

**The Islamic University of Gaza
Faculty of Engineering
Civil Engineering Department**

**Environmental Chemistry
(ECIV 1204)**

**Instructor: Prof. Abdelmajid Nassar
W 01 – Lect. 02**

Phases and Classification of Matter

Phases and Classification of Matter

Contents

- Describe the basic properties of each physical state of matter: solid, liquid, and gas
- Distinguish between mass and weight
- Apply the law of conservation of matter
- Classify matter as an element, compound, homogeneous mixture, or heterogeneous mixture with regard to its physical state and composition
- Define and give examples of atoms and molecules

- وصف الخصائص الأساسية لكل حالة من حالات المادة: الصلبة والسائلة والغازية
- التمييز بين الكتلة والوزن
- تطبيق قانون حفظ المادة
- تصنيف المادة إلى عنصر أو مركب أو خليط متجانس أو خليط غير متجانس بناءً على حالتها الفيزيائية وتركيبها
- تعريف الذرات والجزيئات وتقديم أمثلة عليها

Matter is defined as anything that occupies space and has mass, and it is all around us. Solids and liquids are more obviously matter: We can see that they take up space, and their weight tells us that they have mass. Gases are also matter; if gases did not take up space, a balloon would not inflate (increase its volume) when filled with gas. Solids, liquids, and gases are the three states of matter commonly found on earth (Figure 1). A solid is rigid and possesses a definite shape. A liquid flows and takes the shape of its container, except that it forms a flat or slightly curved upper surface when acted upon by gravity. (In zero gravity, liquids assume a spherical shape.) Both liquid and solid samples have volumes that are very nearly independent of pressure. A gas takes both the shape and volume of its container.

تُعرّف **المادة** بأنها أي شيء يشغل حيزًا وله كتلة، وهي موجودة في كل مكان حولنا. تُعدّ المواد الصلبة والسائلة أمثلة واضحة على المادة: فنحن نرى أنها تشغل حيزًا، ووزنها يدل على أن لها كتلة. الغازات أيضًا مادة؛ فلو لم تشغل الغازات حيزًا، لما انتفخت البالونة (ازداد حجمها) عند ملئها بالغاز. المواد الصلبة والسائلة والغازية هي الحالات الثلاث للمادة الشائعة الوجود على الأرض (الشكل 1). المادة الصلبة جامدة ولها شكل محدد. أما السائل فيتدفق ويأخذ شكل الوعاء الذي يحتويه، باستثناء أنه يُشكّل سطحًا علويًا مسطحًا أو منحنيًا قليلًا تحت تأثير الجاذبية. (في حالة انعدام الجاذبية، تتخذ السوائل شكلًا كرويًا). تتميز كل من المواد السائلة والصلبة بحجم ثابت تقريبًا لا يتأثر بالضغط. أما الغاز فيأخذ شكل وحجم الوعاء الذي يحتويه.



Solid

Has fixed shape and volume



Liquid

Takes shape of container
Forms horizontal surface
Has fixed volume



Gas

Expands to fill container

Figure one: Types of Matter

A fourth state of matter, plasma, occurs naturally in the interiors of stars. A plasma is a gaseous state of matter that contains appreciable numbers of electrically charged particles (Figure 2). The presence of these charged particles imparts unique properties to plasmas that justify their classification as a state of matter distinct from gases. In addition to stars, plasmas are found in some other high-temperature environments (both natural and man-made), such as lightning strikes, certain television screens, and specialized analytical instruments used to detect trace amounts of metals.



Figure 2: A plasma torch can be used to cut metal

توجد حالة رابعة للمادة، وهي البلازما، بشكل طبيعي في باطن النجوم. البلازما هي حالة غازية من المادة تحتوي على أعداد كبيرة من الجسيمات المشحونة كهربائياً (الشكل 2) يمنح وجود هذه الجسيمات المشحونة البلازما خصائص فريدة تبرر تصنيفها كحالة من حالات المادة تختلف عن الغازات . بالإضافة إلى النجوم، توجد البلازما في بعض البيئات الأخرى ذات درجات الحرارة العالية (سواء الطبيعية أو المصنعة)، مثل الصواعق، وبعض شاشات التلفزيون، والأجهزة التحليلية المتخصصة المستخدمة للكشف عن كميات ضئيلة من المعادن.

