

# Διαλέξεις στη **ΦΥΣΙΚΗ**

**A. ΚΑΝΑΠΙΤΣΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΤΕΙ ΛΑΜΙΑΣ

ΛΑΜΙΑ, 2006

Σημειώσεις - εποπτικό υλικό για το μάθημα ΦΥΣΙΚΗ. Τα παρακάτω είναι βασισμένα στις διαλέξεις του διδάσκοντα.

Το υλικό αποτελεί προσαρμογή των σημειώσεων/διαλέξεων του σεβαστού δασκάλου Δρ. κ. Σπ. Ρούλη ο οποίος δίδασκε επί 20 ετία το μάθημα.

Χρησιμοποιήθηκε υλικό από πηγές οι οποίες αναφέρονται στην Βιβλιογραφία.

Προσαρμογή - επιστημονική και τεχνική επιμέλεια : Γ. Νικολάου.

# Μονάδες και μεγέθη

## Μονάδες του Διεθνούς Συστήματος (SI)

Το SI (*Système International d' Unités*) είναι το σύστημα που αναπτύχθηκε από την Γενική Συνδιάσκεψη Μέτρων και Σταθμών και υιοθετήθηκε από σχεδόν όλες τις βιομηχανικές χώρες του κόσμου. Βασίζεται στο σύστημα *mksa*.

### Θεμελιώδεις μονάδες της μηχανικής

Οι θεμελιώδεις μονάδες είναι το μέτρο (*m*), το χιλιόγραμμα (*kg*) και το δευτερόλεπτο (*s*).

Με τις μονάδες αυτές μετρούνται τα μεγέθη: μήκος, μάζα και χρόνος (αντίστοιχα).

### ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΤΟΥ SI

**meter (*m*)** είναι το μήκος που ισούται με την απόσταση που διανύει το φως στο κενό, σε χρόνο  $1 / 299\,792\,458$  δευτερόλεπτα.

**kilogram (*kg*)** ίση με τη μάζα του διεθνούς προτύπου : ειδικός κύλινδρος από κράμα Pt – Ir, Sèvres, France, International Bureau of Weights and Measures.

**second (*s*)** είναι η διάρκεια 9 192 631 770 περιόδων ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στην μετάβαση μεταξύ δύο υπέρλεπτων σταθμών της θεμελιώδους κατάστασης του ατόμου Cs-133.

### Συμπληρωματικές μονάδες

**ακτίνιο (*rad*)** για την επίπεδη γωνία και το **στερακτίνιο (*sr*)** για την στερεά γωνία.

Το ακτίνιο είναι εκείνη η επίπεδη γωνία η οποία σχηματίζεται μεταξύ δυο ακτινών οι οποίες στην περιφέρεια ενός κύκλου με ακτίνα  $r = 1m$  αποκόπτουν τόξο μήκους ίσου με την ακτίνα, δηλαδή  $\Delta s = 1m$ . Για το ακτίνιο ισχύει επομένως

$$1 \text{ rad} = 1 \frac{m}{m}, \quad 1 \text{ sr} = 1 \frac{m^2}{m}$$

Το στερακτίνιο είναι η στερεά γωνία, η οποία έχοντας την κορυφή της στο κέντρο μιας σφαίρας με ακτίνα  $r = 1m$  αποκόπτει από την επιφάνεια αυτής της σφαίρας εμβαδόν από  $\Delta A = 1m^2$ .

## ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ SI

Μέγεθος	Μονάδα	
	Ονομασία	Σύμβολο
Μήκος	μέτρο	<i>m</i>
Μάζα	χιλιόγραμμα	<i>kg</i>
Χρόνος	δευτερόλεπτο	<i>s</i>
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	Ampere	<i>A</i>
Θερμοδυναμική θερμοκρασία	Kelvin	<i>K</i>
Ποσότητα ύλης	mole	<i>mol</i>
Φωτεινή ένταση	candela	<i>cd</i>

## Παράγωγα μεγέθη και παράγωγες μονάδες

Μέγεθος	Μονάδα		Διατύπωση σε άλλες σημαντικές μονάδες
	Ονομασία	Σύμβολο	
<b>Συχνότητα</b>	Hertz	Hz	1/s
Δύναμη	Newton	N	kgms <sup>-2</sup>
Πίεση (τάση)	Pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>
Έργο, ενέργεια	Joule	J	1 J= 1 Nm=1Ws
<b>Ισχύς</b>	Watt	W	1W=1VA=1Nm/s=1J/s
Ορμή			kg m/s
Ταχύτητα			m/s, km/s, ....
Επιτάχυνση			m/s <sup>2</sup> , ....

