Biology 101

File: Chapter 3
Concept:

Concept 3.1:
Polar covalent bonds in water molecules result in hydrogen bonding

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

ترجمة العنوان: الروابط التساهمية القطبية في جزيئات الماء تؤدي إلى تشكل الروابط الهيدروجينية

طيب لعلنا نتوقف قليلًا لنقوم بمراجعة بعض المصطلحات التي أخذناها في المدرسة حتى نفهم العنوان بشكل أفضل

- بداية، ينبغي أن نعلم أن العالم كله يتكون من وحدات صغيرة جدًّا تسمى ذرّات (atom) مثل ذرة الأكسجين، وذرة الهيدروجين، وذرة النيتروجين، وغيرها من الذرات

- الذرة تتكون بشكل أساسي من جزئين:

1- إلكترونات (Electrons): تدور حول النواة، وتحمل شحنة سالبة

2- نواة (Nucleus): تحتوي على شيئين:

أ) بروتونات (Protons): شحنتها موجبة (+)

ب) النيوترونات (Neutrons): شحنتها متعادلة

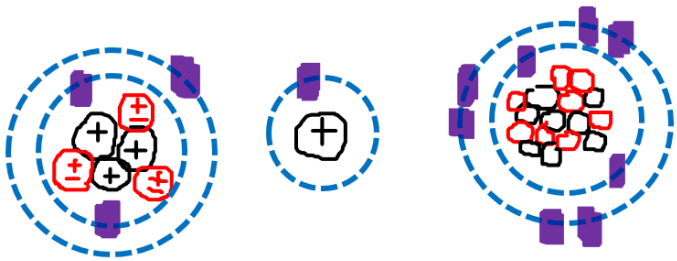
صور لأشكال ذرات مختلفة، ويظهر فيها:

البروتونات

النيوترونات

المدارات التي تدور فيها الالكترونات

الإلكترونات



- لاحظ أن الإلكترونات تدور في مدارات (Electron shells) ويمكن للذرة أن يحيط بها أكثر من مدار واحد

- سعة المدار الأول إلكترونين فقط، بينما تتسع المدارات الثانية وما فوقها لثماني إلكترونات (في حال وجدت هذه المدارات في الذرة)

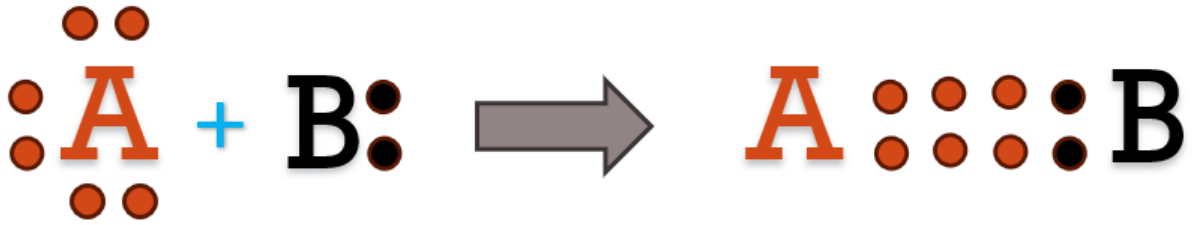
- تسعى الذرات للإستقرار عن طريق ملئ مدارها الاخير بأقصى سعة استيعابية من الالكترونات، فعلى سبيل المثال في حال كانت تملك الذرة 6 إلكترونات فإنها ستسعى لكسب إلكترونين كي يمتلئ المدار الأخير ب8 إلكترونات

-كيف تستطيع الذرة ملئ مدارها الأخير بالالكترونات؟ عن طريق ارتباط الذرات في كثير من الاحيان مع بعضها لتشكل الجزيئات (Molecule) وذلك كي تملأ مدارها الأخير بالإلكترونات

هناك نوعين من الروابط التي يمكن أن تتشكل بين ذرتين

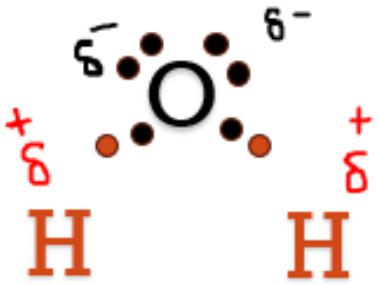
1) الرابطة التساهمية (Covalent bond): هي الرابطة التي تكون بين ذرتين بحيث يشكلان معًا جزيء واحد، وتتشكل هذه الرابطة عن طريق تشارك الذرتين إلكتروناتهما بحيث يمتلئ المدار الأخير من الإلكترونات لكل منهما

بطاقته القصوى (سواء كان يتسع لإلكترونين أو ثمانية)
- المثال التالي لذرتين يتسعان لثماني إلكترونات في مدارهما الأخير



- طيب لنفترض أن بعض الذرات تتسع لإلكترونين فقط كما هو الحال في الهيدروجين، كيف سيكون شكل الرابطة التساهمية؟

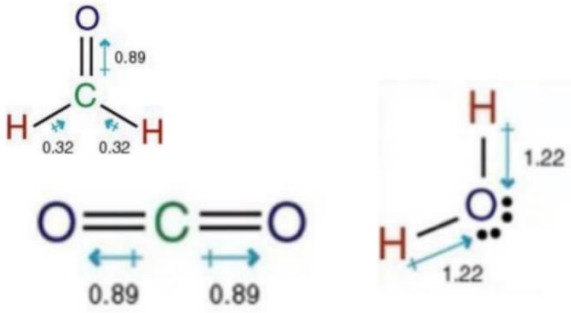
لتعرف الجواب تأمل شكل الرابطة في جزء الماء الذي يتكون من ذرتين هيدروجين وذرة أكسجين في الصورة:



- لاحظ أن كل ذرة هيدروجين تشاركت إلكترونين مع ذرة الأكسجين وبالتالي فهي تملك إلكترونين في مدارها الأخير، والأكسجين صار يملك أربع إلكترونات من تشارك ذرتي هيدروجين معه بالإضافة إلى أنه يملك زوجين (أربعة) إلكترونات غير رابطة فوقه، فهو يملك ثماني إلكترونات بالمحصلة في مداره الأخير
- قبل أن نتكلم عن النوع الثاني من الروابط، دعنا نشرح مبدأً مهمًّا، ألا وهو الكهرسلبية (Electronegativity)
- هذا المصطلح يعني رغبة الذرة في تحصيل الإلكترونات إلى جهتها أطول فترة ممكنة عندما تتشارك هذه الإلكترونات مع ذرة ثانية
- أنظر إلى تركيب الماء مرة أخرى، ستجد أن الإلكترونات أقرب للأكسجين وأبعد عن الهيدروجين، إذا: الأكسجين له كهرسلبية أعلى من الهيدروجين

Oxygen is more electronegative than hydrogen

- حينما يكون هناك كهرسلبية مختلفة بين الذرات في الجزيء الواحد وتتجه الالكترونات في جهة معينة، فإنا نسمي هذا المركب بالقطبي (Polar)، أما إذا كان توزيع الالكترونات في الجزيء متساويا فإنا نسمي المركب: مركب غير قطبي (Non-Polar)
- انظر للصورة في الأسفل وحدد أي من المركبات الآتية قطبي وأيها غير قطبي:



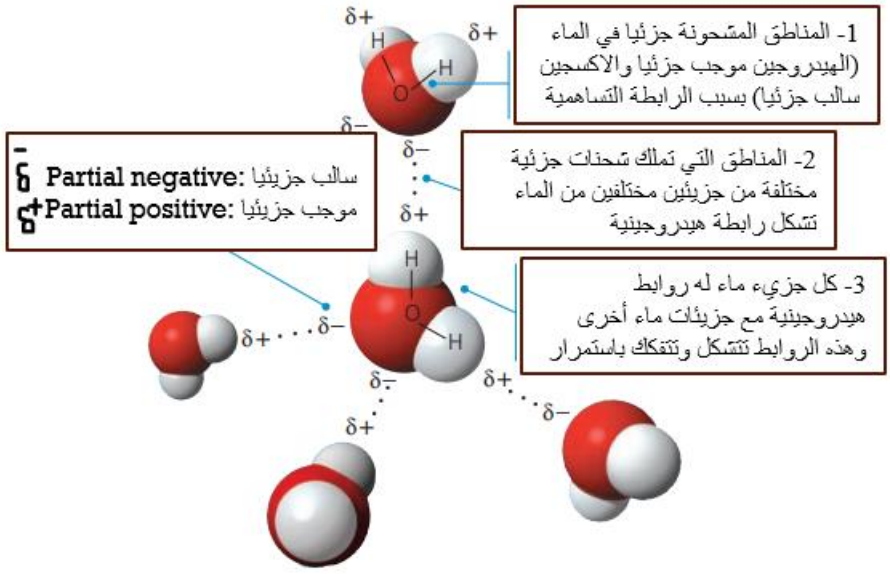
- والآن لنتكلم عن النوع الثاني من الروابط:

2- الرابطة الغير التساهمية (Non-Covalent bond):
هي رابطة تتشكل بين الجزيئات أو الذرات المختلفة دون أن تكون جزيء جديد، وتكون ضعيفة مقارنة بالرابطة التساهمية
من أهم الأمثلة عليها هي الرابطة الهيدروجينية (Hydrogen bond) والتي تعد قوية نسبيا:

Water is so familiar to us that it is easy to overlook its many extraordinary qualities. Following the theme of emergent properties, we can trace water's unique behavior to the structure and interactions of its molecules. Studied on its own, the water molecule is deceptively simple. It is shaped like a wide V, with its two hydrogen atoms joined to the oxygen atom by single covalent bonds. Oxygen is more electronegative than hydrogen, so

the electrons of the covalent bonds spend more time closer to oxygen than to hydrogen; these are polar covalent bonds. This unequal sharing of electrons and water's V-like shape make it a polar molecule, meaning that its overall charge is unevenly distributed. In water, the oxygen of the molecule has two regions of partial negative charge (δ-), and each hydrogen has a partial positive charge (δ+).

Figure 3.2 Hydrogen bonds between water molecules.



1) شكل الماء مثل حرف (V)
2) يتكون الماء من ذرتي هيدروجين وذرة اكسجين ترتبط مع كلا ذرتي الهيدروجين برابطتين تساهميتين ( )
3) الماء مركب قطبي إذ أن الهيدروجين يحمل شحنة جزيئية موجبة والاكسجين يحمل شحنة جزيئية سالبة
4) يحمل الاكسجين شحنة جزيئية سالبة لأن الاكسجين اكثر كهرسلبية من الهيدروجين، بالإضافة لأنه يملك زوج من الالكترونات الغير رابطة عليه

The properties of water arise from attractions between oppo sitely charged atoms of different water molecules: The partially positive hydrogen of one molecule is attracted to the partially negative oxygen of a nearby molecule. The two molecules are thus held together by a hydrogen bond (Figure 3.2). When water is in its liquid form, its hydrogen bonds are very fragile, each only about 1/20 as strong as a covalent bond. The hydro gen bonds form, break, and re-form with great frequency. Each lasts only a few trillionths of a second, but the molecules are constantly forming new hydrogen bonds with a succession of partners. Therefore, at any instant, most of the water molecules are hydrogen-bonded to their neighbors. The extraordinary properties of water emerge from this hydrogen bonding, which organizes water molecules into a higher level of structural order.

