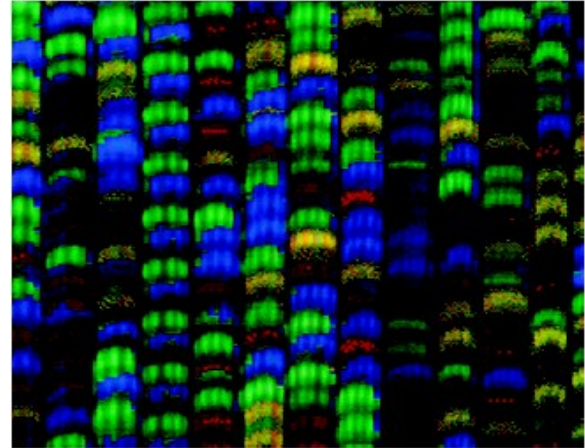


Χημεία:
Η επιστήμη των αλλαγών

Chemistry: A Science for the 21st Century

- Υγεία, Ιατρική, **Βιοοικονομία**
 - Απολύμανση
 - Χημειοθεραπευτικά
 - Εμβόλια και αντιβιοτικά
 - Γονιδιακή θεραπεία

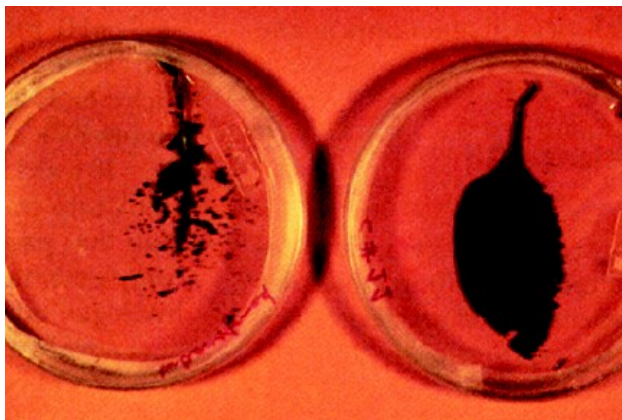


- Ενέργεια και περιβάλλον
 - Ορυκτά καύσιμα
 - Ηλιακή ενέργεια
 - Πυρηνική ενέργεια

Chemistry: A Science for the 21st Century

- Υλικά και τεχνολογία

- Πολυμερή, κεραμικά και υγροί κρύσταλλοι
- Υπεραγωγοί σε θερμοκρασία δωματίου?
- Μοριακοί υπολογιστές?



- Τρόφιμα και γεωργία

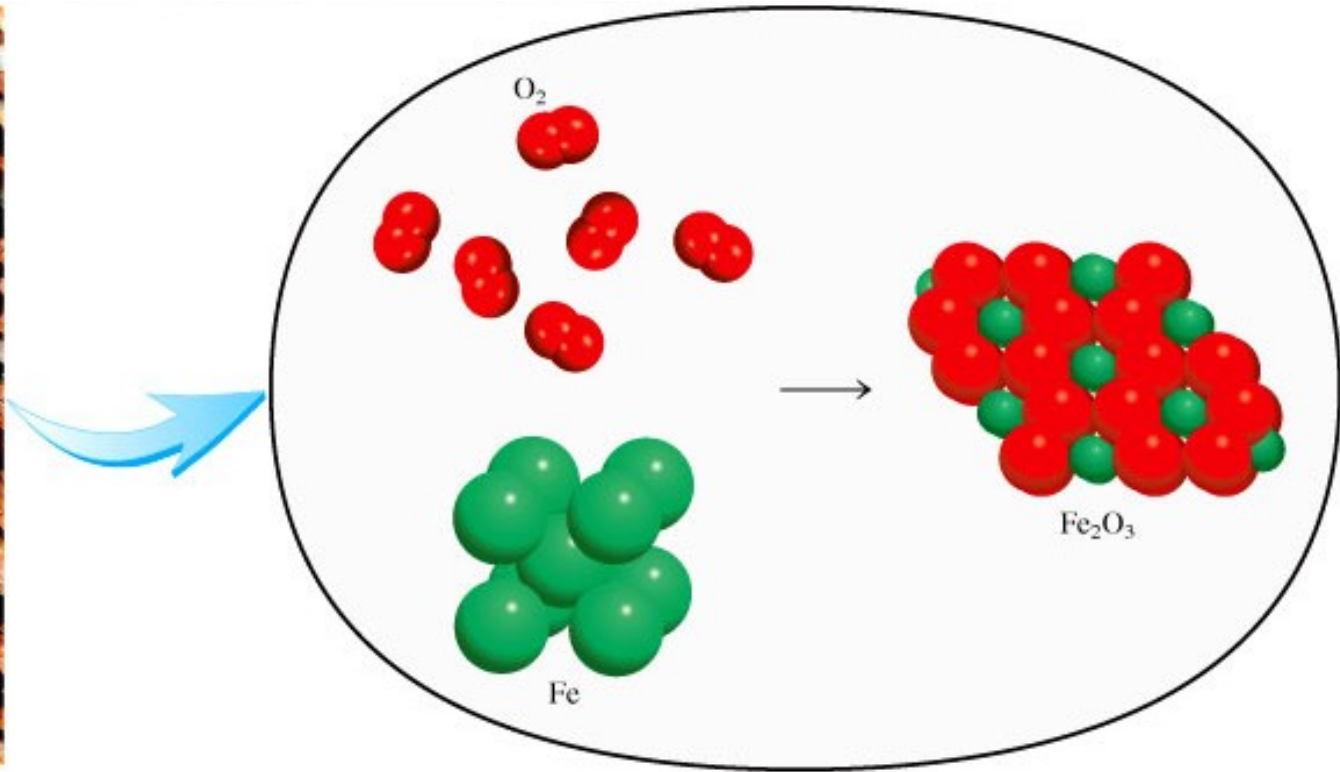
- Γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα
- Φυσικά παρασιτοκτόνα
- Εξειδικευμένα λιπάσματα

