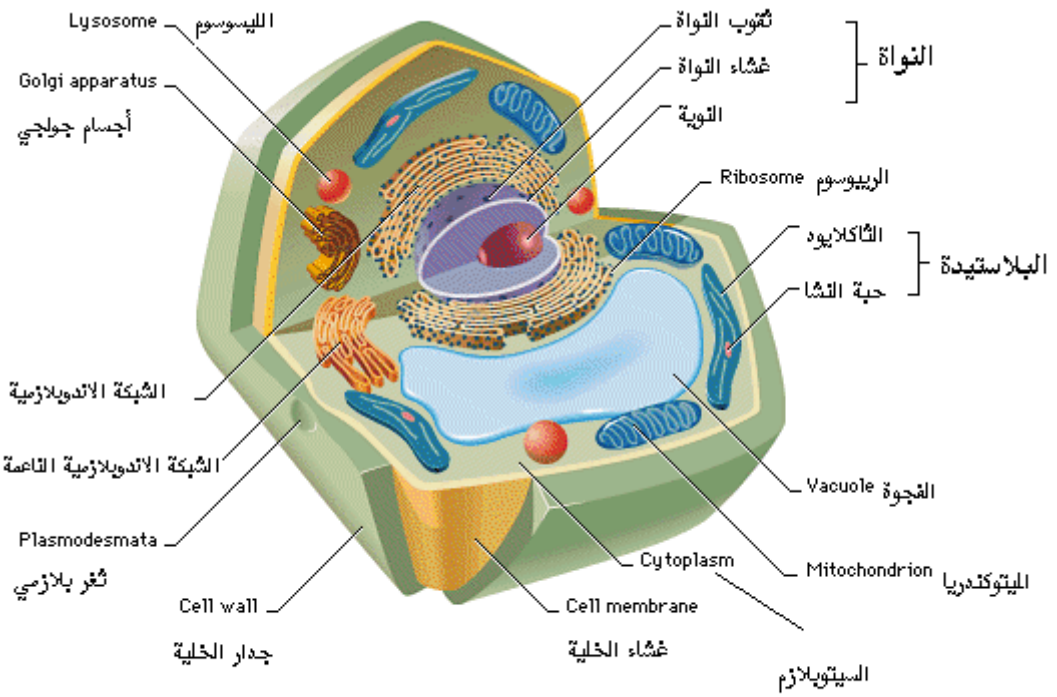
الكيمياء الحيوية Biochemistery

الكيمياء الحيوية هي دراسة المكونات الكيميائية للمادة الحية والتغيرات الكيميائية التي تحدث لها خلال عمليات الحياة المختلفة. ومن الممكن تعريف الكيمياء الحيوية بشكل أشمل بأنها تحليل كيميائي للظواهر البايولوجية.

تتميز الكيمياء الحيوية كعلم مستقل بحداثتها نسبيا وفي الحقيقة فأن اصطلاح الكيمياء الحيوية لم يظهر للوجود الا في سنة 1903 بواسطة الكيميائي الألماني كارل نيوبرغ Carl Neuberg ومع ذلك فقد ارتبطت الكثير من الظواهر البايوكيميائية ومنذ القدم بالكيمياء العضوية والفسلجة والبايولوجي والطب وقد تقدمت الدراسات التي أدت الى ظهور الكيمياء الحيوية كعلم له شأنه في الحياة اليومية من قبل العديد من العلماء البارزين ابتداء من القرن السابع عشر لتستقر الآن جنبا الى جنب مع العلوم الأخرى التي تهتم بالتطور العلمي في العالم.

الخلية النباتية Plant cell

يتكون جسم الكائن الحي من وحدة أو اكثر من الوحدات الدقيقة التي تعرف بالخلايا Cells ويسمى الكائن الحي وحيد الخلية اذا تكون من خلية واحدة وعديد الخلايا اذا تكون من اكثر من خلية واحدة.واول من اكتشف التركيب الخلوي للنبات هو الانكليزي روبرت هوك عام 1665.ولم يتطور التركيب التفصيلي للخلية الا بعد اختراع المجهر.ويمكن تعريف الخلية بانها وحدة البناء والوظيفة لجسم الكائن الحي. وهناك نوعان من الخلايا هما **الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells** والتي تمتاز بوجود النواة كما تمتاز بوجود الميتاكوندريا والبلاستيدات الخضراء والنوع الثاني يعرف **بالخلايا بدائية النواة Prokaryotic cells** والتي تكون أصغر من الأولى ولا تحتوي على نواة حقيقية.



شكل (1) تركيب الخلية النباتية

تتركب الخلية النباتية من جزئين رئيسيين هما

أولا- الجدار الخلوي The cell wall

ويؤدي الوظائف التالية :-

وظائف الجدار الخلوى:

1- تمثل الجدر الخلوية حدودا بين الخلايا ذات الوظائف المختلفة.

2- يحيط بالبروتوبلاست ويحميه ويحدد شكل الخلية واتساعها.

3- يتكون من الجدر الخلوية معا هيكلا مترابطا يحفظ الشكل العام للنبات وأعضائه.