1) الشحنة الجزيئية السالبة عند الاكسجين في ذرة ماء تشكل رابطة هيدروجينية مع الشحنة الجزيئية الموجبة للهيدروجين **في ذرة ماء أخرى**
2) عندما يكون الماء في الحالة السائلة فإن قوة الرابطة الهيدروجينية تشكل تقريبا 20/1 من قوة الرابطة التساهمية، فهي تعتبر رابطة ضعيفة ولكنها قوية نسبيا إذا قورنت بالروابط الغير تساهمية الأخرى
3) الرابطة الهيدروجينية تتشكل وتتفكك بشكل مستمر بمعدل عدة ترليون مرة في الثانية بين جزيئات الماء، ومع ذلك، فإنك إذا نظرت إلى ذرة الماء في لحظة معينة فإنها غالبًا ستكون مرتبطة بأربع ذرات ماء أخرى برابطة هيدروجينية
4) الروابط الهيدروجينية تعطي الماء خصائص مميزة سنتكلم عنها بعد قليل

Concept 3.2:

Four emergent properties of water contribute to Earth's suitability for life

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

We will examine four emergent properties of water that con tribute to Earth's suitability as an environment for life: cohesive behavior, ability to moderate temperature, expansion upon freezing, and versatility as a solvent.

- هناك أربع خصائص هامة جدًّا للماء تجعله مركبًا أساسيًا لوجود الحياة على سطح الأرض، وهي:

1- الخاصية الالتصاقية في الماء

2- القدرة على موازنة الحرارة

3- التمدد عند التجمد

4- صلاحية الماء كمذيب للعديد من المواد

1) COHESION OF WATER MOLECULES

Water molecules stay close to each other as a result of hydro gen bonding. Although the arrangement of molecules in a sample of liquid water is constantly changing, at any given moment many of the molecules are linked by multiple hydro gen bonds. These linkages make water more structured than most other liquids. Collectively, the hydrogen bonds hold the substance together, a phenomenon called cohesion.

جزيئات الماء تبقى قريبة من بعضها بسبب الروابط الهيدروجينية، والروابط الهيدروجينية تعطي الماء ككل تماسكًا وشكلًا واضحًا أكثر من معظم السوائل الأخرى (بمعنى أنك لو وضعت زيتا على الطاولة مثلا فإنه سينسكب ويتمدد على السطح، ولكن لو وضعت ماءًا فإنه سيأخذ شكل قطرات، هذه الخاصية التي تؤدي لتماسك الماء بسبب الروابط الهيدروجينية تسمى الالتصاق وتعني:

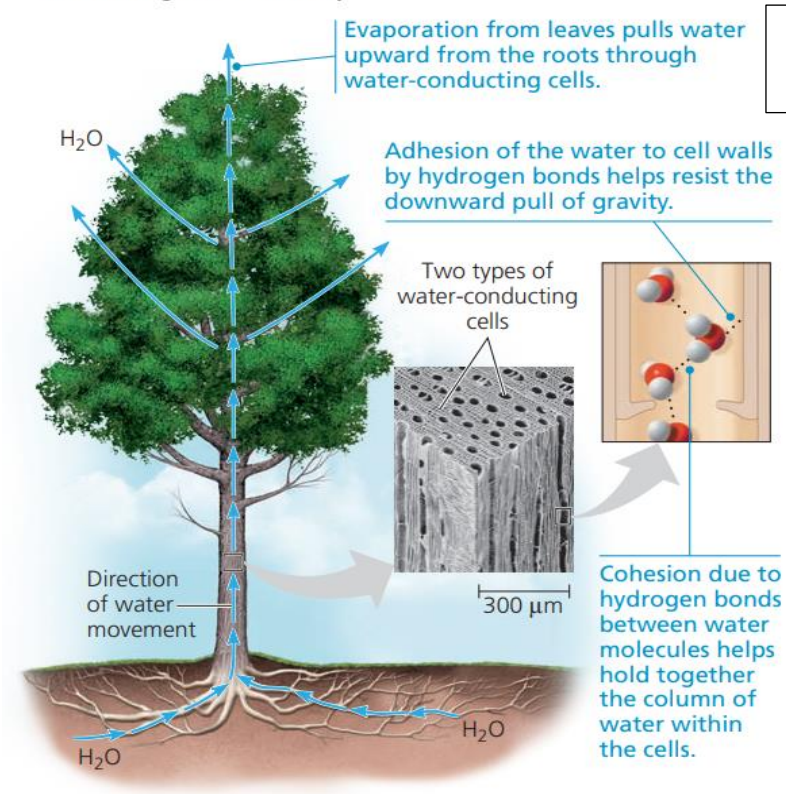
COHESION

Cohesion due to hydrogen bonding contributes to the transport of water and dissolved nutrients against gravity in plants. Water from the roots reaches the leaves through a net work of water-conducting cells (Figure 3.3). As water evaporates from a leaf, hydrogen bonds cause water molecules leaving the veins to tug on molecules farther down, and the upward pull is transmitted through the water-conducting cells all the way to the roots. Adhesion, the clinging of one substance to another, also plays a role. Adhesion of water by hydrogen bonds to the molecules of cell walls helps counter the downward pull of gravity (see Figure 3.3).

الالتصاق بسبب الروابط الهيدروجينية يساعد في نقل الماء والمواد المذابة فيه على طول سيقان النباتات إلى الأعلى وصولا إلى الأوراق والثمار، كذلك: فإن الماء ينتقل في أنابيب خلوية مكونة من الجدران الخلوية (Cell wall) في النباتات إلى الأعلى، أيضا في الالتصاق بين جدران الخلايا النباتية والماء في عدم سقوط الماء للأسفل بفعل وتساعد الروابط الهيدروجينية المشكلة الجاذبية، خاصية التصاق الماء بمركبات خارجية أخرى تسمى:

ADHESION

Figure 3.3 Water transport in plants. Because of the properties of cohesion and adhesion, the tallest trees can transport water more than 100 m upward—approximately one-quarter the height of the Empire State Building in New York City.