## Παράγωγα μεγέθη και μονάδες της στροφικής κίνησης

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα
Στροφική συχνότητα	n	s <sup>-1</sup>
Γωνιακή ταχύτητα	ω	s <sup>-1</sup>
Γωνιακή επιτάχυνση	α	1/s <sup>2</sup> ή rad/s <sup>2</sup>
Στροφορμή	L	kgm <sup>2</sup> · s <sup>-1</sup>
Ροπή αδράνειας	I	kgm <sup>2</sup>
Ροπή (δυνάμεων)	M	Nm

## Παράγωγες μονάδες του Ηλεκτρισμού

Μέγεθος	Μονάδα		
	Ονομασία	Σύμβολο	Αναγωγή
Τάση U	Volt	V	Nm/(As)
Αντίσταση R	Ohm	$\Omega$	V/A
Αγωγιμότητα	Siemens	S	A/V
Χωρητικότητα C	Farad	F	As/V
Φορτίο Q	Coulomb	C	As
Ηλεκτρική ροή $\Psi$		As	
Ενταση πεδίου E		V/m	
Πυκνότητα ροής D		As/m <sup>2</sup>	

## Παράγωγες μονάδες του Μαγνητισμού

Μέγεθος	Μονάδα		
	Ονομασία	Σύμβολο	Αναγωγή
Ενταση πεδίου H		A/m	
Μαγνητική ροή $\Phi$ Μαγνητική ποσότητα	Weber	Vs Vs	
Πυκνότητα μαγνητικής ροής B	Tesla	Vs/m <sup>2</sup>	
Επαγωγικότητα L	Henry	H	
Ροπή δίπολου κατά Coulomb j		Vs m	
Ροπή δίπολου κατά Ampere m		Am <sup>2</sup>	

## Παράγωγες μονάδες

Οι παράγωγες μονάδες είναι όλες εκείνες οι μονάδες, οι οποίες παράγονται από τις θεμελιώδεις και/είτε τις συμπληρωματικές μονάδες.

Η διατύπωση των μονάδων αυτών γίνεται με αλγεβρικές εκφράσεις στη μορφή γινομένων των μονάδων βάσης και/είτε των συμπληρωματικών μονάδων .

Ο αριθμητικός συντελεστής των αλγεβρικών εκφράσεων είναι πάντα ο αριθμός 1.

$m^2$	για το <i>εμβαδόν</i> ,
$m^3$	για τον <i>όγκο</i> ,
$m/s$	για την <i>ταχύτητα</i> ,
$m/s^2$	για την <i>επιτάχυνση</i>
$1/s = \text{Hz (Hertz)}$	για την <i>συχνότητα</i> ,
$kg/m^3$	για την <i>πυκνότητα</i> .
$kg \cdot m/s^2 = \text{N (Newton)}$	για τη <i>δύναμη</i> ,
$\text{Nm (1Nm = 1 Joule)}$	για την <i>ενέργεια (έργο)</i> ,
$\text{N/m}^2 = \text{Pa (Pascal)}$	για την <i>πίεση</i> ,
$\text{Nm/s} = \text{J/s} = \text{Watt}$	για την <i>ισχύ</i>
$m^2/s$	για τον συντελεστή διάχυσης
$m/s$	για την ευκίνησια.
$V/m$	

Οι **συμπληρωματικές μονάδες** συχνά θεωρούνται είτε ως θεμελιώδεις μονάδες είτε ως παράγωγες μονάδες

## Άλλες θεμελιώδεις μη μηχανικές μονάδες

απαραίτητη στον **ηλεκτρομαγνητισμό** είναι και η μονάδα *Ampere* (A για την ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος).

Στη **θερμοδυναμική** πρέπει να εισαχθεί η μονάδα μέτρησης **K (Kelvin)** για τη θερμοκρασία και στη χημεία η μονάδα mol για την ποσότητα ύλης (ή αντικειμένων).

Στην **οπτική** πρέπει να εισαχθεί η μονάδα **cd (candela)** για τη φωτεινή ένταση. Οι συμπληρώσεις αυτές είναι απαραίτητες για την περιγραφή όλων των φαινομένων της φυσικής.

Εξυπακούεται ότι και από αυτές τις θεμελιώδεις μονάδες προκύπτουν αντίστοιχες παράγωγες μονάδες.

## Σύμφωνες και ασύμφωνες μονάδες

Όλες οι παράγωγες μονάδες μπορούν με εξισώσεις να αναχθούν σε θεμελιώδεις μονάδες.

- Όταν στις εξισώσεις αυτές εμφανίζεται μόνο ο αριθμητικός συντελεστής 1, τότε η παράγωγος μονάδα είναι **σύμφωνη** (ως προς το σύστημα SI).
- Όταν ο αριθμητικός συντελεστής δεν είναι 1, τότε πρόκειται για **ασύμφωνη** μονάδα. Μ' αυτήν την έννοια όλες οι μονάδες του SI είναι σύμφωνες, απεναντίας όλα τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων SI που σχηματίζονται με προθέματα είναι ασύμφωνες μονάδες

**Πολλαπλάσια****Υποπολλαπλάσια**

Όνομασία	Σύμβολο	Τιμή	Όνομασία	Σύμβολο	Τιμή
Exa	<b>E</b>	$10^{18}$	dezi	<b>d</b>	$10^{-1}$
Peta	<b>P</b>	$10^{15}$	centi	<b>c</b>	$10^{-2}$
Tera	<b>T</b>	$10^{12}$	milli	<b>m</b>	$10^{-3}$
Giga	<b>G</b>	$10^9$	mikro	<b>μ</b>	$10^{-6}$
Mega	<b>M</b>	$10^6$	nano	<b>n</b>	$10^{-9}$
Kilo	<b>k</b>	$10^3$	piko	<b>p</b>	$10^{-12}$
Hecto	<b>h</b>	$10^2$	femto	<b>f</b>	$10^{-15}$
Deka	<b>da</b>	$10^1$	atto	<b>a</b>	$10^{-18}$

**Τιμητικές μονάδες**

Πολλές από τις παράγωγες μονάδες φέρουν για λόγους σκοπιμότητας ονομασίες από επώνυμους επιστήμονες.

