



مدرسان شریف

CHAPTER ONE (Fundamentals Of Chemistry)

What is chemistry and why it is important?

Matter, be it animal, vegetable or **mineral**, is composed of chemical elements or **combinations** hereof. Over a hundred **elements** are known, although not all are **abundant** by any means. The vast majority of these elements occur naturally, but some such as **technetium** and **curium** are **artificial**.

شیمی چیست و چرا مهم است؟

ماده چه حیوان، گیاه یا کانی مرکب از عناصر شیمیایی یا ترکیب‌هایی از آنها است. بیش از صد عناصر شناخته شده است، اگر چه تمامی آنها به هیچ وجه، فراوان نیستند. بسیاری از این عناصر بصورت طبیعی یافت می‌شوند اما برخی از آنها مانند تکنسیوم و کوریوم مصنوعی هستند.

Chemistry is involved with the understanding of the properties of the **elements**, how they **interact** with one another, and how the **combination** of these elements give compounds that may undergo chemical changes to generate new **compounds**.

شیمی شامل دانستن خواص عناصر، چگونگی برهم کنش کردن آنها با یکدیگر و چگونگی ترکیب شدن آنها برای بوجود آوردن ترکیباتی که امکان دارد تغییرات شیمیایی انجام دهند و ترکیبات جدید بوجود آورند.

More about chemistry

Also chemistry is the study of the **structure** and **composition** of matters and all types of **materials** in the earth, ocean, and atmosphere, and every type of **chemical process**. Chemistry is also connected with the amounts of energies that are required to cause changes in **substances**.

بیشتر درباره شیمی

همچنین شیمی مطالعه ساختار و ترکیب مواد و تمامی انواع مواد موجود در زمین، اقیانوس و اتمسفر و هر نوع فرآیند شیمیایی است. همچنین شیمی در ارتباط با مقادیر انرژی لازم برای بوجود آوردن تغییرات در اجسام است.

The line between physical and chemical sciences is also a narrow one. Take for example the rapidly **expanding** field of **superconducting** materials-compounds that possess negligible **resistance** to the flow of electrons. Typically this **property** persists only at very low temperatures, but if the superconducting **materials** are to find general application, they must operate at **ambient** temperature. Although a physicist may make the **conductivity** measurements, it is the preparation and study of the **chemical composition** of the materials that drives the basic research area.

مرز بین علوم فیزیک و شیمی به یکدیگر نزدیک است. به عنوان مثال زمینه رو به گسترش سریع مواد ابررسانا رادر نظر بگیرید - ترکیباتی که مقاومت قابل اغماضی در برابر شارش الکترون‌ها دارند. به طور نوعی، این خاصیت فقط در درجه حرارت‌های بسیار پایین دوام دارد اما اگر مواد ابررسانا باید کاربری عمومی پیدا کنند، باید در دمای معمولی کارکنند. اگر چه یک فیزیکدان امکان دارد اندازه‌گیری‌های رسانایی را انجام دهد، مطالعه و تهیه ترکیب شیمیایی مواد، پیش‌برنده زمینه اساسی تحقیقات است.

The role of chemistry

Chemistry plays **pivotal** role in the natural sciences. It provides the **essential** basic knowledge for **applied science**, such as astronomy, **materials science**, chemical engineering, **agriculture**, medical sciences and **pharmacology**. Whatever your final career destination within the scientific world, an understanding of chemical **concepts** is **essential**.

نقش شیمی

شیمی نقش محوری در علوم طبیعی بازی می‌کند. برای علوم کاربردی معلومات اساسی پایه فراهم می‌کند مانند ستاره‌شناسی، علم مواد، مهندسی شیمی، کشاورزی و علوم پزشکی و دارو سازی. مقصد نهایی شغلی شما در دنیای علم هر چه باشد، دانستن مفاهیم شیمی ضروری است.

Classification of chemistry

Since the field of chemistry covers an **enormous range of activities**, it is, in turn, subdivided loosely into many branches. This **division** is done in several distinct ways, depending on the focus of interest. It is **traditional** to split chemistry into the three **branches** of **inorganic**, **organic** and **physical**, theoretical chemistry may be regarded as a division of the physical discipline. However, the **overlap** between these branches of the subject is **significant** and real.

