1O8 CHEM

INTRODUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY

Instructor

Abdulrahman Almansour
Office 2B 96
Office hours

Organic Chemistry

Ashort course

Hart

او اسس الكيمياء العضوية

د. الحسن و د. الحازمي

او اسس الكيمياء العضوية

د.الذياب

108 CHEM
Introduction to Organic Chemistry

Course Evolution

Med-Term Exams and Other activities 30 points

Lab. 30 points

Final Exam 40 points

108 CHEM

Introduction to ORGANIC CHIMISTRY

اهداف المقرر

1) التعريف بأساسيات و مصطلحات وتطبيقات الكيمياء العضوية
2) التمكن من كتابة أسماء وصيغ المركبات العضوية
3) ربط الصيغ الكيميائية بخواصها الفيزيائية والكيميائية
4) التمكن من استخدام المنهج العلمي لتفسير الظواهر الكونية

البناء والارتباط الكيميائي Structure and Bonding

الكيمياء ؟ علم يهتم بدراسة تركيب المادة وخواصها وتحولاتها

فروع الكيمياء ؟ الكيمياء الحيوية – الكيمياء التحليلية

الكيمياء الفيزيائية – الكيمياء غير العضوية

الكيمياء العضوية Organic chemistry

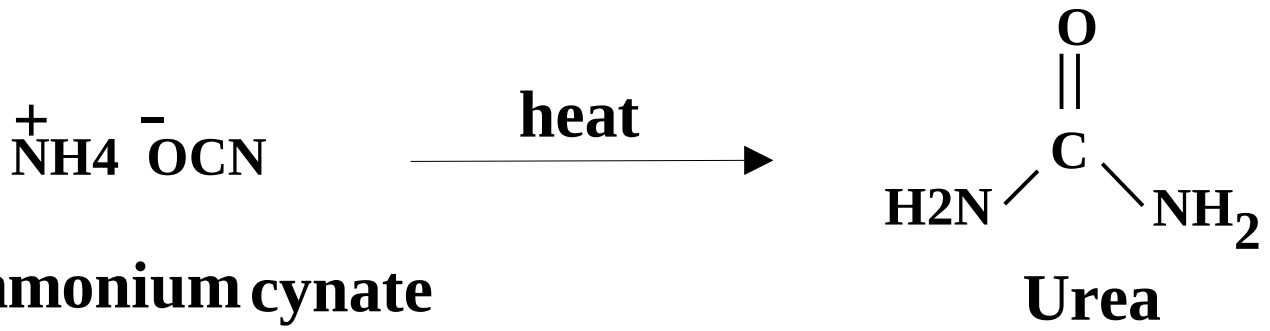
ما هي الكيمياء العضوية؟

بداء مفهوم الكيمياء العضوية في منتصف القرن الثامن عشر حين لاحظ العلماء الفروق بين المواد المستمدة من الكائنات الحية وتلك المستمدة من مصادر جامدة

نظرية القوة الحيوية Vital force Theory

المركبات ذات الأصول الحيوانية والنباتية لا تتكون إلا داخل الكائنات الحية living organisms بتأثير قوة حيوية يمتلكها الأحياء فقط وبالتالي يتعذر تحضيرها في المختبر من مصادر جامدة ومن هذا المفهوم ظهر مصطلح الكيمياء العضوية Organic chemistry في بادي الأمر ليدل على كيمياء المركبات المستمدة من الكائنات الحية

Structure and Bonding البناء والارتباط الكيميائي



Ammonium cynate Urea

1850-1820 تمكن الكيميائيون من تحضير العديد من المركبات العضوية في المختبر حيث تمكن الكيميائي الالماني Friedrich Wohler من تحضير اليوريا في المختبر من مصدر غير حي وبعدها سقط مفهوم القوة الحيوية وبقي مصطلح الكيمياء العضوية ليدل على مفهوم جديد هو كيمياء مركبات الكربون

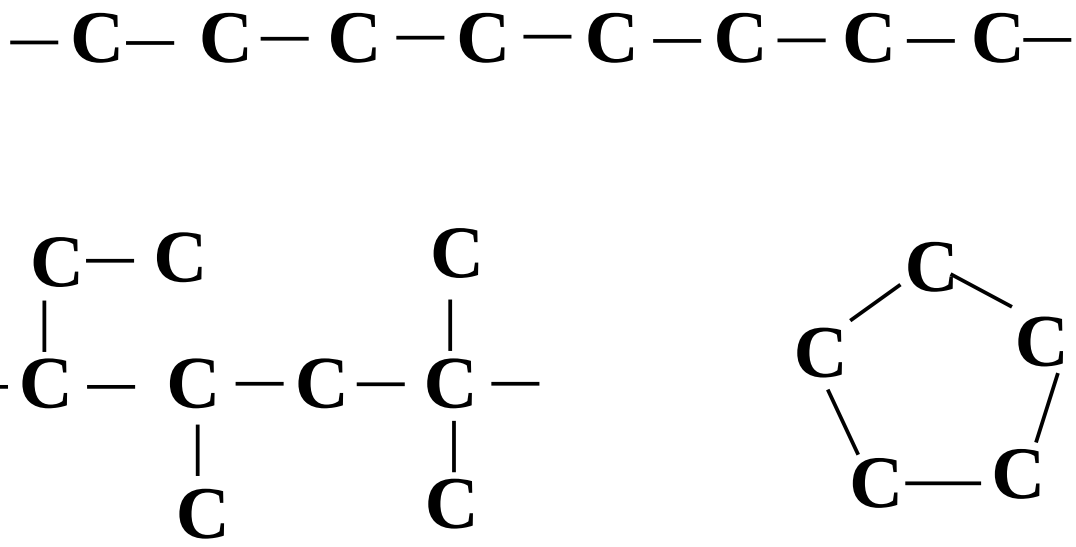
لماذا خص الكربون بفرع من فروع الكيمياء؟

لكثرة مركباته اذ يتجاوز عددها الستة ملايين مركب تمثل حوالى 80% من عدد المركبات المعروفة

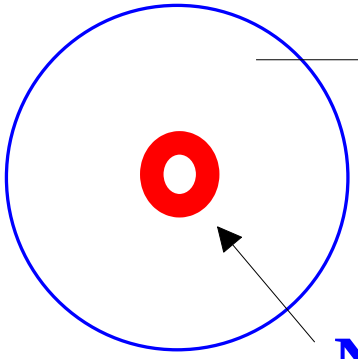
البناء والارتباط الكيميائي Structure and Bonding

ما السبب في كثرة مركبات الكربون ؟

قدرته الفريدة على الارتباط مع نفسه في سلاسل غير متفرعة او متفرعة او اشكال حلقية اضافة الي قدرته على الارتباط مع معظم عناصر الجدول الدوري مكونا مركبات ثابتة



Atomic orbitals الافلاك الذرية



Electrons (-)

Nucleus

Protons (+)
Nutrons (±)

6 → Atomic Number

C

12.0 → Mass Number

تتكون الذرة من نواة تحوي بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة اضافة الي جسيمات أخرى تحيط بها الكترونات سالبة الشحنة

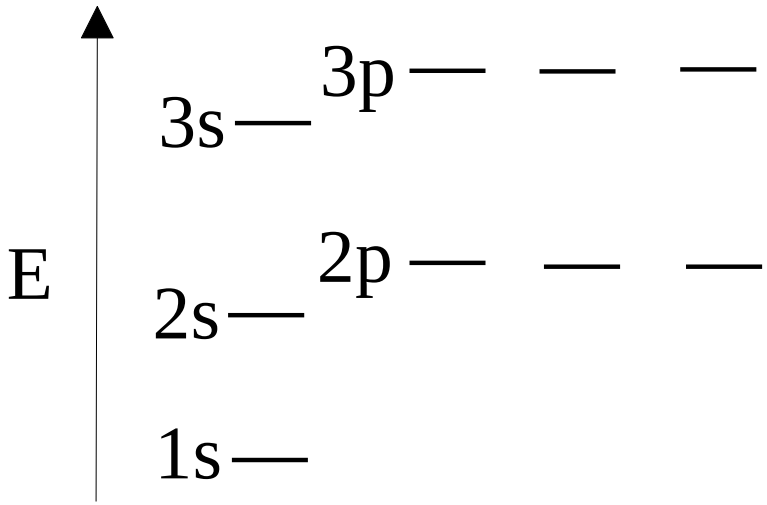
Atomic number = Number of protons

Mass number = Numbers of protons
+Numbers of neutrons

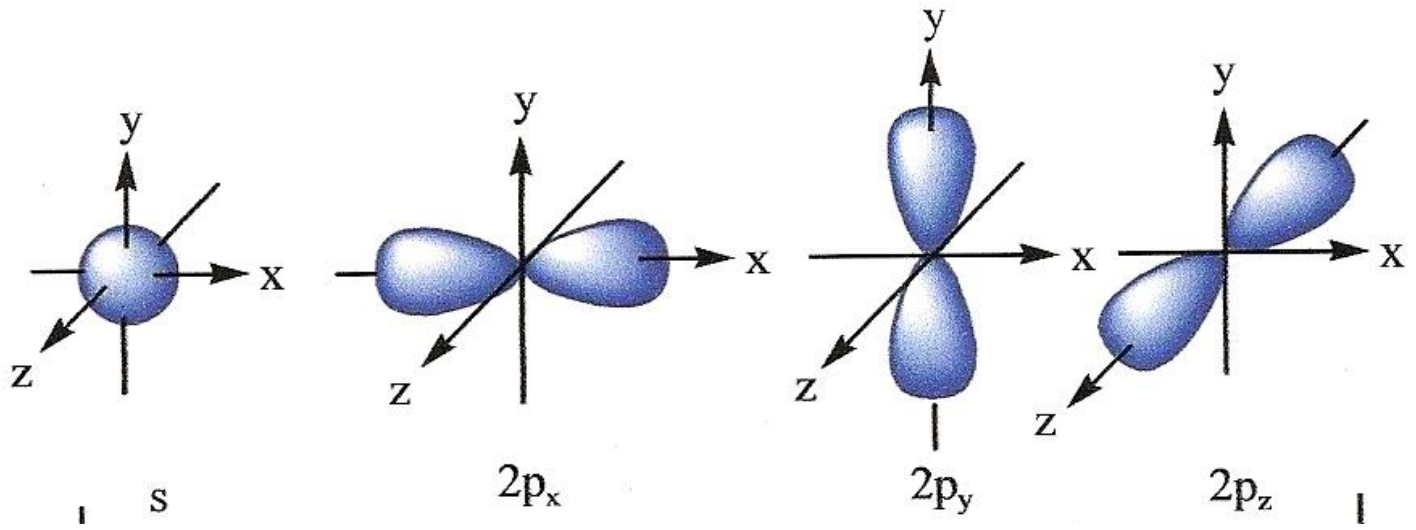
تتركز الالكترونات في منطقة من الفراغ حول النواة تعرف بالأفلاك الذرية وهي منطقة من الفراغ يمضي فيها الالكترون السواد الاعظم من وقته وليس له حدود واضحة

Atomic orbitals الافلاك الذرية

الالكترونات لا تقع على نفس مستوى الطاقة ولا على نفس البعد من النواة بل تتوزع في مستويات طاقة متعاقبة تعرف بالأغلفة الكترونية Electronic shells يشار اليها بحروف K,L, M يقابلها ارقام صحيحة 1,2,3على التوالي تمثل رقم الكم الرئيس n وتشير الى عدد تحت الاغلفة sub shells وكل غلاف يحوى اعدد وأنواع من الافلاك الذرية يساوي n^2 ويتسع لعدد من الالكترونات لا يتجاوز $2n^2$ وسوف نقتصر على دراسة افلاك S وP لأنها اكثر اهمية في مجال الكيمياء العضوية



Atomic orbitals الافلاك الذرية



Electronic configuration الترتيب الإلكتروني

طريقة توزيع الإلكترونات في الأفلاك الذرية المختلفة للذرة في حالة الهمود ground state

- مبدأ اوف باو Aufbau principle مبدا البناء التصاعدي
- مبدأ باولي للاستقصاء Pauli exclusion principle
- قاعدة هوند Hound's rule

Atomic orbitals الافلاك الذرية

التوزيع الالكتروني لبعض عناصر المجموعة الاولي والثانية

Element	Atomic No.	Electronic Configuration
H	1	$1s^1$
He	2	$1s^2$
C	6	$1s^2\ 2s^2\ 2px^1\ 2py^1\ 2pz$
N	7	$1s^2\ 2s^2\ 2px^1\ 2py^1\ 2pz^1$
O	8	$1s^2\ 2s^2\ 2px^2\ 2py^1\ 2pz^1$
F	9	$1s^2\ 2s^2\ 2px^2\ 2py^2\ 2pz^1$
Ne	10	$1s^2\ 2s^2\ 2px^2\ 2py^2\ 2pz^2$

Atomic orbitals الافلاك الذرية

Period ↓ / Group →	1	2	3	4	5	6	7	8
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

الكترونات التكافؤ Valence electrons = عدد الالكترونات في الغلاف الخارجي

التكافؤ = عدد الالكترونات المنفردة

الروابط الكيميائية Chemical bonds

جاء اكتشاف الإلكترون عام 1897م على يد العالم جوزيف تومسون Joseph Thomson ليكون أساسا للنظرية الإلكترونية للارتباط الكيميائي والتي تفترض أن تماسك الذرات مع بعضها البعض يعود إلي التفاعل بين إلكترونات التكافؤ وان ذرات العناصر تدخل في تكوين الروابط الكيميائية لتصل إلي ترتيب إلكتروني ثابت (الترتيب الإلكتروني لغاز خامل) وهذا يمكن أن يتحقق بانتقال إلكترون أو اكثر من ذرة إلي اخرى أو من خلال المشاركة الإلكترونية بين لذرات وعلية يمكن تقسيم الروابط الكيميائية إلي نوعين رئيسين:

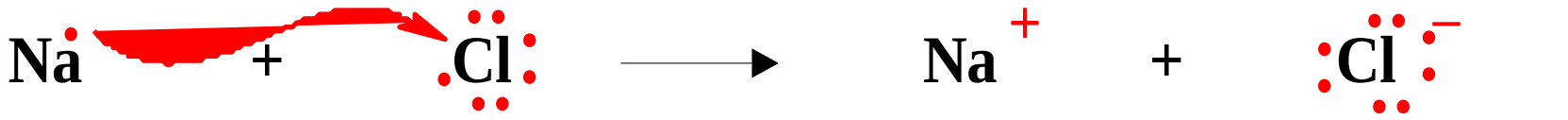
(أ) الروابط الايونية Ionic bonds

(ب) الروابط التساهمية Covalent bonds

Chemical bonds الروابط الكيميائية

(أ) الروابط الايونية Ionic bonds

تنشأ عن انتقال الكترون او اكثر من ذرة الى اخرى ليتكون ايونات متضادة الشحنة ترتبط مع بعضها البعض من خلال التجاذب الكهربائي الساكن وعلية فمن المتوقع أن تتكون الروابط الأيونية بين ذرات تختلف كثيرا في السلبية الكهربية electronegativity وهي اكثر انتشارا في المركبات غير العضوية