Η επιστήμη της Χημείας

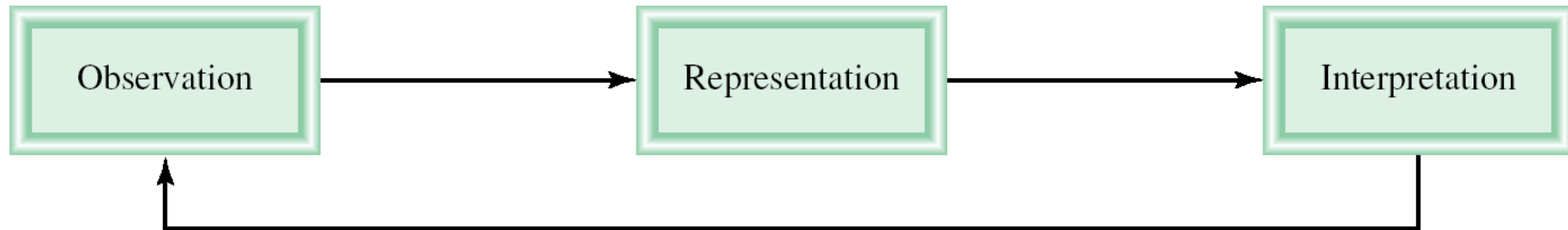
Μάκροσκοπικό επίπεδο



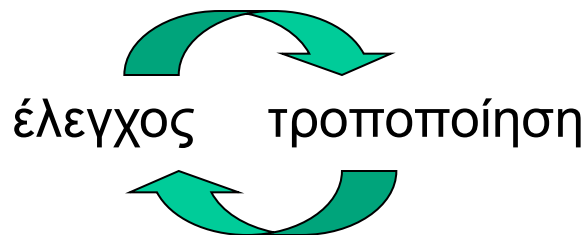
Μικροσκοπικό επίπεδο



Η Επιστημονική Μέθοδος αποτελεί μια συστηματική προσέγγιση στην έρευνα



Μια **υπόθεση** είναι μια προσωρινή εξήγηση σε ένα σύνολο από παρατηρήσεις

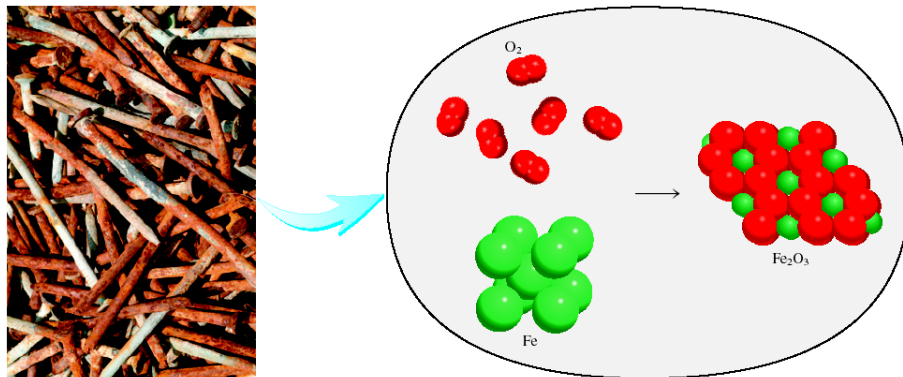


Νόμος είναι μια εμπειριστατωμένη έκφραση μιας σχέσης ανάμεσα σε διάφορα φαινόμενα η οποία είναι πάντα σταθερή κάτω από τις ίδιες συνθήκες

$$\text{Δύναμη} = \text{μάζα} \times \text{επιτάχυνση}$$

Θεωρία είναι μια ενοποιητική αρχή η οποία εξηγεί ένα σύνολο παρατηρήσεων και γεγονότων και/ή τους νόμους που βασίζονται σε αυτούς

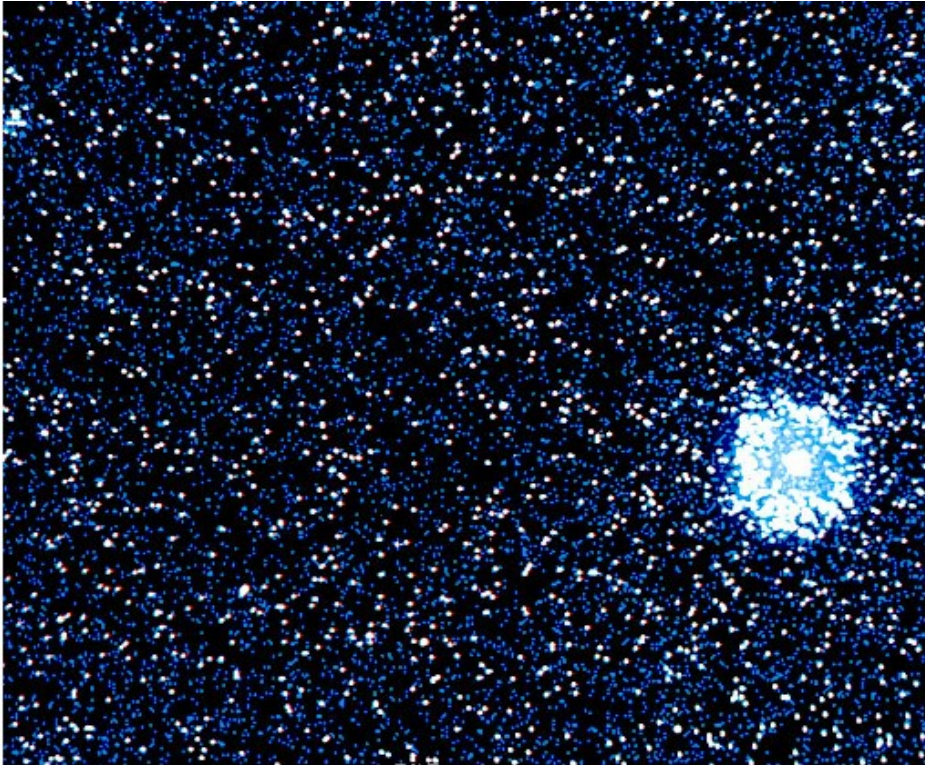
Ατομική θεωρία



Chemistry In Action:

Αρχέγονο ήλιο και η θεωρία του big-bang

Το 1940 ο George Gamow έκανε την υπόθεση ότι το σύμπαν ξεκίνησε από μια γιγαντιαία έκρηξη (big bang)



Πειραματική υποστήριξη

- το σύμπαν διαστέλλεται (expanding universe)
- υπόβαθρο κοσμικής ακτινοβολίας (cosmic background radiation)
- αρχέγονο ήλιο (primordial helium)

Η χημεία είναι η επιστήμη που μελετάει την ύλη και τις μεταβολές της

Ως ύλη ορίζεται οτιδήποτε διαθέτει μάζα και καταλαμβάνει χώρο (*Matter* is anything that occupies space and has mass).

Με τη λέξη ουσία (*substance*) εννοούμε κάθε μορφή ύλης που έχει καθορισμένη σύσταση (definite composition) και συγκεκριμένες ιδιότητες (distinct properties).



liquid nitrogen



gold ingots



silicon crystals

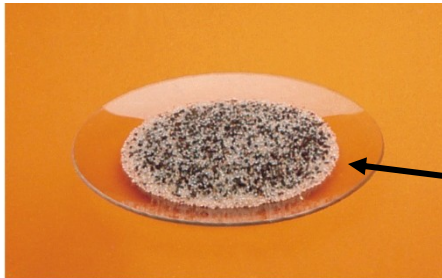
Μείγμα (**mixture**) είναι ο συνδυασμός 2 ή περισσότερων συστατικών στον οποίο το κάθε ένα από τα συστατικά διατηρεί τις ιδιότητές του

1. ***Homogenous mixture*** – η σύστασή του είναι η ίδια σε όλη την έκταση της μάζας του

soft drink, milk, solder

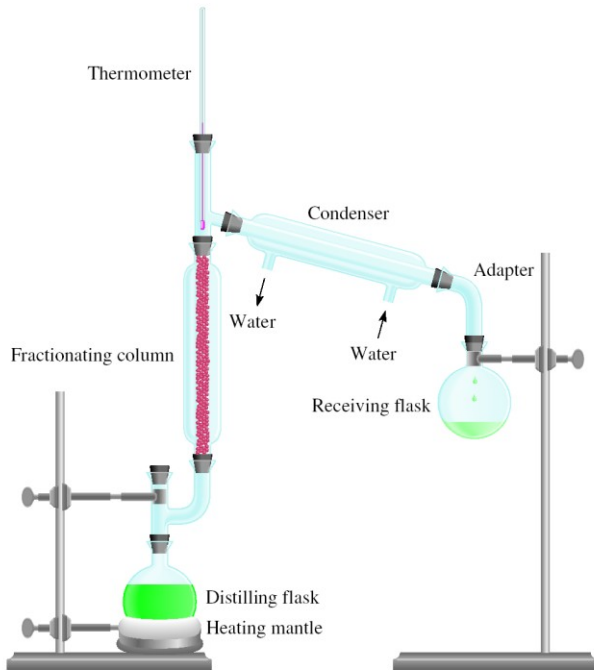


2. ***Heterogeneous mixture*** – η σύστασή του δεν είναι ομοιόμορφη.



cement,
iron filings in sand

Σε ένα μείγμα είναι δυνατός ο διαχωρισμός των συστατικών του με φυσικούς τρόπους (***Physical means***)



Distillation - απόσταξη



Magnet - μαγνήτης

Στοιχείο (**element**) είναι εκείνη η ουσία που δε μπορεί να διαχωριστεί σε απλούστερες ουσίες με χημικό τρόπο (***chemical means***).

- 114 έχουν ταυτοποιηθεί
 - 82 στοιχεία υπάρχουν φυσικά στη Γη
gold, aluminum, lead, oxygen, carbon, sulfur



- 32 έχουν δημιουργηθεί στα επιστημονικά εργαστήρια

technetium, americium, seaborgium

TABLE 1.1 **Some Common Elements and Their Symbols**

Name	Symbol	Name	Symbol	Name	Symbol
Aluminum	Al	Fluorine	F	Oxygen	O
Arsenic	As	Gold	Au	Phosphorus	P
Barium	Ba	Hydrogen	H	Platinum	Pt
Bismuth	Bi	Iodine	I	Potassium	K
Bromine	Br	Iron	Fe	Silicon	Si
Calcium	Ca	Lead	Pb	Silver	Ag
Carbon	C	Magnesium	Mg	Sodium	Na
Chlorine	Cl	Manganese	Mn	Sulfur	S
Chromium	Cr	Mercury	Hg	Tin	Sn
Cobalt	Co	Nickel	Ni	Tungsten	W
Copper	Cu	Nitrogen	N	Zinc	Zn

(Χημική) ένωση (**compound**) είναι εκείνη η ουσία όπου αποτελείται από άτομα 2 ή περισσότερων στοιχείων, ενωμένων μεταξύ τους με χημικό τρόπο και σε σταθερές αναλογίες.

Οι ενώσεις μπορούν να διαχωριστούν στα συστατικά τους στοιχεία (elements) με χημικό τρόπο.



lithium fluoride

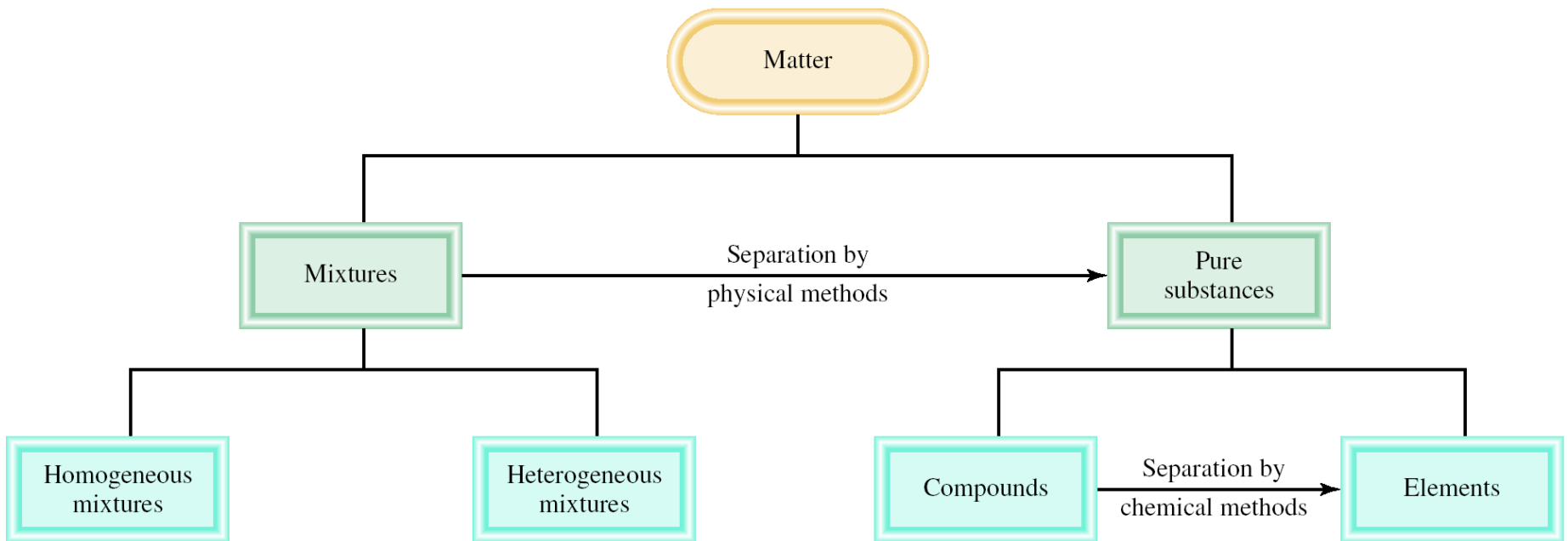


quartz

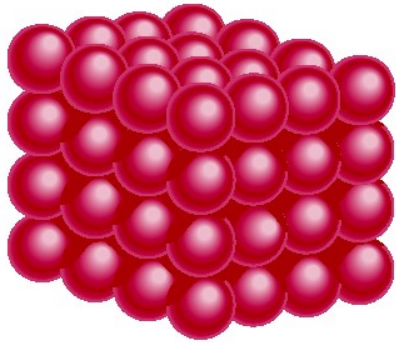


dry ice – carbon dioxide

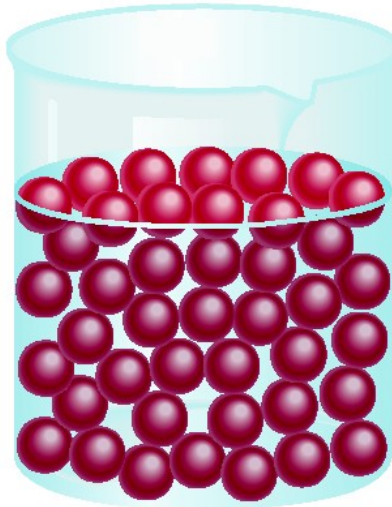
Διαφοροποιήσεις της ύλης



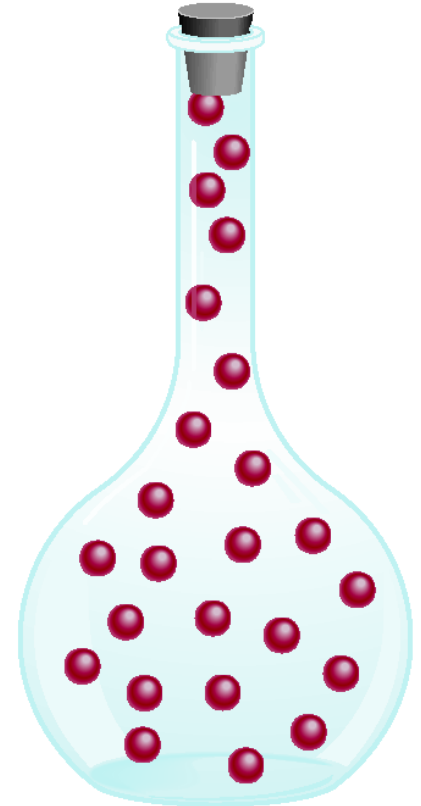
Οι τρεις καταστάσεις της ύλης



Solid

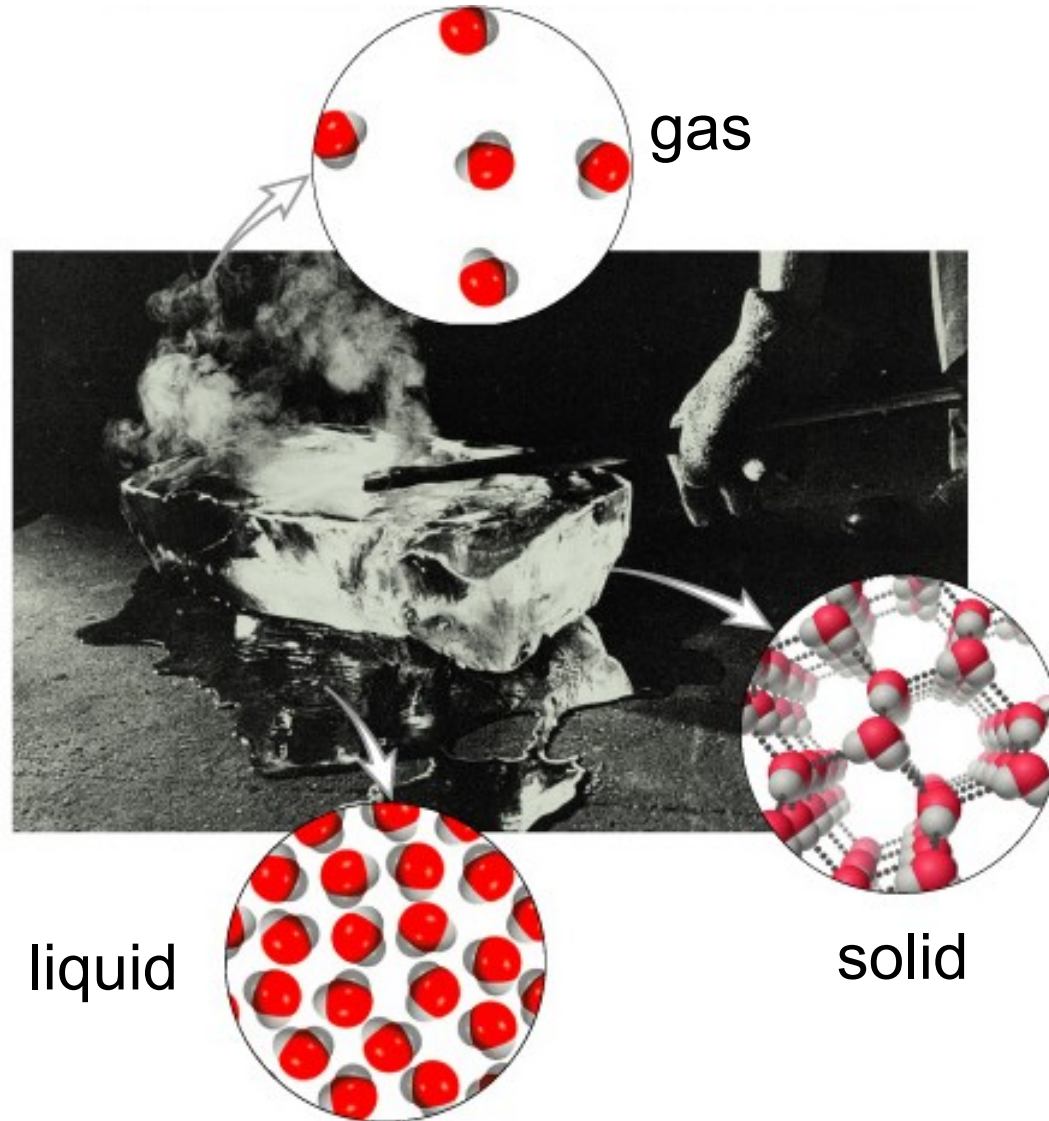


Liquid



Gas

The Three States of Matter: Effect of a Hot Poker on a Block of Ice



Είδη αλλαγών

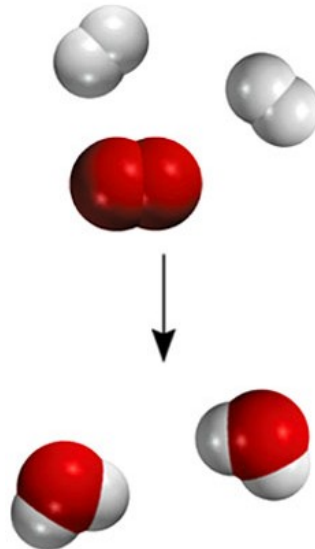
Μια **φυσική αλλαγή** δε μεταβάλλει τη σύσταση ή την ταυτότητα μιας ουσίας.

ice melting

sugar dissolving
in water

Μια **χημική αλλαγή** alters the composition or identity of the substance(s) involved.

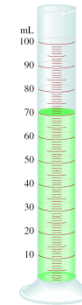
hydrogen burns in
air to form water



Extensive and Intensive Properties

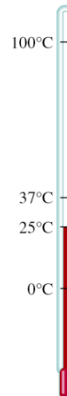
Μια **εκτατική ιδιότητα** ενός υλικού εξαρτάται από τη ποσότητα του υλικού που λαμβάνεται υπ όψιν

- mass
- length
- volume



Μια **εντατική ιδιότητα** of a material **does not** depend upon how much matter is being considered.

- density
- temperature
- color



mass – measure of the quantity of matter

SI unit of mass is the **kilogram** (kg)

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 1 \times 10^3 \text{ g}$$

weight – force that gravity exerts on an object

weight = $c \times \text{mass}$

on earth, $c = 1.0$

on moon, $c \sim 0.1$



A 1 kg bar will weigh

1 kg on earth

0.1 kg on moon

International System of Units (SI)

TABLE 1.2 **SI Base Units**

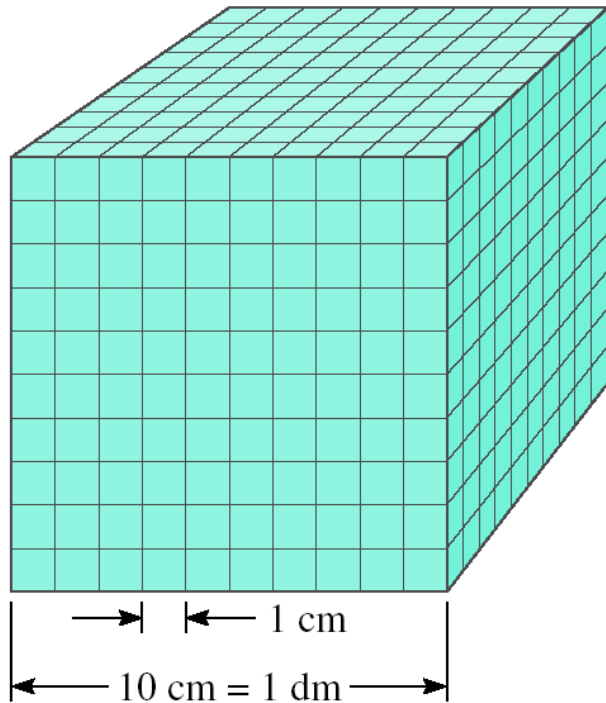
Base Quantity	Name of Unit	Symbol
Length	meter	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electrical current	ampere	A
Temperature	kelvin	K
Amount of substance	mole	mol
Luminous intensity	candela	cd

TABLE 1.3 **Prefixes Used with SI Units**

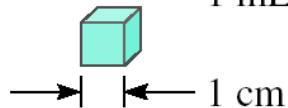
Prefix	Symbol	Meaning	Example
tera-	T	1,000,000,000,000, or 10^{12}	1 terameter (Tm) = 1×10^{12} m
giga-	G	1,000,000,000, or 10^9	1 gigameter (Gm) = 1×10^9 m
mega-	M	1,000,000, or 10^6	1 megameter (Mm) = 1×10^6 m
kilo-	k	1,000, or 10^3	1 kilometer (km) = 1×10^3 m
deci-	d	1/10, or 10^{-1}	1 decimeter (dm) = 0.1 m
centi-	c	1/100, or 10^{-2}	1 centimeter (cm) = 0.01 m
milli-	m	1/1,000, or 10^{-3}	1 millimeter (mm) = 0.001 m
micro-	μ	1/1,000,000, or 10^{-6}	1 micrometer (μ m) = 1×10^{-6} m
nano-	n	1/1,000,000,000, or 10^{-9}	1 nanometer (nm) = 1×10^{-9} m
pico-	p	1/1,000,000,000,000, or 10^{-12}	1 picometer (pm) = 1×10^{-12} m

Volume – SI derived unit for volume is cubic meter (m^3)

Volume: 1000 cm^3 ;
 1000 mL ;
 1 dm^3 ;
 1 L



Volume: 1 cm^3 ;
 1 mL



$$1 \text{ cm}^3 = (1 \times 10^{-2} \text{ m})^3 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = (1 \times 10^{-1} \text{ m})^3 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$



Density (πυκνότητα) – SI derived unit for density is kg/m³

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ g/mL} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{density} = \frac{\text{mass}}{\text{volume}}$$

$$d = \frac{m}{V}$$

A piece of platinum metal with a density of 21.5 g/cm³ has a volume of 4.49 cm³. What is its mass?

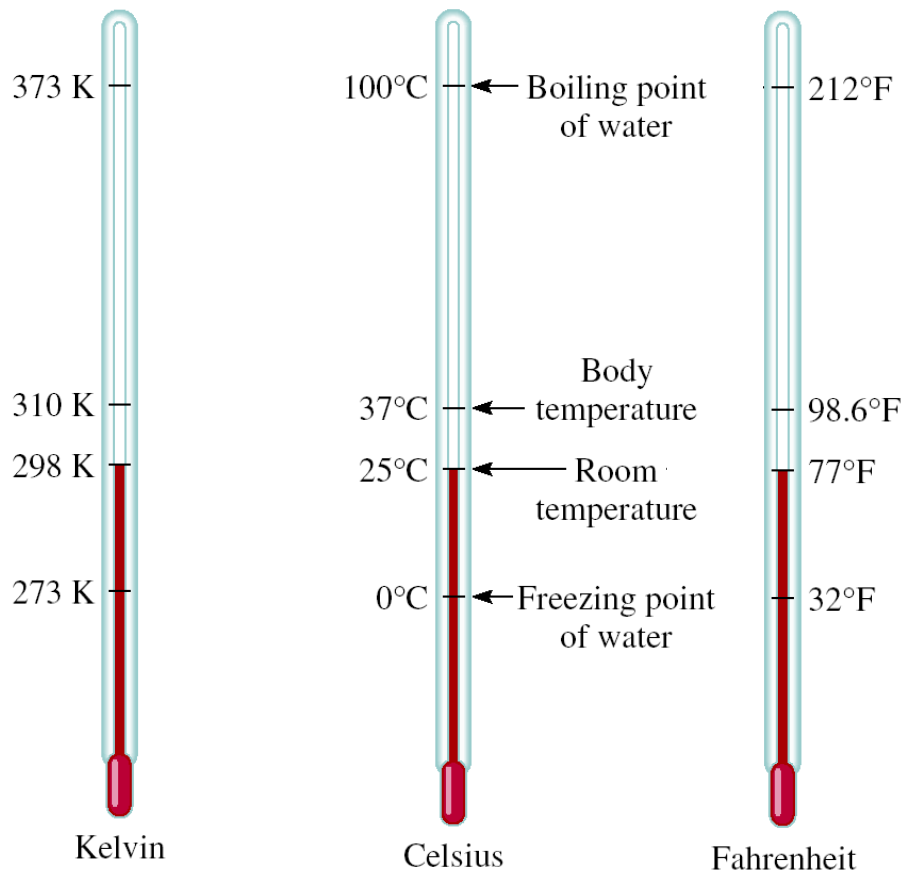
TABLE 1.4**Densities of Some
Substances at 25°C**

Substance	Density (g/cm³)
Air*	0.001
Ethanol	0.79
Water	1.00
Mercury	13.6
Table salt	2.2
Iron	7.9
Gold	19.3
Osmium [†]	22.6

*Measured at 1 atmosphere.

[†]Osmium (Os) is the densest element known.

A Comparison of Temperature Scales



$$K = ^{\circ}\text{C} + 273.15$$

$$273 \text{ K} = 0 ^{\circ}\text{C}$$

$$373 \text{ K} = 100 ^{\circ}\text{C}$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \times ^{\circ}\text{C} + 32$$

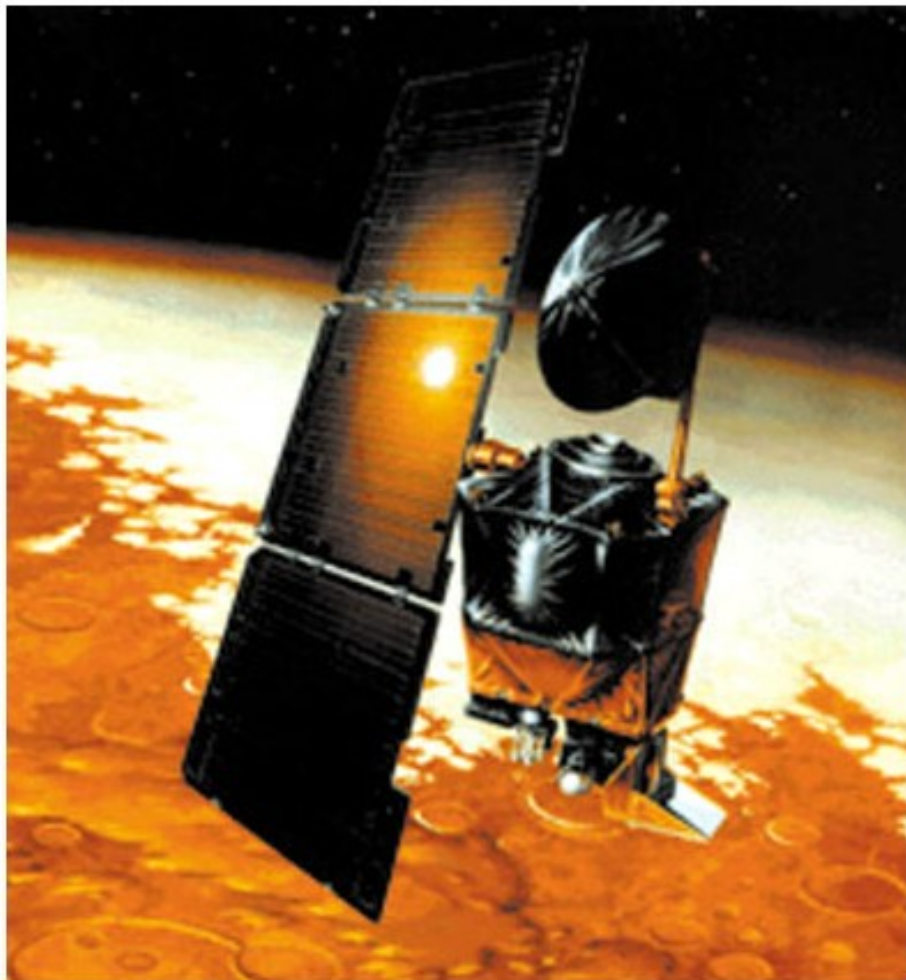
$$32 ^{\circ}\text{F} = 0 ^{\circ}\text{C}$$

$$212 ^{\circ}\text{F} = 100 ^{\circ}\text{C}$$

Convert 172.9 °F to degrees Celsius.

Chemistry In Action

On 9/23/99, \$125,000,000 Mars Climate Orbiter entered Mar's atmosphere 100 km (62 miles) lower than planned and was destroyed by heat.



$$1 \text{ lb} \neq 1 \text{ N}$$

$$1 \text{ lb} = 4.45 \text{ N}$$

“This is going to be the cautionary tale that will be embedded into introduction to the metric system in elementary school, high school, and college science courses till the end of time.”

Scientific Notation

The number of atoms in 12 g of carbon:

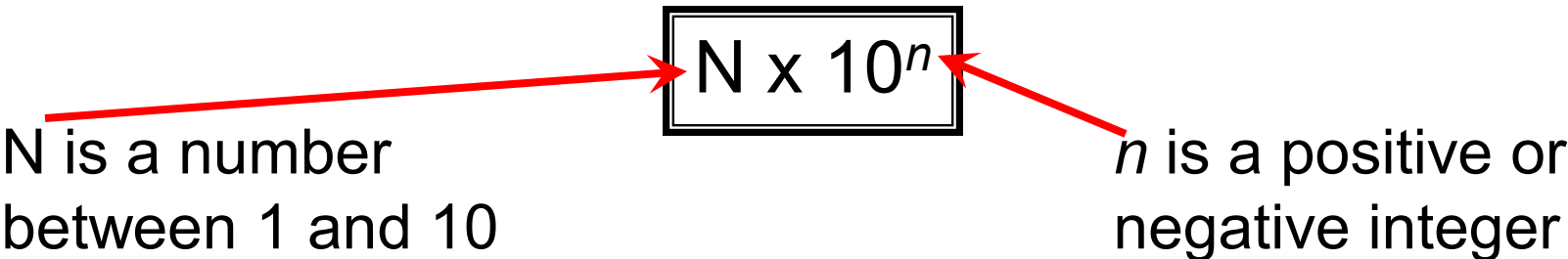
602,200,000,000,000,000,000,000

$$6.022 \times 10^{23}$$

The mass of a single carbon atom in grams:

0.000000000000000000000000199

$$1.99 \times 10^{-23}$$



The diagram shows the general form of scientific notation, $N \times 10^n$, enclosed in a double-bordered box. A red arrow points from the text 'N is a number between 1 and 10' to the 'N' in the box. Another red arrow points from the text 'n is a positive or negative integer' to the 'n' in the box.

$$N \times 10^n$$

N is a number
between 1 and 10

n is a positive or
negative integer

Scientific Notation

568.762

← move decimal left

$$n > 0$$

$$568.762 = 5.68762 \times 10^2$$

0.00000772

→ move decimal right

$$n < 0$$

$$0.00000772 = 7.72 \times 10^{-6}$$

Addition or Subtraction

1. Write each quantity with the same exponent n
2. Combine N_1 and N_2
3. The exponent, n , remains the same

$$4.31 \times 10^4 + 3.9 \times 10^3 =$$

$$4.31 \times 10^4 + 0.39 \times 10^4 =$$

$$4.70 \times 10^4$$

Scientific Notation

Multiplication

1. Multiply N_1 and N_2
2. Add exponents n_1 and n_2

$$\begin{aligned}(4.0 \times 10^{-5}) \times (7.0 \times 10^3) &= \\(4.0 \times 7.0) \times (10^{-5+3}) &= \\28 \times 10^{-2} &= \\2.8 \times 10^{-1} &= \end{aligned}$$

Division

1. Divide N_1 and N_2
2. Subtract exponents n_1 and n_2

$$\begin{aligned}8.5 \times 10^4 \div 5.0 \times 10^9 &= \\(8.5 \div 5.0) \times 10^{4-9} &= \\1.7 \times 10^{-5} &= \end{aligned}$$

Significant Figures

- Any digit that is not zero is significant

1.234 kg 4 significant figures

- Zeros between nonzero digits are significant

606 m 3 significant figures

- Zeros to the left of the first nonzero digit are **not** significant

0.08 L 1 significant figure

- If a number is greater than 1, then all zeros to the right of the decimal point are significant

2.0 mg 2 significant figures

- If a number is less than 1, then only the zeros that are at the end and in the middle of the number are significant

0.00420 g 3 significant figures

How many significant figures are in each of the following measurements?

24 mL

3001 g

0.0320 m³

6.4 x 10⁴ molecules

560 kg

Significant Figures

Addition or Subtraction

The answer cannot have more digits to the right of the decimal point than any of the original numbers.

$$\begin{array}{r} 89.332 \\ +1.1 \\ \hline 90.432 \end{array}$$

← one significant figure after decimal point
← round off to 90.4

$$\begin{array}{r} 3.70 \\ -2.9133 \\ \hline 0.7867 \end{array}$$

← two significant figures after decimal point
← round off to 0.79

Significant Figures

Multiplication or Division

The number of significant figures in the result is set by the original number that has the ***smallest*** number of significant figures

$$\begin{array}{c} 4.51 \times 3.6666 = 16.536366 = 16.5 \\ \uparrow \qquad \qquad \qquad \uparrow \\ 3 \text{ sig figs} \qquad \text{round to} \\ \qquad \qquad \qquad 3 \text{ sig figs} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 6.8 \div 112.04 = 0.0606926 = 0.061 \\ \uparrow \qquad \qquad \qquad \uparrow \\ 2 \text{ sig figs} \qquad \text{round to} \\ \qquad \qquad \qquad 2 \text{ sig figs} \end{array}$$

Significant Figures

Exact Numbers

Numbers from definitions or numbers of objects are considered to have an infinite number of significant figures

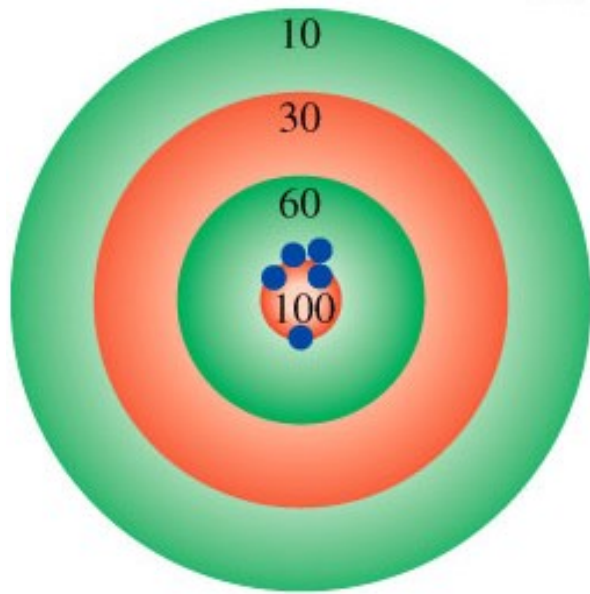
The average of three measured lengths; 6.64, 6.68 and 6.70?

$$\frac{6.64 + 6.68 + 6.70}{3} = 6.67333 = 6.67 = \cancel{7}$$

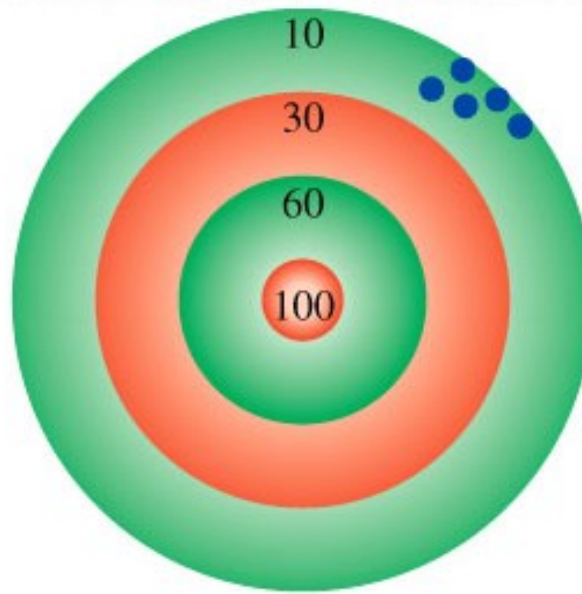
Because 3 is an ***exact number***

Accuracy – how close a measurement is to the *true* value

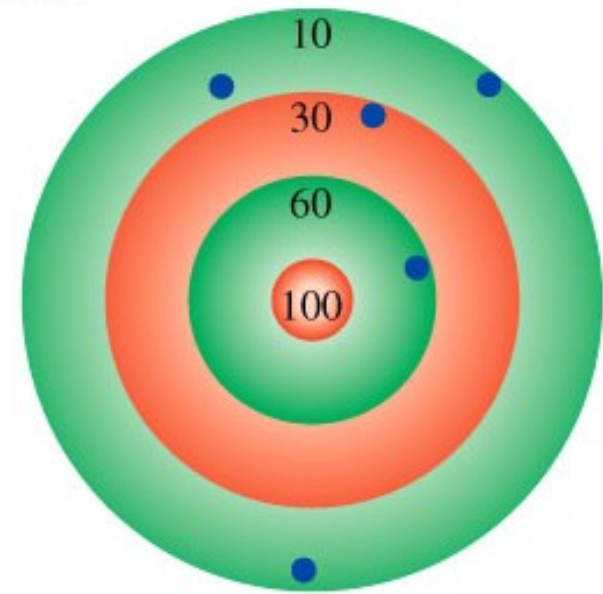
Precision – how close a set of measurements are to each other



accurate
&
precise



precise
but
not accurate



not accurate
&
not precise

Dimensional Analysis Method of Solving Problems

1. Determine which unit conversion factor(s) are needed
2. Carry units through calculation
3. If all units cancel except for the ***desired unit(s)***, then the problem was solved correctly.

given quantity x conversion factor = desired quantity

$$\cancel{\text{given unit}} \times \frac{\text{desired unit}}{\cancel{\text{given unit}}} = \text{desired unit}$$

Dimensional Analysis Method of Solving Problems

How many mL are in 1.63 L?

The speed of sound in air is about 343 m/s. What is this speed in miles per hour?