دولة ليبيا

وزارة التعليم

مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الكيمياء

كتاب الطالب

للسنة الثالثة من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

جميع الحقوق محفوظة: لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب، أوتخزينه،أو تسجيله، أو تصويره بأية وسيلة داخل ليبيا دون موافقة خطية من إدارة المناهج بمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية بليبيا .

1441-1440 هـ
2020-2019 م

التمهيد

يولي الكتاب الدراسي بهذه السلسلة اهتمامًا بالبيئة، وموارد العالم المتناقصة من المواد الخام والوقود الحفري، وبضرورة إعادة تدوير وحفظ المواد، كما يناقش العوامل الاقتصادية والاجتماعية التي تؤثر في صناعة المواد الكيميائية وأهمية تلك المواد في حياتنا اليومية، وقد أدرجت كلما أمكن تلك المعلومات في صورة أشكال توضيحية، وجداول، وأشكال بيانية، وصور فوتوغرافية.

وتوجد في كل وحدة أسئلة قصيرة وبسيطة لتقويم فهم الطالب للمواضيع، وتساعد أنشطة فكر علميًّا في تطبيقٍ مهارات التفكير. ويسمح ركن التفكير بتطبيق مهارات معالجة العلم، والتفكير في المشكلات بتتابع منطقي. وتوجد أيضًا مجموعة كبيرة من أسئلة الاختيار من متعدد، والأسئلة التركيبية ليألف الطالب متطلبات الامتحانات النهائية في الكيمياء.

وتبدأ كل وحدة بقائمة قصيرة تتضمن أهدافًا واضحة، تساعد الطالب في التركيز على أهداف تعليمية معينة. وتعزز التدريبات مراجعة سريعة على التعلم، وتؤكد على تحقق الأهداف التعليمية. وتنتهي كل وحدة بملخص يوضح أهم المفاهيم والمعلومات، وبخريطة مفاهيم أو مخطط بياني يبين العلاقة بينها.

صمم الكتاب الدراسي بعناية لدمج مهارات التفكير، والتربية الوطنية ضمن المحتوى، وتم تمييزهما كلما وردتا بالأيقونتين التاليتين :

لتطبيق مهارات التفكير

لرسائل التربية الوطنية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المحتويات

الوحدة (1)	الجدول الدوري للعناصر	**9**–31
	أهداف التعلم	9
1–1	العائلات الكيميائية : عناصر متشابهة	10
2–1	مجموعات ودورات : أعمدة وصفوف	11
3–1	الفلزات واللافلزات : عبر دورة	16
4–1	مجموعة I: الفلزات القلوية	19
5–1	المجموعة VII: الهالوجينات	21
6–1	المجموعة O أو VIII: الغازات النبيلة أو الخاملة	23
7–1	الفلزات الانتقالية : فلزات نموذجية	24
8–1	تشابه الصيغ الكميائية	26
	ملخص	27
	خريطة مفاهيم	28
	أسئلة مراجعة	29
	ركن التفكير	31
الوحدة (2)	الفلزات	**32**–46
	أهداف التعلم	32
1–2	الفلزات في الجدول الدوري	33
2–2	خواص الفلزات والسبائك	33
3–2	سلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط الكيميائي) للفلزات	36
4–2	استقرارية المركبات الفلزية	38
5–2	قدرة الفلزات على الإزاحة	40
	ملخص	42
	خريطة مفاهيم	43
	أسئلة مراجعة	44
	ركن التفكير	46
الوحدة (3)	استخلاص الفلزات	**47**–62
	أهداف التعلم	47
1–3	حلقة الاتصال بسلسلة الفاعلية الكيميائية	48
2–3	تركيز الخامات	49
3–3	الكربون وسلسلة الفاعلية	50
4–3	استخلاص الحديد : الفرن العالي	50

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

3–5	من الحديد إلى الفولاذ	51
3–6	صدأ الحديد : تفاعل أخسدة	53
3–7	استخلاص الألومنيوم : اختزال إلكتروليتي	55
3–8	استخدامات الألومنيوم	57
	ملخص	58
	خريطة مفاهيم	59
	أسئلة مراجعة	60
	ركن التفكير	62

الوحدة (4)	الألكانات والألكينات	**63**–76
	أهداف التعلم	63
4–1	الألكانات : هيدروكربونات مشبعة	64
4–2	خواص الألكانات	65
4–3	الألكينات : هيدروكربونات غير مشبعة	68
4–4	خواص الألكينات	70
	ملخص	72
	خريطة مفاهيم	73
	أسئلة مراجعة	74
	ركن التفكير	76

الوحدة (5)	النفط والوقود	**77**–87
	أهداف التعلم	77
5–1	النفط : مصدر للهيدروكربونات	78
5–2	تكرير النفط : التقطير التجزيئي	79
5–3	تكسير مقتطفات النفط : من مقتطفات ثقيلة إلى مقتطفات خفيفة	81
	ملخص	83
	خريطة مفاهيم	84
	أسئلة مراجعة	85
	ركن التفكير	87

الوحدة (6)	بعض مشتقات الهيدروكربونات	**88**–114
	أهداف التعلم	88
6–1	الكحولات : المجموعة الوظيفية OH-	89
6–2	الأحماض الكربوكسيلية : المجموعة الوظيفية COOH-	94
6–3	الإسترات : نواتج تفاعل الأحماض مع الكحولات	96
6–4	الفينولات	98
6–5	الأمينات الأولية والأميدات	102
	ملخص	108
	خريطة مفاهيم	110
	أسئلة مراجعة	111
	ركن التفكير	114

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

االوحدة (7)	الجزيئات الضخمة (البوليمرات)	**115**–128
	أهداف التعلم	115
7–1	البلمرة: من جزيئات صغيرة إلى جزيئات ضخمة	116
7–2	البوليمرات الاصطناعية	116
7–3	عالم اللدائن	120
7–4	الجزيئات الضخمة الطبيعية: البروتينات، والدهون، والكربوهيدرات	121
	ملخص	123
	خريطة مفاهيم	125
	أسئلة مراجعة	126
	ركن التفكير	128
	مسرد	**129**
	الإجابات	**137**

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الكتل الذرية النسبية

يبين الجدول التالي الكتل الذرية النسبية ورموز العناصر. الكتل الذرية النسبية مقربة إلى رقم عشري واحد. وقيم الكتل الذرية النسبية للعناصر المشعة غير موضحة.

العنصر	الرمز	A_r	العنصر	الرمز	A_r	العنصر	الرمز	A_r
أكتينيوم	Ac	–	هافنيوم	Hf	178.5	بوتاسيوم	K	39.1
ألومنيوم	Al	27.0	هاهنيوم	Ha	–	براسيوديميوم	Pr	140.9
أمريكيوم	Am	–	هيليوم	He	4.0	بروميثيوم	Pm	–
أنتيمون	Sb	121.8	هوليوم	Ho	164.9	بروتاكتنيوم	Pa	–
أرجون	Ar	39.9	هيدروجين	H	1.0	راديوم	Ra	–
زرنيخ	As	74.9	انديوم	In	114.8	رادون	Rn	–
استاتين	At	–	يود	I	126.9	رينيوم	Re	186.2
باريوم	Ba	137.3	ايريديوم	Ir	192.2	روديوم	Rh	102.9
بركيليوم	Bk	–	حديد	Fe	55.8	روبيديوم	Rb	85.5
بريليوم	Be	9.0	كربتون	Kr	83.8	روثينيوم	Ru	101.1
بزموت	Bi	209.0	كيوتاتونيوم	Ku	–	سماريوم	Sm	150.4
بورون	B	10.8	لانثانوم	La	138.9	سكانديوم	Sc	45.0
بروم	Br	79.9	لورنسيوم	Lr	–	سيلينيوم	Se	79.0
كادميوم	Cd	112.4	رصاص	Pb	207.2	سيليكون	Si	28.1
كالسيوم	Ca	40.1	ليثيوم	Li	6.9	فضة	Ag	107.9
سيزيوم	Cs	132.9	لوتشيوم	Lu	175.0	صوديوم	Na	23.0
كاليفورنيوم	Cf	–	ماغنسيوم	Mg	24.3	استرانشيوم	Sr	87.6
كربون	C	12.0	منجنيز	Mn	54.9	كبريت	S	32.1
سيريوم	Ce	140.1	مندليفيوم	Md	–	تنتالوم	Ta	180.9
كلور	Cl	35.5	زئبق	Hg	200.6	تكنيتيوم	Tc	–
كروم	Cr	52.0	موليبدنيوم	Mo	95.9	تلوريوم	Te	127.6
كوبالت	Co	58.9	نيوديميوم	Nd	144.2	تربيوم	Tb	158.9
نحاس	Cu	63.5	نيون	Ne	20.2	ثاليوم	Tl	204.4
كوريوم	Cm	–	نبتونيوم	Np	–	ثوريوم	Th	232.0
ديسبروسيوم	Dy	162.5	نيكل	Ni	58.7	ثليوم	Tm	169.9
اينشتانيوم	Es	–	نيوبيوم	Nb	92.9	قصدير	Sn	118.7
إربيوم	Er	167.3	نيتروجين	N	14.0	تيتانيوم	Ti	47.9
إيروبيوم	Eu	152.0	نوبليوم	No	–	تنجستن	W	183.9
فرميوم	Fm	–	أوزميوم	Os	190.2	يورانيوم	U	238.0
فلور	F	19.0	أكسجين	O	16.0	فاناديوم	V	50.9
فرانسيوم	Fr	–	بالاديوم	Pd	106.4	زينون	Xe	131.3
جادولينيوم	Gd	157.3	فوسفور	P	31.0	إتربيوم	Yb	173.0
جاليوم	Ga	69.7	بلاتين	Pt	195.1	إتريوم	Y	88.9
جرمانيوم	Ge	72.6	بلوتونيوم	Pu	–	خارصين	Zn	65.4
ذهب	Au	197.0	بولونيوم	Po	–	زركونيوم	Zr	91.2

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

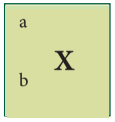
الجدول الدوري للعناصر

المجموعة																	
I	II										III	IV	V	VI	VII	VIII
							1 H هيدروجين 1									4 He هيليوم 2
7 Li ليثيوم 3	9 Be بريليوم 4										11 B بورون 5	12 C كربون 6	14 N نيتروجين 7	16 O أكسجين 8	19 F فلور 9	20 Ne نيون 10
23 Na صوديوم 11	24 Mg ماغنسيوم 12										27 Al ألومنيوم 13	28 Si سيليكون 14	31 P فوسفور 15	32 S كبريت 16	35.5 Cl كلور 17	40 Ar أرجون 18
39 K بوتاسيوم 19	40 Ca كالسيوم 20	45 Sc سكانديوم 21	48 Ti تيتانيوم 22	51 V فاناديوم 23	52 Cr كروم 24	55 Mn منجنيز 25	56 Fe حديد 26	59 Co كوبلت 27	59 Ni نيكل 28	64 Cu نحاس 29	65 Zn خارصين 30	70 Ga جاليوم 31	73 Ge جرمانيوم 32	75 As زرنيخ 33	79 Se سيلينيوم 34	80 Br بروم 35	84 Kr كريبتون 36
85 Rb روبيديوم 37	88 Sr سترانشيوم 38	89 Y إتريوم 39	91 Zr رزكونيوم 40	93 Nb نيوبيوم 41	96 Mo موليدينوم 42	Tc تكنيتيوم 43	101 Ru روثينيوم 44	103 Rh روديوم 45	106 Pd بالاديوم 46	108 Ag فضة 47	112 Cd كادميوم 48	115 In أنديوم 49	119 Sn قصدير 50	122 Sb أنتيمون 51	128 Te تلوريوم 52	127 I يود 53	131 Xe زينون 54
133 Cs سيزيوم 55	137 Ba باريوم 56	139 La لانثانوم 57 *	178 Hf هافنيوم 72	181 Ta تنتاليوم 73	184 W تنجستن 74	186 Re رينيوم 75	190 Os أوزميوم 76	192 Ir إيريديوم 77	195 Pt بلاتين 78	197 Au ذهب 79	201 Hg زئبق 80	204 Tl ثاليوم 81	207 Pb رصاص 82	209 Bi بزموت 83	Po بولونيوم 84	At استاتين 85	Rn رادون 86
Fr فرانسيوم 87	226 Ra راديوم 88	227 Ac أكتينيوم 89 †															

140 Ce سيريوم 58	141 Pr براسيوديميوم 59	144 Nd نيوديميوم 60	Pm بروميثوم 61	150 Sm سماريوم 62	152 Eu إيروبيوم 63	157 Gd جادولينيوم 64	159 Tb تربيوم 65	162 Dy ديسبروسيوم 66	165 Ho هوليوم 67	167 Er إربيوم 68	169 Tm ثليوم 69	173 Yb إتربيوم 70	175 Lu لوتشيوم 71
232 Th ثوريوم 90	Pa بروتاكتينيوم 91	238 U يورانيوم 92	Np نبتونيوم 93	Pu بلوتونيوم 94	Am أمريكيوم 95	Cm كوريوم 96	Bk بركيليوم 97	Cf كاليفورنيوم 98	Es اينشتانيوم 99	Fm فرميوم 100	Md مندليفيوم 101	No نوبليوم 102	Lr لورنسيوم 103

سلسلة اللانثانيدات 58-71*
سلسلة الأكتينيدات 90-103†

المفتاح



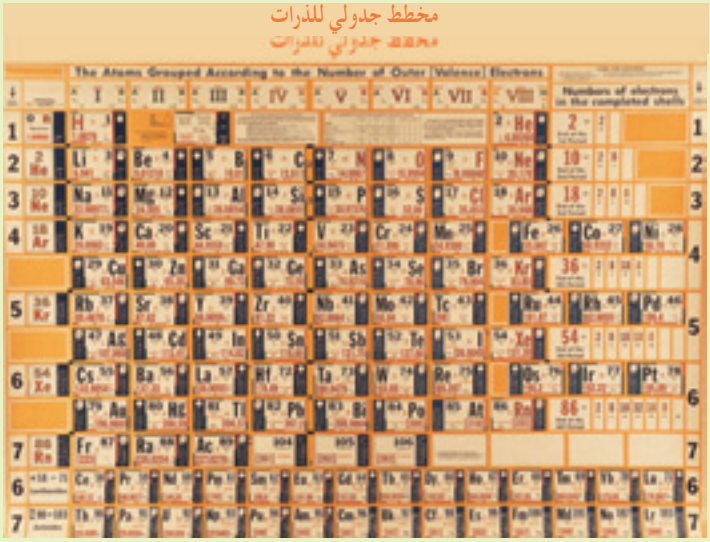
a = الكتلة الذرية النسبية
X = الرمز الذري
b = عدد البروتونات

جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

1

الجدول الدوري للعناصر

The Periodic Table of Elements



تحتوي معظم المعامل الكيميائية على جدول دوري معلق في أحد أركانها.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن:

- ✔ **تصف** الجدول الدوري كعناصر مرتبة وفقًا للزيادة في عددها (الذري) البروتوني.
- ✔ **تصف** العلاقة بين رقم المجموعة (عدد إلكترونات التكافؤ)، ورقم الدورة (عدد الأغلفة الإلكترونية).
- ✔ **تشرح** التشابه بين العناصر في نفس مجموعة الجدول الدوري بدلالة تركيبها الإلكتروني.
- ✔ **تصف** تطور الصفات الفلزية إلى اللافلزية من اليسار إلى اليمين عبر دورة بالجدول الدوري.
- ✔ **تصف** الخواص النموذجية للفلزات القلوية في المجموعة I (Li، Na، K)، والهالوجينات في المجموعة VII (Cl_2، Br_2، I_2).
- ✔ **تستنتج** خواص عناصر المجموعة I و VII والعناصر الانتقالية مستخدمًا الجدول الدوري.
- ✔ **تصف** عناصر المجموعة الصفرية (الغازات النبيلة) كغازات خاملة وحيدة الذرات، ويرجع خمولها لاكتمال غلافها الخارجي.
- ✔ **تقترح** استخدامات الغازات النبيلة نتيجة خمولها.
- ✔ **تشرح** انعدام فاعلية الغازات النبيلة بدلالة تركيبها الإلكتروني.
- ✔ **تصف** عناصر المجموعة المركزية كفلزات انتقالية لها خواص فلزات نموذجية وحالات تأكسد متغيرة، وتُكوِّن مركبات ملونة.

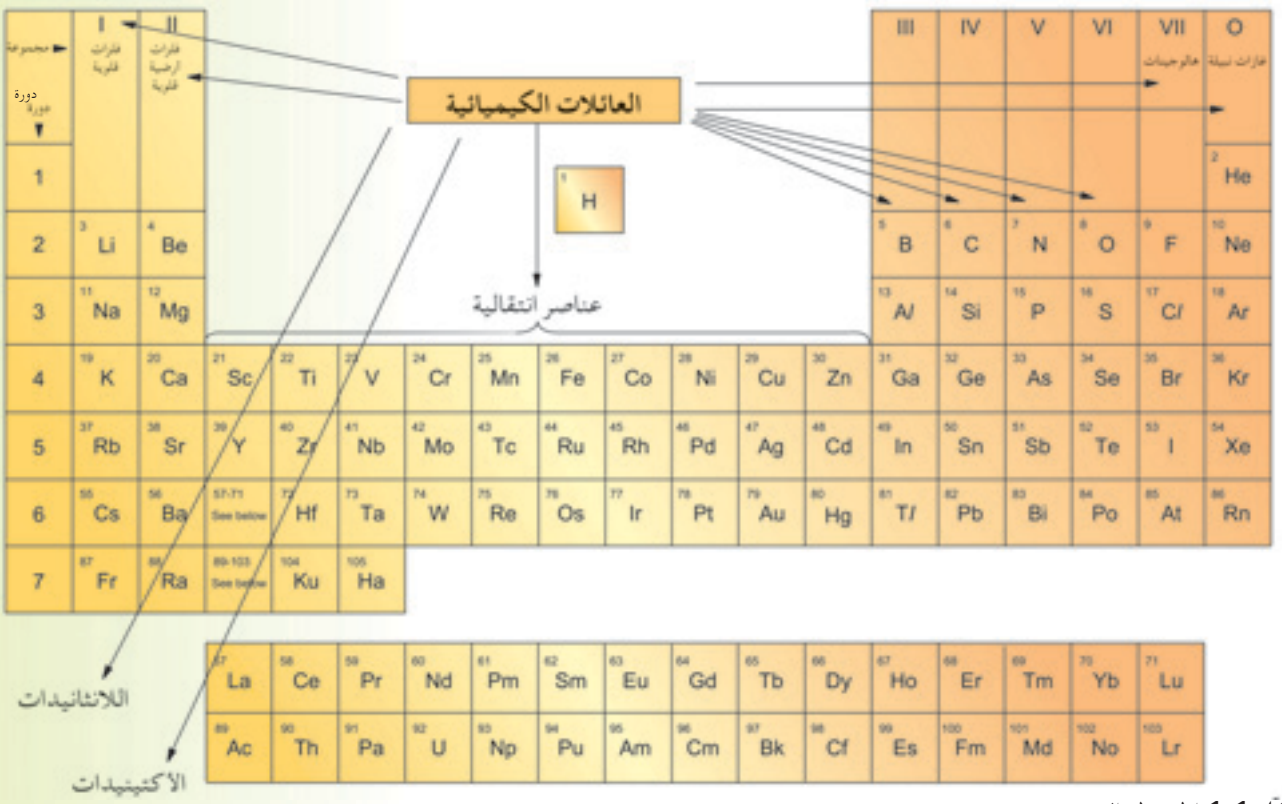
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

1-1 العائلات الكيميائية: عناصر متشابهة
Chemical Families: Similar Elements

الجدول الدوري هو تصنيف للعناصر، ويستخدم للتنبؤ بخواصها. يوجد أكثر قليلًا من 100 عنصر معروف، ولايزال عدد العناصر في ازدياد نظرًا لإنتاج ذرات اصطناعية حديثة داخل المفاعلات النووية. أصبح من الضروري تصنيف العناصر نتيجة عددها الكبير وفقًا لخواصها الفيزيائية والكيميائية. وتشمل الخواص الفيزيائية المظهر، والحالة، والكثافة، واللون، والرائحة، ودرجة الانصهار، ودرجة الغليان ... إلخ. ونقصد بالخواص الكيميائية طريقة تفاعل العنصر مع عناصر أخرى. ويقسم ذلك التصنيف العناصر وفقًا للخواص إلى عائلات كيميائية أو **مجموعات**.

ملـحوظة

ديمتري ماندليف 1834 - 1907 كان أصغر طفل في عائلته. ومن المتفق عليه أنه مؤسس الجدول الدوري.



شكل 1-1 الجدول الدوري

2-1 مجموعات ودورات: أعمدة وصفوف
Groups and Periods: Columns and Rows

الجدول الدوري هو ترتيب للعناصر وفقًا للعدد (الذري) البروتوني المتزايد، والذي هو عدد البروتونات في نواة ذرتها.

تسمى الأعمدة الرأسية للعناصر في الجدول الدوري **مجموعات**.

يتحدد رقم المجموعة بعدد الإلكترونات في الغلاف الخارجي، وتحتوي جميع العناصر داخل أي مجموعة على نفس عدد إلكترونات التكافؤ (الخارجي). ومن ثم تكون الخواص الكيميائية متشابهة جدًّا داخل أي مجموعة من العناصر.

تسمى الصفوف الأفقية للعناصر في الجدول الدوري **دورات**.

يدل رقم الدورة على عدد الأغلفة الإلكترونية. وتكون لجميع العناصر في نفس الدورة نفس عدد الأغلفة، ويمتلئ الغلاف الخارجي تدريجيًّا بالإلكترونات كلما اتجهنا عبر الدورة (من اليسار إلى اليمين). تأمل عناصر الدورة 3 في جدول 1.

دورة 3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
العدد البروتوني (الذري)	11	12	13	14	15	16	17	18
التشكيل الإلكتروني	2، 8، 1	2، 8، 2	2، 8، 3	2، 8، 4	2، 8، 5	2، 8، 6	2، 8، 7	2، 8، 8
الأيون المتكون	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+} ← تساهمي →					
الفاعلية (النشاط)	فعال (نشيط) للغاية	فعال (نشيط)	فعال (نشيط) إلى حد ما	غير فعال (غيرنشيط)	فعال (نشيط) إلى حد ما	فعال (نشيط)	فعال (نشيط) للغاية	خامل
الموصلية	جيدة ←	جيدة فلزات →	جيدة ←	متعادلة	رديئة	رديئة	رديئة	رديئة →
					لافلزات			

جدول 1 عناصر الدورة **3**

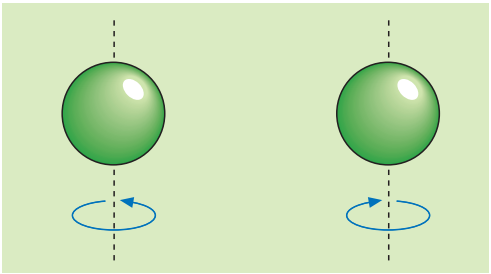
تتدرج صفات العناصر من فلزات إلى لا فلزات كلما اتجهنا عبر الدورة (من اليسار إلى اليمين)، وتتغير أيضًا بناءً عليه خواص العناصر عبر الدورات من فلزية (أيونات موجبة، جيدة التوصيل ... إلخ) إلى لافلزية (أيونات سالبة، رديئة التوصيل ... إلخ).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

التوزيع الألكتروني

الأفلاك : مبدأ باولى للاستبعاد والازدواج المغزلي

يتكون الغلاف الرئيس الأول (n = 1) من مستوى فرعي واحد يرمز له بالرمز 1S .
ويتكون الغلاف الرئيس الثاني (n = 2) من مستويين فرعيين يرمز لهما 2S و 2P
ويتكون الغلاف الرئيس الثالث (n = 3) من ثلاثة مستويات فرعية يرمز لها 3S و 3P و 3d .
وأن المستوى S دائمًا له فلك واحد، والمستوى P له ثلاثة أفلاك، أما المستوى d فله خمسة أفلاك .
يُوجد مبدأ مهم يتعلق بالأفلاك ويؤثر على جميع التوزيعات الإلكترونية . ينص هذا المبدأ على أن أي فلك يستوعب من إلكترون إلى إلكترونين لا غير . والذي اقترح هذا المبدأ هو العالم الفيزيائي السويسري الاسترالي وولفجانج باولي وذلك عام 1921 وسمى المبدأ باسمه مبدأ باولى للاستبعاد .
قد تستغرب عن كيفية استيعاب أي فلك لإلكترونين سالبي الشحنة يفترض أنهما يتنافرا بشدة . وتفسير ذلك عن طريق فكرة الازدواج المغزلي . فبالإضافة إلى الشحنة، نقول إن للإلكترونات خاصية أخرى تعرف بالدوران المغزلي (Spin)، نستطيع تصور الدوران المغزلي على أن الإلكترون يدور حول محوره بمعدل ثابت . وبذلك يمكن أن يتجاور زوج من الإلكترونات في فلك واحد بحيث يدور كل منهما عكس اتجاه دوران الآخر (شكل 1-2) . وهذا من شأنه أن يخفض من أثر التنافر .



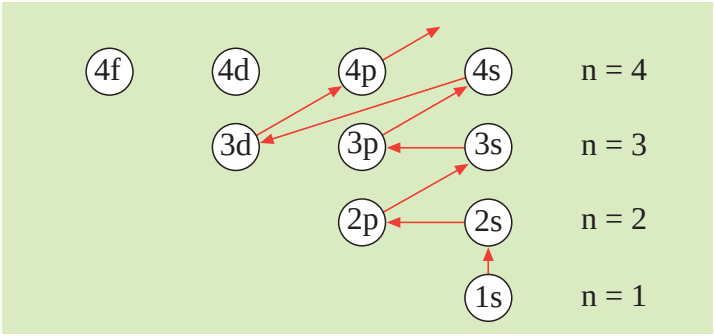
شكل (1 – 2) الدوران المغزلي للإلكترونات

نبين دوران الإلكترون المغزلي في اتجاه دوران عقارب الساعة بسهم متجه من اليمين إلى اليسار وبسهم متجه من اليسار إلى اليمين إذا كان دوران الإلكترون عكس دوران عقارب الساعة .
من خلال كل الأدلة المعروفة، بما في ذلك مبدأ باولى للاستبعاد، قرر العلماء أن الغلاف(n = 1) يتسع لإلكترونين كحد أقصى في فلك S، ويحتوي الغلاف (n = 2) على ثمانية إلكترونات كحد أقصى، اثنان منها في فلك S والستة الباقية في أفلاك P الثلاثة (Px،Py،Pz) إلكترونان لكل فلك . ويحتوي الغلاف (n = 3) ثمانية عشر إلكترونًا (18) كحد أقصى، اثنان في فلك S، وستة في أفلاك P الثلاثة وعشرة في أفلاك d الخمسة، أي بواقع إلكترونين لكل فلك .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ترتيب وملء الأغلفة والأفلاك

يتم ترتيب وملء الأغلفة والأفلاك للعناصر المتتابعة ضمن الجدول الدوري بحسب تتابع طاقاتها النسبية فالتوزيع الإلكتروني لأي ذرة هو ذلك التوزيع الذي يضمن أقل ما يمكن من حالات الطاقة للذرة بمجملها، وهذا يعني الأفلاك ذات الأقل طاقة تملأ أولًا، ويكون تتابع الملء كما يلي : 1S أولًا، ثم 2s، 2p، 3s، 3p، 4s، 3d ..... الخ .



شكل (1 – 3) يبين الترتيب الذي تملأ به الأفلاك حتى الغلاف (n = 4)

كما ترى، فإن الترتيب (كما هو موضح في شكل (1 – 3) السابق) ليس تمامًا كما نتوقع، يتم اتباع الترتيب المتوقع حتى الغلاف الثانوي 3P، لكن بعد ذلك تحدث اختلافات، حيث يملأ 4S قبل 3d . هذا الاختلاف وغيره فيما بعد نتج بواسطة التأثيرات المعقدة المتزايدة للتجاذبات النووية وتنافرات الإلكترونات على كل إلكترون .

التوزيعات الإلكترونية :
تمثيل التوزيعات الإلكترونية

أكثر الطرق شيوعًا في تمثيل التوزيعات الإلكترونية للذرات مبينة فيما يلي :

عدد الإلكترونات ← $1S^1$ → عدد الكم الأساسي
↓
الفلك

مثلاً، لذرة الهيدروجين إلكترون واحد في فلك S ضمن غلاف ذي عدد الكم الأساسي (n = 1) . وللهيليوم إلكترونان، كلاهما في فلك 1S ويمثلان كما يلي $1S^2$.

يبين الجدول (2) التوزيعات الإلكترونية للعناصر الثمانية عشر الأولى (من H إلى Ar) .

بالنسبة لمجموعة العناصر بداية من 19 (بوتاسيوم) إلى 36 (كريبتون) يفضل تمثيل جزء من التوزيع الإلكتروني على شكل لب من غاز نبيل . ففي الحالة السابقة يكون اللب عبارة عن التوزيع الإلكتروني لغاز الأرجون، عليه نلجأ أحيانًا إلى كتابة التوزيع الإلكتروني $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ بشكل مختصر كما يلي [Ar] بدلًا من إعادة كتابته كاملاً في كل مرة . يبين الجدول (3) بعض الأمثلة .

يجب ملاحظة النقاط التالية :

- عندما يمتلئ الفلك 4S، فإن مكان الإلكترون التالي هو فلك 3d (انظر السكانديوم) . وبذلك يبدأ نظامًا ثابتًا لملء 3d، حيث يصل بنا إلى الزنك .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

وتسمى العناصر التي تضاف الإلكترونات فيها إلى الغلاف الثانوي d مجموعة عناصر d وتدعى أيضًا (**العناصر الانتقالية**).

- هناك اختلاف في نمط ملء أغلفة d الثانوية للعنصرين (كروم) $_{24}Cr$ و (النحاس) $_{29}Cu$ فلهذين العنصرين إلكترون واحد فقط في الغلاف 4S. للكروم خمسة إلكترونات بدلًا من الأربعة المتوقعة في أفلاك d، وللنحاس عشرة إلكترونات بدلاً من تسعة. وهذا ناتج عن العلاقات المعقدة للانجذابات والتنافرات داخل ذراتهما.

1	H	$1s^1$
2	He	$1s^2$
3	Li	$1s^2\ 2s^1$
4	Be	$1s^2\ 2s^2$
5	B	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
6	C	$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
7	N	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
8	O	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
9	F	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
10	Ne	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
11	Na	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
12	Mg	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$
13	Al	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$
14	Si	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$
15	P	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$
16	S	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$
17	Cl	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$
18	Ar	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

جدول (2) التوزيع الإلكتروني للعناصر الثمانية عشر الأولى في الجدول الدوري

19	Potssium (k)	[Ar] $4s^1$
20	Calcium (Ca)	[Ar] $4s^2$
21	Scandium (Sc)	[Ar] $4s^2\ 3d^1$
24	Chromium (Cr)	[Ar] $4s^1\ 3d^5$
25	Manganese (Mn)	[Ar] $4s^2\ 3d^5$
29	Copper (Cu)	[Ar] $4s^1\ 3d^{10}$
30	Zinc (Zn)	[Ar] $4s^2\ 3d^{10}$
31	Gallium (Ga)	[Ar] $4s^2\ 3d^{10}\ 4p^1$
35	Bromine (Br)	[Ar] $4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$
36	Krypton (Kr)	[Ar] $4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$

جدول (3) التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر بين 19 و36
حيث [Ar] يمثل التوزيع الإلكتروني للأرجون (اللب)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملء الأفلاك :

تبدأ الإلكترونات في شغل الأفلاك فرادى، كلما كان ذلك ممكنًا. وهذا بسبب تنافر شحناتها. وتبقى الإلكترونات غير مزدوجة (فرادى) حتى يصبح بكل فلك من الأفلاك ذات الطاقات المتساوية إلكترون واحد، وبزيادة عدد الإلكترونات عن واحد لكل فلك، تبدأ عملية المزاوجة عن طريق الازدواج المغزلي. وهذا معناه أنه إذا كان هناك ثلاثة إلكترونات لملء غلاف ثانوي P. فإنها تتوزع واحدًا واحدًا على الأفلاك الثلاثة Px،Py،Pz. وليس اثنان في Px وواحد في Py كما قد يبدو.

وإذا كان هناك أربعة إلكترونات، يزدوج اثنان في أحد الأفلاك الثلاثة، ويبقى إلكترون واحد في كل من الفلكين الآخرين. وعلى نفس المنوال تتوزع خمسة إلكترونات فرادى على أفلاك الغلاف الثانوي d.

كمثال نبين فيما يلي كيفية شغل الأفلاك في ذرات الكربون والنيتروجين والأكسجين.

الكربون (6 إلكترونات) $1s^2\ 2s^2\ 2p^1_x\ 2p^1_y\ 2p^0_z$

النيتروجين (7 إلكترونات) $1s^2\ 2s^2\ 2p^1_x\ 2p^1_y\ 2p^1_z$

الأكسجين (8 إلكترونات) $1s^2\ 2s^2\ 2p^2_x\ 2p^1_y\ 2p^1_z$

[عادة ما تكتب التوزيعات الإلكترونية بأقل تفصيلًا من هذا كما في الجدول (3)].

التوزيع الإلكتروني للأيونات :

يعرف عدد إلكترونات أي أيون من العدد الذري للعنصر وشحنة الأيون. يبين الجدول(4) بعض الأمثلة لاحظ أن للأيونين Na^+ و F^- نفس التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل Ne (نيون) ولهذا تأثيرات على تكوين المركب (فلوريد الصوديوم)وطريقة الربط فيه.

	ذرة صوديوم	أيون صوديوم	ذرة فلور	أيون فلوريد
الرمز	Na	Na^+	F	F^-
العدد الذري	11	11	9	9
عدد الإلكترونات	11	10	9	10
التوزيع الإلكتروني	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

جدول (4)

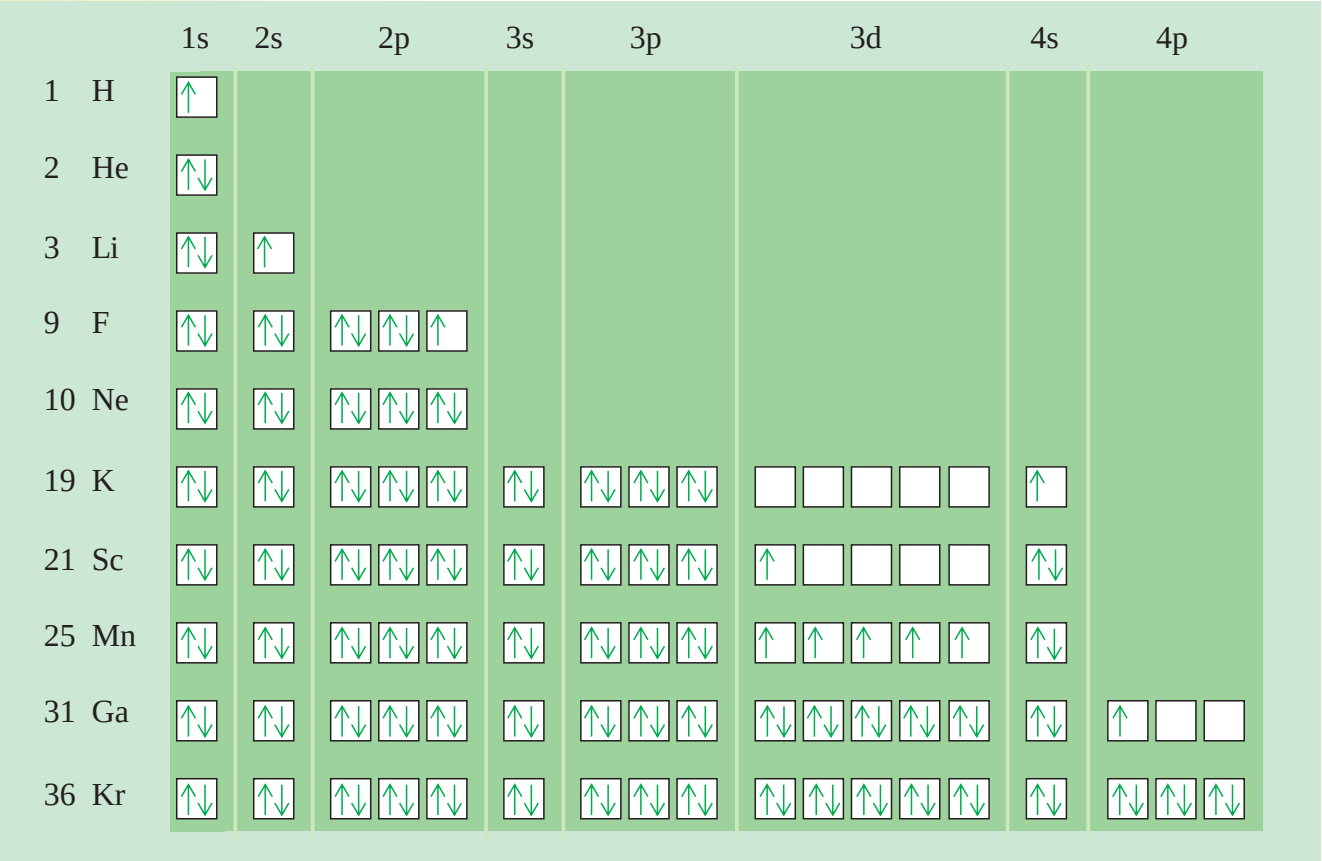
التوزيعات الإلكترونية في مربعات (صناديق)

هذه طريقة عملية أخرى لتمثيل التوزيع الإلكتروني. حيث نرسم الإلكترونات

على شكل أسهم ونبين دورانها المغزلي فالسهم المتجه إلى أعلى ↑ يمثل

دوران مغزلي مع اتجاه حركة عقارب الساعة ، والسهم المتجه إلى أسفل ↓ يمثل دوران عكس حركة عقارب الساعة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا



شكل (1 - 4) التوزيعات الإلكترونية لبعض العناصر بطريقة المربعات (الصناديق)

تمرين 1-1

ارسم التوزيعات الإلكترونية بطريقة المربعات للبورون والأرجون والأكسجين والنيكل والبروم.

3-1 الفلزات واللافلزات: عبر دورة
Metals and Non-Metals: Across a Period

يمكن تقسيم الفلزات واللافلزات في الجدول الدوري **بخط متدرج** (انظر شكل 1–5 في الصفحة التالية) . جميع العناصر **تحت الخط** المتدرج فلزات، وتكون اللافلزات فوقه. أما العناصر القريبة من الخط المتدرج كالسيليكون، أو الجيرمانيوم فإنها تظهر بعضًا من الصفات الفلزية وبعضًا من الصفات اللافلزية. ولذلك تسمى **أشباه فلزات**.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اللافلزات

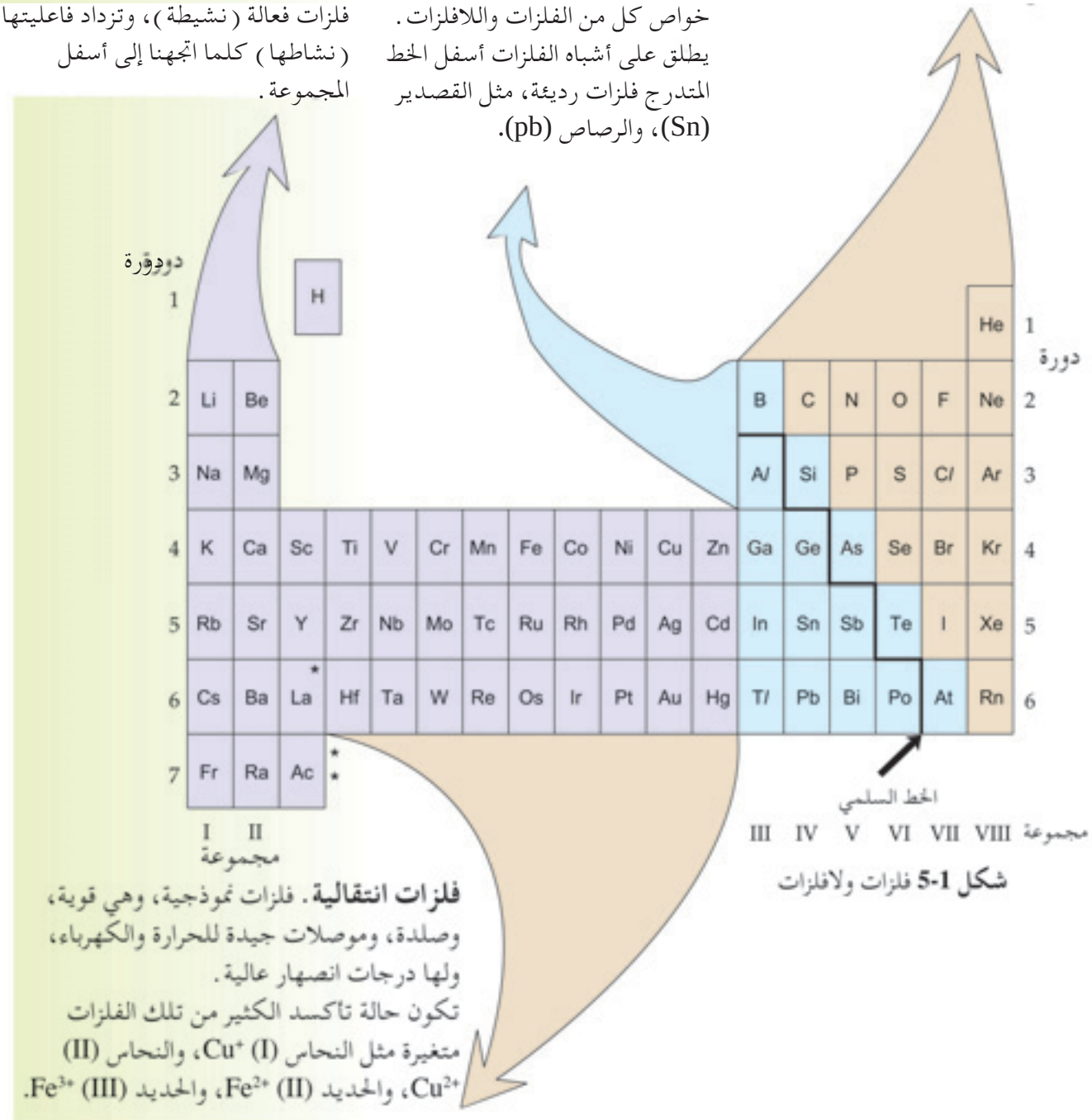
عادة غازات [عدا $Br(\ell)$، $P(s)$، $S(s)$، $C(s)$، $B(s)$، $Se(s)$] التي يكون لها درجات انصهار منخفضة. وهي موصلات رديئة للحرارة والكهرباء (عدا الجرافيت)، وتكون بصفة رئيسية مركبات تساهمية.

أشباه الفلزات

عناصر قريبة من الخط المتدرج، ولها خواص كل من الفلزات واللافلزات. يطلق على أشباه الفلزات أسفل الخط المتدرج فلزات رديئة، مثل القصدير (Sn)، والرصاص (pb).

فلزات المجموعة I & II

تسمى فلزات قلوية (مجموعة I)، وأرضية قلوية (مجموعة II). وهي فلزات فعالة (نشيطة)، وتزداد فاعليتها (نشاطها) كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة.



شكل 1-5 فلزات ولافلزات

لا تكون الفلزات الانتقالية فعالة (نشيطة) جدًّا، ولكن تكوِّن عادة مركبات ذات ألوان مميزة. ويمكن استخدام ذلك في الكشف عن هوية أيونات الفلز الانتقالي. فتكون على سبيل المثال مركبات النحاس (II) زرقاء، ومركبات الحديد (II) خضراء، ومركبات الحديد (III) صفراء وخضراء، ومركبات البرمنجنات (VII) بنفسجية، ومركبات ثاني كرومات (VI) برتقالية. وتستخدم الفلزات الانتقالية ومركباتها كعوامل حفازة لتسريع التفاعلات الصناعية مثل فلز الحديد في طريقة هابر (تصنيع الأمونيا)، وفلز النيكل في تصنيع السمن النباتي من الزيوت النباتية، والبلاتين أو خامس أكسيد الفاناديوم في طريقة التلامس (لتصنيع حمض الكبريتيك).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

مراجعة سريعة

المجموعة	عمود رأسي للعناصر في الجدول الدوري
الدورة	صف أفقي للعناصر في الجدول الدوري
رقم المجموعة	يشير إلى عدد الإلكترونات في الغلاف الخارجي للذرة
رقم الدورة	يشير إلى عدد الأغلفة الإلكترونية في الذرة

اختبر فهمك 1

(1) هل تستطيع التمييز بين مجموعة ودورة عناصر؟

(2) في أي جانب من الجدول الدوري توجد الغازات؟

(3) في أي جانب من الجدول الدوري توجد اللافلزات؟

(4) في أي موقع من الجدول الدوري توجد العوازل؟

(5) في أي موضع بالجدول الدوري تجد الفلز الأكثر فاعلية؟

الخواص الفيزيائية لبعض عناصر الجدول الدوري

العناصر الطرفية		العنصر ورمزه	الحالة	درجة الانصهار (°س)	درجة الغليان (°س)	الكثافة (جم سم$^{-3}$)
الليثيوم: الفلز الأخف، كثافة Li: 0.53 جم سم$^{-3}$	الفلزات	ألومنيوم Al	s	660	2 470	2.7
الأوزميوم: الفلز الأثقل، كثافة Os: 22.48 جم سم$^{-3}$		نحاس Cu	s	1 083	2 595	8.9
الزئبق: أقل درجة انصهار: -38.9°س		ذهب Au	s	1 063	2 970	19.3
تنجستين: أعلى درجة انصهار: +3410°س		حديد Fe	s	1 535	3 000	7.9
		رصاص Pb	s	327	1 744	11.3
		ماغنسيوم Mg	s	650	1 110	1.7
		زئبق Hg	l	39-	357	13.6
		نيكل Ni	s	1 453	2 730	8.9
		فضة Ag	s	961	2 210	10.5
		قصدير Sn	s	232	2 270	7.3
		خارصين Zn	s	420	907	7.1
الهيدروجين: أخف غاز، يزن 0.08988 جم لكل لتر	اللافلزات	بروم Br	l	7-	59	3.1
الرادون: أثقل غاز، يزن 111.5 ضعف وزن الهيدروجين		كربون C	s	3 730	4 830	2.3
الهيليوم: أقل درجة غليان: -268.9°س		كلور Cl	g	101-	35-	0.3
الكلور: أعلى درجة غليان: -34.1°س		هيدروجين H	g	259-	252-	0.009
		يود I	s	184	184	4.9
		نيتروجين N	g	210-	196-	0.1
		أكسجين O	g	218-	183-	0.1
		فوسفور P	s	44	280	1.8
		سيليكون Si	s	1 410	2 360	2.3
		كبريت S	s	113	444	2.0

جدول 5 الخواص الفيزيائية لبعض عناصر الجدول الدوري

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يلخص جدول 6 الفروق بين الفلزات واللافلزات.
يلاحظ من جدول 6، وجود استثناءات مع معظم العبارات عن الفلزات واللافلزات، ولا يوجد مع ذلك استثناء للعبارة التالية.

تكوِّن **الفلزات** دائمًا **أيونات موجبة**، وتكوِّن **اللافلزات** دائمًا **أيونات سالبة**.

الفلزات	اللافلزات
• عادة صلبة عند درجة حرارة الغرفة (عدا Hg)	• عادة غازات [عدا I (s)، P(s)، S(s)، Si(s)، Br(ℓ)، B(s)، C(s)]
• لها درجات انصهار وغليان عالية (عدا المجموعة I)	• لها درجات انصهار وغليان منخفضة (عدا B و C و Si)
• موصلات جيدة للحرارة والكهرباء	• موصلات رديئة للحرارة والكهرباء (عدا الكربون / الجرافيت)
• عادة لامعة، وقابلة للسحب، والطرق، ولها قوة شد عالية	• عادة باهتة ولينة، لا يمكن سحبها إلى أسلاك أو فردها شرائح مستوية
• معظم مركباتها أيونية	• أغلب مركباتها تساهمية
• أكاسيدها عادة قاعدية أو أمفوتيرية	• أكاسيدها عادة متعادلة أو حمضية
• عادة تُكوِّن غاز هيدروجين مع الأحماض المخففة	• لا تُكوِّن غاز هيدروجين إطلاقًا مع الأحماض
• تُكوِّن دائمًا أيونات موجبة (كاتيونات)	• تُكوِّن دائمًا أيونات سالبة (أنيونات)

جدول 6 الفروق بين الفلزات واللافلزات

4–1 مجموعة I: الفلزات القلوية
Group I: The Alkali Metals

توجد هذه العناصر في العمود أقصى يسار الجدول الدوري، وهي جميعًا عناصر فعالة (نشطة) جدًّا. تختلف مع ذلك عن معظم الفلزات في كون درجات انصهارها منخفضة، وكونها لينة، والشائع منها يطفو على الماء (انظر جدول 6). تجدها مع ذلك تلمع عند قطعها، كما أنها موصلات جيدة جدًّا للحرارة والكهرباء مثلها مثل الفلزات الأخرى. وتعتبر تلك الفلزات فَعّالَة (نشطة) للغاية من الناحية الكيميائية، وتزداد فاعليتها (نشاطها) كلما اتجهنا أسفل المجموعة. السيزيوم هو أكثر الفلزات فاعلية (نشاطًا). ويرجع ذلك إلى زيادة حجم الذرات كلما اتجهنا أسفل المجموعة. فيكون من الأسهل لإلكترون التكافؤ الوحيد الخارجي الهروب لتكوين أيون لأن قوة جذب النواة تكون أضعف وأبعد.
وتكوِّن جميع الفلزات القلوية أيونات M^+ (Cs^+، Rb^+، K^+، Na^+، Li^+).

الاسم	الرمز	المظهر	درجة الانصهار (°س)	الكثافة (جم سم$^{-3}$)
ليثيوم	Li	رصاصي فاتح	181	0.54
صوديوم	Na	رصاصي خفيف فاتح	98	0.97
بوتاسيوم	K	أزرق فاتح / رصاصي	63	0.86
روبيديوم	Rb	أبيض فضي	39	1.53
سيزيوم	Cs	أبيض فضي	29	1.90

جدول 7 فلزات قلوية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

تتفاعل الفلزات القلوية بشدة مع الهواء أو الأكسجين، فتشتعل، وتحترق بألوان لهب مميزة، لتكوّن أكاسيد بيضاء. ولتجنب ذلك، تحفظ تلك الفلزات تحت الزيت.

أكسيد بوتاسيوم — أكسجين — بوتاسيوم

$$4K\,(s) + O_2\,(g) \rightarrow 2K_2O\,(s)$$

تتفاعل أيضًا بشدة مع الماء، مكونة الهيدروكسيد القلوي، ويتصاعد غاز الهيدروجين.

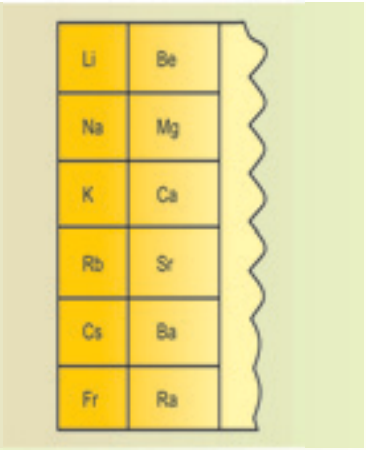
هيدروجين — هيدروكسيد صوديوم — ماء — صوديوم

$$2Na\,(s) + 2H_2O\,(\ell) \rightarrow 2NaOH\,(aq) + H_2\,(g)$$

وأخيرًا، لكون الفلزات القلوية فلزات فعالة (نشيطة) جدًّا، فإنها تتحد مباشرة مع اللافلزات الفعالة (النشيطة) كالهالوجينات. ينتج على سبيل المثال دخان أبيض من ملح الطعام (كلوريد صوديوم) عند احتراق الصوديوم في الكلور.

كلوريد صوديوم — كلور — صوديوم

$$2Na\,(s) + Cl_2\,(g) \rightarrow 2NaCl\,(s)$$



شكل 1-6 عناصر المجموعة I توجد في أقصى يسار الجدول الدوري.

فلز قلوي	لون اللهب
ليثيوم	أحمر
صوديوم	أصفر
بوتاسيوم	أرجواني
روبيديوم	–

جدول 8 ألوان لهب بعض الفلزات القلوية

القلوي	التفاعل مع الهواء (الأكسجين)	التفاعل مع الماء	التفاعل مع الكلور
الليثيوم	يحترق بلهب أحمر لينتج أكسيد الليثيوم وهو جسم صلب أبيض. $4Li\,(s) + O_2(g) \rightarrow 2Li_2O\,(s)$	يطفو على الماء، ويتفاعل بسرعة لينتج هيدروكسيد الليثيوم وغاز الهيدروجين. $2Li\,(s) + 2H_2O\,(\ell) \rightarrow 2LiOH\,(aq) + H_2(g)$	يحترق بلهب مضيء ليتكون صلب أبيض من كلوريد الليثيوم. $2Li\,(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2LiCl\,(s)$
الصوديوم	يحترق بلهب أصفر ناصع لينتج أكسيد الصوديوم الأبيض. $4Na\,(s) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2O\,(s)$	يطفو على الماء، ويتفاعل بسرعة جدًّا لينتج هيدروكسيد الصوديوم وغاز الهيدروجين. $2Na\,(s) + 2H_2O\,(\ell) \rightarrow 2NaOH\,(aq) + H_2(g)$	يحترق بلهب مضيء ليتكون صلب أبيض من كلوريد الصوديوم. $2Na\,(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$
البوتاسيوم	يحترق بشدة بلهب أرجواني لينتج أكسيد بوتاسيوم أبيض. $4K\,(s) + O_2(g) \rightarrow 2K_2O\,(s)$	يطفو على الماء، ويتفاعل بشدة (بفرقعة) لينتج هيدروكسيد بوتاسيوم وغاز هيدروجين $2K\,(s) + 2H_2O\,(\ell) \rightarrow 2KOH\,(aq) + H_2\,(g)$	يحترق بشدة في الكلور بلهب مضيء ليتكون صلب أبيض من كلوريد البوتاسيوم. $2K\,(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2KCl\,(s)$

جدول 9 ملخص لتفاعلات الفلزات القلوية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

5-1 المجموعة VII : الهالوجينات

Group VII:
The Halogens

هي لافلزات فعالة (نشيطة)، تقل فاعليتها (نشاطها) كلما اتجهنا أسفل المجموعة، ومرتبة وفقًا للحجم الذري، الذي يزداد أسفل المجموعة . لذلك يكون من الصعب على النواة جذب إلكترون لتكوين أيون . وتُكوِّن جميع الهالوجينات أيونات ذات شحنات سالبة أحادية (F^-، Cl^-، Br^- و I^-)، وتوجد كجزيئات ثنائية الذرات (F_2، Cl_2، Br_2، I_2). وعلى الرغم من اختلاف خواصها الفيزيائية كما هو مبين في جدول 10، تكون خواصها الكيميائية متشابهة جدًّا لأن لكل منها سبعة إلكترونات تكافؤ في غلافها الخارجي .