طبقه‌بندی شیمی

چون رشته‌ی شیمی حوزه وسیعی از فعالیت‌ها را تأمین می‌کند، به نوبه خود نه چندان بطور دقیق به شاخه‌های زیادی تقسیم می‌شود. این تقسیم‌بندی به راه‌های متمایز چندی انجام می‌شود که بستگی به کانون مورد توجه دارد. رسم بر این است شیمی به سه شاخه معدنی، آلی، و فیزیک تقسیم شود؛ شیمی نظری را می‌توان شاخه‌ای از زمینه فیزیکی دانست. به هر حال هم‌پوشانی میان این شاخه‌ها موضوع قابل توجه و واقعی است.

Another **classification scheme** focuses on the types of **operations** and **reactions** that one may perform. Two of the earliest major areas of chemistry were analytical chemistry, the determination of the **identity** and the **proportions** of the **components** of a compound or of a mixture, and **synthetic chemistry**, the creation of one substance from others. Still another way of subdividing the field of chemistry is on the basis of its **overlap** with other fields- thus one finds **references** to **physical chemistry**, **biochemistry**, **geochemistry**, **Cosmo chemistry** and so on.

طرح طبقه‌بندی دیگر، بر روی انواع عملیات و واکنش‌هایی متمرکز است که شخص اجرا می‌کند. دو زمینه اولیه اصلی شیمی، شیمی تجزیه، تعیین هویت و نسبت‌های اجزاء سازنده یک ترکیب یا یک مخلوط، و شیمی سنتزی، تولید یک ماده از مواد دیگر بودند. راه دیگر تقسیم‌بندی فرعی زمینه شیمی بر اساس هم‌پوشانی با سایر زمینه‌ها است - بنابراین شخص می‌تواند به مراجعی از شیمی فیزیک، زیست شیمی، زمین شیمی و شیمی کیهانی و غیره دست یابد.

What is the IUPAC?

As chemistry continues to expand as a subject and as the number of known chemical compounds continues to grow at a **dramatic rate**, it becomes increasingly **vital** that a set of ground rules be accepted for the naming of compounds. Not only accepted, but, probably more importantly, used by chemists. The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) is, among other things, responsible for the making recommendations for the naming of both inorganic and organic compounds, as well as for the numbering system and the collective names that should be in common use for groups of elements in the **periodic table**.

آیوپاک چیست؟

با ادامه گسترش شیمی به عنوان رشته تحصیلی و با رشد پیوسته تعداد ترکیبات شناخته شده با سرعت بسیار زیاد، بطور روز افزون حیاتی می‌شود که دسته‌ای از قوانین پایه‌ای برای نام‌گذاری ترکیبات پذیرفته شود. نه تنها پذیرفته، بلکه احتمالاً بطور حتم بوسیله شیمی‌دانان به کار برده شود. اتحاد بین‌المللی شیمی محض و کاربردی (IUPAC) در میان سایر موضوعات مسئول توصیه‌هایی برای نام‌گذاری هر دو ترکیبات معدنی و آلی و نیز برای شماره‌گذاری سیستم و اسامی اشتراکی که باید برای گروه‌هایی از عناصر موجود در جدول تناوبی کاربرد مشترک داشته باشد، است.

The proton, electron and neutron

The basic **particles** of which atoms are composed are the **proton**, the **electron** and the **neutron**. A neutron and a proton have approximately the same mass and, relative to these, the electron has a negligible mass. The **charge** on a proton is of equal magnitude, but **opposite** sign, to that on an electron and so the combination of equal numbers of protons and electrons results in an **assembly** that is **neutral** overall. A neutron, as its name suggests, is **neutral** - it has no charge.

پروتون، الکترون و نوترون

ذرات بنیادی که اتم‌ها از آنها ساخته شده‌اند پروتون، الکترون و نوترون است. نوترون و پروتون تقریباً جرم یکسانی دارند و نسبت به این‌ها جرم الکترون قابل اغماض است. بار روی پروتون مقداری برابر اما علامت مخالف بار روی یک الکترون است و بنابراین تعداد مساوی از پروتون‌ها و الکترون‌ها منجر به گردهم‌آیی می‌شود که در کل خنثی است. نوترون همانطوری که از نامش پیداست خنثی است، باری ندارد.



