

Γενική και Ανόργανη Χημεία

Εισαγωγή, στοιχεία και χημικές ενώσεις
Μετρήσεις
Μίγματα & Διαλύματα

Στ. Μπογιατζής

Αναπληρωτής Καθηγητής

Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Χειμερινό εξάμηνο 2018-2019



Προτεινόμενα εκπαιδευτικά συγγράματα μέσω της πλατφόρμας Εύδοξος (www.eudoxus.gr)

- [41964283]: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ (10η Διεθνής Έκδοση), Darrell Ebbing, Steven Gammon [Λεπτομέρειες](#)
- [50655974]: ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ, 13η Έκδοση, Brown T. - LeMay E. - Burste B. - Murphy C. - Woodward P. - Stoltzfus M. [Λεπτομέρειες](#)
- [50663085]: ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ, Μανουσάκης Γεώργιος [Λεπτομέρειες](#)



Γιατί μαθαίνουμε Χημεία;

- Εξετάζεται η αναγκαιότητα της συγκακριμένης σειράς επιλεγμένων μαθημάτων από το σύνολο των πεδίων της Χημείας
- Γενική Χημεία:
 - Η επιστήμη που μελετά την **ύλη** (δομή και σύσταση), τις **μεταβολές** της και τις **συνθήκες** που τις προκαλούν
 - Έννοιες
 - Ορισμοί
 - Φαινόμενα που συμβαίνουν συνοδευόμενα από μεταβολή στη σύσταση της ύλης



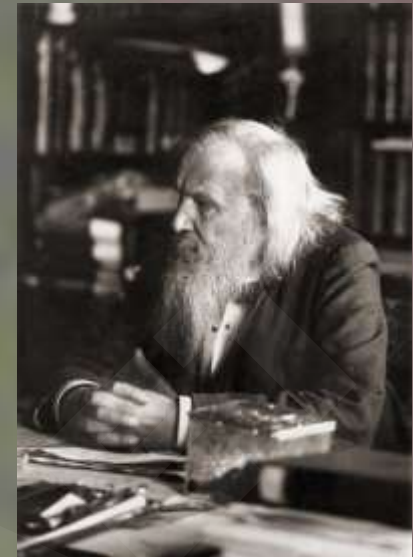
Γιατί μαθαίνουμε Χημεία;

- Δομή της ύλης:
 - Μόρια
 - Άτομα
 - Υπατομικά σωματίδια
- Πολύ συχνά, φαινόμενα της Φυσικής (**πυκνότητα, σημείο τήξης, βρασμού, πτητικότητα, κλπ.**) ερμηνεύονται μέσω της μοριακής δομής της ύλης
- Το **χρώμα** των σωμάτων, η **διαλυτότητα**, και άλλα σημαντικά για τον συντηρητή φαινόμενα ερμηνεύονται ικανοποιητικά με τις γνώσεις που παρέχει η Χημεία για τη μοριακή και ατομική δομή της ύλης.



Ο Περιοδικός Πίνακας των Χημικών Στοιχείων

- Η βάση των συζητήσεων σε όλες τις διαλέξεις θα είναι ο **Περιοδικός Πίνακας των Χημικών Στοιχείων**, που πρώτος εισήγαγε ο Μεντελέγιεφ (1834–1907)
- Μέχρι σήμερα (με τη σύγχρονη μορφή του) μας διευκολύνει στη μελέτη της συμπεριφοράς των στοιχείων, των χημικών ενώσεων και των υλικών.



Ο Περιοδικός Πίνακας του Μεντελέγιεφ

Reihen	Gruppe I. — R'O	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R'O ³	Gruppe IV. RH ⁴ RO ³	Gruppe V. RH ⁵ R'O ⁵	Gruppe VI. RH ⁶ RO ³	Gruppe VII. RH R'O ⁷	Gruppe VIII. — RO ⁴
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —



Ο Περιοδικός Πίνακας του Newland

- Ο κανόνας της «οκτάβας» του Newland

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50	
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51	
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52	
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53	
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54	
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55	
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56	



Περιοδικός Πίνακας Χημικών Στοιχείων

Προβλέψτε τα στοιχεία που κρύβονται κάτω από τα σκεπασμένα τετράγωνα.