Classifying Matter

Matter can be classified into several categories. Two broad categories are mixtures and pure substances. A pure substance has a constant composition. All specimens of a pure substance have exactly the same makeup and properties. Any sample of sucrose (table sugar) consists of 42.1% carbon, 6.5% hydrogen, and 51.4% oxygen by mass. Any sample of sucrose also has the same physical properties, such as melting point, color, and sweetness, regardless of the source from which it is isolated.

Pure substances may be divided into two classes: elements and compounds. Pure substances that cannot be broken down into simpler substances by chemical changes are called elements. Iron, silver, gold, aluminum, sulfur, oxygen, and copper are familiar examples of the more than 100 known elements, of which about 90 occur naturally on the earth, and two dozen or so have been created in laboratories.

Classifying Matter

يمكن تصنيف المادة إلى عدة فئات. ومن بين هذه الفئات فئتان رئيسيتان هما المخاليط والمواد النقية. تتميز المادة النقية بتركيب ثابت. فجميع عينات المادة النقية لها نفس التركيب والخصائص تمامًا. على سبيل المثال، تتكون أي عينة من السكر (سكر المائدة) من 42.1% كربون، و6.5% هيدروجين، و51.4% أكسجين من حيث الكتلة. كما أن أي عينة من السكر لها نفس الخصائص الفيزيائية، مثل نقطة الانصهار واللون والطعم الحلو، بغض النظر عن مصدرها

يمكن تقسيم المواد النقية إلى فئتين: العناصر والمركبات. تُسمى المواد النقية التي لا يمكن تحليلها إلى مواد أبسط عن طريق التغيرات الكيميائية بالعناصر. يُعد الحديد والفضة والذهب والألومنيوم والكبريت والأكسجين والنحاس أمثلة مألوفة لأكثر من 100 عنصر معروف، يوجد حوالي 90 منها بشكل طبيعي على الأرض، بينما تم تصنيع حوالي عشرين عنصرًا آخر في المختبرات.

Classifying Matter

The properties of combined elements are different from those in the free, or uncombined, state. For example, white crystalline sugar (sucrose) is a compound resulting from the chemical combination of the element carbon, which is a black solid in one of its uncombined forms, and the two elements hydrogen and oxygen, which are colorless gases when uncombined. Free sodium, an element that is a soft, shiny, metallic solid, and free chlorine, an element that is a yellow-green gas, combine to form sodium chloride (table salt), a compound that is a white, crystalline solid.

A mixture is composed of two or more types of matter that can be present in varying amounts and can be separated by physical changes, such as evaporation.

A mixture with a composition that varies from point to point is called a heterogeneous mixture. Italian dressing is an example of a heterogeneous mixture (Figure 3). Its composition can vary because it may be prepared from varying amounts of oil, vinegar, and herbs. It is not the same from point to point throughout the mixture—one drop may be mostly vinegar, whereas a different drop may be mostly oil or herbs because the oil and vinegar separate and the herbs settle. Other examples of heterogeneous mixtures are chocolate chip cookies (we can see the separate bits of chocolate, nuts, and cookie dough) and granite (we can see the quartz, mica, feldspar, and more).

Classifying Matter

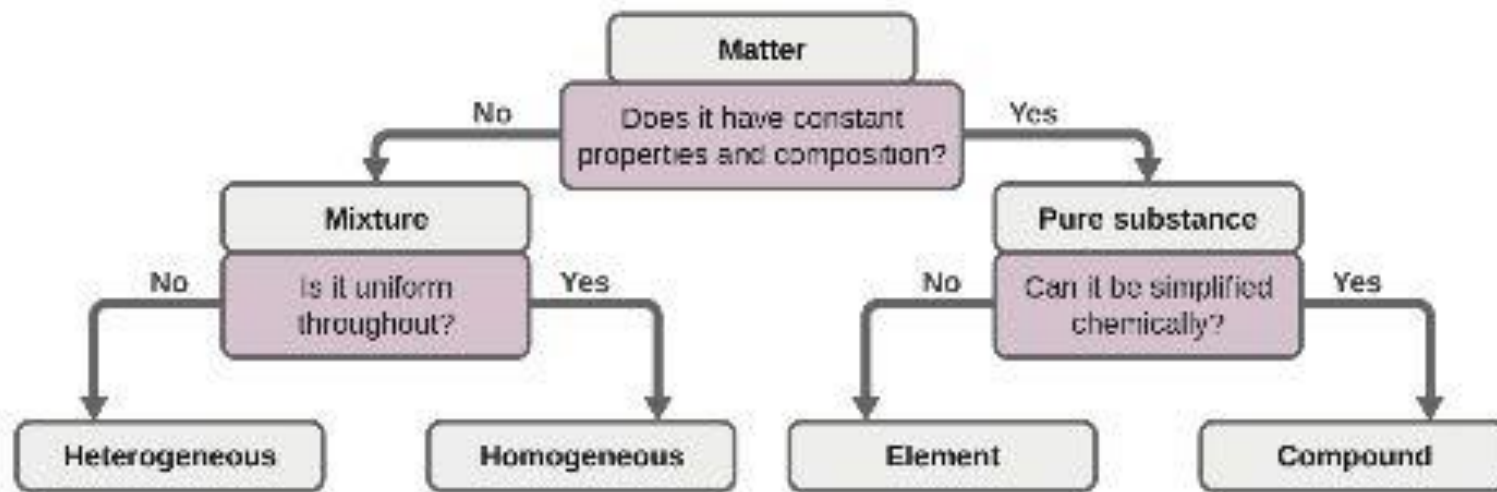
تختلف خصائص العناصر المركبة عن خصائصها في حالتها الحرة أو غير المتحدة. على سبيل المثال، السكر البلوري الأبيض (السكروز) هو مركب ناتج عن الاتحاد الكيميائي لعنصر الكربون، وهو مادة صلبة سوداء في أحد أشكاله غير المتحدة، وعنصري الهيدروجين والأكسجين، وهما غازان عديم اللون في حالتها غير المتحدة. يتحد الصوديوم الحر، وهو عنصر صلب معدني ناعم ولامع، مع الكلور الحر، وهو غاز أصفر مخضر، لتكوين كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، وهو مركب صلب بلوري أبيض. يتكون الخليط من نوعين أو أكثر من المواد التي يمكن أن توجد بكميات متفاوتة ويمكن فصلها عن طريق تغييرات فيزيائية، مثل التبخير.

يُسمى الخليط الذي يختلف تركيبه من نقطة إلى أخرى خليطاً غير متجانس. صلصة السلطة الإيطالية مثال على الخليط غير المتجانس (الشكل 3). يمكن أن يختلف تركيبها لأنها قد تُحضر بكميات متفاوتة من الزيت والخل والأعشاب. لا يكون تركيبها متجانساً في جميع أجزاء الخليط - فقد تكون قطرة واحدة مكونة في الغالب من الخل، بينما قد تكون قطرة أخرى مكونة في الغالب من الزيت أو الأعشاب لأن الزيت والخل ينفصلان وتترسب الأعشاب. من الأمثلة الأخرى على الخلائط غير المتجانسة بسكويت رقائق الشوكولاتة (يمكننا رؤية قطع الشوكولاتة والمكسرات وعجينة البسكويت منفصلة) والجرانيت (يمكننا رؤية الكوارتز والميكا والفلسبار وغيرها).

Classifying Matter



Figure 3: (a) Oil and vinegar salad dressing is a heterogeneous mixture because its composition is not uniform throughout. (b) A commercial sports drink is a homogeneous mixture because its composition is uniform throughout.