الاسم	الجزيء	المظهر	درجة الانصهار (°س)	درجة الغليان (°س)	الحالة (عند درجة حرارة وضغط الغرفة)
فلور	F_2	أصفر باهت	220-	188-	غاز
كلور	Cl_2	أخضر مصفر	101-	35-	غاز
بروم	Br_2	بني – أحمر	7-	59+	سائل
يود	I_2	أسود لامع	114+	184 +	صلب

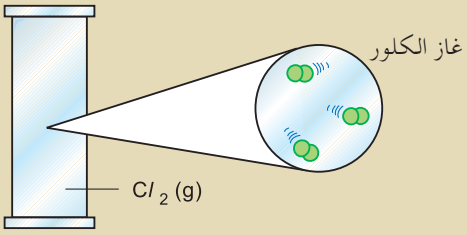
جدول 10 عائلة الهالوجينات

		He
O	F	Ne
S	Cl	Ar
Se	Br	Kr
Te	I	Xe
Po	At	Rn

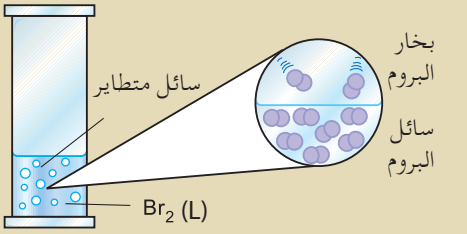
شكل 7-1 توجد عناصر المجموعة VII في الجانب الأيمن من الجدول الدوري

الحالات الفيزيائية لعناصر المجموعة VII

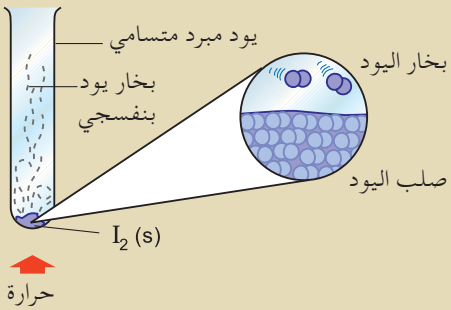
الكلور: غاز أخضر مصفر يوجد كجزيئات ثنائية الذرات . تكون تلك الجزيئات متباعدة عن بعضها، وتتحرك بسرعة عالية .



البروم: سائل بني محمر شديد التطاير، لأن له درجة غليان منخفضة (59 °س)، ويتحول بسهولة إلى بخار .



اليود: عنصر صلب رمادي / أسود . تكون جزيئات اليود ثنائية الذرات متراصة بجوار بعضها في ترتيب منتظم . يتسامى اليود بالتسخين الهادئ، لأنه يتحول مباشرة إلى بخار بنفسجي دون المرور بالحالة السائلة . ويتكثف البخار على الأجزاء الباردة من أنبوبة الاختبار، ويتحول إلى جسم صلب لامع مرة أخرى .



ملحوظة

كل أسماء الهالوجينات مشتقة من اللغة الإغريقية باستثناء واحد فقط .

الاسم	الأصل	المعنى
هالوجين	هال (إغريقي)	صانع
	جين (إغريقي)	ملح
فلور	فلور (فرنسي)	ينساب
كلور	كلوروز (إغريقي)	أخضر مصفر
بروم	بروموز (إغريقي)	رائحة كريهة
يود	يودوز (إغريقي)	بنفسجي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

تقل فاعلية (نشاط) الهالوجينات كلما اتجهنا أسفل المجموعة VII. الهالوجين الأكثر فاعلية (نشاطًا) هو الفلور، والأقل فاعلية (نشاطًا) هو اليود .

ويعني ذلك أن أي هالوجين يعلو آخر في المجموعة، سيزيحه من محلول ملحه . تسمى مثل تلك التفاعلات **تفاعلات إزاحة** .

مثال : يُرى لون البروم البني المحمر عند دفع غاز كلور كفقاقيع خلال محلول عديم اللون من بروميد بوتاسيوم .

غاز كلور + بروميد بوتاسيوم ⟶ كلوريد بوتاسيوم + بروم

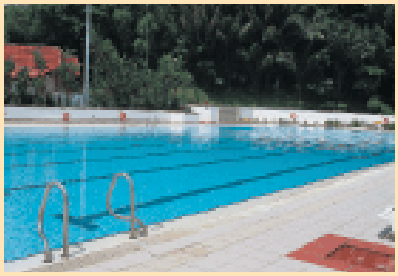
$$Cl_2\,(g) + 2KBr\,(aq) \longrightarrow 2KCl\,(aq) + Br_2\,(\ell)$$

بنفس الطريقة، إذا دفع غاز الكلور كفقاقيع خلال محلول عديم اللون من يوديد البوتاسيوم، يتحول إلى اللون البني، ويتكون في النهاية راسب أسود من اليود .

غاز كلور + يوديد بوتاسيوم ⟶ كلوريد بوتاسيوم + يود

$$Cl_2\,(g) + 2KI\,(aq) \longrightarrow 2KCl\,(aq) + I_2\,(s)$$

فكر علميًّا



ما الهالوجين الذي يضاف بكميات قليلة لقتل البكتريا الضارة في الماء؟

تجربة 1-1
فاعلية الهالوجينات

Experiment 1-1
The Reactivity of the Halogens

1- كوِّن محلولًا مائيًّا من كلوريد البوتاسيوم (هاليد) .
2- صب المحلول الرائق من أي هاليد غير ذائب في أنبوبة اختبار .
3- أضف ماء البروم (هالوجين) ببطء مستخدمًا قطارة كما بالشكل في الصفحة التالية .
4- سجل أي تغير في اللون، ولاحظ ما إذا كانت إضافة كمية قليلة من 1،1،1-ثلاثي كلورو إيثان تقتم أي لون .
5- اغسل أنبوبة الاختبار وكرر الإجراء مع كلوريد البوتاسيوم المائي ومحلول اليود .
6- كرر الإجراء الكامل مستخدمًا هاليدات مائية مختلفة مع الهالوجينات المختلفة لإكمال الجدول المبين (معطيًا ست نتائج في الإجمالي) .

الهالوجين / الهاليد	ماء كلور	ماء بروم	محلول يود
كلوريد بوتاسيوم			
بروميد بوتاسيوم			
يوديد بوتاسيوم			

حاول هذا !

(أ) ما الاسم العام للتفاعلات التي أجريتها؟
(ب) من نتائجك، اكتب قائمة توضح الهالوجينات مرتبة حسب فاعليتها (نشاطها) مبتدءًا بالأكثر فاعلية (نشاطًا) .
(جـ) اكتب معادلات كيميائية متوازنة لبيان التفاعل الكيميائي الذي حدث .

فكر علميًّا

استنتج هوية العناصر من (أ إلى د) من الخواص الأربع لكل مما يلي .

(أ) (1) عنصر موجود في الدورة 3.
(2) غاز مخضر أكثر كثافة من الهواء .
(3) يزيح اليود من يوديد الصوديوم .
(4) يستخدم في حمامات السباحة لقتل الجراثيم .

ملحوظة

الموائع المستخدمة في محو الكتابة تحتوي عادة على ثلاثي كلورو إيثان $(C_2H_3Cl_3)$ وهو شديد التطاير (يتحول بسهولة إلى بخار) . يتبخر هذا السائل عند تعرضه للهواء، تاركًا المادة الصلبة البيضاء المعروفة .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

(ب) (1) عنصر يحترق في الهواء بلهب أصفر.
(2) فلز لين، يقطع بسهولة بالسكين.
(3) يحترق في الكلور مكونًا دخانًا أبيض.
(4) ذرة لها ثلاثة أغلفة إلكترونية.

(جـ) (1) عنصر غير فعال، وهو غاز عديم اللون.
(2) تحتوي ذرته على نفس عدد البروتونات، والنيوترونات، والإلكترونات.
(3) يستخدم في المناطيد.
(4) له غلاف خارجي مكتمل.

(د) (1) فلز انتقالي مفيد وردي اللون.
(2) يُكوِّن مركبات ذات تكافؤ متغير.
(3) موصل جيد للحرارة.
(4) يُكوِّن أيونًا أزرق اللون.

اختبر فهمك 2

(1) ما الفلز القلوي الأقل فاعلية؟
(2) ما الهالوجين الأكثر فاعلية؟
(3) ما لون لهب احتراق الصوديوم؟
(4) كيف تحقق ذرات الفلز القلوي الثبات؟
(5) كيف تحقق ذرات الهالوجين الثبات؟
(6) أي هالوجين يكون سائلًا عند درجة حرارة وضغط الغرفة؟

6-1 المجموعة الصفرية أو VIII: الغازات النبيلة أو الخاملة
Group O or VIII: The Noble or Inert Gases

تعتبر هذه العائلة من الغازات أحادية الذرات (وحيدة الذرة) غير فعالة (غير نشيطة) تمامًا. ونقول إنها **خاملة** كيميائيًا، ويرجع خمولها إلى اكتمال غلافها الخارجي. لا تميل إلى الاتحاد مع عناصر أخرى سواء تساهميًا أو أيونيًا؛ ولذا فهي خاملة كيميائيًا. توجد تلك الغازات كذرات أحادية غير متحدة، وتسمى بالغازات **أحادية الذرات**.

لم يعرف حتى عام 1962 أي مركب لتلك الغازات، ولكن تصنع الآن مركبات معينة مثل رابع فلوريد الزينون، وتسمى لهذا السبب **بالنبيلة** بدلًا من الخاملة.

وتعتمد تقريبًا جميع استخدامات تلك الغازات النبيلة على الخمول الكيميائي للغاز.

ويتضح من جدول 11، وجود زيادة في درجة غليان الغاز كلما اتجهنا أسفل المجموعة. يرجع ذلك إلى الزيادة في الكتلة الذرية النسبية، والجذب المتزايد بين الذرات.

الاسم	الرمز	درجة الغليان (°س)	الاستخدامات
هيليوم	He	269-	في المناطيد، وبالونات الطقس
نيون	Ne	246-	في أضواء الإعلانات
أرجون	Ar	185-	كغاز خامل في مصابيح الإضاءة، واللحام، وصنع الفولاذ
كريبتون	Kr	153-	غاز في الأجهزة الإلكترونية والليزر
زينون	Xe	109-	مسدسات الضوء الإلكتروني
رادون	Rn	62-	غاز مشع طبيعي

جدول 11 الغازات النبيلة

اختبر فهمك 3

(1) مستخدمًا البيانات التالية، ارسم شكلًا بيانيًا يوضح تغير درجات غليان الغازات النبيلة (المحور ص) مع الكتلة الذرية النسبية (المحور س).

الغاز الخامل	A_r	درجة الغليان
هيليوم	4	269-
نيون	20	246-
أرجون	40	185-
كريبتون	84	153-
زينون	131	109-
رادون	222	62-

(2) ماذا يبين الشكل البياني؟
(3) هل يمكنك تفسير ذلك؟

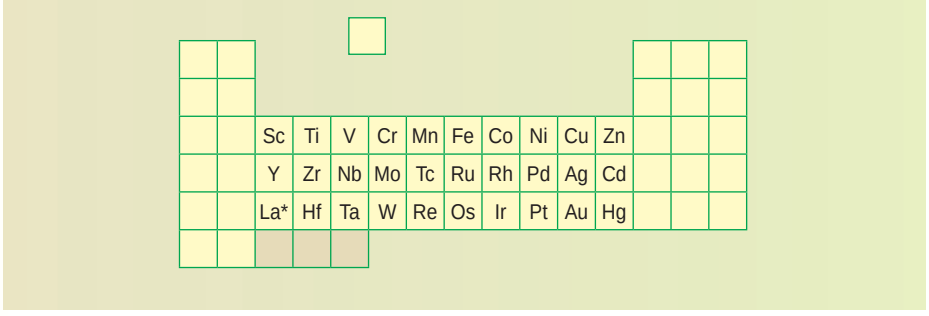
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

7-1 الفلزات الانتقالية: فلزات نموذجية
Transition Metals: Typical Metals

توجد هذه المجموعة من العناصر الفلزية بين المجموعة II والمجموعة III في الجدول الدوري.

العنصر	درجة الانصهار (°س)	درجة الغليان (°س)	الكثافة (جم/سم^3)	الأيونات الشائعة
الكروم	1 890	2 482	7.2	$Cr_2O_7^{2-}$ ثاني كرومات (VI)
المنجنيز	1 240	2 100	7.2	MnO_4^- برمنجانات (VII)
الحديد	1 535	3 000	7.9	Fe^{2+} حديد (II)
				Fe^{3+} حديد (III)
النيكل	1 453	2 730	8.9	Ni^{2+} نيكل (II)
النحاس	1 083	2595	8.9	Cu^+ نحاس (I)
				Cu^{2+} نحاس (II)

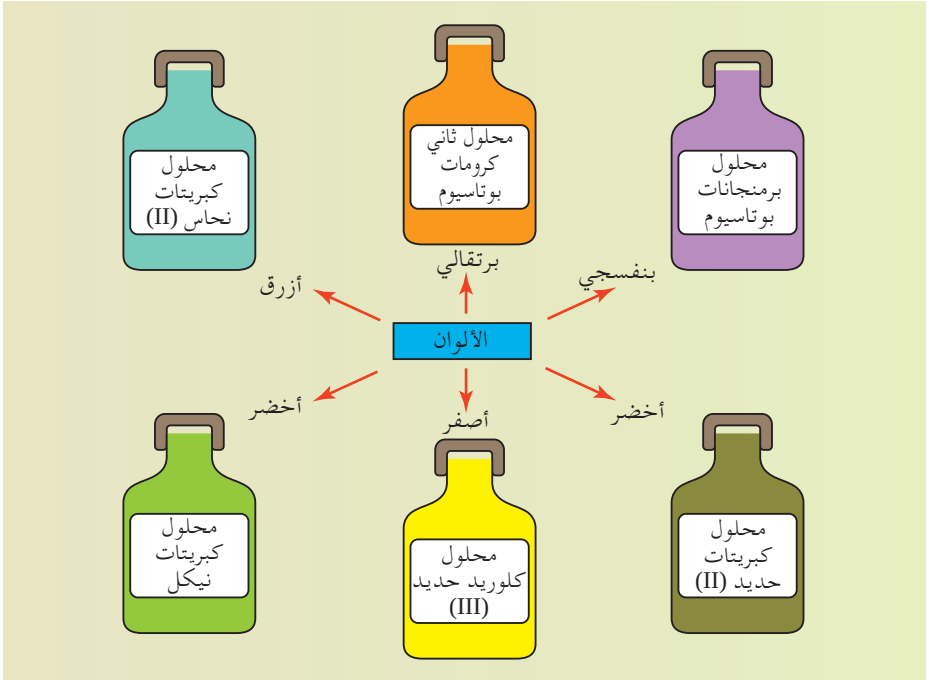
جدول 12 الفلزات الانتقالية الشائعة



شكل 1-8 العناصر الانتقالية

ملحوظة

متسابقو الدراجات في الألعاب الأوليمبية يملؤون الإطارات بغاز الهيليوم بدلًا من الهواء. هل يمكنك تفسير ذلك؟



شكل 1-9 لون بعض مركبات الفلزات الانتقالية الشائعة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الخواص المشتركة للفلزات الانتقالية هي :

- تُكَوِّن عادة **مركبات ملونة**. تكون على سبيل المثال مركبات النحاس (II) زرقاء، ويكون الحديدوز أخضر، والحديديك أصفر .... إلخ.
- قد يكون للفلز الانتقالي **حالة تأكسد متغيرة**، مما يعني أنه يمكنه تكوين أكثر من أيون واحد. مثل الحديد (II) Fe^{2+}، والحديد (III) Fe^{3+}، والنحاس (I) Cu^{+}، والنحاس (II) Cu^{2+}.
- لها **درجات انصهار، ودرجات غليان، وكثافات عالية**. فالأوزميوم أحد العناصر الانتقالية، كثافته 22.5 جم سم$^{-3}$ وهي ضعف كثافة الرصاص. والتنجستين فلز انتقالي آخر، درجة انصهاره 3410°س.
- يمكن أن يكون للفلزات الانتقالية أو مركباتها **خواصَّ حفزية**، ويتضح ذلك في بعض العمليات الصناعية :

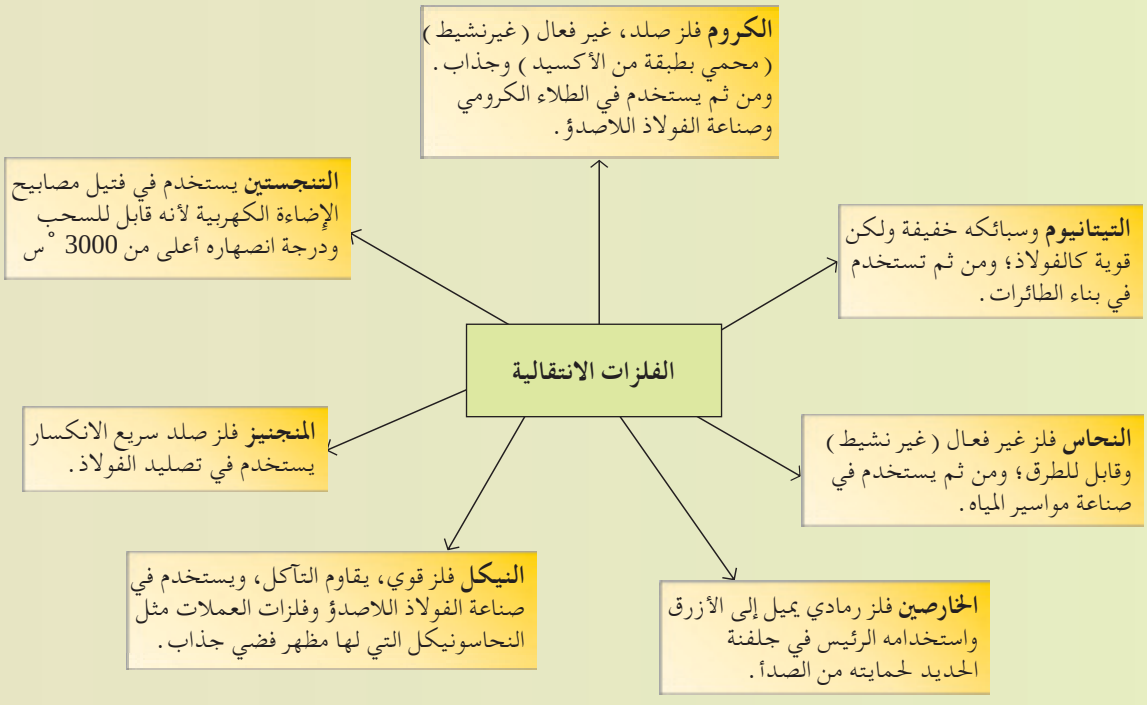
– طريقة التلامس : تستخدم خامس أكسيد الفاناديوم للمساعدة في التحويل إلى ثالث أكسيد الكبريت .

– طريقة هابر : تستخدم حفاز حديد مع معززات أكسيد حديد لتكوين غاز الأمونيا .

– تصنيع السمن النباتي : تستخدم حفاز النيكل في هدرجة الألكين

اختبر فهمك 4

(1) أي مجموعة تسمى الغازات الخاملة؟ اذكر ثلاثًا منها.
(2) كم عدد الإلكترونات في الغلاف الخارجي لذرات تلك الغازات؟
(3) ما الفلزات التي كثيرًا ما تكوِّن مركبات ملونة؟
(4) ما الشحنة الموجودة على الأيون الفلزي للمجموعة II؟
(5) ما الشحنة الموجودة على الأيون اللافلزي في المجموعة VI؟
(6) ما الفلزات التي كثيرًا ما تستخدم كعوامل حفازة؟



شكل 1-10 استخدام الفلزات الانتقالية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

فكر علميًّا

يبين الجدول التالي الألوان المختلفة للزجاج الذي يمكن صناعته بإضافة أكاسيد فلزية انتقالية مختلفة.

الأكاسيد	اللون
CoO	أزرق
CuO	أزرق قاتم
NiO	بني
Fe_2O_3	أصفر
MnO_2	وردي

- اذكر أسماء تلك الأكاسيد وحالة التأكسد الصحيحة للفلز الانتقالي.
- كيف يمكنك صنع زجاج أخضر؟

ملحوظة

الألوان المختلفة للشعر تكون نتيجة وجود مركبات فلزات انتقالية. يحتوي الشعر الأحمر على مركبات الموليبدنيوم، والشعر الأشقر على مركبات التيتانيوم، والشعر البني على خليط من مركبات الكوبلت، والنحاس، والحديد.

8-1 تشابه الصيغ الكيميائية
The Similarity of Chemical Formulae

يتحدد ذلك بالمجموعة التي ينتمي إليها العنصر. تأمل المجموعة I، يحتوي كل عنصر فيها على إلكترون واحد في غلافه الخارجي، لذلك يكوِّن أيونات بشحنة موجبة أحادية. وبناءً عليه تكون قوة اتحاد أو تكافؤ كل عنصر بالمجموعة متطابقة. وبنفس الطريقة، يكون لكل عنصر داخل نفس المجموعة نفس عدد الإلكترونات في غلافه الخارجي. ومن ثم تكون الشحنة على أيونه أو عدد الإلكترونات التي يشارك بها عند تكوين المركبات دائمًا متساوية. يبين جدول 13 كيفية تساوي الصيغ الكيميائية لمركبات مجموعة معينة في نسبة الذرات نتيجة قدرة الاتحاد أو التكافؤ المتساوية.

المجموعة		الأكسيد	الهيدروكسيد	النترات	الكبريتات	الكربونات	الكلوريد
1	Na	Na_2O	NaOH	$NaNO_3$	Na_2SO_4	Na_2CO_3	NaCl
	K	K_2O	KOH	KNO_3	K_2SO_4	K_2CO_3	KCl
2	Mg	MgO	$Mg(OH)_2$	$Mg(NO_3)_2$	$MgSO_4$	$MgCO_3$	$MgCl_2$
	Ca	CaO	$Ca(OH)_2$	$Ca(NO_3)_2$	$CaSO_4$	$CaCO_3$	$CaCl_2$
3	B	B_2O_3	$B(OH)_3$	$B(NO_3)_3$	$B_2(SO_4)_3$	$B_2(CO_3)_3$	BCl_3
	Al	Al_2O_3	$Al(OH)_3$	$Al(NO_3)_3$	$Al_2(SO_4)_3$	$Al_2(CO_3)_3$	$AlCl_3$

جدول 13 تشابه الصيغ الكيميائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها.

- تكون العناصر بالجدول الدوري مرتبة وفقًا للعدد البروتوني (الذري) المتزايد .
- تسمى الأعمدة الرأسية للعناصر في الجدول الدوري **مجموعات**، ويتحدد رقم المجموعة بعدد إلكترونات تكافؤ العناصر.
- تسمى الصفوف الأفقية للعناصر في الجدول الدوري **دورات**، ويتحدد رقم الدورة بعدد الأغلفة الإلكترونية للعناصر.
- يوجد تحول من الخاصية الفلزية (مجموعة I، II، III) إلى الخاصية اللافلزية (مجموعات IV، V، VI، VII) كلما اتجهنا عبر الدورة (من اليسار إلى اليمين) .
- يرجع التشابه بين العناصر في نفس مجموعة الجدول الدوري إلى تركيبها الإلكتروني المتشابه. ونتيجة لذلك، يكون للعناصر داخل المجموعة نفس الشحنة الأيونية، وتُكوِّن مركبات لها صيغ كيميائية متشابهة.
- عناصر المجموعة I فلزات قلوية كالليثيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، وهي فلزات ذات كثافات منخفضة، ولينة نسبيًا، وتقل درجة انصهارها كلما اتجهنا أسفل المجموعة. وهي فلزات فعالة (نشيطة) جدًّا تتفاعل مع الهواء والماء البارد. وتزداد الفاعلية (النشاط) باتجاه أسفل المجموعة.
- عناصر المجموعة VII هالوجينات مثل الكلور، والبروم، واليود، وهي لافلزات ثنائية الذرات، وتزداد ألوانها قتامة باتجاه أسفل المجموعة. تزداد أيضًا درجات الانصهار والغليان كلما اتجهنا أسفل المجموعة، وتتغير من غاز (كلور) إلى سائل (بروم) وصلب (يود). تقل الفاعلية (النشاط) باتجاه أسفل المجموعة، ويستطيع كل عنصر إزاحة أيونات هاليد آخر أدنى منه في المجموعة من محلوله.
- عناصر المجموعة الصفرية (غازات نبيلة)، وهي غازات أحادية الذرات غير فعالة، ممتلئة الأغلفة الخارجية (لذلك فهي غير فعالة). يمكن استخدامها لتوفير جو خامل كالأرجون والنيون في المصابيح الضوئية، والهيليوم في المناطيد، والأرجون في صناعة الفولاذ.
- الفلزات الانتقالية (الحديد، النحاس ... إلخ) فلزات نموذجية لأنها قوية، وصلدة، وموصلات جيدة للحرارة والكهرباء، ولها درجات انصهار عالية. وتكون في كثير من الأحيان لها حالة تأكسد متغيرة (Fe^{2+}، Fe^{3+}، Cu^{+}، Cu^{2+})، وتكوِّن مركبات ملونة.
- يتسع كل فلك لإلكترونين كحد أقصى، عليه فإن الاغلفة الثانوية S، P، d، F تستوعب 2 و 6 و 10 و 14 إلكتروناً على التوالي، حيث يزدوج كل إلكترونين في الفلك الواحد مغزلياً.
- تبقى الإلكترونات فرادى (غير مزدوجة) ضمن الأفلاك ذات الطاقات المتساوية، وذلك إلى أن يزداد عددها بما يؤدي إلى ازدواجها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

خريطة مفاهيم

الجدول الدوري: تصنيف للعناصر بترتيب العدد البروتوني (الذري) المتزايد .

مجموعة: عمود رأسي من العناصر في الجدول الدوري بنفس عدد إلكترونات التكافؤ .

دورة: صف أفقي من العناصر في الجدول الدوري مع رقم الدورة الدال على عدد الأغلفة الإلكترونية .

دورية: تتحول خواص العناصر عبر الدورات من فلزية (أيونات موجبة، موصلات جيدة .... إلخ) إلى لافلزية (أيونات سالبة، غير موصلة .... إلخ) .

الصيغ الكيميائية: بما أن قوة الاتحاد أو التكافؤ للعناصر في مجموعة معينة هي نفسها، فإن الصيغ الكيميائية للمركبات من مجموعة معينة يكون لها نفس النسبة من الذرات مثل K_2O، Na_2O ..... إلخ .

غازات نبيلة: عائلة من غازات خاملة أحادية الذرات (He، Ne، Ar، Kr، Xe) توجد في المجموعة VIII بالجدول الدوري . هي خاملة لاكتمال أغلفتها الخارجية .

فلزات

فلزات قلوية: فلزات فعالة (نشيطة) (Li، Na، K) توجد في المجموعة I بالجدول الدوري . تُكوِّن أيونات ذات شحنة موجبة أحادية (Li^+، Na^+، K^+).

الفلزات الأرضية القلوية: فلزات فعالة (نشيطة) توجد في المجموعة II. تزداد فاعلية (نشاط) الفلزات أسفل المجموعة .

الفلزات الانتقالية: فلزات نموذجية، ذات حالة تأكسد متغيرة . تُكوِّن مركبات ذات ألوان مميزة . هذه الفلزات أيضًا مركباتها لها خواص حفزية .

أشباه فلزات

أشباه الفلزات: عناصر لها خواص فلزية وأخرى لا فلزية في مظهرها وتفاعلاتها .

لافلزات

الهالوجينات: لافلزات فعالة (نشيطة) توجد في المجموعة VII بالجدول الدوري . تُكوِّن أيونات ذات شحنة سالبة أحادية (Cl^-، F^-، I^-، Br^-). تقل فاعلية (نشاط) الهالوجينات أسفل المجموعة .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

أسئلة الاختيار من متعدد

1- أي العبارات التالية عن الفلزات ليس لها استثناء؟
(أ) الفلزات أجسام صلبة.
(ب) تُكوِّن الفلزات أيونات موجبة.
(جـ) تُكوِّن الفلزات أكاسيد قلوية.
(د) الفلزات لها درجات انصهار عالية.

2- أي العبارات التالية **صحيحة** عن الهالوجينات؟
(أ) البروم غاز بني محمر عند درجة حرارة الغرفة.
(ب) الفلور أقل فاعلية (نشاطًا) من الكلور.
(جـ) الكلور غاز عديم اللون.
(د) تُكوِّن جزيئات ثنائية الذرات.

3- عناصر المجموعة I بالجدول الدوري:
(أ) تسمى فلزات أرضية قلوية.
(ب) فلزات نموذجية.
(جـ) لها نفس العدد البروتوني.
(د) لها نفس الخواص الكيميائية.

4- من الأعداد البروتونية التالية، ما العنصرين الأقل فاعلية (نشاطًا) 2، 8، 12، 18؟
(أ) 2 و 8 (ب) 2 و 18
(جـ) 8 و 12 (د) 8 و 18

5- الفلزات الانتقالية كثيرًا ما يكون لها حالات تأكسد متغيرة، وتُكوِّن مركبات ملونة. أي الفلزات الانتقالية التالية يستثنى من ذلك؟
(أ) كروم (ب) خارصين
(جـ) حديد (د) نحاس

6- X، Y، Z ثلاثة عناصر في نفس الدورة بالجدول الدوري: X لافلز، Y فلز، Z فلز انتقالي. ما الترتيب الصحيح لتلك العناصر بالجدول الدوري، منتقلًا عبر الدورة من اليسار لليمين؟
(أ) XYZ (ب) XZY
(جـ) ZYX (د) YZX

7- أي أزواج العناصر التالية يتفاعل معاً بأقصى درجة ؟
(أ) الليثيوم والكلور. (ب) الصوديوم والبروم.
(جـ) الكالسيوم والأكسجين. (د) البوتاسيوم والفلور.

8- ينتمي الروبيديوم (Rb) إلى نفس عائلة الصوديوم والبوتاسيوم. أي مما يلي **ليس** صحيحًاعن الروبيديوم
(أ) يحفظ تحت سطح الزيت.
(ب) يحترق في الكلور مكونًا كلوريد صلب $RbCl$
(جـ) فلز خفيف.
(د) يحترق في الهواء ويكون أكسيد حمضي Rb_2O.

9- أي مما يلي **لا** يوضح الاستخدام الصحيح للغاز النبيل المعطى؟
(أ) هيليوم – مناطيد الهواء.
(ب) كريبتون – الصمامات الإلكترونية.
(جـ) الرادون – اللحام.
(د) النيون – أضواء الإعلانات.

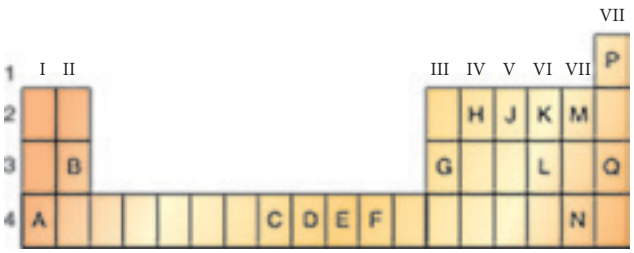
10- إسترانشيوم (Sr) عنصر في المجموعة II بالجدول الدوري مع الماغنسيوم والكالسيوم. أي مما يلي صيغة **غير صحيحة**؟
(أ) $SrNO_3$ (ب) SrO
(جـ) $SrCO_3$ (د) $SrCl_2$

11-يستوعب الفلك الواحد :
(أ) من إلكترون إلى إلكترونين.
(ب) من ثلاثة إلى أربعة .
(جـ)من إلكترون إلى ثلاثة .
(د) إلكتروناً واحداً.

12–عندما يمتلئ المستوى 3p فإن الإلكترون المضاف يشغل :
(أ) المستوى الفرعي 3d.
(ب) المستوى الفرعي 4s .
(جـ) المستوى الفرعي 4p .
(د) يبقى بين المستويات .

أسئلة تركيبية

13-



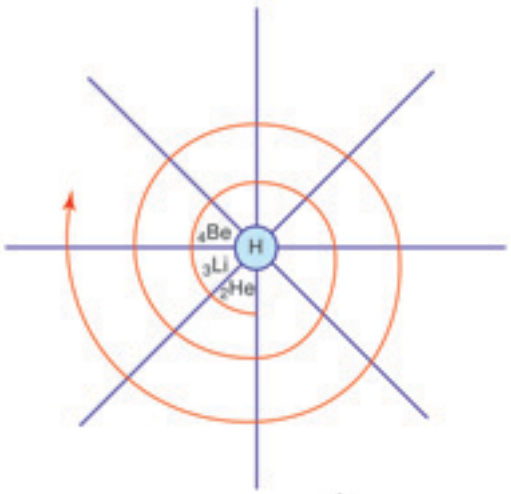
يبين هذا الشكل الجزء العلوي من الجدول الدوري، وأرقام المجموعات، والدورات. الحروف المبينة ليست رموزًا كيميائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

أجب عن الأسئلة في الصفحة التالية مستخدمًا هذه الحروف فقط للإشارة إلى العنصر:

(أ) أي أعضاء المجموعة من عائلة الهالوجين؟
(ب) ما حروف العناصر اللافلزية؟
(جـ) ما الفلز الأكثر فاعلية؟
(د) ما اللافلز الأكثر فاعلية؟
(هـ) ما رقم مجموعة الفلزات القلوية؟
(و) كم عدد الفلزات الانتقالية الموضحة؟
(ز) ما العنصر الذي يحتوي على أكبر عدد من البروتونات؟
(ح) كم عدد الغازات الخاملة الموضحة وما هي؟
(ط) ما العنصر الضروري للحياة؟
(ى) ما العنصر الذي له أصغر ذرة؟
(ك) ما العناصر المغناطيسية؟
(ل) ما العنصر المحتوي على إلكترونين في غلافه الخارجي؟

14- فيما يلي شكل حلزوني للجدول الدوري.



(أ) انقل الشكل السابق للجدول الدوري، واكتب الرموز والأعداد الذرية لأول عشرين عنصرًا.
(ب) أي "الأجزاء" تكون:
1- فلزات قلوية؛
2- هالوجينات؛
3- غازات نبيلة؟
(جـ) ما مميزات الشكل الحلزوني هذا مقارنة بالجدول الدوري التقليدي إن وجدت؟

15- تخيل أن عنصرًا جديدًا تم عزله، له كثافة منخفضة، وصلب، ولكن ليّنًا، ويسهل تقطيعه بسكين، وهو فعال (نشيط) للغاية مع كل من الهواء والماء، وموصل جيد للحرارة والكهرباء، وله درجة انصهار منخفضة.

(أ) في أي مجموعة بالجدول الدوري تضع هذا العنصر؟
(ب) كم عدد الإلكترونات في الغلاف الخارجي لذرته؟
(جـ) كيف تحفظه؟
(د) إذا كان رمزه Da، ماذا تعتقد أن يكون رمز أيونه؟
(هـ) اكتب الصيغة الكيميائية لكبريتاته، ونتراته، وكربوناته، وكلوريده، وهيدروكسيده.
(و) اكتب معادلة كيميائية متوازنة لتفاعله مع الأكسجين (الهواء).
(ز) اكتب معادلة كيميائية متوازنة لتفاعله مع الماء.
(ح) اذكر ثلاثة عناصر أخرى لها خواص مشابهة لهذا العنصر.

16- أكمل جدول الصيغ الكيميائية المبين أدناه. تم كتابة المجموعة التي ينتمي إليها العنصر لمساعدتك.

الاسم	المجموعة	الأكسيد	الهيدروكسيد	النترات	الكبريتات
الليثيوم	I	Li_2O		$Ba(NO_3)_2$	$Ga_2(SO_4)_3$
الباريوم	II				
الجاليوم	III				
الجيرمانيوم	IV		$Ge(OH)_4$		

17- (أ) بين أي مجموعتي عناصر توجد العناصر الانتقالية؟
(ب) اذكر أربع خواص مميزة للفلزات الانتقالية مع إعطاء أمثلة لكل خاصية.
(جـ) الكروم عنصر انتقالي مفيد، وتأتي مع ذلك معظم خاماته من روسيا وجنوب أفريقيا. ما التأثير الناتج إذا توقفت مصر عن استيراد الكروم؟

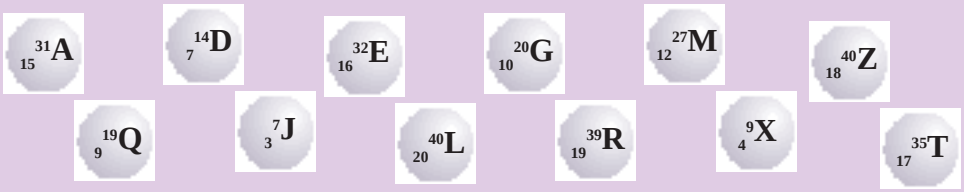
18- ما التوزيع الإلكتروني للذرات والايونات الآتية:
Li^+ ، K^+، Ca^{2+} ، N^{3-} ، O^{2-} ، Cl ،Cl^-

19- ينتج فلوريد الهيدروجين حمض الهيدروفلوريك في الماء. وهو حمض اكال، ولأنه يتفاعل مع الزجاج فإنه يحفظ في أوعية من النيكل. وذلك لأن الحمض يتفاعل مع النيكل مكوناً غشاءً مانعاً من فلوريد النيكل (II).
ما التوزيع الإلكتروني لذرة النيكل؟
توقع التوزيع الإلكتروني لايون النيكل (II).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المهارة : التنبؤ

يتحدد موضع أي عنصر بالجدول الدوري تبعًا لرقم مجموعته ورقم دورته. فيما يلي اثنى عشر عنصرًا A، D، E، G، J، L، M، Q، R، T، X، Z (ليست رموزًا كيميائية) موضحًا عليها أعدادها الذرية والكتلية.



تنبأ بموضع العنصر واكتب حرفه في الجزء التالي من الجدول الدوري.

الدورة	المجموعة							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	O
2								
3								
4								

المهارة : الاستدلال

استخدم المعلومات في الجدول التالي للاستدلال على هوية العناصر التالية. يمكنك استخدام الحرف مرة واحدة، أو أكثر، أو لا تستخدمه مطلقًا.

العنصر	صيغة الأكسيد	كثافة العنصر عند درجة حرارة وضغط الغرفة (جم / سم^3)	حجم 1 مول من ذرات عند درجة حرارة وضغط الغرفة (سم^3)
A	A_2O	0.86	43.35
D	D_2O، DO	8.92	7.12
E	E_2O	0.53	13.20
G	عدم تكون	0.000 16	24.000
J	J_2O_3	2.7	10
L	L_2O، L_2O_2	0.000 08	12.000

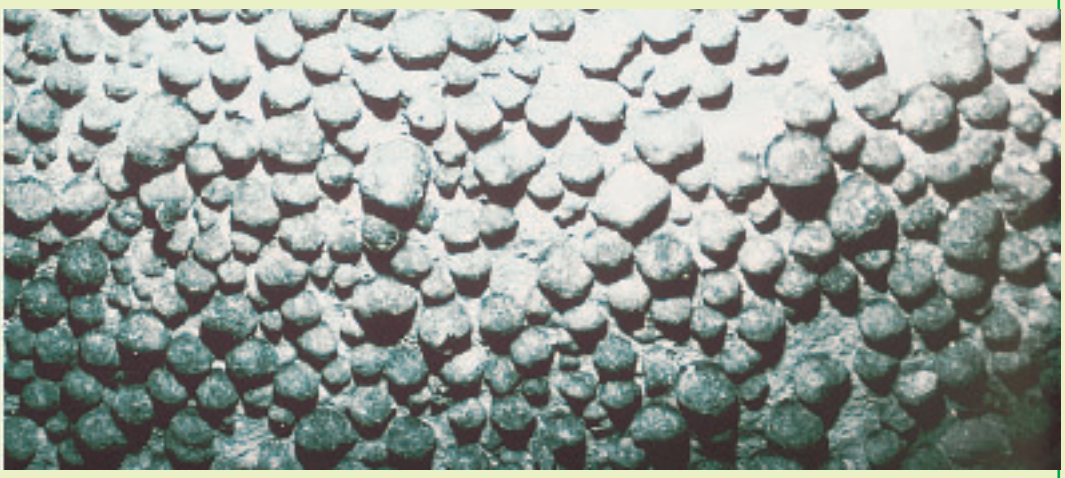
- أي العناصر فلز انتقالي؟ فسر اختيارك.
- أي العناصر غاز نبيل؟ فسر اختيارك.
- أي العناصر هيدروجين؟ فسر اختيارك.
- أي عنصرين يتواجدان في نفس المجموعة؟ فسر اختيارك.
- إذا كانت كثافة العنصر = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$، حدد هوية العنصر J بحساب كتلة 1 مول من ذراته.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

الوحدة

2

الفلزات Metals



تتضاءل المصادر التقليدية للموارد غير المتجددة كخامات فلزات معينة بمعدل مفزع، ونتيجة لذلك يبحث العلماء عن مصادر أخرى. أحد تلك المصادر هو عُقيدات المنجنيز بقاع المحيط حيث يحتوي هذا الخام بصفة رئيسة على المنجنيز، والحديد، وكذلك آثار من الكوبلت، والنحاس، والنيكل. قد توفر هذه العُقيدات مصدرًا قيمًا لتلك الفلزات في المستقبل.

أهداف التعلم

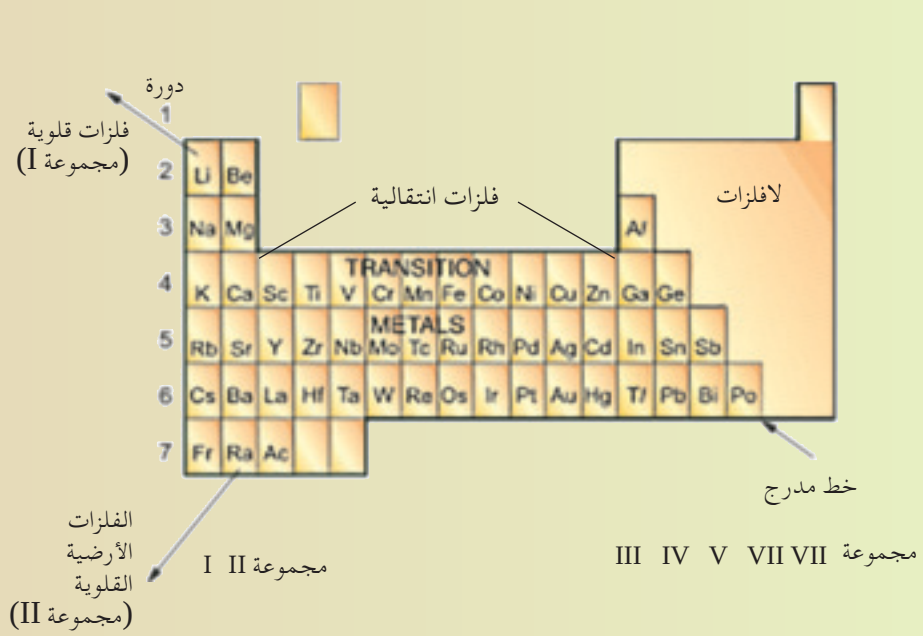
بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن:

- **تصف** الخواص الفيزيائية العامة للفلزات.
- **تشرح** خواص الفلزات من حيث تركيبها.
- **تصف** السبائك كمخلوط من فلز مع عنصر آخر مثل: الفولاذ الذي لا يصدأ، والنحاس الأصفر ... إلخ.
- **تعين** أمثلة للفلزات والسبائك من مخططات التركيبات.
- **تشرح** سبب اختلاف الخواص الفيزيائية للسبائك عن خواص العناصر المكونة لها.
- **تصف** سلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط) من حيث ميل الفلز لتكوين أيونه الموجب.
- **ترتب** طبقًا للفاعلية الكالسيوم، والنحاس، و(الهيدروجين)، والحديد، والرصاص، والماغنسيوم، والبوتاسيوم، والفضة، والصوديوم، والخارصين من حيث تفاعلها (إن وجد) مع الماء، والبخار، وحمض الهيدروكلوريك المخفف.
- **تصف** تفاعل الإزاحة كقدرة الفلز الأكثر فاعلية على إزاحة الفلز الأقل فاعلية من أكسيده أو محلول أحد أملاحه.
- **تستنتج** ترتيب الفاعلية من مجموعة نتائج تجريبية معطاة.
- **تصف** فعل الحرارة على الهيدروكسيدات، والكربونات، والنترات، وتربط الثبات الحراري بسلسلة الفاعلية الكيميائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

1-2 الفلزات في الجدول الدوري
Metals In the Periodic Table

توجد بصفة رئيسة الفلزات في المجموعة I، والمجموعة II، والمجموعة الانتقالية بالجدول الدوري. وكلما اتجهنا أسفل المجموعات الأخرى، توجد زيادة في **الصفة الفلزية** كما هو مبين بالخط المدرج (شكل 2–1).



شكل 2-1 الفلزات في الجدول الدوري

2-2 خواص الفلزات والسبائك
Properties of Metals and Alloys

1- كثافة مرتفعة ودرجة انصهار عالية

يفسر ترابط الذرات الوثيق في الفلزات كثافتها العالية. وتوجد أيضًا قوى كبيرة بين تلك الذرات، مما يفسر ارتفاع درجات انصهارها.

2- قابلة للطرق والسحب

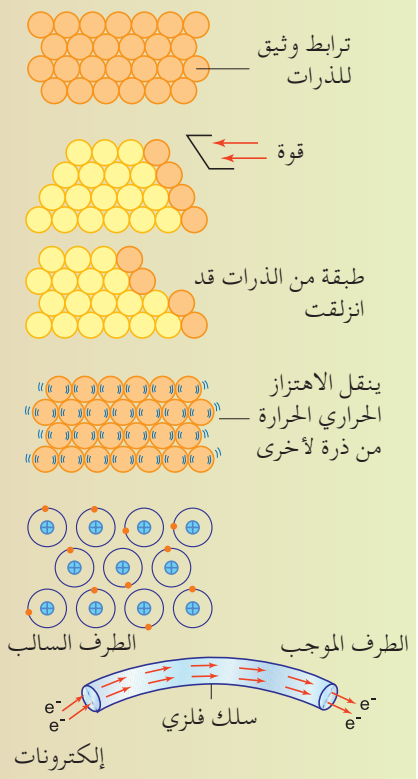
تكون قوى التجاذب بين ذرات الفلز قوية، غير أنها ليست جاسئة (صُلبة). ومن ثم يمكن **انزلاق** الذرات فوق بعضها البعض عند استخدام قوة مع فلز. ويسمح ذلك للفلز بأن يكون قابلًا للطرق والسحب.

3- الموصلية الحرارية (القدرة على التوصيل الحراري)

يمكن انتقال الطاقة الحرارية من ذرة إلى التي تليها بالاهتزاز، حيث تكون الذرات قريبة من بعضها البعض، مما يجعل الفلزات موصلة جيدة للحرارة. تساعد أيضًا إلكترونات التكافؤ الخارجية الحرة على توصيل الحرارة.

4- الموصلية الكهربائية (القدرة على التوصيل الكهربائي)

تتحرك إلكترونات التكافؤ الخارجية الحرة عند توصيل فلز في دائرة نحو الطرف الموجب، ويحل محلها إلكترونات من الطرف السالب. [الكهربائية هي حركة الإلكترونات].



شكل 2-2 خواص الفلزات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

الفلز		الحالة	درجة الانصهار (°س)	درجة الغليان (°س)	الكثافة (جم سم$^{-3}$)	الموصلية الكهربائية	الأيون المتكون
ألومنيوم	Al	s	660	2 470	2.7	0.38	Al^{3+}
كالسيوم	Ca	s	850	1 487	1.5	0.22	Ca^{2+}
نحاس	Cu	s	1 083	2 595	8.9	0.59	Cu^{2+}
ذهب	Au	s	1 063	2 970	19.3	0.42	Au^{+}
حديد	Fe	s	1 535	3 000	7.9	0.10	Fe^{2+}
رصاص	Pb	s	327	1 744	16.3	0.05	Pb^{2+}
ماغنسيوم	Mg	s	650	1 110	1.7	0.22	Mg^{2+}
زئبق	Hg	*l*	39-	357	13.6	0.01	Hg^{2+}
نيكل	Ni	s	1 453	2 730	8.9	0.16	Ni^{2+}
بلاتين	Pt	s	1 769	4 530	21.4	0.09	Pt^{2+}
بوتاسيوم	K	s	64	774	0.86	0.14	K^{+}
فضة	Ag	s	961	2 210	10.5	0.62	Ag^{+}
صوديوم	Na	s	98	890	0.97	0.22	Na^{+}
قصدير	Sn	s	232	2 270	7.3	0.08	Sn^{2+}
خارصين	Zn	s	420	907	7.1	0.17	Zn^{2+}

جدول 1 الخواص الفيزيائية لبعض الفلزات

تخيل أن

أطول قطعة فلز متصلة هي موصل نحاسي طوله 5 000 كم، تم مده تحت المحيط الأطلنطي عام 1886. وكان بداية الاتصال التلغرافي المباشر بين بريطانيا وأمريكا.

توجد عناصر استثنائية مع معظم الخواص الفلزية، ومع ذلك، فإن الخاصية الوحيدة الصحيحة لكل الفلزات هي:

تكوِّن الفلزات دائمًا أيونات موجبة

الخواص الطرفية في الفلزات

الأخف	الليثيوم (Li) كثافته 0.53 جم سم$^{-3}$
الأثقل	الأوزميوم (Os) كثافته 22.48 جم سم$^{-3}$
الأكثر هشاشة	المنجنيز (Mn) والكروم (Cr) هما الأكثر قابلية للتقصف
أدنى درجة انصهار	الزئبق (Hg) درجة انصهاره -38.9°س
أعلى درجة انصهار	تنجستن (W) درجة انصهاره +3410°س
الأعلى ثمنًا	البلاتين (Pt) له أعظم قيمة تجارية
الأكثر ندرة	الروديوم (Rh) أندر فلز طبيعي في الأرض
الأكثر وفرة	الألومنيوم (Al) يشكل أكثر من 8% من القشرة الأرضية

أكثر من خمسة وسبعين بالمائة من عناصر الجدول الدوري فلزات. وتتميز الفلزات عمومًا بأن لها بريقًا معدنيًّا، وصلبة قوية، وموصلات جيدة للحرارة والكهرباء. وتعتبر الفلزات مفيدة جدًّا للإنسان نتيجة تلك الخواص الفيزيائية.

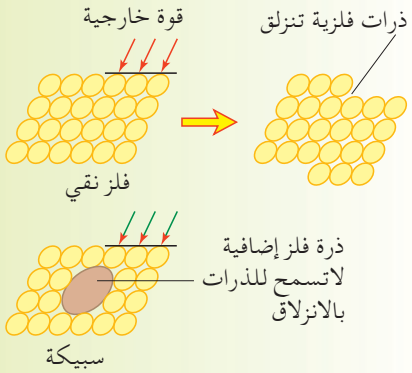
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الخاصية الفلزية	المعنى	أفضل أمثلة
للفلزات أعلى :		
كثافة	كتلة لكل وحدة حجم	Pb ،Hg
قوة شد	قوة الفلز تحت الضغط	Fe ،Cr
قوة تحمّل	مقاومة الفلز للتآكل	Zn ،*Al*
قابلية للطرق	إمكانية تحويله إلى شرائح	Cu ،Ag
قابلية للسحب	إمكانية تحويله إلى أسلاك	Cu ،Mg
قابلية لتوصيل الحرارة	إمكانية توصيله للحرارة	Na ،*Al*
قابلية لتوصيل الكهرباء	إمكانية توصيله للكهرباء	Cu ،Ag
رنين	إمكانية إنتاج صوت عند طرقه	Cu ،Ag

جدول 2 الخواص الفيزيائية للفلزات الأعلى

يمكن في كثير من الأحيان تحسين خواص فلز معين، بخلطه مع فلز آخر. وتسمى مخاليط الفلزات **بالسبائك**.

تترتب عادة ذرات الفلز في صفوف منتظمة كالمبينة في شكل 2-3، ويمنع إضافة فلز آخر بكميات قليلة الذرات من الانزلاق فوق بعضها البعض، ومن ثم تكون السبيكة الناتجة أقوى، وأصلب، وأقل عرضة للاعوجاج.



شكل 2-3 تركيب الفلزات والسبائك

السبيكة	التركيب التقريبي	الاستخدامات
فولاذ	C %1 ،Fe %99	السفن، والجسور
نحاسونيكل	Ni %25 ،Cu %75	عملات فضية
برونز	Sn %10 ،Cu %90	الميداليات، والسيوف، والتماثيل
نحاس أصفر	Zn %30 ،Cu %70	الحلي، وأسلاك الكهرباء، والاتصالات
سبيكة لحام	Sn %30 ،Pb %70	لحام الفلزات
بيوتر	Pb %30 ،Sn %70	أكواب شراب
كونستنتان	Ni %40 ،Cu %60	المزدوجات الحرارية
ماجناليوم	Mg %30 ،*Al* %70	هياكل الطائرات
ديورااليوم	Cu / Mg %5 ،*Al* %95	البناء
أمالجام	سبائك Sn / Hg	حشوة الأسنان

جدول 3 بعض السبائك الشائعة

تتكون سبيكة **النحاس الأصفر** عند إضافة الخارصين (30%) للنحاس (70%) . يكون النحاس الأصفر أصلد من مكوناته؛ لأن ذرات الخارصين الأكبر تقطع الترتيب المنتظم لذرات النحاس، مما يمنع الذرات من الانزلاق . و**البرونز** سبيكة أخرى للنحاس وهي على الأرجح أقدم سبيكة معروفة للإنسان، وتتكون من النحاس (90%) والقصدير (10%). وجود القصدير يجعل النحاس أصلد، وأقل عرضة للتآكل . وتستخدم سبيكة البرونز في صناعة الميداليات، والتماثيل، والسيوف . ويشيع أيضًا استخدام النحاس كفلز في سك العملات لأنه غير فعال (غير نشط)، وأرخص من الفضة أو الذهب . وتتكون عند خلطه بالنيكل سبيكة **النحاسونيكل**، ذات المظهر الفضي الجذاب . وتصنع الكثير من العملات المستخدمة في العالم من النحاسونيكل .

شكل 2-4
الفلزات في حياتنا

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

الألومنيوم فلز مفيد جدًّا، أخف من الحديد ولا يتآكل، ولكنه ليس قويًّا كالحديد . إذا أضيفت إليه كميات قليلة من النحاس والماغنسيوم (5%) تتكون سبيكة خفيفة، وفي نفس الوقت قوية، ومتينة تسمى **الديورالومين**. تستخدم تلك السبيكة في صناعة أجزاء الطائرات، وهياكل الصوبات الزجاجية، والكابلات العلوية، والحوائط الستارية في المباني شاهقة الارتفاع . . .إلخ .

سبيكة اللحام هي مخلوط من القصدير (30%)، والرصاص (70%)، ولها درجة انصهار أدنى بكثير من درجة انصهار أي من مكوناتها؛ ومن ثم فهي تنصهر بسهولة أكبر (تكون مصهورًا)، ولذا تستخدم في لحام الأسلاك الكهربائية .

3-2 سلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط الكيميائي) للفلزات
The Reactivity Series of Metals

سلسلة الفاعلية قائمة بالفلزات، يكون الفلز الأكثر فاعلية (نشاطًا) عند قمتها والأقل فاعلية عند قاعدتها . تميل الفلزات الفعالة (النشيطة) إلى تكوين أيونات موجبة بسهولة، وذلك بفقد إلكترونات وتكوين مركبات . تفضل الفلزات غير الفعالة (الغير نشيطة) البقاء في صورة غير متحدة كالعنصر نفسه . يتضح ترتيب الفاعلية من تفاعل الفلز (إن وجد) مع الماء، أو بخار الماء والأحماض (انظر جدول 4) . إذا تم التفاعل، فإن الفلز يزيح الهيدروجين .

فلز + أيون هيدروجين ⟶ أيون فلز + غاز هيدروجين

$$M\,(s) + 2H^+\,(aq) \longrightarrow M^{2+}\,(aq) + H_2\,(g)$$

الفلز	الفلز مع الماء أو البخار	الفلز مع الحمض
بوتاسيوم صوديوم كالسيوم	يتفاعل مع الماء البارد	يتفاعل بشدة مع الأحماض المخففة
ماغنسيوم ألومنيوم خارصين حديد	يتفاعل مع البخار	يتفاعل مع الأحماض المخففة بسهولة متناقصة
رصاص هيدروجين نحاس زئبق فضة بلاتين	لا يتأثر بالماء أو البخار	يتفاعل فقط مع الأحماض المركزة

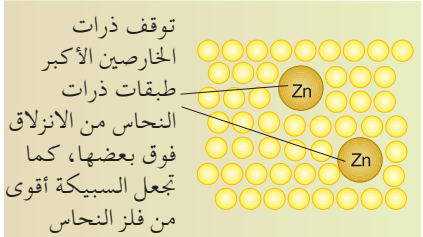
جدول 4 سلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط الكيميائي) للفلزات

تتفاعل بشدة الفلزات الموجودة عند قمة سلسلة الفاعلية مثل البوتاسيوم، والصوديوم مع الماء البارد . لذلك تحفظ تلك الفلزات تحت سطح الزيت لمنع بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي من التفاعل معها .