Physical Properties

The simplest way to describe a **substance** is in terms of its properties. Its **physical properties**, such as color, density, melting point, and **solubility**, are those that do not depend on its reaction with other substances (or with itself). **physical properties** usually describe the response of a substance to external influences, such as temperature changes or pressure changes. Examples are the change in **volume** of a substance as the result of temperature or **pressure** changes and the **reflection** of specific colors when a substance is **illuminated** with white light

خواص فیزیکی

ساده‌ترین راه برای شرح یک ماده، بر حسب خواص آن است. **خواص فیزیکی** آن مانند رنگ، چگالی، نقطه ذوب و **حلالیت** هستند که بستگی به واکنش آن با سایر مواد (یا با خود) ندارد. **خواص فیزیکی** معمولاً شرح دهنده پاسخ گویی یک ماده به اثرات خارجی مانند تغییرات درجه حرارت یا تغییرات فشار است. مثال‌هایی شامل تغییر **حجم** یک ماده بدلیل تغییرات درجه حرارت یا **فشار** و **انعکاس** رنگ‌های ویژه هنگامی که ماده‌ای با نور سفید روشن سازی می‌شود.

Chemical properties

The chemical properties of a substance, on the other hand are those that relate to its **behavior** in the presence of other substances, in particular to its reactions with other substances (or with itself) to form new substances with different properties or failure to react under particular conditions. The reaction of **sulfur**, a yellow solid, with the gas oxygen to form the **irritating** gas sulfur dioxide and the reaction of the green gas chlorine with the **silvery** metal sodium to form the **colorless** solid sodium chloride (table salt) are examples of chemical changes.

خواص شیمیایی

از طرف دیگر خواص شیمیایی ماده آنهایی هستند که در رابطه با رفتار آن در حضور سایر مواد، به ویژه به واکنش‌های آن با سایر مواد (یا با خود) برای تشکیل مواد جدید با خواص متفاوت یا عدم واکنش آن تحت شرایط ویژه است. واکنش **گوگرد**، یک جامد زرد رنگ، با گاز اکسیژن برای تشکیل گاز دی‌اکسید گوگرد **آزار دهنده** و واکنش گاز کلر سبز رنگ، با فلز **نقره‌ای** سدیم برای تشکیل سدیم کلرید جامد **بی‌رنگ** (نمک روی میز) مثال‌هایی از تغییرات شیمیایی هستند.

Pure substances and mixtures

The term **substance** (or pure substance) is used to refer to a **sample** of matter that has distinct physical and chemical properties and a **definite composition**. A few of the materials that are deal with in everyday life are pure substances for example, sugar, salt, **copper** and **silver**. Most familiar materials – milk, vinegar, air, dirt, **concrete** – are mixtures of various substances. Mixtures do not have a **definite** composition as a result, they do not have one or more of well – defined properties of pure substances. For example they may not , have **sharp melting** or **boiling** temperatures or they may appear to the naked eye to have several distinct ingredients. Even if they appear to be composed of a single substance, it may be possible to separate them into substances with different properties. This might be accomplished, for instance by heating or by treatment with a **suitable solvent**.

مواد خالص و مخلوط‌ها

عبارت ماده (یا ماده خالص) به **نمونه‌ای** از ماده که خواص فیزیکی و شیمیایی مشخص و **ترکیب شیمیایی معین** دارد اشاره می‌کند. چندین ماده که بطور روزانه در زندگی با آنها سرو کار داریم، اجسام خالص هستند. به عنوان مثال شکر، نمک، **مس** و **نقره**. اغلب مواد آشنا – شیر، سرکه، هوا، چرک، **بتون** – مخلوط‌هایی از اجسام مختلف هستند، مخلوط‌ها ترکیب **معینی** ندارند در نتیجه یک یا بیشتر خواص کاملاً **معینی** مانند اجسام خالص را ندارند. به عنوان مثال، امکان دارد درجه حرارت‌های **ذوب** و **جوش** در یک نقطه معین نداشته باشند یا امکان دارد به چشم غیر مسلح، به صورت چندین ماده مجزا ظاهر شوند. حتی اگر به نظر مرکب از یک جسم برسند، امکان دارد آنها را بتوان به اجسام با خواص متفاوت جدا کرد، این عمل را می‌توان به طور مثال با حرارت یا ترکیب با یک **حلال مناسب** انجام داد.