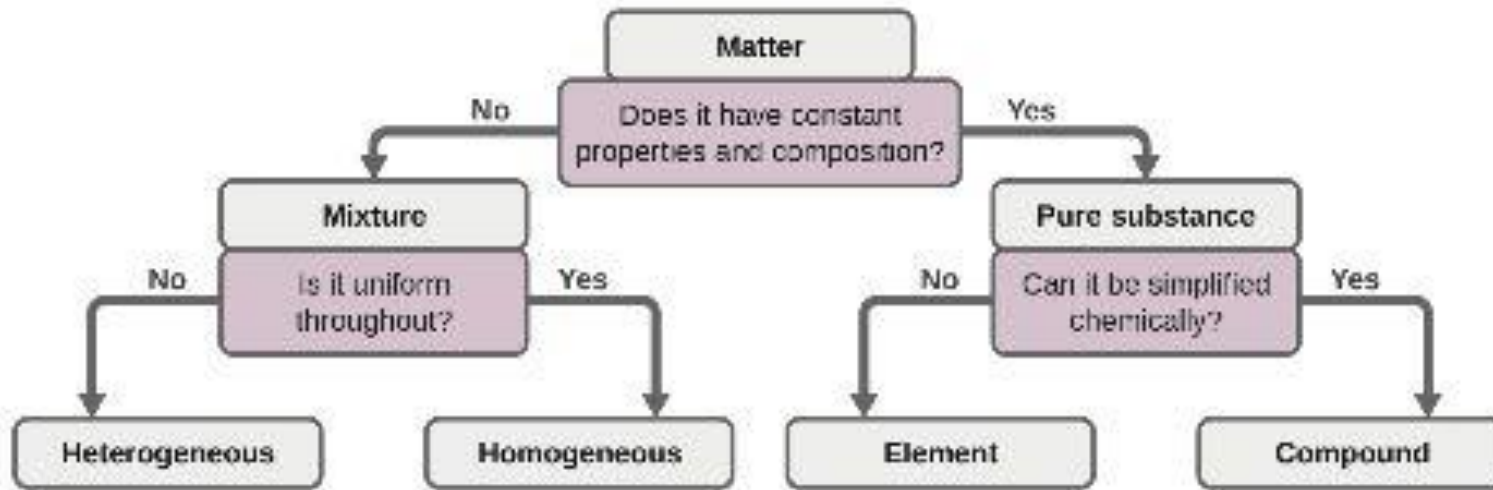


Depending on its properties, a given substance can be classified as a homogeneous mixture, a heterogeneous mixture, a compound, or an element.

Classifying Matter



الشكل 3: (أ) يُعدّ خليط الزيت والخل المستخدم في تتبيل السلطة خليطاً غير متجانس لأن تركيبه غير متجانس في جميع أجزائه. (ب) يُعدّ المشروب الرياضي التجاري خليطاً متجانساً لأن تركيبه متجانس في جميع أجزائه.



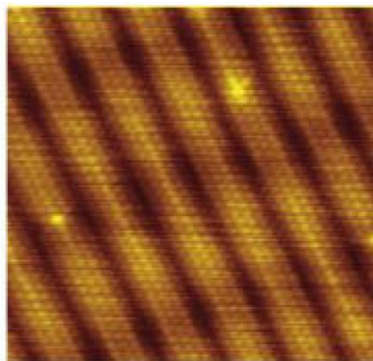
اعتماداً على خصائصها، يمكن تصنيف المادة المعينة على أنها خليط متجانس أو خليط غير متجانس أو مركب أو عنصر.

Atoms and Molecules

An atom is the smallest particle of an element that has the properties of that element and can enter into a chemical combination. Consider the element gold, for example. Imagine cutting a gold nugget in half, then cutting one of the halves in half, and repeating this process until a piece of gold remained that was so small that it could not be cut in half (regardless of how tiny your knife may be). This minimally sized piece of gold is an atom (Figure 4). This atom would no longer be gold if it were divided any further.



