

# Chapter 2

## الباب الثاني

# The Chemical Basis of Life

## الأسس الكيميائية للحياة



PowerPoint Lectures for  
***Biology: Concepts & Connections, Sixth Edition***  
***Campbell, Reece, Taylor, Simon, and Dickey***

**Lecture by Richard L. Myers**  
**Translated by Nabih Baeshen**



## Introduction: *Who Tends This Garden?* مقدمة : من يرعى هذه الحديقة ؟

- Chemicals are the stuff that make up our bodies and those of other organisms
  - الكيماويات هي المواد التي تتكون منها أجسامنا وأجسام باقي الكائنات الحية
    - They make up the physical environment as well
    - كما وتتكون منها البيئة الفيزيائية التي تحيط بالكائنات الحية
- The ordering of atoms into molecules represents the lowest level of biological organization
  - يعد إنتظام الذرات في الجزيئات بمثابة أبسط مستويات التعضي الحيوي
    - ( ذرات ← جزيئات ← عضيات ← خلايا ← أنسجة ← أعضاء ← أجهزة ← كائن حي )
    - Therefore, to understand life, it is important to understand the basic concepts of chemistry
    - فإنه من الأهمية معرفة المفاهيم الأساسية للكيمياء لفهم ظاهرة الحياة

---

# ELEMENTS, ATOMS, AND MOLECULES

العناصر والذرات والجزيئات

## 2.1 Living organisms are composed of about 25 chemical elements

تتألف الكائنات الحية من حوالي 25 عنصر كيميائي

- Chemicals are at the base level of biological hierarchy

■ تكمن الكيمائويات في المستوى القاعدي لمستويات الحياة متدرجة التعقيد

- They are arranged into higher and higher levels of structural organization

■ ذلك أنها تنتظم في مستويات أعلى فأعلى تعقيداً في التعضية البنائية

- Arrangement eventually leads to formation of living organisms

– يؤدي ذلك الانتظام المتدرج في التعقيد في آخر الأمر إلى تكوين الكائنات الحية

## 2.1 Living organisms are composed of about 25 chemical elements

### تتألف الكائنات الحية من حوالي 25 عنصر كيميائي

- Living organisms are composed of **matter**, which is anything that occupies space and has mass (weight)

■ تتألف الكائنات الحية من المادة ، وهي عبارة عن أي شيء له كتلة (وزن) ويشغل حيزاً ما

– Matter is composed of chemical elements

– تتكون المادة من عناصر كيميائية

– **Element**—a substance that cannot be broken down to other substances

– العنصر – هو المادة التي لا يمكن إنحلالها لمواد أخرى

– There are 92 elements in nature—only a few exist in a pure state

– ويوجد في الطبيعة 92 عنصراً - القليل منها في حالة نقية

– Life requires 25 essential elements; some are called **trace elements**

– تحتاج الحياة لـ 25 عنصراً أساسياً يسمى بعضها بالعناصر الأثرية

**TABLE 2.1 ELEMENTS IN THE HUMAN BODY**

| Element    | Symbol | Percentage of Human Body Weight |
|------------|--------|---------------------------------|
| Oxygen     | O      | 65.0                            |
| Carbon     | C      | 18.5                            |
| Hydrogen   | H      | 9.56                            |
| Nitrogen   | N      | 3.3                             |
| Calcium    | Ca     | 1.5                             |
| Phosphorus | P      | 1.0                             |
| Potassium  | K      | 0.4                             |
| Sulfur     | S      | 0.3                             |
| Sodium     | Na     | 0.2                             |
| Chlorine   | Cl     | 0.2                             |
| Magnesium  | Mg     | 0.1                             |

Trace elements (less than 0.01%): boron (B), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), fluorine (F), iodine (I), iron (Fe), manganese (Mn), molybdenum (Mo), selenium (Se), silicon (Si), tin (Sn), vanadium (V), and zinc (Zn).

## العناصر في جسم الإنسان

| النسبة المئوية من وزن الجسم | الرمز                | العنصر              |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| 96.3                        | <b>65.0</b>          | <b>O</b> الأوكسجين  |
|                             | <b>18.5</b>          | <b>C</b> الكربون    |
|                             | <b>9.56</b>          | <b>H</b> الهيدروجين |
|                             | <b>3.3</b>           | <b>N</b> النيتروجين |
|                             | <b>1.5</b>           | <b>Ca</b> الكالسيوم |
|                             | <b>1.0</b>           | <b>P</b> الفوسفور   |
|                             | <b>0.4</b>           | <b>K</b> البوتاسيوم |
|                             | <b>0.3</b>           | <b>S</b> الكبريت    |
|                             | <b>0.2</b>           | <b>Na</b> الصوديوم  |
|                             | <b>0.3</b>           | <b>Cl</b> الكلور    |
| <b>0.1</b>                  | <b>Mg</b> المغنيسيوم |                     |

العناصر الأثرية ( أقل من 0,01% ): البورون (B)، الكروميوم (Cr)، الكوبالت (Co)، النحاس (Cu)، الفلور (F)، اليود (I)، الحديد (Fe)، المنجنيز (Mn)، الموليبدنيوم (Mo)، السيلينيوم (Se)، السيليكون (Si)، التن (Sn)، الفاناديوم (V)، الزنك (Zn).

# Elements in the Human Body

## العناصر في جسم الإنسان

### Essential Elements

العناصر الضرورية

S H O P C N

**Invariably found in all living organisms**

توجد دائماً وأبداً في أي كائن حي

### Variable Elements

العناصر المتفاوتة

Na K Ca Mg Fe Cl

**variably found in living organisms**

عناصر تدخل في تركيب الكائن الحي ولكنها تختلف في وجودها من كائن إلى آخر

### Trace Elements

العناصر الأثرية

Cu Zn Mn Se Si F I

**found in trace amounts in some, but not all, organisms**

عناصر تدخل في تكوين الكائن الحي بنسب ضئيلة جداً وقد يوجد أحدها أو بعضها في كائنات معينة دون غيرها

## 2.2 CONNECTION: Trace elements are common additives to food and water

رابطة تطبيقية : يشيع إضافة العناصر الأثرية إلى الطعام والماء

- Some trace elements are required to prevent disease

■ بعض العناصر الأثرية مطلوب للوقاية من المرض

– Without iron, your body cannot transport oxygen

– لا يستطيع جسدك نقل الأوكسجين بدون الحديد

– An iodine deficiency prevents production of thyroid hormones, resulting in goiter

