

Γενική Φυσική

Κωνσταντίνος Χ. Παύλου
Φυσικός – Ραδιοηλεκτρολόγος (MSc)
Καστοριά, Σεπτέμβριος 14

Μεγέθη & μονάδες

1. Φυσικό μέγεθος – κατηγορίες μεγεθών
2. Αριθμητική τιμή – σύστημα μονάδων
3. Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)
4. Θεμελιώδεις – παράγωγες – επιτρεπτές μονάδες
5. Πολλαπλάσια – υποπολλαπλάσια
6. Φυσικές σταθερές
7. Διαστατική ανάλυση

Φυσικά φαινόμενα

- Οι μεταβολές που υφίστανται τα διάφορα σώματα – αντικείμενα, του χώρου μέσα στον οποίο ζούμε, ονομάζονται **φαινόμενα**.
- Στην κατηγορία των **φυσικών φαινομένων** υπάγονται αυτά στα οποία δε συμβαίνει καμία μεταβολή στη σύσταση των σωμάτων τα οποία συμμετέχουν στα εν λόγω φαινόμενα.

3

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

24-Σεπ-14

Η παρατήρηση

- Η **παρατήρηση** μας επιτρέπει να συλλέξουμε γνώσεις με απλή παρακολούθηση των φαινομένων, όπως αυτά εξελίσσονται στη φύση, χωρίς όμως να επηρεάζουμε καθ' οιονδήποτε τρόπο την εξέλιξή τους.
- Η άμεση παρατήρηση δεν καθιστά πάντοτε δυνατή την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων γιατί στη φύση ένα φαινόμενο σπάνια είναι **απομονωμένο** κι έτσι μπορεί να οδηγηθούμε σε **λανθασμένα συμπεράσματα**.

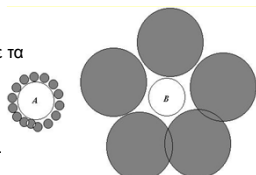
4

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

24-Σεπ-14

Η παρατήρηση

- **Υποκειμενική παρατήρηση** (εξαρτάται από τη γνώμη μας):
 - Έχει ζέστη εδώ μέσα.
 - Είναι κοντός.
 - Οι οπτικές απάτες που ξεγελάνε τα μάτια μας.
- **Αντικειμενική παρατήρηση** (μετρήσεις – γεγονότα):
 - Η θερμοκρασία εδώ είναι 22 °C.
 - Το ύψος του είναι 1,45 m.
 - Η περιφέρεια του κύκλου είναι 12,3 cm.



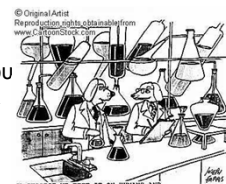
5

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

24-Σεπ-14

Το πείραμα

- Με το **πείραμα**, ο παρατηρητής επιδιώκει την απλοποίηση του παρατηρούμενου φαινομένου με την αναπαραγωγή του με τέτοιες συνθήκες ώστε να αποκλείεται η επίδραση – ξένων – παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την εξέλιξή του (όσο αυτό είναι δυνατόν).



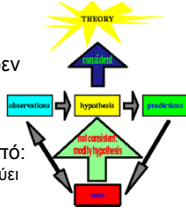
6

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

24-Σεπ-14

Η υπόθεση

- Η φυσική δημιουργεί **υποθέσεις**, δηλαδή λογικά συστήματα με τα οποία ερμηνεύεται πλήθος φαινομένων.
- Η υπόθεση έχει πάντα την ανάγκη **πειραματικής επιβεβαίωσης**. Αν δεν αντιπύεται στο πείραμα μπορεί να θεωρηθεί επαρκής.
- Η **αξία μιας υπόθεσης** εξαρτάται από:
 - Τον αριθμό των φαινομένων που ερμηνεύει
 - Τη δυνατότά της να προλέγει νέα φαινόμενα



7

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Η θεωρία

- Μια υπόθεση εξελίσσεται σε **θεωρία** όταν όλα τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγει επαληθεύονται από το πείραμα και οδηγεί στην ανακάλυψη νέων άγνωστων φαινομένων.
- Αν υπάρχει φαινόμενο που εμπίπτει σ' αυτή τη θεωρία, αλλά δεν ερμηνεύεται απ' αυτήν, τότε η θεωρία είτε **τροποποιείται** είτε **εγκαταλείπεται**.
- Παρόλο που οι θεωρίες βρίσκονται συνεχώς εν εξέλιξη, τα **αποτελέσματά τους** παραμένουν και τα χρησιμοποιούμε.