1 IA New Original	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
																		2 He 4.002602
																		10 Ne 20.1797
																		18 Ar 39.948
		21 Sc Σκάνδιο 44.955910	22 Ti Τίτανο 47.867	23 V Βανάδιο 50.9415	24 Cr Χρώμιο 51.9961	25 Mn Μαγγάνιο 54.938049		27 Co Κοβάλτο 58.933200	28 Ni Νικέλιο 58.6934		30 Zn Ψευδάργυρος 65.409	31 Ga Γάλιο 69.723	32 Ge Γερμάνιο 72.64	33 As Αρσενικό 74.92160	34 Se Σελήνιο 78.96	35 Br Βρώμιο 79.904	36 Kr Κρυπτό 83.798	
37 Rb Ρουβίδιο 85.4678	38 Sr Στρώντιο 87.62	39 Y Ίγριο 88.90585	40 Zr Ζιρκόνιο 91.224	41 Nb Νιόβιο 92.90638	42 Mo Μολυβδένιο 95.94	43 Tc Τεχνήτιο (98)	44 Ru Ρουθένιο 101.07	45 Rh Ρόδιο 102.90550	46 Pd Παλλάδιο 106.42	47 Ag Αργυρός 107.8682	48 Cd Κάδμιο 112.411	49 In Ινδίο 114.818	50 Sn Κασσίτερος 118.710	51 Sb Αντιμόνιο 121.760	52 Te Τελαούριο 127.60	53 I Ιώδιο 126.90447	54 Xe Ξένο 131.293	
55 Cs Καίσιο 132.90545	56 Ba Βάριο 137.327	57 to 71	72 Hf Ηφνίο 178.49	73 Ta Ταντάλιο 180.9479	74 W Βολφράμιο 183.84	75 Re Ρήνιο 186.207	76 Os Οσμιο 190.23	77 Ir Ιρίδιο 192.217	78 Pt Πλευκκόσιο 195.078	79 Au Χρυσός 196.96655	80 Hg Υδράργυρος 200.59	81 Tl Θάλλιο 204.3833	82 Pb Μόλυβδος 207.2	83 Bi Βισμούθιο 208.98038	84 Po Πολόνιο (209)	85 At Άστατο (210)	86 Rn Ραδόνιο (222)	
87 Fr Φράνκιο (223)	88 Ra Ράδιο (226)	89 to 103	104 Rf Ροσφοράνιο (261)	105 Db Ντουμπνίο (262)	106 Sg Σιμπέργκιο (266)	107 Bh Μπάριο (264)	108 Hs Χάσιο (289)	109 Mt Μαϊντνέριο (268)	110 Ds Νταρσάσιο (271)	111 Rg Ρενγκένιο (272)	112 Uub Ununbium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Uuh Ununhexium (292)	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium	

Ατομικές μάζες σε παρένθεση, αντιστοιχούν στο σταθερότερο ή πιο κοινό ισότοπο

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com), <http://www.dayah.com/periodic/>

57 La Λανθάνιο 138.9055	58 Ce Διηθίο 140.116	59 Pr Προσηθίο 140.90765	60 Nd Νεοδύμιο 144.24	61 Pm Προμήθειο (145)	62 Sm Σαμάριο 150.36	63 Eu Ευρώπιο 151.964	64 Gd Γαδολίνιο 157.25	65 Tb Τέρβιο 158.92534	66 Dy Δυσπρόσιο 162.500	67 Ho Όλμιο 164.93032	68 Er Έρβιο 167.259	69 Tm Θουόλιο 168.93421	70 Yb Υπέρβιο 173.04	71 Lu Λουτήθιο 174.967
89 Ac Ακτινίο (227)	90 Th Θόριο 232.0381	91 Pa Πρωακτινίο 231.03588	92 U Ουράνιο 238.02891	93 Np Ποσειδώνιο (237)	94 Pu Πλουτώνιο (244)	95 Am Αμερίσιο (243)	96 Cm Κιούριο (247)	97 Bk Μπερκέλιο (247)	98 Cf Καλιφόρνιο (251)	99 Es Αϊνστάϊνιο (252)	100 Fm Φέρμιο (257)	101 Md Μεντλέβιο (258)	102 No Νομπέλιο (259)	103 Lr Λορέντσιο (262)

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

ΧΗΜΕΙΑ: Η επιστήμη των χημικών μεταβολών

Χημική αντίδραση: οξείδωση του υδραργύρου



Hg
Υδράργυρος
(υγρό)

O₂
(αέριο)

HgO
Οξείδιο του
υδραργύρου II
(στερεό)



Αντίστροφη μεταβολή



ΧΗΜΕΙΑ: Η επιστήμη που εξηγεί και τις φυσικές καταστάσεις και μεταβολές

- Η Χημεία είναι η επιστήμη που εξηγεί [και] τις **φυσικές** καταστάσεις και μεταβολές βάσει της χημικής δομής και σύστασης