صوديوم + ماء ⟶ هيدروكسيد صوديوم + غاز هيدروجين

$$2Na\,(s) + 2H_2O\,(\ell) \rightarrow 2NaOH\,(aq) + H_2\,(g)$$

يعاد تدوير فلزات معظم السيارات الخردة، كما يعاد تدوير علب المشروبات الفارغة كموارد في معظم الدول المتطورة .



شكل 2-5 سبيكة النحاس الأصفر

اختبر فهمك 1

(1) ماذا يعني مصطلح قابل للطرق؟

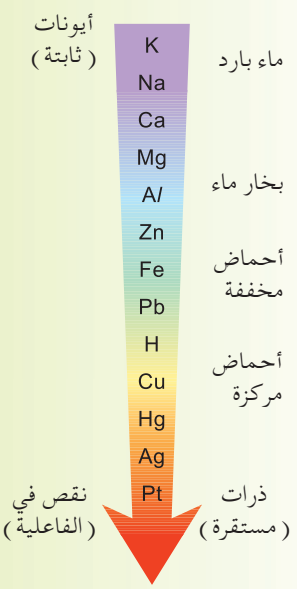
(2) هل تستطيع ذكر فلز قابل للسحب؟

(3) فيما يشترك النحاس الأصفر والبرونز، بجانب كونهما سبائك؟

(4) لماذا تكون السبيكة أقوى من الفلز النقي نفسه؟

(5) الفولاذ سبيكة . ما الفلز الذي تحتويه دائمًا؟

(6) ما الفلزات الموجودة في كل من سبيكة اللحام والبيوتر؟



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تقل فاعلية الفلز كلما اتجهنا أسفل السلسلة، فيتفاعل الماغنسيوم فقط مع بخار الماء، ولا تتفاعل الفلزات أسفل الحديد مع الماء البارد أو بخار الماء:

ماغنسيوم + بخار ماء ⟶ أكسيد ماغنسيوم + هيدروجين

$$Mg\ (s) + H_2O\ (g) \longrightarrow MgO\ (s) + H_2\ (g)$$

تتفاعل بشدة كبيرة الفلزات التي بأعلى السلسلة مع حمض الهيدروكلوريك المخفف، وتقل حدة تفاعل الفلزات عند الاتجاه لأسفل. فرغم كون الألومنيوم يعلو الحديد والخارصين، إلا أنه يتفاعل ببطء أكثر لأنه محمي بطبقة أكسيد على سطحه.

حديد + حمض هيدروكلوريك مخفف ⟶ كلوريد حديدوز + هيدروجين

$$Fe\ (s) + 2HCl\ (aq) \rightarrow FeCl_2\ (aq) + H_2\ (g)$$

لا تتفاعل الفلزات الموجودة أسفل الرصاص مع بخار الماء أو مع الأحماض المخففة ولذلك لا يمكنها إزاحة الهيدروجين أبدًا، ومن ثم موضعه في السلسلة. تتفاعل الفلزات التي أسفل الهيدروجين فقط مع الأحماض المركزة الساخنة التي تكون قادرة على أكسدة الفلز أولًا إلى أكسيده، مثل حمض النيتريك وحمض الكبريتيك.

$$Cu\ (s) + 4HNO_3\ (aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2\ (aq) + 2NO_2\ (g) + 2H_2O\ (\ell)$$

مراجعة سريعة

- فلز + ماء بارد ← هيدروكسيد الفلز + غاز الهيدروجين
  مثل البوتاسيوم ، الصوديوم ، الكالسيوم
- فلز + بخار ماء ← أكسيد الفلز + غاز الهيدروجين
  مثل الماغنسيوم ، الألومنيوم، الخارصين، الحديد
- فلز + حمض مخفف ← ملح الفلز + غاز الهيدروجين
  مثل الماغنسيوم، الألومنيوم، الخارصين، الحديد، الرصاص
- فلز + حمض مركز (فقط) ← ملح الفلز + ماء + غاز (ليس هيدروجين)
  مثل النحاس ، الفضة ، الزئبق

توجد تطبيقات عديدة لسلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط الكيميائي)، تساعد في توضيح:

- ثبات مركبات الفلز
- قدرة الفلزات على الإزاحة
- الطرق المستخدمة في استخلاص الفلزات من خاماتها ..... إلخ

اختبر فهمك 2

(1) ما الفلز الموجود أعلى سلسلة الفاعلية الكيميائية؟

(2) هل تستطيع ذكر فلزين أسفل النحاس في سلسلة الفاعلية الكيميائية؟

(3) هل يستطيع النحاس إزاحة الهيدروجين من الأحماض؟

(4) ما الفلز الأكثر عرضة لتكوين أيون موجب؟

(5) هل تستطيع تسمية فلزين لا يهاجمهما الماء أو البخار؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

4–2 استقرارية المركبات الفلزية
The Stability of Metal Compounds

مركبات الفلزات التي في أعلى سلسلة الفاعلية (النشاط) مركبات مستقرة، ولا يسهل تحللها بالتسخين. أما مركبات الفلزات التي بأسفل السلسلة فتكون غير مستقرة، وتتحلل عادة بالتسخين أو تختزل بسهولة. يمكن اختزال **أكاسيد** الفلزات التي تعلو الخارصين في السلسلة إلى الفلز فقط باستخدام **التحليل الكهربائي**. ويحدث الاختزال عند الكاثود:

فلز ألومنيوم ← إلكترونات + أيون ألومنيوم

$$Al^{3+}(\ell) + 3e^- \longrightarrow Al(s)$$

الأكاسيد أسفل الخارصين يمكن اختزالها **بعوامل اختزال** مثل الكربون أو الهيدروجين، عدا أكاسيد الخارصين لايمكن اختزاله بفعل الهيدروجين:

أول أكسيد كربون + خارصين ← كربون + أكسيد خارصين

$$CO(g) + Zn(s) \longrightarrow C(s) + ZnO(s)$$

بخار ماء + نحاس ← هيدروجين + أكسيد نحاسيك (II)

$$H_2O(g) + Cu(s) \longrightarrow H_2(g) + CuO(s)$$

الفلز	الأكسيد	الهيدروكسيد	الكربونات	النترات
بوتاسيوم، صوديوم، كالسيوم، ماغنسيوم، ألومنيوم، خارصين، حديد، رصاص، نحاس، زئبق، فضة	اختزال إلكتروليتي	مستقر بالتسخين	مستقر بالتسخين	يتحلل إلى نيتريت وأكسجين
		يتحلل إلى أكسيد الفلز وبخار الماء بالتسخين	يتحلل إلى أكسيد الفلز، وثاني أكسيد كربون بالتسخين	يتحلل إلى أكسيد الفلز، وغاز ثاني أكسيد النيتروجين، وأكسجين بالتسخين
	يختزل بالتسخين مع الكربون			
	يختزل بالتسخين فقط	غير ثابت، لا يوجد	غير ثابت، لا يوجد	يتحلل إلى فلز، وأكسجين، وغاز ثاني أكسيد النيتروجين بالتسخين

جدول 5 استقرارية مركبات الفلزات

اختبر فهمك 3

الفلز	التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف	أعلى درجة حرارة يصل لها
رصاص	بطيء جدًّا وتتصاعد فقاعات قليلة من الهيدروجين	24 °س
ألومنيوم	بطيء عند البداية ثم يتصاعد الهيدروجين بسرعة	83 °س
حديد	تفاعل بطيء على الدوام	37 °س
نحاس	لا تتصاعد فقاعات على الإطلاق	22 °س
خارصين	تتصاعد فقاعات هيدروجين بانتظام	56 °س
ماغنسيوم	تفاعل شديد جدًّا مع تصاعد فقاعات غاز هيدروجين غزيرة	93 °س

استخدم الجدول أعلاه لإجابة الأسئلة التالية.

(1) أكمل المعادلة التالية:

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots$$

(2) ما الغاز المتصاعد عند تفاعل فلز مع حمض؟

(3) لماذا يكون تفاعل الألومنيوم مع حمض الهيدروكلوريك بطيئًا في البداية؟

(4) مستخدمًا ارتفاعات درجة الحرارة، رتب الفلزات طبقًا للفاعلية المتناقصة (بدءًا من الأكثر فاعلية (نشاطًا).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كلما اتجهنا لأسفل السلسلة، يكون الاختزال أسهل؛ لأن الفلزات تفضل الوجود كذرات وليس كأيونـات. يكفي التسخين فقط مع أكاسيد الفلـزات كأكسيد الزئبق(II) حيث لا توجد ضرورة لعامل مختزل:

أكسجين + زئبق ← أكسيد زئبق(II)

$$2HgO\ (s) \rightarrow 2Hg\ (\ell) + O_2\ (g)$$

تتحلل **هيدروكسيدات** الكالسيوم وما دونه من فلزات إلى أكاسيدها المناظرة مع تصاعد بخار ماء عند التسـخين. ويمكن إثبات ذلك باسـتخدام كبريتات نحاس لامائية، حيث تتحول من اللون الأبيض إلى الأزرق مع بخار الماء:

بخار الماء + أكسيد كالسيوم ← هيدروكسيد كالسيوم

$$Ca(OH)_2\ (s) \rightarrow CaO\ (s) + H_2O\ (g)$$

تتعـرض بنفـس الطريقـة معظـم **الكربونـات**، عـدا كربونات الصوديـوم والبوتاسـيوم، **للتحلـل الحراري** لتعود مرة أخرى أكسـيد فلـز، ولكن يتصاعد منها فـي هذه المرة غاز ثاني أكسيد الكربون. ويمكن الكشف عن هوية الغاز بإمراره كفقاقيع خلال ماء الجير، حيث يسبب ثاني أكسيد الكربون تعكره.

ثاني أكسيد كربون + أكسيد رصاص (II) ← كربونات رصاص (II)

$$PbCO_3\ (s) \rightarrow PbO\ (s) + CO_2\ (g)$$

تتحلـل أيضًـا **النتـرات** بالتسـخين، إلا أن النترات المسـتقرة الموجودة بأعلى السلسـلة، تتحلل فقط إلى نيتريت، مع تصاعد غاز أكسـجين. ويمكن الكشـف عن هويته بشظية متوهجة حيث يعيد إشعالها.

أكسجين + نيتريت بوتاسيوم ← نترات بوتاسيوم

$$2KNO_3\ (s) \rightarrow 2KNO_2\ (s) + O_2\ (g)$$

تتحلل معظم النترات إلى أكسيد الفلز، وتتصاعد أبخرة بنية من ثاني أكسيد النيتروجين كما يتصاعد أيضًا الأكسجين.

أكسجين + ثاني أكسيد نيتروجين + أكسيد ماغنسيوم ← نترات ماغنسيوم

$$2Mg(NO_3)_2\ (s) \rightarrow 2MgO\ (s) + 4NO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

تتحلل النترات غير المستقرة التي عند قاعدة سلسلة الفاعلية حتى النهاية إلى الفلز نفسه.

أكسجين + ثاني أكسيد نيتروجين + فضة ← نترات فضة

$$2AgNO_3\ (s) \rightarrow 2Ag\ (s) + 2NO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

اختبر فهمك 4

(1) إذا تحلل هيدروكسيد فلز بالتسخين، ما الناتج؟

(2) إذا تحللت كربونات فلز بالتسخين، ما الناتج؟

(3) تتحلل معظم النترات بالتسخين، وتتصاعد منها أدخنة بنية، ما الغاز البني؟

(4) ما المقصود بتفاعل الإزاحة؟

(5) هل تستطيع ذكر كربونات فلز تكون مستقرة عند التسخين؟

(6) هل تستطيع ذكر هيدروكسيد فلز يكون مستقرًا عند التسخين؟

مراجعة سريعة

أكسيد يختزل إلى فلز إما بالتحليل الكهربائي (أكاسيد الفلزات الفعالة)، أو بالتسخين مع الكربون أو الهيدروجين.

هيدروكسيد يتحلل إلى أكسيد بالتسخين (عدا البوتاسيوم، الصوديوم)

كربونات تتحلل إلى أكسيد، وثاني أكسيد كربون بالتسخين (عدا البوتاسيوم أو الصوديوم)

نترات يتحلل الكثير منها بالتسخين إلى أكسيد، وثاني أكسيد نيتروجين، وأكسجين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

5-2 قدرة الفلزات على الإزاحة
The Displacement Power of Metals

القاعدة التي تنطبق على الإزاحة هي :

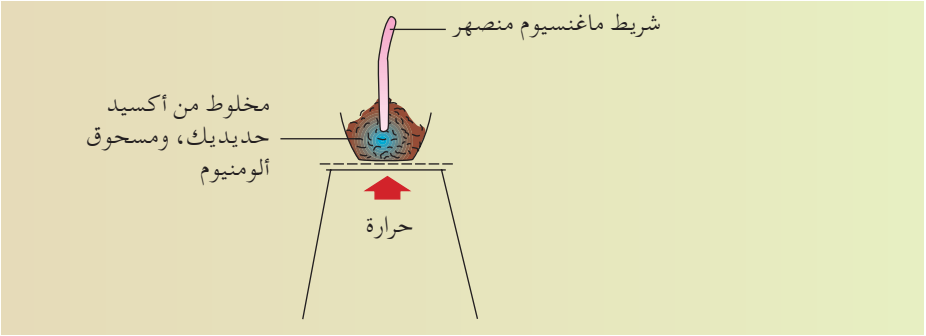
بإمكان أي فلز فوق آخر في سلسلة الفاعلية **إزاحته** من أكسيده، أو من محلول مائي لملحه .

إزاحة الأكاسيد

يعتبر **تفاعل الثرميت** مثالًا لتلك الإزاحة، فيُسخن فيه أكسيد الحديديك، ومسحوق ألومنيوم في بوتقة مع شريط ماغنسيوم منصهر لبدء التفاعل (انظر شكل 2-6) . يكون الألومنيوم أكثر فاعلية، ويأخذ الأكسجين من أكسيد الحديديك، تاركًا حديدًا مصهورًا في قاع البوتقة :

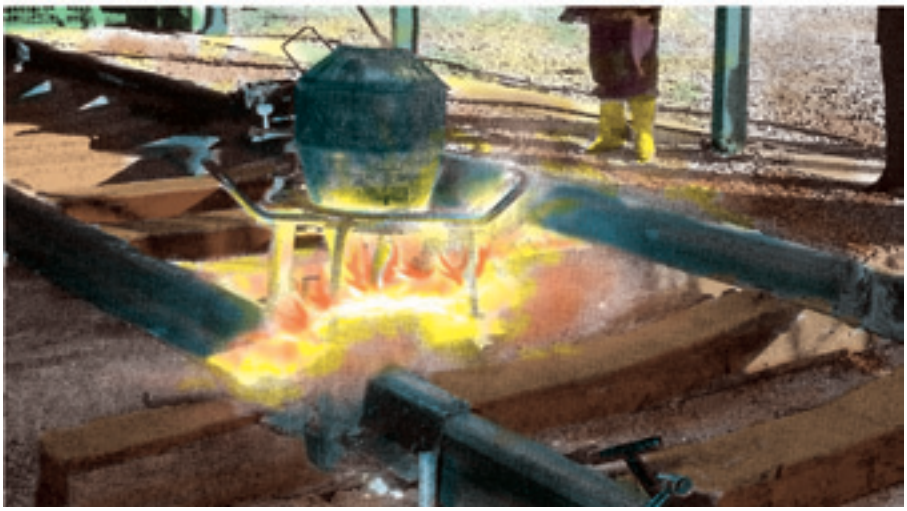
أكسيد حديديك + مسحوق ألومنيوم ⟶ أكسيد ألومنيوم + حديد مصهور

$$Fe_2O_3\ (s) + 2Al\ (s) \longrightarrow Al_2O_3\ (s) + 2Fe\ (\ell)$$



شكل 2-6 تفاعل الثرميت

يسمى ذلك التفاعل تفاعل الثرميت لأنه ينتج كميات ضخمة من الحرارة إلى درجة أنها تصهر الحديد . ويستخدم ذلك التفاعل في لحام قضبان السكك الحديدية في المناطق النائية حيث لا تتوافر تقنيات اللحام العادية .



يعتمد لحام قضبان السكك الحديدية في المناطق النائية على تفاعل إزاحة بين أكسيد حديديك وألومنيوم، ويكون تفاعل الإزاحة شديدًا ويسمى تفاعل الثرميت .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الإزاحة من المحاليل

يزيح بصفة عامة الفلز الأكثر فاعلية الفلز الأقل فاعلية من محلوله.

إذا أضيفت على سبيل المثال برادة حديد ببطء مع التقليب إلى محلول كبريتات النحاس (II) الأزرق يختفي اللون الأزرق، ويصبح لون المحلول أخضر باهتًا. ويحدث ذلك لأن الحديد قد أزاح النحاس من المحلول، وتركه في صورة فلز نحاس أحمر وردي، بينما تحول الحديد إلى كبريتات حديد (II) خضراء:

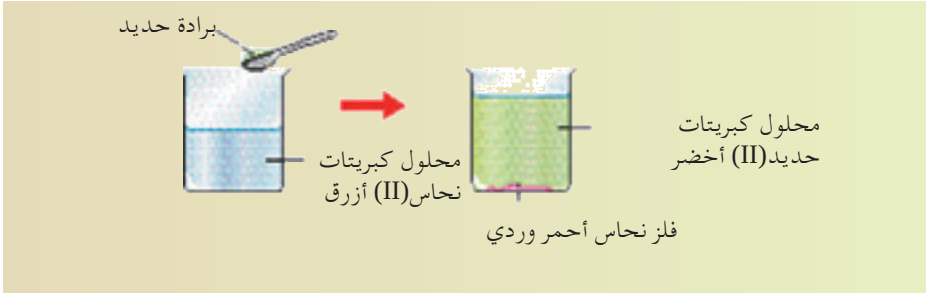
نحاس + كبريتات حديد (II) ⟵ برادة حديد + كبريتات نحاسيك

$$CuSO_4\ (aq) + Fe\ (s) \longrightarrow FeSO_4\ (aq) + Cu\ (s)$$

تستخدم المساحيق في تفاعلات الإزاحة، حيث يكون لها مساحة سطح أكبر، ومن ثم تتفاعل أسرع. وتكون **المعادلات الأيونية** مثالية لبيان مثل تلك الإزاحات:

نحاس + أيونات حديد (II) ⟵ حديد + أيونات نحاس

$$Cu^{2+}\ (aq) + Fe\ (s) \longrightarrow Fe^{2+}\ (aq) + Cu\ (s)$$



شكل 2-7 إزاحة النحاس من محلوله

فكر علميًّا

الإزاحة	المشاهدة
نترات قصدير وماغنسيوم	تفاعل شديد ويذوب الماغنسيوم، تاركًا القصدير كمسحوق أبيض
نترات قصدير ونحاس	لايحدث تفاعل مطلقًا
نترات قصدير وخارصين	يذوب الخارصين، ويُزاح القصدير كمسحوق أبيض
نترات قصدير وبرادة حديد	يذوب الحديد ببطء مكونًا محلولًا أخضر باهتًا

من الجدول السابق، أين تضع فلز القصدير في سلسلة الفاعلية؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها.

- الفلزات أجسام صلبة، لها درجات انصهار وغليان عالية، وتكون قابلة للطرق، وهي موصلات جيدة للحرارة والكهرباء عدا الزئبق فهو سائل.
- تركيبيًّا، تترابط ذرات الفلز عن كثب على نحو متراص، وتكون مرتبة في شكل منتظم مكونة شبكة عملاقة. يمكن إزالة الإلكترونات الخارجية من موقعها، مما يؤدي إلى تكوين أيونات موجبة تسبح في بحر من الإلكترونات.
- السبائك هي مخاليط لفلزات مع عناصر أخرى. ويصنع الإنسان السبائك بخواص معينة مرتبطة باستخداماتها. السبائك الشائعة هي الفولاذ (99% حديد، 1% كربون)، والفولاذ اللاصدؤ (74% حديد، 18% كروم، 8% نيكل)، والنحاس الأصفر (70% نحاس، و30% خارصين).
- تختلف الخواص الفيزيائية للسبائك عن خواص العناصر المكونة لها، فيكون النحاس الأصفر أصلب من كل من النحاس أو الخارصين.
- سلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط الكيميائي) هي قائمة للفلزات مرتبة بحيث يكون الفلز الأكثر فاعلية (نشاطًا) عند القمة والأقل فاعلية (نشاطًا) عند القاعدة. تكوِّن الفلزات الفعالة (النشيطة) أيونات بسهولة، وتتفاعل بشدة مع الماء البارد، والأحماض المخففة. والترتيب الصحيح للفاعلية (من الأكثر إلى الأقل) هو بوتاسيوم، صوديوم، كالسيوم، ماغنسيوم، خارصين، حديد، رصاص، (هيدروجين)، نحاس، فضة. أي فلز أعلى من الهيدروجين يحل محله في الأحماض أوبخار الماء.
- يتم تفاعل الإزاحة عندما يزيح فلز أكثر فاعلية فلزًا أقل فاعلية (نشاطًا) من محلول ملحه أو أكسيده.
- يزداد استقرار الأكاسيد كلما اتجهنا لأعلى سلسلة الفاعلية. تُختزل فقط الأكاسيد أسفل الألومنيوم بالعوامل المختزلة كالكربون أو الهيدروجين.
- تكون بصفة عامة مركبات الفلزات الفعالة (النشيطة) أكثر استقرارًا عند تسخينها من مركبات الفلزات الأقل فاعلية (نشاطًا). تتحلل الكربونات (عدا K_2CO_3 و Na_2CO_3)، بالتسخين إلى أكاسيد وغاز ثاني أكسيد الكربون. ويزداد الاستقرار الحراري للكربونات كلما اتجهنا لأعلى سلسلة الفاعلية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

خريطة مفاهيم

خواص الفلزات: أجسام صلبة قوية (قابلة للشد)، وقابلة للطرق (يصنع منها شرائح)، وقابلة للسحب (تسحب في شكل أسلاك)، وموصلات جيدة للحرارة والكهرباء.

السبائك: مخاليط لفلزات

مثل النحاس الأصفر	Cu %70 ، Zn %30
الفولاذ	Fe %99 ، C %1
البرونز	Cu %90 ، Sn %10
سبيكة اللحام	Pb %70 ، Sn %30
النحاسونيكل	Cu %75 ، Ni %25

الفلزات: تكوِّن دائمًا أيونات موجبة.

الفلزات

تفاعلات الإزاحة: يستطيع أي فلز يعلو آخر في سلسلة الفاعلية إزاحته من محلوله المائي.
مثال: يزيح الخارصين النحاس من محلول كبريتات النحاس (II).

$$Zn\,(s) + CuSO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s)$$

ثبات مركبات الفلزات: مركبات الفلزات التي في أعلى سلسلة الفاعلية ثابتة ولا تتحلل بالحرارة، ويقل ثبات المركبات مع الاتجاه لأسفل السلسلة.

- معظم الهيدروكسيدات تتحلل بالتسخين إلى أكسيد الفلز وبخار ماء.

$$2Fe(OH)_3\,(s) \longrightarrow Fe_2O_3\,(s) + 3H_2O\,(g)$$

- معظم الكربونات تتحلل بالتسخين إلى أكسيد الفلز وثاني أكسيد الكربون.

$$ZnCO_3\,(s) \longrightarrow ZnO\,(s) + CO_2\,(g)$$

- الكثير من النترات تتحلل بالتسخين إلى أكسيد الفلز، وغاز ثاني أكسيد النيتروجين (أبخرة بنية)، وغاز أكسجين.

$$2Cu(NO_3)_2\,(s) \longrightarrow 2CuO\,(s) + 4NO_2\,(g) + O_2\,(g)$$

سلسلة الفاعلية: هي قائمة بالفلزات
(K، Na، Ca، Mg، Al، Zn، Fe، Pb، Cu، Ag، ...)
بحيث يكون الفلز الأكثر فاعلية عند القمة والأقل فاعلية عند القاعدة. يكون ترتيب الفاعلية على حسب تفاعل الفلز (إن وجد) مع الماء، وبخار الماء، والأحماض المخففة.

- هيدروجين + هيدروكسيد صوديوم ← ماء + صوديوم

$$2Na\,(s) + H_2O\,(l) \longrightarrow 2NaOH\,(aq) + H_2\,(g)$$

- هيدروجين + أكسيد خارصين ← بخار ماء + خارصين

$$Zn\,(s) + H_2O\,(g) \longrightarrow ZnO\,(s) + H_2\,(g)$$

- هيدروجين + كبريتات حديدوز ← حمض كبريتيك مخفف + حديد

$$Fe\,(s) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow FeSO_4\,(aq) + H_2\,(g)$$

الاختزال: يكون اختزال مركبات الفلز (لاستخلاص الفلز) أسهل مع الاتجاه لأسفل سلسلة الفاعلية. يمكن اختزال أكاسيد الفلزات أسفل السلسلة بالكربون أو الهيدروجين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

أسئلة الاختيار من متعدد

1- أي مجموعات الفلزات التالية مرتبة ترتيبًا صحيحًا حسب الفاعلية بدءًا بالأقل فاعلية؟
(أ) Cu، Fe، Pb، Al، Zn
(ب) Cu، Fe، Al، Pb، Zn
(جـ) Pb، Cu، Zn، Fe، Al
(د) Cu، Pb، Fe، Zn، Al

2- يعتبر خزان مصنوع من فلز مثاليًّا لتخزين الماء البارد، لكنه يتآكل بسرعة عند استخدامه في تخزين حمض كبريتيك مخفف. الفلز المصنوع منه الخزان هو:
(أ) خارصين. (ب) رصاص.
(جـ) نحاس. (د) كالسيوم.

3- X ، Y و Z ثلاثة عناصر فلزية. أزيح X من محلول ملحه بواسطة Y . Z لا يزيح Y من أكسيده. X لا يزيح Z من محلول ملحه. رتب الفلزات الثلاثة حسب الفاعلية (النشاط) بدءًا بالأقل فاعلية (نشاط).
(أ) YZX (ب) XYZ
(جـ) ZYX (د) XZY

4- أي الاتحادات التالية **لا** ينتج تفاعل إزاحة؟
(أ) الكالسيوم، ومحلول كبريتات الماغنسيوم.
(ب) الحديد في محلول نترات الرصاص.
(جـ) الماغنسيوم في محلول نترات الكالسيوم.
(د) الخارصين، ومحلول كبريتات الحديدوز.

5- أي الأكاسيد التالية يمكن اختزاله بالكربون؟
(أ) أكسيد الألومنيوم
(ب) أكسيد الرصاص
(جـ) أكسيد الكالسيوم
(د) أكسيد الماغنسيوم

6- يتفاعل فلز M، عدده الذري 11، مع الماء لتكوين هيدروكسيد صيغته:
(أ) MOH (ب) $M(OH)_2$
(جـ) $M_2(OH)_3$ (د) $M_2(OH)_2$

7- الفلز الذي يوجد عند قمة سلسلة الفاعلية:
(أ) يفقد إلكترونًا بسهولة.
(ب) يكون مركبات غير ثابتة.
(جـ) يحترق لتكوين أكسيد حمض.
(د) يُكوِّن أكسيدًا من السهل اختزاله بالكربون.

8- يتفاعل فلز الكروم مع بخار الماء، ولكن لا يتفاعل مع الماء البارد. يتفاعل ببطء مع حمض الهيدروكلوريك المخفف. يزيح النحاس عند وضعه في بعض من محلول نترات نحاس(II). الترتيب الصحيح للفاعلية (بدءًا بالأقل فاعلية (نشاطًا)) هو
(أ) كالسيوم، كروم، نحاس.
(ب) كروم، كالسيوم، نحاس.
(جـ) كروم، نحاس، كالسيوم.
(د) نحاس، كروم، كالسيوم.

9- أي الانحلالات الحرارية التالية **لا** يحدث؟
(أ) $2NaNO_3\,(s) \rightarrow 2NaNO_2\,(s) + O_2\,(g)$
(ب) $Mg(OH)_2\,(s) \rightarrow MgO\,(s) + H_2O\,(g)$
(جـ) $2KOH\,(s) \rightarrow K_2O\,(s) + H_2O\,(g)$
(د) $2Ca(NO_3)_2\,(s) \rightarrow 2CaO\,(s) + 4NO_2\,(g) + O_2\,(g)$

10- سُخِّنَت مخاليط متعددة من فلزات وأكاسيدها معًا. وجد أن:
أكسيد $Z + W$ ← أكسيد $W + Z$
أكسيد $X + Z$ ← لايحدث تفاعل
أكسيد $X + Y$ ← أكسيد $Y + X$
أكسيد $X + W$ ← لا يحدث تفاعل

الترتيب الصحيح للفاعلية (بدءًا بالأقل فاعلية (نشاطًا)) هو:
(أ) $XYWZ$ (ب) $XYZW$
(جـ) $YXWZ$ (د) $YXZW$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

أسئلة تركيبية

11- فيما يلي قائمة فلزات مرتبة حسب الفاعلية (النشاط)، متضمنة ثلاثة فلزات مجهولة X، Y، Z.

X Ca Mg Y Zn Fe Pb Cu Z

أي تلك الفلزات المجهولة:

(أ) يتفاعل مع الماء البارد؟

(ب) يتفاعل مع البخار؟

(جـ) لا يتفاعل مع الأحماض المخففة؟

(د) يُكوِّن هيدروكسيدًا مستقرًا بالتسخين؟

(هـ) يُكوِّن نترات تتحلل بالتسخين لتكون أكسيد؟ ما النواتج الأخرى المتكونة؟

(و) يكوِّن الأكسيد الأقل استقرارًا؟

(ز) أكمل ووازن تفاعلات الإزاحة التالية بافتراض أن شحنة أيوناتها X^{+}، Y^{2+}، Z^{2+} على التوالي.

إذا لم يحدث تفاعل. اذكر ذلك.

1- $MgSO_4\,(aq) + X\,(s) \rightarrow$

2- $Zn(NO_3)_2\,(aq) + Y\,(s) \rightarrow$

3- $Fe_2O_3\,(s) + Z\,(s) \rightarrow$

4- $CuCl_2\,(aq) + Y\,(s) \rightarrow$

12- تخير **الشاذ** مما يلي، وبرر اختيارك:

(أ) صوديوم، بوتاسيوم، سيزيوم، ماغنسيوم.

(ب) حديد، منجنيز، كوبالت، نيكل.

(جـ) نحاس، نيكل، كروم، رصاص.

(د) زئبق، فضة، ذهب، بلاتين.

(هـ) كالسيوم، ألومنيوم، ماغنسيوم، باريوم.

13-

العملة	التكوين الفلزي النسبي			
	نحاس	نيكل	ألومنيوم	خارصين
1 سنت	2.75	-	-	97.25
5 سنت	92	2	6	-
10 سنت	75	25	-	-
20 سنت	75	25	-	-
50 سنت	75	25	-	-
1 يورو	92	2	6	-

يبين الجدول السابق التكوين النسبي للعملة (اليورو) المستخدمة في أوروبا.

(أ) أي العملات هي من سبائك النحاس والنيكل فقط؟

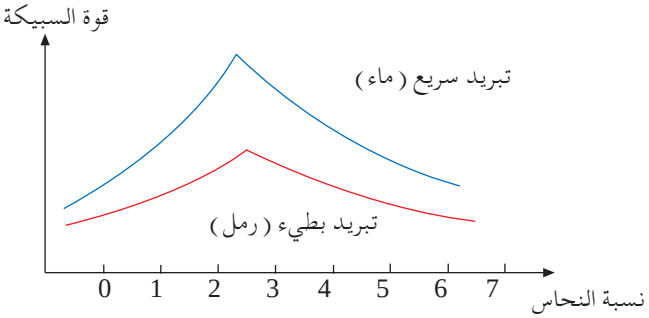
(ب) لماذا تستخدم السبائك وليس الفلزات النقية؟

(جـ) رتب الفلزات الأربعة المستخدمة حسب فاعليتها (نشاطها) (بدءًا من الأكثر فاعلية (نشاطًا)).

(د) لماذا يكون النحاس العنصر الرئيس في معظم العملات؟

(هـ) ما الخواص الفيزيائية والكيميائية التي ينبغي أن تكون للعملات؟

14- الديورالومين سبيكة ألومنيوم ونحاس. وهي سبيكة أقوى من الألومنيوم النقي، لذا أطلق عليها ذلك الاسم. يستخدم الديورالومين في بناء الطائرات. يبين الشكل التالي تغير قوة تلك السبيكة طبقًا لنسبة النحاس بها.



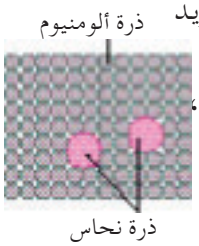
(أ) كيف يخلط النحاس مع الألومنيوم؟

(ب) ما نسبة النحاس التي تنتج السبيكة الأقوى؟

(جـ) لماذا يستخدم الماء في التبريد السريع؟

(د) لماذا يستخدم الرمل عند التبريد البطيء؟

(هـ) مستخدمًا الشكل إلى اليسار، حاول تفسير كون السبيكة أقوى من الألومنيوم النقي.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

ركن التفكير

المهارة : الإسهاب

جهد القطب لأي فلز هو دلالة قدرة الفلز على فقد إلكترونات . ويمكن تمثيله بالمعادلة التالية، حيث تمثل M الفلز.

$$M\ (s) \rightleftharpoons M^{n+}\ (aq) + ne^-$$

يكون التفاعل عكوسًا حيث يعتمد على فاعلية (نشاط) الفلز الآخر في الخلية . يعطي الفلز الأكثر فاعلية إلكترونات بينما يكتسب الفلز الأقل فاعلية (نشاطًا) إلكترونات .

الفلز	جهد القطب	معادلة القطب
نحاس (II)	+ 0.34 فولت	$Cu\ (s) \rightleftharpoons Cu^{2+}\ (aq) + 2e^-$
ماغنسيوم	- 2.38 فولت	
حديد	- 0.44 فولت	
كالسيوم	- 2.87 فولت	
فضة	+ 0.80 فولت	
بوتاسيوم	- 2.92 فولت	
رصاص	- 0.13 فولت	
خارصين	- 0.76 فولت	
صوديوم	- 71.2 فولت	

- أكمل معادلات القطب في الجدول أعلاه . تم كتابة المعادلة الأولى لك .
- كلما **زادت سالبية** جهد القطب، كلما زادت فاعلية (نشاط) الفلز .

مستخدمًا جهود القطب المعطاة فقط، رتب الفلزات حسب الفاعلية (النشاط) بدءًا بالأكثر فاعلية (نشاطًا) .

المهارة : التنبؤ

الفاناديوم فلز انتقالي رمادي فضي يستخدم بصورة رئيسية كمادة مضافة للفولاذ وفي الحفز (الفاناديوم على سبيل المثال هو الحفاز في طريقة التلامس لصناعة حمض الكبريتيك) . موضعه في سلسلة الفاعلية فوق الخارصين وأسفل الألومنيوم . تنبأ بتفاعله في الحالات التالية . إذا حدث تفاعل اكتب معادلة كيميائية بالكلمات أو الرموز . يمكنك افتراض أن أيون الفاناديوم هو V^{2+}.

- سخنت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم في الهواء .
- أضيفت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم للماء البارد .
- أضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف لقطعة نظيفة من الفاناديوم .
- سخنت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم في بخار الماء .
- أضيفت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم إلى محلول كبريتات الخارصين .

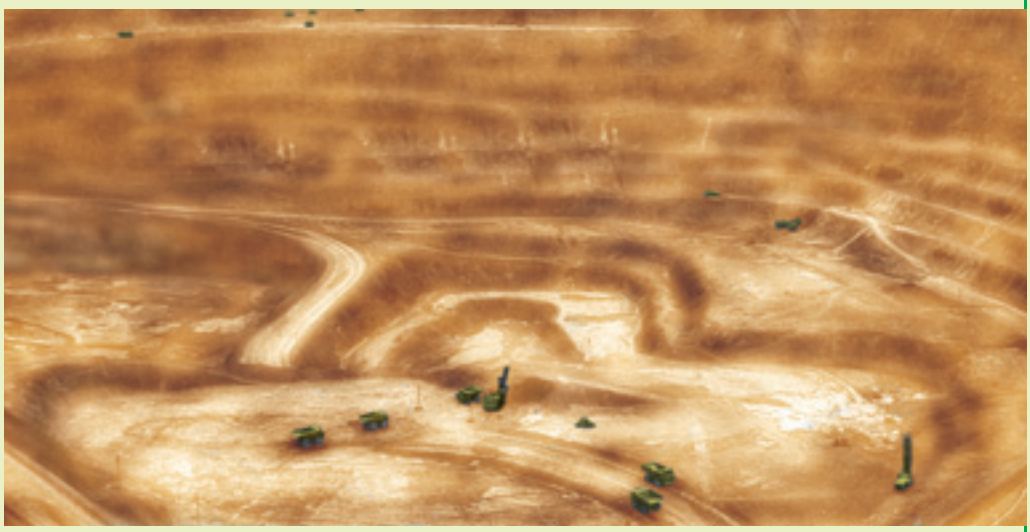
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة

3

استخلاص الفلزات

Extraction of Metals



يوجد منجم خام النحاس السطحي العملاق هذا بمنطقة بوغنفيل في بابوا نيوغينيا.
خامة النحاس الرئيسة هي بيريت النحاس $CuFeS_2$.
يتم كل يوم تعدين ما يقرب من 100 000 طن من خام النحاس، ومع ذلك يستخلص ما يقرب من 400 طن نحاس نقي فقط من تلك الكمية.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن:

- ✔ **تصف** كيفية ارتباط سهولة الحصول على الفلزات من خاماتها بموضع الفلز في سلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط الكيميائي).
- ✔ **تصف** خامات الفلز كمورد محدود، ومن ثم الحاجة إلى إعادة تدوير الفلزات.
- ✔ **تناقش** المميزات والعيوب الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية لإعادة تدوير الفلزات.
- ✔ **تناقش** التفاعلات الضرورية في استخلاص الحديد مستخدمًا خام الهيماتيت، والحجر الجيري، وفحم الكوك في الفرن العالي.
- ✔ **تصف** الفولاذ كسبائك، وتشرح كيف أن التحكم في استخدام إضافاته يؤدي إلى تغير خواص الحديد.
- ✔ **تحدد** استخدامات الفولاذ المطاوع، والفولاذ اللاصدؤ (الذي لا يصدأ).
- ✔ **تصف** الشرط الضروري للصدأ، وكيف يمكن منعه بما في ذلك الحماية القربانية باستخدام الأقطاب المضحية.
- ✔ **توجز** في مخطط تمهيدي صناعة الألومنيوم من التحليل الكهربائي لأكسيد الألومنيوم المنقى.
- ✔ **تشرح** ضعف الفاعلية الظاهرة للألومنيوم.
- ✔ **تحدد** استخدامات الألومنيوم، وتربطها بخواص الفلز وسبائكه.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

1-3 حلقة الاتصال بسلسلة الفاعلية الكيميائية

The Link with the Reactivity Series

تعتمد الطريقة المستخدمة لاستخلاص أي فلز على موضعه في سلسلة الفاعلية (النشاط الكيميائي) . رأينا في الوحدة السابقة أن مركب أي فلز (الخام) في أعلى السلسلة يكون أكثر استقرارًا من أي فلز آخر في أسفلها . ومن ثم يكون استخلاص الصوديوم من كلوريد الصوديوم أصعب من استخلاص النحاس من خام النحاس . إذا سخنا كلوريد الصوديوم، يكون مستقرًا جدًا، ويتحول في النهاية إلى كلوريد صوديوم مصهور عند حوالي 800°س . يحدث ذلك لأن أيونات الصوديوم تكون مستقرة للغاية، ولكن يمكن الحصول على فلز الزئبق بمجرد تسخين خامه لعدم استقرار أيونات الزئبق تمامًا .

في كل مرة يستخلص فيها فلز من خامه، يتضمن ذلك **اختزال** الفلز، لأن الفلز يوجد كأيون في الخام . ولاستخلاصه كفلز، يجب أن **يكتسب إلكترونات**، وهو ما يسمى بالاختزال .

حديد $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$ صوديوم $Na^+ + e^- \rightarrow Na$

نحاس $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ ألومنيوم $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$

تتطلب الفلزات الموجودة أعلى سلسلة الفاعلية اختزالًا قويًا لأكاسيدها، أو لهالايداتها ويتحقق ذلك عادة **بالتحليل الكهربائي** . يمكن اختزال العناصر الموجودة وسط السلسلة كالحديد بالتسخين الشديد مع عامل مختزل كفحم الكوك، ويسمى ذلك **بالصهر**، وتُستخلص الفلزات الأقل فاعلية كالزئبق بمجرد التسخين . يعطي جدول 1 ملخصًا لتلك المعلومات .

ملحوظة

النحاس اكتشف منذ أكثر من 6 000 سنة، والحديد قيد الاستخدام منذ ما يقرب من 4 000 سنة، ولكن الألومنيوم اكتشف منذ 150 سنة فقط، ومضت 60 سنة قبل اختراع طريقة لاستخلاصه على نطاق واسع .

الفلز	الخام الرئيس	المكون الكيميائي الرئيس	طريقة الاستخلاص
البوتاسيوم	كارناليت	$KMgCl_3$	استخلاص إلكتروليتي؛ يترسب الفلز على الكاثود
الصوديوم	ملح الصخور	$NaCl$	
الكالسيوم	طباشير، حجر جيري	$CaCO_3$	
الماغنسيوم	دولوميت	$CaMg(CO_3)_2$	
الألومنيوم	بوكسيت	Al_2O_3	
الخارصين	ركائز الخارصين	ZnS	الاستخلاص بالتسخين مع فحم الكوك في فرن
الحديد	هيماتيت	Fe_2O_3	
القصدير	حجر القصدير	SnO_2	
الرصاص	الجالينا	PbS	
النحاس	بيريت النحاس	$CuFeS_2$	
الزئبق	سينابار	HgS	تحميص الخام بالتسخين فقط

جدول 1 استخراج الفلزات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

2-3 تركيز الخامات
Concentrating ores

نظرًا لمحدودية موارد بعض الخامات (انظر جدول 2)، وأيضًا لكون الكثير من الخامات الباقية من **نوعية رديئة**، ضروريًا في كثير من الأحيان تركيز الخام ليصبح استخلاص الفلز ذا جدوى اقتصادية. البوكسيت هو الخام الرئيس الذي يستخلص منه الألومنيوم، ولكن يجب تنقيته أولًا قبل استخلاص الألومنيوم بالتحليل الكهربائي. تكون أيضاً معظم خامات النحاس من نوعية رديئة، وتحتوي على نسبة صغيرة فقط من المعدن المطلوب. وتسمى إحدى طرق تركيز خامات النحاس **تعويم الزبد**.

ويتضمن ذلك سحق الخام الرديء مع الزيوت والماء. وبما أن خام النحاس أخف من الشوائب، يتعلق بالزبد المتكون، ويطفو على السطح حيث يمكن قشده. وتغوص الشوائب الأثقل إلى القاع، ويُتخلص منها كعادم.

وبالرغم من بساطة تعويم الزبد، إلا أن هذه العملية تستهلك كميات ضخمة من الماء يتوجب التخلص منها. فيستخدم 500 طن ماء لإنتاج طن واحد من النحاس النقي.

الفلزات	السنوات التقديرية لها إذا تم تعدينها بالمعدل الحالي	% الفلز في الخام
الومنيوم	225	28
نحاس	45	0.5
ذهب	25	90
حديد	195	60-30
خارصين	27	30-10

جدول 2 موارد الفلزات

خامات الفلزات هي موارد محدودة وبمجرد نفاد الخام، سنفقد الفلز. لذا من المهم الحفاظ على مصادر الخامات الطبيعية، ويمكن عمل ذلك بإعادة تدوير الفلزات الموجودة.

تجربة 3-1
Experiment 3-1

يمكن بيان مبدأ تعويم الزبد بخلط بعض الرمل مع مسحوق كبريتات نحاس (II). ضع المخلوط في كاس 250 سم^3، وأضف إليه 200 سم^3 ماء، وكذلك 0.5 جم صابون (انظر شكل 3-1).

ضع الكاس في حوض كبير، وانفخ الهواء خلال المخلوط لمدة 5-10 دقائق مستخدمًا أنبوبة مطاطية. تأكد من وصول الأنبوبة المطاطية حتى قاع الكاس للتأكد من أن المخلوط قد تم تقليبه جيدًا. اجمع الزبد المتكون في الحوض، ورشحه واختبر الراسب في ورقة الترشيح.

حاول هذا!

هل الراسب كبريتات نحاس بصفة رئيسة؟

شكل 3-1 تركيز الخامات بتعويم الزبد

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

3-3 الكربون وسلسلة الفاعلية
Carbon and the Reactivity Series

يختزل الكربون الفلزات الواقعة في وسط سلسلة الفاعلية كالخارصين، والحديد، والرصاص. إذا سخن على سبيل المثال أكسيد الرصاص في كتلة فحم نباتي باستخدام أنبوب نفخ، يمكن رؤية قطرات فضية من فلز الرصاص.

شكل 3-2 استخدام الكربون لاختزال الأكاسيد

ثاني أكسيد الكربون — رصاص — كربون — أكسيد رصاص (II)

$$2PbO\,(s) + C\,(s) \rightarrow 2Pb\,(\ell) + CO_2\,(g)$$

يعمل الاختزال بالكربون فقط مع الفلزات الواقعة وسط السلسلة، وكلما زادت فاعلية الفلز، كلما صعب على الكربون نزع الأكسجين من الأكسيد. الحديد أكثر فاعلية من الرصاص، لذا يجب تسخين أكسيد الحديد والكربون حتى درجات حرارة عالية (انظر الفرن العالي) لحدوث التفاعل.

رخص ثمن الكربون أحد أهم أسباب استخدامه لاستخلاص الفلزات. والكربون المستخدم هو فحم الكوك الذي نحصل عليه بتسخين الفحم الحجري في غياب الهواء. فلز الخارصين فلز متوسط الترتيب يوجد كخام يسمى ركائز الخارصين، وهو كيميائيًا كبريتيد خارصين بصفة رئيسة. ولا يمكن اختزاله مباشرة بالكربون، لذلك يجب تحميص الخام أولًا في الهواء. يُكوِّن ذلك أكسيد الفلز، وينتج أيضًا ثاني أكسيد الكبريت المفيد كناتج ثانوي، حيث يمكن استخدامه لصناعة حمض الكبريتيك.

ثاني أكسيد كبريت — أكسيد خارصين — أكسجين (هواء) — كبريتيد خارصين

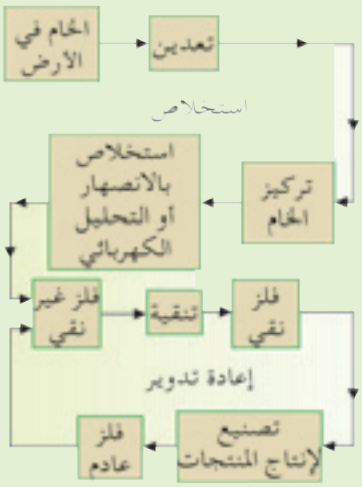
$$2ZnS\,(s) + 3O_2\,(g) \rightarrow 2ZnO\,(s) + 2SO_2\,(g)$$

يستخلص في المرحلة الثانية الخارصين من أكسيده مع الكربون، ويتم ذلك في فرن الاختزال لأن الخارصين يحتل موقعًا مرتفعًا في السلسلة، ولا يمكن استخلاص أي فلز يعلوه في السلسلة بالاختزال مع الكربون.

أول أكسيد الكربون — خارصين — كربون — أكسيد الخارصين

$$ZnO\,(s) + C\,(s) \rightarrow Zn\,(s) + CO\,(g)$$

درجة الحرارة داخل الفرن مرتفعة جدًّا لدرجة تبخر فلز الخارصين. يخرج البخار من فرن الاختزال، ويتكثف إلى سائل، فيُصَب في قوالب للتشكيل حيث يتصلب.



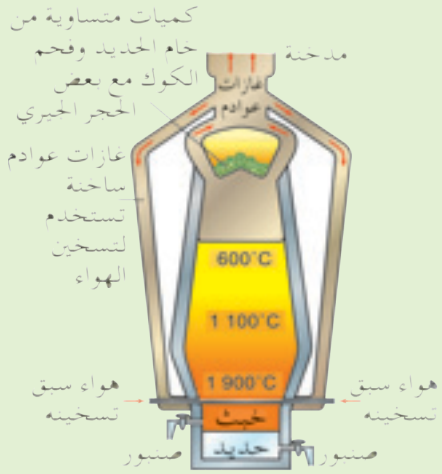
شكل 3-3 يوفر إعادة تدوير الفلزات كلا من الطاقة والموارد الطبيعية

4-3 استخلاص الحديد : الفرن العالي
The Extraction of Iron: The Blast Furnace

يوجد الحديد في خامات مختلفة كثيرة، **كالهيماتيت** (Fe_2O_3)، **والماجنيتيت** (Fe_3O_4)، **وبيريت الحديد** (FeS_2)، **والسيدريت** ($FeCO_3$). توجد تلك الخامات في جميع أنحاء العالم إلا أن روسيا، وأستراليا، والبرازيل هم أكبر المنتجين. تختزل تلك الخامات في **الفرن العالي**.

يبلغ ارتفاع الفرن العالي حوالي 40 مترًا، ويكلف بناؤه ملايين الدولارات. يصنع الفرن العالي من الفولاذ، ويُبطَّن بطوب حراري مخصوص مقاوم. **يُلقَّم** الفرن من قمته بالمواد الخام الثلاث **خام الحديد**، **وفحم الكوك**، **والحجر الجيري**. ويُسَخَّن الفرن بدفع الهواء الساخن من قاعدته خلال أنابيب. ويسبب ذلك احتراق فحم الكوك، وتحوله إلى ثاني أكسيد كربون، وينتج تفاعلًا طاردًا للحرارة بشدة، وترتفع درجة الحرارة في هذا الجزء من الفرن حتى 1 900 °س:

المرحلة 1 .



شكل 3-4 الفرن العالي

ثاني أكسيد كربون أكسجين كربون

$$CO_2\,(g) \leftarrow O_2\,(g) + C\,(s)$$

المرحلة 2

يرتفع ثاني أكسيد الكربون في الفرن، ويتفاعل مع المزيد من فحم الكوك. ويكون التفاعل هنا ماصًّا للحرارة، (حيث تنخفض درجة الحرارة حتى 1100° س) لتكوين أول أكسيد الكربون:

أول أكسيد كربون فحم الكوك ثاني أكسيد كربون

$$2CO\,(g) \leftarrow C\,(s) + CO_2\,(g)$$

المرحلة 3

يختزل أول أكسيد الكربون خام الحديد عند قمة الفرن إلى فلز حديد مصهور (حديد زهر)، يسقط إلى قاعدة الفرن. ويهرب غاز ثاني أكسيد الكربون من القمة كغاز عادم:

ثاني أكسيد الكربون حديد مصهور أول أكسيد الكربون خام حديد

$$3CO_2\,(g) + 2Fe\,(\ell) \leftarrow 3CO\,(g) + Fe_2O_3\,(s)$$

ويوجد الحجر الجيري في الفرن للمساعدة على التخلص من الشوائب. ويعتبر الرمل الشائبة الرئيسة في خام الحديد، ويعرف كيميائيًّا بثاني أكسيد السيليكون. يتحلل الحجر الجيري داخل الفرن إلى جير وثاني أكسيد كربون:

ثاني أكسيد الكربون جير حي حجر جيري

$$CO_2\,(g) + CaO\,(s) \leftarrow CaCO_3\,(s)$$

يتفاعل ثاني أكسيد الكربون الناتج مع فحم الكوك الساخن لتكوين المزيد من أول أكسيد كربون، ويتحد الجير الحي مع شوائب الرمل لتكوين **خبث** مصهور يسمى سليكات كالسيوم:

خبث رمل جير حي

$$CaSiO_3\,(\ell) \leftarrow SiO_2\,(s) + CaO\,(s)$$

يسيل ذلك الخبث إلى قاعدة الفرن لأنه مصهور، وبما أنه أخف من الحديد المصهور، فإنه يطفو على السطح، ومن ثم يمكن إخراجه خلال صنبور. ويستخدم ذلك الخبث في إنشاء أساسات الطرق.

ملحوظة

الفرن العالي يعمل 24 ساعة يوميًّا، 365 يومًا في السنة.
ويمكن أن ينتج 10 000 طن حديد يوميًّا. يجب تجديد بطانة الفرن كل ثلاث سنوات وهو الوقت الوحيد الذي يُغلق فيه الفرن.

5-3 من الحديد إلى الفولاذ From Iron to Steel

يظل الحديد الناتج في الفرن العالي غير نقيٍّ إلى حد بعيد، حيث يحتوي على 4% كربون. لذا يسمى **حديد غفل**، أو **حديد زهر**، ويتحول معظم هذا الحديد غير النقي إلى فولاذ. ويُنفَّذ ذلك داخل فرن خاص يسمى **الفرن الأكسجيني القاعدي** (انظر شكل 3-5). يُنفخ في هذا الفرن أكسجين تحت ضغط عالٍ إلى داخل حديد زهر مصهور، باستخدام **سنان مبرد بالماء** مما يؤكسد الشوائب مثل الكربون والكبريت إلى غازات، تهرب عندئذ.

شكل 3-5 الفرن الأكسجيني القاعدي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

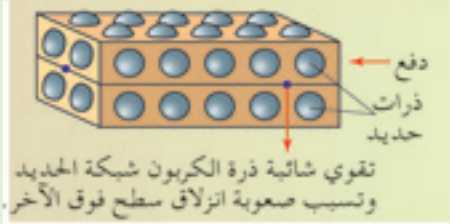
تُحوَّل الشوائب الأخرى كالفوسفور والسليكون إلى أكاسيد حمضية يمكن معادلتها بإضافة قاعدة مثل أكسيد الكالسيوم.

ويبقى معنا حديد نقيٌّ جدًّا، يسمى **الحديد المطاوع**. فينتج المحول الواحد 150-300 طن من الحديد المطاوع في الساعة. وتضاف كميات محسوبة من الكربون لإنتاج سبائك الفولاذ المتعددة.

الحديد والسبائك	التركيب	الخواص	الاستخدامات
حديد زهر	Fe %96 ، C %4	ثقيل وقوي	غرف الاحتراق في المحركات
حديد مطاوع	Fe %100	قابل للطرق	البوابات، والسلاسل
فولاذ مطاوع، ذو نسبة كربون قليلة	Fe %99.5 ، C %0.5	لين	هياكل السيارات، والآلات
فولاذ ذو نسبة كربون عالية	Fe %98.5 ، C %1.5	قاس جدًّا	الحفارات
فولاذ منجنيز	Fe %87 ، Mn %13	قاس جدًّا، وقابل للسحب	الزنبركات، والحفارات
فولاذ تنجستن	Fe %95 و W %5	مقاومة شد عالية	أدوات القطع، والشفرات
فولاذ لاصدؤ	Fe %74 و Cr %18 Ni %8	مقاوم للصدأ	السكاكين، والمصانع الكيميائية

جدول 3 سبائك الفولاذ

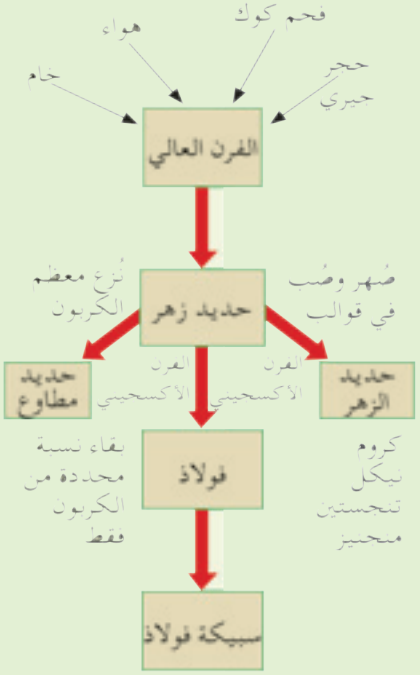
الفولاذ **المطاوع** فولاذ ذو **نسبة كربون منخفضة**، يحتوي على 0.5% كربون تقريبًا، وهو لين، ولكن كلما أضفنا له كربونًا، كلما ازدادت قوته. يرجع ذلك لكون شائبة الكربون تقوي شبكة الحديد، فتزيد من صعوبة انزلاق ذرات الحديد فوق بعضها (انظر شكل 3-7). يحتوي الفولاذ ذو **نسبة الكربون العالية** ما بين 0.5 و 1.5% كربون، ويكون قويًّا وقابلاً للشد. وتصنع أيضًا سبائك الفولاذ **كالمنجنيز**، أو **التنجستن**، أو **الفولاذ اللاصدؤ (غير القابل للصدأ)** بإضافة الكمية الصحيحة من الفلز الملائم. يستخدم الفولاذ المطاوع في صناعة هياكل السيارات والآلات، ولكن يكون للفولاذ **القاس** مثل فولاذ الكربون العالي، أو فولاذ التنجستين، أو فولاذ المنجنيز استخدامات أخرى كثيرة (انظر جدول 3).



