

# الباب 1 الأول



## العناصر الانتقالية

مذكرتي  
Mozkrty.com



الفئة f تم فصلها أسفل الجدول الدوري

إجمالي مجموعات الجدول الدوري = 18 مجموعة رأسية

### ملحوظة

جميع مجموعات الجدول الدوري تتكون من عمود واحد فقط، عدا المجموعة الثامنة تتكون من ثلاثة أعمدة رأسية **علل؟**

لان التشابه الافقي بين عناصرها أكبر من التشابه الرأسي .

بناء على ما سبق:

يمكن اعتبار مجموعات الجدول الدوري 16 مجموعة

### تسمية المجموعات

تسمية الأيونات (الحديثة): تأخذ أرقام من 1 الى 18

التسمية القديمة:

- الغازات الخاملة: المجموعة الصفيرية (0)
- عناصر الفئة f: مفصولة أسفل الجدول الدوري (الانتقالية الداخلية)
- العناصر الممثلة: هي عناصر الفئة (s.p) عدا الغازات الخاملة

تتكون من سبع مجموعات

تأخذ الأسماء من 1A الى 7A

- عناصر الفئة (d) الانتقالية الرئيسية

	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII		IB	IIB	
السلسلة الانتقالية الأولى	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
السلسلة الانتقالية الثانية	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
السلسلة الانتقالية الثالثة	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg
السلسلة الانتقالية الرابعة	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn

تحديد الموقع في الجدول الدوري

آخر مستوى فرعي وفقا لترتيب البناء التصاعدي	الفئة
أكبر عدد كم رئيسي في التوزيع	الدورة
غاز خامل: المجموعة الصفرية عنصر ممثل: A مجموع الكترونات s + P عنصر انتقالي: B مجموع الكترونات s + d استثناءات: • اذا كان مجموع 8 , 9 , 10 s + d فإن العنصر يقع في المجموعة الثامنة (VIII) • اذا كان مجموع 11 s + d فإن العنصر يقع في المجموعة 11 (1B) • اذا كان مجموع 12 s + d فإن العنصر يقع في المجموعة 12 (2B)	المجموعة

مثال ١					
$^{36}\text{Kr}$					
التوزيع الإلكتروني للعنصر			[Ar], 4s <sup>2</sup> , 3d <sup>10</sup> , 4p <sup>6</sup>		
الفئة	p	الدورة	4	المجموعة	0

مثال ٢					
$^{13}\text{Al}$					
التوزيع الإلكتروني للعنصر			[Ne], 3s <sup>2</sup> , 3p <sup>1</sup>		
الفئة	p	الدورة	3	المجموعة	3A

مثال ٣					
$^{25}\text{Mn}$					
التوزيع الإلكتروني للعنصر			[Ar], 4s <sup>2</sup> , 3d <sup>5</sup>		
الفئة	d	الدورة	4	المجموعة	7B

مثال ٤					
$^{24}\text{Cr}$					
التوزيع الإلكتروني للعنصر			[Ar], 4s <sup>1</sup> , 3d <sup>5</sup>		
الفئة	d	الدورة	4	المجموعة	6B

مثال ٥					
$^{29}\text{Cu}$					
التوزيع الإلكتروني للعنصر		[Ar], 4s <sup>1</sup> , 3d <sup>10</sup>			
الفئة	d	الدورة	4	المجموعة	1B

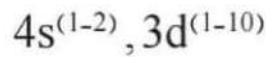
مثال ٦					
$^{28}\text{Ni}$					
التوزيع الإلكتروني للعنصر		[Ar], 4s <sup>2</sup> , 3d <sup>8</sup>			
الفئة	d	الدورة	4	المجموعة	8 (VIII)

## التركيب العام للمجموعة

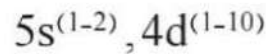
s	عدد الإلكترونات ns
p	عدد الإلكترونات np
d	عدد الإلكترونات (n-1)d
f	عدد الإلكترونات (n-2)f

## التركيب العام للسلاسل الانتقالية

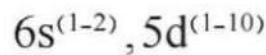
◀ السلسلة الانتقالية الأولى:



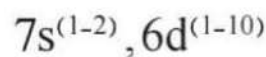
◀ السلسلة الانتقالية الثانية:



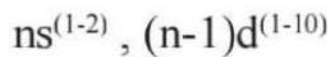
◀ السلسلة الانتقالية الثالثة:



◀ السلسلة الانتقالية الرابعة:



◀ التركيب العام للسلاسل الانتقالية:



### السلسلة الانتقالية الأولى

تتضمن هذه السلسلة على عشرة عناصر هي:

السكانديوم (Sc) والتيتانيوم (Ti) والفانديوم (V) والكروم (Cr) والمنجنيز (Mn) والحديد (Fe) والكوبلت (Co) والنيكل (Ni) والنحاس (Cu) والخرصين (Zn).

Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30
----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

موقع السلسلة الانتقالية الأولى في الجدول الدوري

النسبة المئوية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى في القشرة الأرضية:

العنصر	السكانديوم	التيتانيوم	الفانديوم	الكروم	المنجنيز	الحديد	الكوبلت	النيكل	النحاس	الخرصين
الرمز	${}_{21}\text{Sc}$	${}_{22}\text{Ti}$	${}_{23}\text{V}$	${}_{24}\text{Cr}$	${}_{25}\text{Mn}$	${}_{26}\text{Fe}$	${}_{27}\text{Co}$	${}_{28}\text{Ni}$	${}_{29}\text{Cu}$	${}_{30}\text{Zn}$
النسبة الوزنية (%)	0.0026%	0.66%	0.02%	0.014%	0.11%	5.1%	0.003%	0.0089%	0.0068%	0.0078%

عناصر السلسلة الانتقالية الأولى مجتمعة يكون حوالي 7% من وزن القشرة الأرضية إلا أن أهميتها الاقتصادية كبيرة.

### الأهمية الاقتصادية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

1 السكانديوم  ${}_{21}\text{Sc}: [\text{Ar}], 4s^2, 3d^1$

#### الخصائص

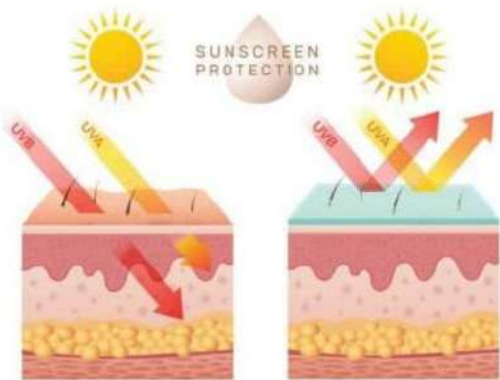
يوجد بكميات صغيرة جدًا موزعة على نطاق واسع من القشرة الأرضية.



تستخدم سبيكة الألومنيوم مع السكندنيوم في صناعة طائرات الميغ المقاتلة



يستخدم التيتانيوم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية



تمنع مستحضرات الحماية من أشعة الشمس وصول الأشعة فوق البنفسجية للجلد

### الاستخدامات

#### العنصر ومركباته:

◀ يضاف إلى مصابيح أبخرة الزئبق (فلز سائل غير انتقالي) لإنتاج ضوء عالي الكفاءة، يشبه ضوء الشمس تستخدم هذه المصابيح في التصوير التلفزيوني أثناء الليل.

#### السبيكة:

◀ تضاف نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم (فلز ممثل غير انتقالي).

◀ تمتاز بخفتها وشدّة صلابتها.

◀ تستخدم في صناعة طائرات الميغ المقاتلة.

### ٢ التيتانيوم ${}_{22}\text{Ti} : [\text{Ar}] , 4s^2 , 3d^2$

### الخصائص

◀ عنصر شديد الصلابة كالصلب Steel، ولكنه أقل منه كثافة.

### الاستخدامات

#### العنصر:

◀ عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أي نوع من التسمم.

#### السبيكة:

◀ سبائكه مع الألومنيوم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية ..

لأنه يحافظ على متانته في درجات الحرارة المرتفعة في الوقت الذي تنخفض فيه متانة الألومنيوم.

#### المركبات:

◀ ثاني أكسيد التيتانيوم ( $\text{TiO}_2$ ): يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس، حيث تعمل دقائقه النانوية على منع وصول الأشعة فوق البنفسجية للجلد.

٣ الفانديوم  $_{23}\text{V}: [\text{Ar}], 4s^2, 3d^3$

الاستخدامات

السيبكية:

◀ عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الصلب (حديد + كربون)، تتكون سبيكة تتميز بقساوة عالية وقدرة كبيرة على مقاومة التآكل لذا يستخدم في صناعة زبركات السيارات.

المركبات:

◀ خامس أكسيد الفانديوم ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) الذي يستخدم ك:

١ صبغة في صناعة السيراميك والزجاج.

٢ عامل حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل.

٣ عامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس.

٤ عامل حفاز في تحضير حمض البنزويك من الطولوين.



تستخدم سبيكة الصلب مع الفانديوم في صناعة زبركات السيارات

٤ الكروم  $_{24}\text{Cr}: [\text{Ar}], 4s^1, 3d^5$

الخصائص

◀ عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائي لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية. **التعليل:** بسبب تكون طبقة من الأكسيد على سطحه حجم جزيئاتها أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه فيكون الأكسيد سطحًا غير مساميًا يمنع استمرار تفاعل الكروم مع أكسجين الجو.

• يعتبر أكسيد الكروم نوعًا من الصدا المرغوب فيه



يستخدم عنصر الكروم في طلاء المعادن

الاستخدامات

العنصر: طلاء المعادن ودباغة الجلود.

المركبات:

◀ أكسيد الكروم (III)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : عمل الأصباغ.

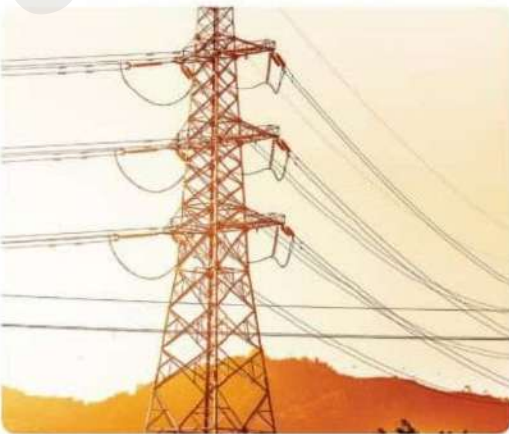
◀ ثاني كرومات البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ : مادة مؤكسدة.



تستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية



محلول برمنجنات البوتاسيوم البنفسجي (مادة مؤكسدة ومطهرة)



يستخدم الحديد في صناعة أبراج الكهرباء

## 5 المنجنيز $^{25}\text{Mn}: [\text{Ar}], 4s^2, 3d^5$

### الخصائص

◀ لا يستخدم المنجنيز وهو في حالته النقية (كعنصر) لهشاشته الشديدة، لذا يستخدم دائمًا في صورة سبائك أو مركبات.

### الاستخدامات

#### السبائك:

◀ سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية، لأنها أصعب من الصلب.

◀ سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في صناعة عبوات المشروبات الغازية لمقاومتها للتآكل.

#### المركبات:

◀ ثاني أكسيد المنجنيز  $\text{MnO}_2$ : عامل مؤكسد قوي ويستخدم في صناعة العمود الجاف.

◀ برمنجنات البوتاسيوم  $\text{KMnO}_4$ : مادة مؤكسدة ومطهرة.

◀ كبريتات المنجنيز  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ : مبيد للفطريات.

## 6 الحديد $^{26}\text{Fe}: [\text{Ar}], 4s^2, 3d^6$

### العنصر

◀ قابل للتمغنط.

◀ أكثر عناصر 3d وفرة في القشرة الأرضية.

◀ الحديد النقي ليس له أهمية صناعية لأنه لين نسبيًا وليس شديد الصلابة لذا يستخدم في هيئة سبائك

◀ يستخدم في الخرسانات المسلحة وأبراج الكهرباء والسكاكين ومواسير البنادق والمدافع والأدوات الجراحية.

◀ عامل حفاز في صناعة غاز النشادر بطريقة (هابر- بوش).

◀ عامل حفاز في تحويل الغاز المائي إلى وقود سائل بطريقة (فيشر- ترويش).

**ملحوظة:** الغاز المائي هو (خليط من الهيدروجين وأول أكسيد الكربون).

◀ صناعة المغناطيسات.

◀ صناعة البطاريات الجافة في السيارات الحديثة.

٧ الكوبلت  ${}_{27}\text{Co}: [\text{Ar}], 4s^2, 3d^7$



الخصائص

◀ يشبه الحديد في أن كلاهما قابل للتمغنط ويستخدم في صناعة المغناطيسات وكذلك في البطاريات الجافة في السيارات الحديثة.

الاستخدامات

العنصر:

◀ صناعة المغناطيسات (مثل الحديد).

المركب:  $\text{CoO}_2$

◀ صناعة البطاريات الجافة في السيارات الحديثة (مثل الحديد).

النظير كوبلت 60:

◀ تصدر منه أشعة جاما.

◀ تتميز أشعة جاما بقدرة عالية على النفاذ لذا يستخدم نظير الكوبلت 60 في:

1 عمليات حفظ المواد الغذائية.

2 التأكد من جودة المنتجات حيث يكشف عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات.

3 في الطب: في الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها.

**ملحوظة:** للكوبلت اثنا عشر نظيراً مشعاً أهمها الكوبلت 60.

٨ النيكل  ${}_{28}\text{Ni}: [\text{Ar}], 4s^2, 3d^8$



تستخدم سبائك النيكل والكروم في صناعة ملفات التسخين

الاستخدامات

العنصر:

◀ طلاء المعادن ليحميها من الأكسدة والتآكل ويعطيها شكلاً أفضل.

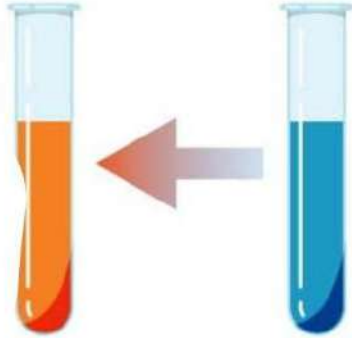
◀ النيكل المجزأ (المطحون): يستخدم في عمليات هدرجة الزيوت.

المركبات:

◀ صناعة بطاريات النيكل - كادميوم القابلة لإعادة الشحن.

## السبائك:

- ◀ سبائك النيكل مع الصلب: تتميز بالصلابة ومقاومة الصدأ ومقاومة الأحماض.
- ◀ سبائك النيكل والكروم: صناعة ملفات التسخين والأفران الكهربائية، لأنها تقاوم التآكل حتى وهي مسخنة لدرجة الاحمرار.



يتحول لون محلول فهلنج من اللون الأزرق إلى اللون البرتقالي عند إضافة محلول سكر الجلوكوز إليه

٩ النحاس  $^{29}\text{Cu}: [\text{Ar}], 4s^1, 3d^{10}$

## الخصائص

- ◀ يعتبر النحاس -تاريخياً- أول فلز عرفه الإنسان.

## الاستخدامات

## العنصر:

- ◀ موصل جيد للكهرباء، لذا يستخدم في صناعة الكابلات الكهربائية.

## السبائك:

- ◀ سبيكة النحاس مع القصدير: تعرف باسم البرونز.
- ◀ سبيكة النحاس الأصفر (نحاس - خارصين).
- ◀ سبائك العملات المعدنية.

## المركبات:

- ◀ كبريتات النحاس  $(\text{CuSO}_4) \cdot \text{II}$ : مبيد حشري ومبيد للفطريات في عمليات تنقية مياه الشرب.
- ◀ محلول فهلنج (أحد مركبات النحاس): الكشف عن سكر الجلوكوز، حيث يتحول من اللون الأزرق إلى اللون البرتقالي عند وجود سكر الجلوكوز في المحاليل.

١٠ الخارصين  $^{30}\text{Zn}: [\text{Ar}], 4s^2, 3d^{10}$

## الاستخدامات

- العنصر: جلفنة باقي الفلزات، لحمايتها من الصدأ.

## المركبات:

- ◀ أكسيد الخارصين  $\text{ZnO}$ : صناعة الدهانات والمطاط ومستحضرات التجميل.
- ◀ كبريتيد الخارصين  $\text{ZnS}$ : صناعة الطلاءات المضيئة وشاشات الأشعة السينية.



يستخدم كبريتيد الخارصين في صناعة الطلاءات المضيئة

خواص العناصر الانتقالية

التوزيع الإلكتروني

تقع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في الدورة الرابعة بعد الكالسيوم.

20 Ca كالسيوم	21 Sc سكانديوم	22 Ti تيتانيوم	23 V فانديوم	24 Cr كروم	25 Mn منجنيز	26 Fe حديد	27 Co كوبلت
38 Sr سترانشيوم	39 Y يتريوم	40 Zr زركونيوم	41 Nb نيوبيوم	42 Mo مولبيديوم	43 Tc تكنيشيوم	44 Ru روثينيوم	45 Rh روديوم

وتركيبه الإلكتروني:  $Ca: [Ar], 4s^2$

يبدأ بعد ذلك:

- امتلاء الأوربيبتالات الخمسة للمستوى الفرعي (3d) بالكترون مفرد في كل أوربيبتال بالتتابع
- حتى نصل إلى المنجنيز ( $3d^5$ ).
- يتوالى بعد ذلك ازدواج الككترونين في كل أوربيبتال حتى نصل إلى الخارصين ( $3d^{10}$ )
- (قاعدة هوند): لا بد للإلكترونات أن تملأ أوربيبتالات المستويات الفرعية فرادى أولاً ثم تزوج
- يشذ عن التركيب الإلكتروني المتوقع عنصران هما:

• النحاس  $Cu: [Ar] 4s^1, 3d^{10}$  **علل؟**

• الكروم  $Cr: [Ar] 4s^1, 3d^5$

◀ في ذرة الكروم: المستويين الفرعيين 3d, 4s نصف ممتلئين.

◀ في ذرة النحاس: المستوى الفرعي 4s نصف ممتلئ والمستوى الفرعي 3d تام الامتلاء.

لأن الذرة تكون أكثر استقراراً (أقل طاقة) عندما يكون المستوى الفرعي نصف ممتلئ ( $d^5$ ) أو تام الامتلاء ( $d^{10}$ ).

**ملحوظة:** الامتلاء الكامل أو النصفى ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الإلكتروني للعنصر.

## حالات التأكسد

العناصر الإنتقالية فلزات يحدث لها أكسدة دائما (فقد الكترونات) لذلك تكون جميع حالات التأكسد موجبة

IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
								+1	
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3		
	+4	+4		+4		+4	+4		
		+5							
			+6	+6	+6				
				+7					

◀ تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها على عكس الفلزات الممثلة. **علل؟**

لأنه عند تأكسد العناصر الانتقالية تخرج الالكترونات المفقودة بالتتابع من المستوى الفرعي 4s ثم المستوى الفرعي القريب منه في الطاقة 3d.

◀ تزداد حالات التأكسد من عنصر السكانديوم حتى تصل إلى أقصى قيمة لها في عنصر المنجنيز (+7) الذي يقع في المجموعة السابعة (7B).

21 SC سكانديوم	22 Ti تيتانيوم	23 V فانديوم	24 Cr كروم	25 Mn منجنيز	26 Fe حديد	27 Co كوبلت	28 Ni نيكل	29 Cu نحاس	30 Zn خارصين
----------------------	----------------------	--------------------	------------------	--------------------	------------------	-------------------	------------------	------------------	--------------------

◀ تعطى جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى حالة التأكسد (+2) وذلك بفقد الكتروني المستوى الفرعي 4s (ما عدا السكانديوم).

◀ أعلى عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم المجموعة التي ينتمي إليها ما عدا عناصر المجموعة IB وهي النحاس والفضة والذهب.

ملاحظات

- ◀ عنصر السكندريوم له حالة تأكسد وحيدة ( $Sc^{3+}$ ). علل؟
- ◀  $[Ar] 4s^2, 3d^1$ . لأنه يكون أكثر ثباتا عندما يفقد إلكترونات المستوى الفرعي s وإلكترونات المستوى d.
- ◀ لا يكون عنصر السكندريوم مركبات، يكون عدد تأكسده فيها (+4). علل؟
- ◀  $[Ar] 4s^2, 3d^1$ . لأن فقد الإلكترون الرابع سوف يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل بالإلكترونات.
- ◀ في حالات التأكسد الأعلى تفقد إلكترونات من المستوى الفرعي 3d.
- ◀ تتكرر حالة التأكسد (+2) في كل عناصر السلسلة الانتقالية الأولى عدا السكندريوم
- ◀ السكندريوم عنصر انتقالي له حالة تأكسد واحدة (+3)
- ◀ الخارصين عنصر غير انتقالي له حالة تأكسد واحدة (+2)
- ◀ تتعدد حالات التأكسد لبقية عناصر السلسلة الانتقالية الأولى
- ◀ لم تظهر حالة التأكسد (+7) إلا في عنصر المنجنيز  $^{25}Mn$
- ◀ لم تظهر حالة التأكسد (+1) إلا في عنصر النحاس  $^{29}Cu$
- ◀ يمكن فقط للعناصر من ( $Sc \rightarrow Mn$ ) أن تفقد جميع إلكترونات 4s, 3d
- ◀ لذلك يختلف الحديد عن العناصر التي تسبقه في السلسلة بأنه لا يظهر فيه حالة تأكسد تدل على خروج جميع إلكترونات 4s, 3d
- ◀ تزداد حالات التأكسد بزيادة العدد الذري من السكندريوم إلى المنجنيز (طردية)
- ◀ ثم تقل حالات التأكسد بزيادة العدد الذري من الحديد إلى الخارصين (عكسية)

العلاقة بين حالة التأكسد وإمكانية تواجد الأيون

- ◀ إذا كانت حالة التأكسد تؤدي إلى تكوين المستوى الفرعي  $3d^0, 3d^5, 3d^{10}$  فإنه يسهل التحول إليها
- ◀  $Mn^{3+} : [Ar] 3d^4 \xrightarrow{\text{يسهل التحول إلى}} Mn^{2+} : [Ar] 3d^5$
- ◀  $Fe^{2+} : [Ar] 3d^6 \xrightarrow{\text{يسهل التحول إلى}} Fe^{3+} : [Ar] 3d^5$
- ◀ إذا كانت حالة التأكسد تؤدي إلى فقدان التركيب  $3d^0, 3d^5, 3d^{10}$  فإنه يصعب التحول إليها.
- ◀  $Ti^{4+} : [Ar] 3d^0 \xrightarrow{\text{يصعب التحول إلى}} Ti^{3+} : [Ar] 3d^1$
- ◀  $Mn^{2+} : [Ar] 3d^5 \xrightarrow{\text{يصعب التحول إلى}} Mn^{3+} : [Ar] 3d^4$

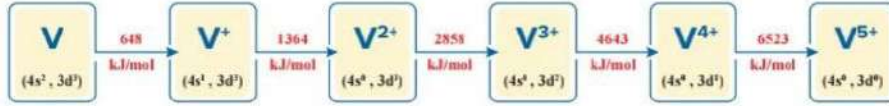
التفسير:

- ◀ لأن الأيون يكون أكثر استقرارا عندما يصبح المستوى الفرعي d فارغا ( $d^0$ ) أو نصف ممتلئ ( $d^5$ ) أو تام الامتلاء ( $d^{10}$ )

## جهد التأين

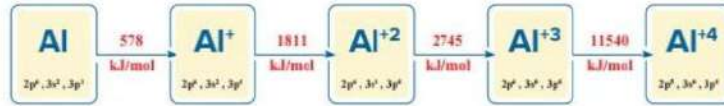
في العناصر الانتقالية:

طاقات (جهود) التأين المتتالية لذرة الفلز الانتقالي تزداد بتدرج واضح حيث تخرج الإلكترونات من المستوى الفرعي 4s ثم المستوى الفرعي القريب منه في الطاقة 3d بالتتابع.



في الفلزات الممثلة (مثل الصوديوم والماغنسيوم والألومنيوم):

الزيادة في جهد التأين الثاني في حالة الصوديوم والثالث في حالة الماغنسيوم والرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جدًا وذلك لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل لذا فلا يمكن الحصول على Na<sup>2+</sup> أو Mg<sup>3+</sup> أو Al<sup>4+</sup> بالتفاعل الكيميائي العادي.



## العنصر الانتقالي

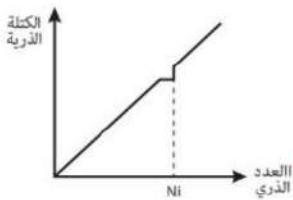
هو العنصر الذي تكون فيه الأوربيتالات d أو f مشغولة ولكنها غير ممتلئة سواء في الحالة الذرية أو في حالة من حالات تأكسده.

## الكتلة الذرية

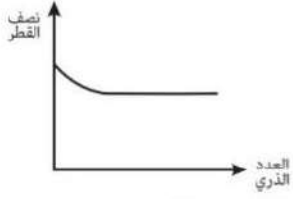
زيادة العدد الذري تزداد الكتلة الذرية وبالتالي تزداد الكثافة الذرية بالتدرج.

يشذ عن ذلك النيكل. علل؟

بسبب وجود خمسة نظائر مستقرة للنيكل المتوسط الحسابي لها 58.7u.



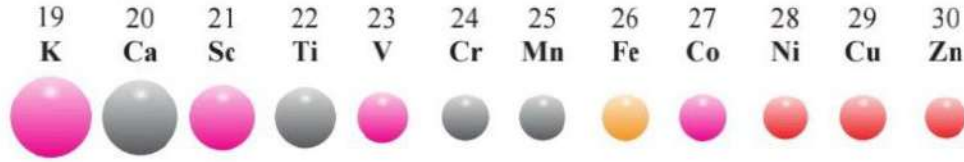
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn



### نصف قطر الذرة

◀ أنصاف الأقطار الذرية لا تتغير كثيرًا عند انتقالنا عبر السلسلة الانتقالية الأولى.

◀ يلاحظ الثبات النسبي لنصف القطر من الكروم إلى النحاس.



◀ **علل: التغير في أنصاف أقطار العناصر الانتقالية لا يكون كبيراً؟**

يرجع ذلك إلى عاملين متعاكسين:

1 العامل الأول (يعمل على نقص نصف قطر الذرة بزيادة العدد الذري):

لأنه بزيادة العدد الذري:

- تزداد شحنة النواة الفعالة

- فيزداد جذب النواة للإلكترونات

- فيتناقص نصف قطر الذرة.

2 العامل الثاني (يعمل على زيادة نصف قطر الذرة بزيادة العدد الذري):

لأنه بزيادة العدد الذري:

- يزيد عدد إلكترونات المستوى الفرعي 3d

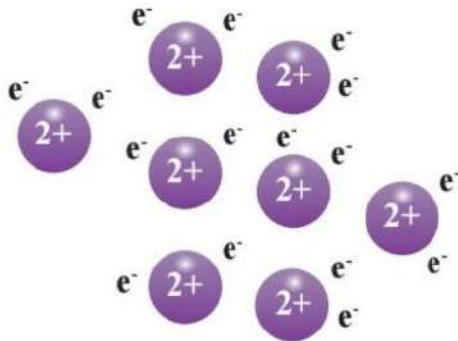
- فتزداد قوى التنافر بينها.

**ونتيجة لتأثير هذين العاملين المتعاكسين نلاحظ الثبات النسبي في أنصاف أقطار هذه العناصر.**

◀ **علل: استخدام العناصر الانتقالية في صناعة السبائك؟**

بسبب الثبات النسبي في أنصاف أقطار هذه العناصر حيث يرجع ذلك إلى عاملين متعاكسين ...

### الخاصية الفلزية



◀ جميعها فلزات صلبة تمتاز باللمعان والبريق وجودة التوصيل للحرارة والكهرباء.

لها درجات انصهار وغلجان مرتفعة. **علل؟**

لقوة الروابط الفلزية بين الذرات بسبب زيادة الإلكترونات المكونة لها حيث تساهم إلكترونات 3d, 4s في هذا الترابط.

◀ معظم الفلزات الانتقالية كثافتها عالية وتزداد بزيادة العدد الذري.

**علل؟**

لأن الحجم الذري لهذه العناصر ثابت تقريباً وبزيادة العدد الذري تزداد الكتلة الذرية وبالتالي تزداد الكثافة.



◀ **علل:** تباين النشاط الكيميائي لفلزات العناصر الانتقالية الكيميائي؟

النحاس: فلز محدود النشاط.

الحديد: متوسط النشاط فيصداً عند تعرضه للهواء.

السكانديوم: شديد النشاط يحل محل هيدروجين الماء بنشاط شديد.

### الخواص المغناطيسية

#### الخاصية البارامغناطيسية:

◀ وجودها: في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي يكون فيها أوربيتالات تشغلها إلكترونات مفردة ( $\uparrow$ ).

◀ السبب: لأن غزل الإلكترون المفرد حول محوره ينشأ عنه مجال مغناطيسي يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي.

#### المادة البارامغناطيسية

المادة التي تنجذب نحو المجال المغناطيسي نتيجة لاحتواء أوربيتالاتها على إلكترونات مفردة.

◀ تتناسب قوى الجذب المغناطيسي في المواد البارامغناطيسية طردياً مع عدد الإلكترونات المفردة.

(يزداد العزم المغناطيسي بزيادة عدد الإلكترونات المفردة).

◀ معظم مركبات العناصر الانتقالية مواد بارامغناطيسية. **علل؟**

لأن معظمها يحتوي على إلكترونات مفردة في المستوى الفرعي d والإلكترونات المفردة ( $\uparrow$ ) ينشأ عن غزلها مجال مغناطيسي يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي.

◀ **علل:** العزم المغناطيسي للمنجنيز  $_{25}\text{Mn}$  أكبر من العزم المغناطيسي للكوبلت  $_{27}\text{Co}$ .

لأن عدد الإلكترونات المفردة في المنجنيز أكبر منها في الكوبلت، والعزم المغناطيسي يزداد بزيادة عدد الإلكترونات المفردة.

Mn: [Ar],  $4s^2, 3d^5$   $d^5$ 

$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
------------	------------	------------	------------	------------

Co: [Ar],  $4s^2, 3d^7$   $d^7$ 

$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
----------------------	----------------------	------------	------------	------------

#### الخاصية الديامغناطيسية:

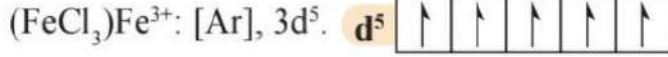
◀ وجودها: في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي يكون فيها أوربيتالات تشغلها إلكترونات مزدوجة ( $\uparrow\downarrow$ ) ولا تحتوي على إلكترونات مفردة ( $\uparrow$ ).

◀ السبب: وجود الإلكترونات في جميع الأوربيتالات في حالة ازدواج ( $\uparrow\downarrow$ ) فيعمل كلّ إلكترونين مزدوجين في اتجاهين متضادين فيكون عزمها المغناطيسي يساوي صفراً.

## المادة الديامغناطيسية

هي المادة التي تتنافر مع المجال المغناطيسي نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها في حالة ازدواج.

◀ **علل:** تعتبر مادة  $FeCl_3$  بارامغناطيسية بينما مادة  $ZnCl_2$  ديامغناطيسية.



◀ بارامغناطيسية لأن المستوى الفرعي d يحتوي على 5 إلكترونات مفردة.



◀ ديامغناطيسية لأن المستوى الفرعي d يحتوي تام الامتلاء ولا يحتوي على إلكترونات مفردة،

يمكن عن طريق قياس وتقدير العزوم المغناطيسية للمادة تحديد عدد الإلكترونات المفردة ومن ثم تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز.

## الأيونات الملونة

◀ يتكون الضوء المرئي من مجموعة من الألوان تعطي في مجموعها اللون الأبيض وعند سقوط الضوء على المادة:



العنصر الانتقالي يكون:

- **عديم اللون:** إذا كان المستوى الفرعي d ممتلئاً أو فارغاً (لا يحتوي على إلكترونات مفردة).
- **ملون:** إذا كان المستوى الفرعي d ممتلئاً جزئياً (يحتوي على إلكترونات مفردة).

◀ ظهور معظم مركبات الكروم III باللون الأخضر. **علل؟**

لأنها تمتص اللون الأحمر من الضوء المرئي فيظهر الكروم باللون الأخضر المتمم له.

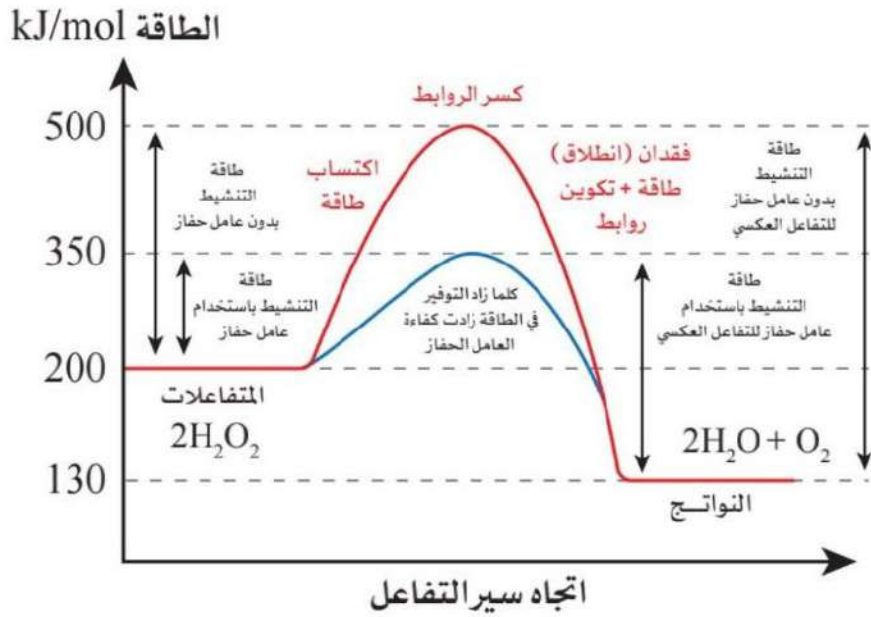
◀ الأيونات المتهدرتة لمعظم الفلزات الممثلة تكون غير ملونة.

**علل؟**

لأن الأوربيبتالات (d) تكون غير موجودة أو تامة الامتلاء (عدم وجود إلكترونات مفردة) مما يؤدي إلى غياب اللون.