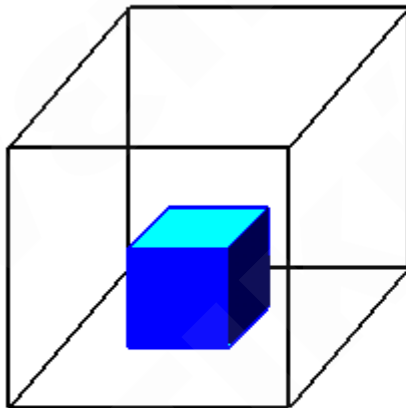
Καταστάσεις της ύλης

Φάσεις της ύλης

Στερεή

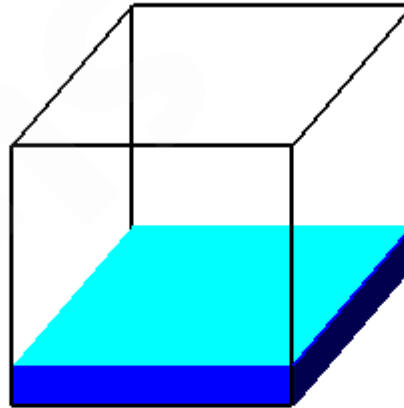
Υγρή

Αέρια



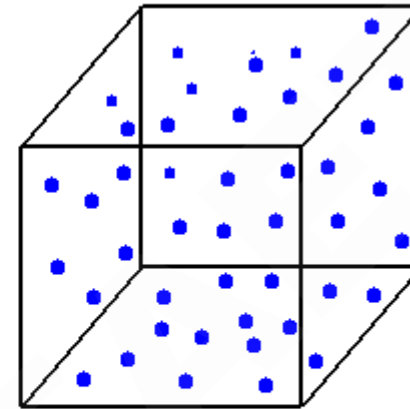
Στερεό

Συγκεκριμένο σχήμα
Συγκεκριμένος όγκος



Υγρό

Σχήμα του δοχείου
Ελεύθερη επιφάνεια
Συγκεκριμένος όγκος



Αέριο

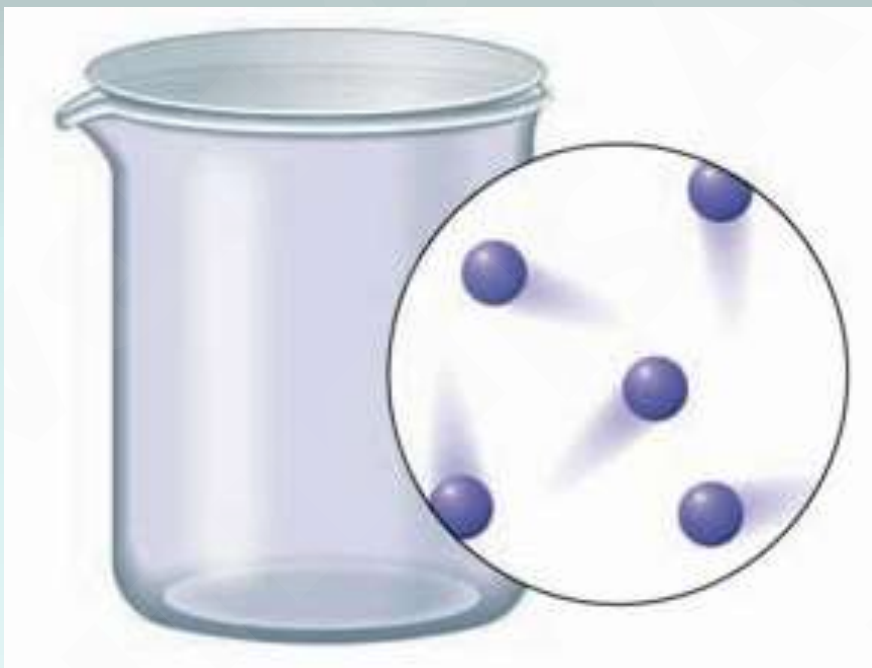
Σχήμα του δοχείου
Όγκος του δοχείου

Φυσική κατάσταση της ύλης

- **Φάσεις της ύλης**
- Φάση: ένα τμήμα της ύλης (στερεής, υγρής ή αέριας) που έχει ομοιογενή σύσταση και ενιαίες φυσικές ιδιότητες.
- Έχει επίσης διακριτά όρια από γειτονικά τμήματα-φάσεις.
- Μια φάση μπορεί να μετατρέπεται σε άλλη φάση εάν αλλάξουν συνθήκες (πίεση, θερμοκρασία, % σύσταση, κλπ.)