– يحول نقص اليود دون ظهور هرمونات الغدة الدرقية مما يؤدي لتضخمها





Goiter in  
a Malaysian woman,  
a symptom of  
iodine deficiency

الجوثر - تضخم الغدة الدرقية  
في سيدة ماليزية ،  
أحد أعراض نقص اليود

## 2.2 CONNECTION: Trace elements are common additives to food and water

رابطه تطبيقية : يشيع إضافة العناصر الأثرية إلى الطعام والماء

- Several chemicals are added to food for a variety of reasons

■ يضاف للغذاء عدة كيماويات للعديد من الأسباب

- Help preserve it      لحفظه
- Make it more nutritious      لجعله أكثر تغذية
- Make it look better      لتحسين مظهره

- Check out the “Nutrition Facts” label on foods and drinks you purchase

■ تفقد “الحقائق الغذائية” الموجودة على مشترياتك من المأكولات والمشروبات

## Nutrition Facts

Serving Size  $\frac{3}{4}$  cup (30g)  
Servings Per Container about 17

| Amount Per Serving            | Whole Grain Total | with $\frac{1}{2}$ cup skim milk |
|-------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| <b>Calories</b>               | 100               | 140                              |
| Calories from Fat             | 5                 | 10                               |
|                               | % Daily Value**   |                                  |
| <b>Total Fat</b> 0.5g*        | 1%                | 1%                               |
| Saturated Fat 0g              | 0%                | 0%                               |
| Trans Fat 0g                  |                   |                                  |
| Polyunsaturated Fat 0g        |                   |                                  |
| Monounsaturated Fat 0g        |                   |                                  |
| <b>Cholesterol</b> 0mg        | 0%                | 1%                               |
| <b>Sodium</b> 190mg           | 8%                | 11%                              |
| <b>Potassium</b> 90mg         | 3%                | 8%                               |
| <b>Total Carbohydrate</b> 23g | 8%                | 10%                              |
| Dietary Fiber 3g              | 10%               | 10%                              |
| Sugars 5g                     |                   |                                  |
| Other Carbohydrate 15g        |                   |                                  |

### Protein 2g

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Vitamin A               | 10%  | 15%  |
| Vitamin C               | 100% | 100% |
| Calcium                 | 100% | 110% |
| Iron                    | 100% | 100% |
| Vitamin D               | 10%  | 25%  |
| Vitamin E               | 100% | 100% |
| Thiamin                 | 100% | 100% |
| Riboflavin              | 100% | 110% |
| Niacin                  | 100% | 100% |
| Vitamin B <sub>6</sub>  | 100% | 100% |
| Folic Acid              | 100% | 100% |
| Vitamin B <sub>12</sub> | 100% | 110% |
| Pantothenic Acid        | 100% | 100% |
| Phosphorus              | 8%   | 20%  |
| Magnesium               | 6%   | 10%  |
| Zinc                    | 100% | 100% |
| Copper                  | 4%   | 4%   |

\*Amount in cereal. A serving of cereal plus skim milk provides 1g total fat, less than 5mg cholesterol, 260mg sodium, 290mg potassium, 29g total carbohydrate (11g sugars) and 7g protein.

\*\*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:

|                    | Calories  | 2,000   | 2,500   |
|--------------------|-----------|---------|---------|
| Total Fat          | Less than | 65g     | 80g     |
| Sat Fat            | Less than | 20g     | 25g     |
| Cholesterol        | Less than | 300mg   | 300mg   |
| Sodium             | Less than | 2,400mg | 2,400mg |
| Potassium          |           | 3,500mg | 3,500mg |
| Total Carbohydrate |           | 300g    | 375g    |
| Dietary Fiber      |           | 25g     | 30g     |

with 8 General Mills Whole Grain

100% 12 VITAMINS AND MINERALS

GOOD SOURCE OF FIBER

100 100 CALORIES PER SERVING

# Total

## Whole Grain

Crunchy whole grain wheat flakes

- 100% Daily Value of 12 VITAMINS & MINERALS
- Good Source of FIBER
- 100% WHOLE GRAIN

**100 CALORIES**

NET WT 1 LB 2 OZ (18 OZ) (510g)

Diets rich in whole grain foods and other plant foods and low in saturated fat and cholesterol may reduce the risk of heart disease and some cancers.

## 2.3 Elements can combine to form compounds

### يمكن للعناصر أن تتحد لتشكل مركبات

- **Compound**—a substance consisting of two or more different elements combined in a fixed ratio
- المركب – هو مادة تتألف من إثنين أو أكثر من العناصر المختلفة والتي ترتبط بنسب ثابتة
  - There are many compounds that consist of only two elements
  - هناك العديد من المركبات التي تتألف من عنصرين فقط
    - Table salt (sodium chloride or NaCl) is an example
    - مثال ذلك ملح الطعام ( كلوريد الصوديوم )
    - Sodium is a metal, and chloride is a poisonous gas
    - الصوديوم معدن ( فلز ) والكلور غاز سام
    - However, when chemically combined, an edible compound emerges

The emergent properties of the edible compound sodium chloride  
الصفات الناتجة لمركب كلوريد الصوديوم الغذائي



**Sodium** صوديوم

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

+



**Chlorine** كلور



**Sodium Chloride**  
كلوريد الصوديوم

## 2.4 Atoms consist of protons, neutrons, and electrons

### تتكون الذرات من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات

- An **atom** is the smallest unit of matter that still retains the properties of a element

■ الذرة هي أصغر وحدة في المادة تحتفظ بخصائص العنصر

- Atoms are made of over a hundred subatomic particles, but only three are important for biological compounds

– تتكون الذرات مما يزيد عن المئات من الجسيمات تحت الذرية ، ولكن ثلاث منها هام للمركبات الكيميائية

- **Proton**—has a single positive electrical charge

– البروتون – وحيد الشحنة الكهربائية الموجبة

- **Electron**—has a single negative electrical charge

– الإلكترون – وحيد الشحنة الكهربائية السالبة

- **Neutron**—is electrically neutral

– النيوترون – متعادل كهربياً




Model of a carbon atom

نموذج ذرة الكربون

Electron cloud  
سحابة اليكترونية

6e<sup>-</sup>

Nucleus  
نواة

|   |   |                                |   |
|---|---|--------------------------------|---|
| 6 |   | <b>Protons</b><br>بروتونات     | } <b>Mass number = 12</b><br>الوزن الذري = 12 |
| 6 |  | <b>Neutrons</b><br>نيوترونات   |   |
| 6 |  | <b>Electrons</b><br>اليكترونات |   |