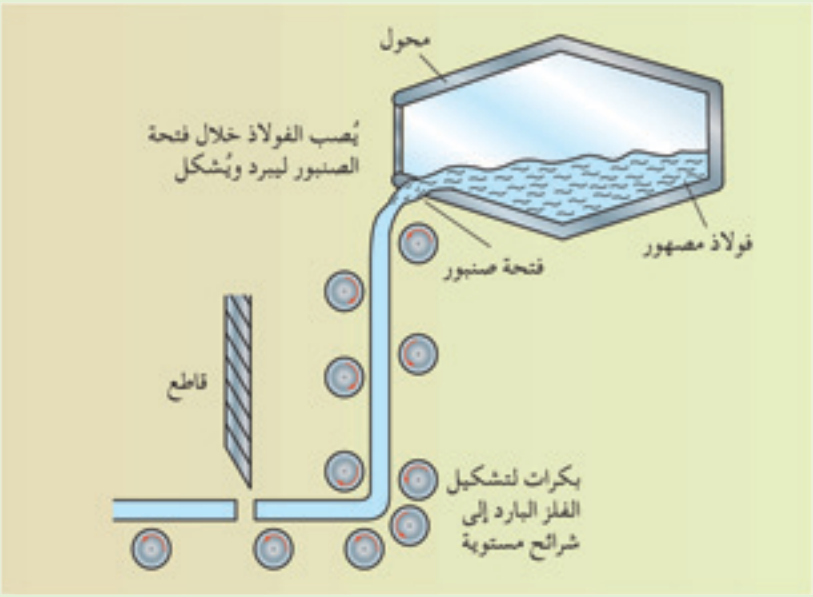
شكل 3-7 قوة الفولاذ

الفولاذ مهم جدًّا في صناعة التشييد، حيث يستخدم في بناء الجسور، والخراسانات، والأقفال، وأدوات القطع .... إلخ. تنتج ليبيا المواد الخام اللازمة لصناعة الحديد (من جبل العوينات ووادي الشاطئ) ولكن لا تفي الخامات بجميع الاحتياجات. رتب زيارة مدرسية لفرن عالٍ أو لمصنع الحديد والصلب بمصراته.

يساعد هذا النشاط الطلاب على معرفة مايحيط بهم.



شكل 3-6 مخطط تتابع العمليات من الحديد إلى الفولاذ



شكل 8-3 تحويل الفولاذ إلى قضبان فولاذية

صناعة قضبان فولاذية داخل فرن الفولاذ

6-3 صدأ الحديد: تفاعل أخسدة

Rusting of Iron: A Redox Reaction

الصدأ عملية كيميائية يتحول فيها الحديد بتفاعله مع الأكسجين (الهواء) والماء إلى طبقة مُغلِّفَة هشة شائعة للغاية بلونها البني. والصدأ كيميائيًّا هو أكسيد الحديديك المميأ:

أكسيد حديديك مميأ ← ماء + أكسجين + حديد

$$2Fe_2O_3.H_2O\,(s) \rightarrow 2H_2O\,(\ell) + 3O_2\,(g) + 4Fe\,(s)$$

تتفاعل أيضًا فلزات أخرى كثيرة كالألومنيوم مع الأكسجين في الهواء، ولكنها تختلف عن الحديد في تكوينها طبقة أكسيد واقية على سطحها. يكوِّن الحديد طبقة هشة تنسلخ، فتسمح للحديد تحتها بالصدأ؛ ومن ثم يتآكل تدريجيًّا.

يتضمن الصدأ أكسدة، حيث يتأكسد الحديد إلى أيونات حديد (III) بفعل فقد الإلكترونات.

(أكسدة) $4Fe\,(s) \rightarrow 2Fe_2^{3+}\,(s) + 12e^-$

تكتسب ذرات الأكسجين الإلكترونات الناتجة لتكون أيونات الأكسيد، ويسمى ذلك اختزالًا:

(اختزال) $3O_2(g) + 12e^- \rightarrow 2O_3^{2-}\,(s)$

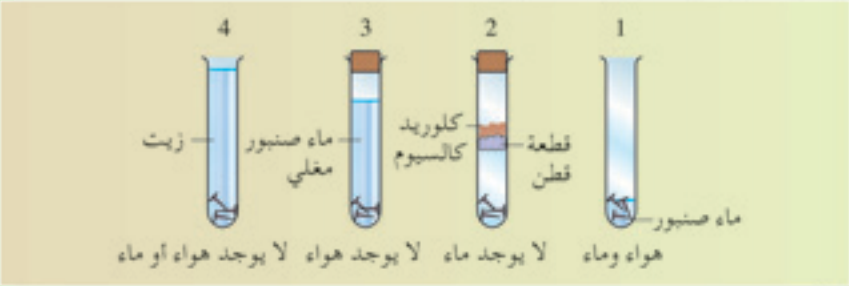
لذلك يعتبر الصدأ نفسه **تفاعل أخسدة (اختزال – أكسدة)**.

ملـحوظة

إذا اتصلت قضبة حديد بالطرف السالب لنضيدة، فلن تصدأ أبدًا لأن الطرف السالب يمدها بالإلكترونات، ويجب أن يفقد الحديد إلكترونات (أكسدة) حتى يصدأ.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

يمكن استقصاء شروط حدوث الصدأ بإعداد أربع أنابيب اختبار، كما هو مبين في شكل 3-9. تصدأ المسامير الحديدية في الأنبوبة الأولى فقط، ويتخلص كلوريد الكالسيوم في الأنبوبة الثانية من أي ماء يوجد بالهواء، ولا يحتوي ماء الصنبور المغلي في الأنبوبة الثالثة على هواء. وأخيرًا، يضمن الزيت في الأنبوبة الرابعة عدم وصول الهواء أو الماء إلى المسامير.



شكل 3-9 شروط حدوث الصدأ

يكلف الصدأ الناس والصناعات ملايين الدينارات كل عام. ويجب حماية الحديد من الهواء الذي يحتوي على أكسجين وبخار ماء لمنع الصدأ. تتحقق تلك الحماية إما بطلاء أو بتغطية السطح بطبقة رقيقة واقية من فلز، أو بلاستيك، أو بطبقة رقيقة من الشحم، أو الزيت.

يُستخدم عادة **الطلاء** للإنشاءات الضخمة المصنوعة من الحديد أو الفولاذ مثل الجسور أو السفن. و**الطلاءات الفلزية** الأكثر شيوعًا هي الخارصين (يستخدم في **الجلفنة**) الذي يستخدم لطلاء صناديق القمامة، أو الجرادل .... إلخ. ويستخدم **القصدير** في طلاء عبوات حفظ الأغذية "عبوات القصدير". وتستخدم طبقات رقيقة من **الشحم** أو **الزيت** لحماية الحديد أو الفولاذ في الأجزاء المتحركة كالآلات، وسلاسل الدراجات. أما بالنسبة لأنابيب الحديد أو الفولاذ التي تمر تحت سطح الأرض، تدفن كتل من فلز الماغنسيوم بالقرب منها وتوصل بأسلاك. وبما أن الماغنسيوم أكثر فاعلية من الحديد، فإنه يتفاعل أولًا، وتسمى تلك العملية **حماية بالتضحية**. وعندما يُستهلك الماغنسيوم، تضاف كتلة أخرى إلى الموضع نفسه، وتوصل بالأنابيب.

فكر علميًّا

هل يمكنك تبرير ارتفاع سطح الماء داخل أنبوبة الاختبار بعد أسبوع بمقدار الخُمس؟

مراجعة سريعة

الفرن العالي

- المواد الخام هي خام الحديد، وفحم الكوك، والحجر الجيري، والهواء.
- يستخلص الحديد باختزال أكسيد الحديديك بأول أكسيد الكربون.
- تزال شائبة ثاني أكسيد السيليكون (الرمل) بالتفاعل مع أكسيد الكالسيوم (من الحجر الجيري) لإنتاج الخبث.

صناعة الفولاذ

- يصنع من الحديد غير النقي في الفرن العالي.
- تنتزع الشوائب بالأكسجين وأكسيد الكالسيوم.
- تضاف كميات محددة من الكربون وعناصر أخرى.

اختبر فهمك 1

(1) لماذا يُجلفن الحديد؟
(2) ما الفلز المستخدم في الجلفنة؟
(3) ما الشرطين الضروريين لحدوث الصدأ؟
(4) كيف نحمي الأجزاء المتحركة من الصدأ؟
(5) كيف نحمي الأجسام الكبيرة من الصدأ؟
(6) تُطلى مصادمات السيارة كهربائيًا لحمايتها من الصدأ، فما الفلز الجذاب المستخدم؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

7-3 استخلاص الألومنيوم: اختزال إلكتروليتي
The Extraction of Aluminium: Electrolytic Reduction

الألومنيوم هو الفلز الأكثر توافرًا في القشرة الأرضية. ومع ذلك، يعتبر استخلاصه من معظم الطمي والصخور غير اقتصاديٍّ، ويُستخلص عوضًا عن ذلك من خام يسمى **البوكسيت**.

يوجد عادة ذلك الخام بالقرب من السطح في طبقات يتراوح سمكها بين 4 –12 مترًا. ويتم تعدينه بواسطة التعدين السطحي، الرخيص نسبيًّا.

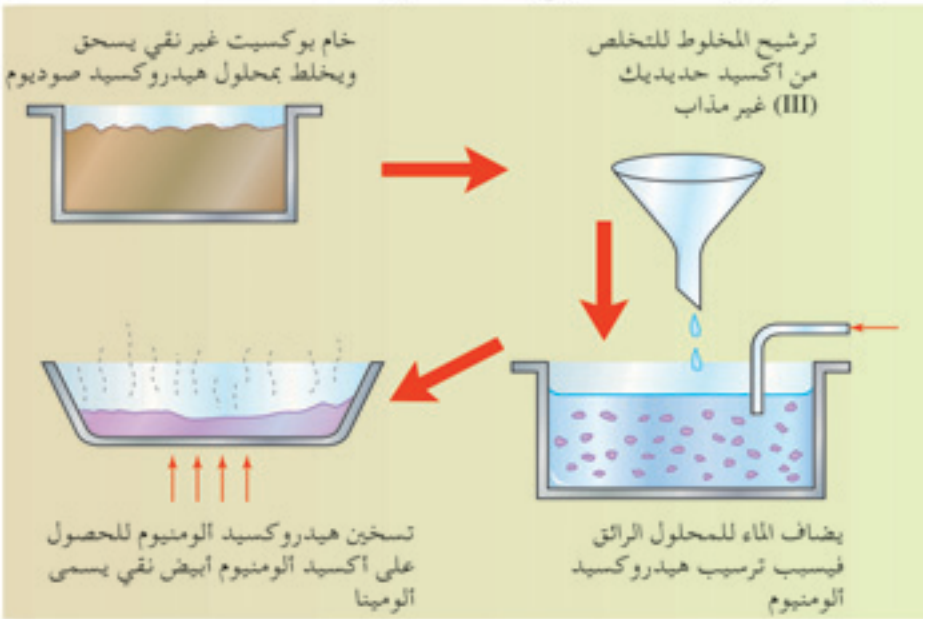
تحتوي معظم خامات البوكسيت ما بين 25 - 30% أكسيد ألومنيوم مع شوائب رمل وأكسيد حديد. تعطي الشوائب للخام لونًا بنيًّا محمرًا، وأكثر دولتين منتجتين للبوكسيت هما أستراليا وجامايكا. يُنقَّى خام البوكسيت بعد تعدينه بإذابته في هيدروكسيد صوديوم، ولا تذوب الشوائب فتُرشَّح ويُتخلَّص منها. يترسب أكسيد الألومنيوم الذائب بعد ذلك كهيدروكسيد ألومنيوم عن طريق التخفيف بالماء، ثم يُسخَّن لتكوين أكسيد ألومنيوم أبيض نقي أو ألومينا. يستخلص الألومنيوم بعد ذلك بالتحليل الكهربائي.

ولتوصيل الكهرباء، يجب أن يكون أكسيد الألومنيوم مصهورًا. وبما أن درجة انصهاره عالية (أعلى من 2000°س)، فيضاف له مركب ألومنيوم آخر يسمى **الكريوليت** (Na_3AlF_6)، لتخفيض درجة الانصهار. تهاجر أيونات الألومنيوم أثناء التحليل الكهربائي نحو الكاثود الجرافيتي، حيث يتجمع مصهور الألومنيوم، ويصب في قوالب.

(عند الكاثود) $4Al^{3+}(\ell) + 12e^- \rightarrow 4Al(\ell)$

يتجمع أيضًا عند الأنود غاز الأكسجين **ذو** القيمة التجارية.

(عند الأنود) $6O^{2-}(\ell) \longrightarrow 3O_2(g) + 12e$



شكل 3-10 تنقية البوكسيت

اختبر فهمك 2

(1) أين توجد الفلزات الأسهل في استخلاصها من خاماتها في سلسلة الفاعلية الكيميائية؟

(2) يتطلب استخلاص الفلزات من خاماتها اكتساب إلكترونات. بما يسمى ذلك؟

(3) ما المواد الخام الثلاث المستخدمة في الفرن العالي؟

(4) ما العنصر الرئيس الذي يضاف إلى الحديد لصناعة الفولاذ؟

(5) بما يسمى الحديد النقي؟

(6) هل يمكنك تسمية الخام الرئيس للألومنيوم؟

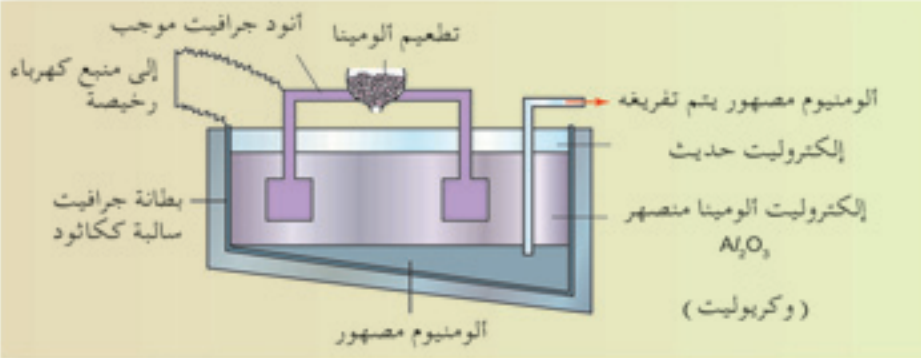
(7) عند أي قطب يتكون الألومنيوم أثناء استخلاصه؟

ملحوظة

جامايكا بلد صغير، مساحته 11 000 كم^2 فقط. ينتج عن تعدين خام الألومنيوم أكثر من 10 كم^3 من الطين الأحمر سنويًّا وذلك من جراء غسيل ومعالجة الخام. وتتمثل المشكلة في إيجاد مكان للطين حيث أنه غير خصب، وتعيق ليونته الشديدة البناء فوقه.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

يحرق الأكسجين قطب الأنود نتيجة درجة الحرارة التي تعمل بها الخلية (980°س)، مما يستوجب استبداله بصورة دورية . تستهلك أيضًا تلك الخلية كميات كبيرة من الكهرباء، لذلك تحتاج مصادر قدرة رخيصة، حيث يتطلب إنتاج 1 كيلوجرام ألومنيوم 15 كيلووات . ساعة (وحدة كهرباء) .



شكل 3-11 التحليل الكهربائي لأكسيد الألومنيوم المصهور

شكل 3-12 تحليل تكاليف إنتاج الألومنيوم

التيار (KA)	الزمن (يوم)	كتلة الألومنيوم (طن)
60	2	1
120	1	1
240	0.5	1

جدول 4 تعتمد مباشرة كتلة الألومنيوم التي تتجمع عند الكاثود على حجم التيار وزمن تدفقه .

ملحوظة

لا توجد في بعض البلاد العربية مصانع صهر ألومنيوم بسبب تكاليفها الباهظة مثل كلفة الخامات، والاستهلاك الضخم للكهرباء، الأمر الذي يجعل تلك المصانع غير مجدية اقتصاديًا . وإعادة تدوير المواد المصنوعة من الألومنيوم كمعلبات الشراب، أحد طرق تجنب تكاليف استيراد فلز الألومنيوم .

تنتج خلية الاختزال الإلكتروليتي الألومنيوم .

صنع 1 طن ألومنيوم

يتطلب :

- 6 طن خام بوكسيت
- 0.5 طن أنود كربون
- 0.1 طن هيدروكسيد صوديوم
- 0.5 طن وقود
- 0.05 طن كريوليت
- 18 000 وحدة كهرباء (كيلو وات . ساعة)

فلا تندهش من أن الألومنيوم أغلى من الحديد !

8-3 استخدامات الألومنيوم Uses of Aluminium

للألومنيوم استخدامات مختلفة عديدة، فهو **قابل للطرق**، ومن ثم يمكن استخدامه في صنع رقائق حفظ الأطعمة. وهو **موصل جيد للحرارة** فيستخدم في صنع أدوات المطبخ مثل أواني القلي. وهو خفيف و**موصل جيد للكهرباء**، ولذلك يستخدم في صناعة الموصلات العلوية. وهو **مقاوم للصدأ**؛ لأنه مغطى بطبقة من أكسيد الألومنيوم التي تحميه؛ ولذا يكون مثاليًا لصناعة أواني الطعام، ومقابض الأبواب، وأُطُر النوافذ، وأبواب المخازن. وفي النهاية، هو فلز **خفيف** (كثافته 2.7 جم / سم^3)، وقوي إلى حد كبير (خصوصًا **سبائكه**)؛ فيستخدم في التطبيقات الهندسية الإنشائية، وخصوصًا في بناء الطائرات وقطارات الأنفاق.

فكر علميًّا

يفترض أن طهي دجاجة في رقائق الألومنيوم النقي خطر للغاية، لتفاعل فلز الألومنيوم مع البخار المنبعث من الدجاجة منتجًا أكسيد ألومنيوم وهيدروجين. هل يمكنك تفسير عدم حدوث ذلك؟

ملحوظة

خام الكريوليت يحتوي على أيونات فلوريد التي تنتج غاز فلور أثناء استخلاص الألومنيوم. ومع ذلك، يجب عدم السماح لذلك الغاز بالهروب إلى الوسط المحيط. ففي مصانع الألومنيوم القديمة، كان الغاز يهرب، وأصيبت الأبقار الموجودة بالحقول القريبة من تلك المصانع نتيجة لذلك بحالة يطلق عليها التسمم بالفلور الذي أثر على عظامها مسببًا موت الكثير منها. يوجد الآن تحكم شديد في تسربات الفلور من مصانع استخلاص الألومنيوم.

اختبر فهمك 3

عند تعرض الألومنيوم للهواء، يكوّن طبقة رقيقة جدًّا واقية من أكسيد الألومنيوم سمكها حوالي 10^{-6} سم. وإذا أردنا مزيدًا من الحماية للألومنيوم، نستخدم عملية تسمى الاستخدام الأنودي Anodising. ويستخدم فيها الألومنيوم كأنود خلال التحليل الكهربائي لحمض الكبريتيك. ويتحد الأكسجين الناتج عند الأنود مع الألومنيوم لتكوين طبقة أكسيد واقية سمكها 10^{-3} سم تقريبًا.

(1) اذكر معادلة توضح كيفية تفاعل الألومنيوم مع أكسجين الهواء.

(2) ما ضرورة استخدام الألومنيوم كأنود؟

(3) إلى أي حد يتضاعف سمك طبقة الأكسيد على سطح الألومنيوم عند استخدامه كأنود؟

(4) لماذا يجب إزالة أية دهون على سطح الألومنيوم قبل استخدامه كأنود؟

(5) لماذا لا يصدأ الألومنيوم كالحديد؟

(6) لماذا تصنع الرماح من سبيكة الألومنيوم؟

(7) لماذا تصنع أبواب المخازن من الألومنيوم؟

(8) لماذا تصنع الموصلات العلوية من الألومنيوم وليس من النحاس؟

(9) لماذا تصنع رقائق الطبخ من الألومنيوم؟

(10) لماذا تصنع دراجات السباق من سبائك الألومنيوم؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

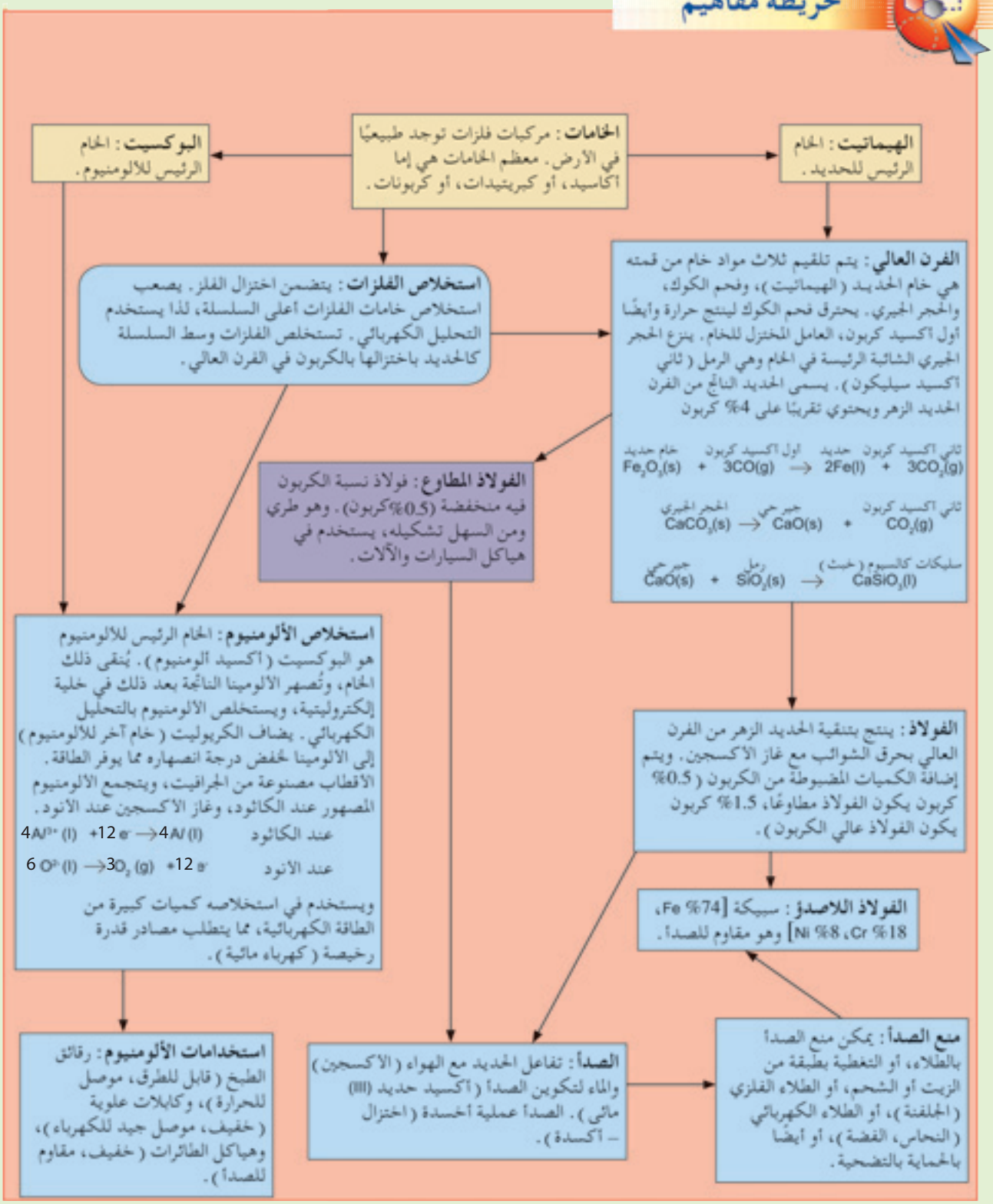
ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها.

- الخامات هي مركبات طبيعية للفلزات، عادة أكاسيد، أو كبريتيدات، أو كربونات.
- الحصول على الفلزات من خاماتها عملية اختزال، يكتسب فيها أيون الفلز إلكترونات.
- الخامات موارد محدودة، لذلك يوفر إعادة تدوير الفلزات الموارد الطبيعية من الخامات كما يوفر مصادر الطاقة.
- تُكوِّن الفلزات الفعالة (النشطة) مركبات ثابتة، تتطلب اختزالًا قويًا لخاماتها باستخدام التحليل الكهربائي.
- يمكن استخلاص الفلزات ذات الترتيب المتوسط (كالحديد) باختزال خام الحديد (الهيماتيت) مع فحم الكوك (الكربون) في الفرن العالي. يضاف أيضًا الحجر الجيري للتخلص من الشوائب الموجودة في الخام كالرمل.
- في صناعة الفولاذ، يتأكسد الحديد الزهر غير النقي الناتج من الفرن العالي لتحترق جميع الشوائب. ثم تضاف كميات مضبوطة من المواد المضافة للحصول على أنواع الفولاذ المتعددة، مثل الفولاذ المطاوع (Fe %99.5، C %0.5) للآلات وهياكل السيارات، والفولاذ عالي الكربون (Fe %98.5 ، C %1.5) للحفارات، والفولاذ اللاصدؤ (Fe %74 ، Cr %18 ، Ni %8) للمصانع الكيميائية، وأدوات المائدة، وأدوات الجراحة .... إلخ.
- صدأ الحديد هو التفاعل الكيميائي للحديد مع الأكسجين (الهواء) والماء لتكوين أكسيد حديد (III) مائي.
- يمكن منع الصدأ بالجلفنة (التغطية بالخارصين)، والطلاء، والتغطية بطبقة من الزيت أو الشحم، والطلاء الكهربائي (القصدير، الفضة)، والحماية بالتضحية (وصل فلز أكثر نشاطًا كالماغنسيوم أو الخارصين بالجسم الحديدي).
- يصنع الألومنيوم بالتحليل الكهربائي لأكسيد الألومنيوم النقي المصهور (البوكسيت) المذاب في الكريوليت لخفض درجة الانصهار. يتجمع الألومنيوم المصهور عند كاثود الكربون($4Al^{3+}_{(l)} + 12e^- \rightarrow 4AL_{(l)}$)، ويتجمع غاز الأكسجين عند الأنود ($6O^{-2}_{(l)} \longrightarrow + 3O_{2(g)} + 12e^-$)
- الألومنيوم فلز أكثر فاعلية (نشاطًا) من الحديد، ويفسر ضعف تفاعله الظاهر وجود طبقة رقيقة واقية من أكسيد الألومنيوم. لا تتقشر تلك الطبقة (على عكس أكسيد الحديد)، وتجعل الألومنيوم مقاومًا للصدأ.
- فلز الألومنيوم خفيف نسبيًا، ومقاوم للصدأ، وموصل جيد للحرارة والكهرباء، وعند مزجه في سبيكة، يصبح قويًا إلى حد كبير.
- استخدامات الألومنيوم مرتبطة بخواصه.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

خريطة مفاهيم



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

أسئلة الاختيار من متعدد

1- استخلاص الفلزات من خاماتها يتضمن دائمًا:
(أ) أكسدة. (ب) اختزال.
(جـ) تحليل كهربائي. (د) تسخين مع الفحم.

2- الشائبة الرئيسة في خام الحديد هي:
(أ) صلصال. (ب) صخور مفتتة.
(جـ) حجر جيري. (د) الرمل.

3- الطريقة الملائمة لاستخلاص الصوديوم من خامته هي:
(أ) التحلل الحراري.
(ب) التحلل الكهربائي لمصهور الخام.
(جـ) التسخين مع الفحم في الفرن.
(د) تسخين الخام ببطء.

4- لحدوث الصدأ، فلز الحديد يجب أن:
(أ) يكتسب ماء فقط من الهواء.
(ب) يفقد إلكترونات.
(جـ) يتحلل إلى أكسيده.
(د) يفقد كتلة إلى الهواء.

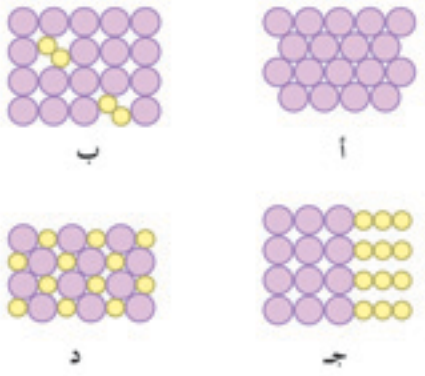
5- في صنع الفولاذ اللاصدؤ، ما الفلزان اللذان يضافا للفولاذ؟
(أ) نيكل ومنجنيز.
(ب) نيكل وكروم.
(جـ) كروم ومنجنير.
(د) تنجستين وكروم.

6- أي مما يلي يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؟
(أ) الحديد الزهر. (ب) الحديد المطاوع.
(جـ) الحديد الخردة. (د) الفولاذ المطاوع.

7- أي مما يلي **غير دقيق** عن التحليل الكهربائي لأكسيد الألومنيوم المذاب في كريوليت مصهور؟
(أ) تحترق الأقطاب ويجب استبدالها بصفة دورية.
(ب) تصنع الأقطاب من الجرافيت.
(جـ) تفقد أيونات الألومنيوم ثلاثة إلكترونات إلى الكاثود.
(د) يتجمع غاز الأكسجين عند الأنود.

8- ما الفلز المستخدم في الجلفنة؟
(أ) نحاس. (ب) كروم.
(جـ) قصدير. (د) خارصين.

9- أي الأشكال التالية تعد أفضل تمثيل لسبيكة فولاذ؟



10- ما المعادلة التي تعتبر أفضل تمثيل لاختزال خام الحديد في الفرن العالي؟
(أ) $Fe_2O_3\,(s) + 3C\,(s) \rightarrow 2Fe\,(\ell) + 3CO\,(g)$
(ب) $FeO\,(s) + C\,(s) \rightarrow Fe\,(\ell) + CO\,(g)$
(جـ) $FeO_2\,(s) + 2CO\,(g) \rightarrow Fe\,(\ell) + 2CO_2\,(g)$
(د) $Fe_2O_3\,(s) + 3CO\,(g) \rightarrow 2Fe\,(\ell) + 3CO_2\,(g)$

11- يضاف الكريوليت (Na_3AlF_6) أثناء استخلاص الألومنيوم بالتحلل الكهربائي لأنه:
(أ) يخفض درجة انصهار خام البوكسيت.
(ب) أرخص من البوكسيت.
(جـ) يضيف ألومنيوم أكثر للخلية.
(د) ينتج تلوثًا أقل من خام البوكسيت.

12- يمكن تقوية الغشاء الرقيق الذي يحمي الألومنيوم من الصدأ، والمتكون على سطحه عن طريق:
(أ) الجلفنة.
(ب) الطلاء الكهربائي.
(جـ) استخدامه كأنود.
(د) الاختزال.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

أسئلة تركيبية

13- أجب عن الأسئلة التالية، عن استخلاص الحديد في الفرن العالي.

(أ) بما يسمى الخام الرئيس للحديد؟

(ب) ما الهدف من الحجر الجيري؟

(جـ) ما الشائبة الرئيسة في خام الحديد؟

(د) اكتب معادلة تبين اختزال الخام؟

(هـ) ما الذي يطفو أعلى الحديد المنصهر؟

(و) ما الغاز المختزل الرئيس في وسط الفرن؟

(ز) اذكر عنصرين آخرين يتواجدا عادة في الحديد الزهر.

(ح) اذكر أربع سبائك للحديد، واستخدامًا لكل منها.

14- العنصر السابع من حيث الوفرة في الأرض هو التيتانيوم. ويُستخلص من خامته، روتيل TiO_2، التي تتحول أولًا إلى كلوريد تيتانيوم $TiCl_4$ مع حمض هيدروكلوريك مركز. تختزل بعد ذلك بالتسخين مع فلز الصوديوم في جو خامل من الأرجون.

(أ) ما الاسم الكيميائي لـ TiO_2؟

(ب) أكمل المعادلات التالية:

$TiO_2\ (s) + 4HCl\ (l) \rightarrow$ ..... + ...

$TiCl_4\ (l) + 4Na\ (s) \rightarrow$ ..... + ...

(جـ) ما ضرورة الجو الخامل للأرجون، أثناء الاستخلاص باستخدام الصوديوم؟

(د) $TiCl_4$ كلوريد سائل. فهل هو تساهمي أم أيوني؟

(هـ) يستخدم التيتانيوم في إنشاء سفن الفضاء. أي خصائصه تجعله مناسبًا لذلك الاستخدام؟

15- (أ) اشرح المشاهدات الملخصة فيما يلي:

الترتيب	إبرة حديدية	لوح خارصين	لوح نحاسي
مشاهدات	ضابط التجربة	إبرة حديدية لاتصدأ	إبرة حديدية صدأت أكثر من الضابط

(ب) يوجد عمود حديدي في دلهي بُني في عام 200 ميلادية تقريبًا. ولم يتكون مع ذلك عليه صدأ رغم مرور ألفي سنة تقريبًا. اشرح ذلك.

(جـ) لماذا تصدأ الأنابيب الحديدية المدفونة على عمق في الطين بسرعة أكبر من الموجودة في خنادق رملية؟

(د) لماذا تصدأ علبة مصنوعة من القصدير عند خدشها أسرع من علبة حديدية مغطاة بطبقة من الخارصين (مجلفن) عند خدشها؟

16- (أ) كتلة العملة 20 سنت في أمريكا 4.5 جم، وهي سبيكة نحاسونيكل (75% Cu ، 25% Ni). ما مقدار النحاس المطلوب لإنتاج 100 000 من تلك العملات؟

(ب) إذا استخلص النحاس من خام (كوبريت) Cu_2O ما المقدار المطلوب من تلك الخامة لإنتاج 100 000 عملة؟

$[A_r\ (Cu) = 64\ .\ A_r\ (O) = 16]$

17- أجب عن الأسئلة التالية الخاصة باستخلاص الألومنيوم بالتحليل الكهربائي للبوكسيت.

(أ) ما سبب إضافة الكريوليت إلى البوكسيت؟

(ب) ما المواد المصنوع منها أقطاب الخلية؟

(جـ) اكتب معادلة للتفاعل عند الكاثود.

(د) ما الناتج الرئيس عند الأنود؟

(هـ) اكتب معادلة للتفاعل عند الأنود.

(و) لماذا يجب استبدال الأنود؟

(ز) لماذا تُنشأ عادة مصانع الألومنيوم في المناطق الجبلية؟

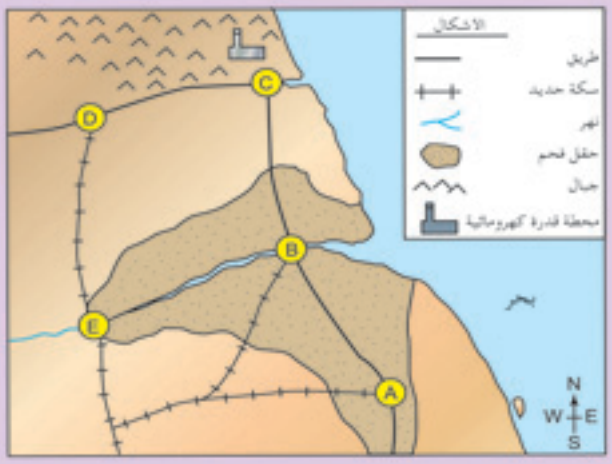
(ح) اذكر أربعة استخدامات للألومنيوم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

المهارة : التقويم

تبين الخريطة التالية خمسة مواقع مقترحة A، B، C، D، E لإنشاء مصنع صهر ألومنيوم جديد في أحد البلدان التي تستورد خام الألومنيوم.



- أي المواقع المقترحة يكون أكثر ملاءمة لبناء مصنع صهر ألومنيوم جديد، معطيًا أسبابك؟ أي اتجاه يكون أفضل لهبوب الرياح لتقليل تلوث الهواء؟
- يُنتج معظم الألومنيوم في العالم بأمريكا الشمالية وأوروبا، وكلاهما بعيد عن أماكن تعدين الخام. هل تستطيع تفسير ذلك؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة

4

الألكانات والألكينات

Alkanes and Alkenes

اللدائن "البلاستيك" مواد شائعة ومفيدة جدًّا. تتكون عادة ببلمرة جزيئات الألكينات غير المشبعة.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن :

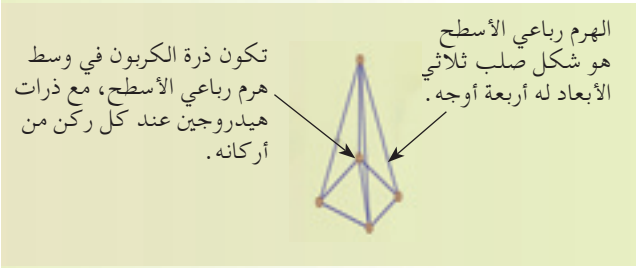
- ✔ **تصف** السلسلة المتجانسة كمجموعة مركبات عضوية لها صيغة عامة، وخواص كيميائية متشابهة، وتظهر تدرجًا في الخواص الفيزيائية.
- ✔ **تصف** الألكانات كسلسلة متجانسة من الهيدروكربونات المشبعة ذات صيغة عامة C_nH_{2n+2}.
- ✔ **ترسم** تركيب الألكانات المتفرعة وغير المتفرعة C_1 إلى C_4، وتعنون الألكانات غير المتفرعة؛ ميثان إلى بيوتان.
- ✔ **تعرف** التشكل (التزامر أو تساوي التركيب الجزيئي)، وتكشف عن هوية الأيزومرات (مركب يتصف بتساوى التركيب مع مركب آخر).
- ✔ **تصف** خواص الألكانات (الميثان كمثال) بكونها غير فعالة عدا بدلالة تفاعلي الاشتعال والاستبدال بالكلور.
- ✔ **تصف** الألكينات كسلسلة متجانسة من الهيدروكربونات غير المشبعة لها صيغة عامة C_nH_{2n}.
- ✔ **ترسم** تركيب الألكينات المتفرعة وغير المتفرعة C_2 إلى C_4، وتعنون الألكينات غير المتفرعة؛ إيثين إلى بيوتين.
- ✔ **تصف** صناعة الألكينات والهيدروجين بتكسير الهيدروكربونات.
- ✔ **تصف** الفرق بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة من تركيبها الجزيئي، وباستخدام البروم المائي.
- ✔ **تصف** خواص الألكينات (الإيثين كمثال) بدلالة تفاعلي الاحتراق والإضافة.
- ✔ **تذكر** معنى مصطلح البولي غير المشبع عند استخدامه مع منتجات الغذاء.
- ✔ **تصف** تصنيع السمن النباتي بإضافة الهيدروجين إلى الزيوت النباتية غير المشبعة لتكوين منتج صلب.
- ✔ **تصف** تكوين البولي إيثين من الإيثين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

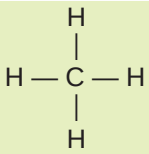
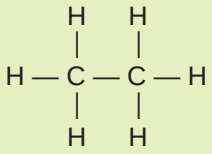
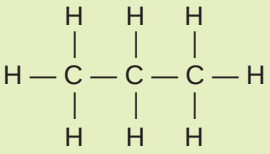
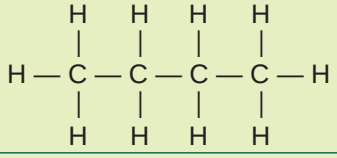
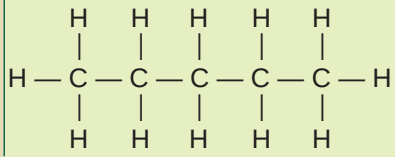
1-4 الألكانات : هيدروكربونات مشبعة
Alkanes: Saturated Hydrocarbons

الجزيئات العضوية الأبسط هي الهيدروكربونات، وتكون جميع الهيدروكربونات تساهمية الرابطة. **الألكانات** إحدى مجموعات الهيدروكربونات، ويسمى العضو الأول من هذه المجموعة **ميثان** وصيغته الجزيئية CH_4. وككل جزيئات الألكانات هو ثلاثي الأبعاد، حيث تحاط ذرة الكربون من الجهات الأربع بأربع ذرات هيدروجين (انظر شكل 4-1).

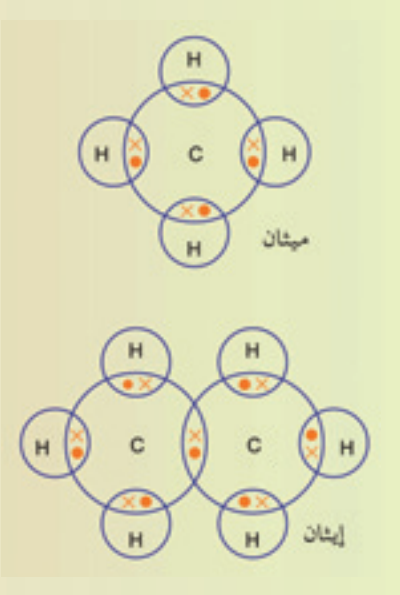
ونبين **الصيغة البنائية** للجزيء كما لو كان مسطحًا وذا بعدين بسبب صعوبة رسم البنية ثلاثية الأبعاد. يبين جدول 1 الصيغ البنائية لأول خمسة أعضاء من عائلة الألكانات.



شكل 4-1 التركيب الصحيح للميثان

الألكان	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	درجة الغليان	الحالة
ميثان	CH_4		-161° س	غاز
إيثان	C_2H_6		-89° س	غاز
بروبان	C_3H_8		-42° م	غاز
بيوتان	C_4H_{10}		-1° س	غاز
بنتان	C_5H_{12}		+36° س	سائل

جدول 1 هيدروكربونات ألكانية



شكل 4-2 الروابط التساهمية في الميثان والإيثان. بما أن الألكانات مركبات تساهمية فإن لها درجات غليان منخفضة. معظم الألكانات غازات أو سوائل عند درجة حرارة الغرفة.

يقال إن الألكانات **مركبات مشبعة** لأن كل ذرة كربون في جزيء ألكان تستخدم جميع إلكترونات التكافؤ الخاصة بها (الموجودة في الغلاف الخارجي) في تكوين روابط تساهمية **أحادية** مع أربع ذرات أخرى.

الجزيء العضوي **المشبع** هو الذي لا يحتوي إلا على روابط كربون – كربون تساهمية أحادية.

الميثان، والإيثان، والبروبان، والبيوتان، والبنتان جزيئات مشبعة؛ أي أنه عند جمع عدد الذرات حول كل ذرة كربون (انظر جدول 1)، تجد في كل مرة المجموع أربع ذرات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويتضح أيضًا من (جدول 1) أن جزيء كل عضو من عائلة الألكانات يزيد ذرة كربون وذرتين هيدروجين على العضو الذي يسبقه في السلسلة. ويمكن في الحقيقة تمثيل أعضاء تلك العائلة بالصيغة العامة C_nH_{2n+2}، حيث n عدد صحيح (مثل 1، 2، 3 .... إلخ). ويمثل عدد ذرات الكربون في الجزيء ويكوّن أعضاء الألكانات معًا **سلسلة متجانسة**، يشترك أعضاؤها في خواص عامة معينة.

- لها نفس الصيغة العامة (C_nH_{2n+2} للألكانات) ويختلف كل عضوين متتاليين عن بعضهما بمقدار CH_2.
- يمكن تكوينهم بطرق متشابهة.
- لها خواص فيزيائية توضح التغير التدريجي كلما اتجهنا أسفل السلسلة.
- لها خواص كيميائية متشابهة جدًّا لكل عضو.

شكل 4-3 عائلة الهيدروكربون

تكوّن أيضًا عائلات الهيدروكربونات الأخرى تلك السلاسل المتجانسة. **الألكينات** لها صيغة عامة C_nH_{2n}، و**الألكاينات** C_nH_{2n-2} (انظر جدول 4).

	ألكانات (C_nH_{2n+2})	ألكينات (C_nH_{2n})	ألكاينات (C_nH_{2n-2})
$n = 1$	CH_4 (ميثان)		
$n = 2$	C_2H_6 (إيثان)	C_2H_4 (إيثين)	C_2H_2 (إيثاين)
$n = 3$	C_3H_8 (بروبان)	C_3H_6 (بروبين)	C_3H_4 (بروباين)
$n = 4$	C_4H_{10} (بيوتان)	C_4H_8 (بيوتين)	C_4H_6 (بيوتاين)

جدول 2 سلسلة متجانسة

2-4 خواص الألكانات Properties of Alkanes

تعتبر بصفة عامة الألكانات غير فعالة (نشطة) لأن روابطها C-C، و C-H تكون قوية للغاية، وهي لا تتفاعل مع الأحماض، أو القلويات، أو الفلزات، أو العوامل المؤكسدة. قد يبدو مفاجئًا عدم تفاعل البنزين (C_8H_{18} أوكتان) مع حمض الكبريتيك المركز، أو فلز الصوديوم، أو برمنجانات بوتاسيوم.

اختبر فهمك 1

(1) إذا كانت الكتلة الذرية النسبية للكربون (A_r) هي 12 والهيدروجين 1، أكمل الجدول التالي بملء الكتلة الجزيئية النسبية (M_r) لكل جزيء ألكان.

الألكان	الصيغة	M_r	درجة الغليان °س
ميثان	CH_4		162-
إيثان	C_2H_6		89-
بروبان	C_3H_8		42-
بيوتان	C_4H_{10}		1-
بنتان	C_5H_{12}		36+
هكسان	C_6H_{14}		69+

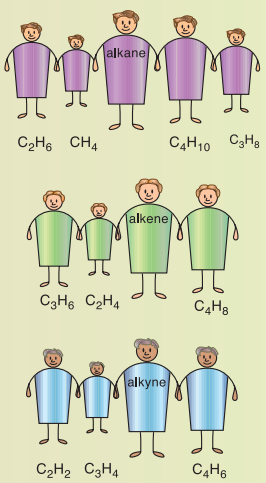
(2) مستخدمًا الجدول المكتمل، مثل بيانيًّا بين درجة الغليان (المحور ص) مقابل M_r (المحور س).

(3) ماذا يوضح ذلك المنحنى؟

(4) ما الألكان الذي يكون سائلًا أولًا عند درجة حرارة الغرفة؟

(5) إذا كنت تُخَيِّم في قُطر بارد وطرأ صقيع شديد أثناء الليل. ماذا يحدث لسخان الغاز (بيوتان) الذي معك؟ برر إجابتك.

(6) لماذا يفضل مقاولو البناء استخدام البروباجاز (البروبان) بدلًا من البيوتان في مواقع البناء؟



شكل 4-4 سلاسل متجانسة مختلفة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

درجات الغليان

تزيد تدريجيًّا درجة الغليان كلما كبر الجزيء (انظر جدول 1) . الأعضاء الأربعة الأول في السلسلة غازات، ودرجات غليانها أقل من درجة حرارة الغرفة . البنتان C_5H_{12} أول سائل ودرجة غليانه $+36^\circ$س . ولكي يصبح أي ألكان صلبًا شمعيًّا، يجب أن تكون درجة انصهاره أعلى من درجة حرارة الغرفة . أول عضو صلب في الألكانات هو رقم ست عشر في السلسلة المتجانسة (بمعنى $n = 16$ ومن ثم C_nH_{2n+2}= $C_{16}H_{34}$) .

الاحتراق

تحترق جميع الألكانات في وفرة من الهواء لتكون ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء . الميثان هو المكون الرئيس للغاز الطبيعي، وتنطلق كمية كبيرة من الحرارة عند احتراقه، ومن ثم فهو وقود جيد . وعند وجود كمية قليلة من الأكسجين، يُكوِّن أيضًا كربون (سناج)، وأول أكسيد كربون، وكذلك ثاني أكسيد كربون :

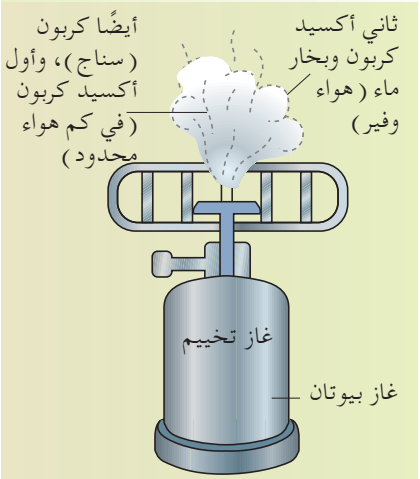
ميثان + أكسجين ⟶ ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$$

يشيع استخدام البيوتان كغاز مخيمات (أنابيب)، ويسمى **بيوتان الوقود** . وهو يحترق أيضًا ليُكوِّن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء :

بيوتان + أكسجين ⟶ ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء

$$2C_4H_{10}\,(g) + 13O_2\,(g) \rightarrow 8CO_2\,(g) + 10H_2O\,(g)$$



شكل 4-5 يستخدم غاز البيوتان كغاز أنابيب للطهي

تفاعلات إحلالية (تبادلية)

يحدث ذلك النوع من التفاعلات فقط مع الهيدروكربونات المشبعة كالألكانات، ويتضمن إحلال ذرة بأخرى . فتتكون على سبيل المثال العديد من النواتج البديلة عند تفاعل الميثان مع غاز الكلور في ضوء الشمس :

ميثان + كلور ⟶ أحادي كلورو ميثان + كلوريد الهيدروجين

$$CH_4\,(g) + Cl_2\,(g) \longrightarrow CH_3Cl\,(g) + HCl\,(g)$$

أحادي كلورو ميثان + كلور ⟶ ثاني كلورو ميثان + كلوريد الهيدروجين

$$CH_3Cl\,(g) + Cl_2\,(g) \longrightarrow CH_2Cl_2\,(g) + HCl\,(g)$$

ثاني كلورو ميثان + كلور ⟶ ثالث كلورو ميثان + كلوريد الهيدروجين

$$CH_2Cl_2\,(g) + Cl_2\,(g) \rightarrow CHCl_3\,(\ell) + HCl\,(g)$$

ثالث كلوروميثان + كلور ⟶ رابع كلورو ميثان + كلوريد الهيدروجين

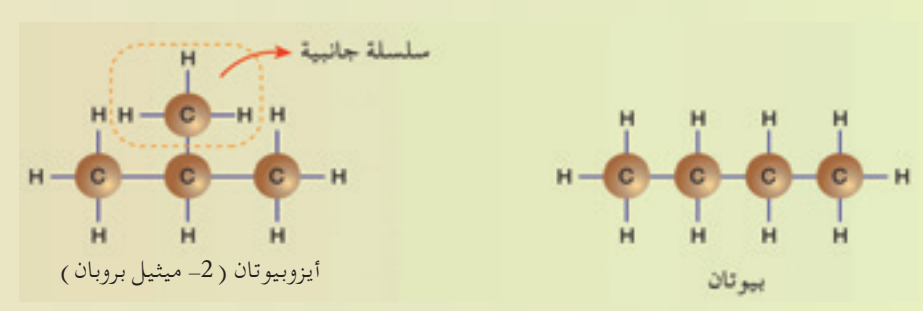
$$CHCl_3\,(\ell) + Cl_2\,(g) \rightarrow CCl_4\,(\ell) + HCl\,(g)$$

يشيع تسمية ثالث كلوروميثان **بالكلوروفورم** وهو مفيد جدًّا كمخدر . ويعتبر رابع كلوروميثان مذيبًا قيِّمًا، يستخدم في التنظيف الجاف لأنه سريع التطاير (يهرب بسهولة كبخار)، ومذيبًا جيدًا للشحوم والبقع .

التزامر (التشكل) : Isomerism

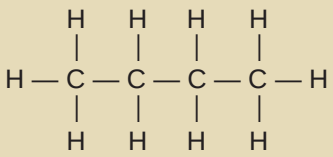
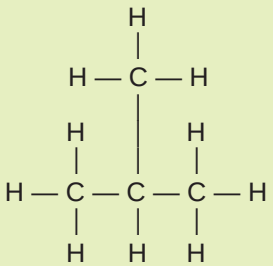
البيوتان هو العضو الأول في سلسلة الألكانات الذي يكتسب ظاهرة **التشكل** التي تحدث عند ترتيب الجزيء نفسه في ترتيبات بنائية مختلفة، ويحتفظ في نفس الوقت بصيغته الجزيئية من دون تغيير .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 4-6 متشكلات (أيزومرات) البيوتان

الصيغة الجزيئية **للأيزوبيوتان** هي نفس الصيغة الجزيئية للبيوتان C_4H_{10}، ولكن الأيزوبيوتان له **سلسلة جانبية** في حين البيوتان **سلسلته مستقيمة**. إنهما أيزومرات؛ لأن لهما تراكيب مختلفة، ولهما خواص فيزيائية مختلفة، ورغم ذلك يتفاعلان كيميائيًّا بنفس الطريقة.

	البيوتان	الأيزوبيوتان
الصيغة الجزيئية	C_4H_{10}	C_4H_{10}
الصيغة البنائية		
الكثافة	0.58 جم سم$^{-3}$	0.56 جم سم$^{-3}$
درجة الانصهار	-138°س	-160°س
درجة الغليان	-0.5°س	-11.7°س

جدول 3 متشكلات (أيزومرات) البيوتان

مراجعة سريعة

الألكانات

- الصيغة العامة C_nH_{2n+2}.
- سلاسل متجانسة للهيدروكربونات.
- تزداد درجات الغليان تدريجيًّا أسفل السلسلة (البنتان السائل الأول).
- نواتج الاحتراق هي ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء (في وفرة من الهواء).
- من البيوتان فصاعدًا، تكون الأشكال البنائية المختلفة ممكنة لنفس الجزيء، وتسمى بالمتشكلات (الأيزومرات).
- تحدث تفاعلات إحلالية للألكانات لأنها جزيئات مشبعة.

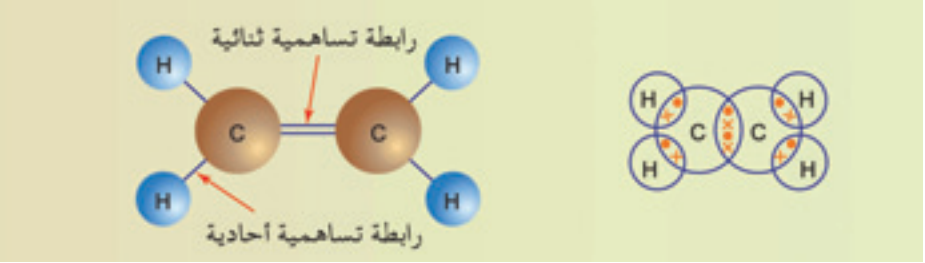
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

3-4 الألكينات : هيدروكربونات غير مشبعة
Alkenes: Unsaturated Hydrocarbons

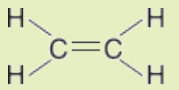
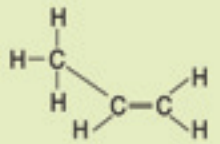
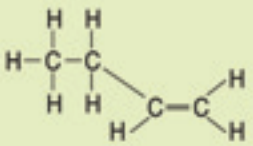
يقال إن هذه العائلة من الهيدروكربونات **غير مشبعة**، لأن كل ذرة كربون **لا تكون** محاطة بأربع ذرات أخرى. لذلك تكون لبعض ذرات الكربون **روابط تساهمية ثنائية**.

