ARMS
ACADEMY

Structure and Bonding

Ch 1

Our Groups

قناة الاكاديمية

Telegram

What is Organic Chemistry?

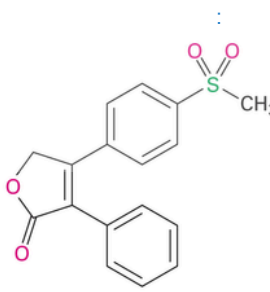
ما هي الكيمياء العضوية؟

- Living things are made of organic chemicals (carbon-based compounds)
- Proteins that make up hair
- DNA, controls genetic make-up
- Foods, medicines

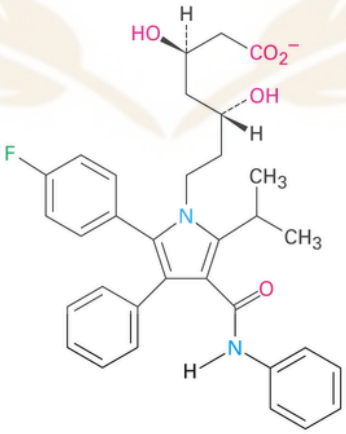
- تتكون الكائنات الحية من مواد كيميائية عضوية (مركبات قائمة على الكربون)
- البروتينات المكوِّنة للشعر
- الحمض النووي (DNA)، الذي يتحكم في التركيب الجيني
- الأغذية والأدوية

Organic Chemistry الكيمياء العضوية

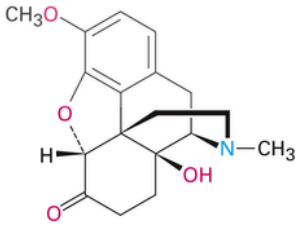
- **importance** أهمية
- **Origins of Organic Chemistry** أصول الكيمياء العضوية
- **Abundance of Organic Compounds** وفرة المركبات العضوية



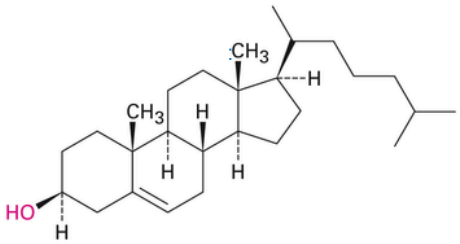
Rofecoxib (Vioxx)



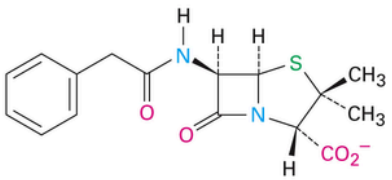
Atorvastatin (Lipitor)



Oxycodone (OxyContin)



Cholesterol



Benzylpenicillin

Origins of Organic Chemistry

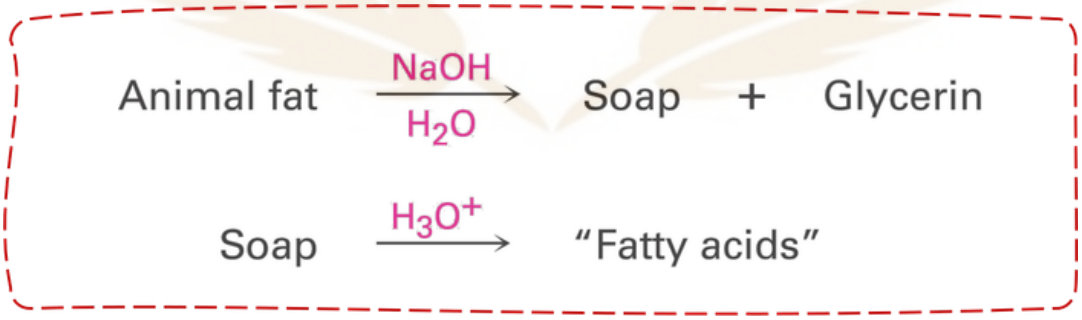
أصول الكيمياء العضوية

- Foundations of organic chemistry from mid-1700's.
- نشأة الكيمياء العضوية تعود إلى منتصف القرن الثامن عشر.
- Compounds obtained from plants, animals hard to isolate, and purify.
- كان من الصعب عزل وتنقية المركبات المستخلصة من النباتات والحيوانات.
- Compounds also decomposed more easily.
- كما كانت هذه المركبات تتفكك بسهولة أكبر.

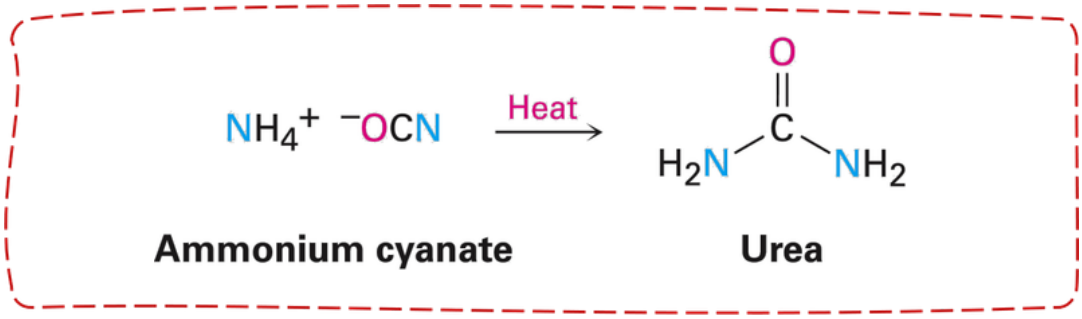
- Torben Bergman (1770) first to make distinction between organic and inorganic chemistry.
- كان توربن بيرجمان (1770) أول من ميّز بين الكيمياء العضوية وغير العضوية.

- It was thought that organic compounds must contain some "vital force" because they were from living sources.
- ساد اعتقاد بأن المركبات العضوية لا بد أن تحتوي على "قوة حيوية" نظراً لكونها مستمدة من مصادر حية.

- Because of "vital force", it was thought that organic compounds could not be synthesized in laboratory like inorganic compounds.
- وبسبب مفهوم "القوة الحيوية"، كان يُعتقد أنه لا يمكن تخليق المركبات العضوية مخبرياً كما هو الحال مع المركبات غير العضوية.
- 1816, Chevreul showed that not to be the case, he could prepare soap from animal fat and an alkali and glycerol is a product
- في عام 1816، أثبت شيفريول عدم صحة هذا الاعتقاد؛ إذ تمكن من تحضير الصابون من الدهون الحيوانية ومادة قلوية، وكان الجلسرين أحد النواتج.



- 1828, Woehler showed that it was possible to convert inorganic salt ammonium cyanate into organic substance "urea".
- في عام 1828، أثبت فولر إمكانية تحويل ملح غير عضوي (سيانات الأمونيوم) إلى مادة عضوية وهي "اليوريا".



- Organic chemistry is study of carbon compounds.
- الكيمياء العضوية هي دراسة مركبات الكربون.

Why is it so special?