(a)



(b)

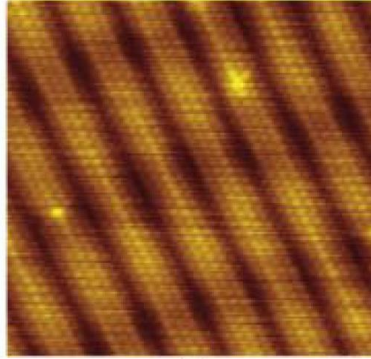
Figure 4: (a) This photograph shows a gold nugget. (b) A scanning-tunneling microscope (STM) can generate views of the surfaces of solids, such as this image of a gold crystal. Each sphere represents one gold atom.

Atoms and Molecules

الذرة هي أصغر جسيم من العنصر يحمل خصائص ذلك العنصر ويمكنه الدخول في تفاعل كيميائي. لنأخذ عنصر الذهب كمثال. تخيل أنك تقطع قطعة من الذهب إلى نصفين، ثم تقطع أحد النصفين إلى نصفين مرة أخرى، وتكرر هذه العملية حتى تحصل على قطعة من الذهب صغيرة جدًا بحيث لا يمكن تقسيمها إلى نصفين (بغض النظر عن مدى صغر السكين). هذه القطعة الصغيرة جدًا من الذهب هي ذرة (الشكل 4). ولن تبقى هذه الذرة ذهبًا إذا تم تقسيمها أكثر من ذلك.



(a)

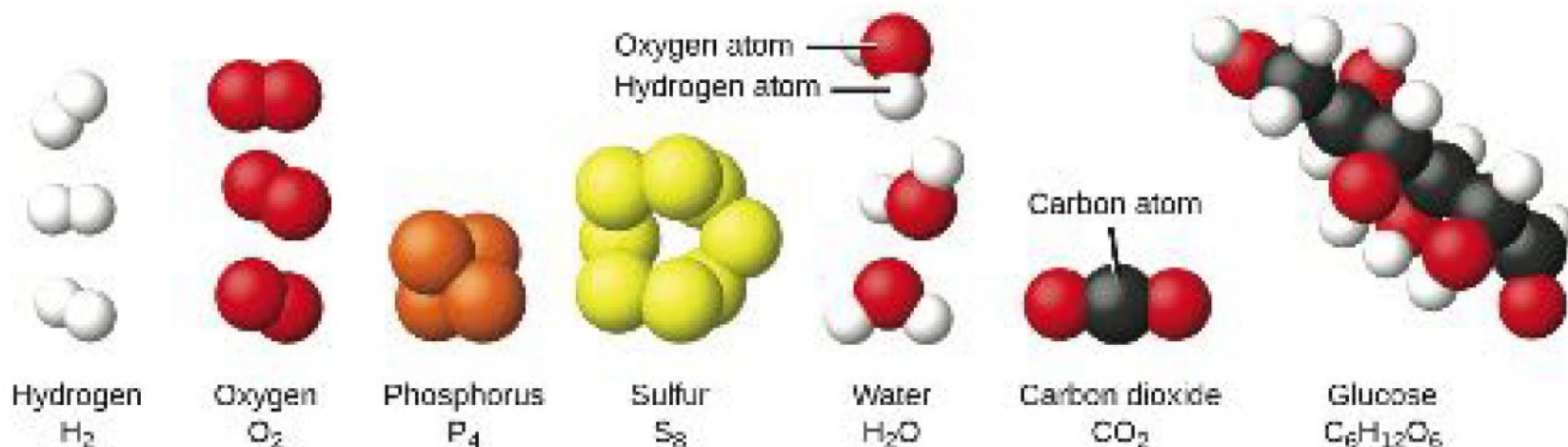


(b)

الشكل 4: (أ) تُظهر هذه الصورة قطعة من الذهب الخام. (ب) يمكن للمجهر النفقي الماسح (STM) توليد صور لأسطح المواد الصلبة، مثل هذه الصورة لبلورة ذهب. تمثل كل كرة ذرة ذهب واحدة.

Atoms and Molecules

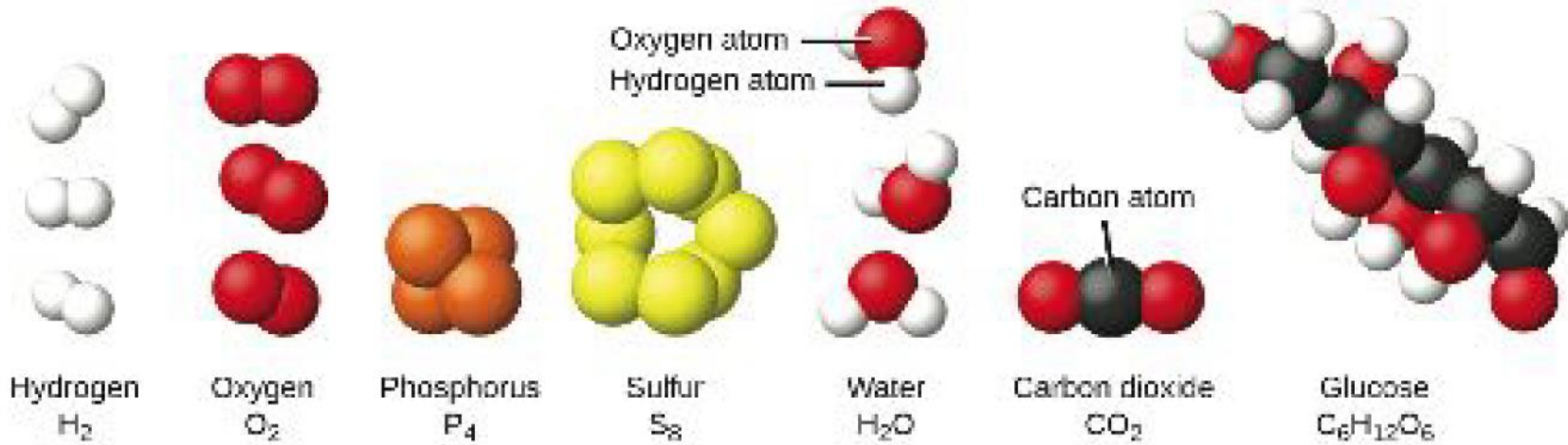
An atom is so light that its mass is also difficult to imagine. A billion lead atoms (1,000,000,000 atoms) weigh about 3×10^{-13} grams, a mass that is far too light to be weighed on even the world's most sensitive balances. It would require over 300,000,000,000,000 lead atoms (300 trillion, or 3×10^{14}) to be weighed, and they would weigh only 0.0000001 gram.



The elements hydrogen, oxygen, phosphorus, and sulfur form molecules consisting of two or more atoms of the same element. The compounds water, carbon dioxide, and glucose consist of combinations of atoms of different elements.

