BY : S.M.S.M

化学

Chemistry: The Study of Change

الكيمياء: علم دراسة التغيّر

Chapter 1

الكيمياء هي العلم الذي يدرس المادة والتحوّلات التي تطرأ عليها.

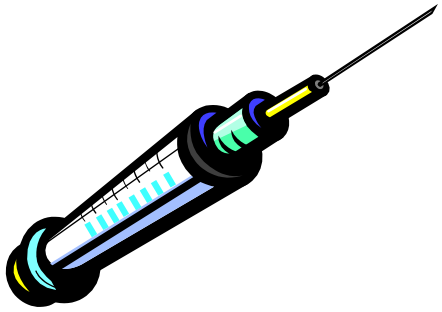
وتهتم الكيمياء أيضًا بفهم الطاقة المصاحبة لأي تغيير يحدث في المادة

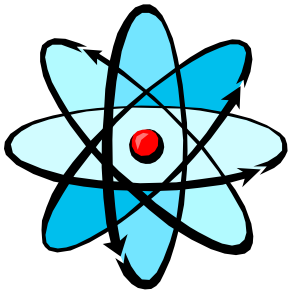
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

الكيمياء: علم للقرن الحادي والعشرين

Chemistry: A Science for the 21st Century

- Health and Medicine الصحة و الطب
  - Sanitation systems
    انظمة الصرف الصحي
  - Surgery with anesthesia
    العمليات الجراحية مع التخدير
  - Vaccines and antibiotics
    اللقاحات والمضادات الحيوية



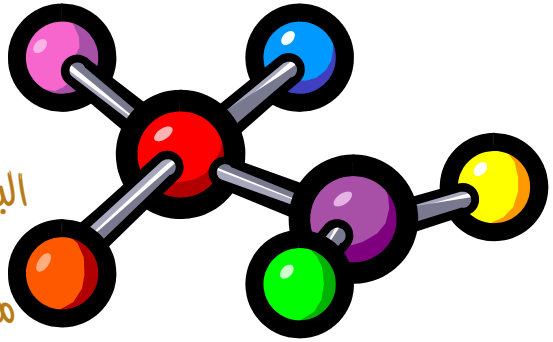


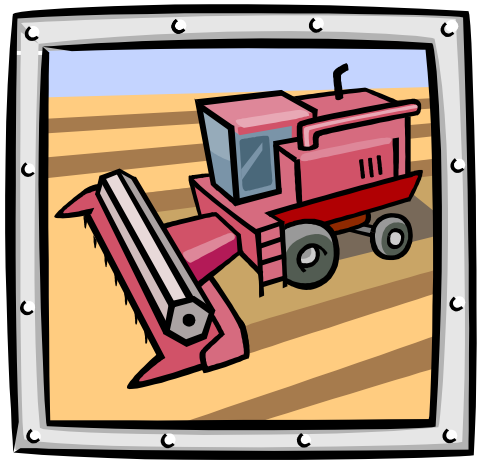
الطاقة و البيئة

- Energy and the Environment
  - Fossil fuels الوقود الاحفوري
  - Solar energy الطاقة الشمسية
  - Nuclear energy الطاقة النووية

Chemistry: A Science for the 21st Century

- Materials and Technology المواد و التكنولوجيا
  - Polymers, ceramics, liquid crystals البوليمرات و السيراميك و البلورات السائلة
  - Room-temperature superconductors? موصلات فائقة عند درجة حرارة الغرفة
  - Molecular computing? الحوسبة الجزيئية





- Food and Agriculture الغذاء و الزراعة
  - Genetically modified crops محاصيل معدلة وراثيا
  - "Natural" pesticides مبيدات طبيعية
  - Specialized fertilizers اسمدة متخصصة

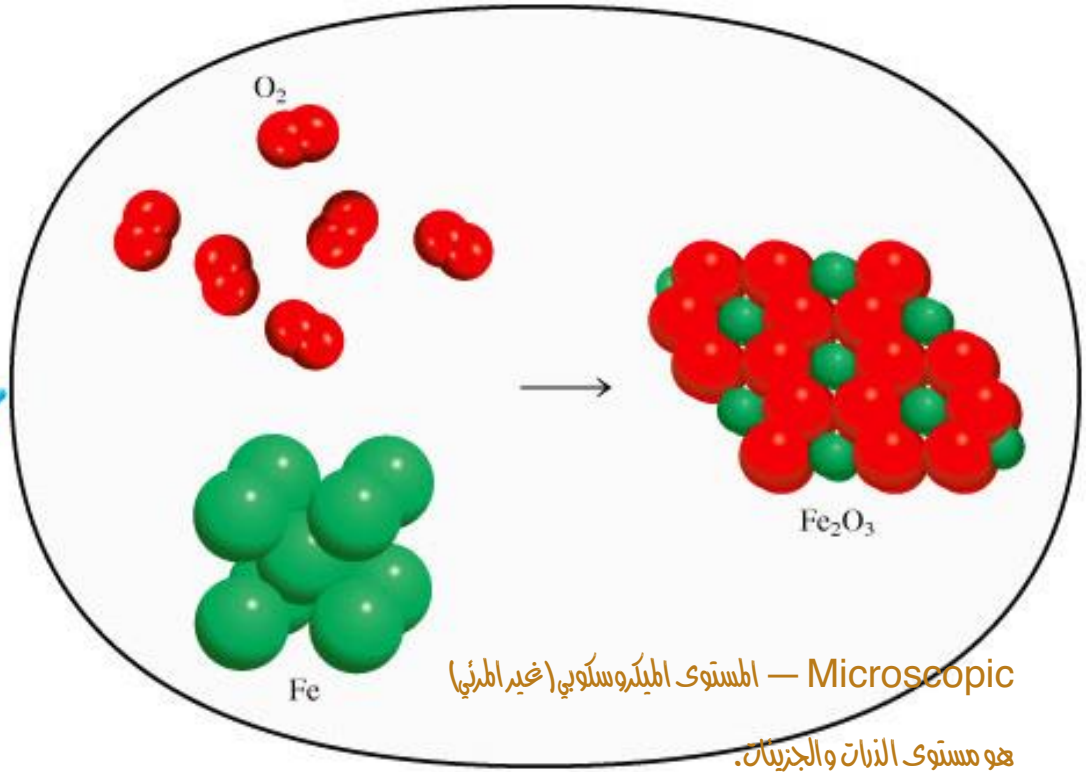
The Study of Chemistry

Macroscopic

— المستوى الماكروسكوبي (المرئي)

هو كل شيء بنقدر نشوفه بالعين المجرّدة.
مثال بالصورة :
مسامير صدئة ← بنشوف لون الصدأ وتغير شكل الحديد

Microscopic



Microscopic — المستوى الميكروسكوبي (غير المرئي)

هو مستوى الذرات والجزيئات.
في المثال :
- جزيئات الأكسجين (O_2)
- ذرات الحديد (Fe)

← تتفاعل وتنتج أكسيد الحديد Fe_2O_3

✨ الفكرة :
الكيمياء تربط بين اللي منشوفه (صدأ) واللي ما منشوفه (ذرات تتفاعل)

المنهج العلمي

The ***scientific method*** is a systematic approach to research

هو أسلوب منظّم نستخدمه لعمل بحث علمي صحيحة

نشوف الشيء ونلاحظ المشكلة أو الظاهرة.
مثال : الحديد يصدأ

نحلل ونفسّر شو اللي صار.
مثال : الصدأ ناتج عن اتحاد الحديد مع الأكسجين.
✨ العملية تتكرر حتى نوصل لفهم دقيق

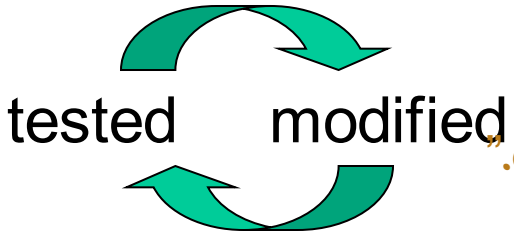
نعمل رسومات، جداول، معادلات، أو نماذج لتوضيح الملاحظة.
مثال : رسم لذرات الحديد وجزيئات الأكسجين أثناء التفاعل

الفرضية

A ***hypothesis*** is a tentative explanation for a set of observations

هي "تفسير مبدئي" أو توقع أولي يفسّر مجموعة ملاحظات

يعني فكرة مؤقتة، لسا بدها اختبار وتجارب.
🔶 ممكن تكون صحيحة أو خاطئة.



مثال :
"أتوقع أن الحديد يصدأ لأن الأكسجين يتفاعل معه."

- الفرضية يتم اختبارها
- وإذا لم تتفق مع النتائج ← تتعدل

القانون العلمي

A ***law*** is a concise statement of a relationship between phenomena that is always the same under the same conditions.

القانون هو عبارة عن جملة مختصرة تشرح علاقة معيّنة بين ظواهر، وتكون صحيحة دائمًا تحت نفس الظروف

مثال :

Force = mass x acceleration

القوة = الكتلة × التسارع ($F = m \times a$)

هالقانون دائمًا صحيح طالما الظروف نفسها.

✨ القوانين "تصف" ما يحدث، لكنها لا تشرح لماذا يحدث

النظرية

A ***theory*** is a unifying principle that explains a body of facts and/or those laws that are based on them.

النظرية هي مبدأ شامل يفسّر مجموعة كبيرة من الحقائق والقوانين المبنية عليها

✨ النظرية بتشرح لماذا يحدث الشيء.

مثال مع الصورة :

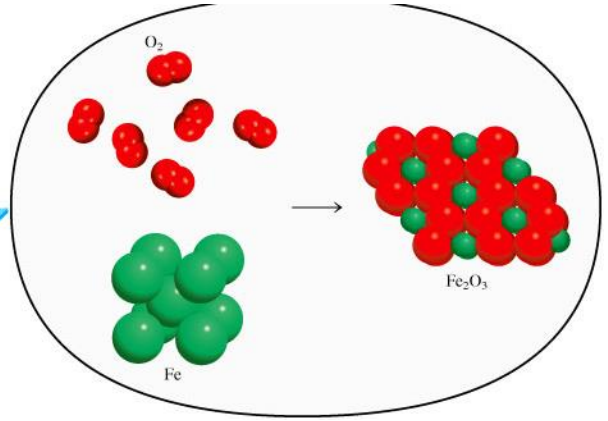
النظرية الذرّية (Atomic Theory)

Atomic Theory تفسر :

- لماذا تتفاعل المواد؟
- لماذا تتكون مركّبات معينة؟

❗ ملاحظة مهمة :

النظرية أقوى من القانون، لأنها تفسّر وتربط، مش بس تصف



Chemistry is the study of matter and the changes it undergoes.

1. ***Matter*** is anything that occupies space and has mass.

المادة هي أي شيء يشغل حيّزًا من الفراغ وله كتلة

المادة النقيّة هي نوع من المادة له تركيب محدّد و خصائص مميزة

2. A ***substance*** is a form of matter that has a definite composition and distinct properties.

Water

Gold

يعني مكوّنة من شيء واحد فقط، وتركيبها ثابت ما يتغيّر.
مثال:
- Water دائمًا ← الماء H_2O
- Gold عنصر ثابت ← الذهب (Au)
- Sugar مركّب ثابت ← السكر ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

✨ إذن: كلّ مادة نقيّة إلها:
- تركيب كيميائي واضح
- صفات ثابتة مثل نقطة الغليان، اللون، الكثافة

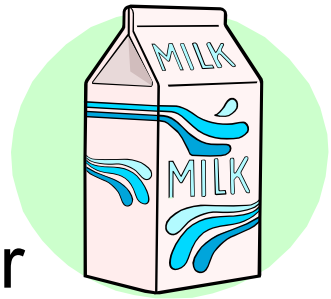
Sugar

المزيج هو خليط من مادتين أو أكثر بحيث تحتفظ كل مادة بخصائصها وهويتها الخاصة داخل الخليط، وما يصير بينهم تفاعل كيميائي يغيرهم

A ***mixture*** is a combination of two or more substances in which the substances retain their distinct identities.

1. ***Homogenous mixture*** (***solution***) – The composition of the mixture is the same throughout (at the atomic/molecular level).

تركيب المزيج يكون متجانس وثابت في كل أجزائه، حتى على المستوى الذري والجزيئي



Are these homogeneous?
soft drink, milk, solder, salt water

2. ***Heterogeneous mixture*** – The composition is not uniform throughout.

تركيب الخليط غير متجانس وغير موحّد في كل أجزائه

Are these heterogeneous?
cement, iron filings in sand

هل هذه أمثلة على مخاليط غير متجانسة

Homogenous mixture

شرح :
يعني لو أخذت عيّنة من أي مكان في الخليط، رح تلاقي نفس التركيب.
ما في أجزاء ظاهرة أو مواد منفصلة.

هل هذه أمثلة على مخاليط متجانسة؟

- مشروب غازي ← نعم، متجانس Soft drink
- Milk بس أنت بتدرسي الأساسيات، colloid لكن علميًا هو متخالف) الحليب ← عادة يعتبر متجانس ظاهريًا (فبيعتبَروه متجانس
- سبائك اللحام ← متجانس (خليط معادن متمازجة تمامًا) Solder
- ماء مالح ← متجانس (الملح ذاب تمامًا) Salt water

✨ الخلاصة : ما بتقدر تفرّقي بين أجزاء الخليط بعينك

Heterogeneous mixture

يعني بتقدري تشوفي المواد المختلفة بوضوح، ومش موزعة بنفس الشكل بكل مكان.

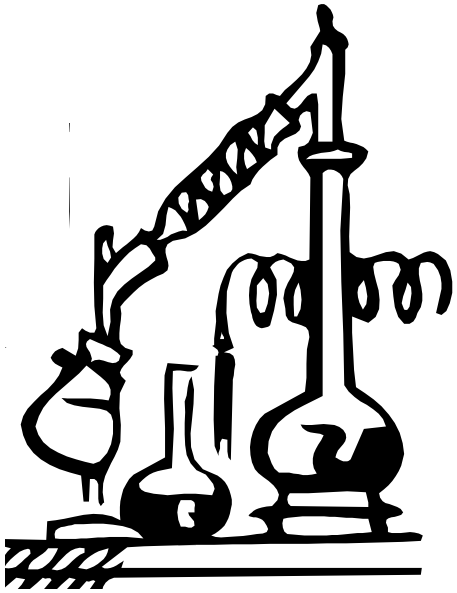
هل هذه أمثلة على مخاليط غير متجانسة؟

- الإسمنت ← غير متجانس Cement
- برادة الحديد مع الرمل ← غير متجانس (واضح بالصورة Iron filings in sand

طرق فيزيائية لفصل المخاليط

Physical means can be used to separate a mixture into its pure components.

يمكن استخدام طرق فيزيائية لفصل المخاليط إلى مكوناتها النقيّة



distillation

magnet

أمثلة للطرق الفيزيائية :

1) التقطير — Distillation

تفصل المكونات حسب اختلاف درجات الغليان.
مثال : فصل الملح عن الماء، أو فصل الكحول عن الماء.

2) المغناطيس — Magnet

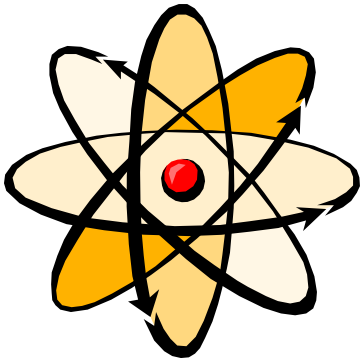
يفصل المواد المغناطيسية مثل برادة الحديد عن مواد غير مغناطيسية مثل الرمل

An ***element*** is a substance that cannot be separated into simpler substances by ***chemical means***. هو مادة لا يمكن فصلها إلى مواد أبسط باستخدام الطرق الكيميائية.

- 114 elements have been identified
  - 82 elements occur naturally on Earth

    gold, aluminum, lead, oxygen, carbon
  - 32 elements have been created by scientists

    technetium, americium, seaborgium



العنصر هو أبسط نوع من المواد.
لا يمكنك تحليله إلى مواد أخرى بواسطة تفاعل كيميائي.
مثال :
الذهب يبقى ذهبًا ولا يمكن تحويله إلى شيء أبسط كيميائيًا.
الأكسجين عنصر لا يمكنك تفكيكه إلى مواد أبسط.
عدد العناصر :
العلماء اكتشفوا 114 عنصرًا.
منها 82 موجودة طبيعيًا في الأرض (مثل : O, C, Au).
والباقي (32 عنصرًا) صنعوه العلماء داخل المختبرات باستخدام مفاعلات ومسرّعات ذرّية.
العناصر المُصنّعة :
هي عناصر غير موجودة في الطبيعة لعدم استقرارها، لذلك يصنعونها بإطلاق بروتونات على نوى ذرات أخرى

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

A ***compound*** is a substance composed of atoms of two or more elements chemically united in fixed proportions.

المركّب (Compound) هو مادة تتكوّن من ذرات عنصرين أو أكثر، مرتبطة كيميائيًا بنسب ثابتة.

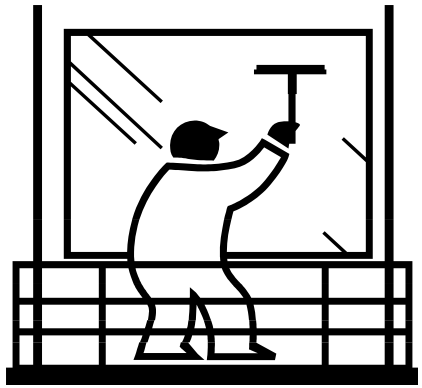
Compounds can only be separated into their pure components (elements) by ***chemical*** means.

لا يمكن فصل المركّبات إلى مكوناتها الأصلية (العناصر) إلا باستخدام طرق كيميائية.

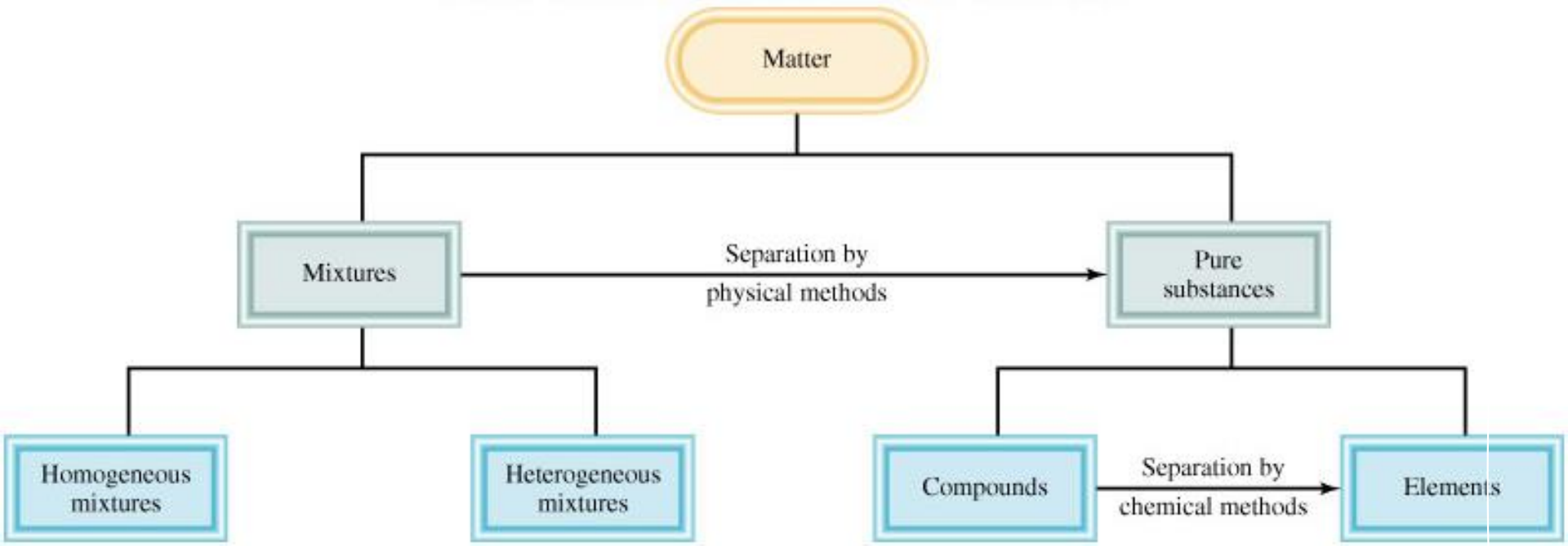
Water (H_2O)

Glucose ($C_6H_{12}O_6$)

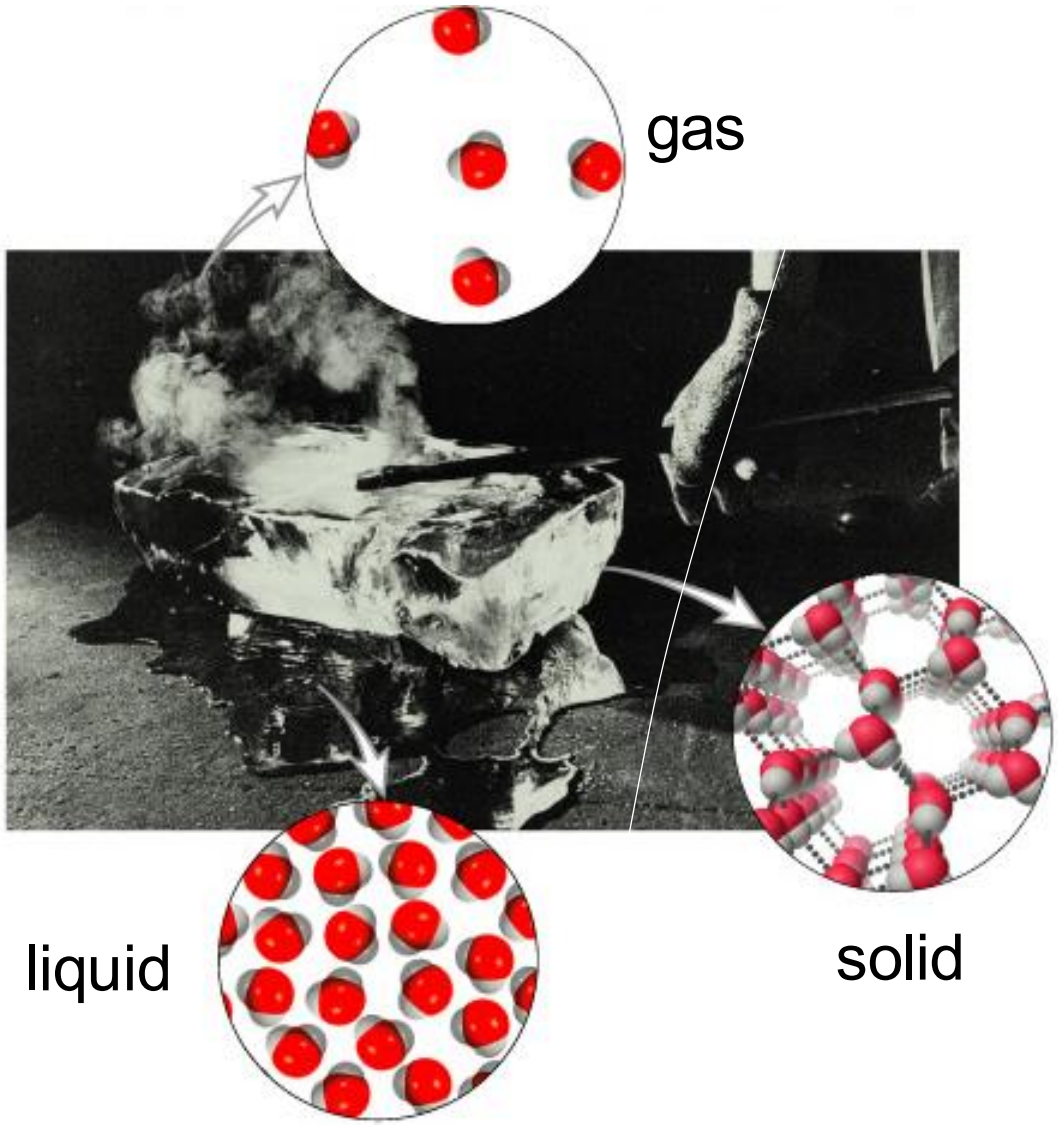
Ammonia (NH_3)



Classifications of Matter

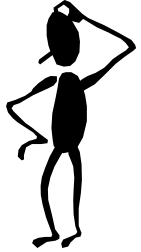


The Three States of Matter



States of Matter

Water Properties



Physical or Chemical?

فيزيائي أم كيميائي

A ***physical change*** does not alter the composition or identity of a substance.

التغير الفيزيائي لا يغيّر تركيب أو هوية المادة

ice melting

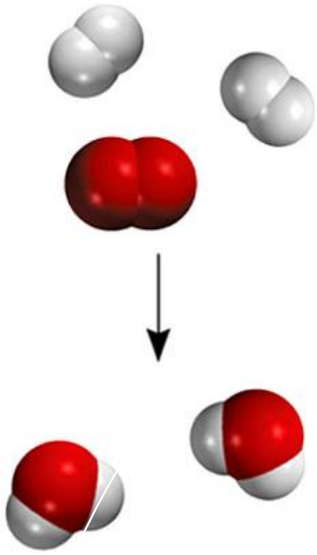
sugar dissolving in water

A ***chemical change*** alters the composition or identity of the substance(s) involved.

التغير الكيميائي يغيّر تركيب أو هوية المادة المشاركة

hydrogen burns in air to form water

احتراق الهيدروجين في الهواء لتكوين الماء



1️⃣ التغير الفيزيائي Physical Change

هو تغير في الحالة أو الشكل فقط، بدون ما تتغير المادة نفسها.
المادة تبقى نفسها 100%.

✔️ الثلج لما يذوب

يبقى ماء (H_2O).
تغيرت الحالة من صلب ← سائل فقط، دون تغيير التركيب.

✔️ السكر يذوب في الماء
السكر ما تحول لمادة جديدة، فقط تفرّق داخل الماء.

➡️ إذن: **المادة نفسها تبقى موجودة وما تتغيّر على المستوى الجزيئي.**

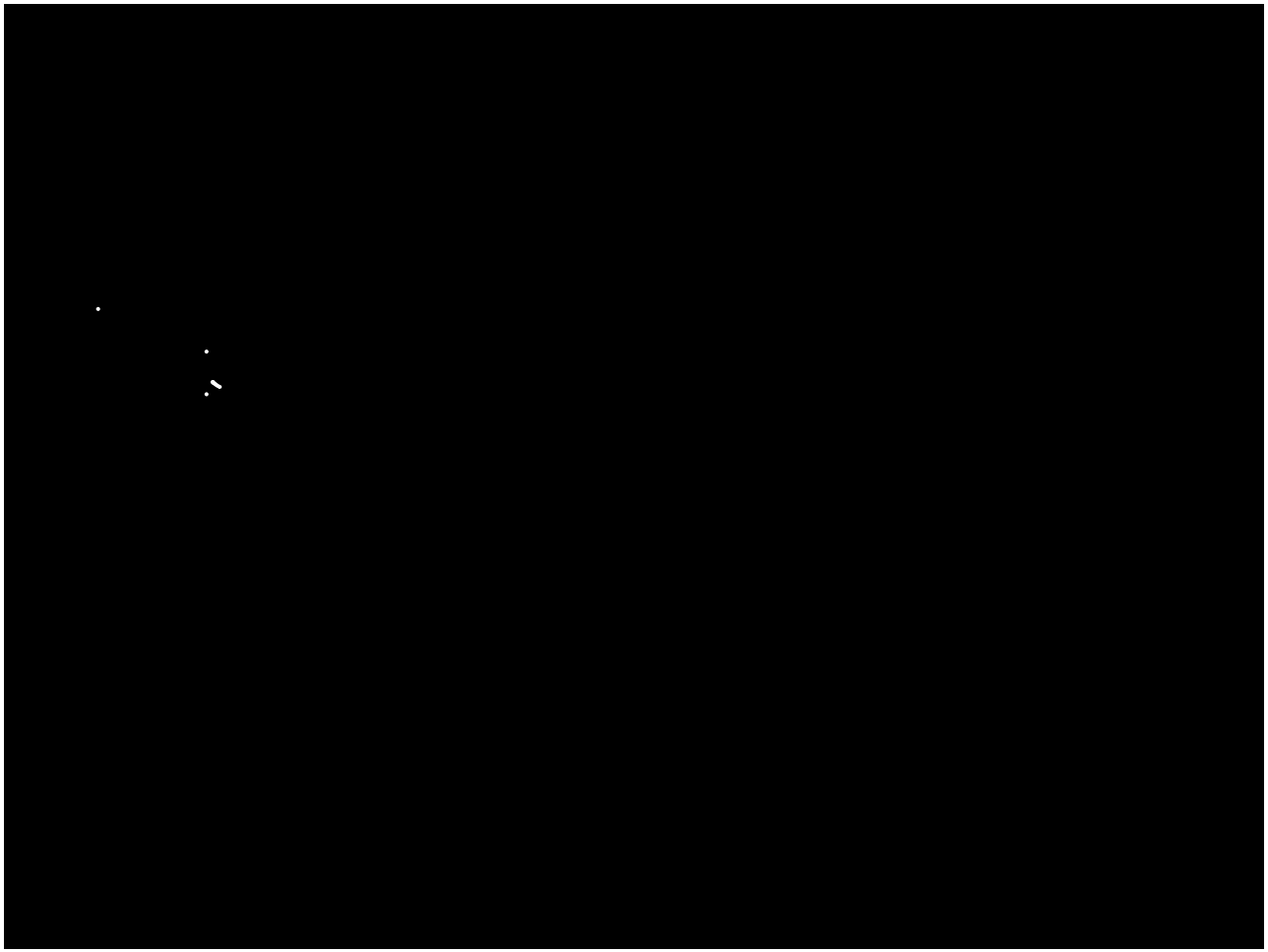
2️⃣ التغير الكيميائي Chemical Change

هنا المادة تتحوّل لمادة جديدة تمامًا، تتغيّر هوية الجزيء وتركيبه.

✔️ احتراق الهيدروجين في الهواء
الهيدروجين (H_2) يتفاعل مع الأكسجين (O_2) ويكوّن **ماء جديد (H_2O)**.
صار لدينا مادة جديدة بخصائص مختلفة.

➡️ يعني: **رابطة تتكسر ورابطة جديدة تتكوّن**
وهذا دليل على حدوث تغير كيميائي.

Formation of Sodium Chloride



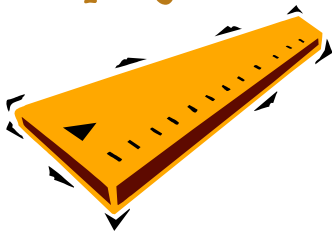
Extensive and Intensive Properties

الخواص الشاملة والخواص المكثف

An ***extensive property*** of a material depends upon how much matter is is being considered.

الخاصية الشاملة تعتمد على كمية المادة الموجودة

- mass
- length
- volume



An ***intensive property*** of a material does not depend upon how much matter is is being considered.

الخاصية المكثفة لا تعتمد على كمية المادة الموجودة

- density
- temperature
- color

Matter - anything that occupies space and has ***mass***.

المادة : أي شيء يشغل حيزاً وله كتلة

mass – measure of the quantity of matter مقياس كمية المادة

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

1 kg = 1000 g = 1 x 10^3 g

weight – force that gravity exerts on an object

الوزن : القوة التي تؤثر بها الجاذبية على الجسم

weight = *c* x mass

on earth, *c* = 1.0

on moon, *c* ~ 0.1

A 1 kg bar will weigh

1 kg on earth

0.1 kg on moon

International System of Units (SI)

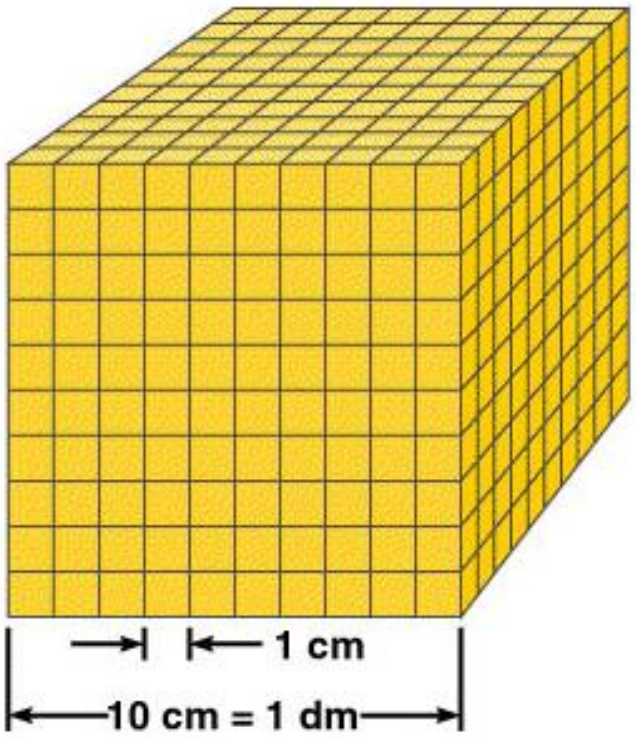
TABLE 1.2 SI Base Units

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

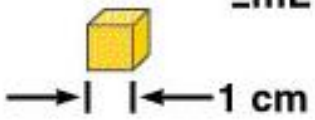
TABLE 1.3 Prefixes Used with SI Units

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 (μm) = 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: _cm^3;
_mL



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

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

$1\ L = 1000\ mL = 1000\ cm^3 = 1\ dm^3$

$1\ mL = 1\ cm^3$

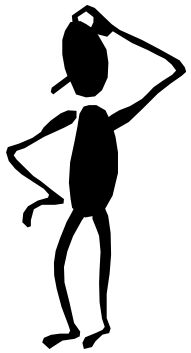
Volumetric flask

Density – SI derived unit for density is kg/m^3

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

$$\text{density} = \frac{\text{mass}}{\text{volume}} \qquad d = \frac{m}{V}$$

A piece of platinum metal with a density of 21.5 g/cm^3 has a volume of 4.49 cm^3. What is its mass?

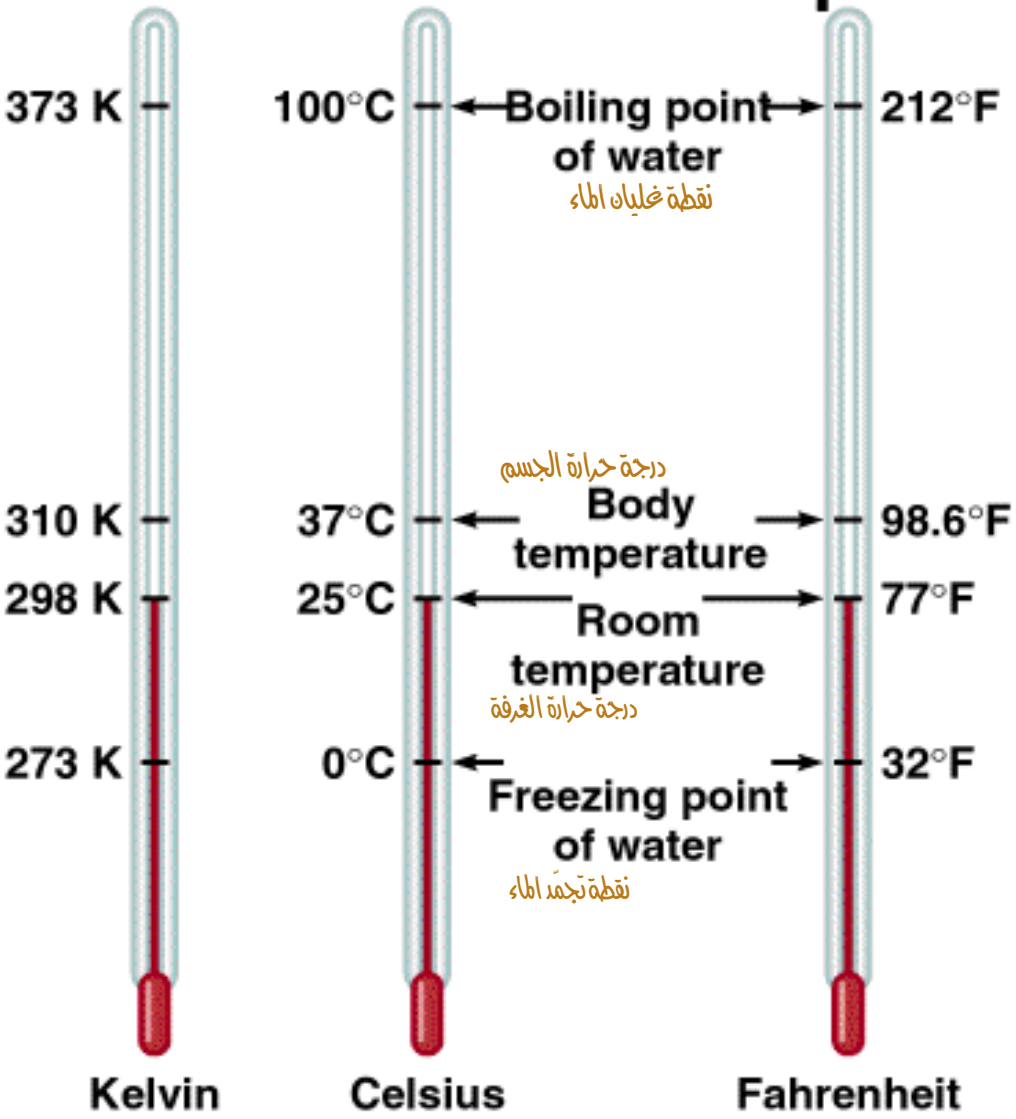


$$d = \frac{m}{V}$$

$$m = d \times V = 21.5\ g/\cancel{cm^3} \times 4.49\ \cancel{cm^3} = 96.5\ g$$

Comparison of the Three Temperature Scales

مقارنة بين مقاييس الحرارة الثلاثة



$$K = {}^0C + 273.15$$

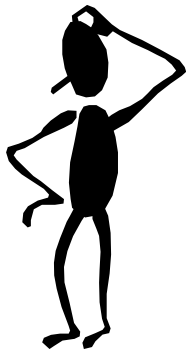
$$273\ K = 0\ {}^0C$$

$$373\ K = 100\ {}^0C$$

$${}^0F = \frac{9}{5} \times {}^0C + 32$$

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

$$212\ {}^0F = 100\ {}^0C$$



Convert 172.9 ^{0}F to degrees Celsius.

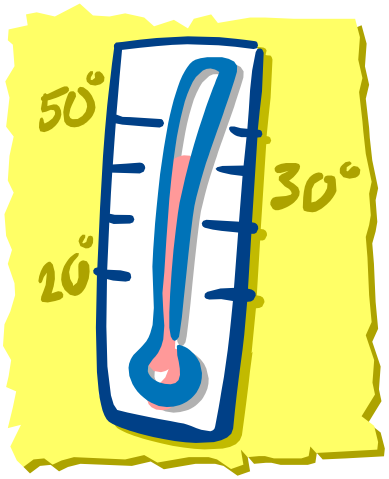
$$^0F = \frac{9}{5} \times {}^0C + 32$$

$$^0F - 32 = \frac{9}{5} \times {}^0C$$

$$\frac{5}{9} \times (^0F - 32) = {}^0C$$

$$^0C = \frac{5}{9} \times (^0F - 32)$$

$$^0C = \frac{5}{9} \times (172.9 - 32) = 78.3$$



🔷 المعادلات المهمة

التحويل من Celsius إلى Kelvin

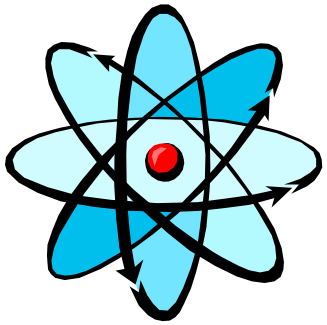
$$K =^\circ C + 273.15$$

التحويل من Celsius إلى Fahrenheit

$$^\circ F = \frac{9}{5}(^\circ C) + 32$$

معكوسها (من Fahrenheit إلى Celsius)

$$^\circ C = \frac{5}{9}(^\circ F - 32)$$



Scientific Notation

The number of atoms in 12 g of carbon-12:

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

6.022×10^{23}

The mass of a single carbon atom in grams:

0.000000000000000000000199

1.99×10^{-23}

$N \times 10^{n}$

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

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

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

4.70×10^{4}

Scientific Notation

- كبيرة؟ الفاصلة ← يسار، الأس موجب.
- صغيرة؟ الفاصلة ← يمين، الأس سالب.
- ضرب؟ نضرب المعامل + نجمع الأسس.
- قسمة؟ نقسم المعامل + نطرح الأسس.
- جمع/طرح؟ لازم الأس نفسه

Multiplication

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

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

Division

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

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

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

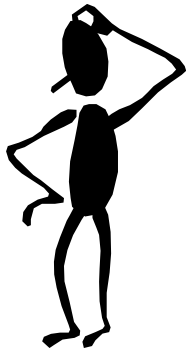
  0.08 L 1 significant figure

- 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

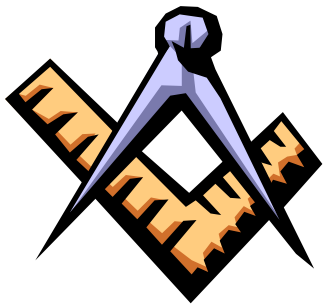
- If a number is less than 1, then only the zeros that are at the end and in the middle of the number are significant

  0.00420 g 3 significant figures



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

24 mL	2 significant figures
3001 g	4 significant figures
0.0320 m^3	3 significant figures
6.4 x 10^4 molecules	2 significant figures
560 kg	2 significant figures



Significant Figures

Addition or Subtraction

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

89.332
+1.1 ⟵ one significant figure after decimal point
90.432 ⟵ round off to 90.4

3.70 ⟵ two significant figures after decimal point
-2.9133
0.7867 ⟵ 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

$$4.51 \times 3.6666 = 16.536366 = 16.5$$

3 sig figs

round to 3 sig figs

$$6.8 \div 112.04 = 0.0606926 = 0.061$$

2 sig figs

round to 2 sig figs

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***

1) أي رقم غير الصفر → مهم

مثال:

1.234 → ٤ أرقام مهمة

لأنه كلهم أرقام غير صفر.

---

2) الصفر بين رقمين غير صفر → مهم

مثال:
606 → الصفر بين 6 و6
إذن: ٣ أرقام مهمة.

---

3) الأصفار على اليسار → غير مهمة

هاي بس للحجز.
مثال:
0.08 → الرقم المهم بس ٨ → يعني ١ رقم مهم.

---

4) إذا الرقم أكبر من 1 → كل الأصفار بعد الفاصلة مهمّة

مثال:
2.0 → الصفر بعد الفاصلة مقصود → ٢ أرقام مهمة.

---

5) إذا الرقم أصغر من 1 → الأصفار اللي قبل أول رقم غير صفر غير مهمة

لكن الأصفار **داخل** الرقم أو **آخره** مهمة.

مثال:

0.00420

الأرقام المهمة = 4 ، 2 ، والصفر الأخير → ٣ أرقام مهمة.

🔥 أولًا: الجمع والطرح (Addition / Subtraction)

🎯 القاعدة الأساسية:
النتيجة لازم يكون فيها نفس عدد الأرقام بعد الفاصلة لأقل رقم دقة موجود بينهم.

يعني:
بننظر كم رقم بعد الفاصلة موجود في كل عدد، وبنختار أقل واحد فيهم.

✓ مثال 1

89.332
+ 1.1

عدد الأرقام بعد الفاصلة:

- 89.332 → **٣ أرقام بعد الفاصلة**
- 1.1 → **١ رقم بعد الفاصلة**

إذن النتيجة لازم يكون فيها **رقم واحد فقط بعد الفاصلة**.

الحل:

89.332 + 1.1 = **90.432**

منقرّبها → **90.4**

✓ مثال 2

3.70
− 2.9133

عدد الأرقام بعد الفاصلة:

- 3.70 → **٢ رقم بعد الفاصلة**
- 2.9133 → **٤ أرقام بعد الفاصلة**

إذن النتيجة لازم يكون فيها **٢ رقم بعد الفاصلة**.

الحل:

3.70 − 2.9133 = **0.7867**

منقرّبها إلى → **0.79**

🔥 ثانيًا: الضرب والقسمة (Multiplication / Division)

🎯 القاعدة الأساسية:
النتيجة لازم يكون فيها نفس عدد الأرقام المهمة (significant figures) لأقل عدد من بينهم.

يعني بنعدّ الـ significant figures لكل رقم → ومنختار الأقل.

✓ مثال 1

4.51 × 3.6666

الأرقام المهمة:

- 4.51 → **٣ أرقام مهمة**
- 3.6666 → **٥ أرقام مهمة**

إذن النتيجة لازم تكون **٣ SF فقط**.

الحل:

4.51 × 3.6666 = **16.536366**

منقرّبها لـ 3 SF → **16.5**

✓ مثال 2

6.8 ÷ 112.04

الأرقام المهمة:

- 6.8 → **٢ SF**
- 112.04 → **٥ SF**

إذن النتيجة لازم تكون **٢ SF**.

الحل:

6.8 ÷ 112.04 = **0.0606926**

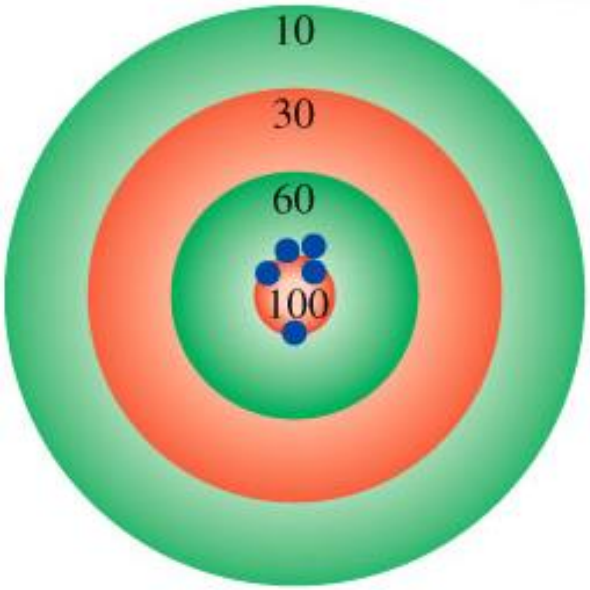
منقرّبها لـ 2 SF → **0.061**

الدقّة (Accuracy): مدى قرب القياس من القيمة الحقيقية

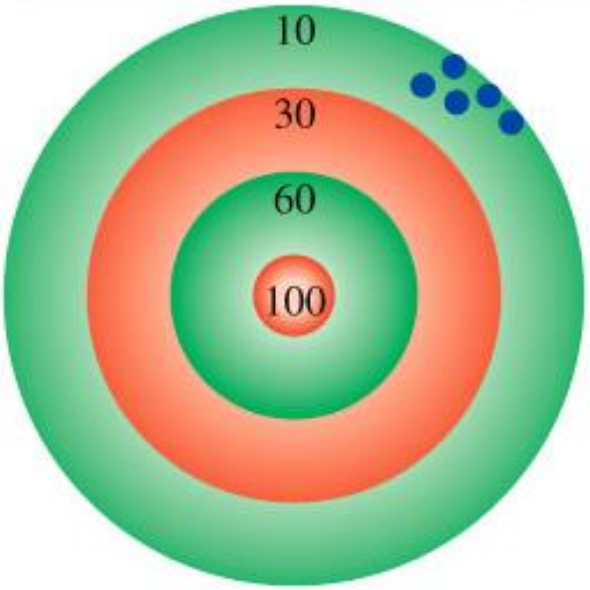
Accuracy – how close a measurement is to the *true* value

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

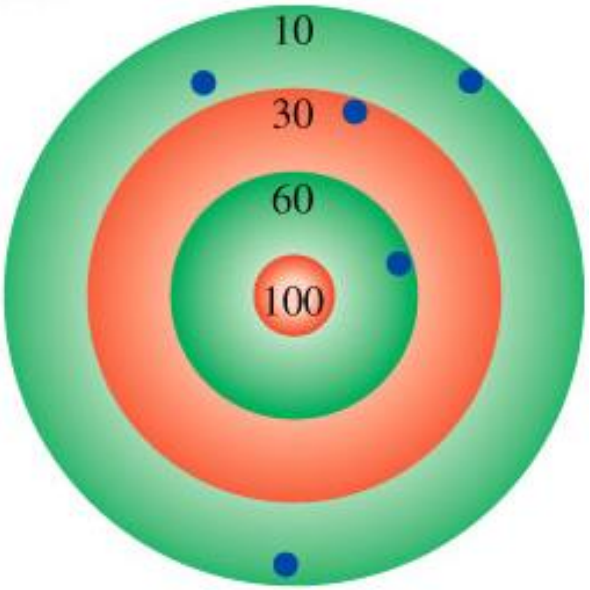
الضبط / الإحكام (Precision): مدى قرب مجموعة القياسات من بعضها البعض



accurate
&
precise



precise
but
not accurate



not accurate
&
not precise

Dimensional Analysis Method of Solving Problems

طريقة التحليل البُعدي لحلّ المشكلات

1. Determine which unit conversion factor(s) are needed

حدّدي أي عوامل تحويل الوحدات المطلوبة.

2. Carry units through calculation

مرّري الوحدات خلال العملية الحسابية (لا تحذفيها)

3. If all units cancel except for the ***desired unit(s)***, then the problem was solved correctly.

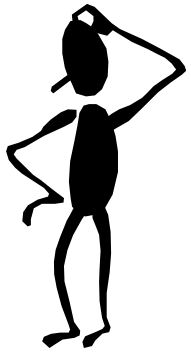
إذا ألغيت جميع الوحدات وبقيت وحدة الهدف فقط، فهذا يعني أن الحل صحيح

given quantity x conversion factor = desired quantity

الكمية المعطاة × عامل التحويل = الكمية المطلوبة

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

Dimensional Analysis Method of Solving Problems

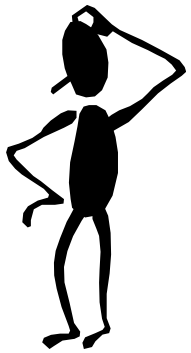


How many mL are in 1.63 L?

Conversion Unit 1 L = 1000 mL

$$1.63\ \cancel{L} \times \frac{1000\ mL}{1\ \cancel{L}} = 1630\ mL$$

$$1.63\ L \times \frac{1\ L}{1000\ mL} = 0.001630\ \frac{L^2}{mL}$$



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

conversion units

meters to miles

seconds to hours

1 mi = 1609 m 1 min = 60 s 1 hour = 60 min

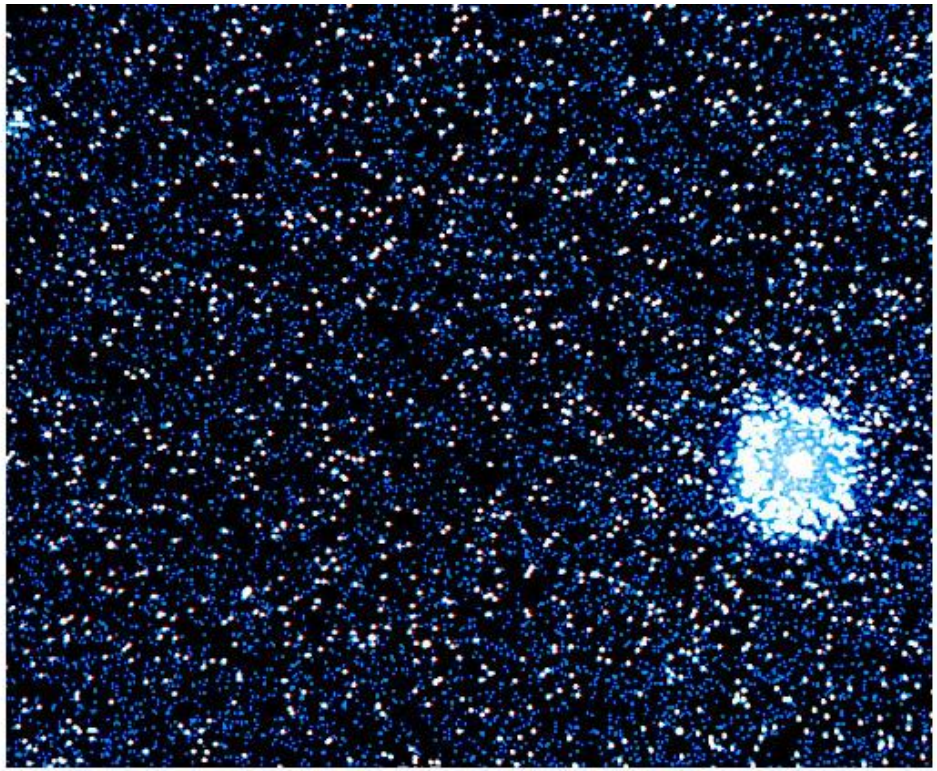
$$343 \frac{m}{s} \times \frac{1\ mi}{1609\ m} \times \frac{60\ s}{1\ min} \times \frac{60\ min}{1\ hour} = 767 \frac{mi}{hour}$$

END

Chemistry In Action:

Primordial Helium and the Big Bang Theory

In 1940 George Gamow ***hypothesized*** that the universe began with a gigantic explosion or big bang.



<u>Experimental Support</u>

- expanding universe
- cosmic background radiation
- primordial helium

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 lb ≠ 1 N

1 lb = 4.45 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."