



الكيمياء

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الأول





سلطنة عُمان
وزارة التربية والتعليم



الطبعة الأولى

١٤٣٦ هـ - ٢٠١٥ م

الكيمياء للصف الحادي عشر

جميع حقوق الطبع والنشر والتوزيع محفوظة لوزارة التربية والتعليم - المديرية العامة لتطوير المناهج



الإشراف العام

مركز إنتاج الكتاب المدرسي والوسائل التعليمية بالمديرية العامة لتطوير المناهج



حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم

المحتويات

٥	المحتويات
٩	تقديم
١٠	المقدمة

الوحدة الأولى: الدورية في خواص العناصر والترابط بين الجزيئات ١٢

Elements Trends and Intermolecular Forces



الفصل الأول : دورية خواص العناصر في الجدول الدوري ١٤

Periodic Trends in Atomic Properties

١٦	(١-١) تدرج ودورية بعض الخواص في الجدول الدوري
١٦	الحجم الذري
١٨	استكشاف (١) : تدرج أنصاف أقطار الذرات في الجدول الدوري
١٩	أحجام الأيونات
٢٠	استكشاف (٢) : العلاقة بين نصف القطر الأيوني والعدد الذري للعناصر في الدورة
٢١	طاقة التأين
٢٣	السالبية الكهربائية
٢٤	(٢-١) خواص بعض العناصر
٢٥	الماغنيسيوم
٢٧	السيليكون
٢٩	الكبريت
٣٠	(٣-١) الصيغ الكيميائية للمركبات
٣١	المركبات الأيونية وجسم الإنسان
٣٤	أسئلة الفصل

الفصل الثاني : الأشكال الهندسية للجزيئات وقوى الترابط بينها ٣٨

Molecular Shapes & Intermolecular Forces

٤٠	(١-٢) مخطط التمثيل النقطي للإلكترونات
٤٢	(٢-٢) نظرية تنافر أزواج الإلكترونات في مستوى التكافؤ

٤٣	 الأشكال الهندسية للجزيئات التساهمية
٤٥	 استكشاف (١) : أشكال الجزيئات
٤٩	 استكشاف (٢) : بناء نماذج للجزيئات
٥٠	 (٣-٢) أشكال الجزيئات وقطبيتها
٥١	 استكشاف (٣) : الجسم المشحون والقطبية
٥٢	 استكشاف (٤) : قطبية الألوان المائية
٥٤	 (٤-٢) قوى الترابط بين الجزيئات
٥٤	 القوى ثنائية-ثنائية القطب
٥٦	 قوى لندن للتشتت (قوى فان درفال)
٥٨	 استكشاف (٥) : الترابط بين الجزيئات
٥٩	 الرابطة الهيدروجينية
٦٢	 الرابطة الفلزية
٦٥	 أسئلة الفصل

الوحدة الثانية : الكيمياء المضوية

٦٨

Organic Chemistry



٧٠

الفصل الثالث : المركبات المضوية - الهيدروكربونات

Organic Compounds - Hydrocarbons

٧٢	 (١-٣) المركبات العضوية
٧٢	 استكشاف (١) حرق السكر
٧٥	 (٢-٣) تصنيف المركبات العضوية
٧٧	 (٣-٣) الهيدروكربونات الأليفاتية
٧٨	 (٣-٣ أ) الألكانات
٨٥	 استكشاف (٢) تحضير غاز المستقعات (الميثان CH_4)
٨٦	 (٣-٣ ب) الألكينات
٩١	 استكشاف (٣) كيف تميز بين الزبدة والزيت النباتي
٩١	 (٣-٣ ج) الألكاينات
٩٣	 (٤-٣) الهيدروكربونات الأروماتية
٩٨	 (٥-٣) الهيدروكربونات كمصدر للطاقة
١٠٠	 استكشاف (٤) التقطير التجزيئي للنفط
١٠٦	 أسئلة الفصل

١١٢

الفصل الرابع : مشتقات الهيدروكربونات

Derivatives of Hydrocarbons

١١٤	 (١-٤) المجموعات الوظيفية
١١٤	 استكشاف (١) -نظري- تطبيقات على المجموعات الوظيفية للهيدروكربونات المشتقة

١١٦	 (٢-٤) الكحولات
١١٨	 استكشاف (٢) الماء والكحولات
١٢٥	 (٣-٤) الألدهيدات والكيثونات
١٢٦	 (٤-٤) الأحماض الكربوكسيلية
١٣١	 (٥-٤) الإسترات
١٣١	 استكشاف (٣) تفاعل الكحول والحمض الكربوكسيلي
١٣٢	 (٦-٤) الأمينات
١٣٥	 (٧-٤) البلمرة
١٤٢	 (٨-٤) المشابهة البنائية
١٤٤	 أسئلة الفصل
١٤٩	 ارتباط الكيمياء بالمهن
١٥١	 المراجع العربية
١٥٢	 المراجع الأجنبية
١٥٣	 المواقع الإلكترونية
١٥٤	 الجدول الدوري الحديث

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

الحمد لله نحمده تمام الحمد، ونصلي ونسلم على خير خلقه سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين... وبعد

تحرص وزارة التربية والتعليم على تجويد العملية التعليمية من خلال إرساء قواعد منظومة تعليمية متكاملة تلبي احتياجات البيئة العمانية وتتناسب مع متطلباتها الحالية.

وبعد مراجعة النظام التعليمي للسلطنة وقياس مستوى أدائه وتحديد أهم التحديات التي تواجهه، قامت وزارة التربية والتعليم بإعادة ترتيب أولوياتها، وتنظيم جهودها لإحداث التطوير بما يتماشى مع توجهات السلطنة ورؤيتها المستقبلية، حيث جرى تطوير الأهداف العامة للتربية، والخطة الدراسية التي أولت اهتماماً أكبر للمواد العلمية وتدریس اللغات، واستحدثت مواد دراسية جديدة لمواكبة المستجدات على صعيدي تكنولوجيا المعلومات واحتياجات سوق العمل من المهارات، هذا فضلاً عن التطوير الذي أدخل على أساليب واستراتيجيات تدريس المناهج الدراسية التي أصبحت تعنى بالمتعلم باعتباره محور العملية التعليمية التعليمية.

إن النقلة النوعية التي نشهدها حالياً في العملية التعليمية أحدثت الكثير من التغييرات الجذرية، فجاءت الكتب الدراسية متسمة بالحدثة والمرونة، والتوافق في موضوعاتها مع مستويات أبنائنا الطلبة والطالبات، وخصائص نموهم العقلي والنفسي، وثقافتهم الاجتماعية، واهتمت بالجوانب المهارية والفنية والرياضة البدنية تحقيقاً لمبدأ أصيل من مبادئ فلسفة التربية في السلطنة الداعي إلى بناء الشخصية المتكاملة للفرد، وعززت دور المتعلم في عملية التعلم من خلال إكسابه مهارات التعلم الذاتي والتعلم التعاوني، ولم يعد الكتاب المدرسي -بما يحويه من معارف ومهارات وقيم واتجاهات- إلا دليلاً يسترشد به الطالب للوصول إلى ما تختزنه مصادر المعلومات المختلفة كالمراجع المكتبية ومصادر التعلم الإلكترونية الأخرى من معارف، وعلى الطالب القيام بعملية البحث والتقصي للوصول إلى ما هو أعمق وأشمل. فإليك أبنائي وبناتي الطلاب والطالبات نقدم هذا الكتاب راجين أن يجد عين الاهتمام منكم، ويكون لكم خير معين؛ لتحقيق ما نسعى إليه من تقدم ونماء هذا الوطن المعطاء تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق ،،

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم



نقدم لك كتاب الكيمياء للصف الحادي عشر للفصل الدراسي الأول، والذي يأتي مكملًا لمنهج العلوم السابقة، وهو تجربة أولى لتدرس فيها علم الكيمياء في منهج مستقل، وقد تم بناء هذا الكتاب وفقًا لمخرجات التعلم لمرحلة التعليم ما بعد الأساسي .

اشتمل الكتاب على موضوعات ستحقق من خلالها مخرجات معرفية ومهارية متعددة، وقد تم مراعاة جوانب التخصص التي تلزمك في المستقبل لدراسة علم الكيمياء، إضافة إلى التخصصات الأخرى التي ترتبط بالكيمياء مثل الطب والهندسة والزراعة وغيرها.

وإيمانًا منا بفلسفة التعليم التي تعتبر الطالب محور العملية التعليمية، فقد حاولنا في هذا الكتاب إكسابك المفاهيم العلمية الكيميائية بطريقة متدرجة لتساعدك على تنمية مهارات التفكير العلمي لديك، وتوظيف هذه المهارات في الاستقصاء وتفسير الظواهر المختلفة، وربطها بالحياة وبمواد العلوم المختلفة بعضها بعضًا تحقيقًا لمبدأ التكامل بين مواد العلوم.

إن الإلمام بالحقائق والمفاهيم الكيميائية واكتساب المهارات المخبرية بصورة وظيفية هو أمر ضروري للغاية بالنسبة لك، لأن ذلك سيساعدك كثيرًا في اتخاذ القرارات المناسبة لمعالجة القضايا الكيميائية والمشكلات التي تواجه مجتمعاتنا يومًا بعد يوم، ومن أجل ذلك تجد أن هذا الكتاب قد اشتمل على عرض عدد كبير من فقرات **«اختبر فهمك»** التي تتضمن تساؤلات حول قضايا تثير لديك الميل للبحث والاستقصاء، بالإضافة إلى تنفيذ مجموعة من الاستكشافات بعضها عملي يتطلب توافر مواد وأدوات مخبرية، وبعضها نظري موزعة في كتاب الطالب والكراس العملي.

وقد تضمنت كل وحدة من وحدات الكتاب معلومات تربط الطالب بمجتمعه وحياته وواقعه تحت بند **«معلومات تهيك»** .

ويتكون هذا الكتاب من وحدتين:



١- الوحدة الأولى: الدورية في خواص العناصر والترابط بين الجزيئات وتتكون من فصلين هما: دورية العناصر في الجدول الدوري، والأشكال الهندسية للجزيئات وقوى الترابط بينها.

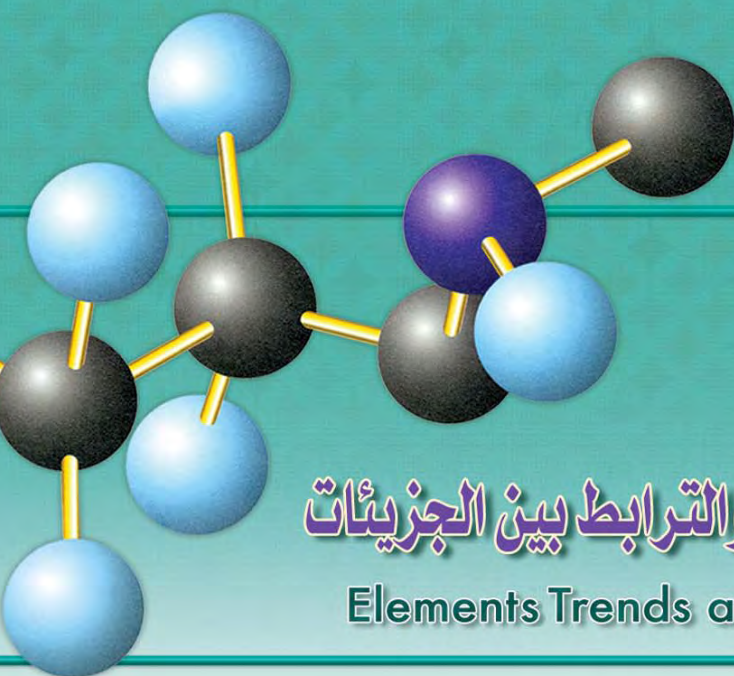


٢- الكيمياء العضوية: وتتكون من فصلين هما: المركبات العضوية- الهيدروكربونات، ومشتقات الهيدروكربونات.

وأخيراً، نأمل أننا قد وفقنا في تقديم هذا الكتاب لأبنائنا الطلبة الذين هم جيل المستقبل وعنصر أساس في بناء هذا الوطن الغالي .

والله من وراء القصد

المؤلفون



الوحدة الأولى

الدورية في خواص العناصر والترابط بين الجزيئات

Elements Trends and Intermolecular Forces

الفصل الأول :

دورية خواص العناصر في الجدول الدوري Periodic Trends in Atomic Properties

الفصل الثاني :

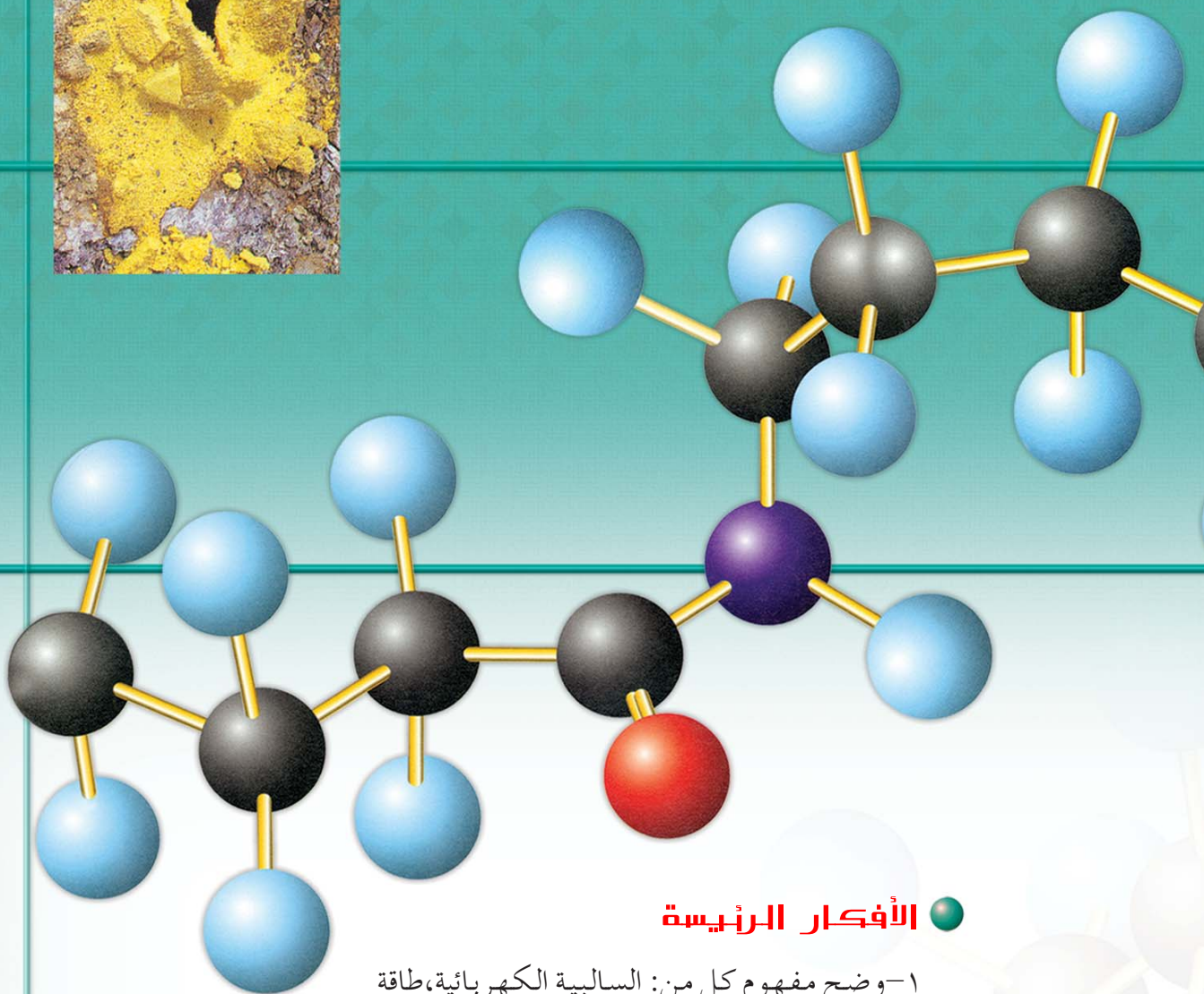
الأشكال الهندسية للجزيئات وقوى الترابط بينها Molecular Shapes & Intermolecular Forces

مقدمة الوحدة

عرفت في دراستك السابقة أن الذرات لا توجد منفردة سواء كانت في حالة عناصر أو مركبات، ففي جميع المواد (ماعدًا العناصر الخاملة) توجد الذرات متحدة ببعضها بعضاً مكونة جزيئات من العنصر نفسه كالهيدروجين أو مركبات أيونية أو تساهمية.

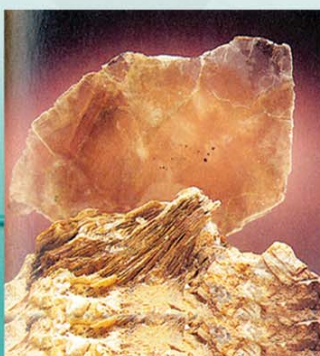
وبالرغم من تشابه كثير من المركبات بنوع الرابطة بين ذراتها إلا أن هنالك اختلافات بين صفاتها، فالماء الذي يتكون من اتحاد ذرات الهيدروجين والأكسجين بروابط تساهمية نجده سائلاً في درجة الحرارة العادية، بينما نجد ثاني أكسيد الكربون الذي يتكون من اتحاد ذرات الكربون والأكسجين بروابط تساهمية أيضاً نجده غازاً في درجة الحرارة العادية، فما سبب هذا الاختلاف؟

في هذه الوحدة ستكمل ما درسته عن الجدول الدوري والروابط الكيميائية، وسوف تتعرف على الأشكال الهندسية للجزيئات وارتباطها بخواص المادة.



● الأفكار الرئيسية

- ١- وضح مفهوم كل من: السالبية الكهربائية، طاقة التأين، نصف القطر الذري والأيوني.
- ٢- صف تدرج ودورية الخواص الكيميائية والفيزيائية بين عناصر المجموعات الرئيسية والدورات.
- ٣- تنبأ بأشكال الجزيئات باستخدام نظرية تنافر أزواج الإلكترونات في مستوى التكافؤ.
- ٤- فسر كيف تنشأ القوى بين الجزيئات: قوى التشتت، قوى الجزيئات القطبية والرابطة الهيدروجينية .
- ٥- وضح العلاقة بين خواص المواد التي نستخدمها في حياتنا اليومية والروابط بين الجزيئات.





دورية خواص العناصر في الجدول الدوري

الفصل الأول

Periodic Trends in Atomic Properties



مقدمة الفصل



درست في الصفوف السابقة الجدول الدوري وعرفت عناصر المجموعات والدورات وكيفية ترتيبها في الجدول، كما عرفت بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية لهذه العناصر. هل تستطيع أن تتذكر بعض هذه الخواص؟ ولكن قد تتساءل هل هناك خواص أخرى تتميز بها العناصر وتدرج بها في الجدول الدوري؟ وما العلاقة بينها وبين العدد الذري والتركيب الإلكتروني؟ كما تعلمت كيف تكتب الصيغ الكيميائية باستخدام سعة الاتحاد والجدول الدوري ولكن السؤال المطروح لماذا تكتب هكذا؟

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

في هذا الفصل
ستوضح لك الإجابة
على جميع هذه
التساؤلات.

الموضوعات الرئيسة

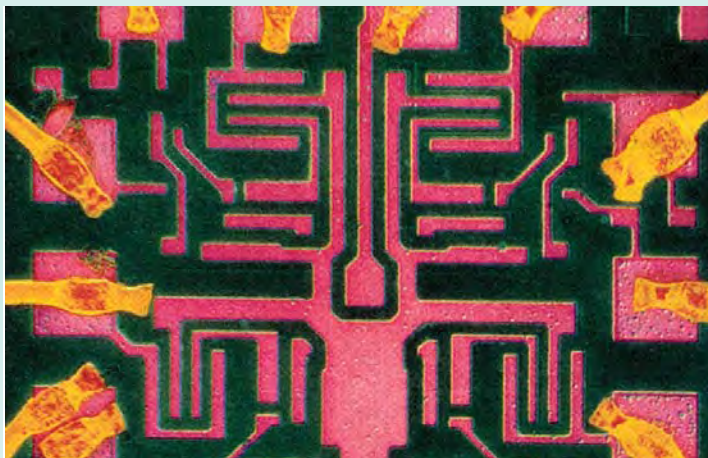


- ١ - نصف القطر الذري والأيوني .
- ٢ - طاقة التأين .
- ٣ - السالبية الكهربائية .
- ٤ - تسمية المركبات الأيونية والتساهمية .



مصطلحات علمية جديدة

- ١- طاقة التأين ————— 1- Ionization energy
- ٢- السالبية الكهربائية ————— 2- Electronegativity
- ٣- الصيغة الأولية ————— 3- Empirical formula
- ٤- نصف القطر الذري والأيوني ————— 4- Atomic and ionic radius



عناوين الاستكشافات

الاستكشاف (١): تدرج أنصاف أقطار الذرات في الجدول الدوري.

الاستكشاف (٢): العلاقة بين نصف قطر الذرة والعدد الذري للعناصر في الدورة.



١-١ تدرج ودورية بعض الخواص في الجدول الدوري



Periodicity in some Atomic Properties

إذا تمعنت في الجدول الدوري ستجد أن عناصر المجموعة الواحدة تتشابه في عدد إلكترونات المستوى الأخير (إلكترونات التكافؤ)، فمثلاً عناصر المجموعة الأولى (Li, Na, K, Rb, Cs) تحتوي على إلكترون تكافؤ واحد، وهذا ما يجعلها تتشابه في الخواص الكيميائية إلى حد كبير. وفيما يلي سنتناول التدرج في بعض خواص هذه العناصر وعلاقتها بالتركيب الإلكتروني:

الحجم الذري Atomic Volume

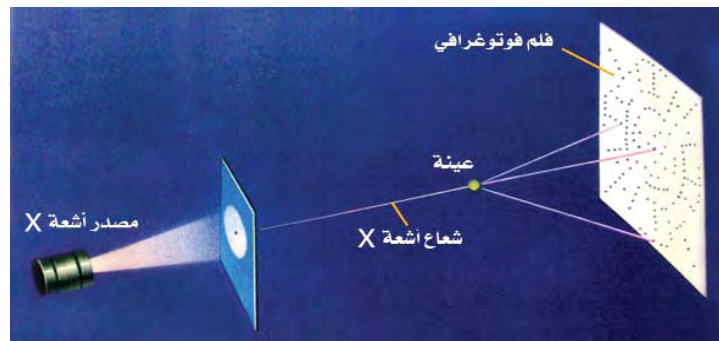


من خلال دراستك لنماذج الذرة لعلك علمت بأنه لا يمكن تحديد الحجم الفعلي للذرات وإنما يستدل على الحجم الذري بمعرفة نصف قطر الذرة. هناك عدة طرق تستخدم لتقدير حجوم الذرات نسبياً. فالمواد ذات التركيب البلوري الصلب تستخدم الأشعة السينية لتقدير المسافة بين ذراتها. أما الجزيئات ثنائية الذرات مثل: (N_2, Cl_2, H_2) وغيرها فيكون نصف القطر الذري لها عبارة عن نصف المسافة بين نواتي ذرتين متجاورتين ويسمى نصف المسافة بين النواتين بنصف قطر التساهم ويقاس بوحدة بيكو متر أو أنجستروم.

معلومات تهتمك



عند إسقاط شعاع من الأشعة السينية (X-rays) فإن فوتونات أشعة X تتشتت بواسطة ذرات المادة الصلبة، وزاوية التشتت تعتمد على مواضع الذرات في البلورة الصلبة، ثم يتم التقاط الأشعة المتشتتة على فلم فوتوغرافي أو لاقط إلكتروني. ومنها يمكن قياس المسافة بين الذرات في البلورات الصلبة.

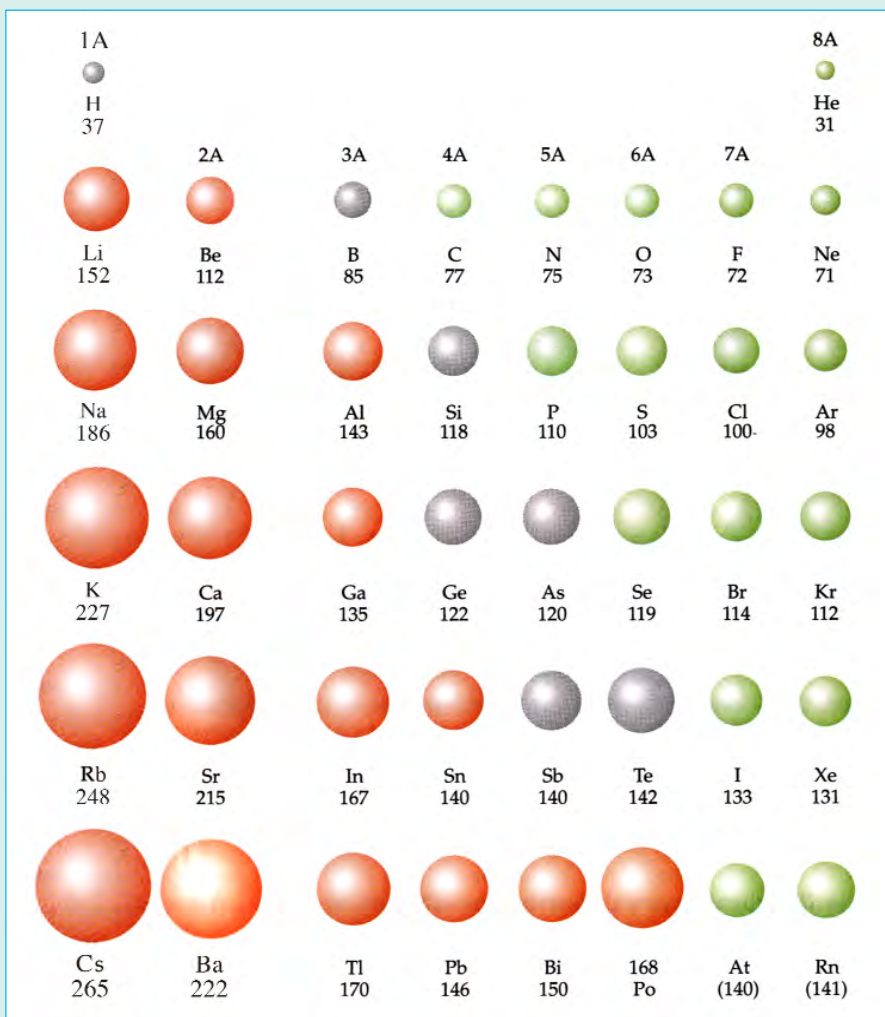




اختبر فهمك (١)



يوضح الشكل (١-١) أنصاف الأقطار الذرية لبعض العناصر في الجدول الدوري، ادرسه جيدا وأجب عن الأسئلة التي تليه :



الشكل (١-١) : أنصاف الأقطار الذرية لبعض العناصر بوحدة البيكومتر (picometer)

١- صف التدرج في نصف القطر الذري في الدورة ؟ فسر إجابتك في ضوء التركيب الإلكتروني؟

٢- هل لاحظت هناك عناصر تشذ عن القاعدة التي توصلت إليها ؟

٣- ما العلاقة بين نصف القطر الذري والعدد الذري في أي مجموعة من مجموعات الجدول الدوري ؟



استكشاف

تدرج أنصاف أقطار الذرات في الجدول الدوري



الهدف :

معرفة تدرج أنصاف أقطار الذرات في الجدول الدوري.

المواد والأدوات :

أنابيب مص بعدد عناصر مجموعة أو دورة واحدة، صفيحة ذات ثقب بعدد أنابيب المص بحيث يمكن تثبيت الأنابيب عليها، مقص، مسطرة.

الإجراءات :

- ١- تختار كل مجموعة إحدى الدورات أو المجموعات في الجدول الدوري.
- ٢- استخدم الشكل (١-١)، وقم بتحويل نصف القطر الذري من وحدة البيكومتر إلى وحدة السنتيمتر بضرب الرقم في عامل $\frac{1}{40}$ مثلاً:
نصف القطر الذري لعنصر الهيدروجين يساوي 37pm فيكون طول أنبوبة المص $37 \times 10^{-12} \text{ m} = 1.0 \text{ cm}$
- ٣- قص 1.0 cm من أنبوبة المص وضعه في الصفيحة بحيث يمثل عنصر الهيدروجين مثلاً.
- ٤- كرر الخطوات لجميع عناصر الدورة أو المجموعة التي اخترتها حتى تصبح عندك أنابيب مص مختلفة الطول تعبر عن أنصاف أقطار الذرات.
- ٥- ناقش النتائج التي توصلت إليها مع باقي المجموعات.

التحليل والتفسير :

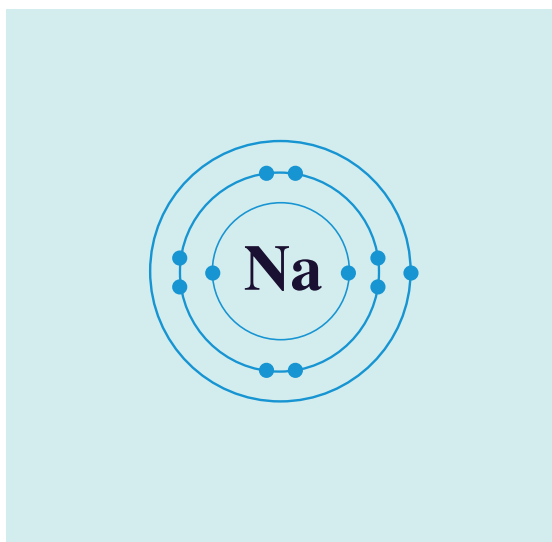
- ١- هل الاتجاه العام في التدرج متشابه أم مختلف للدورات؟
- ٢- اكتب العلاقة بين نصف القطر الذري والعدد الذري لأي مجموعة من مجموعات الجدول الدوري.



Sizes of Ions: أحجام الأيونات



إذا رسمت التركيب الإلكتروني لعنصر الصوديوم ستجد أن ذرة الصوديوم تحتوي على ثلاثة مدارات رئيسة كما في الشكل التالي:



وعندما تتأين ذرة الصوديوم متحوّلة إلى (Na^+) فإنها تفقد إلكترون المدار الأخير، فماذا تتوقع أن يكون حجم الأيون مقارنة بحجم ذرته ؟ وماذا يحدث لحجوم الذرات عندما تتحول إلى أيونات سالبة مثل الهالوجينات ؟

ارسم التركيب الإلكتروني لذرة الكلور وأيون الكلور السالب وقارن بين حجميهما.

اختبر فهمك (٢)



يوضح الشكل (١-٢) أنصاف الأقطار الأيونية المعبرة عن الحجم الذري لبعض عناصر الجدول الدوري. ادرس الجدول جيدا وأجب عن الأسئلة التي تليه:



1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A
 Li ⁺ 60	 Be ²⁺ 31	 B ³⁺ 20	 C ⁴⁺ 15	 N ³⁻ 171	 O ²⁻ 140	 F ⁻ 136
 Na ⁺ 95	 Mg ²⁺ 65	 Al ³⁺ 50	 Si ⁴⁺ 41	 P ³⁻ 212	 S ²⁻ 184	 Cl ⁻ 181
 K ⁺ 133	 Ca ²⁺ 99	 Ga ³⁺ 62	 Ge ⁴⁺ 53	 As ³⁻ 222	 Se ²⁻ 198	 Br ⁻ 195
 Rb ⁺ 148	 Sr ²⁺ 113	 In ³⁺ 81	 Sn ⁴⁺ 71		 Te ²⁻ 221	 I ⁻ 216
 Cs ⁺ 169	 Ba ²⁺ 135					

الشكل (٢-١): أنصاف الأقطار الأيونية لبعض العناصر
بوحدة البيكومتر (pm)

- ١- اكتب العلاقة بين نصف القطر الأيوني والعدد الذري لعناصر المجموعة الواحدة.
- ٢- صف العلاقة بين نصف القطر الأيوني ونصف القطر الذري للعناصر.



العلاقة بين نصف القطر الأيوني والعدد الذري للعناصر في الدورة

الهدف: رسم علاقة بيانية بين نصف القطر الأيوني والعدد الذري للعناصر في الدورة.

المواد والأدوات: ورقة رسم بياني، قلم رصاص.

الإجراءات: ١- استخدم المعلومات الموضحة في الشكل (٢-١)، وارسم علاقة بيانية بين

نصف القطر الأيوني والعدد الذري لإحدى المجموعات.

٢- كرر الخطوة السابقة وارسم علاقة بيانية لإحدى الدورات.

التحليل والتفسير: ١- هل الاتجاه العام في التدرج متشابه أم مختلف في كل من الدورات 1, 2, 3؟

٢- وضح كيف تتغير أنصاف أقطار الأيونات الموجبة والسالبة كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة؟

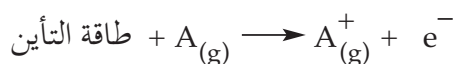


طاقة التأين Ionization Energy

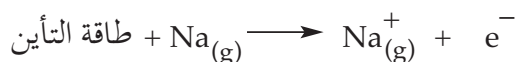


نظراً لقوة الترابط بين البروتونات والإلكترونات في الذرة الواحدة، فإن نزع الإلكترون من الذرة يحتاج إلى طاقة تسمى بطاقة التأين، وهي الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الأبعد عن النواة (الأقل ارتباطاً بالنواة) من الذرة المفردة، وهي في الحالة الغازية.

يمكن التعبير عن هذه العملية كما يلي:



حيث A يمثل ذرة أي عنصر في الحالة الغازية، على سبيل المثال عند نزع إلكترون من ذرة الصوديوم بواسطة طاقة التأين تتحول الذرة إلى أيون الصوديوم الموجب :



1 H 1312							2 He 2372
3 Li 520	4 Be 900	5 B 801	6 C 1086	7 N 1402	8 O 1314	9 F 1681	10 Ne 2081
11 Na 496	12 Mg 738	13 Al 578	14 Si 787	15 P 1012	16 S 1000	17 Cl 1251	18 Ar 1521
19 K 419	20 Ca 590	31 Ga 579	32 Ge 762	33 As 947	34 Se 941	35 Br 1140	36 Kr 1351
37 Rb 403	38 Sr 550	49 In 558	50 Sn 709	51 Sb 834	52 Te 869	53 I 1008	54 Xe 1170
55 Cs 376	56 Ba 503	81 Tl 589	82 Pb 716	83 Bi 703	84 Po 812	85 At —	86 Rn 1038
87 Fr —	88 Ra 509	113 Uut —	114 Uuq —	115 Uup —	116 —	117 —	118 —

(قيم طاقة التأين الأولى)

الجدول الدوري المجاور
يوضح قيم طاقة التأين الأولى
(kJ/mol) لعناصر المجموعات
الرئيسية، ادرس الجدول وأجب
عن الأسئلة التي تليه:

- ١- ما العلاقة بين طاقة التأين والعدد الذري لعناصر المجموعة الواحدة؟
- ٢- صف التغير في قيم طاقات التأين في الدورة الواحدة؟
- ٣- فسر : قيم طاقة التأين للعناصر النبيلة (الخاملة) كبيرة.



تسمى الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الأول بطاقة التأين الأولى، وينتج عن ذلك أيون ذو شحنة موجبة واحدة كما في المثال السابق، والطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الثاني تسمى بطاقة التأين الثانية وهكذا... الجدول (١-١) يوضح قيم طاقات التأين (kJ/mol) لعناصر مختلفة:

	الدورة الأولى		الدورة الثانية							
	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
IE_1	1312	2372	520	900	801	1086	1402	1314	1681	2081
IE_2		5250	7298	1757	2427	2353	2856	3388	3374	3952
IE_3			11 815	14 849	3660	4621	4578	5300	6050	6122
IE_4				21 007	25 026	6223	7475	7469	8408	9370
IE_5					32 827	37 830	9445	10 990	11 023	12 178
			الدورة الثالثة							
			Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
IE_1			496	738	578	787	1012	1000	1251	1521
IE_2			4562	1451	1817	1577	1903	2251	2297	2666
IE_3			6912	7733	2745	3232	2912	3361	3822	3931
IE_4			9544	10 540	11 578	4356	4957	4564	5158	5771
IE_5			13 353	13 628	14 831	16 091	6274	7013	6540	7238

❖ ملاحظة: (IE) تعبر عن طاقة التأين

الجدول (١-١) : قيم طاقات التأين (IE)

فسر: طاقة التأين الثانية للعنصر أكبر من طاقة التأين الأولى له .

تعتمد كل من طاقة التأين ونصف القطر الذري على قوة الترابط بين النواة والإلكترونات في مستوى التكافؤ.

نلاحظ من الجدول (١-١) أن طاقة التأين للعناصر اللافلزية أكبر نسبياً مقارنة مع العناصر الفلزية، وذلك لأن العناصر اللافلزية تميل إلى كسب إلكترون حتى تصل إلى حالة الاستقرار.

اختبر فهمك (٣)



إذا نظرت إلى الجدول الدوري تجد أن البورون والكربون والألومنيوم عناصر متجاورة، أي منها يمتلك أعلى طاقة تأين وأي منها له أكبر نصف قطر ذري؟



Electronegativity السالبية الكهربائية



1 H 2.1						
3 Li 1.0	4 Be 1.5	5 B 2.0	6 C 2.5	7 N 3.0	8 O 3.5	9 F 4.0
11 Na 1.0	12 Mg 1.2	13 Al 1.5	14 Si 1.8	15 P 2.1	16 S 2.5	17 Cl 3.0
19 K 0.9	20 Ca 1.0	31 Ga 1.7	32 Ge 1.9	33 As 2.1	34 Se 2.4	35 Br 2.8
37 Rb 0.9	38 Sr 1.0	49 In 1.6	50 Sn 1.8	51 Sb 1.9	52 Te 2.1	53 I 2.5
55 Cs 0.8	56 Ba 1.0	81 Tl 1.6	82 Pb 1.7	83 Bi 1.8	84 Po 1.9	85 At 2.1
87 Fr 0.8	88 Ra 1.0					

الجدول (٢-١) : قيم السالبية الكهربائية

السالبية الكهربائية هي قابلية الذرة لجذب الإلكترونات الرابطة بين الذرتين. وقد تم حساب السالبية الكهربائية للعناصر والتعبير عنها بوحدات مقياس باولينج. يوضح الجدول (٢-١) قيم السالبية الكهربائية لبعض العناصر في الجدول الدوري:

اختبر فهمك (٤)



ادرس الجدول الدوري السابق وأجب عن الأسئلة التالية:

١- فسر: لا توجد قيم سالبية كهربائية للغازات النبيلة في الجدول الدوري.

٢- وضح التدرج في السالبية الكهربائية لعناصر الدورة الواحدة.

٣- ما العلاقة بين العدد الذري وقيم السالبية الكهربائية لعناصر أي مجموعة في الجدول الدوري؟

٤- ما العنصر الذي يمتلك أعلى سالبية كهربائية في الجدول الدوري؟

معلومات تهمك



يستعمل الفلور في صناعة أواني (التيفال) التي تمنع التصاق الطعام بها.



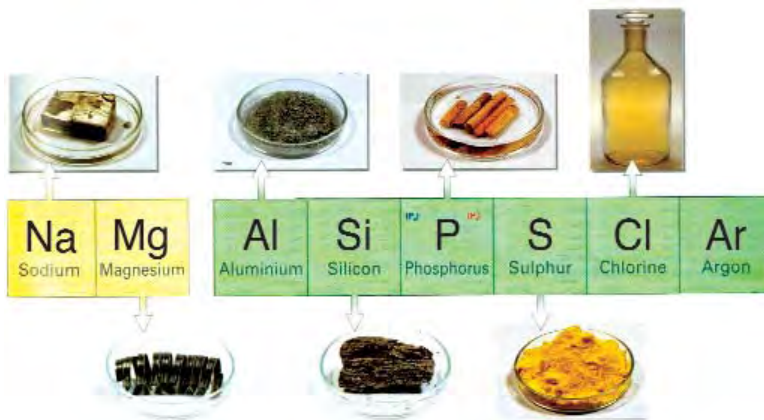


اختبر فهمك (٥)



- ١- لديك أربعة عناصر A, B, C, D عددها الذري على الترتيب 7, 9, 18, 20 :
 أ- أي العناصر تتوقع أن يكون أيونا سالبا؟ وأي منها يمتلك أعلى سالبية كهربائية؟
 ب- رتب العناصر السابقة حسب التزايد في السالبية الكهربائية (ترتيباً تصاعدياً).
 ج- ماذا يعني أن السالبية الكهربائية لعنصر الكلور في مقياس باولينج تساوي 3 ؟

٢-١ خواص بعض العناصر Properties of some Elements



تتدرج خواص العناصر في المجموعات والدورات، على سبيل المثال نرى أن الدورة الثالثة التي تبدأ بعنصر فلزي (الصوديوم) تقل فيها الخاصية الفلزية إلى أن تنتهي بعنصر خامل (الأرجون).
 الشكل (٢-١).

الشكل (٢-١) : عناصر الدورة الثالثة

اختبر فهمك (٦)



- انظر إلى الجدول الدوري وأجب عما يلي:
- ١- حدد العناصر الفلزية واللافلزية في الدورة الثالثة؟
 - ٢- ما العلاقة بين العدد الذري والخاصية الفلزية؟
 - ٣- صف اتجاه طاقة التأين والسالبية الكهربائية للعناصر في الدورة.
 - ٤- هناك عناصر تسمى أشباه الفلزات هل تستطيع أن تحدها في هذه الدورة؟ وما المقصود بأشباه الفلزات؟



ترتبط العناصر ارتباطاً كبيراً بحياة الإنسان، استفاد منها الإنسان قديماً في صنع الأدوات البسيطة اللازمة لحياته ويستخدمها في الوقت الحاضر في صناعة الأجهزة التقنية الحديثة. سنتناول خواص واستخدامات بعض عناصر الدورة الثالثة : الماغنيسيوم (Mg)، السيليكون (Si) والكبريت (S).

الماغنيسيوم Magnesium



اشتق اسم عنصر الماغنيسيوم من كلمة ماغنيسيا، وهو إقليم بشمال وسط اليونان، ثم عرف العلماء العرب والمسلمون بعض مركبات الماغنيسيوم مثل: التلك والاسبستس. ويشكل الماغنيسيوم حوالي 3 % من مكونات القشرة الأرضية، ومن أهم خاماته صخور الدولوميت ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ويوجد في مياه البحار على شكل أيونات Mg^{2+} .

معلومات تهتمك



التركيب عبارة عن معدن طيني يتكون من الماغنيسيوم والسيليكون، ويدخل في صناعة مواد التجميل. الصيغة الكيميائية له: $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ويعرف باسم (هيدروكسيد سيليكات الماغنيسيوم).

معلومات تهتمك



يحتاج جسم الإنسان حوالي (300-400mg) من الماغنيسيوم كل يوم تقريباً، حيث أن النقص في تركيز أيونات الماغنيسيوم قد يسبب ارتفاع ضغط الدم أو التشنج العضلي أو أمراض القلب لذلك ينصح بأكل النباتات الخضراء مثل السبانخ والحبوب مثل القمح والشعير والبدور مثل الطماطم والخيار. فإذا شربت كوباً من حليب قليل الدسم فإنك ستحصل على 40mg من أيونات الماغنيسيوم.

اختبر فهمك (٧)



- 1- باستخدام الجدول الدوري أجب عما يلي:
- ١- ما عدد إلكترونات التكافؤ لعنصر الماغنيسيوم؟
- ٢- ما الكتلة المولية له؟
- ٣- ابحث في مصادر عن لون وكثافة ودرجة انصهار عنصر الماغنيسيوم.



نظرا للخصائص الفيزيائية التي يتمتع بها عنصر الماغنيسيوم فإنه يدخل في صناعات عديدة منها:



(الهياكل الفلزية)

١- صنع الهياكل الفلزية الخفيفة:

تستخدم السبائك المعدنية (ماغنيسيوم + الألومنيوم) في صنع الهياكل الفلزية التي تستخدم في الطائرات وسفن الفضاء.

فسر: استخدام الماغنيسيوم في السبائك الخفيفة.

٢- حماية الحديد من الصدأ:

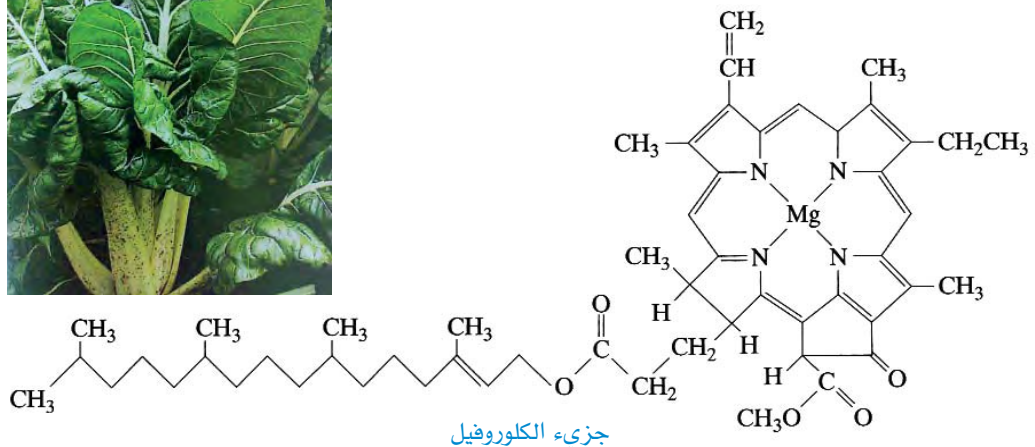
يتفاعل الماغنيسيوم مع غاز الأكسجين في الهواء مكوناً أكسيد الماغنيسيوم الذي يستخدم كطبقة عازلة تحمي الحديد من الصدأ.

١- اكتب معادلة تفاعل حماية الحديد من الصدأ.

٢- لماذا يستطيع الماغنيسيوم حماية الحديد من الصدأ ولا يحدث العكس؟
يدخل الماغنيسيوم في تكوين مواد حيوية منها:

الكلوروفيل: ما أهمية مادة الكلوروفيل للنبات؟

يحتوي جزيء الكلوروفيل على ذرة الماغنيسيوم (ذرة مركزية) تقع في مركزه، ولا يمكن أن يقوم الكلوروفيل بوظيفته بدون عنصر الماغنيسيوم، ويحصل النبات على هذا العنصر من التربة.





معلومات تهمك

لقد استعمل الكلوروفيل في الطب التقليدي كمادة مزيله للرائحة الكريهة للنفس، وكذلك لتخفيف رائحة البول والبراز، وكمادة واقية لثقب القولون، وكذلك ضد تلوث الجروح بالجراثيم. وكان الكلوروفيل يستخدم لعلاج مشكلات القناة الهضمية مثل الإمساك وتنبه خلايا الدم المسببة للأنيميا، وكان يعطى للأشخاص الذين يعانون من الإمساك.

وهناك استخدامات كثيرة لمركبات الماغنيسيوم منها:

- كبريتات الماغنيسيوم التي تعرف بـ **ملح إبسوم (Epsom salt)** تستخدم لعلاج آلام المعدة، ولها دور كبير في عملية صبغ الأقمشة وجعلها مقاومة للحرائق. ابحث عن الصيغة الجزيئية لهذا الملح؟
- هيدروكسيد الماغنيسيوم يدخل مع هيدروكسيد الألومنيوم في علاج حموضة المعدة الزائدة.

تنفيذ الدرس العملي رقم (١)

اختبر فهمك (٨)

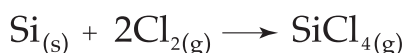
ابحث في المصادر عن طريقة استخلاص الماغنيسيوم من ماء البحر.

السيليكون Silicon

يوجد عنصر السيليكون في الطبيعة على شكل أكسيد السيليكون (SiO_2) المكون الأساسي للرمل. يحضر في فرن كهربائي باستخدام الكربون:



يترك سائل السيليكون ليبرد ويكون السيليكون الصلب. السيليكون الذي يستخدم في المعدات الإلكترونية يجب أن يكون ذا نقاوة عالية، لذلك تتم مفاعله مع غاز الكلور



ثم يتفاعل المركب الناتج مع فلز الماغنيسيوم فينتج السيليكون النقي.





اختبر فهمك (٩)

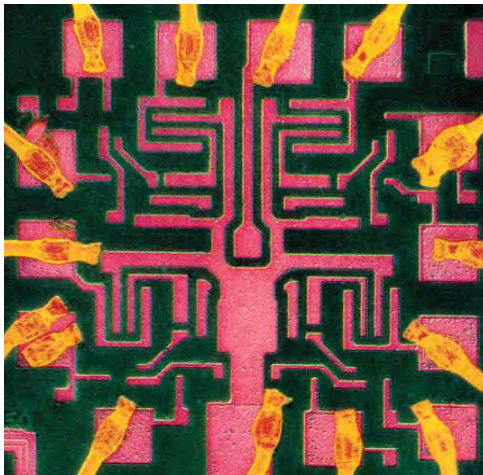


- ١- ابحث عن درجة انصهار السيليكون.
- ٢- ما عدد إلكترونات التكافؤ له؟
- ٣- ما نوع الروابط التي يكونها السيليكون مع الأكسجين في مركب SiO_2 ؟

يعتبر السيليكون من أشباه الفلزات فيوصل التيار الكهربائي عند درجة حرارة مرتفعة وله

استخدامات عديدة منها:

- ١- الخلايا الضوئية: يستخدم السيليكون في صنع الخلايا الضوئية التي تدخل في تركيب وحدات الطاقة الشمسية.
- ٢- المعدات الإلكترونية: يستخدم السيليكون في صناعة المعدات الإلكترونية الصغيرة مثل الترانزستور، وتبلغ قابلية التوصيل له $4.3 \times 10^{-3} \text{ } 1/\Omega \text{m}$.



(الترانزستور)

- ٣- البوليمرات: يستخدم السيليكون في صناعة البوليمرات التي تستخدم في صنع الأقمشة المضادة للمطر، وهناك بوليمرات تستخدم في صنع إطارات الطائرات نظرا لمقاومتها للتغيرات في درجات الحرارة.

معلومات تهمك



تدخل بعض مركبات السيليكون في العمليات التجميلية مثل معوضات الأنف والأذن التي تستخدم لتعويض الأجزاء المفقودة من الأذن والأنف و الأنسجة الصناعية مثل الأوتار الصناعية ومفاصل الأصابع وغيرها. وتستخدم قطع من مركبات السيليكون في تكبير الذقن أو الأنف وذلك لتحقيق تناسب الوجه.



الكبريت Sulfur



يوجد الكبريت في الطبيعة منفرداً أو على شكل مركبات مثل الكبريتات والكبريتيدات وبعض خامات النفط، كما يوجد في بعض الخضروات والفواكه.

اختبر فهمك (١٠)



ابحث عن:

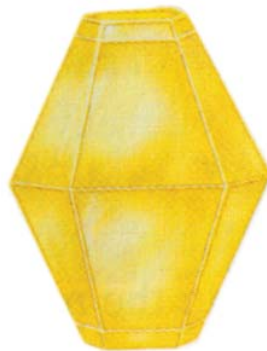
أ- درجة انصهار الكبريت .

ب- طريقة استخراج الكبريت من الأرض .

يتميز الكبريت بظاهرة التآصل وهي ظاهرة وجود العنصر في أكثر من صورة بلورية أو غير بلورية. يحتوي جزيء الكبريت في حالة الصلابة على ثمان ذرات من الكبريت (S_8) متصلة ببعضها بعضاً تأخذ أشكالاً تآصلية مثل شكل يشبه الإبرة يسمى **الكبريت الإبري (monoclinic)**، ويتكون عندما يبرد الكبريت المنصهر، وتجد شكلاً آخر يشبه التاج يسمى **الكبريت المعيني (rhombic)**، وهناك أشكال أخرى.



(الكبريت الإبري)



(الكبريت المعيني)

يستخدم الكبريت في إنتاج حامض الكبريتيك (H_2SO_4) الذي يدخل في صناعة الأسمدة الزراعية، كما يستفاد من هذا الحمض في صناعة الفلزات. يعتبر حامض الكبريتيك عاملاً أساسياً في تكرير البترول.



معلومات نهمك

تمتص النباتات الكبريت من التربة بواسطة الجذور على شكل أيون الكبريتات (SO_4^{2-}) والتي تختزل إلى أيون الكبريتيت (SO_3^{2-}) قبل أن تدخل في تكوين الحمض الأميني (حمض السيستين) الذي يدخل في تكوين الشعر والأظافر في الكائنات الحية.

ابحث عن طريقة تحضير حمض الكبريتيك موضحاً ذلك بمعادلات كيميائية ؟

٣-١ الصيغ الكيميائية للمركبات Chemical Formulas of compounds



عرفت في الصفوف السابقة طرق تسمية المركبات الأيونية البسيطة، والتي تحتوي على المجموعات الذرية وكذلك طرق تسمية المركبات التساهمية.

اختبر فهمك (١١)



اكتب أسماء المركبات الأيونية والتساهمية الآتية :

(ج) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	(ب) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	(أ) AlCl_3
(و) $\text{Pb}(\text{CN})_2$	(هـ) NaNO_2	(د) CaSO_3
(ط) PCl_5	(ح) CCl_4	(ز) SO_3

تستخدم الصيغة الكيميائية للتعبير عن عدد ذرات العناصر المكونة للمركب، فمثلاً كلوريد الصوديوم مركب أيوني يتكون من أيونات الصوديوم الموجبة (Na^+) التي تساوي أيونات الكلور السالبة (Cl^-). اتفق الكيميائيون على استخدام وحدة الصيغة الكيميائية التي تعبر عن أقل عدد صحيح يمثل نسبة الأيونات في المركب ففي هذا المركب، تكون النسبة 1 : 1، فتصبح الصيغة الكيميائية NaCl وشحنة الأيون لا توضع عند كتابة المركب لأن شحنة الأيون الموجب تتعادل مع شحنة الأيون السالب وبذلك فإن المحصلة تساوي صفراً.



يحتوي كلوريد الماغنيسيوم على أيونات الماغنيسيوم Mg^{2+} وأيونات الكلور Cl^- ، والنسبة بينهما 2 : 1 ، فتكون الصيغة $MgCl_2$ ويكون هذا المركب متعادلاً كهربائياً، وذلك لأن أيون الماغنيسيوم Mg^{2+} يتعادل مع $2Cl^-$ فتكون المحصلة النهائية تساوي صفراً.

معلومات تهتمك

تتكون قشرة البيض من كربونات الكالسيوم الذي ينتج من اتحاد الكالسيوم الموجود بالدم مع ثاني أكسيد الكربون الناتج من عمليات التمثيل الغذائي، ويلاحظ في الجو الحار أن الطيور تلهث بسرعة لتزيد من فقد الحرارة عن طريق الجهاز التنفسي، وتفقد بذلك جزءاً كبيراً من ثاني أكسيد الكربون الذي يخرج مع هواء الزفير فيقل بذلك تركيز الكربونات في الدم، وتقل بالتالي إمكانية تكوين كربونات الكالسيوم التي تتركب منها القشرة. ولذلك يلاحظ أن الطيور تبيض بيضاً رقيق القشرة عند ارتفاع درجة الحرارة صيفاً.

المركبات الأيونية وجسم الإنسان Ionic Compounds & Human body

يدخل في تركيب جسم الإنسان أكثر من 12 عنصر يشكل 99% من مكوناته، ومن العناصر التي ترتبط بصحة جسم الإنسان وتكون في الجسم على شكل أيونات موجبة هي K^+ ، Na^+ ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، وتدخل كل من أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في تركيب بلازما الدم. توجد أيونات الصوديوم في السائل الخلوي الخارجي بينما توجد أيونات البوتاسيوم في السائل الخلوي الداخلي، ويؤدي انخفاض تركيز أيونات البوتاسيوم في الجسم إلى عدم انتظام في نبضات القلب، ويسبب ارتعاشاً في القلب، أما إذا ازداد تركيزها فقد يؤدي إلى توقف القلب عن عمله. كما يدخل أيون الكالسيوم Ca^{2+} في تركيب العظام والأسنان ويوجد في الحليب، لذلك ينصح مرضى هشاشة العظام بشرب كميات من الحليب ويدخل أيون الحديد في تركيب الهيموجلوبين الذي يوجد في كريات الدم الحمراء ويعمل على نقل الأكسجين إلى أجزاء الجسم، وهناك أيضاً أيونات سالبة ضرورية لحياة الإنسان مثل أيون الكلور Cl^- الذي يعتبر أحد مكونات الدم، ونقص أيون اليود I^- يؤدي إلى حدوث تضخم في الغدة الدرقية.



اختبر فهمك (١٢)



ما نسبة عدد أيونات الألومنيوم إلى عدد أيونات الكلور في كلوريد الألومنيوم؟ وهل المركب متعادل كهربائياً؟

ويمكن التعبير عن المركب الكيميائي بعدة صيغ منها:

– **الصيغة الأولية empirical formula** التي تعبر عن أقل عدد صحيح يمثل نسبة عدد الذرات في المركبات التساهمية. أما في بعض الأحيان فتكون الصيغة الأولية مشابهة للصيغة الجزيئية كما هو الحال في مركب ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، بينما الصيغة الأولية لمركب فوق أكسيد الهيدروجين HO والصيغة الجزيئية هي H_2O_2 . كيف يمكن كتابة الصيغة الأولية؟

مثال: ما الصيغة الأولية لمركب يتكون من 25.9 % من النيتروجين (N) و 74.1 % من الأكسجين (O)؟
الحل: إن النسب المئوية تعبر عن عدد جرامات كل عنصر في 100 g من المركب، الذي يتكون من 25.9 g من النيتروجين و 74.1 g من الأكسجين.

عدد مولات النيتروجين = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$$= 25.9 \div 14$$

$$= 1.85 \text{ mole}$$

عدد مولات الأكسجين = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$$= 74.1 \div 16$$

$$= 4.63 \text{ mole}$$

نسبة عدد مولات النيتروجين : عدد مولات الأكسجين = 1.85 : 4.63 ثم تقسم النسبة على عدد المولات الأقل فتصبح نسبة N:O هي 2.5 : 1 فتكون الصيغة الأولية $\text{NO}_{2.5}$ ، ولكن هذه الصيغة يجب أن لا تحتوي على الكسور، وللتخلص من الكسر تضرب الصيغة في 2 فتكون N_2O_5 .

اختبر فهمك (١٣)



اكتب الصيغة الأولية لمركب يحتوي على 4.07 % من وزنه هيدروجين (H) و 24.27 % من وزنه كربون (C) والباقي من الكلور (Cl).



الصيغة الجزيئية Molecular Formula هي الصيغة التي تعبر عن العدد الحقيقي للذرات في جزيء المركب وهي إما أن تشابه الصيغة الأولية أو مضاعفات لها.

مثال (١) : إذا علمت إن الصيغة الأولية لمركب ما هي CH_4N والكتلة المولية له تساوي 60.0 g فما الصيغة الجزيئية؟

الحل : لحساب الصيغة الجزيئية تستخدم العلاقة:

الكتلة المولية للمركب ÷ الكتلة المولية للصيغة الأولية

$$\begin{aligned} &= 12 + 4 + 14 \\ &= 30.0 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

الكتلة المولية للمركب ÷ الكتلة المولية للصيغة الأولية

$$60 \div 30 = 2$$

تضرب الصيغة الأولية (CH_4N) في 2 فتصبح $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$

افتر فهدك (١٤)



١- ما الصيغة الأولية للمركبات التالية:

أ- سكر الجلوكوز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)

ب- أكسيد الفوسفور (P_4O_{10})

٢- مركب يتكون فقط من الكبريت بنسبة (69.6 %) والباقي نيتروجين، إذا علمت أن الكتلة

المولية للمركب تساوي 184g/mol فما هي الصيغة الجزيئية للمركب؟



السؤال الأول

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكل من الفقرات الآتية:

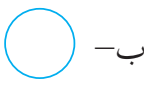
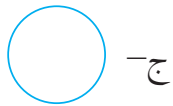
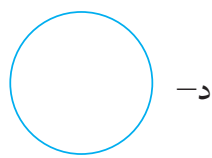
١- الذرة التي لها أعلى سالبية كهربائية من الذرات التالية هي ذرة:

أ- C ب- N ج- O د- Br

٢- أي من المركبات التالية يعتبر مركباً غير أيوني:

أ- CaCO_3 ب- KCl ج- SO_2 د- NaNO_3

٣- أي من الأشكال التالية يعبر عن حجم ذرة السيزيوم مقارنة بعناصر المجموعة الأولى:

أ-  ب-  ج-  د- 

٤- الذرة التي لها أقل طاقة تأين ionization energy هي ذرة:

أ- Ar ب- Na ج- Si د- Cl

٥- الصيغة الأولية empirical formula لمركب CH_3COOH هي:

أ- $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ب- $\text{H}_2\text{CH}_3\text{O}$ ج- $\text{H}_4\text{C}_4\text{H}_{12}\text{O}_4$ د- HCHO

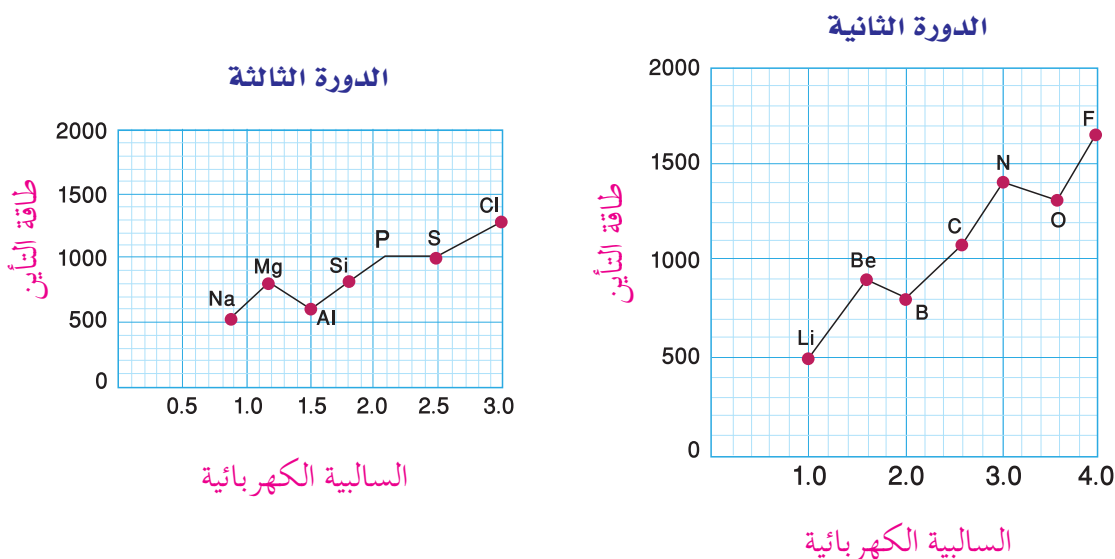
ثانياً : في كل مجموعة من المجموعات التالية حدد الذرة أو الأيون الذي يمتلك أقل طاقة تأين :



ثالثاً : فسر: الصيغة الكيميائية لركب أكسيد الألومنيوم هي Al_2O_3 .

السؤال الثاني :

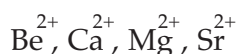
١ - توضح الرسوم البيانية التالية العلاقة بين السالبية الكهربائية وطاقة التأين في الدورة الثانية والدورة الثالثة :



أ-وضح التدرج بين السالبية الكهربائية وطاقة التأين في كل دورة؟

ب- فسر هذا التدرج؟

٢- رتب الأيونات التالية حسب التزايد في الحجم الأيوني :



السؤال الثالث :

١- الجدول التالي يوضح قيم طاقات التأين (kJ/mol) لعناصر الدورة الثانية:

Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
520	900	800	1090	1400	1310	1680	2080

أ- اكتب معادلة كيميائية توضح طاقة التأين الأولى لعنصر البريليوم.

ب- صف التدرج في طاقة التأين للعناصر السابقة مشيراً إلى العناصر الشاذة إن وجدت.

ج- ارسم علاقة بيانية بين العدد الذري وقيم طاقات التأين لعناصر الدورة الثانية.

٢- قام محمد بدراسة خواص مركب كيميائي يحتوي على عنصر النيتروجين، الكلور والفوسفور، فوجد أن كتلته المولية تساوي 347.66g/mol والصيغة الأولية له NPCI_2 .

أ- ما الصيغة الجزيئية للمركب؟

ب- هل المركب : أيوني أم تساهمي مع توضيح السبب؟

٣- اكتب اسم أو أسماء جميع المركبات التي تتكون من تفاعل العناصر الآتية:

أ- O يتحد مع N

ب- F يتحد مع S

ج- P يتحد مع Cl

د- Na يتحد مع I



الأشكال الهندسية للجزيئات وقوى الترابط بينها

الفصل الثاني

Molecular Shapes & Intermolecular Forces

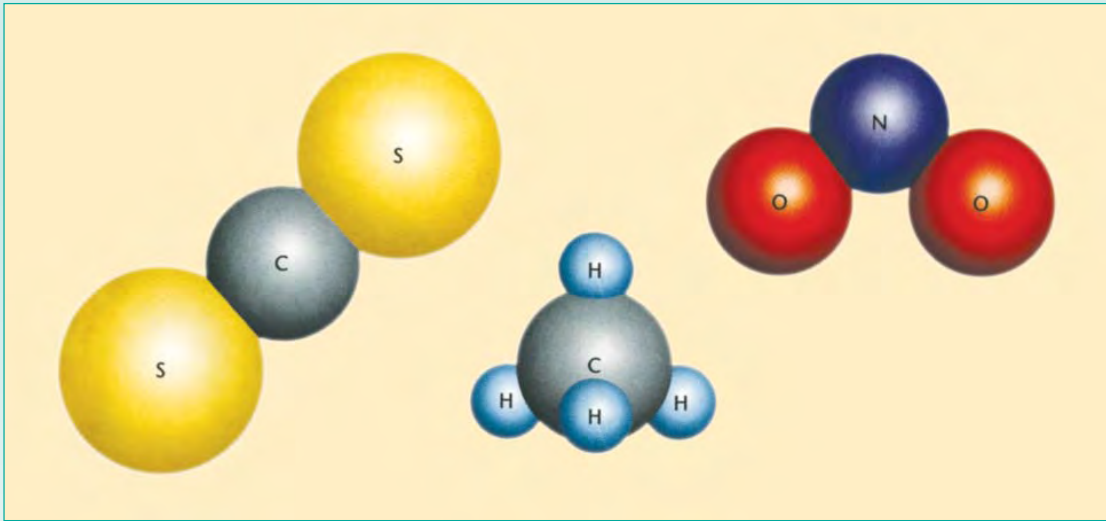


مقدمة الفصل



إن من أهم الاختلافات بين المركبات التساهمية والمركبات الأيونية هي أشكال الجزيئات، ففي المركبات الأيونية يجذب الأيون الأيونات المخالفة لشحنته بنفس القوة، كما لاحظت سابقاً في بلورة كلوريد الصوديوم. أما في المركبات التساهمية فإن الروابط تتخذ اتجاهات محددة بدرجة عالية، وبذلك تحدد اشكالاً للجزيئات تعتمد عليها صفات المركبات، ولكن قد تتساءل كيف يمكن تحديد الشكل الهندسي لأي جزيء؟ وما النظريات التي تفسر أشكال الجزيئات الكيميائية؟ هل هناك روابط تربط الجزيئات ببعضها بعضاً وتحدد خواص المركب؟

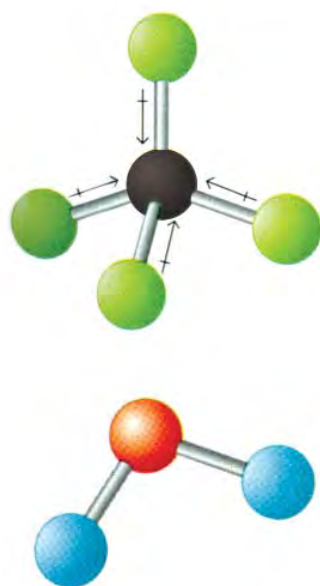
في هذا الفصل ستوضح لك الإجابة على جميع هذه التساؤلات.



الموضوعات الرئيسة

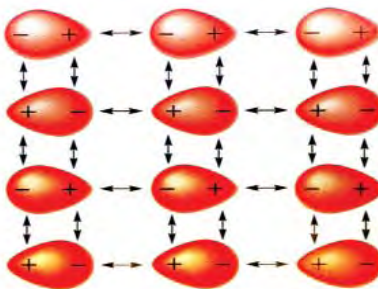


- ١ - المخطط النقطي للإلكترون.
- ٢ - نظرية تنافر أزواج الإلكترونات في مستوى التكافؤ.
- ٣ - الأشكال الهندسية للجزيئات التساهمية.
- ٤ - قوى التجاذب بين الجزيئات القطبية.
- ٥ - قوى لندن للتشتت.
- ٦ - الرابطة القطبية والمركبات القطبية.
- ٧ - الرابطة الهيدروجينية.
- ٨ - الرابطة الفلزية.



مصطلحات علمية جديدة

- ١- قوى الترابط بين الجزيئات ————— 1- Intermolecular forces
- ٢- الذرة المركزية ————— 2- Central atom
- ٣- الرابطة القطبية ————— 3- Polar bond
- ٤- المركبات القطبية ————— 4- Polar compounds
- ٥- الرابطة الهيدروجينية ————— 5- Hydrogen bond
- ٦- الرابطة الفلزية ————— 6- Metallic bond
- ٧- الزوج الرابط ————— 7- bonding pair



عناوين الاستكشافات

- ١- أشكال الجزيئات .
- ٢- بناء نماذج للجزيئات .
- ٣- الترابط بين الجزيئات .
- ٤- الجسم المشحون والقطبية .
- ٥- قطبية الألوان المائية





١-٢ مخطط التمثيل النقطي للإلكترونات Electron dot diagram



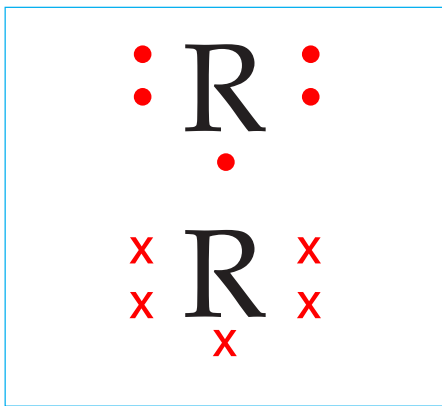
يستخدم المخطط النقطي للتعبير عن إلكترونات التكافؤ (إلكترونات المستوى الأخير للذرة).

أفتر فهمك (١)



بالاستعانة بالجدول الدوري اكتب عدد إلكترونات التكافؤ للعناصر التالية:

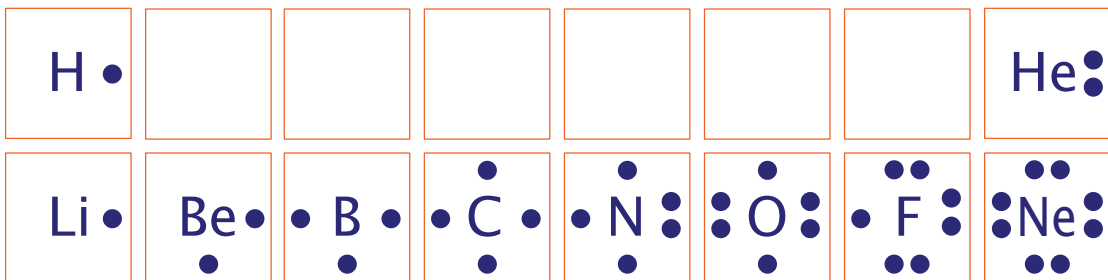
Ca , Br , Be , O , N , K , F



يتم التعبير عن إلكترونات التكافؤ بالنقاط أو علامة X توضع حول رمز ذرة العنصر، كما هو موضح في الشكل :

(التعبير عن إلكترونات التكافؤ)

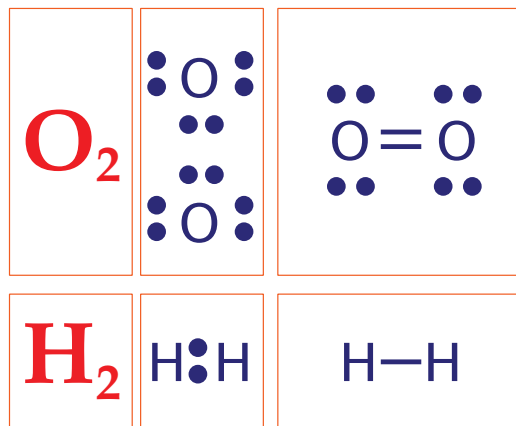
الشكل (١-٢) يوضح المخطط النقطي لبعض العناصر في الجدول الدوري:



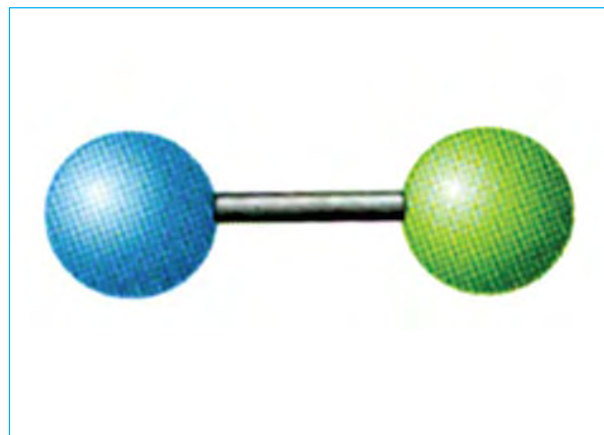
الشكل (١-٢) : المخطط النقطي للإلكترونات لبعض العناصر

العالم لويس هو أول من اقترح مفهوماً للمدار (المستوى) وإلكترونات التكافؤ، حيث كانت معظم أبحاثه عن الروابط الكيميائية، واستخدم النقاط في توضيح الروابط بين الذرات، بحيث توضع الإلكترونات التكافؤ على شكل نقاط أو علامة (X) بين الذرات التي تكون الروابط الكيميائية، على سبيل المثال:

تكون الرابطة التساهمية في غاز O_2 وغاز H_2 باستخدام طريقة لويس:



مثال آخر: تتكون الرابطة التساهمية بين ذرة الهيدروجين وذرة الكلور لتكوين مركب كلوريد الهيدروجين (HCl). كما في الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢) : كلوريد الهيدروجين



من خلال طريقة لويس نستطيع معرفة عدد الإلكترونات التي تكون الروابط الكيميائية وعدد الإلكترونات غير المرتبطة.

اختبر فهمك (٢)



استخدم طريقة لويس في تمثيل الروابط في المركبات التالية:
أ- رابع فلوريد الكربون. ب- كلوريد البريليوم. ج- ثاني أكسيد الكربون.

٢-٢ نظرية تنافر أزواج الإلكترونات في مستوى التكافؤ



Valence Shell Electron-Pair Repulsion (VSEPR) Theory

لقد نجحت رموز لويس النقطية في تمثيل الروابط بين الذرات في الجزيء ولكنها لم تتعرض للأشكال الهندسية (الفراغية) لهذه الجزيئات، مع العلم بأن أشكال جزيئات المواد تحدد سلوكها وخواصها، فماذا نعني بشكل الجزيء؟ وكيف يمكن تحديده؟

إن شكل الجزيء يعني ترتيب الذرات حول بعضها بعضا في الفراغ، وقد ساهمت **نظرية تنافر أزواج الإلكترونات في مستوى التكافؤ** في تفسير أشكال الجزيئات وهي تنص على ما يلي: **في الجزيئات الصغيرة تترتب أزواج إلكترونات التكافؤ أبعد ما يمكن عن بعضها بعضا بحيث يكون التنافر بينها أقل ما يمكن**، ولمعرفة شكل الجزيء لا بد من معرفة الصيغة الجزيئية له أي معرفة نوع الذرات المكونة للجزيء وعددها، وكذلك تحديد الذرة المركزية في الجزيء وهي الذرة التي يرتبط بها (يحيط بها) أكبر عدد من الذرات في الجزيء.

اختبر فهمك (٣)



لكل من الجزيئات التالية: OF_2 ، CO_2 ، PH_3 ، AlCl_3 ، NaH حدد الذرة المركزية لكل من هذه الجزيئات. ومستعينا بالجدول الدوري للعناصر أجب عما يلي:
أ- عدد إلكترونات مستوى التكافؤ في الذرة المركزية.
ب- عدد الذرات المرتبطة بها.
ج- عدد إلكترونات المستوى الأخير غير المرتبطة بعد تكوين الروابط.

معلومات تهمك

هناك نوعان رئيسان من النماذج لتمثيل الشكل الهندسي للمركبات:
نماذج الكرة والعصا ونماذج الحيز الممتلئ. في نماذج الكرة والعصا تكون الروابط التي
تمسك الذرات معا على شكل عيدان، أما نماذج الحيز الممتلئ فتكون الذرات ملتصقة
بعضها ببعض.

الأشكال الهندسية للجزيئات التساهمية Geometrical shapes of covalent compounds

نظرا للتنافر بين أزواج الإلكترونات تنشأ أشكال هندسية مختلفة تفسر خواص المركبات.
وفيما يلي سنعرض الأشكال الهندسية لبعض الجزيئات:

أ) شكل جزيء مكون من ذرتين

إن أي جسمين في الفراغ يقعان على خط مستقيم واحد. ولذلك فالجزيء الذي يتكون من
ذرتين فقط يكون شكله الهندسي خطيا (Linear).



ذرتين مختلفتين

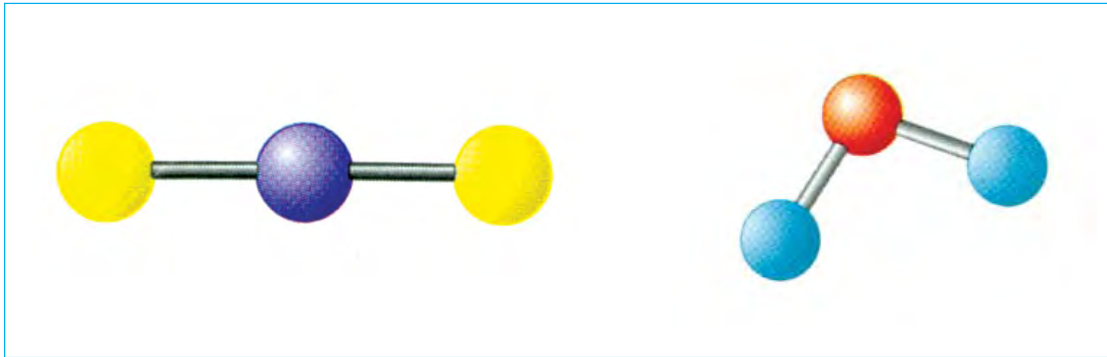


ذرتين متشابهتين



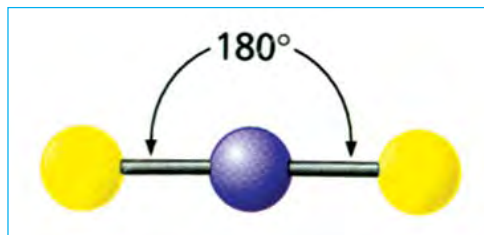
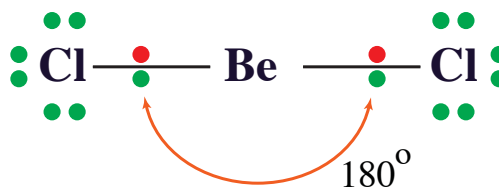
ب) أشكال جزيئات تتكون من ثلاث ذرات

من أمثلة هذه الجزيئات OF_2 ، BeCl_2 يتكون كل جزيء من هذين الجزيئين من ثلاث ذرات، واحدة منها ذرة مركزية، ومن المتوقع أن تترتب هذه الذرات على صورة أحد الأشكال التالية:



مركب كلوريد البريليوم BeCl_2

نلاحظ وجود زوجين من الإلكترونات على ذرة البريليوم وحتى تكون قوى التنافر بين هذين الزوجين أقل ما يمكن لا بد من وجودهما على جانبي الذرة المركزية (أي على زاوية 180°) وبذلك فإن ذرات جزيء BeCl_2 في الحالة الغازية تقع على خط مستقيم. الشكل (٣-٢) ويسمى الشكل خطياً.



الشكل (٣-٢) : شكل الجزيء الخطي (Linear)

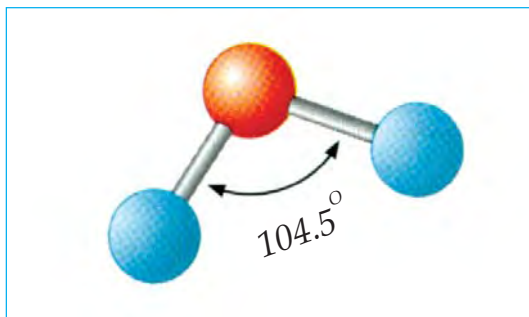


أما في الجزيء الثاني فإن هناك زوجين من الإلكترونات غير الرابطة (لا تشترك في تكوين الروابط) على ذرة الأكسجين، ويحتل هذان الزوجان حيزا في المستوى الأخير لذرة الأكسجين، وستتأثران مع إلكترونات الروابط بين ذرة الأكسجين وكل من ذرتي الفلور، ولذلك فإن الجزيء يأخذ شكلا منحنيًا، ويسمى الشكل **منحنيًا أو زاوياً (Bent)**، والزاوية منفرجة وتساوي تقريباً (104.5°).

افترض فهمك (٤)



اكتب تراكيب لويس لكل من
الجزيئات التالية : CaH_2 ، H_2S
وحدد الشكل المتوقع لكل منها ؟



ج) أشكال جزيئات تتكون من أربع ذرات



يوجد في كل من الجزيئات التالية: PCl_3 ، BF_3 أربع ذرات واحدة منها ذرة مركزية وتتحد بها بقية الذرات الأخرى ولمعرفة الشكل المتوقع لهذه الجزيئات نفذ الاستكشاف التالي :

أشكال الجزيئات



الهدف : تحديد أكبر زاوية يمكن أن تشكلها ثلاث ذرات من عنصر ما مرتبط بذرة مركزية؟



المواد والأدوات : ثلاثة بالونات متماثلة.

الإجراءات : ١- انفخ البالونات الثلاث بحيث تصبح متساوية في الحجم .

٢- امسك بفوهات البالونات الثلاثة المنفوخة، واسمح لها بالابتعاد عن بعضها بعضا لتشكيل أكبر زاوية ممكنة .

٣- ارسم الشكل الذي حصلت عليه.

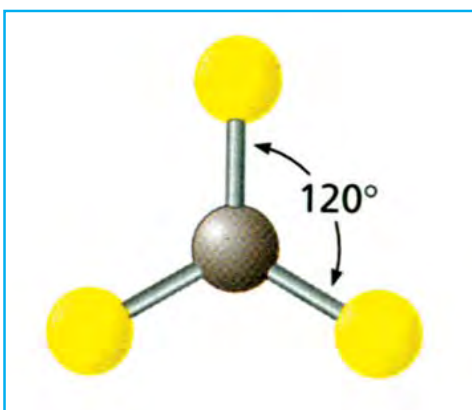


التحليل والتفسير : ١- هل توجد البالونات الثلاث في مستوى واحد أم أكثر من مستوى؟

٢- ما مقدار الزاوية المتشكلة بين كل بالونين متجاورين ؟

٣- إذا اعتبرت أن يدك التي تمسك فوهات البالونات تمثل الذرة المركزية، والبالونات تمثل الذرات الأخرى في الجزيء فما الشكل الهندسي للجزيء؟

مركب فلوريد البورون BF_3



الشكل (٢-٤): شكل الجزيء

مثلث متساوي الأضلاع (Trigonal-Planar)

إذا كتبت تركيب لويس لذرة البورون (B) ومثلت الروابط بين ذرة البورون وذرات الفلور سوف تجد ثلاثة أزواج من الإلكترونات الرابطة حول ذرة البورون وعندما تتنافر هذه الأزواج الإلكترونية في مستوى واحد لتصبح قوى التنافر بينها أقل ما يمكن فإنها ستشكل بين بعضها بعضاً ثلاث زوايا متساوية كل منها تساوي (120°) . الشكل (٢-٤) وبذلك يكون شكل الجزيء **مثلثاً متساوي**

الأضلاع Trigonal-Planar

ولكن ماذا عن شكل جزيء PCl_3 ؟ أكتب تركيب لويس لذرة الفوسفور (P) ومثل الروابط بينها وبين ذرات الكلور الثلاث الأخرى، هل توجد أزواج إلكترونات غير رابطة على ذرة الفوسفور؟ ما الشكل الذي تتوقعه لهذا الجزيء؟

معلومات تهمك

يعتمد كثير من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمركبات على أشكال جزيئاتها، فعمل الأنزيمات التي تضبط سرعة التفاعلات الحيوية في الجسم يتطلب مطابقة دقيقة ومحكمة بين جزيء وآخر، وأي تغير ولو طفيف في شكل الجزيء يمكن أن يحطم هذه المطابقة وبالتالي يمتنع الأنزيم عن القيام بوظيفته .



مثال: وضح الشكل الهندسي لجزيء الأمونيا NH_3 باستخدام نظرية VSEPR ؟

الحل: ذرة النيتروجين هي الذرة المركزية محاطة بثلاث ذرات من الهيدروجين.

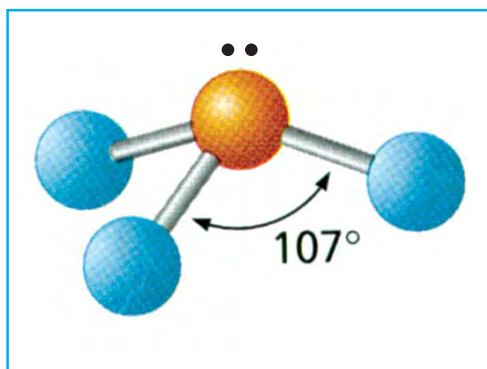
أولاً: يكتب تركيب لويس: النيتروجين N يقع في المجموعة الخامسة فعدد إلكترونات التكافؤ



والهيدروجين H يقع في المجموعة الأولى وله إلكترون واحد. $\text{H} \cdot$

حتى تصل ذرة النيتروجين إلى حالة الاستقرار تحتاج إلى ثلاثة إلكترونات، و كل ذرة هيدروجين تحتاج إلى إلكترون واحد.

يساهم النيتروجين بثلاثة إلكترونات مع ثلاث ذرات هيدروجين مكوناً ثلاثة روابط تساهمية أحادية، ويكون هناك زوج من إلكترونات غير مرتبط على ذرة النيتروجين كما في الشكل (٢-٥).



الشكل (٢-٥): شكل الأمونيا (هرم ثلاثي Pyramid)

يكون الشكل الهندسي لجزيء الأمونيا

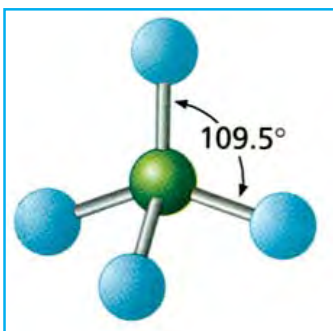
هرماً ثلاثياً Pyramid وليس مثلثاً متساوي

الأضلاع، وذلك لأن زوج الإلكترونات يدفع الروابط

في اتجاه واحد مكوناً زاوية مقدارها (107°) بين

الذرة المركزية وذرة الهيدروجين، وهذا شكل آخر

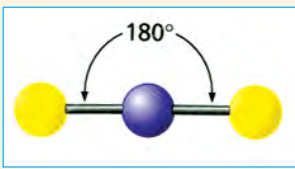
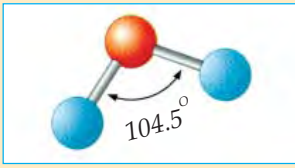
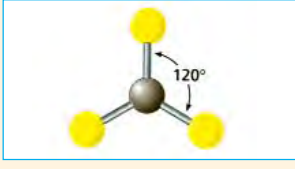
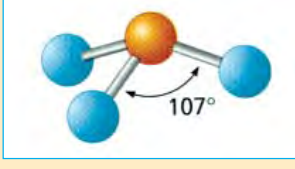
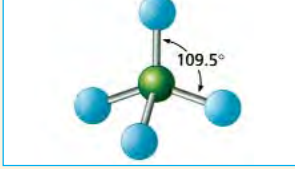
من الأشكال الهندسية للجزيئات.



د) أشكال جزيئات تتكون من خمس ذرات

إن أكثر الأمثلة شهرة على هذه الجزيئات هو الميثان CH_4 ، ذرة الكربون هي الذرة المركزية في الجزيء، وعند تمثيل الروابط بين ذرة الكربون وذرات الهيدروجين يتكون حول ذرة الكربون أربعة أزواج من الإلكترونات الرابطة، وعندما تتنافر مع بعضها بعضاً لتصل إلى أقل تنافر ممكن فإنها تتباعد لتشكّل فيما بينها زوايا تساوي (109.5°) وهذا يدل على أنها موزعة في أكثر من مستوى واحد، ويكون شكل الجزيء رباعي الأوجه أو رباعي السطوح (Tetrahedral).

وفيما يلي جدول يوضح أشكال الجزيئات والزوايا بين الروابط:

الشكل الهندسي	الزوايا بين الروابط (تقريباً)	اسم الشكل الهندسي
	180°	خطي
	104.5°	منحني
	120°	مثلث متساوي الأضلاع
	107°	هرم ثلاثي
	109.5°	رباعي الأوجه منتظم



اختبر فهمك (٥)



- ١- يتكون كل من الماء وثاني أكسيد الكربون من ثلاث ذرات، وضح كيف يختلف جزيء الماء في شكله الهندسي عن جزيء ثاني أكسيد الكربون ؟
- ٢- ابحث في المصادر عن اسم الشكل الهندسي لمركب SF_6 ثم ارسم شكله.

لمعرفة شكل كل جزيء عليك اتباع الخطوات التالية:

- ١- تحديد الذرة المركزية.
- ٢- رسم تركيب لويس لكل ذرة وحساب أزواج الإلكترونات المحيطة بالذرة المركزية.
- ٣- رسم شكل الجزيء المتوقع مع تحديد الزوايا.



بناء نماذج للجزيئات



- الهدف :** توضح أشكال عدد من جزيئات المركبات التساهمية باستخدام صندوق نماذج الجزيئات.
- المواد والأدوات :** أوراق، قلم، صندوق نماذج الجزيئات.

الإجراءات :

- ١- ارسم المخطط النقطي للإلكترون لكل من الجزيئات التالية:
 H_2 ، HCl ، H_2O ، CO_2 ، NH_3 ، CH_4 ، C_2H_6 ، C_2H_4 ، C_2H_2
- ٢- وضح الشكل الهندسي لكل من الجزيئات السابقة باستخدام **نظرية VSEPR**.
- ٣- استخدام صندوق نماذج الجزيئات لبناء الجزيئات الموضحة في الخطوة الأولى (كل ذرة مركزية تكون بلون مختلف عن الذرات المرتبطة بها، مثلاً: مركب NH_3 تكون ذرة N بلون أحمر وذرات الهيدروجين بلون أصفر)
- ٤- كون الجدول في دفترك وسجل فيه البيانات التالية:

الصيغة الجزيئية	المخطط النقطي	الشكل الهندسي المتوقع مع تحديد الزاوية	اسم الشكل الهندسي



ملاحظة: يمكن أن تستخدم جزيئات أخرى إضافية.

التحليل والتفسير :

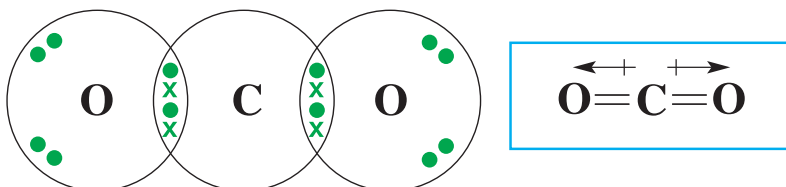
- ١- كيف يساعدك المخطط النقطي على تحديد الشكل الهندسي للجزيء؟
- ٢- اختر أحد الجزيئات السابقة، واكتب عدد الإلكترونات المرتبطة والالكترونات غير المرتبطة وحدد عدد الروابط التي تكونها الذرة المركزية.

تنفيذ الدرس العملي رقم (٢)

٣-٢ أشكال الجزيئات وقطبيتها Polarity & Molecular Shapes



ليست كل المركبات التي ترتبط ذراتها بروابط قطبية تكون مركباً قطبياً. هناك عامل آخر يلعب دوراً في تحديد قطبية المركب وهو العزم القطبي المرتبط بالشكل الهندسي للجزيء، فجزيء (CO₂) به رابطتان قطبيتان، وشكله خطي، فتكون محصلة القوتين القطبيتين تساوي صفراً؛ لأن قوة الجذب تكون في اتجاهين متعاكسين ومتساويين في المقدار فيتكون مركب تساهمي غير قطبي كما في الشكل التالي:

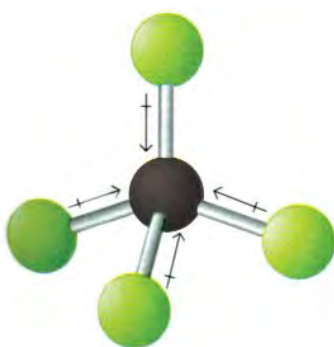


أما بالنسبة لشكل جزيء H₂S فإنه منحني ويحتوي على رابطتين H-S فيكون العزم القطبي للرابطين في اتجاه واحد وبالتالي فإن جزيء H₂S قطبياً .

أما جزيء CH₄ فإن ذرة الكربون فيه محاطة بأربع ذرات من الهيدروجين، هل تذكر اسم شكل هذا الجزيء؟

نلاحظ من الشكل أن العزم القطبي يكون في اتجاهين

متعاكسين في الجزيء، فسر ذلك؟



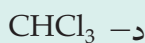
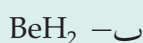
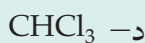
(CH₄)



اختبر فهمك (٦)



١- ما نوع الرابطة في كل من:



٢- يتفاعل كل من عنصر البورون وعنصر النيتروجين مع عنصر الكلور مكونين NCl_3 و BCl_3

أ- حدد نوع الرابطة المتكونة في المركبين.

ب- ما نوع الاختلاف في الرابطين : N-Cl ، B-Cl ؟

الجسم المشحون والقطبية



إجراءات الأمن والسلامة : الإيثانول سريع الاشتعال انتبه عند استخدامه.



الهدف : معرفة تأثير الجسم المشحون بشحنة موجبة أو سالبة على المركبات القطبية.

المواد والأدوات : سحاحة كؤوس زجاجية، ساق من الأبونيت أو ساق زجاجية، قطعة صوف

أو حرير، ماء، إيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ، زيت معدني، زيت نباتي، حامل.

الإجراءات : ١- اغسل السحاحة جيدا بالماء ثم املاها 50 mL من الماء وثبتها على حامل.

٢- ادلك طرف ساق الأبونيت بقطعة من الصوف أو طرف ساق زجاجية بقطعة من الحرير.

٣- ضع الكأس الزجاجية أسفل صنوبر السحاحة، وافتح الصنوبر بحيث تحصل على خيط رفيع من الماء قرب ساق الأبونيت المدلولك أو ساق زجاجية وسجل ملاحظاتك.



٤- كرر الخطوات السابقة باستخدام السوائل الأخرى:

إيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ، زيت، معدني، زيت نباتي، واغسل السحاحة بقليل من السائل المراد استخدامه في كل مرة.

٥- انقل الجدول التالي إلى دفترك:

نوع السائل المستخدم	تأثير الجسم المشحون على السائل
الماء	
زيت نباتي	
إيثانول	
زيت معدني	

التحليل والتفسير: ١- فسر علمياً ما شاهدته في الاستكشاف؟

٢- أي المركبات التالية ستتأثر بالجسم المشحون: Br_2 ، H_2O_2 ، NCl_3 ، HI

قطبية الألوان المائية

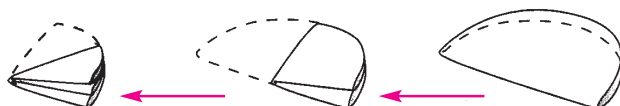


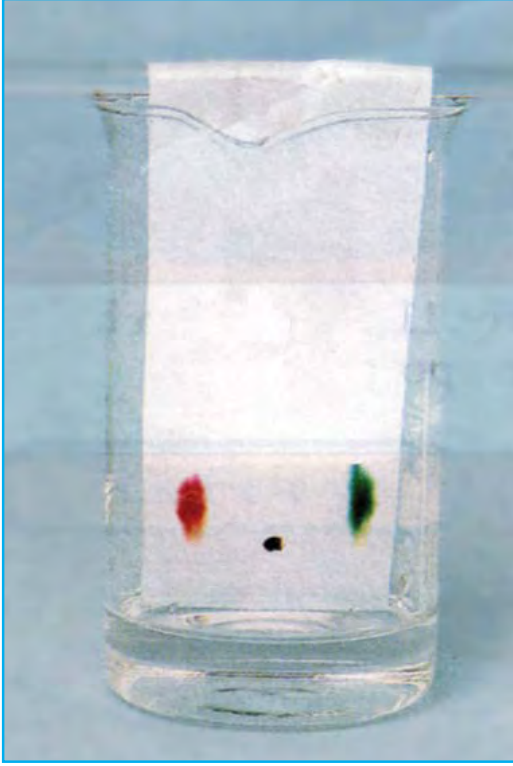
الهدف: معرفة قطبية بعض الألوان المائية باستخدام ورق الترشيح.

المواد والأدوات: أقلام من ألوان مائية (ثمانية ألوان غامقة)، ورقنا ترشيح (5cm x 10cm)، كوب بلاستيكي.

الإجراءات: ١- ضع كمية قليلة من الماء في الكوب البلاستيكي بحيث يغطي قاع الكوب.

٢- ضع ورقتي الترشيح فوق بعضهما بعضاً ثم اثنِ الورقتين بحيث يتكون لديك ٨ أجزاء.





٣- ضع علامة بأحد
الألوان على بعد 5 cm
من مركز الشني كما هو
موضح في الشكل :

- ٤- كرر الخطوة رقم ٣ لبقية الألوان على كل من الشنيتات الباقية.
- ٥- افصل الورقتين بعد جفاف اللون واعتبر إحداهما ورقة تحكيم، وضع الورقة الثانية في الكوب الذي يحتوي على الماء بحيث يكون مركز الشني ملامسًا للماء.
- ٦- اترك الورقة في الماء حتى تلاحظ أن الماء قد وصل إلى نهاية الورقة، ثم اخرج الورقة من كوب الماء.
- ٧- افتح الورقة المبللة وقارن بين موضع كل لون عليها وعلى ورقة التحكيم.

التحليل والتفسير : ١- رتب الألوان حسب ارتفاعها (انتشارها) على الورقة.

٢- أي الألوان أكثر قطبية وأيها أقل قطبية؟ فسر ذلك.



٢-٤ قوى الترابط بين الجزيئات Intermolecular forces

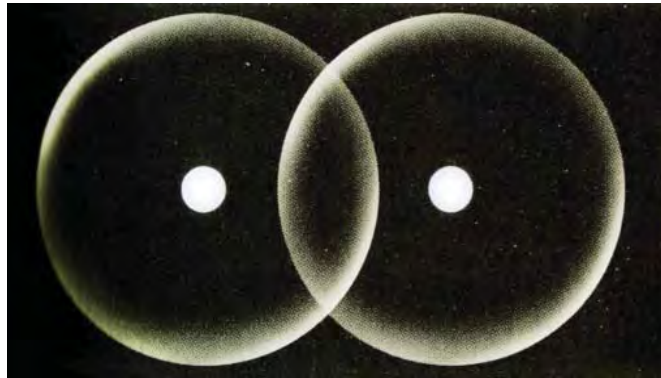


قد نتساءل في بعض الأحيان لماذا توجد بعض المركبات في الحالة الصلبة وبعضها في الحالة السائلة وبعضها الآخر في الحالة الغازية؟ وكذلك لماذا تختلف السوائل في درجات غليانها؟ سنجد أن جميع هذه الظواهر تعتمد على نوع الرابطة والقوى بين الجزيئات، ومن هذه القوى:

القوى ثنائية-ثنائية القطب Dipole-Dipole forces



عندما تكون السالبة الكهربائية للذرتين المرتبطتين برابطة تساهمية متساوية فإن الرابطة التي تنشأ بينهما تسمى **رابطة تساهمية غير قطبية أو مثالية (pure covalent)** وذلك لأن قوة جذب كل ذرة للإلكترونات المشتركة تكون متساوية، فتقع إلكترونات الرابطة في منتصف المسافة بين نواتي الذرتين، كما في حالة H_2 ، O_2 ، Cl_2 ... إلخ. والشكل (٢-٦) يوضح الرابطة التساهمية لغاز H_2 .



الشكل (٢-٦) : الرابطة التساهمية لغاز H_2

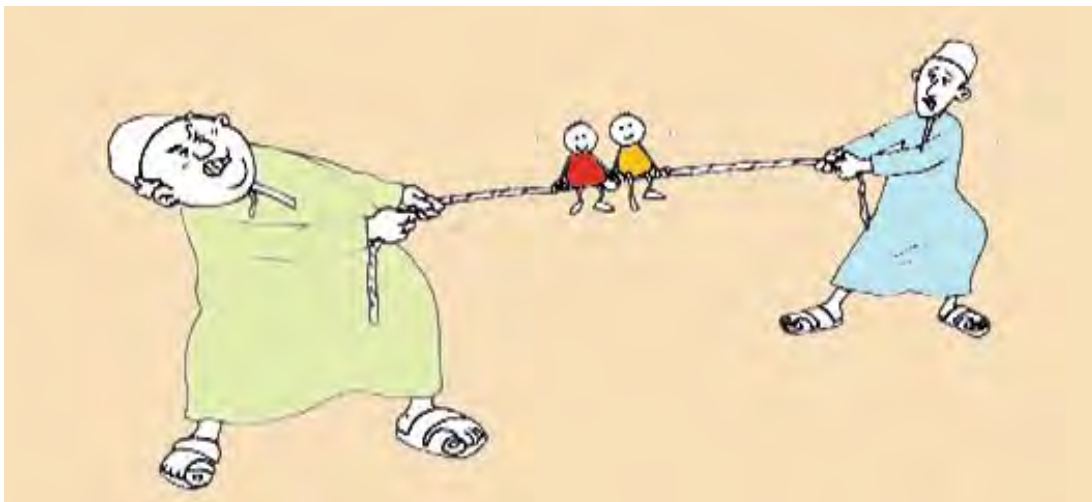
معلومات تهتمك



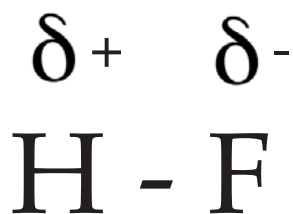
النيتروجين سائل عند درجة حرارة (-196°) والترابط بين جزيئاته ضعيف (غير قطبي) لذلك نحتاج إلى حرارة بسيطة لإبعاد الجزيئات عن بعضها بعضاً وتحويلها إلى الحالة الغازية.



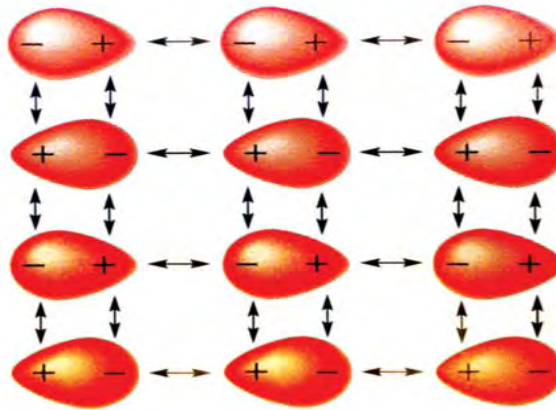
وإذا كانت الذرتان المرتبطتان مختلفتين في السالبة الكهربائية فإن إحدى هاتين الذرتين تجذب الإلكترونات المرتبطة بقوة أكبر من الأخرى كما يحدث في لعبة شد الحبل.



مما يؤدي إلى تكون شحنة جزئية سالبة على هذه الذرة وشحنة جزئية موجبة على الذرة الأخرى ويرمز لهما برمز دلتا (δ)، كما في حالة المركب HF ، فذرة الفلور تكتسب شحنة جزئية سالبة، وذرة الهيدروجين تكتسب شحنة جزئية موجبة كما هو موضح في فلوريد الهيدروجين:



وفي مثل هذه الجزيئات تنشأ قوى نتيجة التجاذب بين الشحنات المختلفة المتكونة على الجزيئات في المركبات القطبية، فمثلاً تنشأ هذه القوى في مركب HCl عندما تنجذب جزيئات المركب إلى بعضها بعضاً نتيجة لوجود أقطاب موجبة وسالبة، فتنشأ قوى تجاذب كهربائي بين الأقطاب المختلفة، كما هو موضح في الشكل (٢-٧)، نلاحظ أن القطب السالب في جزيء ينجذب للقطب الموجب في جزيء آخر مما يؤدي هذا التجاذب إلى تماسك الجزيئات ببعضها بعضاً. هذه القوى تشبه قوى التجاذب الكهربائي في الرابطة الأيونية ولكنها أضعف منها.



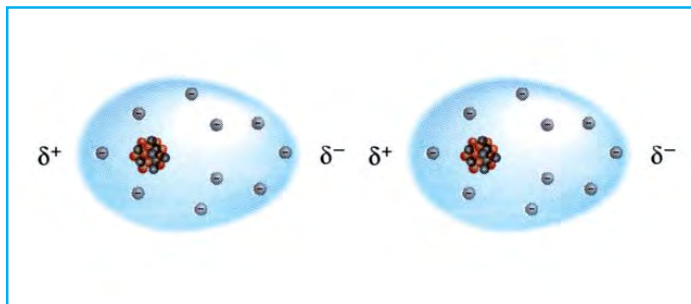
الشكل (٧-٢): قوى التجاذب بين جزيئات HCl

قوى لندن للتشتت (قوى فان درفال) London dispersion Forces



توجد الغازات النبيلة على شكل ذرات مفردة، وقابلية هذه الذرات لتكوين روابط تساهمية ضعيفة، فسر ذلك؟ لكن نجد أن ذرات غاز الهيليوم مثلاً مرتبطة ببعضها بعضاً، ويمكن تحويلها إلى الحالة السائلة بالضغط والتبريد، فما نوع القوى التي تربط هذه الذرات وتجعلها متماسكة إلى حد ما؟

هناك قوى تجاذب ضعيفة تنشأ بين الجزيئات نتيجة لحركة الإلكترونات العشوائية في الذرات، وقد سميت بقوى لندن نسبة إلى العالم الفيزيائي فرتز لندن الذي اكتشفها خلال حركة الإلكترونات العشوائية في الذرة، فوضح بأنها تتشابه مع القوى القطبية في احتمال تواجد الإلكترونات على جانب واحد من النواة، أكثر من تواجدها على الجانب الآخر في لحظة معينة فيصبح الجزيء مستقطباً ولو لفترة قصيرة (ثنائي القطب لحظي) نتيجة لعدم التوازن بين الشحنات، فنتيجة لهذا



الشكل (٨-٢): قوى التشتت بين الجزيئات

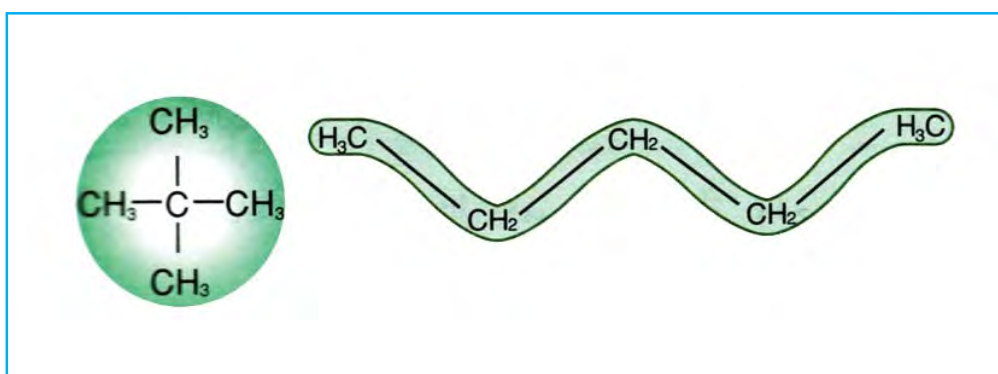
الاستقطاب اللحظي تجذب النهاية الموجبة للذرة المستقطبة إلكترونات الذرة المجاورة، وهو ما يؤدي إلى استقطابها هي الأخرى، وبهذه الطريقة تظهر قوى تجاذب قطبية بين الجزيئات الشكل (٨-٢).



إن عملية التجاذب تكون نسبية لا تدوم طويلا وسرعان ما تختفي، وتعتمد محصلة قوى لندن على عدد من العوامل أهمها:

١ - شكل وحجم الجزيء:

يوثر شكل الجزيء على قوى التجاذب بين الجزيئات فمثلا مركب كيميائي صيغته الجزيئية C_5H_{12} توجد له صيغتان بنائيتان. الشكل (٢-٩):



الشكل (٢-٩) : يوضح الصيغ البنائية للبنتان

قوى التجاذب في شكل السلسلة المتعرجة أكبر من قوى التجاذب في الشكل الكروي، وذلك لأن التجاذب يمكن أن يحدث على طول السلسلة. من المتوقع أن يكون درجة غليانه أكبر؟

٢- عدد الإلكترونات:

كلما زاد عدد الإلكترونات في الجزيء زادت قوى التشتت.

٣- الكتلة المولية:

الجزء	درجة الغليان تقريبا ($^{\circ}C$)
F_2	-188
Cl_2	-34.6
Br_2	59

الجدول المقابل يوضح درجات الغليان لبعض الجزيئات، أجب عن الأسئلة التي تليه:



- ١- رتب الجزيئات السابقة حسب التزايد في الكتلة المولية مستخدماً الجدول الدوري؟
- ٢- رتب الجزيئات السابقة حسب التزايد في قوى التشتت؟
- ٣- ما العلاقة بين الكتلة المولية وقوة قوى التشتت؟

اختبر فهمك (٧)



- ١- وضح لماذا يكون كل من الفلور والكلور في الحالة الغازية بينما يكون البروم في الحالة السائلة واليود في الحالة الصلبة في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة؟
- ٢- فسر: درجات غليان الغازات النبيلة صغيرة جداً.

الترابط بين الجزيئات



الهدف: معرفة نوع القوى التي تربط جزيئات I_2 ، $NaCl$.



المواد والأدوات: (5.0 g) من اليود، (5.0 g) من كلوريد الصوديوم، ملقط، أنابيب اختبار عدد (٢).

الإجراءات:

- ١- باستخدام الملقط ضع (5.0 g) من اليود في أنبوبة اختبار.
- ٢- سخن الأنبوبة في الخطوة السابقة على لهب لمدة نصف دقيقة ودون ملاحظاتك.
- ٣- كرر الخطوات السابقة باستخدام كلوريد الصوديوم ودون ملاحظاتك.

التحليل والتفسير:

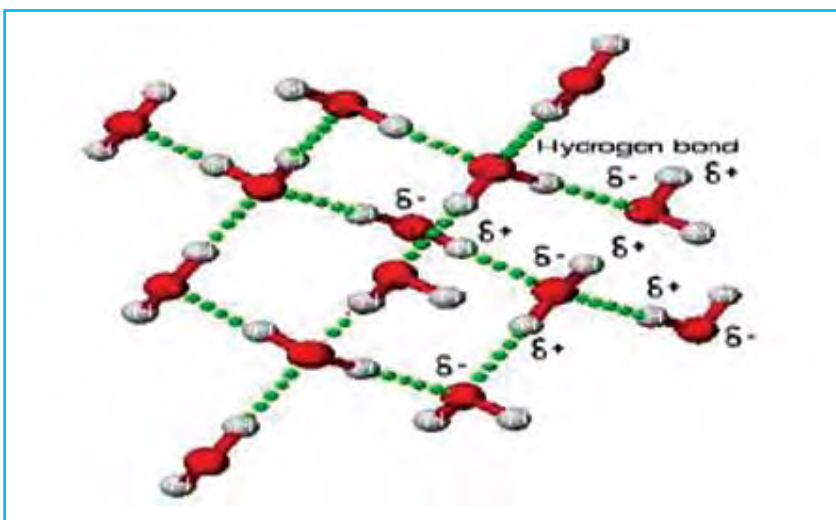
- ١- لماذا تحول اليود من الحالة الصلبة إلى الغازية بسهولة عند درجة حرارة قليلة؟
- ٢- ما اسم العملية التي يتم فيها تحويل المادة من الحالة الصلبة إلى الغازية مباشرة؟
- ٣- ما الفرق بين استخدامك لليود وكلوريد الصوديوم؟
- ٤- ما نوع القوى بين جزيئات كلوريد الصوديوم؟



الرابطة الهيدروجينية Hydrogen bonding



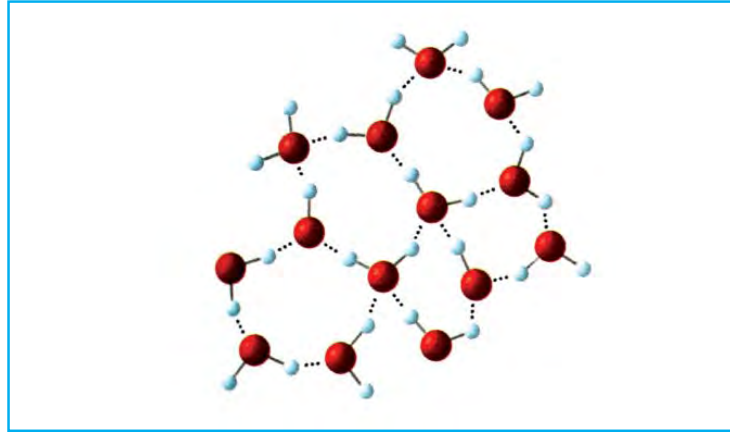
تنشأ الرابطة الهيدروجينية في المركبات التي تحتوي على ذرة الهيدروجين متحدة بذرة ذات سالبة كهربائية عالية مثل الفلور أو الأكسجين أو النيتروجين، تجذب الذرة ذات السالبة الكهربائية العالية الإلكترونات المشتركة فتتكون عليها شحنة جزئية سالبة، ويحدث نقص شديد في الإلكترونات ذرة الهيدروجين فتتكون شحنة جزئية موجبة، فتقوم ذرة الهيدروجين بتعويض النقص عن طريق الارتباط بالإلكترونات الحرة لذرة أكسجين لجزء آخر مكونة الرابطة الهيدروجينية التي تمثل بالنقاط بين ذرة الهيدروجين من جزئ و ذرة أكسجين من جزئ آخر. الشكل (٢-١٠) يوضح تكون الرابطة الهيدروجينية في الماء:



الشكل (٢-١٠): الرابطة الهيدروجينية في الماء

تعتبر الرابطة الهيدروجينية من أقوى الروابط بين الجزيئات حيث تكسب المواد خواص مميزة فمثلاً: نجد أن الماء يتميز بخواص فريدة حيث إن كثافة الثلج أقل من كثافة الماء، وذلك بسبب ترتيب جزيئات الماء في بلورة الثلج، فكل ذرة أكسجين تكون محاطة بأربع ذرات أكسجين من جزيئات الماء الأخرى على شكل هرم رباعي عند التجمد، أما ذرات الهيدروجين فتكون في اتجاهات مقابلة فتسهل عملية ارتباطها بذرات الأكسجين. الشكل (٢-١١).

كما أنه كلما زادت عدد الروابط الهيدروجينية بين جزيئات المركب ارتفعت درجة غليانه.



الشكل (١١-٢): ترتيب ذرات الأكسجين والهيدروجين في الماء

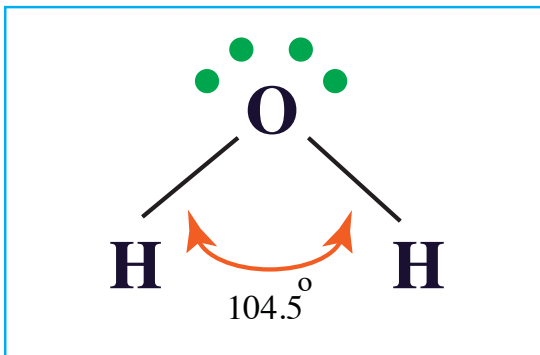


معلومات تهمك

قطرة الماء عبارة عن عدد كبير من جزيئات الماء تبلغ حوالي (2×10^{21}) جزيء مرتبطة ببعضها بعضاً بروابط هيدروجينية.

٤- الشكل الهندسي لجزيء الماء (H_2O)

جزيء الماء يوجد به زوجين من الإلكترونات في المستوى الأخير، وزوجان من الإلكترونات المنفردة على الذرة المركزية (O) لا يشتركان في الربط، نظراً لوجود تنافر بين زوجي الإلكترونات المنفردة تتشكل زاوية بينهما أكثر من 109.5° ، وفي نفس الوقت يؤدي التنافر بين الإلكترونات المنفردة والإلكترونات المشتركة في الربط إلى دفع مدارات الربط للاقتراب من بعضها بعضاً، وبالتالي تنقص الزاوية H-O-H عن القيمة السابقة لرباعي السطوح لتصل إلى 104.5° الذي يكون الشكل المنحني. الشكل (١٢-٢).



الشكل (١٢-٢): شكل جزيء منحني (جزيء الماء)



معلومات تهتمك



(الشكل اللولبي)

تلعب الرابطة الهيدروجينية أهمية حيوية، إذا إنها تعمل على ترابط سلسلتي الأحماض النووية (DNA, RNA) المسئولة عن وراثة الصفات وتنظيم العمليات الحيوية في الجسم. وبالتالي فان الروابط الهيدروجينية بين هذه الجزيئات تكسبها الشكل اللولبي.

اختبر فهمك (٨)

- ١- ارسم تركيب لويس لكل من المركبات التالية :
الماء، الأمونيا، الميثان، كبريتيد الهيدروجين، يوديد الهيدروجين، فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)
- ٢ وضح الشكل الهندسي للمركبات السابقة.
- ٣- أي من المركبات التي كونتها قطبية وأي منها غير قطبية مع توضيح السبب.
- ٤- حدد نوع قوى التجاذب بين جزيئات المركبات التالية:
الماء، فوق أكسيد الهيدروجين، فلوريد الهيدروجين.

معلومات تهتمك

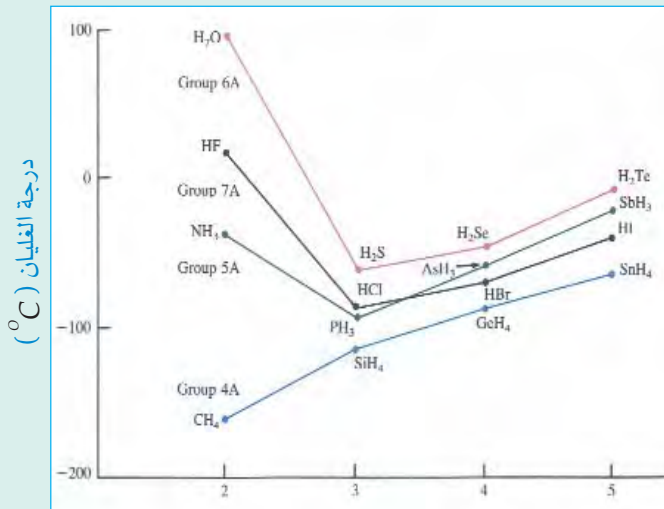


(الشكل (٢-١٣))

من خواص الماء الناتجة من وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء قوة التوتر السطحي (القوى التي تجذب جزيئات سطح السائل وتجعله غشاء مشدوداً وتساعد على تصغير سطح السائل أيضاً). الشكل (٢-١٣).



اختبر فهمك (٩)



الشكل التالي يوضح درجات غليان مركبات الهيدروجين، ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية:

١- صف التغير في درجات الغليان بين مركبات الهيدروجين.

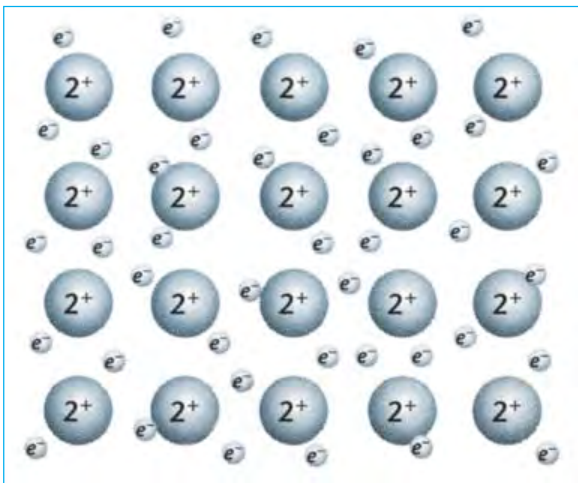
٢- فسر: يمتلك الميثان أقل درجة غليان من هذه المركبات.

٣- ما نوع الروابط بين جزيئات يوديد الهيدروجين HI وجزيئات هيدروكسيل أمين NH₂OH؟

الرابطة الفلزية Metallic bonding



تتميز العناصر الفلزية ببعض الخواص مثل قدرتها على التوصيل الكهربائي والحراري، ولها بريق معدني وصلابة، وقابلية للطرق والسحب، فما نوع الرابطة في الفلزات بحيث تكسبها هذه الخواص المميزة؟



الشكل (٢-١٤): حركة الإلكترونات

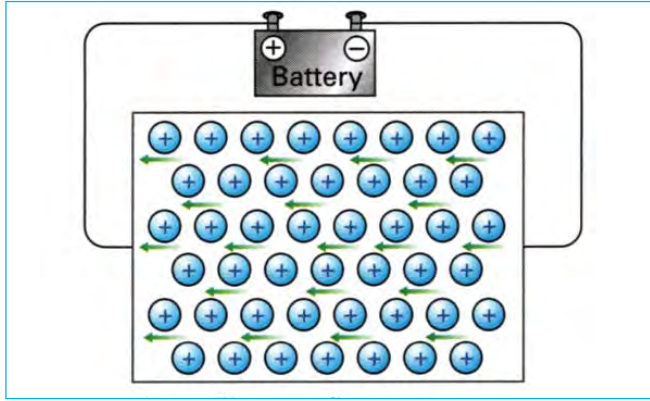
إن الإلكترونات الموجودة في المستوى الأخير لذرات العناصر الفلزية ضعيفة الارتباط بنواة الذرة؟ فسر ذلك، وبالتالي يسهل تحرك الإلكترونات بين ذرة وأخرى من ذرات الفلز المجاورة، وعليه يمكن لهذه الإلكترونات أن تتحرك بين ذرات العنصر دون أن يكتسبها أحد وتسمى خاصية (عدم التمركز) (delocalized). شكل (٢-١٤).



تنشأ قوة التجاذب بين أيونات الفلز الموجبة والإلكترونات حرة الحركة مكونة الرابطة الفلزية. تساعدنا الرابطة الفلزية على تفسير كثير من صفات الفلزات منها:

١ - التوصيل الكهربائي والحراري *Electrical & Thermal Conductivity*

عندما يدخل التيار الكهربائي إلى قطعة الفلز أو عند تسخين الفلز فإن الإلكترونات الحرة الحركة تندفع في الفلز بسبب دفع إلكترونات التيار الكهربائي، شكل (٢-١٥). وكلما قلت طاقة التأين زادت درجة حرية الإلكترونات في الفلز كلما كان الفلز أكثر قابلية للتوصيل الكهربائي والحراري. فسر: قدرة عنصر الألومنيوم على التوصيل الكهربائي أقل من قدرة عنصر الصوديوم.



الشكل (٢-١٥) : التوصيل الكهربائي للفلز

٢ - القدرة على الطرق والسحب *Malleability & Ductility*



الشكل (٢-١٦) : قدرة الفلز على الطرق (Ca)

توجد إلكترونات حرة الحركة داخل الفلز وتنتشر حول الأيونات الموجبة في جميع الاتجاهات ولا تتأثر باتجاه محدد أو بالشكل الذي يتخذه الفلز، مما يسهل عملية إنزلاق طبقات الأيونات في الفلز عند تعرضها للطرق والسحب. شكل (٢-١٦)

٣- البريق المعدني *Metallic Shine*

تعمل الإلكترونات التي تنتشر على سطح الفلز على عكس الأشعة التي تسقط على سطح الفلز ولذلك يظهر للفلز بريق معدني في الضوء.

الجدول (٢-٢) يوضح قابلية التوصيل لبعض الفلزات.

فسر: يستخدم النحاس في صناعة أسلاك الكهرباء.

الفلز	قابلية التوصيل الكهربائي ($1/\Omega m$)
الألومنيوم	3.7×10^7
النحاس	5.9×10^7
الحديد	1.1×10^7
الفضة	6.3×10^7

الجدول (٢-٢) : قابلية التوصيل لبعض الفلزات

اختبر فهمك (١٠)



١- الفلزات لها القدرة على التوصيل الكهربائي. فسر ذلك.

٢- وضح الفرق بين الرابطة التساهمية والرابطة الفلزية .

السؤال الأول

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكل من الفقرات الآتية:

١- جميع المركبات التالية قطبية polar ماعدا:

أ- HBr ب- NH_3 ج- CCl_4 د- CHCl_2

٢- الشكل الهندسي المتوقع لمركب SCl_2 هو:

أ- رباعي السطوح ب- منحنى ج- خطي د- هرم ثلاثي

٣- أي مركب من المركبات التالية يظهر أقوى ترابط هيدروجيني Hydrogen bond بين جزيئاته:

أ- H_2O ب- H_2S ج- HF د- NH_3

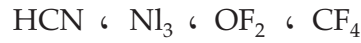
٤- مقدار الزاوية في جزيء AlCl_3 يساوي:

أ- 120° ب- 104.5° ج- 109.5° د- 180°

٥- الجزيء الذي يشبه في شكله الهندسي جزيء NH_3 هو:

أ- SO_3 ب- PCl_3 ج- BF_3 د- AlCl_3

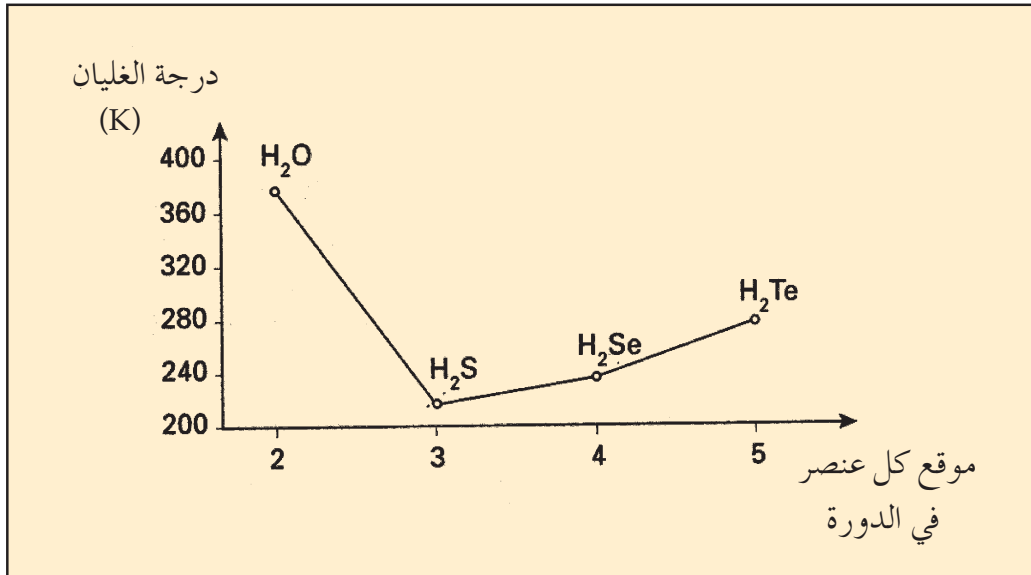
ثانياً: ارسم المخطط الإلكتروني النقطي لكل من الجزيئات التالية وبين ما إذا كان هذا الجزيء قطبياً أم غير قطبياً:



ثالثاً: فسر: المركب هيدريد السيليكون SiH_4 مركب غير قطبياً.

◆ السؤال الثاني :

يوضح الرسم البياني تدرج درجات الغليان لمركبات الهيدروجين للمجموعة السادسة الرئيسية. ادرس العلاقة البيانية، وفسر سبب التدرج فيها.



◆ السؤال الثالث :

١- في كل مجموعة من المجموعات التالية حدد المادة التي تحقق خاصية ما مع تفسير الإجابة المختارة:

أ- أعلى درجة غليان : CH_4 ، CH_3Cl ، CCl_4 ، CHCl_3

ب- أقوى رابطة : PH_3 ، AsH_3 ، SbH_3 ، NH_3

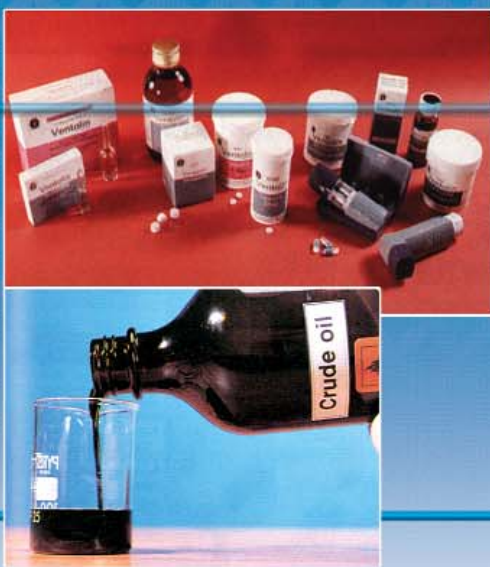
ج- أقل قوة رابطة فلزية *Metallic bond* : Na ، Cs ، Mg ، Al

٢- حدد الذرات التي تحمل شحنة جزئية سالبة والذرات التي تحمل شحنة جزئية موجبة في كل من المركبات التالية :

ClF ، BF_3 ، HI

٣- ما عدد ذرات الهيدروجين التي تتوقع ارتباطها مع كل من ذرات العناصر الآتية:

Si ، P ، S ، O ، Br ، Ca



٢

الوحدة الثانية

الكيمياء العضوية

Organic Chemistry

الفصل الثالث : المركبات العضوية - الهيدروكربونات

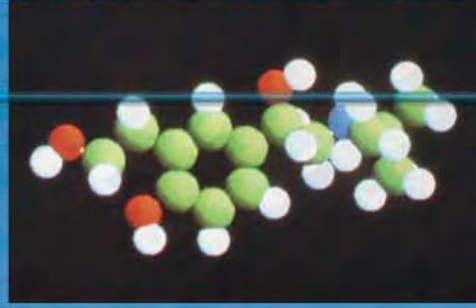
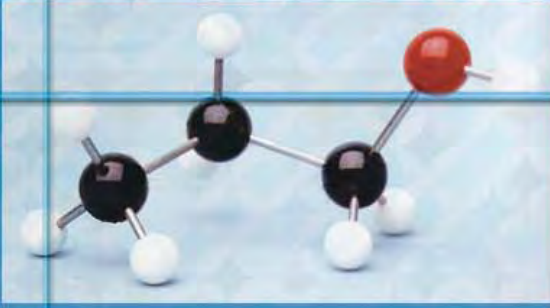
Organic Compounds Hydrocarbons

الفصل الرابع : مشتقات الهيدروكربونات

Derivatives of Hydrocarbons

مقدمة الوحدة

...وهكذا تستمر دورات الحياة الطبيعية من نمو وموت وتحلل قرنا تلو الآخر، حيث بدأت النباتات الخضراء - منذ ظهورها في هذا الكوكب - تستخدم طاقة الشمس في تحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى أكسجين ومواد يحتاجها الكائن الحي في حصوله على الطاقة، وقد استقرت بقايا كثير من الكائنات الحية من قبل التاريخ في قيعان البحيرات والمستنقعات والمحيطات وفي باطن الأرض، وتجمعت على شكل ترسبات عبر العصور المتلاحقة، تحولت بعدها - تحت ظروف من الضغط ودرجات الحرارة - إلى مزيج معقد من المركبات العضوية يدعى «النفط»، باتت البشرية تستخدمه اليوم بشكل كبير في تسيير المحركات وصنع البلاستيك وصناعة العقاقير والأصباغ والمنظفات وغيرها، وتحت ظروف أخرى تحولت هذه الترسبات إلى الفحم الحجري الذي يحتوي على نسبة عالية من عنصر الكربون. من خلال دراستك لهذه الوحدة سوف تكتشف المركبات العضوية أهميتها وأنواعها، وطرق تحضيرها، واستخداماتها الطبية والصناعية، بالإضافة إلى تأثيراتها الايجابية والسلبية على البيئة والمجتمع.



الأفكار الرئيسة ●

- ١- لماذا يعد العلماء الكربون أهم عنصر في حقل العلوم الكيميائية، في حين يتوافر أكثر من مائة عنصر في جدول الترتيب الدوري؟
- ٢- تعتمد حضارتنا كثيراً على النفط كمصدر للطاقة. ما أبعاد هذه المشكلة؟
- ٣- بم يختلف الزبد عن الزيت؟
- ٤- ما الذي يميز روائح النعناع والصنوبر عن غيرها من ثمار النباتات؟
- ٥- الكحول قد يكون سبباً لإنقاذ حياة الإنسان، كما قد يكون سبباً لوفاة. فسّر هذه العبارة.
- ٦- من أين تحصل على الفيتامينات إذا كان جسمك لا يصنعها؟





المركبات العضوية - الهيدروكربونات

الفصل الثالث

Organic Compounds - Hydrocarbons



مقدمة الفصل



قبل ولادة علم الكيمياء العضوية مرت بالإنسانية قرون طويلة عرفت خلالها كثيرا من المواد العضوية المستخلصة من النباتات والحيوانات، ومن تلك المواد السكر، الشحوم، الزيت، الدهون، الخل، الكحول، وبعض الأصباغ والعقاقير والعطورات، إلا أن العلماء لم يهتموا كثيرا بدراسة هذه المواد، فقد تركز اهتمامهم في البحث عن المواد المعدنية آنذاك، خصوصا حجر الفلاسفة Philosophers Stone الذي ظنوا أنه يساعدهم في تحويل المواد الرخيصة إلى ذهب وفضة. وقبل القرن التاسع عشر كان العلماء يعتقدون أن المواد العضوية توجد فقط في أعضاء جسم الكائن الحي ولا يمكن صنعها أو تحضيرها في المختبر، حتى أحدث العالم الألماني فوهلر Wohler عام 1828م ثورة علمية لم تكن في حسابان العلماء، وذلك بتحضيره مادة «اليوريا» العضوية $\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$ من مادة غير عضوية هي «سيانات الأمونيوم NH_4OCN ». ومنذ ذلك التاريخ بدأت دراسة هذه المركبات وطرق تحضيرها حتى تمكن الكيميائيون من إنتاج أو تصنيع كثير من المركبات العضوية من مصادر ليست نباتية أو حيوانية، حتى عدت في وقتنا الحاضر بالملايين.



الموضوعات الرئيسة



- ١ - المركبات العضوية.
- ٢ - تصنيف المركبات العضوية.
- ٣ - الهيدروكربونات الأليفاتية.
- ٤ - الهيدروكربونات الأروماتية.
- ٥ - الهيدروكربونات كمصدر للطاقة.



مصطلحات علمية جديدة

- ١- تقطير تجزيئي ————— 1- Fractional distillation
- ٢- حذف ————— 2- Elimination
- ٣- إضافة ————— 3- Addition
- ٤- استبدال ————— 4- Substitution
- ٥- أليفاتي ————— 5- Aliphatic
- ٦- أروماتي ————— 6- Aromatic
- ٧- تكسير حراري ————— 7- Thermal Cracking



عناوين الاستكشافات



- الاستكشاف (١): حرق السكر
- الاستكشاف (٢): تحضير غاز المستنقعات
- الاستكشاف (٣): كيف تميز بين الزبدة والزيت النباتي؟
- الاستكشاف (٤): التقطير التجزيئي للنفط



١-٣ المركبات العضوية Organic Compounds



قام العالم الفرنسي لافوازييه في أواخر القرن الثامن عشر بتحليل عدد من المركبات العضوية ودراستها ومعرفة مكوناتها، وقد أدت تجاربه التي أجراها حول احتراق المادة العضوية إلى كشف ومعرفة الطبيعة الكيميائية للمواد المستخلصة من الكائنات الحية ، وأظهرت نتائجه دخول عناصر معينة بشكل أساسي في تكوين المركب العضوي.



حرق السكر

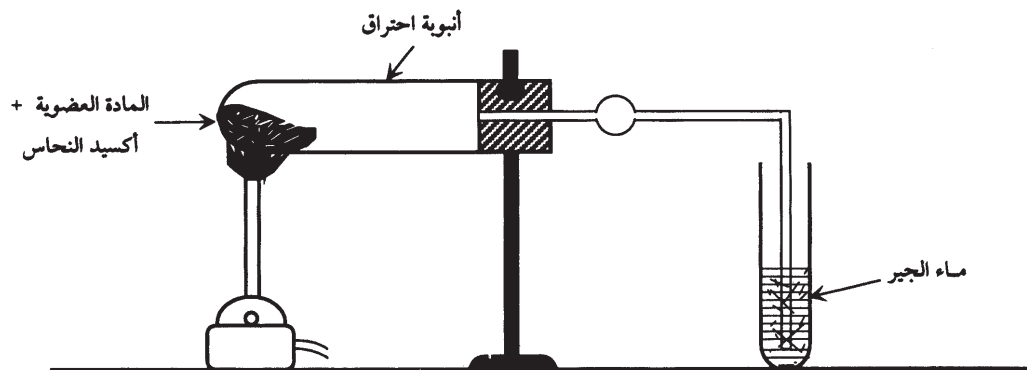
الهدف : التعرف على العناصر الأساسية للمركب العضوي من خلال حرق أحد المركبات العضوية.

المواد والأدوات : مركب عضوي (سكر المائدة)، أكسيد النحاس الأسود، أنبوبة اختبار، كأس صغيرة، محلول ماء الجير، سدادة تنفذ منها أنبوبة توصيل بها انتفاخ، مصدر حراري، حامل.

الإجراءات :

- ١- ضع كمية قليلة من سكر المائدة في أنبوبة اختبار، ثم أضف إليها كمية من أكسيد النحاس الأسود تعادل ثلاثة أضعاف السكر تقريباً.
- ٢- أغلق الأنبوبة بسدادة تنفذ منها أنبوبة توصيل بها انتفاخ ، واغمس طرفها الآخر في محلول ماء الجير.

٣- ركب الجهاز كما هو مبين في الشكل (١-٣):



الشكل (١-٣)

٤- سخن المزيج بلطف ثم بشدة. دون ملاحظتك.

التحليل والتفسير :

١- إلام يقودك التغير الحاصل في محلول ماء الجير؟

٢- من خلال تنفيذك للاستكشاف ما العناصر الأساسية الموجودة في المركب العضوي ؟.

٣- هل تتوقع وجود عناصر أخرى في سكر المائدة غير التي كشفت عنها ؟ أعط مثالا على ذلك؟

٤- ما دور أكسيد النحاس في التجربة ؟

يشكل عنصر الكربون الهيكل الأساسي في بناء المركبات العضوية، لذلك تعرف الكيمياء العضوية بأنها ذلك الفرع من علم الكيمياء الذي يختص بدراسة مركبات الكربون وتفاعلاتها. وقد يكون الكربون متحدا بواحد أو أكثر من عناصر الهيدروجين والأكسجين والكبريت والفوسفور أو أحد الهالوجينات مثل (الكلور - البروم). جدير بالذكر أن هناك مركبات غير عضوية يدخل الكربون في تكوينها مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وأول أكسيد الكربون (CO) ومجموعات أيونية مثل الكربونات والبيكربونات والسيانيد.

وتعد النباتات والحيوانات من أهم مصادر الكربون، حيث تقوم بتكوين مركبات كربون كثيرة منها السكريات والنشا والزيوت والدهون وغيرها. ويمثل الفحم الحجري كذلك أحد مصادر الكربون التي اعتمد عليها سابقا في إنتاج الطاقة مثل تسيير القطارات ، غير أن النفط والغاز الطبيعي يعدان حاليا أهم مصادر الكربون أو الطاقة بشكل عام، حيث يستخدمان كمصدر للوقود والتدفئة وكمواد أولية لكثير من الصناعات البتروكيميائية.

اختبر فهمك (١)



ابحث عن بعض أوجه الاختلاف بين المركبات العضوية والمركبات غير العضوية.
دون ذلك في دفترك.

يرتبط علم الكيمياء العضوية كثيرا بعلوم الطب والزراعة ، حيث انه يشكل حجر الأساس في كيمياء المواد الحية النباتية منها والحيوانية، كما أنه يرتبط بالعديد من العلوم التطبيقية الأخرى مثل الصناعات ، فهو يمد الإنسان بالعديد من المنتجات مثل المطاط والحرير الصناعي والنايلون والمبيدات الحشرية والأصباغ والعقاقير وغيرها، وقد تمكن الإنسان في وقتنا الراهن من إنتاج وتحضير أعداد كثيرة من مركبات الكربون.

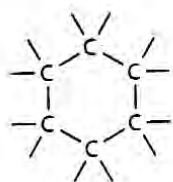
ولكن يبقى لك أن تسأل السؤال التالي:

ما السمات التي تتميز بها ذرة الكربون حتى أصبحت مركباته بمثل هذا الاتساع والتنوع ؟

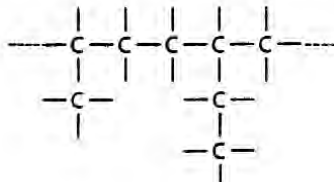
ان الإجابة عن هذا السؤال تتطلب منا معرفة بعض المميزات الخاصة لذرة الكربون ، وهي كالتالي:

١- الموضع المتميز لعنصر الكربون في الجدول الدوري للعناصر، حيث إن ذرة الكربون رباعية التكافؤ (السعة الاتحادية للكربون تساوي 4) أي أنها قادرة على المساهمة بأربعة إلكترونات مع الذرات الأخرى.

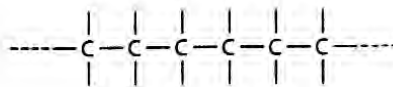
٢- قدرة ذرة الكربون على تكوين روابط تساهمية قوية مع ذرات كربون أخرى، ويمكنها أن تشترك بأي عدد في تكوين سلاسل كربونية مستقيمة أو متفرعة أو حلقية كما هو مبين أدناه :



سلسلة حلقية



سلسلة مفتوحة
متفرعة



سلسلة مفتوحة
غير متفرعة

وهذه الخاصية هي السبب في كثرة أعداد المركبات العضوية، كما أنها السبب في ضخامة بعض الجزيئات العضوية وكبر كتلتها المولية.

اختبر فهمك (٢)



استعن بالجدول الدوري للعناصر، وقم بما يلي:

- حدد موقع ذرة الكربون في الجدول الدوري للعناصر من حيث رقم المجموعة ورقم الدورة.
- أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة الكربون موضحا السعة الاتحادية حسب مستويات الطاقة الرئيسة.

٢-٣ تصنيف المركبات العضوية

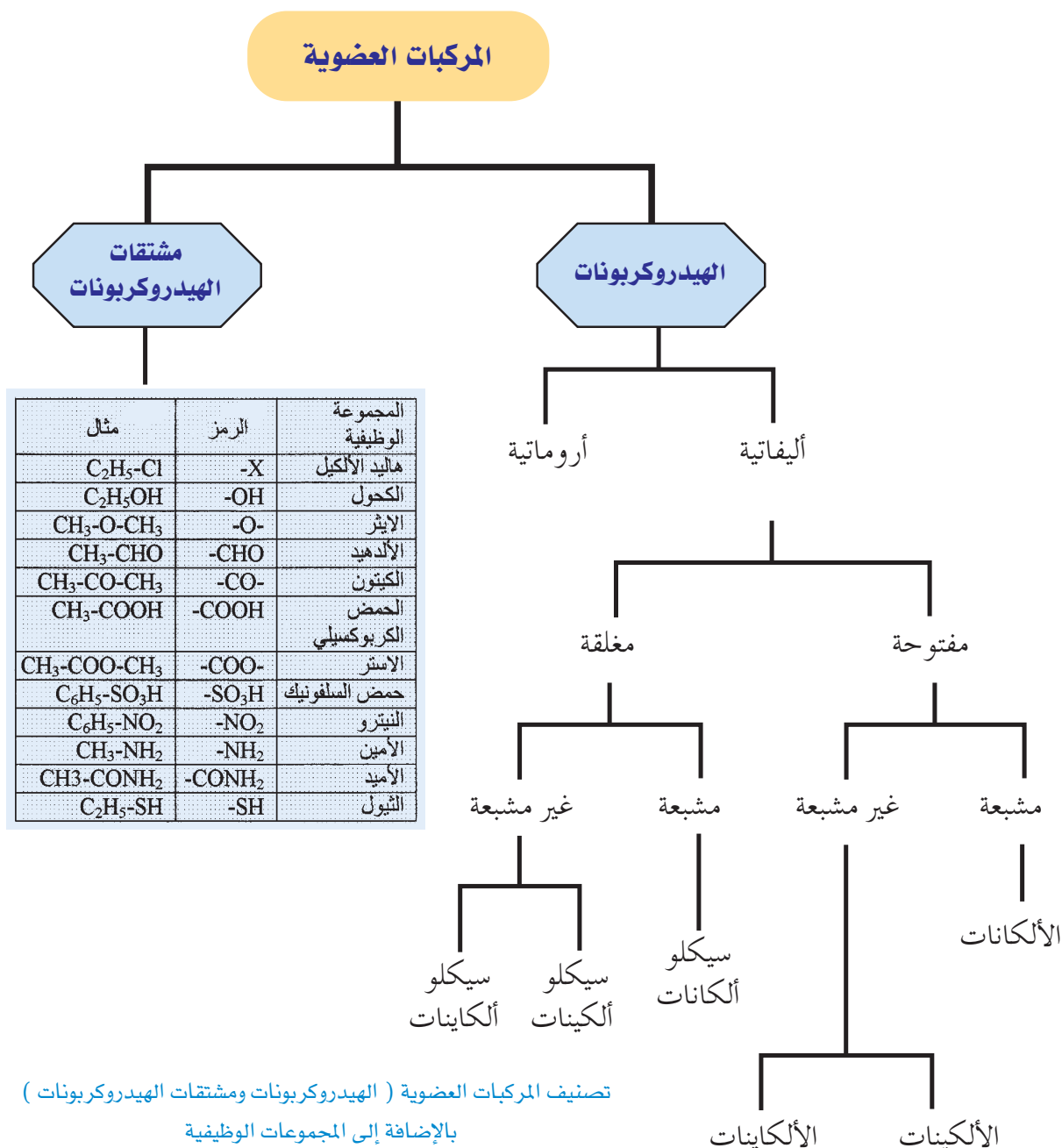


Organic Compounds Classification

تستدعي دراسة الكيمياء العضوية تقسيم العدد الهائل من المركبات العضوية إلى مجموعات متشابهة، وقد تم تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما: الهيدروكربونات وهي عبارة عن مركبات تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط ، ومشتقات الهيدروكربونات وهي مركبات تم



اشتقاقها من الهيدروكربونات باستبدال ذرة أو مجموعة ذرية بإحدى ذرات الهيدروجين في الهيدروكربون، وقد قسمت الأخيرة إلى أقسام أصغر حسب المجموعات الوظيفية. وستتعرف على هذه المجموعات في الفصل الثامن من هذا الكتاب، ويوضح الخطط التالي هذا التصنيف:



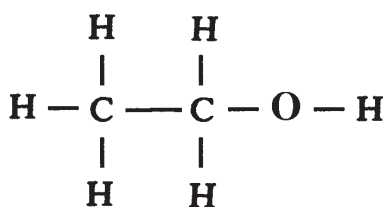
وستتناول في هذا الفصل دراسة الهيدروكربونات فقط (الأليفاتية والأروماتية)، ولكن قبل ذلك سنشير إلى الصيغ الكيميائية التي تستخدم للتعبير عن المركبات العضوية وهي:

(١) **الصيغة الأولية Empirical Formula**

(٢) **الصيغة الجزيئية Molecular Formula**

وقد سبق لك معرفة هاتين الصيغتين.

(٣) **الصيغة البنائية Structural Formula** وهي الصيغة التي تصف كيفية ترتيب الذرات وارتباطها داخل الجزيء. وتعتمد الصيغة البنائية للمركب على خواصه الطبيعية والكيميائية وصيغته الجزيئية. ومن الأمثلة على ذلك الصيغة البنائية لجزيء الإيثانول:



اختبر فهمك (٢)

عين الصيغة الأولية لجزيء الإيثان C_2H_6 ، ثم حدد نسبة عدد الكربون إلى الهيدروجين فيها.

٣-٣ الهيدروكربونات الأليفاتية Aliphatic Hydrocarbons

تقسم الهيدروكربونات الأليفاتية حسب نوع الرابطة بين ذرات الكربون إلى هيدروكربونات مشبعة **saturated** حيث تكون جميع الروابط بين ذرات الكربون في جزيء المركب أحادية (مفردة) مثل الألكانات، وهيدروكربونات غير مشبعة **unsaturated** حيث توجد بين ذرات الكربون في جزيئات المركب روابط ثنائية أو ثلاثية.



٣-٣ أ الألكانات Alkanes



هي مركبات هيدروكربونية مشبعة، غير ذائبة في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل رابع كلوريد الكربون، ويعتبر النفط المصدر الرئيسي لهذه المركبات، وأبسط الألكانات هو الميثان (CH_4) ويوضح الجدول (٣-١) أسماء وصيغ الألكانات العشرة الأولى ودرجات غليانها.

عدد ذرات الكربون	الألكان	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	درجة الغليان $^{\circ}\text{C}$
1	ميثان	CH_4	CH_4	-164
2	إيثان	C_2H_6	CH_3CH_3	-88.6
3	بروبان	C_3H_8	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	-43.1
4	بيوتان	C_4H_{10}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	-0.5
5	بنتان	C_5H_{12}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	36.1
6	هكسان	C_6H_{14}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	69
7	هبتان	C_7H_{16}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	98.4
8	أوكتان	C_8H_{18}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	125.7
9	نونان	C_9H_{20}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	150.8
10	ديكان	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	174.1

الجدول (٣-١) : الألكانات العشرة الأولى ودرجات غليانها

يلاحظ من خلال الجدول السابق أن جميع الألكانات تتشابه في التركيب الكيميائي، ولكن كل مركب يشتمل على مجموعة ميثيلين ($-\text{CH}_2-$) واحدة أكثر من المركب الذي يسبقه، مكونة ما يسمى بالمتتالية أو السلسلة المتجانسة Homologous series.



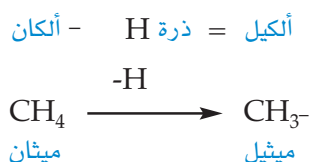
اختبر فهمك (٤)



- ١- استنتج الصيغة العامة للألكانات من خلال صيغ الألكانات العشرة الأولى في الجدول السابق (عبر عن الأرقام بالحرف n).
- ٢- صنف الألكانات وفقاً لحالتها الفيزيائية (صلبة - سائلة - غازية) عند درجات الحرارة العادية.

مجموعة أو شق الألكيل Alkyl group

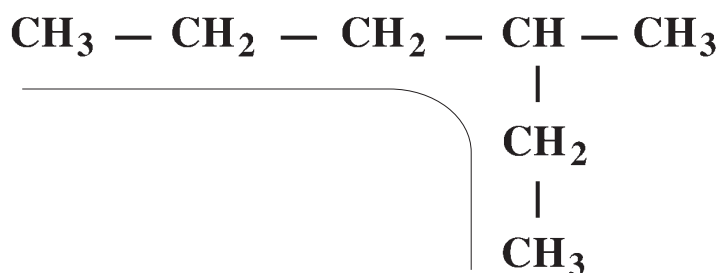
هي مجموعات تتشكل عندما يفقد الألكان ذرة هيدروجين ويرمز لها بالرمز (R-)، ومن أمثلتها :
(ميثيل CH_3 -)، (إيثيل CH_3CH_2 -)، (بروبيل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$ -).



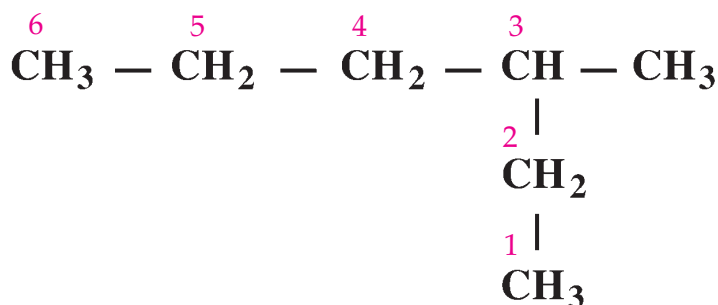
تسمية الألكانات Nomenclature of Alkanes

تتم تسمية المركبات العضوية بشكل عام باتباع قواعد معينة وضعها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية International Union of Pure and Applied Chemistry، ويختصر إلى (IUPAC) في جنيف بسويسرا، وتعتمد تسمية الألكانات على القواعد التالية:

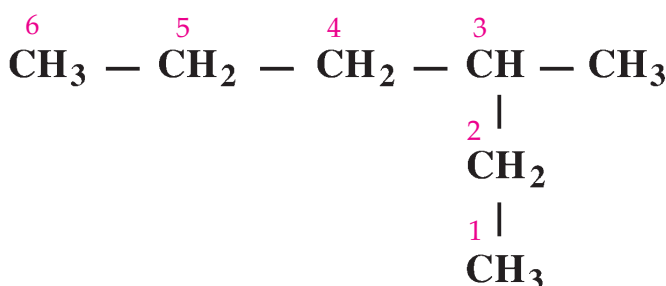
(١) نختار أطول سلسلة كربونية متصلة سواء كانت مستقيمة أو متفرعة.



(٢) نرقم ذرات الكربون في السلسلة ابتداء من الطرف الأقرب للتفرع (إن وجد).



(٣) نسمي الألكان حسب عدد ذرات كربون السلسلة التي تم اختيارها ، مسبقا في حالة التفرع بأسماء المجموعات البديلة (المتفرعة) وأرقامها، مع مراعاة أن يكون ترتيبها أبجديا باللغة الإنجليزية (ايثيل يسبق ميثيل وهكذا) ، واذا احتوى المركب على هالوجينات مع شقوق ألكيلية، فترتب الهالوجينات أولا حسب الحروف الأبجدية ثم الشقوق الألكيلية مثال :

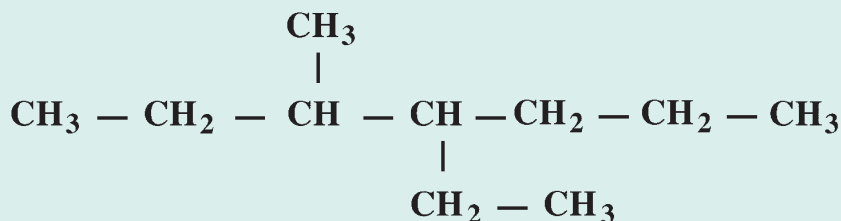


3- ميثيل هكسان

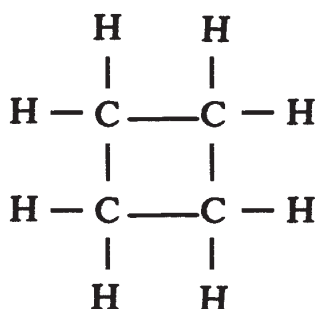
اختبر فهمك (٥)



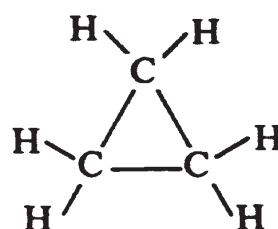
سم الألكان التالي حسب نظام الأيوباك :



وقد تكون الألكانات حلقية وصيغتها العامة (C_nH_{2n})، وهي مشتقة من الألكانات ذات السلسلة المفتوحة بعد فقدانها لذرتي هيدروجين، ويعد البروبان الحلقي أو السايكلوبروبان أبسط الألكانات الحلقية، ولتسميتها يضاف المقطع (سايكلو-) قبل الاسم أو كلمة (حلقي) بعد الاسم، وتنبع الطريقة نفسها في تسمية الألكانات المفتوحة، وفي حالة التفرع يجب مراعاة أن الحلقة هي الأصل والمجموعات المتصلة بها مجموعات فرعية. مثال :



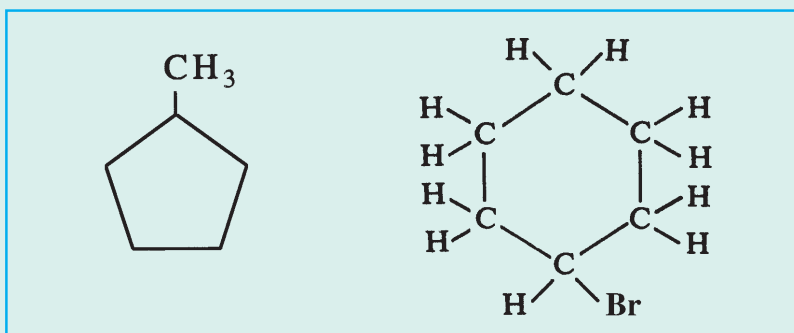
سيكلو بيوتان
Cyclobutane



سيكلو بروبان
Cyclopropane

اختبر فهمك (٦)

سم الألكان الحلقي التالي حسب نظام الأيوباك :





تعد الألكانات مركبات غير فعالة كيميائياً ، حيث أنها لا تتأثر بالعوامل المؤكسدة أو الأحماض والقواعد المركزة ، ومن أهم تفاعلاتها :

(أ) الاحتراق Combustion

تعطي الألكانات عند احتراقها كمية كبيرة من الحرارة ولذا فهي تستخدم كوقود ، كما تستخدم في مجالات التدفئة والتسخين والصناعة بوجه عام ، فينتج مثلاً من احتراق الميثان في الهواء غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وطاقة حرارية :



ومن الألكانات المهمة أيضاً في حياتنا اليومية البروبان والبيوتان، حيث أنهما مكونان رئيسان لغاز الطبخ ، ويتم عادة خلط الغازين وتعبئتهما في مواقد الحرارة المتحركة المستخدمة في التسخين أو الشوي.

الشكل (٢-٣) : يستخدم غاز البيوتان في الشوي

اختبر فهمك (٧)



تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق البروبان في تزويد المنازل بالوقود اللازم أثناء الطبخ، وكذلك عمليات التدفئة خصوصا في المناطق الريفية الباردة أو المناطق التي لا تتوفر فيها غاز الميثان بنسبة كافية.
اكتب معادلة احتراق البروبان.

الشكل (٣-٣) : يستخدم البروبان في الطبخ وفي تدفئة المنازل

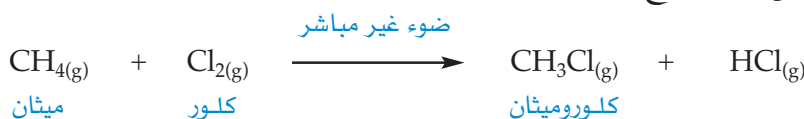


الشكل (٣-٤)

وبجانب استخدام الألكانات كمصدر للطاقة الحرارية تستخدم كذلك الألكانات ذات الجزيئات الكبيرة كشموع شكل (٣-٤) وزيوت للتشحيم.

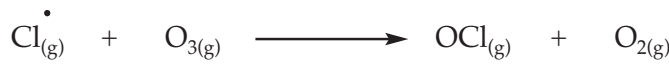
ب) الاستبدال Substitution

تحدث هذه التفاعلات عندما يتم استبدال ذرة هيدروجين من الألكان بذرة أو أكثر من الهالوجينات (الكلور - البروم)، ويحتاج هذا التفاعل إلى وجود الضوء غير المباشر أو الحرارة. مثال على ذلك تفاعل الكلور مع الميثان.



وقد تستبدل في هذا التفاعل ذرتا هيدروجين وينتج ثنائي كلوروميثان CH_2Cl_2 وقد تستبدل ثلاث ذرات هيدروجين فينتج ثلاثي كلوروميثان أو الكلوروفورم CHCl_3 الذي يستخدم كمخدر ومذيب. وفي حالة استبدال جميع ذرات الهيدروجين ينتج رباعي كلوروميثان CCl_4 أو رابع كلوريد الكربون الذي يستخدم في إطفاء الحرائق وصناعة البلاستيك والنايلون.

وفي عام 1930م اكتشف العلماء مجموعة أخرى من مركبات الكربون تدعى مجموعة الكلوروفلوروكربونات (Chlorofluorocarbons) CCl_2F_2 أو CFCs التي تنتج من استبدال ذرات الهيدروجين في الميثان بذرات الكلور والفلور ، وقد استخدمت هذه المركبات بشكل واسع في الصناعة وفي أجهزة التبريد والتكييف، إلا أنه ثبت مؤخراً أنها تعمل على تفكيك طبقة الأوزون (O_3)، وهي الطبقة التي تحمي كرتنا الأرضية من الإشعاعات الكونية عالية الطاقة مثل الأشعة فوق البنفسجية ، حيث تعمل كحزام واق للأرض من هذه الأشعة المضرة، والتي تؤدي إلى العديد من الأمراض مثل سرطان الجلد، ويحدث ذلك عندما يتفكك جزيء (CFC) بفعل أشعة الشمس منتجا الكلور كجذر حر يعمل على تفكيك طبقة الأوزون :



اختبر فهمك (٨)



يرى الخبراء أن ثقب الأوزون يزداد اتساعا عاما بعد عام بسبب كثافة الغازات المنبعثة من الأرض خصوصا في المدن الصناعية ، وقد أبدوا قلقا كبيرا إزاء هذه المشكلة في الآونة الأخيرة والتي وصلت آثارها حدودا أبعد مما كانوا يتوقعونها، ولكن تبقى الآمال معقودة على بروتوكول مونتريال (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer) الموقع في عام 1987م، والذي يفرض قيودا على انبعاث المواد الملوثة الخطرة أو مركبات الكلوروفلوروكربونية .

ابحث عن مركبات كربون أخرى أكثر أمانا من مركبات CFCs يمكن استخدامها كبدايل في الصناعة .

ثقب الأوزون يتآكل

معلومات نهمك

أوضحت وكالة ناسا الفضائية أن مساحة ثقب الأوزون وصلت في عام 2006 م إلى ثمانية وعشرين مليوناً وثلاثمائة ألف كيلومتر مربع ، وهذا يعني أن الثقب أصبح يعادل ثلاثة أضعاف مساحة الولايات المتحدة الأمريكية.



تحضير غاز المستنقعات (الميثان) (CH_4)

الهدف :

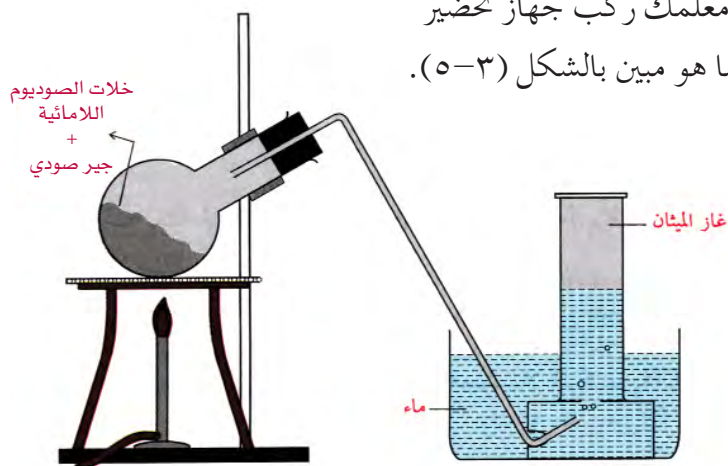
تقصي بعض خصائص غاز الميثان مثل الكثافة واللون والاشتعال.

المواد والأدوات :

خلات الصوديوم اللامائية (CH_3COONa) ، جير صودي ،عدة مخابير
لجمع الغاز ،أنبوبة اختبار ،أوراق تباع الشمس (حمراء وزرقاء) ،محلول
برمنجنات البوتاسيوم المخفف ،محلول حمض الكبريتيك المخفف ،أعواد كبريت.

الإجراءات :

١- بمساعدة معلمك ركب جهاز تحضير
الميثان كما هو مبين بالشكل (٣-٥).



شكل (٣-٥) : جهاز تحضير غاز الميثان يوضح موقع مزيج خلات الصوديوم الصلبة والجير الصودي الصلب أثناء التسخين



- ٢- سخن مزيج خللات الصوديوم اللامائية الصلبة والجير الصودي الصلب، ثم ابدأ في جمع عدة مخابير من غاز الميثان لدراسة خواصه . دوّن لون ورائحة الغاز.
- ٣- نكس مخبارا مملوءا بالماء في حوض به ماء ، وانزع غطاءه تحت سطح الماء وانتظر فترة . دوّن ملاحظتك.
- ٤- قرب بحذر شظية مشتعلة من فوهة مخبار مملوء بالغاز . ماذا يحدث؟
- ٥- أدخل ورقتي تباع شمس إحداهما زرقاء والأخرى حمراء مبللتين في مخبار مملوء بالغاز، ثم دون ملاحظتك.
- ٦- أضف قليلا من محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى 1 mL من حمض الكبريتيك المخفف في أنبوبة اختبار، ثم أضف المزيج إلى مخبار مملوء بغاز الميثان وسده بسرعة . رج المخبار ثم دوّن ملاحظتك.

التحليل والتفسير : ١- من خلال الاستكشاف ما الذي يدل على أن الميثان مركب غير نشط كيميائياً ؟

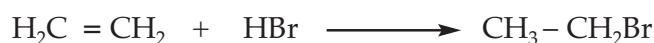
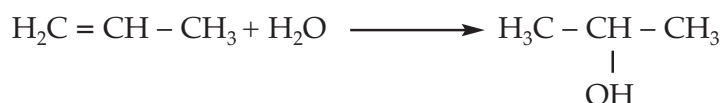
- ٢- لماذا تم جمع الغاز بإزاحة الماء وليس بإزاحة الهواء ؟
- ٣- ما الخصائص العامة لغاز الميثان ؟
- ٤- اكتب معادلة تحضير غاز الميثان؟

٣-٣ ب الألكينات Alkenes



الألكينات مركبات هيدروكربونية غير مشبعة، تحتوي على رابطة ثنائية واحدة أو أكثر بين ذرتي كربون متاليتين $C = C$ ، وصيغتها العامة (C_nH_{2n}) حيث n هي عدد ذرات الكربون في جزيء الألكين. وأبسط الألكينات هو الايثين أو الايثيلين $(H_2C = CH_2)$ ، ومن أكثر تفاعلاتها إضافة، مثل إضافة الهيدروجين أو هاليد الألكيل أو الماء.

وتبعاً لقاعدة ماركونفكوف تضاف ذرة الهيدروجين إلى ذرة الكربون المرتبطة بأكبر عدد من ذرات الهيدروجين حول الرابطة المزدوجة:



تكون الألكينات ذات الكتلة المولية الصغيرة غازات في درجات الحرارة العادية، بينما الألكينات ذات الكتلة المولية الكبيرة تكون غالباً سوائل ذات رائحة نفاذة، كما أنها لا تذوب في الماء. ويوضح الجدول (٢-٣) بعض الألكينات ودرجات غليانها.

الاسم	الصيغة الكيميائية	درجة الغليان °C
الايثين Ethene	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	-104
بروبين Propene	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	-45
1-بيوتين 1-Butene	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-6.3
1-بننتين 1-Pentene	$\text{CH}_2=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$	30
1-هكسين 1-Hexene	$\text{CH}_2=\text{CH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$	64

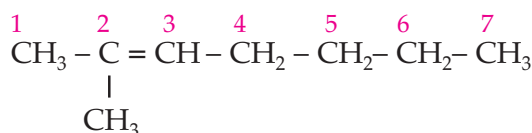
الجدول (٢-٣) : أسماء بعض الألكينات ودرجات غليانها

اختبر فهمك (٩)

لماذا تكون درجات غليان الألكينات أقل من درجات غليان الألكانات المناظرة؟



وتسمى الألكينات باتباع نفس الخطوات كما في الألكانات، على أن يستبدل المقطع (آن) في الألكان بالمقطع (ين) ليدل على الألكين ، ويتم الترقيم هنا من الطرف الأقرب للرابطة المزدوجة بغض النظر عن التفرع ، وإذا وجدت الرابطة المزدوجة في وسط المركب نبدأ العد من الطرف الأقرب لأول تفرع. أمثلة :

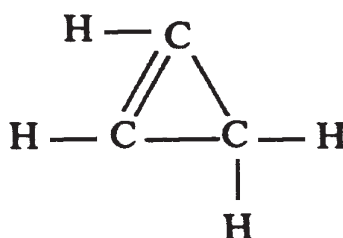


2- ميثيل - 2 - هبتين

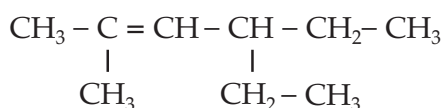
جدير بالذكر أن بعض الألكينات لها أسماء شائعة مثل الإيثين الذي يسمى الإيثيلين والبروين الذي يسمى أيضا بروبيلين .

والألكينات كذلك قد تكون حلقية، ولتسميتها تستخدم الطريقة نفسها في تسمية الألكانات الحلقية مع استبدال نهاية اسم الألكان الحلقي بـ (ين) .

وأصغر ألكين حلقي هو «السيكلوبروين» Cyclopropene و يليه السيكلوبيوتين Cyclobutene وهكذا.



اختبر فهمك (١٠)



استخدم الطريقة الدولية في تسمية الألكينات التالية:

الإيثين (الإيثيلين) : Ethene (ethylene)

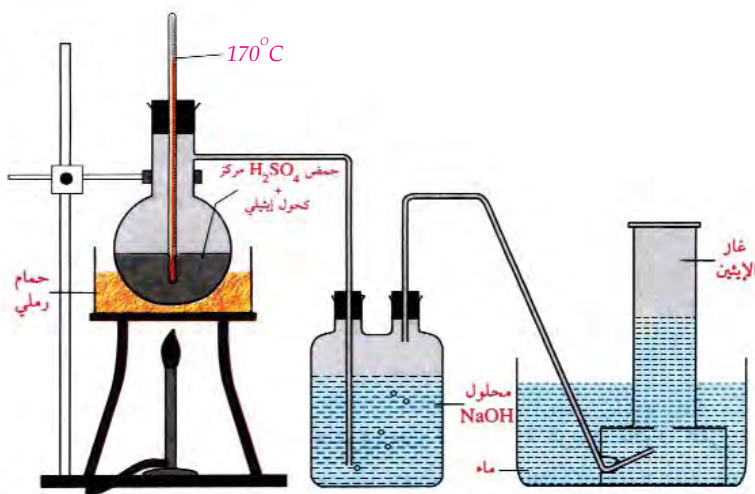
يعتبر الإيثين أو غاز الإيثيلين من المواد العضوية المهمة التي تدخل في العديد من الصناعات



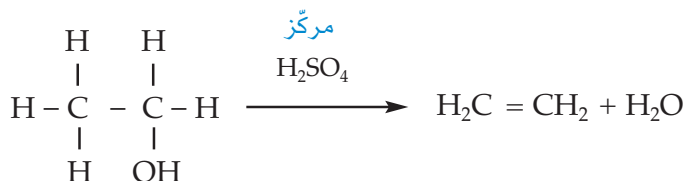
البتر وكيميائية ، والتي يتزايد عليها الطلب يوما بعد يوم، وهو غاز شفاف عديم اللون، ولا يذوب في الماء لكنه يذوب في المذيبات العضوية، وكثافته أقل قليلا من الهواء، ويستخدم في إنضاج الفواكه. شكل (٣-٦)، وكذلك في إنتاج الإيثيلين جليكول الذي يستخدم كمادة مانعة للتجمد في مبردات السيارات.

الشكل (٣-٦) : ينضج الإيثيلين الفواكه حيث تتحول القشرة الخضراء الى اللون الأصفر خصوصا الموز

يحضر الإيثيلين شكل (٣-٧) في المختبر بتفاعل الكحول الإيثيلي مع حمض الكبريتيك المركز الذي ينتزع منه جزيء ماء في درجة حرارة لا تزيد عن 170°C ، ثم يجمع الغاز فوق الماء.



الشكل (٣-٧) : جهاز تحضير الإيثيلين





ويمكن للإيثين أو الإيثيلين أن يحترق في الهواء احتراقاً تاماً مكوناً ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وطاقة حرارية : $C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + \text{energy}$
 إلا أن أغلب تفاعلاته هي تفاعلات الإضافة نظراً لوجود رابطة باي (π) بين ذرتي كربون، مثل:

أ) الهلجنة (إضافة الهالوجين) : Halogenation

يتفاعل الإيثين بالإضافة مع الهالوجينات مثل الكلور أو البروم. وفي حالة الكلور يتكون بوجود الضوء مركب 1، 2- ثنائي كلورو إيثان وهو سائل زيتي القوام كما في المعادلة التالية:



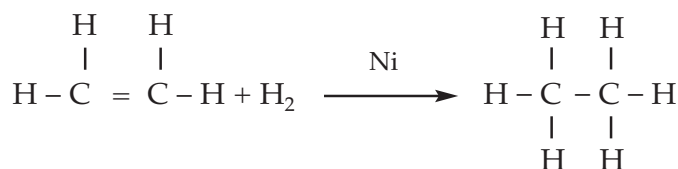
افترض فهدك (١١)



أكتب معادلة إضافة الإيثين إلى البروم ، واكتب اسم المركب الناتج.

ب) الهدرجة (إضافة الهيدروجين) Hydrogenation

تتم إضافة الهيدروجين للإيثين في وجود عامل حفّاز مثل النيكل المجزأ عند درجة حرارة 150°C كما في المعادلة :



وفي هذا التفاعل يتحول المركب غير المشبع (الألكين) إلى مركب مشبع (الألكان) ، وهو من التفاعلات المهمة التي تستخدم في صناعة المارجرين أو الزبد النباتي.



كيف تميزين الزبدة والزيت النباتي؟



الهدف :

تحليل عينة من المارجرين والزيت النباتي باستخدام ماء البروم.

المواد والأدوات :

مارجرين أو زبدة نباتية ، زيت نباتي ، أنبوبتا اختبار ، ماء البروم.

الإجراءات :

- ١- ضع كمية قليلة من ماء البروم في أنبوبتي اختبار.
- ٢- أضف إلى إحدى الأنبوبتين قليلا من الزبدة النباتية. دوّن ملاحظتك.
- ٣- أضف إلى الأنبوبة الثانية قليلا من الزيت النباتي. دوّن ملاحظتك.

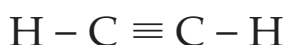
التحليل والتفسير :

- ١- ما السبب في اختلاف نتائج الأنبوبتين ؟
- ٢- صف كيف يتم صناعيا تحويل زيوت الخضار إلى زبد نباتي .
- ٣- استنتج من خلال الاستكشاف بعض خصائص الألكينات.
- ٤- أيهما أفضل في رأيك : السمن النباتي أم الحيواني ؟ علل ذلك.

٣-٣ ج الألكينات Alkynes



هي مركبات هيدروكربونية غير مشبعة ، تتميز بوجود رابطة ثلاثية واحدة أو أكثر بين ذرتي كربون متتاليتين ($C \equiv C$) وصيغتها العامة (C_nH_{2n-2}) ، وأبسط الألكينات الإيثاين أو الأسيتيلين وصيغته البنائية .





تتفاعل الألكاينات بالإضافة، ولا تختلف في خواصها الفيزيائية عن الألكانات والألكينات، فهي لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية، كما أن درجة غليانها تزداد بزيادة عدد ذرات الكربون، ولتسميتها حسب نظام الأيوباك تتبع الخطوات نفسها التي استخدمت في تسمية الألكانات حيث يتم استبدال المقطع الأخير من اسم الألكان (آن) بـ (آين) ليدل على الألكاين، ونبدأ الترقيم من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية بغض النظر عن مكان التفرع (إن وجد).

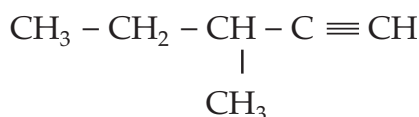


1 - بيوتائين

اختبر فهمك (١٢)



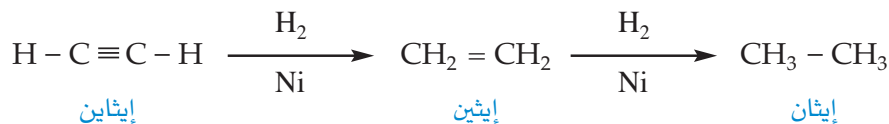
سم المركب التالي حسب نظام الأيوباك:



ومن تفاعلات الألكاينات الاحتراق ، فمثلا يحترق الايثانين في وجود كمية وافرة من الأكسجين منتجا كمية كبيرة من الحرارة (تعرف بلهب الأكسي أستيلين) تصل إلى 3000°C التي تستخدم في لحام وقطع المعادن :



وتتفاعل الألكينات كذلك بالإضافة مثل إضافة الهيدروجين أو إضافة الهالوجين:



تنفيذ الدرس العملي رقم (١١)

٣-٤ الهيدروكربونات الأروماتية Aromatic Hydrocarbons

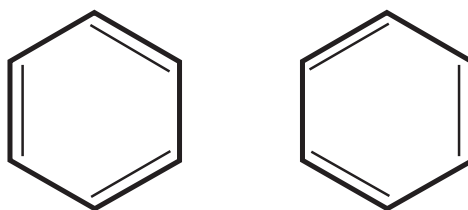


هي مركبات حلقة يوجد في تركيبها حلقة بنزين واحدة على الأقل، وتحتوي على روابط أحادية وثنائية معا بالتبادل، أي أنها مركبات غير مشبعة، وهذه المركبات لها روائح مميزة ويكون مصدرها إما النباتات أو البترول، وتدخل في صناعة المواد الغذائية والأدوية والمتفجرات، وأبسط هذه المركبات البنزين العطري.

البنزين العطري

اكتشفه فارداي عام 1825م، وصيغته (C₆H₆)، وفي عام 1865م اقترح العالم الألماني

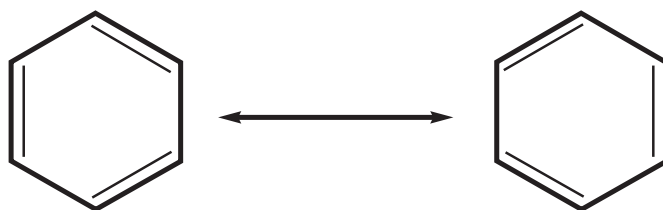
(كيكوله Kekule) صيغتين بنائيتين للبنزين هما:



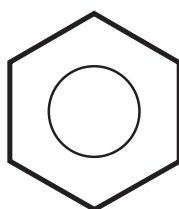


توضح كل من الصيغتين وجود ثلاث روابط أحادية تتبادل مع ثلاث روابط ثنائية في حلقة البنزين، وقد بينت التجارب العملية أن أطوال الروابط الست بين ذرات الكربون متساوية، وأن البنزين لا يتفاعل بالإضافة مثل الألكينات وإنما يتفاعل بالاستبدال، وبالتالي فإن هذه النتائج لا تؤيد أيًا من الصيغتين .

لذلك تم افتراض أن الصيغة الحقيقية لجزيء البنزين هي **رنين (Resonance)** بين هاتين الصيغتين، والرنين هو الحالة أو الوضع الذي لا نستطيع فيه تفسير كل خواص الجزيء بواسطة صيغة إلكترونية واحدة. وترسم هاتان الصيغتان على النحو التالي :



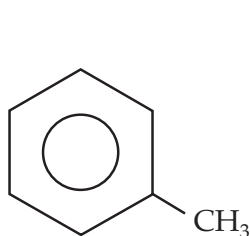
وقد أصبح مقبولا الآن لدى العاملين في مجال الكيمياء صيغة بنائية للبنزين ترسم فيها دائرة وسط الحلقة السداسية.



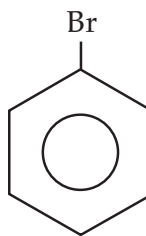
والبنزين مركب سام وهو غير ذائب في الماء ولكنه يذوب في المذيبات العضوية كما أنه يشتعل بلهب ساطع ومدخن، وله استخدامات عدة مثل إذابة الدهون والزيوت وتحضير المبيدات الحشرية.

تسمية بعض مشتقات البنزين

تسمى مركبات البنزين حسب نظام الأيوباك، وذلك بتسمية الشق المرتبط بالحلقة أولاً ثم يتبع بكلمة (بنزين) :

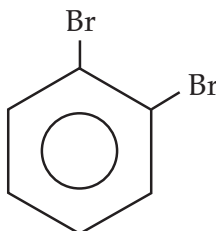


ميثيل بنزين

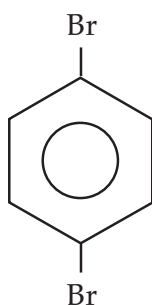


برومو بنزين

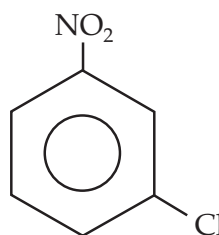
وفي حالة ارتباط شقين بحلقة البنزين ، تتكون ثلاثة مشابهات مختلفة هي (أورثو ، ميتا ، بارا) كالتالي :



أورثو - ثنائي برومو بنزين



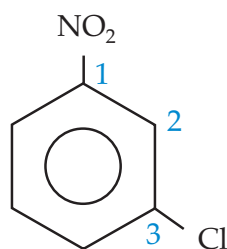
بارا - ثنائي برومو بنزين



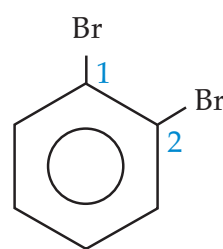
ميتا - كلورو نيترو بنزين



كما يمكن تسمية المركبات السابقة ، بطريقة أخرى ، وهي ترقيم ذرات الكربون في الحلقة للدلالة على موقع الشقين المرتبطين بحلقة البنزين، بحيث تأخذ أقل الأرقام مع مراعاة الترتيب الأبجدي كالتالي:

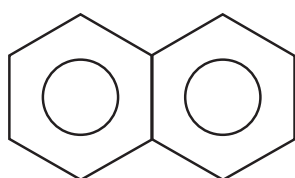


3-كلورونيترو بنزين

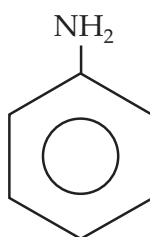


1, 2 - ثنائي برومو بنزين

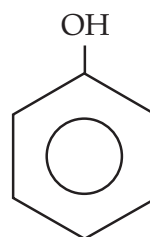
وفي حالة ارتباط أكثر من شقين بحلقة البنزين لا تستخدم المشابهات (أورثو، ميتا، بارا) في التسمية ولكن تتم بطريقة ترقيم ذرات الكربون فقط. ولبعض مشتقات البنزين تسمية شائعة مثل:



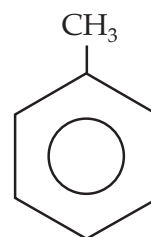
النفثالين



الأنيلين



الفينول

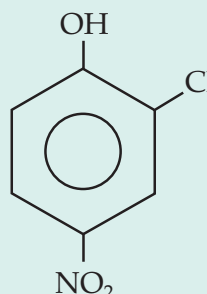
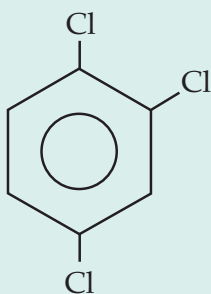


الطولوين

اختبر فهمك (١٣)

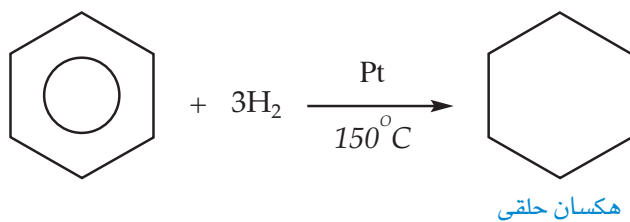


سم المركبات الأروماتية التالية حسب نظام الأيوباك:



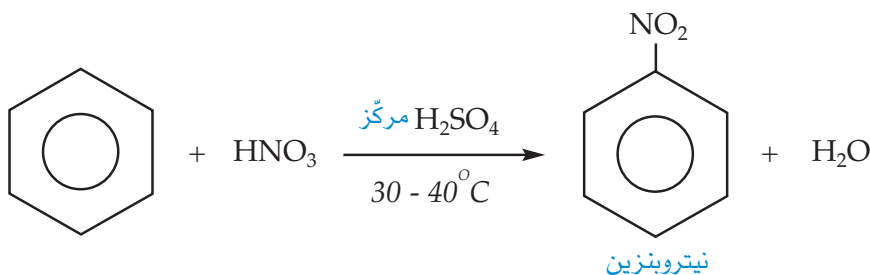
تفاعلات البنزين

يتفاعل البنزين مع الهيدروجين بالإضافة تحت ظروف خاصة وبوجود الحرارة والضغط العالي وعوامل مساعدة مثل النيكل أو البلاتين، ويتكون الهكسان الحلقي:

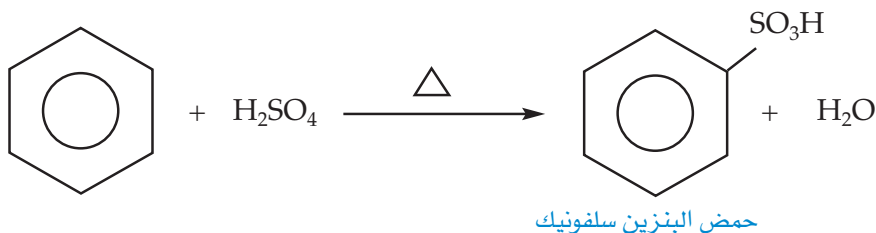


ولكن معظم تفاعلات البنزين تتم بالاستبدال وهي كما يلي:

١- النترنة (Nitration) وهي إحلال مجموعة نيترو ($-\text{NO}_2$) محل ذرة هيدروجين في حلقة البنزين، وذلك بتدفئة البنزين مع مخلوط من حمض النيتريك المركز وحمض الكبريتيك المركز (عامل حفاز) فينتج نيتروبنزين:

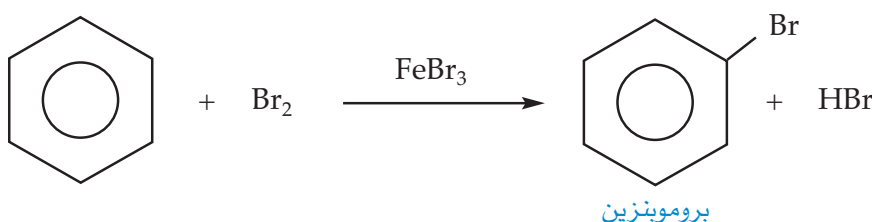


٢- السلفنة (Sulfonation) وهي إحلال مجموعة السلفونيك ($-\text{SO}_3\text{H}$) محل ذرة هيدروجين في حلقة البنزين، وذلك بتفاعل البنزين مع حمض الكبريتيك المركز، فيتكون حمض البنزين سلفونيك:





٣-الهالجنة (Halogenation) وهي إحلال ذرة هالوجين أو أكثر محل ذرة هيدروجين أو أكثر في حلقة البنزين، ويتم ذلك بتفاعل الكلور أو البروم مع البنزين في وجود عامل حفاز مثل الحديد أو بروميد الحديد وبعيدا عن ضوء الشمس المباشر:



٣-٥ الهيدروكربونات كمصدر للطاقة



تعتبر الهيدروكربونات من المصادر غير المتجددة للطاقة ، ويمكن الحصول على هذه الطاقة بحرق مشتقات ما يسمى بـ «النفط الخام» الذي يستخرج من باطن الأرض أو قيعان البحار والمحيطات، وسنتعرف في هذه الوحدة على النفط الخام وكيفية فصله إلى مشتقات صغيرة.

The crud oil

النفط الخام



عرف الإنسان النفط منذ مئات السنين، وهو سائل كثيف يميل لونه للأسود وسريع الاشتعال



الشكل (٣-٨) : النفط الخام

شكل (٣-٨)، ويتكون من خليط من المركبات العضوية التي تتكون أساسا من الكربون والهيدروجين. ويعد النفط من الموارد الطبيعية المهمة التي سخرها الله سبحانه وتعالى للإنسان لينتفع بها، ويشهد العالم اليوم توسعا كبيرا في استخراجه واستخدامه كمصدر للوقود، وكمصدر للصناعات.

أول بئر للنفط

معلومات تهمك

عرف النفط منذ القدم ، فقد وصفه المؤرخ الإغريقي هيرودوت بأنه أسود اللون كره الرائحة، وقد تم اكتشاف أول بئر للنفط في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1806م في ولاية فرجينيا عندما كان بعض الناس يحفرون الأرض بحثا عن الماء.

وتكمن فائدة النفط عند فصله إلى عدة مشتقات لكل منها استعمال محدد مثل بنزين السيارات والديزل والكيروسين وزيت التشحيم والقار وغيرها. وتعرف هذه العملية بعملية **التقطير التجزيئي** **للنفط Fractional Distillation**، وتتم عادة في برج يسمى برج التقطير التجزيئي. الشكل (٣-٩)، حيث يجري تسخينه وتقطيره وتكثيفه، وفصله إلى نواتج نفطية مختلفة ذات مدى غليان معين.



الشكل (٣-٩) : برج التقطير التجزيئي



التقطير التجزيئي للنفط



الهدف:

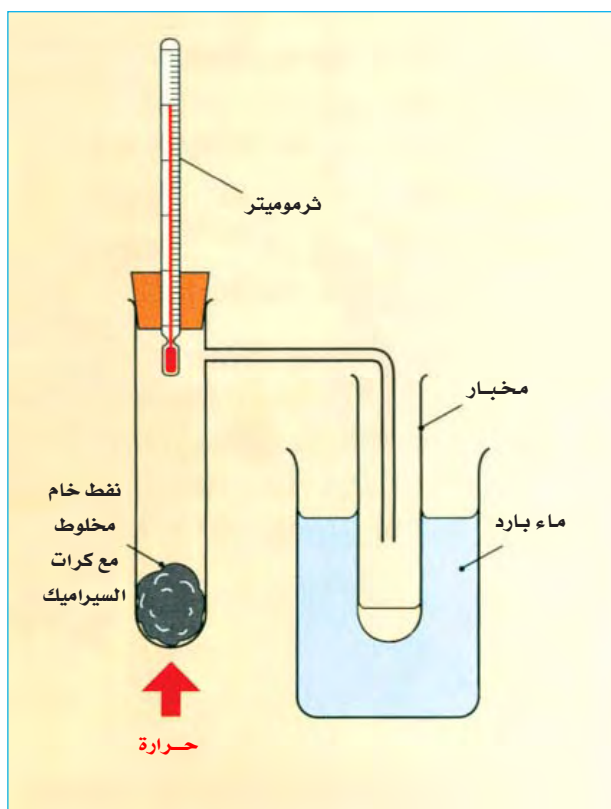
فصل بعض مكونات النفط الخفيفة بطريقة التقطير التجزيئي.

المواد والأدوات:

نفط خام، ثرموميتر حراري، مخبار (عدد 2)، موقد، كرات سيراميك، أنبوبة اختبار
تنفذ منها أنبوبة توصيل، سدادة، كأس سعة 500 mL، ماء بارد.

الإجراءات:

سيقوم معلمك بتجهيز تجربة العرض كما هي موضحة بالشكل (٣-١٠)، ثم
نفذ الخطوات التالية:



الشكل (٣-١٠)

١- ارسـم الجدول التالي في دفترـك لتدون عليه ملاحظاتك :

درجة غليان السائل الناتج	لون السائل	لزوجة السائل	سرعة اشتعاله وطبيعة اللهب المتكون
درجة غليان منخفضة $20 - 70^{\circ}C$			
درجة غليان متوسطة $70 - 120^{\circ}C$			

٢ سخـن النفط الخام بهدوء حتى $70^{\circ}C$ درجة سيليزية تقريبا، واجمع قطرات السائل المتكون في المخبر الأول.

٣- استبدل المخبر الأول بمخبر آخر، واستمر في التسخين حتى تصل درجة الحرارة أكبر من $70^{\circ}C$ درجة سيليزية، واجمع قطرات السائل المتكون في المخبر الثاني.

٤- فرغ محتويات المخبر الأول والثاني على زجاجتي ساعة ولاحظ لون ولزوجة كل سائل. دوّن ملاحظتك في الجدول

٥- أشعل السائلين باستخدام «الولاعة» وقارن بين سرعة اشتعالها ونوع اللهب الناتج. دون ملاحظتك في الجدول.

التحليل والتفسير :

١- لماذا يوضع مخبر تجميع السائل في ماء بارد أثناء عملية التجميع ؟

٢- ما السائل الذي تختاره كوقود لسيارتك ؟ ولماذا ؟

٣- باعتقادك هل تختلف سرعة جريان النفط الخام عن مشتقاته ؟

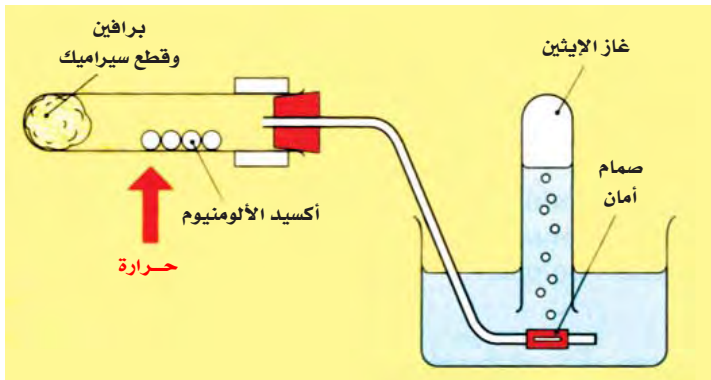
٤- لماذا لا يمكن استخدام النفط الخام كوقود للسيارات ؟



التكسير الحراري Thermal Cracking



نظراً لكثرة نواتج النفط الثقيلة (الألكانات ذات درجات الغليان المرتفعة والكتل الجزيئية الكبيرة) التي تنتج بعد عملية التقطير التجزيئي للنفط، مثل زيت الديزل أو زيت البرافين، يلجأ كثير من الشركات إلى تكسير هذه النواتج إلى نواتج خفيفة مثل مركب الإيثين، وتعرف هذه العملية



الشكل (١١-٣) : التكسير الحراري لمشتقات النفط

بالتكسير الحراري لمشتقات النفط، ويمكن تمثيل ذلك معملياً بتسخين أكسيد الألومنيوم مع البرافين كما هو موضح بالشكل (١١-٣).

النفط في سلطنة عُمان

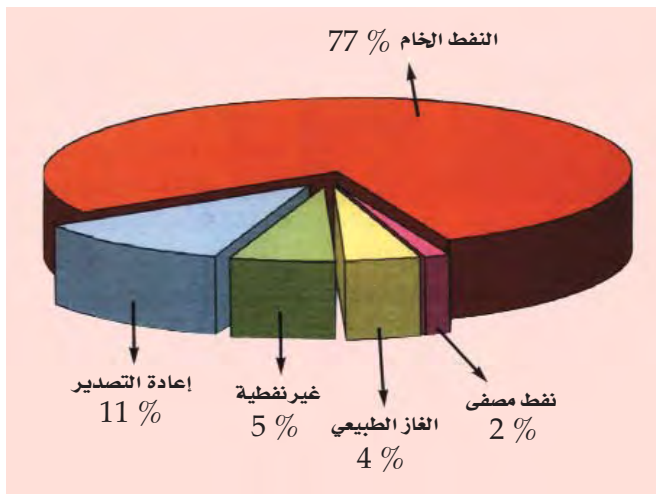


بدأت سلطنة عمان في تصدير النفط في عام 1967م ، وقد ارتفع متوسط الإنتاج اليومي ليصل إلى 956 ألف برميل يومياً في عام 2001م حيث تعمل شركات النفط الحالية، وفي مقدمتها شركة تنمية نفط عمان، على استخدام أحدث الأساليب والتقنيات في مجال المسح الزلزالي والدراسات



الشكل (١٢-٣) : جانب من عملية تكرير النفط في إحدى المصافي بالسلطنة

الجيوفيزيائية للتنقيب عن النفط، وتقوم مصافي النفط بالسلطنة بتكرير النفط الخام إلى منتجات نفطية مختلفة، ويوضح الشكل (١٢-٣) جزءاً من عمليات التكرير التي تتم في هذه المصافي وفقاً لدرجات غليان المواد المنتجة.



الشكل (٣-١٣) : هيكل الصادرات السلعية في السلطنة

لقد اعتمدت السلطنة كثيراً على العائدات النفطية كمصدر أساسي للدخل القومي خلال الفترات المنصرمة، إلا أنها سجلت نجاحاً متواصلاً في الحد التدريجي من نسبة مساهمة هذه العائدات في الآونة الأخيرة نظراً للتحوف من نفاد النفط، وظهر ذلك بوضوح حينما قطعت السلطنة خطوات كبيرة وملموسة في مجال تطوير الموارد والثروات المعدنية والاقتصادية الأخرى والعمل على تنويع مصادر الدخل، شكل (٣-١٣)، ومن بين ذلك مشروع الغاز الطبيعي المسال بولاية صور حيث يعد إحدى الركائز الأساسية في بناء الاقتصاد الوطني شكل (٣-١٤).



الشكل (٣-١٤) : سيساهم الغاز الطبيعي المسال بـ (18 %) من الدخل القومي في عام 2020م



الجازولين Gasoline



يستخدم الجازولين كوقود للسيارات، وتختلف صفاته باختلاف التركيب الكيميائي لمكوناته، وقد وجد عمليا أن الجازولين الذي يحتوي على نسبة عالية من الألكان المتفرع أفضل كوقود من الجازولين المحتوي على الألكان العادي أو غير المتفرع، ويرجع ذلك إلى أن الألكان العادي يحترق فجأة مسببا ظهور دقات متتالية أو **خبط (Knocking)** في محرك السيارة قد يؤدي إلى تلف المحرك، بينما يحترق الألكان المتفرع بالتدريج، وبطريقة تحفظ للمحرك سلامته.

ولهذا يعد الجازولين المكون من 100 % من الهبتان العادي هو أردأ أنواع وقود السيارات، واصطلح على إعطائه درجة أوكتان تساوي صفراً. أما الوقود المتكون من 100 % من الأوكتان المتفرع (أيسو أوكتان) فهو أفضل أنواع الوقود وأصطلح على إعطائه درجة أوكتان 100 .

اختبر فهمك (١٤)



قامت بعض شركات النفط سابقا بإضافة مركب رباعي إيثيل الرصاص إلى وقود السيارات لرفع نسبة الأوكتان، إلا أنه استبدل حالياً بمادة أخرى هي ثلاثي ميثيل بيوتان. ما السبب في رأيك؟

الوقود النظيف الصديق للبيئة

تتواصل الجهود الدولية للحد من التلوث المصاحب لانبعاث المواد الخطرة من المنتجات النفطية، وتعد سلطنة عمان رائدا في هذا المجال باستخدامها الوقود النظيف الصديق للبيئة الذي تم إطلاقه في عام 2001م، كما جرى في عام 2004م، إنتاج الديزل منخفض الكبريت من أجل تقليل التلوث البيئي. وفي الوقت نفسه تسعى كثير من الدول في الوقت الراهن إلى الاستغناء عن الجازولين كوقود للسيارات، واستبداله بمصدر آخر متجدد للطاقة كغاز الهيدروجين الذي يشتعل مع الأكسجين مكوناً الماء وطاقة عالية كافية لتسيير السيارة، ولا يشكل الوقود في هذه الحالة تلوثاً أو ضرراً بيئياً.



السؤال الأول

أولا : اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة في كل من الأسئلة التالية :

١- العنصر الذي يشكل مكونا أساسيا في المركبات العضوية هو :

- (أ) الكلور (ب) الكربون
(ج) الأكسجين (د) الهيدروجين

٢- أحد المركبات التالية لا يتأثر بالعوامل المؤكسدة :

- (أ) إيثيلين جليكول (ب) إيثان
(ج) إيثانين (د) بروين

٣- أحد المركبات التالية لا يعتبر من الألكانات :

- (أ) C_5H_{12} (ب) C_4H_{10}
(ج) C_8H_{16} (د) C_7H_{16}

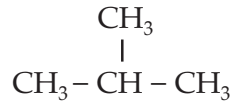
٤ المنتج النفطي الذي يستخدم كوقود للطائرات النفاثة هو :

- (أ) الجازولين (ب) زيت الديزل
(ج) الكيروسين (د) زيت الوقود

٥- المركب الذي لا يظهر نشاطا كيميائيا مع محلول البروم هو :

- (أ) الأسيتيلين (ب) البروبلين
(ج) الميثان (د) البيوتانين

تمثل أحد المركبات التالية:



٦- الصيغة البنائية التالية

(ب) 2- ميثيل بيوتان

(أ) بيوتان

(د) بروبان

(ج) 2- ميثيل بروبان

٧- الصيغة الجزيئية لمركب كلوروهكسان حلقي هي:

(ب) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$

(أ) $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Cl}$

(د) $\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}$

(ج) $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$

ثانيا : أكمل الفراغات التالية بما يناسب:

- ١- الصيغة التي تعبر عن العدد الحقيقي لذرات العناصر في جزيء المركب هي الصيغة
- ٢- تفصل مكونات النفط في برج يدعى برج
- ٣- يمكن معرفة صلاحية الوقود في آلات الاحتراق الداخلي باستخدام رقم
- ٤- تحدث تفاعلات الاستبدال عادة في المركبات
- ٥- يسمى شق الألكيل المشتق من مركب البيوتان بـ
- ٦- يطلق على مجموعة مركبات الكربون التي تعمل على تفكيك طبقة الأوزون بمركبات

٧- من المعادلة الكيميائية التالية :

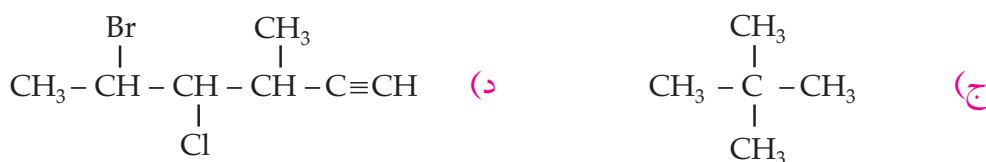
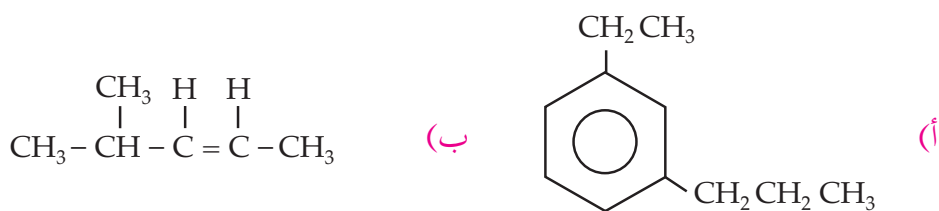


تكون الصيغة الكيميائية للمركب الآخر هي :

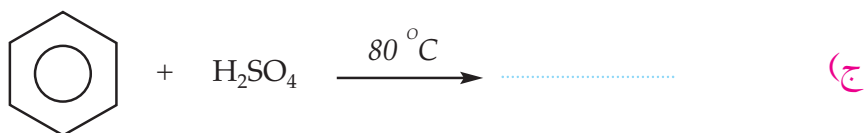
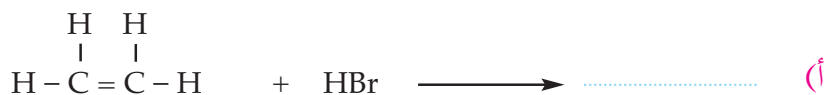
ثالثا : اعط تفسيرا علميا لكل مما يلي :

- (أ) إضافة نسبة من الآيسو أوكتان إلى الجازولين.
- (ب) عدم صلاحية النفط الخام في الاستخدامات الصناعية.
- (ج) وجود العدد الهائل من المركبات العضوية.
- (د) لا تكفي الصيغة الجزيئية للدلالة على المركبات العضوية.
- (هـ) عدم صلاحية الماء في إطفاء حرائق البنزين.
- (و) الروابط المزدوجة في البنزين لا تشبه نظيراتها في الألكينات.
- (ز) درجة غليان (1- بنتين) أعلى عن درجة غليان (1- بروبين).

رابعا : سم المركبات التالية حسب نظام الأيوباك :



خامسا : أكمل المعادلات التالية :



سادسا : أجب عن الأسئلة التالية :

- ١- لماذا يشترط عدم احتواء وقود السيارات على مركبات هيدروكربونية ثقيلة ؟
 - ٢- من خلال دراستك السابقة. ما وجه الاختلاف بين المركبات العضوية والمركبات غير العضوية ؟
 - ٣- عنصر الكربون ضروري لبقاء الحياة ، وكميته في الأرض ثابتة تقريبا. وضح هذه العبارة.
 - ٤- تمكن فوهلر من تصحيح اعتقاد كان شائعا في زمانه.
- ما ذاك الاعتقاد ؟ وكيف تمكن فوهلر من تصحيحه ؟

٥- كون من المفاهيم التالية حقيقة علمية :

(ألكين - زيت البرافين - تقطير تجزيئي - تكسير حراري)

٦- ما عدد الروابط الأحادية في كل من:

(أ) 1 - بيوتين (ب) سايكلوبروبان

٧- ما نوع التفاعل التالي ؟ ثم اذكر القيمة الاقتصادية له.



٨- هل تعتبر جزيئات الألكانات قطبية أم غير قطبية ؟ وضح ذلك.

٩- لماذا تعتبر التسميات التالية غير صحيحة:

(أ) 2 - ثنائي ميثيل البنتان. (ب) 3 ، 4 - ثنائي ميثيل البيوتان

١٠- اكتب الصيغة الجزيئية الممكنة لمركب سايكلو ألكان يحتوي على ٧ ذرات كربون.

١١- اكتب التركيب الإلكتروني النقطي للإيثاين ، وصف شكله الهندسي.

سابعاً : اقرأ العبارتين التاليتين ثم أجب عن المطلوب :

١- «أشارت الدلائل العلمية أن جميع الروابط الموجودة بين ذرة الكربون وذرات الهيدروجين

في جزيء الميثان CH_4 تكون متكافئة من حيث الطول والطاقة»

(أ) كم عدد الروابط التي تكونها ذرة الكربون مع الذرات الأخرى ؟ ما نوع هذه الروابط؟

(ب) ما خاصية الكربون التي يمكنك استنتاجها من هذه الفقرة ؟

- ج) هل تختلف الذرات الأخرى عن ذرة الكربون في تكوين هذه الخاصية؟ وضح ذلك.
- د) ما الفائدة التي نحصل عليها من مقدرة الكربون على تكوين هذه الخاصية؟
- هـ) ارسم شكل جزيء الميثان .

٢- «نظرا لارتفاع تكاليف تنظيف أماكن البقع النفطية التي تنسكب على أسطح المياه من السفن الناقلة للنفط، يحاول العلماء حاليا تطوير تقنيات حديثة لتنظيفها»

استخدم مصادر التعلم المتوفرة لديك (كتب علمية ، مجلات ، صحف ، إنترنت .. وغيرها) وابحث عن بعض هذه التقنيات.



مشتقات الهيدروكربونات

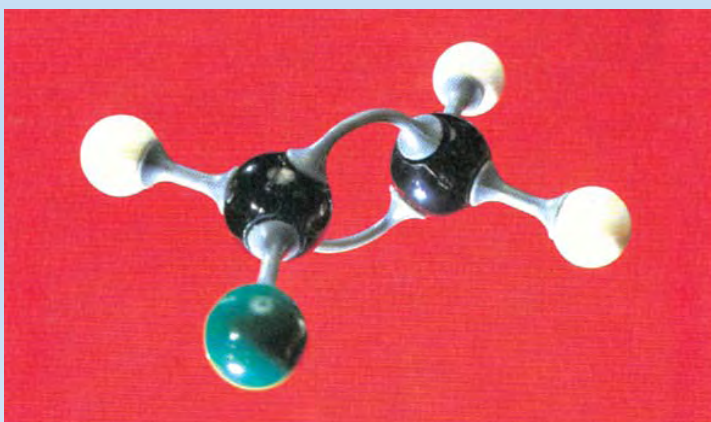
Derivatives of Hydrocarbons

الفصل الرابع



مقدمة الفصل

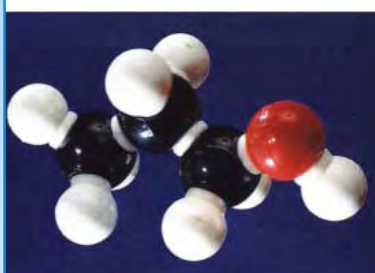
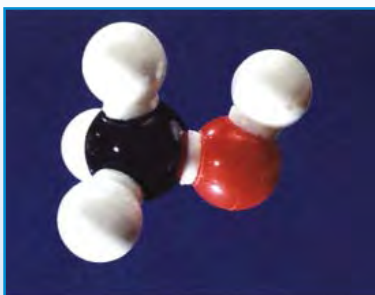
يستخدم الإنسان في حياته كثيرا من المواد العضوية كالدّهون والزيوت والسكر والخل والكحول والعطور والصابون، بالإضافة إلى العقاقير الطبية المتعددة كالأسبرين والباراسيتامول وغيرها، ولا يألو جهدا عند إصابته بالزكام أو نزلات البرد في تناول فيتامين ج الموجود في العديد من الفواكه والخضروات. إن كل ما سبق نماذج بسيطة من أعداد هائلة من مشتقات الهيدروكربونات، وستتعرف بعضها في هذا الفصل.



الموضوعات الرئيسية



- ١ - المجموعات الوظيفية .
- ٢ - الكحولات .
- ٣ - الألدهيدات والكيونات .
- ٤ - الأحماض الكربوكسيلية .
- ٥ - الاسترات .
- ٦ - الأمينات .
- ٧ - البلمرة .
- ٨ - المشابهة .



مصطلحات علمية جديدة

- ١- مشابهة ————— 1-Isomerism
- ٢- حمض أميني ————— 2-Amino Acid
- ٣- ألدهيد ————— 3-Aldehyde
- ٤- كيتون ————— 4-Ketone
- ٥- أسترة ————— 5-Esterification
- ٦- حمض كربوكسيلي ————— 6-Carboxylic Acid
- ٧- تميؤ ————— 7-Hydrolysis
- ٨- بلمرة ————— 8-Polymerization



عناوين الاستكشافات



- الاستكشاف (١): تطبيقات على المجموعات الوظيفية للهيدروكربونات المشتقة
- الاستكشاف (٢): الماء والكحولات
- الاستكشاف (٣): تفاعل الكحول والحمض الكربوكسيلي



٤-١ المجموعات الوظيفية Functional Groups



درست في الفصل السابع أن الهيدروكربونات تتكون أساساً من عنصري الكربون والهيدروجين التي ترتبط مع بعضها بروابط تساهمية لتكوين المركبات العضوية البسيطة كالهيدروكربونات الأليفاتية والأروماتية. وستدرس في هذا الفصل بعض مشتقات الهيدروكربونات مثل الكحولات والألدهيدات والأحماض الكربوكسيلية، وهذه المركبات عبارة عن مركبات عضوية تم اشتقاقها من الهيدروكربونات باستبدال ذرة أو مجموعة ذرية بإحدى ذرات الهيدروجين في الهيدروكربون. ويطلق على هذه الذرة أو المجموعة الذرية اسم «المجموعة الوظيفية Functional Group»، وتعرف بأنها ذرة أو مجموعة ذرات تحدد الصيغة البنائية والخواص الكيميائية لقسم من أقسام المركبات العضوية، وتسلك سلوكاً متشابهاً عند وجودها في المشتقات الهيدروكربونية. وتختلف تسمية مشتقات الهيدروكربونات حسب المجموعة الوظيفية الموجودة في كل مركب، ولمعرفة ذلك سوف نقوم بتنفيذ الاستكشاف النظري التالي:

تطبيقات على المجموعات الوظيفية للهيدروكربونات المشتقة



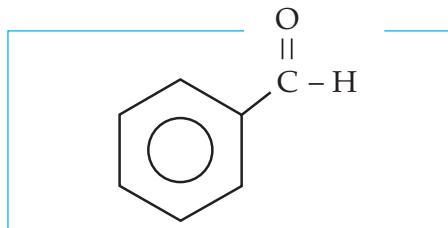
(نظري)

الهدف: استخدام المجموعات الوظيفية في تسمية الهيدروكربونات المشتقة حسب نظام الأيوباك.

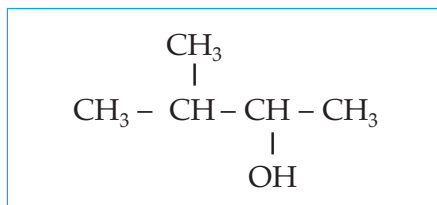
المواد والأدوات: ملصق أو ورقة A4 تحوي المجموعات الوظيفية للهيدروكربونات المشتقة وطرق التعبير عنها.

الإجراءات:
١- احصل مع مجموعتك على نسخة من ملصق المجموعات الوظيفية .
٢- اقرأ الملصق وتعرف على قواعد تسمية الهيدروكربونات المشتقة سواء للمجموعات الوظيفية الطرفية أو الوسطية.

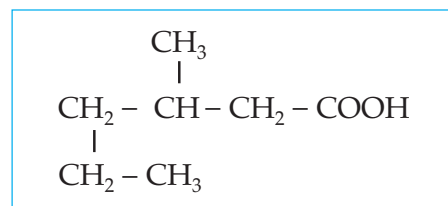
٣- استخدم الملصق الآن في تسمية المركبات التالية:



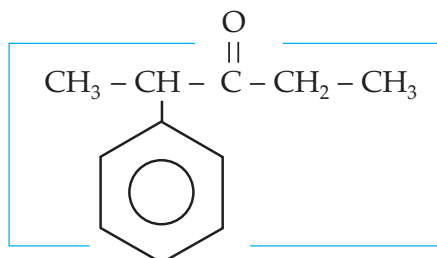
(ب)



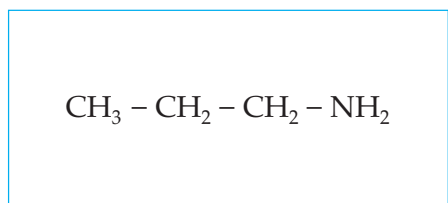
(أ)



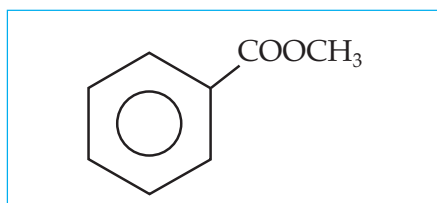
(د)



(ج)



(و)



(هـ)

٤- اقترح ثلاث صيغ لمركبات عضوية أخرى وسمها حسب نظام الأيوباك.

١- لماذا - في ظنك - يكون بعض المجموعات الوظيفية وسطيا ويكون بعضها

طرفيا ، وبعضها يمكن أن يكون طرفيا أحيانا ووسطيا أحيانا أخرى؟

٢- ما الفرق بين التسمية الدولية (الأيوباك) والتسمية الشائعة للمركبات

العضوية ؟

٣- هل يمكن الجمع بين مجموعتين وظيفيتين في مركب واحد ؟



٢-٤ الكحولات Alcohols



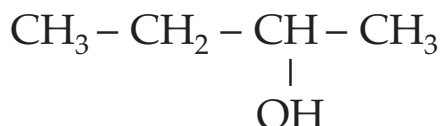
تعتبر الكحولات من أكثر المواد العضوية انتشاراً، وهي سوائل عديمة اللون ذات روائح مميزة ، وتقسم الكحولات حسب ارتباط ذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل بالشقوق الأخرى إلى ثلاثة أقسام هي :

١- **الكحولات الأولية :** وصيغتها العامة $R - CH_2 - OH$ حيث R يمكن أن تكون ذرة هيدروجين أو شق الكيل ومن أمثلتها :



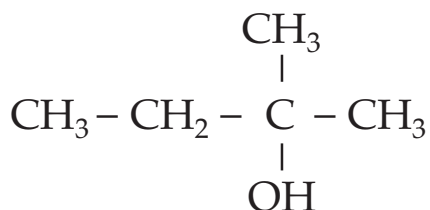
٢- الكحولات الثانوية :

وصيغتها العامة : $\begin{matrix} R \\ \diagdown \\ CH - OH \\ \diagup \\ R' \end{matrix}$ ، ومن أمثلتها :



٢- الكحولات الثالثية :

وصيغتها العامة : $\begin{matrix} R \\ \diagdown \\ C - OH \\ \diagup \\ R' \\ \diagup \\ R'' \end{matrix}$ ، ومن أمثلتها :



كما تقسم الكحولات كذلك تبعاً لعدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء، وهي كالتالي:

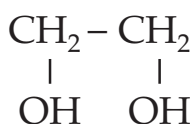
١- كحولات أحادية الهيدروكسيل مثل الكحول الإيثيلي.

٢- كحولات ثنائية الهيدروكسيل مثل إيثيلين جليكول.

٣- كحولات ثلاثية الهيدروكسيل مثل الجليسرول.

٤- كحولات عديدة الهيدروكسيل مثل السوربيتول.

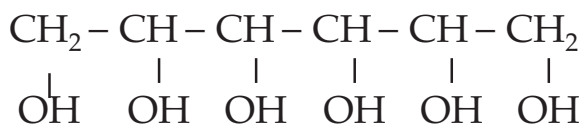
ويوضح المربع التالي صيغ هذه الكحولات :



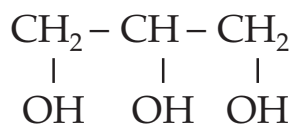
إيثيلين جليكول



كحول إيثيلي



السوربيتول



الجليسرول

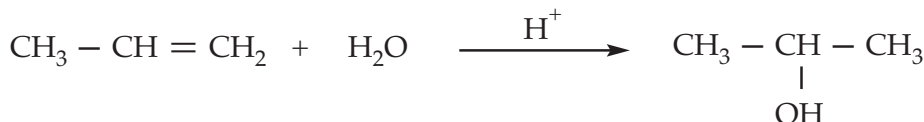
ويمكن تحضير الكحولات في المختبر بعدة طرق منها :

أ) التحلل المائي لهاليد الألكيل في وسط قلوي:





(ب) إضافة الماء إلى الألكين في وسط حمضي:



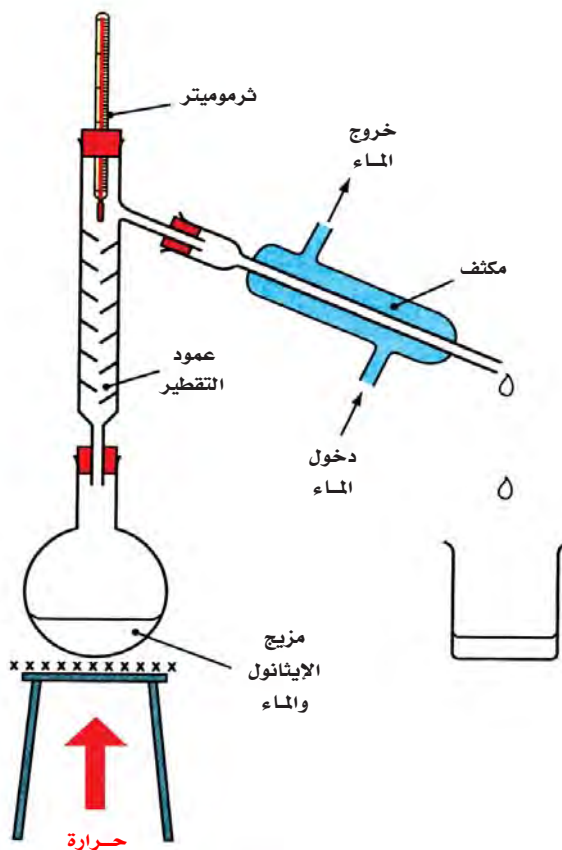
الماء والكحولات



الهدف: مقارنة بعض خصائص الماء والكحول الإيثيلي.

المواد والأدوات: كأس زجاجية عدد (2)، كحول إيثيلي، ماء مقطر، زجاجة ساعة، ولاعة، فلز الصوديوم، أدوات جهاز التقطير.

- الإجراءات:**
- 1- ضع كمية بسيطة من الكحول الإيثيلي في كأس، وكمية من الماء في كأس أخرى ثم قارن بين السائلين من حيث اللون والرائحة. دوّن ملاحظتك.
 - 2- ضع كمية بسيطة من الكحول على راحة إحدى يديك، ثم دون المدة التي يحتاجها الكحول حتى يتبخر تماما. كرر هذه الخطوة للماء، دوّن ملاحظتك.
 - 3- ضع كمية أخرى من الكحول في زجاجة ساعة ثم أشعلها بواسطة الولاعة. كرر ذلك للماء، دوّن ملاحظتك.
 - 4- أضف قليلا من الكحول الى كأس، وقليلا من الماء الى كأس أخرى، ثم أضف في كل كأس قطعة من فلز الصوديوم. دون ملاحظتك.
 - 5- ركب جهاز التقطير كما هو مبين في الشكل (٤-١) ثم ابدأ في غليان المزيج. أيهما ينفصل أولا؟ دوّن ملاحظتك.

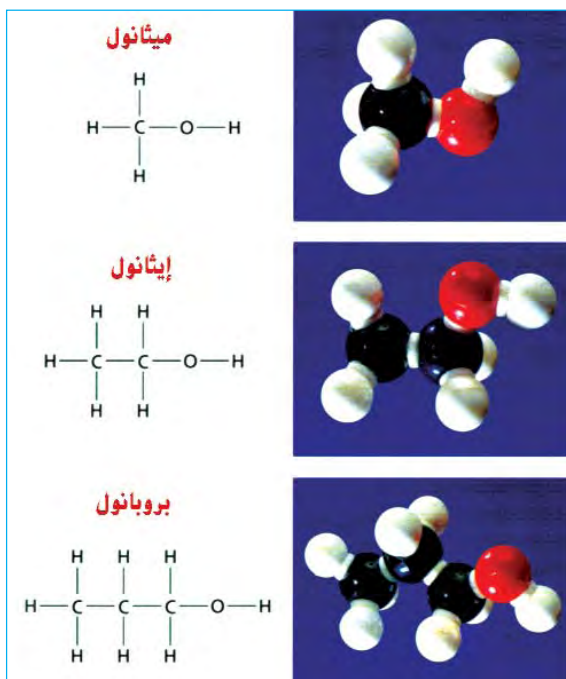


الشكل (٤-١)

- ١- ما الخصائص المشتركة بين الماء والكحول الايثيلي ؟
- ٢- لماذا يشترك الماء والكحول الايثيلي في بعض الخصائص ؟
- ٣- أيهما درجة غليانه أعلى ؟ ما السبب في رأيك ؟

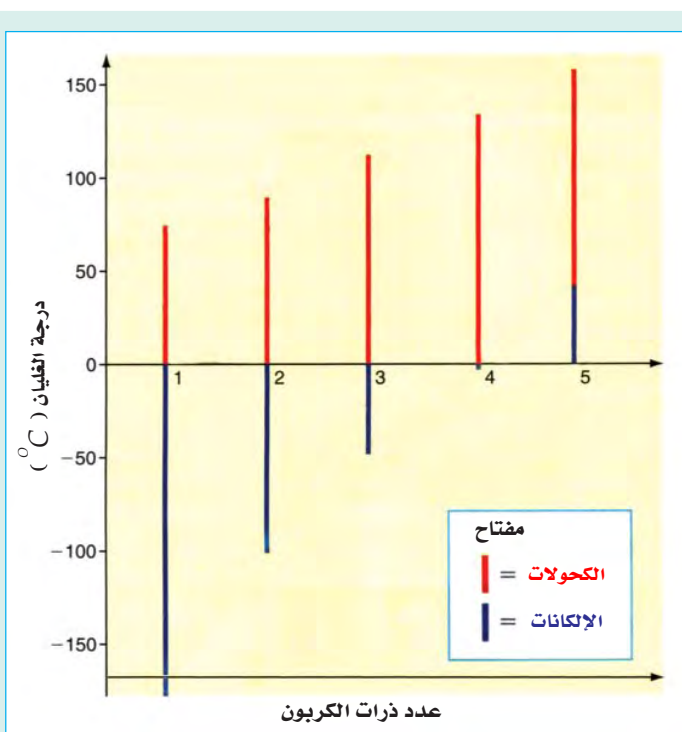
الترابط الهيدروجيني في الكحول

الكحولات ذات الكتلة المولية الصغيرة قابلة للذوبان في الماء بسبب مقدرتها على تشكيل رابطة هيدروجينية مع الماء ، وكلما ازدادت الكتلة الجزيئية للكحولات قلت قابليتها للذوبان في الماء.



الشكل (٤-٢) : بعض نماذج الكحولات

ويعود ذلك إلى أن الكحول يمتلك جزءا قابلا للذوبان في الماء (OH-) وجزءا آخر يشبه الهيدروكربون (مجموعة الألكيل) غير قابل للذوبان في الماء، فكلما ازدادت الكتلة المولية للكحول ازداد جزء الهيدروكربون فيه وبالتالي تقل ذائبته. وفي المقابل كذلك كلما زاد عدد مجموعات (OH-) في المركب زادت ذوبانيته في الماء مثل السوربيتول والجليسرين.



شكل (٤-٣) : العلاقة بين درجة غليان الكحولات والإلكانات المناظرة

اختبر فهمك (١)



الرسم البياني المجاور يوضح العلاقة بين درجة غليان الكحولات والإلكانات المناظرة :

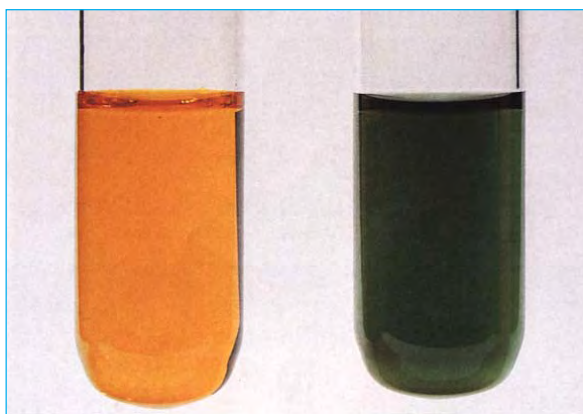
أ) قارن في جدول بين درجة غليان الكحولات وبعض الإلكانات المناظرة لها.

ب) أعط نتيجة عامة حول درجات غليان الكحولات يمكنك استنتاجها من المخطط.

أكسدة الكحولات

تتأكسد الكحولات بوجود عوامل مؤكسدة قوية مثل بيرمنجنات البوتاسيوم (KMnO_4) أو دايكرومات البوتاسيوم ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) حيث تتكون رابطة ثنائية بين الكربون والأكسجين، وذلك بنزع ذرتي الهيدروجين المرتبطتين بالأكسجين والكربون.

وعند أكسدة الكحولات الأولية بأحد العوامل المؤكسدة مثل دايكرومات البوتاسيوم أو



بيرمنجنات البوتاسيوم تنتج الألدهيدات أو الأحماض الكربوكسيلية. شكل (٤-٤)، وتنتج الكيتونات عند أكسدة الكحولات الثانوية. وأما الكحولات الثالثية فهي غير قابلة للتأكسد في الظروف الاعتيادية.

الشكل (٤-٤) : يتحول لون دايكرومات البوتاسيوم البرتقالي إلى اللون الأخضر دلالة على أكسدة الايثانول الى حمض الايثانويك

اختبر فهمك (٢)

لماذا تتأكسد كل من الكحولات الأولية والثانوية ولا تتأكسد الكحولات الثالثية ؟

تنفيذ الدرس العملي رقم (١٢)

الكحول الإيثيلي Ethanol

يعد الكحول الإيثيلي من المركبات العضوية المهمة، وهو أكثر الكحولات انتشاراً، حيث يستعمل كوقود وكمطهر وكمذيب عضوي لبعض المواد مثل الزيوت والدهون. كما أنه يدخل في تحضير كثير من أنواع العطور ومواد التجميل. يحضر الايثانول في المختبر من تفاعل هاليد الايثيل مع قاعدة قوية.



اختبر فهمك (٣)



اكتب معادلة تحضير الكحول الايثيلي $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ في المختبر؟

كما يمكن تحضيره تجاريا بتخمير المواد السكرية الأحادية مثل الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ شكل (٤-٥):



الشكل (٤-٥): الصورة تظهر تخمر الجلوكوز مكونا الكحول الايثيلي

وغاز ثاني اكسيد الكربون الذي يكشف عنه بانتفاخ الكيس

الكحول الايثيلي بدلا من وقود السيارات

بدأت بعض الدول استخدام الكحول الايثيلي بدلا من وقود السيارات (الجازولين) في تشغيل السيارات شكل (٤-٦)، وقد جاء ذلك اثر اختبارات عديدة كشفت أن الايثانول يمكن أن يولد عند اشتعاله طاقة كافية لتسيير المحركات، ولهذا الغرض يحضر بكميات ضخمة في الدول التي تعاني من نقص الوقود الأحفوري كالبرازيل، حيث يتوافر الطقوس الملائم لزراعة السكر، والايثانول مثال على الوقود الأكثر أمانا في البيئة.



الشكل (٤-٦)

ويستخدم الكحول الناتج من تخمر السكريات الطبيعية في صناعة كافة أنواع المشروبات الكحولية أو الخمور، وتتم إضافته بدرجات مختلفة حيث يتراوح تركيزه في المشروبات المخمرة الناتجة من تخمر الشعير والعنب من 4-12% وعشرة أضعافه، أي حوالي من 40-50% في المشروبات المقطرة من قصب السكر أو عجائن الدبس والحبوب .

ويعمل المشروب الكحولي بشكل عام كمثبط للجهاز العصبي المركزي لدى شاربه الذي يقوده إلى الإحساس الزائف بالانتعاش والبهجة والثقة بالنفس، أو في بعض الحالات الى الغيوبة. ومن أضراره كذلك أنه يتلف الكبد ويدمر الخلايا المسؤولة عن تكوين حمض الهيدروكلوريك بجدار المعدة، ويحدث على المدى الطويل حالة تسمم مزمن تتضمن تدمير الأعضاء الحيوية بالجسم، فضلا عن أن تناول المشروبات الكحولية هو سلوك اجتماعي مرفوض، فتجد أن صاحبه يشعر بفقدان السيطرة وعدم تناسق الحركة والثرثرة وقلة الوقار، وقد حرم الله سبحانه وتعالى الخمر في كتابه الكريم، حيث يقول جل وعلا :





الإدمان

معلومات تهملك

أصبح الإدمان على الكحول في الآونة الأخيرة مشكلة صحية كبرى في معظم دول العالم، حيث أنه يقود إلى تعاطي المخدرات ويتسبب بخسارة إنتاجية تزيد على عشرين بليون دولار سنوياً. ويتوقع الأطباء أن حياة المدمنين تنخفض من ١٠-١٥ سنة بسبب تزايد مخاطر إصابتهم بمرض تصلب الشرايين وتليف الكبد خاصة إذا كانوا من المدخنين، كما تشير إحصائيات حوادث الطرق إلى أن أغلب الحوادث تعود إلى الإدمان على الكحول.



ولضبط حوادث السير الناجمة عن الإدمان، يستخدم رجال الشرطة حالياً جهاز تحليل هواء زفير السائقين المشتبه بهم (Breathalyser) شكل (٤-٧) لمعرفة تركيز الكحول في الدم، ويتكون هذا الجهاز من أنبوب يحوي داخله كرات من دايكرومات البوتاسيوم.

الشكل (٤-٧) : رجل شرطة يستخدم جهاز Breathalyser لتحديد نسبة الكحول لدى أحد السائقين

اختبر فهمك (٤)



هل يمكنك من خلال الصورة في الشكل (٤-٨) تحديد فكرة عمل جهاز تحليل هواء الزفير Breathalyser الوارد ذكره في فقرة معلومات تهملك؟ وضح ذلك.

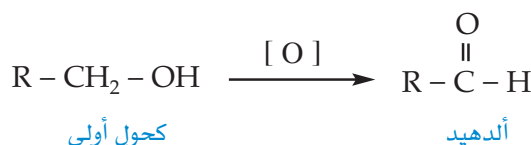
الشكل (٤-٨)

٣-٤ الألدهيدات والكيونات Aldehydes and Ketones

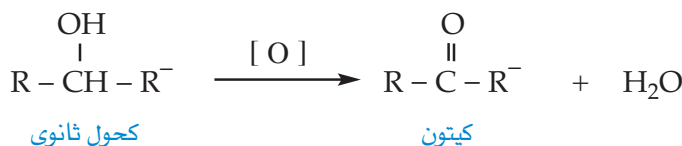


تعتبر الألدهيدات والكيونات من المركبات العضوية المهمة، ويحتوي كل منها على مجموعة كربونيل (CO-)، وترتبط هذه المجموعة في الألدهيدات بذرة هيدروجين (R-CHO)، أما في الكيونات فترتبط هذه المجموعة بشقين عضويين (R-CO-R).

يمكن تحضير الألدهيدات والكيونات - كما أشرنا - من خلال أكسدة الكحولات، فعند أكسدة الكحول الأولي ينتج الألدهيد كما في المثال التالي:



وعند أكسدة الكحول الثانوي ينتج الكيتون كما يوضحه المثال التالي:



النشاط الكيميائي للألدهيدات والكيونات

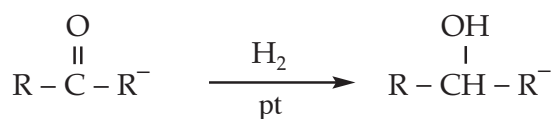
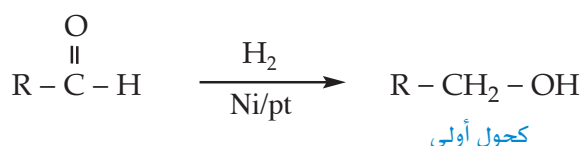


نظرا لاشتراك الألدهيدات والكيونات بوجود مجموعة الكربونيل في كل منها فان غالبية تفاعلاتهما تكون متشابهة، إلا أنها تحدث بسهولة أكثر في الألدهيدات بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بمجموعة الكربونيل، وهذا ما يجعل وجود تفاعلات كيميائية مميزة للألدهيدات لا مثيل لها في الكيونات.

(أ) الأكسدة Oxidation تتأكسد الألدهيدات باستعمال مواد مؤكسدة مثل بيرمنجنات البوتاسيوم منتجة أحماضا كربوكسيلية، بينما لا يحدث ذلك في الكيونات لأنها تحتاج إلى كسر رابطة بين ذرتي كربون، وهذا ما يميز الألدهيدات عن الكيونات، وفي المختبر يمكن التمييز بينهما باستخدام العوامل المؤكسدة الضعيفة مثل كاشف تولن أو محلول فهلنج.



ب) الاختزال Reduction تنتج الكحولات عند اختزال الألدهيدات والكيثونات بوجود الهيدروجين مع عامل مساعد مثل البلاتين ، ففي حالة الألدهيدات تنتج كحولات أولية، وفي حالة الكيثونات تنتج كحولات ثانوية.



٤-٤ الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acids

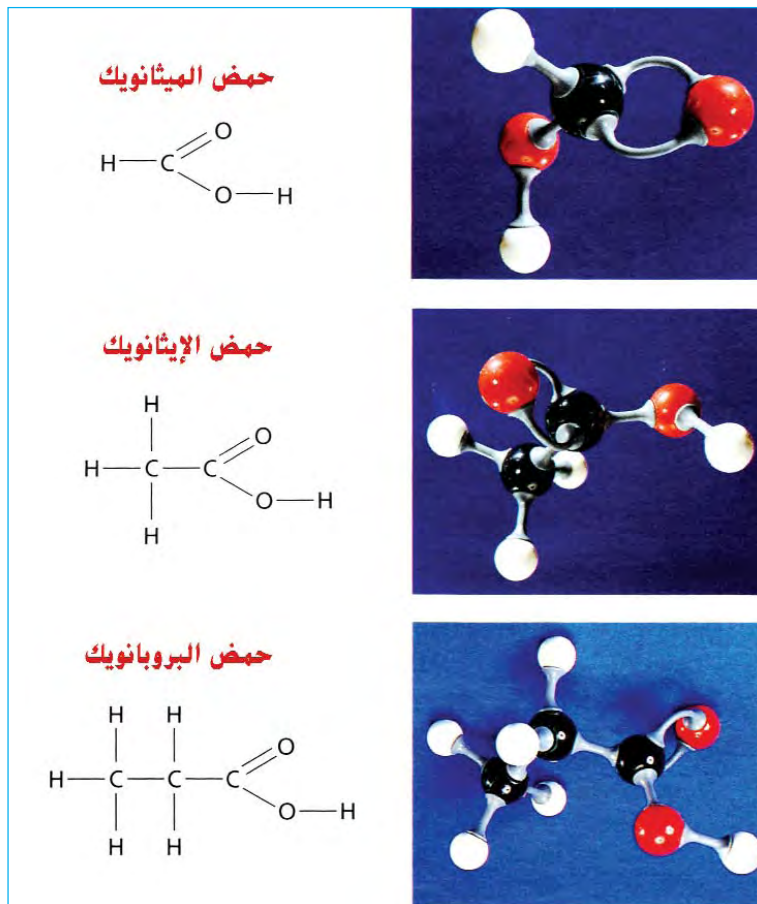


تميز الأحماض الكربوكسيلية بوجود مجموعة الكربوكسيل (COOH-) كمجموعة وظيفية، وتقسّم إلى نوعين: أحماض أليفاتية وصيغتها العامة R-COOH وأحماض أروماتية وصيغتها Ar-COOH حيث Ar هي مجموعة آرايل C₆H₅- وقد عرف الإنسان الأحماض الكربوكسيلية منذ زمن بعيد حيث كان يحصل عليها من مصادر طبيعية نباتية أو حيوانية، وقد قام بتسميتها حسب مصادرها، ولا يزال بعض هذه الأسماء شائع الاستعمال مثل حامض الفورميك أو حامض النمل نسبة إلى النمل، وحامض الستريك أو حامض الليمون الموجود في الحمضيات، وأشهر هذه الأحماض هو حمض الخليك أو ما يعرف بـ(الخل) وهو سائل عديم اللون وله القدرة على إذابة اليود والكبريت والبروم ويستخدم في تحضير الأغذية كالمخللات، كما يستخدم في صناعة نوع من الحرير الصناعي.

معلومات تهتمك

امتدح الرسول ﷺ الخل بقوله: «نعم الإدام الخل»*. وقد ثبت عنه أن كان يأكل الخل مع الزيت.

* «رواه مسلم»



الشكل (٩-٤) : نماذج الأحماض الكربوكسيلية

وتتميز الأحماض الكربوكسيلية بارتفاع في درجات غليانها وانصهارها؛ بسبب الروابط الهيدروجينية القوية. ويوضح الجدول (٤-١) درجات غليان وانصهار بعض الأحماض الكربوكسيلية:

اسم الحمض	الصيغة	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
حمض الميثانويك	HCOOH	8.4	101
حمض الإيثانويك	CH ₃ COOH	16.6	118
حمض البروبانويك	CH ₃ CH ₂ COOH	-20.8	141

الجدول (٤-١) : أسماء وصيغ بعض الأحماض الكربوكسيلية ودرجات غليانها وانصهارها



وتحضر الأحماض الكربوكسيلية بعدة طرق منها :

(أ) **الأكسدة** : تستخدم بيرمنجنات البوتاسيوم لأكسدة الكحولات الأولية أو الألدهيدات إلى أحماض كربوكسيلية.



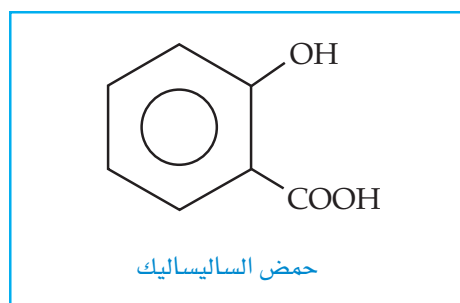
(ب) **تقيؤ مشتقات الأحماض الكربوكسيلية** : تتفاعل مشتقات الأحماض الكربوكسيلية مثل الأميدات والأسترات مع الماء لينتج الحامض الكربوكسيلي.

الأسبرين Aspirin

يعتبر الأسبرين أحد أشهر العلاجات في العالم، حيث يستخدم لمنع الجلطات القلبية لأنه يقلل من سرعة تخثر الدم، كما أنه يعمل على تقليل الالتهابات وخفض درجة حرارة الجسم، والأسبرين مشتق من حمض كربوكسيلي يدعى **حمض الساليسليك Salicylic acid** الذي يستخرج من لحاء شجر الصفصاف (willow) شكل (٤-١٠).



الشكل (٤-١٠) : شجرة الصفصاف



وعلى الرغم من أهمية الأسبرين العلاجية إلا أن له آثارا سيئة على المعدة، ولذلك يجب عدم تناوله إلا باستشارة الطبيب.

اكتشاف الأسبرين

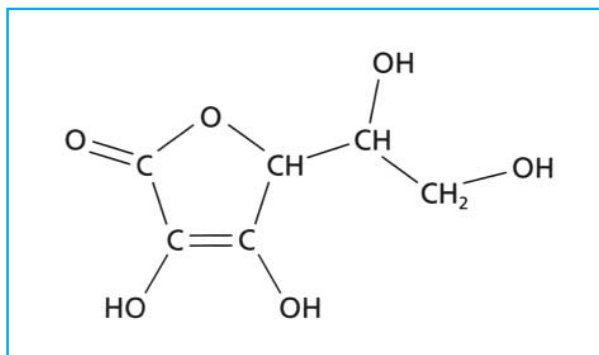
معلومات تهمك

يرجع تاريخ الأسبرين إلى القرن الخامس قبل الميلاد، ويقال إن الطبيب الإغريقي «أبقراط» اكتشف هذا الدواء مصادفة، عندما كان يعلك لحاء شجر الصفصاف، وقال إن أعشاب هذه الشجرة تسكن الصداع والألم وتخفض الحرارة.

فيتامين ج Vitamin C



فيتامين ج عبارة عن حمض كربوكسيلي يدعى **حمض الأسكوربيك (Ascorbic Acid)** شكل (١١-٤)، وهو مضاد للأكسدة ويحتاجه الجسم لنمو الأنسجة وسلامة اللثة ويقلل من فترة الإصابة بالزكام أو يساهم في تجنبه، وهو ضروري جدا في تكوين مادة **الكولاجين (Collagen)**، كما يستعمل بكميات معتدلة في شفاء الجروح وأثناء فترات النقاهة من الأمراض، ونقصه يؤدي إلى الإصابة بمرض **الإسقربوط (Scurvy)**. والكمية الموصى بها عالمياً للفرد هي (60 mg) في اليوم، ويوجد فيتامين ج بوفرة في الخضار والفاكهة.



الشكل (١١-٤) : حمض الأسكوربيك



يوضح الجدول (٤-٢) محتوى فيتامين ج في بعض الأغذية المألوفة :

اختبر فهمك (٥)

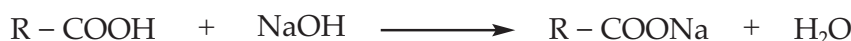
أشارت بعض الدراسات الحديثة إلى أن الأشخاص المدخنين هم أكثر الناس عرضة للمعاناة من نقص فيتامين ج .
ابحث عن سبب ذلك.

نوع المادة الغذائية	محتوى فيتامين ج (mg)
برتقالة واحدة	75
ليمونة واحدة	31
كيوي (حبة واحدة)	74
طماطم (حبة واحدة)	23
بروكلي طازج (نصف كوب)	158

الجدول (٤-٢) : محتوى فيتامين ج في بعض الأغذية المألوفة

النشاط الكيميائي للأحماض الكربوكسيلية

(١) تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع القواعد منتجة ملحاً كربوكسيليلاً وماء.



(٢) تختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة (H₂) وفي وجود البلاتينوم كعامل مساعد منتجة ألدهيدات ثم كحولات أولية:



وللأحماض الكربوكسيلية مشتقات مثل هاليدات الأحماض R-CO-X والأسترات R-COO-R والأميدات R-CO-NH₂ والنيتريل R-CN والأنهيدريدات R-COO-CO-R، وجميع هذه المركبات تعطي حمضاً كربوكسيليلاً عند ثيئها، وسنركز هنا على الأسترات باعتبارها من أهم مشتقات الأحماض الكربوكسيلية.



تفاعل الكحول والحمض الكربوكسيلي



الهدف:

تكوين مركب أستر إيثانوات الإيثيل.

المواد والأدوات:

أنبوبة اختبار، إيثانول، حمض الإيثانويك المركز، قطارة، حمض كبريتيك مركز، حمام مائي ساخن، كأس زجاجية، محلول بيكربونات الصوديوم.

الإجراءات:

١- أضف إلى أنبوبة الاختبار 2 mL من الإيثانول مع 1 mL من حمض الإيثانويك المركز.

٢- أضف إلى المزيج ثلاث قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

٣- سخن المزيج بلطف في حمام مائي ساخن لمدة 5 دقائق تقريباً.

٤- صب المادة المتكونة في كأس زجاجية تحتوي على محلول بيكربونات الصوديوم.

٥- تعرف على المادة المتكونة وقارن رائحتها برائحة المواد المتفاعلة.

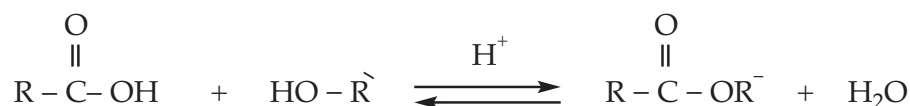
التحليل والتفسير:

١- بم تصف رائحة المادة المتكونة ؟

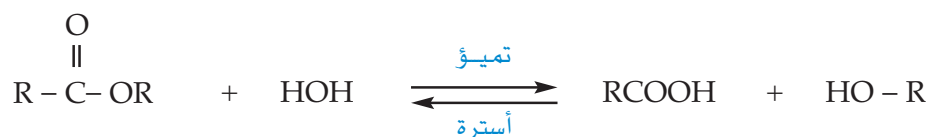
٢- لماذا أضفت إلى المزيج قطرات من حمض الكبريتيك المركز ؟

٣- لماذا وضعت المادة المتكونة في كأس زجاجية تحتوي على محلول بيكربونات الصوديوم ؟

تحتوي الاسترات على مجموعة الأستر (-COO-) كمجموعة وظيفية لها، ويتكون كل مركب استر من جزأين أحدهما من حامض والآخر من كحول، لذا يمكن تحضيرها من الكحول والحامض في عملية تدعى **بالأسترة Esterification**.



والاسترات هي المسؤولة عن الروائح المميزة للفواكه والعطور، وهي مواد متطايرة ودرجة غليانها منخفضة وشحيحة الذوبان في الماء بسبب عدم قدرتها على تكوين روابط هيدروجينية. ويمكن للاسترات أن تتما في وسط حمضي مع الغليان معطية الكحول والحامض الداخلي في تكوين الاستر، وهذا التفاعل عكس عملية الأسترة.



وإذا حصل التميؤ في وسط قاعدي مثل هيدروكسيد الصوديوم سينتج الملح الصوديومي للحامض حيث يتم تحضير الصابون بهذه الطريقة.

٦-٤ الأمينات Amines

الأمينات عبارة عن قواعد ضعيفة، صيغتها العامة (R-NH₂)، حيث تشكل مجموعة الأمين (NH₂-) المجموعة الوظيفية لها، وتتكون من استبدال ذرة هيدروجين في الأمونيا (NH₃) بمجموعة ألكيل، وقد تتكون من استبدال أكثر من ذرة هيدروجين واحدة، ولذلك تقسم الأمينات إلى ثلاثة أقسام:

- (١) أمينات أولية وصيغتها العامة (R-NH₂).
- (٢) أمينات ثانوية وصيغتها العامة (R-NH-R).
- (٣) أمينات ثالثة وصيغتها العامة $\begin{array}{c} \text{R}-\text{N}-\text{R} \\ | \\ \text{R} \end{array}$.

تحضر الأمينات الأولية من تفاعل الأمونيا مع هاليد الألكيل كما يلي:

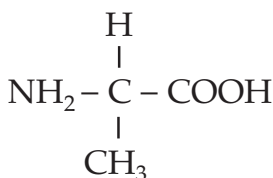


اختبر فهمك (٦)

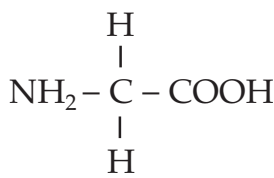
كيف يمكنك تحضير الأمينات من الكحولات؟

الأحماض الأمينية Amino Acids

الحمض الأميني هو وحدة بناء البروتين ويحتوي على مجموعتين وظيفيتين هما مجموعة الأمين ($-NH_2$) ومجموعة الكربوكسيل ($-COOH$)، ويوجد هناك عشرون حمضا مختلفا من الأحماض الأمينية ومن أمثلتها:

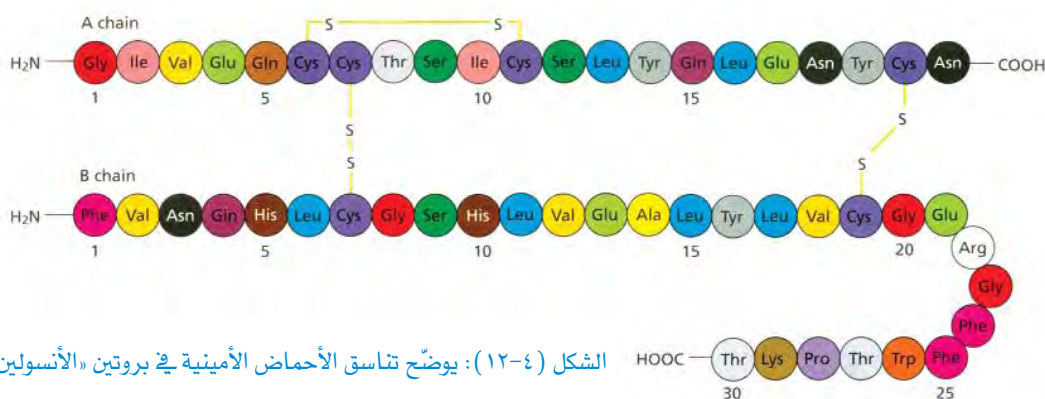


الالانين



الجلاليسين

يتكون جزيء البروتين الواحد من اتحاد ما لا يقل عن مائة حمض أميني. شكل (٤-١٢)، وتشكل البروتينات ما نسبته 15 % تقريبا من كتل أجسامنا. ويمكن معرفة أعداد ونوع الأحماض الأمينية الموجودة في البروتين من خلال التحليل الكروموتوجرافي (TLC) للبروتين.





الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA)



عندما تأكل طعاما يحتوي على بروتين كاللحم أو الجبن أو غيره ستقوم أنزيمات الجهاز الهضمي بتحطيمه إلى أحماض أمينية مفردة، وفي تلك الفترة ستقوم مادة كيميائية أخرى تدعى **الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين** أو (DNA) (مركب حيوي ينتمي إلى مجموعة الأحماض النووية). شكل (٤-١٣) بتشكيل وإعادة ترتيب الأحماض الأمينية لتكوين البروتين المناسب حسب حاجة الجسم إليه، وتختلف هذه الحاجة من شخص لآخر.

جدير بالذكر أن **الجينات الوراثية (Genes)** وهي الوحدات المسؤولة عن الخصائص المميزة للأفراد تصنع من (DNA)، لذلك لا تجد فردين أبداً يتفقان في منظومة الأحماض الأمينية لـ (DNA)، فمثلاً استخدام بصمات أصابع (**DNA fingerprinting**) شكل (٤-١٤) باتت في الآونة الأخيرة تشكل إحدى أهم أدوات علوم **الكيمياء الشرعية (Forensic Chemistry)** التي يستخدمها المحققون الجنائيون في التعرف على هويات المجرمين.



الشكل (٤-١٤) : نماذج متطابقة معروضة
باستخدام بصمة اصبع DNA يمكنها تحديد هوية المجرم



الشكل (٤-١٣) : نموذج DNA

٧-٤ البلمرة Polymerization



تمكن العلماء من بناء مركبات عضوية كبيرة ذات كتل جزيئية عالية مثل النايلون والمطاط الصناعي والداكرون والبلاستيك من خلال ارتباط مئات أو آلاف الوحدات الصغيرة ببعضها بعضا. ويطلق على هذه الوحدات اسم **الجزيئات أحادية الحد** أو **المونومرات (Monomers)**، كما يطلق على الجزيئات الكبيرة المتكونة اسم **الجزيئات عديدة الحد** أو **البوليمرات (Polymers)**، وتسمى الطريقة التي تشكلت بها بعملية البلمرة. شكل (١٥-٤).

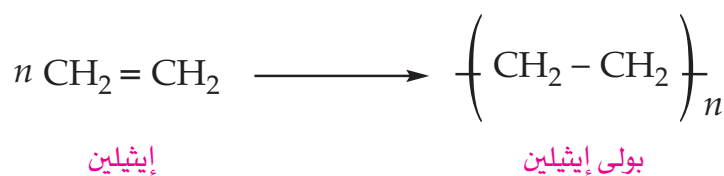


الشكل (١٥-٤)

وتتم هذه العملية في الصناعة بطريقتين هما:

أ) البلمرة بالإضافة (Addition Polymerization)

يحدث هذا النوع من البلمرة في المركبات غير المشبعة، ويتم ذلك باتحاد الوحدات الصغيرة دون حذف أي جزء منها، حيث يكون البوليمر الناتج مضاعفاً للوحدة الصغيرة التي قد تتكرر مئات أو آلاف المرات. وفي هذا النوع من البلمرة قد تكون السلسلة مكونة من نوع واحد أو أكثر من الوحدات الصغيرة، ويمكن تمثيل هذا النوع باتحاد جزيئات الإيثيلين ببعضها بعضاً بوجود عامل مساعد وتحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة 200°C حيث تتكون سلسلة طويلة جداً ويدعى المركب الناتج بولي إيثيلين أو البلاستيك.



الشكل (٤-١٦) : البولي إيثيلين

ويوجد البولي إيثيلين على شكلين هما:

١- البولي إيثيلين منخفض الكثافة (Low density poly ethylene) أو (LDPE)، ويتكون من سلاسل خطية تتصل بها تفرعات جانبية عشوائية غير قابلة للتشابك مع بعضها بعضاً ويستخدم في إنتاج الأغلفة والأفلام البلاستيكية والأكياس.

٢- البولي إيثيلين مرتفع الكثافة (High density poly ethylene) أو (HDPE)، ويستخدم في صناعة الأوعية البلاستيكية والأدوات المنزلية ولعب الأطفال.

البلاستيك المضاد للحرارة

معلومات تهمك

حدث مرة في دوري سباق السيارات اصطدام إحدى السيارات المتسابقة بجدار المشاهدين، فانفجرت السيارة محدثة نيرانا كثيفة، إلا أن سائقها خرج بدون إصابات، ويعود ذلك إلى أنه كان يرتدي سترة مصنوعة من البلاستيك المضاد للحرارة .



السيارة وقد اشتعلت بالنيران



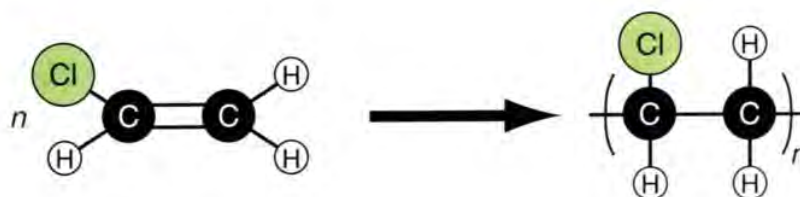
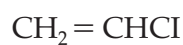
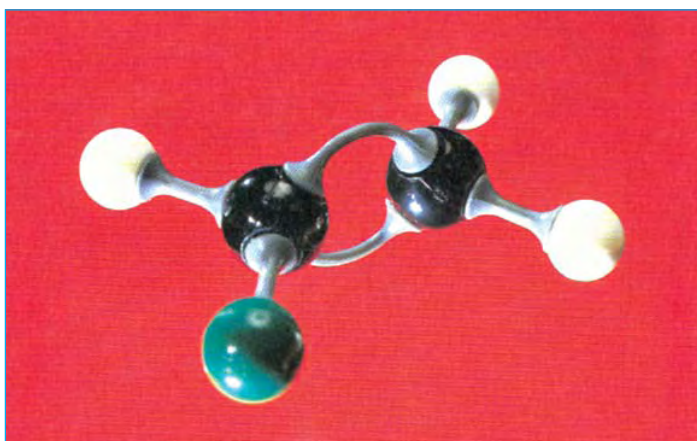
السائق بدون إصابات



وإذا استبدلت ذرة هيدروجين في جزيء الإيثيلين ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) بذرة كلور فإن البلاستيك الناتج يسمى **بولي فينيل كلوريد أو P.V.C** شكل (١٧-٤):



الشكل (١٧-٤) : بيت مصنوع من P.V.C



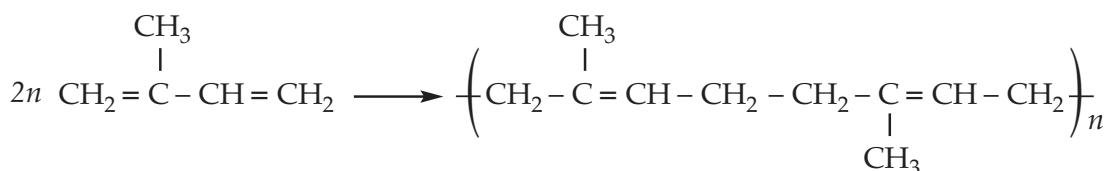
بوليمر P.V.C

وإذا استبدلت جميع ذرات الهيدروجين في جزيء الايثيلين بذرات الفلور فان البوليمر الناتج يسمى **تفلون (Teflon)** شكل (١٨-٤) :



الشكل (١٨-٤) : التفلون

ومن الأمثلة الأخرى على بوليمرات الإضافة المطاط، الذي ينتج طبيعياً من شجر المطاط على شكل مستحلب، والمونومر المكون له هو الأيسوبرين (2 - ميثيل - 1 ، 3 - بيوتاديين) .



الأيسوبرين

المطاط

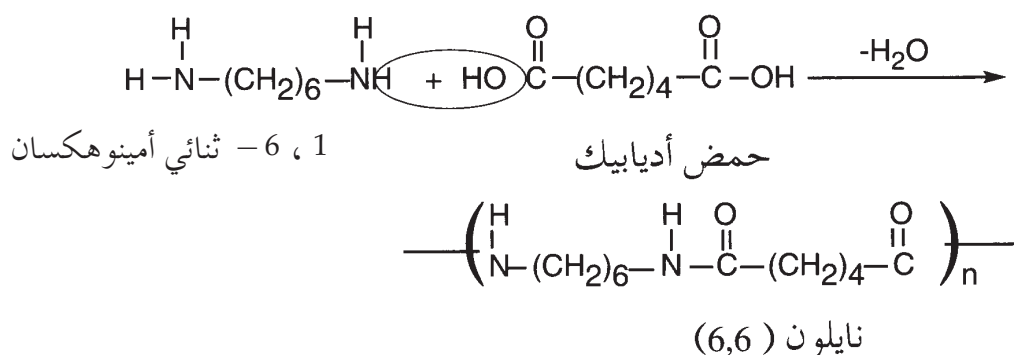
معلومات تهمك

عرف المطاط في أوروبا بعد فترة قصيرة من اكتشاف **كولومبوس (Columbus)** لأمريكا، ولكن لم تكن له أية تطبيقات عملية، لأنه يتحول إلى مادة لزجة عند تسخينه، كما أنه يكون قاسياً عند تبريده، حتى عام 1839م حينما ألقى الكيميائي **شارلس جودير (Goodyear)** مخلوطاً من المطاط والكبريت في مدفأة ساخنة كان يجلس أمامها، واكتشف مصادفة أن المطاط لم يعد لزجاً، وقد أظهر مطاطية أكثر بكثير مما كان عليه. وعرفت هذه العملية **بالفلكنة (Valcanization)** .



(ب) البلمرة بالتكثيف (Condensation)

في هذه الطريقة تتحد الوحدات الصغيرة (المونومرات) من مركبات متشابهة أو مختلفة، حيث يحتوي كل مونومر على مجموعتين وظيفيتين ينتج من اتحادهما حذف جزيء صغير كالماء أو الكحول أو الأمونيا، ويمكن تمثيل هذا النوع بتكوين النايلون حيث يتكون من اتحاد حمض الأديبيك الذي يحتوي على مجموعتي كربوكسيل (-COOH) ومركب 1، 6 ثنائي أمينوهكسان الذي يحتوي على مجموعتي أمين (-NH_2).



تكوين النايلون

ويسمى النايلون الناتج بـ (نايلون 6,6) ، ويدل على عدد ذرات الكربون في كل من الجزئين المكونين له.

البوليمرات الحيوية Biopolymers



توجد في خلايا أنسجة النباتات مواد عضوية تحتوي على عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين تعرف بالكربوهيدرات Carbohydrates، وتعد من المصادر الغذائية المهمة، حيث إنها تزود الإنسان بالطاقة اللازمة له. بعضها يحتوي على مجموعة ألدهيد (-CHO) وبعضها الآخر يحتوي على مجموعة كربونيل أو كيتون (C=O).

وتقسم إلى ثلاثة أقسام هي :

(أ) **السكريات الأحادية Monosaccharide** وهي أبسط أنواع الكربوهيدرات وتتكون من جزيء واحد لا يتحلل مائياً إلى جزيئات أبسط منه، ومن أمثلتها **الجلوكوز (Glucose)** (سكر العنب) و**الفركتوز (Fructose)** (سكر الفاكهة).

سكر الجلوكوز

معلومات نهمك

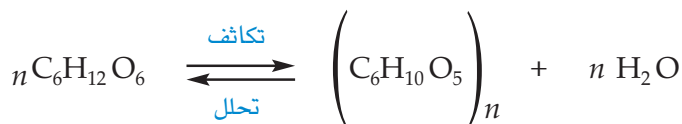
يعرف الجلوكوز بسكر الدم ، لأنه أكثر السكريات وجوداً في الدم، فدم الإنسان العادي يحتوي عادة على ما يقرب من (1 g) جلوكوز في كل لتر دم، وإذا نقصت نسبة سكر الجلوكوز عن هذا المستوى فقد يؤدي ذلك إلى فقدان الوعي، وفي المقابل أيضاً إذا زادت نسبته كثيراً عن ذلك، فسيؤدي إلى إحداث مرض البول السكري.

(ب) **السكريات الثنائية Disaccharide** وهي الكربوهيدرات التي يتحلل الجزيء الواحد منها مائياً ليعطي اثنين من جزيئات السكر الأحادي مثل **السكروز Sucrose** (سكر القصب) و**المالتوز Maltose** (سكر الشعير) و**اللاكتوز Lactose** (سكر الحليب) .

(ج) **السكريات العديدة Polysaccharide** وهي الكربوهيدرات التي يتحلل الجزيء الواحد منها مائياً إلى عدة جزيئات من السكريات الأحادية مثل **النشاء Starch** و**السليولوز Cellulose** والسكريات العديدة عبارة عن بوليمرات حيوية أو طبيعية حيث أنها تتكون من بلمرة أعداد كبيرة من جزيئات السكر الأحادي، فالنشاء مثلاً هو بوليمر حيوي ناتج من تكاثف عدد كبير من جزيئات الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$).

افترس فهمك (٧)

وضح كيف يتكون الجلوكوز في النبات . أكتب المعادلة الدالة على ذلك.





٨-٤ المشابهة البنائية Structure Isomerism

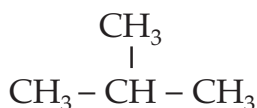


لعلك لاحظت أن بعض الهيدروكربونات لها نفس الصيغة الجزيئية إلا أنها تختلف في طريقة بناء الهيكل الكربوني. إن ما يحدث في هذه المركبات هو مشابهة بنائية، ويمكن تعريف المشابهة البنائية في المركبات العضوية بأنها اتفاق عدة مركبات في الصيغة الجزيئية، إلا أنها تختلف في الشكل البنائي لها، وتقسم إلى ثلاثة أقسام هي:

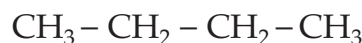
١- المشابهة في سلسلة الكربون:

وتحدث هذه المشابهة في المركبات التي لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف في اتصال ذرات الكربون بعضها ببعض، فهي مثلا إما أن تكون على هيئة سلسلة مستقيمة أو سلسلة متفرعة.

مثال : الصيغة الجزيئية (C_4H_{10}) يمكن أن تكون لمركبين مختلفين هما :



2- ميثيل بروبان

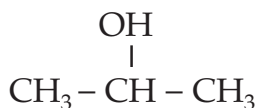


بيوتان

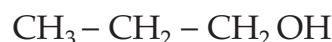
٢- المشابهة في موضع المجموعة الوظيفية:

وفي هذا النوع من المشابهات تختلف المركبات في موضع المجموعة الوظيفية، ويوضح المثال التالي ذلك:

مثال : الصيغة الجزيئية (C_3H_8O) يمكن أن تعبر عن نوعين من الكحولات أحدهما أولي والآخر ثانوي:



2- بروبانول

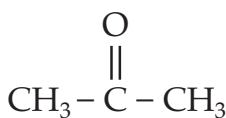


بروبانول

٢- المشابهة في نوع المجموعة الوظيفية:

تختلف المركبات في هذا النوع من المشابهة في نوع المجموعة الوظيفية الموجودة في كل مركب.

مثال : الصيغة الجزيئية (C_3H_6O) قد تعبر عن مركبين مختلفين في المجموعة الوظيفية :



كيتون

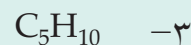


ألدهيد

اختبر فهمك (٨)



حدد المشابهات المحتملة في كل مركب من المركبات التالية:





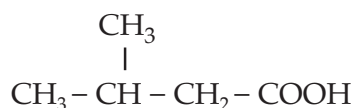
السؤال الأول

أولا : أكمل الفراغ بما يناسب فيما يلي :

- ١- المركب الذي ينتج في أول مرحلة من تأكسد الكحول الأولي بفعل العوامل المؤكسدة هو
- ٢- تدعى الكربوهيدرات التي يتحلل الجزيء الواحد منها مائيا إلى عدة جزيئات من السكريات الأحادية بـ
- ٣- يمكن تفادي أمراض اللثة بحصول الجسم على حاجته من
- ٤- عند تسخين الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات في وجود حمض الكبريتيك المركز ينتج
- ٥- الأحماض الأمينية هي وحدة البناء الأساسية في

ثانيا : اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة فيما يلي :

- ١- الكحول الذي يمكن أكسدته للحصول على الحمض :



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| (أ) 2 - بروبانول | (ب) 3 - ميثيل 1 - بيوتانول |
| (ج) 2 - ميثيل 1 - بيوتانول | (د) 3 - بنتانول |

٢- الكحول الأعلى درجة غليان فيما يأتي هو:

- (أ) C_3H_7OH (ب) $C_{17}H_{35}OH$
(ج) CH_3OH (د) C_2H_5OH

٣- الحمض الكربوكسيلي الذي يتفاعل مع البروبانول وينتج استر $C_5H_{11}COOC_3H_7$ هو:

- (أ) هكسانويك. (ب) بنتانويك.
(ج) بيوتانويك. (د) هبتانويك.

٤- المركب العضوي الفعال في دواء الأسبرين هو:

- (أ) حمض الأسكوربيك. (ب) حمض الميثانويك.
(ج) حمض الساليساليك. (د) حمض البيوتريك.

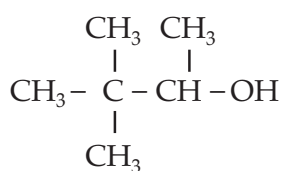
٥- المركب الذي يختزل كاشف تولن هو:

- (أ) البروبانال. (ب) البروبانول.
(ج) الكحول الايثيلي. (د) حمض الأسيتيك.

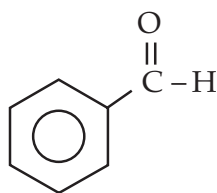
٦- البوليمر الناتج من بلمرة جزيئات $CF_2 = CF_2$ يسمى:

- (أ) البلاستيك. (ب) المطاط.
(ج) التفلون. (د) النايلون.

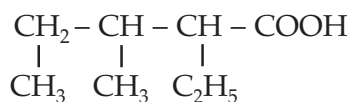
ثالثا : سم المركبات التالية حسب نظام الأيوباك :



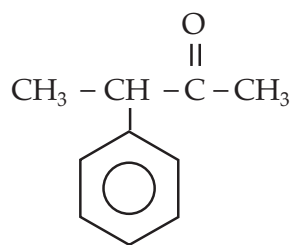
(ب)



(أ)



(د)



(ج)

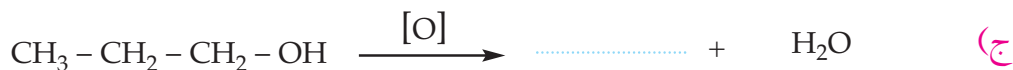
رابعا : أكمل المعادلات التالية :



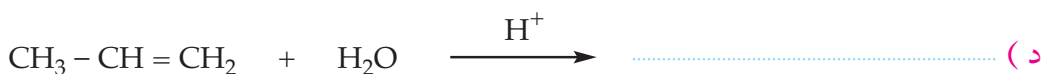
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

خامسا : أعط تفسيرا علميا لكل مما يلي :

- (أ) سهولة أكسدة الألدهيدات عن الكيتونات.
- (ب) درجة غليان الألدهيدات والكيتونات أعلى من الالكانات المقابلة.
- (ج) ذوبان الكحولات ذات الكتلة الجزيئية الكبيرة في الماء أصعب من ذوبان الكحولات ذات الكتلة الجزيئية الصغيرة.
- (د) تعتبر الأسترات مشتقات للأحماض الكربوكسيلية.

سادسا : أكتب المعادلات الكيميائية التي توضح العمليات التالية :

- (أ) التحلل الحراري لاستر خلات البروبيل.
- (ب) تفاعل فلز الصوديوم مع حمض الخليك.
- (ج) تسخين الجير الصودي مع بنزوات الصوديوم

سابعا : أجب عما يلي :

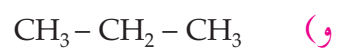
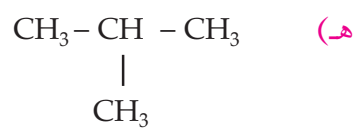
- (أ) مبتدئا بمركب الأسيتالدهيد CH_3CHO وضح بالمعادلات وكتابة الشروط عليها كيف يمكن الحصول على المركبات التالية :

١- حمض الإيثانويك. ٢- غاز الميثان.

- (ب) إذا أعطيت كمية مناسبة من كربيد كالسيوم CaC_2 ، فبين الخطوات التي يمكنك من الحصول على عينة من كل من :

١- بنزين عطري ٢- بوليمر P.V.C .

ثامنا : حدد نوع المشابهة الموجودة بين المركبات التالية :





ارتباط الكيمياء بالمهن

Chemistry on The Jobs

حققت الكيمياء انتصارات مذهلة في قطاع الصناعات ، وأصبحت مكوناً أساسياً من مكونات التقدم لدى مختلف الشعوب، فقد ارتبطت كثيراً بالتقنيات الحديثة، وهي أساس علوم الطب والهندسة والصيدلة والزراعة والبتترول والمعادن وغيرها، وتشكل مجالا ذات أهمية كبيرة في صناعات كثيرة كصناعة الأصباغ والعطور والمنظفات والورق والبلاستيك والمطاط والملابس، بالإضافة إلى الفيتامينات والهرمونات والأغذية والأدوية وغيرها، وقد تضمن كتاب الكيمياء للصف الحادي عشر موضوعات لها علاقة بكثير من الجوانب المهنية أو التخصصات التي يحتاجها سوق العمل خصوصا في بلادنا عُمان، ونضع بين يديك بعض هذه المهن :

١- الهندسة الكيميائية

هي العلم الهندسي ذو القاعدة الأوسع بين علوم الهندسة كلها وأحد فروعها الذي يختص بدراسة التصميم الهندسية المتعلقة بالصناعات الكيميائية المختلفة وتطويرها، وتكون العمليات الأساسية فيها هي التفاعلات الكيميائية وعمليات انتقال المادة و الحرارة و الكتلة، كما تشمل التفاعلات و عمليات الفصل متعددة المراحل..

٢- هندسة البترول (الهندسة النفطية)

هي علم يبحث في كيفية تعقب واستكشاف أماكن وجود النفط وكيفية استخراجِه. وتهتم هندسة البترول في البحث عن أفضل السبل والوسائل الممكنة والحديثة لاستكشاف المنبع البترولي..



٣- الصيدلة



هي علم يبحث في العقاقير وخصائصها وتركيب وصرف الأدوية العلاجية وما يتعلق بها، وتتصل اتصالاً وثيقاً بعلمي النبات والحيوان؛ إذ إن معظم الأدوية ذات أصل نباتي أو حيواني، كما ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعلم الكيمياء؛ لأن الأدوية تحتاج إلى معالجة ودراية بالمعادلات والقوانين الكيميائية.

و يتلخص دور الصيدلي في شئين مهمين هما :

١- تطوير وإخترع كل ما يؤثر في صحة النظام

الحي (الإنسان والحيوان) بالإيجاب للوصول الى معالجة الأمراض والصحة الجيدة.

٢- إصدار التوصيات والتعليمات عن كيفية الاستخدام الأمثل للدواء والنظام العلاجي ككل ، وذلك في صورة اتخاذ القرار مع الطبيب في كيفية علاج المريض بالطريقة المثلى.



رمز الصيدلية

وهذا لا يعني أن هنالك حصراً للمهن التي يمكن أن يشغلها الكيميائي، بل يمكن أن يعمل الكيميائي في مهنٍ أخرى عديدة كالتدريس والمختبرات المدرسية والجامعية وغيرها.



المراجع العربية

- ١- المنسي ، عرسان ارشيد والشريدة ، محمد شريف ، (٢٠٠١م) الكيمياء العضوية ، الطبعة الثانية ، الأردن - عمان : دار وائل للطباعة والنشر .
- ٢- قنديل ، عبد الحكيم طه ، (٢٠٠٦م) أساسيات الكيمياء ، الطبعة الأولى ، مصر - القاهرة : دار الفكر العربي .
- ٣- الكيمياء للصف الحادي عشر من التعليم العام (٢٠٠٥م) ، الطبعة الاولى ، وزارة التربية والتعليم ، سلطنة عمان .
- ٤- الكيمياء للصف الثاني عشر من التعليم العام (٢٠٠٥م) ، الطبعة الثالثة ، وزارة التربية والتعليم ، سلطنة عمان .
- ٥- الكيمياء للمرحلة الثانوية / الفرع العلمي - المستويان الأول والثاني ، (٢٠٠٦م) وزارة التربية والتعليم ، المملكة الأردنية الهاشمية .
- ٦- فيليب جونير وكريستينا أي بيلي ، ترجمة د. صادق عودة و د. حسن طشطوش ، الكيمياء العضوية مفاهيم وتطبيقات ، الأردن -إربد ، دار الأمل .



المراجع الأجنبية

1. Antoney C. Wilbraham & others .(2002) .Chemistry Addison -wesley , Prentice hall.USA:New Jersey.
2. Brady J.& Holum J.(1998) Fundamentals of chemistry (3rd ed.).USA:Wiley.
3. John Suckocki .(2001).Conceptual Chemistry ,understanding our world of atoms and molecules . Addison -Wesley .USA .
4. Clugston M.& Flemming R.(2000). Advanced chemistry . oxford University Press .Neww York .
5. Dr. Frank Jenkins & others .(2002) .Nelson .Chemistry 11.Canada .
6. Davis, Metcalfe, William, Castka.(2006).Modern Chemistry .USA:Holt-Rinehart&Winston.
7. Kotz&Treichel. (1999).Chemistry and chemical reactivity (4th ed).Sanderscollege Puplishing : Canada&USA
8. H.Eugene LeMay,Jr & others.(2002).Chemistry connections to our changing world .USA :Pritice Hall .
9. Wistrom C. & others .(2002). Chemistry ,concepts and applications .USA: Glencoe -McGraw-Hill .
10. Maitland Jones, Jr.(1997). Organic Chemistry Princeton University, London . UK.
11. Hodder and Stoughton, Chemistry Counts, second edition , UK
12. Earl and LDR Wilford,(2003). GCSE Chemistry . second (2nd ed) , UK
13. Peter D Riley (2005). Chemistry , London , UK
14. lawire Ryan ,(2001). Chemistry for you , second edition , Nelson Thornes , UK



المواقع الإلكترونية

1. <http://www.angelfire.com/bc2/OrgChem/1>.
2. <http://chemistry.about.com/od/organicchemistry/OrganicChemistry.htm>
3. http://www.uniregensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Video-e.htm.
4. <http://members.aol.com/profchm/limits.html>
5. <http://genchem.chem.wisc.edu/sstutorial/Text11/Tx116/tx116.html>
6. <http://www.usetute.com.au/ppteeqtn.html>
7. <http://wine.sb.fsu.edu/chm1045/notes/Stoich/Limiting/Stoich07.htm>
8. <http://www.chemistry.nmsu.edu/studntres/chem116/notes/titrations.html>
9. <http://www.usoe.k12.ut.us/curr/science/sciber00/8th/matter/sciber/chemtype.htm>



										Group 18	
										2 He Helium 4.002 602	
			Group 13		Group 14		Group 15		Group 16		Group 17
			5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.0107	7 N Nitrogen 14.0067	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.998 4032	10 Ne Neon 20.1797			
			13 Al Aluminum 26.981 538	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973 761	16 S Sulfur 32.065	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948			
Group 10	Group 11	Group 12									
28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.409	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.921 60	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798			
46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.904 47	54 Xe Xenon 131.293			
78 Pt Platinum 195.078	79 Au Gold 196.966 55	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980 38	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)			
110 Ds Darmstadtium (281)	111 Uuu* Ununium (272)	112 Uub* Ununbium (285)	113 Uut* Ununtrium (284)	114 Uuq* Ununquadium (289)	115 Uup* Ununpentium (288)						
63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925 34	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930 32	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934 21	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967			
95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)			



تم بجهد الله

تم بجهد الله

تم بجهد الله

تم بجهد الله

تم بجهد الله



www.moe.gov.om



عزيزي الطالب: محافظتك على كتابك المدرسي قيمة حضارية