الجزيء العضوي **غير المشبع** هو الذي يحتوي على رابطة تساهمية ثنائية واحدة أو أكثر بين ذرتي كربون.

ولاحتواء الألكينات على تلك الروابط الثنائية، تكون أكثر فاعلية (نشاطًا) من الجزيئات المشبعة. تكون أيضًا الألكينات مستوية الشكل حول الرابطة الثنائية، عكس الترتيب الرباعي حول ذرة الكربون المشبعة.



شكل 4-7 الروابط التساهمية في الإيثين

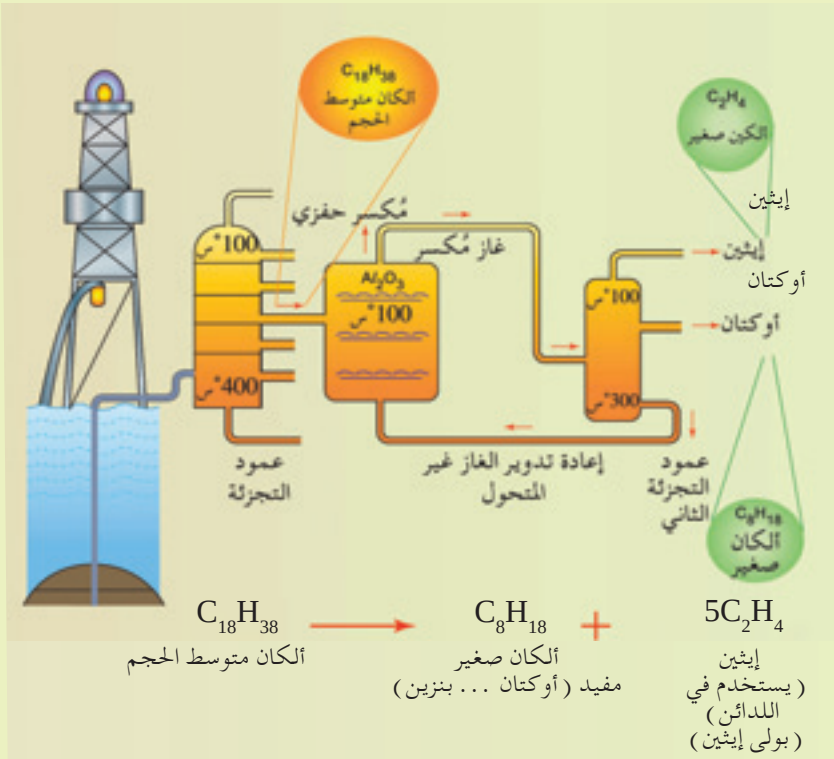
عدد ذرات الكربون في جزيء واحد	اسم الألكين	الصيغة الجزيئية	الكتلة الجزيئية النسبية	الصيغة البنائية	درجة الغليان	الحالة عند درجة حرارة وضغط الغرفة
2	إيثين	C_2H_4	28		104– °س	غاز
3	بروبين	C_3H_6	42		48– °س	غاز
4	بيوتين	C_4H_8	56		6– °س	غاز

جدول 4 هيدروكربونات الألكين

التحضير

يمكن تحضير جزيئات الألكينات **بتكسير** الألكانات. ويتكون غالبًا غاز الهيدروجين؛ لذلك تستخدم تلك الطريقة على نطاق واسع لتحضير الهيدروجين. وكطريقة بديلة تُكسر الألكانات متوسطة الحجم لتكوين ألكانات أصغر وأكثر فائدة (مثل استخدام أوكتان لتحضير البنزين)، وألكينات (مثل الإيثين) تستخدم لتحضير اللدائن كالبولي إيثين.

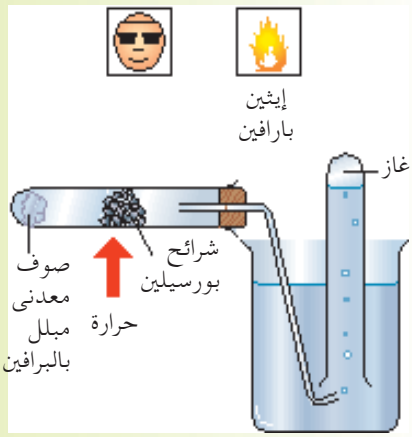
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 4-8 تكسير الألكانات لتكوين الألكينات

تجربة 4-1
تحضير الألكينات

Experiment 4-1
Making Alkenes



1- بلل قطعة صوف معدني في سائل برافين، وادفعها إلى قاع أنبوبة غليان.
2- صمم جهازًا كالمبين في الشكل، ممسكا بالأنبوبة أفقيًّا، حتى تبقى شرائح البورسيلين في الوسط.
3- سخن الشرائح بشدة، واجمع أي غاز يتصاعد فوق الماء. (ملحوظة: انزع الأنبوبة عندما تتوقف عن التسخين، حتى لايحدث ارتجاع للغاز مرة أخرى) يكون الناتج الرئيس هو غاز الإيثين.
4- اختبر قيمة pH للغاز وقابليته للاشتعال وعدم التشبع (ماء بروم).

حاول هذا !

(أ) يمكن تحضير الألكينات والهيدروجين من الألكانات بالتكسير. هل يمكنك شرح هذه العملية؟

(ب) أكمل المعادلة التالية: $C_2H_6\,(g) \rightarrow \ldots\ldots + H_2\,(g)$

(جـ) استخدمنا في هذه التجربة التكسير الحراري. هل يمكنك ذكر نوع تكسير آخر؟

(د) ما العملية الصناعية التي تستخدم التكسير؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

4-4 خواص الألكينات
Properties of Alkenes

الاشتعال
تحترق الألكينات مثل الألكانات، وفي الواقع مثل أي جزيء عضوي آخر، في وفرة من الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد كربون وبخار ماء، ولكنها تحترق بلهب ذي سناج أكثر؛ لأن في جزيئاتها نسبة كربون أعلى من الألكانات.

إيثين + أكسجين → ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء

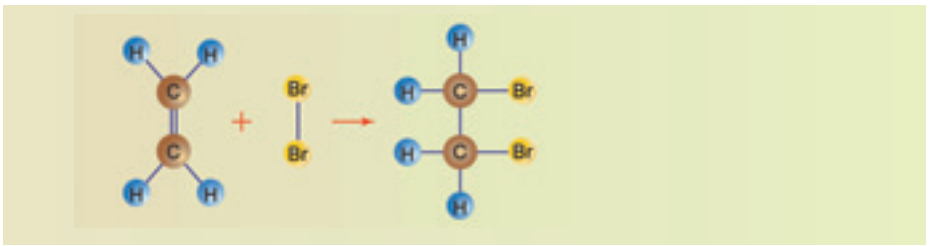
$$C_2H_4\,(g) + 3O_2\,(g) \rightarrow 2CO_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$$

تفاعلات إضافة
لكون هذه الهيدروكربونات غير مشبعة، يحدث لها **تفاعلات إضافة**، بدلًا من الإحلالية. وبالتالي يمكن إضافة الجزيئات البسيطة كالهيدروجين، أو كلوريد الهيدروجين، أو الماء، أو الهالوجينات إلى الألكينات.

يزول لون البروم الأحمر البرتقالي بسرعة عند خلطه مع غاز الإيثين ويكوِّن قطرات زيتية من 1و 2 – ثنائي بروموإيثان.

إيثين + بروم → 1و2 –ثنائي بروموإيثان

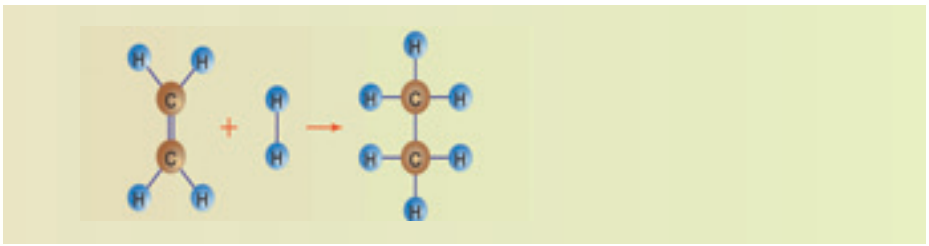
$$C_2H_4\,(g) + Br_2\,(\ell) \rightarrow C_2H_4Br_2\,(\ell)$$



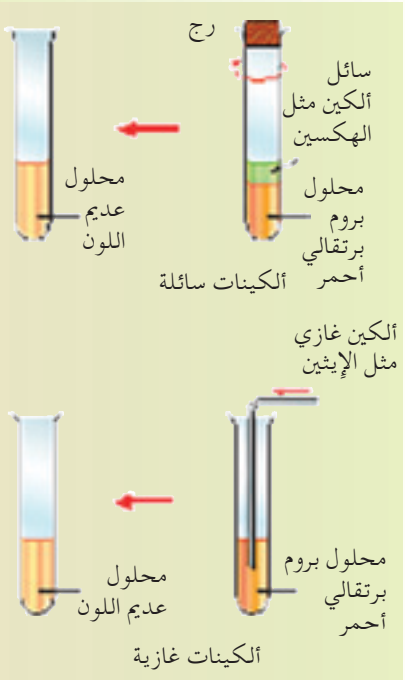
يستخدم **إزالة لون البروم البرتقالي الأحمر** كاختبار للتمييز بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة، لأن الهيدروكربونات غير المشبعة هي فقط التي تزيل لون غاز البروم أو ماء البروم بسهولة (شكل 4-9). يوجد تفاعل إضافة آخر للإيثين والهيدروجين عند 180°س باستخدام فلز النيكل الانتقالي كحفاز.

إيثين + هيدروجين → إيثان

$$C_2H_4\,(g) + H_2\,(g) \rightarrow C_2H_6\,(g)$$



تسمى تلك العملية **الهدرجة الحفزية**، وهي مهمة في تصنيع السمن النباتي من الزيوت النباتية المتعددة عدم التشبع التي تحتوي على عدة روابط ثنائية في جزيئاتها. تكون عادة الزيوت النباتية الطبيعية سوائل غير مشبعة، ولكن يمكن "تجميدها" لتكوين أجسام صلبة، بتشبع الجزيء بالهيدروجين.



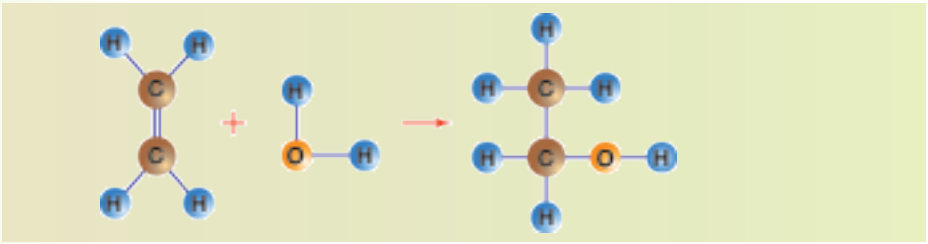
شكل 4-9 اختبارات للكشف عن الألكينات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يحدث أيضًا تفاعل إضافة للإيثين مع بخار الماء عند 300 °س باستخدام حمض فوسفوريك كعامل حفاز :

إيثين + بخار ماء ⟶ إيثانول

$$C_2H_4\ (g) + H_2O\ (g) \longrightarrow C_2H_5OH\ (\ell)$$



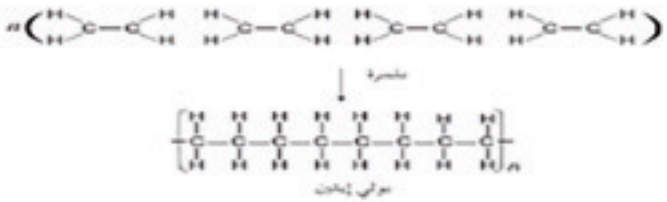
يُعتبر هذا التفاعل مهمًّا في صناعة الكحول، وسوف يناقش في الوحدة التالية.

البلمرة

سوف تناقش البلمرة بالتفصيل في آخر وحدة من هذا الكتاب والخاصة بالجزيئات الضخمة. ونكتفي هنا بذكر إمكانية ارتباط جزيئات الألكينات معًا عن طريق الإضافة تحت الشروط الصحيحة لتكوين جزيئات عملاقة تسمى **بوليمرات**. جميع اللدائن والأنسجة التي يصنعها الإنسان بوليمرات. ويُصنع كل بوليمر من آلاف الوحدات المتطابقة التي تسمى **بالمونومرات**. يُصنع على سبيل المثال البوليمر المعروف باسم **بولي إيثين**، من عدد كبير جدًّا (n) من جزيئات الإيثين.

بولي إيثين ← n(إيثين)

$$(C_2H_4)_n \leftarrow n(C_2H_4)$$



اختبر فهمك 2

(1) ما العوامل المشتركة بين الألكانات والألكينات؟

(2) ما السلسلة المتجانسة؟

(3) ما نوع التفاعلات التي تحدث للهيدروكربونات غير المشبعة؟

(4) أيهما يحترق بلهب أكثر سناجًا الإيثين، أم الإيثان؟ فسر إجابتك؟

(5) صف اختبارًا كيميائيًّا للتمييز بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة؟

مراجعة سريعة

الألكينات

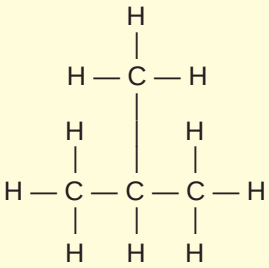
- الصيغة العامة C_nH_{2n}.
- سلاسل متجانسة من الهيدروكربونات.
- تتكون عادة من تكسير الألكانات.
- تكون نواتج احتراقها ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء في وفرة من الهواء.
- يحدث للألكينات تفاعلات إضافة لأن جزيئاتها غير مشبعة.
- يمكن أن يحدث للألكينات تفاعلات بلمرة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

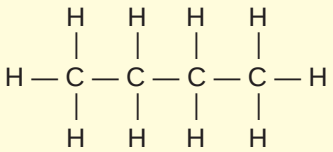
ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها .

- الألكانات سلاسل متجانسة من الهيدروكربونات ذات صيغة عامة $C_n H_{2n+2}$. تُظهر أعضاؤها (ميثان، وإيثان، وبروبان، وبيوتان .... إلخ) خواصَّ كيميائية متماثلة وتدرجًا في الخواص الفيزيائية نتيجة زيادة حجم وكتلة الجزيئات مثل درجات الانصهار والغليان، واللزوجة، والقدرة على الاشتعال .... إلخ .
- الألكانات جزيئات مشبعة حيث تحتوي على روابط كربون – كربون تساهمية أحادية .
- تحترق الألكانات في وفرة من الهواء لتكوِّن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء . وتحدث لها تفاعلات إحلالية مع الكلور لأن
جزيئاتها مشبعة .
- تحدث ظاهرة التشكل عند اختلاف المركبات ذات نفس الصيغة الجزيئية في الصيغة البنائية .

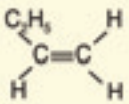


أيزوبيوتان $C_4 H_{10}$

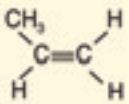


بيوتان $C_4 H_{10}$

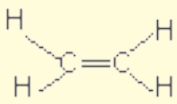
- الألكينات سلاسل متجانسة من الهيدروكربونات، لها صيغة عامة $C_n H_{2n}$. تُظهر أعضاؤها (إيثين، وبروبين، وبيوتين ، .... إلخ) خواصَّ كيميائية متماثلة، وتدرجًا في الخواص الفيزيائية .
- الألكينات جزيئات غير مشبعة، حيث تحتوي على روابط كربون – كربون تساهمية ثنائية . وتُصنع الألكينات من تكسير الهيدروكربونات الأعلى .



بيوتين $C_4 H_8$



بروبين $C_3 H_6$



إيثين $C_2 H_4$

- تحترق الألكينات في وفرة من الهواء مكونة ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء . ويحدث لها تفاعلات إضافة مع البروم،
والهيدروجين، وبخار الماء لأنها غير مشبعة .
- يُختبر عدم التشبع بإضافة ماء بروم أو غاز بروم . الجزيئات غير المشبعة فقط هي التي تزيل لون البروم الأحمر البني .
- إضافة الهيدروجين للزيوت النباتية السائلة غير المشبعة، يحولها إلى ناتج صلب، يستخدم هذا التفاعل في تصنيع السمن النباتي .
- تتضمن البلمرة اتحاد عدد كبير من الجزيئات غير المشبعة معًا تحت شروط ملائمة . يتم على سبيل المثال بلمرة الإيثين لتكوين البولي إيثين . البوليمرات هي جزيئات ضخمة . (انظر الوحدة الأخيرة) .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

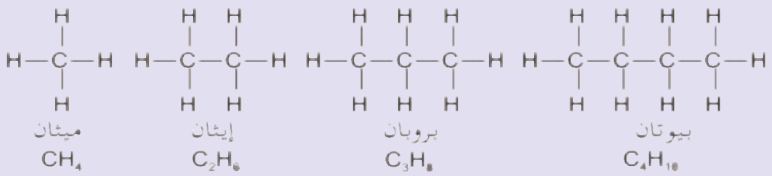
خريطة مفاهيم

سلسلة متجانسة : عائلة من الجزيئات العضوية المتشابهة ذات صيغة عامة، مثل الألكانات، والألكينات، والكحولات. لأعضاء تلك السلسلة خواص كيميائية متشابهة، ولكن تختلف خواصها الفيزيائية، مثل زيادة درجة الغليان أسفل السلسلة.

الهيدروكربونات : مركبات عضوية تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط.

الهيدروكربونات المشبعة : تتصل في تلك الجزيئات (الألكانات) كل ذرة كربون بأربع ذرات أخرى بواسطة أربع روابط أحادية تساهمية. وهذه المركبات غير فعالة (غير نشطة).

الألكانات : سلاسل متجانسة من هيدروكربونات مشبعة ذات صيغة عامة $C_n H_{2n+2}$

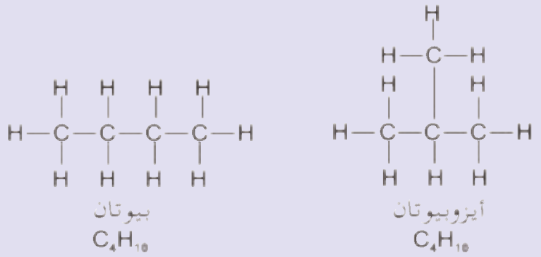


الألكانات عمومًا غير فعالة (غير نشطة) ما عدا الاحتراق مثل:

ميثان + أكسجين → ثاني أكسيد كربون + بخار الماء

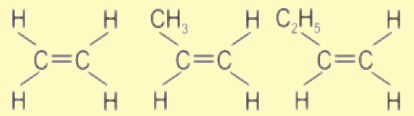
$CH_4\ (g) + 2O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2H_2O\ (g)$

التشكل : ظاهرة وجود أكثر من مركب له نفس الصيغة الجزيئية، ولكن يختلف في الصيغ البنائية مثل بيوتان وأيزوبيوتان.



الهيدروكربونات غير المشبعة : توجد في تلك الجزيئات (ألكينات) روابط كربون – كربون ثنائية. لذلك تكون الجزيئات غير المشبعة أكثر فاعلية، ويحدث لها تفاعلات إضافة.

الألكينات : سلسلة متجانسة من الهيدروكربونات غير المشبعة وصيغتها العامة $C_n H_{2n}$.



تحدث تفاعلات إضافة للألكينات بجانب الاحتراق عبر روابطها كربون – كربون الثنائية مع جزيئات بسيطة كالهيدروجين، وبخار الماء، والبروم (اختبار لعدم التشبع).

إيثين + هيدروجين → إيثان

$C_2H_4\ (g) + H_2\ (g) \rightarrow C_2H_6\ (g)$

إيثين + بخار ماء → إيثانول

$C_2H_4\ (g) + H_2O\ (g) \rightarrow C_2H_5OH\ (l)$

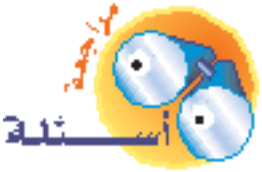
إيثين + بروم → 1، 2 ثنائي بروموإيثان

$C_2H_4\ (g) + Br_2\ (g) \rightarrow C_2H_4Br_2\ (g)$

بني محمر → عديم اللون

اختبار عدم التشبع : الجزيئات غير المشبعة فقط كالألكينات يمكنها إزالة لون غاز البروم البني المحمر أو ماء البروم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



أسئلة الاختيار من متعدد

1- الألكانات :
(أ) دائمًا غازات .
(ب) أكثر فاعلية من الألكينات .
(جـ) ذوابة في الماء .
(د) تحتوي روابط تساهمية أحادية فقط .

2- أي مما يلي **ليس** جزيء غير مشبع؟
(أ) C_4H_6 (ب) C_6H_6
(جـ) C_8H_{18} (د) C_3H_6

3- يقارن الجدول التالي الألكانات والألكينات . أي المقارنات التالية **غير صحيح**؟

	الألكانات	الألكينات
أ	تحترق في وفرة من الهواء .	لا تحترق في وفرة من الهواء .
ب	لا تزيل لون محلول البروم البرتقالي الأحمر .	تزيل لون محلول البروم البرتقالي الأحمر .
جـ	لها صيغة عامة C_nH_{2n+2}	لها صيغة عامة C_nH_{2n}
د	تتفاعل مع الكلور بالإحلال .	تتفاعل مع الكلور بالإضافة .

4- عند اتحاد الإيثين مع بخار ماء لتكوين الإيثانول يعتبر ذلك مثالًا لتفاعل :
(أ) تعادل . (ب) إزاحة .
(جـ) إحلال . (د) إضافة .

5- أي الكواشف التالية تستخدم للتمييز بين غاز الإيثين وغاز الإيثان؟
(أ) ماء البروم . (ب) محلول نترات فضة .
(جـ) ماء الجير . (د) محلول دليل عام .

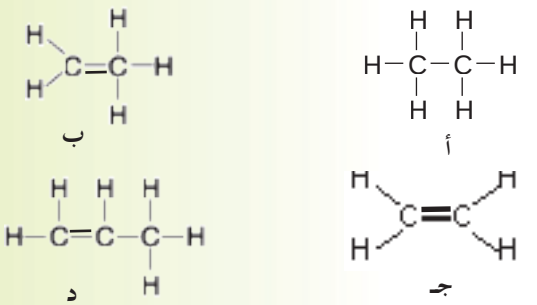
6- يحترق غاز X في الهواء مكونًا مخلوطًا من غازين . يعكر أحدهما ماء الجير، ويحول الآخر لون كبريتات النحاس اللامائية من اللون الأبيض إلى الأزرق . يمكن أن يكون الغاز X :
(أ) إيثين . (ب) أول أكسيد الكربون .
(جـ) هيدروجين . (د) إيثانول .

7- ما النواتج الرئيسة عند تفاعل الكلور مع الميثان؟
(أ) كلوروميثان، وهيدروجين .
(ب) كلوروميثان، وكلوريد الهيدروجين .
(جـ) ثنائي كلوروميثان، وهيدروجين .
(د) ثنائي كلوروميثان، وثلاثي كلوروميثان .

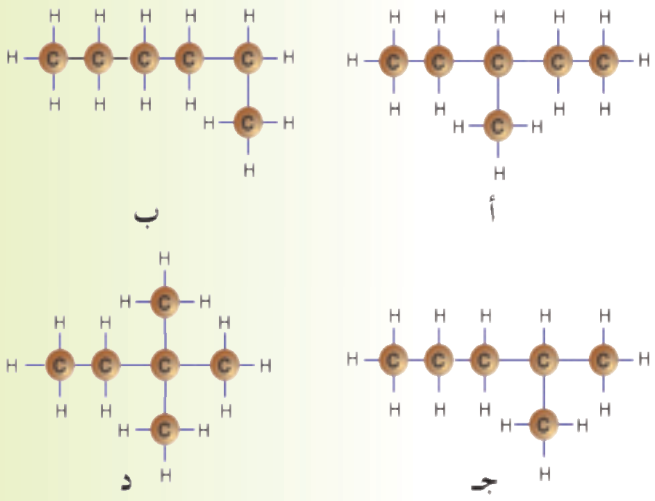
8- أي مما يلي يزيل لون ماء البروم؟
(أ) زيت ديزل . (ب) نسيج نايلون .
(جـ) شريط لدائني لاصق .
(د) زيت نباتي .

9- أي من الجزيئات التالية ألكان؟
(أ) C_6H_{12} (ب) C_8H_{16}
(جـ) $C_{10}H_{22}$ (د) $C_{22}H_{44}$

10- أي مما يلي صيغة بنائية **غير صحيحة** للهيدروكربون؟

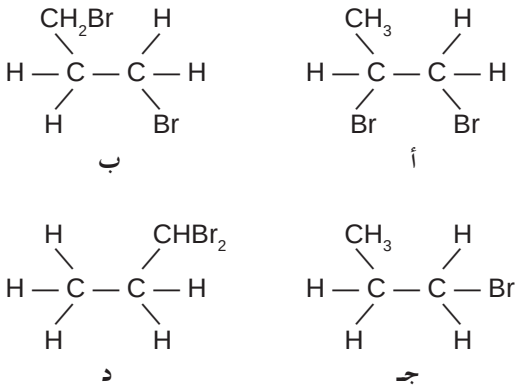


11- أي الأشكال البنائية التالية **ليس** أيزومر للهكسان C_6H_{14}؟



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

12- ما الصيغة البنائية للمركب الناتج من إضافة البروم إلى البروبين؟



أسئلة تركيبية

13- (أ) أكمل الجدول التالي :

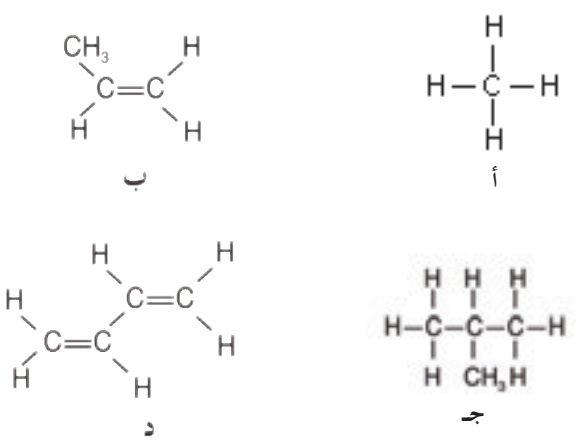
الألكان	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية
ميثان	CH_4	.....
.....	C_2H_6	.....
بيوتان	.....	.....

(ب) أي الألكانات في الجدول تعتبر :
1- المكون الرئيس للغاز الطبيعي؟
2- المكون الرئيس لغاز الأنابيب (بيوتان الوقود)؟

(جـ) الميثان غاز (درجة غليانه -162°س) ولكن من المعهود نقله كسائل (غاز نفطي سائل). هل يمكنك تفسير ذلك؟

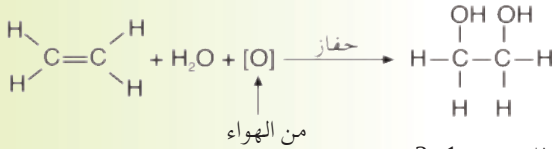
(د) كيف تفصل مخلوطًا من تلك الألكانات الثلاثة؟

14- الهيكل البنائي لجزيئات أربعة هيدروكربونات أ ، ب ، جـ ، د هي :



أي تلك الجزيئات :
(أ) تكون هيدروكربونات مشبعة؟
(ب) تزيل لون ماء البروم؟
(جـ) تسمى بروبين؟
(د) يحدث لها تفاعلات إضافة؟

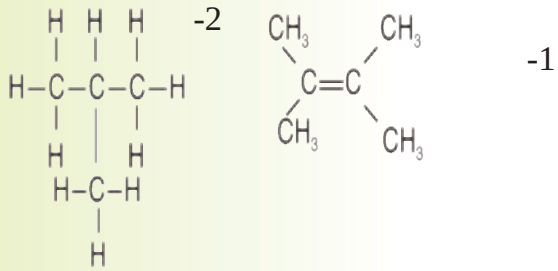
15- تصنع مادة مقاومة للتجمد بتفاعل الإيثين مع الماء، والهواء، وحفاز.



مقاوم للتجمد (1و 2 - إيثان دايول)

(أ) ما نوع هذا التفاعل العضوي؟
(ب) هل الإيثين مشبع أم غير مشبع؟
(جـ) هل 1و 2 – إيثان دايول غير مشبع؟
(د) ماذا يفعل مقاوم التجمد لدرجة تجمد الماء؟
(هـ) هل مقاوم التجمد ذواب في الماء أم غير ذواب؟

16- (أ) ما السلسلة المتجانسة؟
(ب) أي السلاسل المتجانسة من الهيدروكربونات يمكن تمثيلها بالصيغ العامة التالية؟
1- C_nH_{2n+2}
2- C_nH_{2n}
(جـ) اذكر الاسم والصيغة الجزيئية للعضو الثاني لكل من السلاسل المتجانسة في (ب).
(د) اذكر اختبارًا كيميائيًّا يمكن استخدامه للتمييز بين الهيدروكربونات المسماة في (جـ).
(هـ) إلى أي السلاسل المتجانسة تنتمي الجزيئات التالية؟

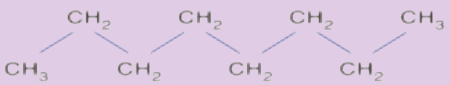


جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

المهارة : الاستنتاج

يمكن تمثيل الشكل المتسلسل المستقيم لألكان الأوكتان "C_8H_{18}" كما يلي :



أوكتان

يصبح

أوكتان

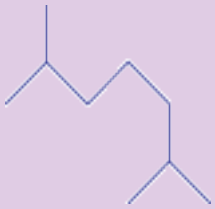
خمسة من الهياكل البنائية التالية (أيزومرات) للأوكتان :

(أ)

(ب)

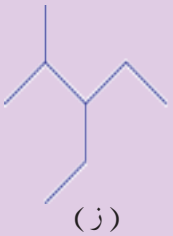
(جـ)

(د)



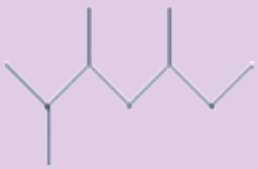
(هـ)

(و)



(ز)

(ح)



(ط)

استنتج الأشكال الخمسة التي تكون متشكلات (أيزومرات) للأوكتان، وارسم الصيغ البنائية الكاملة لتلك المتشكلات .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

5

النفط والوقود Petroleum and Fules

النفط مخلوط مركب من الهيدروكربونات، تفصل إلى أجزاء مفيدة داخل أعمدة تجزئة عملاقة في معمل تكرير النفط.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن:

- **تذكر** أن النفط والغاز الطبيعي (ميثان بصفة رئيسة) مصدران للطاقة، وأن الوقود الحفري مصدر للطاقة غير متجدد.
- **تصف** النفط كمخلوط من هيدروكربونات، يُفصل إلى مقتطفات مفيدة بالتقطير التجزيئي.
- **تكوِّن قائمة** بالمقتطفات الشائعة من النفط، وتحدد استخداماتها.
- **تشرح** تكسير المقتطفات لمجابهة الطلب على الجزيئات الأصغر والأكثر فائدة.
- **تحدد** أن مقتطف النافتا من النفط هو المصدر الرئيس للهيدروكربونات، وأنه المادة الخام لإنتاج مدى واسع من المركبات العضوية.
- **تصف** الموضوعات المتعلقة بالاستخدامات المتنافسة للنفط كمصدر للطاقة وكمادة خام كيميائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

1-5 النفط : مصدر للهيدروكربونات
Petroleum: A Source of Hydrocarbons

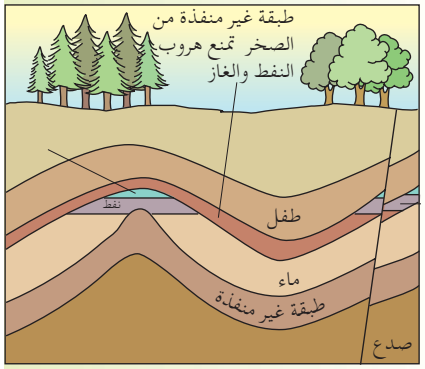
تتعلق **الكيمياء العضوية** بكيمياء المواد الحية، أو المواد التي كانت حية في وقت ما. لذلك تهتم بالنباتات، والحيوانات الحية، والمواد كالفحم والنفط المشتقة من النباتات الحية (الفحم)، أو من الكائنات البحرية الميكروسكوبية (النفط).

ويرجع التنوع الكبير للمواد العضوية إلى قدرة ذرات الكربون على الارتباط بذرات كربون أخرى لتكوِّن روابط تساهمية مستقرة. وتكوِّن بذلك ذرات الكربون سلاسل طويلة أو حلقات. ويصبح ضروريًّا عند دراسة مثل تلك المركبات تجميع الجزيئات المتماثلة معًا في عائلات. وتتكون جزيئات المركبات العضوية الأبسط مثل **الهيدروكربونات** من عنصرين فقط هما الهيدروجين، والكربون.

يسمى أيضًا **النفط بالزيت الخام**، أو الزيت المعدني، وهو المصدر الرئيس للهيدروكربونات. يوجد النفط في أماكن متعددة على مستوى العالم من الخليج العربي إلى الجماهيرية ونيجيريا في أفريقيا. ومن روسيا في آسيا إلى فينزويلا في أمريكا الجنوبية. وحتى القطب الشمالي يوجد به مخزون من النفط. ويلاحظ مهندسو النفط الآن نفاد المخزون الذي يسهل العثور عليه، وأن البحث عن النفط أصبح يتم في أماكن نائية جدًّا مثل الصحاري والثلوج القطبية.

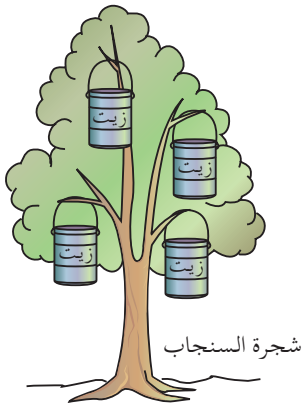
تجميع الهيدروكربونات في البحر

يعتبر النفط كالفحم **وقودًا حفريًّا** تكون منذ ملايين الأعوام من كائنات ميكروسكوبية تسمى **القشريات** crustacea، كانت تعيش في البحر، وعند موتها، سقطت أجسامها إلى قاعه. تغطت أجسامها على مدار السنوات بالطمي والطين الذي عمل على ضغطها هي و**عصارتها** لتكوين النفط. حُجز النفط بعد ذلك بين طبقات الصخور، وتسببت حركة القشرة الأرضية في طي تلك الطبقات بحيث أصبح النفط محصورًا في جيوب، كما هو مبين في شكل5-1. وفي كثير من الأحيان ومع استمرار التحلل تجمع غاز فوق النفط، يتكون من 90% ميثان، ويسمى **غازًا طبيعيًّا**، وهو وقود قيم جدًّا.



شكل 5-1 انثناءات جيولوجية في طبقات الصخور

ملحوظة



الأستاذ ميلفين كالفين بجامعة كاليفورنيا زرع نوعًا من شجرة يوفوربيا تحتوي ثلث عصارتها على هيدروكربونات. يمكن استخدام تلك الهيدروكربونات لعمل البنزين، الديزل، البلاستيك ....إلخ، مثل التي نحصل عليها من الزيت الخام. يمكن زراعة حقول من تلك الأشجار واسمها الشائع "شجر السنجاب" (لأن السنجاب يبتعد عن عصارتها الزيتية). ويمكن عندئذ حصد المحصول، ومعالجته لنزع النفط.

ويستخدم في ماليزيا زيت شجرة نخيل معينة كبديل لوقود الديزل.

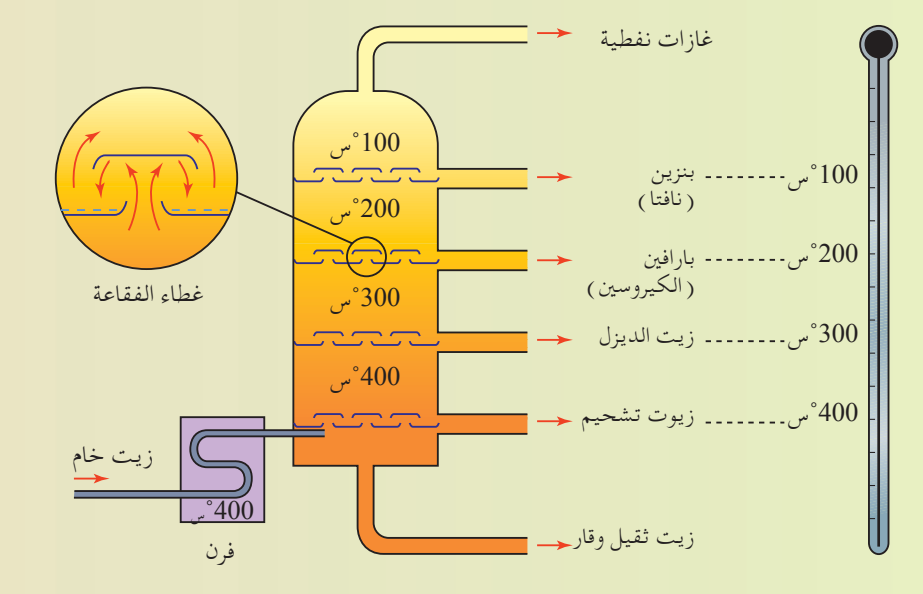
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يوصف الوقود الحفري – لأنه استغرق ملايين السنين ليتكون – بأنه مورد طاقة **غير متجدد**، مما يعني أنه لا يمكن تعويضه عند استنفاده. هذا، ولن يستمر الوقود الحفري لزمن طويل مع استمرار الطلب المتزايد عليه.

سوف يكفي النفط والغاز الطبيعي لمدة 100 عام فقط على الأرجح، بينما سيبقى الوقود الحفري الآخر، الفحم، مدة أطول – من 200 إلى 300 عام. يتم حاليًا التفتيش بإلحاح عن مصادر بديلة للنفط والغاز الطبيعي، ويعتبر **البيوغاز** (الغاز الحيوي) خليفة محتملًا للنفط والغاز الطبيعي.

2-5 تكرير النفط: التقطير التجزيئي
The Refining of Petroleum: Fractional Distillation

كثيرًا ما يوصف النفط أو الزيت الخام بأنه مخلوط غير مفيد لمواد مفيدة جدًّا. فقد تعتمد ثروات بلاد على وجود الزيت الخام، أو الذهب السائل كما يطلق عليه أحيانًا، وعلى القدرة على استخلاصه وتحويله إلى منتجات مفيدة. ويسمى تحويل الزيت الخام إلى منتجات مفيدة **تكريرًا**، ويتم داخل **عمود التجزئة** شكل 5-2.



شكل 5-2 عمود تجزئة

يُسخَّن الزيت الخام داخل عمود التجزئة حتى 400°س، فيتبخر ويتجزأ إلى **مقتطفات**، ويحدث ذلك أثناء صعود الأبخرة إلى أعلى العمود. تكون درجات غليان **المقتطفات الثقيلة** كزيوت التشحيم أعلى، ومن ثم تكون باردة بدرجة كافية للتحول مرة أخرى إلى سوائل. ويتم مساعدة ذلك التكثيف باستخدام **أغطية الفقاعة**، التي تسمح بتكثف الأبخرة ذات درجات الغليان العالية، وصعود الأبخرة ذات درجات الغليان المنخفضة إلى أعلى البرج. وكلما صعدت المقتطفات لأعلى كلما كانت أخف. والبنزين مثال للمقتطف الخفيف، ولونه أصفر باهت، وهو سيال، ويحترق بسهولة بلهب نظيف. بالمقارنة يكون لون المقتطفات الثقيلة بنيًّا قاتمًا، وتكون لزجة، ويصعب اشتعالها، وتحترق بلهب ملوث بالسناج.

عمود تجزئة داخل معمل لتكرير الزيت الخام.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

مراجعة سريعة

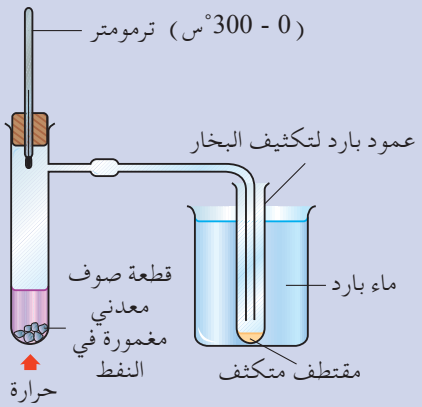
- النفط والغاز الطبيعي هيدروكربونات توجد في باطن الأرض، وكل منهما وقود مفيد.
- النفط مخلوط من هيدروكربونات، ويمكن فصله إلى مقتطفات بالتقطير التجزيئي.
- المقتطفات الرئيسة للنفط هي الغازات النفطية، والنافتا، والبنزين، والبرافين، والديزل، وزيت التشحيم، والبتومين (القطران).

تجربة 5–1
التقطير التجزيئي للنفط على نطاق ضيق

Experiment 5-1
Small Scale Fractional Distillation of Petroleum

يمكن للمعلم إجراء التقطير البسيط التالي داخل المختبر. ويجب استخدام **خزانة للأدخنة المتصاعدة** نظرًا لروائحها الكريهة.

1- اغمس قطعة من صوف معدني في نفط، وادفعها إلى قاع أنبوبة غليان.
2- ركب الجهاز كما هو مبين مستخدمًا **عمودًا باردًا** لتكثيف المقطر.
3- سخن النفط، واجمع المقتطفات في مدى غليان مختلف كما هو مبين بالجدول التالي.



حاول هذا!

أكمل الجدول التالي لكل مقتطف:

مدى الغليان	30-70°س	70-130°س	130-200°س	200-300°س
اسم المقتطف	بنزين	نافتا	برافين	ديزل
اللون				
ما مدى سيولته؟				
ما سهولة احتراقه؟				

يزيد طول بعض ناقلات النفط العملاقة التي تعبر البحر الأبيض المتوسط عن 300 متر، وتزن أكثر من 550 000 طن. يستخدم أحيانًا البحارة الدراجات للتنقل في أرجاء السفينة. ويمكن لتلك السفن حمل ما يزيد على 350 000 متر مكعب من النفط تزيد قيمته على 210 000 000 دولار.

حاول إيجاد نسبة النفط المكرر المستخدم في ليبيا، والكمية التي تُصدَّر.

فكر في أهمية تكرير النفط في ليبيا.

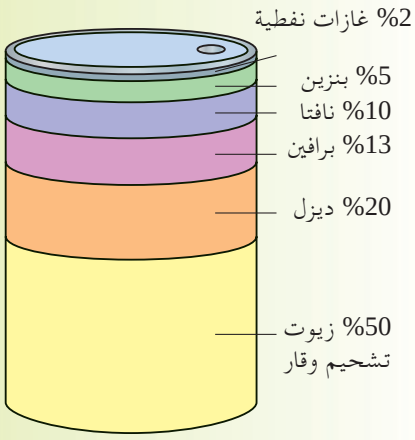
اختبر فهمك 1

(1) اذكر ثلاثة أنواع وقود حفري.
(2) ما العناصر التي تحتويها الهيدروكربونات؟
(3) ما المكون الرئيس للغاز الطبيعي؟
(4) هل النفط مخلوط أم مركب؟ أعطِ دليلًا يدعم إجابتك.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

المقتطف	درجة الغليان (°س)	حجم الجزيء	الاستخدامات
غازات نفطية	أدنى من 40	حتى أربع ذرات كربون	البروبان للطهي والبيوتان لغاز المخيمات
بنزين ونافتا	130-40	12-4 ذرة كربون	البنزين للسيارات النافتا للوقود الأخف
زيت برافين (كيروسين)	200-150	16-10 ذرة كربون	البرافين للتسخين ووقود النفاثات
زيت ديزل	300-225	25-14 ذرة كربون	وقود لسيارات النقل والسفن
زيت تشحيم	400-300	70-20 ذرة كربون	تشحيم الآلات والمحركات
قار	أعلى من 400	راسب	يسخن القار مع الرمل والحصى ليصبح قطرانًا لرصف الطرق

جدول 1 مقتطفات الزيت الخام



شكل 3-5 الكميات النسبية لمقتطفات الزيت الخام المختلفة

الغاز الطبيعي وقود جذاب لأنه :

- يعطي عند احتراقه 25% كربون أقل من النفط المحترق .
- لا يبعث أي كبريت إلى الهواء على عكس مقتطفات النفط الأخرى .
- ينتج ثاني أكسيد كربون وماء دون جسيمات غبار .

3-5 تكسير مقتطفات النفط : من مقتطفات ثقيلة إلى مقتطفات خفيفة

The Cracking of Petroleum Fractions: From Heavy to Light Fractions

تعتبر بعض مقتطفات التي نحصل عليها بالتكرير أكثر فائدة من غيرها . ويوجد سوق أكبر لمقتطفات البنزين والديزل عن زيوت التشحيم والقار (انظر جدول 2) . لذلك طورت شركات النفط طرقًا تمكنها من تحويل **المقتطفات الثقيلة** التي تتكون من جزيئات ضخمة إلى **مقتطفات أخف** وأكثر فائدة . وتسمى تلك العملية **تكسيرًا** ويمكن أن تتم فقط بالتسخين (**تكسير حراري**)، أو بمساعدة عامل حفاز (**التكسير الحفزي**) وهو الأكثر شيوعًا . العوامل الحفازه الملائمة هي مسحوق أكسيد الألومنيوم، أو أكسيد السيليكون (IV) . توفر تلك المواد مساحة سطح ساخنة كبيرة لتسريع عملية التكسير دون أن تستهلك هي نفسها في العملية .

$$\underset{\text{هكسان}}{C_6H_{14}(l)} \rightarrow \underset{\text{بيوتان}}{C_4H_{10}(g)} + \underset{\text{إيثين}}{C_2H_4(g)}$$

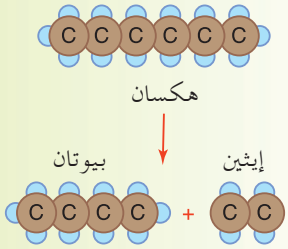
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

مقتطف الزيت	النسبة التقريبية	
	الخام	استخدامه اليومي
الغازات النفطية	2	5
البنزين	5	25
النافتا	10	5
البرافين	13	10
الديزل	20	25
زيت التشحيم	20	15
القار	30	15

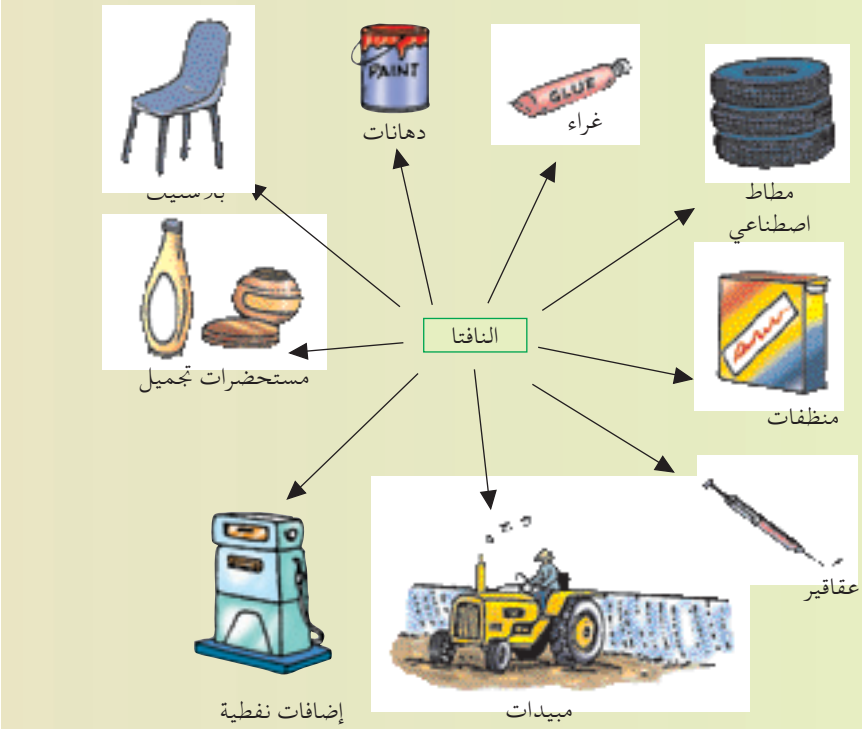
جدول 2 الكميات النسبية للمقتطفات المختلفة في الزيت الخام والطلب عليها

يتكون عادة عند تكسير جزيء مشبع ضخم كالهكسان جزيء مشبع أصغر كالبيوتان، وجزيء غير مشبع كالإيثين. ويتكون أيضًا في كثير من الأحيان **غاز الهيدروجين**، ولذلك تعتبر عملية التكسير مصدرًا صناعيًّا مهمًّا للهيدروجين. يؤدي تكسير مكونات كالنافتا إلى تكون المئات من المواد الكيميائية، تسمى **بتروكيماويات** (مستحضرات كيميائية) وهي مفيدة جدًّا في صناعة اللدائن، والألياف الاصطناعية، والمطاط، والمنظفات، والعقاقير.

ينتج تكسير النافتا مع الهواء والبخار في غاز الطهي. ويتكون من 60%هيدروجين تقريبًا وهو مفيد جدًّا كوقود للطهي. والنافتا أيضًا **المادة الخام** الرئيسية في صناعة الكيمياء العضوية حيث يوفر تكسير النافتاالمئات من المواد الكيميائية المفيدة للغاية. يؤدي ذلك إلى استخدامات متنافسة لهذا المقتطف كمصدر طاقة أو كمادة كيميائية خام.



شكل 5-4 تكسير الهكسان



شكل 5-5 استخدامات النافتا: مادة خام كيميائية

اختبر فهمك 2

تأمل المقتطفات التالية:
النافتا، البرافين، الغازات النفطية، القار، الديزل، زيت التشحيم.
أي تلك المقتطفات:
(1) له أقل درجة غليان؟
(2) يستخدم لرصف الطرق؟
(3) له أطول سلسلة كربون؟
(4) الأسهل اشتعالًا؟
(5) يستخدم كوقود للنفاثات؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها .

- تتعلق الكيمياء العضوية بكيمياء المركبات الكربونية (عدا الأكاسيد و الكربونات) .
  المركبات العضوية الأبسط هي هيدروكربونات تحتوي على ذرات كربون وهيدروجين فقط .
- النفط والغاز الطبيعي وقودان حفريان، وهما مصدران غير متجددين للطاقة .
- النفط أو الزيت الخام مخلوط من هيدروكربونات، ويُكرَّر إلى نواتج مفيدة بالتقطير التجزيئي . المقتطفات المهمة هي :
  1- البنزين (الجازولين)، يستخدم كوقود للسيارات .
  2- البرافين (الكيروسين)، يستخدم كوقود للتسخين، والطهي، ولمحركات الطائرات .
  3- الديزل، يستخدم كوقود لمحركات الديزل .
  4- زيوت التشحيم، تستخدم كشحم للتزليق، وكمصدر للتلميع والشمع .
  5- القار، يستخدم لرصف الطرق .
- التكسير عملية لتحويل المقتطفات الثقيلة (الجزيئات الضخمة) إلى مقتطفات أصغر وأخف وأكثر فائدة، عادة مع تصاعد غاز هيدروجين . المقتطفات الأصغر والأخف هي أكثر فائدة وعليها طلب أكبر .
- النافتا مقتطف خفيف من النفط، وهو مفيد كمادة خام كيميائية لإنتاج بتروكيماويات (مركبات عضوية) على نطاق واسع مثل الغراء، والعقاقير، والطلاءات، والمبيدات .... إلخ .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

خريطة مفاهيم

مركبات عضوية طبيعية : تكون جميع المواد في الكائنات الحية عضوية، وتتضمن المركبات العضوية الطبيعية المواد الغذائية، والمطاط، والحرير الطبيعي، والصوف .... إلخ .

مركبات عضوية اصطناعية : يصنع معظمها من مواد توجد في الفحم والنفط . وتشمل البلاستيك، والعقاقير، والصبغات، والوقود، والنسيج، والمبيدات، والمنظفات .

الكيمياء العضوية : كيمياء مركبات الكربون عدا أكاسيد الكربون والكربونات .

المجموعة الوظيفية : ذرة أو مجموعة ذرات تحدد الخواص الكيميائية لكل الجزيء العضوي .

الوقود الحفري : يتكون من الحيوانات والنباتات الميتة التي عاشت على الأرض منذ ملايين السنين، ويتضمن الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي .

النفط : المصدر الطبيعي للهيدروكربونات ومعه الغاز الطبيعي (ميثان بصفة رئيسة) .

تكرير النفط : تقطير تجزيئي يشطر النفط إلى مقتطفاته المختلفة . المقتطفات الأخف (غاز طهي، نافتا) لها درجات غليان منخفضة، وتصعد لأعلى برج التقطير في حين تبقى المقتطفات الأثقل (الديزل، وزيت التشحيم) في أسفل البرج .

الهيدروكربونات : المركبات العضوية الأبسط، وتتكون من عنصري الهيدروجين، والكربون فقط .

استخدام مقتطفات النفط :

- غاز الطهي (أخف مقتطف)
- النافتا (وقود أخف)
- البنزين (وقود)
- البرافين (تسخين، ووقود الطائرات)
- الديزل (وقود للحافلات، والقطارات . . . إلخ)
- زيت التشحيم (الآلات)
- القطران (راسب لأساسات الطرق) المقتطف الأثقل

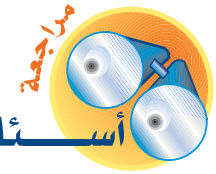
التكسير : تكسير، باستخدام الحرارة و / أو الحفاز، المقتطف الثقيل (جزيء كبير) إلى آخر أخف وأكثر إفادة كالبنزين (جزيء صغير) مثل :

ديكان → أوكتان + إيثين

$$C_{10}H_{22}(l) \longrightarrow C_8H_{18}(l) + C_2H_4(g)$$

النافتا : بجانب استخدامه كوقود، هو المادة الخام لصناعة العديد من المواد كالأدوية، واللدائن، والأقمشة الاصطناعية . . . إلخ .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



أسئلة الاختيار من متعدد

1- النفط وقود حفري لأنه :
(أ) تكون منذ ملايين السنين .
(ب) تكون من كائنات حية مجهرية تسمى القشريات .
(جـ) يحتوي على قطع صغيرة من عظام الحفريات .
(د) يوجد بالقرب من حفريات النباتات والحيونات .

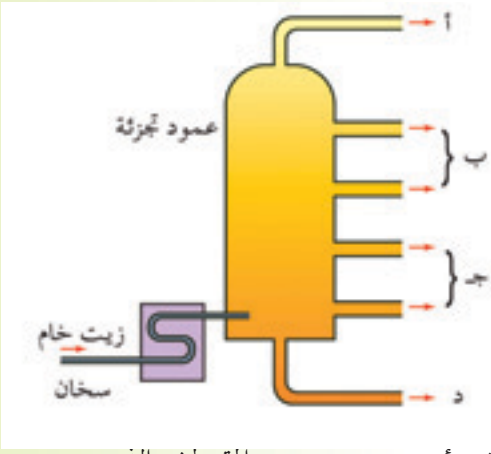
2- النفط أو الزيت الخام :
(أ) مركب كيميائي معقد .
(ب) مخلوط من سوائل عضوية متنوعة .
(جـ) محلول مشبع لغازات عضوية متعددة مذابة في الزيت .
(د) محلول مشبع لمواد صلبة عضوية متعددة مذابة في الزيت .

3- أي مما يلي وقود متجدد؟
(أ) البيوغاز .
(ب) الفحم .
(جـ) الغاز الطبيعي .
(د) النفط .

4- يمكن فصل الزيت الخام إلى مكوناته المختلفة بالتقطير التجزيئي، لأن مقتطفاته :
(أ) ممتزجة .
(ب) عديمة اللون .
(جـ) تذوب في الماء .
(د) لها درجات غليان مختلفة .