التبخر من الأوراق يسحب الماء للأعلى من الجذور عن طريق الخلايا الناقلة للماء

الماء يلتصق على الجدران الخلوية بواسطة الروابط الهيدروجينية وهذا يساعد صعود الماء لأعلى عكس قوة الجاذبية

خاصية الالتصاق
cohesion
والتي تنشأ بين جزيئات الماء نفسها تساعد على تشكيل الماء على شكل عمود والتي تساعد في صعوده للأعلى

Related to cohesion is surface tension, a measure of how difficult it is to stretch or break the surface of a liquid. At the interface between water and air is an ordered arrangement of water molecules, hydrogen-bonded to one another and to the water below, but not to the air above. This asymmetry gives water an unusually high surface tension, making it behave as though it were coated with an invisible film. You can observe the surface tension of water by slightly overfilling a drinking glass; the water will stand above the rim. The spider takes advantage of the surface tension of water to walk across a pond without breaking the surface.

Surface

هناك مبدأ متعلق بالالتصاق واسمه التوتر السطحي (tension) ويقصد به مدى صعوبة كسر السطح السائل والغوص فيه، التوتر السطحي للماء مرتفع وهذا سببه الروابط الهيدروجينية بين ذرات الماء (دون ذرات الهواء) التي تجعل سطح الماء متماسكًا ويصعب اختراقه مقارنة بالسوائل الأخرى، لدرجة أن بعض الحشرات الصغيرة يمكنها الوقوف على الماء دون أن تغرق، وكذلك يظهر التوتر السطحي المرتفع للماء حين تقوم بملئ كوب من الماء بشكل بطيء، إذ أن عمود الماء سيستمر في الارتفاع حتى لو وصلت لحافة الكأس الزجاجية

2) Moderation of Temperature by Water

Water moderates air temperature by absorbing heat from air that is warmer and releasing the stored heat to air that is cooler. Water is effective as a heat bank because it can absorb or release a relatively large amount of heat with only a slight change in its own temperature. To understand this capability of water, let's first look at temperature and heat

- الماء يعدل حرارة الجو بحيث أنه يمتص الطاقة الحرارية من الهواء حين يكون الجو حارًا، ويمنح الهواء طاقة حرارية حين يكون الجو باردًا، يستطيع الماء منح وامتصاص كمية كبيرة من الطاقة الحرارية دون أن يكون هناك أثر كبير على تغير درجة حرارة الماء، لذلك تجد أن المناطق الساحلية ليست حارة كثيرا في الصباح ولا باردة كثيرا في المساء إذا ما قورنت بالمناطق الصحراوية

Temperature and heat

Anything that moves has kinetic energy, the energy of motion. Atoms and molecules have kinetic energy because they are always moving, although not necessarily in any particular direction. The faster a molecule moves, the greater its kinetic energy. The kinetic energy associated with the random movement of atoms or molecules is called thermal energy. Thermal energy is related to temperature, but they are not the same thing. Temperature represents the average kinetic energy of the molecules in a body of matter, regardless of volume, whereas the thermal energy of a body of matter reflects the total kinetic energy, and thus depends on the matter's volume. When water is heated in a coffeemaker, the average speed of the molecules increases, and the thermometer records this as a rise in temperature of the liquid. The total amount of thermal energy also increases in this case. Note, however, that although the pot of coffee has a much higher temperature than, say, the water in a swimming pool, the swimming pool contains more thermal energy because of its much greater volume.

الطاقة الحركية :Kinetic energy

مثلا لو ألقيت كرة في واد سحيق فإن حركة الكرة لأسفل تعبر عن وجود طاقة حركية

كل الجزيئات والذرات لها طاقة حركية لأنها تتحرك باستمرار، كلما كانت الحركة أسرع كانت الطاقة أكبر

الطاقة الحرارية :Thermal energy

هي شكل من أشكال الطاقة الحركية وتطلق تحديدا على الطاقة المتعلقة بحركة الجزيئات والذرات بشكل عشوائي

Thermal energy & temperature aren't the same

Temperature: Average (معدل) kinetic energy, don't depend on volume

Thermal energy: Total (مجموع) kinetic energy, depends on volume

عندما تقوم بغلي الماء، تزداد حركة جزيئات الماء وبالتالي تزداد الطاقة الحرارية ودرجة حرارة الماء.

قد يمتلك الجسم طاقة حرارية اكبر، ولكن تكون درجة حرارته أقل، كيف ذلك؟

لفهم هذا المبدأ جيدا دعنا نضرب مثالًا:

لنفترض أن هناك رجلا يعيش في الولايات المتحدة ودخله الشهري 1000$، ورجل آخر يعيش في الهند ودخله 500$، أيهما سيعيش حياة كريمة أكثر؟ بالطبع الهندي سيتمتع بحياة كريمة أكثر لأنه وعلى الرغم من قلة دخله الشهري مقارنة بالرجل الامريكي إلا أن الأسعار في الهند أرخص

طيب: لو وضعت أصبعك في ماء درجة حرارته 80 سيليسيوس سيحترق وستشعر بالألم، جرب أن يلامس جلدك شرارة لهب أثناء عملية لحام الحديد، لن تشعر بالاحتراق على الرغم من أن درجة حرارة الشرارة ربما يزيد عن ال1000 درجة، لأن الطاقة الحرارية في الماء أعلى بكثير من الطاقة الحرارية في الشرارة، فالماء يخزن كمية كبيرة من الطاقة الحرارية وترتفع درجة حرارته بشكل قليل مقارنة بالمواد الأخرى

لا يعتمد الامر على نوعية المادة وانما على الحجم ايضا، فالطاقة الحرارية في بحيرة ماء حرارتها 80 أكبر بكثير من الطاقة الحرارية في كوب ماء صغير درجة حرارته 100، بدليل أنك لو عرضتهم لجو بارد فإن الماء في الكوب سيبرد أسرع بكثير من الماء في البحيرة

Whenever two objects of different temperature are brought together, thermal energy passes from the warmer to the cooler object until the two are the same temperature. Molecules in the cooler object speed up at the expense of the thermal energy of the warmer object. An ice

cube cools a drink not by adding coldness to the liquid, but by absorbing thermal energy from the liquid as the ice itself melts. Thermal energy in transfer from one body of matter to another is defined as heat. One convenient unit of heat used in this book is the calorie (cal). A calorie is the amount of heat it takes to raise the tem perature of 1 g of water by 1°C. Conversely, a calorie is also the amount of heat that 1 g of water releases when it cools by 1°C. A kilocalorie (kcal), 1,000 cal, is the quantity of heat required to raise the temperature of 1 kilogram (kg) of water by 1°C. (The "Calories" on food packages are actually kilocalories.) Another energy unit used in this book is the joule (J). One joule equals 0.239 cal; one calorie equals 4.184 J.