8

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Φυσικό μέγεθος & φυσικός νόμος

- Κάθε μέγεθος (ποσότητα) το οποίο αποδίδει ποιοτικά ή/και ποσοτικά την εξέλιξη ενός φαινομένου ονομάζεται **φυσικό μέγεθος**.
- **Φυσικός νόμος** ονομάζεται μια σχέση μεταξύ διαφόρων μεγεθών τα οποία περιγράφουν την εξέλιξη ενός φαινομένου.
- Συνήθως, η φυσικοί νόμοι περιγράφουν μια σχέση **αιτίου και αποτελέσματος**.

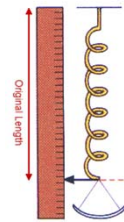
9

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Φυσικό μέγεθος & φυσικός νόμος

- Πχ κατά την μελέτη της επιμήκυνσης ενός ελατηρίου από κάποια δύναμη:
- Ο φυσικός νόμος εκφράζει τη σχέση μεταξύ του μεγέθους της **δύναμης (αίτιο)** και της αντίστοιχης **επιμήκυνσης (αποτελεσμα)**.
- Αποτέλεσμα αυτής της μελέτης αποτελεί ο παρακάτω φυσικός νόμος: «η επιμήκυνση είναι ανάλογη της δύναμης»

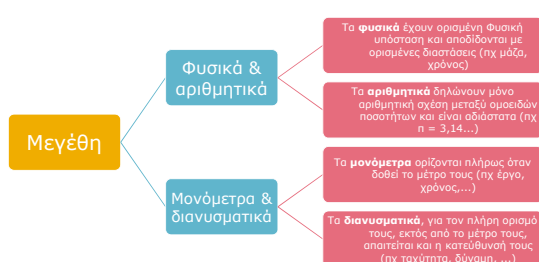


10

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Κατηγορίες μεγεθών



11

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Κατηγορίες μεγεθών



(a) The number of apples in the basket is one example of a scalar quantity. Can you think of other examples? (b) Jennifer pointing to the right. A vector quantity is one that must be specified by both magnitude and direction. (Photo by Ray Szwed) (c) An anemometer is a device meteorologists use to measure wind-velocity. The cups spin around and reveal the magnitude of the wind velocity. The pointer indicates the direction. (Courtesy of Pott Bus Company, 1308 Davis Avenue, Ocean, NJ 07712)

12

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Τιμή μιας φυσικής ποσότητας

- Η **τιμή** μιας φυσικής ποσότητας εκφράζεται από το γινόμενο ενός αριθμού και μιας μονάδας, με τον αριθμό να αποτελεί την **αριθμητική τιμή** της ποσότητας.
- Η **μονάδα** είναι ειδική φυσική ποσότητα, ορισμένη και αποδεκτή κατά σύμβαση, με την οποία άλλες ποσότητες του ίδιου είδους συγκρίνονται για να βρεθεί η τιμή τους.

13

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Η αριθμητική τιμή

- Κάθε μέγεθος έχει **αριθμητική τιμή** (x) η οποία προσδιορίζεται με βάση ένα αυθαίρετο πρότυπο (a_0) με το οποίο συγκρίνεται το δεδομένο μέγεθος (a), σύμφωνα με τη σχέση:

$$x = \frac{a}{a_0}$$

- Με την αλλαγή του προτύπου, η αριθμητική τιμή των φυσικών μεγεθών αλλάζει. Πχ η τιμή του ύψους του πύργου του Eiffel είναι
 - $h_{\text{et}} = 320.75 \text{ m} = 1070 \text{ ft}$
- Όπου h_{et} είναι η φυσική ποσότητα, η τιμή της οποίας όταν εκφράζεται σε μέτρα (m) είναι 320.75 m – αριθμητική τιμή 320.75, και όταν εκφράζεται σε πόδια (ft) είναι 1070 ft με αριθμητική τιμή 1070.

14

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Η αριθμητική τιμή

- Η τιμή της ποσότητας A μπορεί λοιπόν να γραφεί ως: $A = \{A\}[A]$, όπου $\{A\}$ η αριθμητική τιμή του A όταν αυτό εκφράζεται στη μονάδα $[A]$.
- Η αριθμητική του τιμή μπορεί να γραφεί ως $\{A\} = A/[A]$.
- Αυτή η μορφή θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε διαγράμματα ή/και πίνακες.
 - Πχ: $\theta/^\circ\text{C}$, L/m , $E/(\text{V}/\text{m})$, ...