## 2.4 Atoms consist of protons, neutrons, and electrons

### تتكون الذرات من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات

- Although all atoms of an element have the same atomic number, some differ in mass number
  - بالرغم من أن جميع العناصر لها نفس العدد الذري إلا أن بعضها يختلف في الوزن الذري
    - The variations are **isotopes**, which have the same numbers of protons and electrons but different numbers of neutrons
    - تعرف المتغيرات **بالنظائر** والتي لديها نفس عدد الإلكترونات والبروتونات إلا انها تختلف في عدد النيوترونات
      - One isotope of carbon has 8 neutrons instead of 6 (written  $^{14}\text{C}$ )
      - عندما يحتوي النظير الكربوني على 8 نيوترونات بدلاً من 6 (يكتب  $^{14}\text{C}$ )
      - Unlike  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  is an unstable (radioactive) isotope that gives off energy
      - $^{14}\text{C}$  على عكس  $^{12}\text{C}$  يعتبر نظيراً (مشعاً) غير مستقراً ينتج طاقة



**TABLE 2.4**

**ISOTOPES OF CARBON** نظائر الكربون

**Carbon-12**  
كربون - 12

**Carbon-13**  
كربون - 13

**Carbon-14**  
كربون - 14

Protons    بروتونات

6

6

6

Neutrons    نيوترونات

6

7

8

Electrons    إلكترونيات

6

6

6

## 2.5 CONNECTION: Radioactive isotopes can help or harm us

### رابطة تطبيقية : يمكن للنظائر المشعة أن تساعدنا أو تؤذيها

- Living cells cannot distinguish between isotopes of the same element

■ لا تستطيع الخلايا الحية التفريق بين نظائر نفس العنصر

- Therefore, when radioactive compounds are used in metabolic processes, they act as tracers

– لذلك عندما تستعمل المركبات ذات النشاط الإشعاعي في عمليات الأيض تعمل كمتتبعات

- Radioactivity can be detected by instruments

– يمكن الكشف عن النشاط الإشعاعي بالأجهزة

- With instruments, the fate of radioactive tracers can be monitored in living organisms

■ يمكن قياس مصير المتتبعات ذات النشاط الإشعاعي في الكائنات الحية بالأجهزة

## 2.5 CONNECTION: Radioactive isotopes can help or harm us

### رابطة تطبيقية : يمكن للنظائر المشعة أن تساعدنا أو تؤذيها

- Radioactive tracers are frequently used in medical diagnosis
  - تستخدم المتتبعات ذات النشاط الإشعاعي بكثرة في التشخيص الطبي
- Sophisticated imaging instruments are used to detect them
  - تستخدم أجهزة التصوير المتطورة للكشف عنها
    - An imaging instrument that uses positron-emission tomography (PET) detects the location of injected radioactive materials
      - يكشف جهاز التصوير بآلية تصوير الطب النووي مكان المواد المشعة المحقونة
    - PET is useful for diagnosing heart disorders and cancer and in brain research
      - يستفاد من تصوير الطب النووي في تشخيص أمراض القلب والسرطان وأبحاث المخ

## 2.5 CONNECTION: Radioactive isotopes can help or harm us

رابطه تطبيقية : يمكن للنظائر المشعة أن تساعدنا أو تؤذيها

- In addition to benefits, there are also dangers associated with using radioactive substances

■ بالإضافة للفوائد فإنه توجد أخطار مرتبطة باستخدام المواد المشعة

- Uncontrolled exposure can cause damage to some molecules in a living cell, especially DNA

– يؤدي التعرض غير المنظم للإشعاع إلى هلاك بعض الجزيئات في الخلية الحية وخاصة الدنا

- Chemical bonds are broken by the emitted energy, which causes abnormal bonds to form

– تتكسر الروابط الكيميائية بواسطة الطاقة المنبعثة مما يؤدي لتكوين روابط شاذة

## 2.8 Covalent bonds join atoms into molecules through electron sharing

تعمل الروابط التساهمية على وصل الذرات ببعضها البعض مكونة الجزيئات وذلك بتقاسم الإلكترونات فيما بينها

- A **covalent bond** results when atoms share outer-shell electrons
- تنشأ الرابطة التساهمية عندما تشترك الذرات في اليكترونات المدار الخارجي
  - A **molecule** is formed when atoms are held together by covalent bonds
  - يتكون الجزيء حينما تتماسك الذرات ببعضها البعض بواسطة روابط تساهمية

PLAY

Animation: Covalent Bonds

TABLE 2.8

## ALTERNATIVE WAYS TO REPRESENT FOUR COMMON MOLECULES

طرق مختلفة  
لتمثيل أربع  
جزيئات شائعة

التوزيع  
الإلكتروني

الصيغة  
الجزيئية

Molecular  
FormulaElectron-  
Distribution  
DiagramStructural  
FormulaSpace-  
Filling  
Model

نموذج  
فراغي

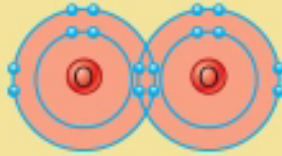
H<sub>2</sub>  
هيدروجين



رابطة أحادية  
H—H  
Single bond



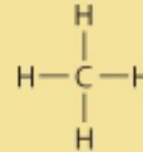
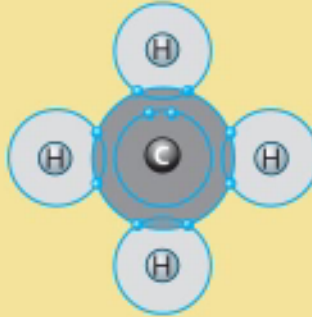
O<sub>2</sub>  
أوكسجين



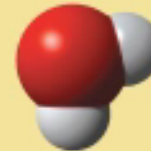
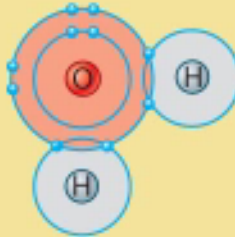
رابطة ثنائية  
O=O  
Double bond