Αέρια φάση



Νόμοι των αερίων

- Νόμος του Boyle

$$PV = k$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

- Νόμος του Charles

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

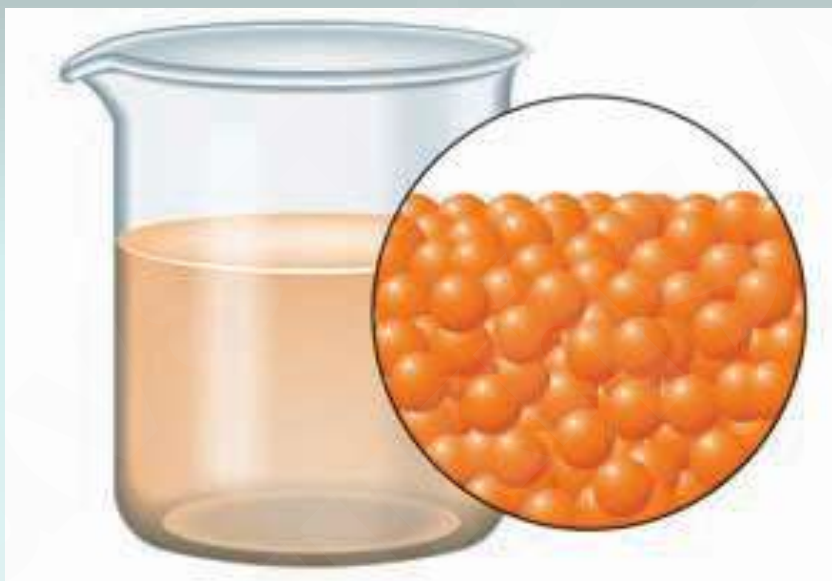
- Νόμος του Gay Lussac

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

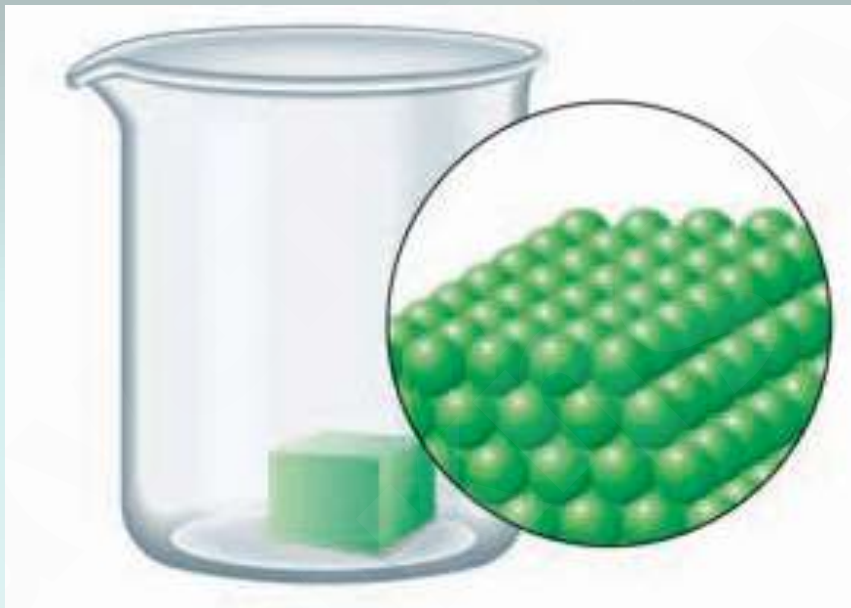
$$PV = nRT$$



Υγρά



Στερεά



- Άμορφα στερεά
- Κρυσταλλικά στερεά

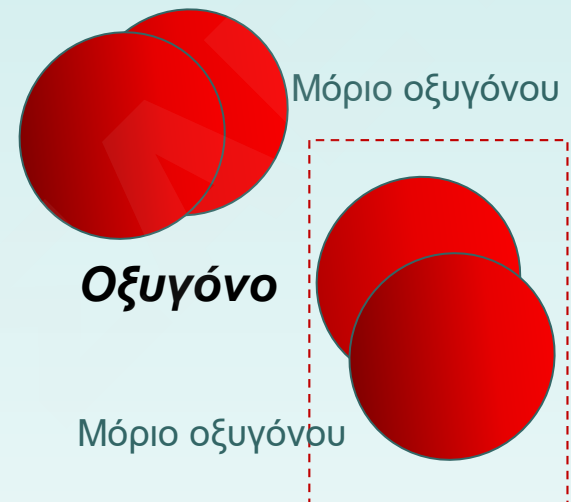
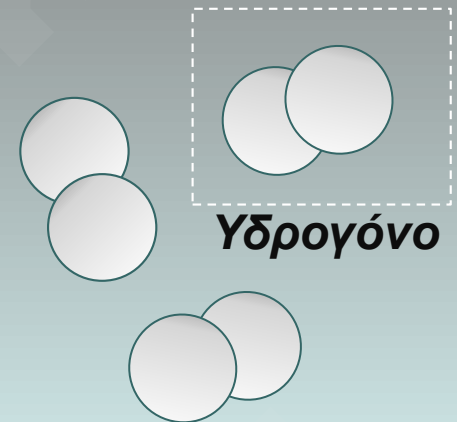
Καθαρά σώματα (ουσίες / substances)

- Στοιχεία



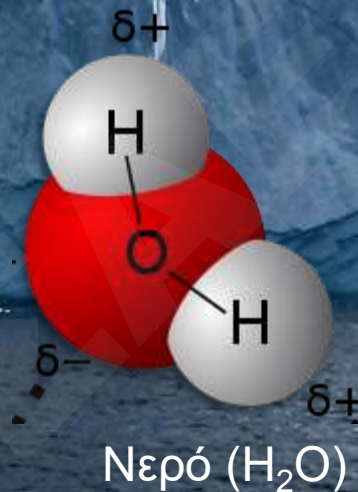
Καθαρά σώματα (ουσίες / substances)

- **Στοιχεία**
- Τα μόρια τους αποτελούνται από ομοειδή άτομα (του ίδιου στοιχείου)