<b>Newton (N),</b>	<b>Ohm (<math>\Omega</math>),</b>
<b>Pascal (Pa),</b>	<b>Farad (F),</b>
<b>Joule (J),</b>	<b>Henry (H),</b>
<b>Watt (W),</b>	<b>Stokes (St),</b>
<b>Weber (Wb),</b>	<b>Poise (p),</b>
<b>Coulomb (C),</b>	<b>Gray (Gy)</b>
<b>Tecla (T),</b>	<b>Becquerel (Bq),</b>
<b>Siemens (S),</b>	<b>Sievert (Sv).</b>

Κατά την εφαρμογή των μονάδων αυτών η σημασία τους πρέπει να είναι γνωστή, π.χ.  $1\text{N} = 1\text{kg m/s}^2$ , είτε  $1\text{C} = 1\text{As}$ . Σε αντίθετη περίπτωση ένα αδιάστατο μέγεθος μπορεί να γίνει φορέας π.χ. της μονάδας  $1\text{C} / \text{As}$ . Οι τιμητικές μονάδες επιτρέπουν τον σχηματισμό περαιτέρω παράγωγων μονάδων. Εξυπακούεται ότι οι μονάδες αυτές είναι *σύμφωνες μονάδες*.



## Μονάδες, ξένες ως προς το SI

---

Οι SI – ξένες μονάδες, των οποίων η εφαρμογή επιτρέπεται, προέρχονται είτε από *άλλα συστήματα μονάδων* είτε *είναι ανεξάρτητες από κάποιο σύστημα*. Οι μονάδες αυτές είναι ασύμφωνες, π.χ.

---

$1\text{eV} = 1,602.110^{-19} \text{ VAs}$ , εφόσον  $e = 1,602.10^{-19} \text{ As}$  είναι το φορτίο του ηλεκτρονίου

---

είτε 1 πρώτο λεπτό (min) = 60s

---

είτε 1 ναυτικό μίλι (sm) = 1852m.

---

### Το χιλιόγραμμο (kg)

Το *χιλιόγραμμο (kg)* είναι μια θεμελιώδης μονάδα και η μοναδική θεμελιώδης μονάδα που έχει *πρόθεμα*.

Επομένως δεν πρέπει να σχηματίζονται απ' αυτήν πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια. Τούτα σχηματίζονται μόνο με τη βοήθεια τις ασύμφωνης μονάδας του γραμμαρίου (g).

**$1000\text{kg} = 10^3\text{kg}$  είναι 1τόνος (t).**

Στην καθημερινή ζωή, η **μάζα** χρησιμοποιείται συχνά ως συνώνυμο της «ποσότητας» και συχνά ονομάζεται **βάρος**. (ΛΑΘΟΣ !!)

Επειδή **βάρος** ονομάζεται και η **δύναμη**, η οποία ασκείται πάνω στη μάζα στο βαρυντικό πεδίο της γης, καλλίτερα θα ήταν η μη χρησιμοποίηση της ονομασίας «βάρος».

Η **δύναμη** που ασκείται από το βαρυντικό πεδίο της γης πάνω σε μια μάζα, καλλίτερα είναι να ονομάζεται **βαρυντική δύναμη**.

## To Joule

Το Joule (J) είναι μια παράγωγος μονάδα

$$1 J = 1 N \cdot m = 1 V \cdot A \cdot s = 1 W \cdot s = 1 kg \cdot m \cdot m/s^2$$

Το 1 Joule είναι το έργο που εκτελείται όταν το σημείο εφαρμογής της δύναμης 1N μετατοπίζεται κατά 1m στην κατεύθυνση της δύναμης.

Με τη μονάδα Joule μετρούνται το **μηχανικό έργο W**,  
η **ενέργεια (δυναμική και κινητική ενέργεια)**,  
το **ηλεκτρικό έργο  $W = U \cdot I \cdot t$** ,  
η **θερμότητα Q** και κάθε είδους ενέργεια.

Στην ατομική φυσική εφαρμόζεται το **ηλεκτρονιοβόλτ (eV)**.

$$1eV = 1,602 \cdot 10^{-19} V \cdot A \cdot s$$

1eV είναι η κινητική ενέργεια που αποκτά ένα ηλεκτρόνιο όταν στο κενό επιταχύνεται από διαφορά δυναμικού 1V.

Το eV είναι επομένως μια SI - ξένη και ασύμφωνη μονάδα.

.

## Μεγέθη

Η διατύπωση των **φυσικών νόμων** και η αμοιβαία διασύνδεσή τους γίνεται με την βοήθεια μαθηματικών εξισώσεων.

Στις εξισώσεις αυτές οι **έννοιες της Φυσικής** εμφανίζονται στην μορφή των **μεγεθών**.

**Μεγέθη** είναι τα *μετρήσιμα χαρακτηριστικά αντικειμένων, φαινομένων και καταστάσεων*.

### Μέτρηση και εξισώσεις φυσικών μεγεθών

Κάθε **μέτρηση** ενός φυσικού μεγέθους αποτελείται από δυο βήματα:

α) Επιλογή της **μονάδας μέτρησης**, η οποία λειτουργεί ως συγκριτικό μέγεθος για το μέγεθος που πρόκειται να μετρηθεί.

β) καθορισμός ενός ορισμού ο οποίος δηλώνει το **πόσες φορές η μονάδα μέτρησης εμπεριέχεται στο μέγεθος που πρόκειται να μετρηθεί**. Ο ορισμός αυτός είναι η **αριθμητική τιμή**.