ما الذي يجعلها مميزة للغاية؟

- 90% of more than 30 million chemical compounds contain carbon.
- تحتوي 90% من المركبات الكيميائية -التي يزيد عددها عن 30 مليون مركب- على الكربون.
- Examination of carbon in periodic chart answers some of these questions.
- توفر دراسة موقع الكربون في الجدول الدوري إجاباتٍ عن بعض هذه الأسئلة.
- Carbon is group 4A element, it can share 4 valence electrons and form 4 covalent bonds.
- يُعد الكربون عنصراً من عناصر المجموعة 4A، حيث يمكنه مشاركة 4 إلكترونات تكافؤ وتكوين 4 روابط تساهمية

Group 1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															

Abundance of Organic Compounds

وفرة المركبات العضوية

• Why are there so many more organic compounds than inorganic?

• لماذا يفوق عدد المركبات العضوية نظيرتها غير العضوية بمراحل؟

• Carbon has unique bonding characteristics

– Strong, covalent bonds with C and H

• يتميز الكربون بخصائص فريدة في تكوين الروابط

– روابط تساهمية قوية مع ذرات الكربون (C) والهيدروجين (H)

• Isomerism

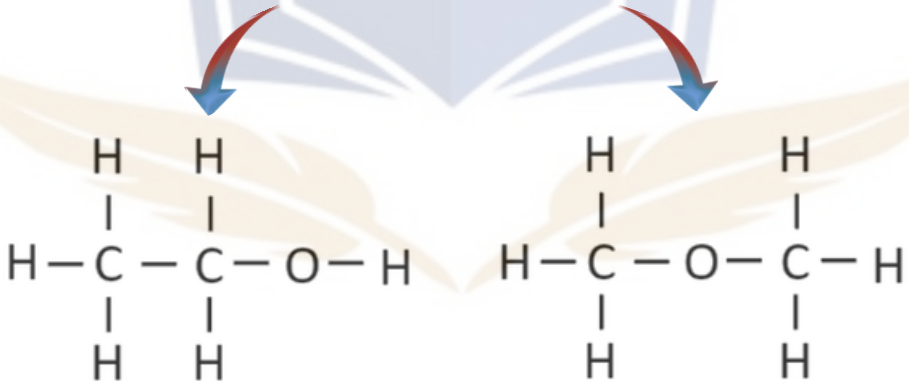
– Groups of carbon atoms can form more than one unique compound

• التماكب (أو التشكل المتصاوغ)

– يمكن لمجموعات من ذرات الكربون أن تشكّل أكثر من مركب فريد واحد

Structural Isomers of C_2H_6O

المتصاوغات البنائية للصيغة C_2H_6O



Development of Chemical Bonding Theory

تطور نظرية الرابطة الكيميائية

- **Chemistry of C, N, O** — كيمياء الكربون والنيتروجين والأكسجين
  - **Bonding Characteristics** — خصائص الروابط
  - **Development of Chemical Bonding Theory** — تطور نظرية الروابط الكيميائية
  - **Non-Bonding Electrons** — الإلكترونات غير الرابطة
  - **Bond Energy** — طاقة الرابطة

• Atoms with one, two, or three valence electrons form one, two, or three bonds.

• تُكوّن الذرات التي تحتوي على إلكترون تكافؤ واحد أو اثنين أو ثلاثة روابطَ بعددٍ يماثل ذلك (رابطة واحدة أو اثنتين أو ثلاث).

• Atoms with four or more valence electrons form as many bonds as they need electrons to fill the s and p levels of their valence shells to reach a stable octet.

• تُكوّن الذرات التي تحتوي على أربعة إلكترونات تكافؤ أو أكثر عدداً من الروابط يعادل عدد الإلكترونات اللازمة لملء المستويين الفرعيين (s) و(p) في غلاف التكافؤ، وذلك للوصول إلى حالة الاستقرار (قاعدة الثمانية).

• Carbon has four valence electrons ($2s^2\ 2p^2$), forming four bonds (CH_4).

• تحتوي ذرة الكربون على أربعة إلكترونات تكافؤ ($2s^2\ 2p^2$)، وتُكوّن أربع روابط (كما في جزيء CH_4).

• Nitrogen has five valence electrons ($2s^2\ 2p^3$) but forms only three bonds (NH_3).

• تحتوي ذرة النيتروجين على خمسة إلكترونات تكافؤ ($2s^2\ 2p^3$)، لكنها تُكوّن ثلاث روابط فقط (كما في جزيء NH_3).

• Oxygen has six valence electrons ($2s^2\ 2p^4$) but forms two bonds (H_2O)

• تحتوي ذرة الأكسجين على ستة إلكترونات تكافؤ ($2s^2\ 2p^4$)، لكنها تُكوّن رابطتين (كما في جزيء H_2O).

Bonding Characteristics of Carbon

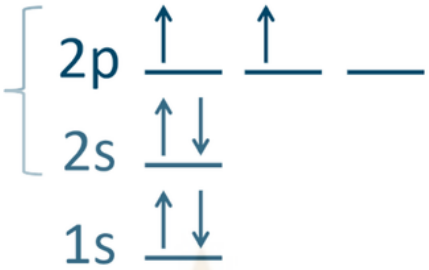
خصائص الترابط للكربون

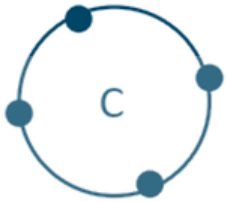
Q: If 2s electrons are already paired, with only 2 2p electrons unpaired, how does carbon form 4 covalent bonds?

س: إذا كانت إلكترونات المدار 2s مزدوجة بالفعل، وكان هناك إلكترونان فقط غير مزدوجين في المدار 2p، فكيف يُكوّن الكربون أربع روابط تساهمية؟

إلكترونات غلاف التكافؤ

Valence shell electrons





- **Lewis structures** (electron dot) show valence electrons of an atom as dots
  - Hydrogen has one dot, representing its 1s electron
  - Carbon has four dots ($2s^2\ 2p^2$)

- تُظهر تراكيب لويس (تمثيل النقطة الإلكترونية) إلكترونات التكافؤ للذرة على هيئة نقاط:
  - تحتوي ذرة الهيدروجين على نقطة واحدة، تمثل إلكترونها في المدار 1s.
  - تحتوي ذرة الكربون على أربع نقاط ($2s^2\ 2p^2$).

- **Kekulé structures** (line-bond structures) have a line drawn between two atoms indicating a 2 electrons covalent bond.

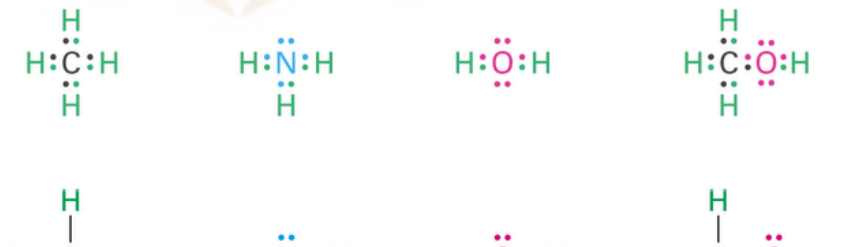
- تتضمن تراكيب كيكولي (تراكيب الروابط الخطية) رسم خط بين ذرتين للدلالة على وجود رابطة تساهمية مكونة من إلكترونين.