Καθαρά σώματα (ουσίες / substances)

- Χημικές ενώσεις
- Τα μόρια τους αποτελούνται από 2 ή περισσότερα διαφορετικά είδη ατόμων



Σύνθετα σώματα (μίγματα)



- Μίγμα σιδήρου – **διχρωμικού καλίου**
- Διαχωρισμός του σιδήρου με μαγνήτη

Σύνθετα σώματα (μίγματα)



- Διαχωρισμός μιγμάτων οργανικών ουσιών με χρωματογραφία

Σύνθετα σώματα (μίγματα)



Μετρήσεις

- Θεμελιώδη μεγέθη
- Τα μεγέθη **μάζα**, **όγκος** (ως παράγωγο του μήκους), **θερμοκρασία**, **ενέργεια** και **συχνότητα** θα μας απασχολήσουν στα εργαστήρια χημείας.

Μέγεθος	Μονάδες του συστήματος SI
μήκος (l)	μέτρο (m)
μάζα (m)	χιλιόγραμμα (κιλό, kg)
χρόνος (t)	δευτερόλεπτο (s)
ηλεκτρικό ρεύμα (I)	αμπέρ (A)
θερμοκρασία (T)	βαθμός Κέλβιν (K)
ένταση φωτεινότητας (I)	καντέλα (cd)
ποσότητα ουσίας (χημ.)	mole (mol)
επίπεδη γωνία (φ, θ)	ακτίνιο (rad)
στερεά γωνία (ω)	στερακτίνιο (sr)

Μεγέθη και μονάδες

- Παράγωγα μεγέθη

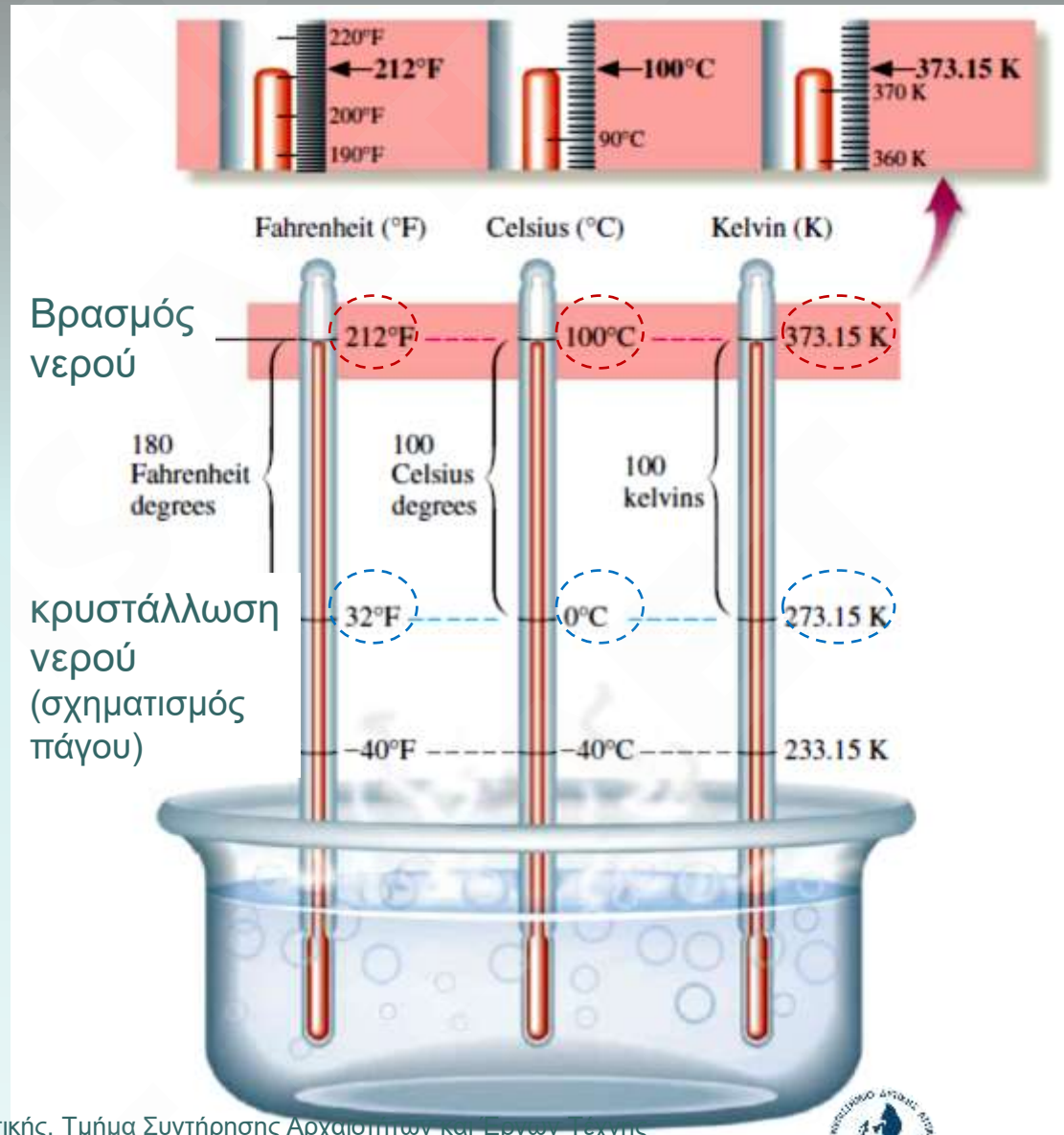
Μέγεθος	Μονάδα	Ορισμός μονάδας
συχνότητα (ν, f)	Χέρτζ, Hz	$1/s = s^{-1}$
δύναμη (F)	Νιούτον, N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
ενέργεια (E, W)	Τζουλ, J	$N \cdot m = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
πίεση (P)	Πασκάλ, Pa	$N \cdot m^{-2} = kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
πυκνότητα (ρ, d)	m/V	$g \cdot mL^{-1} = 10^3 \cdot kg \cdot m^{-3}$



Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια μονάδων

Πολλαπλάσια ↑	peta	P	10^{15}
	terra	T	10^{12}
	giga	G	10^9
	mega	M	10^6
	kilo	k	10^3
	deca	da	10^1
Υποπολλαπλάσια ↓	deci	d	10^{-1}
	centi	c	10^{-2}
	milli	m	10^{-3}
	micro	μ	10^{-6}
	nano	n	10^{-9}
	pico	p	10^{-12}
	femto	f	10^{-15}

Θερμοκρασιακές κλίμακες (μονάδες)



Μετρήσεις

- Στην καταγραφή των μετρήσεων που γίνονται στο εργαστήριο, πάντα συμβαίνουν **σφάλματα**
- λαμβάνεται πάντα υπ' όψη η **αβεβαιότητα**, η οποία είναι συνάρτηση μιας σειράς **σφαλμάτων**.
- Υπάρχουν δυο ειδών σφάλματα:
 - το **συστηματικό**
 - και
 - το **τυχαίο**.

Μετρήσεις

- Τα **συστηματικά σφάλματα** προέρχονται από ατέλειες στον τρόπο κατασκευής και βαθμονόμησης των οργάνων μέτρησης, από την εσφαλμένη ανάγνωση λόγω γνωστού προβλήματος, ή τέλος, από την επίδραση του περιβάλλοντος (συχνά της θερμοκρασίας) στη διαδικασία της μέτρησης.
- Τα συστηματικά σφάλματα γενικώς είναι προβλέψιμα και μπορούμε κατά κανόνα να διορθώνουμε μια μέτρησή μας.
- Η γνώση του συστηματικού σφάλματος οδηγεί σε καλύτερη **ακρίβεια** (*accuracy*) μιας μέτρησης

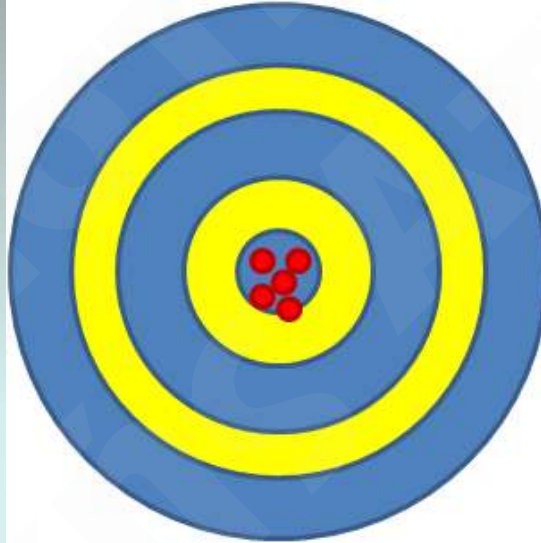


Μετρήσεις

- Τα **τυχαία σφάλματα** προέρχονται από μη επαναλήψιμες αναγνώσεις μιας μέτρησης,
- από **λανθασμένη παρατήρηση** ενός φαινομένου, π.χ. καθυστέρηση στην παρατήρηση μιας αλλαγής χρώματος,
- ή από **λάθος στους χειρισμούς** μιας διαδικασίας (π.χ. στη μεταφορά όγκων από δοχείο σε δοχείο, ή από την εξάτμιση διαλύτη κατά την παραμονή του σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία).
- Παράληψη στα υπόψη κάποιων **παραγόντων** όπως θερμοκρασία, εξάτμιση υγρών, διαρροές, κλπ.
- Η μείωση των τυχαίων σφαλμάτων οδηγεί στην καλύτερη **επαναληψιμότητα** (*precision*) των μετρήσεων.