Για τη μονοσήμαντη αναφορά ενός μεγέθους πρέπει επομένως να δίδονται τόσο η μονάδα μέτρησης όσο και η αριθμητική τιμή.

Η κατάσταση αυτή μπορεί να διατυπωθεί και με μαθηματικό τρόπο:

$$\text{μέγεθος} = \text{αριθμητική τιμή} \text{ επί μονάδα μέτρησης}$$

Έστω ότι το θεωρούμενο μέγεθος είναι E. Τότε ισχύουν οι εξής ονομασίες:

$$[E] = \text{μονάδα μέτρησης της } E \quad \{E\} = \text{αριθμητική τιμή της } E$$

Άρα το μέγεθος E μπορεί να διατυπωθεί στη μορφή (εξίσωση μεγεθών)

$$E = \{E\} \cdot [E]$$

Και στις δυο πλευρές της εξίσωσης πρέπει να προκύπτει η ίδια μονάδα μέτρησης. Η εξίσωση μεγεθών παραμένει σωστή ανεξάρτητα από τις μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται.

Η ταχύτητα μπορεί π.χ. να σημειωθεί σε cm/s ή σε km/h, η μάζα σε g ή σε kg. Οι μονάδες αυτές μπορούν κάποια στιγμή να μετατραπούν έτσι, ώστε η ενέργεια να προκύψει στην επιθυμητή μονάδα. Οι μετατροπές είναι ζήτημα σκοπιμότητας.

## Φυσικά μεγέθη

Τα φυσικά μεγέθη χωρίζονται σε δυο μεγάλες ομάδες, στα **θεμελιώδη μεγέθη** και στα **παράγωγα μεγέθη**.

Το *μήκος*,

ο *χρόνος* και

η *μάζα* είναι τα **θεμελιώδη** μεγέθη της μηχανικής.

Για την περιγραφή όλων των φαινομένων εισήχθησαν ως θεμελιώδη μεγέθη

η **ένταση** του ηλεκτρικού ρεύματος,

η **απόλυτη θερμοκρασία**,

η **ποσότητα ύλης** και

η **φωτεινή ένταση**.

τα μεγέθη αυτά φέρουν ως μονάδες μέτρησης τις αντίστοιχες *θεμελιώδεις μονάδες*.

Τα **παράγωγα μεγέθη**, όπως και οι **παράγωγες μονάδες**, είναι πολυάριθμα και **ανάγονται στα θεμελιώδη μεγέθη**.

Μ' αυτήν την έννοια παράγωγα μεγέθη είναι

η **ταχύτητα**,

η **επιτάχυνση**,

η **δύναμη**,

η **ροπή**

κ.λ.π.



# ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

## ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ  
30 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1983

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ  
196

(3)

### ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 515

«Μονάδες μετρήσεως» σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 80/181/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 20ής Δεκεμβρίου 1979.

### Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

Έχοντας υπόψη :

α) Το άρθρο 2 του Ν. 945/1979 «Περί κυρώσεως της Συνθήκης Προσχωρήσεως της Ελλάδος εις την Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας» ως και της συμφωνίας «περί προσχωρήσεως της Ελλάδος εις την Ευρωπαϊκή Κοινότητα Άνθρακος και Χάλυβος».

β) Τα άρθρα 2, 143 και 145 της Πράξεως «Περί των όρων προσχωρήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας και των προσαρμογών των Συνθηκών» η οποία κυρώθηκε με τον Ν. 945/79 (ΦΕΚ 170/τ. Α'/27.7.79).

γ) Τις διατάξεις του άρθρου 4 του Ν. 1338/83 «εφαρμογή του κοινοτικού δικαίου» (ΦΕΚ 34/τ. Α'/17.3.83).

δ) Τις διατάξεις του άρθρου 3 του Ν. 1104/80 «Περί εκπροσωπήσεως της Ελλάδος στις Ευρωπαϊκές Κοινότητες, ιδρύσεως Διπλωματικών και Προξενικών Αρχών και ρυθμίσεως άλλων συναφών οργανωτικών θεμάτων» (ΦΕΚ 298/τ. Α'/29.12.80) σε συνδυασμό με την παράγραφο 1 του άρθρου 3 του Π.Δ. 574/1982 «Ανακατανομή των αρμοδιοτήτων των Υπουργείων» (ΦΕΚ 104/τ. Α'/30.8.82).

ε) Τις 1607/1981 και 704/1983 γνωμοδοτήσεις του Συμβουλίου της Επικρατείας.

Με πρόταση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας και Εμπορίου, αποφασίσαμε :

#### Άρθρο 1.

Το Προεδρικό Διάταγμα αυτό εκδίδεται με σκοπό τη συμμόρφωση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις

της Οδηγίας 80/181/ΕΟΚ του Συμβουλίου και του Παραρτήματός της, η οποία έχει δημοσιευθεί στην Ελληνική Γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Ειδική Έκδοση της 31 Δεκεμβρίου 1980, κατηγορία 13 Βιομηχανική Πολιτική, τόμος 009, σελ. 90).