5- أي من قوائم مقتطفات النفط التالية مرتبة طبقًا لزيادة درجة الغليان؟
(أ) زيت التشحيم، البنزين، البرافين، الديزل .
(ب) البنزين، البرافين، الديزل، زيت التشحيم .
(جـ) البنزين، الديزل، البرافين، زيت التشحيم .
(د) الديزل، زيت التشحيم، البنزين، البرافين .

تشير الأسئلة من 6-8 إلى الرسم التالي الذي يبين عمود تجزئة لتقطير الزيت الخام .



عند أي المواضع أ، ب، جـ، د ينتج المقتطف الذي . . .

6- عندما يُسَخَّن مع الحصى والرمل، يستخدم لرصف الطرق؟

7- يحتوي المصدر الرئيس للهيدروكربونات، ويستخدم كمادة خام لمدى كبير من المركبات العضوية؟

8- يستخدم في التكسير لإنتاج جزيئات أصغر وأكثر فائدة؟

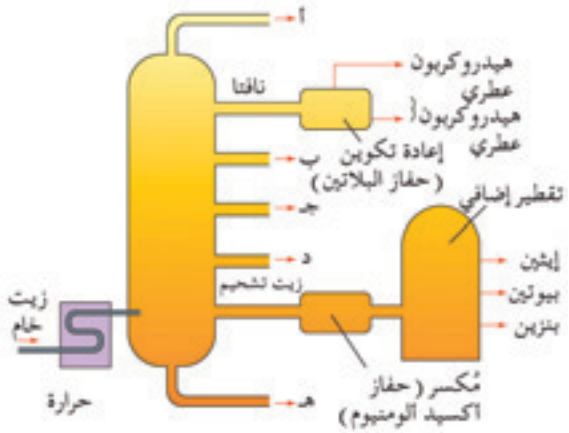
9- تكسير جزيء هيدروكربون يسبب :
(أ) بلمرة الجزيء .
(ب) استبدال داخل الجزيء .
(جـ) تكون جزيء هيدروكربون أصغر .
(د) إضافة داخل الجزيء .

10- إذا كسرت جزيئًا كجزيء الأوكتاديكان $C_{18}H_{38}$ ماذا يكون الناتج المحتمل؟
(أ) C_9H_{18} (ب) $C_{36}H_{74}$
(جـ) $C_{18}H_{36}$ (د) CO_2

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

أسئلة تركيبية

11- يبين الشكل التالي بعض منتجات عمود تجزئة في معمل تكرير نفط.



(أ) أي المقتطفات أ، ب، جـ، د أو هـ:

1- أكثر احتمالًا أن تكون كيروسين (برافين)؟

2- تستخدم كوقود في المنازل والسفن؟

3- تسمى الراسب؟

(ب) 1- لماذا نحتاج إلى إعادة تكوين مقتطف النافتا؟

2- لماذا يتم تكسير مقتطف زيت التشحيم؟

3- لماذا ينتج من التكسير جزيئات غير مشبعة كالإيثين والبيوتين؟

12- المكون الرئيس للبنزين هو الأوكتان C_8H_{18}. يحدث الاحتراق الداخلي داخل المحرك بخلط بخار البنزين مع الهواء، ومن ثم إشعال المخلوط. وإذا احتوى البنزين على نسبة عالية من البنزين يسمى مخلوطًا غنيًّا. إذا احتوى البنزين على نسبة عالية من الهواء يسمى مخلوطًا ضعيفًا. عند عمل المحرك بمخلوط غني، كثيرًا ما تغطى ماسورة العادم بطبقة من راسب أسود. وعند عمل المحرك بمخلوط ضعيف يتكون غازان عديما اللون، أحدهما سام والآخر يعكر ماء الجير.

(أ) ما الراسب الأسود المتكون؟

(ب) ما الغازين عديمي اللون؟

(جـ) أي الغازين يكون سامًّا؟

13- يبين الجدول التالي التكوين التقريبي لزيوت خام مختلفة، معبرًا عنها بالنسب المئوية للكتلة.

المصدر	النافتا	بنزين / كيروسين	وقود / ديزل / زيت تشحيم
الخليج العربي	20	34	46
نيجيريا	24	38	38
ليبيا	30	38	32
فنزويلا	2	18	80

اقترح أسبابًا لارتفاع سعر برميل الزيت الخام من شمال أفريقيا وانخفاض سعر نظيره من فنزويلا.

14- ارسم مخططًا للجهاز المستخدم في التقطير التجزيئي للنفط في المعمل. وافترض أسماء المكونات A، B، C، D، E حيث يتصاعد A أولًا حتى E أخيرًا. أي المقتطفات:

(أ) لها أقل درجة غليان؟

(ب) تحترق باللهب الأكثر سناجًا؟

(جـ) الأسرع التهابًا؟

(د) أكثر ملاءمة كوقود للديزل؟

(هـ) أكثر ملاءمة كوقود بنزين؟

(و) تحتوي على جزيئات هيدروكربون لها أعلى كتلة جزيئية؟

(ز) أكثر ملاءمة للتكسير؟

(ح) أكثر تطايرًا (يتحول بسهولة إلى غاز)؟

15- يستخدم النفط كمصدر للطاقة أو كمادة خام كيميائية.

(أ) اذكر أربعة مصادر للطاقة (وقود) من النفط.

(ب) 1- أي مقتطف هو مادة خام كيميائية رئيسية؟

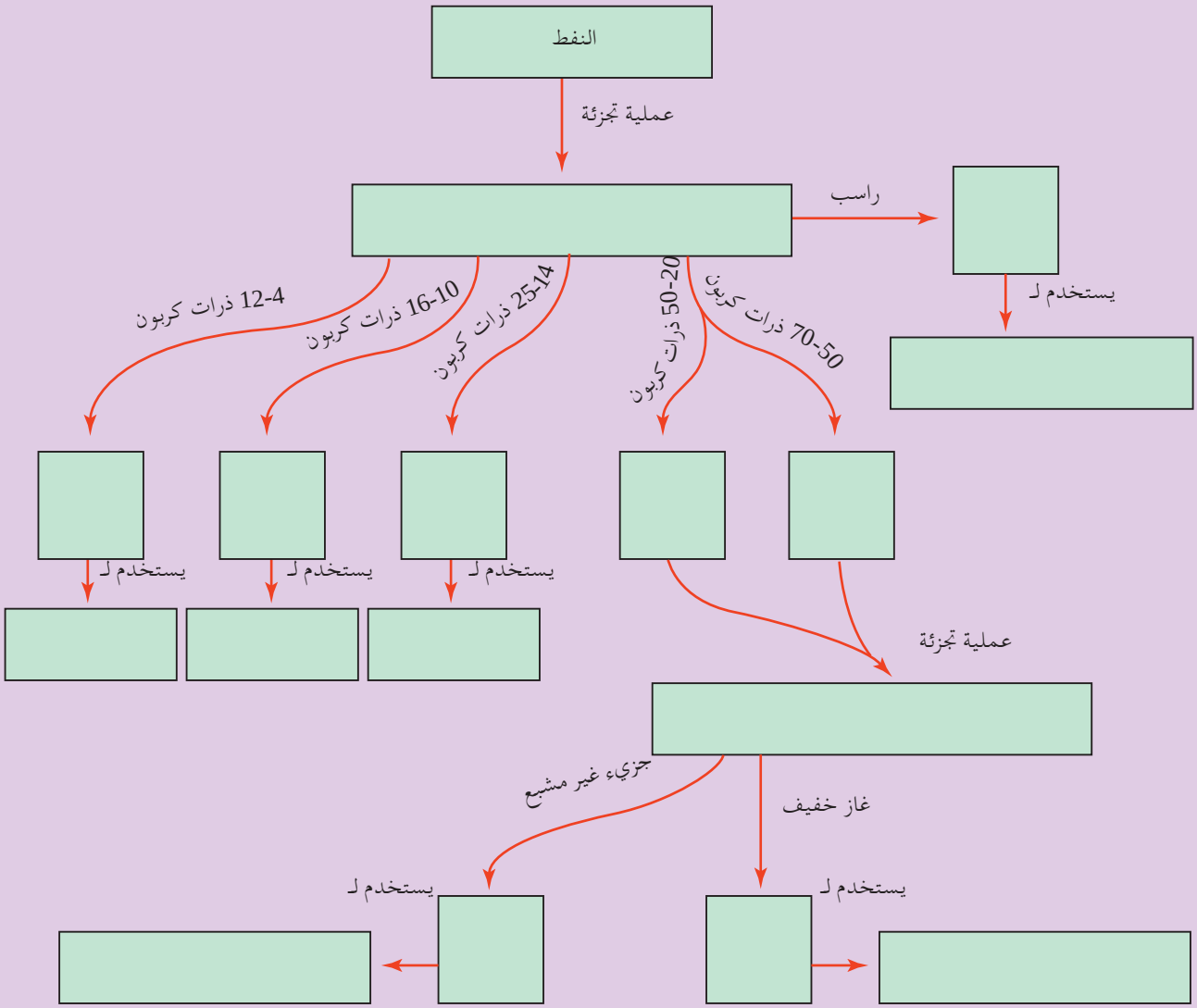
2- اذكر أربعة استخدامات للمواد الكيميائية المصنعة من هذا المقتطف.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

المهارة : التنظيم

يستخدم هذا النشاط فكرة "خرائط العقل" في محاولة لتنظيم معرفتك بمقتطفات النفط .



كلمات للاستخدام	وقود طائرات	قار	تكسير	الديزل
	تقطير تجزيئي	زيت وقود	وقود للسيارات	وقود لسيارات النقل
	كيروسين	زيت تشحيم	صناعة السمن النباتي	هيدروجين
	بنزين	بلاستيك	رصف الطرق	إيثين

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

الوحدة

6

بعض مشتقات الهيدروكربونات

Some Hydrocarbon Derivetives

الإيثانول هو الكحول المستخدم في المشروبات الكحولية، كما يستخدم كوقود للسيارات و الصواريخ.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن :

- **تصف** الكحولات كسلسلة متجانسة تحتوي على المجموعة الوظيفية OH-.
- **ترسم** تركيبات الكحولات غير المتفرعة من الميثانول إلى البيوتانول وتكتب أسماءها.
- **تصف** خواص الكحولات بدلالة الاحتراق والأكسدة إلى أحماض كربوكسيلية.
- **تصف** تكوين الإيثانول بتخمر الجلوكوز وبواسطة الإضافة الحفزية لبخار الماء إلى الإيثين.
- **تذكر** بعض استخدامات الإيثانول كمذيب، وكوقود، وكمشروبات كحولية.
- **تصف** الأحماض الكربوكسيلية كسلسلة متجانسة تحتوي المجموعة الوظيفية COOH -.
- **ترسم** تركيبات الأحماض الكربوكسيلية غير المتفرعة من حمض الميثانويك إلى حمض البيوتانويك وتكتب أسماءها.
- **تصف** الأحماض الكربوكسيلية كأحماض ضعيفة تتفاعل مع الكربونات، والقواعد، وبعض الفلزات.
- **تصف** تكوين حمض الإيثانويك عن طريق أكسدة الإيثانول بأكسجين الغلاف الجوي، أو ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة.
- **تصف** تفاعل حمض الإيثانويك مع الإيثانول لتكوين الإستر، وإيثانوات الإيثيل.
- **تذكر** بعض الاستخدامات التجارية للإسترات.
- **تصنف** تفاعلات الفينول مع القواعد والصوديوم لتكوين أملاح.
- **تصف** نترتة وبرومة الفينول
- **تفسر** السهولة النسبية لعملية برومة الفينول، مقارنة بالبنزين، على أساس نشاط حلقة البنزين.
- **تفسر** الحموضة النسبية لكل من الماء والفينول والكحول.
- **تذكر** استعمالات الفينولات في التطهير.

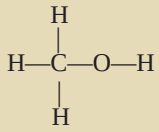
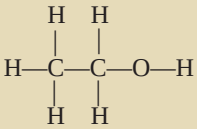
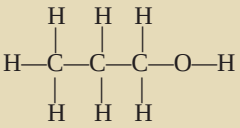
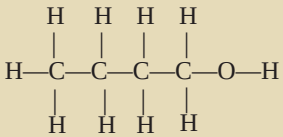
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

1-6 الكحولات: المجموعة الوظيفية OH–

Alcohols: The -OH Functional Group

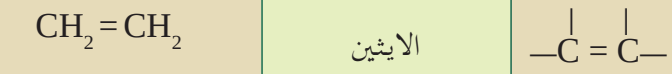
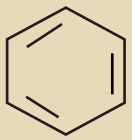
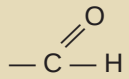
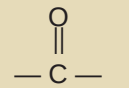
لا تحتوي تلك المركبات على مجرد عنصري الكربون والهيدروجين، ولكن أيضًا على الأكسجين. تكوِّن مثل الهيدروكربونات سلسلة متجانسة لها الصيغة العامة $C_nH_{2n+1}OH$، وتسمى مجموعة OH- **مجموعة وظيفية** وهي الجزء من الجزيء الذي يحدد خواصه. وينبغي عدم الخلط بينها وبين أيون الهيدروكسيد للقلويات؛ لأن الكحولات تكون متعادلة التأثير على صبغة دوار الشمس.

الكحول الأكثر أهمية هو **الإيثانول**، وهو المستخدم في الطب. **الكحول المميثل** هو إيثانول (95%) مضافًا إليه ميثانول، وصبغة ملونة تسمى **بيريدين**. تستخدم الصبغة حتى لا يخطئه أحد ويظنه إيثانولًا نقيًّا؛ لأن الميثانول سام. ويشيع استخدام الكحول المميثل كمذيب طلاء، وكوقود. يبين جدول 1 الكحولات المختلفة وصيغها البنائية.

قيمة n	اسم الكحول	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	درجة الغليان	الاستخدامات
1	الميثانول	CH_3OH		65	مذيب، كحول مميثل
2	الإيثانول	C_2H_5OH		78	مذيب، وقود، كحول طبي
3	البروبانول	C_3H_7OH		97	مذيب، أيروسولات، مقاوم للتجمد
4	البيوتانول	C_4H_9OH		117	طلاء لاكيه، مذيب، عطور، نكهات

جدول 1 (أ) العائلة المتجانسة للكحولات

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

فئة المركبات	المجموعة الوظيفية	أمثلة	الصيغ للأمثلة الكيميائية
الكينات		الايثين	$CH_2 = CH_2$
الأريلات		البنزين	C_6H_6
الألدهيدات		الإيثانال	CH_3CHO
الكيتونات		البروبانون	CH_3COCH_3
الأحماض الكربوكسيليه	—COOH	حمض الإيثانويك (الخليك)	CH_3COOH
الإسترات	R—COO—R	ايثانوات الإيثيل	$CH_3COOC_2H_5$
الأمينات	$— NH_2$	ميثيل أمين	CH_3NH_2
الأميدات	$— CONH_2$	ايثان أميد	CH_3CONH

جدول 1 (ب) بعض المجموعات الوظيفية

تحضير الإيثانول

التخمر

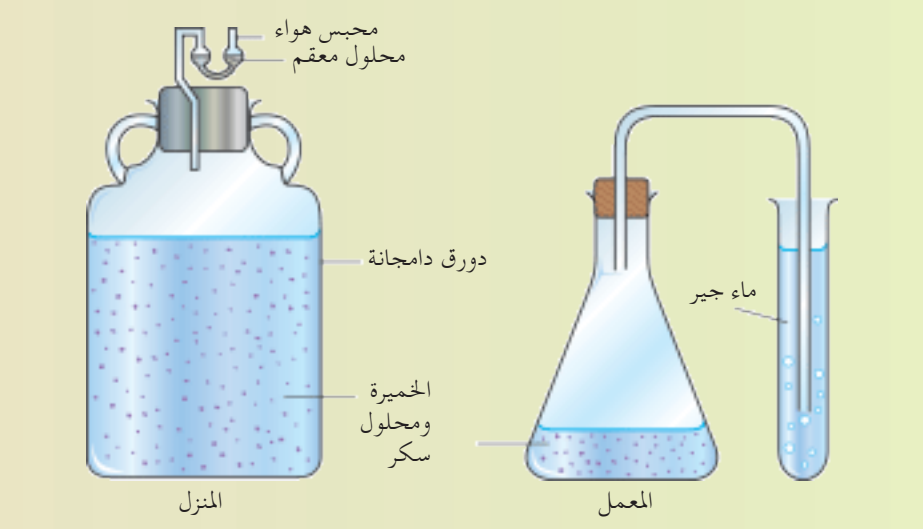
هو تحويل أي محلول سكر (جلوكوز، أو سكروز مثلًا) إلى إيثانول وثاني أكسيد كربون بفعل **الخميرة**. تحتوي الخميرة على حفازات حيوية تسمى **أنزيمات**، تساعد على تحويل السكر إلى كحول:

ثاني أكسيد الكربون + إيثانول ← جلوكوز

$$C_6H_{12}O_6\ (aq) \xrightarrow{\text{خميرة}} 2C_2H_5OH\ (aq) + 2CO_2\ (g)$$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يتم عادة التخمير في المنزل بواسطة دورق مخروطي يسمى **دامجانة**، أو في المعمل في جهاز تخمير (انظر شكل 6-1) .



شكل 6-1 جهاز التخمير

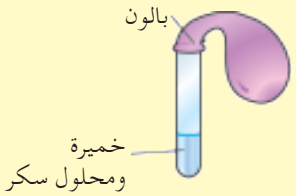
تتراوح أفضل درجة حرارة للتخمر ما بين 18- 20°س، وتُصبح الخميرة وهي كائن حي يتغذى على السكر غير نشطة عند أي درجة حرارة أدنى من تلك الدرجة، كما أن درجات الحرارة الأعلى تقتلها. تفضل الخميرة الشروط **اللاهوائية** للتكاثر والنمو، مما يعني أنها لا تفضل الهواء أو الأكسجين. وبناءً عليه يسمح محبس الهواء لفقاعات ثاني أكسيد الكربون بالهروب عند ملئه بالماء أو الكحول المعقم، ولا يسمح بدخول الهواء.

تجربة 6-1 التخمر

Experiment 6-1
Fermentation

1- أذب بعض السكر في الماء في أنبوبة اختبار.
2- أضف بعض الخميرة، وصل فوهة بالونة بقمة أنبوبة الاختبار.
3- اترك الأنبوبة في مكان دافئ لعدة أيام.

حاول هذا !



(أ) ما الغاز الذي أدى إلى انتفاخ البالونة؟
(ب) كيف تكشف عن هوية ذلك الغاز؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

تصنيع الإيثانول

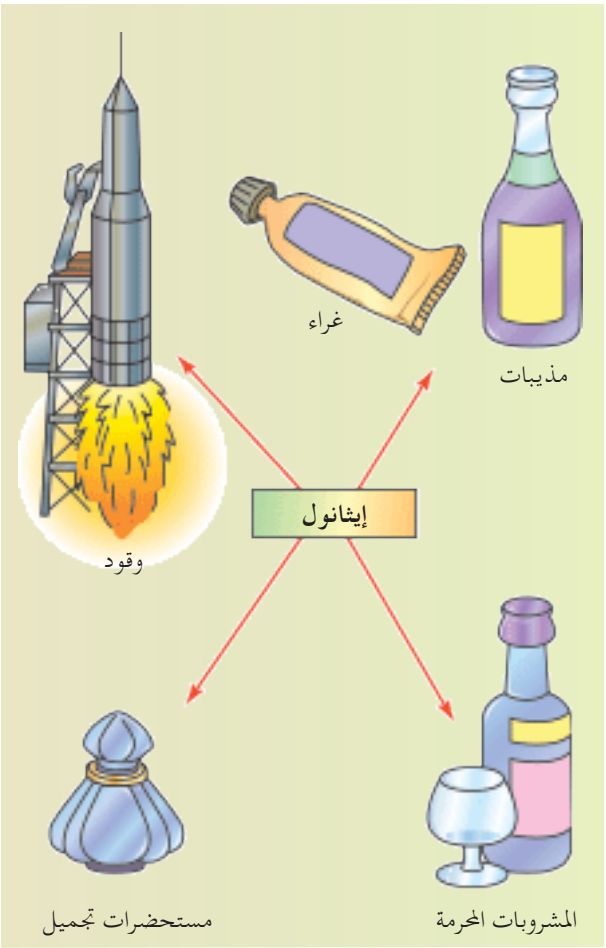
كان الإيثانول يصنع على نطاق واسع في الماضي باستخدام السكر والتخمير، ولكن أصبح السكر غاليًا جدًّا كمادة خام لتصنيع كميات الكحول الكبيرة المطلوبة. وأصبح الآن من الأرخص إنتاج الكحول من زيت النفط. وحتى نكون أكثر دقة يُنتج الكحول من غاز الإيثين الذي نحصل عليه من تكسير مقتطفات متعددة للزيت الخام. وعند إمرار الماء والإيثين تحت ضغط عالٍ خلال حفاز حمض فوسفوريك عند درجة حرارة 300 °س، يحدث التحول إلى إيثانول. هذا التفاعل هو إضافة الماء إلى جزيء غير مشبع.

إيثين + بخار ماء ⟶ إيثانول

$$C_2H_4\,(g) + H_2O\,(g) \longrightarrow C_2H_5OH\,(\ell)$$

للإيثانول استخدامات عديدة. فهو مذيب ووقود جيد، ويستخدم كمذيب في **صبغة اليود** و**الورنيش الفرنسي** كما يدخل في الكحول المميث، والبنج الجراحي، ومرطبات ما بعد الحلاقة.

ويستخدم أحيانًا كوقود بدلًا من البنزين في السيارات، وفي الاستخدامات الخلوية كالمخيمات.



شكل 2-6 استخدامات الإيثانول

خواص الإيثانول

الإيثانول مثل الكحولات الأخرى، سائل عديم اللون، له رائحة نفاذة، ذواب في الماء ويمكن فصله عن الماء بالتقطير التجزيئي.

الاحتراق

يحترق الإيثانول في وفرة من الهواء بلهب نظيف ليكوِّن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء:

إيثانول + أكسجين ⟶ ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء

$$C_2H_5OH\,(\ell) + 3O_2\,(g) \longrightarrow 2CO_2\,(g) + 3H_2O\,(g)$$

ويكون هذا التفاعل طاردًا للحرارة، ويعطي كميات حرارة كبيرة. يستخدم لذلك الإيثانول أحيانًا كوقود في السيارات ذات الأداء العالي، أو في الصواريخ.

الأكسدة

يَحْمَضُ الإيثانول إذا ترك معرضًا للهواء، ويشيع ذلك مع المشروبات المحرمة التي تفتح وتترك، دون أن تشرب. ويرجع ذلك إلى تأكسد الإيثانول بفعل الهواء إلى **حمض الخليك**، المعروف باسم **الخل**.

إيثانول + أكسجين ⟶ حمض الخليك + ماء

$$C_2H_5OH(\ell) + O_2(g) \longrightarrow CH_3COOH(aq) + H_2O(\ell)$$

ويمكن بنفس الطريقة، استخدام العوامل المؤكسدة لأكسدة الإيثانول. إذا دُفئت برمنجانات البوتاسيوم المحمضة مع الإيثانول، تتحول من اللون الوردي إلى عديمة اللون، مما يبين أكسدتها للكحول. يغير أيضًا العامل المؤكسد ثاني كرومات البوتاسيوم لونه (من البرتقالي إلى الأخضر)، عند التدفئة مع الإيثانول.

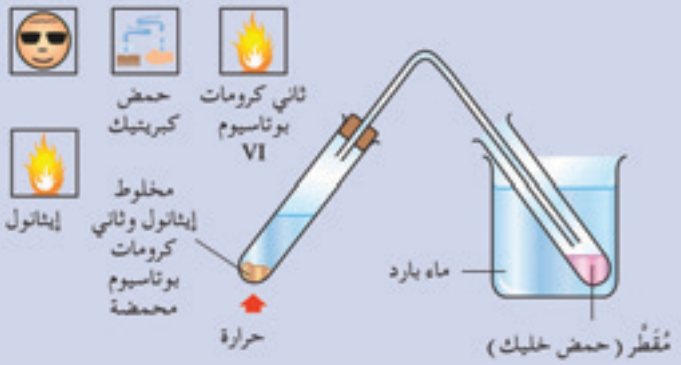
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يستخدم تغير اللون في **اختبار النفخ** بأوروبا للكشف عن تعاطي السائقين للخمور، حيث يطلب منهم النفخ في كيس يحتوي على بلورات ثاني كرومات بوتاسيوم، فإذا تغير لون البلورات من البرتقالي إلى الأخضر يكون السائق مخمورًا.

تجربة 6–2
أكسدة الكحولات

Experiment 6-2
Oxidation of Alcohols

1– ضع محلول ثاني كرومات البوتاسيوم في أنبوبة غليان حتى ربعها فقط، ثم أضف قليلًا من حمض الكبريتيك المخفف.
2– ثم أضف قليلًا من إيثانول، وركب الجهاز كما يلي:



3– دفِّئ المخلوط **برفق** في أنبوبة الغليان، واجمع المُقَطَّر في أنبوبة اختبار محاطة بماء بارد.

حاول هذا !

(أ) ما التغير اللوني لثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة؟ هل تستطيع تفسير ذلك؟
(ب) ما رائحة المُقَطَّر؟
(جـ) المُقَطَّر حمض، كيف تثبت خواصه الحمضية؟

الجزيء التساهمي

الإيثانول مثل معظم الجزيئات العضوية، تساهمي الرابطة. ولذلك لا توجد به أيونات، ومجموعة الهيدروكسيل (-OH) ليست مثل أيون الهيدروكسيد (OH^-). الإيثانول ليس قلويًّا ولكنه متعادل، ولايسمح بمرور الكهرباء خلاله لأنه لاإلكتروليتي. يعقد جدول 2 مقارنة بين الإيثانول، وهيدروكسيد الصوديوم.

الإيثانول	هيدروكسيد الصوديوم
لايؤثر على صبغة دوار الشمس	يحول لون صبغة دوار الشمس إلى الأزرق
تساهمي الرابطة	أيوني الرابطة
لاإلكتروليتي	إلكتروليتي
يتفاعل مع الأحماض العضوية ليكوِّن إسترات وماء.	يتفاعل مع الأحماض المعدنية ليكوِّن ملحًا وماء.

جدول 2 مقارنة بين الإيثانول، وهيدروكسيد الصوديوم

اختبر فهمك 1

(1) تحتوي جميع الكحولات على **مجموعة هيدروكسيل**. ما صيغتها؟
(2) ما المقصود **بالتخمر**؟
(3) ما **الأنزيم**؟
(4) ما الغاز المتصاعد أثناء التخمر؟
(5) الإيثانول قابل للاشتعال، ما ناتجي احتراقه؟
(6) ما الحمض المتكون عند أكسدة الإيثانول بالهواء؟
(7) كيف يختلف الإيثانول عن هيدروكسيد الصوديوم؟
(8) هل يمكنك تسمية **حمض كربوكسيلي** وإعطاء صيغته؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

مراجعة سريعة

خواص الكحولات

- تحترق في وفرة من الأكسجين لتكون ثاني أكسيد كربون وبخار ماء.
- تتأكسد بالهواء إلى حمض عضوي (مثل الإيثانول إلى الخل) .
- سوائل تساهمية (متعادلة ولاإلكتروليتية) .
- تتفاعل مع الأحماض العضوية لتكون الإسترات .

2–6 الأحماض الكربوكسيلية : المجموعة الوظيفية -COOH
Carboxylic Acids: The -COOH Functional Group

الأحماض الكربوكسيلية أحماض عضوية ضعيفة تحتوي على المجموعة الوظيفية -COOH، وهي شائعة في الفواكه والمواد الغذائية ولها خواص حمضية نموذجية، فتتفاعل مع الفلزات، والقلويات، والكربونات وتُكوِّن كالهيدروكربونات والكحولات سلسلة متجانسة لها صيغة عامة $C_nH_{2n+1}COOH$

وأهم حمض عضوي هو **حمض الخليك** المعروف **بحمض الأسيتيك**، والذي يُحصَل عليه بأكسدة الإيثانول مع الهواء. يوجد في الهواء كائنات دقيقة تسمى بكتيريا تساعد على تلك الأكسدة.

إيثانول + هواء $\xrightarrow{\text{بكتيريا}}$ حمض الخليك + ماء

$$C_2H_5OH\ (\ell) + O_2\ (g) \longrightarrow CH_3COOH\ (aq) + H_2O\ (\ell)$$

يُصنع **الخل** بتلك الطريقة، وهو يحتوي على 5% حمض خليك. يستخدم الخل مع الطعام كمادة حافظة ومعطي نكهة.

حمض الأسيتيك أيضًا من المواد الكيميائية الصناعية المهمة. فهو يستخدم مع مواد كيميائية أخرى في تصنيع العقاقير، والصبغات، والطلاءات، ومبيدات الحشرات واللدائن. ويستخدم أيضًا في صناعة مواد عضوية مفيدة تسمى **الإسترات**.

خواص الأحماض العضوية

تؤثر الأحماض العضوية مثل كل الأحماض على الأدلة، وتحول صبغة دوار الشمس الزرقاء المبللة إلى اللون الأحمر. ويكون للأحماض العضوية خواص حمضية نموذجية، ولكنها تختلف عن الأحماض المعدنية مثل حمض الكبريتيك، وحمض النيتريك، وحمض الهيدروكلوريك في كونها أحماضًا ضعيفة ومن ثم تتفاعل ببطء أكبر. يرجع السبب في ذلك إلى أنها تفضل الوجود كجزيئات، ولا تُكوِّن أيونات هيدروجين بسهولة كالأحماض المعدنية، وتتفاعل ببطء مع فلزات كالماغنسيوم ليتصاعد غاز الهيدروجين:

ماغنسيوم + حمض أسيتيك → أسيتات ماغنسيوم + غاز هيدروجين

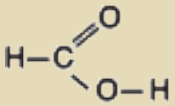
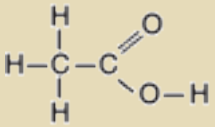
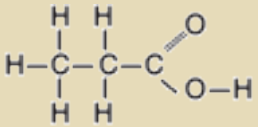
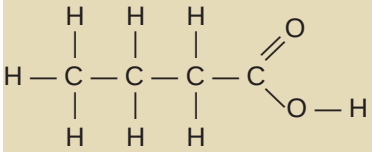
$$Mg\ (s) + 2CH_3COOH\ (aq) \rightarrow (CH_3COO)_2Mg\ (aq) + H_2\ (g)$$

وتتفاعل ببطء مع كربونات الفلزات ككربونات الصوديوم، ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون:

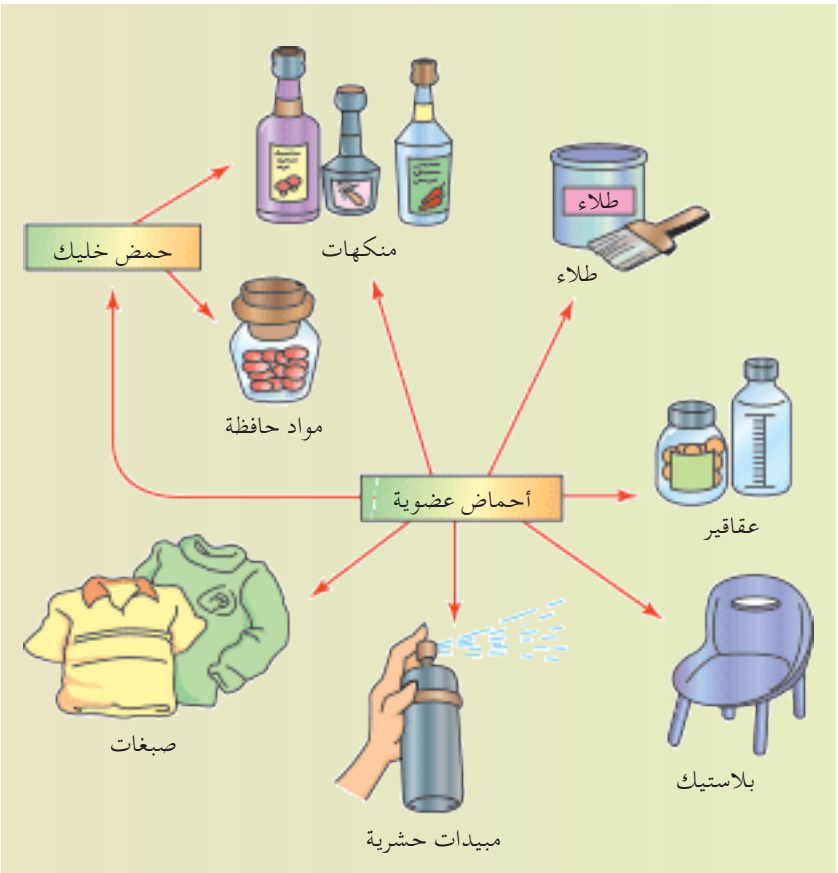
كربونات صوديوم + حمض أسيتيك → أسيتات صوديوم + ماء + ثاني أكسيد كربون

$$Na_2CO_3\ (s) + 2CH_3COOH\ (aq) \longrightarrow 2CH_3COONa\ (aq) + H_2O\ (\ell) + CO_2\ (g)$$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

قيمة n	اسم الحمض	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية
0	حمض الميثانويك (فورميك)	HCOOH	
1	حمض الخليك (الأسيتيك)	CH_3COOH	
2	حمض البروبانويك	C_2H_5COOH	
3	حمض البيوتانويك	C_3H_7COOH	

جدول 3 الأحماض العضوية



شكل **3-6** استخدامات الأحماض العضوية

الحمض العضوي	مكان وجوده
حمض اللاكتيك	اللبن الحامض
حمض الأوكساليك	السبانخ، وعشب الراوند
حمض الستريك	الليمون، (فواكه الحمضيات)
حمض الفورميك	لدغ الحشرات والأشواك
حمض الطرطريك	عصير العنب
حمض الأسيتيك	الخل
حمض الماليك	التفاح والكمثرى

جدول 4 الأحماض العضوية

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

تعادل أيضًا الأحماض العضوية القلويات لتكوين أملاح عضوية وماء:

$$\underset{\text{هيدروكسيد صوديوم}}{NaOH\ (aq)} + \underset{\text{حمض أسيتيك}}{CH_3COOH\ (aq)} \longrightarrow \underset{\text{أسيتات صوديوم}}{CH_3COONa\ (aq)} + \underset{\text{ماء}}{H_2O\ (\ell)}$$

مراجعة سريعة

الأحماض العضوية

- سلسلة متجانسة.
- مجموعتها الوظيفية -COOH
- صيغتها العامة $C_nH_{2n+1}COOH$
- خواصها متشابهة.

حمض الخليك (أسيتيك)

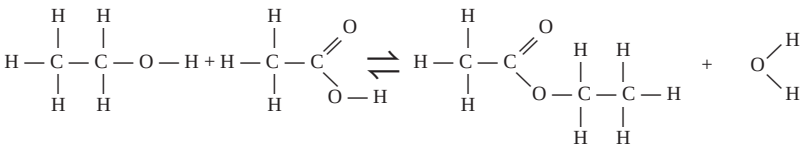
- يتكون بأكسدة الإيثانول في الهواء.
- صناعيًّا، يصنع من الميثانول وأول أكسيد الكربون.
- يستخدم كنكهة، وكمادة حافظة ..... إلخ.
- حمض ضعيف مثل كل الأحماض العضوية.

3-6 الإسترات: نواتج تفاعل الأحماض مع الكحولات

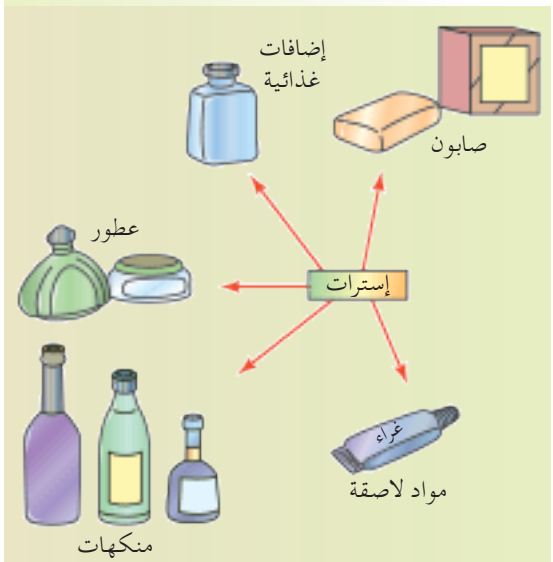
Esters: Reacting Acids with Alcohols

عند **تدفئة** حمض الأسيتيك مع الإيثانول، في **وجود** نقط قليلة من **حمض الكبريتيك المركز** كحفاز، يتكون **إستر** يسمى إيثانوات الإيثيل، و له مثل كل الإسترات **رائحة ذكية**.

$$\underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH\ (aq)} + \underset{\text{حمض إيثانويك}}{CH_3COOH\ (aq)} \rightleftharpoons \underset{\text{إيثانوات الإيثيل}}{CH_3COOC_2H_5\ (aq)} + \underset{\text{ماء}}{H_2O\ (\ell)}$$



ينتج هذا التفاعل إستر ومن ثم يعرف **بالأسترة المباشرة**، ولكنه يكون تفاعلًا عكوسًا، مما يعني تحول الإستر مرة أخرى إلى كحول وحمض كربوكسيلي عضوي. ولعمل ذلك، يجب **غَلْي** الإستر مع **هيدروكسيد الصوديوم**، ويعتبر ذلك في الحقيقة تفاعلًا مع الماء، ويسمى **تحللًا بالماء** hydrolysis.



شكل 6-4 استخدامات الإسترات

تقوم جمعيات مكافحة الإدمان بالتعاون مع المنظمات العالمية وجهات الاختصاص بتنظيم حملات قومية ضد شم الغراء، وإساءة استخدام وسائل الأمان، وتستهدف ما يلي:

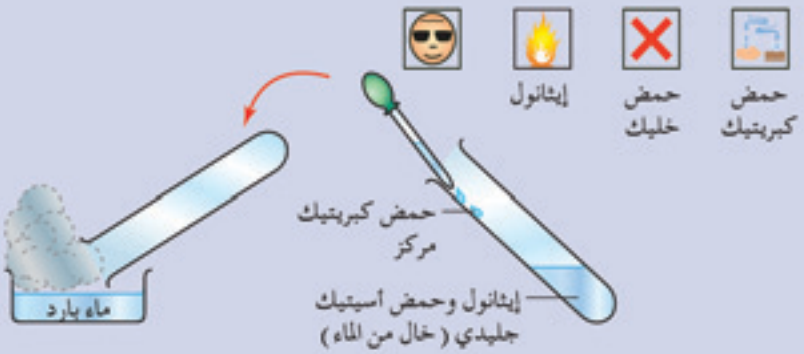
1- إعلام المواطنين بخطورة شم الغراء.
2- إشراك الأسرة في مساعدة الأطفال على تجنب هذا الإدمان.
3- تعليم جميع الأطفال وتبصيرهم بخطورة هذا الإدمان.
4- حث المدمنين على تلقي العلاج المبكر، وتجنب الاختلاط بالمدمنين الآخرين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تجربة 8-3
صناعة الإسترات

Experiment 8-3
Making an Ester

1- ضع 1 سم^3 من الإيثانول، و1 سم^3 من حمض الخليك المركز الجليدي (خالٍ من الماء) في أنبوبة اختبار .
2- أضف **بحرص** 2-3 نقط حمض كبريتيك مركز .
3- دفئ أنبوبة الاختبار برفق على لهب بنزن صغير .
4- صب محتويات الأنبوبة في كأس كبير مملوء بالماء البارد، وشم البخار الناتج .



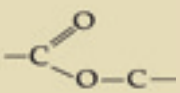
حاول هذا !

(أ) ما الهدف من حمض الكبريتيك المركز؟
(ب) اذكر اسم الإستر المتكون؟
(جـ) من رائحتها الذكية، هل يمكنك اقتراح بعض استخدامات الإسترات؟

اختبر فهمك 2

(1) ما المجموعة الوظيفية في الأحماض العضوية؟
(2) ما الحمض العضوي الذي يحتويه الخل؟
(3) اذكر اسم حمض عضوي في الليمون .
(4) كيف يتحول الإيثانول إلى حمض الخليك؟
(5) ماذا يتكون عند تفاعل كحول مع حمض عضوي؟
(6) أعطِ استخدامين للإيثانول .
(7) أعطِ استخدامين لحمض الخليك .
(8) ما فئة المركبات العضوية التي لها "رائحة ذكية" ؟

مراجعة سريعة

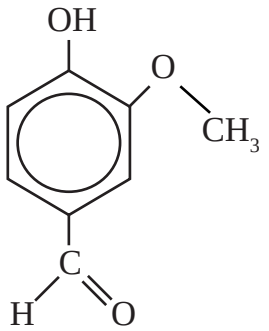
العائلة العضوية	المجموعة الوظيفية	مثال	الخواص
الكحولات	– O –H	إيثانول C_2H_5OH	سوائل تساهمية . تحترق لتكوّن ثاني أكسيد كربون وبخار ماء . تتأكسد لتكون حمضًا عضويًّا .
الأحماض		أسيتيك CH_3COOH	أحماض ضعيفة (قيم pH مرتفعة) . تتفاعل مع الفلزات والكربونات والقلويات . تتفاعل مع الكحولات لتكوين الإسترات .
الإسترات		أسيتات إيثيل $CH_3COOC_2H_5$	رائحة طيبة، سوائل متطايرة . التحلل المائي للإستر يعطي كحولًا وحمضًا عضويًّا .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

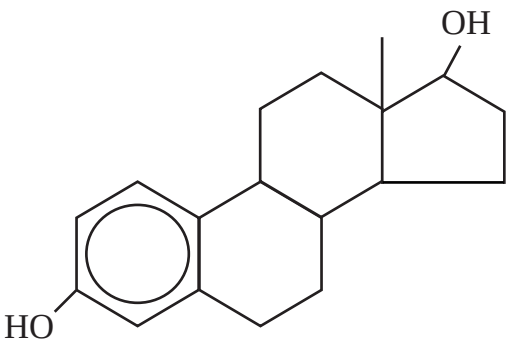
4-6 الفينولات : Phenols

الفينولات كالكحولات توجد بكثرة في الطبيعة. ترتبط مجموعة OH- في الفينولات بحلقة بنزين وكمثالين مختلفين جدًّا من الفينولات نجد الفانيلين Vanillin والاستراديول Estradiol.

- يوجد الفانيلين في جيوب بذور شجيرات الفانيليا. وينتشر استخدامه في تحسين مذاق الأطعمة والحلويات، الصيغة البنائية للفانيلين هي :



- أما الاستراديول فهو هرمون جنسي أنثوى، مهمته إبراز الصفات الأنثوية الجنسية، كما يحفز تكوين الحمض النووي (RNA) وبذلك ينشط عمليات النمو، يحتوى الاستراديول على كحول إضافة للفنيول، وصيغته.



س :

أ – انقل صيغتي الفانيلين والاستراديـــول.

ب – ميّز مجموعة OH- الفينولية في كل منهما.

جـ – تعرف وميّز أي مجموعة وظيفية أخرى فيهما.

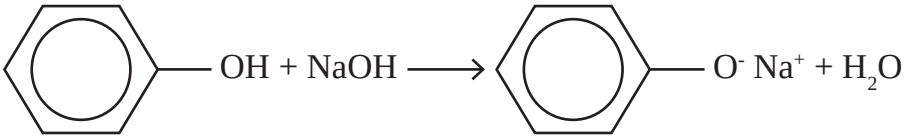
ذوبانية الفينولات في الماء.

الفينولات شحيحة الذوبان في الماء، حيث تكون مجموعات OH- روابط هيدروجينية مع الماء. بينما تعمل حلقات البنزين على تقليل الذوبان لأنها تكون روابط فان در فالس الضعيفة فقط مع بقية الجزيئات. إذا أضيفت كمية مناسبة من بلورات الفينول إلى الماء تتكون طبقتان من السائل. تمتص الزيادة من الفينول الماء (بواسطة الروابط الهيدروجينية) وتتكون طبقة سائلة سفلى. وهى عبارة عن محلول الماء في الفينول، أما الطبقة العلوية فهي محلول الفينول في الماء.

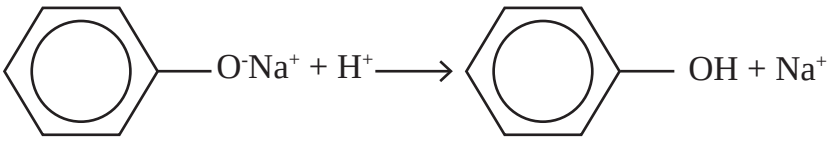
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تفاعلات تكسر فيها رابطة O-H
التفاعل مع القواعد.

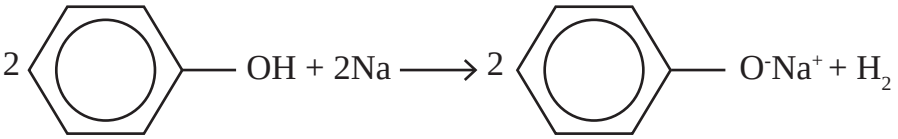
نظرًا لأن الفينول حمض ضعيف، فإنه يتعادل مع القواعد القوية، فمثلًا، مع هيدروكسيد الصوديوم ينتج فينوكسيد الصوديوم والماء.



فينوكسيد الصوديوم مركب أيّونى، ويذوب الفينول كليًا في محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي، ولكنه قليل الذوبان في الماء.
إضافة حمض قوى إلى محلول فينوكسيد الصوديوم:
ينتج التفاعل العكسي لتفاعل الفينول مع هيدروكسيد الصوديوم. يتكون في البداية معلق لبنى من الفينول في الماء، ثم ينفصل الفينول على شكل طبقة زيتية كثيفة.
يمكننا إبراز المعادلة كالآتي:

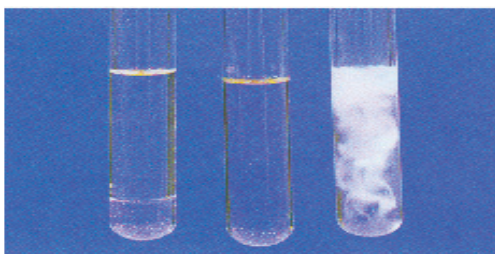


التفاعل مع الصوديوم:
يتفاعل بشدة مع الصوديوم



يتكون فينوكسيد الصوديوم ويتحرر غاز الهيدروجين. هذا النشاط الهائل (مقارنة بالإيثانول) يعود، مرة أخرى للحامضية الضعيفة للفينول.

تفاعلات مرتبطة بحلقة البنزين:
يتفاعل الفينول من خلال تفاعلات الإحلال الالكتروفيلى بسرعة تفوق تفاعلات البنزين. تعمل مجموعة OH^- على زيادة كثافة الشحنة الإلكترونية في أفلاك باى π في حلقة البنزين. وبذلك تتضاعف فاعلية الفينول نحو الأصناف الإلكتروفيلية. تصل الصفة الثنائية لرابطة كربون – أكسجين في الفينول إلى حوالي 16%. وينتج ذلك بسبب تحرك زوج إلكترونات الأكسجين نحو حلقة البنزين. وتكون الكثافة الإلكترونية أعلى ما يمكن على ذرات الكربون 2 و4 و 6 في الحلقة.

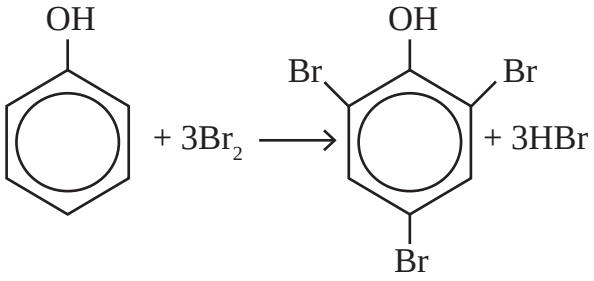


شكل 6-5 يبين الأنبوب إلى اليسار الفينول في الماء. الفينول لا يمتزج ويستقر في قاع الأنبوب. ويحتوي الأنبوب الأوسط فينولًا ذائبًا في قلوي. يبين الأنبوب إلى اليمين تكون مستحلب لبني عند تحمض الفينول القلوي.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

إحلال البروم.

يزيل المحلول المائي للفينول لون البروم في ماء البروم ويتكون راسب أبيض من 2، 4، 6 ثلاثي بروموفينول (شكل 6 - 6).



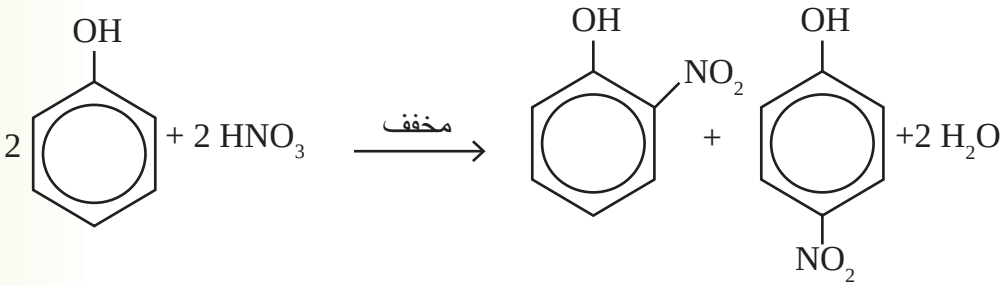
وتحدث تفاعلات مشابهة مع الكلور واليود.
وعلى عكس هذه الظروف العادية جدًّا يستلزم تحضير بروموبنزين الأحادي، بروم وبنزين نقيان إضافة إلى محفز من بروميد الحديد (III).
إن وجود مجموعة OH- في الفينول تزيد من قابلية حلقة البنزين للتفاعل الإلكتروفيلي. لمجموعة OH- زوجين من الإلكترونات الوحيدة، وهي قادرة على التداخل مع إلكترونات باي π المتحركة، وبذلك تصل بشكل جزئي إلى حلقة البنزين.
وبصفة عامة، تتزايد الكثافة الإلكترونية للرابطة باى π (خصوصًا في المواضع 2، 4، 6). يقول الكيميائيون إن مجموعة OH - تنشط حلقة البنزين.

شكل 6 - 6 التفاعل الذي يحدث عند إضافة ماء البروم إلى محلول الفينول المائي.

س 8:
كيف يصبح البروم في المحلول المائي قطبيًّا بما يكفي لإنجاز إحلال إلكتروفيلي على الفينول؟

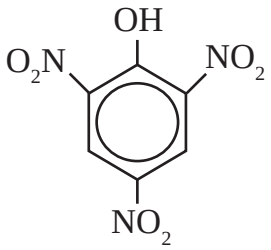
النترتة Nitration

ينتج عن تنشيط حلقة البنزين في الفينول أن تتم نترتتها بواسطة حمض النيتريك المخفف وفي درجة حرارة الغرفة.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يتكون خليط 2 نيتروفينول و 4 نيتروفينول، مع حمض النيتريك المخفف . وعندما يستخدم حمض النيتريك المركز ينتج 2، 4، 6 ثلاثي نيتروفينول



هذا المركب يعرف باسم حمض البكريك وهو مادة متفجرة .

استعمالات الفينول :

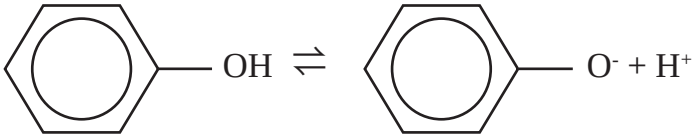
يستخدم الفينول لصناعة مجموعة كبيرة من المنتجات الكيميائية (شكل 6 - 7) . وقد استخدم ليستر Lister الفينول كمطهر عام 1865 . وبعدها انتشر استعمال الفينول في المستشفيات وبذلك انخفض معدل الإصابة بالتعفنات بشكل كبير . خاصة أثناء إجراء العمليات الجراحية . الفينول الصلب أو محاليله المركزة خطيرة بسبب امتصاصه عن طريق الجلد متسببًا في بعض الحروق .

في يومنا هذا تستخدم مركبات أكثر أمانًا مثل الكلوروفينولات بشكل واسع وحلت بذلك محل الفينول كمطهرات .

شكل 6 - 7 أقراص مدمجة، أو أشرطة لاصقة ومطهر كلها مصنعة من الفينولات .

حموضة الفينولات والكحولات :

يتأين الفينول بشكل محدود في الماء، تنكسر رابطة OH- في الفينول منتجة أيون H^+ وأيون الفينوكسيد السالب، هذا التكسر في الرابطة يحدث بشكل أوسع في جزيء الفينول مقارنة بجزيء الماء . نظرًا لثبات أيون الفينوكسيد النسبي بسبب تحرك إلكترونات الأكسجين نحو حلقة البنزين . ذاك يجعل الفينول أكثر حامضية من الماء .



أما الإيثانول فإنه يتأين بنسبة أقل من الماء فالتأثير الحاث للايثانول يزيد من كثافة الشحنة الإلكترونية حول ذرة الأكسجين . وهذا يزيد من قدرة أيون الايتوكسيد على جذب أيونات الهيدوجين، وذلك يجعل الإيثانول أقل حامضية من الماء .

تنخفض الصفة الحامضية على النحو التالي :

الفينول (أعلى حامضية) فالماء فالإيثانول . المركبات الثلاثة أحماض ضعيفة جدًّا مقارنة بغيرها من الأحماض الضعيفة التي قد تدرسها . تعرف الأحماض (أو القواعد) التي تتأين كليًّا في الماء بالأحماض (أو القواعد) القوية .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

6-5 الأمينات الأولية والأميدات : Primary amines & Amides

الأمينات الأولية Primary amines

سندرس بشكل تفصيلي كلًّا من إيثيل أمين وفينيل أمين. وفي شكل (6 - 8) مجسمين بنائيين لهما. الأمينات الأولية الاليفاتية تذوب في الماء عمومًا. حيث تكون ذرات الهيدروجين في مجموعة الأمين $-NH_2$ روابط هيدروجينية مع ذرات الأكسجين في جزيئات الماء. كما قد ترتبط ذرة هيدروجين في مجموعة الأمين (شكل 6 - 9). تتناقص ذوبانية الأمينات الاليفاتية الأولية بتزايد أعداد ذرات الكربون في مجموعة الالكايل. ومجموعة الالكايل غير قطبية ولا تكون سوى روابط أنية (لحظية) ضعيفة مع الجزيئات الأخرى. وتكسر هذه الروابط ينتج ما يكفي من الطاقة لقطع الروابط الهيدروجينية الأقوى بين جزيئات الماء. (ذوبانية الفينيل أمين أيضًا محدودة لنفس السبب).