- Stable molecule results at completed shell, octet (eight dots) for main-group atoms (two for hydrogen)

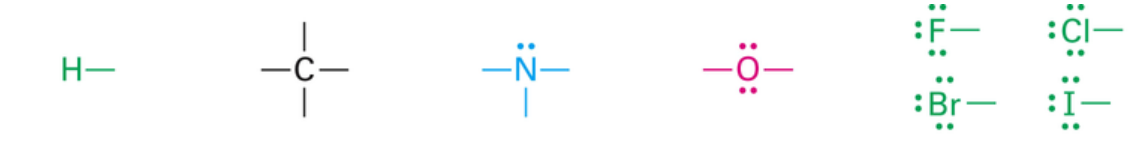
- ينتج الجزيء المستقر عند اكتمال الغلاف الإلكتروني، أي الوصول إلى "قاعدة الثمانية" (ثماني نقاط) بالنسبة لذرات المجموعات الرئيسية (أو نقطتين بالنسبة للهيدروجين).

Electron-dot structures (Lewis structures)
بُنى نقاط الإلكترونات (بُنى لويس)

Line-bond structures (Kekulé structures)
بُنى الروابط الخطية (بُنى كيكولي)



Methane (CH_4) | **Ammonia (NH_3)** | **Water (H_2O)** | **Methanol (CH_3OH)**



One bond | **Four bonds** | **Three bonds** | **Two bonds** | **One bond**

Non-Bonding Electrons

إلكترونات غير رابطة

- Valence electrons not used in bonding are called nonbonding electrons, or lone-pair electrons

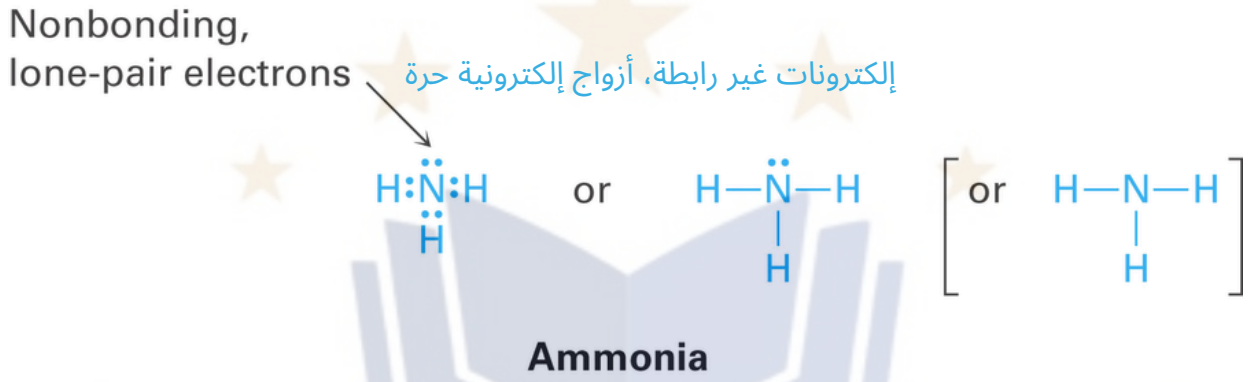
- تُسمى إلكترونات التكافؤ التي لا تدخل في عملية الترابط "إلكترونات غير رابطة" أو "إلكترونات زوج حر".

- Nitrogen atom in ammonia (NH_3)

- ذرة النيتروجين في جزيء الأمونيا (NH_3)

- Shares six valence electrons in three covalent bonds and remaining two valence electrons are nonbonding lone pair

- تشارك بستة إلكترونات تكافؤ في ثلاث روابط تساهمية، بينما يمثل إلكترونا التكافؤ المتبقيان زوجاً حراً غير رابط.



Ammonia

- Kekulé and Couper independently observed that carbon always has four bonds

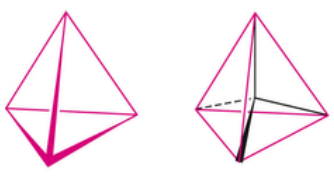
- لاحظ كلٍ من كيكولي وكوبر -بشكل مستقل- أن الكربون يُكوّن دائماً أربع روابط.

- van't Hoff and Le Bel proposed that the four bonds of carbon have specific spatial directions

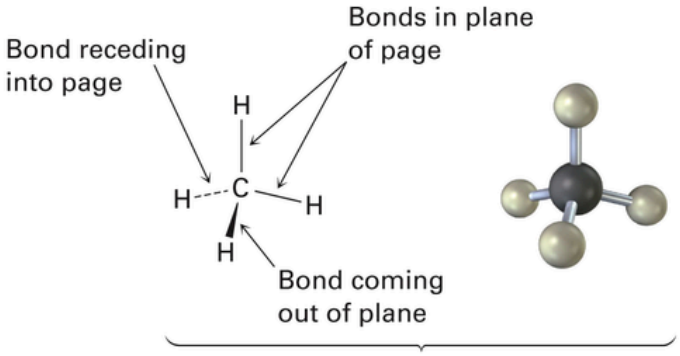
- اقترح كل من فانت هوف ولو بيل أن روابط الكربون الأربع تتخذ اتجاهات فراغية محددة.

- Atoms surround carbon as corners of a tetrahedron

- تتوزع الذرات حول الكربون بحيث تشكّل رؤوساً لرباعي الأوجه المنتظم.



A regular tetrahedron



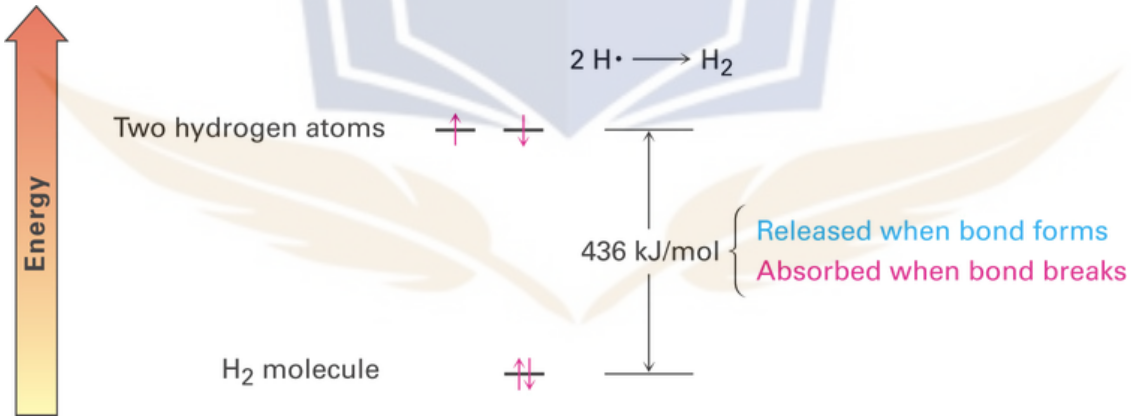
A tetrahedral carbon atom

- Atoms form bonds because the compound that results is more stable than the separate atoms
  - تُكوّن الذرات روابط لأن المركب الناتج يكون أكثر استقراراً من الذرات المنفصلة.
- Ionic bonds in salts form as a result of electron transfers
  - تتشكل الروابط الأيونية في الأملاح نتيجةً لانتقال الإلكترونات.
- Organic compounds have covalent bonds from sharing electrons (G. N. Lewis, 1916)
  - تحتوي المركبات العضوية على روابط تساهمية ناتجة عن مشاركة الإلكترونات (جي. إن. لويس، 1916).