## النشاط الحفزي

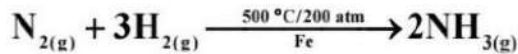


## فكرة عمل العناصر الانتقالية كعوامل حفازة:

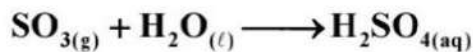
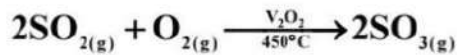
- استخدام الكروونات 4s, 3d في تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة وذرات سطح الفلز.
- تركيز هذه المتفاعلات على سطح الحافز.
- إضعاف الرابطة بين الجزيئات المتفاعلة مما يقلل طاقة التنشيط ويزيد من سرعة التفاعل.
- علل: تعتبر الفلزات الانتقالية عوامل حفاز مثالية؟
- لأنها تستخدم الكروونات 4s, 3d في تكوين روابط...

## أمثلة:

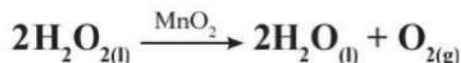
- النيكل المجزأ: يستخدم في عمليات هدرجة الزيوت.
- الحديد المجزأ: يستخدم في تحضير غاز النشادر بطريقة هابر-بوش.



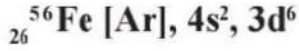
- خامس أكسيد الفانديوم V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: يستخدم كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس.



- ثاني أكسيد المنجنيز MnO<sub>2</sub>: يستخدم في تفاعل انحلال فوق أكسيد الهيدروجين (تفاعل طارد للحرارة)



الحديد



◀ عصب الصناعات الثقيلة .

◀ ترتيب الحديد الرابع بين العناصر المعروفة (والثاني بين الفلزات) في القشرة الأرضية بعد عناصر

الأكسجين والسيليكون والألومنيوم Fe, Al, Si, O.

◀ يكون %5.1 من وزن القشرة الأرضية.

◀ تزداد كميته كلما اقتربنا من باطن الأرض .

وجود الحديد

◀ بشكل حرف قط في النيازك (%90).

◀ في القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية (أكاسيد الحديد مختلطة بشوائب).

◀ تتحدد صلاحية خام الحديد للاستخلاص حسب:

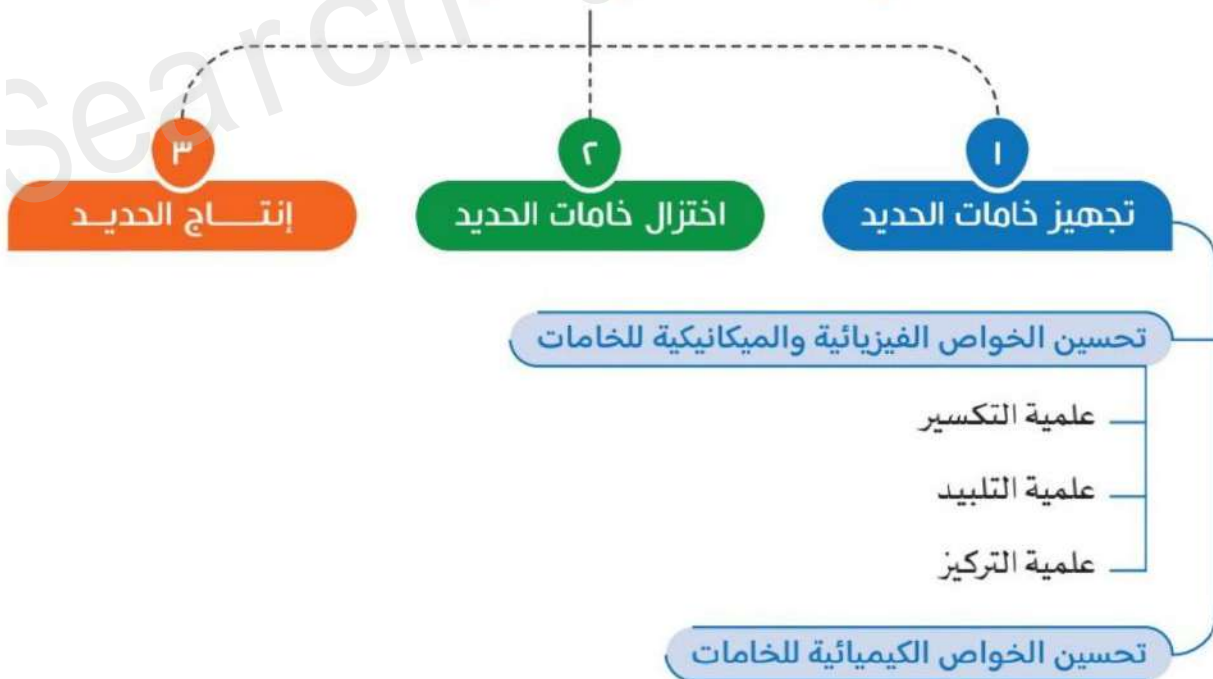
1) نسبة الحديد فيه .

2) تركيب الشوائب المصاحبة له .

3) وجود العناصر الضارة المختلطة معه مثل الكبريت والفوسفور والزنك .

الخاصة	نسبة الحديد في الخام	الخواص	الصيغة	الاسم الكيميائي	الخام
الجزء الغربي لمدينة أسوان الواحات البحرية	50-60%	أحمر داكن سهل الاختزال	$Fe_2O_3$	أكسيد الحديد (III)	الهيماتيت 
الواحات البحرية	20-60%	أصفر سهل الاختزال	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	أكسيد الحديد (III) المتهدرت	الليمونيت 
الصحراء الشرقية	45-70%	أسود له خواص مغناطيسية	$Fe_3O_4$	أكسيد الحديد المغناطيسي	المجنتيت 
-	30-42%	رمادي مصفر سهل الاختزال	$FeCO_3$	كربونات الحديد (II)	السبيريت 

## خطوات استخلاص الحديد من خاماته



استخلاص الحديد من خاماته

أولاً: تجهيز خامات الحديد:

١- تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية للخامات.

◀ عمليات التكسير:

تكسير أجزاء الخام الكبيرة إلى أجزاء صغيرة مناسبة لعملية الاختزال.

◀ عمليات التلييد:

ربط وتجميع الحبيبات الناتجة من طحن وتكسير خام الحديد في أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة.

◀ علل: أهمية عملية التلييد؟

لأن عمليات التكسير والطحن وتنظيف الأفران العالية ينتج عنها كميات هائلة من الخام الناعم الذي لا يمكن استخدامه في الأفران العالية مباشرة لذا تخضع هذه الحبيبات الدقيقة لمعالجة تسمى (التلييد).

◀ عمليات التركيز: وهي عملية زيادة نسبة الحديد بفصل الشوائب والمواد غير المرغوب فيها عن الخامات والتي تكون متحدة معها كيميائياً أو مختلطة بها وتتم باستخدام خاصية:

• التوتر السطحي  
• الفصل المغناطيسي أو الكهربي

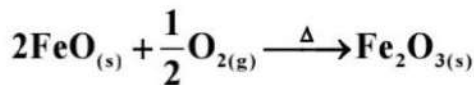
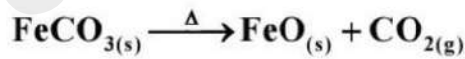
٢- تحسين الخواص الكيميائية:

التحميص

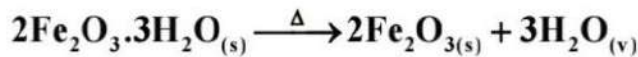
هو تسخين الخام بشدة في الهواء.

◀ أهمية التحميص: رفع نسبة الحديد في الخام عن طريق:

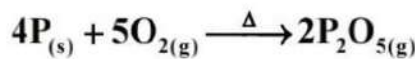
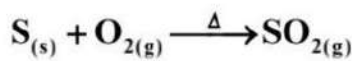
• التخلص من ثاني أكسيد الكربون:



• تجفيف الخام والتخلص من الرطوبة:



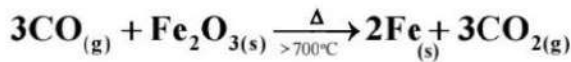
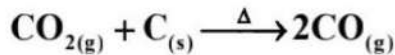
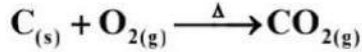
• أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت والفسفور:



ثانياً: اختزال خامات الحديد ( اختزال أكاسيد الحديد – الهيماتيت - إلى حديد):

◀ ياحدى طريقتين تبعاً للعامل المختزل المستخدم.

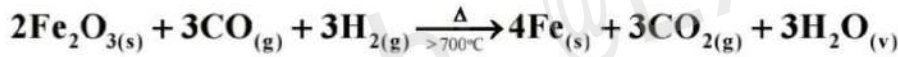
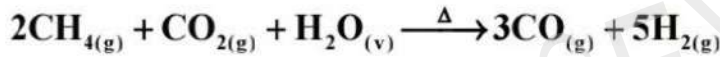
- الاختزال بغاز أول أكسيد الكربون
- الناتج من فحم الكوك
- تتم هذه العملية في الفرن العالي.



◀ الاختزال بخليط غازي أول أكسيد الكربون والهيدروجين (الغاز المائي).

◀ الناتجين من الغاز الطبيعي (نسبة غاز الميثان  $CH_4$  فيه 93%).

◀ تتم هذه العملية في فرن مدرّكس.



ثالثاً: إنتاج الحديد:

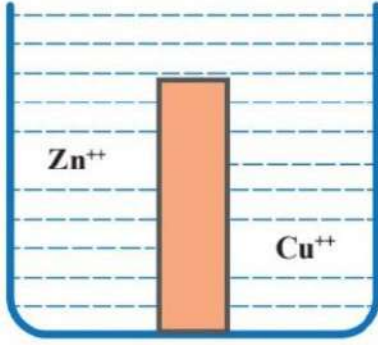
◀ إنتاج الأنواع المختلفة من الحديد مثل الحديد الزهر أو الصلب.

◀ تعتمد صناعة الصلب على عمليتين أساسيتين هما:

- التخلص من الشوائب الموجودة في الحديد الناتج من أفران الاختزال.
- إضافة بعض العناصر إلى الحديد لتكسب الصلب الناتج الخواص المطلوبة للأغراض الصناعية.

◀ تتم صناعة الصلب باستخدام واحد من ثلاثة أنواع معروفة من الأفران هي:

- المحولات الأكسجينية.
- الفرن المفتوح.
- الفرن الكهربائي.



السبائك

السبيكة

هي ما يتكون عادة من فلزين أو أكثر أو فلز ولافلز

تحضير السبائك:

◀ صهر الفلزات مع بعضها وترك المنصهر ليبرد تدريجيًا، **مثال:** الحديد مع ( الفانديوم - الكروم - المنجنيز - النيكل ).

◀ الترسيب الكهربائي لفلزين أو أكثر في نفس الوقت، **مثل:** تغطية المقابض الحديدية بالنحاس الأصفر (نحاس + خارصين)، وذلك بترسيبه كهربيًا من محلول يحتوي أيونات النحاس وأيونات الخارصين على هذه المقابض.

سبائك المركبات البينفلزية	السبائك الاستبدالية	السبائك البينية	وجه المقارنة
فلزات لا تقع في مجموعة واحدة من الجدول الدوري	فلزين لهما نفس القطر والشكل البلوري	فلز كبير الذرات فلز صغير الذرات (أو لافلز)	مكونات السبيكة
تفاعل كيميائي (مركب كيميائي جديد)	استبدال فلز ليحل محله الفلز الآخر (مخلوط وليس مركب)	إضافة الفلز صغير الذرات إلى الفلز كبير الذرات (مخلوط وليس مركب)	طبيعة الاتحاد
<ul style="list-style-type: none"> <li>سبيكتي الألومنيوم - النيكل (Al + Ni)</li> <li>الألومنيوم - النحاس، (Al + Cu)</li> <li>والمعروفتين باسم الديورألومين (الألومنيوم هو المكون الرئيسي في سبيكة الديورألومين)</li> <li>سبيكة الرصاص - الذهب (Au<sub>2</sub> Pb)</li> <li>السيمنتيت (Fe<sub>3</sub>C) (كربيد الحديد)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>سبيكة الحديد والكروم في الصلب الذي لا يصدأ (حديد + كربون + كروم) يكون الكروم طبقة من الأكسيد تحمي السبيكة من التفاعل مع الهواء وبالتالي من الصدأ</li> <li>سبيكة الذهب والنحاس</li> <li>سبيكة النحاس الأصفر (Cu + Zn)</li> <li>سبيكة الحديد والنيكل</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>زيادة الصلابة</li> <li>تغيير بعض الخواص الفيزيائية مثل: الطرق والسحب الانصهار، والتوصيل الكهربائي الخواص المغناطيسية</li> </ul> <p><b>مثال:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>الحديد الصلب (حديد + كربون)</li> </ul>	أمثلة

◀ الحديد النقي أقل صلابة من سبيكة الحديد والكربون (سبيكة بينية) .. **علل؟**

الحديد النقي: يتكون من شبكة بلورية من ذرات الفلز مرصوصة رصا محكما بينها مسافات بينية وعند الطرق يمكن أن تتحرك طبقات الفلز فوق بعضها .

◀ سبيكة الحديد والكربون: عند إدخال عنصر آخر حجم ذراته أقل من حجم ذرات الفلز النقي في المسافات البينية للشبكة البلورية للفلز الأصلي، فإن ذلك يعوق انزلاق الطبقات وهو ما يزيد من صلابة الفلز بالإضافة إلى تأثير بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل: قابلية الطرق والسحب ودرجات الانصهار والتوصيل الكهربائي والخواص المغناطيسية .

◀ النسبة بين أنصاف الأقطار:

- تساوي الواحد الصحيح تقريبًا في السبائك الاستبدالية .
- لا تساوي الواحد الصحيح في السبائك البينية والبينفلزية .

### سبائك الألومنيوم



◀ للتمييز بين سبيكتي الحديد الصلب (Fe + C) والنحاس الأصفر (Zn + Cu):

نضيف حمض مخفف لكل منهما (dil HCl , dil H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):

- يذوب الحديد ويترسب الكربون في الحديد الصلب (راسب أسود)
- يذوب الخارصين ويترسب النحاس في النحاس الأصفر (راسب أحمر)

◀ للتمييز بين سبيكة (Fe + Zn) وسبيكة (Zn + Cu):

نضيف حمض مخفف لكل منهما (dil HCl , dil H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):

- تذوب السبيكة الأولى (Fe + Zn) بالكامل .
- يذوب الخارصين فقط ويترسب النحاس في السبيكة الثانية (Zn + Cu)

Zn

Fe

H

Cu

C

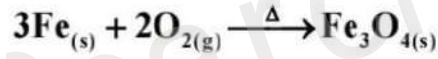
### خواص الحديد

#### الخواص الفيزيائية:

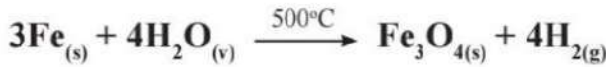
- ليس للحديد النقي أي أهمية صناعية. **علل؟**
- لأنه لين نسبياً ليس شديد الصلابة.
- يسهل تشكيله، قابل للسحب والطرق
- له خواص مغناطيسية.
- ينصهر عند  $1538^{\circ}\text{C}$ .
- كثافته  $7.87\text{g/cm}^3$ .

#### الخواص الكيميائية:

- بخلاف العناصر التي قبله في السلسلة الانتقالية الأولى لا يعطي الحديد حالة تأكسد تدل على خروج جميع الإلكترونات المستويين الفرعيين (4s, 3d) وهي ثمان إلكترونات.
- جميع حالات التأكسد الأعلى من (+3) ليست ذات أهمية.
- له حالة تأكسد (+2) تقابل خروج الكتروني المستوى الفرعي (4s) وحالة تأكسد (+3) تقابل ( $3d^5$ ) نصف ممتلئ (حالة ثبات).
- تأثير الهواء: يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو الأوكسجين ليعطي أكسيد حديد مغناطيسي.



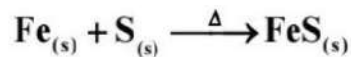
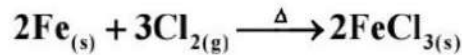
- فعل بخار الماء: يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار ( $500^{\circ}\text{C}$ ) مع بخار الماء ليعطي أكسيد حديد مغناطيسي وهيدروجين.



#### مع اللافلزات:

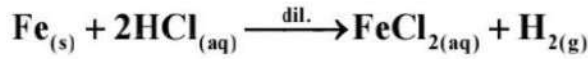
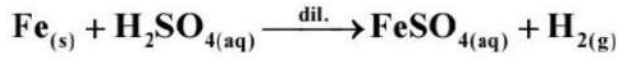
- يتفاعل مع الكلور ويعطي كلوريد حديد (III)

- يتحد مع الكبريت مكوناً كبريتيد حديد (II) (لأن الكبريت عامل مختزل ضعيف).

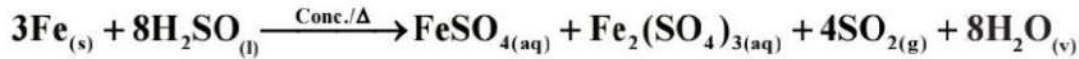


مع الأحماض:

◀ في الأحماض المعدنية المخففة: يذوب ليعطي أملاح حديد (II) ولا يتكون أملاح الحديد (III) **علل؟**  
لأن الهيدروجين الناتج يختزلها ويمنع تكون أملاح الحديد III.



◀ مع حمض الكبريتيك المركز الساخن:



◀ يعطي كبريتات حديد (II) وكبريتات حديد (III) وغاز ثاني أكسيد الكبريت وماء.

• يسبب حمض النيتريك المركز خمولا ظاهريا للحديد. **علل؟**

لتكون طبقة رقيقة غير مسامية من الأكسيد على سطح الفلز تحميه من استمرار التفاعل (تتكون طبقة الخمول من أحد أكاسيد الحديد)

• يمكن إزالة هذه الطبقة بالحك أو باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف.

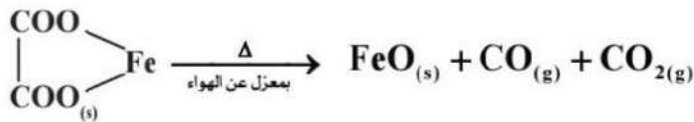
HNO <sub>3</sub> (dil) , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (conc - dil) , HCl (conc - dil)	HNO <sub>3</sub> (conc)	التفاعل مع الحديد
يتفاعل	لا يتفاعل	

• **أكاسيد الحديد** جميع أكاسيد الحديد لا تذوب في الماء

أكسيد الحديد (II): FeO

تحضيره:

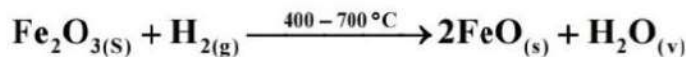
1) بتسخين أوكسالات الحديد (II): بمعزل عن الهواء.

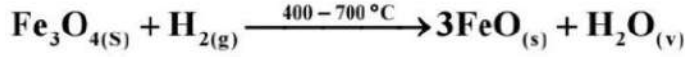


◀ **علل: ينتج من هذا التفاعل أكسيد حديد ثنائي؟**

لأن أول أكسيد الكربون الناتج يعمل كعامل مختزل.

2) باختزال الأكاسيد الأعلى بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون.

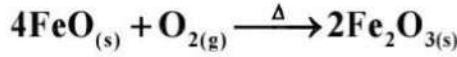




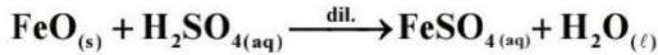
خواصه:

1 مسحوق أسود لا يذوب في الماء.

2 يتأكسد بسهولة في الهواء الساخن.



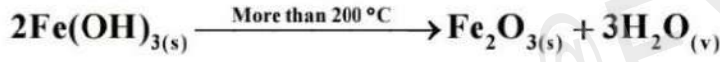
3 يتفاعل مع الأحماض المعدنية المخففة منتجا أملاح الحديد (II) والماء.



أكسيد الحديد (III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :

تحضيره:

1 عند تسخين هيدروكسيد الحديد (III) (بني محمر). درجة أعلى من  $200^\circ\text{C}$  يتحول إلى أكسيد حديد (III).



2 عند تسخين كبريتات الحديد (II) ينتج أكسيد الحديد (III).



3 غير قابل للأكسدة.

وجوده:

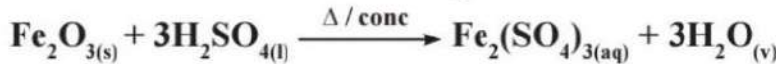
◀ يوجد في الطبيعة في خام الهيماتيت.

خواصه:

1 لا يذوب في الماء.

2 يستخدم كلون أحمر في الدهانات.

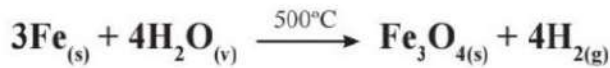
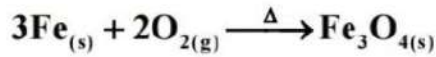
3 يتفاعل مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة فقط معطيا أملاح الحديد (III) والماء.



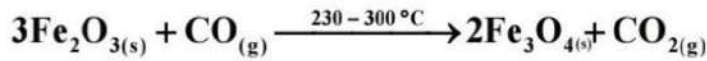
الأكسيد الأسود (أكسيد الحديد المغناطيسي)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ :

تحضيره:

1 من الحديد المسخن لدرجة الاحمرار بفعل الهواء أو بخار الماء.



٢ باختزال أكسيد الحديد (III).



وجوده:

◀ يوجد في الطبيعة ويعرف بالمجنيتيت، وهو أكسيد مختلط من أكسيمي حديد (II) وحديد (III).

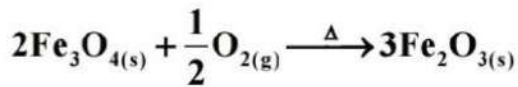
خواصه:

١ مغناطيس قوي.

٢ يتفاعل مع الأحماض المركزة الساخنة معطيا أملاح حديد (II) وحديد (III) مما يدل على أنه أكسيد مركب.

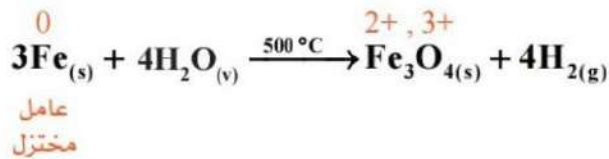
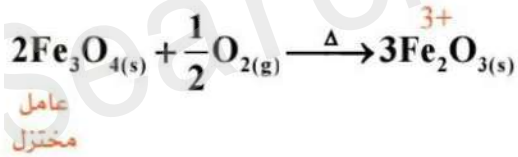
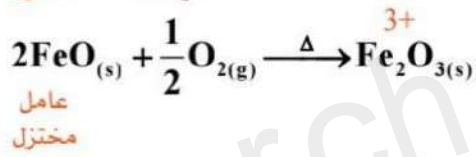
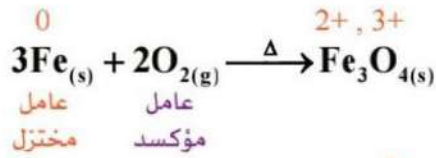
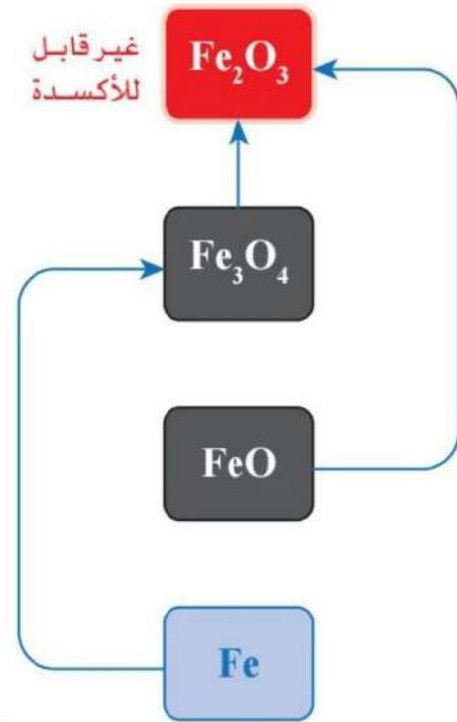


٣ يتأكسد إلى أكسيد الحديد (III) عند تسخينه في الهواء.

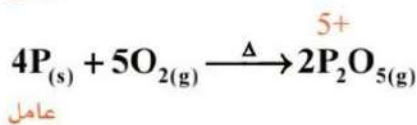
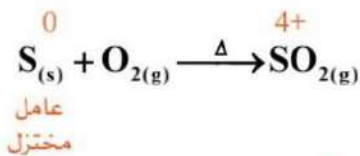


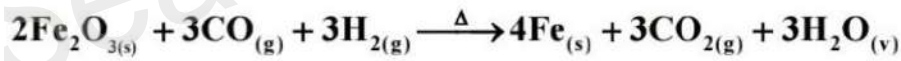
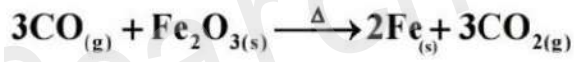
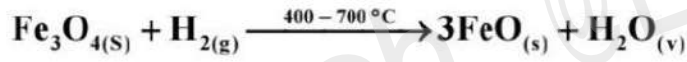
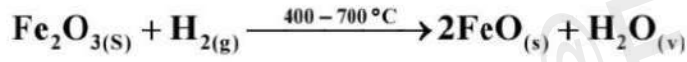
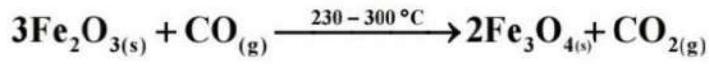
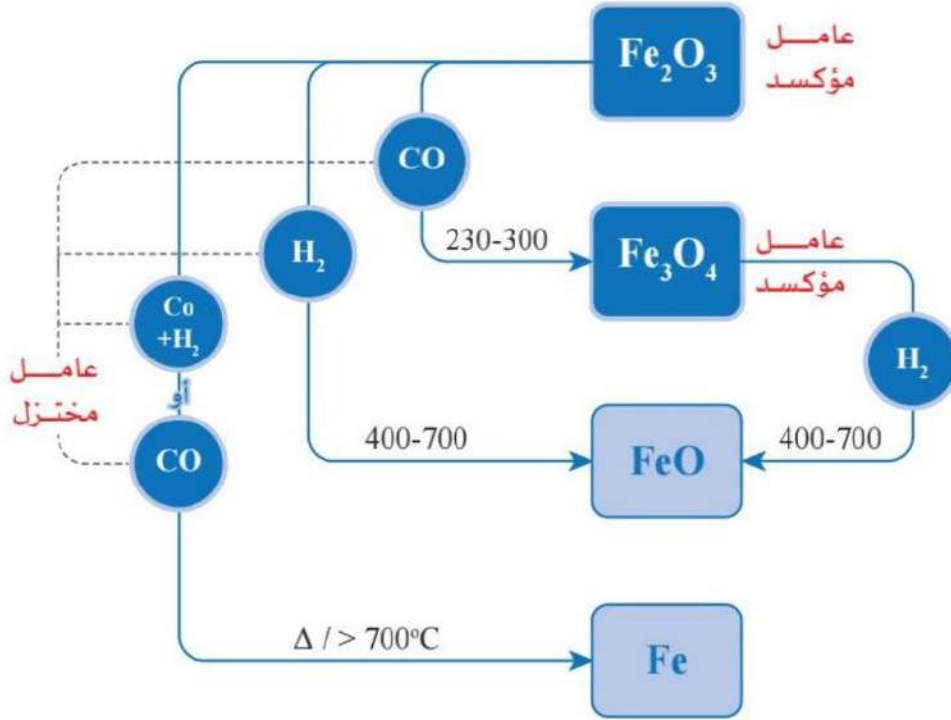
Search @EXAM

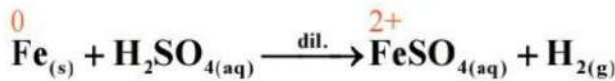
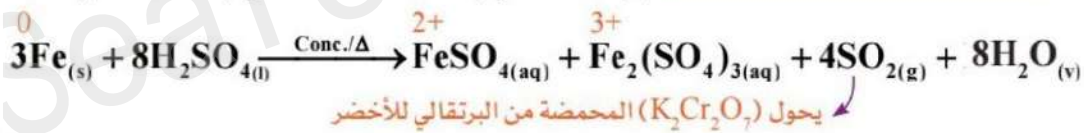
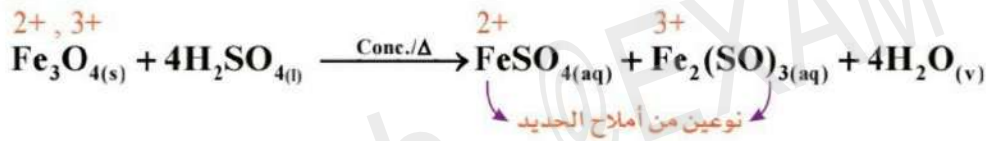
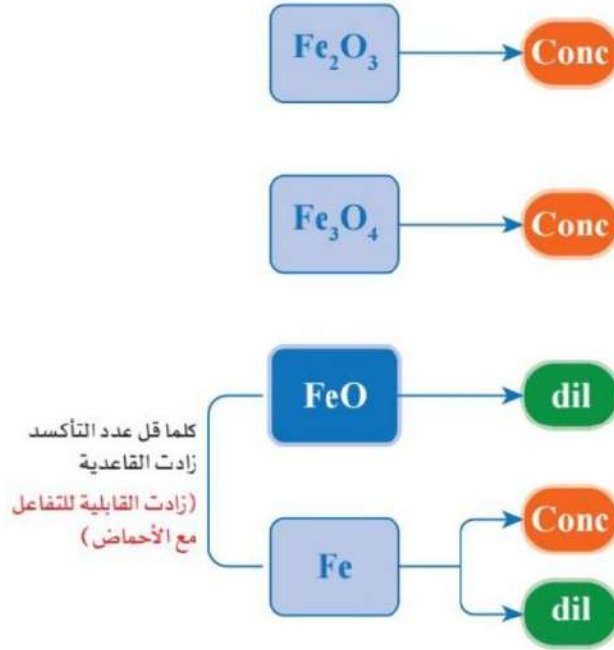
# ملخص معادلات الحديد



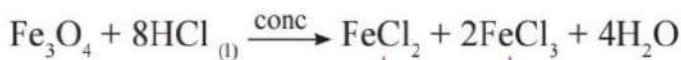
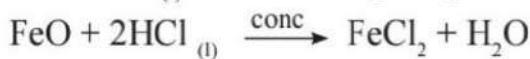
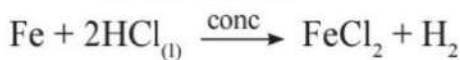
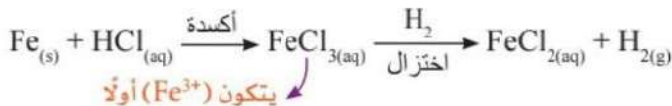
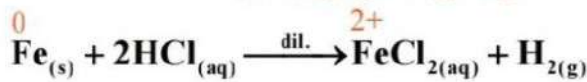
الأكسدة تتم بواسطة  $\text{O}_2$ :







عامل مختزل لذلك يتكون ( $\text{Fe}^{2+}$ )



يعطي ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) مع ( $\text{HCl}$ ) المركز أملاح الحديد (II) و (III)

لم يحدث  
أكسدة  
واختزال  
في هذه  
التفاعلات

ملاحظات

يمكن التمييز بين الحمض المخفف والمركز باستخدام الحديد: يعطي الحمض المركز مع الحديد غاز (SO<sub>2</sub>) الذي يحول (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) المحمضة من البرتقالي للأخضر.

يمكن التمييز بين (Fe, FeO) و (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) باستخدام الحمض المخفف: حيث يتفاعل مع كل من Fe و FeO ولا يتفاعل مع Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

يمكن التمييز بين (Fe) وكل من (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) باستخدام الحمض المركز: حيث يعطي الحمض المركز مع الحديد غاز (SO<sub>2</sub>) الذي يحول (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) المحمضة من البرتقالي للأخضر.

يمكن التمييز بين (Fe, FeO) باستخدام الحمض المخفف: حيث يتصاعد مع الحديد غاز (H<sub>2</sub>) الذي يشتعل بفرقعة.

يمكن استخدام الحديد للتمييز بين:

dil.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	c.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	c.HNO <sub>3</sub>	
يتصاعد مع الحديد غاز (H <sub>2</sub> ) الذي يشتعل بفرقعة.	يتصاعد غاز (SO <sub>2</sub> ) الذي يحول (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) المحمضة من البرتقالي للأخضر.	لا يتفاعل.	Fe

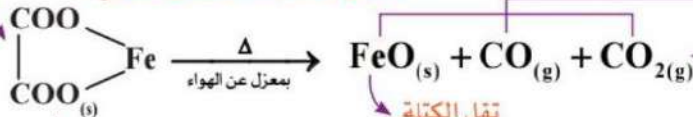
جميع معادلات الأحماض عبارة عن ذوبان.