CH<sub>4</sub>  
Methane  
ميثان



H<sub>2</sub>O  
Water  
ماء



الصيغة  
البنائية

# Biological Molecules

## الجزئيات الحيوية

### Inorganic

غير عضوية

Water

الماء

Bases

القواعد

Acids

الأحماض

Salts

الأملاح

### Organic

عضوية

Carbohydrate

الكربوهيدرات

Lipids

الدهون

Proteins

البروتينات

Nucleic acids

الأحماض النووية

## 2.9 Unequal electron sharing creates polar molecules

### تنتج الجزيئات المستقطبة من تقاسم اليكتروني غير متساوي

- Water has atoms with different electronegativities

■ يمتلك الماء ذرات مختلفة السلبية الكهربية

- Oxygen attracts the shared electrons more strongly than hydrogen

– يجذب الأوكسجين الإليكترونات المشتركة بقوة تفوق جذب الهيدروجين لها

- So, the shared electrons spend more time near oxygen

– لذا تقضي الإليكترونات وقتاً أطول بالقرب من الأوكسجين

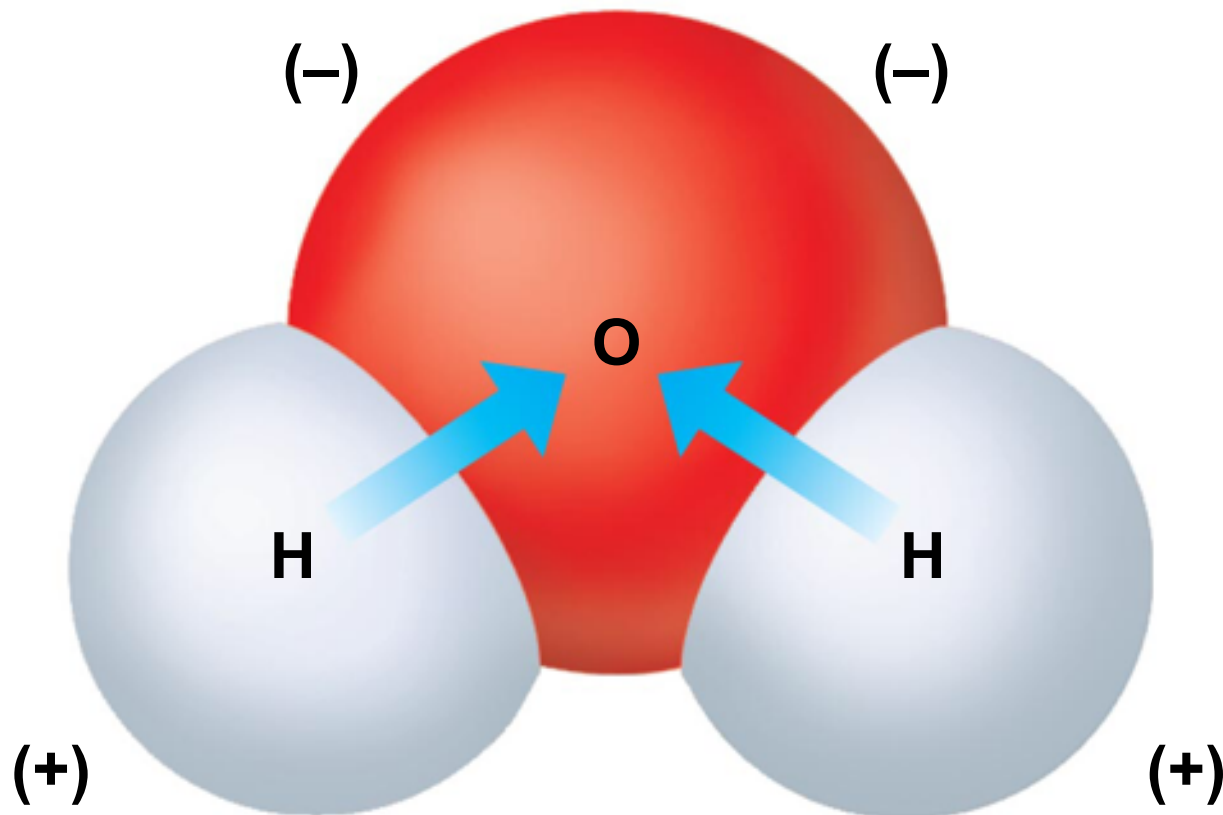
- The result is a **polar covalent bond**

– النتيجة هي الرابطة التساهمية المستقطبة



A water molecule

جزيء ماء



## 2.10 Hydrogen bonds are weak bonds important in the chemistry of life

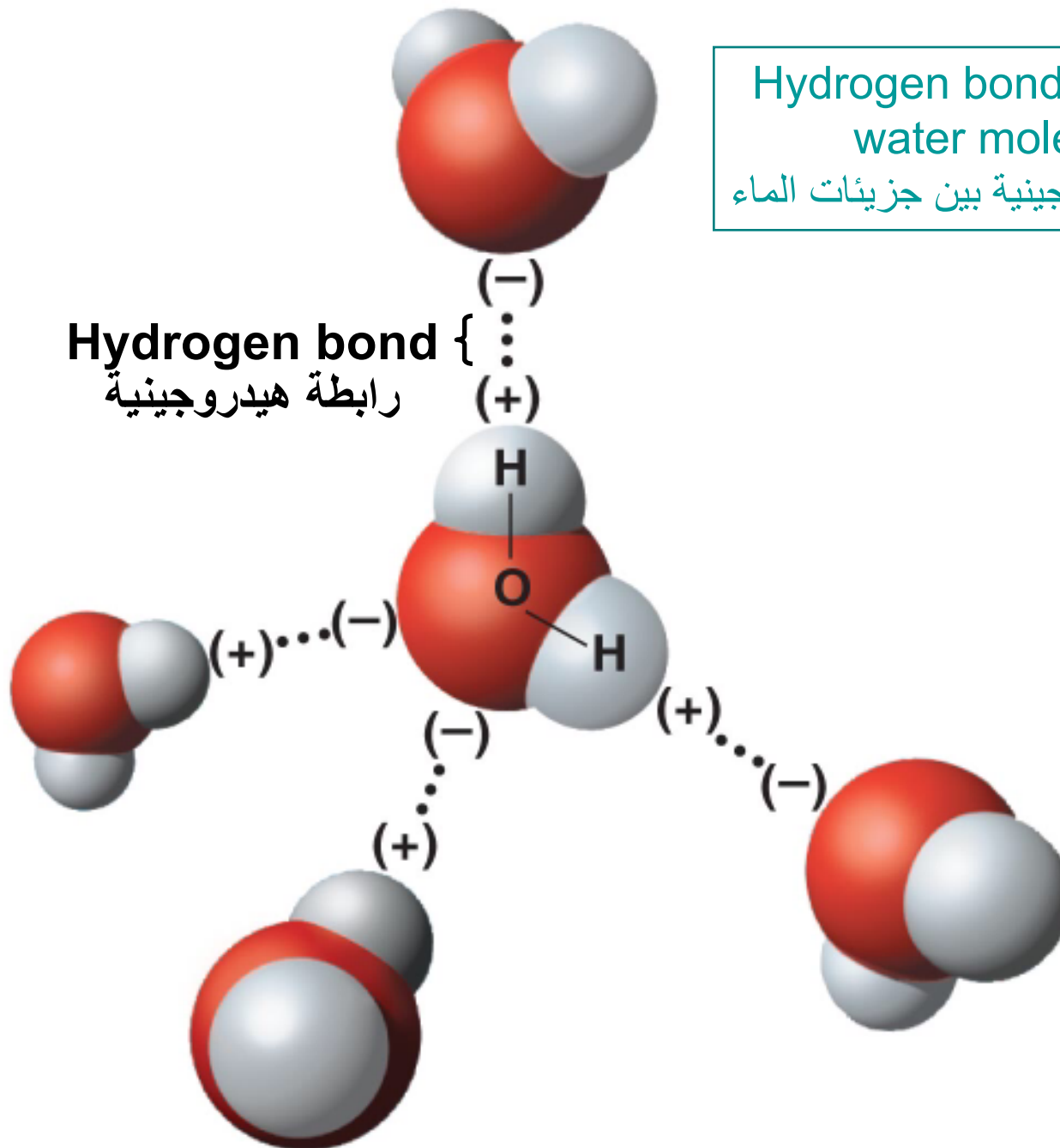
### الروابط الهيدروجينية هي روابط ضعيفة هامة لكيمياء الحياة