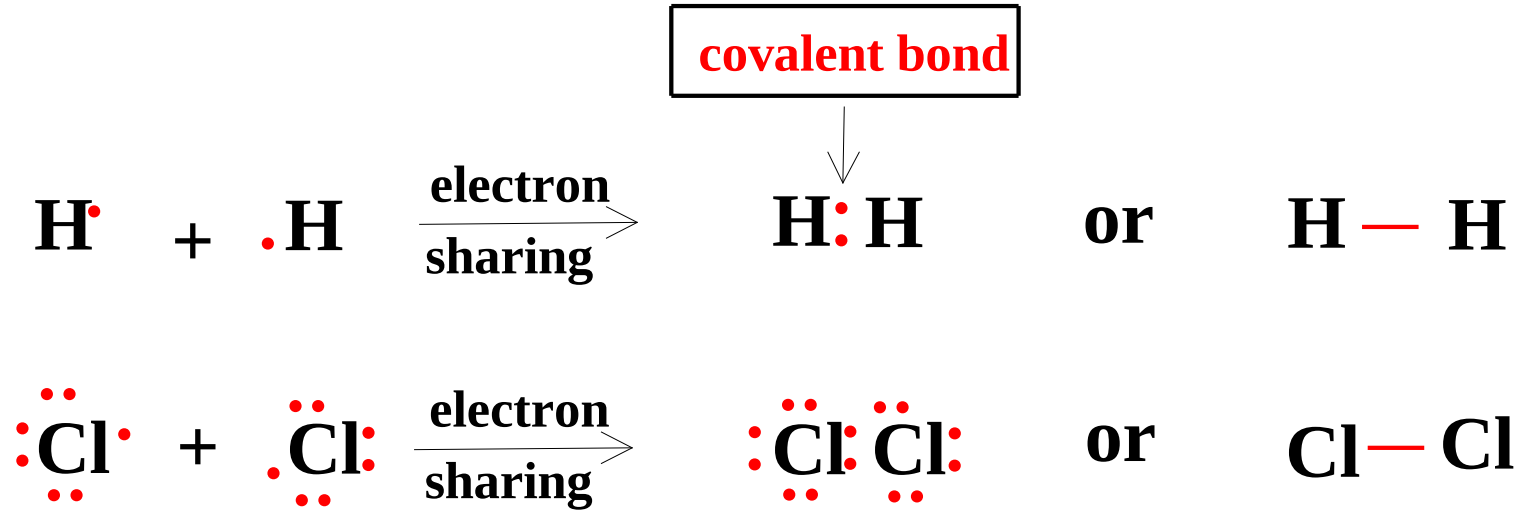


sodium atom chlorine atom sodium cation chloride anion

Chemical bonds الروابط الكيميائية

(ب) الروابط التساهمية Covalent bonds

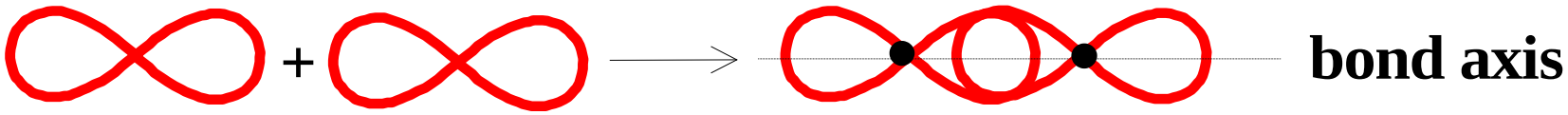
وهي اكثر أنواع الروابط انتشارا في المركبات العضوية و تنشأ بين الذرات المتماثلة أو المتقاربة في السلبية الكهربية من خلال المشاركة الالكترونية بحيث تشترك ذرة بإلكترون واحد مع ذرة أخرى ليتكون زوج من الإلكترونات يتمركز بين نواتي الذرتين فيربطهما معا وهذا الزوج الإلكتروني لا يخص ذرة بمفردها بل يخص الذرتين معا ليحصل كل منهما على ترتب إلكتروني مستقر



Chemical bonds الروابط الكيميائية

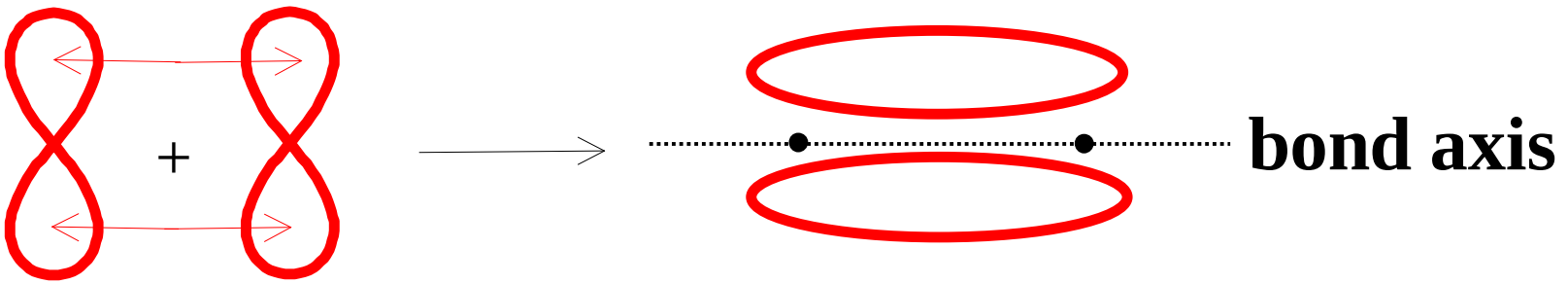
Molecular orbital theory نظرية الأفلاك الجزيئة

طبقاً لهذه النظرية فان الرابطة التساهمية تنشا عن تداخل (overlap)فلكين ذريين لذرتين متشابهتين أو مختلفتين لتكوين فلك جزيئي (رابطه تساهمية) يتسع لزوج من الإلكترونات وبالتالي فان قوه الرابطة التساهمية تتوقف على توفر الحد الأقصى من التداخل بين الأفلاك الذرية حيث يقود التداخل الراسي (الرأس مع الرأس) بين فلكين ذريين إلي تكوين فلك جزيئي (رابطة تساهمية) بمثابة اسطوانة متماثلة حول المحور المار بين نواتي الذرتين ومثل هذه الروابط التساهمية يعرف بروابط سيقما Sigma bonds (δ)



Chemical bonds الروابط الكيميائية

يودي التداخل الجانبي بين فلكين ذريين إلى تكوين نـوع أخر من الروابط التساهمية يعرف **بروابط باي (π) Pi bonds** وعلى عكس رابطة سيقما (σ)حيث تتمركز الكثافة الإلكترونية بين نواتي الذرتين المكونتين للرابطة فان الكثافة الإلكترونية في رابطة باي (π) تنتشر على هيئة سحابة إلكترونية اعلى وأسفل المحـور المـار بين نـواتي الذرتين المكونتين للرابطة مما يجعل رابطة باي اضعف واعلى طاقة (اقل استقرار) من رابطة سيقما.

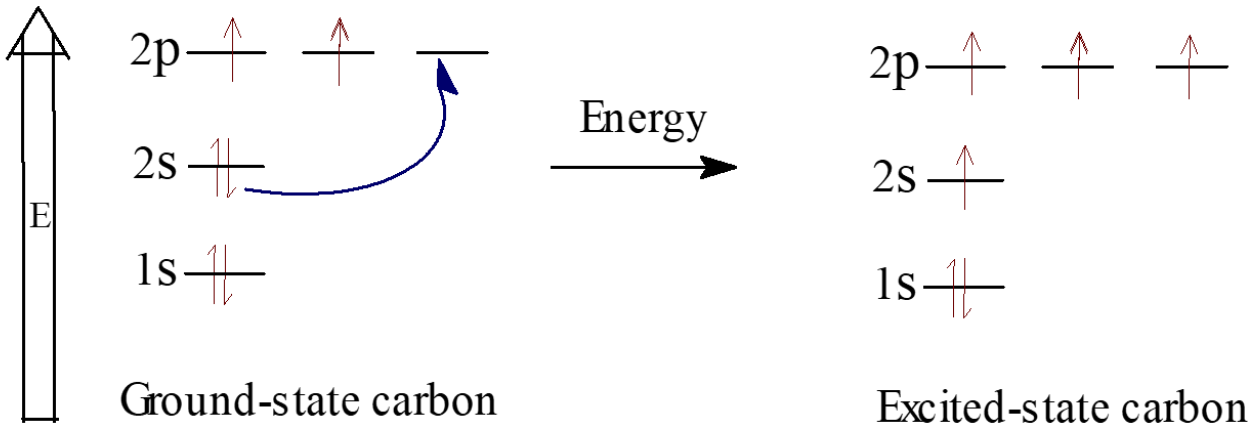


Hybrid orbitals الأفلاك المهجنة

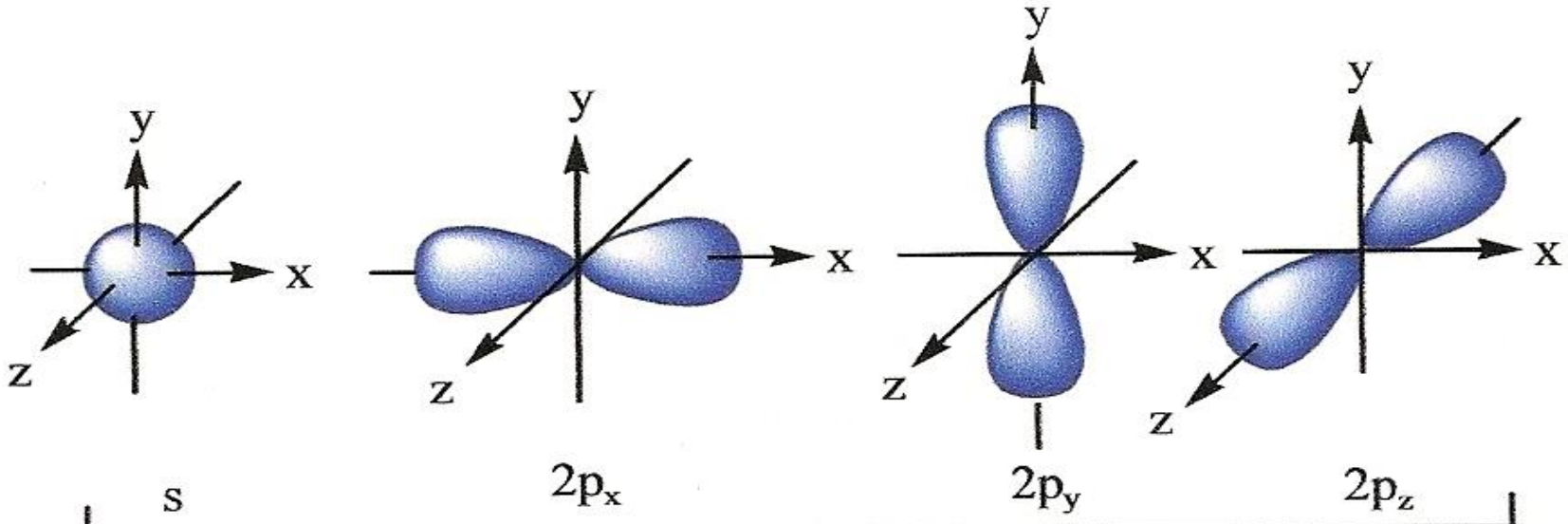
ادخل مفهوم تهجين الأفلاك الذرية لتفسير البناء الفراغي للجزيئات وهذا المفهوم يفترض تداخل الأفلاك الذرية النقية لنفس الذرة للحصول على عدد مماثل من الافلاك الذرية المهجنه تحمل بعض صفات الأفلاك الذرية النقية التي نشأت عنها.

أ) ذرة الكربون الهرمية Tetrahedral carbon atom

حين ترتبط الكربون مع اربع ذرات يكون التهجين من نوع sp^3 كما هو الحال في الميثان

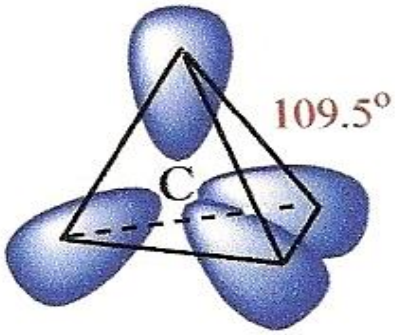


Hybrid orbitals الأفلاك المهجنة



sp^3 Hybridization

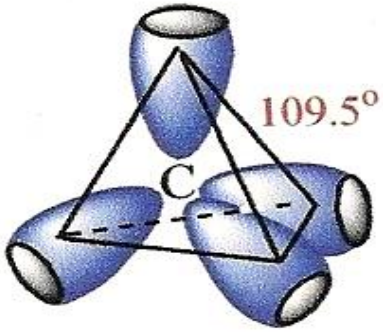
one sp^3 atomic orbital



four equivalent sp^3 atomic orbitals

+ 4 H

1s atomic orbital

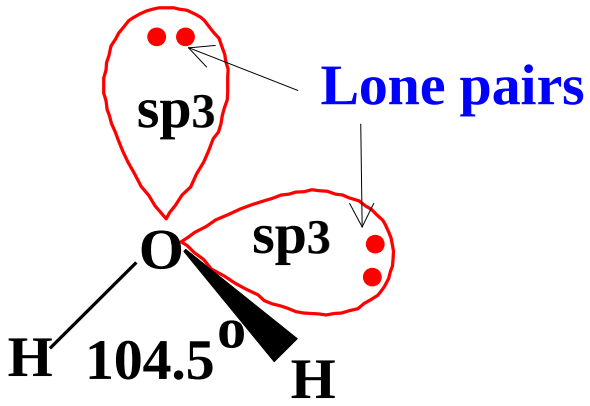


Methane

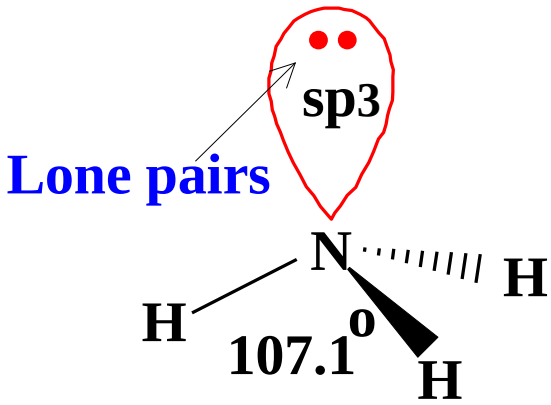
Hybrid orbitals الأفلاك المهجنة

unshared pairs of الأزواج الإلكترونية الحرة electrons

تعمل الازواج الالكترونية غير المشاركة على تقليص قيمة الزوايا بين الروابط في الهرم رباعي الوجوه نظرا لقربها من النواة فالتنافر لهذه الإلكترونات اكبر من ذلك المصاحب للإلكترونات المشاركة في تكوين الروابط التساهمية كما هو الحال في جزيء الأمونيا وجزيء والماء



Water

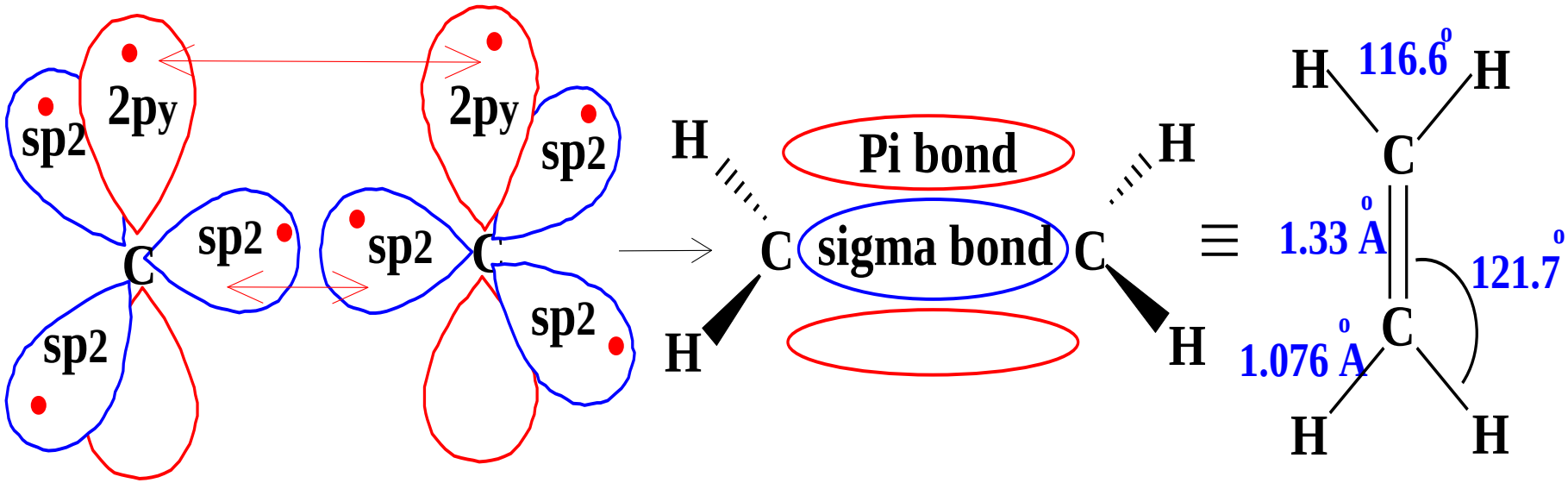


Amonia

Hybrid orbitals الأفلاك المهجنة

ب) ذرة الكربون المثلثة Trigonal carbon atom

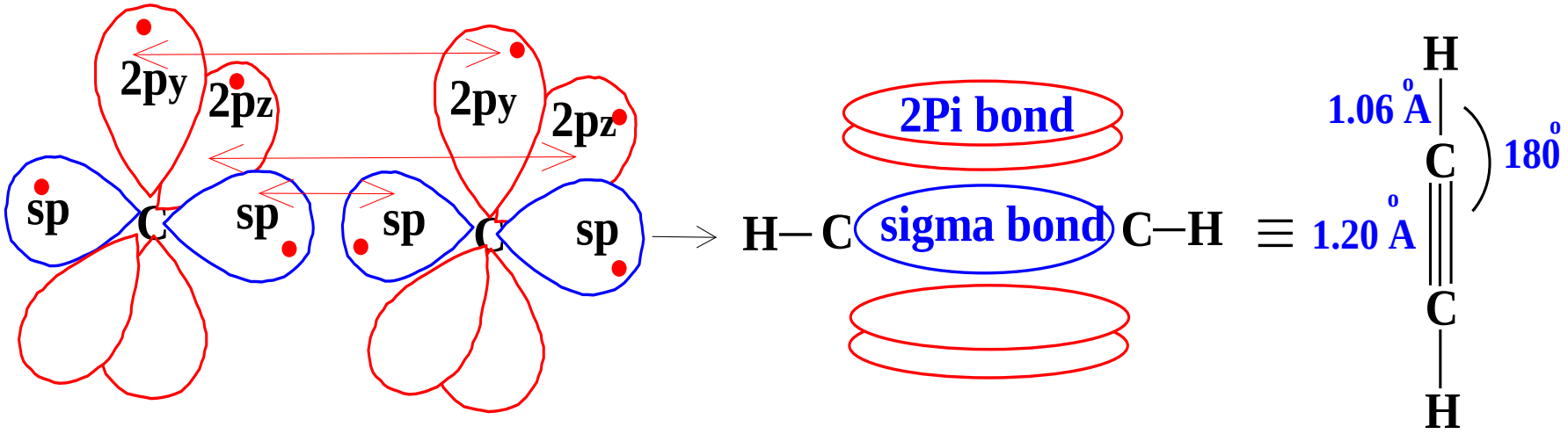
حين ترتبط الكربون مع ثلاث ذرات يكون التهجين من نوع sp^2
كما هو الحال في جزيء الاثيلين Ethelyne $H_2C=CH_2$



Hybrid orbitals الأفلاك المهجنة

جـ) ذرة الكربون الخطية Linear carbon atom

حين ترتبط الكربون مع ذرتين يكون التهجين من نوع sp كما هو الحال في جزيء الاستلين Acytelene HC≡CH



Hybrid orbitals الأفلاك المهجنة

% S	الزاوية الداخلية	الشكل الهندسي	عدد الذرات المرتبطة مع C	نوع التهجين
25	109.5	هرم رباعي السطوح	4	SP^3
33.3	120	مثلث مسطح	3	SP^2
50	180	خطي	2	SP

Electronegativity $sp > sp^2 > sp^3$

قطبية الروابط والجزيئات

Polarity of Bonds and Molecules

يعبر عن المقدرة النسبية للذرات في سحب الإلكترونات نحوها بالسلبية الكهربية **Electronegativity** والتي تعتمد على موقع العنصر في الجدول الدوري حيت تزداد قيمتها في الدورة الواحدة من اليسار إلى اليمين وتقل في المجموعة الواحدة من اعلى إلى اسفل ويعتبر االفلور اعلى العناصر سلبية كهربية لذلك أعطي القيمة (4) لتكون أساسا لتقدير السلبية الكهربية النسبية لبقية عناصر الجدول الدوري

F > O > Cl, N > Br > C,H

قطبية الروابط والجزيئات

CON…Polarity of Bonds and Molecules

حين تتكون الرابطة التساهمية بين ذرتين متماثلتين أو متقاربتين في السلبية الكهربية فان نصيب كل ذرة من إلكترونات الرابطة يماثل نصيب الذرة الأخرى وعندها تكون الرابطة التساهمية غير قطبية Non polar أما حين تكون الرابطة بين ذرتين مختلفتين في السلبية الكهربية فان الزوج الإلكتروني للرابطة التساهمية يكون اقرب إلى الذرة ذات السلبية الكهربية الأعلى منة إلى الذرة الأخرى فيظهر للرابطة قطبان أحدهما يحمل شحنة سالبة جزئية (δ-) والأخر يحمل شحنة موجبة جزئية (δ+) وعندها توصف الرابطة بأنها قطبية Polar وتزداد درجة القطبية بزيادة الفرق في السلبية الكهربية بين ذرتي الرابطة التساهمية.

Non polar covalent bond

Polar covalent bond

قطبية الروابط والجزيئات

CON…Polarity of Bonds and Molecules

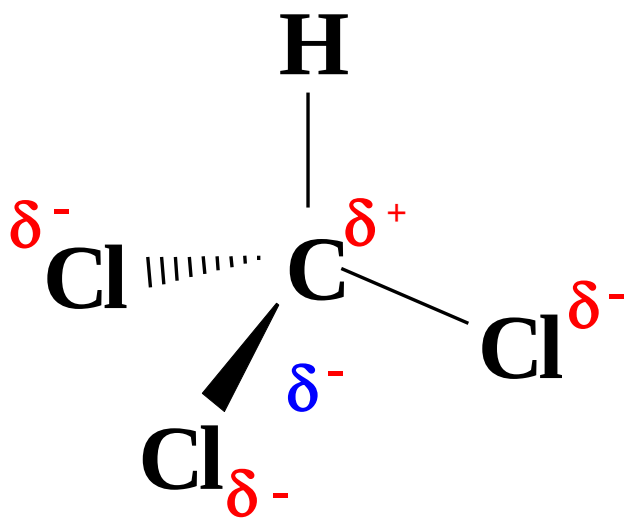
يلزم الإشارة هنا إلى مصطلح التأثير التحريضي Inductive effect الذي يستخدم لتفسير كثير من الظواهر الكيميائية ويقصد به سحب الإلكترونات أو منحها من خلال روابط سيقما بتأثير السلبية الكهربية النسبية للذرات حيث تقل قيمه التأثير التحريضي بسرعة بالابتعاد عن منطقة التأثير المباشر ليتلاشى أثرة تقريبا بعد أربع روابط أحادية وتصنف الذرات والمجاميع بالنسبة للهيدروجين إلى ساحبة للإلكترونات Electron withdrawing مثل مجموعة النيترو NO2 و الهالوجينات F> Cl> Br> I او مانحة للإلكترونات Electron releasing مثل مجاميع الألكيل وعناصر المجموعة الأولى K> Na >Li

قطبية الروابط والجزيئات

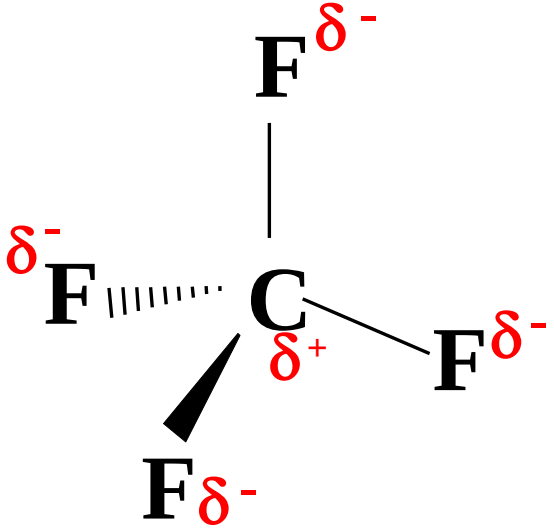
CON…Polarity of Bonds and Molecules

يكون الجزيء قطبيا اذا لم ينطبق مركز الشحنة الموجبة على مركز الشحنة السالبة

اذا كانت جميع الروابط في الجزيء قطبية فهل يلزم بالضرورة ان يكون الجزيء قطبيا ؟



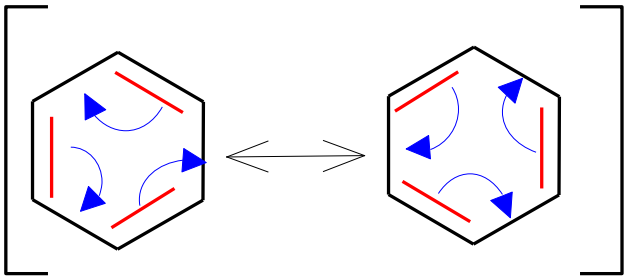
Polar molecule



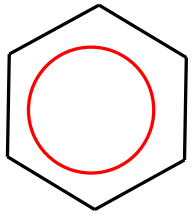
Non polar molecule

Resonance الطنين

الطنين هو إمكانية تمثيل جزيء أو أيون بأكثر من صيغة بنائية تختلف في مواضع الإلكترونات دون المساس بالهيكل ويسمى كل واحد منها تركيب طنيني resonance structure يُربط بينها بسهم ذو رأسين(↔) وهذه التراكيب الطنينية لا تمثل البناء الحقيقي للجزيء (أو الأيون) بل يمثل الجزيء بهجين طنيني resonance hybrid تساهم فيه جميع التراكيب الطنينية مما يحقق عدم تمركز الشحنات و انتشارها على عدد اكبر من الذرات وبالتالي يكون الهجين الطنينى اكثر استقرارا من حيث الطاقة من أي من التراكيب الطنينية المساهمة وبالتالي فان وجود الطنين في جزيء (أو أيون) يضفي علية درجة من الثبات والاستقرار



Resonance structures



Resonance hybride

Acids and Bases الحموض والقواعد

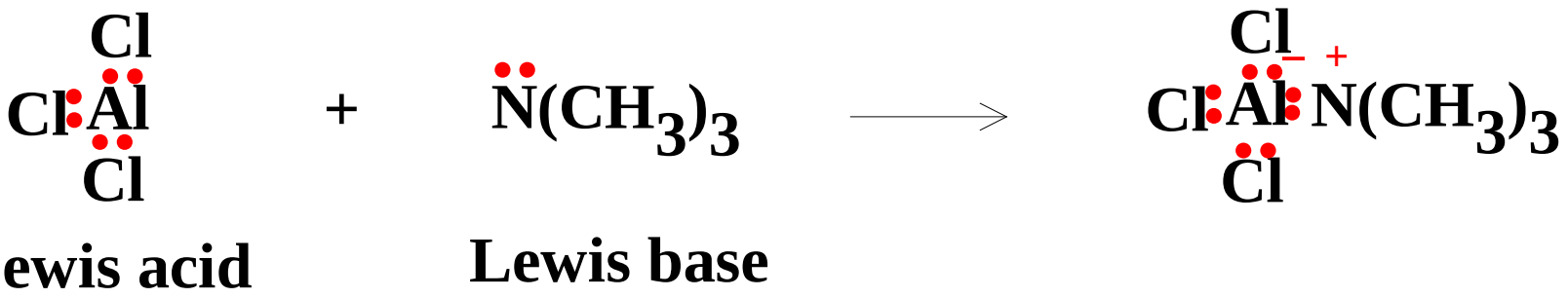
تعريف برونستد – لوري Bronsted -Lowry: الحمض هو المادة القادرة على منح البروتون في حين عرف القاعدة بتلك المادة القادرة علي استضافة البروتون وينشا عن تفاعل حمض- قاعدة تكوين قاعدة جديدة تسمي القاعدة المرافقةConjugate base وحمض جديد يسمي الحمض المرافق Conjugate acid وبوجه العموم ينزاح الاتزان في تفاعلات حمض- قاعدة نحو اتجاه تكوين الحموض والقواعد المرافقة الضعيفة

$$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^- \qquad K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

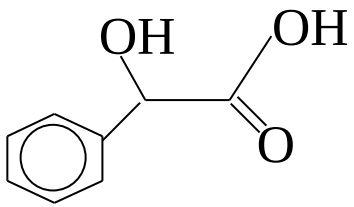
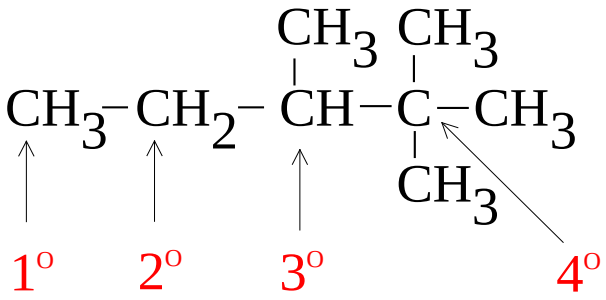
$$pKa = -\log Ka$$

CON…Acids and Bases الحموض والقواعد

تعريف لويس Lewis: الحمض هو المادة القادرة على تقبل زوج من الالكترونات (electron deficient) وقد يحمل شحنة موجبة مثل $^{+}NO_2$ ؛ H^{+} ؛ R^{+} وقد يكون متعادلا مثل $AlCl_3$ ؛ BF_3 ؛ $ZnCl_2$ اما قواعد لويس فهي غنية بالإلكترونات (electron rich) قد تحمل شحنة سالبة مثل X^{-}, HO^{-}, RO^{-}, R^{-} أو متعادلة تحوي أزواج من الإلكترونات غير المشاركة مثل H_2O, RNH_2, NH_3 ROH.

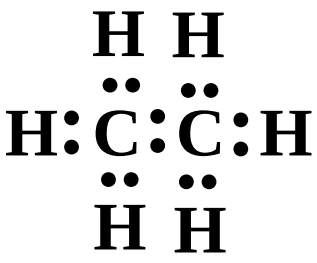


Chemical formulas

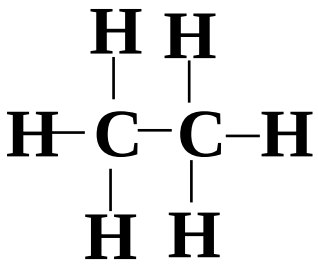
CH_2O H_2CO Formaldehyde CH_3COOH Acetic acid	**Empirical formula** تبين نوع الذرات ونسب تواجدها دون العدد الحقيقي للذرات أو طريقة ارتباطها
C_2H_6O CH3OCH3 Dimethyl ether CH3CH2OH Ethanol	**Molecular formula** تبين نوع الذرات وعددها دون طريقة ارتباطها مع بعضها البعض
$C_8H_9O_3$  2-Hydroxy-3-phenylpropanoic acid	**Structural formula** تبين نوع الذرات وعددها وطريقة ارتباطها مع بعضها البعض
	**Classification of Carbon and Hydrogen** **1° Primary, 2° Secondary** **3° Tertiary 4° Quaternary**

Representation of structural formulas

A) Two dimensional representation



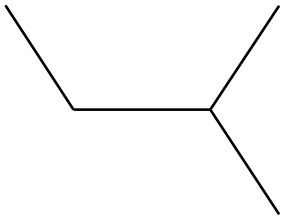
Lewis formula



Dash formula

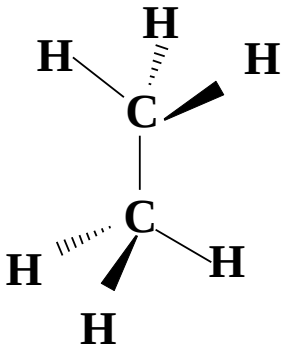
$CH_3CH_2CH_3$

Condensed formula



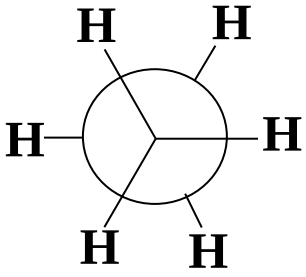
Bond-line formula

B) Three dimensional representation



Wedge formula

الوتد الداكن يمثل الروابط البارزة خارج المستوى في اتجاه الناظر، الوتد المقطع يمثل الروابط البارزة خارج المستوى في اتجاه عكس الناظر، الخط العادي يمثل الروابط الواقعة على المستوى



Newman projection formula

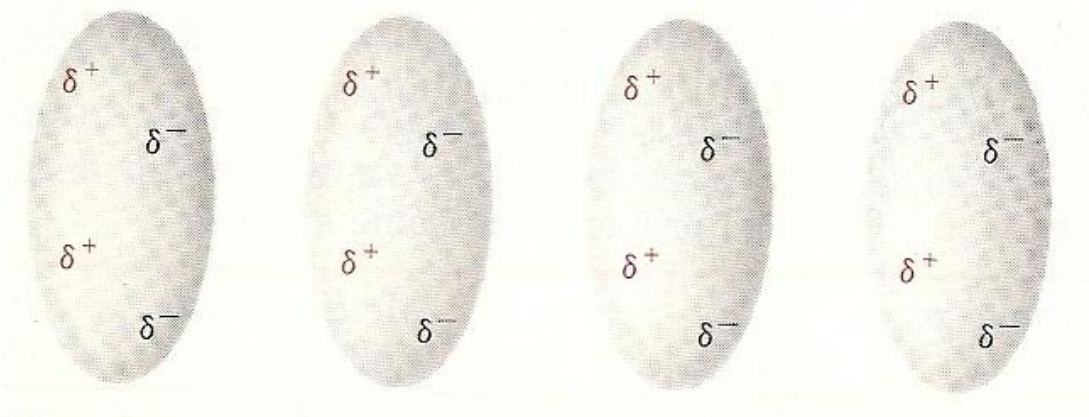
النظر للجزيء من أسفل محور إحدى الروابط بين ذرتي كربون مع تمثيل ذرة الكربون الأمامية بنقطة وتمثيل ذرة الكربون الخلفية بدائرة

القوى بين الجزيئات Intermolecular forces

يتأثر كل جزيء و يؤثر في الجزيئات المجاورة من خلال القوي بين الجزيئات ومحصلة هذه القوي تساهم بشكل فاعل في تحديد الخواص الفيزيائية للمركبات العضوية مثل درجة الغليان والانصهار والذئبية

أ) قوي فان درفال Vander waals forces

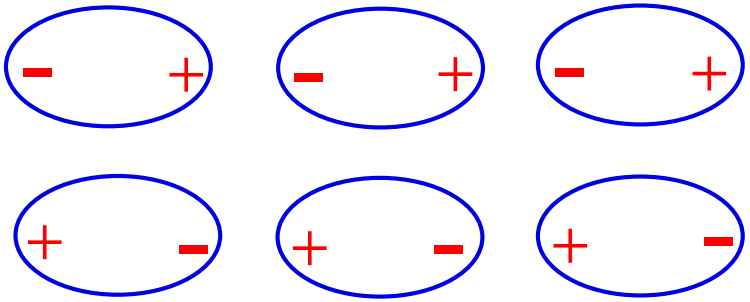
ينشا عن حركة اللإلكترونات حول النواة تكوّن أقطاب كهربائية مشحونة مؤقتة على الجزيئات لا تلبث أن تزول ليتكوّن أقطاب جديدة في مواقع أخرى من الجزيء فينشا عن هذه الأقطاب المؤقتة تجاذب بين الجزيئات وقوى التماسك الناتجة عن قوى فان درفال ضئيلة نسبياً وتزداد بزيادة مساحة سطح الالتقاء بين الجزيئات



CON…Intermolecular forces القوى بين الجزيئات

ب) تأثير الأقطاب بين الجزيئات Dipole interactions

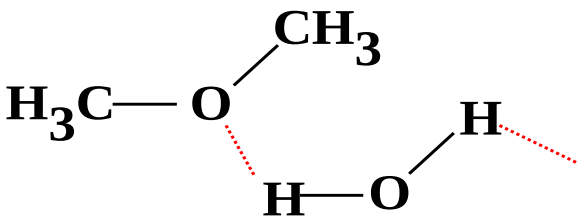
يظهر هذا التأثير بصورة خاصة في الجزيئات القطبية حيث تترتب تلك الجزيئات فيما بينها بطريقة تكفل تقارب النهايات مختلفة الشحنة مما يودي الى التجاذب بين جزيئات المركب القطبي فيودي إلى الارتفاع النسبي في درجات الغليان والانصهار مقارنة بالمركبات غير القطبية المقاربة لها في الأوزان الجزيئية ويزداد التجاذب بزيادة الخاصية القطبية للجزيئات وهذا النوع من القوى بين جزيئات اقوى كثيرا من قوي فان ديرفال .(لماذا)



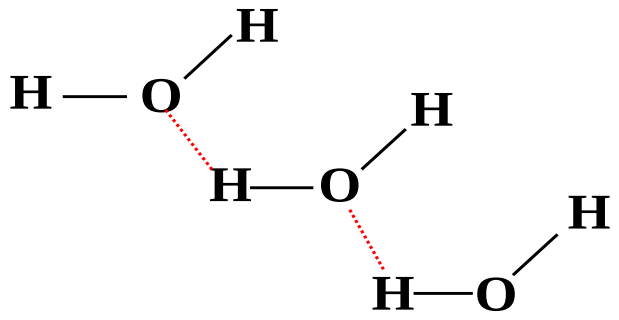
CON…Intermolecular forces القوى بين الجزيئات

ج) الروابط الهيدروجينية Hydrogen bonding

تتكون الروابط الهيدروجينية في المركبات التي تحتوي جزيئاتها على ذرة هيدروجين تتصل مباشرة برابطة تساهمية مع ذرة ذات سلبية كهربية عالية مثل الأوكسجين أو النيتروجين حيث تستقطب ذرة الهيدروجين لتحمل شحنة موجبة جزئية تقود إلى تجاذب قوي بينها وبين الذرات عالية السلبية الكهربية في الجزيئات الأخرى مما يزيد من تماسك جزيئات المادة وللروابط الهيدروجينية دور اقوى بكثير من القوي القطبية في تجاذب الجزيئات مما يوثر بصورة فاعلة في زيادة درجة الغليان والانصهار



Dimethylether in water



Water

Classification of Reagents تصنيف الكواشف

تصنف الكواشف الكيميائية الى:

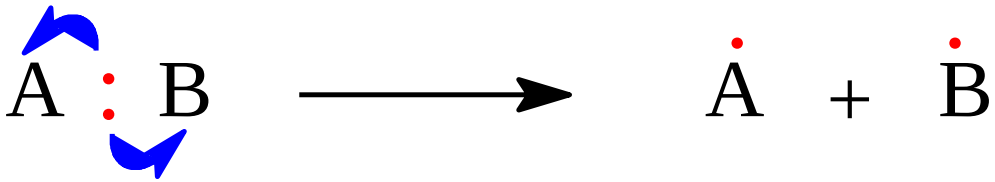
(أ) كواشف الكتروفيلية Electrophiles وهي الكواشف المحبة للالكترونات (electron deficient) وقد يحمل شحنة موجبة مثل NO_2^+ ؛ H^+ ؛ R^+ او تكون متعادلا مثل $AlCl_3$ ؛ BF_3 ؛ $ZnCl_2$ (حموض لويس)

(ب) كواشف نيوكليوفيلية Nucleophiles وهي الكواشف المحبة للشحنة الموجبة (electron rich) وقد تحمل شحنة سالبة مثل X^-, HO^-, RO^-, R^- أو متعادلة مثل NH_3, RNH_2, H_2O, ROH. (قواعد لويس)

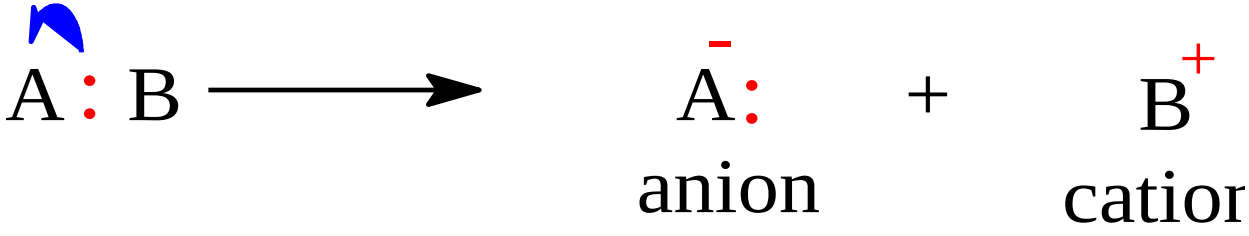
Classification of Organic Reactions

التفاعل الكيميائي عبارة عن كسر روابط وتكوين روابط جديدة او تحويل صيغة بنائية الى اخرى والرابطة الكيميائية يمكن ان تنكسر بطريقتين

(أ) كسر متجانس **Homolytic cleavage** حيث تنال كل ذرة إلكترونا من إلكتروني الرابطة لتصبح جذرا حرا **Free radical**



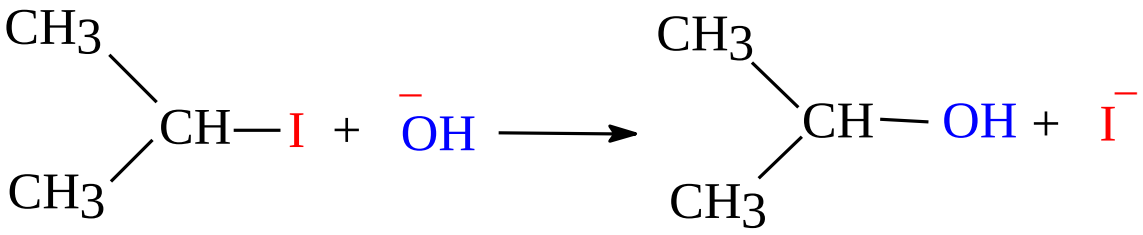
(ب) كسر غير متجانس **Heterolytic cleavage** وفية تستأثر الذرة ذات السلبية الكهربية الأعلى بإلكتروني الرابطة لتصبح أيونا سالبا **Anion** في حين تتحول الذرة الأقل سلبية كهربية إلى أيون موجب **Cation**



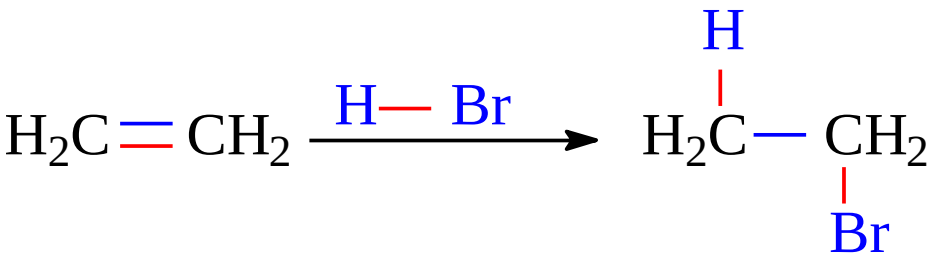
CON…Classification of Organic Reactions

ويمكن تصنيف التفاعلات العضوية إلى الأصناف الرئيسة التالية:

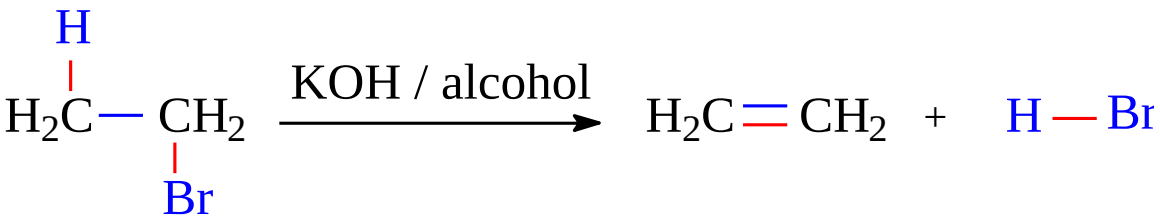
(أ) تفاعلات استبدال (إحلال) Substitution



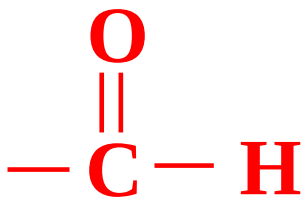
(ب) تفاعلات إضافة Addition



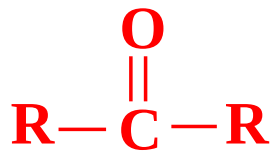
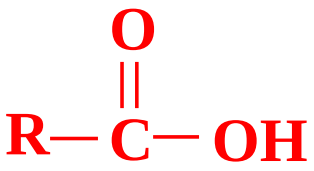
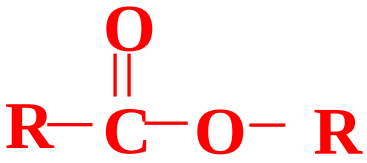
(جـ) تفاعلات الانتزاع Elimination



Classification of Organic Compounds

Family name	Functional group	Example
Alkanes	C-C and C-H	CH_4
Alkenes	-C=C-	$H_2C=CH_2$
Alkynes	-C≡C-	HC≡CH
Organic halides	C-X (X=F, Cl, Br, I)	CH_3Br
Alcohols	C-OH	CH_3OH
Ethers	C-O-C	CH_3OCH_3
Aldehydes		CH_3CHO

CON…Classification of Organic Compounds

Family name	Functional group	Example
Ketones		CH_3COCH_3
Carboxylic acids		CH_3COOH
Ester		CH_3COOCH_3
Amines		CH_3NH_2

الهيدروكربونات Hydrocarbons

الهيدروكربونات : مركبات تحتوى على عنصري الكربون والهيدروجين فقط ويمكن تقسيمها الى:

(أ) الهيدروكربونات المشبعة Saturated hydrocarbons

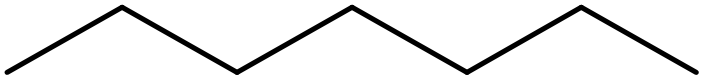
حيث ترتبط ذرات الكربون بأربع ذرات اخرى عبر روابط سيقما الاحادية كما هو الحال في الالكانات Alkanes

(أ) الهيدروكربونات غيرالمشبعة Unsaturated hydrocarbons

حيث ترتبط ذرات الكربون بأقل من اربع ذرات اخرى وتحوى روابط مضاعفة ا كما هو الحال في الالكاينات Alkenes الالكاينات Alkynes والهيروكربونات الاروماتية

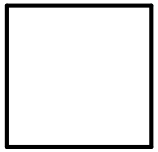
Alkanes and Cycloalkanes الالكانات والالكانات الحلقية

Alkanes C_nH_{2n+2}

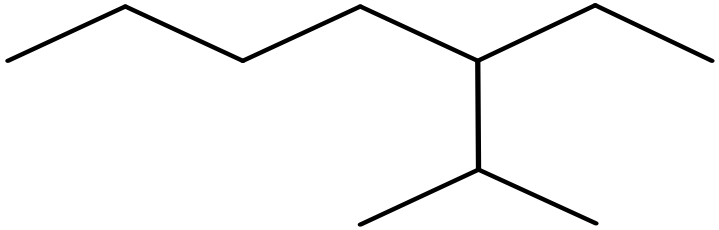


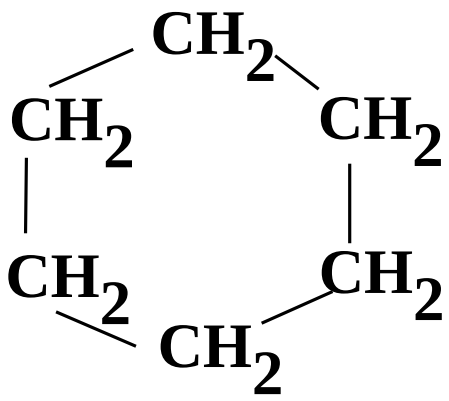
Cycloalkanes

C_nH_{2n}



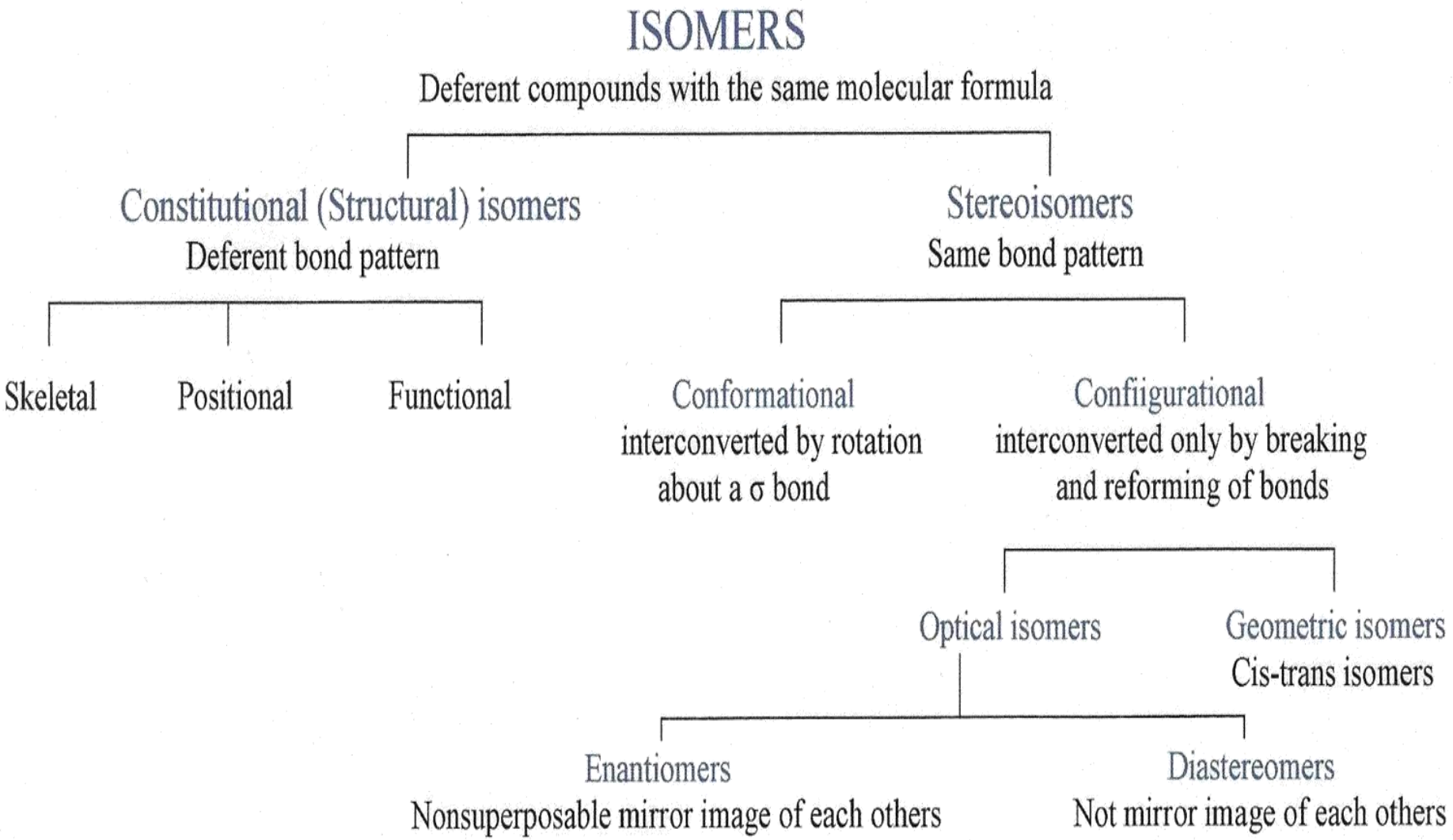
Unbranched alkanes





Branched alkanes

Structural isomers of Akanes التشكل البنائي في الالكانات

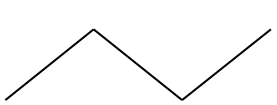


1) Structural isomers المتشكلات البنائية

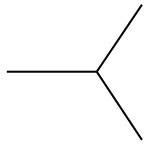
تتفق في الصيغة الجزئية وتختلف في نمط الارتباط

A) Skeletal isomers (أ) المتشكلات الهيكلية

C_4H_{10}



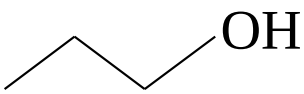
n-Butane



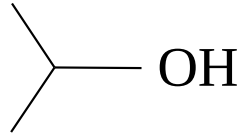
Isobutane

Positional isomers (ب)المتشكلات الموضعية

C_3H_8O



Propanol



Isopropanol

Funtional group isomers (ج)المتشكلات الوظيفية

C_2H_6O

CH_3CH_2OH

Ethanol

CH_3OCH_3

Dimethyl ether

Structural isomers of Alkanes المتشكلات البنائية للالكانات

يظهر التشكل البنائي الهيكلي في الالكانات المحتوية على اكثر من ثلاث ذرات كربون وتزداد عدد المتشكلات الهيكلية بزياد عدد ذرات الكربون

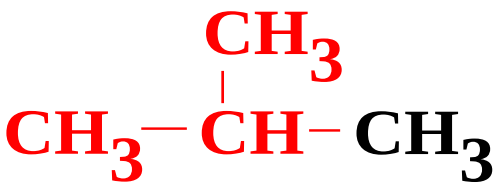
NO. of C	NO. of isomers		NO. of C	NO. of isomers
4	2		10	75
5	3		15	4374
6	5		20	366319

CON…Structural isomers of Alkanes

Isomers of Butane C_4H_{10}

$CH_3CH_2CH_2CH_3$

n-Butane

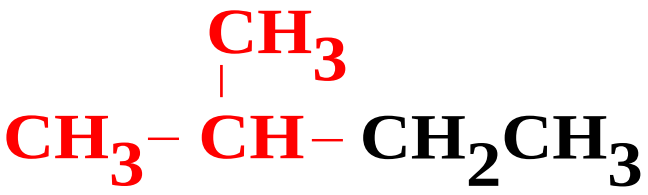


Isobutane

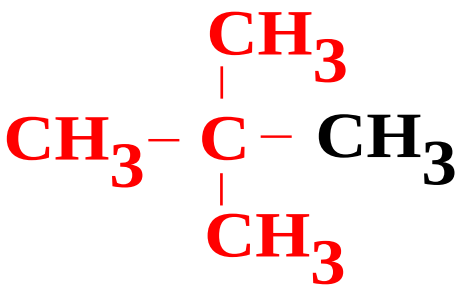
Isomers of Pentane C_5H_{12}

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

n-Pentane



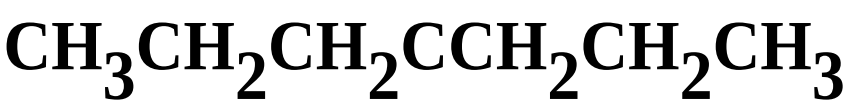
Isopentane



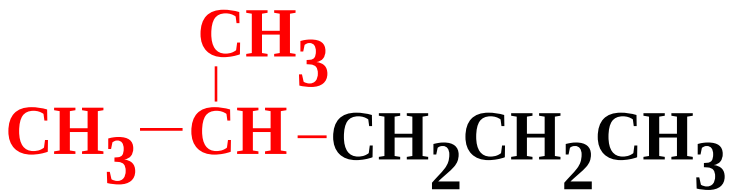
Neopentane

CON…Structural isomers of Alkanes

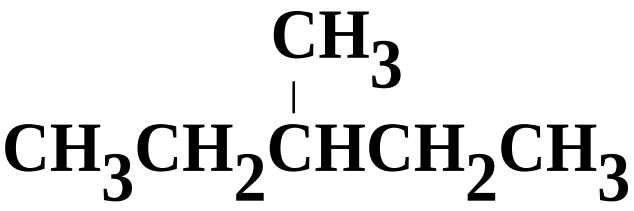
Isomers of Hexane C_6H_{14}



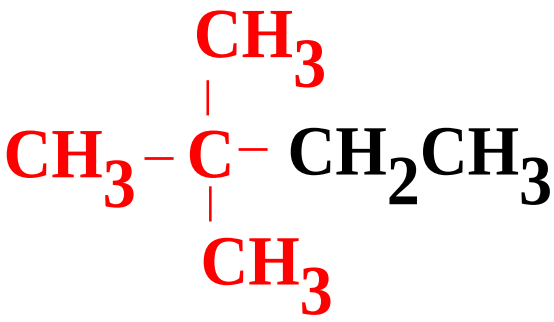
n-Hexane



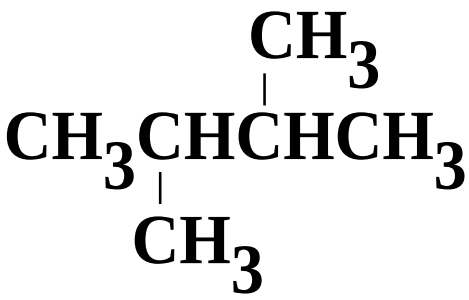
Isohexane



Hexane isomer



Neohexane



Hexane isomer

Nomenclature of Alkanes تسمية الالكانات

حين كان اعداد المركبات العضوية قليلا كانت تعطى اسماء شائعة common names ترتبط في الغالب بمصدرها مثل حمض النمل Formic acid(من الكلمة اللاتينية formica التى تعنى نمل) او باستخدام المقاطع iso و neo ومع تزايد اعداد المركبات العضوية اصبح من المتعذر اعطاء اسماء شائعة لجميع المركبات العضوية مما دفع العلماء الى تطوير طريقة منهجية Systematicلتسمية المركبات العضوية وفقاً لصيغها البنائية وضِعت قواعد اشتقاقها عام م 1892م من قبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية وتعرف اختصارا بالايوباك (IUPAC)

International Union of Pure and Applied Chemistry

Prefix	Parent	Suffix

Nomenclature of unbranched alkanes

الصيغة البنائية Structural formula	عدد الكربون	الاسم المنجي IUPAC name
CH_4	1	Methane ميثان
CH_3CH_3	2	Ethane ايثان
$CH_3CH_2CH_3$	3	Propane بروبان
$CH_3CH_2CH_2CH_3$	4	Butane بيوتان
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	5	Pentane بنتان
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	6	Hexane هكسان
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	7	Heptane هبتان
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	8	Octane اوكتان
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	9	Nonane نونان
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	10	Decane ديكان

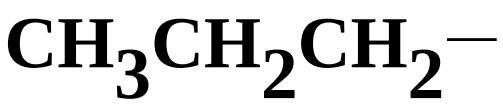
Nomenclature of Alkyl Groups

قبل الشروع في تسمية الالكانات المتفرعة يلزم الاشارة الى طريقة تسمية **مجاميع الالكيل** (الفروع) والمجموعة الالكيلية عبارة عن الكان ينقصه ذرة هيدروجين ويتم تسميتها بحذف المقطع **ane** من اسم الالكان المطابق واستبداله بالمقطع **yl** وحين يحوي الالكان على نوع واحد من انواع ذرات الهيدروجين يتم اشتقاق مجموعة الكيلية واحدة كما هو الحال في الايثان. في حين يودي تعدد انواع ذرات الهيدروجين الى اشتقاق اكثر من مجموعة الكيلية للالكان الواحد.

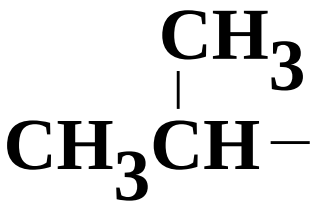
CH_4	$CH_3—$	CH_3CH_3	$CH_3CH_2—$
Methane	Methyl	Ethane	Ethyl

CON…Nomenclature of Alkyl Groups

n-Propane



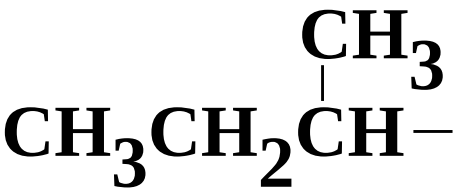
n-Propyl



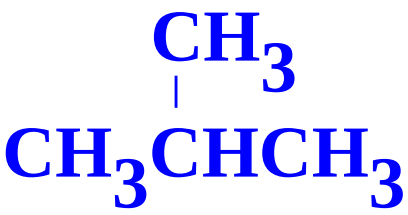
Isopropyl

n-Butane

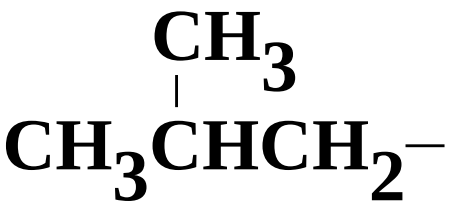
n-Butyl



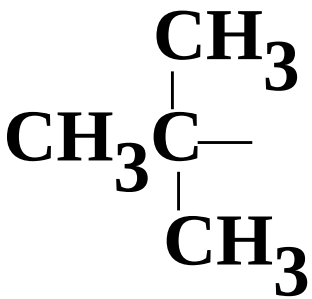
s-Butyl



Isobuane

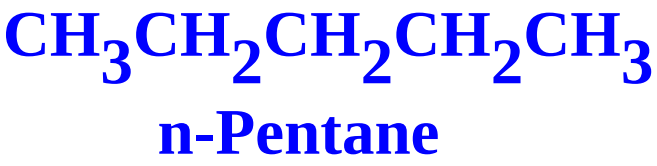


Isobutyl



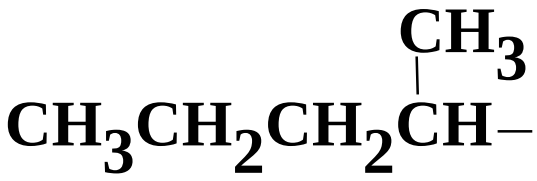
t-Butyl

CON…Nomenclature of Alkyl Groups

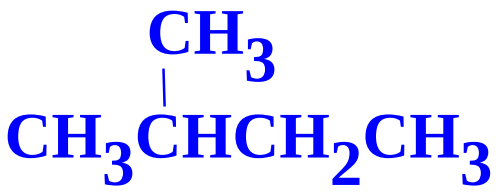


n-Pentane

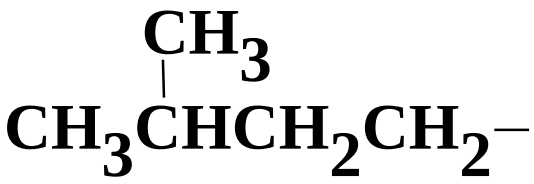
n-Pentyl



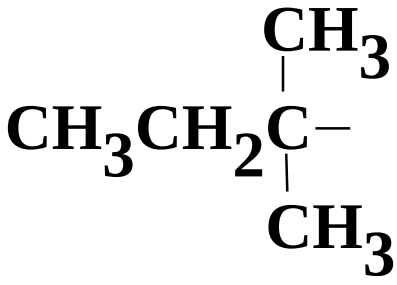
s-Pentyl



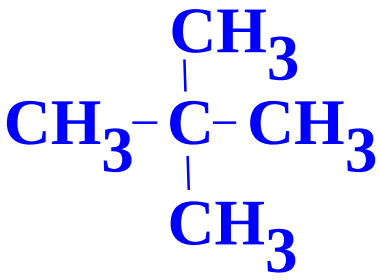
Isopentane



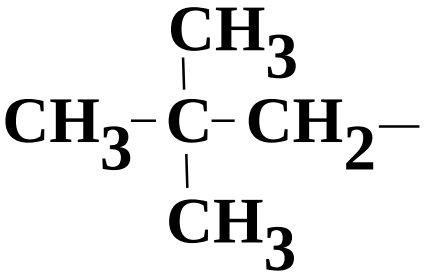
Isopentyl



t-Pentyl



Neopentane

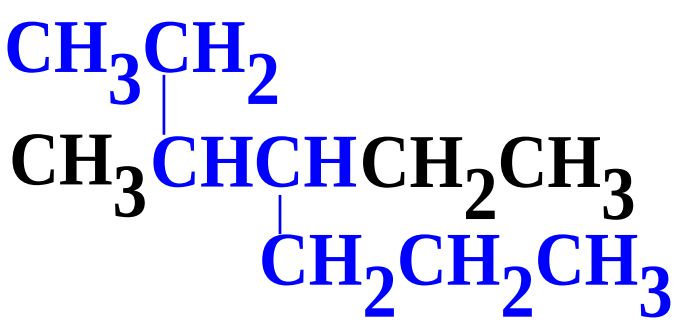


Neopentyl

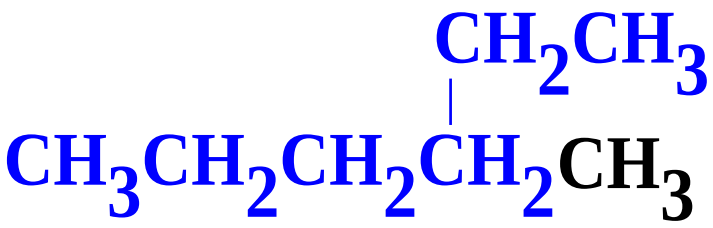
Nomenclature of branched alkanes

تشتق ألأسماء المنهجية **IUPAC** للألكانات المتفرعة وفق الضوابط التالية:

1) حدد أطول سلسلة كربونية مستمرة لتمثل **الاسم الأساسي** للمركب واعتبر المجاميع المتصلة بهذه السلسلة مجاميع بديلة (فروع)



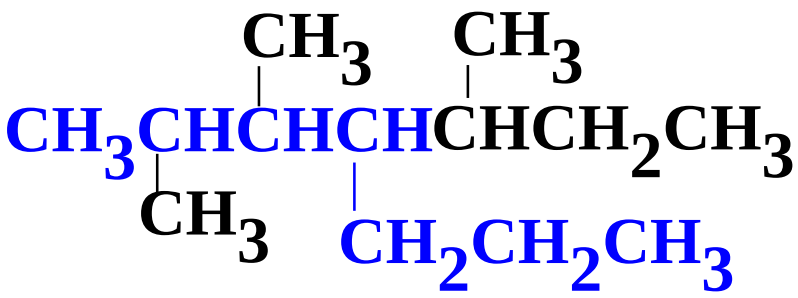
Parent name Hept not Hex



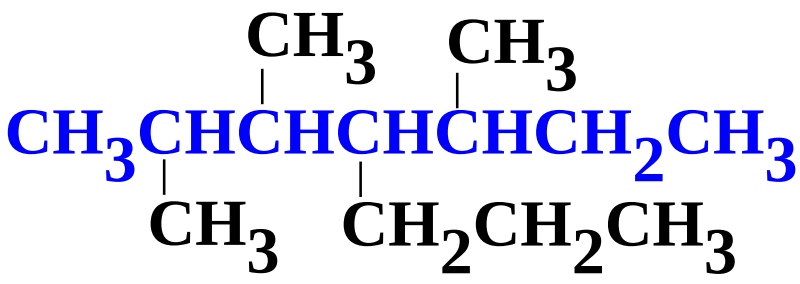
Parent name Hex not Pent

CON…Nomenclature of branched alkanes

2) عند احتواء الالكان على سلسلتين (او اكثر) لها نفس الطول فان الاولوية تكون للسلسلة التي تحمل اكبر عدد من الفروع



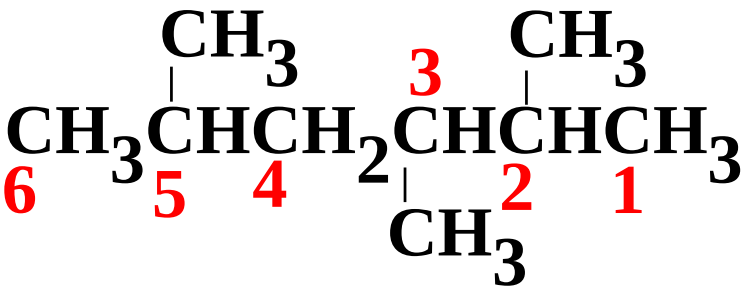
Wrong

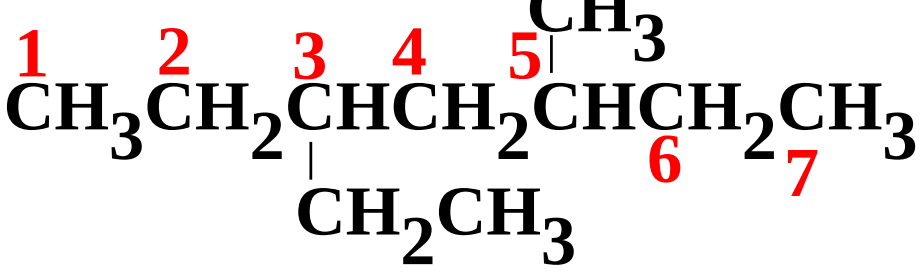


Correct

CON…Nomenclature of branched alkanes

3) لتحديد مواضع المجاميع البديلة ترقم السلسلة الاساسية من الطرف الاقرب لأول تفرع وعند تساوي بعد طرفي السلسلة عن التفرع الاول ينظر للتفرع الثاني وهكذا.... وعند تساوي احتمالية الترقيم من طرفي السلسلة يرقم من الطرف الذي يعطي المجموعة البديلة ذات الاولوية الابجدية الرقم الاقل



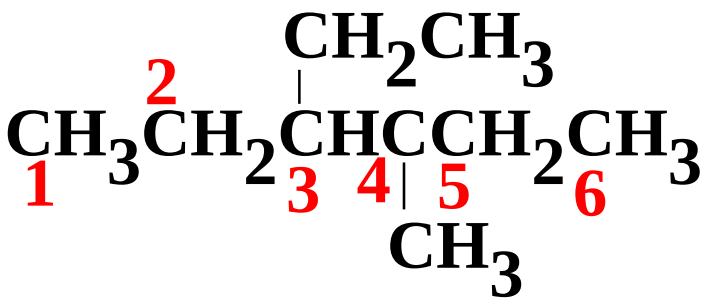


CON…Nomenclature of branched alkanes

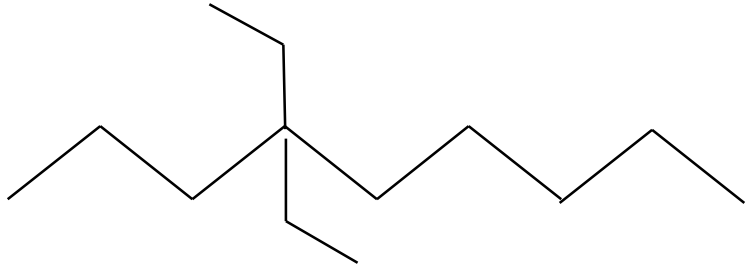
4) تحدد مواقع المجاميع البديلة بأرقام ذرات الكربون الحاملة لها وعند وجود اكثر من مجموعة بديلة على ذرة كربون واحدة فأنة يلزم تكرار رقم ذرة الكربون بقدر عدد تلك المجاميع البديلة وعند احتواء السلسلة الأساسية على مجموعتين متماثلتين أو اكثر فأنة لا داعي لتكرار كتابه اسم تلك المجموعة بل يكتفي باستخدام المقاطع الدالة على التكرار di (2) tri(3) ...وهكذا للدلالة على عدد تلك المجاميع البديلة. ثم تكتب اسما الفروع مسبوقة بالأرقام الدالة على مواضعها وفقاً للترتيب الأبجدي(Ethyl قبل Methyl) وفيما عدا البادئات iso و neo فأنة يلزم إهمال المقاطع الدالة على التكرار (di, tri) والمقاطع الدالة على الهيكل الكربوني للمجموعة الألكيلية (t., s.) عند تحديد الأولوية الأبجدية ثم يكتب الاسم الأساسي للألكان مباشرة بعد اسم أخر مجموعة الكيلية مع مراعاة وضع فواصل بين ألأرقام وخطوط (–) بين الأرقام وأسماء المجاميع البديلة.

CON…Nomenclature of branched alkanes

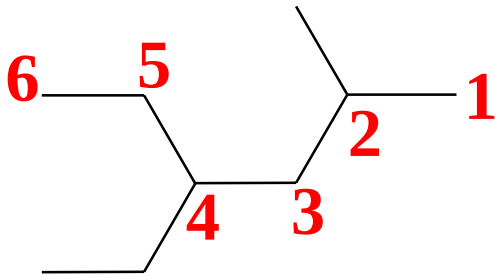
تطبيقات



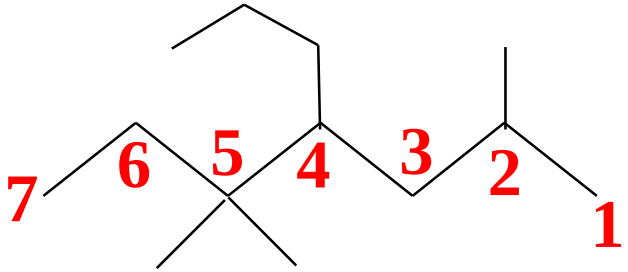
3-Ethyl-4-methylhexane



4.4-Diethylnonane



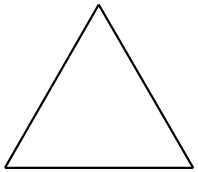
4-Ethyl-2-methylhexane



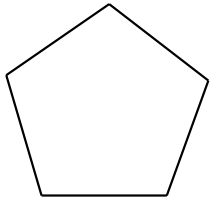
2,5,5-Trimethy-4-propylheptane

Nomenclature of Cycloalkanes

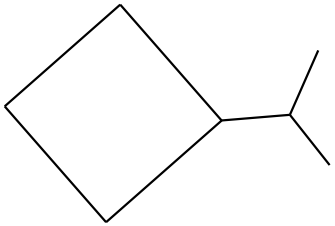
Monocyclic alkanes تسمي الألكانات أحادية الحلقة بكتابة المقطع Cyclo قبل الاسم الأساسي للألكان الدال على عدد ذرات الكربون المكونة للحلقة وعندما تكون الحلقة أحادية الاستبدال فلا داعي لترقيم الحلقة نظراً لتماثلها بل يكتفي بكتابة اسم المجموعة البديلة مباشرة قبل اسم الألكان الحلقي.



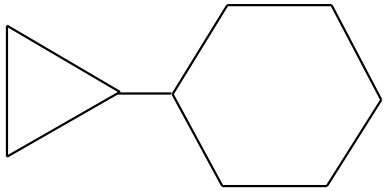
Cyclopropane



Cyclopentane



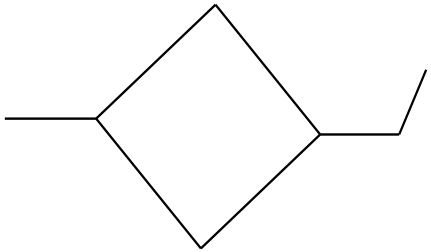
Isopropylcyclobutane



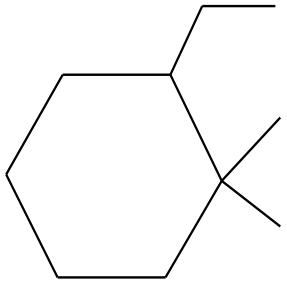
Cyclopropylcyclohexane

CON…Nomenclature of Cycloalkanes

ترقم الحلقة عديدة الاستبدال لتعطي المجاميع البديلة اقل أرقام ممكنة بحيث تأخذ إحدى ذرات كربون الحلقة الحاملة لإحدى المجاميع البديلة الرقم واحد ثم يستمر الترقيم بالطريقة التي تعطي المجاميع البديلة الأخرى اقل أرقام ممكنة وعند وجود اكثر من خيار للترقيم يحقق ما ذكر أعلاه فأنة يلزم بداء الترقيم من ذرة الكربون الحاملة للمجموعة ذات الأولوية الأبجدية.



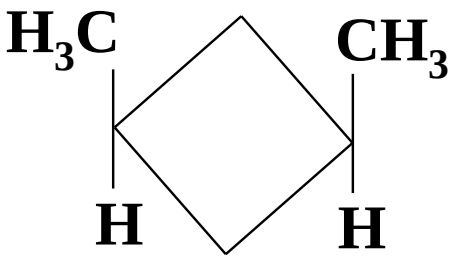
1-Ethyl-3-methylcyclobutane



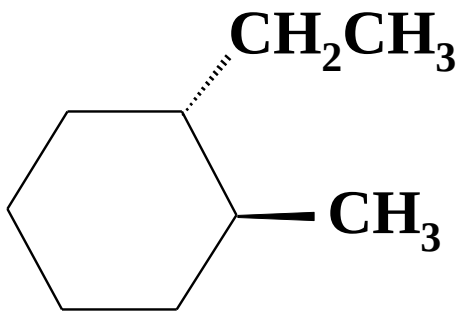
2-Ethyl-1,1-dimethylcyclohexane

CON…Nomenclature of Cycloalkanes

يودي تعذر الدوران حول الروابط الأحادية بين ذرات الكربون المكونة للحلقة إلى ظهور نوع من التشكل الفراغي في الألكانات الحلقية ثنائية الاستبدال يعرف بتشكل سس-ترانس **cis-trans isomerism** فإذا كانت المجموعتين البديلتين على نفس الجانب من الحلقة سمي المتشكل سس **cis** أما إذا كانت المجموعتين البديلتين على جانبين مختلفين من الحلقة سمي المتشكل ترانس **trans**



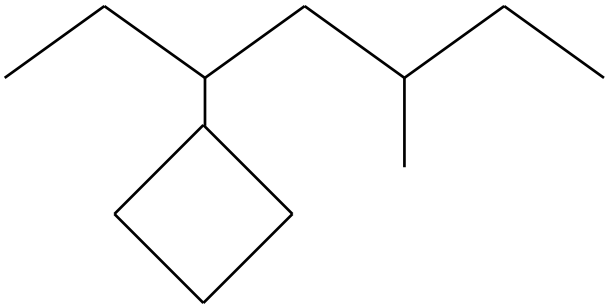
cis-1,3-Dimethylcyclobutane



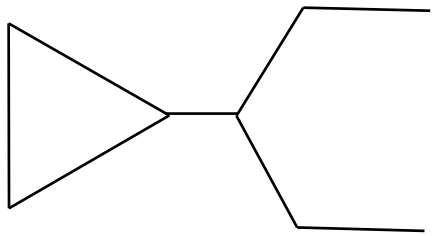
trans-1-Ethyl-2-methyl cyclohexane

CON…Nomenclature of Cycloalkanes

حين يتعذر ايجاد اسم بسيط للمجموعة المتصلة بالحلقة تعتبر الحلقة مجموعة بديلة



3-Cyclobutyl-5-methylheptane



3-Cyclopropylpentane

Physical properties of Alkanes

- تزداد درجة غليان الالكانات بزيادة الوزن الجزيئي ونقص التفرع

C1-c4 Gasses C5-C17 Liquids

C18 and higher Solids

- الالكانات اقل كثافة من الماء **0.4-0.8 glml**

بسبب عدم قطبية الالكانات فإنها لا تذوب في الماء بل تذوب في المذيبات غير القطبية او ذات القطبية الضعيفة مثل رابع كلوريد الكربون والبنزين

Commercial sources of Alkane المصدر الاقتصادي الالكانات

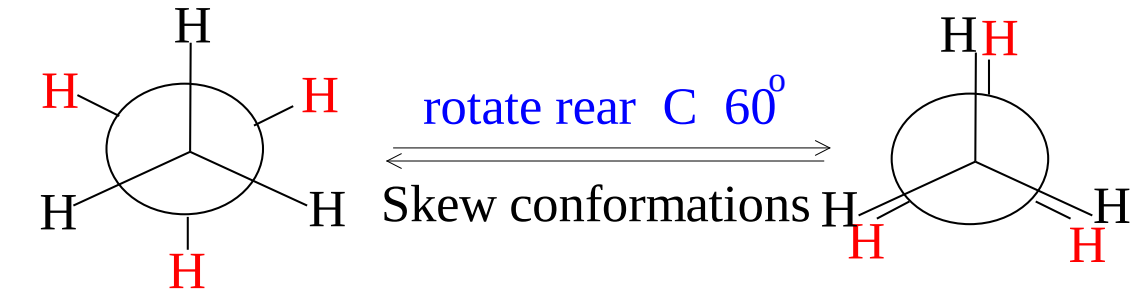
الغاز الطبيعي والبترول

النواتج	مدى درجة الغليان(°م)	متوسط عدد ذرات الكربون
الغاز الطبيعي Naturalgas	اقل من 20	C1-C4
ايثر البترول Petroleumether	20-60	C5-C6
القازولين Straight-rungasoline	30-200	C5-C11
الكيروسين Kerosene	175-300	C11-C14
زيت الوقود Fuel oil	275-400	C14-C25
زيوت التشحيم Lubricating oils	سوائل غير متطائرة	>C20
إسفلت Asphalt	جوامد غير متطايرة	>C20

Conformation of Alkanes

(تتحول الى بعضها البعض عند درجة حرارة الغرفة)

في الجزيئات غير الحلقية **Acyclic molecules** ينشا عن حرية الدوران حول الرابطة الاحادية سقما (σ) بين ذرتي كربون عدد لانهائي من الاوضاع المختلفة في اشكالها وطاقاتها يطلق على كل منها **conformational isomer** او (**conformer**) كما يطلق على دراسة التغير في الطاقة المصاحب للدوران حول الرابطة الاحادية سيقما مصطلح **conformational analysis**

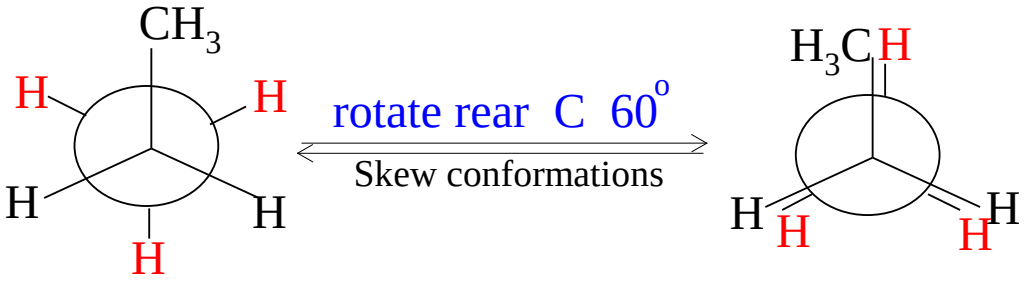


Staggered conformer Eclipsed conformer

Torsional strain = 2,9 Kcal/mol

Conformations of Ethane

CONT…..



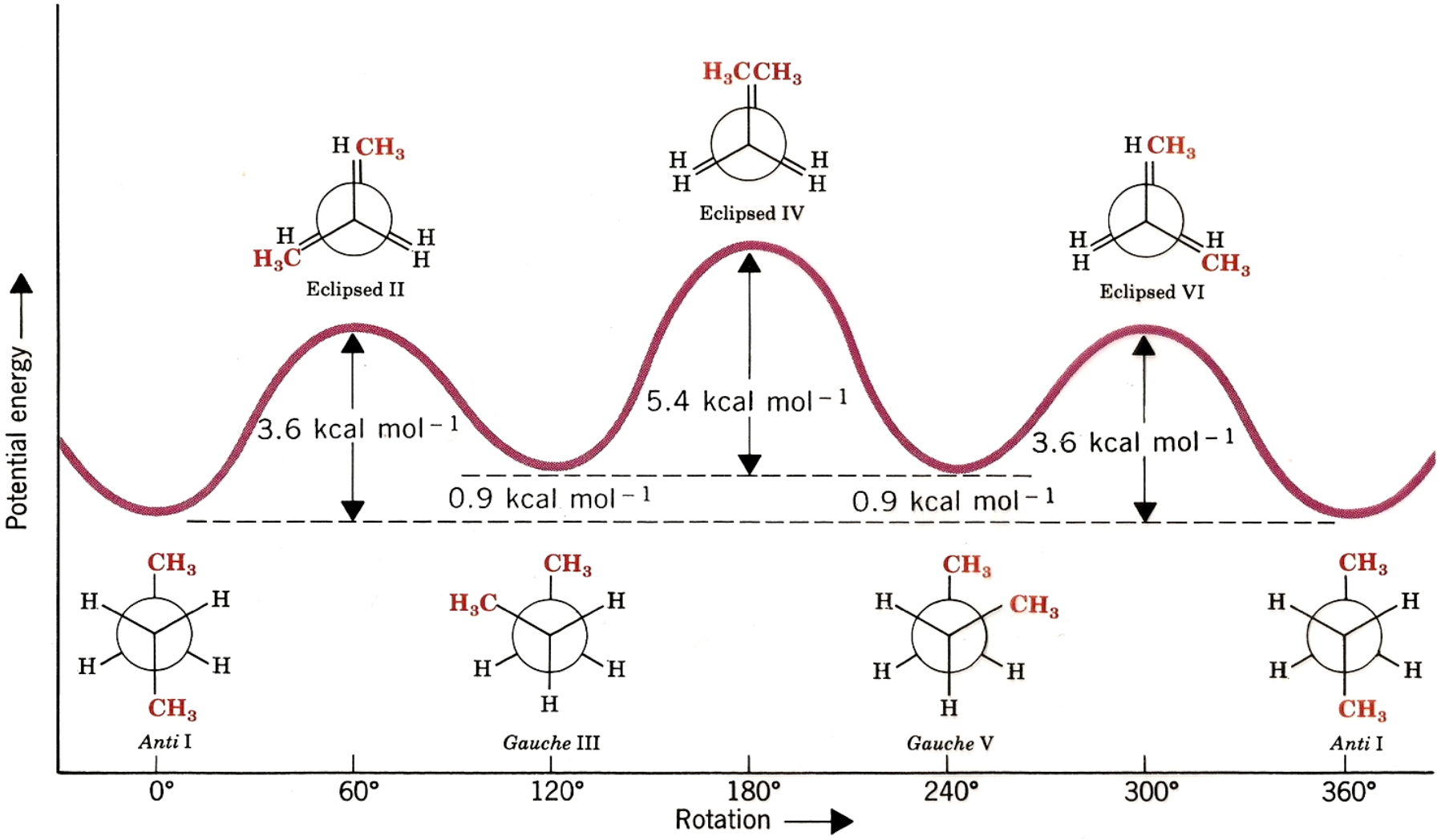
Staggered conformer Eclipsed conformer

Torsional strain = 3,4 Kcal/mol

Conformations of Propane

تعتبر طاقة الإلتوا Torsional strain(الناجمة عن التزاحم الفراغي) Steric strain في الجزيئات البسيطة ذات قيمة صغيرة لا تتجاوز 5 Kcal/mol، وبالتالي فان درجة حرارة الغرفة كافية للتغلب على طاقة الالتوا مما يسمح بالتحول السريع بين متشكلات الاوضاع الفرعية وبالرغم من تدني طاقة الإلتوا إلا أنها كافية لخلق فروق في متوسط عمر الاوضاع الفراغية فقد دلت الدارسات على ان جزيء البيوتان موجود بنسبة 70% في الوضع الفراغي المتعاقب المتضاد وبنسبة 15% في الوضعين المتعاقبين المايلين

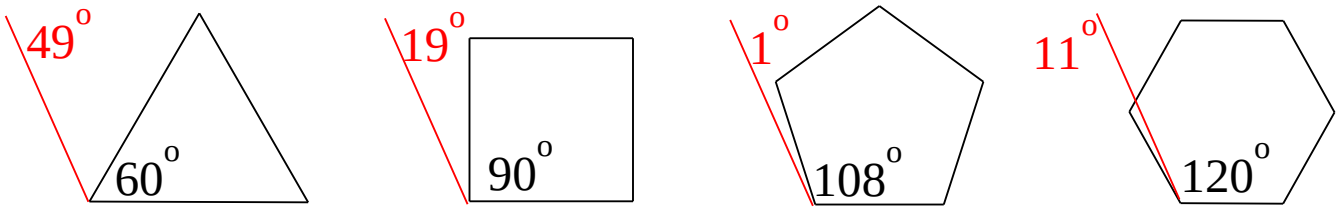
CONT….


Potential energy
Rotation
0°
60°
120°
180°
240°
300°
360°
3.6 kcal mol⁻¹
5.4 kcal mol⁻¹
3.6 kcal mol⁻¹
0.9 kcal mol⁻¹
0.9 kcal mol⁻¹
Eclipsed II
Eclipsed IV
Eclipsed VI
Anti I
Gauche III
Gauche V
Anti I

CONT….

Cyclic molecules الجزيئات الحلقية عند افترض استوائية حلقات

كما افترض الكيميائي الالماني بايرBaeyer فمن المفترض ان تكون الحلقة الخماسية هي اكثر الحلقات استقرارا لقرب زاويتها الداخلية من زاوية الهرم رباعي السطوح وبالتالي خلوها من الاجهاد الحلقي



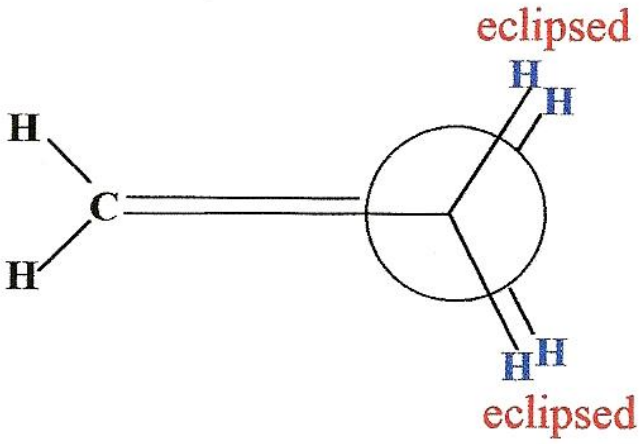
بالرغم من اهمية اقتراح باير خاصة في تفسير النشاط الكيميائي للحلقات الثلاثية إلا انة جانب الصواب في افتراض استوائية الحلقات اذا تبين ان ذرات الحلقة في معظم المركبات الحلقية لا تقع على نفس المستوى بل تأخذ اوضاع فراغية ثلاثية الابعاد تمكن من تقليص الاجهاد الحلقي ولذا فان الحلقة السداسية اكثر الحلقات استقرارا مما يدل على ان الاجهاد الحلقي ليس مقصورا على الاجهاد الزاوي فحسب (كما افترض باير) بل هو محصلة لكل من:

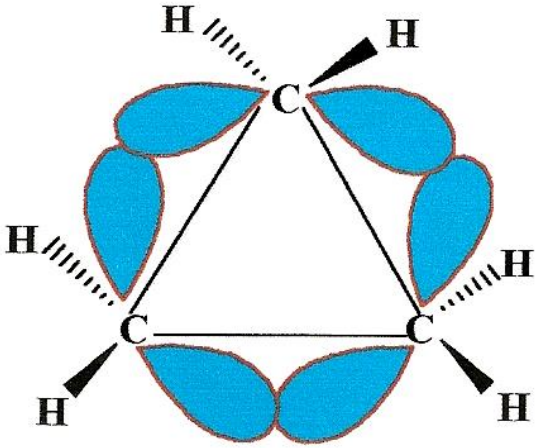
Angle strain الاجهاد الزاوي

Eclipsed strain الاجهاد الظلي

Steric strain الاجهاد التزاحمي

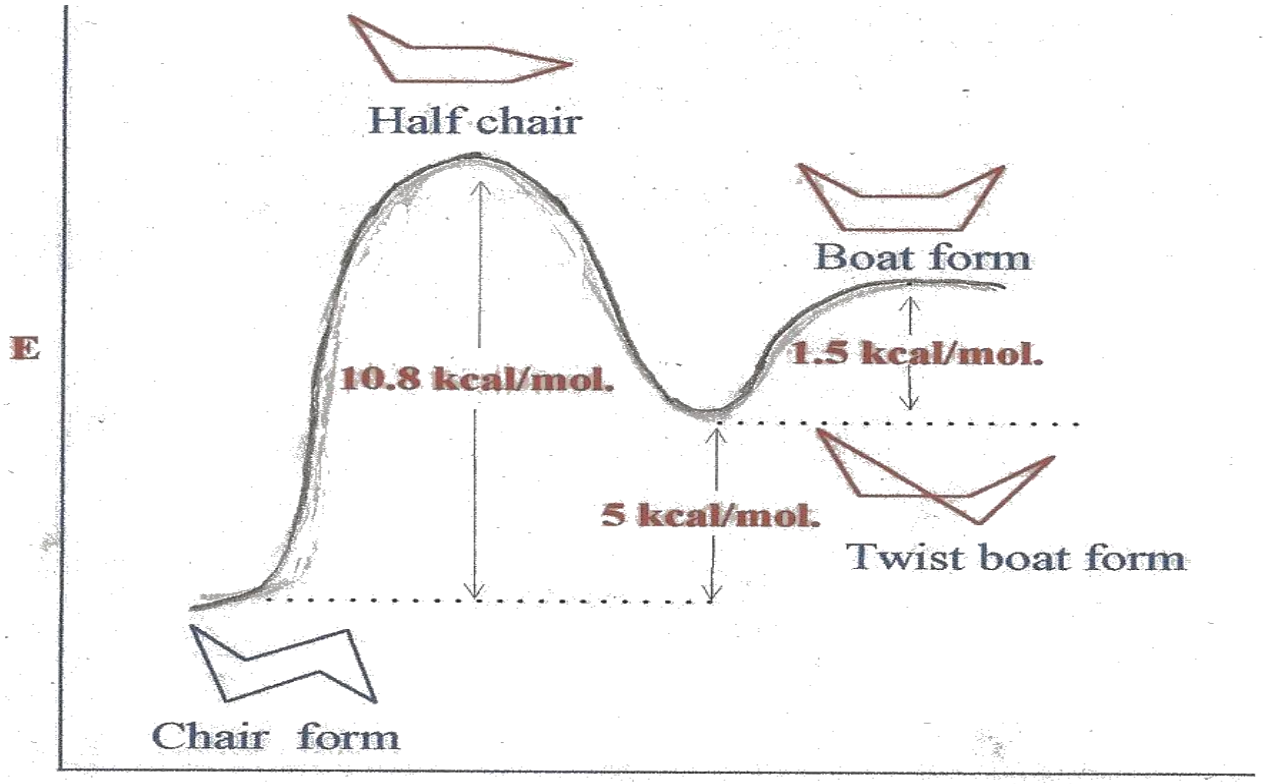
Cont.… Conformations of Cyclopropane





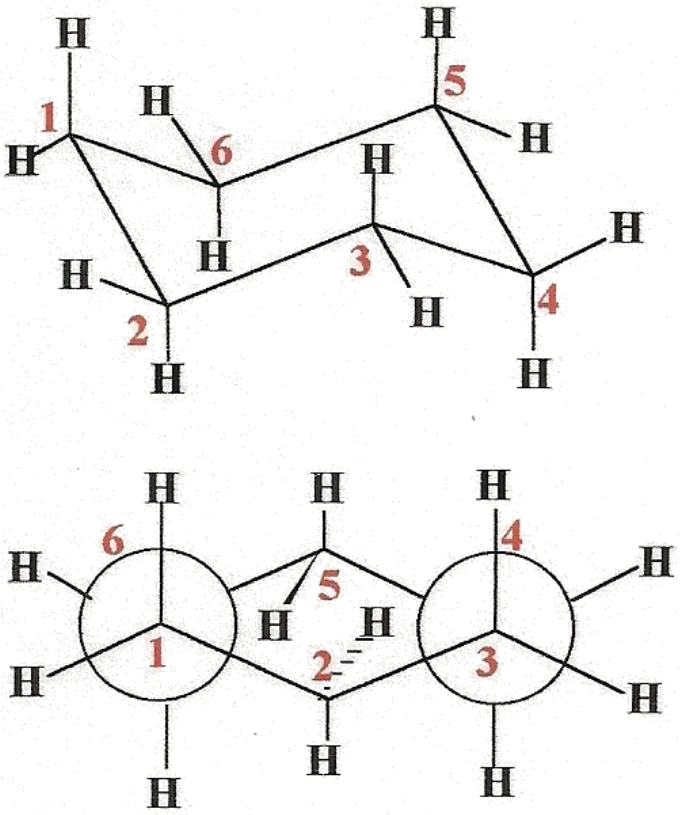
بسبب استوائية الحلقة فان جزيء **Cycolpropane** يعاني من اجهاد حلقي كبير ناجم عن الإجهاد الزاوي والإجهاد الظلي وتشير الدراسات الحديثة الى ان اعلى كثافة الكترونية للروابط بين ذرتي كربون لا تقع على الخط المستقيم الرابط بين ذرتي الكربون بل خارج المثلث الذي يربط بين الذرات مكونا ما يعرف بالروابط المنحنية

Cont... Conformations of Cyclohexane

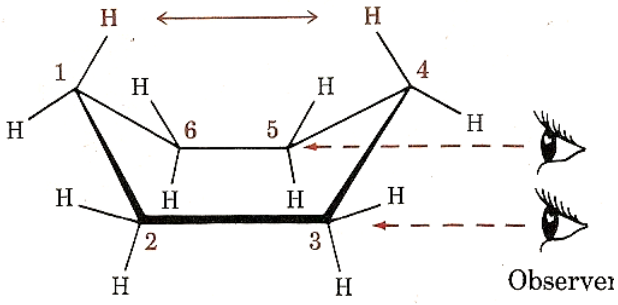


يتميز جزيء **Cycolhexane** بدرجة من الثبات النسبي بسبب عدم استوائية الحلقة وتواجدها في حالة اتزان بين عدد من الاوضاع الفراغية ثلاثية الابعاد تتباين في اشكالها وطاقاتها لذا تدخل الحلقة السداسية في بناء العديد من المركبات الطبيعية

Cont… Conformations of Cyclohexane



يعتبر وضع الكرسي اكثر الاوضاع استقرارا لغياب الاجهاد الحلقي



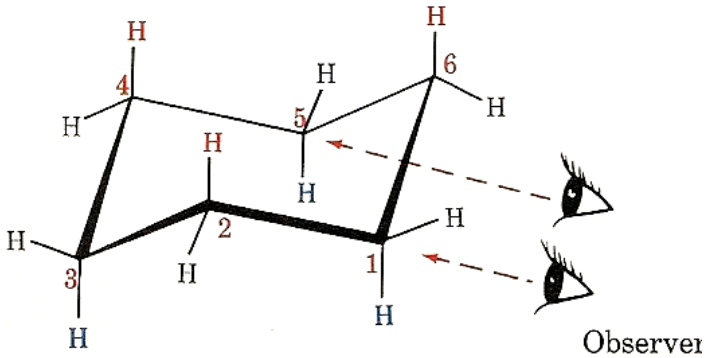
Boat conformer

Less stable than chair

No angle strain

Eclipsed strain (2,3,5 and 6)

Steric strain (1 and 4)



Chair conformer

The most stable conformer

No angle strain

No eclipsed strain. No steric strain

Reactions of Alkanes تفاعلات الالكانات

الالكانات مركبات غير قطبية لا تملك ازواجا من الالكترونات غير المشاركة لذا فهي خاملة نسبيا فهي لا تتفاعل مع الحموض ولا القواعد ولا العوامل المختزلة او المؤكسدة وبالتالي لا تقوم إلا بعدد محدود من التفاعلات اهمها:

(1) احتراق الالكانات Combustion of Alkanes

(2) هلجنة الالكانات Halogenation of Alkanes

CON.. Reactions of Alkanes تفاعلات الالكانات

(1) Combustion of Alkanes احتراق الالكانات

تحترق الالكانات في وجود فائض من الاوكسجين لتعطي ثاني اكسيد الكربون والماء وحرارة

$$nC_nH_{2n+2} + (3n+1)\,O_2 \longrightarrow 2nCO_2 + (2n+2)\,H_2O + Heat$$

$$CH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O + 213\ Kcal / mole$$

$$C_3H_8 + 5\,O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4\,H_2O + 531\ Kcal / mole$$

CON.. Reactions of Alkanes تفاعلات الالكانات

(2) هلجنة الالكانات Halogenation of Alkanes

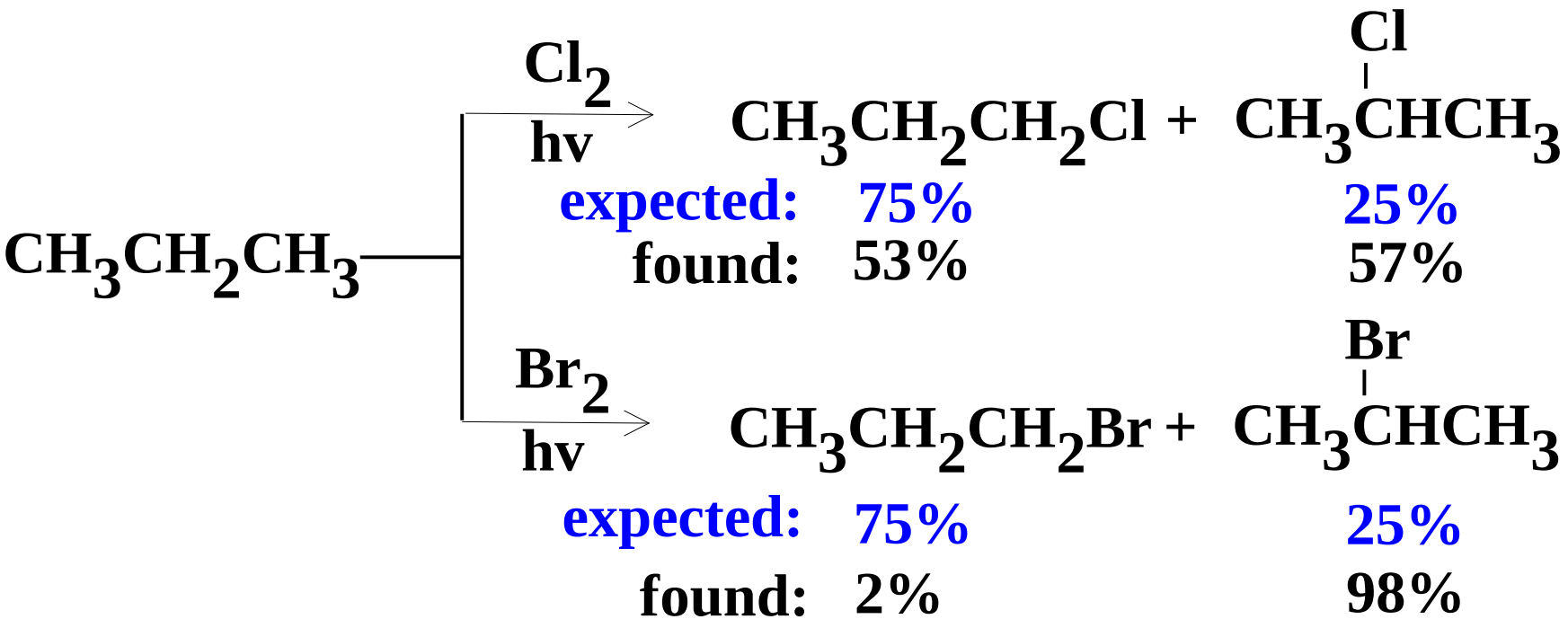
بتأثير الضوء او الحرارة تتفاعل الالكانات مع الهالوجينات وفق ميكانيكية الجذور الحرة (F > Cl > Br> I) فالفلور نشط جدا لدرجة انة يعطي مركبات لا يمكن التعرف عليها في حين يفشل اليود في التفاعل لتبقي هلجنة الالكانات مقصورة على الكلورة والبرومة.

$$R{-}H + X_2 \xrightarrow[\text{or } h\nu]{\triangle} R{-}X + HX$$

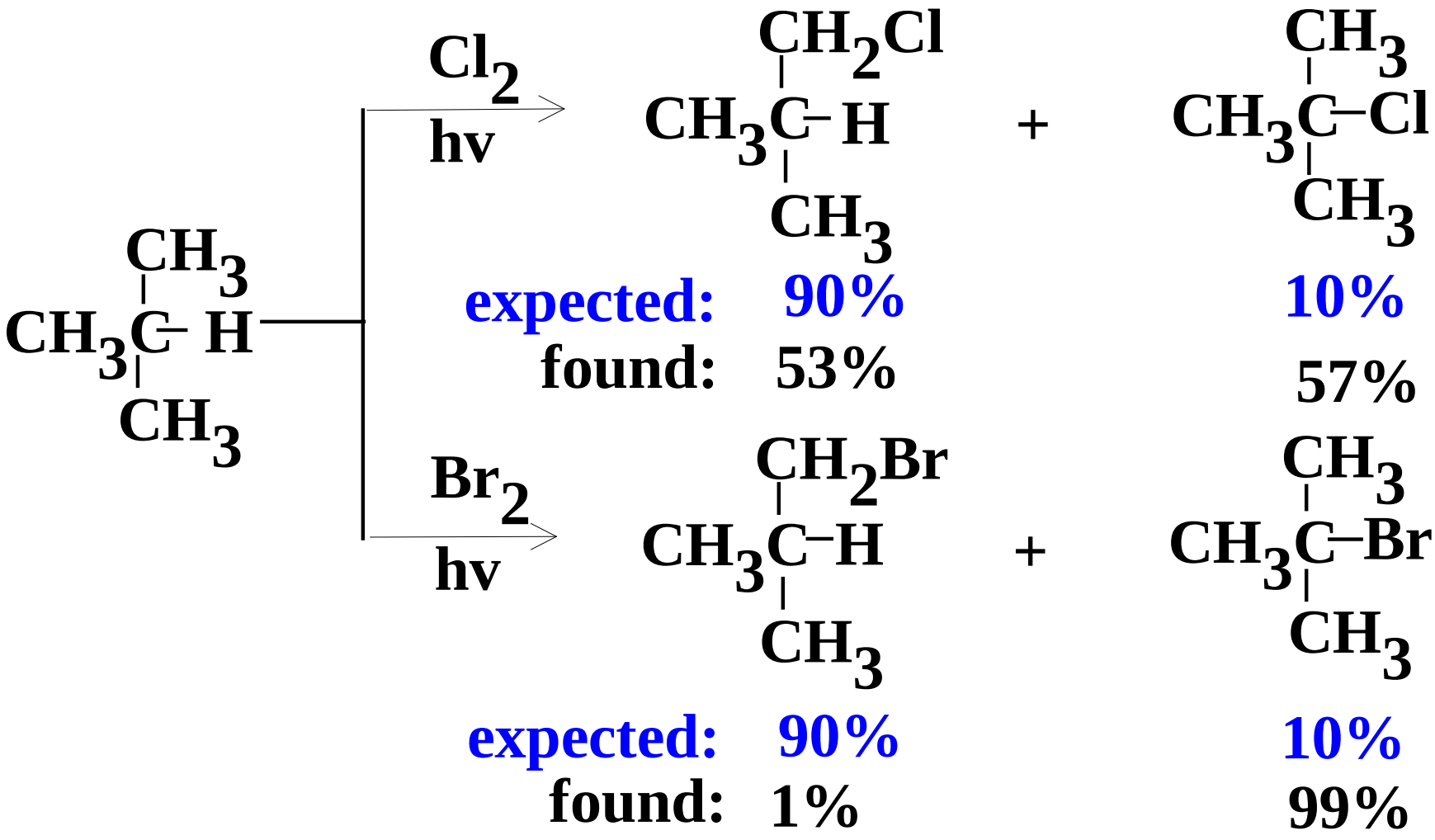
$$CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_2Cl_2 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CHCl_3 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CCl_4$$

CON.. Reactions of Alkanes تفاعلات الالكانات

الالكانات العليا(التي تحوي اكثر من نوع من ذرات الهيدروجين)



CON.. Reactions of Alkanes تفاعلات الالكانات



CON.. Reactions of Alkanes تفاعلات الالكانات

فيما عدا البروبان الحلقي الذي يخضع لتفاعلات فتح الحلقة فان الالكانات الحلقية تتفاعل بطريقة مشابهة للالكانات المفتوحة.