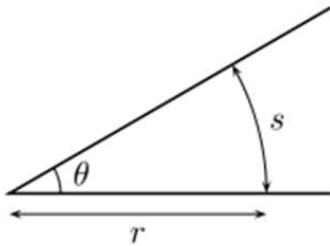
Elements framed in orange are present in small amounts in many organisms.

Masses in parentheses indicate unstable elements that decay rapidly to form other elements.

Elements without a chemical symbol are as yet unnamed.

1 H 1.0079																	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.179
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80
37 Rb 85.4778	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.4	47 Ag 107.870	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.30
55 Cs 132.905	56 Ba 137.34	71 Lu 174.97	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.207	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	103 Lr (260)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (269)	109 Mt (268)	110 (269)	111 (272)	112 (277)	113	114 (285)	115 (289)	116	117	118 (293)
Lanthanide series		57 La 138.906	58 Ce 140.12	59 Pr 140.9077	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.924	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04		
Actinide series		89 Ac 227.028	90 Th 232.038	91 Pa 231.0359	92 U 238.02	93 Np 237.0482	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)		

Ορισμός ΓΩΝΙΑΣ και ΣΤΕΡΕΑΣ ΓΩΝΙΑΣ



$$\vartheta = \frac{s}{r}$$

Μονάδα μέτρησης για $s=r$

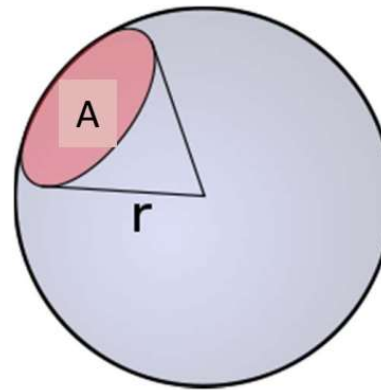
$\vartheta = 1$ (rad) \rightarrow αδιάστατο μέγεθος!!!

Για s ίσο με την περιφέρεια κύκλου ($2\pi r$)

$$\vartheta = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$$

Άλλες μονάδες \rightarrow Μοίρες (μ) & Βαθμοί (β)

$$\frac{\vartheta}{2\pi} = \frac{\mu}{360} = \frac{\beta}{400}$$



$$\Omega = \frac{A}{r^2}$$

Μονάδα μέτρησης για $A=r^2$

$\Omega = 1$ (sterad) \rightarrow αδιάστατο μέγεθος!!!

Για A ίσο με την επιφάνεια σφαίρας ($4\pi r^2$)

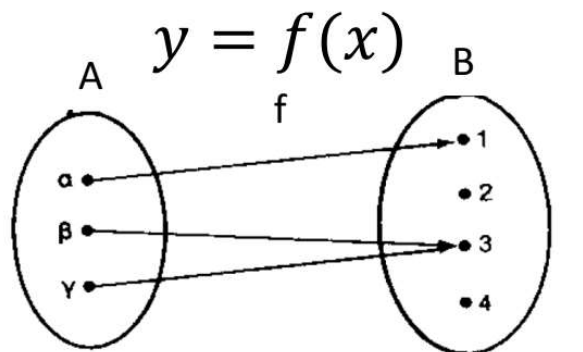
$$\Omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$$