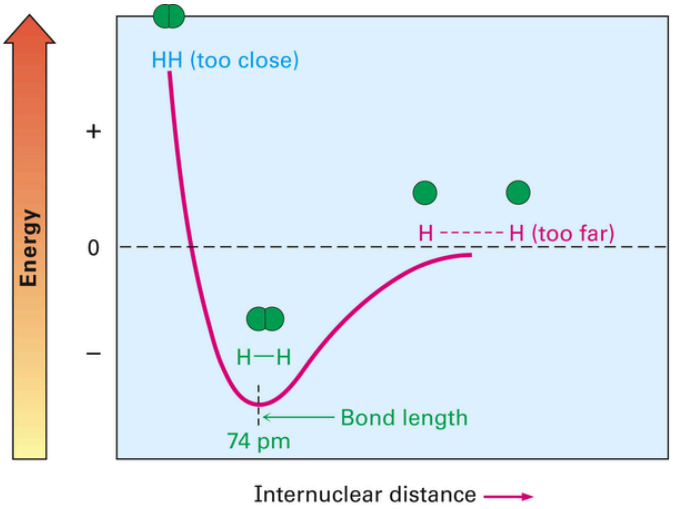
Bond Energy

طاقة الرابطة

- Reaction 2 H· → H_2 releases 436 kJ/mol
  - يؤدي التفاعل 2 H· → H_2 إلى انطلاق طاقة مقدارها 436 كيلوجول/مول.
- Product has 436 kJ/mol less energy than two atoms: H–H has **bond strength** of 436 kJ/mol.
  (1 kJ = 0.2390 kcal ; 1 kcal = 4.184 kJ)
  - يمتلك الناتج طاقة تقل بمقدار 436 كيلوجول/مول عن طاقة الذرتين؛ إذ تبلغ قوة الرابطة H–H مقدار 436 كيلوجول/مول.
  (1 كيلوجول = 0.2390 كيلوكالوري؛ 1 كيلوكالوري = 4.184 كيلوجول)



- Distance between nuclei that leads to maximum stability
  - المسافة بين النواتين التي تؤدي إلى أقصى درجات الاستقرار
  - If too close, they repel because both are positively charged
    - إذا كانت المسافة قصيرة جداً، يحدث تنافر بينهما لأن كلتيهما مشحونة بشحنة موجبة
  - If too far apart, bonding is weak
    - إذا كانت المسافة كبيرة جداً، تكون الرابطة ضعيفة



Describing Chemical Bonds: Valence Bond Theory

وصف الروابط الكيميائية: نظرية رابطة التكافؤ

- Covalent bond forms when two atoms approach each other closely so that a singly occupied orbital on one atom overlaps a singly occupied orbital on the other atom

- تتكون الرابطة التساهمية عندما تقترب ذرتان من بعضهما البعض بشدة، بحيث يتداخل مدارٌ مشغولٌ بإلكترون واحد في إحدى الذرتين مع مدارٍ مشغولٍ بإلكترون واحد في الذرة الأخرى.

- Two models to describe covalent bonding. Valence bond theory, Molecular orbital theory

- يوجد نموذجان لوصف الرابطة التساهمية: نظرية رابطة التكافؤ (Valence bond theory)، ونظرية المدارات الجزيئية (Molecular orbital theory).

Chemical Bond Theory — نظرية الرابطة الكيميائية

- **Valence Bond Theory** — نظرية رابطة التكافؤ
- **Molecular Orbital Theory** — نظرية المدارات الجزيئية

Valence Bond Theory:

نظرية رابطة التكافؤ:

- Electrons are paired in the overlapping orbitals and are attracted to nuclei of both atoms

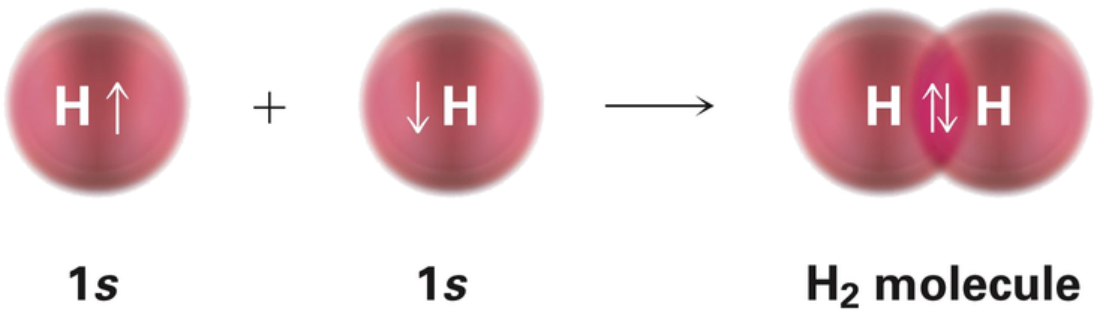
- تتزاوج الإلكترونات في المدارات المتداخلة وتنجذب نحو نواتي كلتا الذرتين.

- H–H bond results from the overlap of two singly occupied hydrogen 1s orbitals

- تنشأ الرابطة (H–H) نتيجة تداخل مداري 1s (المشغولين بإلكترون واحد) لذرتي الهيدروجين.

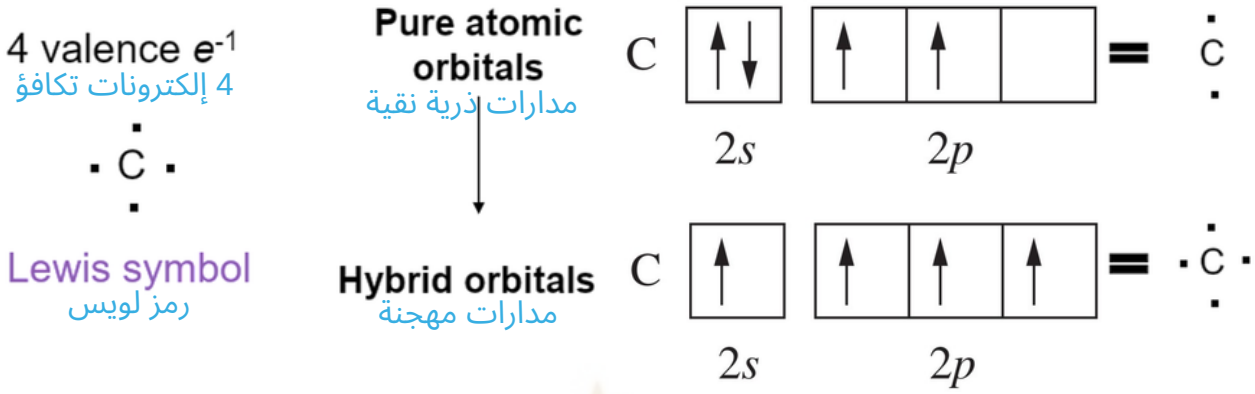
- H-H bond is cylindrically symmetrical, sigma (σ) bond

- تتميز الرابطة (H–H) بتماثل أسطواني، وتُعد رابطة سيجما (σ).