#### Άρθρο 2.

Νόμιμες μονάδες μετρήσεως, κατά την έννοια του παρόντος, οι οποίες πρέπει να χρησιμοποιούνται για την έκφραση των μεγεθών είναι :

α) εκείνες που περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο I του παραρτήματος που προσαρτάται στο παρόν Διάταγμα και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος αυτού,

β) Εκείνες που περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο II του ανωτέρω παραρτήματος και ισχύουν μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 1985.

#### Άρθρο 3.

1. Οι υποχρεώσεις που απορρέουν από το άρθρο 2 του παρόντος αφορούν τα χρησιμοποιούμενα όργανα μετρήσεως, τις πραγματοποιούμενες μετρήσεις και τις ενδείξεις μεγέθους που εκφράζονται σε μονάδες μετρήσεως στο οικονομικό κύκλωμα, στους τομείς της δημόσιας υγείας και των κοινωνικών ασφαλίσεων καθώς επίσης και στις εργασίες διοικητικού χαρακτήρα.

2. Το παρόν Διάταγμα δεν επηρεάζει τη χρησιμοποίηση, στα πεδία των θαλασσιών και αεροπορικών συγκοινωνιών και των σιδηροδρομικών μεταφορών, μονάδων άλλων από εκείνες που καθίστανται υποχρεωτικές με το παρόν, αλλά οι οποίες προβλέπονται από διεθνείς συμβάσεις ή συμφωνίες που δεσμεύουν την Κοινότητα ή την Ελλάδα.

#### Άρθρο 4.

1. Κατά την έννοια του παρόντος Προεδρικού Διατάγματος, υπάρχει συμπληρωματική ένδειξη, όταν μία ένδειξη εκφραζόμενη σε μία μονάδα του κεφαλαίου I του παραρτήματος συνοδεύεται από μία ή περισσότερες ενδείξεις εκφραζόμενες σε μονάδες που δεν περιλαμβάνονται στο ανωτέρω κεφάλαιο I.

2. Η χρησιμοποίηση συμπληρωματικών ενδείξεων επιτρέπεται μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 1989.

3. Η ένδειξη που εκφράζεται στη μονάδα μετρήσεως που περιλαμβάνεται στο κεφάλαιο I του παραρτήματος πρέπει να είναι προεξάρχουσα. Οι ενδείξεις που εκφράζονται σε μονάδες μετρήσεως που δεν περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο I του παραρτήματος πρέπει να εκφράζονται ιδιαίτερα με χαρακτηριστικές διαστάσεων το πολύ ίσων με εκείνες των χαρακτηρισμών της ενδείξεως που αντιστοιχεί σε μονάδες που περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο I του παραρτήματος.

#### Άρθρο 5.

Η χρησιμοποίηση μονάδων μετρήσεως που δεν είναι ή που δεν είναι πλέον νόμιμες επιτρέπεται :

α) για τα προϊόντα και εξοπλισμούς που διατίθενται ήδη στην αγορά και βρίσκονται ήδη σε χρήση κατά την ημερομηνία ενάρξεως ισχύος του παρόντος Διατάγματος.

β) για τα εξαρτήματα και μέρη προϊόντων και εξοπλισμών τα αναγκαία για τη συμπλήρωση ή αντικατάσταση των εξαρτημάτων ή μερών προϊόντων και εξοπλισμών που προβλέπονται ανωτέρω.

Εν τούτοις, για τις διατάξεις ενδείξεως των οργάνων μετρήσεως, απαιτείται η χρησιμοποίηση νομίμων μονάδων μετρήσεως.

#### Άρθρο 6.

Το Διεθνές Πρότυπο ISO 2955 της 1ης Μαρτίου 1974, «Επεξεργασία της πληροφορήσεως — Παρουσίαση των μονάδων SI και άλλων μονάδων για χρησιμοποίηση σε συστήματα που περιλαμβάνουν λειτουργίες καθορισμένων χαρακτηρισμών», είναι εφαρμόσιμο στον τομέα που διέπεται από την παράγραφο 1 αυτού.

#### Άρθρο 7.

Η αρμόδια Υπηρεσία του Υπουργείου Εμπορίου ενημερώνει αμέσως την Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων για τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές

διατάξεις που έχουν ληφθεί και γνωστοποιεί σ' αυτήν το κείμενο των ουσιαστών διατάξεων του Ελληνικού δικαίου, οι οποίες έχουν θεσπισθεί στον τομέα που διέπεται από την Οδηγία 80/181/ΕΟΚ.

#### Άρθρο 8.

Προσαρτάται και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του παρόντος παράρτημα το οποίο έχει ως εξής :

#### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ I

Νόμιμες μονάδες μετρήσεως προβλεπόμενες από το άρθρο 2 περ. α)

1. Μονάδες SI και δεκαδικά πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των

#### 1.1. Μονάδες βάσεως SI

Μέγεθος	Μονάδα	
	Όνομασία	Σύμβολο
Μήκος	μέτρο	m
Μάζα	χιλιόγραμμα	Kg
Χρόνος	δευτερόλεπτο	s
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	ampere	A
Θερμοδυναμική θερμοκρασία	Kelvin	K
Ποσότητα ύλης	mole	mol
Φωτεινή ένταση (φωτοβολία)	candela	cd

Οι ορισμοί των μονάδων βάσεως SI είναι οι ακόλουθοι :

#### Μονάδα μήκους

Το μέτρο είναι μήκος ίσο με 1650763,73 μήκη κύματος στο κενό της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στη μετάπτωση μεταξύ των σταθμών  $2p_{10}$  και  $5d_5$  του ατόμου του κρυπτού 86.