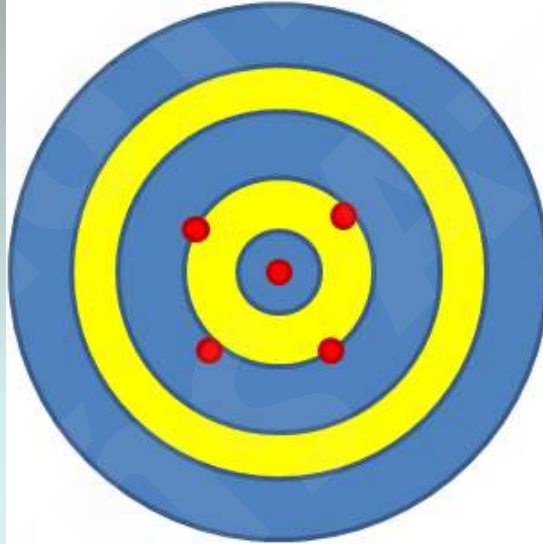
Αριθμός μέτρησης	Παρατηρούμενη τιμή
1	22,3 mL
2	22,1 mL
3	23,0 mL
4	21,9 mL
5	22,5 mL

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα



- υψηλή επαναληψιμότητα
- υψηλή ακρίβεια [μικρή διασπορά].
 - Ιδεώδης περίπτωση: **μικρό συστηματικό και τυχαίο σφάλμα**)

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα



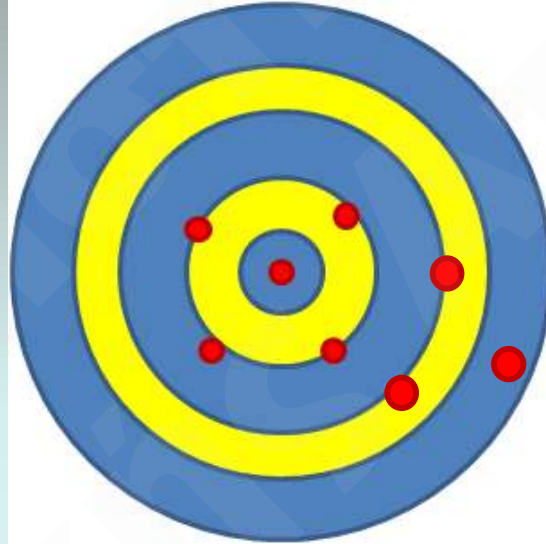
- υψηλή ακρίβεια
- χαμηλή επαναληψιμότητα [μεγάλη διασπορά].
 - Τυχαίο σφάλμα: μεγάλο
 - Συστηματικό σφάλμα: μικρό

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα



- χαμηλή ακρίβεια
- υψηλή επαναληψιμότητα [μικρή διασπορά].
 - Τυχαίο σφάλμα: μικρό
 - Συστηματικό σφάλμα: μεγάλο

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα



- χαμηλή ακρίβεια
- χαμηλή επαναληψιμότητα [μεγάλη διασπορά].
 - Τυχαίο σφάλμα: μεγάλο
 - Συστηματικό σφάλμα: μεγάλο

Καταγραφή μετρήσεων

- Οι μετρήσεις καταγράφονται με τρόπο που εξαρτάται από την ακρίβεια της "πηγής" (δηλαδή του οργάνου που παρέχει την μέτρηση), αλλά και από την ακρίβεια άλλων παρατηρήσεων που επίσης πραγματοποιούνται μέσα στην ίδια σειρά μετρήσεων ή πειραμάτων.
- Το συστηματικό σφάλμα που αναφέρεται από τον κατασκευαστή ή τον βαθμονομητή ενός οργάνου καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο που θα αναφέρουμε ή θα καταγράψουμε μια μέτρηση.

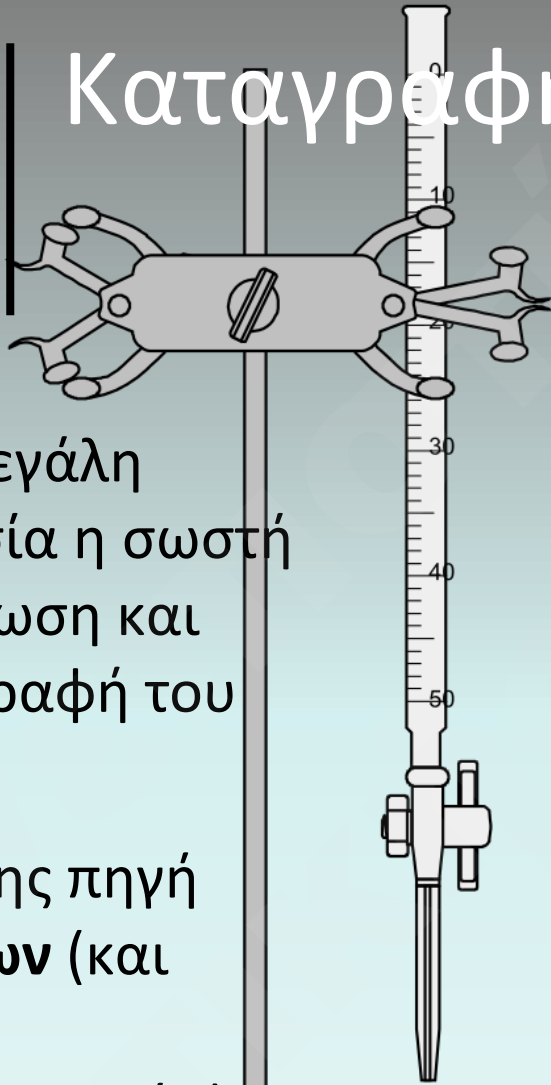


Καταγραφή μετρήσεων με την αναφορά του συστηματικού σφάλματος

- Μια προχοΐδα (όργανο μέτρησης όγκου) αναγράφει συνήθως στο επάνω μέρος της το συστηματικό σφάλμα.
- Όταν αναγράφεται συστηματικό σφάλμα ± 0.1 , τότε μια μέτρηση που αφορά στάθμη ακριβώς επάνω στη γραμμή των **5 mL** θα αναφερθεί ως **5.0 mL**.
- Εάν το συστηματικό σφάλμα που αναγράφεται είναι ± 0.01 , τότε ο ίδιος όγκος θα γραφεί **5.00 mL**.



Καταγραφή μετρήσεων



- Έχει μεγάλη σημασία η σωστή ανάγνωση και καταγραφή του όγκου
- Συνήθης πηγή τυχαίων (και ενίοτε συστηματικών) σφαλμάτων



Κάτω μέρος
του
μηνίσκου

Δεκαδικά ψηφία των μετρήσεων

- Ποτέ δεν αγνοούμε τα δεκαδικά ψηφία των μετρήσεων (ακόμα και εν είναι «0»).
- Μέτρηση μικρής ακρίβειας: $V=1 \text{ mL}$
- Μέτρηση καλής ακρίβειας: $V=1.0 \text{ mL}$
- Μέτρηση πολύ καλής ακρίβειας: $V=1.00 \text{ mL}$



Σημαντικά ψηφία των μετρήσεων

- Τα επίπεδα συστηματικού σφάλματος καθορίζουν τα **σημαντικά ψηφία** στον τρόπο γραφής της τιμής μιας μέτρησης.
- Τα σημαντικά ψηφία που διαβάζουμε στην τιμή μιας μέτρησης μας πληροφορούν για την ακρίβεια με την οποία έγινε η μέτρηση.
- Σημαντικά ψηφία είναι όλα τα ψηφία που μετρήσαμε με **βεβαιότητα**, συν το πρώτο επόμενο ψηφίο που μετρήθηκε με **αβεβαιότητα**.

Σημαντικά ψηφία των μετρήσεων

- Για παράδειγμα, κάνουμε μια ζύγιση σε αναλυτικό ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών του γραμμαρίου (ο κατασκευαστής αναγράφει **ακρίβεια ± 0.0001 g**, ή ± 0.1 mg), και παίρνουμε την ένδειξη **4.1039 g**.
- Η μέτρηση αυτή έχει **5 σημαντικά ψηφία**, εκ των οποίων το τελευταίο είναι **αβέβαιο**.
- Εάν ζυγίζαμε το ίδιο δείγμα σε ζυγό ακρίβειας ενός δεκαδικού ψηφίου (ο κατασκευαστής αναγράφει **ακρίβεια ± 0.1 g**), θα παίρναμε την ένδειξη 4.1 g
- **2 σημαντικά ψηφία**, το τελευταίο ψηφίο είναι **αβέβαιο**.



Σημαντικά ψηφία των μετρήσεων

Μέτρηση	Ακρίβεια	Αριθμός σημαντικών ψηφίων
4.1039 g	±0.0001 g, ή ±0.1 mg	5 σημαντικά ψηφία
4.1 g	±0.1 g	2 σημαντικά ψηφία
4.10390 g	±0.00001 g, ή ±0.01 mg	6 σημαντικά ψηφία (το μηδέν μετά την υποδιαστολή, στο τέλος του αριθμού έχει μεγάλη σημασία επειδή μας πληροφορεί ότι η μέτρηση έγινε με ζυγό ακρίβειας 5 δεκαδικών ψηφίων)
0.1039 g	±0.0001 g, ή ±0.1 mg	4 σημαντικά ψηφία (το μηδέν πριν την υποδιαστολή δεν υπολογίζεται ως σημαντικό ψηφίο)
0.01039 g (=1.039x10 ⁻² g)	±0.00001 g, ή ±0.01 mg	4 σημαντικά ψηφία
0.0104 g (=1.04x10 ⁻² g)	±0.0001 g, ή ±0.1 mg	3 σημαντικά ψηφία
410 g (=4.1x10 ²)	±1 g	2 σημαντικά ψηφία
4100 g (=4.1x10 ³)	±1 g	2 σημαντικά ψηφία
4100,0 g (=4.10x10 ³)	±0.1 g	3 σημαντικά ψηφία





Τέλος του μαθήματος