Hybridization of Atomic Orbitals

تهجين المدارات الذرية



- The mathematical process of replacing pure atomic orbitals with reformulated atomic orbitals for bonded atoms is called hybridization, and the new orbitals are called hybrid orbitals

- تُعرف العملية الرياضية لاستبدال المدارات الذرية النقية بمدارات ذرية مُعاد صياغتها للذرات المرتبطة باسم "التهجين"، وتُسمى المدارات الجديدة "المدارات الهجينة".

Hybridization: sp^3 Orbitals and the Structure of Methane

التهجين: مدارات sp^3 وبنية الميثان

- Carbon has 4 valence electrons ($2s^2\ 2p^2$)

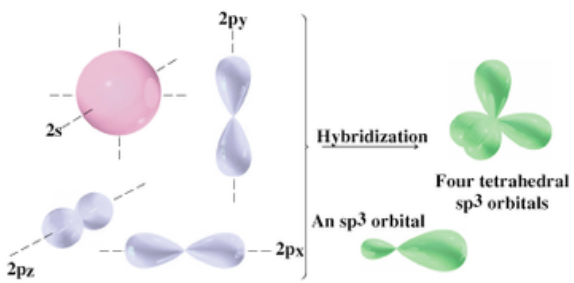
- يحتوي الكربون على 4 إلكترونات تكافؤ ($2s^2\ 2p^2$).

- In CH_4, all C–H bonds are identical (tetrahedral)

- في جزيء الميثان (CH_4)، تكون جميع روابط C–H متماثلة (ذات ترتيب رباعي الأوجه).

- sp^3 hybrid orbitals: s orbital and three p orbitals combine to form four equivalent, unsymmetrical, tetrahedral orbitals (sppp = sp^3), Pauling (1931)

- المدارات الهجينة sp^3: تتحد مدار s واحد وثلاثة مدارات p لتكوين أربعة مدارات متكافئة وغير متناظرة ذات ترتيب رباعي الأوجه (sppp = sp^3)، وذلك وفقاً لما وضعه باولينغ (1931).



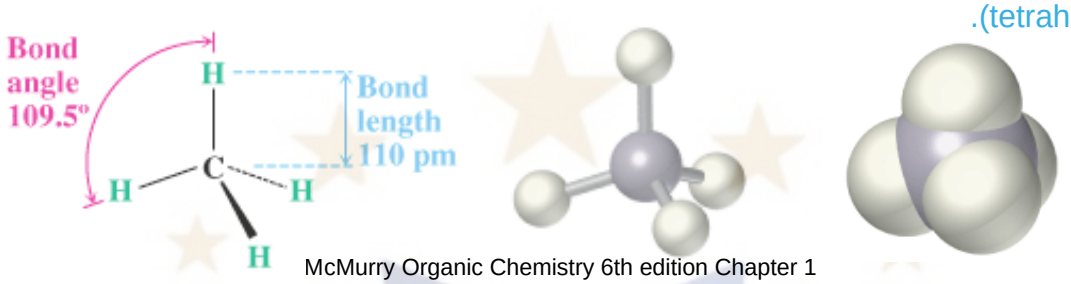
Tetrahedral Structure of Methane

البنية رباعية السطوح للميثان

- sp³ orbitals on C overlap with 1s orbitals on 4 H atom to form four identical C-H bonds
- تتداخل مدارات sp³ في ذرة الكربون مع مدارات 1s في أربع ذرات هيدروجين لتكوين أربع روابط C-H متماثلة.

- Each C–H bond has a strength of 438 kJ/mol and length of 110 pm
- تبلغ قوة كل رابطة C-H مقدار 438 كيلوجول/مول، وطولها 110 بيكومتر.

- Bond angle: each H–C–H is 109.5°, the tetrahedral angle.
- زاوية الرابطة: تبلغ قيمة كل زاوية H–C–H مقدار 109.5 درجة، وهي زاوية رباعي الأوجه (tetrahedral angle).



McMurry Organic Chemistry 6th edition Chapter 1
(c) 2003

Hybridization: sp³ Orbitals and the Structure of Ethane

التهجين: مدارات sp³ وبنية الإيثان

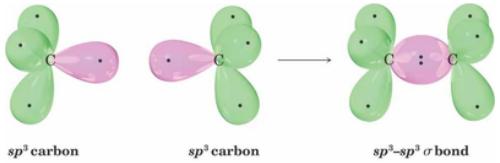
- Two C's bond to each other by σ overlap of an sp³ orbital from each
- ترتبط ذرتا الكربون (C) ببعضهما البعض عبر تداخل من النوع σ بين مدار مهجن من النوع sp³ لكل منهما.

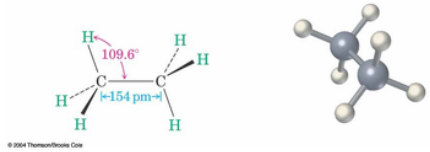
- Three sp³ orbitals on each C overlap with H 1s orbitals to form six C–H bonds
- تتداخل ثلاثة مدارات مهجنة (sp³) من كل ذرة كربون مع مدارات 1s لذرات الهيدروجين (H) لتكوين ست روابط من النوع C–H.

- C–H bond strength in ethane 420 kJ/mol
- تبلغ قوة الرابطة C–H في جزيء الإيثان 420 كيلوجول/مول.

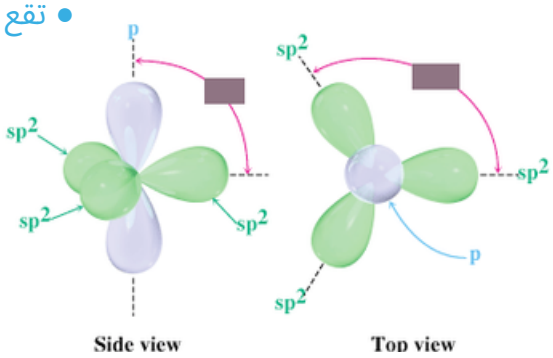
- C–C bond is 154 pm long and strength is 376 kJ/mol
- يبلغ طول الرابطة C–C مقدار 154 بيكومتر (pm)، وقوتها 376 كيلوجول/مول.

- All bond angles of ethane are tetrahedral
- جميع زوايا الروابط في جزيء الإيثان تتخذ ترتيباً رباعي الأوجه (tetrahedral).





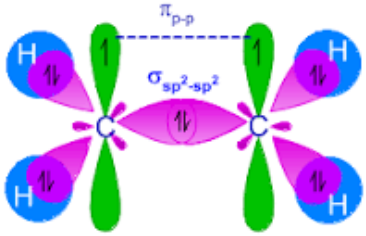
- **sp² hybrid orbitals:** 2s orbital combines with two 2p orbitals, giving 3 orbitals (spp = sp²)
- المدارات الهجينة sp²: يندمج المدار 2s مع مدارين من النوع 2p، لينتج 3 مدارات (spp = sp²).
- sp² orbitals are in a plane with120°angles
- تقع مدارات sp² في مستوى واحد وتكون الزوايا بينها 120 درجة.
- Remaining p orbital is perpendicular to the plane
- يكون مدار p المتبقي عمودياً على هذا المستوى.

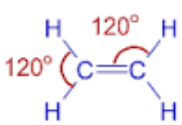


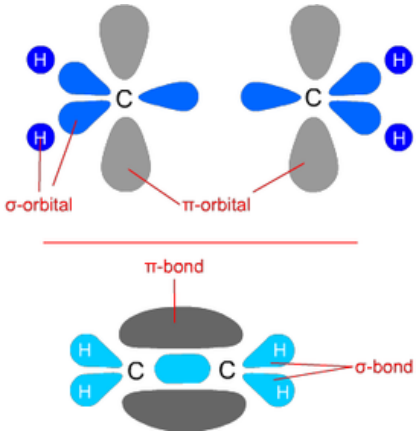
Bonds From sp2 Hybrid Orbitals

روابط ناتجة عن أفلاك هجينة من النوع sp2

- Two sp² -hybridized orbitals overlap to form a σ bond
- تتداخل مدارتان مهجنتان من النوع sp² لتكوين رابطة سيجما (σ)
- p orbitals overlap side-to-side to formation a pi (π) bond
- تتداخل مدارات p جنباً إلى جنب لتكوين رابطة باي (π)
- sp²–sp² σ bond and 2p–2p π bond result in sharing four electrons and formation of C-C double bond
- يؤدي تكوين رابطة سيجما (σ) من النوع sp²–sp² ورابطة باي (π) من النوع 2p–2p إلى مشاركة أربعة إلكترونات وتكوين رابطة ثنائية بين ذرتي كربون (C-C)
- Electrons in the σ bond are centered between nuclei
- تتمركز إلكترونات رابطة سيجما (σ) في المنطقة الواقعة بين النواتين
- Electrons in the π bond occupy regions are on either side of a line between nuclei
- تشغل إلكترونات رابطة باي (π) مناطق تقع على جانبي الخط الواصل بين النواتين







Structure of Ethylene

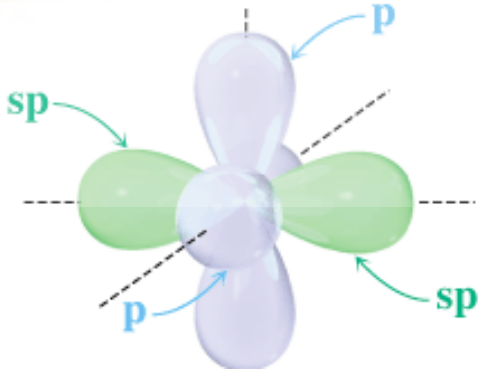
بنية الإيثيلين

- H atoms form σ bonds with four sp^2 orbitals
  - تشكّل ذرات الهيدروجين روابط سيغما (σ) مع أربعة مدارات هجينة من النوع sp^2
- H–C–H and H–C–C bond angles of about 120°
  - تبلغ زوايا الرابطة H–C–H و H–C–C حوالي 120 درجة
- C–C double bond in ethylene shorter and stronger than single bond in ethane
  - الرابطة الثنائية C=C في الإيثيلين أقصر وأقوى من الرابطة الأحادية C–C في الإيثان
- Ethylene C=C bond length 133 pm (C–C 154 pm)
  - يبلغ طول الرابطة C=C في الإيثيلين 133 بيكومتر (بينما يبلغ طول الرابطة C–C 154 بيكومتر)

Hybridization: sp Orbitals and the Structure of Acetylene

التهجين: مدارات sp وبنية الأسيتيلين

- C-C a triple bond sharing six electrons
  - رابطة ثلاثية بين ذرتي كربون (C-C) تتضمن مشاركة ستة إلكترونات
- Carbon 2s orbital hybridizes with a single p orbital giving two sp hybrids
  - يحدث تهجين بين المدار الذري 2s للكربون ومدار p واحد، مما ينتج عنه مداران مهجنان من النوع sp
- two p orbitals remain unchanged
  - يبقى مدارا p الآخران دون تغيير
- sp orbitals are linear, 180°apart on x-axis
  - تتخذ مدارات sp شكلاً خطياً، حيث تفصل بينها زاوية قدرها 180 درجة على المحور السيني (x-axis)
- Two p orbitals are perpendicular on the y-axis and the z-axis
  - يكون مدارا p الآخران متعامدين، حيث يقع أحدهما على المحور الصادي (y-axis) والآخر على المحور العيني (z-axis)

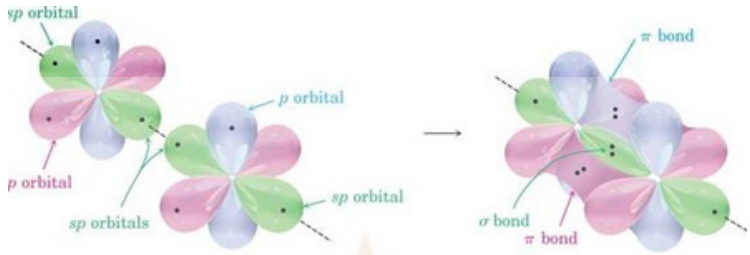


© Thomson - Brooks Cole

Orbitals of Acetylene

مدارات الأسيتيلين

- Two sp hybrid orbitals from each C form sp–sp σ bond
  - تُكوّن مدارتا sp الهجينتان من كل ذرة كربون رابطة سيغما (σ) من النوع sp–sp.
- pz orbitals from each C form a pz–pz π bond by sideways overlap and py orbitals overlap similarly
  - تُكوّن مدارتا pz من كل ذرة كربون رابطة باي (π) من النوع pz–pz عن طريق التداخل الجانبي، وتتداخل مدارتا py بالطريقة نفسها.

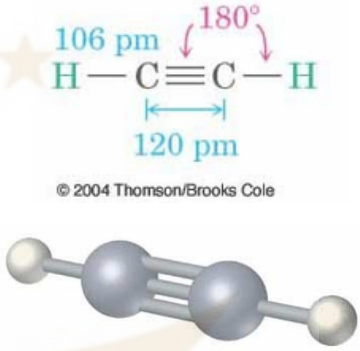


Carbon–carbon triple bond

Bonding in Acetylene

الروابط في الأسيتيلين

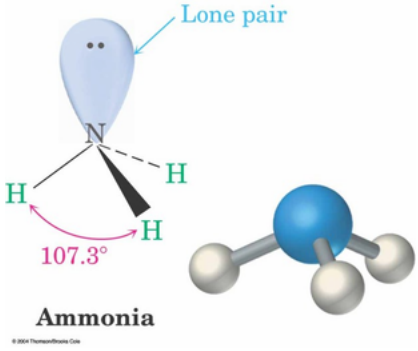
- Sharing of six electrons forms C≡C
  - تؤدي مشاركة ستة إلكترونات إلى تكوين الرابطة C≡C
- Two sp orbitals form σ bonds with hydrogens
  - يُكوّن مدارا sp رابطتي سيغما (σ) مع ذرات الهيدروجين



Hybridization of Nitrogen and Oxygen

تهجين النيتروجين والأكسجين

- Elements other than C can have hybridized orbitals
  - يمكن للعناصر غير الكربون أن تمتلك أفلاكاً مهجنة
- H–N–H bond angle in ammonia (NH_3) 107.3°
  - تبلغ زاوية الرابطة H–N–H في جزيء الأمونيا (NH_3) 107.3 درجة
- N's orbitals (sppp) hybridize to form four sp^3 orbitals
  - تتهجن أفلاك النيتروجين (sppp) لتكوين أربعة أفلاك مهجنة من النوع sp^3
- One sp^3 orbital is occupied by two nonbonding electrons, and three sp^3 orbitals have one electron each, forming bonds to H
  - يشغل زوج من الإلكترونات غير الرابطة أحد أفلاك sp^3، بينما يحتوي كل فلك من أفلاك sp^3 الثلاثة الأخرى على إلكترون واحد، مما يشكل روابط مع ذرات الهيدروجين (H)



Ammonia

Hybridization of Oxygen in Water

تهجين الأكسجين في الماء

- The oxygen atom is sp^3-hybridized
  - ذرة الأكسجين مهجنة من النوع sp^3.
- Oxygen has six valence-shell electrons but forms only two covalent bonds, leaving two lone pairs
  - يمتلك الأكسجين ستة إلكترونات في غلاف التكافؤ، ولكنه يُكوّن رابطتين تساهميتين فقط، مما يترك زوجين من الإلكترونات غير الرابطة (أزواجاً حرة).
- The H–O–H bond angle is 104.5°
  - تبلغ زاوية الرابطة H–O–H مقدار 104.5 درجة.

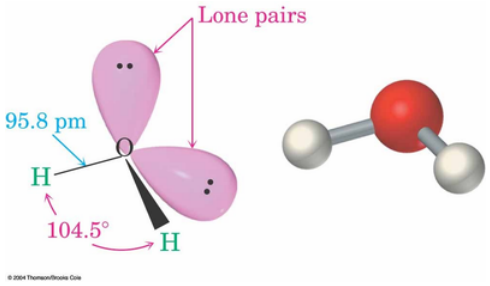


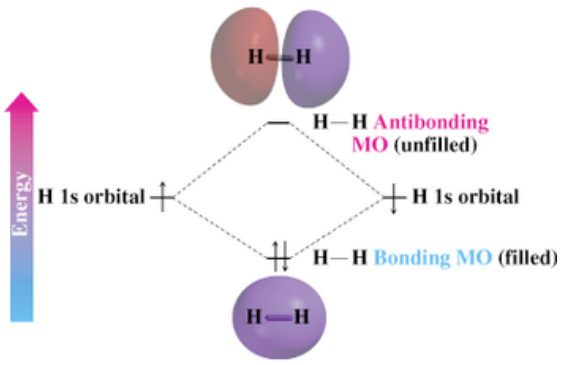
TABLE 1-2 Comparison of C–C and C–H Bonds in Methane, Ethane, Ethylene, and Acetylene

Molecule	Bond	Bond strength (kJ/mol)	Bond strength (kcal/mol)	Bond length (pm)
Methane, CH_4	(sp^3) C—H	439	105	109
Ethane, CH_3CH_3	(sp^3) C—C (sp^3)	377	90	154
	(sp^3) C—H	421	101	109
Ethylene, $H_2C{=}CH_2$	(sp^2) C=C (sp^2)	728	174	134
	(sp^2) C—H	464	111	109
Acetylene, HC≡CH	(sp) C≡C (sp)	965	231	120
	(sp) C—H	558	133	106

Molecular Orbital Theory

نظرية المدارات الجزيئية

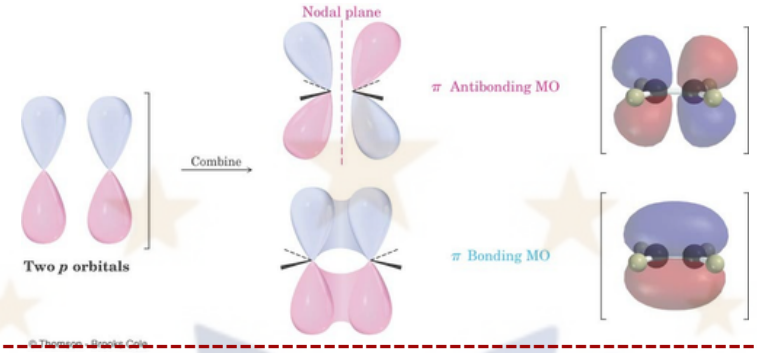
- A molecular orbital (MO): where electrons are most likely to be found (specific energy and general shape) in a molecule
  - المدار الجزيئي (MO): المنطقة التي يُحتمل وجود الإلكترونات فيها داخل الجزيء (يتميز بطاقة محددة وشكل عام)
- Additive combination (bonding) MO is lower in energy
  - المدار الجزيئي الناتج عن التراكب الجمعي (الرابط): تكون طاقته أقل
- Subtractive combination (antibonding) forms MO is higher
  - المدار الجزيئي الناتج عن التراكب الطرحي (المضاد للرابط): تكون طاقته أعلى



Molecular Orbitals in Ethylene

المدارات الجزيئية في الإيثيلين

- The π bonding MO is from combining *p* orbital lobes with the same algebraic sign
  - ينشأ المدار الجزيئي الرابط من النوع π (باي) عن دمج فصوص مدارات p التي تحمل نفس الإشارة الجبرية.
- The π antibonding MO is from combining lobes with opposite signs
  - ينشأ المدار الجزيئي المضاد للرابطة من النوع π عن دمج فصوص ذات إشارات متعاكسة.
- Only bonding MO is occupied
  - المدار الجزيئي الرابط فقط هو الذي يكون مشغولاً بالإلكترونات.



Representing Organic Compounds

تمثيل المركبات العضوية

- Compounds can be represented in many different ways.
  - يمكن تمثيل المركبات بطرق مختلفة ومتعددة.
- Some representations provide information about the structure, while others do not.
  - توفر بعض طرق التمثيل معلوماتٍ عن البنية (التركيب)، بينما لا توفرها طرق أخرى.
- **Molecular Formula:** Number of atoms of each element in one molecule of a compound (no structural information).
  Ex. C_6H_{14}
  - الصيغة الجزيئية: عدد ذرات كل عنصر في جزيء واحد من المركب (لا تتضمن معلومات عن البنية).
    مثال: C_6H_{14}
- **Empirical Formula:** Relative ratio's of elements present.
  Ex. CH_2O could be CH_2O or $C_2H_4O_2$.
  - الصيغة الأولية: النسب النسبية للعناصر المكوِّنة للمركب.
    مثال: CH_2O (قد تكون الصيغة الفعلية CH_2O أو $C_2H_4O_2$).
- **Line bond (Kekule) Structures:** Show all atoms and bonds.
  - صيغ الروابط الخطية (صيغ كيكولي): تُظهر جميع الذرات والروابط.
- **Condensed Structures:** Show all atoms, but only show bonds when necessary.
  - الصيغ المكثفة: تُظهر جميع الذرات، ولكنها تُظهر الروابط فقط عند الضرورة.
- **Skeletal Structures:** Show C-C bonds and all atoms that are not C or H
  - الصيغ الهيكلية: تُظهر روابط الكربون-كربون (C-C) وجميع الذرات التي ليست كربوناً (C) أو هيدروجين (H).

Even simpler than condensed structures are **skeletal structures** such as those shown in TABLE 1-3. The rules for drawing skeletal structures are straightforward.

تُعد الصيغ الهيكلية - كتلك الموضحة في الجدول (1-3) - أبسط حتى من الصيغ المكثفة، وتتسم قواعد رسمها بالبساطة والوضوح.

RULE 1

Carbon atoms aren't usually shown. Instead, a carbon atom is assumed to be at each intersection of two lines (bonds) and at the end of each line. Occasionally, a carbon atom might be indicated for emphasis or clarity.

القاعدة 1
لا تُرسَم ذرات الكربون عادةً؛ إذ يُفترض وجود ذرة كربون عند كل نقطة تقاطع بين خطين (رابطتين) وعند طرف كل خط. ومع ذلك، قد يُشار أحياناً إلى ذرة الكربون لغرض التأكيد أو التوضيح.

RULE 2

Hydrogen atoms bonded to carbon aren't shown. Because carbon always has a valence of 4, we mentally supply the correct number of hydrogen atoms for each carbon.

القاعدة 2
لا تُرسَم ذرات الهيدروجين المرتبطة بالكربون. ونظراً لأن تكافؤ الكربون يساوي دائماً 4، فإننا نحدد ذهنياً العدد الصحيح لذرات الهيدروجين المرتبطة بكل ذرة كربون.

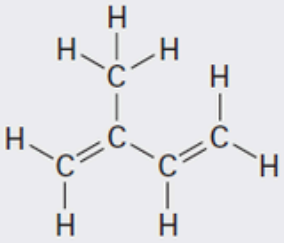
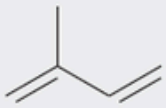
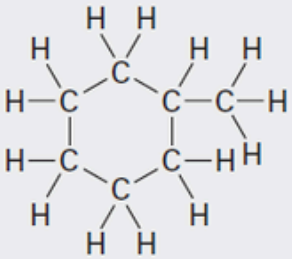
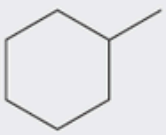
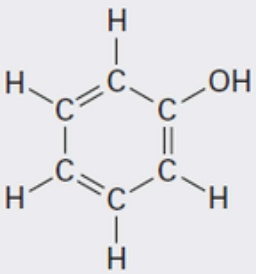
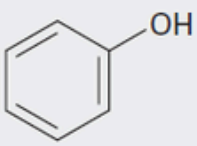
RULE 3

Atoms other than carbon and hydrogen *are* shown.

القاعدة 3
تُرسَم الذرات الأخرى غير الكربون والهيدروجين.

TABLE 1-3 Kekulé and Skeletal Structures for Some Compounds

الجدول 1-3 : صيغ كيكولي والصيغ الهيكلية لبعض المركبات

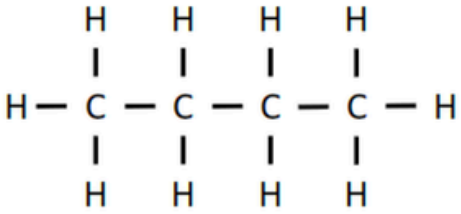
Compound المركب	Kekulé structure صيغة كيكولي	Skeletal structure الصيغة الهيكلية
Isoprene, C_5H_8		
Methylcyclohexane, C_7H_{14}		
Phenol, C_6H_6O		

Representing Organic Compounds

تمثيل المركبات العضوية

- The π bonding MO is from combining *p* orbital lobes with the same algebraic sign
  - ينشأ المدار الجزيئي الرابط من النوع π عن دمج فصوص مدارات p التي تحمل نفس الإشارة الجبرية.
- The π antibonding MO is from combining lobes with opposite signs
  - ينشأ المدار الجزيئي غير الرابط (المضاد للرابطة) من النوع π عن دمج فصوص ذات إشارات متعاكسة.
- Only bonding MO is occupied
  - المدار الجزيئي الرابط فقط هو الذي يكون مشغولاً بالإلكترونات.

الصيغة البنائية Structural Formula



Also called Line-bond or Kekule structures.

تُعرف أيضاً باسم بنية الروابط الخطية أو بنية كيكولي.

الصيغة البنائية المكثفة Condensed Structural Formula

$CH_3CH_2CH_2CH_3$

$CH_3(CH_2)_2CH_3$

الصيغة الهيكلية Skeletal Structure

Learn this quickly, it will save you much time.

تعلمها بسرعة، ستوفر عليك الكثير من الوقت.

الصيغة الجزيئية Molecular Formula

C_4H_{10}

Summary

- **Organic chemistry –** chemistry of carbon compounds
  - الكيمياء العضوية – كيمياء مركبات الكربون
- **Covalent bonds** - electron pair is shared between atoms
  - الروابط التساهمية – مشاركة زوج من الإلكترونات بين الذرات
- **Valence bond theory** - electron sharing occurs by overlap of two atomic orbitals
  - نظرية رابطة التكافؤ – تحدث مشاركة الإلكترونات عن طريق تداخل مدارين ذريين
- **Molecular orbital (MO) theory**, - bonds result from combination of atomic orbitals to give molecular orbitals, which belong to the entire molecule
  - نظرية المدار الجزيئي (MO) – تنشأ الروابط من اتحاد المدارات الذرية لتكوين مدارات جزيئية تخص الجزيء بأكمله
- **Sigma (σ) bonds** - Circular cross-section and are formed by head-on interaction
  - روابط سيجما (σ) – ذات مقطع عرضي دائري وتتكون نتيجة تداخل رأسي (مباشر)
- **Pi (π) bonds** – "**dumbbell**" shape from sideways interaction of *p* orbitals
  - روابط باي (π) – ذات شكل يشبه "الدمبل" (أثقال رفع الأثقال) وتنشأ من تداخل جانبي لمدارات p
- Carbon uses hybrid orbitals to form bonds in organic molecules.
  - يستخدم الكربون مدارات هجينة لتكوين الروابط في الجزيئات العضوية:
  - In single bonds with tetrahedral geometry, carbon has four **sp^3 hybrid orbitals**
    - في الروابط الأحادية ذات الشكل الهندسي رباعي الأوجه (tetrahedral)، يمتلك الكربون أربعة مدارات هجينة من النوع sp^3
  - In double bonds with planar geometry, carbon uses three equivalent **sp^2 hybrid orbitals** and one unhybridized p orbital
    - في الروابط الثنائية ذات الشكل الهندسي المستوي، يستخدم الكربون ثلاثة مدارات هجينة متكافئة من النوع sp^2 ومدار p واحداً غير مهجن
  - Carbon uses two equivalent **sp hybrid orbitals** to form a triple bond with linear geometry, with two unhybridized p orbitals
    - يستخدم الكربون مدارين هجينين متكافئين من النوع sp لتكوين رابطة ثلاثية ذات شكل هندسي خطي، مع وجود مداري p غير مهجنين
- Atoms such as nitrogen and oxygen hybridize to form strong, oriented bonds
  - تخضع ذرات مثل النيتروجين والأكسجين لعملية التهجين لتكوين روابط قوية وموجهة فراغياً:
  - The nitrogen atom in ammonia and the oxygen atom in water are sp^3- hybridized
    - تكون ذرة النيتروجين في الأمونيا وذرة الأكسجين في الماء مهجنتين من النوع sp^3

ARMS
ACADEMY

Structure and Bonding

Ch 1

استثمر في تعليمك اليوم ،لتحصد ثمار ذلك غداً

Our Groups

قناة الاكاديمية

Telegram