ΓΙΑ ΕΞΑΣΚΗΣΗ

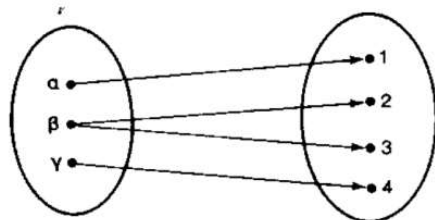
- Ποια η ταχύτητα ενός αυτοκινήτου που κινείται με 100Km/h σε m/s?
- Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g \sim 10\text{m/s}^2$. Συγκρίνετε την επιτάχυνση αυτή με τη μέση επιτάχυνση μιας Ferrari που για να επιταχύνει από 0-100Km/h χρειάζεται 4.5s. $u = u_o + at$
- Πόση είναι η δύναμη (σε N) που ασκεί ένα σώμα 100g στο χέρι μας; $B = mg$
- Χρειάζονται ~8min φωτός για να φθάσει το φως ($c=300000\text{Km/s}$) του ήλιου σε έναν παρατηρητή στη γη. Πόση είναι η απόσταση γης – ήλιου σε Km; $u = s/t$
- Αν βρισκόμαστε σε διαστημόπλοιο που κινείται με 15000Km/h σε πόσα λεπτά θα φθάσουμε από τη γη στον ήλιο; σε πόσα έτη;
- Αν το άτομο του υδρογόνου υποθέσουμε πως έχει όγκο 1\AA^3 πόσα άτομα υδρογόνου χωράνε σε 1nm^3 ; πόσα σε $1\mu\text{m}^3$; πόσα σε 1mm^3 ; πόσα σε 1m^3 ; ($1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$)
- Ποια η γραμμική ταχύτητα u ενός ανθρώπου στον ισημερινό; ($u=\omega R$, όπου $\omega=2\pi f$, f η συχνότητα περιστροφής της γης, $R=6400\text{Km}$ η ακτίνα της γης)
- Σφαιρικός αστέρας νετρονίων έχει ακτίνα 4Km και μάζα όση αυτή του ήλιου μας (10^{33}g). Ποια η πυκνότητά του; Πόσο θα ζυγίζει ένας κύβος 1cm^3 αν αφαιρεθεί από αυτόν; $d = m/V$
- Για τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ισχύει $c=f\lambda$ όπου f και λ η συχνότητα και το μήκος κύματος του φωτός. Βρείτε τη συχνότητα για φως ακτίνων-X ($\lambda=20\text{\AA}$), υπεριώδους ($\lambda=250\text{nm}$), κόκκινου φωτός (630nm), υπερώθρου ($\lambda=5\mu\text{m}$), ραδιοφωνικών κυμάτων ($\lambda=5\text{m}$).

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ

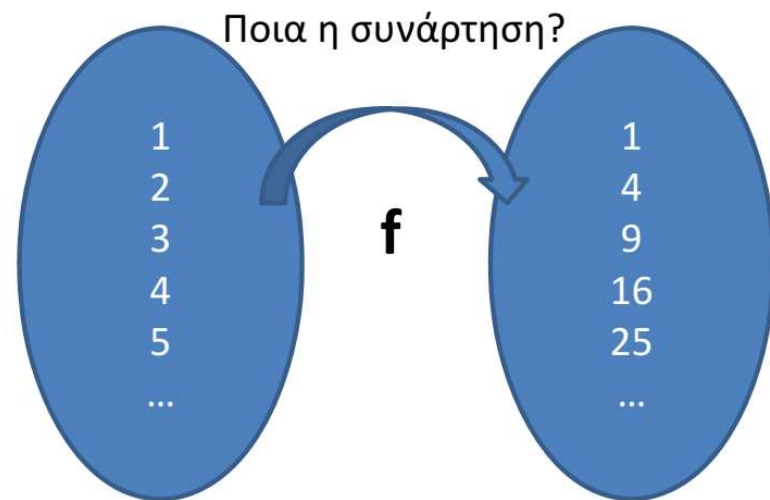
Μονοσήμαντη αντιστοιχία ενός αριθμού x σε έναν αριθμό y
Το x αντιστοιχίζεται στο y μέσω της (διαδικασίας αντιστοίχισης) f



Όχι συνάρτηση (διμελής σχέση)



Πεδίο ορισμού, D , της αντιστοιχίας το σύνολο των x (του A) για τα οποία υπάρχει αντιστοιχία σε y (του B)



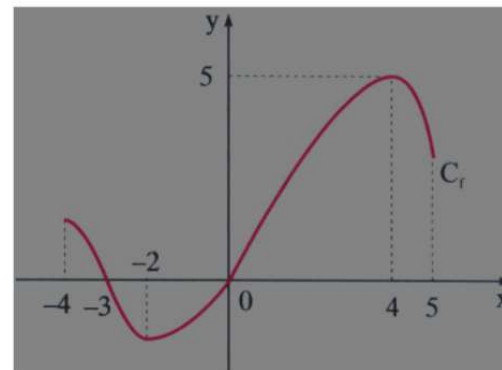
Πεδίο τιμών, R , της αντιστοιχίας το σύνολο των y (του B) για τα οποία υπάρχει αντιστοιχία σε x (του A)

ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

Ονομάζουμε γράφημα της αντιστοιχίας $f: A \rightarrow B$ το σύνολο των διατεταγμένων ζευγών x, y με x, y ανήκοντα στα A και B για τα οποία ισχύει $y=f(x)$

Τα διατεταγμένα αυτά ζεύγη αναπαριστώνται σε καρτεσιανό διάγραμμα (γραφική παράσταση)

Η γραφική παράσταση της συναρτήσεως f φαίνεται στο σχήμα 2. Βρείτε το πεδίο ορισμού, τα διαστήματα μονοτονίας, τις λύσεις της εξίσωσης $f(x) = 0$, τις λύσεις της ανισώσεως $f(x) > 0$ και τις λύσεις της εξίσωσης $2^{f(x)} = 32$.



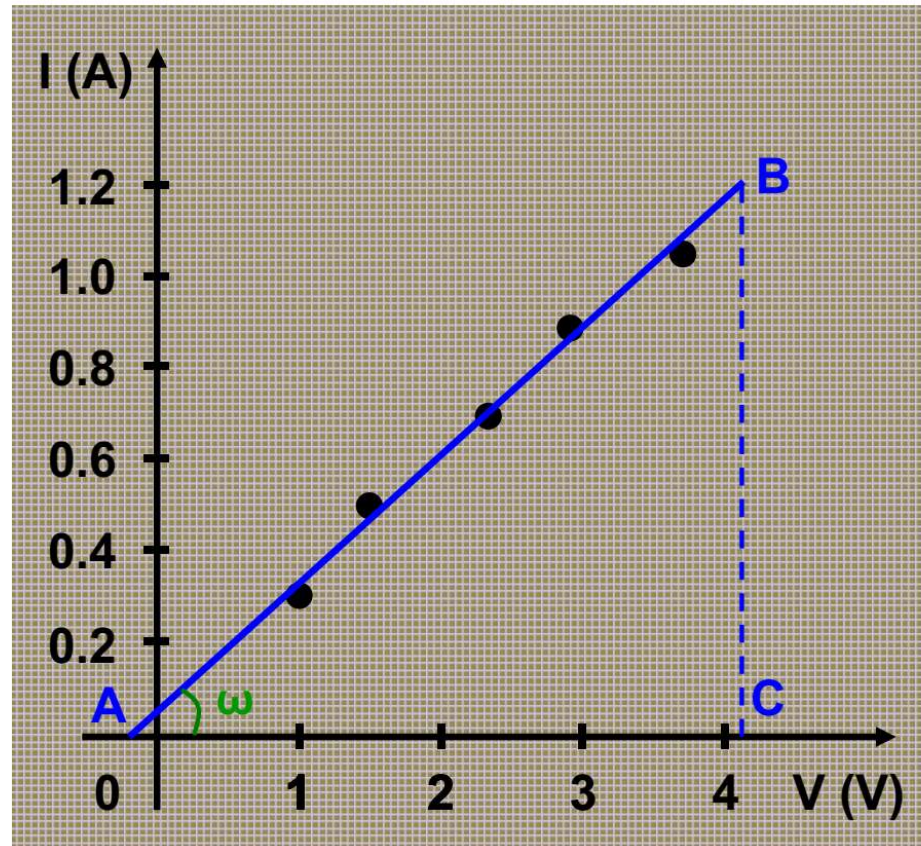
ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

- Άξονες
- Κλίμακες και στους δύο άξονες (δεν απαιτείται να είναι ίδιες)
- Μέγεθος και μονάδες μέτρησης κάθε άξονα
- Τοποθέτηση σημείων (x,y)
- Παράγωγος

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

V (V)	I (A)
1	0.312
1.5	0.511
2.3	0.683
2.9	0.998
3.7	1.156

- ✓ Επιλογή αξόνων
- ✓ Κλίμακα
- ✓ Πειραματικά σημεία
- ✓ Καμπύλη



$$R = V/I \Rightarrow I = (1/R)V$$
$$y = a x + b$$

$$a = \tan\omega = \frac{BC}{AC} = \frac{1.2}{4.3} = 0.28, \quad R = \frac{1}{a} = 3.6 \Omega$$