

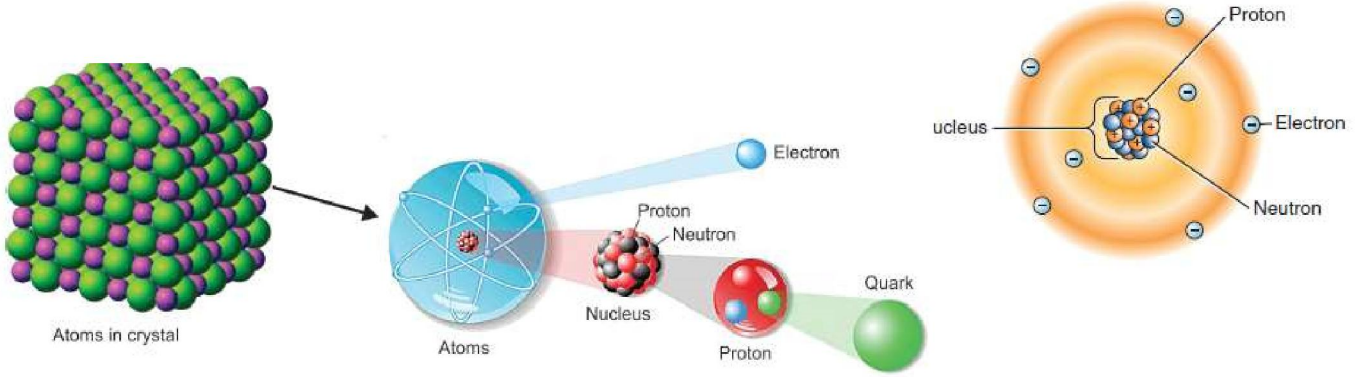


بنية المادة ومبادئ الالتصاق

Structure of Matter and Principles of Adhesion

We know that an atom consists of a nucleus surrounded by a cloud of negatively charged electrons, as depicted in the electron cloud model of an atom (Figure 1).

نحن نعلم أن الذرة مؤلفة من نواة محاطة بسحابة من الإلكترونات المشحونة سلباً كما يظهر في نموذج السحابة الإلكترونية للذرة في (الشكل 1).



الشكل 1: نموذج سحابة الإلكترون للذرة. تحتل النيوترونات والبروتونات جزءاً مركزياً كثيفاً يدعى النواة. يظهر تشكل السحابة الإلكترونية أثر الإلكترونات أثناء تحركها حول النواة.

Except for the hydrogen atom, where there are no neutrons, the nucleus contains a mix of positively charged protons and electrically neutral neutrons.

The electrons of an atom exist in different clouds at the various energy levels. An atom becomes a negative ion when it gains electron(s) or a positive ion when it loses electron(s).

باستثناء ذرة الهيدروجين (حيث لا يوجد نوترونات)؛ تحتوي النواة مزيجاً من البروتونات المشحونة سلباً والنيوترونات المتعادلة كهربائياً.

توجد الإلكترونات الذرة بسحابات مختلفة في مستويات طاقة متنوعة، وتتحول الذرة إلى شاردة سلبية عندما تكسب إلكترون في حين تتحول لشاردة موجبة عندما تخسر إلكترون.

Interatomic bonds

The electronic structure of an atom is relatively stable if it has eight electrons in its outer valence shell, as noble gases do, except for helium, which has only two electrons.

Other atoms must lose, acquire, or share electrons with yet other atoms to achieve a stable configuration—that is, eight electrons in the outer shell.

These processes produce **strong or primary bonds** between atoms. The bonding of atoms within a molecule also creates new but much weaker forces holding the molecules together. These are often called **secondary bonds**.

الروابط بين الذرية

تكون البنية الإلكترونية للذرة مستقرة نسبياً في حال كانت تمتلك ثمانية ذرات في هيكلها الخارجي التكافؤي، كما هو الحال بالنسبة للغازات النبيلة باستثناء الهيليوم الذي يحوي إلكترونين فقط.

يجب أن تفقد الذرات الأخرى إلكترونات أو تكتسبها أو تشاركها مع الذرات الأخرى من أجل تحقيق تركيب مستقر (ثمانية إلكترونات في الطبقة الخارجية).

تنتج هذه العمليات **روابط قوية أو أولية** بين الذرات، كما يؤدي ارتباط الذرات بين الجزيئات إلى خلق قوى جديدة ولكنها أكثر ضعفاً تربط الجزيئات مع بعضها، تدعى هذه الروابط **بالروابط الثانوية**.

PRIMARY BONDS

The formation of primary bonds depends on the atomic structures and their tendency to assume a stable configuration.

The strength of these bonds and their ability to reform after breakage determine the physical properties of a material.

Primary atomic bonds (Figure 2), also called **chemical bonds**, may be of three different types:

- (1) ionic,
- (2) covalent,
- (3) metallic.

Ionic Bonds

The classic example of ionic bonding is the bond between the Na^+ and Cl^- of sodium chloride (Figure 2-2, A).

Because the sodium atom contains one valence electron in its outer shell and the chlorine atom has seven electrons in its outer shell, the transfer of the sodium valence electron to the chlorine atom results in the stable compound Na^+Cl^- .

In dentistry, ionic bonding exists in some dental materials, such as in gypsum structures and phosphate-based cements.

الروابط الأولية

يعتمد تشكل الروابط الأولية على البنى الذرية وميلها لتشكيل تركيب مستقر.

إن قوة هذه الروابط وقدرتها على إعادة التشكل بعد الانكسار يحدد الخصائص الفيزيائية للمادة.

تدعى الروابط الأولية (الشكل 2) بالروابط الكيميائية ويمكن أن تكون على شكل ثلاثة أنواع:

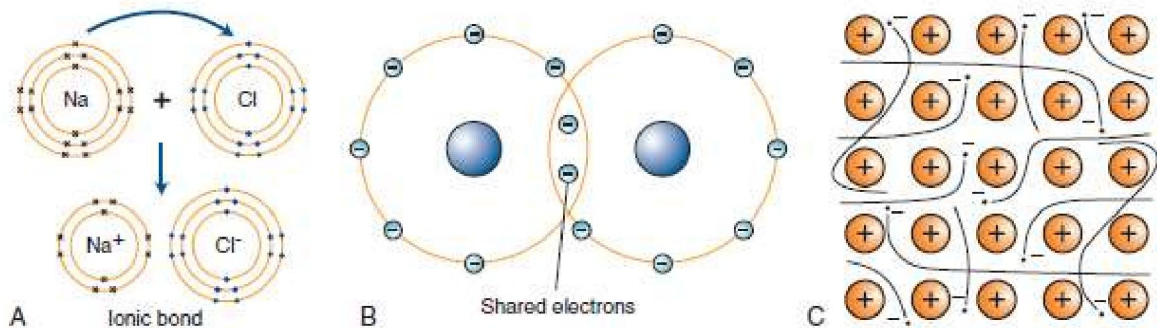
- (1) شاردية
- (2) تكافؤية
- (3) معدنية

الروابط الشاردية

المثال التقليدي على الرابطة الشاردية هو الارتباط بين ذرة صوديوم وذرة كلور في كلور الصوديوم (الشكل 2 A).

بما أن ذرة الصوديوم تحتوي على إلكترون تكافؤ واحد في طبقتها الخارجية وذرة الكلور تمتلك سبع إلكترونات في طبقتها الخارجية؛ ينتقل الإلكترون التكافؤ في ذرة الصوديوم إلى ذرة الكلور وينتج مركب مستقر هو كلور الصوديوم.

توجد الروابط الشاردية في طب الأسنان في بعض المواد مثل: المركبات الجبسية والمواد ذات الأساس الفوسفاتي.



الشكل 2: الروابط الأولية. A: الرابطة الشاردية التي تتميز بانتقال إلكترون من عنصر NA إلى آخر CL. B: الرابطة الكافؤية التي تتميز بمشاركة الإلكترونات واتجاهات الرابطة الدقيقة. C: الرابطة المعدنية التي تتميز بمشاركة الإلكترون وتشكل سحابة إلكترونات ترتبط مع النواة المشحونة إيجابياً في الشبكة

Covalent Bonds

In many chemical compounds, two valence electrons are shared by adjacent atoms (Figure 2-2, B).

By virtue of sharing electrons, the two atoms are held together by covalent bonds to form a molecule that is sufficiently stable, and electrically neutral in a definite arrangement.

The hydrogen molecule, H₂, exemplifies covalent bonding. The single valence electron in each hydrogen atom is shared with that of the other combining atom, and the valence shells become stable.

Covalent bonding occurs in many organic compounds, such as in dental resins, where they link to form the backbone structure of hydrocarbon chains.

Metallic Bonds

The outer shell valence electrons can be removed easily from metallic atoms and form positive ions.

The free valence electrons can move about in the metal space lattice to form what is sometimes described as an electron "cloud" or "gas."

The electrostatic attraction between the electron cloud and the positive ions in the lattice provides the force that bonds the metal atoms together as a solid.

The free electrons give the metal its characteristically high thermal and electrical conductivity. These electrons absorb light energy, so that all metals are opaque to transmitted light. The metallic bonds are also responsible for the ability of metals to deform plastically. The free electrons can move through the lattice, whereas their plastic deformability is associated with slip along crystal planes. During slip deformation, electrons easily regroup to retain the cohesive nature of the metal.

الروابط التكافؤية

تتشارك الذرات المتجاورة بالكترونين في العديد من المركبات الكيميائية (الشكل 2، B).

من خلال مشاركة الالكترونات ترتبط الذرات معاً بروابط تكافؤية لتشكل جزيئاً يكون مستقراً بدرجة كافية ومتعادل الكترونياً بارتصاف محدد.

يمثل جزيء الهيدروجين H₂ مثلاً على الرابطة التكافؤية، حيث يتشارك الالكترون التكافؤي الوحيد في ذرة الهيدروجين مع مثيله في ذرة هيدروجين أخرى مساهمة وتصبح الطبقة التكافؤية مستقرة.

تحدث الروابط التكافؤية في العديد من المركبات العضوية مثل: الراتجات السنية التي ترتبط لتشكل البنية الأساسية للسلاسل الهيدروكربونية.

الروابط المعدنية

يمكن أن تتم إزاحة الكترونات الطبقة التكافؤية بسهولة من قبل ذرات معدنية وتتشكل شوارد موجبة.

الالكترونات التكافؤية الحرة يمكن أن تتحرك في الفراغ المعدني للشبكة لتشكل ما يسمى في بعض الأحيان "الغاز" أو "السحابة" الالكترونية.

يؤمن الانجذاب الكهربائي الساكن بين السحابة الالكترونية والشوارد الموجبة في الشبكة القوى التي تربط الشوارد المعدنية مع بعضها كمادة صلبة.

إن الالكترونات الحرة تمنح المعدن ناقلية الحرارة والكهربائية العالية المميزة، وهذه الالكترونات تمتص الضوء ولذلك تكون المعادن مانعة لانتقال الضوء، كما أن الروابط المعدنية مسؤولة أيضاً عن تشوه المعادن بمرونة فهذه الالكترونات قادرة على التحرك ضمن الشبكة حيث أن قابليتها للتشوه المرن ترتبط بالانزلاق على طول المستويات البلورية فخلال هذه الانزلاق يمكن أن تعيد هذه الالكترونات تجميع نفسها لتقاوم طبيعة المعدن المتماصة.

Combination of Primary Bonds

Although we can describe the three primary bonds separately, it is also possible to find more than one type of primary bond existing in one material.

SECONDARY BONDS

In contrast with primary bonds, secondary bonds do not share electrons. Instead, charge variations among atomic groups of the molecule induce dipole forces that attract adjacent molecules or parts of a large molecule.

1. van der Waals Forces

They differ from covalent and ionic bonding in that they are caused by correlations in the fluctuating polarizations (dipole) of nearby particles.

They are defined as weak, short-range electrostatic attractive forces between uncharged molecules, arising from the interaction of permanent or transient electric dipole moments.

Dipole van der Waals Forces are due to the formation of dipole. A dipole is formed when electrons shift to one side of the atoms or molecules resulting in the formation of a negative polarity on the side and on the other half a positive polarity. This attracts other similar dipoles.

There are three kinds of van der Waals forces:

1. Keesom force (between two permanent dipoles),
2. Debye force (between a permanent dipole and an induced dipole)
3. London dispersion force (between two instantaneously induced dipoles).

Van der Waals forces are relatively weak compared to covalent bonds, but play a fundamental role in fields as diverse as supramolecular chemistry, structural biology, polymer science, nanotechnology, surface science, and condensed matter physics.

Van der Waals forces define many properties of organic compounds.

المشاركة بين الروابط الأولية

على الرغم من أننا نستطيع أن نصف الروابط الثلاث الأولية بشكل منفصل، إلا أنه من الممكن أن نجد أكثر من نوع من الروابط الأولية ضمن مادة واحدة.

الرابط الثانوية

على العكس من الروابط الأولية؛ لا تقوم الروابط الثانوية على مشاركة الإلكترونات، بل إن الاختلاف في الشحنات بين المجموعات الذرية للجزيء يحرض قوى ثنائية القطب تجذب الجزيئات المجاورة أو أجزاء من جزيئات ضخمة.

1. قوى فاندرفالس

تختلف عن الروابط التكافؤية والشاردية بأنها تنتج عن ارتباطات في الاستقطاب المتذبذب (ثنائي القطب) للجزيئات المتقابلة.

تعرف بأنها قوى جذب كهربائي ساكن قصيرة المدى وضعيفة بين الجزيئات غير المشحونة، تنتج عن تفاعل عزوم كهربائية ثنائية القطب دائمة أو عابرة.

تنتج قوى فاندرفالس ثنائية القطب عن تشكل استقطاب ثنائي، يحدث عندما تميل الإلكترونات إلى جانب من الذرة أو الجزيء، مما يؤدي إلى تشكل قطبية سلبية على هذا الجانب، وقطبية إيجابية على الجانب الآخر، الأمر الذي يسبب انجذاب ثنائيات القطب الأخرى.

توجد ثلاثة أنواع من قوى فاندرفالس:

1. قوى Keesom (بين ثنائيي قطب دائمين).
2. قوى Debye (بين ثنائيي قطب دائمين وثنائي قطب محرض).
3. قوى لندن London (بين ثنائيي قطب محرضين مترامين).

قوى فاندرفالس ضعيفة نسبياً مقارنة بالقوى التكافؤية، إلا أنها تلعب دوراً أساسياً في مجالات متنوعة كالكيمياء، البيولوجيا البنيوية، علم عديدات التماثر، تقنية النانو، علم السطح، وفيزياء المادة المكثفة.

تحدد قوى فاندرفالس العديد من خصائص المركبات العضوية.

2. Hydrogen Bond

The hydrogen bond is a special case of dipole attraction of polar compounds. It can be understood by studying a water molecule (Figure 3). Attached to the oxygen atom are two hydrogen atoms. These bonds are covalent.

As a consequence, the protons of the hydrogen atoms pointing away from the oxygen atom are not shielded efficiently by the electrons. They become positively charged.

On the opposite side of the water molecule, the electrons that fill the outer shell of the oxygen provide a negative charge. The positive hydrogen nucleus is attracted to the unshared electrons of neighboring water molecules. This type of bond is called a hydrogen bridge.

Polarity of this nature is important in accounting for the intermolecular reactions in many organic compounds—for example, the sorption of water by synthetic dental resins.

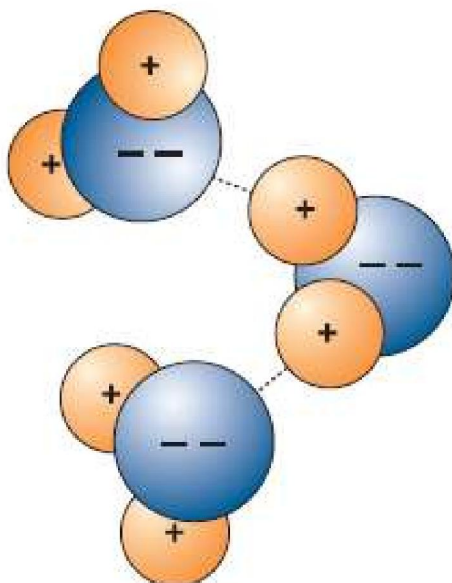
1. الرابطة الهيدروجينية

عبارة عن حالة خاصة من الانجذاب ثنائي القطب في المركبات القطبية يمكن فهمها من خلال دراسة جزيء الماء (الشكل 3)، حيث ترتبط ذرتان من الهيدروجين مع ذرة أوكسجين بروابط تكافؤية.

بالتالي البروتونات في ذرات الهيدروجين البعيدة عن ذرة الأوكسجين لا تكون محمية من الالكترونات بشكل كافٍ، وتصبح ذات شحنة إيجابية.

بالمقابل تؤمن الالكترونات الموجودة على الجانب الآخر من جزيء الماء شحنة سالبة وبالتالي تتجذب نواة الهيدروجين الموجبة إلى الالكترونات غير التشاركية لجزيئات الماء المجاورة

طبيعة هذه القطبية مهمة في تفسير التفاعلات بين الجزيئية في العديد من المركبات العضوية مثل امتصاص الماء من قبل الراتنجات السنية الصناعية.



الشكل 3: الرابطة الهيدروجينية

CRYSTAL STRUCTURE

البنية البلورية

Space lattice or crystal can be defined as any arrangement of atoms in space such that every atom is situated similar to every atom.

Space lattice may be the result of primary or secondary bonds.

There are 14 possible lattice type forms, but many of the metals used in dentistry belong to the cubic system.

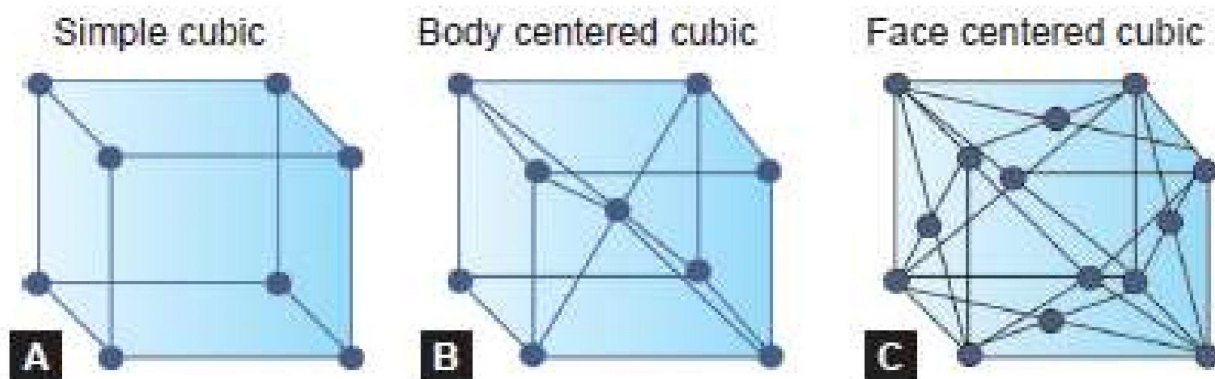
The simplest cubic space lattice is shown in Fig. 4. The solid circles represent the position of the atoms. Their positions are located at the points of intersection of three sets of parallel planes, each set being perpendicular to other planes. These planes are often referred to as crystal planes.

يمكن أن يعرف الفراغ الشبكي أو البلوري بأنه أي ارتصاف للذرات بحيث تكون كل ذرة متوضعة بشكل مماثل للذرة الأخرى.

قد يكون الفراغ الذري ناتجاً عن روابط أولية أو ثانوية.

توجد أربعة أشكال فراغية محتملة، إلا أن العديد من المعادن المستخدمة في طب الأسنان تنتمي إلى الشكل المكعبي.

يظهر الشكل 4 الفراغ الشبكي المكعبي الأبسط، حيث تمثل الدوائر الصلبة موقع الذرات، وتكون هذه المواقع متوضعة عند نقاط تقاطع مجموعة من المستويات المتوازية، بحيث تكون كل مجموعة عمودية على المستويات الأخرى، وتدعى هذه المستويات أحياناً بالمستويات البلورية.



Figures 4: A to C Crystal structure

الشكل 4: A-C البنية البلورية

Noncrystalline structure

البنية اللابلورية

In a crystalline structure, the arrangement of atoms in the lattice is orderly and follows a particular pattern.

In noncrystalline structures or amorphous structures, e.g. waxes, the arrangement of atoms in the lattice is disorderly and distributed at random.

There is, however, a tendency for the arrangement of atoms or molecules to be regular, for example, glass is considered to be a noncrystalline solid, yet its atoms bind to form a short-range order rather than long range order lattice.

في البنية البلورية؛ يكون ارتصاف الذرات في الشبكة منظماً ويتبع نموذجاً محدداً.

في البنى اللابلورية أو غير المتبلورة (مثل الشموع؛ يكون ارتصاف الذرات في الشبكة غير منظم وتوزع عشوائياً.

على كل حال يوجد ميل لحدوث ارتصاف ذري أو جزيئي منتظم، فعلى سبيل المثال يعتبر الزجاج جسماً صلباً غير متبلور، إلا أن ذراته ترتبط لتشكل ترتيباً شبكياً قصير المدى بدلاً من ترتيب طويل المدى.

In other words, the ordered arrangement of glass is localized with large number of disordered units between the ordered units. Since such an arrangement is also typical of liquids, such solids are, sometimes, called supercooled liquids.

STRESS AND STRAIN

The distance between two atoms is known as interatomic distance. This interatomic distance depends upon the electrostatic fields of the electrons.

If the atoms come too close to each other, they are repelled from each other by their electron's charges.

On the other hand, forces of attraction keep them from separating. Thus, the atoms are kept together at a position where these forces of repulsion and attraction become equal in magnitude (but opposite in direction). This is the normal equilibrium position of the atoms.

The normal position of the atoms can be changed by application of mechanical force. For example, the interatomic distance can be increased by a force pulling them apart. If the displacing force is measured across a given area it is known as a stress and the change in dimension is called a strain.

In simple words, stress is the force applied and strain is the resulting change in shape.

Theoretically, a stress and a strain exist whenever the interatomic distance is changed from the equilibrium position.

If the stress pulling the atoms apart exceeds the resultant force of attraction, the atoms may separate completely, and the bonds holding them together are broken.

Strain can also occur under compression. However, in this case, the strain produced is limited because when the atoms come closer than their normal interatomic distance, a sudden increase in energy is seen.

بعبارة أخرى: يتوضع الارتصاف المنتظم للزجاج مع عدد كبير من الوحدات غير المنظمة بين الوحدات المنظمة، وبما أن مثل هذا الارتصاف نموذجي بين السوائل، كالمواد الصلبة، فإنها أحياناً تسمى السوائل عالية التبريد.

الجهد والإجهاد

تعرف المسافة بين ذرتين بالمسافة بين الذرية، وتعتمد هذه المسافة على الحقول الكهربائية الساكنة للالكترونات.

فإذا اقتربت الذرات بشكل كبير من بعضها البعض، فإنها تتنافر نتيجة شحنات الكترونها.

من ناحية أخرى؛ تمنع قوى الجذب انفصال الذرات، وبالتالي تبقى الذرات متحدة في موقع تكون فيه قوى التنافر والتجاذب متساوية في المقدار (ولكنها متعاكسة في الاتجاه)، وهذا هو الوضع المتوازن الطبيعي للذرات.

يمكن أن يتغير الوضع الطبيعي للذرات من خلال تطبيق قوى ميكانيكية، فعلى سبيل المثال؛ يمكن زيادة المسافة بين الذرية بواسطة قوى فصل للذرات، فإذا كانت القوة المقاسة عبر منطقة معينة تعرف بالجهد، فإن التغير في البعد يدعى الإجهاد.

بعبارة بسيطة؛ الجهد هو القوة المطبقة، والإجهاد هو التغير الناتج في الشكل.

نظرياً؛ يوجد الجهد والإجهاد عندما تتغير المسافة بين الذرية عن وضعية التوازن.

إذ تجاوز جهد فصل الذرات محصلة قوى الجذب بين الذرية، يمكن أن تتفصل الذرات كلياً وتكسر الروابط التي تربط بينها.

يمكن أن يحدث الإجهاد تحت الانضغاط، وفي هذه الحالة، يكون الإجهاد الناتج محدوداً لأن الذرات تقترب من بعضها بشكل أكبر من المسافة بين الذرية الطبيعية بينها، وتشاهد زيادة مفاجئة في الطاقة.

الانتشار

DIFFUSION

The diffusion of molecules in gases and liquids is well known. However, molecules or atoms diffuse in the solid state as well.

Diffusion rates depend mainly on the temperature. The higher the temperature, the greater will be the rate of diffusion.

The diffusion rate will, however, vary with the atom size, interatomic or intermolecular bonding lattice imperfections.

Thus, every material has its own diffusion rate.

The diffusion rate in noncrystalline materials may occur at a rapid rate and often may be seen.

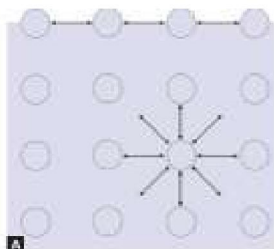
SURFACE TENSION

Energy at the surface of a solid is greater than in its interior. For example, inside a lattice, all the atoms are equally attracted to each other.

The interatomic distances are equal, and energy is minimal. However, at the surface of the lattice, the energy is greater because there are no atoms on the outside.

Hence there is only a force from the inside of the lattice pulling the outermost atoms inwards. This creates a tension on the outer surface and energy is needed to pull the outermost atoms away.

The increase in energy per unit area of surface is referred to as the surface energy or surface tension (Figs. 5).



Figures 5 (A) Schematic representation of molecular view of surface tension. (B) Surface tension causes a paper clip to float on water despite the fact that metal in the paper clip has a higher density than water.

The surface atoms of a solid tend to form bonds to any atom that comes close to the surface in order to reduce the surface energy of the solid.

من المعروف جيداً انتشار الجزيئات في الغاز والسوائل، إلا أن الجزيئات أو الذرات تنتشر أيضاً في الجسم الصلب.

تعتمد معدلات الانتشار بشكل أساسي على الحرارة، فكلما ارتفعت الحرارة، كان معدل الانتشار أكبر.

وعلى كل حال سيختلف معدل الانتشار باختلاف حجم الذرة، المسافة بين الذرية أو ضعف الارتباط الشبكي بين الذري أو الجزيئي.

وبالتالي، تمتلك كل مادة معدل انتشار خاص بها.

يمكن أن يحصل معدل الانتشار في المواد البلورية بسرعة ويمكن رؤيته أحياناً.

التوتر السطحي

تكون الطاقة على سطح الجسم الصلب أكبر منها بداخله، فعلى سبيل المثال؛ تكون جميع الذرات داخل الفراغ الشبكي منجذبة بشكل متساوٍ إلى بعضها البعض.

أي أن المسافات بين الذرية متساوية، والطاقة أصغر، إلا أن الطاقة على سطح الشبكة تكون أكبر نتيجة لعدم وجود ذرات.

وبالتالي توجد قوة وحيدة تنشأ من داخل الفراغ الشبكي تسحب ذرات الطبقة الأبعد نحو الداخل، الأمر الذي يخلق توتراً على السطح الخارجي ويتطلب طاقة لسحب الذرات بعيداً.

يشار إلى زيادة الطاقة لكل وحدة مساحة من السطح بالتوتر السطحي (الشكل 5).

(الشكل 5): A، مخطط ترسمي للمظهر الجزيئي لطاقة السطح. B، يجعل التوتر السطحي مشبك الورق يطفو على الماء على الرغم من حقيقة أن المعادن في المشبك لديها كثافة أكبر من الماء.

تميل الذرات السطحية للجسم لتشكل روابط مع أي ذرة تقترب من السطح وذلك بهدف التقليل من طاقة سطح الجسم الصلب.

This attraction across the interface for unlike molecules is called adhesion.

In summary, the greater the surface energy, the greater will be the capacity for adhesion.

ADHESION AND BONDING

Although we do not expect to observe an attraction between two nonmagnetized solid objects, we do notice that two solids can adhere to each other with or without the help of a third substance or device.

As examples, an artificial denture stays attached to the soft tissue when saliva is present, plaque or calculus adheres to tooth structure.

When the molecules of one substrate adhere or are attracted to molecules of the other substrate, the force of attraction is called **adhesion** when unlike molecules are attracted and **cohesion** when the molecules involved are of the same kind.

The material that is used to cause bonding is known as the **adhesive** and the material to which it is applied is called the **adherend**.

adhesive bonding is simply a surface attachment process, which is usually qualified by specifying the type of intermolecular attraction that may exist between the adhesive and the adherend.

WETTING

When an impurity-free polished glass plate is placed on top of another similar plate and pressed together, they exhibit no tendency to adhere. Regardless of how smooth these glass surfaces may appear to be, they are likely to be rough on an atomic or molecular scale.

If a drop of water is introduced between the same two glass plates before they are pressed together, considerable difficulty is encountered in separating the two plates.

To produce adhesion on any targeted surface, the liquid must flow easily over the entire surface and adhere to the solid. This characteristic is known as **wetting**.

هذا الانجذاب عبر السطح البيني للجزيئات غير المتماثلة يدعى الالتصاق.

في الختام؛ كلما كان طاقة السطح أكبر ستكون القدرة على الالتصاق أكبر.

الالتصاق والارتباط

على الرغم من أننا لا نتوقع مشاهدة انجذاب بين جسمين صلبين غير مغناطيين، إلا أننا نلاحظ أن جسمين صلبين يمكن أن يلتصقا إلى بعضهما البعض مع وسيلة أو مادة ثالثة أو بدونها.

مثال: تبقى الأجهزة السنية الصناعية ملتصقة إلى النسيج الرخو بوجود اللعاب، اللويحة، كما تلتصق اللويحة أو القلح إلى النسيج السنية.

عندما تلتصق جزيئات مادة ما أو تتجذب إلى جزيئات مادة أخرى فإن قوى الانجذاب تسمى: الالتصاق، عندما تتجذب الجزيئات غير المتشابهة وتلتحم، عندما تكون الجزيئات المعنية من نفس النوع.

تعرف المادة المستخدمة لتحقيق الارتباط بالمادة اللاصقة والمادة التي تطبق عليها بالمادة الملصق عليها.

الارتباط اللصاق ببساطة عبارة عن عملية الارتباط السطحي التي تتميز عادة بتحديد نوع الانجذاب بين الجزيئات الذي قد يوجد بين المادة اللاصقة والمادة الملصق عليها.

الترطيب

عند وضع صفيحة زجاجية مصقولة وخالية من الشوائب على صفيحة زجاجية أخرى مماثلة فإنهما لن تظهراً ميلاً للالتصاق.

بغض النظر عما تظهره السطوح الزجاجية من نعومة إلا أنها من المحتمل أن تكون خشنة على المستوى الذري أو الجزيئي.

إذا أدخلت قطرة من الماء بين هذين اللوحين قبل ضغطهما على بعض، سنجد صعوبة كبيرة في فصلهما.

للحصول على ارتباط على أي سطح مستهدف؛ يجب على السائل أن يتدفق بسهولة فوق كامل السطح ويلتصق إلى الجسم الصلب. تعرف هذه الخاصية **بالترطيب**.

The ability of an adhesive to wet the surface of the adherend is influenced by a number of factors.

1. The cleanliness of the surface is of particular importance.
2. Impurities on the solid surface often yield a surface of lower energy than the clean surface and prevents any wetting by the adhesive, such as epoxy glue.
3. A surface's surface energy can be so low, such as that of dental wax or Teflon, that it cannot be wet satisfactorily by most dental adhesives

CONTACT ANGLE OF WETTING

When we place one drop of water on a clean glass slide and others on an acrylic plate and a sheet of Teflon, we will observe that the water drop on the acrylic plate does not spread out as much as the one on the glass slide and the water drop on the Teflon surface appears to bead up.

If we observe this at the level of solid substrate, we will see the symmetrical profile of the former water drop resting on a flat surface (Figure 6). Both ends of the profile depict where three phases—vapor (air), liquid (water), and solid (glass, acrylic, or Teflon)—converge. We can draw a tangent relative to the curvature of the liquid profile from the vapor/liquid interface. The tangent line and the solid surface constitute an angle that defines the shape of the liquid; this is called the **contact angle**.

تتأثر قدرة المادة اللاصقة على ترطيب سطح الالتصاق بعدد من العوامل:

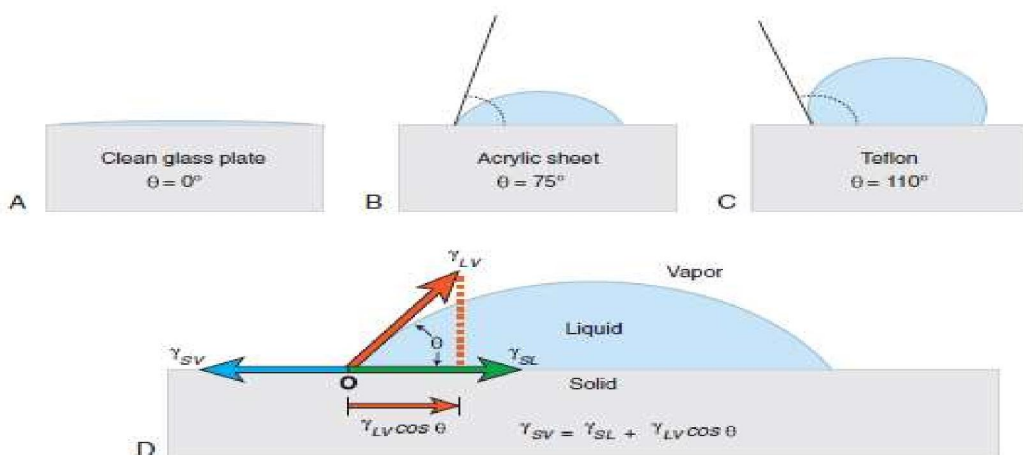
1. نظافة السطح ذات أهمية خاصة.
2. غالباً ما تعطي الشوائب على الجسم الصلب سطحاً ذا طاقة منخفضة مقارنة بالسطح النظيف وتمنع الترطيب بواسطة المادة اللاصقة، مثل صمغ الإيبوكسي.
3. يمكن أن تكون طاقة السطح منخفضة كما في الشموع السنية والتفلون بحيث لا يمكن ترطيبها بواسطة أغلب المواد اللاصقة السنية بشكل مقنع.

زاوية تماس الترطيب

عندما نضع قطرة من الماء فوق صفيحة زجاجية نظيفة ونقاط أخرى فوق صفيحة إكريلية أو صفيحة تفلون، سنلاحظ أن قطرة الماء لا تنتشر على الصفيحة الإكريلية بقدر انتشارها على الصفيحة الزجاجية ونلاحظ أن قطرة الماء على صفيحة التفلون تستشكل فقاعة.

إذا قمنا بمراقبة ذلك على مستوى ركيزة صلبة سنرى النموذج المتماثل لقطرة الماء السابقة يستلقي على سطح مسطح (الشكل 6). ترسم كلا نهايتي النموذج حيث تلتقي ثلاثة أطوار : بخار (الهواء)، سائل (ماء)، وصلب (الزجاج، الإكريل، والتفلون).

يمكن أن نرسم مماس قريب إلى انحناء نموذج السائل من السطح البيني بخار/سائل، حيث يشكل المماس مع السطح الصلب زاوية تحدد شكل السائل تدعى **بزاوية التماس**.



الشكل 6: زوايا التماس للماء المقطر على ثلاثة سطوح والعلاقة بين طاقة السطح البيني.

If the force of attraction between molecules of the adhesive and molecules of the substrate is stronger than the attraction between molecules of the adhesive, the liquid adhesive will spread much more broadly over the solid surface and result in a smaller contact angle.

Thus, a small contact angle indicates that the adhesive forces at the interface are stronger than the cohesive forces holding the molecules of the adhesive together.

If the adhesive beads up, it means that the force of adhesion is weaker than the cohesive force of the adhesive.

Because the tendency for the liquid to spread increases as the contact angle decreases, the contact angle is a useful indicator of spreadability or wettability.

Complete wetting occurs at a contact angle of 0° and no wetting occurs at an angle of 180° .

Based on the contact angle there are four classes of wetting (Figs. 7):

- Contact Angle = 0° Perfect wetting
- Contact Angle = $0^\circ < \theta < 90^\circ$ High wettability
- Contact Angle = $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ low wettability
- Contact Angle = 180° Perfect non-wetting

في حال كانت قوى الانجذاب بين جزيئات المادة اللاصقة وجزيئات الركيزة أقوى من الانجذاب بين جزيئات المادة اللاصقة فإن المادة اللاصقة السائلة سوف تنتشر بشكل أوسع فوق السطح الصلب (الركيزة) وتؤدي إلى نقطة تماس أصغر.

بالتالي؛ تشير زاوية التماس الأصغر إلى أن قوى الالتصاق في السطح البيني أقوى من قوى التماسك التي تربط جزيئات المادة اللاصقة فيما بينها.

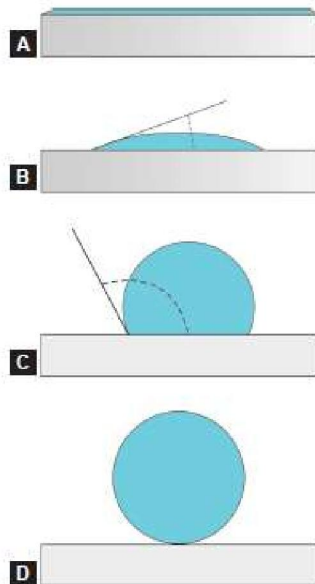
في حال شكلت المادة اللاصقة فقاعة فهذا يعني أن قوى الالتصاق أضعف من قوى تماسك المادة اللاصقة.

بما أن ميل السائل للانتشار يزيد مع تناقص زاوية التماس، فإن زاوية التماس تعتبر مؤشراً مفيداً لقابلية الانتشار والترطيب.

يحدث الترطيب التام عندما تكون زاوية التماس صفر، ولا يحدث أي ترطيب عندما تكون زاوية التماس 180° درجة.

توجد أربعة أصناف من الترطيب اعتماداً على زاوية التماس (الشكل 7):

- زاوية التماس = 0° ترطيب تام.
- زاوية تماس من 0° وحتى 90° درجة قابلية ترطيب عالية.
- زاوية تماس من 90° وحتى 180° درجة قابلية ترطيب منخفضة.
- زاوية تماس = 180° درجة عدم ترطيب أبداً.



KEY TERMS

Adherend—A material substrate that is bonded to another material by means of an adhesive.

Adhesion—A molecular or atomic attraction between two contacting surfaces promoted by the interfacial force of attraction between the molecules or atoms of two different species; adhesion may occur as chemical adhesion, mechanical adhesion (structural interlocking), or a combination of both.

Adhesive—Substance that promotes adhesion of one substance or material to another.

Adhesive bonding—Process of joining two materials by means of an adhesive agent that solidifies.

Cohesion—Force of molecular attraction between molecules or atoms of the same species.

Contact angle—Angle of intersection between a liquid and a surface of a solid that is measured from the solid surface through the liquid to the liquid/vapor tangent line originating at the terminus of the liquid/solid interface;

used as a measure of wettability, whereby no wetting occurs at a contact angle of 180° and complete wetting occurs at an angle of 0° .

Diffusion coefficient—Proportionality constant representing the rate at which a substance is transported through a unit area and a unit thickness under the influence of a unit concentration gradient at a given temperature.

Glass transition temperature (Tg)—Temperature above which a sharp increase in the thermal expansion coefficient occurs, indicating increased molecular mobility.

Heat of vaporization—Thermal energy required to convert a solid to a vapor.

Latent heat of fusion—Thermal energy required to convert a solid to a liquid.

Melting temperature (melting point)—Equilibrium temperature at which heating of a pure metal, compound, or eutectic alloy produces a change from a solid to a liquid.

مصطلحات أساسية

سطح الالتصاق: مادة يتم ربطها إلى مادة أخرى بوساطة مادة لاصقة.

الالتصاق: هو عبارة عن الانجذاب الجزيئي أو الذري بين سطحين متماسين مُعرض بوساطة قوى الانجذاب البينية بين جزيئات أو ذرات نوعين مختلفين، ويمكن أن يكون إما كيميائي و ميكانيكي (تشابك بنيوي).

المادة اللاصقة: هي المادة التي تحرض التصاق إحدى المواد على أخرى.

الارتباط اللصاق: عملية ارتباط مادتين بوساطة عامل لاصق سيتصلب.

التماسك: قوى الانجذاب الجزيئي بين الذرات من نفس النوع.

زاوية التماس: زاوية التقاطع بين السائل والسطح الصلب التي تقاس من السطح الصلب عبر السائل إلى مماس البخار /السائل عند نهاية السطح البني السائل/الصلب.

تستخدم لقياس قابلية الترطيب إذ أن الترطيب لا يحدث عند زاوية 180° في حين يكون الترطيب تاماً عند الزاوية صفر.

معامل الانتشار: ثابت تناسبي يمثل المعدل الذي تنتقل عنده المادة عبر وحدة مساحة أو وحدة ثخانة تحت تأثير وحدة مدروج التركيز عند درجة حرارة معينة.

درجة تحول الزجاج (TG): درجة الحرارة التي يحدث بعدها زيادة حادة في معامل التوسع الحراري مما يسبب زيادة الحركة الجزيئية.

حرارة التبخر: الطاقة الحرارية المطلوبة لتحويل الصلب إلى بخار.

حرارة الانصهار الكامنة: الحرارة المطلوبة لتحويل الصلب إلى سائل.

حرارة الانصهار (نقطة الانصهار): درجة حرارة التوازن التي يتحول عندها المعدن النقي أو المركب أو الخليط الانصهارية من صلب إلى سائل

Metallic bond—Primary bond between metal atoms.

Micromechanical bonding—Mechanical adhesion associated with bonding of an adhesive to a roughened adherend surface.

Self-diffusion—Thermally driven transfer of an atom to an adjacent lattice site in a crystal composed of the same atomic species.

Stress concentration—State of elevated stress in a solid caused by surface or internal defects or by marked changes in contour.

Supercooled liquid—A liquid that has been cooled at a sufficiently rapid rate to a point below the temperature at which an equilibrium phase change can occur.

Surface energy—Same as surface tension but expressed in mJ/m².

Surface tension—A measurement of the cohesive energy present at an interface; in the case of a liquid, it is the liquid/air interface. This energy is the result of molecules on the surface of a liquid experiencing an imbalance of attraction between molecules. It has units of mN/m.

Thermal expansion coefficient—Relative linear change in length per unit of initial length during heating of a solid per K within a specified temperature range.

Wetting—The ability of a liquid to maintain contact with a solid surface; it reflects the intermolecular interactions when the two are brought in intimate contact.

Wetting agent—A surface-active substance that can be applied to a solid substrate to reduce the surface tension of the liquid to be placed on the solid; the purpose is to promote wetting or adhesion.

Vacancy—Unoccupied atom lattice site in a crystalline solid.

van der Waals forces—Short-range force of physical attraction that promotes adhesion between molecules of liquids or molecular crystals.

الرابطية المعدنية: رابطة أولية بين الذرات المعدنية.

الارتباط الميكانيكي المجهرى: التصاق مجهرى يترافق مع ارتباط المادة اللاصقة إلى سطح الالتصاق الخشن.

الانتشار الذاتي: تحول مقاد حرايياً للذرة إلى موقع مجاور ضمن الشبكة ضمن المركب البلوري لأنواع ذرية مماثلة.

تركيز الإجهاد: ارتفاع في إجهاد جسم صلب ناتج عن عيوب سطحية أو داخلية أو تغير ملحوظ في المحيط.

سائل مفرط التبريد: سائل تم تبريده بشكل سريع كفايةً إلى نقطة دون درجة الحرارة التي يحدث عندها تغير في طور التوازن.

الطاقة السطحية: نفس التوتر السطحي إلا أنها بالـ mJ/m².

التوتر السطحي: قياس طاقة الالتصاق الموجودة عند السطح البيني: في حالة السائل: السطح البيني سائل/هواء. وتكون هذه الطاقة نتيجة جزيئات على سطح السائل تعاني من عدم توازن في الانجذاب بين الجزيئات وتقاس بوحدة mN/m.

معامل التوسع الحراري: التغير الخطي النسبي في الطول لكل وحدة من الطول الأولي خلال تسخين جسم صلب لكل K ضمن مجال حراري محدد.

الترطيب: قدرة السائل على الحفاظ على تماس مع الجسم الصلب، ويعكس التفاعلات بين الجزيئية عند وضع جزيئين بوضعية تماس وثيق.

عامل الترطيب: مادة ذات سطح نشط يمكن أن تطبق على مادة صلبة لتقليل التوتر السطحي للسائل المطبق على هذه المادة الصلبة والهدف منها تحفيز الترطيب والالتصاق.

الفراغ: موقع غير مشغول في الشبكة الذرية لمادة صلبة بلورية.

قوى فاندرفالس: قوى قصيرة المدى من الانجذاب الفيزيائي تحفز الالتصاق بين جزيئات السائل أو الجزيئات البلورية.