When we put two objects beside each other where they have different temperature, the thermal energy will move from the object with higher temperature to the lower temperature regardless of the amount of thermal energy in these two objects

عندما نضع جسمين بجانب بعضهما البعض، ستنتقل الطاقة الحرارية من المركب الذي له أعلى درجة حرارة إلى المركب الذي له أدنى درجة حرارة

عندما تنتقل الطاقة الحرارية من مركب لآخر فإنا نسمي هذا ب (Heat)

هناك وحدتين لقياس ال(Heat) :

1- calorie الكالوري

هو وحدة تعبر عن كمية ال(Heat) المطلوبة لرفع 1 جرام من الماء درجة سيليسيوس واحدة

kcal = **C**al = 1000 cal

Cal on food is kcal or 1000 cal

joule (j): 1 cal = 4.184 j

Water's High Specific

Heat The ability of water to stabilize temperature stems from its rel atively high specific heat. The specific heat of a substance is defined as the amount of heat that must be absorbed or lost for 1 g of that substance to change its temperature by 1°C. We already know water's specific heat because we have defined a calorie as the amount of heat that causes 1 g of water to change its temperature by 1°C. Therefore, the specific heat of water is 1 calorie per gram and per degree Celsius, abbreviated as 1 cal/(g # °C). Compared with most other substances, water has an unusually high specific heat. For example, ethyl alcohol, the type of alcohol in alcoholic beverages, has a specific heat of 0.6 cal/(g # °C); that is, only 0.6 cal is required to raise the temperature of 1 g of ethyl alcohol by 1°C. Because of the high specific heat of water relative to other materials, water will change its temperature less than other liquids when it absorbs or loses a given amount of heat. The reason you can burn your fingers by touching the side of an iron pot on the stove when the water in the pot is still luke warm is that the specific heat of water is ten times greater than that of iron. In other words, the same amount of heat will raise the temperature of 1 g of the iron much faster than it will raise the temperature of 1 g of the water. Specific heat can be thought of as a measure of how well a substance resists changing its temperature when it absorbs or releases heat. Water resists changing its temperature; when it does change its temperature, it absorbs or loses a relatively large quantity of heat for each degree of change. We can trace water's high specific heat, like many of its other properties, to hydrogen bonding. Heat must be absorbed in order to break hydrogen bonds; by the same token, heat is released when hydrogen bonds form. A calorie of heat causes a relatively small change in the temperature of water

because much of the heat is used to disrupt hydrogen bonds before the water molecules can begin moving faster. And when the temperature of water drops slightly, many additional hydrogen bonds form, releasing a considerable amount of energy in the form of heat.

قدرة الماء على موازنة درجة الحرارة في الجو المحيط تأتي بسبب أن للماء (Specific heat) مرتفع، تعريف هذا المصطلح:
كمية الحرارة التي تمتصها المادة او تخسرها لكي يتغير 1 جرام من المادة بمعدل 1 سيليسيوس
لاحظ أن هذا التعريف اذا طبق على الماء فإنه سيصير نفس تعريف الكالوري (تقريبًا) ، وبالتالي نستطيع أن نقول أن
Specific heat of water = 1 cal /(g.C)
وهذا كبير مقارنة بالمواد الأخرى، فمثلا الكحول
Specific heat of alcohol = 0.6 cal / (g.C)

يمكنك إدراك المعلومة السابقة المتعلقة بالماء عندما تغلي ابريقًا لإعداد الشاي، قد يحترق أصبعك عند لمس المعدن المكون للإبريق، بينما لا يزال الماء بحرارة معقولة غير حارقة، وذلك لأن المعدن والماء اكتسبوا نفس كمية الطاقة الحرارية، ولكن كمية الطاقة الحرارية التي يحتاجها الماء حتى يرتفع درجة حرارة واحدة أعلى بكثير من التي يحتاجها الإناء

يمكن نسبة خاصية ال (High specific heat) للماء إلى وجود الروابط الهيدروجينية
فالطاقة التي يكتسبها الماء : يستهلكها أولا في تكسير الروابط الهيدروجينية قبل أن يبدأ بزيادة حركة جزيئاته، وهذا سبب حاجتنا لطاقة كبيرة لأجل رفع درجة الحرارة بشكل يسير فقط

What is the relevance of water's high specific heat to life on Earth? A large body of water can absorb and store a huge amount of heat from the sun in the daytime and during summer while warming up only a few degrees. At night and dur ing winter, the gradually cooling water can warm the air. This capability of water serves to moderate air temperatures in coastal areas. The high specific heat of water also tends to stabilize ocean temperatures, creating a favorable environment for marine life. Thus, because of its high specific heat, the water that covers most of Earth keeps temperature fluctuations on land and in water within limits that permit life. Also, because organisms are made primarily of water, they are better able to resist changes in their own temperature than if they were made of a liquid with a lower specific heat.

ما هي أهمية خاصية "موازنة الحرارة" التي يتمتع بها الماء في حياتنا؟ بما أن معظم كوكب الارض يتكون من ماء، فيمكن للماء أن يمتص الحرارة العالية من الجو دون أن يتأثر كثيرًا، ويمكنه أن يطلق طاقة حرارية عالية للجو في حال كان الجو باردًا دون أن يتأثر الماء كثيرًا أيضًا لذلك تجد أن الماء عند الشاطئ يكون باردا في الصيف نسبيًا، ودافئًا نسبيًّا في الشتاء أيضا، فهذه الخاصية تساعد على عدم تغير درجة الحرارة في المحيطات بشكل كبير مما يسمح للأسماك بالعيش دون مشاكل، وكذلك بما أن أغلب تكوين أجسام الكائنات الحية من الماء، فهذا يسمح لها بالعيش في التقلبات الجوية دون أن تتأثر كثيرًا

Evaporative Cooling

Molecules of any liquid stay close together because they are attracted to one another. Molecules moving fast enough to overcome these attractions can depart the liquid and enter

the air as a gas (vapor). This transformation from a liquid to a gas is called vaporization, or evaporation. Recall that the speed of molecular movement varies and that temperature is the average kinetic energy of molecules. Even at low temperatures, the speediest molecules can escape into the air. Some evaporation occurs at any temperature; a glass of water at room temperature, for example, will eventually evaporate completely. If a liquid is heated, the average kinetic energy of molecules increases and the liquid evaporates more rapidly. Heat of vaporization is the quantity of heat a liquid must absorb for 1 g of it to be converted from the liquid to the gaseous state. For the same reason that water has a high specific heat, it also has a high heat of vaporization relative to most other liquids. To evaporate 1 g of water at 25°C, about 580 cal of heat is needed—nearly double the amount needed to vaporize a gram of alcohol or ammonia. Water's high heat of vaporization is another emergent property resulting from the strength of its hydrogen bonds, which must be broken before the molecules can exit from the liquid in the form of water vapor. The high amount of energy required to vaporize water has a wide range of effects. On a global scale, for example, it helps moderate Earth's climate. A considerable amount of solar heat absorbed by tropical seas is consumed during the evaporation of surface water. Then, as moist tropical air circulates poleward, it releases heat as it condenses and forms rain. On an organismal level, water's high heat of vaporization accounts for the severity of steam burns. These burns are caused by the heat energy released when steam condenses into liquid on the skin.

الجزيئات لأي سائل تبقى بالقرب من بعضها بسبب قوى التجاذب، ولكن كل جزيء يتحرك أيضًا وبإمكانه أن يفلت من السائل ويتبخر، تسمى عملية التبخر:

Vaporization, evaporation

تبخر الماء يزداد كلما زادت درجة الحرارة، لأن زيادة درجة الحرارة يعني زيادة معدل الطاقة الحركية للجزيئات وبالتالي زيادة احتمالية تبخر المزيد من الجزيئات، يمكن للتبخر (وليس الغليان) أن يحدث حتى في درجات الحرارة المنخفضة

Heat of vaporization

يقصد بهذا المصطلح: كمية الحرارة التي يحتاجها 1 جرام من مادة ما لتحويله من الحالة السائلة إلى الغازية

Heat of vaporization

الماء له ( ) مرتفع، فهو يحتاج الى 580 كالوري لتحويل 1 جرام من الماء الى غاز عند درجة حرارة الغرفة (25 سيليسيوس)، وهذه الكمية من الطاقة ضعف الكمية التي يحتاجها الكحول مثلا، وطبعًا يرجع سبب هذا إلى وجود الروابط الهيدروجينية

أهمية هذا في الطبيعة: عندما يمتص الماء حرارة الجوالكبيرة فإنه يعدلها ويتبخر فإنه يصعد للأعلى فيبرد ويشكل المطر، والمطر يسقي الكثير من المزروعات ويغذي الكثير من الناس

هذا قد يكون له تأثير سلبي على جسم الإنسان، فحروق البخار تحدث عندما يتكاثف ماء متبخر حار على جلد الإنسان

As a liquid evaporates, the surface of the liquid that remains behind cools down (its temperature decreases). This evaporative cooling occurs because the "hottest" molecules, those with the greatest kinetic energy, are the most likely to leave as gas. It is as if the 100 fastest runners at a college transferred to another school; the average speed of the remaining students would decline. Evaporative cooling of water contributes to the stability of temperature in lakes and ponds and also provides a mecha nism that prevents terrestrial organisms from overheating. For example, evaporation of water from the leaves of a plant helps keep the tissues in the leaves from becoming too warm in the sunlight. Evaporation of sweat from human skin dis sipates body heat and helps prevent overheating on a hot day or when excess heat is generated by strenuous activity. High humidity on a hot day increases

discomfort because the high concentration of water vapor in the air inhibits the evapora tion of sweat from the body

عندما يتبخر جزء من الماء فإن ما تبقى من الماء تقل درجة حرارته، لماذا ؟ لأن الماء عندما يتبخر فإن الجزيئات المتبخرة هي أسرع الجزيئات الموجودة، فبخروجها يقل معدل السرعة الكلية للجزيئات وبالتالي تقل درجة الحرارة تبعا لتعريف درجة الحرارة ، وهذا المبدأ يعرف ب:

Evaporating cooling

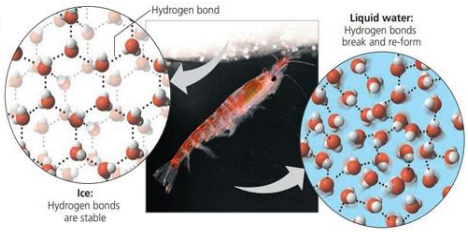
هذا المبدأ يساهم في الحفاظ على درجة حرارة البرك من الغليان لان الماء يتبخر منها باستمرار، وكذلك يساهم في الحفاظ على درجة الحرارة في اجساد الكائنات الحية بشكل معقول حتى لو تعرضت لدرجة حرارة عالية طالما انها تبخر جزءًا من ماءها باستمرار كالتعرق في البشر، والندى في ورق الشجر

3) Floating of ice on liquid water

Floating of Ice on Liquid Water

Water is one of the few substances that are less dense as a solid than as a liquid. In other words, ice floats on liquid water. While other materials contract and become denser when they solidify, water expands. The cause of this exotic behavior is, once again, hydrogen bonding. At temperatures above 4°C, water behaves like other liquids, expanding as it warms and contracting as it cools. As the temperature falls from 4°C to 0°C, water begins to freeze because more and more of its molecules are moving too slowly to break hydrogen bonds. At 0°C, the molecules become locked into a crystalline lattice, each water molecule hydrogen-bonded to four partners **(Figure 3.6)**. The hydrogen bonds keep the molecules at "arm's length," far enough apart to make ice about 10% less dense (10% fewer molecules in the same volume) than liquid water at 4°C. When ice absorbs enough heat for its temperature to rise above 0°C, hydrogen bonds between molecules are disrupted. As the crystal collapses, the ice melts and molecules have fewer hydrogen bonds, allowing them to slip closer together. Water reaches its greatest density at 4°C and then begins to expand as the molecules move faster. Even in liquid water, many of the molecules are connected by hydrogen bonds, though only transiently: The hydrogen bonds are constantly breaking and re-forming.

The ability of ice to float due to its lower density is an important factor in the suitability of the environment for life. If ice sank, then eventually all ponds, lakes, and even oceans would freeze solid, making life as we know it impossible on Earth. During summer, only the upper few inches of the ocean would thaw. Instead, when a deep body of water cools, the floating ice insulates the liquid water below, preventing it from freezing and allowing life to exist under the frozen surface, as shown in the photo in Figure 3.6. Besides insulating the water below, ice also provides a solid habitat for some animals, such as polar bears and seals.



الماء من المواد القليلة التي تكون كثافتها في الحالة الصلبة أقل من كثافتها في الحالة الغازية، وباختصار يرجع ذلك إلى أن الماء عندما تنخفض حرارته من 4 سيليسيوس إلى صفر سيليسيوس فإن الروابط الهيدروجينية تتشكل بشكل كريستالي ثابت عندما يصبح الماء جليدًا، وهذا يترك مسافة أكبر بين جزيئات الماء وبالتالي كثافة أقل للماء عندما يصير جليدًا

عندما يكون الماء بدرجة حرارة اربعة فإن الجزيئات تكون أقرب من بعضها البعض مقارنة بحالة الجليد لأن حركة الماء منخفضة وبنفس الوقت فإن الروابط الهيدروجينية غير مستقرة، صحيح أن حركة جزيئات الماء منخفضة في الجليد أيضًا ولكن درجة استقرار الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الجليد أكبر

طفو الجليد على سطح الماء يسمح للحياة بالبقاء في اعماق الماء، لأنه لو غرق الجليد لبقيت طبقات الجليد تتشكل حتى يتجمد المحيط كليًا، ولكن طفو الجليد يجعل الطبقة العليا فقط متجمدة، كما ان هذه الطبقة تشكل عازلًا أصلًا لما تحتها من الطبقات، وكذلك تسمح لبعض الكائنات بالعيش فوقها كالدببة القطبية والبطاريق

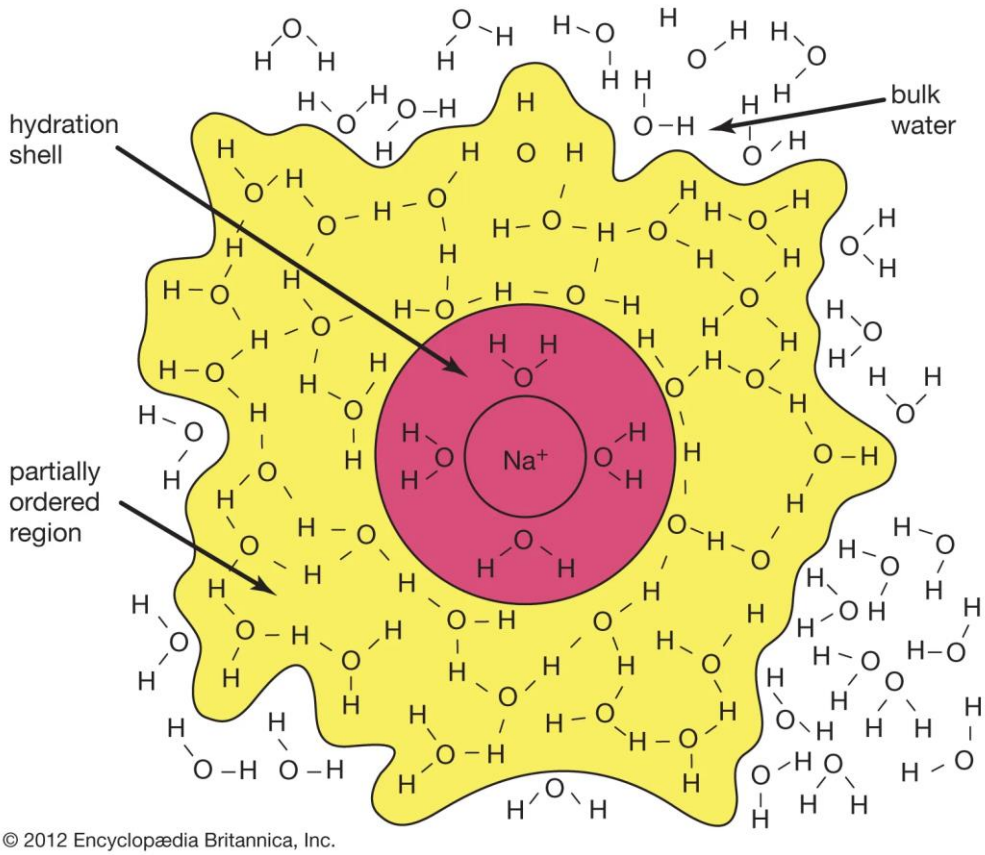
العديد من العلماء خائفون من ذوبان الجليد بسبب ارتفاع الحرارة عالميا، وبالتالي موت العديد من الكائنات البحرية والكائنات التي تعيش على سط الجليد، إذ أن الحرارة ترتفع بسبب زيادة ثاني اكسيد الكربون والذي زادت نسبته بسبب عوامل صناعية مختلفة

Many scientists are worried that these bodies of ice are at risk of disappearing. Global warming, which is caused by carbon dioxide and other "greenhouse" gases in the atmosphere (see Figure 56.28), is having a profound effect on icy environments around the globe. In the Arctic, the average air temperature has risen 2.2°C just since 1961. This temperature increase has affected the seasonal balance between Arctic sea ice and liquid water, causing ice to form later in the year, to melt earlier, and to cover a smaller area. The rate at which glaciers and Arctic sea ice are disappearing is posing an extreme challenge to animals that depend on ice for their survival **(Figure 3.7)**.

4) Water: the solvent of life

- A **solution** is a liquid that is a completely homogeneous mixture of substances
محلول متجانس مخلط من المواد
- The **solvent** is the dissolving agent of a solution المادة المذيبة
- The **solute** is the substance that is dissolved المادة المذابة
- An **aqueous solution** is one in which water is the solvent محلول يكون فيه الماء هو المادة المذيبة
- Water is a versatile solvent due to its polarity استخدام الماء كمادة مذيبة شائع لنظرا لقطبيته
- When an ionic compound is dissolved in water, each ion is surrounded by a sphere of water molecules called a **hydration shell**, negative ions are surrounded by partially positive water's hydrogen, while positive ions are surrounded by partially negative water's oxygen

عندما يذوب مركب أيوني في الماء ، يكون كل أيون محاطا بكرة من الماء جزيئات تسمى (hydration shell)، والأيونات السالبة محاطة بهيدروجين الماء الموجب جزئيا، بينما الأيونات الموجبة محاطة بأكسجين الماء السالب جزئيا



▪ Water can also dissolve compounds made of nonionic polar molecules (if they are polar) by formation of hydrogen bonds with them

يمكن للماء أيضا إذابة المركبات المصنوعة من جزيئات قطبية غير أيونية (إذا كانت قطبية) عن طريق تكوين روابط هيدروجينية معها

▪ Even large polar molecules such as proteins can dissolve in water if they have ionic and polar regions

▪ A **hydrophilic** substance is one that has an affinity for water محب للماء

▪ A **hydrophobic** substance is one that does not have an affinity for water كاره للماء

▪ Oil molecules are hydrophobic because they have relatively nonpolar bonds

▪ Hydrophobic molecules related to oils are the major ingredients of cell membranes

▪ Human lysozyme is a protein found in tears and saliva that has antibacterial action. This model shows the lysozyme molecule (purple) in an aqueous environment. Ionic and polar regions on the protein's surface attract the partially charged regions on water molecules.

Solute Concentration in Aqueous Solutions

▪ Most chemical reactions in organisms involve solutes dissolved in water

▪ When carrying out experiments, we use mass to calculate the number of solute molecules in an aqueous solution

▪ Molecular mass is the sum of all masses of all atoms in a molecule

▪ Numbers of molecules are usually measured in moles, where 1 mole (mol) = 6.02 × 1023molecules

▪ Avogadro's number and the unit dalton were defined such that 6.02 × 1023 daltons = 1 g

▪ Molarity (M) is the number of moles of solute per liter of solution

ASSIGMENT

Among the many threats to water quality posed by human activities is the burning of fossil fuels, which releases CO2 into the atmosphere. The resulting increase in atmospheric CO2 levels has caused global warming and other aspects of climate change. In addition, about 25% of human-generated CO2 is absorbed by the oceans. In spite of the huge volume of water in the oceans, scientists worry that the absorption of so much CO2 will harm marine ecosystems.

من بين العديد من التهديدات التي تشكلها الأنشطة البشرية على الماء، يعد احتراق الوقود واحدة من أخطرها، حيث يسبب احتراق الوقود الأحفوري إنتاج ثاني أكسيد الكربون بما سيزيد تركيزه في الغلاف الجوي مسببا الاحتباس الحراري وتغيرات مناخية أخرى، بالإضافة لذلك، فإن ربع كمية ثاني أكسيد الكربون المنتجة يتم امتصاصها من قبل المحيطات مما يضر بالنظام البحري البيئي

Recent data have shown that such fears are well founded. When CO2 dissolves in seawater, it reacts with water to form carbonic acid, which lowers ocean pH. This process, known as ocean acidification, alters the delicate balance of conditions for life in the oceans Based on measurements of CO2 levels in air bubbles trapped in ice over thousands of years, scientists calculate that the pH of the oceans is 0.1 pH unit lower now than at any time in the past 420,000 years. Recent studies predict that it will drop another 0.3–0.5 pH unit by the end of this century.

وقد أظهرت البيانات أن ذوبان ثانى أكسيد الكربون فى الماء يؤدي لتفاعله مع الماء وإنتاج حمض الكربونيك مما يزيد حموضة الماء، هذه العملية تسمى (ocean acidification) تغير توازن المحيطات حيث انخفضت درجة حموضة المحيطات حتى الوقت الحالي ما يقارب 0.1 درجه والتي تعتبر اعلى انخفاض وصلت له منذ اكثر من 42 الف سنة، واذا استمر الحال كما هو عليه حتى آخر هذا القرن فإنه من المتوقع أن يزيد الانخفاض إلى 0.3 إلى 0.5

As seawater acidifies, the extra hydrogen ions com bine with carbonate ions (CO3 2-) to form bicarbonate ions (HCO3-), thereby reducing the carbonate ion concentration (see Figure 3.12). Scientists predict that ocean acidification will cause the carbonate ion concentration to decrease by 40% by the year 2100. This is of great concern because carbonate ions are required for calcification, the production of calcium carbonate (CaCO3) by many marine organisms, including reef-building corals and animals that build shells.

تساهم الحموضة في تحويل أيون أحادي الكربونات إلى أيون ثنائي الكربونات، مما يقلل تركيز أيون أحادي الكربونات والذي يعتبر مهما للعديد من الكائنات في عملية التكلس اللازمة لصناعة الصدف والقشور