- Some chemical bonds are weaker than covalent bonds
  - بعض الروابط الكيميائية أضعف من الروابط التساهمية
- Hydrogen, as part of a polar covalent bond, will share attractions with other electronegative atoms
  - الهيدروجين ، كجزء من الرابطة التساهمية المستقطبة ، سوف يقسم التجاذبات مع الذرات الأخرى سالبة الكهربية
    - Examples are oxygen and nitrogen مثال ذلك الأوكسجين والنيتروجين
- Water molecules are electrically attracted to oppositely charged regions on neighboring molecules
  - تتجذب جزيئات الماء كهربياً للمناطق متعاكسة الشحنة على الجزيئات المجاورة لها
    - Because the positively charged region is always a hydrogen atom, the bond is called a **hydrogen bond**
    - ولأن المنطقة موجبة الشحن تكون دائماً ذرة هيدروجين فإنه يطلق على هذه الرابطة اسم الرابطة الهيدروجينية

PLAY

Animation: Water Structure

Hydrogen bonds between  
water molecules  
الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء



---

# WATER'S LIFE-SUPPORTING PROPERTIES

خصائص الماء الداعمة للحياة

## 2.11 Hydrogen bonds make liquid water cohesive

### تجعل الروابط الهيدروجينية الماء السائل متماسكاً

- Hydrogen bonding causes molecules to stick together, a property called **cohesion**

■ تتسبب الروابط الهيدروجينية في إلتصاق الجزيئات ببعضها ، تدعى هذه الخاصية **بالتماسك**

– Cohesion is much stronger for water than other liquids

– التماسك أكثر قوة في الماء عنه في السوائل الأخرى

– This is useful in plants that depend upon cohesion to help transport water and nutrients up the plant

– وهذا يفيد النباتات التي تعتمد على التماسك للمساعدة في نقل الماء والمغذيات إلى أعلى النبات

## 2.11 Hydrogen bonds make liquid water cohesive

تجعل الروابط الهيدروجينية الماء السائل متماسكاً

- Cohesion is related to **surface tension**—a measure of how difficult it is to break the surface of a liquid

■ يرجع التماسك إلى التوتر السطحي – المقياس لمدى صعوبة إختراق سطح السائل

- Hydrogen bonds are responsible for surface tension

– الروابط الهيدروجينية هي المسؤلة عن التوتر السطحي

PLAY

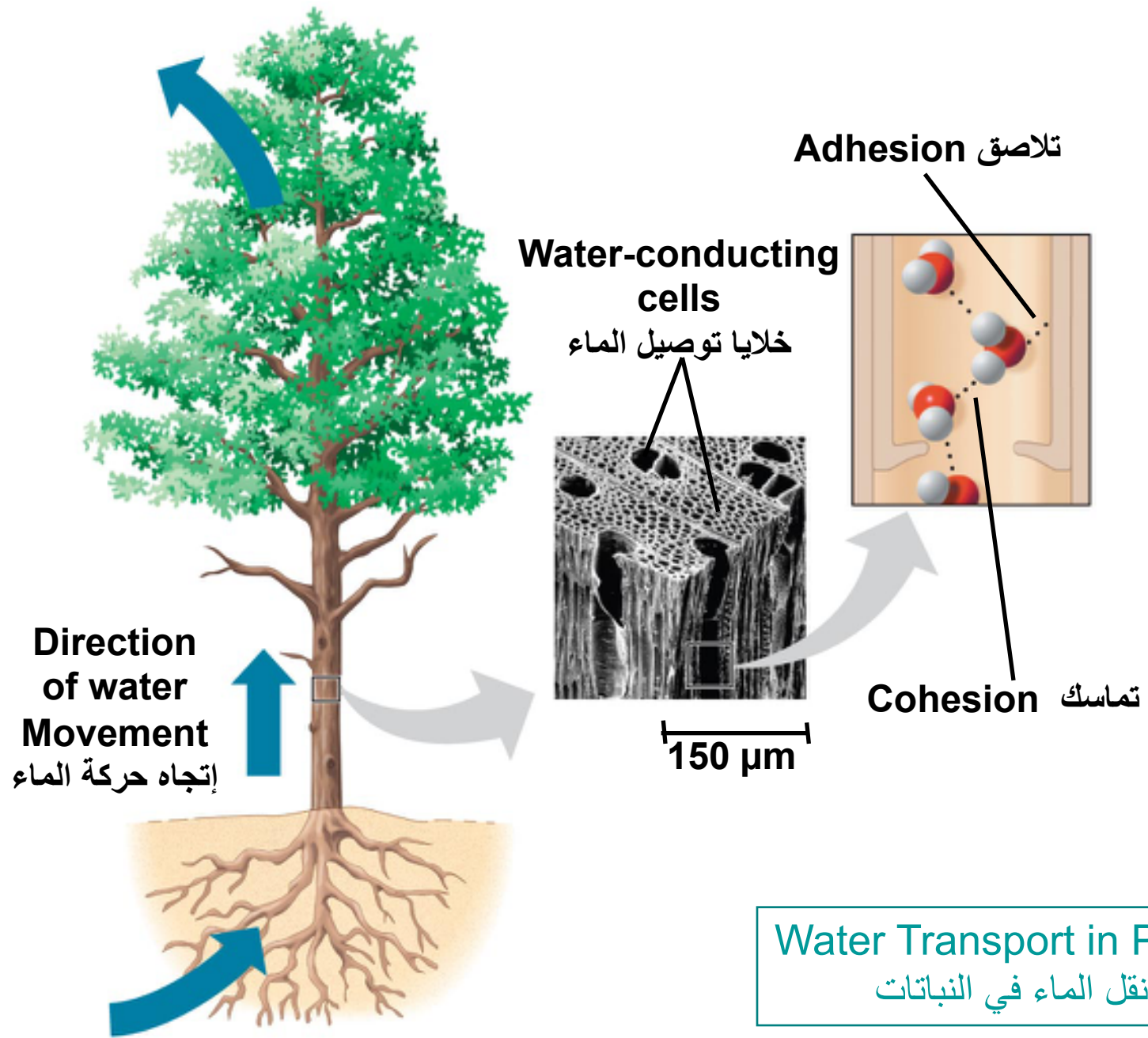
Animation: Water Transport

Surface tension allows a water strider to walk on water

يسمح التوتر السطحي لبقعة الماء بالمشي على الماء



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



**Water Transport in Plants**  
نقل الماء في النباتات



## 2.13 Ice is less dense than liquid water

### الثلج أقل كثافة من الماء السائل

---

- Water can exist as a gas, liquid, and solid

■ يمكن أن يوجد الماء كغاز أو سائل أو صلب

- Water is less dense as a solid, a property due to hydrogen bonding

– الماء أقل كثافة في حالته الصلبة ، وتلك صفة مردها الروابط الهيدروجينية

## 2.13 Ice is less dense than liquid water

### الثلج أقل كثافة من الماء السائل

- When water freezes, each molecule forms a stable hydrogen bond with four neighbors

■ عندما يتجمد الماء يكون كل جزيء رابطة هيدروجينية مستقرة مع أربع جزيئات أخرى مجاورة

– A three-dimensional crystal results

– ينشأ عن ذلك بلورة ثلاثية الأبعاد

– There is space between the water molecules

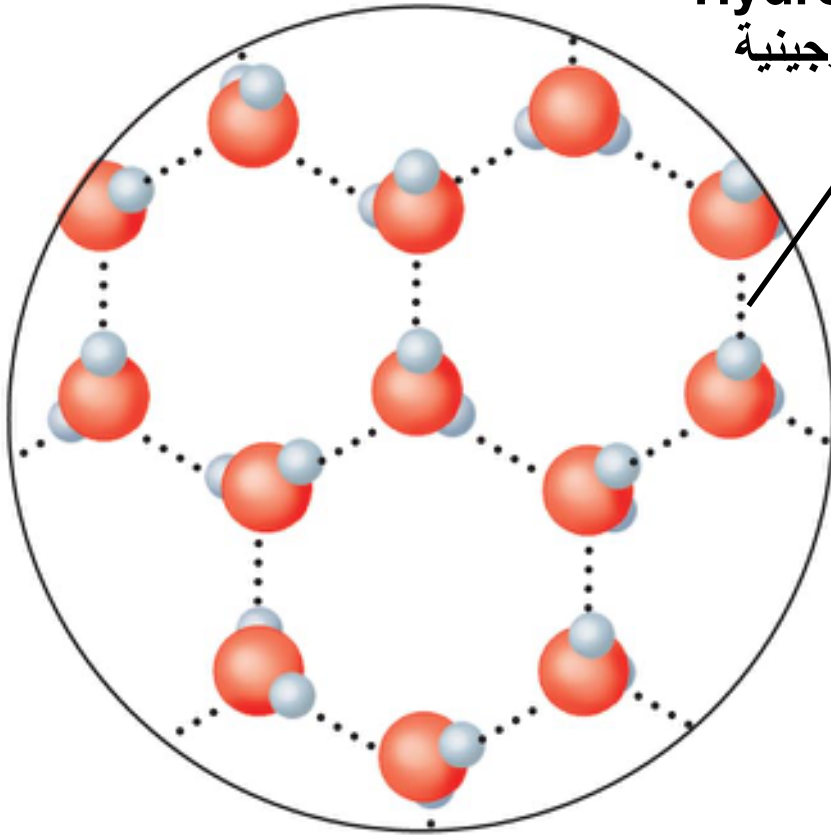
– يوجد فراغ بين جزيئات الماء

- Ice is less dense than water, so it floats

■ يطفو الثلج لأنه أقل كثافة من الماء

Hydrogen bond

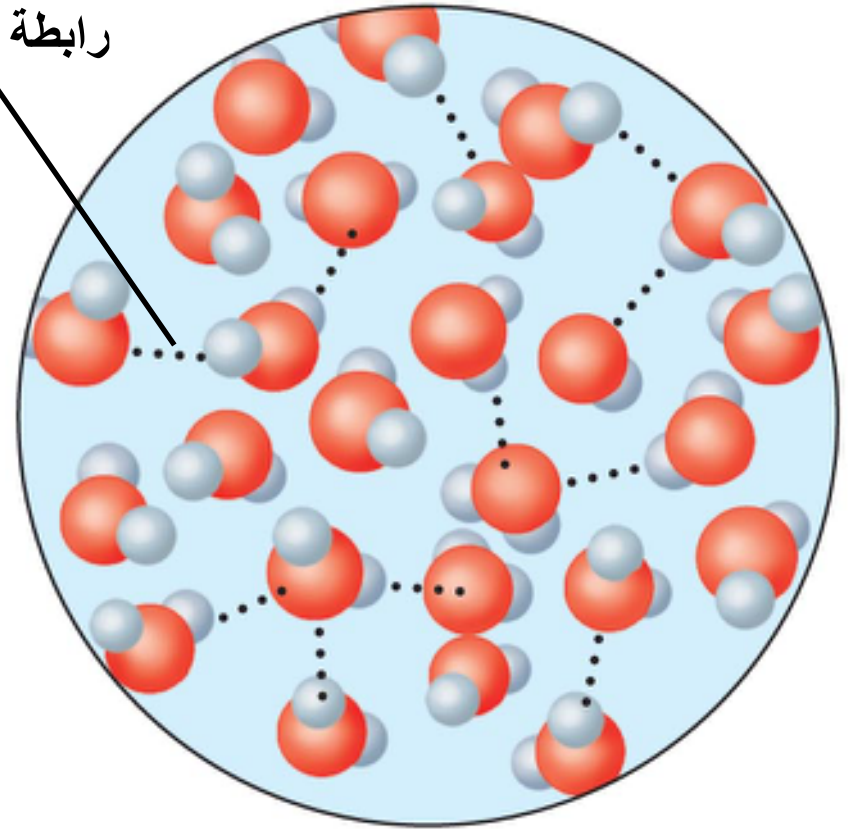
رابطة هيدروجينية



Ice Hydrogen

Bonds are stable

روابط الثلج الهيدروجينية ثابتة



Liquid water

Hydrogen bonds

constantly break and re-form

روابط الماء الهيدروجينية تنكسر وترتبط باستمرار

## 2.14 Water is the solvent of life

### الماء هو مذيب الحياة

- Water is a versatile solvent that is fundamental to life processes

■ الماء مذيب لمعظم المواد مما يجعله ضروري وأساسي للعمليات الحيوية

- Its versatility results from its polarity

– وتعود خاصية إذابته لمعظم المواد إلى قطبيته

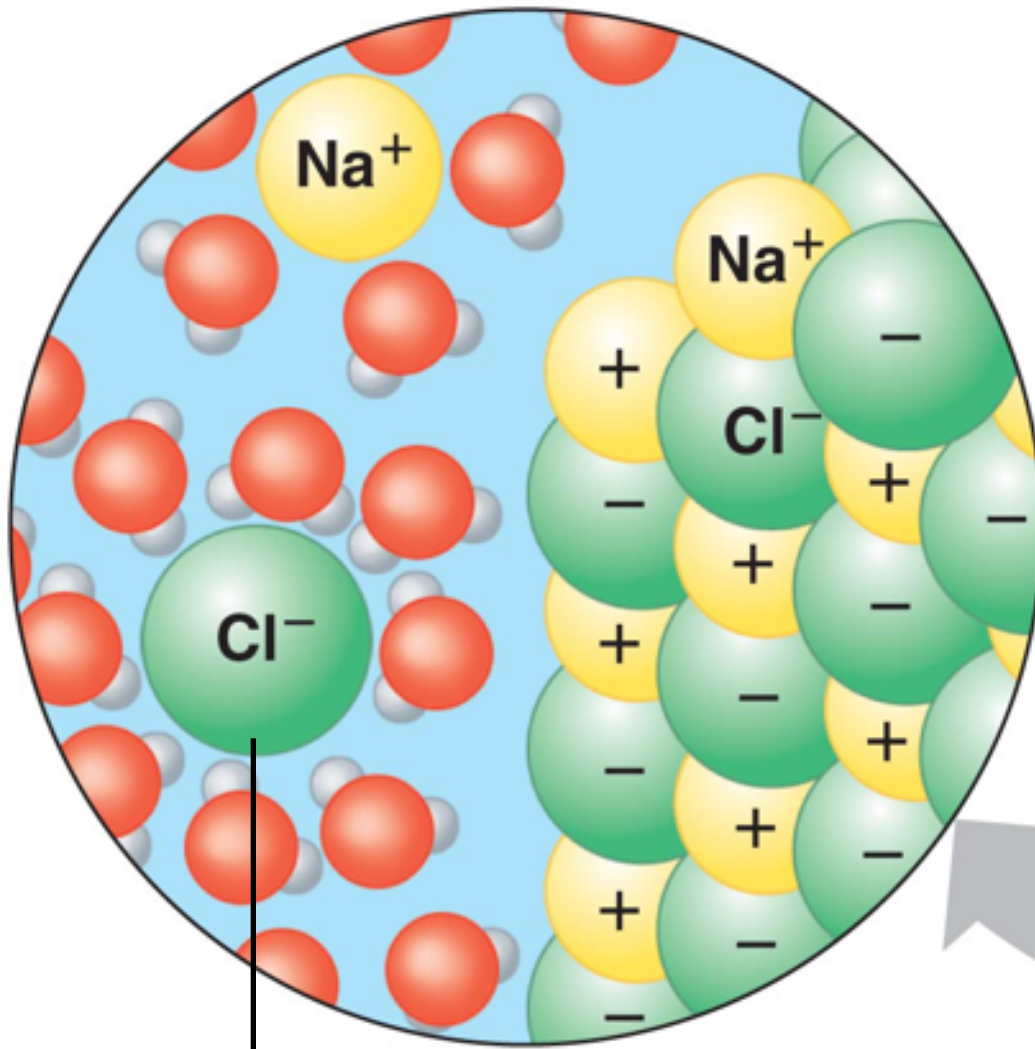
- Table salt is an example of a solute that will go into solution in water

– ملح الطعام هو مثال للمذاب الذي يذوب في الماء

- Sodium and chloride ions and water are attracted to each other because of their charges

– ترتبط أيونات الصوديوم والكلور والماء ببعضها البعض بسبب شحناتها

A crystal of salt (NaCl)  
dissolving in water  
بلورة ملح (كلوريد صوديوم)  
مذابة في ماء



**Ion in solution**  
الأيونات في المحلول

**Salt crystal**  
بلورة ملح

## 2.15 The chemistry of life is sensitive to acidic and basic conditions

### كيمياء الحياة حساسة للظروف الحامضية والقاعدية

- A few water molecules can break apart into ions
  - تستطيع قليل من جزيئات الماء التحلل لأيونات
    - بعضها أيونات هيدروجينية ( $H^+$ )
    - والأخرى أيونات هيدروكسيدية ( $OH^-$ )
      - Both are extremely reactive كلاهما شديد التفاعل
      - A balance between the two is critical for chemical processes to occur in a living organism
  - الاتزان بين الإثنين هام لحدوث العمليات الكيميائية في الكائنات الحية

## 2.15 The chemistry of life is sensitive to acidic and basic conditions

### كيمياء الحياة حساسة للظروف الحامضية والقاعدية

- Chemicals other than water can contribute  $H^+$  to a solution
  - تستطيع الكيماويات (غير الماء) أن تعطي أيون هيدروجين للمحلول
    - They are called **acids**
      - تسمى هذه الكيماويات **أحماضاً**
    - An example is hydrochloric acid (HCl)
      - مثال ذلك حامض الهيدروكلوريك
        - This is the acid in your stomach that aids in digestion
          - هذا هو الحامض الموجود في المعدة والذي يساعد على الهضم
- An acidic solution has a higher concentration of  $H^+$  than  $OH^-$ 
  - تركيز أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) في المحلول الحمضي أعلى من تركيز أيونات الهيدروكسيد ( $OH^-$ )

## 2.15 The chemistry of life is sensitive to acidic and basic conditions

### كيمياء الحياة حساسة للظروف الحامضية والقاعدية

- A **pH scale** (pH = potential of hydrogen) is used to describe whether a solution is acidic or basic

■ يستخدم مقياس الأس الهيدروجيني pH (الجهد الهيدروجيني) لوصف ما إذا كان المحلول حامضي أو قاعدي

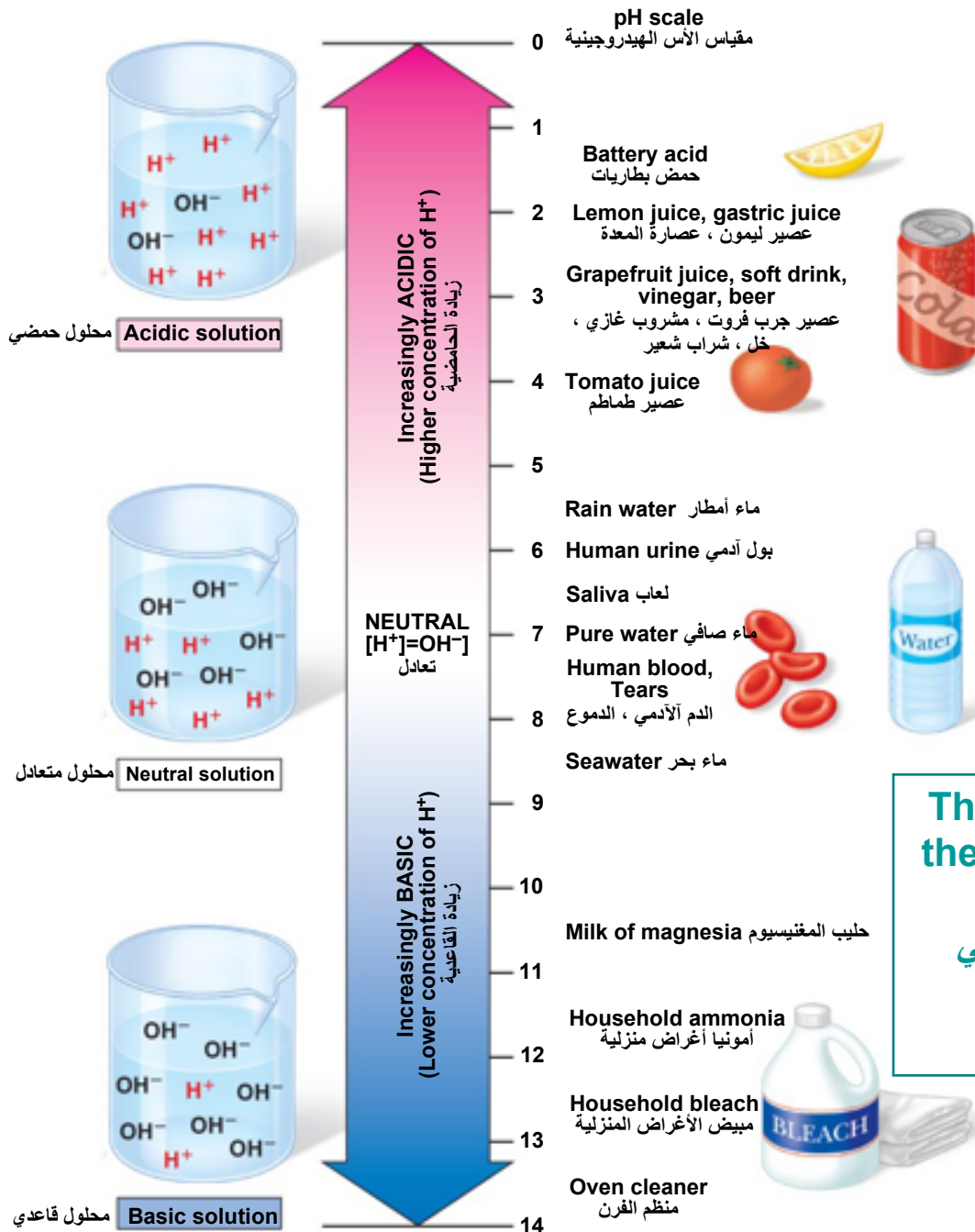
– pH ranges from 0 (most acidic) to 14 (most basic)

– يتدرج الأس الهيدروجيني في مقداره من الصفر (أكثر حامضية) إلى 14 (أكثر قاعدية)

– A solution that is neither acidic or basic is neutral (pH = 7)

– المحلول المتعادل ليس بالقاعدي أو الحمضي (أسه الهيدروجيني = 7)





The pH scale represents the relative concentration of H<sup>+</sup> and OH<sup>-</sup>  
يمثل مقياس الأس الهيدروجيني العلاقة بين تركيز أيونات الهيدروجين و الهيدروكسيد

## 2.16 CONNECTION: Acid precipitation and ocean acidification threaten the environment

### رابطة تطبيقية : الترسيب الحمضي وتحمض المحيطات يهدد البيئة

- When we burn fossil fuels (gasoline and heating oil), air-polluting compounds and CO<sub>2</sub> are released into the atmosphere
  - عندما نحرق الوقود الأحفوري ( الجازولين وزيت التدفئة ) تتحرر ملوثات الجو وثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي
  - Sulfur and nitrous oxides react with water in the air to form acids
    - تتفاعل اكاسيد النيتروز والكبريت مع الماء في الهواء لتكون أحماض
    - These fall to Earth as **acid precipitation**, which is rain, snow, or fog with a pH lower than 5.6
    - تهبط هذه الأحماض إلى الأرض كترسبات حمضية من خلال الأمطار والثلوج والضباب بأس هيدروجيني أقل من 5.6
  - Additional CO<sub>2</sub> in the atmosphere contributes to the “greenhouse” effect and alters ocean chemistry
    - إضافة المزيد من ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي يساهم في إنتاج تأثير (يعرف أيضاً بتأثير الدفيئة أو الصوبة الزجاجية) كما يغير من كيمياء المحيطات “البيت الأخضر”

## You should now be able to

## ينبغي أن تكون قادراً الآن على فعل ما يلي

1. Describe the importance of chemical elements to living organisms

1. شرح أهمية العناصر الكيميائية للكائنات الحية

2. Explain the formation of compounds

2. شرح طريقة تكوين المركبات

3. Describe the structure of an atom

3. شرح تركيب الذرة

4. Distinguish between ionic, hydrogen, and covalent bonds

4. التفريق بين الروابط الأيونية والهيدروجينية والتساهمية

5. List and define the life-supporting properties of water

5. تحديد وتعريف خصائص الماء المدعمة للحياة

6. Explain the pH scale and the formation of acid and base solutions

6. شرح معيار الأس الهيدروجيني وطريقة تكون المحاليل الحمضية والقاعدية

7. Define a chemical reaction and explain how it changes the composition of matter

7. تعريف التفاعل الكيميائي وشرح كيفية تغييره لتركيب المادة