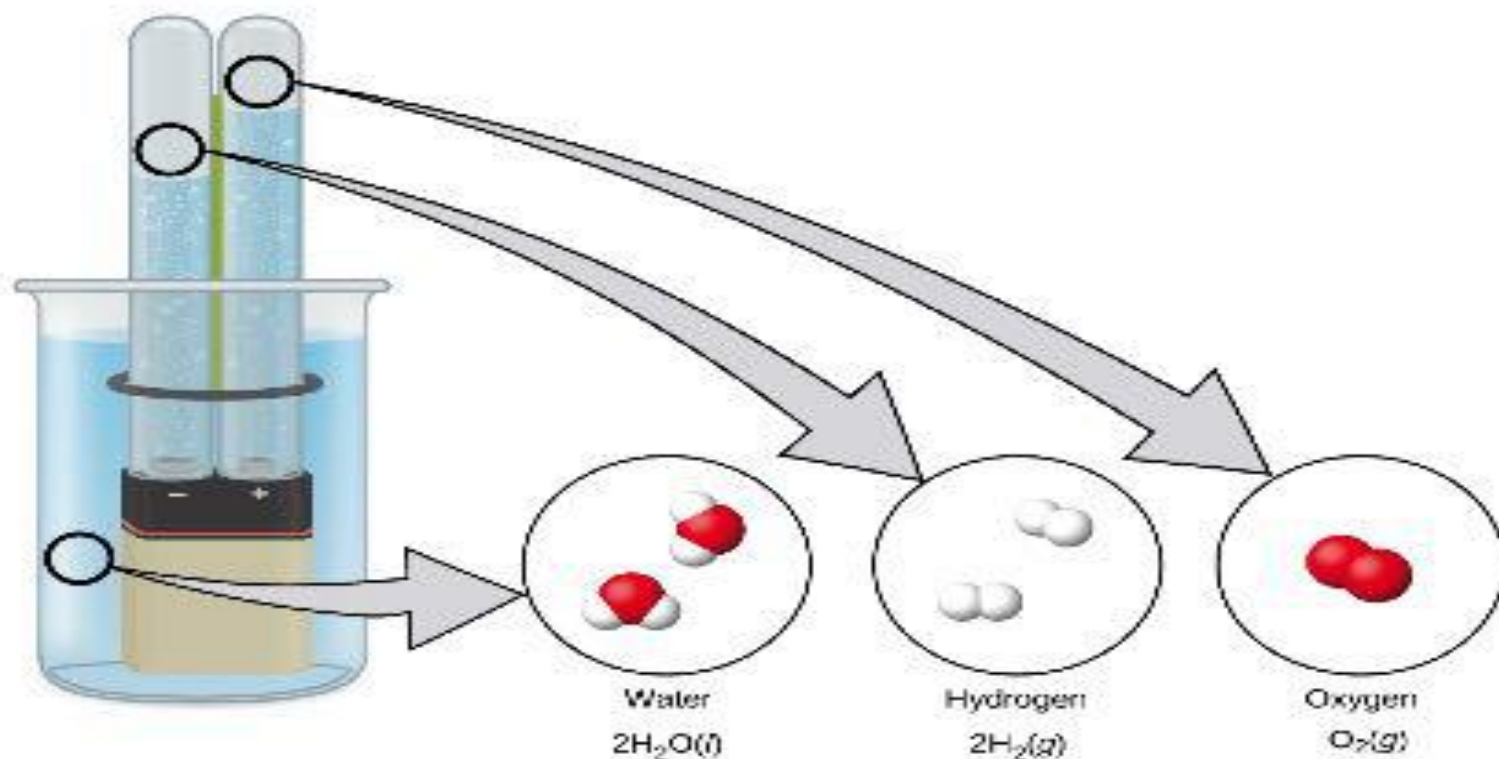
Atoms and Molecules

الذرة خفيفة للغاية لدرجة أن تخيل كتلتها أمرٌ صعب. يبلغ وزن مليار ذرة رصاص ($1,000,000,000$ ذرة) حوالي 3×10^{-13} جرام، وهي كتلة خفيفة جدًا بحيث لا يمكن قياسها حتى بأكثر الموازين حساسية في العالم. سيتطلب الأمر أكثر من $300,000,000,000,000$ ذرة رصاص (300 تريليون، أو 3×10^{14}) لقياس وزنها، ولن يتجاوز وزنها حينها 0.0000001 جرام.



