الجمهورية العربية السورية

جامعة قاسيون الخاصة للعلوم والتكنولوجيا

كلية طب الأسنان

مقرر

الكيمياء العامة

General Chemistry

إعداد

الدكتور محمد جواد خبيز

نظرة عامة لمقرر الكيمياء العامة:

يتم في هذا المقرر دراسة المبادئ العامة والأساسية لعلم الكيمياء، بمعنى آخر هو مقدمة متكاملة لفروع الكيمياء المختلفة. وبشكل عام علم الكيمياء يبحث في تركيب المواد وخواصها وتفاعلاتها، وهذا العلم وجد منذ القدم حيث اهتم الإنسان بتسخير مواد الطبيعة لتامين حاجاته، ولكن لم يأخذ شكله العلمي ألا في وقت متأخر عندما بدأ الاعتماد على التجربة.

فروع الكيمياء:

بالرغم من أن الكيمياء علم مترابط يعتمد في كل أبحاثه على نفس المبادئ إلا أنه تم تقسيمه إلى فروع أربعة رئيسية وهي:

1 – الكيمياء العضوية: وهو علم يدرس كيمياء مركبات الكربون، حيث تشتق أكثر هذه المركبات من أصل طبيعي إلا انه يمكن اصطناعها. وتحتل المركبات العضوية الاصطناعية أهمية كبيرة في الصناعة. أما الكيمياء الحيوية فهي منبثقة عن الكيمياء العضوية.

2 – الكيمياء اللاعضوية: وهي كيمياء العناصر الأخرى ومركباتها. كالمعادن واللامعادن والحموض والأسس والأملاح جميعها مواد لا عضوية، وتدخل الكيمياء الإشعاعية ضمن هذا الفرع باعتبار إن ظاهرة النشاط الإشعاعي من خواص بعض العناصر المميزة.

3 – الكيمياء الفيزيائية: وتهتم بدراسة القوانين والمبادئ النظرية والعملية التي تخضع لها التفاعلات الكيميائية. فدراسة التوازن الكيميائي والكيمياء الحركية الترموديناميك وعلاقات الطاقة وبنية الجزيئات وطبيعة الروابط الكيميائية هي جميعا من اختصاص الكيمياء الفيزيائية.

4 – الكيمياء التحليلية: وتهتم بتصميم وتنفيذ الطرق المختلفة لتحليل المواد الكيميائية. وينقسم هذا التحليل إلى نوعين: كيفي، الهدف منه تعيين هوية المادة أو عناصرها. وكمي، الهدف منه تعيين كمية المادة المحللة، أو كمية أحد مكوناتها. ومن الضروري أن ننوه هنا أن معظم طرق التحليل الحديث أصبحت آلية ودقيقة جداً.

ومن الملاحظ هنا انه لم يرد في التقسيم السابق ذكر الكيمياء العامة، ويعود ذلك إلى أن الكيمياء العامة تعطي فكرة مجملة عن أقسام الكيمياء ككل دون التعمق في أحدها.

مقدمة في علم الكيمياء:

علم الكيمياء هو العلم الذي يبحث في دراسة المواد من حيث تركيبها وخواصها الكيميائية والفيزيائية وتفاعلاتها مع بعضها لإنتاج مواد جديدة. فالخواص الكيميائية تدرس قابلية المواد المختلفة للتفاعل الكيميائي فيما بينها عند تأمين الشروط المناسبة لإنتاج مواد أخرى بصفات مختلفة، أما الخواص الفيزيائية للمادة فهي اللون، الطعم، الرائحة، درجة الغليان، درجة التجمد، الكثافة، الصلابة، الحجم، والكتلة.

مبادئ أساسية:

الذرة: atom

هي أصغر جزء من العنصر يمكن أن يدخل في التفاعلات دون أن ينقسم. وذرات العنصر الواحد متشابهة، بمعنى أن العناصر تختلف عن بعضها البعض باختلاف ذراتها. مثل: ذرة الأكسجين O، ذرة نحاس Cu، ذرة زئبق Hg، ذرة كربون C.