4- قد تصل بعض الجدر الخلوية إلى أعلى درجات التخصص بحيث يصبح عليها وحدها القيام بوظيفة الخلية مثل الأوعية والقصيبات وهى الوحدات الناقلة للماء والألياف وهى التى تقوم بتدعيم جسم النبات وكلاهما عبارة عن جدر خلوية فقط.

5- تقوم جدر بعض الخلايا بدور هام فى عمليات مثل امتصاص الماء النتح وانتفاخ الثغور.

ويتركب الجدار الخلوي من :

1. الصفيحة الوسطى Middle lamella

تقع بين الجدر الابتدائية للخلايا المتجاورة وتمثل المادة البينية التى تربط معا الجدارين الابتدائيين المتجاورين ولهذا فإن إذابتها بالمواد الكيميائية يؤدى إلى تفكك خلايا الأنسجة. تتركب الصفيحة الوسطى بصفة أساسية من بكتات الكالسيوم والمغنسيوم وتظهر فى حالة غير متبلورة تحت المجهر الإلكترونى وواضحة نظراً لاختلاف موادها عن بقية أجزاء الجدار ولكن عندما تتلكنن فإنه يصعب التمييز بينها وبين أجزاء الجدار الأخرى وخاصة عندما تتلجنن هذه الأجزاء، وتسمى عندئذ بالصفيحة المركبة Compound middle lamella وتشمل الصفيحة الوسطى والجدار الابتدائي وجزء من الجدار الثانوي، وتوجد الصفائح المركبة في القصيبات والألياف

2. الجدار الابتدائى Primary wall

عبارة عن طبقة واحدة تتركب أساسا من السليلوز وتختلط به مقادير متفاوتة من أشباه السليولوز والمواد البكتينية ويختلف سمكه من خلية إلى أخرى حسب ترسب مادة السليولوز .الكثير من أنواع الخلايا يكون لها جدار ابتدائى فقط. و يوصف بأنه مرن. وترجع المرونة التى يتميز بها الجدار الابتدائى إلى احتوائه على كمية كبيرة من السليلوز غير المتبلور وإلى المسامات الشعرية الدقيقة التى تكون ممتلئة بالمركبات البكتينية المحبة للماء. وهو الجدار الأساسي والأول الذي يتكون أثناء نمو الخلية . إذا أخذ بعين الاعتبار أن الصفيحة الوسطى عبارة عن مواد بكتية وليست جداراً متميزاً .

3. الجدار الثانوي Secondary wall

يلى الجدار الابتدائى فى ترتيب الظهور حيث يقوم البروتوبلاست بترسيبه على السطح الداخلى، للجدار الابتدائى فى بعض أنواع الخلايا، عندما تصل الخلية لحجمها الكامل ويتحدد شكلها. الخلايا التى يتكون لها جدار ثانوى تكون وظيفتها أساسا التقوية والتدعيم ومن ثم فإنها تكون عادة خالية من البروتوبلاست. ورغم هذا فإن بعض الخلايا مثل بارنكيما الخشب هي خلايا حية رغم احتوائها على جدار ثانوي .

النقر Pits

أثناء تكون الجدر الخلوية لايتم ترسيب مواد الجدار بانتظام بل تترك مساحات محدودة منخفضة عن باقي سطح الجدار . بها عدة ثقوب دقيقة تمر خلالها في الخلايا الحية شرائط سايتوبلازمية تعرف بالروابط البلازمية Plasmodesmata تصل سايتوبلازم الخلايا المتجاورة . ومن أنواع النقر

1. حقول النقر الابتدائية Primary pit fields

تظهر حقول النقر الابتدائية أثناء تكون الجدار الابتدائي فوق الصفيحة الوسطى اذ ان تكون الجدار لايتم بنفس السمك في جميع أجزائه بل تترك مساحات رقيقة تعرف بحقول النقر الابتدائية ويطلق عليها البعض مبادئ النقر Primordial pits وتمر الروابط البلازمية من خلال حقول النقر الابتدائي وتوجد حقول النقر الابتدائية في الخلايا ذات الجدر الابتدائية مثل الخلايا البارنكيمية والانابيب المنخلية والخلايا المرافقة .

2 . النقر البسيطة Simple pits

أثناء تكون الجدار الثانوي فوق الجدار الابتدائي تترك مساحات صغيرة متناثرة بدون تغلظ تسمى النقر البسيطة التي تتكون عادتا في منطقة حقول النقر الابتدائية فتتكون نقرة أو أكثر فوق الحقل الواحدوغالبا ما يقابل كل نقرة في خلية نقلرة اخرى في الخلية المجاورة وتسمى النقرتان المتجاورتان باسم زوج النقر Pit pair ويعرف الجدار الفاصل بين كل نقرتين متجاورتين بغشاء النقرة pit membrane وقد تكون نقرة مقابل مسافة بينية وتسمى النقرة في هذه الحالة بالنقرة العمياء blind pit . وتوجد النقر البسيطة في خلايا البشرة المتغلظة والخلايا البارنكيمية المتغلظة والخلايا السكلرنكيمية وبعض الاوعية والقصيبات .