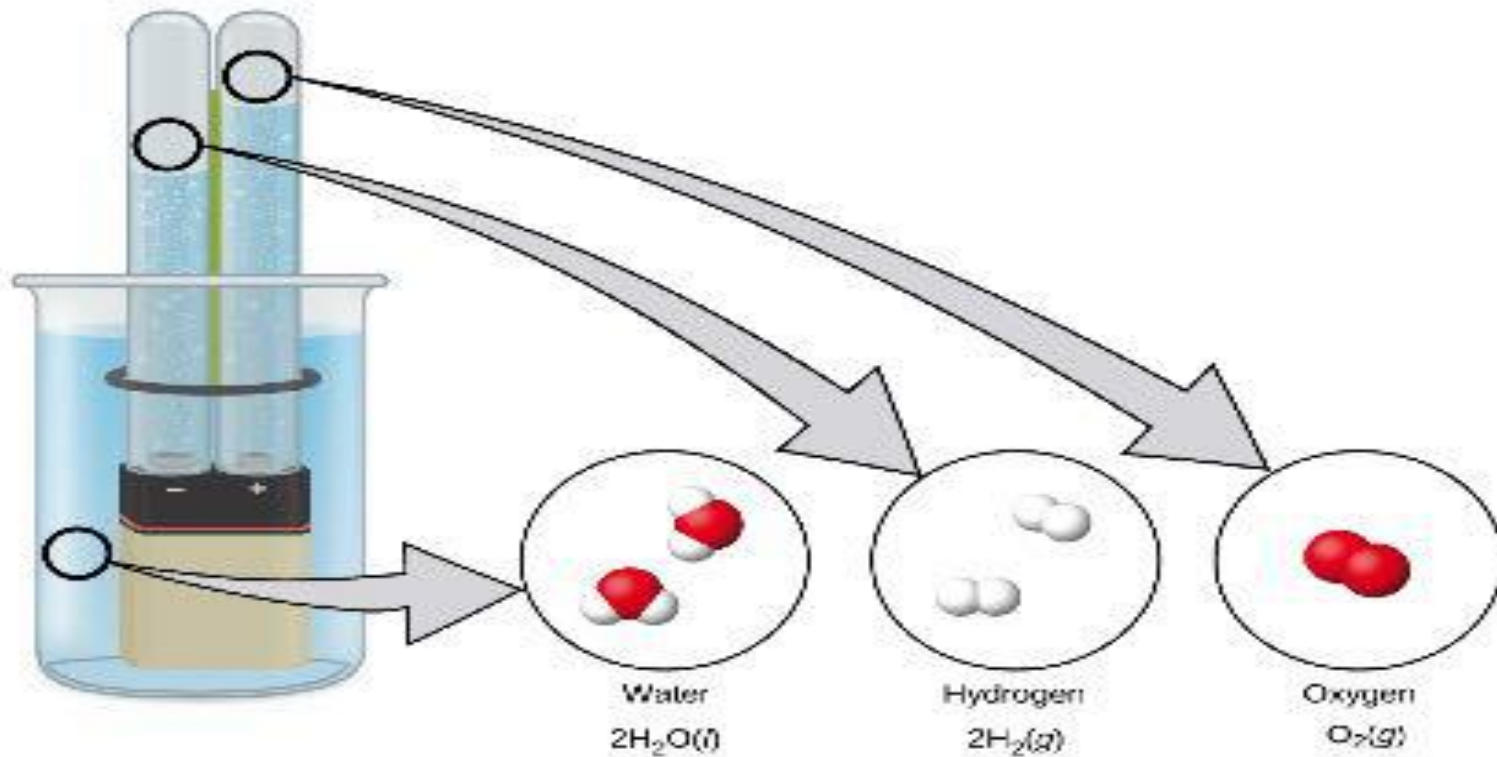
تتكون عناصر الهيدروجين والأكسجين والفوسفور والكبريت من جزيئات تتألف من ذرتين أو أكثر من نفس العنصر. أما مركبات الماء وثاني أكسيد الكربون والجلوكوز فتتكون من مجموعات من ذرات عناصر مختلفة.

Atoms and Molecules



The decomposition of water is shown at the macroscopic, microscopic, and symbolic levels. The battery provides an electric current (microscopic) that decomposes water. At the macroscopic level, the liquid separates into the gases hydrogen (on the left) and oxygen (on the right). Symbolically, this change is presented by showing how liquid H₂O separates into H₂ and O₂ gases.

Atoms and Molecules



يتم توضيح عملية تحليل الماء على المستويات العيانية والمجهريّة والرمزيّة. توفر البطارية تيارًا كهربائيًا (على المستوى المجهرى) يُحلل الماء. على المستوى العياني، ينفصل السائل إلى غازي الهيدروجين (على اليسار) والأكسجين (على اليمين). أما على المستوى الرمزي، فيتم تمثيل هذا التغير بإظهار كيفية انفصال جزيء الماء السائل (H_2O) إلى غازي الهيدروجين (H_2) والأكسجين (O_2).