الجزيء: Molecule

هو أصغر جزء من المادة (عنصراً أو مركباً) يمكن أن يوجد على حالة انفراد وتتضح فيه خواص المادة. وتقسم إلى:

- **جزيئات أحادية الذرة: Mono Atomic Molecules**

وهي الجزيئات التي تحتوي على ذرة واحدة فقط مثل الغازات الخاملة.

مثل: جزيء هيليوم He، جزيء نيون Ne، جزيء أرغون Ar، جزيء كريبتون Kr. وهذا يعني أنه يمكن القول على الرمز (He): ذرة هيليوم أو جزيء هيليوم وكذلك على الغازات الخاملة الأخرى.

- **جزيئات متعددة الذرات: Polyatomic Molecules**

وهي التي تحتوي على أكثر من ذرتين، مثل جزيء الأوزون O_3، جزيء الكبريت S_8، والفسفور P_4،

- **جزيئات المركبات: Molecules of Compounds**

هي التي تحتوي ذرات من أنواع مختلفة، مثل جزيء الماء H_2O، وجزيء السكر الأحادي $C_6H_{12}O_6$.

خواص المادة: Properties of Matter

هناك نوعان من الخواص التي تتمتع بها المواد:

- **الخواص الفيزيائية: Physical Properties**

هي صفات المادة التي يمكن إدراكها بالحواس، مثل: اللون – الطعم – الرائحة – درجة الغليان – درجة التجمد – اللمعان – الكثافة – الوزن – الحجم.

- الخواص الكيميائية: **Chemical Properties**

هي صفات المادة التي تتضح عندما تدخل المادة في تفاعل كيميائي. مثل: الحموضة والقلوية.

تغيرات المادة: Change of Matter

- **التغير الفيزيائي: Physical Change**

هو تحول المادة من شكل إلى آخر دون تغيير في خواصها أو فقدان هويتها، مثل: غليان الماء – تجمد الماء – ذوبان السكر في الماء – انصهار الثلج – تكثف الماء– تحول المادة من حالة صلبة إلى سائلة إلى غازية وبالعكس.

- **التغير الكيميائي: Chemical Change**

هو تغير يحدث للمادة فيحولها إلى مادة أخرى ذات خواص مختلفة عن الأولى. مثل: احتراق الفحم، صدأ الحديد.

الكتلة الذرية:

من المعلوم أن الذرات صغيرة جداً، فكتلة ذرة الهدروجين على سبيل المثال يساوي (1.6×10^{-24} gr)، وكتلة ذرة الأكسجين يساوي (2.66×10^{-23}gr)، وبذلك فإن التعامل مع هذه الأرقام الصغيرة أمر غاية في الصعوبة، ولذلك فمن المناسب مقارنة كتل الذرات ببعضها البعض، وقد نتج عن هذه المقارنة كتل نسبية للذرات، فمثلاً الكتل الذرية النسبية للذرات (H, C, O) هي على التوالي (1،12، 16) وقد وضع لها وحدة تسمى وحدة الكتلة الذرية atomic mass unit ويرمز لها اختصاراً (a m u) فمثلاً:

الكتلة الذرية للهدروجين H: 1 amu – الكتلة الذرية للأكسجين O: 16 amu

(الوزن الذري): Atomic Weight (A_w)

هو معدل كتلة ذرات عنصر ما (كل نظائر العنصر) بالنسبة لذرة الكربون $^{12}_{6}C$ والتي حددت بـ 12 وحدة كتل ذرية (amu). أي:

الوزن الذري لعنصر = (الوزن الذري لنظيره الأول × نسبة وجوده + الوزن الذري لنظيره الثاني × نسبة وجوده + ...).

مثال: ذرات الكلور توجد في الطبيعة كما يلي: ^{35}Cl بنسبة 75.4% و ^{37}Cl بنسبة 24.6% فما هي الكتلة الذرية للكلور؟

الحل:

$$= \left(\frac{75.4}{100} \times 35\right) + \left(\frac{24.6}{100} \times 37\right) = 35.49\ amu A_w$$

الكتلة الجزيئية: Molecular Weight

هي مجموع الكتل الذرية المكونة للجزيء، ويرمز لها بالرمز M_w. فمثلاً:

ما الكتلة الجزيئية للسكر الأحادي $C_6H_{12}O_6$ اذا علمت أن الكتل الذرية هي: H=1, O=16, C=12.