تحضير الأمينات :

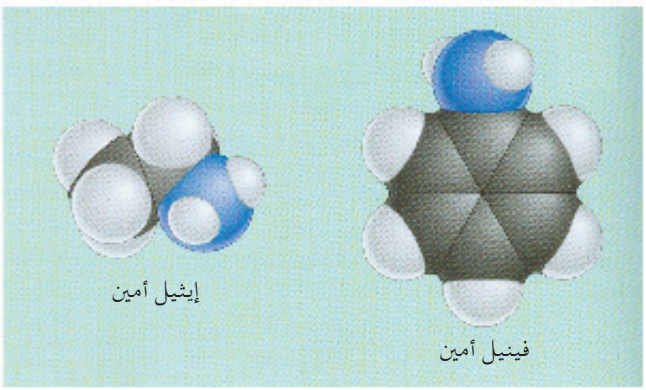
هاتان طريقتان لتحضير الإيثيل أمين :

- تسخين بروميد إيثان مع وفرة من محلول الأمونيا الإيثانولي الساخن ينتج إيثيل أمين :

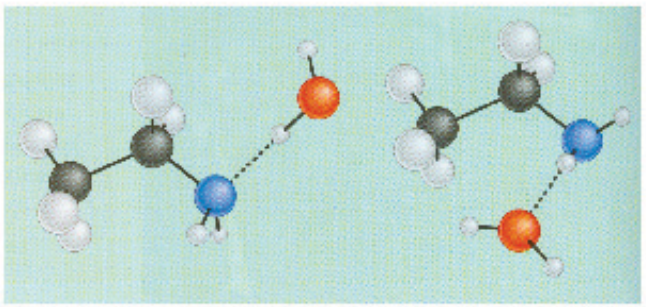
$$CH_3\,CH_2\,Br + NH_3 \longrightarrow CH_3\,CH_2\,NH_2 + HBr$$

تتفاعل الأمونيا الزائدة مع HBr منتجة بروميد الأمونيوم $NH_4\,Br$

$$NH_3 + HBr \longrightarrow NH_4Br$$



شكل (6 - 8) الأمينات

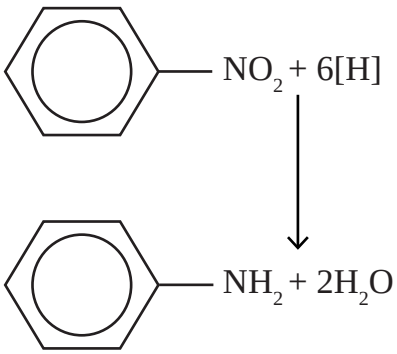


شكل (6 - 9) تكوين الروابط الهيدروجينيه بين الماء والإيثيل امين

● اختزال إيثان نيتريل بواسطة الهيدروجين ينتج الإيثيل أمين

$$CH_3CN + 4\,[H] \longrightarrow CH_3\,CH_2\,NH_2$$

يمكن استخدام الصوديوم والإيثانول لهذا الاختزال. يُحضر الفينيل أمين باختزال النيتروبنزين:



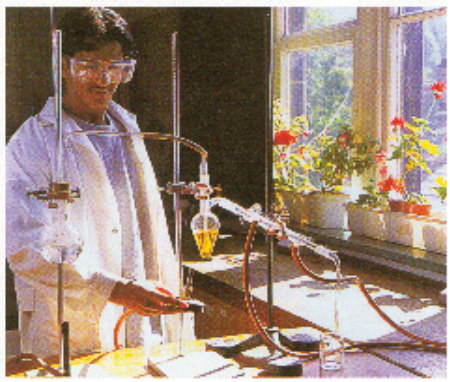
تنجز عملية الاختزال باستخدام القصدير وحمض الهيدروكلويك المركز. ويفصل الناتج من خليط التفاعل بالتقطير، مع تمرير تيار من بخار الماء الساخن.

س 8:

اكتب الاسم والصيغة البنائية للمنتوج العضوي للتفاعلات الآتية:

أ – بروبان نيتريل مع الهيدروجين (من الصوديوم والإيثانول).

ب – نيتروفينول مع القصدير وحمض الهيدروكلوريك.

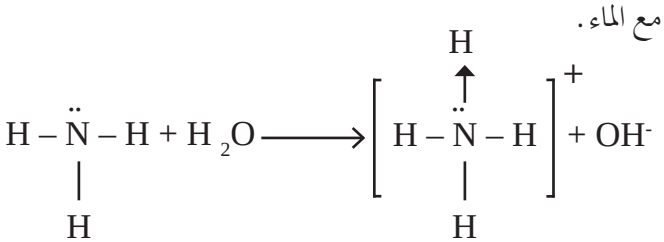


شكل (6 - 10) طالب يجرى تقطير بالبخار

الأمينات كقواعد:

ترتبط الأمينات بالأمونيا. وهي قاعدة ضعيفة.

تكتسب القواعد الضعيفة بروتونات من الماء مكونة محاليل قاعدية، وهكذا تتفاعل الأمونيا مع الماء.



للأمونيا زوج من الإلكترونات الطليقة (غير مشاركة في روابط) على ذرة النيتروجين. يكتسب هذا الزوج بروتونًا من الماء لتكوين أيون الأمونيوم.

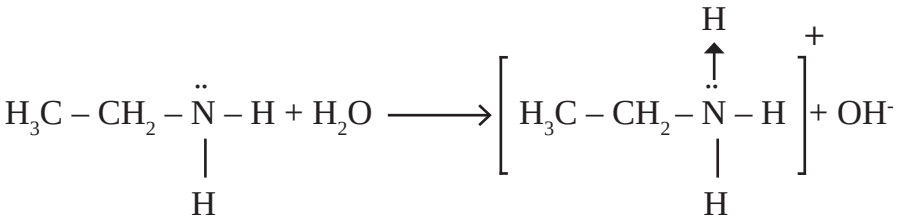
ويصبح بالمحلول خليط من الأمونيا وأيونات الامونيوم.

وإذا مثلنا الأمين بالصيغة الرمزية العامة RNH_2 فإن معادلة التفاعل العامة ستكون:

$$RNH_2(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons \overset{+}{R}NH_3\,(aq)\;\; OH^-(aq)$$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

فمثلًا، يكتسب الإيثيل أمين بروتونًا لتكوين أيون من الإيثيل أمونيوم:



يبين جدول (5) قوة الإيثيل أمين والفينيل أمين كقاعدتين مقارنة بالأمونيا. ويأتي هذا الترتيب في القوة والضعف كنتيجة لعوامل الحث لكل من مجموعة الإيثيل والفينيل.

- لمجموعات الألكيل تأثير حث ايجابي. وذلك معناه أن لها قابلية لدفع الإلكترونات نحو الذرة الجارة. ففي الإيثيل أمين تؤدي هذه القابلية إلى زيادة قليلة في الكثافة الإلكترونية لذرة النيتروجين. وذلك بدوره يزيد من قدرتها على منح زوج إلكتروناتها إلى بروتون. وبذلك يكون الإيثيل أمين أقوى كقاعدة من الأمونيا.

- لمجموعة الفينيل تأثير حث سلبي، وتنخفض لذلك الكثافة الإلكترونية حول ذرة النيتروجين في الفينيل أمين.

الأمين	ترتيب القاعدية
فينيل أمين	زيادة القوة ↓
أمونيا	
إيثيل أمين	

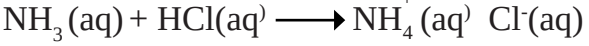
جدول (5) القوة القاعدية للأمينات والأمونيا

عليه فإن قابلية الفينيل أمين لاكتساب بروتون تتناقص ولذلك فهي أضعف كقاعدة من الأمونيا، مما يزيد من هذا التأثير في الفينيل أمين أن زوج الإلكترونات الطليق لذرة النيتروجين يتحرك جزئيًّا نحو حلقة البنزين.

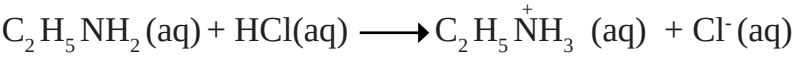
تحضير الأملاح بواسطة الأمينات:

تتفاعل الأحماض مع القواعد لإنتاج الأملاح.

فتفاعل الأمونيا مثلًا مع حمض الهيدروكلوريك ينتج كلوريد الأمونيوم.

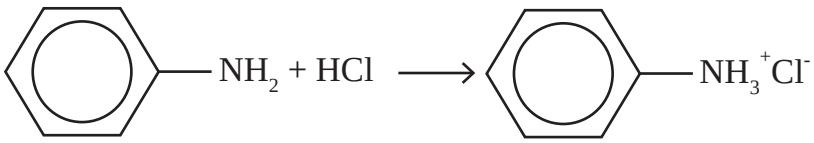


تنتج الأمنيات الأملاح أيضًا، فعند تفاعل الإيثيل أمين مع حمض الهيدروكلوريك يتكون كلوريد الإيثيل أمونيوم:



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كما ينتج الفينيل أمين أيون كلوريد الفينيل أمونيوم



الفينيل أمين شحيح الذوبان في الماء. ولكنه يذوب أكثر في حمض الهيدروكلوريك نظرًا لتكوين ملح. إضافة قلوي إلى محلول هذا الملح يطلق الفينيل أمين من جديد. يتكون في البداية معلق لبنى يتفرق فيما بعد إلى قطرات زيتية (شكل 6 - 11). (قارن هذا مع سلوك الفينول في المحلول القلوي عند إضافة حمض الهيدروكلوريك).

اكتب معادلات موزونة للتفاعلات الآتية:

أ – حمض النيتريك مع بيوتيل أمين.

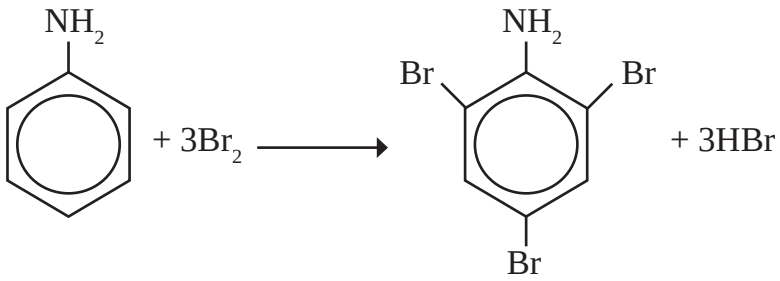
ب – حمض الهيدروكلوريك مع 4- أمينوفينول.

جـ – هيدروكسيد الصوديوم مع 4- أمينوفينول.

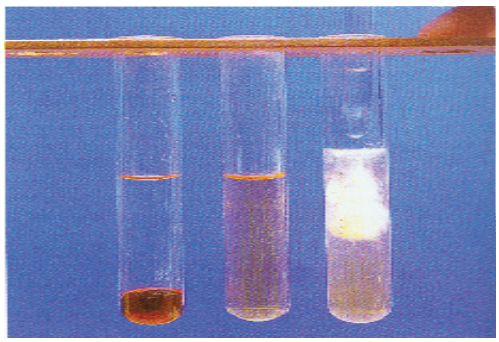
تفاعلات مخصوصة للفينيل أمين:

التفاعل مع البروم المائي:

عند مزج الفينيل أمين مع البروم المائي، يتكون راسب أبيض من 2، 4، 6 ثلاثي برومو فينيل أمين. ويفقد البروم لونه.



2، 4، 6 ثلاثي برومو فينيل أمين.

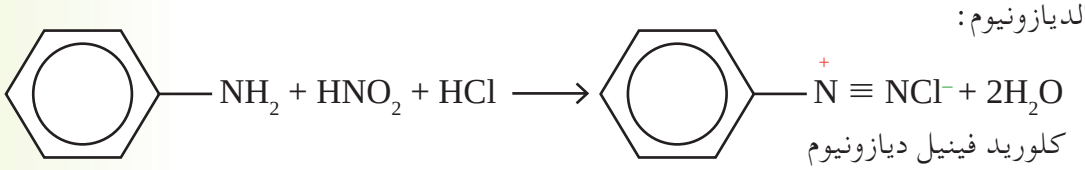


شكل (6 - 11) تحتوى الأنبوبة اليسرى على الفينيل أمين البني، غير الممتزج مع الماء، وتحتوى الأنبوبة الوسطى على محلول فينيل أمين في حمض. يتكون معلق أبيض بإضافة قلوي لهذا المحلول يزيد وجود مجموعة NH_2 – من قابلية حلقة البنزين للتفاعلات، كما هو الحال في الفينولات، لمجموعة NH_2 – مثلها مثل OH- زوج من الإلكترونات الطليقة التي تتداخل مع إلكترونات باي π بحلقة البنزين فتنشطها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

تكوين ملح الديازونيوم وتفاعلات الازدواج:

إذا حفظ تفاعل فينيل أمين وحمض النيتروز تحت $10^{o}\,C$. فإن ملح ديازونيوم يتكون (أيون الديازونيوم هو $-N_2^{+}$). ويعرف هذا التفاعل باسم تفاعل الديازونيوم:



كلوريد فينيل ديازونيوم

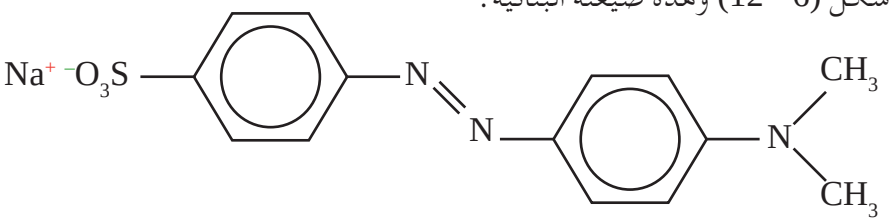
(حمض النيتروز اللازم لهذه التفاعلات غير مستقر لذلك ينتج أثناء التفاعل بتفاعل نيتريت الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك).

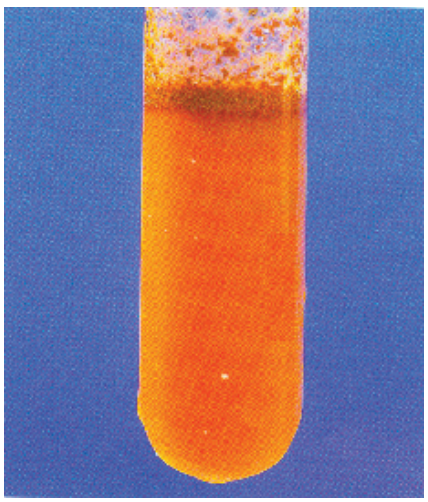
أيون الديازونيوم $-N_2^{+}$ هو الآخر غير مستقر ويتحلل بسهولة إلى نيتروجين إلا أن حركة إلكترونات رابطة باى π في الديازونيوم نحو حلقة البنزين تعمل على استقرار الفينيل ديازونيوم بما يمكنه من التكون عند درجات الحرارة المنخفضة.

يسلك أيون فينيل ديازونيوم مسلك الإلكتروفيل، وعلى هذا الأساس يهاجم أي جزيء من الارينات مثل الفينول. يحدث الإحلال الإلكتروفيلي عند الموضع 4. منتجًا 4- هيدروكسي فينيل أيزوبنزين (شكل 6 - 12) ويعرف التفاعل باسم تفاعل الازدواج.

والمركب المتكون مستقر من حيث الطاقة وهو صبغة آزو صفراء (مجموعة آزو هي -N = N-) ويرجع هذا الاستقرار إلى التحرك الكبير للإلكترونات خلال الرابطة الثنائية بين ذرتي النيتروجين.

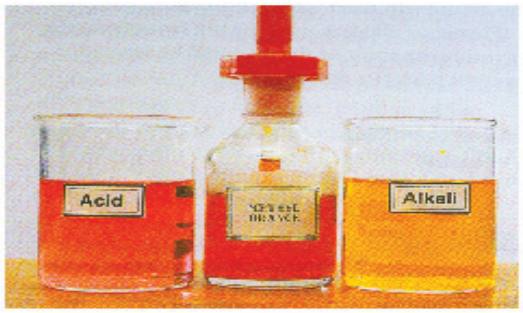
تعد الصبغة 4- هيدروكسي فينيل أيزو بنزين واحدة من مجموعة كبيرة من الصبغات التي يمكن تحضيرها من الأمنيات الاروماتية وغيرها من الارينات. وتعرف باسم صبغات الديازونيوم. وهي مركبات مستقرة، وبذلك لا تفقع ألوانها. والمثال الآخر دليل الميثيل البرتقالي Methyl orange شكل (6 - 12) وهذه صيغته البنائية.





شكل 6 - 12 تتكون صبغة ديازونيوم عند إضافة كلوريد فينيل ديازونيوم إلى محلول قلوى للفينول.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 6 - 13 يستعمل الميثيل البرتقالي كدليل

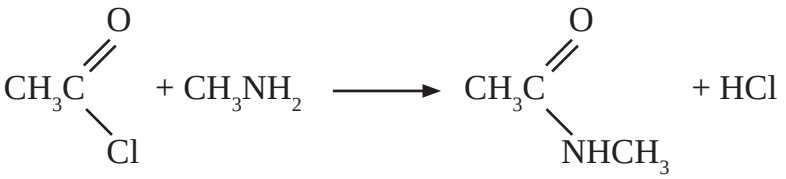
س

ارسم الصيغة التفصيلية لصبغة الايزو الناتجة من تفاعل 4 - امينوفينول مع حمض النيتروز (في محلول حمض الهيدروكلوريك) تحت $10^{o}C$ وازدواج ملح الديازونيوم الناتج مع الفينول.

اكتب معادلات موزونة للتفاعلات ذات العلاقة.

الأميدات Amides

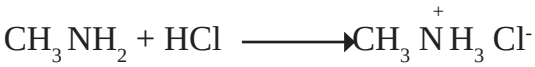
تتفاعل كلوريدات الأسيل مع الأمينات لتكوين مركبات اميدية تحتوي على المجموعة –CONH-.



N-methylethanamide

N- ميثيل ايثان أميد

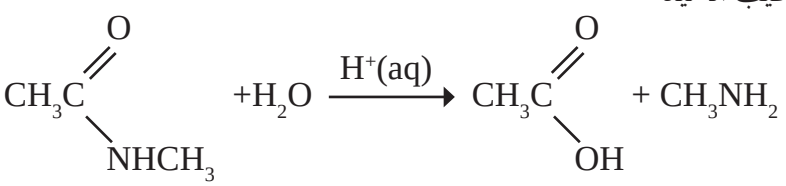
إذا استخدمت وفرة من الأمين، فإنها تتفاعل مع كلوريد الهيدروجين الناتج.



تميؤ الأميدات :

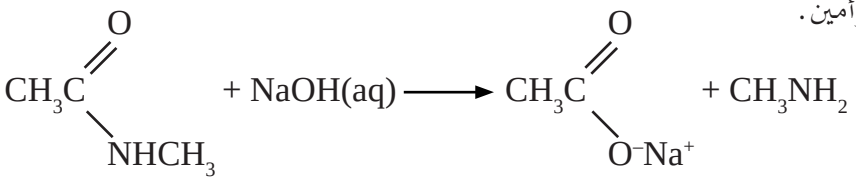
يمكن للأميدات أن تتميأ بالتسخين الارتدادي (Reflux) مع حمض أو قاعدة.

ينتج التسخين الارتدادي مع الحمض حمضًا كربوكسيليًّا وأمينًا أوليًّا مناسبين لتركيب الاميد



ويتفاعل الأمين مع أي زيادة من الحمض.

أما إذ استخدم محلول قلوي مائي في عملية التميؤ، فإن الناتج هو ملح الحمض وأمين.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها.

- تُكَوِّن الكحولات سلسلة متجانسة صيغتها العامة $C_nH_{2n+1}OH$. أعضاؤها (ميثانول، وإيثانول، وبروبانول، وبيوتانول .... إلخ)، وكلها تحتوي على المجموعة الوظيفية OH –.

- ينتج الإيثانول على نطاق واسع عن طريق تخمر الجلوكوز، باستخدام أنزيمات في الخميرة.
$$C_6H_{12}O_6\,(aq) \longrightarrow 2C_2H_5OH\,(aq) + 2CO_2\,(g)$$
وكطريقة بديلة ينتج الإيثانول بالإضافة الحفزية للبخار إلى الإيثين.
$$C_2H_4\,(g) + H_2O\,(g) \longrightarrow C_2H_5OH\,(\ell)$$

- الكحولات سوائل عديمة اللون قابلة للاشتعال. تحترق الكحولات في وفرة من الهواء لتكوِّن ثاني أكسيد الكربون وبخارالماء. تحدث أكسدة للكحولات في الهواء، وتتحول إلى أحماض كربوكسيلية.

- الاستخدامات التجارية للإيثانول هي كمذيب (صبغة اليود)، ووقود (للصواريخ والسيارات)، وفي المشروبات المحرمة.

- الأحماض الكربوكسيلية سلسلة متجانسة صيغتها العامة $C_nH_{2n+1}COOH$. أعضاؤها (حمض الخليك، وحمض البروبانويك، وحمض البيوتانويك .... إلخ) كلها تحتوي على المجموعة الوظيفية COOH –.

- الأحماض الكربوكسيلية أحماض عضوية ضعيفة، تعادل القواعد، ويتصاعد منها غاز ثاني أكسيد الكربون مع الكربونات، وغاز الهيدروجين مع فلزات معينة.

- يتكون حمض الأسيتيك من أكسدة الإيثانول بالهواء.
$$C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$
تتحقق أيضًا الأكسدة مع العوامل المؤكسدة كثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة.

- تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات لتكوين الإسترات. الإسترات سوائل متطايرة لها روائح ذكية تستخدم في العطور، والنكهات .... إلخ.

حمض أسيتيك		إيثانول		أسيتات الإيثيل		ماء
$CH_3COOH\,(aq)$	+	$C_2H_5OH\,(aq)$	$\rightleftharpoons$	$CH_3COOC_2H_5\,(aq)$	+	$H_2O\,(\ell)$

- الإسترات لها استخدامات تجارية كعطور، ونكهات، ومذيبات.

- الفينولات حامضية (مقارنة بالكحولات الاليفاتية) ويكون الفينوكسيدات بتفاعلها مع هيدروكسيد الصوديوم. وترجع حموضة الفينول إلى عملية تثبت الشحنة السالبة في أيون الفينوكسيد من خلال حركة الإلكترونات في الرابطة باى π بحلقة البنزين.

- ينتج تفاعل الفينول مع الصوديوم كل من فينوكسيد الصوديوم والهيدروجين.

- تضاعف الرابطة O-H من فاعلية حلقة البنزين نحو الالكتروفيلات.
يفقد ماء البروم لونه بواسطة الفينول، منتجًا راسبًا أبيض من 2، 4، 6 ثلاثي برومو فينول.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تابع الملخص

- يدخل النتروجين في تركيب المركبات العضوية ضمن المجموعات الوظيفية الآتية:

$$\begin{array}{l} O \\ \| \end{array}$$

أمين $-NH_2$، أميد $-NH-C-$، نيتريل $-CN-$، ايزو $-N=N-$

مثل هذه المجموعات شائعة ضمن المركبات الكيموحيوية الموجودة في الكائنات الحية.

- يحضر الإيثيل أمين إما بتفاعل البرومو ايثان مع وفرة من الأمونيا الإيثانولية الساخنة. أو باختزال نيتريل الإيثان. ويحضر الفينيل أمين باختزال النيتروبنزين باستخدام القصدير وحمض الهيدروكلوريك.

- تسلك الأمينات سلوك الأمونيا كقواعد، فهي تكتسب بروتونات بسهولة مكونة أملاحًا.
أيثيل أمين أقوى كقاعدة من الأمونيا نظرًا لاحتواء مجموعة الألكايل فيه على حث موجب، أما الفينيل أمين فهو قاعدة أضعف من الأمونيا نظرًا لتأثير مجموعة الفينيل ذات الحث السلبي.
كما أن الفينيل أمين قاعدة أضعف بسبب حركة زوج الإلكترونات الطليق للنتيروجين حول حلقة البنزين.

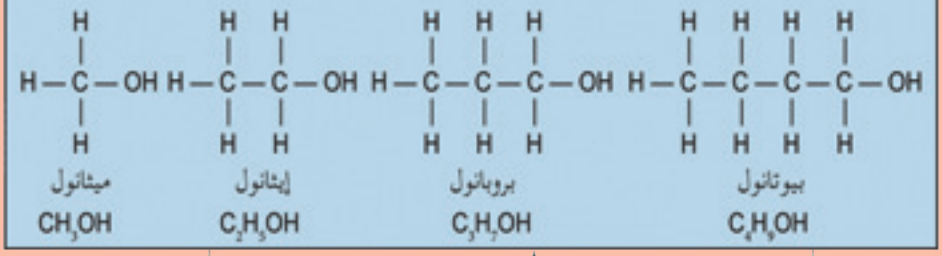
- يتفاعل الفينيل أمين مع حمض النيتروز الدافئ لإنتاج النيتروجين والفينول. أما تحت 10^0 C فإن النواتج هي كلوريد فينيل ديازونيوم. يعرف هذا التفاعل بتفاعل الديازونيوم.

- تتفاعل أملاح الديازونيوم مع المركبات الأروماتية الأخرى (مثل الفينول) لتكوين أصباغ ويعرف هذا بتفاعل الازدواج .لصبغات الديازونيوم استخدامات تجارية عديدة. وتنتج ألوان صبغات الديازونيوم بسبب حركة إلكترونات باي π.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

خريطة مفاهيم

الكحولات: تكوّن سلسلة متجانسة بها مجموعة (-OH) وصيغتها العامة $C_nH_{2n+1}OH$



خواص الكحولات: تحترق لتكون ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. إذا ترك الإيثانول معرضًا للهواء يتأكسد بفعل البكتيريا في الهواء إلى حمض الخليك (الخل).

إيثانول + أكسجين → حمض الخليك + ماء

$C_2H_5OH\ (l) + O_2\ (g) \rightarrow CH_3COOH\ (aq) + H_2O\ (l)$

الإيثانول: ينتج من تخمر الخاليل السكرية بفعل الأنزيمات الموجودة في الخميرة

$C_6H_{12}O_6\ (s) \rightarrow 2C_2H_5OH\ (l) + 2CO_2\ (g)$

ينتج أيضًا من إمرار بخار الماء على الإيثين في وجود عامل حفاز

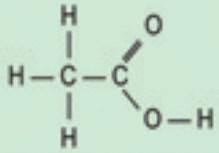
$C_2H_4\ (g) + H_2O\ (g) \rightarrow C_2H_5OH\ (l)$

استخدامات الإيثانول: يستخدم الإيثانول في مستحضرات التجميل، وكمذيبات، ووقود، وفي المشروبات المحرمة.

بعض مشتقات الهيدروكربونات

أحماض كربوكسيلية: أحماض ضعيفة تحتوي على مجموعة وظيفية COOH - وصيغتها العامة $C_nH_{2n+1}COOH$

مثال حمض الخليك CH_3COOH



هذه أحماض ضعيفة تتفاعل مع الكربونات، والقواعد، وبعض الفلزات.

الفينولات: تتكون من ارتباط مجموعة OH– بحلقة بنزين أهمها الفينول والفنايلين والاستراديول. يتفاعل الفينول مع القلويات والصوديوم وماء البروم وحمض النيتريك وله استعمالات مختلفة.

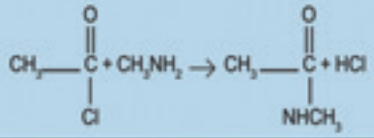
الأمينات: أولية، ثانوية، ثالثية. الأولية: مثل إيثيل أمين $C_2H_5NH_2$ وفينيل أمين $C_6H_5NH_2$ ويحضران بطرق مختلفة. تتفاعل مع حمض HCl وماء البروم وتكون أملاح الديازنيوم.

الإسترات: تصنع بتفاعل أحماض عضوية مع الكحولات في وجود قطرات قليلة من حمض الكبريتيك المركز كحفاز. الإسترات سوائل متطايرة لها رائحة ذكية. تستخدم كعطور، ومنكهات، وفي الصابون .... إلخ. الدهون الطبيعية إسترات تذوب في القلويات لصنع الصابون.

ماء + أسيتات الإيثيل ← حمض الخليك + إيثانول

$CH_3COOC_2H_5\ (l) + H_2O\ (l) \leftarrow CH_3COOH\ (aq) + C_2H_5OH\ (l)$

الأميدات: تنتج من تفاعل كلوريد الأسيل مع الأمينات



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

أسئلة الاختيار من متعدد

1- أي الصيغ الجزيئية التالية تمثل أول ثلاثة أعضاء من العائلة الكحولية؟

(أ) C_4H_9OH ، C_3H_7OH ، C_2H_5OH

(ب) C_3H_8OH ، C_2H_6OH ، C_2H_4OH

(جـ) C_3H_7OH ، C_2H_5OH ، CH_3OH

(د) C_2H_5OH ، CH_3OH ، HOH

2- الصيغة العامة لحمض كربوكسيلي هي

(أ) $C_nH_{2n}COOH$.

(ب) $C_nH_{n+1}COOH$.

(جـ) $C_nH_{2n+1}COOH$.

(د) $C_nH_{2n+2}COOH$.

3-

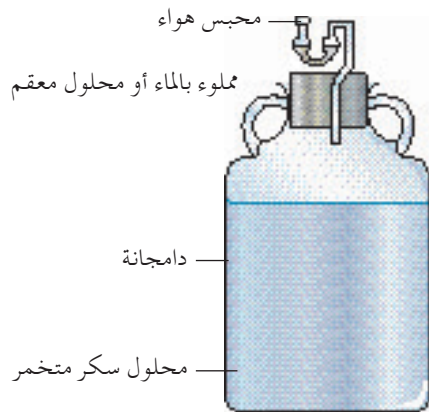
الكحول	درجة الغليان (°س)
الميثانول	64
الإيثانول	؟
البروبانول	97
البيوتانول	117
البنتانول	138

من الجدول، ما الدرجة المتوقعة لغليان الإيثانول؟

(أ) 65°س (ب) 70°س

(جـ) 79°س (د) 85°س

4-



يمكن تخمير السكر لإنتاج الكحول في دورق يسمى دامجانة. يوجد به "محبس هواء" كما هو مبين بالشكل؛ الهدف منه:

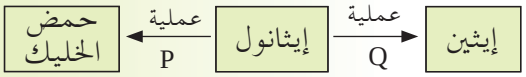
(أ) دخول الهواء لمعادلة الضغط.

(ب) منع زيادة الضغط في الدورق.

(جـ) منع الهواء من الدخول إلى الدورق.

(د) منع الكحول من التبخير.

5- يتحول الإيثانول إلى حمض خليك أو إيثين.



ما الأسماء الصحيحة للعمليتين Q، P؟

	العملية P	العملية Q
أ	نزع الماء	احتراق
ب	تعادل	اختزال
جـ	أكسدة	نزع الماء
د	اختزال	بلمرة

6- يمكن إنتاج الإيثانول صناعيًا بتفاعل البخار مع الإيثين.

$$C_2H_4\,(g) + H_2O\,(g) \rightarrow C_2H_5OH\,(\ell)$$

أي العبارات التالية **ليست** صحيحة عن العملية؟

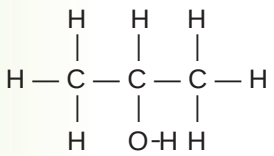
(أ) يتم التفاعل عند ضغط جوي.

(ب) درجة الحرارة المناسبة هي 300°س.

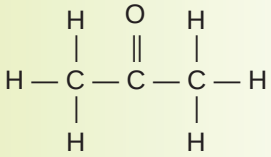
(جـ) إنه تفاعل إضافة.

(د) الحفاز المستخدم هو حمض الفوسفوريك.

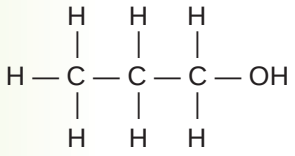
7- أي الصيغ البنائية التالية **ليست** كحولًا؟



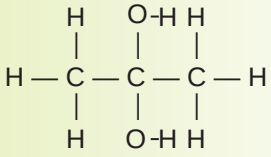
أ



ب



جـ



د

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

-8 أي الصيغ الجزيئية التالية تكون لحمض كربوكسيلي؟

(أ) CH_2O (ب) CH_2O_2

(جـ) $C_2H_3O_2$ (د) $C_2H_5O_2$

-9 أي المعادلات التالية تمثل تخمر الجلوكوز تمثيلًا **صحيحًا**؟

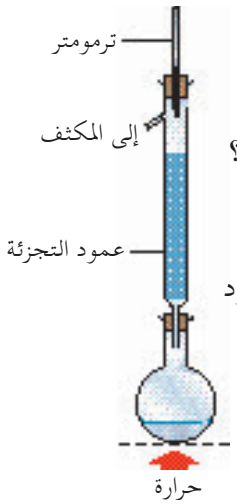
(أ) $C_6H_{12}O_6\ (aq) \rightarrow C_2H_5OH\ (aq) + 2CO_2\ (g)$

(ب) $C_6H_{12}O_6\ (aq) \rightarrow 2C_2H_5OH\ (aq) + 4CO_2\ (g)$

(جـ) $C_6H_{12}O_6\ (aq) \rightarrow 2C_2H_5OH\ (aq) + 2CO_2\ (g)$

(د) $C_6H_{12}O_6\ (aq) \rightarrow C_2H_5OH\ (aq) + 4CO_2\ (g)$

-10 يمكن استخدام عمود التجزئة المبين في المخطط لفصل سائلين ممتزجين كالبيوتانول (درجة غليانه 117°س) والماء (درجة غليان 100°س). أي العبارات التالية **ليست** صحيحة؟



(أ) يبقى البيوتانول دائمًا في الدورق.

(ب) يتكثف البيوتانول في عمود التجزئة في حين يبقى الماء كبخار.

(جـ) قراءة الترمومتر تكون 100°س حتى يمر كل البخار إلى المكثف.

(د) يقدم عمود التجزئة مساحة سطح كبيرة للتكثيف.

-11 تحتوي الفينولات على مجموعة؟

(أ) -COOH (ب) -C + O

(جـ) -CHO (د) -OH

-12 يعتبر الفينول أكثر حامضية من الإيثانول بسبب؟

(أ) وجود حلقة بنزين في الفينول.

(ب) وجود روابط متعددة في الكحول.

(جـ) وجود مجموعة (-OH) في الفينول.

(د) وجود عدد أكبر من ذرات الهيدروجين في الفينول.

-13 ينتج عن تفاعل الديازونيوم؟

(أ) أملاح. (ب) أحماض.

(جـ) قواعد. (د) لدائن.

-14 المجموعة المميزة للأميدات هي؟

(أ) -NH2 (ب) -N2

(جـ) -CN (د) -CONH

أسئلة تركيبية

-15 (أ) يمكن صنع الإيثانول من السكر.

1- ما اسم تلك العملية؟

2- لماذا تستخدم الخميرة؟

3- ما الغاز المتصاعد خلال العملية؟

4- لماذا تنتج البرازيل كل كحولها تقريبًا بهذه العملية؟

5- أعطِ استخدامين للكحول؟

(ب) يمكن أيضًا صنع الإيثانول من النفط الخام.

1- ما الغاز الناتج بصفة رئيسة من التكسير، وهو المادة الأولية لصناعة الإيثانول؟

2– كيف تختبر عدم تشبع ذلك الغاز؟

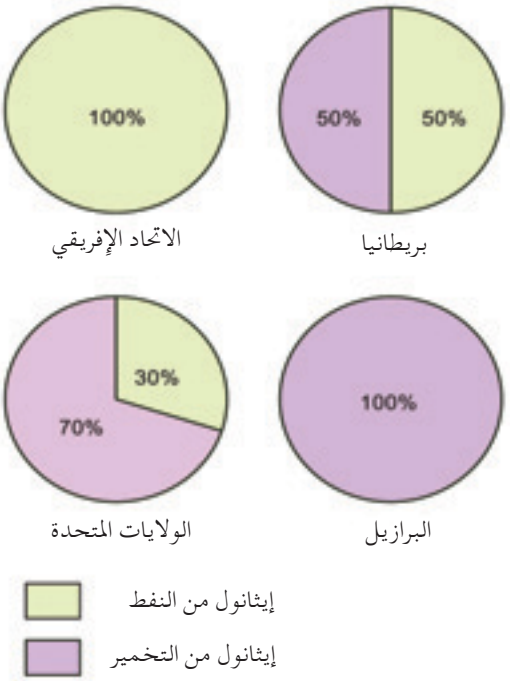
3– ما الذي تضيفه إلى هذا الغاز لإنتاج الإيثانول؟

4– اكتب معادلة كيميائية متزنة لتبين هذه الإضافة.

5– يقال إن الإيثانول مشبع. ما معنى ذلك؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

(جـ) يبين المخطط التالي كيفية تصنيع الإيثانول في دول مختلفة.



1- هل يمكنك شرح سبب تصنيع الإيثانول في ليبيامن النفط فقط؟

2- تنبأ بما ستكون عليه المخططات في كل من بريطانيا والولايات المتحدة بعد 100 عام؟

16- ما مقدار الإيثانول الذي يمكن صناعته من تخمر 0.54 كجم سكر عنب؟

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

$[A_r(C) = 12، A_r(H) = 1، A_r(O) = 16]$

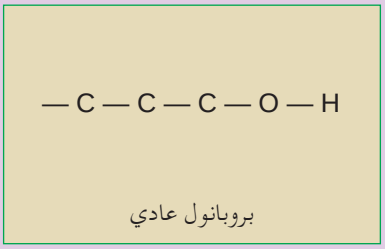
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

ركن التفكير

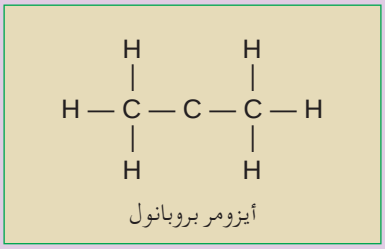
المهارة: الاستنتاج

عند رسم الصيغة البنائية للجزيئات العضوية كالكحولات، يجب تذكر أن كل ذرة كربون متصل بها أربع روابط تساهمية، وأن كل ذرة أكسجين متصل بها رابطتان، وأن كل ذرة هيدروجين متصل بها رابطة تساهمية واحدة.

بروبانول C_3H_7OH له أيزومر بنائي واحد.
أكمل المخططات التالية واستنتج الصيغة البنائية لهذا الأيزومر.

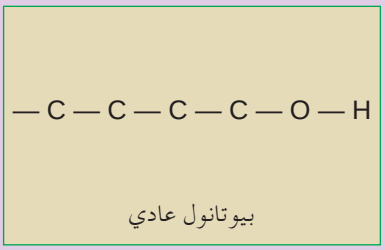


بروبانول عادي

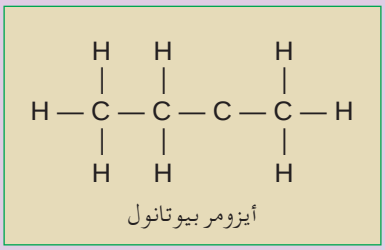


أيزومر بروبانول

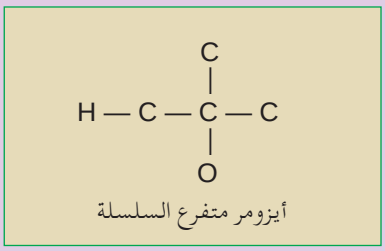
البيوتانول C_4H_9OH له أيزومران بنائيان، أحدهما له سلسلة كربون متفرعة. أكمل المخططات التالية، واستنتج الصيغ البنائية لهذين الأيزومرين.



بيوتانول عادي



أيزومر بيوتانول



أيزومر متفرع السلسلة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة

7

الجزيئات الضخمة (البوليمرات)

Macromolecules

تحتوي معظم الأطعمة على واحد أو أكثر من المواد الغذائية الرئيسة الثلاث: البروتينات، والدهون، والكربوهيدرات. مثل تلك الجزيئات تكون جزيئات ضخمة طبيعية.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن:

- **تصف** الجزيئات الضخمة (بوليمرات) كجزيئات كبيرة تبنى من وحدات صغيرة تسمى المونمرات.
- **تصف** تكوين البولي إيثين كمثال لبلمرة إضافة الإيثين كمونمر.
- **تذكر** بعض الاستخدامات الشائعة للبولي إيثين.
- **تستنتج** تركيب ناتج البوليمر من مونمر معلوم، والعكس.
- **تصف** النايلون، والبولي أميد، والتيرلين، والبولي إستر كبوليمرات تكاثف.
- **تذكر** بعض الاستخدامات الشائعة للأنسجة الاصطناعية كالنايلون والتيرلين.
- **تصف** مشكلات التلوث الناتجة عن التخلص من اللدائن غير القابلة للتحلل.
- **تعين** الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون كجزيئات ضخمة طبيعية.
- **تصف** البروتينات بأن لها نفس الترابط الأميدي كالنايلون، ولكن مع وحدات مونمر مختلفة.
- **تصف** الدهون كإسترات لها نفس الترابط كالتيرلين، ولكن مع وحدات مونمر مختلفة.

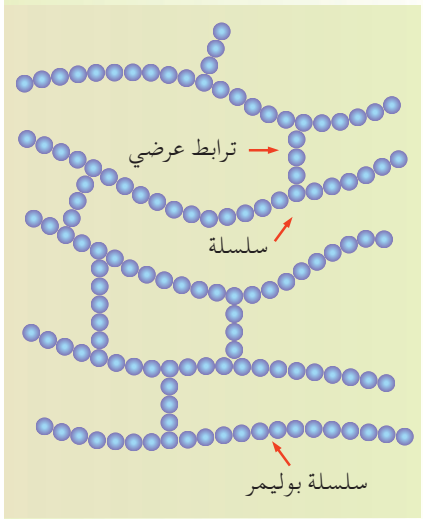
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

1-7 البلمرة: من جزيئات صغيرة إلى جزيئات ضخمة
Polymerisation: From Small Molecules to Large Macromolecules

البلمرة هي عملية ربط الجزيئات الصغيرة والمسماة **مونمرات** معًا، لتكوين جزيئات ضخمة عملاقة تسمى **بوليمرات**. واشتقت كلمة بوليمر من الكلمة الإغريقية **بوليز**، وتعني **كثير**، وكلمة **ميروز** وتعني **جزء**. تكون عادة البوليمرات في شكل سلاسل طويلة، مع وجود روابط عرضية في كثير من الأحيان. (انظر شكل 7-1). إذا كانت M هي رمز المونمر و n هي عدد المونمرات (تتراوح القيم مابين 50 و 50 000)، فيمكن تمثيل البوليمر بـ $(M)_n$:

$$nM \longrightarrow (M)_n$$

تتواجد بعض البوليمرات طبيعيًّا كالنشا، والسيليلوز، واللاتكس (المطاط الطبيعي)، وتتزايد أهمية البوليمرات الاصطناعية كاللدائن، والأقمشة الاصطناعية، والتي تُصَنَّع من النفط أو الزيت الخام.



شكل 7-1 بلمرة (حيث تمثل كل دائرة مونمر)

2-7 البوليمرات الاصطناعية
Synthetic Polymers

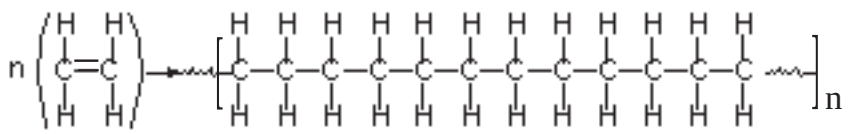
يمكن الحصول على البوليمرات الاصطناعية (أي التي من صنع الإنسان) بنوعين من البلمرة: بلمرة الإضافة، وبلمرة التكاثف.

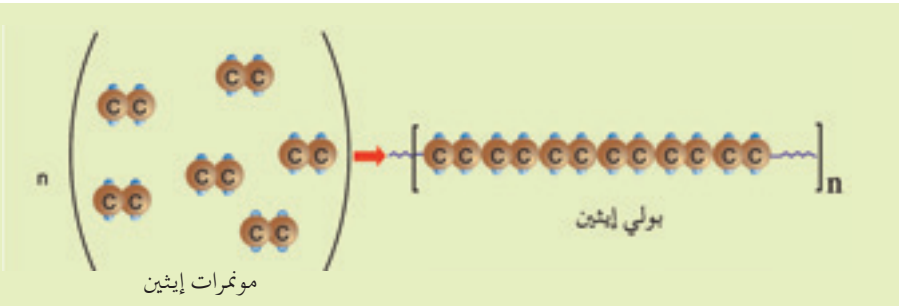
بلمرة الإضافة

بلمرة الإضافة هي ربط المونمرات غير المشبعة معًا لتكوين بوليمر. ويتم عمل كل بوليمر من نوع واحد فقط من جزيء المونمر.

الجزيئات غير المشبعة الملائمة لذلك النوع من البلمرة هي الألكينات والألكاينات. تأمل على سبيل المثال الإيثين (انظر شكل 7-2):

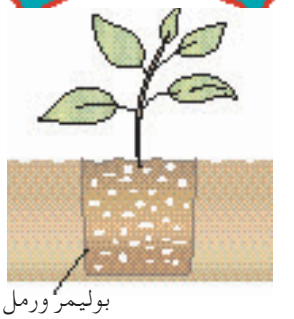
بولي إيثين ← (إيثين) n





شكل 7-2 تتبلمر مونمرات الإيثين لتكوين البولي إيثين

تخيل أن



يوجد بوليمر (يسمى بولي بروبين أميد) يمتص ما يعادل 40 ضعف كتلته ماء. يكون ذلك البوليمر مفيدًا للغاية في المناطق الصحراوية الجافة. تمتص النباتات المزروعة في مخلوط رمل وبوليمر الماء تدريجيًّا عن طريق جذورها، فتستطيع البقاء لمدة أطول من دون مطر.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

n هنا عدد كبير من الجزيئات، قد يكون 50 000، ولذلك يكون للبوليمر المتكون سلسلة جزيئية طويلة جدًّا. وتكون عادة شروط حدوث البلمرة مضبوطة للغاية. إذا مُرِّر مثلًا غاز الإيثين في مذيب هيدروكربوني مع حفاز مركب عند 100°س وعند ضغط جوي، يتكون **بولي إيثين عالي الكثافة** (HDPE)، ولكن إذا سخن الإيثين إلى 180°س عند ضغوط عالية للغاية (تقريبًا 1 000 ضغط جوي) مع قليل من الأكسجين **كبادئ** للتفاعل، يتكون **بولي إيثين منخفض الكثافة** (LDPE).

توجد **بوليمرات إضافة** أخرى متعددة ومفيدة للغاية كلدائن البلاستيك، أو الأنسجة الاصطناعية (انظر جدول 1).

تخيل أن

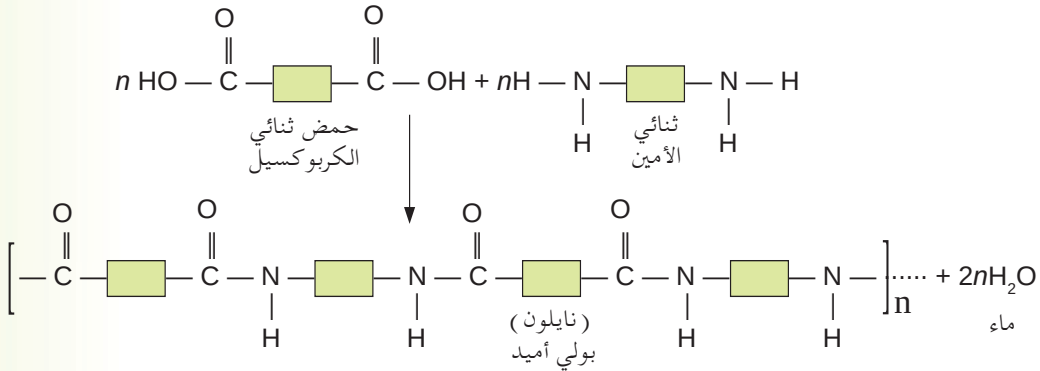
سلسلة البوليمر في **الشريط اللاصق** هي بولي إيثين منخفض الكثافة. لـه قيمة "n" حوالي 10 000 وحدة مونمر لكل سلسلة. ومن ثم تحتوي كل سلسلة على 60 000 ذرة تقريبًا ولها كتلة جزيئية نسبية حوالي 300 000

بعض خواص البلاستيك (اللدائن)

الخاصية	البولي إيثين		P . V . C	بولي ستيرين	برسبكس
	عالي الكثافة	منخفض الكثافة			
يمكن قطعه بسهولة	× (لا يمكن قطعه)	✓	✓	✓	×
لا ينكسر	✓	✓	✓	× (ينكسر)	×
ينثني	×	✓	✓	✓	×
يغوص في الماء	✓	× (يطفو)	✓	×	✓
يلين بالتسخين	×	✓	✓	✓	✓
يعطى بالاحتراق	لهب ذو سناج ورائحة شمع	رائحة شمع مشتعل	رائحة حمض	رائحة ورد	رائحة سمك

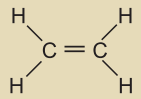
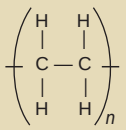
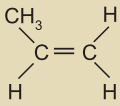
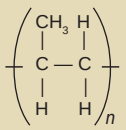
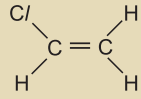
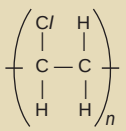
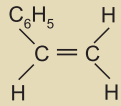
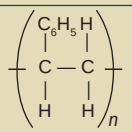
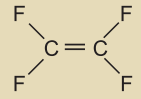
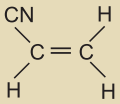
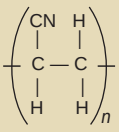
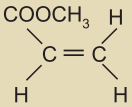
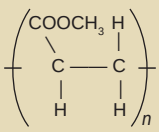
بلمرة التكاثف

بلمرة التكاثف هي ترابط المونمرات معًا مع نزع جزيء بسيط كالماء.
قد يحتوي كل بوليمر على نوعين من جزيئات المونمر.



شكل 3-7 صناعة النايلون من ثنائي الأمين، وحمض ثنائي الكربوكسيل

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

اسم المونمر	صيغة المونمر	اسم البوليمر	صيغة البوليمر	الاستخدامات
إيثين		بولي إيثين (بولي ثين)		أكياس لدائنية شرائح، شرائط، . . . إلخ .
بروبين		بولي بروبين (بروباثين)		زجاجات لدائنية، والعبوات . . إلخ .
كلوروإيثين (كلوريد الفاينيل)		بولي كلوروإيثين (PVC أو بولي كلوريد القاينيل)		مواد مقاومة للماء وعازلة، وأسطوانات .
إيثين الفينيل (ستيرين)		بولي إيثين الفينيل (بولي ستيرين)		تعليب، وتسقيف .
رباعي فلوروإيثين		بولي رباعي فلورو إيثين (PTFE أو تيفلون)		الأواني غير اللاصقة، ودعامات الكباري .
أكريلونيتريل		بولي أكريلونيتريل (أكريلان)		الأنسجة الاصطناعية للسجاد، والملابس . . إلخ .
أكريلات الميثيل		بولي ميثا أكريلات الميثيل (بيرسبكس)		بديل للزجاج

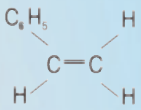
جدول 1 بعض بوليمرات الإضافة

بوليمر **تكاثف شائع** هو **النايلون** . وهو أيضًا أول بوليمر تكاثف اصطناعي، وقد اشتق اسمه من نيويورك ولندن لأنه كان ينتج بهما . وقد صنع من مونمرين أحدهما به **مجموعة أمينو** $-NH_2$ عند طرفي جزيئه، والمونمر الآخر له مجموعة **حمض كربوكسيلي** -COOH عند طرفيه . يرتبط المونمران معًا بسهولة مع نزع جزيء ماء، ويُكوِّنا **بولي أميد** يسمى النايلون . تكون الرابطة بين المونمرين في سلسلة النايلون هي -CO-NH- وتسمى رابطة **الأميد** . وهذا الترابط مهم وشائع في جزيئات البروتين (الوحدة 7-4) .

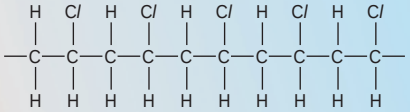
اختبر فهمك 1

(1) ما نوع البلمرة التي تحدث للألكينات؟

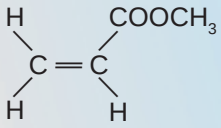
(2) ارسم بوليمر الإضافة الذي وحدة المونمر له



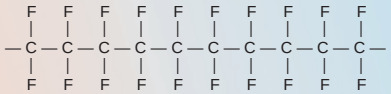
(3) ما المونمر المستخدم في بناء بوليمر الإضافة التالي؟



(4) ارسم بوليمر إضافة تكون وحدة المونمر له هي



(5) ما المونمر المستخدم في بناء بوليمر الإضافة التالي؟



تخيل أن

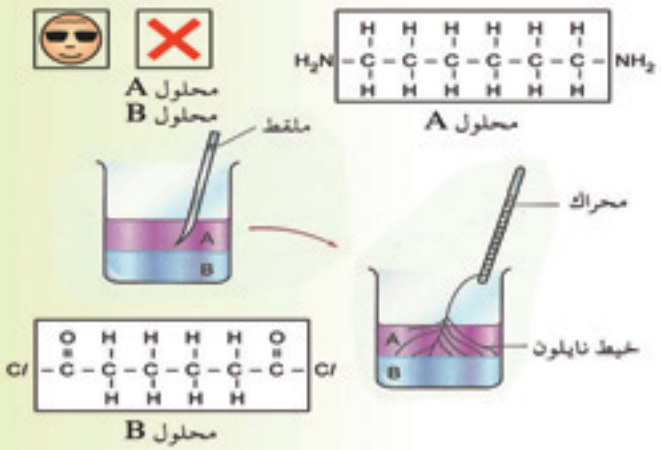
تعطى جميع اللدائن حرارة كبيرة عند احتراقها، لذلك تعتبر نظريًّا فضلات اللدائن وقودًا جيدًا، ولكن تنتج اللدائن نواتج سامة عند الاحتراق .
أحد الحلول لهذه المشكلة تكون بخلط فضلات اللدائن بالورق، وسحق المخلوط خلال مطحنة . وتعرف الحبيبات الناتجة بـ R. D. F. (وقود مشتق من النفايات) . يكون ذلك الوقود أقل سمية ويمكن استخدامه كبديل للفحم .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تجربة 7–1
صناعة النايلون
Experiment 7-1
Making Nylon

المحلول A هو 1 جم من هكسان 1، 6 ثنائي أمين، مذاب في 10سم^3 هيدروكسيد صوديوم. المحلول B هو 1 سم^3 هكسان 1، 6 كلوريد دايول مذاب في 10 سم^3 من رباعي كلوروميثان.

1- ضع المحلول B في كأس.
2- صب المحلول A بعناية على المحلول B.
3- مستخدمًا الملقط، التقط النايلون الذي يتكون عند تداخل المحلولين.
4- لف "خيط النايلون" حول المحراك، كما هو مبين إلى اليسار، واستمر في نزع النايلون حتى ينقطع الخيط.

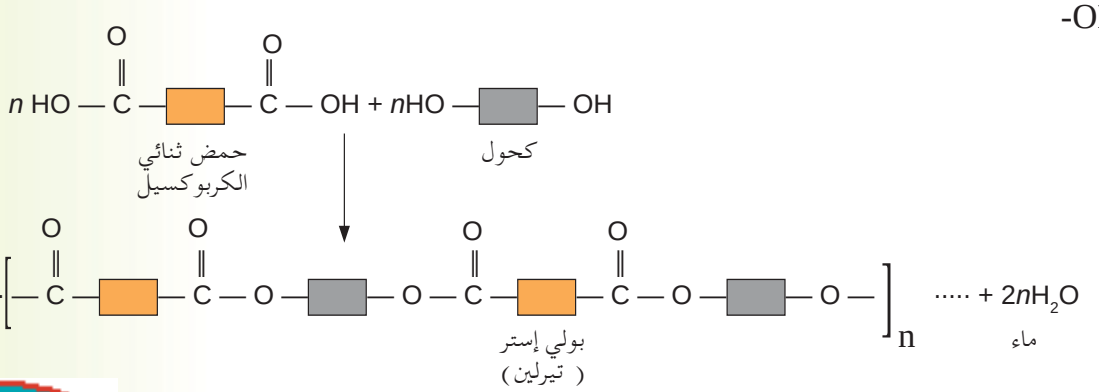


حاول هذا !