#### Μονάδα μάζας

Το χιλιόγραμμα είναι η μονάδα μάζας. Είναι ίσο με τη μάζα του διεθνούς πρωτοτύπου του χιλιογράμμου.

#### Μονάδα χρόνου

Το δευτερόλεπτο είναι η διάρκεια 9192631770 περιόδων της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στη μετάπτωση μεταξύ των δύο υπερλέπτων σταθμών ενεργείας της θεμελιώδους καταστάσεως του ατόμου του καυσίου 133.

#### Μονάδα εντάσεως ηλεκτρικού ρεύματος

Το ampere είναι η ένταση σταθερού ρεύματος το οποίο διαρρέει δύο ευθύγραμμους παράλληλους αγωγούς απείρου μήκους αμελητέας κυκλικής διατομής και τοποθετημένους στο κενό σε απόσταση 1 μέτρου ο ένας από τον άλλο, παράγει μεταξύ των αγωγών αυτών δύναμη ίση με  $2 \times 10^{-7}$  newton ανά μέτρο μήκους.

#### Μονάδα θερμοδυναμικής θερμοκρασίας

Το Kelvin, μονάδα θερμοδυναμικής θερμοκρασίας, είναι το κλάσμα  $1/273,16$  της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού.

#### Μονάδα ποσότητας ύλης

Το mole είναι η ποσότητα ύλης συστήματος που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσα είναι τα άτομα που υπάρχουν σε 0,012 χιλιόγραμμα άνθρακος 12.

Εφόσον χρησιμοποιείται το mole, οι στοιχειώδεις οντότητες πρέπει να καθορίζονται και μπορεί να είναι άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια, άλλα σωματίδια ή καθορισμένα συγκροτήματα τέτοιων σωματιδίων.

#### Μονάδα φωτεινής εντάσεως

Η candela είναι φωτεινή ένταση προς μία δεδομένη κατεύθυνση πηγής η οποία εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας  $540 \times 10^{12}$  hertz και της οποίας η ισχύς προς την κατεύθυνση αυτή είναι  $1/683$  watt ανά στερεακτίριο.

1.1.1. Ειδική ονομασία και σύμβολο της μονάδας θερμοκρασίας SI στην περίπτωση της θερμοκρασίας Κελσίου.

Μέγεθος	Μονάδα	
	Όνομασία	Σύμβολο
Θερμοκρασία Κελσίου	βαθμός Κελσίου	°C

Η θερμοκρασία Κελσίου  $t$  ορίζεται από τη διαφορά  $t = T - T_0$  μεταξύ δύο θερμοδυναμικών θερμοκρασιών  $T$  και  $T_0$  όπου  $T_0 = 273,15$  kelvins. Ένα διάστημα ή διαφορά θερμοκρασίας μπορεί να εκφραστεί είτε σε kelvin, είτε σε βαθμούς Κελσίου. Η μονάδα «βαθμός Κελσίου» είναι ίση με τη μονάδα «kelvin».

### 1.2. Άλλες μονάδες SI

#### 1.2.1. Συμπληρωματικές μονάδες SI

Μέγεθος	Μονάδα	
	Όνομασία	Σύμβολο
Επίπεδος γωνία	ακτίνιο	rad
Στερεά γωνία	στερακτίνιο	sr

Οι ορισμοί των συμπληρωματικών μονάδων SI είναι οι ακόλουθοι :

#### Μονάδα επιπέδου γωνίας

Το ακτίνιο είναι η επίπεδος γωνία που περιέχεται μεταξύ δύο ακτίνων οι οποίες, επί της περιφέρειας ενός κύκλου, αποκόπτουν τόξο μήκους ίσου με εκείνο της ακτίνας.

#### Μονάδα στερεάς γωνίας

Το στερακτίνιο είναι η στερεά γωνία η οποία, έχοντας την κορυφή της στο κέντρο μιάς σφαίρας, αποκόπτει επί της επιφανείας της σφαίρας αυτής εμβαδόν ίσο με το εμβαδόν τετραγώνου έχοντος ως πλευρά την ακτίνα της σφαίρας.

#### 1.2.2. Παράγωγες μονάδες SI

Οι μονάδες, οι οποίες παράγονται κατά τρόπο συναφή από τις μονάδες βάσεως και τις συμπληρωματικές μονάδες SI, δίνονται από αλγεβρικές εκφράσεις υπό την μορφή γινομένων δυνάμεων των μονάδων βάσεως και ή των συμπληρωματικών μονάδων SI με έναν αριθμητικό συντελεστή ίσο με τον αριθμό 1.

#### 1.2.3. Παράγωγες μονάδες SI με ειδικές ονομασίες και σύμβολα

Μέγεθος	Μονάδα		Έκφραση Σε άλλες μονάδες SI	Σε βασικές ή συμπληρωματικές μονάδες
	Όνομασία	Σύμβολο		
Συχνότητα	hertz	Hz		$s^{-1}$
Δύναμη	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Πίεση και τάση	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Ενέργεια, έργο, ποσότητα θερμότητας	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Ισχύς (1), ροή ενέργειας	watt	W	$J \cdot s^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Ποσότητα ηλεκτρι- σμού, ηλεκτρικό φορτίο	coulomb	C		$s \cdot A$
Ηλεκτρική τάση, ηλεκτρικό δυναμικό	volt	V	$W \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Ηλεκτρεγερτική δύναμη	ohm	$\Omega$	$V \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Ηλεκτρική αντίσταση	ohm	$\Omega$		
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	siemens	S	$A \cdot V^{-1}$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
Ηλεκτρική χωρητικότητα	farad	F	$C \cdot V^{-1}$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Μαγνητική ροή	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Μαγνητική επαγωγή	tesla	T	$Wb \cdot m^{-2}$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Συντελεστής αυτε- παγωγής	henry	H	$Wb \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
Φωτεινή ροή	lumen	lm		$cd \cdot sr$
Φωτισμός	lux	lx	$lm \cdot m^{-2}$	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$
Ραδιενέργεια (ιονι- ζουσες ακτινοβολίες)	becquerel	Bq		$s^{-1}$
Απορροφούμενη δόση, δείκτης απορροφου- μένης δόσεως, ενέρ-				

(1) Ειδικές ονομασίες της μονάδας ισχύος : Η ονομασία «voltampere», σύμβολο «VA» για την έκφραση της φαινομένης ισχύος του εναλλασσόμενου ηλεκτρικού ρεύματος και η ονομασία «watt», σύμβολο «W» για την έκφραση της ενεργού ηλεκτρικής ισχύος.

για μεταδιδόμενη στη μάζα kerma	gray	Gy	$J \cdot kg^{-1}$	$m^2 \cdot s^{-2}$
Βιολογικός αποτελε- σματική απορ. δόση, ισοδύναμο δόσεως	sievert	Sv	$J \cdot kg^{-1}$	$m^2 \cdot s^{-2}$

Μονάδες παράγωγες των μονάδων βάσεως SI ή συμπληρωματικών δύνανται να εκφράζονται με τη χρησιμοποίηση των μονάδων του κεφαλαίου I.

Ειδικότερα, παράγωγες μονάδες SI δύνανται να εκφράζονται με τη χρησιμοποίηση των ονομασιών και των ειδικών συμβόλων του ανωτέρω πίνακα π.χ. : η μονάδα SI του δυναμικού εξώδους δύνανται να εκφράζεται ως  $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$  ή  $N \cdot s \cdot m^{-2}$  ή  $Pa \cdot s$ .

1.3. Προθέματα και σύμβολά τους τα οποία χρησιμεύουν στην υπόδειξη ορισμένων δεκαδικών πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων.

Συντελεστής	Πρόθεμα	Σύμβολο
$10^{18}$	exa	E
$10^{15}$	peta	P
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	kilo	K
$10^2$	hecto	h
$10^1$	deca	da
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	milli	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-18}$	atto	a

Οι ονομασίες και τα σύμβολα των δεκαδικών πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων της μονάδας μάζας σχηματίζονται με την προσθήκη των προθεμάτων στη λέξη «γραμμιο» και των συμβόλων τους στο σύμβολο «g».

Για την υπόδειξη των δεκαδικών πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων μιάς παράγωγης μονάδας της οποίας η έκφραση παρίσταται υπό μορφή κλάσματος, πρόθεμα δύνανται να συνδυασθεί είτε με τις μονάδες που εμφανίζονται στον αριθμητή, είτε στον παρονομαστή, είτε και στους δύο αυτούς θρούς.

Σύνθετα προθέματα, δηλ. προθέματα που σχηματίζονται δια παραθέσεως περισσοτέρων του ενός από τα ανωτέρω προθέματα απαγορεύονται.

1.4. Ειδικές ονομασίες και σύμβολα δεκαδικών πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων εγκεκριμένων μονάδων SI

Μέγεθος	Μονάδα			Σχέση
	Όνομασία	Σύμβολο		
Όγκος	λίτρο	l ή L <sup>(1)</sup>	1l = 1dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>	
Μάζα	τόνος	t	1t = 1Mg = 10 <sup>3</sup> kg	
Πίεση και τάση	bar	bar	1bar = 10 <sup>5</sup> Pa	

(1) Τα δύο σύμβολα «l» και «L» χρησιμοποιούνται για τη μονάδα «λίτρο».

Παρατήρηση : Τα προθέματα και τα σύμβολά τους που αναφέρονται στο σημείο 1.3. χρησιμοποιούνται και για τις μονάδες και σύμβολα του πίνακα του σημείου 1.4.

2. Μονάδες οριζόμενες από μονάδες SI αλλά οι οποίες δεν είναι δεκαδικά πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια των μονάδων αυτών

Μέγεθος	Ονομασία	Μονάδα	
		Σύμβολο	Σχέση
Επίπεδος περιφέρεια γωνία	(α)	1 περιφέρεια	$= 2\pi \text{ rad}$
βαθμός ή gon	gon	1 βαθμός	$= \frac{\pi}{200} \text{ rad}$
μύρα	'	1°	$= \frac{\pi}{180} \text{ rad}$
λεπτό γωνίας	'	1'	$= \frac{\pi}{10800} \text{ rad}$
δευτερο λεπτό γωνίας	"	1''	$= \frac{\pi}{648000} \text{ rad}$
Χρόνος	λεπτό	min	1 min = 60 s
	ώρα	h	1h = 3600 s
	ημέρα	d	1d = 86400 s

(α) Δεν υπάρχει διεθνές σύμβολο

Παρατήρηση: Τα προθέματα που αναφέρονται στο σημείο 1.3. δεν χρησιμοποιούνται παρά μόνο με την ονομασία «βαθμός» ή «gon» και τα σύμβολά τους μόνο με το σύμβολο «gon».