## الانحلال الحراري:

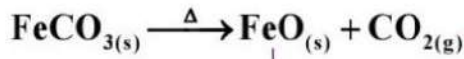


حمض أكساليك (حمض عضوي)

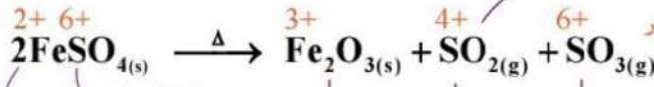
3 أكاسيد (1 صلب + 2 غاز)



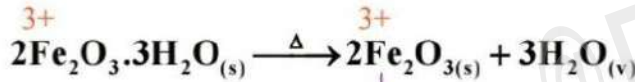
تقل الكتلة

في حالة وجود الهواء:  
يتحول (FeO) إلى  
(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) في الحالتين

تقل الكتلة

اختزال جزئي  
أكسدة  
يحدث للمركب  
أكسدة واختزال ذاتييحول (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) المحمضة من البرتقالي للأخضر

3 أكاسيد (1 صلب + 2 غاز)

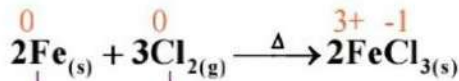
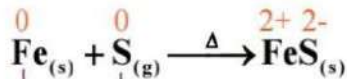


تقل الكتلة

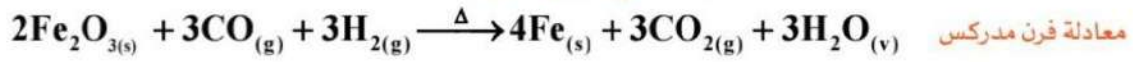
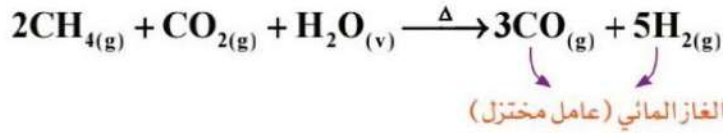
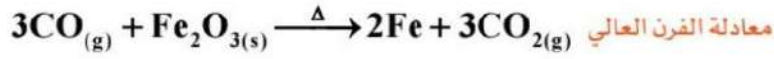
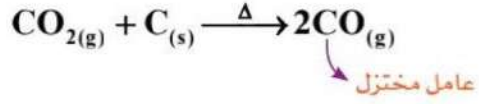
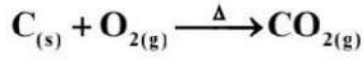


تقل الكتلة

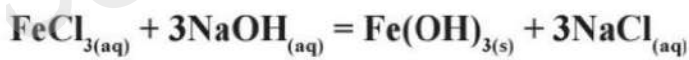
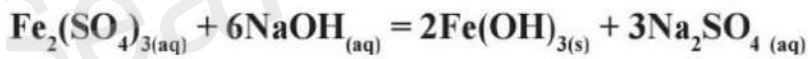
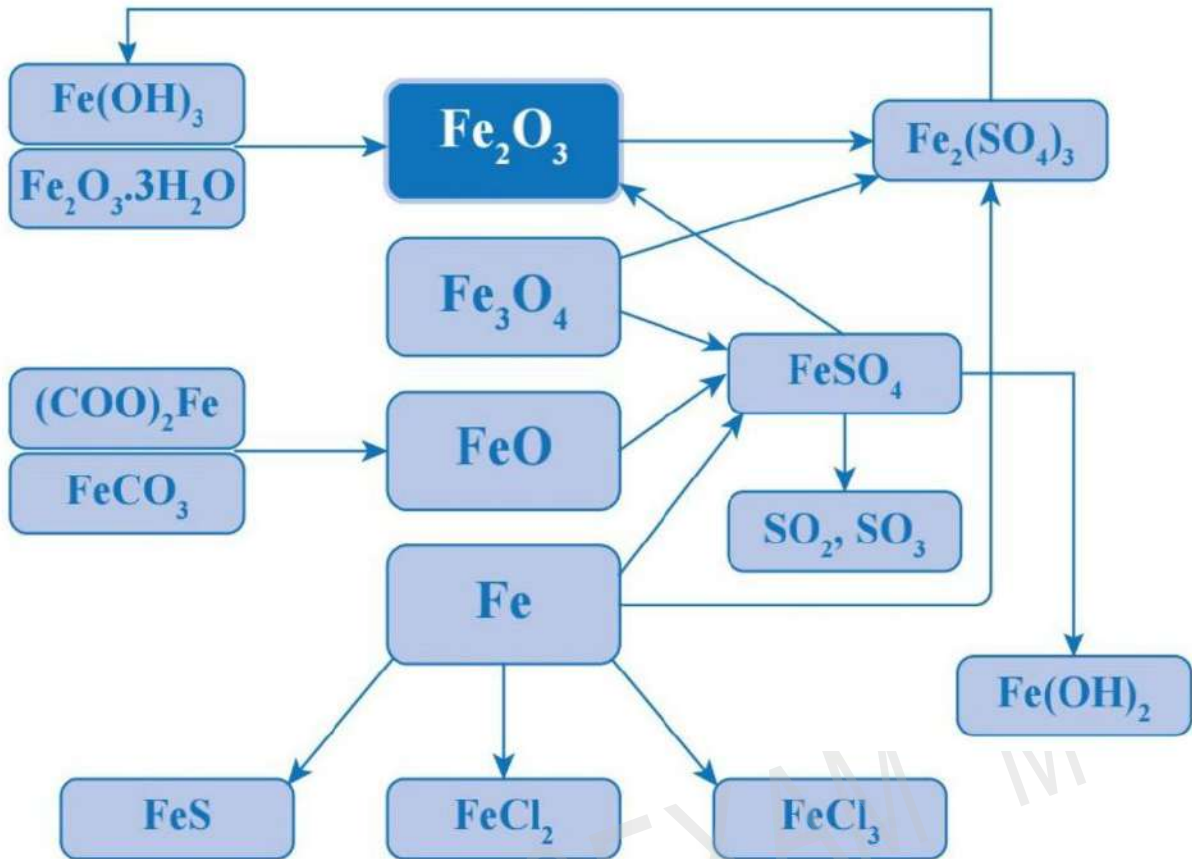
مع اللافلزات (تفاعلات اتحاد مباشر + أكسدة واختزال):

عامل مختزل  
عامل مؤكسد قويعامل مختزل  
عامل مؤكسد قوي

تحضير العوامل المختزلة:



Search @EXAM 111

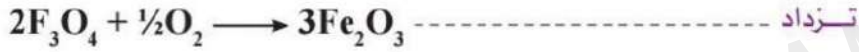
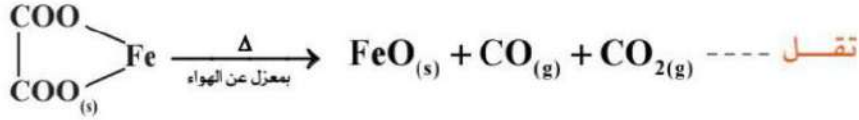
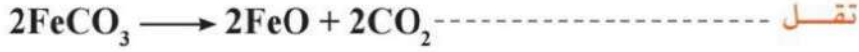


يمكن استبدال NaOH بـ KOH , NH<sub>4</sub>OH

تأثير التسخين على الكتلة



للمقارنة: نضرب المعادلة الأولى (2\*)



# الباب 2 الثاني



## التحليل الكيميائي

## التحليل الكيميائي



تحليل فوري لسكر الجلوكوز في الدم



جهاز قياس PH الرقمي المستخدم في قياس حموضة أو قاعدية التربة



جهاز قياس PH الرقمي تظهر على شاشته قيمة PH للمطر الحامضي

**التحليل الكيميائي** أحد فروع علم الكيمياء التي

تساهم بدور كبير في :

تقدم علم الكيمياء .

تطوير مجالات العلوم المختلفة ، كما يتضح مما يلي :

## 1 دور التحليل الكيميائي في مجال الطب

تقدير كميات المكونات الفعالة في الدواء .

تقدير نسب السكر والزلزال والبولينا والكوليسترول

في الدم والبول ، مما يسهل من مهمة الطبيب في

التشخيص والعلاج .

## 2 دور التحليل الكيميائي في مجال الزراعة

معرفة خواص التربة من حيث الحموضة والقاعدية

ونوع ونسب العناصر الموجودة بها وبالتالي إمكانية

تحسين خواصها ومعالجتها بالأسمدة المناسبة ، لضمان

جودة المحاصيل .

## 3 دور التحليل الكيميائي في مجال الصناعة

تحديد مدى مطابقة الخامات والمنتجات الصناعية

للمواصفات القياسية .

## 4 دور التحليل الكيميائي في مجال البيئة

معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات

البيئية الضارة .

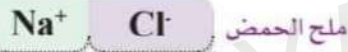
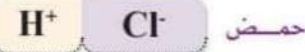
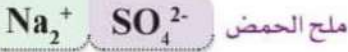
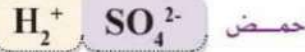
معرفة وقياس نسب غازات أول أكسيد الكربون (CO)

وثاني أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>) وأكاسيد النيتروجين في

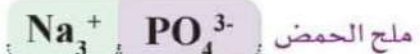
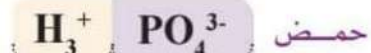
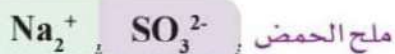
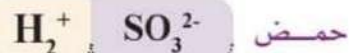
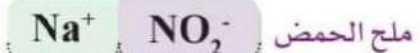
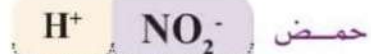
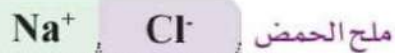
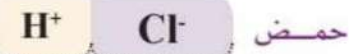
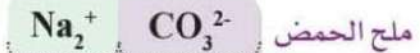
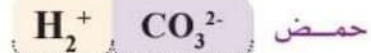
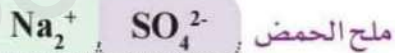
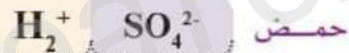
الهواء الجوي .



## تركيب الأملاح



## استنتاج الحمض من صيغة الملح



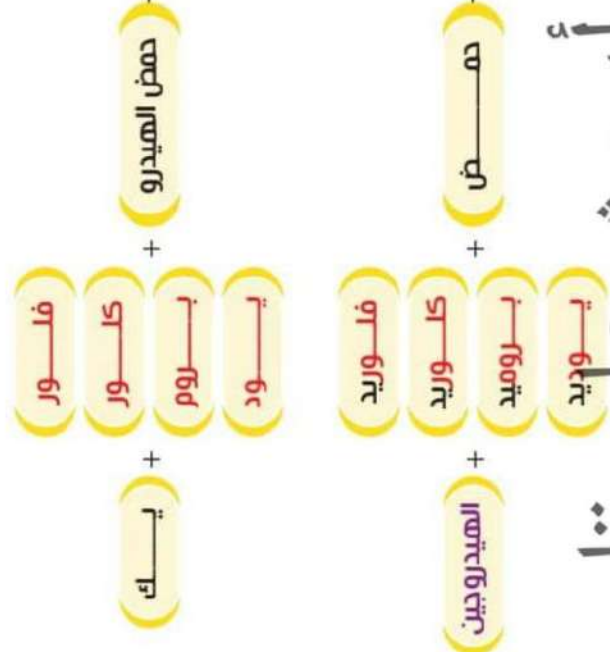
أنواع الأحماض وتسميتها

غير عضوية

عضوية

أحماض هالوجينية

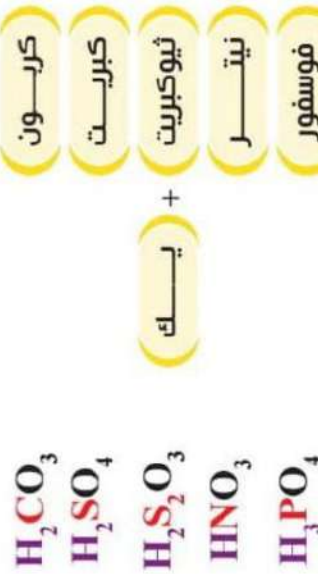
هالوجين + H

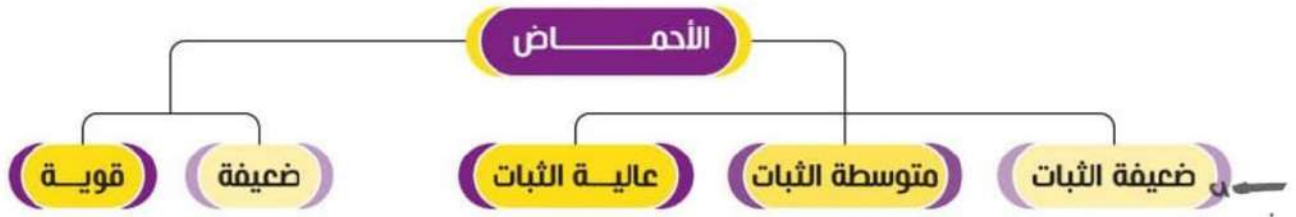


أحماض أكسجينية

مجموعة ذرية + H

أكسجين + لافلز + H





الأحماض ضعيفة الثبات	
الحمض	$H_2CO_3$
الأيون	$CO_3^{2-}$ $HCO_3^-$
نواتج الانحلال والتطاير	$H_2O + CO_2$
الحمض	$H_2SO_3$
الأيون	$SO_3^{2-}$
نواتج الانحلال والتطاير	$H_2O + SO_2$
الحمض	$H_2S_2O_3$
الأيون	$S_2O_3^{2-}$
نواتج الانحلال والتطاير	$H_2O + SO_2 + S$
الحمض	$H_2S$
الأيون	$S^{2-}$
نواتج الانحلال والتطاير	غاز يتطاير
الحمض	$HNO_2$
الأيون	$NO_2^-$
نواتج الانحلال والتطاير	$HNO_3 + H_2O + NO$

الأحماض متوسطة الثبات	
الحمض	$HCl$
الأيون	$Cl^-$
الحمض	$HBr$
الأيون	$Br^-$
الحمض	$HI$
الأيون	$I^-$
الحمض	$HNO_3$
الأيون	$NO_3^-$

الأحماض عالية الثبات	
الحمض	$H_2SO_4$
الأيون	$SO_4^{2-}$
الحمض	$H_3PO_4$
الأيون	$PO_4^{3-}$

قواعد الذوبانية في الماء

الكبريتات

الثاني الكيب

الخماسي المرص

جميعها تذوب في الماء عدا:



باستثناء الخماسي المرص



تذوب الكربونات والقواعد في الأحماض:  $Al(OH)_3$   $Fe(OH)_2$   $Fe(OH)_3$   $CaCO_3$   $MgCO_3$

## الأنيونات (الأيونات السالبة)

1

BaCl <sub>2</sub>	C. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Dil. HCl
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Br <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
	I <sup>-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
		S <sup>2-</sup>
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>

## الكاتيونات (الأيونات الموجبة)

٢

(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> OH	H <sub>2</sub> S + Dil. HCl	Dil. HCl
Ca <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>+</sup>
	Fe <sup>3+</sup>		Ag <sup>+</sup>
	Al <sup>3+</sup>		Pb <sup>2+</sup>

**التجربة التأكيدية**

$MgCO_3 \xleftarrow{\Delta} Mg(HCO_3)_2 \xleftarrow{MgSO_4}$  راسب أبيض بعد التسخين

$MgCO_3 \xleftarrow{MgSO_4}$  راسب أبيض على البارد

$Ag_2SO_3 \xleftarrow{AgNO_3}$  راسب أبيض يسود بالتسخين

$Ag_2S \xleftarrow{AgNO_3}$  راسب أسود

$I_2$  محلول بني يزول اللون البني

$KMnO_4$  محلول بني يزول اللون البنفسجي

1

**Dil. HCl**

$CO_2 \xrightarrow{Ca(OH)_2} CaCO_3$  راسب أبيض

$CO_2 \xrightarrow{Ca(OH)_2} CaCO_3$  راسب أبيض

$SO_2 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7, H_2SO_4} Cr_2(SO_4)_3$  محلول أخضر

$H_2S \xrightarrow{(CH_3COO)_2Pb} PbS$  راسب أسود

$S$  راسب أصفر

$SO_2 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7, H_2SO_4} Cr_2(SO_4)_3$  محلول أخضر

$HNO_2 \xrightarrow{O_2} NO \xrightarrow{O_2} NO_2$  غاز بني محمر

**التجربة التأكيدية**

$AgCl \xleftarrow{AgNO_3}$  راسب أبيض يذوب في محلول النشادر

$AgBr \xleftarrow{AgNO_3}$  راسب أبيض مصفر يذوب ببطء في محلول النشادر

$AgI \xleftarrow{AgNO_3}$  راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر

$FeSO_4 \cdot NO \xleftarrow{FeSO_4, CH_2SO_4}$  حلقة بنية

2

**C. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

$HCl \xrightarrow{NH_4OH} NH_4Cl$  سحب بيضاء

$HBr \xrightarrow{C.H_2SO_4} Br_2$  أجرة برتقالية حمراء

$HI \xrightarrow{C.H_2SO_4} I_2$  أجرة بنفسجية

$HNO_3 \xrightarrow{\Delta} NO_2$  غاز بني محمر

**التجربة التأكيدية**

$PbSO_4 \xleftarrow{(CH_3COO)_2Pb}$  راسب أبيض

$Ag_3PO_4 \xleftarrow{AgNO_3}$  راسب أصفر يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك

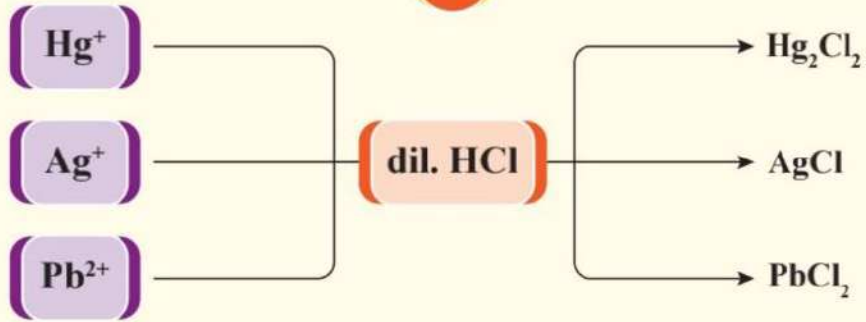
3

**BaCl<sub>2</sub>**

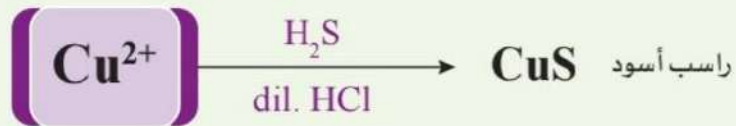
$BaSO_4$  راسب أبيض لا يذوب في HCl

$Ba_3(PO_4)_2$  راسب أبيض يذوب في HCl

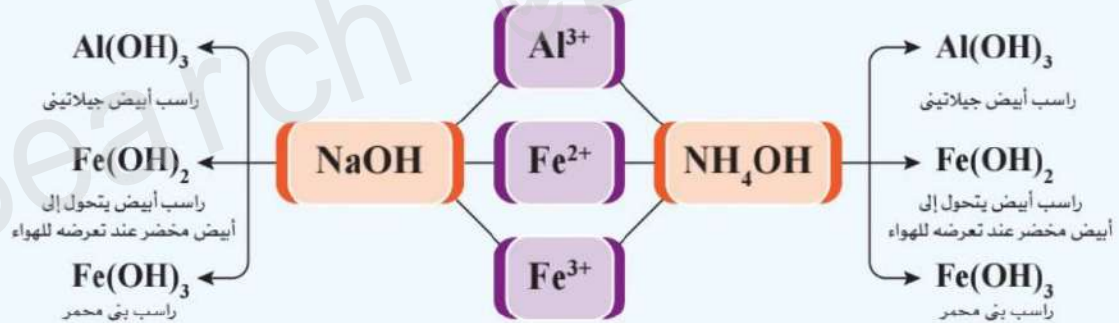
1



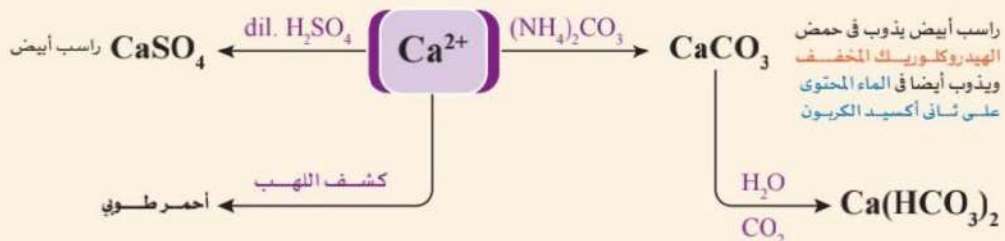
2



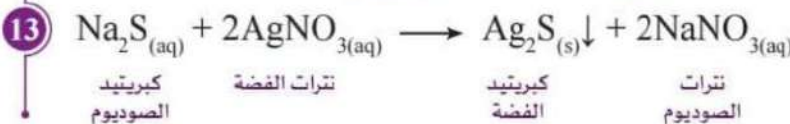
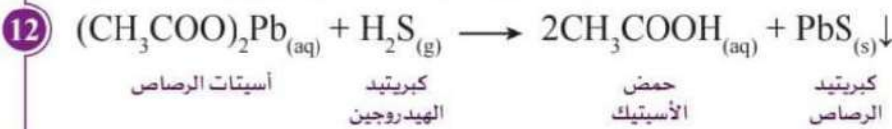
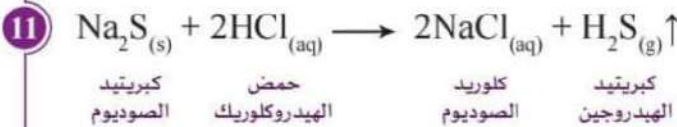
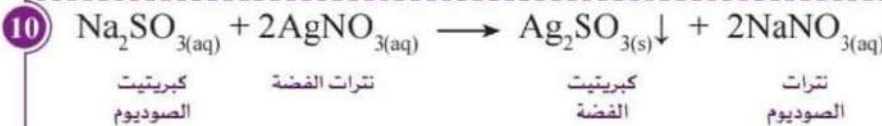
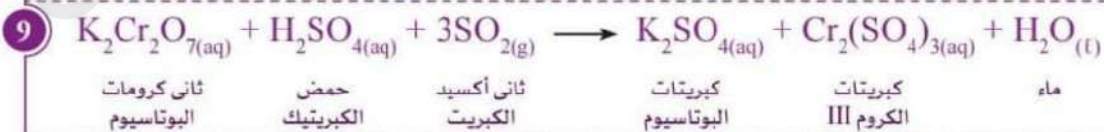
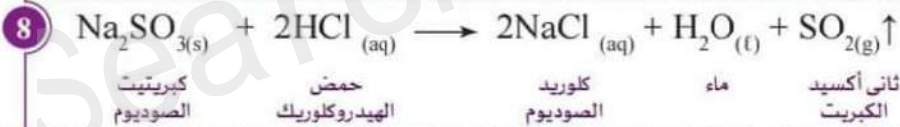
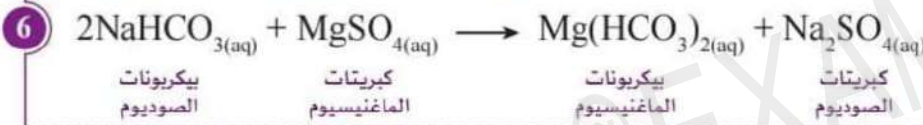
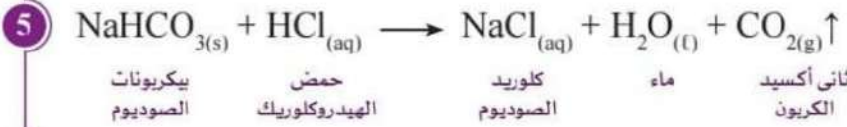
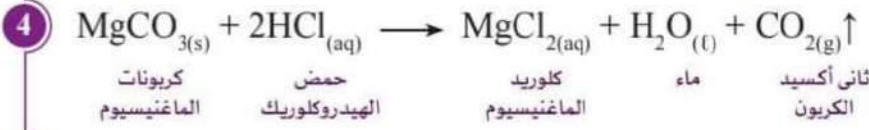
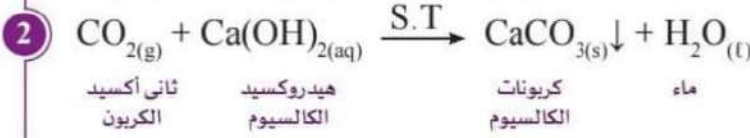
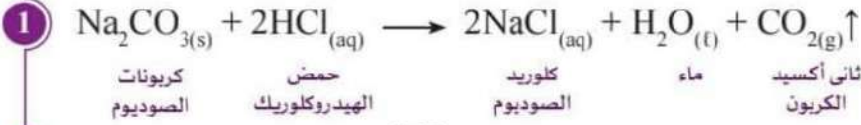
3

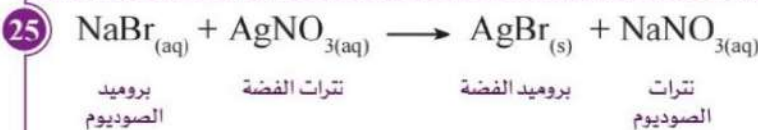
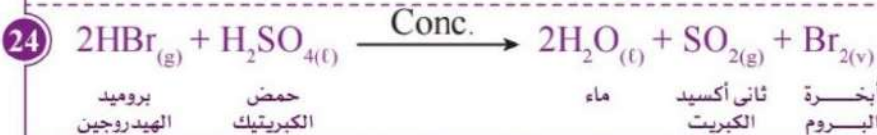
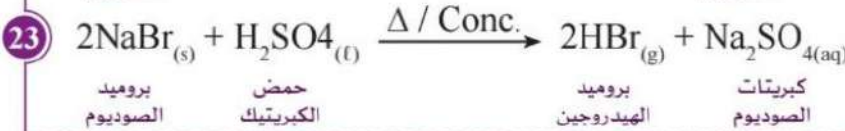
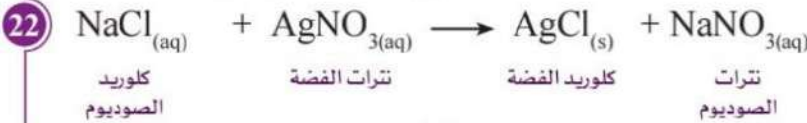
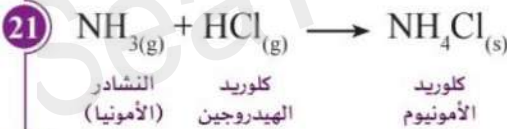
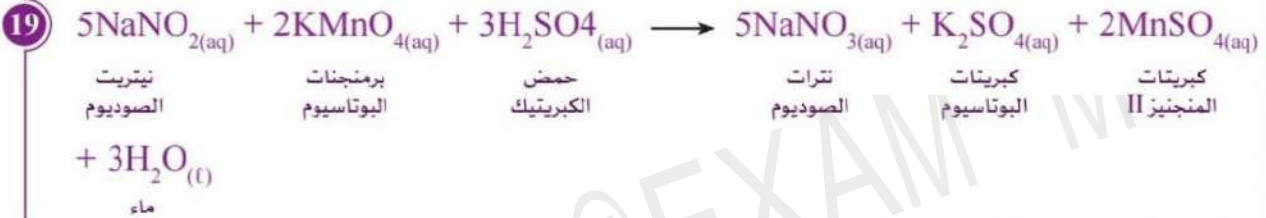
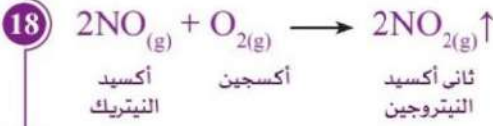
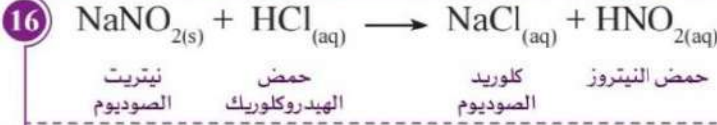
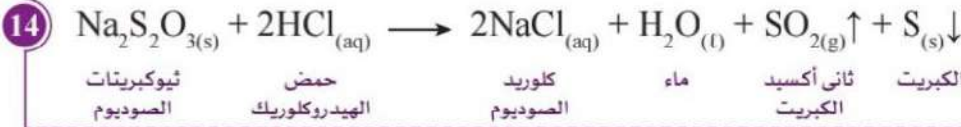


5

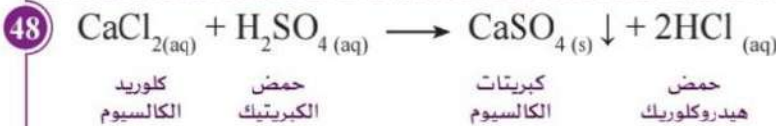
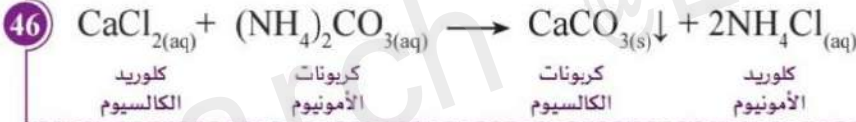
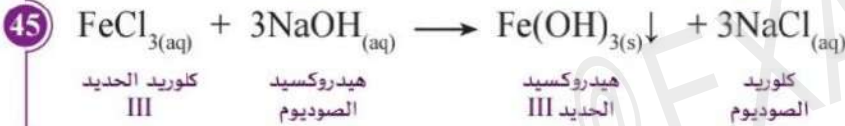
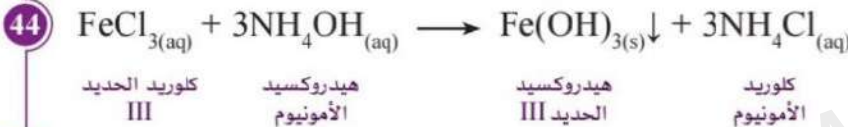
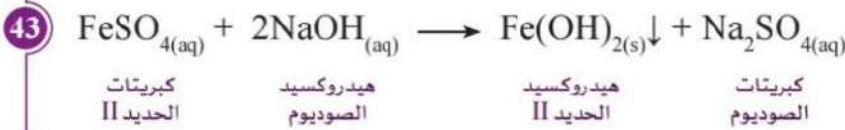
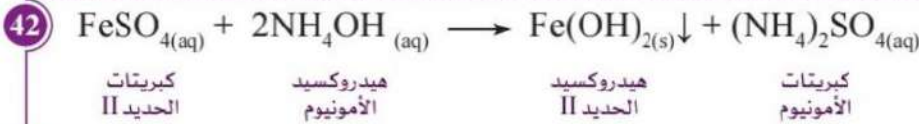
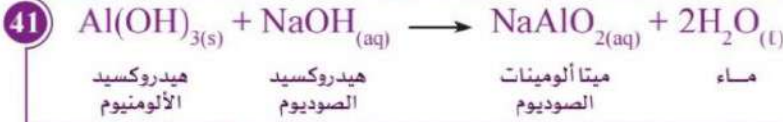
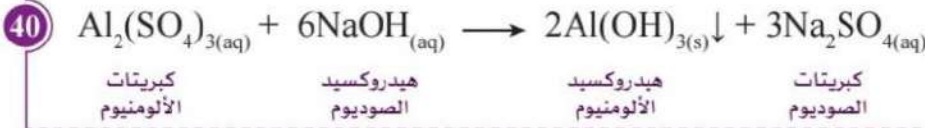
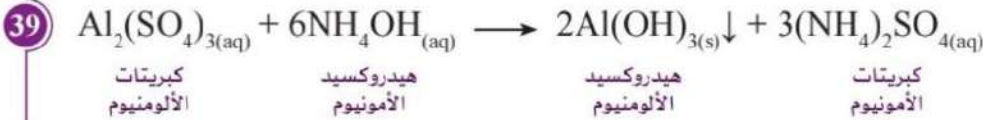


معادلات الباب الثاني (مجمعة)

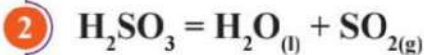
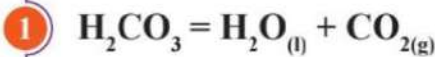




- 26  $2\text{NaI}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\Delta / \text{Conc.}} 2\text{HI}_{(g)} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)}$   
 يوديد الصوديوم      حمض الكبريتيك      يوديد الهيدروجين      كبريتات الصوديوم
- 27  $2\text{HI}_{(g)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{Conc.}} 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{SO}_{2(g)} + \text{I}_{2(v)}$   
 يوديد الهيدروجين      حمض الكبريتيك      ماء      ثاني أكسيد الكبريت      أبخرة اليود
- 28  $\text{NaI}_{(aq)} + \text{AgNO}_{3(aq)} \longrightarrow \text{AgI}_{(s)} + \text{NaNO}_{3(aq)}$   
 يوديد الصوديوم      نترات الفضة      يوديد الفضة      نترات الصوديوم
- 29  $2\text{NaNO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\Delta / \text{Conc.}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{HNO}_{3(l)}$   
 نترات الصوديوم      حمض الكبريتيك      كبريتات الصوديوم      حمض النيتريك
- 30  $4\text{HNO}_{3(l)} \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 4\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$   
 حمض النيتريك      ماء      ثاني أكسيد النيتروجين      الأوكسجين
- 31  $4\text{HNO}_{3(l)} + \text{Cu}_{(s)} \xrightarrow{\Delta / \text{Conc.}} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2\text{NO}_{2(g)}$   
 حمض النيتريك      النحاس      نترات النحاس II      ماء      ثاني أكسيد النيتروجين
- 32  $2\text{NaNO}_{3(aq)} + 6\text{FeSO}_{4(aq)} + 4\text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{Conc.}} 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2\text{NO}_{(g)}$   
 نترات الصوديوم      كبريتات الحديد II      حمض الكبريتيك      كبريتات الحديد III      كبريتات الصوديوم      ماء      أكسيد النيتريك
- 33  $\text{FeSO}_{4(aq)} + \text{NO}_{(g)} \longrightarrow \text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}_{(s)}$   
 كبريتات الحديد II      أكسيد النيتريك      مركب الحلقة البنية
- 34  $2\text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)} + 3\text{BaCl}_{2(aq)} \longrightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(s) \downarrow + 6\text{NaCl}_{(aq)}$   
 فوسفات الصوديوم      كلوريد الباريوم      فوسفات الباريوم      كلوريد الصوديوم
- 35  $\text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)} + 3\text{AgNO}_{3(aq)} \longrightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4(s) \downarrow + 3\text{NaNO}_{3(aq)}$   
 فوسفات الصوديوم      نترات الفضة      فوسفات الفضة      نترات الصوديوم
- 36  $\text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{BaCl}_{2(aq)} \longrightarrow \text{BaSO}_4(s) \downarrow + 2\text{NaCl}_{(aq)}$   
 كبريتات الصوديوم      كلوريد الباريوم      كبريتات الباريوم      كلوريد الصوديوم
- 37  $\text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}_{(aq)} \longrightarrow \text{PbSO}_4(s) \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)}$   
 كبريتات الصوديوم      أسيتات الرصاص      كبريتات الرصاص      أسيتات الصوديوم
- 38  $\text{CuSO}_{4(aq)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{CuS}_{(s)} \downarrow$   
 كبريتات النحاس      كبريتيد الهيدروجين      حمض الكبريتيك      كبريتيد النحاس



تفكك هذه الأحماض إذا ظهرت في النواتج كالتالي:



### الكشف عن الأنيونات ( الشق الحامضي ) للأملاح

### مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

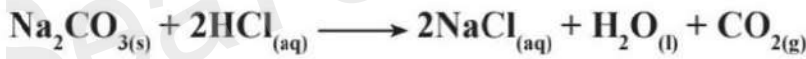
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	الأنيون
نيتريت	كبريتيد	ثيوكبريتات	كبريتيت	بيكربونات	كربونات	
ثم NO NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	SO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>		الغاز المميز

◀ ما هو الأساس العلمي للكشف عن أنيونات الكربونات والبيكربونات والكبريتيت والثيوكبريتات و الكبريتيد والنيتريت ؟

الحمض القوي يطرد الأحماض الضعيفة من أملاحها علي هيئة غاز ، يمكن التعرف عليه بالكاشف المناسب

● الحمض الأكثر ثباتاً : حمض الهيدروكلوريك المخفف dil. HCl

● الأحماض الأقل ثباتاً : الكربونيك والكبريتوز والثيوكبريتيك والهيدروكبريتيك والنيتروز ( أكثر ثباتاً أي : أعلى في درجة الغليان - أصعب في التفكك والانحلال - أقل تطايراً )



◀ يفضل التسخين الهين عند الكشف عن الأنيونات. علل؟

لأنه يساعد على طرد الغازات المتصاعدة

◀ يستخدم حمض الهيدروكلوريك ككاشف لأنيون النيتريت ولا يستخدم ككاشف لأنيون الكبريتات. علل؟

لأن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من حمض النيتروز المكون لأنيون النيتريت وأقل ثباتاً من حمض الكبريتيك المكون لأنيون الكبريتات

## أولاً

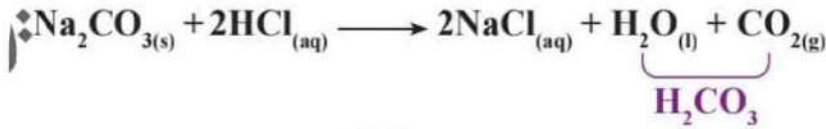
التجارب الأساسية لمجموعة أيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف (على الملح الصلب)

١ أيون الكربونات  $\text{CO}_3^{2-}$ 

الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (dil HCl) بطرد الحمض الأقل ثباتاً ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) من أملاحه

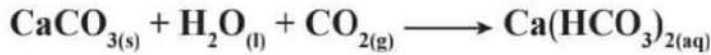
نواتج التجربة الأساسية: (المحلول الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف)

● يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الرائق.