(أ) المحلولان A، B غير **ممتزجين**. ما معنى ذلك؟
(ب) ما نوع البلمرة التي تُكوِّن النايلون؟

التيرلين بوليمر تكاثف آخر مهم وشائع. ويعتبر من الألياف الاصطناعية المهمة مثل النايلون، ويستخدم في صناعة الملابس، وقماش الستائر، وخيوط الصيد، والمظلات الجوية، وحقائب النوم ... إلخ. إنه يسمى **بولي إستر** لأنه يُصنع بتكثيف أحماض كربوكسيلية تحتوي على مجموعتين COOH- مع كحولات محتوية على مجموعتين OH-

محلول B

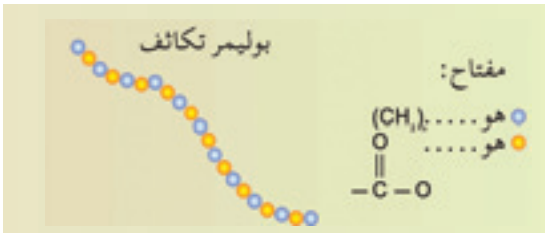


شكل 7-4 صناعة التيرلين من حمض ثنائي الكربوكسيل وكحول

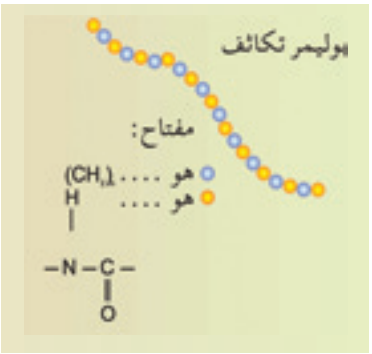
تخيل أن

أصبحت الآن اللدائن الحديثة تصمم للتغلب على عيوبها السابقة. فلدائن البولي إيثين المعالجة باليود أفضل 1 000 مليون مرة في التوصيل من البولي إيثين. يوجد أيضًا بوليمر بلاستيك يسمى PEEK (بولي إيثر – إيثر كيتون)، مقاوم للحرارة لدرجة استخدامه في صناعة مخروط مقدمة الصواريخ.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا



شكل 7-5 التيرلين: قارنه بالنايلون في شكل 7-6



شكل 7-6 النايلون

مراجعة سريعة

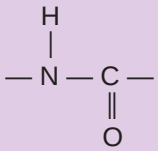
جزيء ضخم جزيء عملاق مكون من آلاف الذرات كالبوليمرات.

البلمرة ارتباط الجزيئات الصغيرة (المونمرات) معًا لتكوين البوليمر.

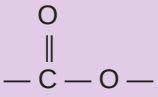
بلمرة إضافة ارتباط المونمرات غير المشبعة معًا مثل البولي إيثين، والبولي ستيرين.

بلمرة تكاثف ارتباط المونمرات معًا مع نزع الماء مثل النايلون، والتيرلين.

النايلون هو بولي أميد، ويحتوي على رابطة أميد.



التيرلين هو بولي إستر، ويحتوي على رابطة إستر.



3-7 عالم اللدائن (البلاستيك) The World of Plastics

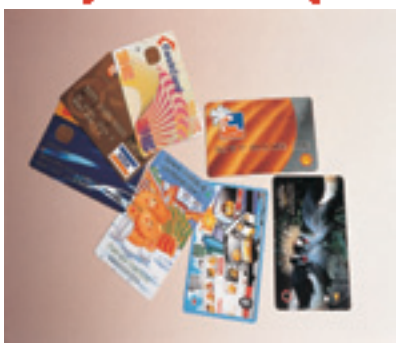
ازدادت منذ الحرب العالمية الثانية أهمية اللدائن، وأصبحت أغراض عديدة تُصنع من اللدائن بعد أن كانت تصنع من الخشب أو الفلزات. نحن نعيش في عصر اللدائن، ويمكن التأكد من ذلك إذا توقفت عما تعمل ونظرت حولك. فلا تندهش عندما تجد أشياءَ كثيرة حولك مصنوعة من اللدائن.

توجد مميزات عديدة للدائن مقارنة بالمواد الأخرى. اللدائن نظيفة، ورخيصة، وشفافة، ويسهل تلوينها، ولاتتآكل، وعازل جيد، وخفيفة الوزن، وسهلة التشكيل، وتبقى طويلًا، وتكون قوية للغاية.

ولكن للدائن عيب واحد خطير، فهي لا تتحلل، ومن ثم تسبب مشكلة تلوث بيئية، حيث تبقى في الأرض إلى ما لانهاية.

أصبح من الضروري تطوير لدائن قابلة للتحلل الحيوي يمكن التخلص منها لتجنب **مشكلة النفايات**. طُوِّرت لدينة قابلة للتحلل تسمى **(بيوبول)**، تصنع من تخمر السكر بفعل البكتريا. وهي لدينة نموذجية، ويمكن تشكيلها في قوالب أو في شكل شرائح، ويمكن نسجها. وتشبه إلى حد بعيد لدينة البولي بروبين، ولكنها تتكلف 15 ضعف تكلفة تصنيعها، واسمها الكيميائي **بولي هيدروكسي بيوتيرات** (PHB).

تخيل أن



بطاقات النقد، وبطاقات الهاتف، وبطاقات الائتمان جميعها مصنوع من اللدائن، وهي خفيفة تدوم طويلًا، وقوية، ورخيصة الصنع ويسهل الطباعة وحفظ المعلومات المغناطيسية عليها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تتحلل معظم المواد الطبيعية بكائنات دقيقة كالبكتريا في التربة. أما اللدائن، فلا تتفتت طبيعيًّا أو بكائنات دقيقة، فيقال إنها غير قابلة **للتحلل العضوي**. ولأن تصنيع العبوات اللدائنية كالصناديق، والأكياس، والأكواب، والزجاجات رخيص، فيتم التخلص منها.

ولكن العبوات اللدائنية لا تتحلل طبيعيًّا، وبذلك تصبح مشكلة نفايات على عكس الورق أو الكرتون. وإذا تخلصنا من تلك اللدائن بالحرق؛ فإنها تنتج أدخنة سامة (كلوريد هيدروجين من P. V. C.، أو سيانوجين من بولي يوريثان). ويبحث حاليًا العلماء في طرق تصنيع لدائن رخيصة وقابلة **للتحلل الحيوي**. تتحلل تلك اللدائن ببطء في ضوء الشمس إلى جزيئات أصغر (تحلل ضوئي) ثم تتحلل بعد ذلك طبيعيًّا بفعل الكائنات الدقيقة.

مراجعة سريعة

مميزات اللدائن

- معظمها خفيف، رخيص نسبيًّا، يسهل تشكيلها في قوالب إلى أشكال متعددة، مقاومة للتآكل، يسهل تلوينها وتنظيفها.

عيوب اللدائن

- معظمها غير قابل للتحلل، تنتج غازات سامة بالاحتراق.

4-7 الجزيئات الضخمة الطبيعية: البروتينات، والدهون، والكربوهيدرات

Natural Macromolecules: Proteins, Fats and Carbohydrates

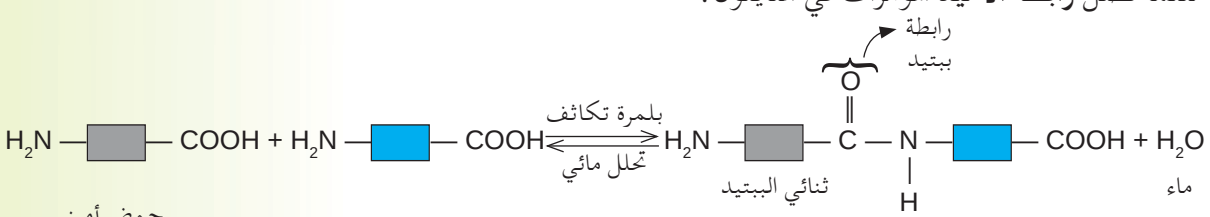
يمكن تقسيم المواد الغذائية إلى ثلاث فئات رئيسة: **البروتينات**، و**الدهون**، و**الكربوهيدرات**. والفئات الثلاث عبارة عن بوليمرات طبيعية أو جزيئات ضخمة، حيث ترتبط وحدات مونمر صغيرة لتكوِّن جزيئًا عملاقًا.

الغذاء الذي يحتوي فقط على كربون، وهيدروجين، وأكسجين يكون إما كربوهيدرات، (سكر، نشا، سيليلوز)، أو دهون (زبد، زيوت). الغذاء الذي يحتوي على كربون، وهيدروجين، وأكسجين وكبريت، أو نيتروجين يكون بروتينات (لحم، سمك).

تتحلل جميع الجزيئات الضخمة الطبيعية (المواد الغذائية) **حيويًّا**، وتتفتت أثناء الهضم بفعل حفازات حيوية تسمى أنزيمات. تحفز الأنزيمات تفاعل البروتين، والدهون، والكربوهيدرات مع الماء، ويسمى ذلك التفاعل **تحللًا مائيًّا**.

البروتينات

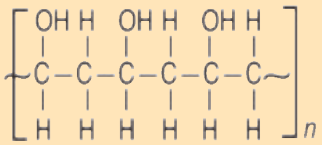
تمتلك البروتينات نفس ترابط النايلون، فهي تتكون من وحدات **حامض أميني** يحتوي على المجموعتين -COOH و $-NH_2$ في جزيئه. يُنزع الماء عند تبلمر تلك الأحماض الأمينية، ومن ثم يعتبر ذلك شكلًا من أشكال **بلمرة تكاثف**. تصلها **رابطة الببتيد** معًا، مثلما تصل **رابطة الأميد** المونمرات في النايلون.



شكل 7-7 تكوين بروتينات وتكسرها عن طريق التحلل المائي

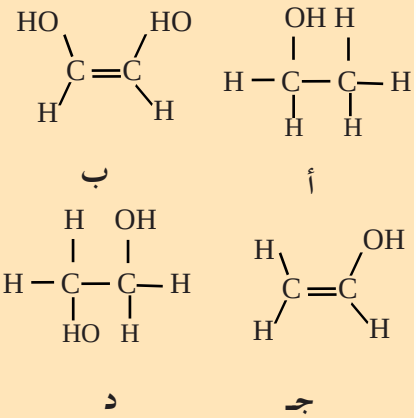
فكر علميًّا

البولي إيثينول لدينة جديدة ذوابة في الماء، تستخدم في المستشفيات، فتوضع بها الملابس المعدة للغسل لمنع العدوى، ثم توضع تلك الملابس في الغسالة فتذوب أكياس الغسيل. وتركيب البولي إيثينول كما يلي:



بولي إيثينول

استنتج أيًّا من وحدات مونمر التالية أ، ب، جـ، د تستخدم لعمل بوليمر الإضافة هذا.

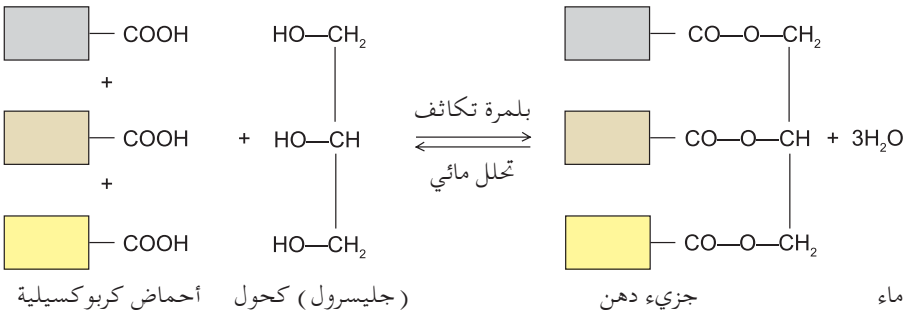


جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

قد تحتوي البروتينات على آلاف من جزيئات الحمض الأميني المترابطة معًا، ولكن يمكننا إعادة جزيء الماء المفقود تحت شروط معينة. يؤدي ذلك إلى تكسير البروتين، ليعود أحماضًا أمينية، وتسمى تلك العملية **التحلل المائي**، وهي مهمة في هضم البروتينات في الأمعاء الدقيقة.

الدهون

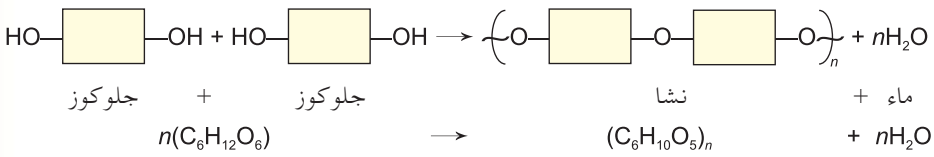
الدهون جزيئات ضخمة لإسترات بها نفس الترابط كما في التيرلين. يتكون كل جزيء دهن بتكاثف جزيئات حمض كربوكسيلي طويلة السلسلة (-COOH) مع كحول يحتوي ثلاث مجموعات OH- يسمى جليسرول. يمكن مرة أخرى وتحت شروط ملائمة تحلل الدهون بالماء لتعود أحماضًا كربوكسيلية وكحولات. ويكون ذلك مهمًّا في هضم الكبد للدهون. ويكون أيضًا تحلل الدهون مائيًّا مهمًّا في تصنيع الصابون والمنظفات.



شكل 7-8 تكوين الدهون وتكسيرها بالتحلل المائي

الكربوهيدرات

تشمل الكربوهيدرات جميع السكريات، والنشا، والسليلوز. يكون لتلك المركبات صيغة عامة $C_xH_{2y}O_y$. أولاً $C_x(H_2O)y$ أبسط مركب هو سكر يدعى الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$، حيث $x = y = 6$ تتكون الكربوهيدرات الأكبر كالنشا بتكاثف عدد كبير ($n = 3\ 000$) من وحدات جلوكوز بسيطة.



شكل 7-9 تكوين النشا

يتفتت النشا بالتحلل المائي كالدهون، والبروتينات. فإذا غُلي النشا مع حمض الهيدروكلوريك المخفف (يوجد أيضًا في المعدة) لمدة حوالي ساعة، يتفتت بوليمر النشا الطبيعي إلى مونمره، الجلوكوز.

$$\underset{\text{نشا}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + \underset{\text{ماء (حمض مخفف)}}{nH_2O\ (\ell)} \rightarrow \underset{\text{جلوكوز}}{nC_6H_{12}O_6\ (aq)}$$

اختبر فهمك 2

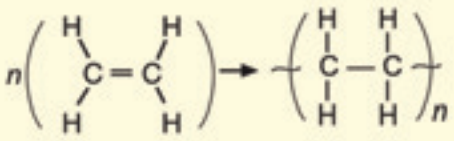
(1) ما نوعي البلمرة المستخدمان في صناعة الألياف الاصطناعية؟
(2) ما نوع البلمرة التي يتعرض لها جزيء غير مشبع كالإيثين؟
(3) النايلون والتيرلين أمثلة لأي نوع من البلمرة؟
(4) أعطِ أربعة مميزات للدائن.
(5) بما نسمي الدائن التي لا تتحلل بالعمليات البيولوجية الطبيعية؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

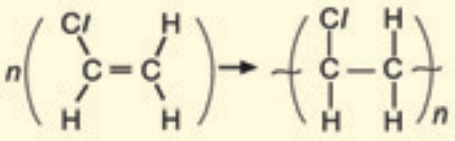
ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها.

- البلمرة هي عملية ربط للجزيئات الصغيرة، المسماة مونمرات معًا؛ لتكوين جزيئات ضخمة عملاقة، تسمى بوليمرات.
- بلمرة الإضافة هي ربط مونمرات غير مشبعة لتكوين بوليمر. تصنع تلك البوليمرات من نوع واحد من المونمر مثل البولي إيثين، أو البولي كلوروإيثين.

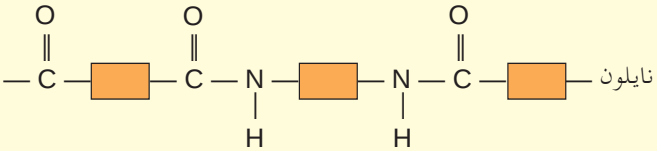


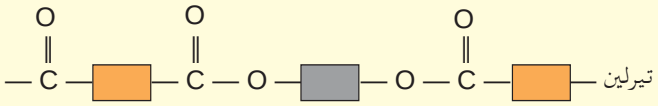
بولي إيثين



بولي كلوروإيثين (PVC)

- البولي إيثين لدينة نموذجية، تستخدم في التعبئة مثل الشرائط اللاصقة، والشرائح اللدائنية، والأكياس اللدائنية.
- بلمرة التكاثف هي ربط مونمرات مع نزع جزيء بسيط كالماء أثناء تكون كل رابطة. قد يحتوي كل بوليمر على نوعين من جزيء مونمر، مثل النايلون (بولي أميد) و التيرلين (بولي إستر).





- يستخدم النايلون والتيرلين لعمل الألياف الاصطناعية. تستخدم الألياف في صنع الملابس، وقماش الستائر، وخيوط الصيد، والمظلات، وحقائب النوم ..... إلخ.
- يعتبر تصنيع البلاستيك رخيصًا نسبيًا. وهو مقاوم للتآكل، وسهل التشكيل في قوالب، ولكن يسبب عدم تحلل معظمه حيويًا مشكلة تلوث. وقد ينتج أيضًا أدخنة سامة عند احتراقه.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

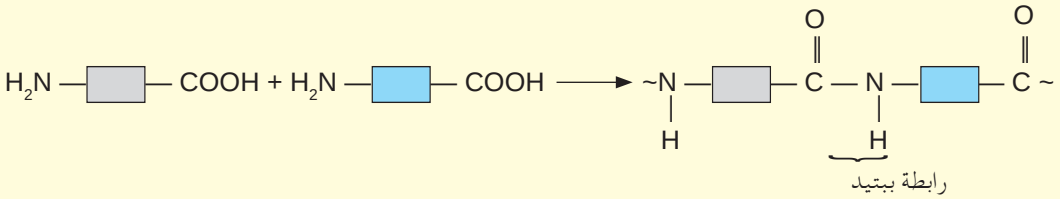
ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها .

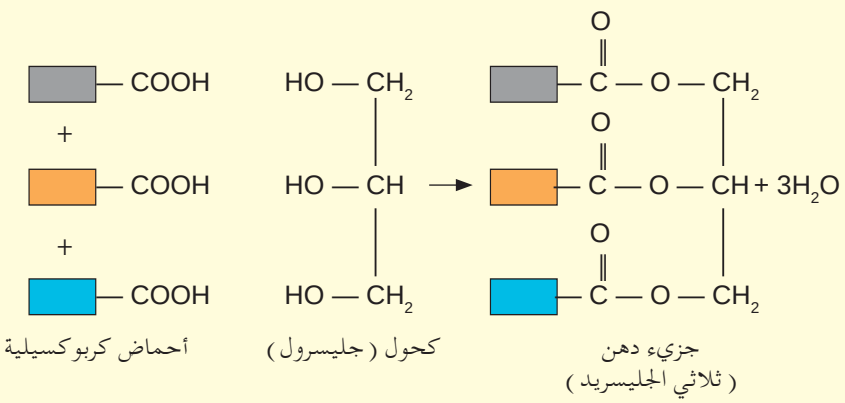
- البروتينات، والدهون، والكربوهيدرات جزيئات ضخمة طبيعية . تتحلل تلك الجزيئات الطبيعية حيويًّا، وتتفتت أثناء الهضم باستخدام حفازات بيولوجية تسمى أنزيمات .

الجزيئات الضخمة	الرابطة	الشروط	النواتج
الدهون	رابطة إستر	يغلى مع هيدروكسيد الصوديوم أنزيم : الليبيز	\ حمض دهني وجليسرول
البروتينات	رابطة أميد أو ببتيد	أنزيم : الببسين في وسط حمضي	أحماض أمينية مثل الألانين، السيستين، إلخ .
الكربوهيدرات	رابطة أكسجين	يغلى مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أنزيم : الإميليز	سكريات بسيطة، مثل الجلوكوز أو المالتوز

- للبروتينات نفس رابطة الأميد كالنايلون، ولكن تتكون من وحدات مونمر تسمى الأحماض الأمينية . تسمى رابطة الأميد رابطة ببتيد .



- للدهون نفس رابطة الإستر كالتيرلين، ولكن مع وحدات مونمر مختلفة .



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

خريطة مفاهيم

بلمرة إضافة: ربط مونمرات غير مشبعة معًا لتكوين بوليمر، مثل الإيثين إلى البولي إيثين. الكلوروإيثين إلى بولي كلوروإيثين (PVC).

بلمرة تكاثف: ربط مونمرين مختلفين معًا مع نزع جزيء بسيط كالماء، مثل الألياف الاصطناعية كالنايلون أو التيرلين.

تكونت بواسطة

بوليمرات: جزيئات ضخمة تكونت من وحدات أصغر تسمى مونمرات.

من نوعين

البوليمرات الاصطناعية: كاللدائن، أو الأنسجة الاصطناعية تزداد أهميتها.

اللدائن
المميزات:
رخيصة، سهلة التشكيل، لا تتآكل، سهلة التلوين
العيوب:
لا تتحلل عضويًا، تعطي أدخنة سامة عند الاحتراق، صعب التخلص منها، لذلك تعتبر مشكلة تلوث.

الجزيئات الضخمة الطبيعية: مواد غذائية طبيعية كالبروتينات، والدهون، والكربوهيدرات.

الدهون: جزيئات إستر كبيرة تتكون كل منها بتكاثف حمض كربوكسيلي طويل السلسلة مع كحول. الدهون لها نفس رابطة الإستر كالتيرلين.

الكربوهيدرات: تتضمن السكريات والكربوهيدرات الأكبر كالنشا والسليلوز المتكونة بتكاثف عدد كبير من وحدات جلوكوز بسيطة.

البروتينات: تتكون من وحدات أحماض أمينية بنفس رابطة أميد (رابطة ببتيد) كالنايلون. يمكن أن تتفتت البروتينات بالتحلل المائي. يحدث هذا التفاعل مع الماء أثناء الهضم في الأمعاء.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

أسئلة الاختيار من متعدد

1- في أي العمليات التالية تتحول جزيئات صغيرة عضوية إلى جزيئات ضخمة؟
(أ) تكسير مقتطفات النفط.
(ب) التقطير التجزيئي للزيت الخام.
(جـ) بلمرة الإيثين.
(د) تحلل البروتينات بالماء.

2- أي البوليمرات التالية بوليمر إضافة؟
(أ) نايلون (ب) بولي ستيرين
(جـ) بروتين (د) تيرلين

3- أي جزيئات الهيدروكربونات التالية يمكن بلمرته؟
(أ) CH_4 (ب) C_2H_6
(جـ) C_3H_6 (د) C_4H_{10}

4- أي البوليمرات التالية مصنف بطريقة صحيحة كبوليمر طبيعي أو اصطناعي؟

	بوليمر طبيعي	بوليمر اصطناعي
أ	دهن حيواني	نشا
ب	بولي ستيرين	برسبكس
جـ	مطاط	نايلون
د	سكر	نشا

5- يتفاعل البروبين في وجود حفاز، وينتج مادة صلبة بيضاء ولينة. يعتبر هذا التفاعل:
(أ) تبادليًّا. (ب) إضافة.
(جـ) بلمرة. (د) تحللًا مائيًّا.

6- البلاستيك الذي يتحلل حيويًّا:
(أ) يحترق بسهولة، وينتج أدخنة سامة.
(ب) يمكن امتصاصه خلال جذور النباتات.
(جـ) يتكسر بفعل التحلل البكتيري.
(د) ينتج بالتفاعلات البيولوجية.

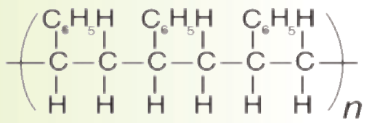
7- أي مما يلي تطبيق **خطأ** للدينة البلاستيك؟

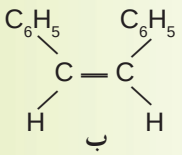
لدينة البلاستيك	**الاستخدام**
(أ) بولي إيثين	كمواد تعبئة
(ب) برسبكس	كبديل للزجاج
(جـ) PVC	كأسلاك عازلة
(د) بولي ستيرين	لأسطح المناضد

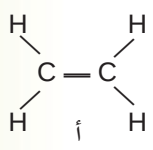
8- الدهون فئة من المواد الغذائية تحتوي:
(أ) رابطة الببتيد. (ب) رابطة الإستر.
(جـ) أحماض أمينية. (د) كحولات.

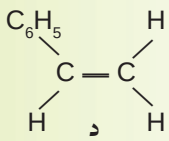
9- اللدائن مشكلة تلوث لأن العديد من لدائن البلاستيك:
(أ) مصنوع من النفط.
(ب) قابل جدًّا للاشتعال.
(جـ) يحترق مكونًا أدخنه سامة.
(د) يتحلل مكونًا نواتج سامة.

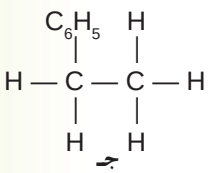
10- أي مما يلي وحدات بناء مونمر لبوليمر الإضافة بولي ستيرين؟ تركيب البولي ستيرين هو:




ب

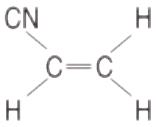

أ

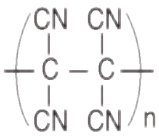

د


جـ

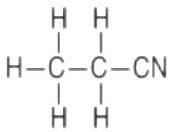
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

11- أي بوليمر إضافة صيغة مونومره؟

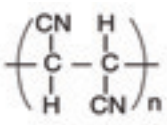




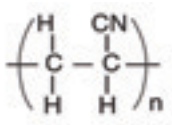
ب



أ

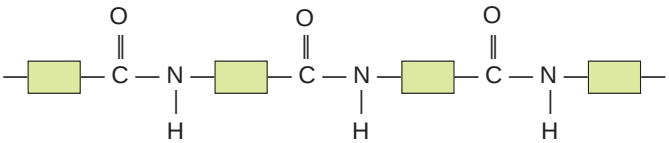


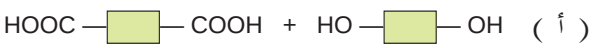
د

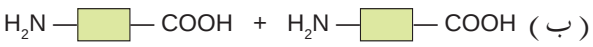


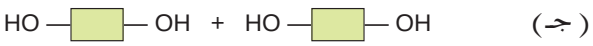
جـ

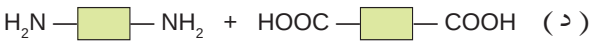
12- أي جزيئين يمكن تكثيفهما لتكوين مركب تركيبه كما يلي؟



(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

أسئلة تركيبية

13- زرت مطعمًا بمدينة طرابلس لتناول وجبة سريعة، وطلبت وجبة "إفطار كبير" قدمت لك في صندوق جذاب من البولي ستيرين، وأخذت كيسًا من الصلصة المفضلة لك مصنوع من البولي إيثين.

(أ) 1- ما المادة الخام المصنوع منها كل من البولي ستيرين، والبولي إيثين؟

2- هل هذه المادة الخام متجددة؟

(ب) كل من البولي ستيرين والبولي إيثين بوليمرات إضافة. ما المقصود بذلك؟ اكتب معادلات إن أمكن تساعدك على التوضيح.

14- نعيش الآن في "عصر اللدائن" وكثير من المواد اليومية مصنوعة من اللدائن. صل كل لدينة مما يلي باستخدامها الموضح:

اللدينة	الاستخدام
(أ) بولي إيثين	أواني قلي غير لاصقة
(ب) بروباثين	القمصان وأربطة العنق
(جـ) بولي كلوريد الفاينيل	أكريلان بديل للسجاد
(د) بولي ستيرين	حبل
(هـ) بولي رباعي فلورو إيثين	أسطوانات
(و) بولي أكريلونيتريل	كراسي لدائنية
(ز) برسبكس	قرميد للسقف
(ح) نايلون	أكياس لدائنية
(ط) بولي إستر	بديل للزجاج

15- يصعب التخلص من بوليمرات الإضافة كالبولي إيثين أو بولي بروبين، ولذلك تسبب مشكلة تلوث.

(أ) لماذا يعتبر التخلص من البوليمرات أصعب من الخشب، أو الفلزات، أو الورق؟

(ب) إذا احترقت البوليمرات في وفرة من الهواء ما الناتجان الرئيسان؟

(جـ) أكمل معادلة الاحتراق التالية:

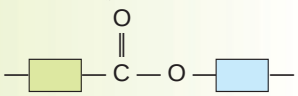
$2C_3H_6\ (g) + 9O_2\ (g) \rightarrow$ ..... + ...

(د) يخطط لصناعة لدائن "قابلة للتحلل العضوي". كيف يساعد ذلك في مشكلة التلوث؟

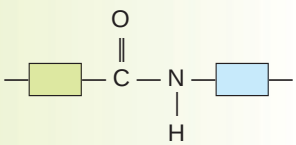
16- تتضمن البوليمرات الطبيعية مجموعات الغذاء الرئيسية.

(أ) بما تسمى تلك الروابط في البوليمرات الطبيعية؟

(1)



(2)



(ب) ما مجموعة المواد الغذائية التي تحتوي على الروابط الموضحة أعلاه؟

(جـ) لعمل الروابط، يفقد جزيء بسيط كالماء. ما نوع البلمرة هذه؟

(د) ما مجموعة الغذاء التي لها نفس نوع الرابطة كما في:

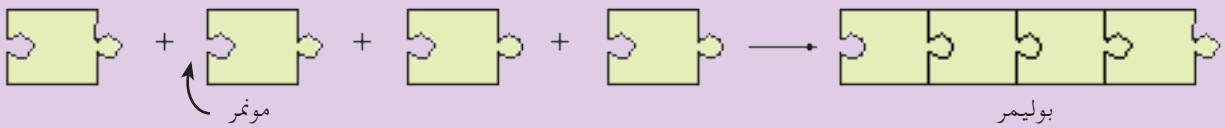
1- النايلون 2- التيرلين؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

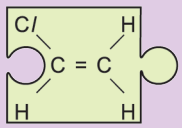
ركن التفكير

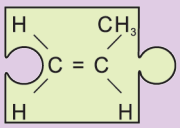
المهارة : التفسير

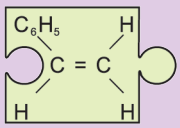
يمكـن تمثيـل البوليمـرات المتكونـة من **بلمـرة الإضافة** ببيانها موصولة معًا كقطـع لغز النماذج المقطعة، حيـث تمثل كل قطعة المونمرات .

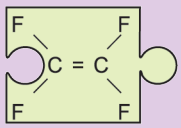


ارسم البوليمر المتكون، واذكر اسمه عند تبلمر القطع التالية .

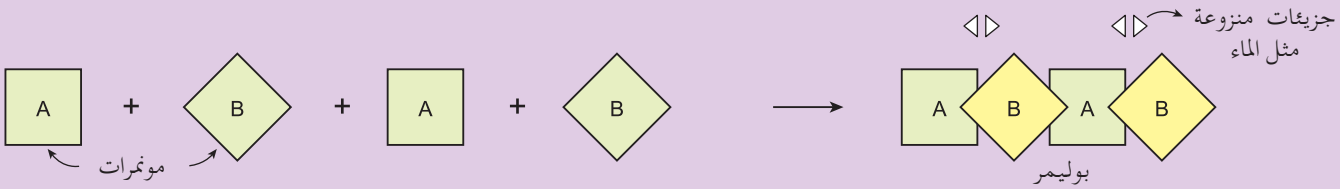
(I) 

(II) 

(III) 

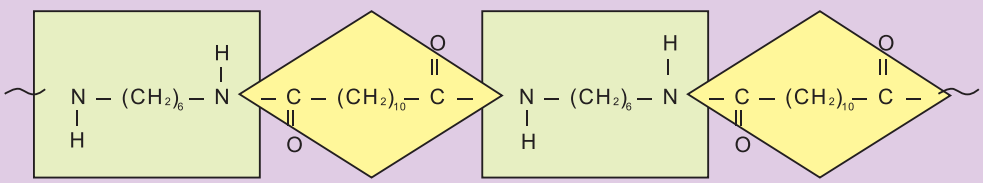
(IV) 

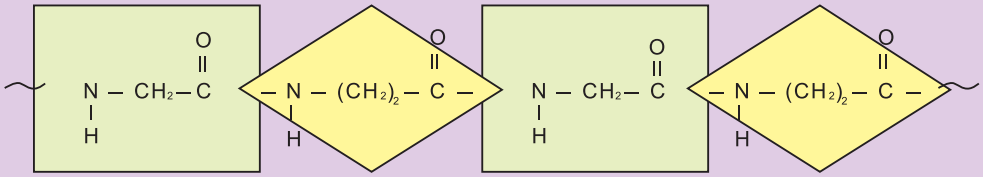
يمكن تمثيل البوليمرات المتكونة من **بلمرة التكاثف** كما يلي :



يمثل A، B مونمرين مختلفين .

استنتج هوية المونمرين المختلفين في بلمرة التكاثف التالية، مفترضًا أن جزيء الماء هو المنزوع .

(1) 

(2) 

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مسرد

يُعَرِّف هذا المسرد المصطلحات الكيميائية التي وردت في السلسلة

أحادي الذرة	يتكون من ذرات مفردة مثل الغازات النبيلة.	monatomic
احتراق	تفاعل كيميائي مع الأكسجين (الاحتراق)، وينتج عنه غالبًا ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.	combustion
اختزال	نزع الأكسجين، أو اكتساب الهيدروجين، أو اكتساب إلكترونات، أو نقص عدد التأكسد.	reduction
الأس الهيدروجيني	عدد يبين تركيز أيونات الهيدروجين – يكون أقل من سبعة في الأحماض، و 7 في المحاليل المتعادلة، وأكثر من 7 في محاليل القلويات.	pH
إسترات	مجموعة من المواد العضوية تحضر من تفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات.	esters
استقطاب	تجمع فقاعات الهيدروجين على أقطاب التحليل مما يمنع سريان الكهرباء.	polarisation
أكسدة	الاتحاد مع الأكسجين، أو فقد الهيدروجين، أو فقد الإلكترونات، أو زيادة عدد التأكسد.	oxidation
أكسيد حامضي	الأكسيد الذي يذوب في الماء منتجًا محلولًا حامضيًّا مثل ثاني أكسيد الكبريت SO_2.	acidic oxide
أكسيد قاعدي	الأكسيد الذي يتعادل مع الحمض لينتج ملح وماء فقط.	basic oxide
أكسيد متردد	أكسيد يتفاعل كحمض أو كقاعدة مثل أكسيد الزنك ZnO	amphoteric oxide
ألكان	هيدروكربون غير مشبع معادلته العامة C_nH_{2n+2} مثل الميثان CH_4، والإيثان C_2H_6 ..... إلخ.	alkane
إلكترود (قطب)	ساق أو صفيحة للتوصيل تحمل الكهرباء من أو إلى الإلكتروليت أثناء عملية التحلل الكهربائي مثل الكربون، أو البلاتين.	electrode
إلكترون	جسيم سالب الشحنة يدور حول نواة الذرة.	electron
إلكترون التكافؤ	إلكترون يوجد في الغلاف الخارجي للذرة.	valence electron
إلكتروليت	محلول موصل للتيار الكهربائي.	electrolyte
لاإلكتروليتي	سائل لا يوصل التيار الكهربائي مثل النفط.	non-electrolyte
ألكين	هيدروكربون غير مشبع معادلته العامة C_nH_{2n} مثل الإيثين C_2H_4، والبروبين C_3H_6 ..... إلخ	alkene
أمطار حمضية	الأمطار الملوثة بالأحماض الناتجة من ذوبان أكاسيد النيتروجين (التي تنتج من اتحاد أكسجين ونيتروجين الهواء الجوي أثناء البرق) أو أكاسيد الكبريت (التي تنتج من احتراق الوقود الحفري).	acid rain
انتشار	انتشار الجسيمات لتشغل كل الفراغ المتاح.	diffusion

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

انحلال	تكسير المادة إلى مواد أبسط منها غالبًا بالتسخين.	decomposition
انحلال حراري	تكسير المادة إلى مواد أبسط منها بالحرارة، مثلًا تكسير الكربونات إلى الأكسيد وثاني أكسيد الكربون.	thermal decomposition
أنزيم	حفاز حيوي.	enzyme
أنود	القطب الموجب الشحنة في عمليات التحلل الكهربائي.	anode
أنيون	أيون سالب الشحنة مثل Cl^-.	anion
أيزوميرات	جزيئات لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف في الصيغة البنائية مثل البيوتان، والأيزوبيوتان.	isomers
أيون	جسيم مشحون يتكون بفقد إلكترونات (أيون موجب) أو باكتساب إلكترونات (أيون سالب).	ion
الأيون المتفرج	الأيون الذي يظل في المحلول دون تغير وبالتالي لا يظهر في المعادلة الأيونية.	spectatorion
أيون الهيدروجين	هو أيون H^+ والذي يجعل المحلول حامضيًّا.	hydrogen ion
أيون هيدروكسيد	أيون OH^- والذي يجعل المحلول قلويًّا.	hydroxide ion
بتومين	الراسب المتبقي بعد التقطير التجزيئي للنفط الخام.	bitumen
بخار	الحالة الغازية للسائل.	vapour
بروتون	جسيم يوجد في نواة الذرة يحمل شحنة موجبة وكتلته تساوي وحدة كتلة ذرية.	proton
بروتين	مادة غذائية طبيعية مهمة للنمو ولتجديد الأنسجة.	protein
النضيدة	تجمع من الخلايا الكيميائية.	battery
لدائن (بلاستيك)	جزيء ضخم غالبًا بوليمر يمكن صبه وتشكيله مثل البولي إيثين والـ PVC .... إلخ.	plastic
بلمرة بالإضافة	تفاعل كيميائي يتم فيه إضافة عدد كبير جدًّا من جزيئات صغيرة غير مشبعة (مونومر) لتكون جزيء واحد ضخم وعملاق، وهو البوليمر مثل إضافة جزيئات الإيثين لبعضها لتكون جزيء البولي إيثين.	addition polymerisation
بلمرة بالتكاثف	ارتباط المونوميرات لتكوين بوليمر مع انتزاع جزيء صغير مثل الماء. مثل تكوين بوليمرات النايلون والتريلين.	condensation polymerisation
بلورات	قطع من المادة الصلبة لها نفس الأشكال المنتظمة.	crystals
البنية الإلكترونية	ترتيب الإلكترونات في الأغلفة المختلفة.	electronic structure
بنية الذرة	الطريقة التي تترتب بها مكونات الذرة.	atomic structure
بوليمر	جزيء ضخم يتكون من ارتباط عدد كبير من الجزيئات الصغيرة (المونومر) مثل البولي إيثين.	polymer
بوليمر طبيعي	جزيء ضخم طبيعي مثل الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون.	natural polymer

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

بوليمرات اصطناعية	بوليمرات من صنع الإنسان مثل البلاستيك، والألياف الاصطناعية ... إلخ.	synthetic polymer
تآكل	تفاعل كيميائي بين سطوح الفلزات والهواء المحيط مثل الصدأ.	corrosion
تبخير	تحول السائل إلى بخار عند درجة أقل من درجة غليانه.	evaporation
التبلر	تبريد المحاليل الساخنة لكي تترسب المواد الصلبة المذابة على هيئة بلورات.	crystallisation
تحلل بيولوجي	التحلل الطبيعي للمواد بواسطة البكتيريا وضوء الشمس.	biodegradable
تحلل مائي	تحلل كيميائي بواسطة الماء.	hydrolysis
تحليل كهربائي	تحلل نتيجة مرور التيار الكهربائي في المواد، وهي في الحالة السائلة (على هيئة محلول أو مصهور).	electrolysis
تخليق أو تحضير	بناء جزيء معقد من جزيئات أصغر.	synthesis
تخمر	تحول السكر إلى كحول وثاني أكسيد الكربون بواسطة أنزيمات الخميرة.	fermentation
ترشيح	فصل مادة صلبة غير ذائبة من السائل.	filtration
تسامي	تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الغازية دون المرور بالحالة السائلة.	sublimation
تطاير	سهولة تحول المركب إلى بخار. مثلًا النفط مادة متطايرة.	volatility
تغير الحالة	تحول الصلب إلى سائل، أو السائل إلى غاز، أو العكس.	change of state
تغير فيزيائي	تغير مؤقت يمكن إرجاعه، وهو بالتالي ليس تغيرًا كيميائيًّا.	physical change
تغير كيميائي	تغير دائم ينتج عنه مادة جديدة، ويسمى غالبًا تفاعلًا كيميائيًّا.	chemical change
تفاعل إحلال	إحلال الفلز الأكثر فاعلية محل الفلز الأقل فاعلية في محاليل أملاحه، مثل إحلال الزنك محل النحاس في محاليل أملاحه.	substitution reaction
تفاعل أخسدة (ريدوكس)	التفاعل الذي تتم فيه عمليتا الأكسدة والاختزال في نفس الوقت.	redox reaction
تفاعل إزاحة	نوع من التفاعل يحدث في المركبات المشبعة، وذلك بإحلال ذرة محل ذرة أخرى.	displacement reaction
تفاعل إضافة	إضافة جزيئين أو أكثر لبعضهما لتكوين جزيء واحد مثل إضافة جزيء البروم إلى جزيء الإيثين لتكوين جزيء 1 و 2 ثنائي بروموإيثان.	addition reaction
تفاعل طارد للحرارة	تفاعل كيميائي تنتج عنه طاقة حرارية، ويتضمن تكوين روابط.	exothermic reaction
تفاعل عكوس	تفاعل كيميائي يتم في كلتا الجهتين ويتميز بالأسهم ⇌ في المعادلة.	reversible reaction
تفاعل ماص للحرارة	تفاعل كيميائي يمتص طاقة حرارية لتكسير الروابط.	endothermic reaction

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

تقطير	غلي السائل ثم تكثيف البخار للحصول على السائل النقي الذي يسمى بالقطير (القطارة) .	distillation
تقطير تجزيئي	فصل عدة سوائل ممتزجة تختلف عن بعضها في درجة الغليان وذلك عن طريق التبخير والتكثيف المتكرر .	fractional distillation
تكافؤ	القدرة الاتحادية للذرة أو الشق .	valency
تكثف	عودة الغاز أو البخار إلى الحالة السائلة .	condensation
التكرير	تحويل الزيت الخام إلى نواتج لها استخدامات معينة .	refining
التكسير	تكسير المقتطعات الثقيلة ذات الجزيئات الكبيرة إلى مقتطعات خفيفة ذات جزيئات صغيرة .	cracking
تلوث	إلحاق الضرر بالبيئة نتيجة استخدام المواد الكيميائية الخطرة والتي تسمى ملوثات .	pollution
تلوين اللهب	اللون الذي يكتسبه اللهب عند تعرضه لفلز معين .	flame colouration
بناء ضوئي	عملية تصنيع السكر في النباتات الخضراء من ثاني أكسيد الكربون والماء .	photosynthesis
التنفس	عملية كيميائية تتأكسد فيها المواد الغذائية وتنتج الطاقة .	respiration
ثنائي الذرة	جزيء مكون من ذرتين مثل الغازات المعروفة كالأكسجين O_2 والنيتروجين N_2، والهيدروجين H_2 ..... إلخ .	diatomic
الجدول الدوري	ترتيب العناصر حسب أعدادها الذرية .	periodic table
جزيء	أصغر وحدات المركب . يتكون الجزيء من ذرتين أو أكثر .	molecule
الجزيء الضخم	جزيء عملاق غالبًا للبوليمر .	macromolecule
الجول	وحدة طاقة (1000 جول = واحد كيلو جول) .	joule
حالات المادة	هي الحالات الثلاث الصلبة، والسائلة، والغازية .	states of matter
حجم الغاز المولاري	الحجم الذي يشغله مول واحد من أي غاز عند ضغط ودرجة حرارة الغرفة، ويساوي 24 ديسمتر^3 .	molar gas volume
الحماية بالتضحية	الوقاية من الصدأ باستخدام فلز أكثر نشاطًا (فاعلية) مثل الماغنسيوم مع المواد الحديدية .	sacrificial protection
حمض	مادة تنتج أيونات هيدروجين H في المحاليل المائية .	acid
حمض أميني	هو الوحدة البنائية للبروتينات، حيث ترتبط جزيئات الأحماض الأمينية مع بعضها بروابط ببتيدية لتكون جزيء البروتين .	amino acid
خام	مركبات طبيعية للفلزات توجد في القشرة الأرضية .	ore
خلية (عمود)	جهاز يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية .	cell
خلية جافة	خلية كهربية بها عجين من مواد إلكتروليتية مثل خلية الزنك – كربون .	dry cell
خلية سائلة	خلية كهربية تحتوي على إلكتروليت سائل مثل بطارية السيارة .	wet cell
الخواص	طريقة سلوك وتفاعل المواد .	properties
درجة الانصهار	درجة الحرارة التي يتحول فيها كل الصلب إلى سائل .	melting point

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

درجة الغليان	درجة الحرارة التي يتحول عندها كل السائل إلى بخار.	boiling point
دليل	مادة يتغير لونها في الوسط الحمضي والقلوي مثل دوار الشمس فيكون لونه أحمر في الوسط الحمضي، وأزرق في الوسط القلوي.	indicator
دورة	صف أفقي من العناصر في الجدول الدوري.	period
الدورية	التغير المنتظم في الخواص عبر الدورة.	periodicity
ذرة	أصغر جسيم في المادة يدخل في التفاعل الكيميائي.	atom
ذواب	قابل للذوبان في المذيب.	soluble
ذوبان	اختفاء المادة عند تقليبها في الماء.	dissolving
رابطة أيونية	رابطة بالانتقال الإلكتروني.	ionic bond
رابطة تساهمية	زوج من الإلكترونات المشتركة تربط ذرتين معًا.	covalent bond
رابطة مزدوجة	رابطتان تساهميتان تربطان ذرتين معًا.	double bond
راسب	مادة صلبة غير قابلة للذوبان تتكون في بعض التفاعلات الكيميائية مثل كلوريد الفضة $AgCl$.	precipitate
الرشيح (الراشح)	السائل الذي يمر خلال ورق الترشيح.	filtrate
رمز	الحرف أو الحرفان المستخدمان للتعريف بذرة عنصر معين.	symbol
سبيكة	مخلوط من فلزين أو أكثر مثل سبيكة البراس وهي سبيكة مكونة من خليط من النحاس والزنك.	alloy
سحاحة	جهاز يستخدم لإضافة الحمض بدقة إلى القلوي في عمليات المعايرة.	burette
سلسلة الفاعلية (النشاط)	الترتيب التنازلي للفلزات حسب فاعليتها (نشاطها)، الفلز الأنشط هو الأول وأقلها نشاطًا هو الأخير فمثلا يرتب البوتاسيوم، ثم الصوديوم، ثم الكالسيوم، ثم الماغنسيوم، ثم الزنك، ثم الحديد، ثم الهيدروجين، ثم النحاس.	reactivity series
سماد	مادة كيميائية تعالج بها التربة لتساعد في نمو النبات.	fertiliser
شبكية	الترتيب البنائي للأيونات في البلورة.	crystal
شبه موصل	عنصر له خواص كل من الفلز واللافلز مثل السيليكون.	semiconductor
شق	صنف له إلكترونات مفردة ولا يمكن تواجده بمفرده مثل ذرة الكلور.	radical
الصدأ	تآكل الحديد بسبب الأكسجين وبخار الماء في الهواء.	rusting
الصهر	صهر الخامات لاستخلاص الفلزات.	smelting
الصيغة الأولية	أبسط صيغة للمركب الكيميائي والتي تبين الأعداد النسبية لذرات العناصر المختلفة المكونة له.	empirical formula
الصيغة الكيميائية	صيغة تبين عدد ذرات العناصر في المركب الكيميائي.	formula
صيغة بنائية	الصيغة التي تظهر ترتيب الذرات وطريقة ارتباطها ببعضها.	structural formula
صيغة جزيئية	صيغة تبين عدد ذرات كل عنصر في جزيء واحد من المركب.	molecular formula
عازل	مادة صلبة لا توصل الكهرباء.	insulator

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

عامل حفز	مادة تسرع من معدل التفاعل الكيميائي ولا يتغير تركيبها عند نهاية التفاعل.	catalyst
عامل مختزل	المادة التي تسبب عملية الاختزال.	reducing agent
عدد أڤوجادرو	عدد الذرات في 12 جرام من نظير الكربون -12 (يساوي 6.02×10^{23})	avogadro number
العدد البروتوني	عدد البروتونات في نواة الذرة.	proton number
العدد الذري	عدد البروتونات في نواة الذرة.	atomic number
العدد الكتلي (النووي)	العدد الكلي للنكليونات (البروتونات والنيوترونات) في نواة الذرة.	nucleon number
عناصر انتقالية	مجموعة من الفلزات تقع بين المجموعة الثانية والمجموعة الثالثة في الجدول الدوري مثل النحاس والحديد والزنك ... إلخ.	transition metals
عنصر	مادة مفردة لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط منها بالطرق الكيميائية.	element
غاز طبيعي	غاز يتجمع فوق زيت النفط الخام ومكونه الأساسي هو الميثان.	natural gas
غازات خاملة (نبيلة)	مجموعة غازات المجموعة الثامنة أو الصفرية في الجدول الدوري. وتسمى أحيانًا بالغازات النبيلة مثل الهيليوم والنيون والأرجون .... إلخ.	inert (noble) gases
غلاف إلكتروني	إلكترونات تدور على مسافة محدودة من النواة.	electron shell
غير ذواب	مادة لا تذوب.	insoluble
غير ممتزج	سائلان لا يختلطان ببعضهما مثل الزيت والماء.	immiscible
فقد الشحنة الاختياري	إذا اقترب أكثر من نوع من الأيونات إلى قطب معين فإن الأيون الأسهل في فقد الشحنة هو الذي يتفاعل.	selective discharge
فلز	عنصر يُكوِّن أيونات موجبة، وهو غالبًا لامع، وقابل للسحب، وموصل جيد.	metal
فلز قلوي	هي فلزات المجموعة الأولى في الجدول الدوري مثل (... K، Na، Li).	alkali metal
لافلز	عنصر يكون أيونات سالبة.	non-metal
فوران	الهروب السريع لفقاعات الغاز.	effervescence
قابلة للسحب	مادة يمكن سحبها إلى أسلاك.	ductile
قابل للطرق	سهل التشكيل خاصة على شكل صفائح.	malleable
قاعدة	أكاسيد وهيدروكسيدات الفلزات.	base
قطب خامل	قطب لا يتفاعل كيميائيًا أثناء عملية التحليل الكهربائي مثل البلاتين.	inert electrode
قلوي	مادة غير عضوية تحتوي على أيونات الهيدروكسيد (OH^-)، وجميع القلويات هي قواعد قابلة للذوبان في الماء.	alkali
كاتيون	أيون موجب الشحنة مثل Cu^{2+}.	cation

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كاثود	القطب السالب الشحنة في عمليات التحلل الكهربائي.	cathode
كتلة ذرية	عدد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة.	atomic mass
الكتلة الجزيئية النسبية (M_r)	مجموع الكتل الذرية النسبية للعناصر المختلفة في الجزيء فمثلًا $H_2O = 16 + (1x2) = 18$	relative molecular mass
الكتلة الذرية النسبية (A_r)	الأرقام التي تقارن كتل الذرات الخاصة للعناصر المختلفة مثلا الهيدروجين = 1 والأكسجين = 16	relative atomic mass
كتلة الصيغة	الكتلة الجزيئية النسبية (M_r) كما تبينها الصيغة الكيميائية.	formula mass
كحول	مادة عضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل (-OH).	alcohol
كربوهيدرات	مواد غذائية مهمة كمصدر للطاقة – ولها المعادلة العامة $(C_x(H_2O)_y)$ مثل الجلوكوز $(C_6H_{12}O_6)$.	carbohydrate
كروماتوجرافي	طريقة مناسبة لفصل المواد الملونة خاصة – أو الأحماض الأمينية أو السكريات.	chromatography
لامائي	مادة لا تحتوي على ماء تبلر مثل كبريتات النحاس (II) اللامائية $CuSO_4$.	anhydrous
ماء تبلر	عدد محدد من جزيئات الماء داخل البلورة مثل بلورة كبريتات النحاس $CuSO_4 . 5H_2O$	water of crystallisation
ماء مقطر	الماء النقي الناتج من عملية التقطير.	distilled water
مادة مؤكسدة	المادة التي تقوم بعملية الأكسدة.	oxidising agent
ماصة	جهاز زجاجي لقياس حجوم السوائل (القلويات غالبًا) بدقة متناهية.	pipette
مانع الاستقطاب	خليط كيميائي يستخدم في النضائد لمنع تكوين الفقاعات الغازية على الأقطاب.	depolarising mixture
المتبقي (فضالة)	المادة غير الذائبة التي تبقى على ورقة الترشيح.	residue
متعادل	ليس حامضيًّا ولا قاعديًّا وله pH = 7	neutral
متفاعلات	المواد البادئة التي يتم التفاعل الكيميائي بينها.	reactants
مجموعة	صف رأسي من العناصر في الجدول الدوري.	group
مجموعة متجانسة	مجموعة من المركبات العضوية لها نفس المعادلة العامة وخواص متشابهة.	homologous series
محلول	مخلوط المذاب والمذيب.	solution
محلول مشبع	المحلول الذي لا يمكنه إذابة أي كمية إضافية من المذاب.	saturated solution
محلول مولاري	محلول يحتوي اللتر منه على مول واحد من المذاب، ويسمى واحد مولر.	molar solution
مخططات النقط و X	أشكال تبين ترتيب الإلكترونات المكونة للروابط.	dot and cross diagrams
مذاب	المادة التي تذوب في المذيب.	solute
مذيب	السائل الذي يذوب فيه المذاب.	solvent
مركب	ناتج الاتحاد الكيميائي بين عنصرين أو أكثر.	compound

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

مركب أيوني	مركب ترتبط مكوناته بروابط أيونية.	ionic compound
مركب تساهمي	مركب ترتبط ذراته معًا بروابط تساهمية.	covalent compound
مركب غير مشبع	مركب عضوي ترتبط فيه ذرات الكربون بروابط ثنائية أو ثلاثية مثل الإيثين C_2H_4.	unsaturated compound
مركب مشبع	مركب عضوي تكون فيه جميع الروابط بين ذرات الكربون أحادية مثل الميثان CH_4.	saturated compound
معادلة أيونية	معادلة كيميائية تبين فقط الأيونات التي حدث لها تغير أثناء التفاعل الكيميائي.	ionic equation
معادلة كيميائية	ملخص للتفاعل الكيميائي.	chemical equation
معادلة لفظية	ملخص للتفاعل الكيميائي يسمِّى المتفاعلات والنواتج.	word equation
معايرة	طريقة عملية لمعادلة الأحماض والقلويات، وتستخدم السحاحة والماصة.	titration
معدل التفاعل	سرعة التغير الكيميائي.	rate of reaction
معدن	مادة كيميائية طبيعية توجد في الأرض.	mineral
مقتطع	أحد مكونات الزيت الخام.	fraction
ملح	المادة الناتجة من إحلال هيدروجين الحمض (جزئيًا أو كليًا) بفلز.	salt
موصل	مادة صلبة تسمح بمرور الحرارة أو الكهرباء خلالها مثل الفلزات والجرافيت.	conductor
مول	كمية المادة التي تحتوي على العدد أفوجادرو من الجسيمات ويساوي 6.02×10^{23}.	mole
مونومر	جزيء صغير يمكن أن يرتبط عدد كبير منه (يتبلمر) فالإيثين هو المونومر للبولي إيثين.	monomer
نزع الماء	انتزاع الماء من المادة.	dehydration
نظائر	ذرات لنفس العنصر تختلف في عدد النيوترونات مثل الكلور 35، والكلور 37	isotopes
نظرية الحركة	حركة الجسيمات في المواد الصلبة والسائلة والغازية.	kinetic theory
نواة	الجزيء الصغير المركزي في الذرة.	nucleus
النواتج	المواد الناتجة من التفاعل الكيميائي.	products
نيوترون	جسيم موجود في نواة الذرة غير مشحون وكتلته تساوى واحد كتلة ذرية.	neutron
هالوجينات	المجموعة السابعة في الجدول الدوري (F، Cl، Br، I).	halogens
هيدروكربونات	مركبات عضوية تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط.	hydrocarbons
وقود	مادة تنتج كميات كبيرة من الحرارة عند احتراقها مثل الفحم والنافتا.	fuel

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

السؤال / الوحدة	س1	س2	س3	س4	س5	س6	س7	س8	س9	س10	س11	س12
الوحدة الأولى	ب	د	د	ب	ب	د	د	د	ج	أ	أ	ب
الوحدة الثانية	د	أ	د	ج	ب	أ	أ	د	ج	ج	/	/
الوحدة الثالثة	ب	د	ب	ب	ب	ب	ج	د	ب	د	أ	ج
الوحدة الرابعة	د	ج	أ	د	أ	أ	ب	د	ج	ب	ب	أ
الوحدة الخامسة	ب	ب	أ	د	ب	د	ب	ج	ج	أ		
الوحدة السادسة	ج	ج	ج	ج	ج	أ	ب	ب	ج	أ	د	أ
الوحدة السابعة	ج	ب	ج	ج	ج	ج	د	ب	ج	د	ج	ب

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا