

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.

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**.

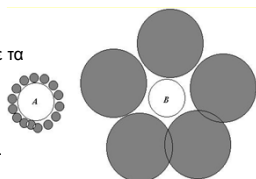
4

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5ς)

24-Σεπ-14

Η παρατήρηση

- **Υποκειμενική παρατήρηση** (εξαρτάται από τη γνώμη μας):
 - Έχει ζέση εδώ μέσα.
 - Είναι κοντός.
 - Οι σπικικές 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.



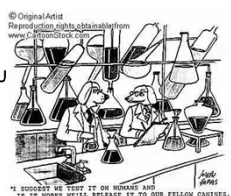
5

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5ς)

24-Σεπ-14

Το πείραμα

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



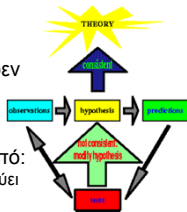
6

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5ς)

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 αντιτίθεται στο πείραμα μπορεί να θεωρηθεί επαρκής.
- Η **αξία μιας υπόθεσης** εξαρτάται από:
 - Τον αριθμό των φαινομένων που ερμηνεύει
 - Τη δυνατότητά της να προλέγει νέα φαινόμενα



7

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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**.

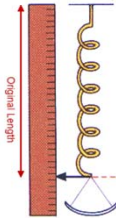
9

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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** (*αποτέλεσμα*).
- Αποτέλεσμα αυτής της μελέτης αποτελεί ο παρακάτω φυσικός νόμος: «*η επιμήκυνση είναι ανάλογη της δύναμης*»

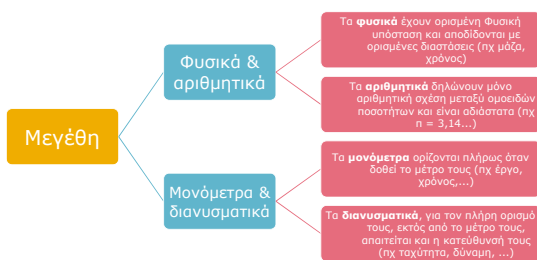


10

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

24-Σεπ-14

Κατηγορίες μεγεθών



11

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

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 Stevens) (c) An anemometer is a device used to measure the in weather forecasting. The cup-spin anemometer and reveals the magnitude of the wind velocity. The pointer indicates the direction. (Courtesy of Post Box Company, 1308 Davis Avenue, Orono, NJ 07712)

12

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

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

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

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
 - $h_{\text{eif}} = 320.75 \text{ m} = 1070 \text{ ft}$
- Όπου h_{eif} 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

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

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 , $E/(V/m)$, ...

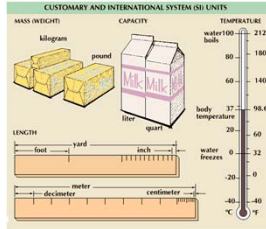
15

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

24-Σεπ-14

Σύστημα μονάδων

- Αν για κάθε φυσικό μέγεθος ορίσαμε 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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5C)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5C)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5C)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

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.



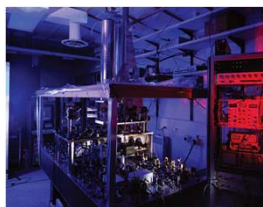
20

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

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 ¹³³Cs.



Το "επίσημο" ατομικό ρολόι των ΗΠΑ

21

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

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

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

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 ακτινική ένταση προς σ' αυτή τη διεύθυνση ίση με $1/683$ W/sr, sr = 1 sterad.

23

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

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

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

24

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

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

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

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

Βασικές παράγωγες μονάδες και ποσότητες (συνέχεια)				
Παράγωγες ποσότητες	Επίσημο όνομα	Επίσημο σύμβολο		
(επίπεδη) γωνία (!)	radian	rad	-	m·m ¹ = 1
στερεά γωνία (!)	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

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

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

Βασικές παράγωγες μονάδες και ποσότητες (συνέχεια)				
Παράγωγες ποσότητες	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·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·s ⁻² ·A ⁻²
θερμοκρασία Celsius (!)	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

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

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:

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

- $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$
- Διάστημα ή διαφορά θερμοκρασιών μπορεί να εκφραστεί είτε σε $^\circ\text{C}$ είτε σε K : $\{\Delta\theta\}_{^\circ\text{C}} = \{\Delta T\}_{\text{K}}$.
- Παρατηρήστε ότι η θερμοκρασία T_0 είναι ακριβώς 0,01 K κάτω από το τριπλό σημείο του νερού.

28

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

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

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

24-Σεπ-14

Παράγωγες μονάδες του SI

αγγλικά	μετρικά	συμβολικά
dynamic viscosity	pascal second	Pa·s
ροπή δόνησης	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

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

24-Σεπ-14

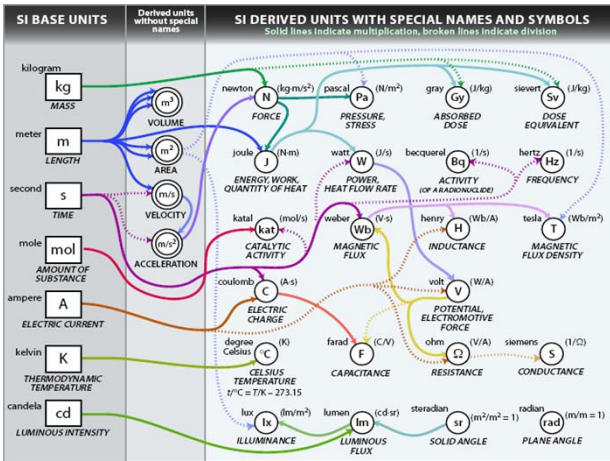
Παράγωγες μονάδες του SI

Ελληνικά	Αγγλικά	Σύμβολο
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)
εκδόση (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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

24-Σεπ-14



Μετατροπές μονάδων



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

Άσκηση: 55mi/h = ? m/sec

33

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΦΣ)

24-Σεπ-14

Επιτρεπτές (αποδεκτές) μονάδες

Όνομα	Σύμβολο	Υπόλοιπο 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 dm³ = 10⁻³ m³
metric ton	t	1 t = 10³ 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 10¹¹ m

34

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

24-Σεπ-14

Πολλαπλάσια & υποπολλαπλάσια

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

35

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

24-Σεπ-14

Πολλαπλάσια & υποπολλαπλάσια

Παράγοντας	Πρόθεμα	Σύμβολο	Παράγοντας	Πρόθεμα	Σύμβολο
$10^{24} = (10^3)^8$	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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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	$1836,151 52 \cdot m_e$

39

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

24-Σεπ-14

Φυσικές Σταθερές

Περιγραφή	Σύμβολο	Τιμή
Σταθερά Avogadro	N_A	$6,022\ 04 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$
Σταθερά Faraday	$F = N_A e$	$96484,56\ \text{C/mol}$
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	$\lambda_c = a^2/(2R_\infty)$	$2,426\ 308\ 9\ \text{pm}$
Κλασσική ακτίνα ηλεκτρονίου	r_e	$2,817\ 938\ \text{fm}$
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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

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

© Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (ΉΣ)

24-Σεπ-14

Διαστατική ανάλυση

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

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

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

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

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

43

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

24-Σεπ-14

Διαστατική ανάλυση

- Προφανώς [P]=[T].

- Η πρώτη εξίσωση μας δίνει:

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

- Με τον ίδιο τρόπο καταλήγουμε στη σωστή λύση ?

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

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

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

44

© 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

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

24-Σεπ-14