يمر الغاز لفترة قصيرة. علل ؟

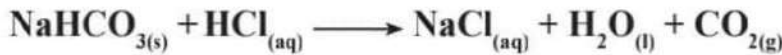
حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم (غير ذائبة) إلى بيكربونات الكالسيوم (ذائبة) فيختفي الراسب.

٢ أيون البيكربونات  $\text{HCO}_3^-$ 

الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (dil HCl) بطرد الحمض الأقل ثباتاً ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) من أملاحه

نواتج التجربة الأساسية: نفس نتائج الكربونات (المحلول الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف)

علل : لا يصلح HCl للتمييز بين الكربونات والبيكربونات

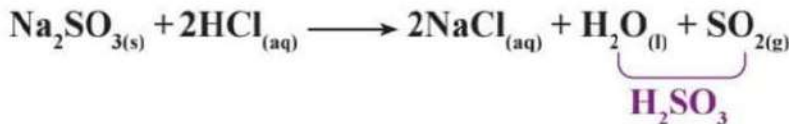


لأن كلاهما (الكربونات والبيكربونات) يعطى نفس النواتج عند تفاعله مع dil HCl

٣ أيون الكبريتيت  $\text{SO}_3^{2-}$ 

الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (dil HCl) بطرد الحمض الأقل ثباتاً ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) من أملاحه

نواتج التجربة الأساسية: غاز  $\text{SO}_2$  ذو رائحة نفاذة.



يحول الغاز ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز من البرتقالي إلى الأخضر. محلول أخضر



محلول برتقالي

(كبريتات + ماء)

#### 4 أيون الكبريتيد $\text{S}^{2-}$

الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (dil HCl) بطرد الحمض الأقل ثباتاً ( $\text{H}_2\text{S}$ ) من أملاحه

نواتج التجربة الأساسية: يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذي الرائحة الكريهة (تعرف فيزيائي)



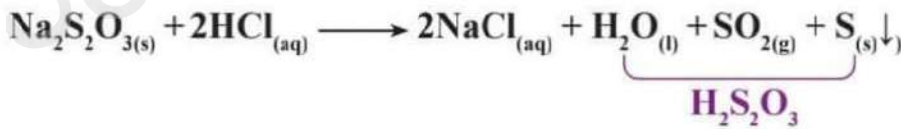
والذي يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) (تعرف كيميائي)



#### 5 أيون الثيوكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (dil HCl) بطرد الحمض الأقل ثباتاً ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) من أملاحه

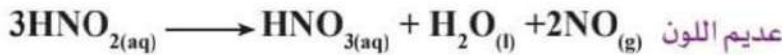
نواتج التجربة الأساسية: يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول.



#### 6 أيون النيتريت $\text{NO}_2^-$

الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (dil HCl) بطرد الحمض الأقل ثباتاً ( $\text{HNO}_2$ ) من أملاحه

نواتج التجربة الأساسية: يتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون الذي يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر

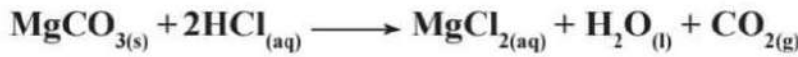


**ثانياً** التجارب التأكيدية لمجموعة أيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف (على محلول الملح)

**١** أيون الكربونات  $\text{CO}_3^{2-}$

(محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم)

يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك.



**٢** أيون البيكربونات  $\text{HCO}_3^-$

(محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم)

يتكون راسب أبيض بعد التسخين



ملحوظة: تنحل البيكربونات بالحرارة إلى: كربونات + ماء +  $\text{CO}_2$



**٣** أيون الكبريتيت  $\text{SO}_3^{2-}$

محلول الملح + نترات الفضة

يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين.



كبريتيت الفضة

**٤** أيون الكبريتيد  $\text{S}^{2-}$

محلول الملح + محلول نترات الفضة

يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة.



كبريتيد الفضة

5 أيون الثيوكبريتات  $S_2O_3^{2-}$

محلول الملح + محلول اليود

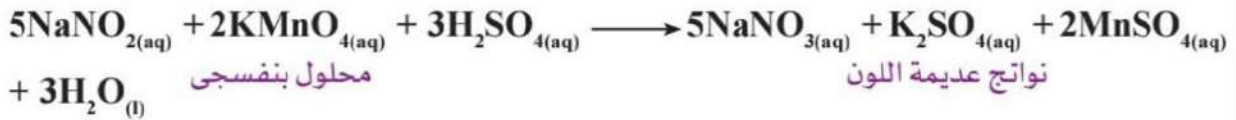
يزول لون اليود البني بسبب تكون  $NaI$  عديم اللون



6 أيون النيتريت  $NO_2^-$

محلول الملح + محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز

يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات.



ملحوظة هامة :

يمكن التمييز بين أي ملحين من أيونات المجموعة الأولى باستخدام  $HCl$  المخفف باستثناء الكربونات والبيكربونات يتم التمييز بينهما باستخدام كبريتات الماغنيسيوم  $MgSO_4$

التجربة التأكيدية	1	Dil. HCl
$MgCO_3 \xrightarrow{\Delta} Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{MgSO_4}$ راسب أبيض بعد التسخين	$HCO_3^-$	$CO_2 \xrightarrow{Ca(OH)_2} CaCO_3$ راسب أبيض
$MgCO_3 \xrightarrow{MgSO_4}$ راسب أبيض على البارد	$CO_3^{2-}$	$CO_2 \xrightarrow{Ca(OH)_2} CaCO_3$ راسب أبيض
$Ag_2SO_3 \xrightarrow{AgNO_3}$ راسب أبيض يسود بالتسخين	$SO_3^{2-}$	$SO_2 \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} Cr_2(SO_4)_3$ محلول أخضر
$Ag_2S \xrightarrow{AgNO_3}$ راسب أسود	$S^{2-}$	$H_2S \xrightarrow{(CH_3COO)_2Pb} PbS$ راسب أسود
$I_2$ محلول بني يزول اللون البني	$S_2O_3^{2-}$	$S$ راسب أصفر $SO_2 \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} Cr_2(SO_4)_3$ محلول أخضر
$KMnO_4$ محلول بنفسجي يزول اللون البنفسجي	$NO_2^-$	$HNO_2 \rightarrow NO \xrightarrow{O_2} NO_2$ غاز بني محمر

## مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز

الكلوريد (Cl <sup>-</sup> )	البروميد (Br <sup>-</sup> )	اليوديد (I <sup>-</sup> )	النترات (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
-----------------------------	-----------------------------	---------------------------	---

ما هو الأساس العلمي للكشف عن أنيونات الكلوريد والبروميد واليوديد والنترات ؟

يطرد الحمض الأكثر ثباتاً الأحماض الأقل ثباتاً من أملاحها على هيئة غاز يمكن التعرف عليه بالكاشف المناسب

- الحمض الأكثر ثباتاً : حمض الكبريتيك المركز

- الأحماض الأقل ثباتاً : الهيدروكلوريك والهيدروبروميك والهيدرويوديك والنيتريك



أولاً التجارب الأساسية لمجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز (على الملح الصلب)

ملحوظات عامة: نستخدم الحمض المركز مع التسخين في جميع التجارب الأساسية.

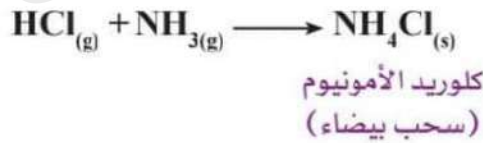
1 أيون الكلوريد (Cl<sup>-</sup>)

الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (Conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) بطرد الحمض الأقل ثباتاً (HCl) من أملاحه على هيئة غاز (HCl)

نواتج التجربة الأساسية: يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون



يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر



## ● الفرق بين النشا والنشادر

NH<sub>3</sub> = Ammonia = النشادر

NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O = NH<sub>4</sub>OH = محلول النشادر

النشا = Starch (مركب عضوي بتركيب مختلف تماماً)

٢ أيون البروميد (Br<sup>-</sup>)

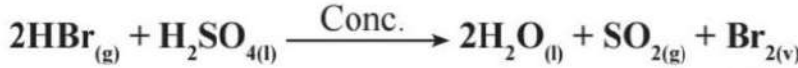
الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (Conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) بطرد الحمض الأقل ثباتاً (HBr) من أملاحه على هيئة غاز (HBr)

نواتج التجربة الأساسية: يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون



يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك

تنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا.



أبخرة برتقالية حمراء

٣ أيون اليوديد (I<sup>-</sup>)

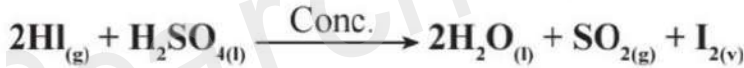
الأساس العلمي للكشف: يقوم الحمض الأكثر ثباتاً (Conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) بطرد الحمض الأقل ثباتاً (HI) من أملاحه على هيئة غاز (HI)

نواتج التجربة الأساسية: يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون



يتأكسد جزئياً بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتنفصل منه أبخرة اليود

تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتزرق ورقة مبللة بمحلول النشا

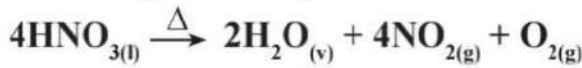


أبخرة بنفسجية

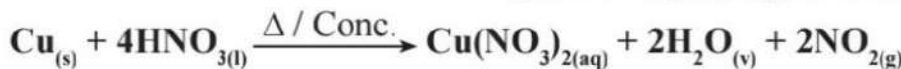
٤ أيون النترات (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

نواتج التجربة الأساسية: تتصاعد أبخرة بنية حمراء من ثاني أكسيد النتروجين . علل ؟

نتيجة لتحلل حمض النيتريك المنفصل



تزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس.



(على محلول الملح)

التجارب التأكيدية لمجموعة أيونات حمض الكبريتيك المركز

ثانياً

١ أيون الكلوريد (Cl<sup>-</sup>)

محلول الملح + محلول نترات الفضة  
يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة



يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء، يذوب في محلول النشادر المركز.

٢ أيون البروميد (Br<sup>-</sup>)

محلول الملح + محلول نترات الفضة  
يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة



يصبح داكناً عند تعرضه للضوء، يذوب ببطء في محلول النشادر المركز.

٣ أيون اليوديد (I<sup>-</sup>)

محلول الملح + محلول نترات الفضة  
يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة (لا يذوب في محلول النشادر)

٤ أيون النترات (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

اختبار الحلقة البنية:

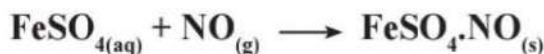
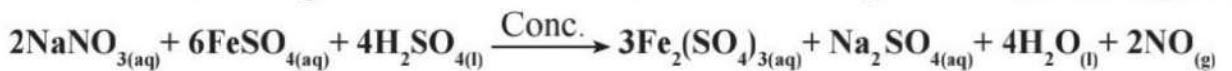
محلول ملح النترات

+ محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II

+ قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار

المشاهدة

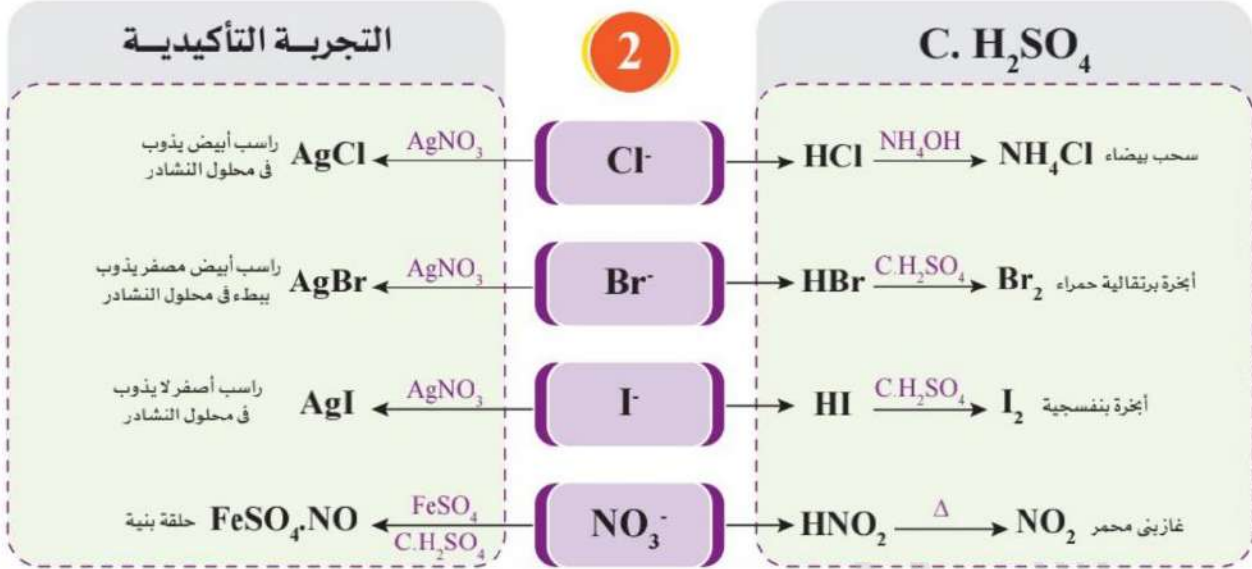
تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل (تزول بالرج أو التسخين)



مركب الحلقة  
البنية

عمل : في تجربة الحلقة البنية تضاف كبريتات الحديد (II) حديث التحضير

حتى لا تتأكسد كبريتات الحديد II بأكسجين الهواء الجوي إلى كبريتات الحديد III



مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم  $BaCl_2$ 

التجربة الأساسية : محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

ما هو الأساس العلمي للكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات ؟

١ أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع:

حمض الهيدروكلوريك المخفف (dil HCl)

أو

حمض الكبريتيك المركز (Conc.  $H_2SO_4$ )

٢ يعتمد الكشف على هذه الأنيونات على تكوين راسب أبيض عند تفاعل محاليل أملاحها مع

محلول كلوريد الباريوم.

## أولاً التجارب الأساسية لمجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم

١ أيون الكبريتات  $SO_4^{2-}$ 

نواتج التجربة الأساسية: يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.

٢ أيون الفوسفات  $PO_4^{3-}$ 

نواتج التجربة الأساسية: يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.



## ثانياً التجارب التأكيدية لمجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم

١ أيون الكبريتات  $SO_4^{2-}$ 

محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II)

يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II).



راسب أبيض

٢ أيون الفوسفات  $PO_4^{3-}$

محلول الملح + محلول نترات الفضة  
يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة



يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك.

التجربة التأكيدية	3	$BaCl_2$
$(CH_3COO)_2Pb$ راسب أبيض $PbSO_4$	$SO_4^{2-}$	راسب أبيض لا يذوب في HCl $BaSO_4$
راسب أصفر يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك $Ag_3PO_4$	$PO_4^{3-}$	راسب أبيض يذوب في HCl $Ba_3(PO_4)_2$

المجموعة	حمض الميتركوريك المنخفض (HCl)				حمض الكبريتيك المركز (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )				محلول كلوريد الباريوم (BaCl <sub>2</sub> )																																																															
الأيونات	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	الكبريتات SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	النيترات NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	الكبريتات S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	النيترات NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	الكبريتات SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	النيترات NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	النيترات NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	النيترات NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	النيترات NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	النيترات NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>																																																											
النتيجة المتوقعة أثناء التجربة	يحدث فوران . يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون CO <sub>2</sub> الذي يعكس ماء الجير الراق عند إمراره لفترة قصيرة بسبب تكوين راسب أبيض من كربونات الكالسيوم التي لا تذوب في الماء				يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H <sub>2</sub> S ذو الرائحة الكريهة ويسود ورقة مبللة بأسيات الرصاص II				يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO <sub>2</sub> ذو الرائحة النفاذة ويخضر ورقة مبللة بثنائي كرومات البوتاسيوم K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> المحمضة بـ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> المركز				يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO <sub>2</sub> الذي يظهر المحلول بلون أصفر نتيجة تعلق الكبريت في المحلول				يتصاعد غاز أكسيد النيتريك NO عديم اللون الذي يتحول إلى بني محمر عند فوهة الأنبوبة				يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون ويصاحبه ساق مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون ويتأكسد جزئياً بفعل H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> وتتفصل ابخرة البروم البرتقالية وتسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين HI عديم اللون ويتأكسد جزئياً بفعل H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> وتتفصل ابخرة اليود البنفسجية وتسبب زرقعة ورقة مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO <sub>2</sub> ذو اللون البني المحمر لتحلل حمض النيتريك HNO <sub>3</sub> المنفصل ويزداد باضافة نحاس				يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين HI عديم اللون ويتأكسد جزئياً بفعل H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> وتتفصل ابخرة اليود البنفسجية وتسبب زرقعة ورقة مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO <sub>2</sub> ذو الرائحة النفاذة ويخضر ورقة مبللة بثنائي كرومات البوتاسيوم K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> المحمضة بـ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> المركز				يتصاعد غاز أكسيد النيتريك NO عديم اللون الذي يتحول إلى بني محمر عند فوهة الأنبوبة				يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون ويصاحبه ساق مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون ويتأكسد جزئياً بفعل H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> وتتفصل ابخرة البروم البرتقالية وتسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين HI عديم اللون ويتأكسد جزئياً بفعل H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> وتتفصل ابخرة اليود البنفسجية وتسبب زرقعة ورقة مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO <sub>2</sub> ذو اللون البني المحمر لتحلل حمض النيتريك HNO <sub>3</sub> المنفصل ويزداد باضافة نحاس				يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين HI عديم اللون ويتأكسد جزئياً بفعل H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> وتتفصل ابخرة اليود البنفسجية وتسبب زرقعة ورقة مبللة بمحلول النشا				يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO <sub>2</sub> ذو الرائحة النفاذة ويخضر ورقة مبللة بثنائي كرومات البوتاسيوم K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> المحمضة بـ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> المركز			
الكاشف التأكيدي	MgSO <sub>4</sub> كبريتات الماغنسيوم				AgNO <sub>3</sub> نترات الفضة				I <sub>2</sub> اليود البني				KMnO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (CONO)				AgNO <sub>3</sub> نترات الفضة				FeSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (CONO)				AgNO <sub>3</sub> نترات الفضة				أسيات الرصاص II																																											
التجربة التأكيديّة (محلول الملح + محلول الكاشف المناسب)	يتكون راسب أبيض على الجار من كربونات الماغنسيوم MgCO <sub>3</sub> يذوب في HCl				يتكون راسب أبيض بعد التسخين التحول بيكربونات الماغنسيوم Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> إلى كربونات الماغنسيوم MgCO <sub>3</sub>				يتكون راسب أبيض من كبريتات الفضة Ag <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> يسود بالتسخين				يزول لون اليود البني لتكون يوديد الصوديوم عديم اللون NaI				يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات لتكون كبريتات المنجنيز MnSO <sub>4</sub> عديم اللون				يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة AgCl يصبح عند بنفسي عند تعرضه للضوء يذوب في محلول النشا المركز				يتكون راسب أبيض مصفر من يوديد الفضة AgBr يصبح داكناً عند تعرضه للضوء يذوب ببطء في محلول النشا المركز				يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة AgI لا يذوب في محلول النشا المركز				تتكون حلقة بيضاء من FeSO <sub>4</sub> ·NO عند المسطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل تزول بالرج أو التسخين				يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> يذوب في محلول النشا المركز				يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص II PbSO <sub>4</sub>																															

الكشف عن الكاتيونات ( الشق القاعدي ) للأملاح

الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضي. علل ؟

- لكثرة عدد الشقوق القاعدية والتداخل فيما بينها
  - إمكانية وجود الشق الواحد في أكثر من حالة تأكسد.
  - تقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات تسمى المجموعات التحليلية
  - يعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح هذه الفلزات في الماء.
  - لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين يسمى بكاشف المجموعة.
- كاشف المجموعة : هو المحلول المستعمل في الكشف عن كاتيونات المجموعة وترسيبها.

المجموعة التحليلية الأولى

الرصاص  $Pb^{2+}$

الفضة  $Ag^+$

الزئبق  $Hg^+$

يتم الترسيب على هيئة **كلوريدات** بإضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك المذفف). علل ؟

لأن كلوريدات هذه المجموعة شحيحة الذوبان في الماء

المجموعة التحليلية الثانية

أيون النحاس II  $Cu^{2+}$

يتم الترسيب على هيئة **كبريتيدات** في وسط حامضي باستخدام كاشف المجموعة (غاز كبريتيد

الهيدروجين في وسط حامضي):  $H_2S_{(g)} + HCl_{(aq)}$

خطوات الكشف

١ إذابة الملح في الماء

٢ إضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ليصير المحلول حامضياً ثم يمرر غاز كبريتيد الهيدروجين

نواتج التجربة الأساسية

راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن.



## المجموعة التحليلية الثالثة

Fe <sup>3+</sup> (III) الحديد	Fe <sup>2+</sup> (II) الحديد	الألومنيوم Al <sup>3+</sup>
ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة <b>هيدروكسيدات</b> بإضافة كاشف المجموعة هيدروكسيد الأمونيوم NH <sub>4</sub> OH وذلك عندما لا تكون مختلطة بكاتيونات أخرى.		
التجربة التأكيدية : محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم		

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة هيدروكسيدات عل ؟  
لأن هيدروكسيدات هذه المجموعة لا تذوب في الماء.

## أولاً التجارب الأساسية لكاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الألومنيوم

١ أيون الألومنيوم Al<sup>3+</sup>

## نواتج التجربة الأساسية

راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم



يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية

٢ أيون الحديد (II) Fe<sup>2+</sup>

## نواتج التجربة الأساسية

يتكون راسب أبيض

يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء

يذوب في الأحماض.



٣ الحديد (III)  $Fe^{3+}$

نواتج التجربة الأساسية

يتكون راسب جيلاتيني لونه بني محمر  
يذوب في الأحماض.



ثانيًا التجارب التأكيدية لكاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة

محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم

١ أيون الألومنيوم  $Al^{3+}$

نواتج التجربة التأكيدية

يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم  
مكوّنًا ميتاألومينات الصوديوم.



٢ أيون الحديد (II)  $Fe^{2+}$

نواتج التجربة التأكيدية

يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II



٣ الحديد (III)  $Fe^{3+}$

نواتج التجربة التأكيدية

راسب جيلاتيني بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III)



## المجموعة التحليلية الخامسة

الكالسيوم  $Ca^{2+}$ 

1

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كربونات بإضافة كاشف المجموعة محلول كربونات الأمونيوم  $((NH_4)_2CO_3)$ .

## نواتج التجربة الأساسية

راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف ويزوب أيضًا في الماء المحتوي على  $CO_2$



## نواتج التجربة التأكيدية

## 1 محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف:

يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم.



## 2 الكشف الجاف (على الملح الصلب):

كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تكسب لهب بنزن لون أحمر طوبي.

الحساب الكيميائي

قوانين هامة

١ الكتلة المولية

الكتلة المولية (g/mol) = مجموع كتل الذرات في الجزيء

٢ كثافة الغاز

كثافة الغاز (g/L) =  $\frac{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}{22.4}$

٣ التركيز (المولارية)

التركيز (المولارية) = عدد المولات / الحجم بالتر

وحدة قياس المولارية : مول / لتر (mol/L) أو مولار (M)

حجم المحلول بالتر =  $\frac{\text{حجم المحلول (ml أو cm}^3\text{)}}{1000}$

٤ عدد المولات

عدد المولات =  $\frac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}$

عدد المولات =  $\frac{\text{عدد الجزيئات (أو الذرات أو الأيونات)}}{\text{عدد أفوجادرو (} 6.02 \times 10^{23}\text{)}}$

عدد المولات =  $\frac{\text{حجم الغاز (لتر)}}{\text{حجم المول (22.4 لتر)}}$

عدد المولات = التركيز (M) × الحجم (L)

٥ النسبة المئوية لكتلة عنصر في مركب

النسبة المئوية لكتلة عنصر في مركب =  $100\% \times \frac{\text{كتلة العنصر في المول}}{\text{كتلة المول}}$

## ٦ كتلة العنصر في المول

كتلة العنصر في المول = الكتلة الذرية للعنصر × عدد ذراته في الجزيء

## ٧ نسبة الماء في الجزيء

نسبة الماء في الجزيء =  $100\% \times \frac{\text{كتلة الماء في الجزيء}}{\text{كتلة الجزيء}}$

## التدليل الكمي

وهو نوعان :

١ التحليل الكمي الحجمي

٢ التحليل الكمي الكتلي

## ١ التحليل الكمي الحجمي (المعايرة)

هي عملية تعيين تركيز محلول حامضي (أو قاعدي) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعاادل مع محلول آخر قاعدي (أو حامضي) معلوم الحجم والتركيز.

## هدف التحليل

قياس حجوم المواد المراد تقديرها

## مكونات عملية التحليل

المادة المجهولة : وهي المادة المراد تحديد حجمها (أو تركيزها)

المحلول القياسي : محلول من مادة معلومة التركيز والحجم

أحد الأدلة : وهي مواد تستخدم لتحديد نقطة نهاية التفاعل بين الأحماض والقواعد حيث يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل بين الحامضي والقاعدي والمتعاادل .

في الوسط القاعدي	في الوسط المتعادل	في الوسط الحامضي	الدليل
أصفر	برتقالي	أحمر	الميثيل البرتقالي
أحمر	عديم اللون	عديم اللون	الفينولفثالين
أزرق	أرجواني	أحمر	عباد الشمس
أزرق	أخضر فاتح	أصفر	أزرق بروموثيمول

### خطوات التحليل

- يتم التفاعل الكامل بين المادتين ( حتى الوصول إلى نقطة التعادل )
- يتم حساب الحجم أو التركيز المجهول من خلال القانون التالي بعد كتابة معادلة التفاعل الموزونة :

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

- M** : التركيز المولاري
- V** : حجم المحلول المستخدم
- n** : عدد المولات في المعادلة الموزونة
- a** : ترمز للحمض acid
- b** : ترمز للقاعدة base

### ملحوظات

- إذا كانت المادة المراد تقديرها حامضاً يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة (هيدروكسيد صوديوم أو كربونات صوديوم)
- إذا كانت المادة المراد تقديرها قلوي أو قاعدة يستخدم في المعايرة محلول قياسي من الحمض .
- توجد أنواع من التفاعلات غير تفاعلات التعادل ( بين الأحماض والقواعد )
- اختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب الذي يتم بين محلولي المادتين .
- هذه التفاعلات قد تكون:
  - 1 تفاعلات تعادل وتستخدم في تقدير الأحماض والقواعد .
  - 2 تفاعلات أكسدة واختزال وتستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة .
  - 3 تفاعلات الترسيب وتستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطي نواتج شحيحة الذوبان في الماء .

## 2 التحليل الكمي الكتلي

### التعريف

فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته باستخدام الحساب الكيميائي

### طرق فصل المكون

- 1 طريقة التطاير.
- 2 طريقة الترسيب.

**طريقة التطاير:**

- ▶ تطاير المكون المراد تقديره
- ▶ جمع المادة المتطايرة
- ▶ تعيين كتلتها: عن طريق الحساب المباشر أو بتعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية.

**طريقة الترسيب**

- ▶ ترسيب المكون المراد تقديره
- (على هيئة مركب نقي شحيح الذوبان في الماء وذو تركيب كيميائي معروف وثابت) - فصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد (نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أي رماد)
- ▶ نقل ورقة الترشيح وعليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب.
- ▶ كتلة العنصر أو المركب المتبقي .

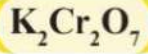
Search @EXAM 111

ملخص ذوبانية الرواسب

التأثير	المذيب	الراسب
يذوب	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCO}_3$
يذوب بسهولة	محلول النشادر	$\text{AgCl}$
يذوب ببطء	محلول النشادر	$\text{AgBr}$
لا يذوب	محلول النشادر	$\text{AgI}$
يذوب	محلول النشادر حمض النيتريك	$\text{Ag}_3\text{PO}_4$
لا يذوب	$\text{HCl}_{(aq)}$	$\text{BaSO}_4$
يذوب	$\text{HCl}_{(aq)}$	$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$
تذوب	$\text{HCl}_{(aq)}$	$\text{CO}_3^{2-}$

## الألوان

## المحاليل



برتقالي يتحول للأخضر



بنفسجي يتحول لعديم اللون



بنى يتحول لعديم اللون

## الغازات



عديم اللون



عديم اللون نفاذ الرائحة



عديم اللون كريه الرائحة



عديم اللون



بنى محمر



أبخرة برتقالية حمراء



أبخرة بنفسجية

## الرواسب

## أبيض

رواسب الكربونات  
والكبريتات +  $AgCl$  $(CaCO_3, MgCO_3,$   
 $PbSO_4, BaSO_4,$   
 $CaSO_4)$ 

## أسود

 $CuS, Ag_2S, PbS$ 

## أبيض يسود

 $Ag_2SO_3$ 

## أبيض مصفر

 $AgBr$ 

## أصفر

 $AgI$ 

لا يذوب في النشادر

 $Ag_3PO_4$ 

يذوب في النشادر

وحمض النيتريك

التمييز بين الأيونات

مجموعتين مختلفتين

كاشف المجموعة الأقل

تجربة أساسية للأيون الأقل

لا يحدث تفاعل مع الأيون الأعلى

نفس المجموعة

كاشف المجموعة

تجربة أساسية

نواتج مختلفة

التمييز باستخدام التجربة التأكيدية

$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$

$\text{S}^{2-}$

راسب أسود

$\text{SO}_4^{2-}$

راسب أبيض

$\text{MgSO}_4$

$\text{CO}_3^{2-}$

راسب أبيض على البارد

$\text{HCO}_3^-$

راسب أبيض بعد التسخين

$\text{AgNO}_3$

$\text{PO}_4^{3-}$

راسب أصفر

$\text{Ag}_3\text{PO}_4$

$\text{I}^-$

راسب أصفر

$\text{AgI}$

$\text{Br}^-$

راسب أبيض  
مصفر

$\text{AgBr}$

$\text{Cl}^-$

راسب أبيض

$\text{AgCl}$

$\text{SO}_3^{2-}$

راسب أبيض  
يسود بالتسخين

$\text{Ag}_2\text{SO}_3$

$\text{S}^{2-}$

راسب أسود

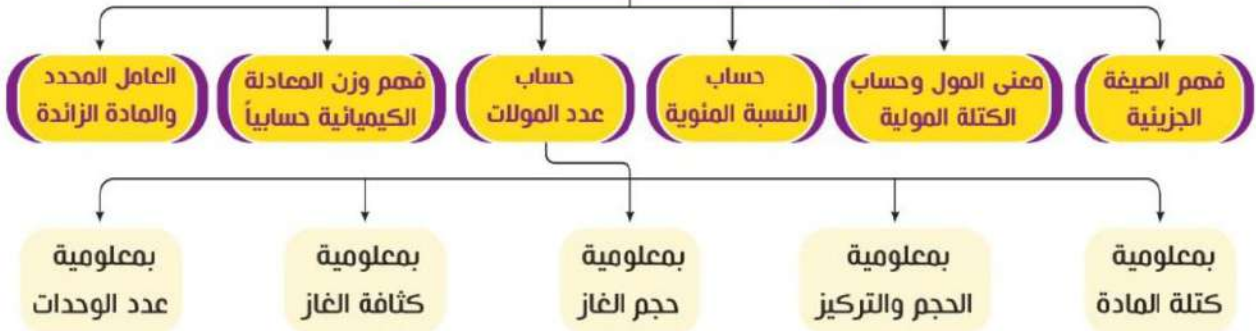
$\text{Ag}_2\text{S}$

## ملخص العوامل المؤكسدة والمختزلة

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_2\text{SO}_4$ ( $\text{S}^{6+}$ )	$\text{I}_2$	$\text{KMnO}_4$ ( $\text{Mn}^{7+}$ )	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ( $\text{Cr}^{6+}$ )	العامل المؤكسد (يحدث له اختزال)
$\text{NO}_2^-$	$\text{SO}_2$ ( $\text{S}^{4+}$ )	$\text{I}^-$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Cr}^{3+}$	يتحول إلى
$\text{FeSO}_4$	$\text{Br}^- , \text{I}^-$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$\text{NO}_2^-$	$\text{SO}_2$ ( $\text{S}^{4+}$ )	العامل المختزل (يحدث له أكسدة)
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Br}_2 , \text{I}_2$	$\text{S}_4\text{O}_6^{7-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$ ( $\text{S}^{6+}$ )	يتحول إلى

Search @EXAM

مقدمة مسائل الباب الثاني



مول من الذرات = عدد ثابت من الذرات  
 مول من الجزيئات = عدد ثابت من الجزيئات  
 مول من الأيونات = عدد ثابت من الأيونات

عدد أفوجادرو  
 $6.02 \times 10^{23}$

1 حساب الكتلة المولية

**MgSO<sub>4</sub>**

Mg = 24  
S = 32  
O = 16

$24 + 32 + 4 \times 16 = 120 \text{ g/mol}$

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

Na = 23  
C = 12  
O = 16

$23 \times 2 + 12 + 3 \times 16 = 106 \text{ g/mol}$

**2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 3H<sub>2</sub>O**

Fe = 55.8  
O = 16  
H = 1

$2(55.8 \times 2 + 16 \times 3) + 3 \times 18 = 373.2 \text{ g/mol}$

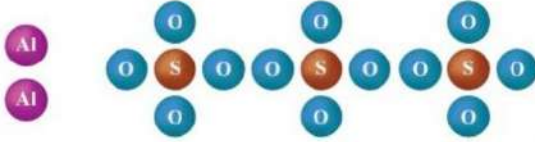
**CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O**

Cu = 63.5  
S = 32  
O = 16  
H = 1

$63.5 + 32 + 4 \times 16 + 5 \times 18 = 249.5 \text{ g/mol}$



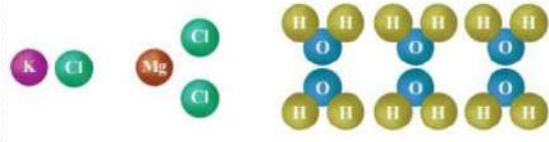
Al = 27  
S = 32  
O = 16



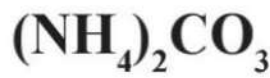
$$27 \times 2 + 32 \times 3 + 16 \times 12 = 342 \text{ g/mol}$$



K = 39  
Cl = 35.5 Mg = 24  
O = 16 H = 1



$$39 + 35.5 + 24 + 35.5 \times 2 + 6 \times 18 = 277.5 \text{ g/mol}$$



N = 14  
H = 1  
C = 12 O = 16



$$14 \times 2 + 1 \times 8 + 12 + 16 \times 3 = 96 \text{ g/mol}$$

النسبة المئوية للماء في مركب =  $\frac{\text{كتلة الماء في المول}}{\text{كتلة المول}} \times 100\%$

النسبة المئوية لعنصر في مركب =  $\frac{\text{كتلة العنصر في المول}}{\text{كتلة المول}} \times 100\%$

مثال

احسب النسبة المئوية للماء في  $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ .

$$\text{النسبة المئوية للماء} = 100 \times \frac{\text{كتلة الماء في المول}}{\text{كتلة المول}} = 100 \times \frac{5 \times 18}{249.5} = 36.07\%$$

حساب عدد المولات بمعلومية الكتلة

٢

$$\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \text{عدد المولات}$$

$$\text{كتلة المادة} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول}$$

مثال ١

عينة من كلوريد الصوديوم كتلتها 146.25 و احسب عدد مولات كلوريد الصوديوم الموجودة بها.

$$[\text{Na} = 23, \text{Cl} = 35.5]$$

الحل

$$\text{عدد المولات} = \text{كتلة المادة} \div \text{كتلة المول}$$

- كتلة المول = 35.5 + 23 = 58.5 جرام / مول
- عدد المولات = 146.25 ÷ 58.5 = 2.5 مول

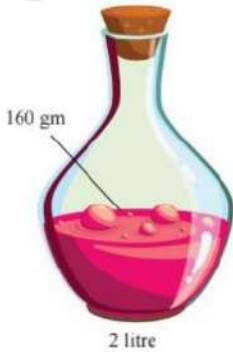
مثال ٢

تم إذابة 160 و من بلورات هيدروكسيد الصوديوم في 2 لتر من الماء المقطر.

$$[\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{H} = 1]$$

احسب عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 1 لتر من المحلول

الحل



$$160 \text{ gm} \longrightarrow 2 \text{ litre}$$

$$?? \longrightarrow 1 \text{ litre}$$

- كتلة هيدروكسيد الصوديوم في لتر = 160 ÷ 2 = 80 جم

$$\text{عدد المولات} = \text{كتلة المادة} \div \text{كتلة المول}$$

$$\text{عدد مولات NaOH} = \frac{80}{40} = 2 \text{ مول}$$

## حساب عدد المولات بمعلومية الحجم والتركيز

٣

عدد المولات = التركيز × الحجم باللتر

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{التركيز}} = \text{الحجم باللتر}$$

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \text{التركيز}$$

وحدات التركيز

$$\text{mol / L} , \text{ M}$$

مول / لتر      مولاري

محلول مولاري = تركيزه 1 مول / لتر

للتحويل من مليلتر إلى لتر : نقسم على 1000

$$2000 \text{ ml} / 1000 = 2 \text{ L}$$

$$\text{cm}^3 = \text{ml}$$

مثال ١

احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم حجمه 250 mL والذي يحتوي على 0.5 مول من NaOH

الحل

التركيز المولاري = عدد المولات ÷ الحجم باللتر

$$2 \text{ M} = 0.25 \div 0.5 =$$

مثال ٢

احسب عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم الموجودة في 300 cm<sup>3</sup> من محلول 2 M

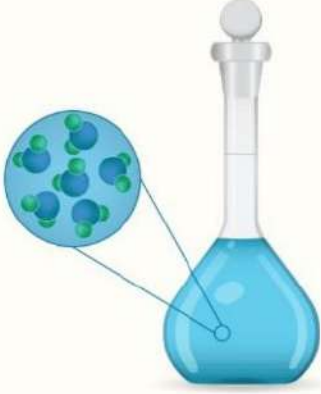
الحل

عدد المولات = التركيز × الحجم باللتر

$$\text{الحجم باللتر} = 300 \div 1000 = 0.3 \text{ لتر}$$

$$\text{عدد المولات} = 0.3 \times 2 = 0.6 \text{ مول}$$

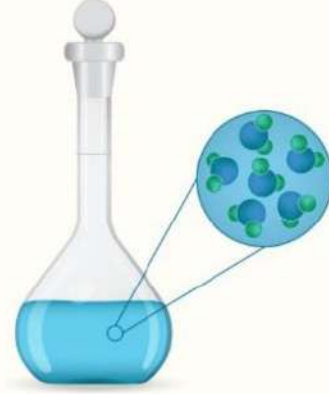
أثر التخفيف على نفس المحلول



$$M_2 V_2$$

عدد المولات  
متساوي  
لم يتغير

=



$$M_1 V_1$$

مثال ١

احسب حجم الماء اللازم إضافته إلى 200 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.3 mol/L لتحويله إلى محلول تركيزه 0.1 mol/L.

الحل

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0.3 \times 200 = 0.1 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{0.3 \times 200}{0.1} = 600 \text{ mL}$$

يلزم إضافة 400 مل ماء

## مثال ٢

إذا كان لدينا 250 مل من محلول ما تركيزه 1.25 M فما حجم الماء اللازم إضافته لتكوين محلول تركيزه 0.5 M ؟

الحل

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$1.25 \times 250 = 0.5 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{1.25 \times 250}{0.5} = 625 \text{ mL}$$

يلزم إضافة 375 مل ماء

## مثال ٣

عند تخفيف محلول  $\text{NaNO}_3$  حجمه 100 mL تركيزه 1.2 M بإضافة كمية من الماء إليه تساوي ثلاثة أمثال حجمه فما التركيز الجديد للمحلول؟

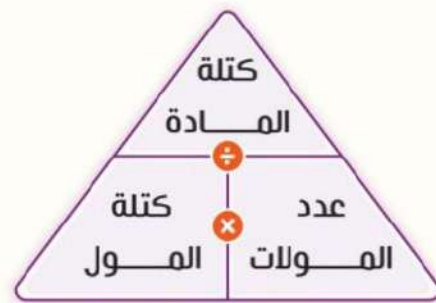
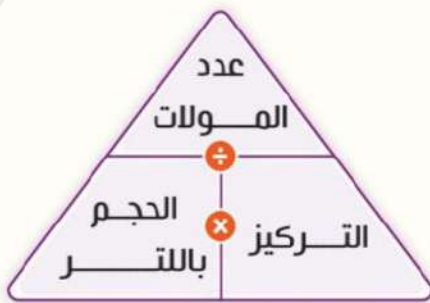
الحل

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$1.2 \times 100 = M_2 \times 400$$

$$M_2 = \frac{1.2 \times 100}{400} = 0.3 \text{ M}$$

التركيز الجديد = 0.3 مولر



مثال 1

التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH الناتج من إذابة 10 g منه لتكوين محلول حجمه 500 mL يساوي .....

الحل

$$\frac{\text{كتلة المادة} / \text{كتلة المول}}{\text{الحجم بالمليتر} / 1000} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم بالتر}} = \text{التركيز}$$

$$0.5 \text{ M} = \frac{10 \div 40}{500 \div 1000} = \text{التركيز}$$

Search @EXAM 171

## حساب عدد المولات بمعلومية الحجم في الغازات

٥

- المول من أي غاز ( $N_2 - H_2 - O_2$ ) في معدل الضغط ودرجة الحرارة ( $0^\circ C$ ,  $1 \text{ atm}$ ) يشغل حجما = 22.4 لتر

Three diagrams illustrating the volume of 1 mole of different gases at  $P = 1 \text{ atm}$  and  $T = 273 \text{ K}$ :

- Diagram 1:**  $n_{(O_2)} = 1 \text{ mole}$ ,  $32 \text{ g}$ ,  $V_{(O_2)} = 22.4 \text{ L}$ ,  $273 \text{ K}$
- Diagram 2:**  $n_{(H_2)} = 1 \text{ mole}$ ,  $4 \text{ g}$ ,  $V_{(H_2)} = 22.4 \text{ L}$ ,  $273 \text{ K}$
- Diagram 3:**  $n_{(N_2)} = 1 \text{ mole}$ ,  $28 \text{ g}$ ,  $V_{(N_2)} = 22.4 \text{ L}$ ,  $273 \text{ K}$

الغاز	$O_2$	$CO_2$
عدد المولات	1 mol	1 mol
الحجم باللتر	22.4 L	22.4 L
عدد الجزيئات	$6.02 \times 10^{23} \text{ molecule}$	$6.02 \times 10^{23} \text{ molecule}$
الكتلة بالجرام	32 g	44 g

حجم الغاز = عدد المولات  $\times$  حجم المول (22.4 لتر)

$$\frac{\text{حجم الغاز}}{\text{حجم المول (22.4 لتر)}} = \text{عدد المولات}$$

## مثال ١

احسب حجم 2 مول من غاز الأوكسجين في STP

الحل

حجم الغاز = عدد المولات  $\times$  22.4

حجم الغاز = 44.8 L

مثال ٢

احسب كتلة غاز النيتروجين والذي يشغل حجماً قدره 100 L في STP

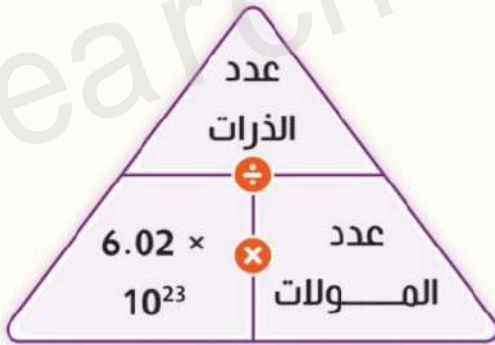
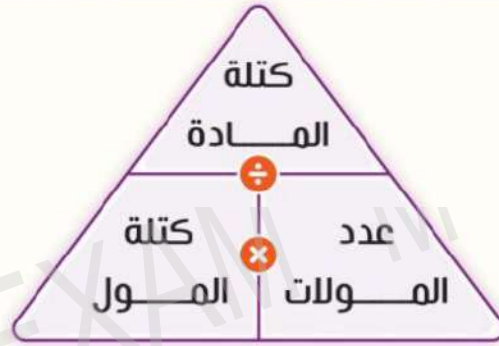
$$N = 14$$

الحل

$$\text{كتلة الغاز} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4} = 4.5 \text{ مول}$$


$$\text{كتلة الغاز} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول} = (14 \times 2) \times 4.5 = 126 \text{ g}$$



## حساب عدد المولات بمعلومية عدد الجزيئات - الذرات - الأيونات

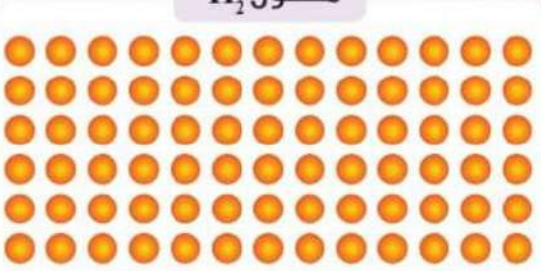
٦

مـول  $H_2$




$6.02 \times 10^{23}$

مـول  $H_2$



$6.02 \times 10^{23}$

مـول  $H_2$

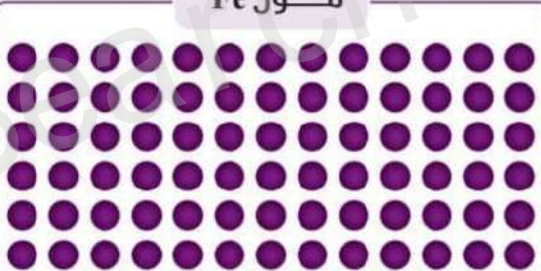


$6.02 \times 10^{23}$

عدد الجزيئات  $\div$  عدد المولات  $\times$

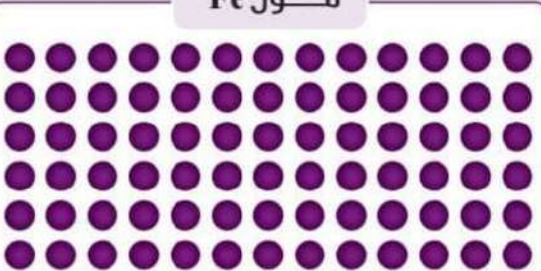
$6.02 \times 10^{23}$

مـول Fe



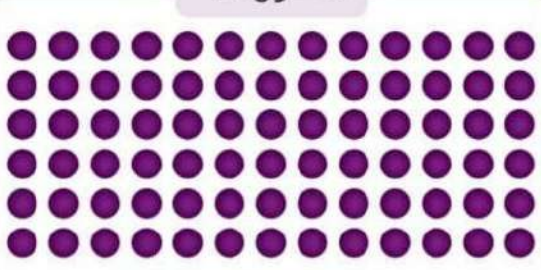
$6.02 \times 10^{23}$

مـول Fe



$6.02 \times 10^{23}$

مـول Fe

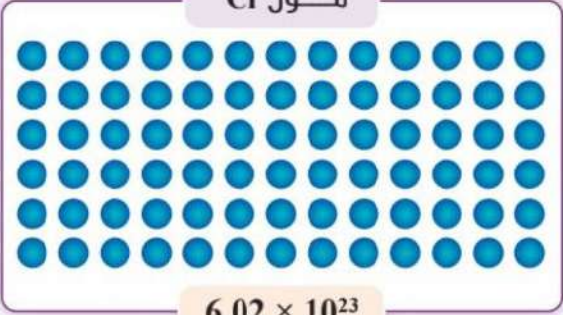


$6.02 \times 10^{23}$

عدد الذرات  $\div$  عدد المولات  $\times$

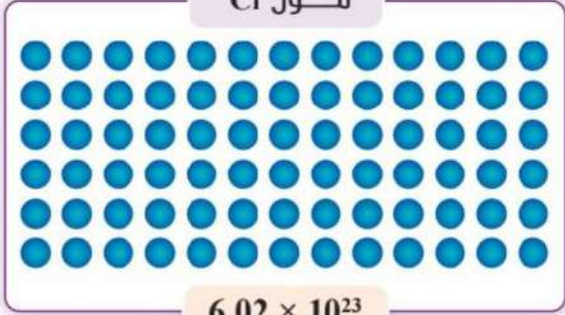
$6.02 \times 10^{23}$

مول Cl<sub>2</sub>



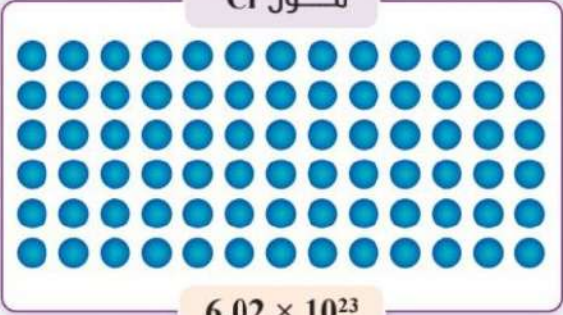
$6.02 \times 10^{23}$

مول Cl<sub>2</sub>

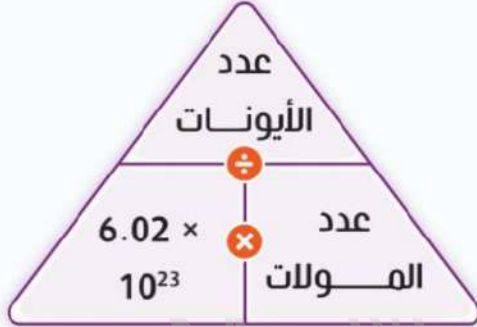


$6.02 \times 10^{23}$

مول Cl<sub>2</sub>



$6.02 \times 10^{23}$



- المول من جزيئات أي مادة يحتوي على عدد ثابت من الجزيئات
- المول من ذرات أي مادة يحتوي على عدد ثابت من الذرات
- المول من أيونات أي مادة يحتوي على عدد ثابت من الأيونات
- عدد أفوجادرو =  $6.02 \times 10^{23}$

- عدد جزيئات 1 مول ماء =  $1 \times$  عدد أفوجادرو جزيء
- عدد ذرات 2 مول حديد =  $2 \times$  عدد أفوجادرو ذرة
- عدد أيونات 5.3 مول كربونات =  $5.3 \times$  عدد أفوجادرو أيون
- عدد أفوجادرو =  $6.02 \times 10^{23}$

## مثال ١

احسب عدد جزيئات كربونات الصوديوم في 3 مول منه

$$[\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1]$$

الحل

عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد أفوجادرو

$$= 3 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$= 1.8 \times 10^{24}$$

## مثال ٢

احسب عدد جزيئات كربونات الصوديوم في 53 جرام منه

$$[\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1]$$

الحل

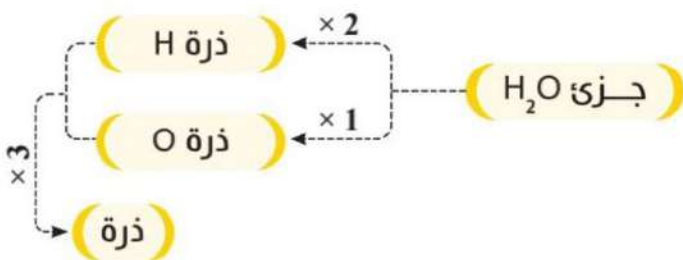
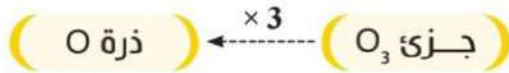
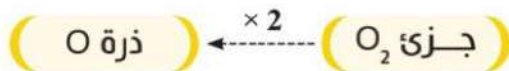
عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد أفوجادرو  
 = (كتلة المادة ÷ كتلة المول) × عدد أفوجادرو

$$= (53 \div 106) \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$= 3.01 \times 10^{23}$$

التحويل من مول جزئ ← مول ذرة ← عدد ذرات

(عدد ذرات الجزئ < ١)

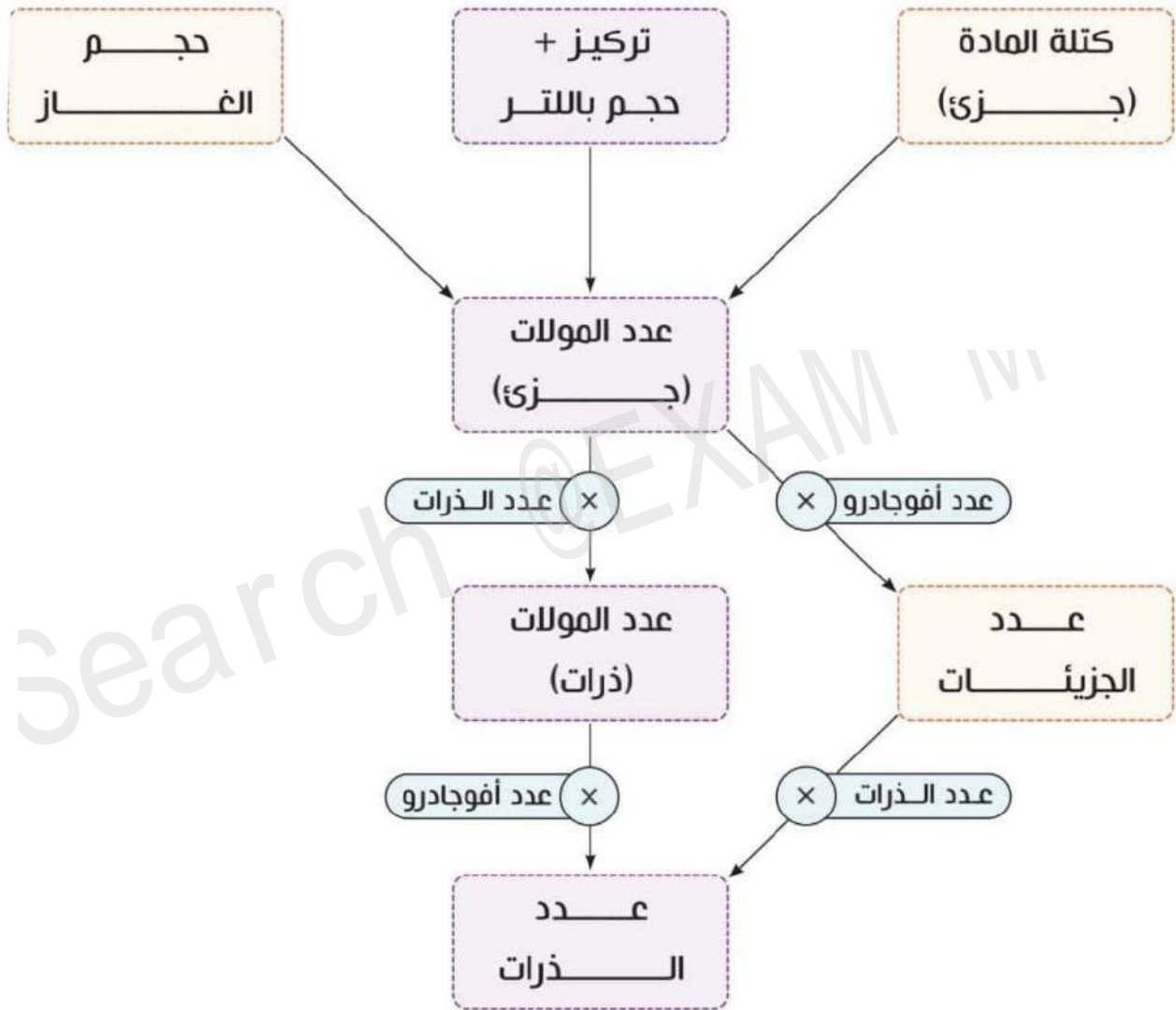


(عدد ذرات الجزئ = ١)

(نفس القيمة)



- عدد الجزيئات = عدد مولات الجزيئات × عدد أفوجادرو
- عدد مولات الذرات = عدد مولات الجزيئات × عدد ذرات الجزيء
- عدد الذرات = عدد مولات الجزيئات × عدد ذرات الجزيء × عدد أفوجادرو



# الباب 3 الثالث



## الاتزان الكيميائي

## معنى الاتزان

## أنواع الاتزان (المقررة)

- الاتزان الفيزيائي
- الاتزان الكيميائي

## تجربة لتوضيح معنى الاتزان الفيزيائي

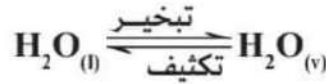
## التجربة

ضع كمية من الماء في إناء مغلق على موقد حتى الغليان

## المشاهدة

حدوث عمليتين متضادتين أو متعاكستين هما :

- عملية التبخير
- عملية التكثيف



## التفسير

- في بداية التسخين يكون معدل تبخير الماء هي العملية السائدة ويصحبها زيادة في الضغط البخاري.
- تستمر عملية التبخير حتى يتساوى الضغط البخاري مع ضغط بخار الماء المشبع
- تحدث حالة اتزان بين سرعة التبخير وسرعة التكثيف ( عدد جزيئات الماء التي تتبخر مساو لعا جزيئات البخار التي تتكثف )

## تعريفات هامة

## الضغط البخاري

هو ضغط بخار الماء الموجود في الهواء عند درجة حرارة معينة

## ضغط بخار الماء المشبع

هو أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يتواجد في الهواء عند درجة حرارة معينة (أقصى ضغط بخاري).

## النظام المتزن

نظام ساكن على المستوى المرئي ، ديناميكي على المستوى غير المرئي

## في النظام المتزن

تحدث عمليتان ، متعاكستان ، في نفس الوقت ، وب نفس السرعة

## الاتزان الكيميائي

### أنواع التفاعلات الكيميائية

- تفاعلات تامة (غير انعكاسية).
- تفاعلات انعكاسية.

### 1 التفاعلات التامة

- ◀ هي التفاعلات التي تسير في اتجاه واحد غالباً (الاتجاه الطردي)
- ◀ يخرج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة غاز يتصاعد أو راسب
- ◀ يصعب على المواد الناتجة (التي تحتوي على غاز أو راسب) أن تتحد مع بعضها مرة أخرى لتكوين المواد المتفاعلة في نفس ظروف التفاعل.
- ◀ يقل تركيز المتفاعلات حتى تستهلك تقريباً.

#### علل: تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة من التفاعلات التامة ؟

لأنه عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة نلاحظ خروج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة راسب أبيض من كلوريد الفضة فيسبب التفاعل في الاتجاه الطردي فقط.



#### علل: تفاعل شريط من الماغنسيوم مع محلول حمض هيدروكلوريك من التفاعلات التامة

لأنه تفاعل شريط من الماغنسيوم مع محلول حمض هيدروكلوريك يخرج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة غاز الهيدروجين فيسبب التفاعل في الاتجاه الطردي فقط.



## ٢ التفاعلات الانعكاسية

هي التفاعلات التي تسير في الاتجاهين الطردى والعكسي حيث تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل موجودة باستمرار في حيز التفاعل

## تجربة لإثبات حدوث التفاعلات غير التامة

## العمل:

تعادل مول من حمض الخليك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) مع مول من الكحول الإيثيلي ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )



## المتوقع:

- تكون مول من إسترأسيتات الإيثيل ( $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ ) ومول من الماء - مواد متعادلة - لا تؤثر على ورقة عباد الشمس .
- اختفاء الحمض تماما وبالتالي لن يتغير لون ورقة عباد الشمس إلى الأحمر لو وضعت في المحلول .

## المشاهدة الفعلية:

- عند اختبار محلول التفاعل بورقة عباد الشمس زرقاء نجدها تحمر ( مما يدل على وجود حمض فر حيز التفاعل ) رغم أن المواد الناتجة من التفاعل متعادلة التأثير على عباد الشمس .

## التفسير:

- لأن التفاعل السابق من التفاعلات الانعكاسية التي تسير في كلا الاتجاهين الطردى والعكسي.
- تتحد النواتج مرة أخرى لتكوين المتفاعلات
- وبالتالي فإن المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل تكون موجودة باستمرار في حيز التفاعل عند الاتزان وهذا يفسر حموضة خليط التفاعل لوجود حمض الخليك .

## تعريف الاتزان الكيميائي (في التفاعلات الانعكاسية فقط)

هو نظام ديناميكي

يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسي

وتثبتت تركيزات المتفاعلات والنواتج

ويظل الاتزان قائما طالما كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في وسط التفاعل (لم يتصاعد

غاز ولم يتكون راسب)

ومادامت ظروف التفاعل ثابتة .

فالالاتزان الكيميائي هو : الحالة التي لا يتغير عندها تركيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة

ملحوظات

- التفاعل الكيميائي عملية ديناميكية وليست ساكنة. **علل؟**
- لأن التفاعل يسير في كلا الاتجاهين الطردى والعكسي (بنفس السرعة)
- عند وصول التفاعل الكيميائي لحالة الاتزان فإن كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة تثبت عند كمية محددة ( لا يشترط أن تكون كميات متساوية أو تركيزات متساوية )

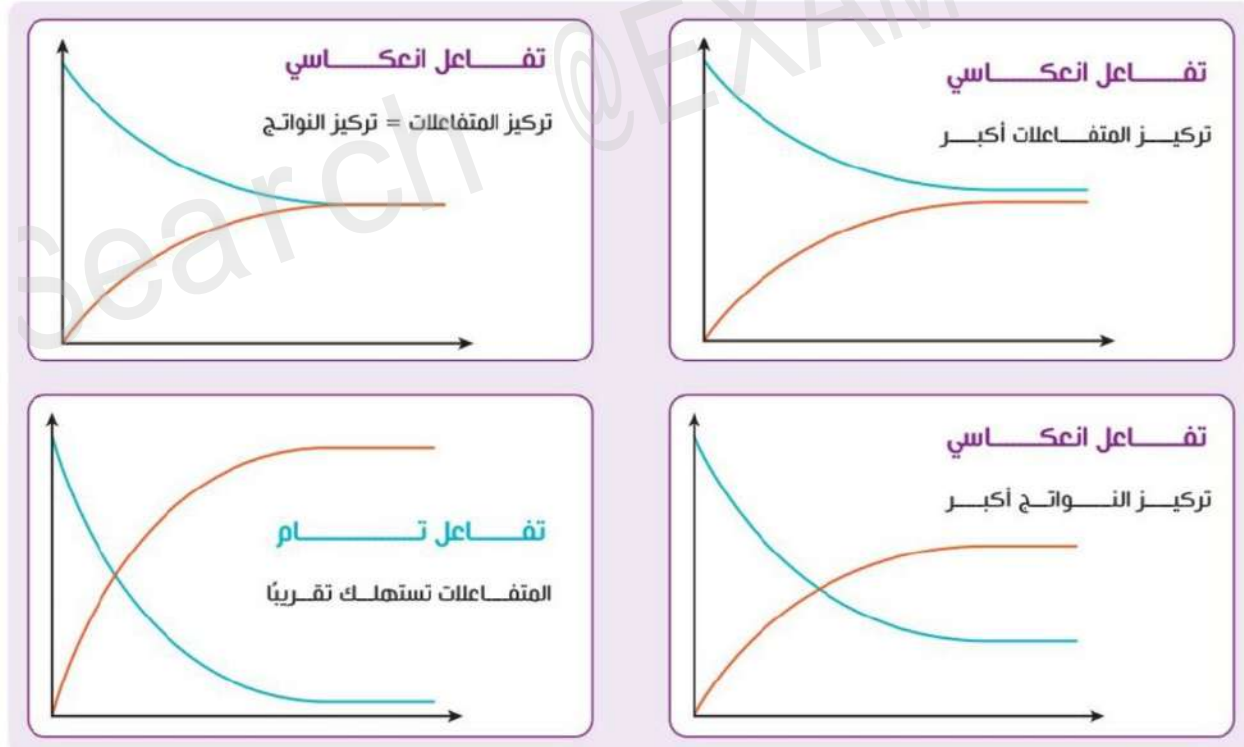
مما سبق يمكن أن نستنتج التالي

**أثناء حدوث التفاعل الكيميائي التام :**

- يقل تركيز المواد المتفاعلة حتى تستهلك تقريبا
- يزداد تركيز المواد الناتجة من التفاعل (حتى تصل لأعلى قيمة ممكنة)

**أثناء حدوث التفاعل الكيميائي الانعكاسي :**

- يقل تركيز المواد المتفاعلة بنسبة محددة
- يزداد تركيز المواد الناتجة من التفاعل (حتى يصل التفاعل لحالة الاتزان)
- يصل لحالة الاتزان



ملحوظة

لا يبدأ التفاعل الانعكاسي بحالة الاتزان بل يستغرق وقتا بعد بدايته للوصول إلى حالة الاتزان

## معدل ( سرعة ) التفاعل الكيميائي

## التعريف

مقدار التغير في كمية (تركيز) المتفاعلات (أو النواتج) في وحدة الزمن.

## وحدة القياس:

• يعبر عن كمية المادة ( التركيز ) بوحدة : المول في كل لتر من المحلول (mol/L)

• يعبر عن الزمن بالدقائق أو الثواني ( min – s ).

$$\text{معدل التفاعل الكيميائي} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الزمن}} = \text{mol/s}$$

( عدد المولات = كتلة المادة ÷ كتلة المول )

## أنواع التفاعلات الكيميائية ( حسب معدلها )

## ١ التفاعلات اللحظية

وهي التفاعلات التي تنتهي نسبيًا في وقت قصير جدًا

مثال: تفاعل نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم حيث ينتج راسب شحيح الذوبان من كلوريد الفضة الأبيض بمجرد خلط المواد المتفاعلة.

## ٢ التفاعلات البطيئة

وهي تفاعلات معدلها بطيء نسبيًا

مثل تفاعل الزيوت النباتية مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون والجليسرين (التصبن)

## ٣ التفاعلات البطيئة جدا

وهي تفاعلات يتطلب حدوثها شهرًا عديدة مثل تفاعل تكوين صدأ الحديد.

## العوامل التي تؤثر على معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي

تتأثر سرعة التفاعل الكيميائي بعدد من العوامل هي:

- طبيعة المواد المتفاعلة. ( نوع الروابط - مساحة السطح )
- تركيز المواد المتفاعلة.
- درجة حرارة التفاعل.
- العوامل الحفازة.
- الضوء.

1 طبيعة المواد المتفاعلة

يقصد بطبيعة المواد المتفاعلة عاملان مهمان هما:

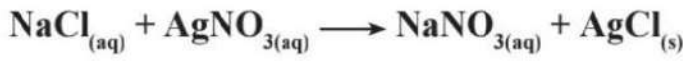
نوع الترابط بين المواد المتفاعلة:

إذا كانت المواد المتفاعلة ذات روابط أيونية:

تكون التفاعلات لحظية وسريعة جدا. **علل؟**

لأن المواد المتفاعلة تتفكك إلى أيونات حرة والتي تتفاعل بسرعة بمجرد خلطها.