Macroscopic and microscopic viewpoints

Explanations and interpretations of chemical **phenomena** involves two distinct points of view. The **macroscopic** world is that part of physical world that is directly apparent to our senses. In common usage it includes all phenomena that can be observed by the **naked eye**. In chemistry and related fields, however, all those **phenomena** that are not an atomic and molecular scale are considered macroscopic, while microscopic (Greek : macros, large, micros, small) **phenomena** are those that occur at the atomic and molecular level.

One of the chief objectives of chemistry is to find explanations for macroscopic phenomena on the microscopic level, that is, in terms of the **properties** and **interactions** of atoms and molecules. Thus the **interplay** between macroscopic and microscopic viewpoints is considered in chemistry.

خواص ماکروسکوپی و میکروسکوپی

شرح و تفسیر پدیده‌های شیمیایی شامل دو دیدگاه مجزا است. دنیای ماکروسکوپی آن بخشی از دنیای فیزیکی است که بطور مستقیم به حس‌های ما ظاهر می‌شوند. در کاربرد معمولی، شامل پدیده‌هایی است که می‌توان با چشم غیر مسلح مشاهده کرد. اما در شیمی و زمینه‌های مرتبط با آن، تمامی آن پدیده‌هایی که در مقیاس اتمی و مولکولی نیستند ماکروسکوپی در نظر گرفته می‌شوند در حالی که پدیده‌های میکروسکوپی (یونانی، بزرگ macros، کوچک، micros) پدیده‌هایی در سطح اتمی و مولکولی انجام می‌شوند.

یکی از اهداف اصلی شیمی یافتن توضیحات برای پدیده‌های ماکروسکوپی در سطح میکروسکوپی، بر مبنای خواص و برهم کنش‌های اتم‌ها و مولکول‌ها است. بنابراین در شیمی اثر متقابل بین دیدگاه‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی در نظر گرفته می‌شود.

Phases

A piece of matter is called **homogenous** if its macroscopic properties (e.g density, or speeds of light and sound in it) are the same throughout. If it consists of macroscopic regions that have different properties and are separated by macroscopically **sharp boundaries**, it is said to be **heterogeneous**. The homogeneous parts of such a system are called phases. (Greek: phainein, to appear). For example a piece of graphite consists of three principal solid phases – quartz, feldspar, and mica. A pitcher of water with ice cubes contains the liquid and solid phases of water, while the air above the water, including some **water vapor**, is a third **gaseous** phase.

فازها

یک قطعه از ماده را همگن گویند که اگر خواص ماکروسکوپی (مانند، چگالی، یا سرعت‌های نور و صدا در آن) در سرتاسر آن یکسان باشد. اگر شامل نواحی ماکروسکوپی که خواص متفاوت داشته باشند و بوسیله مرزهای تند و تیز ماکروسکوپی از هم جدا شده باشند می‌گویند ناهمگن است. بخش‌های همگن این سیستم، فازها نامیده می‌شوند (یونانی phainein: ظاهر شدن). به عنوان مثال، یک قطعه گرافیت شامل سه فاز اصلی جامد - کوارتز، فلدسپار، میکا است. سبوی شامل آب با قطعات مکعبی یخ شامل فازهای مایع و جامد آب است، در حالی که هوای بالای آب که شامل مقداری بخار آب است سومین فاز گازی است.

In some aspects a one-phase region may not be strictly homogenous; The density of a gas or a liquid is different at points that differ in height, and other properties may also be different. These differences are often small. It is important to note that the properties in a one-phase region change continuously and slowly with position, whereas they change **abruptly** when a **boundary** to a new phase is crossed.