3 . النقر المضفوفة Bordered pits

تتميز النقر المضفوفة بحدوث تغلظ جزئي في منطقة النقرة وبأن الجدار الثانوي المتكون ينفصل عن الجدار الابتدائي ناميا فوق النقرة بشكل قبة تحيط بغشاء النقرة تاركا فتحة مركزية صغيرة تختلف في شكلها وتعرف بفتحة النقر Pit aperture ويعرف الفراغ الموجود بين غشاء النقرة والجدار الثانوي بتجويف النقرة Pit cavity وفي المخروطيات يحصل علاوة على ماسبق تغلظ غير منفذ للماء في شكل عدسة محدبة الوجهين في منتصف غشاء النقرة يسمى بالسرة torus وقطر السرة اكبر قليلا من قطر فتحة النقرة .

ثانيا- البروتوبلاست protoplast

أما البروتوبلاست فهو كتلة من مادة حية تعرف بالبروتوبلازم وتركيبها الكيميائي معقد غاية التعقيد ويمكن اعتبارها خليطا من البروتينات والمواد الدهنية والماء والاملاح وتدخل في تركيبها عناصر الكربون والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين والكبريت والفسفور.والبروتوبلازم مادة غروية معقدة لها قوام مثل زلال البيض وتحتوي عدد كبير من الحبيبات التي يمكن اعتبارها مواد غذائية او من نتائج التحول

الغذائي كما يظم البروتوبلاست مكونات غير بروتوبلازمية تتمثل بالفجوات العصارية ومواد غير حية مثل النشأ والدهون والبروتين والبلورات

المحتويات الحية للبروتوبلازم

1-الاغشية البلازمية Plasma membranes

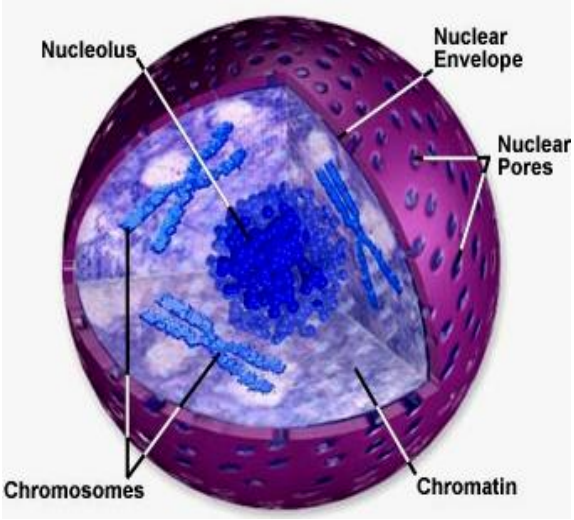
يغلف السايتوبلازم من الخرج بغشاء بلازمي خارجي يعرف ب Ectoplast كما يغلف من الداخل بغشاء بلازمي داخلي يعرف ب Tonoplast ويعتقد ان الغشاء البلازمي يتكون من بروتينات واشباه الدهون كما توجد اغشية بلازمية تغلف غالبية عضيات الخلية وتتميز جميعها بالنفاذية الانتخابية بمعنى انها تتميز بقدرتها على نفاذ ايونات المواد الذائبة بنسب متفاوته.

2.السايتوبلازم Cytoplasm

يملا السايتوبلازم جميع الفراغ الداخلي للخلايا المولدة ولكنه في الخلايا البالغة يكون طبقة رقيقة تبطن الجدار الخلوي من الداخل وتغلف فجوة مركزية ممتلئة بالعصير الخلوي.من خصائص السايتوبلازم الحي انه يتحرك في دوران مستمر داخل الخلية من نسبة كبيرة من الماء ويتركب ايضا من مواد كربوهيدراتية وبروتينيثة واحماض أمينية ودهون ومواد معدنية ويتاثر بالمواد الكيميائية السامة اذ تقتله املاح النحاس والزرنيخ واهم العناصر المعدنية الذائبة هي الكالسيوم والحديد والمغنسيوم والبوتاسيوم والزنك.

3-النواة Nucleus

تحتوي الخلية الحية على جسم كروي أو عديسي الشكل يعرف بالنواة وتكون منغمسة في السايتوبلازم وتتركب من الغشاء النووي والعصير النووي والكروموسومات كما تحتوي على نوية واحدة أو أكثر وتعد الكروموسومات بمثابة المكون الرئيسي للنواة كما تعد النواة بمثابة مستودع تحفظ فيه الكروموسومات وتأخذ شكل شبكة من خيوط دقيقة وتتركب كيميائيا من



شكل (2) تركيب النواة

بروتينات وبروتينات نووية والتي تتكون من الحامض النووي الذي يعرف ب DNA كما يوجد قليل من حامض نووي آخر يعرف ب RNA وتحمل الكروموسومات الجينات التي تتحكم في سائر ما تقوم به الخلية من عمليات حيوية وتظهر الكروموسومات بوضوح أثناء الانقسام الخلوي ويكون عدد الكروموسومات ثابتا ومميزا لكل نوع من أنواع النبات .

أما النوية فتكون عادتا كروية الشكل وتتكون بشكل كبير من البروتينات النووية الحاوية على الحامض النووي RNA وترجع أهميتها الى انها تقوم بدور هام في التحكم بتمثيل المواد البروتينية في الخلية وتحوي بعض أنواع الخلايا على أعداد مختلفة من النويات .