**مثال:** تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة



**علل:** تفاعل كلوريد الصوديوم مع نترات الفضة لحظي وسريع؟

لأن التفاعل يتم بين الأيونات التي تتفاعل بسرعة بمجرد خلطها

إذا كانت المواد المتفاعلة ذات روابط تساهمية :

تكون التفاعلات التساهمية بطيئة عادة. **علل؟**

لأن التفاعل يتم بين الجزيئات (لا تتفكك إلى أيونات حرة) التي تحتاج إلى طاقة لكسر الروابط التساهمية وبالتالي وقت أطول لحدوث التفاعل.

**مثال:** تفاعلات المركبات العضوية . (تفاعل التصبن)

مساحة السطح المعرض للتفاعل

كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل كلما زادت سرعة التفاعل الكيميائي

تطبيق:

● أحضر كتلتين متساويتين من فلز الخارصين أحدهما على هيئة مسحوق والأخرى عبارة عن كتلة واحدة

● ضع كلا على حدة في أنبوبة اختبار

● أضف إلى كل أنبوبة حجمين متساويين من حمض الهيدروكلوريك المخفف

**الملاحظة:** ينتهي التفاعل في حالة المسحوق في وقت أقل من التفاعل في حالة الكتلة الواحدة. **علل؟**

لأنه كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل كلما زادت فرص التصادم بين جزيئات المواد المتفاعلة وكلما كان معدل التفاعل أسرع.

**علل:** برادة الحديد تصدأ في وقت أقصر من صدأ نفس الكتلة من الحديد ؟

لأنه كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل كلما زادت سرعة التفاعل الكيميائي

**علل:** يفضل تجزئة العامل الحفاز في التفاعل الكيميائي ؟

لأنه كلما زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل كلما زادت سرعة التفاعل الكيميائي

## ٢ تركيز المواد المتفاعلة

كلما زاد عدد الجزيئات المتفاعلة (أي كلما زاد التركيز) زادت فرص التصادم بينها وزادت سرعة التفاعل.

## ٣ تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل

يمكن تفسير تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائي في ضوء نظرية التصادم التي تفترض أنه :

● يشترط لحدوث التفاعل الكيميائي أن تصطدم جزيئات المواد المتفاعلة

علل: الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جدًا فقط هي التي تتفاعل ؟

لأن طاقتها الحركية العالية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيميائي.

● لا بد أن يمتلك الجزيء حد أدنى من الطاقة الحركية لكي يتفاعل عند الاصطدام.

● يسمى هذا الحد الأدنى بطاقة التنشيط.

## تعريف طاقة التنشيط

الحد الأدنى من الطاقة التي يجب أن يمتلكها الجزيء لكي يتفاعل عند الاصطدام.

● تسمى الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها بالجزيئات المنشطة.

## الاستنتاج

زيادة درجة الحرارة يزيد نسبة الجزيئات المنشطة وبالتالي يزيد معدل التفاعل الكيميائي.

(علل: تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بارتفاع درجة الحرارة)

وجد أن كثيرًا من التفاعلات الكيميائية تزداد سرعتها إلى الضعف تقريبًا إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار عشر درجات مئوية.

علل: تفسد المواد الغذائية بمعدل أسرع صيفًا وبمعدل أقل شتاء ؟

لأنه بارتفاع درجة الحرارة تزداد سرعة تفاعلات تحلل المواد الغذائية التي تفسد الطعام والعكس صحيح

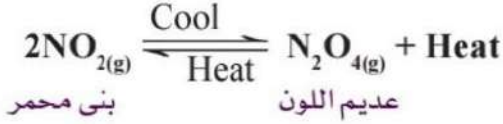
## تجربة لإيضاح تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل مترن

أحضر دورق زجاجي يحتوي غاز ثاني أكسيد النيتروجين (لونه بني محمر) وضعه في إناء به مخلوط مبرد

المشاهدة: تخف حدة اللون تدريجيًا حتى يزول اللون البني المحمر

أخرج الدورق من المخلوط المبرد ثم اتركه ليعود إلى درجة حرارة الغرفة (25°C)

المشاهدة: يبدأ اللون البني المحمر في الظهور ولا يلبث أن يعود إلى ما كان عليه وتزداد درجة اللون كلما ارتفعت درجة الحرارة ويمكن تمثيل ما حدث بالاتزان التالي :



◀ **نستنتج** من التجربة السابقة أن إزاحة (امتصاص) الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة ينتج عنها سير التفاعل في الاتجاه الطردى الذي ينتج فيه حرارة والعكس صحيح

### ٤ تأثير العوامل الحفازة

#### معلومات تمهيدية:

◀ التفاعلات البطيئة تحتاج إلى تسخين لكي تسير بمعدل أسرع  
 ◀ عند تطبيق هذه التفاعلات في الصناعة فإن تكاليف الطاقة اللازمة للتسخين لإحداث هذه التفاعلات ستكون عالية مما يؤدي إلى رفع أسعار السلع المنتجة .  
 ◀ وجد أن معظم التفاعلات البطيئة يمكن إتمامها باستعمال مواد تزيد من معدلها دون الحاجة لزيادة درجة الحرارة، وتعرف هذه المواد بالعوامل الحفازة catalysts.

#### علل : الأهمية الاقتصادية للعوامل الحفازة ؟

◀ تزيد من معدل التفاعلات الكيميائية البطيئة دون اللجوء إلى مزيد من التسخين مما يوفر الطاقة ويقلل من التكلفة الإنتاجية

### تعريف العامل الحفاز

◀ مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان وتتكون من عناصر فلزية أو أكاسيدها أو مركباتها.

### دور العامل الحفاز

◀ تقليل طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل فيعمل على :

- زيادة معدل التفاعل العكسي والطردى في التفاعلات الانعكاسية ( سرعة الوصول إلى حالة الاتزان )
- سرعة إتمام التفاعل في التفاعلات التامة

#### علل : العامل الحفاز له القدرة على زيادة معدل التفاعل الكيميائي ؟

◀ لأنه يقلل من طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي

### بعض استخدامات العوامل الحفازة

◀ تستخدم في أكثر من 90% من العمليات الصناعية مثل صناعة الأسمدة والبتروكيماويات والأغذية  
 ◀ توضع في المحولات الحفازة المستخدمة في شاحنات السيارات لتحويل غازات الاحتراق الملوثة للجو إلى نواتج آمنة

◀ علل : العوامل الحفازة لها دور هام في الحفاظ على البيئة .

تعمل الأنزيمات (وهي جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية) كعوامل حفز للعديد من العمليات البيولوجية والصناعية.

### ٥ تأثير الضوء

تتأثر بعض التفاعلات الكيميائية بالضوء مثل :

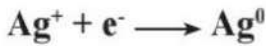
#### التمثيل الضوئي

يقوم الكلوروفيل في النبات بامتصاص الضوء وتكوين الكربوهيدرات في وجود ثاني أكسيد الكربون والماء.

#### أفلام التصوير

تحتوي على بروميد فضة في طبقة جيلاتينية وعندما يسقط الضوء عليها :

• يكتسب أيون الفضة الموجب إلكترونًا من أيون البروميد السالب ليتحول إلى فضة (كلما زادت شدة الضوء زادت كمية الفضة المتكونة).



• يمتص البروم المتكون في الطبقة الجيلاتينية

### العوامل المؤثرة على الاتزان (تنشط أحد الاتجاهين الطردى أو العكسي)

• التركيز • درجة الحرارة • الضغط

#### قاعدة لوشاتيليه

عند حدوث تغيير في أحد العوامل المؤثرة على نظام متزن مثل التركيز أو درجة الحرارة أو الضغط فإن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي هذا التأثير.

### ١ تأثير التغير في التركيز

زيادة أحد المتفاعلات ينشط التفاعل نحو الاتجاه الطردى

نقص أحد المتفاعلات ينشط التفاعل نحو الاتجاه العكسي

زيادة أحد النواتج ينشط التفاعل نحو الاتجاه العكسي

نقص أحد النواتج ينشط التفاعل نحو الاتجاه الطردى



المادة	التغير فيها	تأثيرها على الاتزان
$\text{CH}_4$	زيادة	تنشيط الاتجاه الطردى
$\text{H}_2\text{O}$	زيادة	تنشيط الاتجاه الطردى
$\text{CO}$	زيادة	تنشيط الاتجاه العكسي
$\text{H}_2$	زيادة	تنشيط الاتجاه العكسي

## ٢ تأثير التغير في الحرارة

### التفاعل الطارد للحرارة

تخرج الحرارة كأحد نواتج التفاعل

تكون فيه قيمة التغير الحراري: **بإشارة سالبة** ( $\Delta H = -$ )



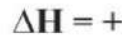
زيادة الحرارة تنشيط التفاعل نحو **الاتجاه العكسي**

نقص الحرارة (التبريد) تنشيط التفاعل نحو **الاتجاه الطردى**

### التفاعل الماص للحرارة

تدخل الحرارة كأحد المتفاعلات

تكون فيه قيمة التغير الحراري: **بإشارة موجبة** ( $\Delta H = +$ )



زيادة الحرارة تنشيط التفاعل نحو **الاتجاه الطردى**

نقص الحرارة (التبريد) تنشيط التفاعل نحو **الاتجاه العكسي**

## ٣ تأثير التغير في الضغط

التغير في الضغط يؤثر على التفاعلات الغازية فقط

زيادة الضغط يقل حجم الغاز والعكس صحيح (علاقة عكسية)

● **زيادة الضغط** توجه التفاعل نحو **حجم أقل**

● **نقص الضغط** توجه التفاعل نحو **حجم أكبر**

تأثير الضغط على تفاعل متزن

لا يحتوي على غازات مطلقاً

لا يوجد تأثير

المواد الصلبة والسائلة  
لا تتأثر بالضغط

يحتوي غاز أو أكثر

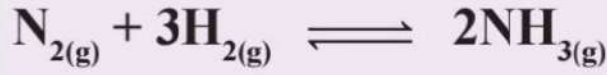
عدد مولات الغازات في المتفاعلات والنواتج

مختلف

متساوي

زيادة الضغط ← حجم أقل  
نقص الضغط ← حجم أكبر

لا يحدث  
تأثير



1 mol

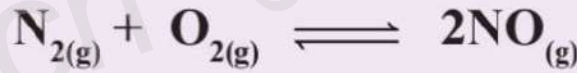
3 mol

2 mol

4 mol

2 mol

زيادة الضغط توجه التفاعل نحو الحجم الأقل (نحو تكوين النشادر)



1 mol

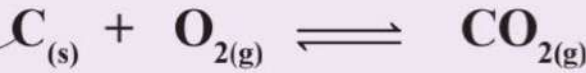
1 mol

2 mol

2 mol

2 mol

عدد المولات متساوي (لا يؤثر الضغط على الاتزان)



لا يحتسب

عدد المولات الصلبة  
عند دراسة تأثير الضغط

0 mol

1 mol

1 mol

1 mol

1 mol

عدد المولات متساوي (لا يؤثر الضغط على الاتزان)

قانون فعل الكتلة (للمعالمين جولبرج وفاج)

نص القانون

عند ثبوت درجة الحرارة

تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزئية لمواد التفاعل (كل مرفوع لأس يساوي عدد مولات الجزئيات أو الأيونات في معادلة التفاعل الموزونة).

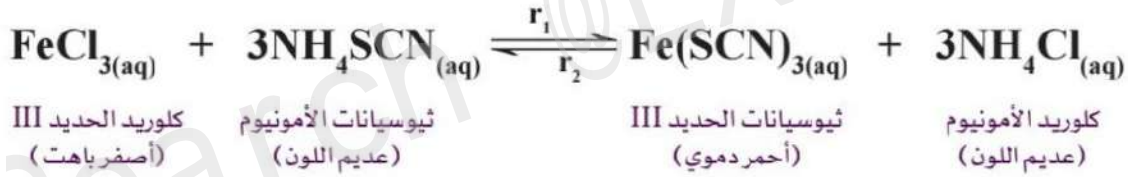
أهمية القانون

يعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد المتفاعلة (تأثير التركيز على معدل التفاعل)



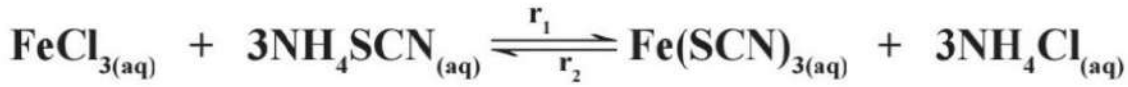
معدل تكوين النواتج يتناسب طردياً مع:  $[A]^a \cdot [B]^b$

تجربة عملية لتوضيح قانون فعل الكتلة



الاستنتاج	المشاهدة	العمل
يزداد معدل التفاعل الكيميائي بزيادة تركيز المتفاعلات	يتحول لون المحلول تدريجياً إلى الأحمر الدموي نتيجة تكون ثيوسيانات الحديد III في التفاعل الطردي	إضافة كلوريد الحديد III إلى ثيوسيانات الأمونيوم تدريجياً
	يزداد اللون الأحمر الدموي نتيجة زيادة كمية ثيوسيانات الحديد III المتكونة	أضف المزيد من كلوريد الحديد III

## استنتاج قانون فعل الكتلة



كلوريد الحديد III  
(أصفر باهت)

ثيوسيانات الأمونيوم  
(عديم اللون)

ثيوسيانات الحديد III  
(أحمر دموي)

كلوريد الأمونيوم  
(عديم اللون)

$$r_1 \propto [\text{FeCl}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{SCN}]^3$$

$$r_2 \propto [\text{Fe(SCN)}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{Cl}]^3$$

$$r_1 = K_1 [\text{FeCl}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{SCN}]^3$$

$$r_2 = K_2 [\text{Fe(SCN)}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{Cl}]^3$$

عند الاتزان  $r_1 = r_2$

$$K_1 [\text{FeCl}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{SCN}]^3 = K_2 [\text{Fe(SCN)}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{Cl}]^3$$

$$K_c = \frac{K_1}{K_2} = \frac{[\text{Fe(SCN)}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{FeCl}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{SCN}]^3} = \frac{\text{تركيز النواتج}}{\text{تركيز المتفاعلات}}$$

لا تدخل المواد التالية في معادلة حساب ثابت الاتزان (Kc)

كل الرواسب الصلبة.

كل المذيبات (مثل الماء السائل والنشادر السائلة)

بخار الماء  $\text{H}_2\text{O}_{(v)}$  وغاز النشادر  $\text{NH}_3_{(g)}$  تدخل في معادلة حساب ثابت الاتزان (Kc).

ثابت الاتزان للتفاعل

هو النسبة بين معدل التفاعل الطردي إلى معدل التفاعل العكسي

ملحوظات هامة

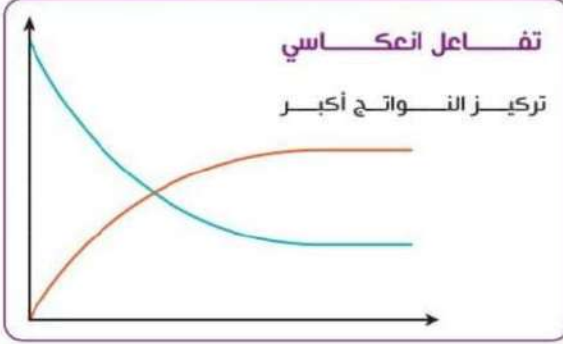
يطبق قانون فعل الكتلة على التفاعلات المتزنة فقط (لا يطبق على التفاعلات التامة)

لا يكتب تركيز المذيبات النقية (L) ولا المواد الصلبة النقية (S) في معادلة حساب ثابت الاتزان. علل؟

لأنها تعتبر ذات تركيز ثابت مهما اختلفت كميتها فلا تتغير بدرجة ملموسة.

دلالات قيمة ثابت الاتزان

$$K_c = \frac{K_1}{K_2} = \frac{\text{تركيز النواتج}}{\text{تركيز المتفاعلات}}$$

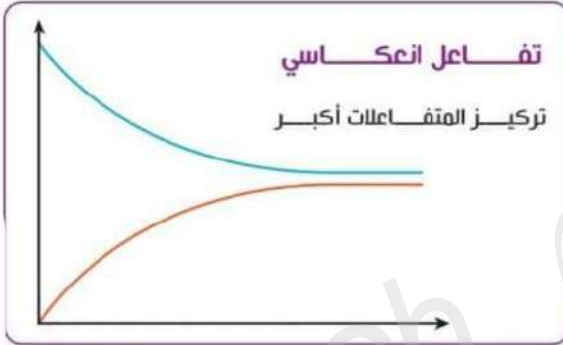


1 إذا كان أكبر من الواحد الصحيح :  $K_c > 1$

تركيز النواتج أكبر من تركيز المتفاعلات

التفاعل الطردي هو السائد

( يسير التفاعل نحو تكوين النواتج )

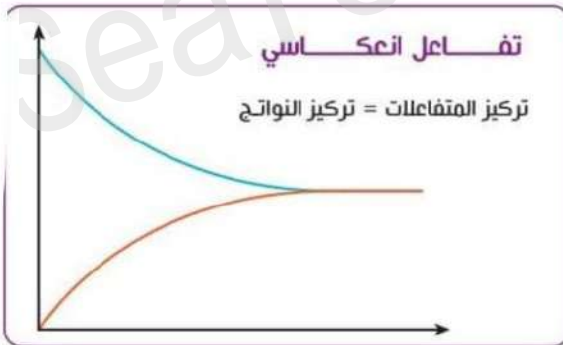


2 إذا كان أقل من الواحد الصحيح :  $K_c < 1$

تركيز المتفاعلات أكبر من تركيز النواتج.

التفاعل العكسي هو السائد

( يسير التفاعل نحو تكوين المتفاعلات ).



3 يساوي الواحد الصحيح :  $K_c = 1$

تركيز المتفاعلات يساوي تركيز النواتج

معدل التفاعل الطردي يساوي معدل التفاعل

العكسي.

قيمة ثابت الإلتزان KC	حالة الإلتزان	العوامل المؤثرة	
لا تتغير	يسير التفاعل في الاتجاه الطردى	زيادة تراكيز المواد المتفاعلة	
	يسير التفاعل في الاتجاه العكسي	زيادة تراكيز المواد الناتجة	
	يسير التفاعل في الاتجاه العكسي	نقص تراكيز المواد المتفاعلة	
	يسير التفاعل في الاتجاه الطردى	نقص تراكيز المواد الناتجة	
	في حالة : (1) تساوي عدد المولات (2) عدم وجود غازات لا يتأثر الإلتزان	يسير التفاعل في اتجاه الحجم الأقل	زيادة الضغط
		يسير التفاعل في اتجاه الحجم الأكبر	نقص الضغط
	لا تتأثر	اضافة عوامل مساعدة	
تقل	التفاعل طارد للحرارة : يسير التفاعل في الاتجاه العكسي	زيادة درجة الحرارة	
تزداد	التفاعل ماص للحرارة : يسير التفاعل في الاتجاه الطردى		
تزداد	التفاعل طارد للحرارة : يسير التفاعل في الاتجاه الطردى	نقص درجة الحرارة	
تقل	التفاعل ماص للحرارة : يسير التفاعل في الاتجاه العكسي		

## الاتزان الأيوني

### 1 المركبات الأيونية

- ◀ هي مواد **صلبة** متأيّنة تماما
- ◀ ترتبط أيوناتها الموجبة والسالبة بروابط أيونية (قوى الجذب الإلكترونية) (قوى الجذب الإلكترونية)
- ◀ عند ذوبانها في الماء فإنها **تتفكك** إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة
- ◀ محلول (و مصهور) هذه المواد موصل للتيار الكهربائي.

#### مثال

- كلوريد الصوديوم

### 2 المركبات التساهمية

- ◀ مواد تحتوي على **روابط تساهمية** بين ذراتها
- ◀ عند ذوبانها في الماء فإنها **تتأين** إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة
- ◀ منها ما هو تام التأين ومنها ما هو ضعيف التأين

#### مثال

- غاز كلوريد الهيدروجين الجاف ( تام التأين : تأينه 100% تقريباً )
- حمض الخليك النقي ( الثلجي ) ضعيف التأين

## معنى التأين التام والتأين الضعيف

### التأين

هو عملية تحول جزيئات غير متأيّنة إلى أيونات موجبة وسالبة

### 1 التأين التام

- ◀ هو عملية تحول **كل** الجزيئات الغير متأيّنة إلى أيونات موجبة وسالبة
- ◀ يحدث في المحاليل المائية للإلكتروليتات **القوية** (الأحماض والقواعد القوية ،، وبعض الأملاح)

#### مثال

الأحماض القوية:  $HCl - HNO_3 - H_2SO_4$

القواعد القوية:  $NaOH - KOH$

الأملاح الذائبة:  $NaCl - KNO_3$

## ٢ التآين الضعيف، (غير التام)

هو عملية تحول **جزء ضئيل** من الجزيئات غير المتآينة إلى أيونات ويظل الجزء الباقي في صورة جزيئات غير متآينة.

يحدث في المحاليل المائية للإلكتروليتات **الضعيفة**

## الإلكتروليت

هو المادة التي تتآين في الماء لتعطي أيونات موجبة وسالبة ،، ومحلولة أو مصهوره يوصل التيار الكهربائي ( بدرجات متفاوتة )

**قد يكون الإلكتروليت**: مركب أيوني ( غالباً ) أو تساهمي قطبي

## المحلول الإلكتروليتي

محلول يحتوي على أيونات موجبة وسالبة ويوصل التيار الكهربائي ( بدرجات متفاوتة )

## المحاليل الإلكتروليتية القوية

هي المحاليل التي توصل التيار الكهربائي بدرجة كبيرة لاحتوائها على مواد تامة التآين

## المحاليل الإلكتروليتية الضعيفة

هي المحاليل التي توصل التيار الكهربائي بدرجة ضعيفة لاحتوائها على مواد غير تامة التآين

## المحاليل الغير إلكتروليتية

هي المحاليل التي لا توصل التيار الكهربائي لعدم احتوائها على أيونات.

مقارنة بين الاتزان الكيميائي والاتزان الأيوني

1 الاتزان الكيميائي

التعريف

نظام ديناميكي متزن يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى والتفاعل العكسي وتثبت تركيزات جميع المتفاعلات والنواتج ويظل الاتزان قائماً طالما كانت جميع المواد المتفاعلة والنتيجة موجودة في وسط التفاعل ( لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب ) وطالما كانت ظروف التفاعل ثابتة ( مثل الضغط ودرجة الحرارة )

مثال

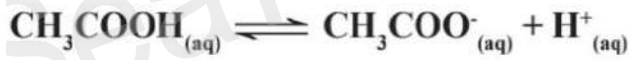


2 الاتزان الأيوني

التعريف

نظام متزن يحدث في محاليل الالكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها والأيونات الناتجة عنها.

مثال



ملحوظة هامة

توجد في المحلول باستمرار حالتان متعاكستان هما **تفكك الجزيئات** إلى أيونات و**اتحاد الأيونات** لتكوين جزيئات فتنشأ حالة اتزان بين الأيونات والجزيئات غير المفككة.

## تجربتين لتوضيح التأين التام والتأين الضعيف

## ١ تجربة 1 : (لتوضيح عدم التأين في بعض المواد الألكتروليتية)

## العمل

اختبر التوصيل الكهربى لحمض الخليك النقي (الثلجى) وغاز كلوريد الهيدروجين الذائب فى البنزين باستخدام ( خلية كهربية موصلة بمصباح كهربي )

## المشاهدة

المصباح لا يضيء فى كلتا الحالتين

## الاستنتاج

كلا المحلولين لا يحتوي على أيونات تعمل على توصيل التيار (محاليل غير إلكتروليتية)

## ٢ تجربة 2 : (لتوضيح الفرق بين التأين التام والتأين الضعيف)

## العمل 1

تحضير محلولين متساويين فى التركيز من حمض الخليك وحمض الهيدروكلوريك  
أذب 0.1 mol من غاز كلوريد الهيدروجين فى 1 L من الماء  
أذب 0.1 mol من حمض الخليك النقي فى 1 L من الماء  
اختبر التوصيل الكهربى لهذين المحلولين

## المشاهدة

المصباح يضيء بشدة مع حمض الهيدروكلوريك ويضيء إضاءة خافتة مع حمض الخليك

## الاستنتاج

الأول يحتوي على وفرة من الأيونات (لأنه إلكتروليت قوى تام التأين) بخلاف الثانى (لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين)

## العمل 2

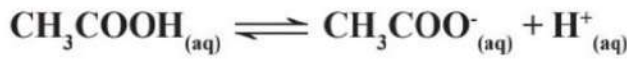
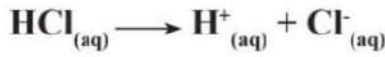
اختبر تأثير تخفيف كلا المحلولين السابقين (إلى 0.01 mol/L - 0.001 mol/L) على توصيل التيار الكهربى (شدة إضاءة المصباح)

الملاحظة

- في حالة حمض الهيدروكلوريك : شدة إضاءة المصباح لا تتأثر بالتخفيف
- في حالة حمض الخليك : تزداد شدة الإضاءة بالتخفيف.

الاستنتاج ( من جملة التجارب السابقة )

- المركبات التساهمية مثل غاز كلوريد الهيدروجين الجاف وحمض الخليك (الأسيتيك) النقي تتأين في وجود الماء
- يكون تأين كلوريد الهيدروجين تأينًا تامًا بينما تأين حمض الخليك (الأسيتيك) محدودًا جدًا.
- يمكن تمثيل تأين كلا من الحامضين كما يلي:



- علل: التوصيل الجيد لمحلول كلوريد الهيدروجين للتيار الكهربائي والتوصيل الرديء لمحلول حمض الأسيتيك؟

لأن حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية تامة التأين فتزداد عدد الأيونات التي تحمل التيار الكهربائي بينما حمض الخليك من الأحماض الضعيفة غير تامة التأين فتقل عدد الأيونات التي تحمل التيار الكهربائي.

- علل: لا يتأثر تأين حمض الهيدروكلوريك بالتخفيف بينما يزداد تأين حمض الخليك بالتخفيف؟

لأن حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية تامة التأين فلا تؤثر إضافة الماء على معدل تأينه بينما حمض الخليك من الأحماض الضعيفة غير تامة التأين والتي يزداد تأينها بالتخفيف.

- علل: لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية؟

لأن محاليلها تامة التأين ولا تحتوي على جزيئات غير متأينة.

- علل: يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة؟

لأن محاليلها غير تامة التأين أي أنها تحتوي على جزيئات غير متأينة.

## قانون استفالد للتخفيف

## نص القانون

عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة تأين الإلكتروليئات الضعيفة ( $\alpha$ ) تزداد بزيادة التخفيف

## صيغة القانون

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} \quad , \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}}$$

كلما قل التركيز (زاد التخفيف)، زادت درجة التأين. علل؟

لتظل قيمة ثابت التأين  $K_a$ ،  $K_b$  ثابتة عند ثبوت درجة الحرارة.

## 1 حساب تركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة

## صيغة القانون

$$[H_3O^+]^2 = K_a \cdot C_a \longrightarrow [H_3O^+] = \sqrt{k_a \cdot C_a}$$

## أيون الهيدرونيوم

هو الأيون الموجب الناتج من تأين الأحماض في الماء (اتحاد جزيء ماء مع أيون هيدروجين موجب).

علل: لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفرداً.

حيث يجذب أيون الهيدروجين الموجب إلى زوج الالكترونات الحر الموجود على ذرة الأكسجين في أحد جزيئات الماء ليرتبط مع جزيء الماء برابطة تناسقية

علل: يسمى أيون الهيدرونيوم بالبروتون المماه؟ (نفس الجواب السابق)

يعرف هذا البروتون بالبروتون المماه أو أيون الهيدرونيوم ويرمز له بالرمز  $H_3O^+$

## 2 حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة

## صيغة القانون

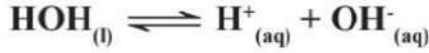
$$[OH^-]^2 = K_b \cdot C_b \longrightarrow [OH^-] = \sqrt{k_b \cdot C_b}$$

### تأين الماء

الماء النقي **إلكترولييت ضعيف** يوصل التيار الكهربائي توصيلاً ضعيفاً ويعبر عن تأينه بالاتزان التالي:



وللتبسيط يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتالي:



ويعبر عن ثابت الاتزان كما يلي:

$$K_w = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 10^{-14}$$

ونظراً لأن مقدار ما يتأين من الماء لا يذكر فإن تركيز الماء غير المتأين يعتبر مقدراً ثابتاً ومن ثم:

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

### الحاصل الأيوني للماء (Kw)

#### التعريف

حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء وهو مقدار ثابت يساوي  $1 \times 10^{-14}$

الماء النقي متعادل التأثير على عباد الشمس

تركيز أيون الهيدروجين = تركيز أيون الهيدروكسيل =  $1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

إذا زاد تركيز أيون الهيدروجين قل تركيز أيون الهيدروكسيل بنفس المقدار (علاقة عكسية)

إذا عرف تركيز أحد الأيونين أمكن معرفة تركيز الآخر من القانون السابق.

**علل:** الحاصل الأيوني للماء قيمته صغيرة جداً يساوي  $1 \times 10^{-14}$  ؟

لأن الماء النقي إلكترولييت ضعيف يوصل التيار الكهربائي توصيلاً ضعيفاً.

## الأس (الرقم) الهيدروجيني pH Value

معنى حرف p

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

في الماء النقي

يتساوي تركيز أيون الهيدروجين والهيدروكسيل ( $10^{-7}$ )

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7}$$

$$\text{pH} = \text{pOH} = 7$$

في المحاليل الحامضية

يزداد تركيز أيون الهيدروجين ويقل تركيز أيون الهيدروكسيل ويظل حاصل ضربهما  $10^{-14}$ 

$$[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-3}$$

$$[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-11}$$

$$\text{pH} = 3$$

$$\text{pOH} = 11$$

في المحاليل القاعدية

يزداد تركيز أيون الهيدروكسيل ويقل تركيز أيون الهيدروجين ويظل حاصل ضربهما  $10^{-14}$ 

$$[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-12}$$

$$[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-2}$$

$$\text{pH} = 2$$

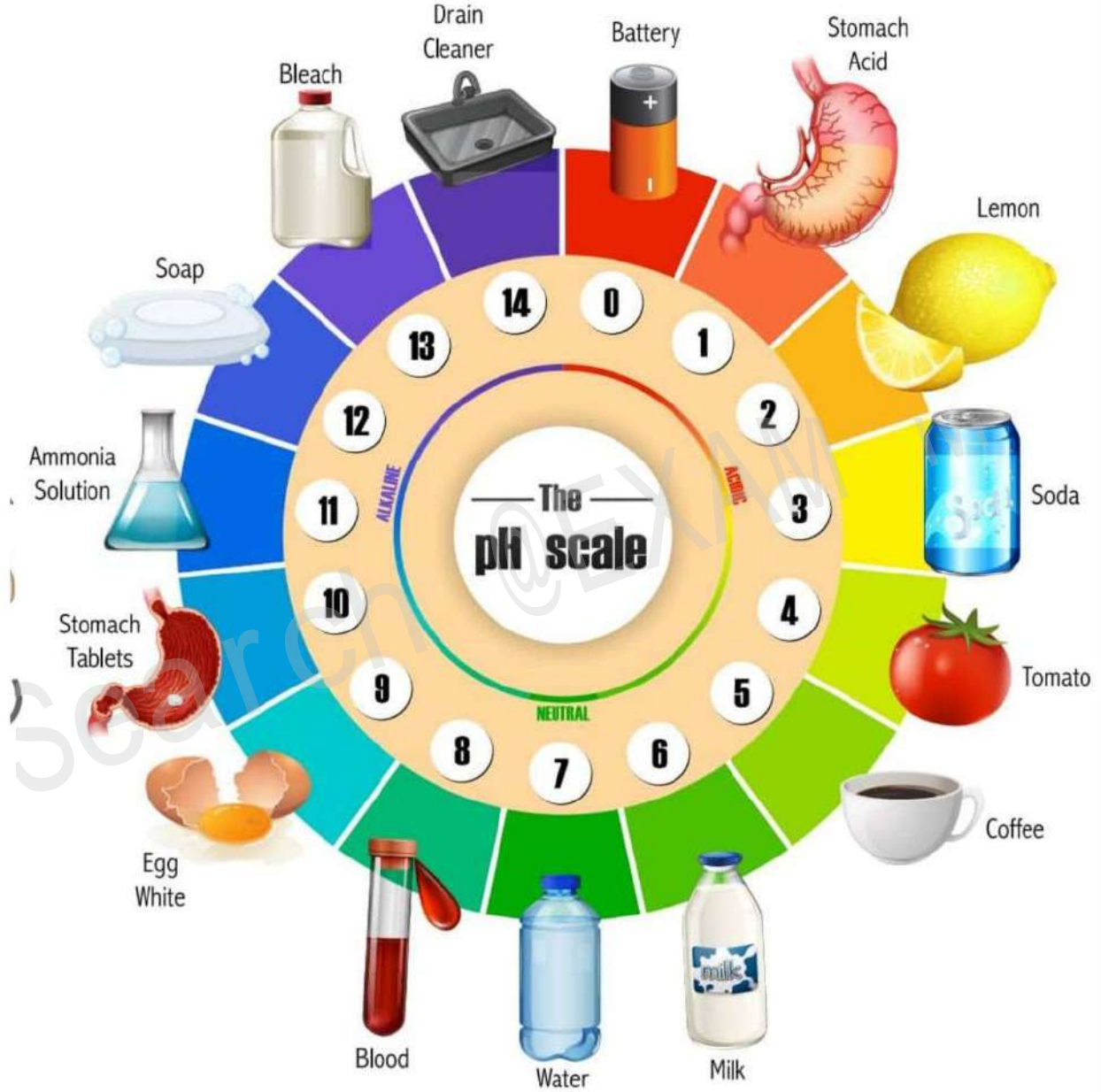
$$\text{pOH} = 12$$

## الأس (الرقم) الهيدروجيني pH Value

هو اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروجين ،، وهو أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية بأرقام موجبة من ( 0 : 14 )

الاستنتاج العام

- ◀ إذا كانت  $pH = 7$  يكون المحلول متعادلا.
- ◀ إذا كانت  $pH < 7$  يكون المحلول حامضيا.
- ◀ إذا كانت  $pH > 7$  يكون المحلول قاعديا.



## التحلل المائي للأملاح (التميؤ)

## التعريف

هو عملية ذوبان الملح في الماء لتكوين الحمض والقلوي المشتق منهما الملح ( عكس عملية التعادل )

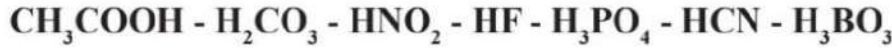
نواتج عملية التميؤ (محلول الملح) = حمض + قاعدة

الأحماض الناتجة إما أن تكون :

قوية:



ضعيفة:



القواعد الناتجة إما أن تكون:

قوية:



ضعيفة:



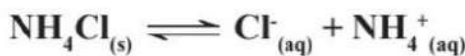
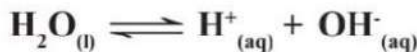
أنواع محاليل الأملاح (حامضية - قاعدية - متعادلة )

- حمض قوي + قاعدة قوية = ملح متعادل
- حمض قوي + قاعدة ضعيفة = ملح حامضي
- حمض ضعيف + قاعدة قوية = ملح قاعدي
- حمض ضعيف + قاعدة ضعيفة = ملح متعادل

أمثلة على تميؤ الأملاح

## 1 تميؤ كلوريد الأمونيوم

ملح مشتق من حمض قوي (HCl) + قاعدة ضعيفة (NH<sub>4</sub>OH)



- يتأين الماء كالكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيل
- عند إذابة كلوريد الأمونيوم فإنها تتفكك إلى أيونات كلوريد وأيونات أمونيوم
- لا يتكون حمض HCl لأنه الكتروليت قوي تام التأيين ( تظل أيونات H<sup>+</sup> في الماء )
- يتكون هيدروكسيد الأمونيوم بسبب اتحاد أيونات الهيدروكسيل الناتجة من تأين الماء مع أيونات الأمونيوم في المحلول وتعطي هيدروكسيد الأمونيوم ( يتكون هيدروكسيد الأمونيوم لأنه قاعدة ضعيفة التأيين )
- ينشأ عن ذلك سحب مستمر لأيونات الهيدروكسيل من اتزان تأين الماء فيختل الاتزان
- تبعًا لقاعدة لوغاتليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص في تركيز أيونات الهيدروكسيل لكي يسترجع الاتزان ثانية
- ينتج عن ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات الهيدروجين ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات الهيدروكسيل
- يكون الرقم الهيدروجيني  $pH < 7$
- يكون محلول كلوريد الأمونيوم حامضيا ( ملح حمضي )

### ٢ تميؤ كربونات الصوديوم

◀ ملح مشتق من حمض ضعيف (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) + قاعدة قوية (NaOH)



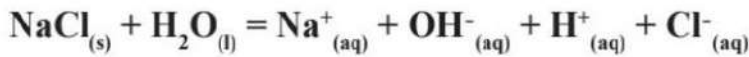
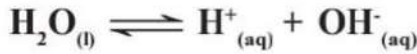
- يتأين الماء كالكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيل
- عند إذابة كربونات الصوديوم فإنها تتفكك إلى أيونات صوديوم وأيونات كربونات
- لا يتكون هيدروكسيد الصوديوم لأنه الكتروليت قوي تام التأيين ( تظل أيونات OH<sup>-</sup> في الماء )
- يتكون حمض الكربونيك بسبب اتحاد أيونات الهيدروجين الناتجة من تأين الماء مع أيونات الكربونات في المحلول وتعطي حمض الكربونيك ( يتكون حمض الكربونيك لأنه حمض ضعيف التأيين )
- ينشأ عن ذلك سحب مستمر لأيونات الهيدروجين من اتزان تأين الماء فيختل الاتزان
- تبعًا لقاعدة لوغاتليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص في تركيز أيونات الهيدروجين لكي يسترجع الاتزان ثانية
- ينتج عن ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات الهيدروكسيل ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات الهيدروجين

- يكون الرقم الهيدروجيني  $pH > 7$
- يكون محلول كربونات الصوديوم قلويًا.

## تميؤ كلوريد الصوديوم

٣

ملح مشتق من حمض قوي (HCl) + قاعدة قوية (NaOH)

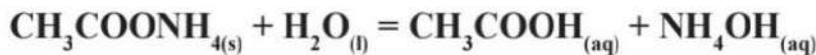
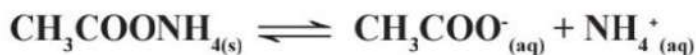
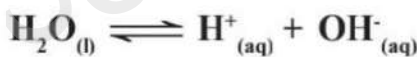


- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك (لأنه حمض قوي تام التأيّن)
- لا يتكون هيدروكسيد الصوديوم (لأنه قلوي قوي تام التأيّن)
- تبقى أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيل الناتجين من تأيّن الماء في المحلول كما هي وذات تركيز متساوي
- يكون المحلول متعادلاً ( $pH = 7$ )

## تميؤ أسيتات الأمونيوم

٤

ملح مشتق من حمض ضعيف ( $CH_3COOH$ ) + قاعدة ضعيفة ( $NH_4OH$ )



- يتكون حمض الخليك (الأستيك) وهيدروكسيد الأمونيوم لأن كليهما إلكتروليت ضعيف
- تركيز أيونات الهيدروجين القليل الناتج من تأيّن الحمض الضعيف يكافئ تركيز أيونات الهيدروكسيل القليل الناتج من تأيّن القلوي الضعيف
- يكون المحلول متعادلاً ( $pH = 7$ )

تجربة لإثبات المفاهيم السابقة

أحضّر أربع أنابيب اختبار وضع فيهم المحاليل المبينة في الجدول التالي مع الكشف عن المحاليل بورقة عباد الشمس :

تجربة	المشاهدة	الاستنتاج
تأثير محلول $\text{Na}_2\text{CO}_3$	تزرق ورقة عباد الشمس	المحلول قاعدي
تأثير محلول $\text{NH}_4\text{Cl}$	تحمّر ورقة عباد الشمس	المحلول حمضي
تأثير محلول $\text{CH}_3\text{COONH}_4$	لا تتأثر	المحلول متعادل
تأثير محلول $\text{NaCl}$	لا تتأثر	المحلول متعادل

حامل الإذابة

- لكل ملح صلب حد معين للذوبان في الماء عند درجة حرارة معينة .
- عند الوصول إلى هذا الحد تصبح المادة المذابة في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة .
- يوصف المحلول عند هذا الحد : بالمحلول المشبع .

المحلول المشبع

هو المحلول الذي تكون فيه المادة المذابة في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة .

تختلف درجة ذوبانية الأملاح الصلبة في الماء اختلافا واسعا .

درجة الذوبان

تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة

حاصل الإذابة لمركب شحيح الذوبان في الماء،  $K_{sp}$ 

إذا أخذت كمية من بروميد الرصاص  $PbBr_2$  II ورجت في الماء، فإن كمية ضئيلة جداً سوف تذوب ويتأين جزء منها وفقاً للمعادلة الآتية:



ثم يطبق عليها قانون فعل الكتلة. ( يتم إهمال تركيز  $PbBr_2$  حيث أنها مادة صلبة لا يتغير تركيزها بتغير كميتها )

ويكون ثابت الاتزان:

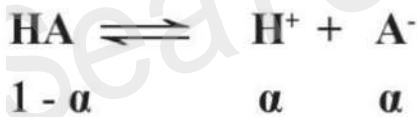
$$K_{sp} = [Pb^{2+}] \cdot [Br^{-}]^2$$

## تعريف حاصل الإذابة لمركب أيوني شحيح الذوبان

هو حاصل ضرب تركيز أيوناته مقدرة بالمول / لتر (كلّ منها مرفوع لأس يساوي عدد مولات الأيونات) والتي توجد في حالة اتزان مع محلولها المشبع.

## إثبات قانون استنفال للتخفيف

(1) نفرض أنّ لدينا مولاً واحداً من حمض ضعيف أحادي البروتون صيغته الافتراضية HA  
(2) عند إذابته في الماء يتفكك عدد من جزيئاته تبعاً للمعادلة:



• عدد مولات الحمض = 1

• عدد جزيئات الحمض غير المفككة = 1 -  $\alpha$

• عدد الجزيئات المفككة =  $\alpha$

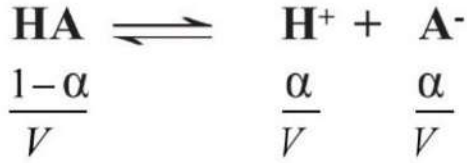
(3) تطبيق قانون فعل الكتلة:

$$K_a = \frac{[H^{+}][A^{-}]}{[HA]}$$

(4) نفترض حجم المحلول = V

$$\frac{\text{عدد المولات}}{V} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \text{التركيز}$$

(5) تركيز النواتج والمتفاعلات



(6) بالتعويض في قانون فعل الكتلة

$$K_a = \frac{\left[\frac{\alpha}{V}\right] \cdot \left[\frac{\alpha}{V}\right]}{\left[\frac{1-\alpha}{V}\right]}$$

$$K_a = \frac{\left[\frac{\alpha}{V}\right]^2}{\left[\frac{1-\alpha}{V}\right]}$$

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

(7) في حالة الالكتروليتات الضعيفة فإنّ درجة التأيّن ( $\alpha$ ) يمكن أهملها . علل ؟ لأنها تكون صغيرة جدا (لذا فإنّ القيمة ( $\alpha-1$ ) يمكن اعتبارها تساوي الواحد تقريبا) وتصبح العلاقة:

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V}$$

(8) التركيز  $C_a = 1/V$  ، وبالتعويض في القانون السابق يكون :

$$K_a = \alpha^2 \cdot C_a \longrightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

ملحوظة

درجة التفكك = عدد المولات المتفككة ÷ عدد المولات الكليّة قبل التفكك.

## حساب تركيز أيون الهيدروجين ( الهيدرونيوم ) للأحماض الضعيفة

الأحماض الضعيفة: هي التي تتأين في الماء تأينا جزئيا

(1) عندما يتفكك حمض ضعيف تركيزه Ca في الماء :



(2) ثابت التفكك = Ka

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

(3) بما أن :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$

فإن:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

(4) حيث أن حمض الأسيتيك حمض ضعيف وما يتأين منه ( $\alpha$ ) قدر ضئيل جدا يمكن اعتبار تركيز الحمض الأصلي Ca = تركيز الحمض عند الاتزان (Ca -  $\alpha$ )

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_a.C_a$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a.C_a}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة

القواعد الضعيفة: هي التي تتأين في المحلول المائي تأينا جزئيا  
1) عندما تتفكك قاعدة ضعيفة تركيزها  $C_b$  في الماء :



2) ثابت التفكك  $K_b =$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

3) بما أن  $[NH_4^+] = [OH^-]$  فإن :

فإن :

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]}$$

4) حيث أن النشادر قاعدة ضعيفة وما يتأين منها ( $\alpha$ ) قدر ضئيل جدا يمكن اعتبار تركيز القاعدة الأصلي  $C_b =$  تركيز القاعدة عند الاتزان ( $C_b - \alpha$ )

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b}$$

$$[OH^-]^2 = K_b.C_b$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b.C_b}$$

علل : تعتبر النشادر أنهيدريد قاعدة ؟

لأنها عندما تذوب في الماء تعطي هيدروكسيد الأمونيوم ( وهو قلوي ضعيف )

# الباب 4 الرابع



## الكيمياء الكهرلية

## علم الكيمياء الكهربائية

## علم الكيمياء الكهربائية

العلم الذي يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال.

## تفاعلات الأكسدة والاختزال

هي التفاعلات التي تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها في تفاعل كيميائي.

## الأكسدة

عملية فقد الإلكترونات وزيادة الشحنة الموجبة (نقص الشحنة السالبة).

## الاختزال

عملية اكتساب الإلكترونات ونقص الشحنة الموجبة (زيادة الشحنة السالبة).

## الأيون السالب (الأنيون)

هو المادة التي تكتسب إلكترونات وتتحرك في المحلول نحو القطب الموجب.

## الأيون الموجب (الكاتيون)

هو المادة التي تفقد إلكترونات وتتحرك في المحلول نحو القطب السالب.

## العامل المختزل

هي المادة التي تفقد إلكترونات ويحدث لها عملية أكسدة.

## العامل المؤكسد

هي المادة التي تكتسب إلكترونات ويحدث لها عملية اختزال.

## الأنود (المصعد)

هو القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة (يتآكل ويذوب في المحلول دائما وتقل كتلته).

## الكاثود (المهبط)

هو القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال (يحدث عليه الترسيب دائما وتزيد كتلته).

## الخلية الجلفانية

هي نظام يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية عبر تفاعل أكسدة واختزال تلقائي (انعكاسي أو غير انعكاسي).

## الخلية التحليلية

هي نظام يحول الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية عبر تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائي.

## أنواع الموصلات الكهربية

### 1 الموصلات الكهربية المعدنية

مواد صلبة ينتقل من خلالها التيار الكهربي عبر انتقال الإلكترونات خلالها (لا يوجد انتقال لأيونات) مثل أسلاك النحاس والحديد والألومنيوم.

### 2 المحاليل الإلكتروليتية

سوائل ينتقل من خلالها التيار الكهربي عبر حركة الأيونات الموجبة والسالبة (يوجد انتقال لأيونات) مثل مصهورات الأملاح ومحاليل الأملاح والأحماض والقويات.

## أحداث ثابتة في الخلايا الكهروكيميائية (الجلفانية والتحليلية)

الأنود هو: موقع الأكسدة - تقل كتلته مع استمرار التفاعل

الكاثود هو: موقع الاختزال - تزداد كتلته مع استمرار التفاعل

الخلايا التحليلية	الخلايا الجلفانية
تحول الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية	تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية
تحتاج طاقة كهربية	تنتج طاقة كهربية
غير تلقائي	تفاعل تلقائي
الأنود موجب والكاثود سالب	الأنود سالب والكاثود موجب
لا تحتاج إلى قنطرة ملحية	تحتاج إلى قنطرة ملحية
لا يشترط أن يكون القطبان مختلفان	يشترط أن يكون القطبان مختلفان

## أنواع الخلايا الجلفانية

خلايا أولية	خلايا ثانوية
يحدث بها تفاعل تفريغ فقط	يحدث بها تفاعل تفريغ وتفاعل شحن
تفاعل تام غير انعكاسي	تفاعل انعكاسي
لا يعاد شحنها	يعاد شحنها
خلية دانيال و خلية الزنبق و خلية الوقود	المركم الرصاصي (البطارية الحامضية) و بطارية أيون الليثيوم

## تجربة توضح أحد تفاعلات الأكسدة والاختزال

## الخطوات:

- أغمس صفيحة من الخارصين في محلول كبريتات النحاس «الزرقاء اللون»

## الملاحظات:

- يترسب فلز النحاس على سطح صفيحة الخارصين (وبالتالي : يقل لون محلول كبريتات النحاس الأزرق حتى يصبح عديم اللون).
- يتحلل فلز الخارصين ( يذوب ) في المحلول.

## التفسير:

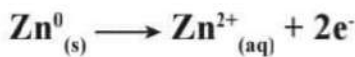
حدوث تفاعل أكسدة واختزال تلقائي

## معادلة التفاعل:



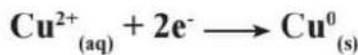
## تفاعل الأكسدة:

تفقد كل ذرة خارصين (Zn) الكترونين وتتحول إلى أيون خارصين ( $\text{Zn}^{2+}$ ) الذي يترك سطح صفيحة الخارصين ويذوب وينتشر في المحلول.



## تفاعل الاختزال:

وفيه يكتسب كل أيون نحاس ( $\text{Cu}^{2+}$ ) في المحلول الكترونين (القادمين من نصف تفاعل الخارصين) ويتحول إلى فلز النحاس (Cu) الذي يترسب على سطح صفيحة الخارصين.



### مشكلة التفاعل (لماذا لا يمكن توليد طاقة كهربية من التفاعل)

عدم إمكانية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية لأن تفاعلات الأكسدة والاختزال تحدث في نفس الموقع (إناء التفاعل)

**لاحظ:** الأكسدة والاختزال عمليتان متلازمتان تحدثان في نفس التفاعل وفي نفس الوقت (الإلكترونات الناتجة عن عملية الأكسدة هي التي يتم اكتسابها لإحداث عملية الاختزال)

### للتغلب على هذه المشكلة وتوليد التيار الكهربائي

تم تطوير ما يعرف بالخلية الجلفانية والتي تعتمد على فصل موقع تفاعل الأكسدة عن تفاعل الاختزال.

#### فكرة الخلايا الجلفانية

فصل مكونات نصفي الخلية

اتصال نصفي الخلية عن طريق قنطرة ملحية أو محلول إلكتروليتي

السماح للإلكترونات أن تمر بين نصفي الخلية وبذلك يمكن الحصول على تيار كهربائي ناتج من تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي الذي يحدث في الخلية الجلفانية.

## الخلايا الجلفانية

## الخلايا الجلفانية

نوع من الخلايا الكهربية التي يمكن الحصول منها على تيار كهربائي نتيجة حدوث تفاعل أكسدة- اختزال تلقائي.

## قاعدة في الخلايا الجلفانية

الأنود: هو موقع الأكسدة (يتآكل) وهو القطب السالب.

الكاثود: هو موقع الاختزال (تزداد كتلته) وهو القطب الموجب.

تتحرك الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.

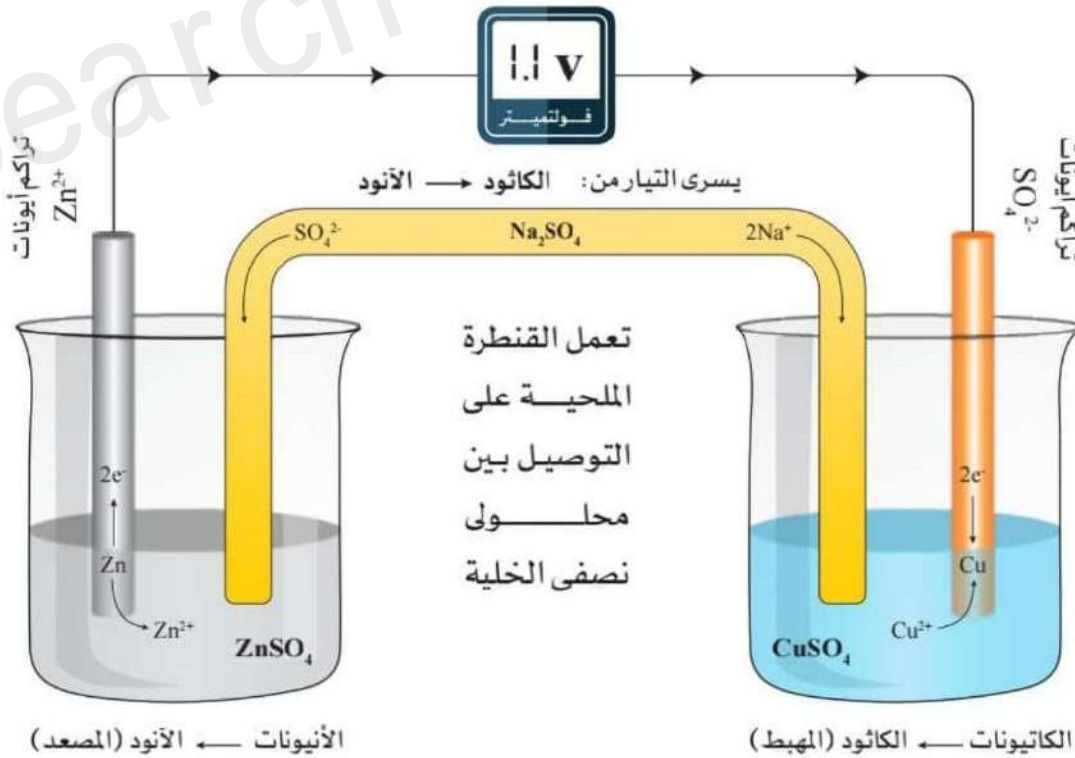
## أنواع الخلايا الجلفانية

أولية: خلية دانيال - خلية الزئبق - خلية الوقود

ثانوية: المرمك الرصاصي (البطارية الحامضية) - بطارية أيون الليثيوم.

## أولا الخلايا الجلفانية الأولية

## 1 خلية دانيال



### مكونات الخلية

- نصف خلية الخارصين (لوح من الخارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين)
- نصف خلية النحاس (لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس)
- القنطرة الملحية (محلول كبريتات الصوديوم في مادة جيلاتينية)
- سلك معدني.

علل: لا يمكن الحصول على تيار كهربائي من أحد نصفي الخلية منفرداً؟

لأنه يعمل كدائرة مفتوحة لا تسري الإلكترونات منها أو إليها

يتم التوصيل بين نصفي الخلية بواسطة:

- سلك معدني بين قطب الخارصين والنحاس
- قنطرة ملحية بين محلول كبريتات الخارصين وكبريتات النحاس

### ملخص أحداث خلية دانيال

نصف خلية النحاس	نصف خلية الخارصين
الكاثود	الأنود
اختزال (عامل مؤكسد)	أكسدة (عامل مختزل)
موجب (+)	سالب (-)
↑ كتلة النحاس (يترسب)	↓ كتلة الخارصين (يدوب)
$Cu^{2+} \downarrow$	$Zn^{2+} \uparrow$
تنتقل إليه الكاتيونات الموجبة	تنتقل إليه الأنيونات السالبة
تركيز الكبريتات أكبر من النحاس	تركيز الكبريتات أقل من الخارصين
الرمز الاصطلاحي	
$Zn^0 / Zn^{2+} // Cu^{2+} / Cu^0$	
القوة الدافعة الكهربائية لخلية دانيال = 1.1 فولت	

### الرمز الاصطلاحي

هو أسلوب رمزي للتعبير عن تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث في الخلية الجلفانية

علل: الأنود هو القطب السالب في الخلية الجلفانية؟

بسبب تراكم الإلكترونات السالبة الناتجة من عملية الأكسدة على سطحه

علل: تآكل الأنود في خلية دانيال الجلفانية؟

بسبب أكسدة ذرات الخارصين الصلبة إلى أيونات خارصين ذائبة في المحلول.

علل: زيادة كتلة الكاثود في خلية دانيال الجلفانية؟

بسبب اختزال أيونات النحاس الموجبة وتحويلها إلى ذرات نحاس صلبة تترسب على لوح النحاس.

علل: استهلاك الإلكتروليت في نصف خلية الكاثود في الخلية الجلفانية بمرور الوقت؟

بسبب اختزال أيونات النحاس الموجبة وتحويلها إلى ذرات نحاس صلبة تترسب على لوح النحاس.

علل: يتوقف مرور التيار الكهربائي في الخلية الجلفانية عند تراكم الأيونات في محلولي نصفي الخلية؟

بسبب توقف تفاعل الأكسدة والاختزال في نصفي الخلية وبالتالي يتوقف مرور الإلكتروليتات (التيار الكهربائي) في السلك الخارجي.

### القنطرة الملحية

تركيبها:

- أنبوبة زجاجية على هيئة حرف U مقلوب، تملأ بمحلول الكتروليتي مثل كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$  « مذاب في مادة جيلاينية »
- لا تتفاعل أيونات هذا المحلول الكتروليتي مع أيونات محلولي نصفي الخلية، ولا مع قطبيها.

أهميتها:

- توصيل محلولي نصفي الخلية بطريقة غير مباشرة.
- معادلة الكاتيونات والأنيونات الزائدة المتكونة في محلولي نصفي الخلية، نتيجة تفاعل (الأكسدة-الاختزال) الحادث، وهو ما يمنع تراكمها.
- ضمان استمرار التيار الكهربائي

النتيجة المترتبة على غياب القنطرة الملحية:

- تتراكم الأيونات في محلولي نصفي الخلية
- يتوقف تفاعل (الأكسدة-الاختزال) التلقائي الحادث
- يتوقف مرور التيار الكهربائي في السلك الخارجي الموصل بين قطبي نصفي الخلية

يتوقف مرور التيار الكهربائي بين نصفي الخلية عندما:

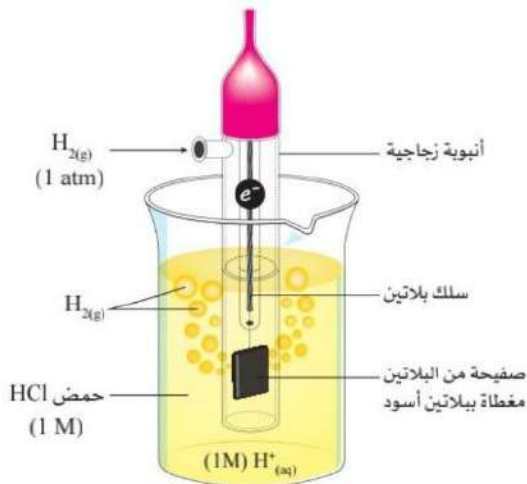
- يذوب كل فلز الخارصين في نصف خلية الخارصين (انتهاء المصدر)
- تنضب أيونات النحاس بسبب ترسبها على هيئة ذرات نحاس (Cu) في نصف خلية النحاس. (انتهاء المستقبل)
- غياب القنطرة الملحية (غياب الموصل)

تفاعلات الخلية

$Zn^0_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	عند الأنود
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^0_{(s)}$	عند الكاثود
$Zn^0_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu^0_{(s)}$	التفاعل الكلي
$Zn^0 / Zn^{2+} // Cu^{2+} / Cu^0$	الرمز الاصطلاحي

- يمثل الخط الرأسي المفرد الحد الفاصل بين قطب العنصر والمحلول الالكتروليتي لأيوناته
- يمثل الخط الرأسي المزدوج الحد الفاصل بين المحلولين في نصفي الخلية (أو القنطرة الملحية).

## قياس جهود الأقطاب



- لا توجد طريقة مؤكدة ومباشرة لقياس الفرق المطلق في الجهد الكهربى بين قطب الفلز ومحلل أيوناته في الخلية الجلفانية .
- يمكن قياس الفرق في الجهد بين قطبي الخلية الجلفانية بواسطة الفولتميتر.

س/ كيف يمكن قياس جهد القطب (الفرق في الجهد بين قطب الفلز ومحلل أيوناته)؟

(1) تكوين خلية جلفانية تتكون من قطبين :

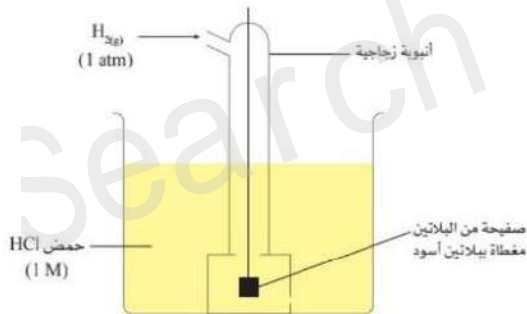
الأول: القطب المراد قياس جهده (المجهول)

الأخر: قطب قياسى جهده ثابت ومعلوم (قطب الهيدروجين القياسى)

(2) قياس القوة الدافعة الكهربائية للخلية (جهد الخلية)

(3) حساب جهد القطب المجهول.

مكونات قطب الهيدروجين القياسى ( جهده ثابت ومعلوم = صفر )

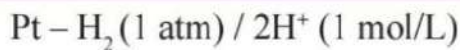


- صفحة من البلاتين (1 Cm<sup>2</sup>) مغطاه بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود
- محلول أى حمض قوى تركيزه واحد مولاري (1 M) (تغمر فيه صفحة البلاتين)
- تيار من غاز الهيدروجين النقى تحت ضغط ثابت مقداره واحد ضغط جوى

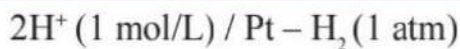
استخدامه:

قياس جهود أقطاب العناصر الأخرى بمعلومية جهده الذى يساوى صفر.

يرمز لنصف خلية الهيدروجين القياسية بالرمز الإصطلاحي



عندما يعمل ك ( أنود )



عندما يعمل ك ( كاثود )

تعريفات هامة

الجهد القياسي لقطب الهيدروجين

هو فرق الجهد بين الهيدروجين وبين أيوناته في محلول مولارى من أيوناته.

جهد التأكسد القياسي لقطب

هو القوة الدافعة الكهربية لخلية جلفانية مكونة من أنود ( وهو القطب المراد قياسه ) وكاثود ( وهو قطب الهيدروجين القياسي )

جهد الاختزال القياسي لقطب

هو القوة الدافعة الكهربية لخلية جلفانية مكونة من كاثود ( وهو القطب المراد قياسه ) وأنود ( وهو قطب الهيدروجين القياسي )

سلسلة الجهود الكهربية للعناصر

سلسلة الجهود الكهربية للعناصر

هى ترتيب العناصر ترتيباً تنازلياً حسب جهود تأكسدها مع الهيدروجين أو تصاعدياً حسب جهود إختزالها مع الهيدروجين.

جهد تأكسد قياسي	جهد اختزال قياسي		
+3	-3	أقوى عامل مختزل	أنشط الفلزات
+2	-2	تزداد قوة العامل المختزل ↑	تزداد قوة العامل المؤكسد ↓
+1	-1		
H Zero	Zero		
-1	+1		
-2	+2		
-3	+3	أقوى عامل مؤكسد	أقل الفلزات نشاطاً

## يتم ترتيب العناصر كالتالي

تنازليا وفقا لـ:

- جهود الأكسدة الموجبة
- جهود الاختزال السالبة

تصاعديا وفقا لـ:

- جهود الأكسدة السالبة
- جهود الاختزال الموجبة

## 1 عناصر مقدمة السلسلة

جهود أكسدتها +++ (يسهل أكسدتها)

[عوامل مختزلة قوية]

جهود اختزالها --- (يصعب اختزالها)

[عوامل مؤكسدة ضعيفة]

علل: يسهل أكسدة عناصر مقدمة سلسلة الجهود الكهربية؟

لأن جهد أكسدتها كبير) فتفقد إلكتروناتها بسهولة عند تفاعلها مع أيونات العناصر الأدنى في السلسلة.

علل: يسهل أكسدة عنصر الصوديوم؟

لأن جهد أكسدته كبير فيفقد إلكتروناته بسهولة عند تفاعله مع أيونات العناصر الأدنى في السلسلة.

علل: يعتبر الليثيوم أقوى العوامل المختزلة؟

لأن جهد أكسدته هو الأكبر في سلسلة الجهود الكهربية.

علل: يصعب اختزال أيون الليثيوم  $Li^+$ ؟

لأن جهد اختزاله هو الأصغر في سلسلة الجهود الكهربية.

## 2 عناصر مؤخرة السلسلة

جهود أكسدتها --- (يصعب أكسدتها)

[عوامل مختزلة ضعيفة]

جهود اختزالها +++ (يسهل اختزالها)

[عوامل مؤكسدة قوية]

علل: يسهل اختزال عناصر مؤخرة سلسلة الجهود الكهربية؟

لأن (جهد اختزالها كبير) فتكتسب إلكترونات بسهولة عند تفاعلها مع العناصر الأعلى في السلسلة.

علل: يسهل اختزال عنصر البلاتين؟

لأن جهد اختزاله كبير فيكتسب إلكترونات بسهولة عند تفاعله مع العناصر الأعلى في السلسلة.

علل : يعتبر الفلور أقوى العوامل المؤكسدة ؟

لأن جهد اختزاله هو الأكبر في سلسلة الجهود الكهربية .

علل : يصعب أكسدة أيون الفلوريد  $F^-$  ؟

لأن جهد أكسدته هو الأصغر في سلسلة الجهود الكهربية .

### دلالات البعد بين العنصرين في السلسلة

- كلما زاد البعد بين العنصرين ، كلما زادت قدرة العنصر المتقدم على طرد العنصر المتأخر من محاليل أملاحه .
- كلما زاد البعد بين العنصرين كلما زادت القوة الدافعة الكهربية للبطارية المكونة منهما .
- عناصر مقدمة السلسلة تحل محل العناصر التي تليها في محاليل أملاحها .

## القوة الدافعة الكهربية

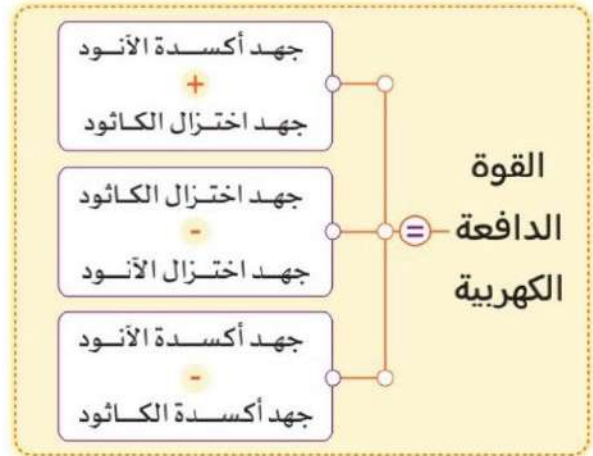
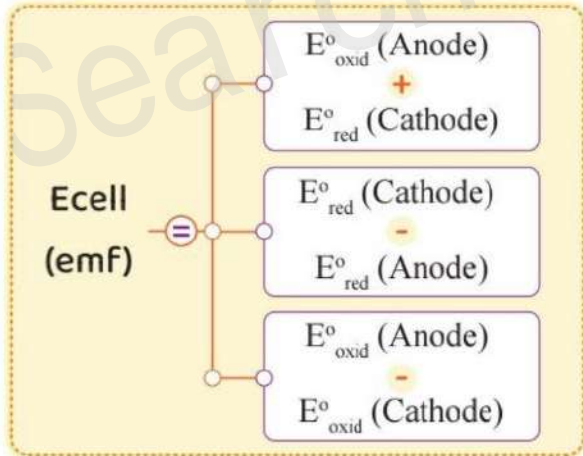
### التعريف

فرق جهدي تأكسد الخلية ( الأنود - الكاثود )

أو فرق جهدي اختزال الخلية ( الكاثود - الأنود )

أو مجموع جهدي التأكسد والاختزال لقطبي الخلية

( أكسدة الأنود + اختزال الكاثود )



إذا كانت قيمة emf للخلية :

- **موجبة:** فإن تفاعل أكسدة والاختزال تلقائي (في خلية جلفانية يصدر عنها تيار كهربي )
- **سالبة:** فإن تفاعل الأكسدة والاختزال غير تلقائي ( خلية تحليلية لا يصدر عنها تيار كهربي )

علل: لا يحدث هذا التفاعل تلقائياً



علماً بأن جهود الأكسدة القياسية للخارصين والنحاس هي:  $-0.34 \text{ V}$ ,  $+0.76 \text{ V}$

لأن قيمة (emf) سالبة حيث:

$\text{emf} = \text{جهود أكسدة الأنود} + \text{جهود اختزال الكاثود}$ .