از برخی جنبه‌ها یک ناحیه تک-فازی امکان دارد بطور مطلق همگن نباشد. چگالی یک گاز یا یک مایع در نقاطی که از نظر ارتفاع تفاوت دارند، و سایر خواص نیز امکان دارد متفاوت بوده باشند. این تفاوت‌ها اغلب کوچک هستند. مهم این است که توجه شود خواص در ناحیه یک - فازی بطور آهسته و پیوسته نسبت به موقعیت تغییر می‌کنند، در حالی که هنگامی که از یک مرز به یک فاز جدید گذر شود، به طور ناگهانی تغییر می‌کنند.

The Electrons

It has been known since ancient times that **rubbing** certain substances, such as **amber** and glass, with **fur** or **wool** makes them **attract** light objects such as bits of paper. Objects touched by rubbed amber or glass, **repel** each other. These **attractions** and **repulsions**, termed electrical **phenomena** (Greek: electron, amber), were explained in the early part of the eighteenth century by attributing them to the presence in matter of two kinds of **fluid**: positive and negative electricity. It was **postulated** that there is an attraction between portions of **fluid** of opposite sign and a repulsion between fluids of the **same sign**. A substance would normally contain the fluids in equal amounts, so that their properties canceled. The fluids could be separated by **friction**, however, and all the observed electrical phenomena could be explained as arising from an excess of either positive or negative electricity.

الکترون‌ها

از زمان‌های قدیم می‌دانستند که مالش برخی از اجسام مانند کهربا و شیشه، با مو یا با پشم باعث می‌شود تا اشیاء سبک مانند تکه‌های کاغذ را بخود جذب کنند. اشیاء لمس شده بوسیله کهربای مالیده شده یا شیشه همدیگر را دفع می‌کنند. این جذب و دفع پدیده‌های الکتریکی نامیده شدند (یونانی کهربا = electron) در اوایل قرن ۱۸ ام با نسبت دادن آنها به اینکه در ماده دو نوع سیال حضور دارد: الکترسیته مثبت و منفی توضیح داده شد. فرض شد که جاذبه‌ای بین بخش‌هایی از سیال بار با علامت مخالف و دافعه بین سیالات با علامت یکسان وجود دارد. یک ماده معمولاً شامل مقادیر یکسان از هر دو سیال است بطوری که خواص آنها همدیگر را خنثی می‌کنند. سیالات می‌توانستند بوسیله اصطکاک جدا شوند و تمامی پدیده‌های الکتریکی مشاهده شده را می‌توان در نتیجه مازادی از الکترسیته مثبت یا منفی توضیح داد.



Electricity

Michael Faraday, coined the name **electrolysis** for the **process** of **decomposing** substances by electricity, and his **quantitative** investigations of the phenomenon gave the first experimental indications that electricity might exist as **discrete particles**. Faraday showed that the volumes of hydrogen and oxygen gas **liberated** when a **current** passes through water are directly **proportional** to the **quantity** of electricity. Thus if **matter** was atomic in nature, a given **quantity** of electricity **liberated** a specific number of atoms. This suggested that there must be some **fundamental unit** of electricity **associated** with every atom.

الکتریسته

مایکل فارادی، نام الکترولیز (برقکافت) را برای فرآیند تجزیه مواد به وسیله الکتریسته ابداع کرد و تحقیقات کمی پدیده او اولین نشانه‌های تجربی که الکتریسته ممکن است بصورت ذرات مجزا باشند را ارائه کرد. فارادی نشان داد که حجم‌های هیدروژن و اکسیژن آزاد شده هنگامی که جریانی از آب عبور کند بطور مستقیم متناسب است با مقدار الکتریسته. بنابراین، اگر ماده طبیعت اتمی داشت یک مقدار الکتریسته داده شده تعداد اتم‌های معینی را آزاد می‌کرد. این مطلب پیشنهاد کرد که باید همراه هر اتم واحد الکتریسته اساسی موجود باشد.

The particulate nature of electricity

Convincing experimental evidence for the **particulate nature** of electricity was obtained only in the last decade of the nineteenth century as the outgrowth of four decades of study of the **electrical conductivity** of gases. These studies were made chiefly in glass tubes of **various design**, usually **evacuated** to low **pressures**. Rays were found to **emanate** from the cathode (the negative electrode) of tube containing gas at a **low pressure** to which a sufficiently high voltage (about 10^4 V) had been applied to cause **conductivity**.

ماهیت ذره‌ای الکتریسته

مردک تجربی قانع کننده دال بر ماهیت ذره‌ای الکتریسته فقط در آخرین دهه‌ی قرن نوزدهم به عنوان روندی از رشد چهار دهه مطالعه رسانایی الکتریکی گازها بدست آمد. این مطالعات اساساً در لوله‌های شیشه‌ای با طراحی گوناگون که معمولاً تا فشارهای پایین تخلیه شده بودند انجام شد. دریافتند که پرتوها از کاتد (الکتروود منفی) لوله شامل گاز در فشار پایین که به آن ولتاژی به اندازه کافی بالا (حدود 10^4 V) اعمال شده بود تا هدایت را سبب شود، ساطع می‌شوند.

Cathode Rays

It was shown that cathode rays carry negative electricity, but there were **conflicting views** on whether the rays consisted of particles or waves. J.J. Thomson in 1897 **hypothesized** that they were **particles**, for which he adopted the name proposed a few years earlier by Stoney, electrons. Thomson **designed** experiments for measuring the **ratio of their charge** (the quantity of electricity they possess) **to their mass**, e/m , by two different methods, the simpler of which involved balancing **opposing deflections** of the rays by electrostatic and magnetic fields. He found the same value of $\frac{e}{m}$ whatever the gas present in the tube; this strongly suggested the presence of just one kind of negative **particle**.

پرتوهای کاتد

نشان داده شد که پرتوهای کاتد الکتریسته منفی را حمل می‌کنند، اما در مورد اینکه پرتوها بصورت ذرات هستند یا موج نقطه نظرهای ضد و نقیضی، وجود داشت. جی جی تامسون در سال ۱۸۹۷ فرض کرد که الکترون‌ها بصورت ذرات هستند، برای آنها نام الکترون‌ها را که چندین سال قبل استونی پیشنهاد کرده بود گذاشت. تامسون آزمایش‌هایی را طراحی کرد تا نسبت بار آنها (مقدار الکتریسته که دارند) به جرم $\frac{e}{m}$ آنها را با دو روش متفاوت اندازه‌گیری کند که ساده‌ترین آنها شامل موازنه کردن **انحرافات مخالف** هم پرتوها بوسیله میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بود. او مقدار یکسانی از $\frac{e}{m}$ برای هر گاز موجود در لوله را پیدا کرد؛ این موضوع به شدت اظهار می‌کرد فقط یک نوع ذره منفی وجود دارد.

The value of $\frac{e}{m}$

The value of $\frac{e}{m}$ found by Thomson was higher by about 10^3 than that for the simplest **charged particles** previously known – atoms of hydrogen with a single positive charge, now called protons. This implied either that the charge of the electron is much higher than that of the proton, or that its mass is much smaller, or some

combination of these possibilities. R.A. Milliken's determination of the **electronic charge** in 1911 permitted separate **evolution** of e and m for the electron; it was **established** that the mass of the electron is about $\frac{1}{1800}$ that of the proton and its charge the same in **magnitude** as that of the proton. Milliken's experiment also established **unambiguously** that electric charge occurs in **discrete** (that is indivisible) units and that an **electric current** is thus a **flow of charged particles**, for example, electrons in a wire, or ions (charged atoms or molecules) in **solution**.

مقدار $\frac{e}{m}$

مقدار $\frac{e}{m}$ کشف شده بوسیله تامسون، در حدود 10^3 برابر از ساده‌ترین ذرات باردار که از قبل می‌دانستند بیشتر بود. اتم‌های هیدروژن با یک بار مثبت، که حال پروتون نامیده می‌شوند. این دلالت بر این داشت که یا بار الکترون بسیار بیشتر از پروتون است یا جرم آن بسیار کوچک‌تر یا ترکیبی از این احتمالات است. اندازه‌گیری بار الکتریکی در سال ۱۹۱۱ بوسیله میلیکان اجازه داد تا بطور جداگانه m , e برای الکترون ارزیابی شود. تصدیق شد که جرم الکترون در حدود $\frac{1}{1800}$ جرم پروتون و بار آن تقریباً از نظر مقدار برابر پروتون است. آزمایش میلیکان همچنین بطور واضح تصدیق کرد که بار الکتریکی در واحدهای مجزا (یعنی غیر قابل تقسیم) وجود دارد و اینکه یک جریان الکتریکی شارش ذرات بار دار است، به عنوان مثال، الکترون‌ها در یک سیم، یا یون‌ها (اتم‌های باردار یا مولکول‌ها) که در محلول وجود دارند.

Chemical formulas

Several types of **formulas** serve to **designate** chemical compounds, each type conveying different kinds of information.

(a) **Empirical formulas** (also called simplest formulas) express the results of **elemental analysis** in the simplest way possible. For **stoichiometric** compounds the atoms involved carry the smallest integral **subscripts** possible, so that the different subscripts have no common factor. If a substance consists of molecules, there is no **implication** that the **empirical formula** corresponds to the correct number of atoms contained in one molecule. The molecule may correspond to the empirical formula or any **integral multiple** of it.

فرمول‌های شیمیایی

چندین نوع فرمول برای مشخص کردن ترکیبات شیمیایی به کار می‌رود، هر یک انواعی از اطلاعات را می‌رساند. (الف) **فرمول‌های تجربی** (که ساده‌ترین فرمول‌ها نیز نامیده می‌شوند) بیان‌کننده نتایج **تجزیه عنصری** به ساده‌ترین راه ممکن است. برای ترکیبات **استوکیومتری**، اتم‌های تشکیل‌دهنده کوچک‌ترین **زیر نویس‌های** ممکن صحیح را دارا می‌شوند، بطوری که زیرنویس‌های مختلف ضریب مشترکی ندارند. اگر ماده‌ای شامل مولکول‌ها باشد، هیچ تضمینی نیست که **فرمول تجربی** نشان‌دهنده تعداد صحیح اتم‌های موجود در مولکول باشد. امکان دارد مولکول مطابق فرمول تجربی یا هر **مضرب صحیحی** از آن باشد.

(b) Molecular formulas

They give the correct **atomic composition** of molecules. NO information about the structure of the molecule is implied, except in very simple cases such as He, H₂ or NO (nitric oxide), **to be consistent**, ionic compounds should be given **ionic formulas** for example, sodium proxy disulfate's has the empirical formula NaSO₄, but the ionic formula is (Na⁺)₂S₂O₈⁻² or Na₂S₂O₈.

The **empirical formula** can be calculated from a knowledge of the **chemical composition** alone. The molecular formula can not, however, be **deduced** from the empirical formula. More information is needed, such as molecular weight which then can be compared with the **formula weight** corresponding to the empirical formula. Direct structure **determinations**, for example by **x-ray diffraction**, also provide molecular and ionic formulas.

(ب) فرمول‌های مولکولی

ترکیب اتمی درست مولکول‌ها را می‌دهند. هیچ اطلاعاتی درباره ساختار مولکول بدست نمی‌آید، بجز در مورد حالت‌های بسیار ساده مانند He، H₂ یا NO (اکسید نیتریک)، برای سازگار بودن ترکیبات یونی باید با **فرمول‌های یونی** داده شوند به عنوان مثال، سدیم پراکسی دی‌سولفات فرمول تجربی NaSO₄ دارد، اما فرمول یونی آن (Na⁺)₂S₂O₈⁻² یا Na₂S₂O₈ است.

فرمول تجربی را می‌توان به تنهایی از معلومات ترکیب شیمیایی محاسبه کرد. اما فرمول مولکولی را نمی‌توان از فرمول تجربی **استنباط** کرد. به اطلاعات بیشتر مانند **وزن مولکولی** نیاز است که سپس می‌توان با وزن فرمولی مربوط به فرمول تجربی مقایسه کرد. **تعیین** مستقیم ساختمان به عنوان مثال، با **پراش اشعه x** نیز فرمول‌های مولکولی و یونی را فراهم می‌کند.