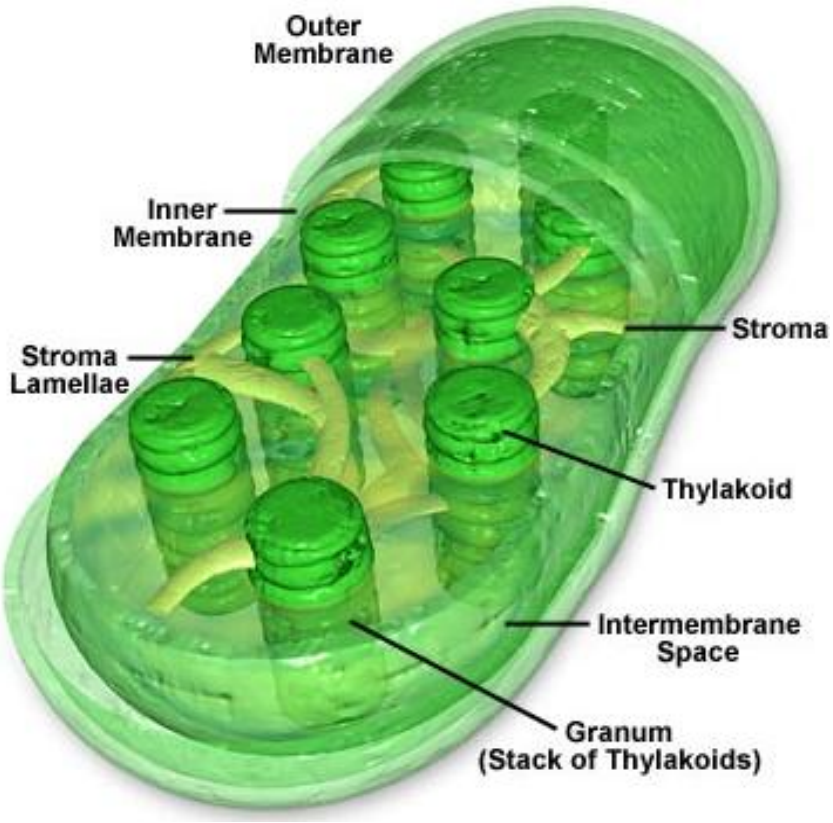
يفصل النواة عن السايتوبلازم المحيط بها غشاء نووي يتركب من بروتينات ومواد دهنية ويتحكم هذا الغشاء في مرور المواد بين السايتوبلازم والنواة .وتعتبر النواة بسبب وجود الجينات المركز الذي توجه منه العمليات الحيوية التي يتم تنفيذها في السايتوبلازم وتوجد صلة وثيقة بين النواة والسايتوبلازم اذ لايمكن لآحدهما ان يعيش بدون الآخر وتعد النواة أهم أجزاء الخلية لآنها تتحكم في الوظائف الحيوية للخلية لذلك فهي موجودة دائما في خلايا القمم النامية ذات النشاط المستمر .

4- البلاستيدات Plastids

هي أجسام بروتوبلازمية توجد منغمسة في السايتوبلازم وهي في النباتات الراقية صغيرة الحجم منتظمة الشكل تؤدي وظائف هامة وهناك ثلاثة أنواع من البلاستيدات

أ- البلاستيدات الخضر Chloroplast

توجد عادة في الخلايا الحية المعرضة للضوء بالأوراق والسيقان وهي مستودع الصبغة الخضراء المعروفة بالكلوروفيل والتي يعتمد عليها النبات للقيام بوظيفة البناء الضوئي . والبلاستيدات الخضر تكون عادة أكبر حجما وأكثر تعقيدا في الشكل في النباتات الأولية كالطحالب منها في النباتات الراقية ففي طحلب الكلاميدوموناس وهو طحلب أخضر وحيد الخلية توجد بلاستيدة واحدة كبيرة تشغل معظم فراغ الخلية وتتخذ شكل كأس مجوف تستقر النواة في تجويفه .أما في النباتات الراقية فالبلاستيدات صغيرة الحجم



شكل (3) تركيب البلاستيدات الخضراء

كثيرة العدد بسيطة الشكل تشبه عدسات محدبة الوجهين .تتمثل الصبغات التي تحتويها البلاستيدات الخضر بصبغات الكلوروفيل وهي على أنواع أهمها (كلوروفيل أ وكلوروفيل ب) وكذلك صبغة الزانثوفيل وصبغة الكاروتين . وقد أمكن باستخدام المجهر الألكتروني الكشف عن التراكيب الدقيقة للبلاستيدات الخضر فوجد ان كل بلاستيدة في النباتات الوعائية تتركب من غشاء مزدوج يحوي بداخله حبيبات دقيقة تعرف بالحشوة Stroma ويتركز الكلوروفيل داخل جسيمات تعرف بالكرانا Grana وهي اسطوانية الشكل ومرتبة في طبقات تعرف بالصفائح أو الأقراص وكل قرص منها مزدوج ومغلق من الطرفين .

2- البلاستيدات الملونة Chromoplast

وهي أجسام ذات أشكال مختلفة وتختلف ألوانه بين الأصفر والأحمر والبرتقالي ويعزى اللون أساسا الى صبغتي الزانثوفيل والكاروتين وتوجد البلاستيدات الملونة في جذور بعض النباتات كالجزر وبتلات بعض الأزهار .

3- البلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts

توجد في الأجزاء النباتية البعيدة عن الضوء كالأعضاء الأرضية ونخاع الساق فهي موجودة مثلا في الدرنات اذ تقوم بتحويل المواد السكرية الذائبة الى حبيبات نشوية غير قابلة للذوبان وصالحة للاختزان.ويبدأ تكون حبيبات النشأ الاختزاني داخل البلاستيدات عديمة اللون ثم تكبر هذه الحبيبات بالتدريج حتى تمتلئ بها البلاستيدات تماما ويتسع جدار البلاستيدة ليتلائم مع الزيادة في الحبيبات . البلاستيدات عديمة اللون صغيرة الحجم توجد منه بلاستيدات نشوية وبلاستيدات زيتية.

5- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

تتركب الشبكة الاندوبلازمية من أغشية مزدوجة يوجد بينها فراغ مما يجعلها تبدو شفافة تحت المجهر الالكتروني . وتكون هذه الاغشية كثيرة التشعب وتصل هذه الشبكة مابين الغشاء النووي وغيره من الاغشية المحيطة بالسايتوبلازم وهي تقوم بدور هام في بناء المواد البروتينية كما يساعد التجويف الذي يتخلل أغشيتها في نقل البروتينات المجهزة بين أجزاء الخلية خاصة من السايتوبلازم الى النواة والأغشية البلازمية وقد تكون الشبكة الاندوبلازمية ذات سطح أملس أو قد تحتوي على حبيبات دقيقة تعرف بالرايبوسومات .

6- الرايبوسومات Ribosomes

الرايبوسومات هي حبيبات دقيقة للغاية لايمكن رؤيتها الا بالمجهر الألكتروني وتوجد متصلة بالشبكة الاندوبلازمية ومبعثرة في السايتوبلازم وداخل بعض أعضاء الخلية لاسيما البلاستيدات والميتاكوندريا ولكنها لاتوجد في النواة . وتعد الرايبوسومات المراكز الرئيسية لبناء البروتينات بالخلية.

7- الميتاكوندريا Mitochondria

توجد في جميع الخلايا النباتية والحيوانية بوجه عام وتكون على هيئة عصا قصيرة أو خيوط دقيقة يتراوح طولها مابين 0.5 – 2 ميكرون وهي محاطة بغشاء بلازمي مزدوج ويكون الغشاء الخارجي أملس أما الداخلي يحوي على زوائد تعمل على زيادة مساحة السطح الداخلي للميتاكوندريا وتعد الميتاكوندريا من المراكز الهامة التي تتم فيها عملية التنفس .

8- أجسام كولجي Golgi apparatus

سميت نسبة الى مكتشفها وكان سابقا يعتقد وجودها في الخلية الحيوانية فقط الا انه باستخدام المجهر الالكتروني تمكن من مشاهدتها في الخلية النباتية ويعتقد ان وظيفتها ترتبط بافرازات الخلية اذ ترتبط بتكوين الهرمونات والانزيمات في الخلية الحيوانية وتقوم بتكوين جزيئات المواد المعقدة في بعض الخلايا النباتية مثل تكوين بكتات الكالسيوم التي تفرزها خلايا قلنسوة الجذر .

الماء Water

تبدأ دراسة الكيمياء الحيوية بدراسة الماء وخواصه وذلك للاعتبارات التالية:-

1- يشكل الماء أعلى نسبة من المكونات الكيميائية للكائنات الحية وتتراوح هذه النسبة بين 60-95 % من الوزن الكلي للخلايا والأنسجة المختلفة.

2-يؤلف الماء الطور المستمر للكائنات الحية اذ يتخلل كل أجزاء الخلية الحية وكل نسيج فيها .

3- ان خواص الماء وكذلك نواتج تأينه التي تشمل أيونات الهيدروجين والهيدروكسيل تؤثر تأثيرا كبيرا في خواص مكونات الخلية كالانزيمات والبروتينات والأحماض النووية والدهون .

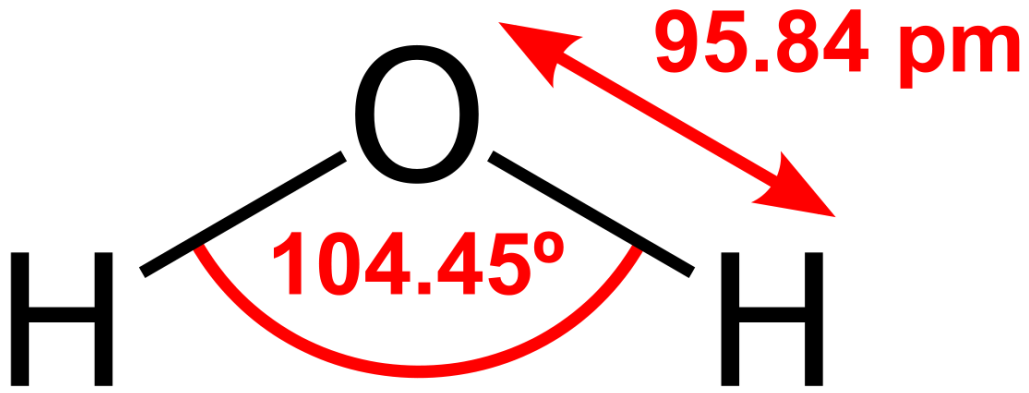
الخواص الفيزيائية للماء Physical properties of water

للماء درجات عالية من الغليان والذوبان وكذلك حرارة التبخر مقارنة ببقية السوائل الاعتيادية الاخرى كما موضح في الجدول التالي :-

المادة	حرارة التبخر (سعرة.غم$^{-1}$)
الماء	540
الميثانول	263
الأيثانول	204
البروبانول	164
الأسيتون	125
البنزين	94
الكلوروفورم	59

حرارة التبخر : هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1 غم من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، و تكون هذه الحرارة عالية في الماء، مقارنة بالوسائل الأخرى و الجدول السابق يوضح ذ الك تشير هذه الخواص الى وجود قوى جذب قوية تربط جزيأت الماء المتجاورة والتي تعطيها درجة عالية من التماسك الداخلي· وبالرجوع الى الجدول نلاحظ ان درجة حرارة تبخر الماء أكبر من ضعف درجة حرارة تبخر بقية السوائل وهذا يعطينا مؤشر لمقدار الطاقة التي يجب ان تتوفر للتغلب على قوى التماسك بين جزيئات الماء المتجاورة قبل ان تتحول الى الحالة الغازية · والسؤال الذي يطرح نفسه لماذا يظهر الماء هذه الجاذبية القوية لجزيئاته

ان الجواب على هذا السؤال يكمن في تركيب جزيئة الماء ذاتها اذ تشارك كل من ذرتي الهيدروجين في جزيئة الماء بزوج من الالكترونات مع ذرة الأوكسجين ويكون الشكل الهندسي لهذه المشاركة على شكل حرف V

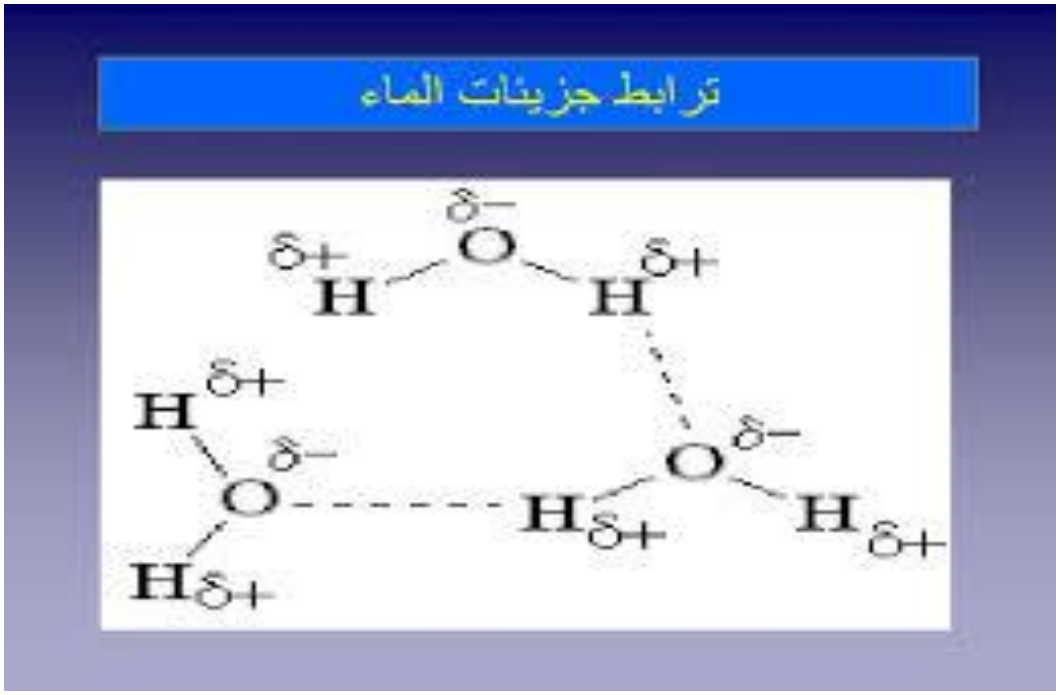


ان الميل القوي الذي تظهره ذرة الأوكسجين لسحب الالكترونات يؤدي الى شحنها بشحنة موضعية سالبة في قمة الحرف V مما يؤدي الى شحن ذرات الهيدروجين بشحنة موضعية موجبه · وبالرغم من ان جزيئات الماء متعادلة الشحنة كهربائيا (عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة) الا ان شحناتها الموجبة والسالبة تكون متباعدة عن بعضها البعض مما يؤدي الى ان تكون جزيئة الماء ثنائية الأقطاب كهربائيا electrical dipole وهذه هي الحقيقة المسؤولة الى حد كبير عن قوى التجاذب الموجودة بين جزيئات الماء ·اضافة الى ذلك فان هنالك تجاذب ستاتيكي كهربائي قوي بين الشحنة

الموضعية السالبة لذرة الاوكسجين لجزيئة ماء وبين الشحنة الموضعية الموجبة لذرة هيدروجين عائدة لجزيئة ماء مجاورة ويطلق على هذا النوع من التجاذب بالآصرة الهيدروجينية hydrogen bond ·

وبسبب ترتيب الالكترونات حول ذرة الاوكسجين بشكل رباعي الجوانب tetrahedral عليه من الناحية النظرية ترتبط كل جزيئة ماء بأربعة أواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء المجاورة ·وفي الماء السائل الذي يكون على درجة حرارة الغرفة الاعتيادية فمن المعتقد ان كل جزيئة ماء ترتبط ب 3.4 جزيئات ماء بواسطة الأواصر الهيدروجينية · أما في الثلج فأن كل جزيئة ماء ترتبط بواسطة الأواصر الهيدروجينية بأربعة جزيئات ماء لتعطي تركيبا صلبا نوعا ما يدعى التركيب الشبكي lattice structure

وعلى العكس مما نجد في جزيئة الماء فانه لاتوجد قوى جذب بين جزيئات السوائل الاخرى لذلك تكون الطاقة الضرورية لفصل جزيئات البنزين عن بعضها البعض قليلة



صفات الاواصر الهيدروجينية properties of hydrogen bonds

تعد الأواصر الهيدروجينية ضعيفة جدا مقارنة مع الأواصر التساهمية covalent bonds حيث تقدر طاقة الاواصر الهيدروجينية الموجودة في مول واحد من الماء ب 4.5 كيلوسعرة ·مول $^{-1}$ مقارنة ب 110 كيلوسعرة ·مول $^{-1}$ لاصرة زوج الالكترونات H–O الموجودة في جزيئة الماء والمقصود بطاقة الاصرة هي القوة الازمة لكسر الاصرة وبالرغم من ذلك فان للاواصر الهيدروجينية قوة كافية لتعطي الماء تماسكه الداخلي علما ان نصف عمر الاصرة الهيدروجينية يقدر باقل من جزء من المليون من الثانية اذ تتكون وتتكسر الاواصر الهيدروجينية بهذا الوقت القصير· ولهذا السبب نجد ان الماء سائل غير لزج ·

الخواص المذيبة للماء Solvent properties of water

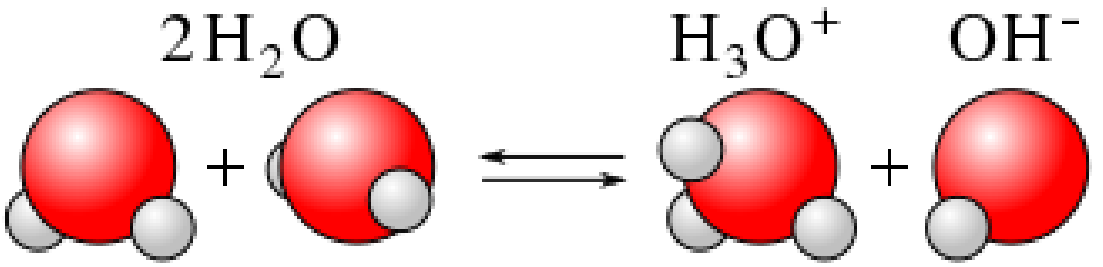
للماء خواص مذيبة تفوق معظم السوائل الأخرى ويعزى سبب ذلك اساسا الى طبيعته القطبية الثنائية اذ تذوب في الماء معظم الأملاح المتبلورة بسهولة لكنها قد تكون عديمة الذوبان في السوائل اللاقطبية كالبنزين والكلوروفورم ومن المعلوم ان تماسك التركيب الشبكي لكلوريد الصوديوم هو نتيجة الجذب الستاتيكي الكهربائي القوي جدا بين الآيونات المتناوبة السالبة والموجبة وعند اذابة هذه البلورات يجب الاستعانة بكمية كافية من الطاقة لفصل هذه الأيونات عن بعضها البعض ·ان عملية اذابة بلورات كلوريد الصوديوم بالماء هو المحصلة النهائية للجذب بين الأقطاب الثنائية للماء وايونات الصوديوم والكلور وينتج عن ذلك ايونات صوديوم وايونات كلور ممزوجة بالماء وثابتة جدا وهذه الثباتية على درجة تفوق قابلية ايونات الصوديوم وايونات الكلور لجذب بعضهما البعض مرة اخرى · يذيب الماء الكثير من المركبات العضوية البسيطة والتي تحتوي على مجاميع الكاربوكسيل والمجاميع الأمينية والتي تتأين وتتفاعل مع الماء ·

ويذيب الماء بسهولة صنف اخر من المواد العضوية والتي تحتوي على مجموعة وظيفية قطبية مثل السكريات والكحولات البسيطة والالديهايدات والكيتونات · ان سبب ذوبان هذه المركبات في الماء يعود الى ميل جزيئات الماء لتكوين أواصر هيدروجينية مع المجاميع الوظيفية القطبية الموجودة في هذه المركبات مثل مجاميع الهيدروكسيل الموجودة في السكريات والكحولات ومجموعة الكاربونيل في

الألديهايدات والكيتونات·ويوجد صنف ثالث من المواد التي تتشتت dispersed بالماء والتي تسمى بالمركبات الأمفياباثيكية amphiapathic compounds والمحتوية على مجاميع محبة للماء hydrophilic groups ومجاميع اخرى كارهة للماء hydrophobic groups مثال ذلك هو ملح الصوديوم لحامض الأوليك وهو أحد أنواع الصابون ·

تأين الماء water ionization

يعد الماء سائل قليل التأين · ومن المعروف ان الآصرة بين الهيدروجين والأوكسجين في جزيئة الماء هي آصرة تساهمية غير أيونية covalent bond وبأمكان ذرة الهيدروجين في جزيئة الماء ان تغادر ذرة الأوكسجين لترتبط بذرة الأوكسجين لجزيئة ماء مجاورة لتكون أيون الهيدرونيوم Hydronium ion (H_3O^+) وأيون الهيدروكسيل OH^- كما في التفاعل التالي



يتأين الماء كالآتي

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

وكما نلاحظ فان التفاعل عكسي وبالامكان حساب ثابت التعادل لاي تفاعل كيمياوي اذا عرفت تراكيز المواد الداخلة والخارجة من التفاعل فلو اخذنا التفاعل العام

$A+B \rightleftharpoons C + D$

بالامكان اشتقاق ثابت التعادل بالاستفادة من قانون فعل الكتلة فلو فرضنا ان سرعة التفاعل من اليسار الى اليمين كانت V1 وهي تتناسب مع التراكيز الفعالة للمواد الداخلة في التفاعل

$V1=K1\ (A)(B)$

حيث K1 عبارة عن ثابت وتشير الاقواس الى التراكيز الفعالة وكذلك فان سرعة التفاعل من اليمين الى اليسار V2

V2=K2 (C)(D)

ويمثل K2 ثابت ولما كانت نقطة التعادل تعرف بأنها النقطة التي لا تحدث عندها تغيرات في التركيز وان سرعة التفاعل في الاتجاهين تكون متساوية عليه فان

K1 (A)(B)= K2 (C)(D)

$$\frac{k1}{k2} = \frac{(C)(D)}{(A)(B)}$$

وبالاستعاضة عن k1 و k2 بثابت جديد يطلق عليه ثابت التعادل equilibrium constant ويختصر Keq

$$Keq = \frac{(C)(D)}{(A)(B)}$$

ان اصطلاح التركيز الفعال effective concentration تشير الى التراكيز الحقيقية للمواد الداخلة في التفاعل والتي تكون عادة اقل من تركيز مول واحد ويستعمل في الكيمياء الحيوية اصطلاح تراكيز مولية بدلا من تراكيز فعالة في حساب ثابت التفاعل عليه

$$A+B \rightleftharpoons C + D$$

$$Keq = \frac{[C]\ [D]}{[A]\ [B]}$$

حيث تشير الاقواس الى التراكيز المولية وان ثابت التعادل يحسب على اساس التراكيز المولية

وبالرجوع الى معادلة تاين الماء

$$H2O \rightleftharpoons H+ + OH-$$

$$Keq = \frac{[H+]\ [OH-]}{[\ H2O\ ]}$$

لقد وجد ان Keq على درجة حرارة 25 يساوي 1.8×10^{-16} وبما ان عدد الاوزان الجزيئية الموجود في لتر واحد من الماء يساوي 55.5مول

$$(1.8\times10^{-16}) (55.5) = [H+]\ [OH-]$$

$$1.01\times 10^{-14} =$$

$$Kw=1.01\times10^{-14}$$

عبارة عن ناتج تاين الماء وفي الماء تكون تراكيز ايون الهيدروجين وايون الهيدروكسيل متساوية وقيمة كل واحد عبارة عن 1.00×10^{-7} مول

$$Kw=1\times10^{-14} = [1\times10^{-7}]\ [1\times10^{-7}]$$

ولحساب تركيز ايونات الهيدروكسيل في محلول 0.01 مول من حامض الهيدروكلوريك والذي يتأين كليا

$$1\times10^{-14} = [OH-] \times 0.01$$

$$[OH-] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-2}} = 1\times10^{-12}$$

مقياس الأس الهيدروجيني

يعرف الأس الهيدروجيني بأنه اللوغارتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين

$$\mathbf{pH= \log \frac{1}{[H+]} = -\log [H+]}$$

وفي محلول متعادل على درجة حرارة 25 مئوية يكون تركيز ايونات الهيدروجين 7-10 X 1 لذلك

$$\mathbf{pH= \log \frac{1}{1\times10^{-7}}}$$

$$\mathbf{pH=-\log}\ [1\times10^{-7}]$$

$$\mathbf{pH=}\ 7$$

وبالرجوع الى المعاملة 1×10^{-14}= [OH–] [+H] وبأخذ اللوغارتم السالب لكل طرف تتضح العلاقة بين pH و pOH وهي

$$pH + pOH = 14$$