الحل:

$$M_w = (6 \times 12) + (12 \times 1) + (6 \times 16) = 180 \text{ amu}$$

المول: The Mole

هو الكمية التي تحتوي على عدد أفوغادرو N_A (6.023×10^{23}) من الذرات، أو الجزيئات، أو الشوارد، أو الإلكترونات.

ونظراً لأنه يصعب حساب الكتلة الذرية لذرة واحدة وذلك لصغرها، لذلك فمن المناسب أن نُضّخم الكمية حتى يمكن أن نتعامل معها وذلك بأخذ مول من الذرات أو الجزيئات أو..... أي عدد أفوغادرو من الذرات أو الجزيئات....

وقد وجد تجريبياً أن كتلة المول بالغرامات يساوي الكتلة الذرية من الذرات، ويساوي أيضاً الكتلة الجزيئية من المركبات عددياً، ووحدتها gr/mol.

مثال:

أوجد الكتلة الجزيئية لمول من حمض الكبريت H_2SO_4 (H = 1, S = 32, O = 16)

$$M_w = (2\times 1) + (1\times 32) + (4\times 16) \text{ gr/mol}$$

أما بالنسبة لمول من الذرات الأحادية كالمعادن والغازات الخاملة فلا تختلف طريقة الحساب عما سبق، فمثلاً الكتلة الذرية لعنصر الحديد يساوي 56 فكتلة المول منه تساوي 56 gr .

مثال:

احسب عدد ذرات كلٍ من الكبريت والأكسجين والبوتاسيوم الموجودة في مول من كبريات البوتاسيوم K_2SO_4.

الحل:

مول واحد من كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 يحوي: (6.023×10^{23}) جزيئة حقيقية.

- عدد ذرات البوتاسيوم K الموجودة في مول واحد:

$$2 \times (6.023 \times 10^{23}) = 1.2046 \times 10^{24} \text{ atoms}$$

- عدد ذرات الكبريت S الموجودة في مول واحد:

$$1 \times (6.023 \times 10^{23}) = 6.023 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

- عدد ذرات الأكسجين O الموجودة في مول واحد:

$$4 \times (6.023 \times 10^{23}) = 2.4092 \times 10^{24} \text{ atoms}$$

حساب عدد المولات:

1 - تحسب عدد مولات مادة ما من ناتج قسمة كتلة المادة بالغرام على كتلتها الجزيئية:

$$n = \frac{m\ (gr)}{M_w\ (\frac{gr}{mol})} \qquad mol$$

حيث: n : عدد المولات m : كتلة المادة بالغرام M_w : الكتلة الجزيئية المولية بوحدة gr/mol

مثال:

ما عدد مولات عينة من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 كتلتها 848 gr علما أن الكتل الذرية: (Na = 23, C = 12, O = 16)

الحل:

$$M_w = (2 \times 23) + 12 + (3 \times 16) = 106 \quad gr/mol$$

$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{848}{106} = 8 \quad mol$$

2 – ويمكن حساب عدد المولات من حاصل قسمة عدد جزيئات المادة الحقيقي N على عدد أفوكادرو N_0:

$$moln = \frac{N}{N_A}$$

مثال:

احسب عدد مولات 87900 جزيئة حقيقية من مادة السكر الثنائي (السكروز) $C_{12}H_{22}O_{11}$

الحل:

$$= \frac{87900}{6.023 \times 10^{23}} = 1.46 \times 10^{-19} \quad moln = \frac{N}{N_A}$$

مثال:

احسب كتلة (0.9 mol) من الكافائين ($C_8H_{10}N_4O$) علماً أن الكتل الذرية:

الحل:

نحسب الكتلة الجزيئية:

$$M_w = (8 \times 12) + (10 \times 1) + (4 \times 14) + (2 \times 16) = 194 \quad gr/mol$$

$$n = \frac{m}{M_w} \implies m = n \times M_w$$

$$grm = 0.9 \times 194 = 17.6$$

مثال: احسب عدد جزيئات 8.3 mol من أكسيد الحديد Fe_2O_3 الحقيقية.

الحل:

$$n = \frac{N}{N_A} \quad \Rightarrow \quad N = n \times N_A$$

$$N = 8.3 \times (6.023 \times 10^{23}) = 5 \times 10^{24} \qquad \text{جزيئة}$$

مثال:

احسب عدد الجزيئات الحقيقي لـ 90 gr من سكر الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$ اذا علمت أن الكتل الذرية هي: (H = 1, C = 12, O = 16).

الحل:

$$M_w = (6 \times 12) + (12 \times 1) + (6 \times 16) = 180 \qquad \text{gr/mol}$$

$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{90}{180} = 0.5 \qquad mol$$

$$n = \frac{N}{N_A} \quad \Rightarrow \quad N = n \times N_A$$

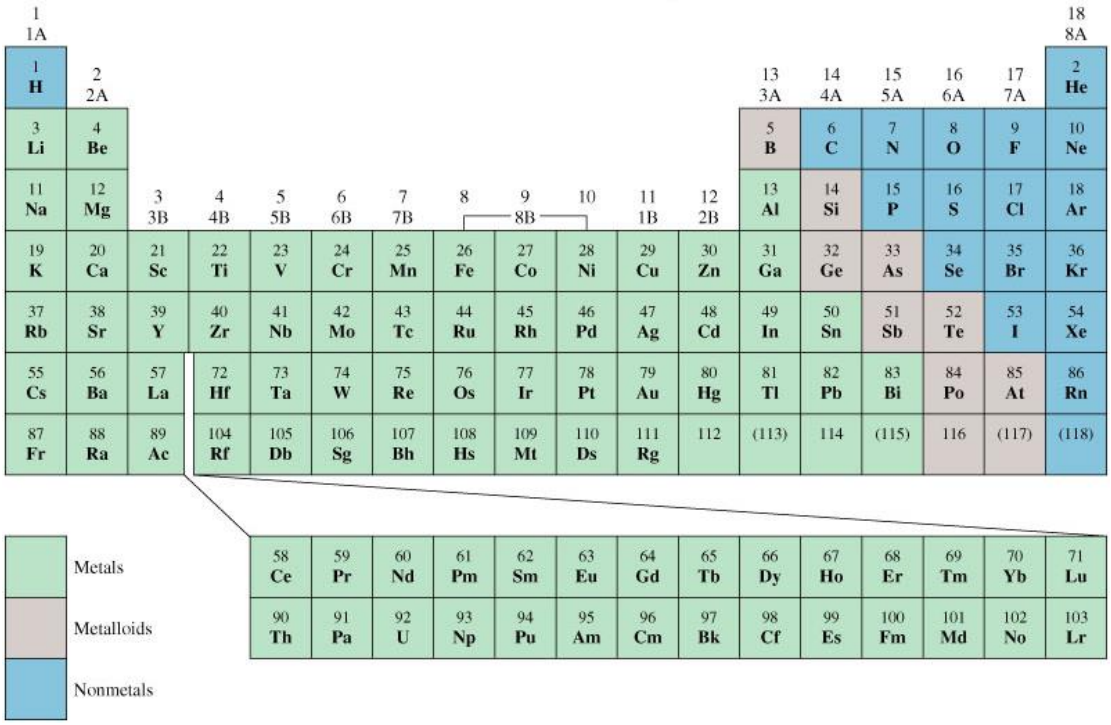
$$N = 0.5 \times (6.023 \times 10^{23}) = 3.012 \times 10^{23} \qquad \text{جزيئة}$$

أشكال المادة: Forms of Matter

عندما نتعامل مع المادة فإنه عملياً لا نتعامل حقيقة إلا مع واحد أو أكثر من ثلاثة أشكال للمادة هي:

العنصر: Element

تعني كلمة عنصر الشيء الأساسي أو الجوهري ويُعرّف بأنه مادة لا يمكن أ ن تتفكك كيميائياً إلى مواد أخرى، وهذا يدل على أن العنصر هو وحدة البناء للمادة بحيث يمكن أن نجد هذه الوحدة بشكل مستقل وحر أو بشكل مرتبط، ولقد بلغ عدد العناصر المعروفة حتى الآن مائة وثمانية عشر عناصر.



المركب: Compound

يتكون المركب من أكثر من عنصر واحد، تتحد العناصر الكيميائية مع بعضها بعضاً بطريقة محددة تماماً بحيث يكون المركب دائماً محتوياً على العناصر المكونة له بنسب ثابتة. إن الحصول على المركب لا يتم فقط بطريقة تكون فيها المواد الأولية المستخدمة للحصول عليه هي العناصر المكونة له، بل يمكن أن تتم أيضاً بطريقة تكون فيها المواد الأولية المستخدمة هي مركبات. ويمكن القول إن أهمية المركبات تفوق أهمية العناصر إلى حد كبير ولعله يكفي لإثبات ذلك: أن الماء الفائق الأهمية هو مركباً وليس عنصراً، وثانياً أن عدد المركبات المعروفة يتجاوز المليون مركب.

المزيج: Mixture

المزيج هو عندما يتحد عنصران أو أكثر اتحاداً لا كيميائياً أي اتحاداً فيزيائياً وبالتالي اتحاداً يمكن أن يكون بنسب وزنية متفاوتة لهما، وبالتالي يقال إنهما شكّلا مزيجاً وليس مركباً، فالهواء مثلاً هو مزيج لعدد من العناصر(الغازات). والمزيج لا يتكون من العناصر فقط بل إن المركبات نفسها حينما تتحد مع بعضها اتحاداً فيزيائياً فإنها تؤدي إلى تكوين مزيج. وفي الواقع فإن العناصر والمركبات في الطبيعة وكذلك المركبات الناتجة من عمليات الاتحاد الكيميائي تتواجد عادة على هيئة مزائج ذات

خواص تختلف من حالة إلى أخرى من عدة نواحي فبعض المزائج متجانسة مثل الماء والسكر وبعضها غير متجانس مثل الماء والتراب.

الوحدات الأساسية في القياس

Fundamentals Units of Measure

يتعامل الإنسان مع البيئة المحيطة به بقياسات مختلفة، منها ما هو مادي ملموس، يتم بوسائل متنوعة للقياس مثل: العين المعتمدة على الضوء في القياس، والأذن المعتمدة على الصوت، والجلد المعتمد على اللمس والحرارة، والأنف المعتمد على خواص الغازات الطيارة، واللسان المعتمد على التراكيز الكيميائية للمادة. وعلى الإنسان أن يصمم من وسائل القياس ما يساعده في تطوير حياته، وتحقيق هدفه، وذلك بتحويل الكثير من المفاهيم في الطبيعة إلى معلومات يستقرئها الإنسان بوساطة إحدى الحواس السابقة. ولعملية القياس ثلاثة عناصر رئيسة هي:

وحدات القياس المستخدمة، والكميات الممكن قياسها، وأدوات القياس المتوفرة.

تصنف وحدات القياس من حيث استعمالها إلى نوعين:

* **وحدات قياس أساسية:** هي الوحدات التي لا يمكن اشتقاقها من وحدات أخرى أبسط منها وهي:

الكمية	الوحدة بالنظام الدولي (ISU)	الرمز
الكتلة (Mass)	كيلوغرام	kg
الطول أو المسافة (Length)	متر	m
الزمن (Time)	ثانية	S
شدة التيار (Electric Current)	أمبير	A

درجة الحرارة (Temperature)	**كلفن**	**K**
كمية المادة (Amount of substance)	**مول**	**mol**
شدة الإضاءة (Luminous intensity)	**شمعة (Candela)**	**Cd**

* **وحدات قياس مشتقة:** هي الوحدة التي تتكون من حاصل ضرب أو قسمة وحدتين أساسيتين أو أكثر سواء متشابهتين أو مختلفتين.

الكمية	الوحدة	الرمز	تعريف الوحدة
السرعة v (velocity)	م/ثا	m/s	هو مقدار المسافة التي يقطعها الجسم المتحرك بالنسبة لوحدة الزمن.
العمل W (work)	جول	$J = \frac{kg\ m^2}{S^2} = N.m$	الجول هو قيمة العمل الذي تبذله قوة مقدارها نيوتن واحد خلال انتقال مسافة واحد متر في اتجاه ومنحنى القوة.
الطاقة E (energy)		$W = \frac{J}{S} = \frac{kg\ m^2}{S^3}$	
القوة (Force)	نيوتن	$N = \frac{kg\ m}{S^2}$	هو القوة التي اذا أثرت على كتلة قدرها 1kg لأكسبتها تسارعاً قدره $\frac{1\ m}{S^2}$
الضغط P (pressure)	باسكال	$Pa = \frac{N}{m^2}$	الباسكال هو قيمة الضغط الناتج عن تأثير قوة ضاغطة مقدارها نيوتن واحد على سطح مساحته متر مربع واحد.
الحجم V(volume)	$م^3$	m^3	هو ناتج ضرب مساحة القاعدة m^2 بالارتفاع m
الكثافة ρ (density)	$غم/سم^3$	gr/cm^3	كتلة وحدة الحجوم للمادة

1 atm = 101325 Pa = 101.325 kPa

1 torr = 1 mmHg

1 atm = 760 mmHg = 760 torr

Par = 10^5 Pa

مضاعفات وكسور وحدات القياس:

وحدات القياس الرئيسية تعطي وحدة واحدة للقياس على سبيل المثال وحدة الطول هي المتر نستخدم مضاعفات هذه الوحدة مثل كيلومتر إذا أردنا قياس مسافات طويلة. أما إذا أردنا قياس مسافات صغيرة فنستخدم كسور وحدات القياس الرئيسية مثل السنتي والميلي. ويبين الجدول التالي كسور ومضاعفات الوحدات الرئيسية:

كسور الوحدة			مضاعفات الوحدة		
deci (d)	ديسي	10^{-1}	deca (da)	ديكا	10
centi (c)	سنتي	10^{-2}	Hector (h)	هكتو	10^{2}
milli (m)	ميلي	10^{-3}	kilo (k)	كيلو	10^{3}
micro (µ)	ميكرو	10^{-6}	Mega (M)	ميغا	10^{6}
nano (n)	نانو	10^{-9}	Giga (G)	غيغا	10^{9}
pico (p)	بيكو	10^{-12}	Tera (T)	تيرا	10^{12}

قياس درجة الحرارة:

درجة الحرارة هي مقياس لسخونة أو برودة الأجسام. تنتقل الحرارة من الأجسام الأكثر سخونة إلى الأجسام الأكثر برودة، تقاس درجات الحرارة باستخدام أجهزة خاصة تسمى الترمومترات، والترمومترات تعتمد على خاصية تمدد السوائل بالحرارة وانكماشها بالبرودة، ومن أكثر هذه الأجهزة استعمالاً الترمومتر الزئبقي الذي يحتوي على مادة الزئبق.

وتستخدم عدة أنظمة لقياس درجة الحرارة من أهمها:

ا- المقياس المئوي:

هو المقياس السلزيوسي نسبة إلى العالم السويدي أندريس سلزيوس.

ب- المقياس الفهرنهايتي:

ينسب هذا المقياس إلى للعالم الألماني غابريل فهرنهايت.

للتحويل من سليزيوس إلى فهرنهايت نستخدم العلاقة التالية:

$$^{o}F = \frac{9}{5}\,^{o}C + 32$$

وللتحويل من فهرنهايت إلى سليزيوس:

$$^{o}C = \frac{5}{9}\left(^{o}F - 32\right)$$

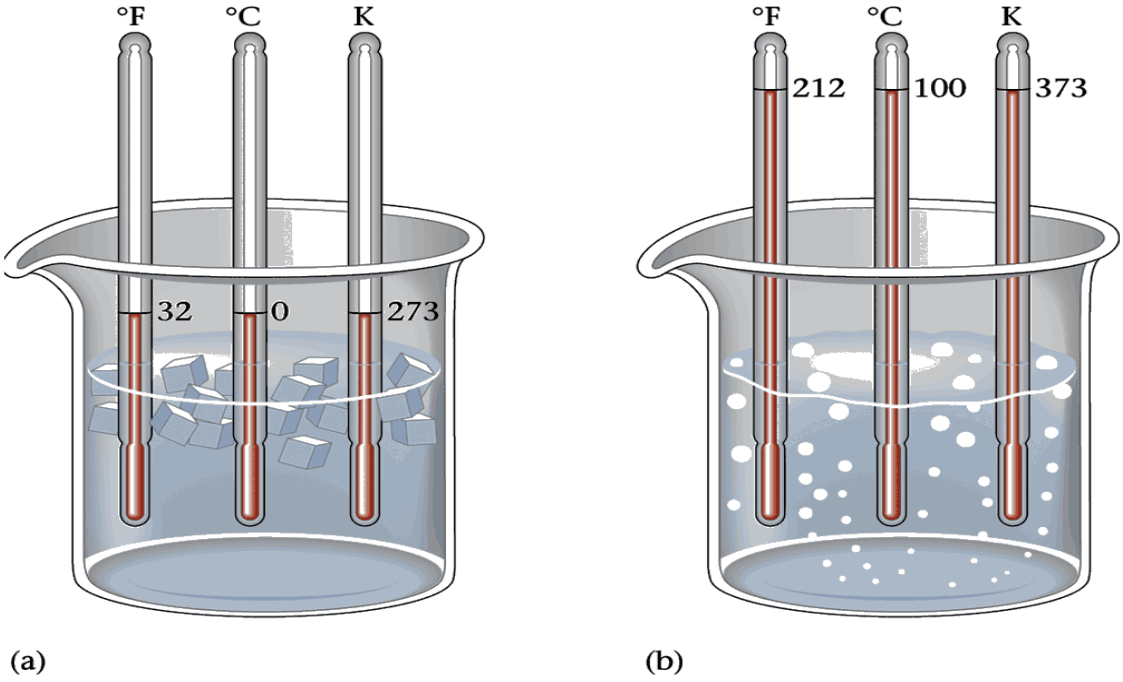
ج- مقياس كلفن :

مقياس كلفن هو المقياس المطلق وهو الوحدة الأساسية لقياس درجة الحرارة في النظام العالمي للوحدات (SI) ويرمز لها بالرمز (K) وهو مقياس ذو أهمية كبيرة ويستخدم في المجال العلمي.

وللتحويل من درجة السليزيوس إلى الكلفن نستخدم العلاقة التالية:

$$T_K = {}^{o}C + 273$$

اذا نظرنا الى درجة تجمد وغليان الماء بالقياسات الثلاث نجد:



مثال: إذا كانت درجة غليان سائل ما $87\ ^{o}C$, كم تكون هذه الدرجة على مقياس كلفن و فهرنهايت؟

الحل:

$$^{o}F = \frac{9}{5} \times (87) + 32 = 188.6 \quad ^{o}C$$

$$T_K = 87 + 273 = 360 \quad ^{o}K$$

تعريف المادة: هي أي شيء يشغل حيز من الفراغ وله كتلة.

الكتلة: هي مقدار ما يحتويه الجسم من مادة، وهي ثابتة لا تتغير بتغير المكان.

الوزن: هو ما يعرف قوة جذب الأرض للجسم، وهو يتغير بتغير المكان لتغير الجاذبية من مكان لآخر، ووحدته نيوتن.

التفاعل الكيميائي: Chemical Reaction

هو اتحاد العناصر مع بعضها أو المركبات مع بعضها أو العناصر مع المركبات لتكوين مركبات جديدة في جو خاص وظروف تختلف باختلاف المكونات والنواتج، وبشكل عام يتم تحطيم روابط قديمة وتشكل روابط جديدة، ويتلخص كل تفاعل في معادلة تسمى المعادلة الكيميائية.

المعادلة الكيميائية: Chemical equation

تتكون المعادلة الكيميائية من طرفين يفصل بينهما سهم أحد الطرفين يسمى المتفاعلات Reactants والآخر يسمى النواتج Products وتعرف النواتج من اتجاه السهم حيث يشير رأس السهم إلى نواتج التفاعل.

مثال:

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$$