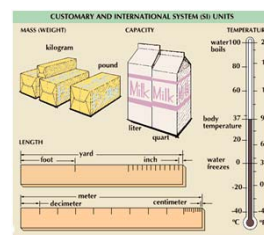
15

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Σύστημα μονάδων

- Αν για κάθε φυσικό μέγεθος ορίζαμε **αυθαίρετα** και τη **μονάδα μέτρησής** του θα καταλήγαμε σ' ένα μεγάλο πλήθος από ασύνδετες μεταξύ τους μονάδες.
- Ένα σύστημα μονάδων περιλαμβάνει λίγες **θεμελιώδεις** μονάδες και πάρα πολλές **παράγωγες** μονάδες, που καθορίζονται εύκολα από τη εξίσωση ορισμού του αντίστοιχου μεγέθους.



16

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Σύστημα μονάδων

- Τα μεγέθη που **εκλέγουμε** ως θεμελιώδη πρέπει να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:
 1. Μπορούν να μας δώσουν αμετάβλητα πρότυπα των μονάδων τους.
 2. Είναι κατάλληλα για πολύ ακριβείς μετρήσεις

17

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Το διεθνές σύστημα μονάδων (SI)

- Στη φυσική χρησιμοποιούμε το **Διεθνές Σύστημα Μονάδων** (από το Γαλλικό *Le Système International d'Unités*) με τα αρχικά:

S.I.



- Στο SI χρησιμοποιούμε τα εξής είδη μονάδων
 1. Θεμελιώδεις μονάδες,
 2. Παράγωγες μονάδες, και
 3. Συμπληρωματικές μονάδες
- Το SI περιλαμβάνει επίσης και προθέματα για τα δεκαδικά πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων του.

18

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Οι θεμελιώδεις μονάδες του SI

Μετρούμενη ποσότητα	Μονάδα του SI	
	Όνομα	Σύμβολο
1. Μήκος	Μέτρο (metre)	m
2. Μάζα	Χιλιόγραμμα (kilogram)	kg
3. Χρόνος	Δευτερόλεπτο (second)	s
4. Ηλεκτρικό ρεύμα	Αμπέρ (ampere)	A
5. (Απόλυτη) Θερμοκρασία	Kelvin	K
6. Ποσότητα ουσίας	μολ (mole)	mol
7. Φωτεινή ένταση	Καντέλα (candela)	cd

19

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Ορισμός θεμελιωδών μονάδων

- Το **μέτρο** (1 m) ορίζεται ως η απόσταση που διανύει το φως στο κενό σε χρονικό διάστημα ίσο με $1/299.792.458$ s.
- Το **χιλιόγραμμα** (1 kg) ισούται με τη μάζα του διεθνούς πρότυπου.



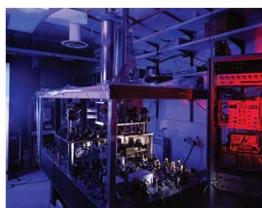
20

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Ορισμός θεμελιωδών μονάδων

- Το **δευτερόλεπτο** (1 s) ορίζεται ως η χρονική διάρκεια 9.192.631.770 περιόδων της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στη μετάβαση μεταξύ των δυο υπέρλεπτων καταστάσεων της βασικής κατάστασης του ατόμου ^{133}Cs .



Το "επίσημο" ατομικό ρολόι των ΗΠΑ

21

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Ορισμός θεμελιωδών μονάδων

- Ο **Kelvin** (1 K) ορίζεται ως το κλάσμα $1/273.16$ της θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού (που φυσικά αντιστοιχεί σε θερμοκρασία 273,16 K).
 - Τριπλό σημείο του νερού είναι η θερμοκρασία στην οποία συνυπάρχουν ο πάγος, το νερό και οι ατμοί του.
- Το **μολ** (1 mol) ορίζεται ως η ποσότητα της ουσίας που περιέχει τόσα στοιχειώδη σωματίδια όσα περιέχονται σε 0,012 kg καθαρού ^{12}C , δηλαδή $6,023 \cdot 10^{23}$ σωματίδια.
 - Το είδος των σωματιδίων θα πρέπει να καθορίζεται (πχ άτομα, μόρια, ηλεκτρόνια, κλπ).

22

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Ορισμός θεμελιωδών μονάδων

- Το **ampere** (1 A) είναι εκείνο το σταθερό ρεύμα που όταν διαρρέει δυο ευθύγραμμους, παράλληλους αγωγούς, απείρου μήκους, αμελητέας διατομής, οι οποίοι απέχουν μεταξύ τους απόσταση 1 m και βρίσκονται στο κενό, ασκείται μεταξύ των αγωγών δύναμη μέτρου $2 \cdot 10^{-7}$ N ανά μέτρο αγωγού.
- Η **καντέλα** (1 cd) ορίζεται ως η φωτεινή ένταση, προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, μιας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $540 \cdot 10^{12}$ Hz και η οποία έχει ακινική ένταση προς σ' αυτή τη διεύθυνση ίση με $1/683$ W/sr, sr = 1 sterad.

23

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

- Οι παράγωγες μονάδες εκφράζονται αλγεβρικά με τις θεμελιώδεις μονάδες ή/και άλλες παράγωγες μονάδες.
- Τα σύμβολα των παραγώγων μονάδων προκύπτουν με τη βοήθεια των μαθηματικών πράξεων του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης.
- Υπάρχουν παράγωγες μονάδες με ειδικά ονόματα

24

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

Βασικές παράγωγες μονάδες		
Παράγωγες ποσότητες	Όνομα	Σύμβολο
επιφάνεια (εμβαδόν)	square meter	m ²
όγκος	cubic meter	m ³
ταχύτητα	meter per second	m/s
επιτάχυνση	meter per second squared	m/s ²
πυκνότητα (μάζας)	kilogram per cubic meter	kg/m ³
πυκνότητα ρεύματος	ampere per square meter	A/m ²
ένταση μαγνητικού πεδίου	ampere per meter	A/m
συγκέντρωση ποσότητας ουσίας	mole per cubic meter	mol/m ³
φωτεινότητα	candela per square meter	cd/m ²

25

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

Παράγωγες μονάδες αντιστάσεων άλλων παραγόμενων μονάδων				
Ποσότητα μετρείται	Επίσημο όνομα	Επίσημο σύμβολο		
(επιπέδη) γωνία (l)	radian	rad	-	m·m ⁻¹ = 1
στερεά γωνία (l)	steradian	sr	-	m ² ·m ⁻² = 1
συχνότητα	hertz	Hz	-	s ⁻¹
δύναμη	newton	N	-	m·kg·s ⁻²
πίεση	pascal	Pa	N/m ²	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
ενέργεια, έργο	joule	J	N·m	m ² ·kg·s ⁻²
ισχύς	watt	W	J/s	m ² ·kg·s ⁻³
ηλεκτρικό φορτίο	coulomb	C	-	s·A
ηλεκτρικό δυναμικό, διαφορά δυναμικού, ΗΕΔ	volt	V	W/A	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
χωρητικότητα	farad	F	C/V	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ²
(ηλεκτρική) αντίσταση	ohm	Ω	V/A	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²

26

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

Βασικές παράγωγες μονάδες για μονάδες (Πίνακας)				
Παράγεται μετρείται	Επίσημο όνομα	Επίσημο σύμβολο		
(ηλεκτρική) αγωγιμότητα	siemens	S	A/V	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ³ ·A ²
μαγνητική ροή	weber	Wb	V·s	m ² ·kg ⁻¹ ·s ⁻² ·A ⁻¹
πυκνότητα μαγνητικής ροής	tesla	T	Wb/m ²	kg·s ⁻² ·A ⁻¹
αυτεπαγωγή	henry	H	Wb/A	m ² ·kg ⁻¹ ·s ⁻² ·A ⁻²
θερμοκρασία Celsius (l)	degree Celsius	°C	-	K
φωτεινή ροή	lumen	lm	cd·sr	m ² ·m ⁻² ·cd = cd
illuminance	lux	lx	lm/m ²	m ⁻² ·m ⁻⁴ ·cd = m ⁻² ·cd
ενεργότητα (ενός ραδιενεργού υλικού)	becquerel	Bq	-	s ⁻¹
απορροφούμενη δόση, ειδική ενέργεια	gray	Gy	J/kg	m ² ·s ⁻²
ισοδύναμη δόση	sievert	Sv	J/kg	m ² ·s ⁻²
καταλυτική ενεργότητα	katal	kat	-	s ⁻¹ ·mol

27

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Προσοχή !

- Βαθμός Celsius (°C): εκτός από τη μονάδα Kelvin (K) για τη θερμοκρασία χρησιμοποιείται και η μονάδα βαθμός Celsius (°C) με σύμβολο θ, και ορισμό:

$$\theta = T - T_0 \text{ με } T_0 = 273,15 \text{ K}$$

- 1 °C = 1 K
- Διάστημα ή διαφορά θερμοκρασιών μπορεί να εκφραστεί είτε σε °C είτε σε K : {Δθ}_{°C} = {ΔT}_K.
- Παρατηρήστε ότι η θερμοκρασία T₀ είναι ακριβώς 0,01 K κάτω από το τριπλό σημείο του νερού.

28

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Προσοχή !

- Οι μονάδες της γωνίας και της στερεάς γωνίας είναι συμπληρωματικές μονάδες.
- Δεν έχουν διαστάσεις ή έχουν διάσταση τη μονάδα: **ένα** με σύμβολο 1.
 - Ο ακριβής ορισμός της γωνίας θα δοθεί αργότερα.
- Ωστόσο, μερικές φορές βοηθά στην κατανόηση, αν σε παράγωγες μονάδες χρησιμοποιήσουμε τα ειδικά ονόματα "radian" και "sterad".

29

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

Παράγωγες μονάδες αντιστάσεων άλλων παραγόμενων μονάδων		
μεγέθη	μονάδα	σύμβολο
dynamic viscosity	pascal second	Pa·s
ροπή δύναμης	newton meter	N·m
επιφανειακή τάση	newton per meter	N/m
γωνιακή ταχύτητα	radian per second	rad/s
γωνιακή επιτάχυνση	radian per second squared	rad/s ²
πυκνότητα ροής θερμότητας	watt per square meter	W/m ²
θερμοχωρητικότητα, εντροπία	joule per kelvin	J/K
ειδική θερμοχωρητικότητα, ειδική εντροπία	joule per kilogram kelvin	J/(kg·K)
ειδική ενέργεια	joule per kilogram	J/kg
θερμική αγωγιμότητα	watt per meter kelvin	W/(m·K)
πυκνότητα ενέργειας	joule per cubic meter	J/m ³

30

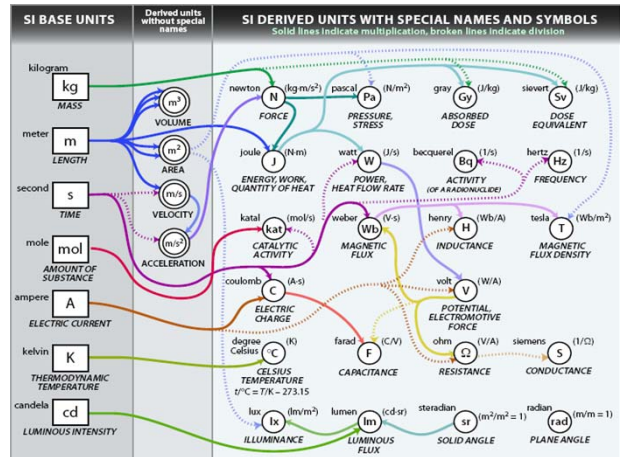
(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (H5c)

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

παράγωγες μονάδες ενέργειας W/24ων παράγωγων μονάδων		
Μεγέθος	Μονάδα	Συμβολή
ένταση ηλεκτρικού πεδίου	volt per meter	V/m
πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου	coulomb per cubic meter	C/m ³
πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου	coulomb per square meter	C/m ²
permittivity	farad per meter	F/m
permeability	henry per meter	H/m
μοριακή ενέργεια	joule per mole	J/mol
μοριακή εντροπία, μοριακή θερμοχωρητικότητα	joule per mole kelvin	J/(mol·K)
εκδότηση (ακτίνες X και γ)	coulomb per kilogram	C/kg
ρυθμός απορροφούμενης δόσης	gray per second	Gy/s
ακτινική ένταση	watt per steradian	W/sr
radiance	watt per square meter steradian	W/(m ² ·sr)
catalytic (activity) concentration	katal per cubic meter	kat/m ³

31 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE) 24-Σεπ-14



Μετατροπές μονάδων



$$3mi = 3 \text{ μί } \cdot 1,609 \frac{km}{\text{μί}} = 4,827km$$

Άσκηση: 55mi/h = ? m/sec

33 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE) 24-Σεπ-14

Επιτρεπτές (αποδεκτές) μονάδες

Όνομα	Συμβολή	Value in SI units
minute (χρόνος)	min	1 min = 60 s
hour	h	1 h = 60 min = 3 600 s
day	d	1 d = 24 h = 86 400 s
degree (γωνία)	°	1° = (π/180) rad
minute (γωνία)	'	1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
second (γωνία)	"	1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
liter	L	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
metric ton	t	1 t = 10 ³ kg
neper	Np	1 Np = 1
bel	B	1 B = (1/2) ln 10 Np
electronvolt	eV	1 eV = 1,602 18 x 10 ⁻¹⁹ J
unified atomic mass unit	u	1 u ≈ 1,660 54 x 10 ⁻²⁷ kg
astronomical unit	ua	1 ua ≈ 1,495 98 x 10 ¹¹ m

34 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE) 24-Σεπ-14

Πολλλαπλάσια & υποπολλαπλάσια

- Επιτρέπουν την αποφυγή πολύ μεγάλων ή/και πολύ μικρών αριθμητικών τιμών.
- Πχ 1,002·10⁻¹³ m = 0,1002 pm.
- Ιδιαίτερη προσοχή στο 1 kg: για ιστορικούς λόγους το όνομα περιέχει το "kilo":
 - 10⁻⁶ kg = 10⁻⁶·10³ g = 10⁻³ g = 1·10⁻³ g = 1 mg.

35 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE) 24-Σεπ-14

Πολλλαπλάσια & υποπολλαπλάσια

Παράγοντας	Πρόθεμα	Συμβολή	Παράγοντας	Πρόθεμα	Συμβολή
10 ²⁴ = (10 ³) ⁸	yotta	Y	10 ⁻¹	deci	d
10 ²¹ = (10 ³) ⁷	zetta	Z	10 ⁻²	centi	c
10 ¹⁸ = (10 ³) ⁶	exa	E	10 ⁻³ = (10 ³) ⁻¹	milli	m
10 ¹⁵ = (10 ³) ⁵	peta	P	10 ⁻⁶ = (10 ³) ⁻²	micro	μ
10 ¹² = (10 ³) ⁴	tera	T	10 ⁻⁹ = (10 ³) ⁻³	nano	n
10 ⁹ = (10 ³) ³	giga	G	10 ⁻¹² = (10 ³) ⁻⁴	pico	p
10 ⁶ = (10 ³) ²	mega	M	10 ⁻¹⁵ = (10 ³) ⁻⁵	femto	f
10 ³ = (10 ³) ¹	kilo	k	10 ⁻¹⁸ = (10 ³) ⁻⁶	atto	a
10 ²	hecto	h	10 ⁻²¹ = (10 ³) ⁻⁷	zepto	z
10 ¹	deka	da	10 ⁻²⁴ = (10 ³) ⁻⁸	yocto	y

36 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE) 24-Σεπ-14

Πολλαπλάσια & υποπολλαπλάσια

- Άλλα προθέματα γράφονται με κεφαλαία και άλλα όχι.
 - T, G, M ... ενώ c, m, p ...
- Το πρόθεμα δεν χωρίζεται από το σύμβολο της μονάδας.
 - $2,3 \text{ cm}^3 = 2,3 (\text{cm})^3 = 2,3 (10^{-2} \text{ m})^3 = 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

37

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Πολλαπλάσια & υποπολλαπλάσια

- Χρησιμοποιούμε **μόνο ένα** πρόθεμα.
 - Πχ: 2,3 nm αλλά όχι 2,3 μm
- Τα προθέματα δεν στέκουν από μόνα τους.
 - Πχ: $5 \cdot 10^6 / \text{m}^3$ αλλά όχι 5 M/m^3 .

38

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Φυσικές Σταθερές

Περιγραφή	Σύμβολο	Τιμή
Μαγνητική διαπερατότητα του κενού	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$
Ταχύτητα του φωτός	c_0	299 792 458 m/s
Ηλεκτρική διαπερατότητα του κενού	$\epsilon_0 = 1/(\mu_0 c^2)$	$8,854 18 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{J m})$
Παγκόσμια σταθερά βαρύτητας	G	$6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$
Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο	e	$1,602 189 2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Σταθερά Planck	h	$6,626 176 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Σταθερά λεπτής υφής	α^{-1}	137,036 04
Σταθερά Boltzmann	k	$1,380 662 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Σταθερά Stefan - Boltzmann	σ	$5,670 32 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Μάζα ηλεκτρονίου	m_e	$9,109 534 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Μάζα πρωτονίου	m_p	1836,151 52 m_e

39

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Φυσικές Σταθερές

Περιγραφή	Σύμβολο	Τιμή
Σταθερό Avogadro	N_A	$6,022 04 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Σταθερά Faraday	$F = N_A e$	96484,56 C/mol
Σταθερά των αερίων	R	$8,314 41 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Σταθερά Rydberg	R_∞	$10 973 731,77 \text{ m}^{-1}$
Ακτίνα Bohr	$a_0 = a/(4\pi R_\infty)$	$0,529 177 \cdot 10^{-10} \text{ m}^{-1}$
Μήκος κύματος Compton Ηλεκτρονίου	$\lambda_c = a^2/(2R_\infty)$	2,426 308 9 pm
Κλασσική ακτίνα ηλεκτρονίου	r_e	2,817 938 fm
Μαγνητόνη Bohr	$\mu_B = eh/(4\pi m_e c)$	$9,274 07 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
Πυρηνική μαγνητόνη	$\mu_n = eh/(4\pi m_p c)$	$5,050 82 \cdot 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
Μαγνητική ροπή ηλεκτρονίου	μ_e	$9,284 83 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
Μαγνητική ροπή πρωτονίου	μ_p	$1,410 61 \cdot 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$

40

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Διαστατική ανάλυση

- Οι διαστάσεις υποδηλώνουν τη φύση μιας ποσότητας.
- Η διαστατική ανάλυση αποτελεί μια τεχνική ελέγχου της ορθότητας μιας εξίσωσης.
- Οι διαστάσεις (μήκος, μάζα, χρόνος, συνδυασμοί αυτών) μπορούν να θεωρηθούν ως αλγεβρικές ποσότητες.
- Και τα δυο μέλη μιας εξίσωσης πρέπει να έχουν τις ίδιες διαστάσεις.

41

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Διαστατική ανάλυση

- Τις διαστάσεις του μήκους, της μάζας και του χρόνου τις συμβολίζουμε με: [L], [M] και [T] αντίστοιχα.

$$\text{ταχύτητα} = \frac{\text{διάστημα}}{\text{χρόνος}}$$

- Πως βρίσκουμε πχ τις διαστάσεις της ταχύτητας;

$$[v] = \frac{[L]}{[T]} = [L \cdot T^{-1}]$$

42

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Π/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Διαστατική ανάλυση

- Η περίοδος (P) ενός εκκρεμούς εξαρτάται μόνο από το μήκος του εκκρεμούς (d) και την επιτάχυνση της βαρύτητας (g).

$$(a) \quad P = 2\pi(dg)^2$$

$$(b) \quad P = 2\pi \frac{d}{g}$$

$$(c) \quad P = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}$$

- Αν [d] = [L] και [g]=[L T⁻²] ποια από τις διπλανές εξισώσεις **μπορεί** να είναι σωστή;

43

ω) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Διαστατική ανάλυση

- Προφανώς [P]=[T].

- Η πρώτη εξίσωση μας δίνει:

$$[P] = ([L] \cdot [LT^{-2}])^2 = [L^2 T^{-4}] \neq [T]$$

- Με τον ίδιο τρόπο καταλήγουμε στη σωστή λύση ?

$$(a) \quad P = 2\pi(dg)^2$$

$$(b) \quad P = 2\pi \frac{d}{g}$$

$$(c) \quad P = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}$$

44

ω) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14

Διαστατική ανάλυση

- Η συνέπεια των διαστάσεων μόνη της δεν αποδεικνύει την ορθότητα μιας εξίσωσης.

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}$$

- Η ασυνέπεια των διαστάσεων αποδεικνύει ότι μια εξίσωση είναι λανθασμένη.

$$P = 4\pi^3 \sqrt{\frac{d}{g}}$$

- Στο προηγούμενο παράδειγμα θα μπορούσε να ήταν σωστή οποιαδήποτε από τις διπλανές εξισώσεις.

$$P = \frac{3}{2\pi} \sqrt{\frac{d}{g}}$$

45

ω) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (HSE)

24-Σεπ-14