### 3. Μονάδες οριζόμενες ανεξάρτητα από τις επτά μονάδες βάσεως SI

Η μονάδα ατομικής μάζας είναι ίση με το 1/12 της μάζας του ατόμου του C<sub>12</sub>.

Το ηλεκτρονιοβόλτ είναι η κινητική ενέργεια που αποκτάται από ένα ηλεκτρόνιο το οποίο μεταβαίνει, στο κενό, από ένα σημείο σε άλλο ένα με δυναμικό ανώτερο του πρώτου σημείου κατά 1 volt.

Μέγεθος	Ονομασία	Μονάδα	
		Σύμβολο	Τιμή
Μάζα	μονάδα ατομικής μάζας	u	$1u = 1,6605655 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Ενέργεια	ηλεκτρονιοβόλτ	eV	$1\text{eV} = 1,6021892 \times 10^{-19} \text{ J}$

Η τιμή των μονάδων αυτών, εκπεφρασμένη σε μονάδες SI, δεν είναι επακριβώς γνωστή.

Παρατήρηση: Τα προθέματα και σύμβολα που αναφέρονται στο σημείο 1.3. χρησιμοποιούνται και στις δύο αυτές μονάδες και τα σύμβολά τους.

### 4. Μονάδες και ονομασίες μονάδων αποδεκτών αποκλειστικά σε ειδικούς τομείς εφαρμογής

Μέγεθος	Ονομασία	Μονάδα	
		Σύμβολο	Τιμή
Ισχύς οπτικών συστημάτων	διοπτρία	1 διοπτρία	$= 1\text{m}^{-1}$
Μάζα πολυτίμων λίθων	μετρικό καράτι	1 μετρ. καράτι	$= 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$
Εμβαδόν ή επιφάνεια των αγροτικών εκτάσεων και οικοπέδων	are	a	$1a = 10^2 \text{ m}^2$
Μάζα ανά μονάδα μήκους των υφανσίμων ινών και των νημάτων	tex	tex	$1 \text{ tex} = 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$

Παρατήρηση: Τα προθέματα που αναφέρονται στο σημείο 1.3 χρησιμοποιούνται και για τις ανωτέρω μονάδες. Εν τούτοις το πολλαπλάσιο 10<sup>2</sup>a ονομάζεται «εκτάριο».

### 5. Σύνθετες μονάδες

Διά συνδυασμού των μονάδων που αναφέρονται στο κεφάλαιο I συνιστώνται οι σύνθετες μονάδες.

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

Νόμιμες μονάδες μετρήσεως προβλεπόμενες από το άρθρο 2 περ. β)

Μεγέθη, ονομασίες μονάδων, σύμβολα και τιμές.

Μέγεθος	Ονομασία	Μονάδα	
		Σύμβολο	Τιμή
Πίεση του αίματος	χιλιοστόμετρο υδραργύρου	mm Hg	1mm Hg = 133,322Pa
Επίπεδος γωνία	g(1)	1g	$= \frac{\pi}{200} \text{ rad}$
Ραδιενέργεια ραδιενεργού πηγής	curie	Ci	1Ci = 3,7 · 10 <sup>10</sup> Bq
Απορροφούμενη δόση	rad	rad(2)	1 rad = 10 <sup>-2</sup> Gy
Ισοδύναμο δόσεως	rem	rem	1 rem = 10 <sup>-2</sup> Sv
Έκθεση ακτινοβολίας γ ή X	röntgen	R	1R = 2,58 · 10 <sup>-4</sup> C · kg <sup>-1</sup>
Δυναμικό ιξώδες	poise	P	1 P = 10 <sup>-1</sup> Pa · s
Κινηματικό ιξώδες	stokes	St	1St = 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> · s <sup>-1</sup>

(1) Σύμβολο του «βαθμού».

(2) Όταν η λέξη «rad» δύναται να επιφέρει σύγχυση με το σύμβολο του ακτινίου, δύναται να χρησιμοποιείται το rd ως σύμβολο του rad.

Παρατήρηση: Τα προθέματα και τα σύμβολά τους που αναφέρονται στο σημείο 1.3 του κεφαλαίου I χρησιμοποιούνται και για τις μονάδες και τα σύμβολα που εμφανίζονται στο παρόν σημείο, εξαιρέσει του χιλιοστομέτρου υδραργύρου και του συμβόλου του και του συμβόλου «gr».

Μέχρι την ημερομηνία του άρθρου 2 περ. β) οι μονάδες που περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο II μπορούν να συνδυάζονται μεταξύ τους ή με εκείνες του κεφαλαίου I για την δημιουργία συνθέτων μονάδων.

#### Άρθρο 9.

Η ισχύς του παρόντος αρχίζει από τη δημοσίευσή του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Από της αυτής ημερομηνίας το Π.Δ. 1179/81 «Περί μονάδων μετρήσεως» καταργείται.

#### Άρθρο 10.

Τη δημοσίευση και εκτέλεση του παρόντος διατάγματος αναθέτουμε στον Υπουργό Εμπορίου.

Αθήνα, 14 Δεκεμβρίου 1983

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Γ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗΣ**

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ ΑΡΣΕΝΗΣ

ΕΜΠΟΡΙΟΥ  
ΓΕΩΡΓ. ΜΩΡΑΪΤΗΣ

ΑΠΟ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