$= \text{جهود أكسدة النحاس} + \text{جهود اختزال الخارصين} = (-0.34) + (-0.76)$

$= -1.1$  فولت

## ٢ خلية الزئبق



الأنود

الخارصين

الكاثود

أكسيد الزئبق (مع الجرافيت)

المحلول الإلكتروني

هيدروكسيد البوتاسيوم

التفاعل الكلي

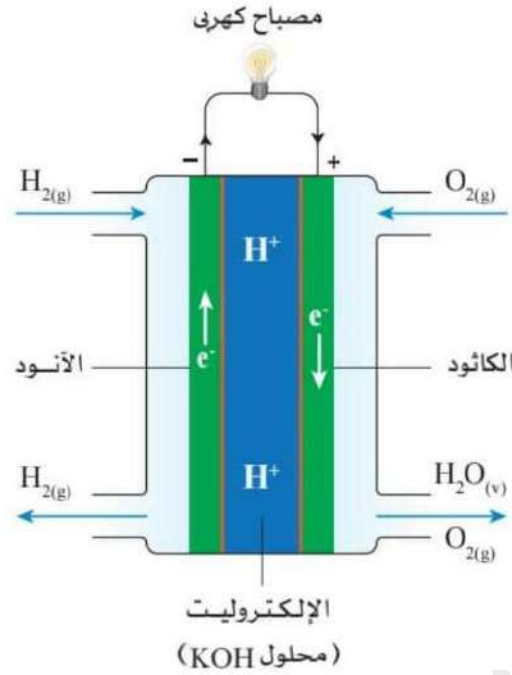


الاستخدام

نظراً لصغر حجمها لذلك فهي شائعة الاستخدام في سماعات الأذن والساعات والآلات الخاصة بالتصوير.

ملحوظة

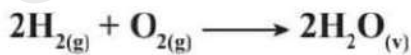
تغلق الخلية بإحكام ويجب التخلص منها بطريقة آمنة حيث أن الزئبق وهو مادة سامة



مكونات الخلية

الأنود: غاز الهيدروجين يمر خلال طبقة من الكربون المسامي  
الكاثود: غاز الأكسجين يمر خلال طبقة من الكربون المسامي  
المحلول الإلكتروليتي: هيدروكسيد البوتاسيوم

التفاعل الكلي



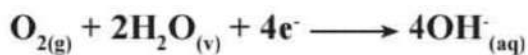
$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 1.23 \text{ V}$$

الأنود (غاز الهيدروجين)



$$E^{\circ}_{\text{oxid}} = 0.83 \text{ V}$$

الكاثود (غاز الأكسجين)



$$E^{\circ}_{\text{red}} = 0.4 \text{ V}$$

## ملحوظات

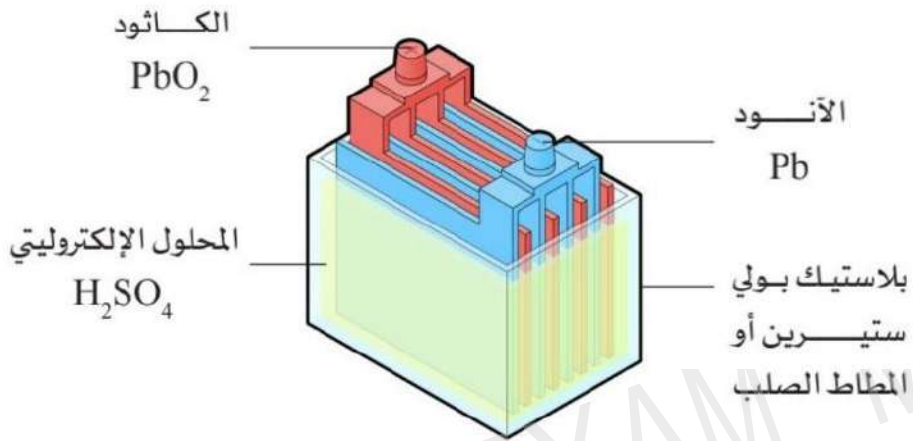
- الهيدروجين يحترق في الهواء ( مع الأكسجين ) بعنف وينتج عن عملية الاحتراق ضوء وحرارة
- يوجد هذا النوع من الخلايا اهتماماً بالغاً في مركبات الفضاء . علل؟
- لأن الوقود الغازي المستخدم في إطلاق الصواريخ ( الهيدروجين والأكسجين ) هو نفسه الوقود المستخدم في خلية الوقود
- يمكن إعادة تكثيفه للاستفادة منه كمياه للشرب لرواد الفضاء
- خلية الوقود لا تستهلك كباقي الخلايا الجلفانية . علل؟
- لأنها تزود بالوقود من مصدر خارجي .
- تعمل خلية الوقود عند درجة حرارة عالية لذا يتبخر الماء الناتج عنها .
- خلايا الوقود لا تحتزن الطاقة . علل؟
- لأن عملها يتطلب إمدادها المستمر بالوقود وإزالة مستمرة للنواتج .

Search @EXAM 111

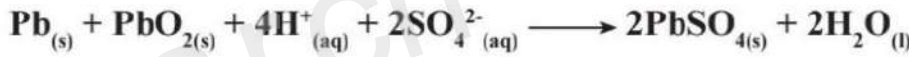
## ثانياً الخلايا الجلفانية الثانوية

وهي خلايا جلفانية تتميز بأن تفاعلاتها الكيميائية تفاعلات انعكاسية، وتخزن الطاقة الكهربائية على هيئة طاقة كيميائية والتي يمكن تحويلها مرة أخرى إلى طاقة كهربائية عند اللزوم - ويمكن إعادة شحنها بإمرار تيار كهربائي من مصدر خارجي بين قطبيها في اتجاه عكس عملية تفريغها.

### 1 بطارية الرصاص الحامضية (المركم الرصاصي أو بطارية السيارة)

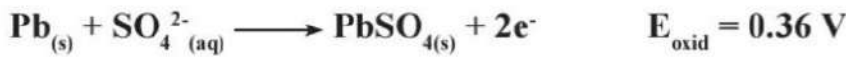


#### التفاعل الكلي



#### الأنود

شبكة من الرصاص مملوءة برصاص اسفنجي Pb.



#### الكاثود

شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثاني أكسيد الرصاص PbO<sub>2</sub>.



#### الالكتروليت

حمض الكبريتيك المخفف H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

جهد الخلية الواحدة : 2v

عدد الخلايا المستخدمة: غالباً ستة ( $2 \times 6 = 12 \text{ V}$ ) وقد يستخدم أكثر من ذلك.

### قياس كفاءة البطارية

**فكرة القياس:** التعرف على كثافة حمض الكبريتيك

**كثافة حمض الكبريتيك:**  $1.28 : 1.3 \text{ g/ml}$ : البطارية كاملة الشحن.

أقل من  $1.2 \text{ g/ml}$ : البطارية في حاجة إلى إعادة الشحن لزيادة تركيز الحمض.

تتم قياس الكثافة باستخدام الهيدروميتر

### ملاحظات

تفصل الألواح عن بعضها بصفائح عازلة

جميعها تغمر في محلول حمض الكبريتيك المخفف كإلكتروليت موصل.

وعاء الخلية مصنوع من المطاط الصلب أو البلاستيك (بولي ستيرين) والذي لا يتأثر بالأحماض (مثل حمض الكبريتيك).

تعمل البطارية كخلية جلفانية أثناء تشغيلها (تفريغها) أما عند إعادة شحنها فتعتبر خلية إلكتروليتيية.

يؤدي طول مدة استعمال البطارية إلى نقص كمية التيار الناتج عنها. علل؟

بسبب:

١. تخفيف تركيز حمض الكبريتيك فيها نتيجة لزيادة كمية الماء الناتج من التفاعل

٢. تحول مواد الكاثود ( $\text{PbO}_2$ ) والأنود ( $\text{Pb}$ ) إلى كبريتات الرصاص (II).

**تتم إعادة الشحن:** بتوصيل قطبي البطارية بمصدر للتيار الكهربائي المستمر له جهد أكبر قليلاً من الجهد

الذي ينتج من البطارية فيحدث التالي :

• حدوث تفاعل عكس التفاعل التلقائي الذي حدث أثناء تفريغ الشحنة

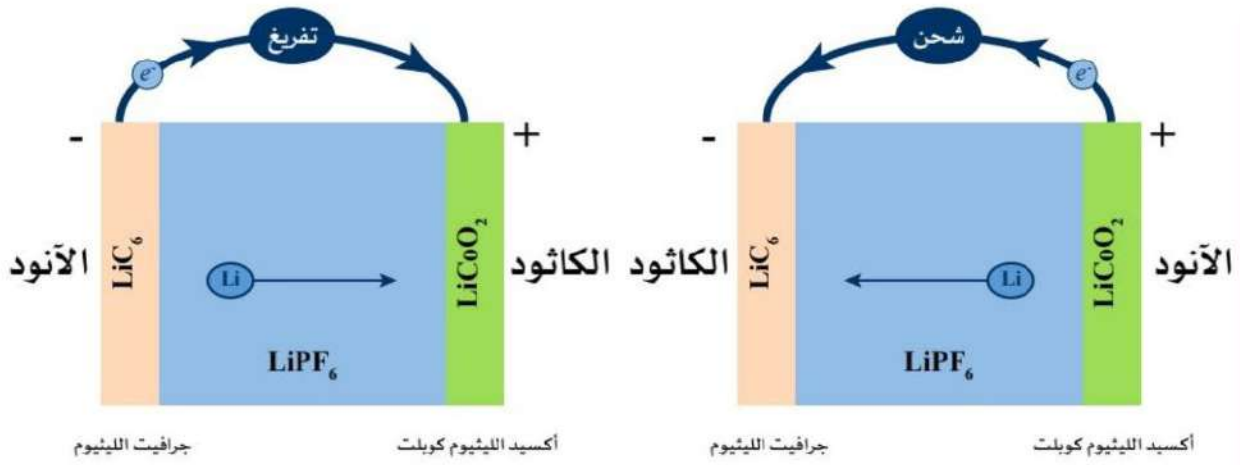
• تحول كبريتات الرصاص (II) إلى رصاص عند المصعد (الأنود) وثنائي أكسيد الرصاص عند المهبط (الكاثود)

• إعادة تركيز الحمض إلى ما كان عليه.

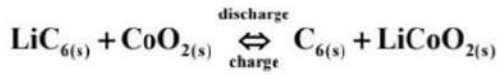
• يستخدم الدينامو في إعادة شحن البطارية أولاً بأول.

بطارية أيون الليثيوم

٢

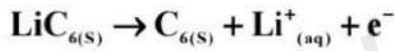


التفاعل الكلي



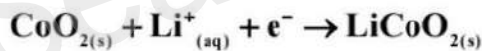
الآنود

جرافيت الليثيوم (LiC<sub>6</sub>).



الكاثود

أكسيد الليثيوم كوبلت (LiCoO<sub>2</sub>)



المحلول الإلكتروليتي

محلول لا مائي من سداسي فلورو فوسفيد الليثيوم (LiPF<sub>6</sub>).

ملاحظات

- تستخدم بطارية أيون الليثيوم في أجهزة التليفون المحمول والكمبيوتر المحمول.
- تستخدم في بعض السيارات الحديثة كبديل لبطارية المركم الرصاص. علل؟ لخفة وزنها وقدرتها على تخزين كميات كبيرة من الطاقة بالنسبة لحجمها.
- استخدم الليثيوم في تركيب هذه البطارية لسببين:
- لأنه أخف فلز معروف، وجهد اختزاله القياسي هو الأصغر بالنسبة لباقي الفلزات الأخرى (-3.04v).

## مكونات الخلية

غلاف معدني

ثلاثة رقائق ملفوفة بشكل حلزوني وهي:

- (1) الإلكترود الموجب (الكاثود) ويتكون من أكسيد الليثيوم كوبلت ( $\text{LiCoO}_2$ ).
- (2) الإلكترود السالب (الأنود) ويتكون من جرافيت الليثيوم ( $\text{LiC}_6$ ).
- (3) العازل وهو مكون من شريحة رقيقة جدا من البلاستيك تعمل على عزل الإلكترود الموجب عن السالب، بينما تسمح للأيونات بالمرور من خلاله.

الكتروليت لا مائي من سداسي فلورو فوسفيد الليثيوم ( $\text{LiPF}_6$ ). وتغمر الرقائق الثلاثة فيه

خلية ثانوية (تلقائية انعكاسية)		خلية أولية (تلقائية غير انعكاسية)			نوع الخلية
اسم الخلية	خلية دانيال	خلية الزئبق	خلية الوقود	المركم الرصاصي	بطارية أيون الليثيوم
الأنود ( - )	Zn	Zn	$\text{H}_2$	Pb	$\text{LiC}_6$
الكاثود ( + )	Cu	HgO	$\text{O}_2$	$\text{PbO}_2$	$\text{LiCoO}_2$
المحلول الإلكتروليتي	$\text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)}$	$\text{KOH}_{(aq)}$	$\text{KOH}_{(aq)}$	$\text{dil.H}_2\text{SO}_4$	$\text{LiPF}_6$
ق.د.ك.	1.1 V	1.35 V	1.23 V	2 V	3 V

## تآكل المعادن

تآكل الفلزات النقية عملية صعبة - حتى الحديد لا يصدأ بسهولة إذا كان نقيًا جدًا

### العوامل التي تؤدي إلى تآكل الفلزات

معظم المعادن الصناعية تحتوي دائمًا على شوائب مختلفة تنشط عملية التآكل .

يمكن تقسيم العوامل التي تؤدي إلى تآكل الفلزات إلى قسمين:

(1) عوامل تتعلق بالفلز نفسه. (2) عوامل تتعلق بالوسط المحيط.

### 1 العوامل التي تتعلق بالفلز نفسه

عدم تجانس السبائك:

حيث ينشأ عدد لا نهائي من الخلايا الجلفانية الموضعية تسبب تآكل الفلز الأكثر نشاطًا.

اتصال الفلزات ببعضها:

• عند وضع لحام الفلزات ببعضها

• استخدام مسامير برشام من فلز مختلف

حيث يؤدي ذلك إلى تكوين خلايا جلفانية موضعية تسبب تآكل الفلز الأنشط

أمثلة:

• تلامس الألومنيوم والنحاس يتآكل الألومنيوم أولاً

• تلامس الحديد والنحاس يتآكل الحديد أولاً.

### 2 العوامل الخارجية

يعتبر الماء والأكسجين والأملاح من العوامل الخارجية التي تؤثر بشكل أساسي في عملية تآكل المعادن.

### الفكرة العامة لحدوث التآكل

الملامسة بين فلزين مختلفين

تكوين خلية جلفانية موضعية يكون فيها:

• الأنود: هو الفلز الأكثر نشاطًا (الفلز الذي سيتآكل).

• الكاثود: هو الفلز الأقل نشاطًا.

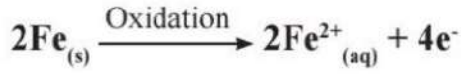
### ميكانيكية التآكل

عند حدوث كسر أو تشقق في قطعة حديد، فإنها تكون خلية جلفانية، يكون فيها:

• الالكتروليت: الماء المذاب فيه بعض الأملاح (الأيونات).

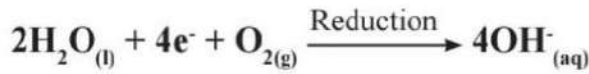
• الأنود: قطعة الحديد. • الكاثود: شوائب الكريون (أو الشوائب الأخرى)

## تفاعل الأنود

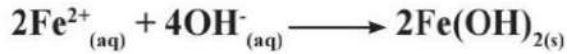


- تنتقل أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  إلى الالكتروليت لتصبح جزء منه .
- تنتقل الالكترونات إلى الكاثود خلال قطعة الحديد .
- (أي أن قطعة الحديد تقوم بدور كل من الأنود والدائرة الخارجية)

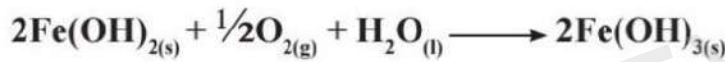
## تفاعل الكاثود



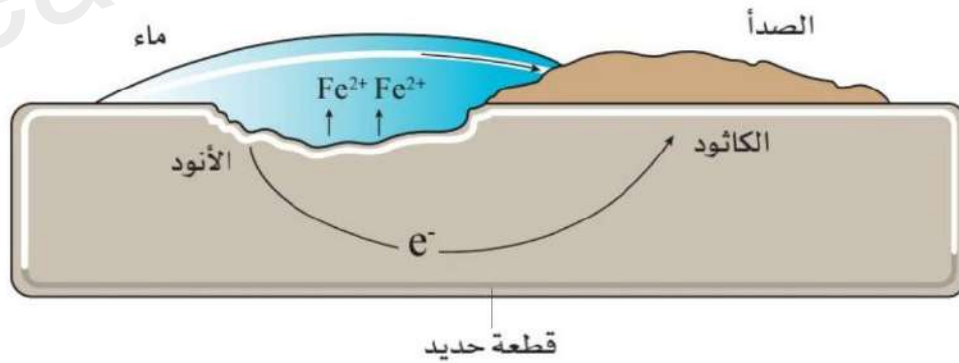
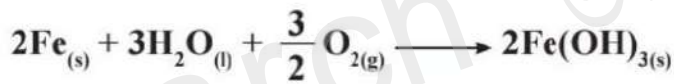
تتحد أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  من المعادلة (1) مع أيونات  $\text{OH}^{-}$  من المعادلة (2).



يتأكسد  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  بفعل الأوكسجين الذائب في الماء .



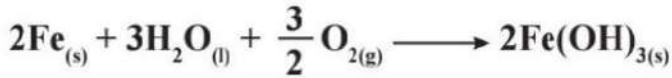
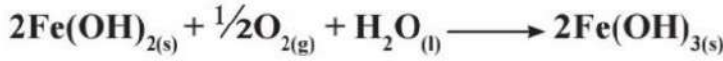
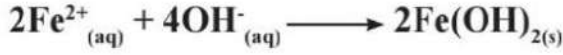
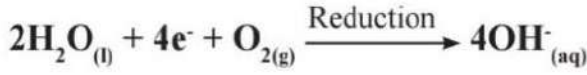
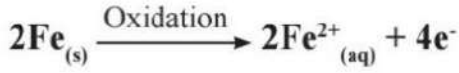
## التفاعل الكلي



## ملحوظة

الصدأ عملية بطيئة لأن الماء يحتوي على كميات محدودة من الأيونات ويتم الصدأ بأكثر سرعة إذا احتوى الماء على كميات أكبر من الأيونات، كما في ماء البحار.

تجميع معادلات الصدأ



وقاية الحديد من الصدأ



- (1) الطلاء بالمواد العضوية كالزيت أو الورنيش أو السلاقون، وهي طريقة غير فعالة على المدى البعيد.
  - (2) التغطية بالفلزات المقاومة للتآكل
- ويتم ذلك بإحدى صورتين، هما:

1 الفطاء الكاثودي

الفلز الأصلي

الأكثر نشاطا (الأنود) (الحديد) (يتآكل أولا)

الفلز الواقى

الأقل نشاطا (الكاثود) (القصدير)

مثال

طلاء الحديد المستخدم في صناعة علب المأكولات الغذائية بالقصدير لحمايته



عيب الفطاء الكاثودي

عند حدوث خدش في طبقة الفطاء الكاثودي (طبقة القصدير التي تغطي الحديد)، يصدأ الحديد بشكل أسرع لتكون خلية جلفانية يكون فيها الحديد هو الأنود لأنه أكثر نشاطا مما يعجل من عملية التآكل

## ٢ الغطاء الأنودي (القطب المضي)



## الفلز الأصلي

الأقل نشاطا ( الكاثود ) ( الحديد )

## الفلز الواقى

الأكثر نشاطا ( الأنود ) ( الخارصين أو الماغنيسيوم ) ( يتآكل أولا )

## ميزة الغطاء الأنودي

عند حدوث خدش في طبقة الغطاء الأنودي، فإن الحديد لا يبدأ في التآكل إلا بعد تآكل طبقة الخارصين ( أو الماغنيسيوم ) بالكامل، وهو ما يستغرق زمناً طويلاً جداً.

## أمثلة

- جلفنة الصلب: غمس الصلب في الخارصين المنصهر
- القطب المضي: وقاية الصلب المستخدم في صناعة السفن ومواسير الحديد المدفونة بالتربة بالماغنيسيوم

## ملحوظة

نظراً لأن هياكل السفن تكون دائماً الاتصال بالماء المالح وكذلك مواسير الحديد المدفونة في التربة الرطبة، فإنها تكون أكثر عرضة للتآكل.

## الخلايا الالكتروليتيّة

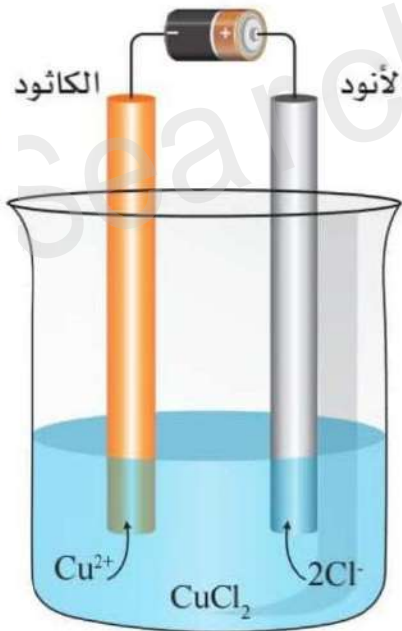
### الخلايا الالكتروليتيّة

هي خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجي لإحداث تفاعل أكسدة-اختزال غير تلقائي الحدوث.

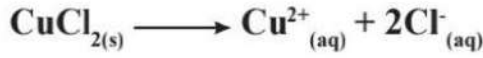
#### مكوناتها

- محلول الكتروليتي:
- محلول لأحد الأملاح أو القواعد أو الأحماض
- مصهور لأحد الأملاح
- قطبان:
- من مادة واحدة (مثل الكربون أو البلاتين)
- كلّ منهما من مادة مختلفة (مثل الكربون - البلاتين - النحاس - الخارصين أو غيرها)
- مصدر خارجي للتيار الكهربي .

#### أحداث الخلية المقابلة



- ◀ يوصل القطب الأول بالقطب السالب للبطارية فتتراكم عنده الإلكترونات ويصبح القطب السالب للخلية (الكاثود)
- ◀ يوصل القطب الثاني بالقطب الموجب للبطارية ليصبح القطب الموجب للخلية (الأنود)
- ◀ عند توصيل التيار الكهربي بحيث يكون الجهد الواقع على الخلية يفوق قليلا الجهد الانعكاسي للخلية يسري تيار كهربي في الخلية الالكتروليتيّة عبر القطبين (حتى يتغلب على جهد الخلية ويجبر التيار الكهربي على السريان في المحلول)
- ◀ يعمل التيار الكهربي على تحليل أيونات المحلول إلى شقين : الشق السالب والشق الموجب .
- ◀ يتوجه الشق الموجب من المحلول نحو القطب السالب ليكتسب إلكترونات وتتعاذل شحنته (تحدث له عملية اختزال) (لاحظ:
- الختزال حدث عند القطب السالب - الكاثود - )
- ◀ يتوجه الشق السالب من المحلول نحو القطب الموجب ليفقد إلكترونات وتتعاذل شحنته (تحدث له عملية أكسدة) (لاحظ: الأكسدة حدثت عند القطب الموجب - الأنود - )

مثال : التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس (CuCl<sub>2</sub>)

- بعد دخول التيار الكهربى عبر الأقطاب وتحولها للقطب الموجب والسالب يحدث التالي :
- يعمل التيار الكهربى على تحليل أيونات المحلول إلى شقين : الشق السالب (أيونات الكلوريد) والشق الموجب (أيونات النحاس).
  - يتوجه الشق الموجب من المحلول (أيونات النحاس Cu<sup>2+</sup>) نحو القطب السالب ليكتسب إلكترونات وتتعاذل شحنته (Cu<sup>0</sup>) (تحدث له عملية اختزال) (عند الكاثود)
  - يتوجه الشق السالب من المحلول (أيونات الكلوريد 2Cl<sup>-</sup>) نحو القطب الموجب ليفقد إلكترونات وتتعاذل شحنته (Cl<sub>2</sub>) (تحدث له عملية أكسدة) (عند الأنود)
  - ويطلق على مثل هذه العملية التي تم فيها فصل مكونات المحلول الالكتروليتي (مثل تصاعد الكلور وترسيب النحاس) بالتحليل الكهربى.

## تذكر أن

النحاس يترسب على الكاثود - القطب السالب - في عملية التحليل الكهربى

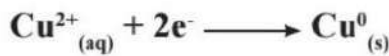
## التحليل الكهربى

هو التحلل الكيمىائى للمحلول الالكتروليتى بفعل مرور التيار الكهربى به حتى يتم فصل مكوناته

تفاعل الأكسدة (عند الأنود ++ ) يتصاعد غاز الكلور



تفاعل الاختزال ( عند الكاثود -- ) تترسب ذرات النحاس



## مقارنة بين الخلايا الجلفانية والخلايا التحليلية

الخلايا التحليلية	الخلايا الجلفانية
تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية	تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية
تحتاج طاقة كهربية	تنتج طاقة كهربية
غير تلقائي	تفاعل تلقائي
الأنود موجب والكاثود سالب	الأنود سالب والكاثود موجب
لا تحتاج إلى قنطرة ملحية	تحتاج إلى قنطرة ملحية
لا يشترط أن يكون القطبان مختلفان	يشترط أن يكون القطبان مختلفان

تطبيقات الخلايا التحليلية

1 الطلاء الكهربى

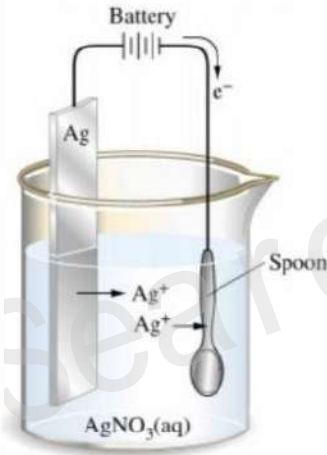
الطلاء الكهربى

هي عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر لإعطائه مظهرا جميلا ولامعا أو لحمايته من التآكل أو لرفع قيمته الاقتصادية

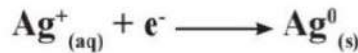
أمثلة

- طلاء بعض أجزاء السيارات المصنوعة من الصلب كهربيا بطبقة من الكروم لتأخذ شكلا جميلا و لحمايتها من التآكل
- طلاء بعض الأدوات الصحية مثل الصنابير والخلاطات كهربيا بالكروم أو الذهب
- رفع قيمة بعض الفلزات والمعادن الرخيصة بطلائها بالكروم أو الذهب أو الفضة.

تجربة عملية: خطوات طلاء ملعقة بطبقة من الفضة



- تحضير محلول الكتروليتي يحتوي على أيونات المادة المراد ترسيبها (نترات الفضة مثلا) والتي سيتم ترسيبها على الكاثود
- وضع ملعقة نظيفة تماما في المحلول الإلكتروليتي وتوصل بالقطب السالب للبطارية (يعمل ككاثود (مهبط) ليتم ترسيب الفضة عليه)



- وضع عمود من فلز الفضة ويوصل بالقطب الموجب للبطارية ، ويصبح بذلك مصعدا (أنودا)



- تتأكسد ذرات الفضة من الأنود (+) في المحلول (تقل كتلة الأنود) ، بينما تترسب ذرات الفضة من المحلول على الكاثود (-) (تزداد كتلة الكاثود)

## ٢ استخلاص الألمنيوم

## المحلول الإلكتروليتي

خام البوكسيت ( $Al_2O_3$ )

## القطب السالب ، الكاثود ، المهبط

جسم إناء الخلية المصنوع من الحديد والمبطن بطبقة من الكربون (جرافيت)

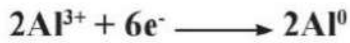
## القطب الموجب ، الأنود ، المصعد

أسطوانات من الكربون (جرافيت)

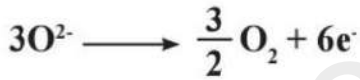
## أحداث الخلية

عند مرور التيار الكهربائي بين قطبي الخلية يحدث تفاعل أكسدة واختزال:

• (عند الكاثود)، المهبط (اختزال):



• (عند الأنود)، المصعد (أكسدة):



• التفاعل الكلي:



## مواد مساعدة في التفاعل

مصهور الكريوليت ( $Na_3AlF_6$ ): يذاب فيه خام البوكسيت

الفلورسبار ( $CaF_2$ ): يضاف لخليط الكريوليت والبوكسيت،

لخفض درجة انصهار المخلوط من  $2045^\circ C$  إلى  $950^\circ C$  لتوفير الطاقة الكهربائية.

## مشكلات وعلاجها

١ ارتفاع درجة انصهار وكثافة مخلوط البوكسيت و الكريوليت:

الحل: يستعاض عن الكريوليت باستخدام مخلوط من أملاح فلوريدات كل من الألومنيوم، الصوديوم،

والكالسيوم. علل؟

حيث يعطى هذا المخلوط مع البوكسيت مصهوراً يتميز بانخفاض درجة انصهاره وانخفاض كثافته مقارنة

بالمصهور مع الكريوليت.

أهمية خفض الكثافة:

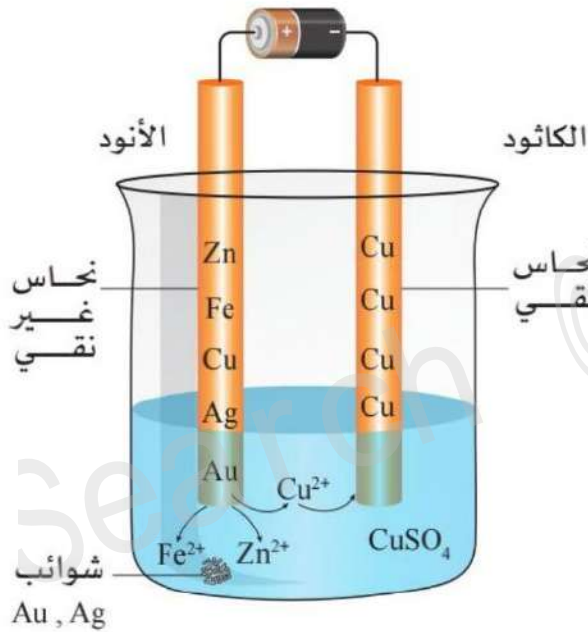
يسهل فصل الألومنيوم المنصهر والذي يكون راسبا في قاع خلية التحليل الكهربائي .  
يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب الكربون مكونا غازات أول وثاني أكسيد الكربون لذا يلزم تغييرها باستمرار لتأكلها .



وأخيرا

يسحب الألومنيوم من الخلية من خلال فتحة خاصة بذلك .

تنقية المعادن



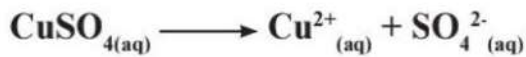
تكون درجة نقاوة المعادن التي يتم تحضيرها في الصناعة أقل من درجة نقاوتها المطلوبة لبعض الاستخدامات المعينة، وبالتالي تقلل من كفاءتها .

النحاس الذي نقاوته 99% يحتوي على شوائب الحديد والخراسين والذهب والفضة، والتي تقلل من قابلية النحاس للتوصيل الكهربائي وأيضا من جودته .

تستخدم طريقة التحليل الكهربائي لتنقية النحاس الذي يراد استعماله في صناعة الأسلاك الكهربائية للوصول إلي نسبة من النحاس النقي 99.95%

مكونات خلية التنقية (خلية التحليل الكهربائي)

الأنود (القطب الموجب) هو فلز النحاس (Cu) غير النقي  
الكاثود (القطب السالب) من سلك أو رقائق النحاس النقي  
محلول التوصيل الكهربائي: محلول مائي من كبريتات النحاس التي تتفكك جزئياتها في الماء إلى أيونات النحاس (Cu<sup>2+</sup>) والكبريتات (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)



عند مرور التيار الكهربائي من البطارية الخارجية عند جهد يزيد قليلاً عن الجهد القياسي لنصف خلية النحاس يحدث التالي:

١ عند المصعد (الأنود): يذوب النحاس (يتأكسد) ويتحول إلى أيونات نحاس  $Cu^{2+}$  تنتشر في المحلول وكذلك يذوب الحديد والخرصين .

#### ملحوظة

الذهب والفضة إذا وجدت في مادة الأنود فلا تتأكسد (لا تذوب) عند جهد تأكسد النحاس وتتساقط أسفل الأنود وتزال في قاع الخلية لأن جهد تأكسدها أقل من جهد تأكسد النحاس

٢ عند الكاثود: تترسب أيونات النحاس هذه من المحلول في صورة نحاس نقي مرة أخرى عند الكاثود.

#### ملحوظة

الشوائب الموجودة أصلاً في مادة المصعد (الأنود)، والتي ذابت مع النحاس مثل الحديد والخرصين لا تترسب على الكاثود لصعوبة اختزالها بالنسبة لأيونات النحاس

يمكن بهذه الطريقة الحصول على نحاس درجة نقاوته %99.95 بالإضافة إلى إمكانية فصل بعض المعادن النفيسة مثل الذهب والفضة من خامات النحاس

قوانين فاراداي للتدليل الكهربى

1 قانون فاراداي الأول

نص القانون

تناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة عند أحد الأقطاب سواء كانت غازية أو صلبة تناسباً طردياً مع كمية الكهرباء التى تمر فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى.

تحقيق قانون فاراداي الأول

نمرر كميات مختلفة من التيار الكهربى فى نفس المحلول.  
نحسب نسبة كتل المواد المتكونة على الكاثود أو الذائبة من الأنود ونقارنها بنسب كميات الكهرباء التى تم تمريرها.

الصيغة الرياضية لقانون فاراداي الأول

كمية الكهربائية (Coulomb) = شدة التيار (Ampere) × زمن المرور (Second)

وحدات قياس كمية الكهربائية

(1) الكولوم (C)

هو كمية الكهرباء التى إذا تم تمريرها فى محلول أيونات فضة يتم ترسيب 1.118 mg من الفضة أي (0.001118g)

(2) الفاراداي (F):

هو كمية التيار الكهربى اللازمة لذوبان أو تصاعد أو ترسيب الكتلة المكافئة الجرامية لأى من عنصر عند أحد الأقطاب ويساوي 96500 كولوم

## قانون فاراداي الثاني

٢

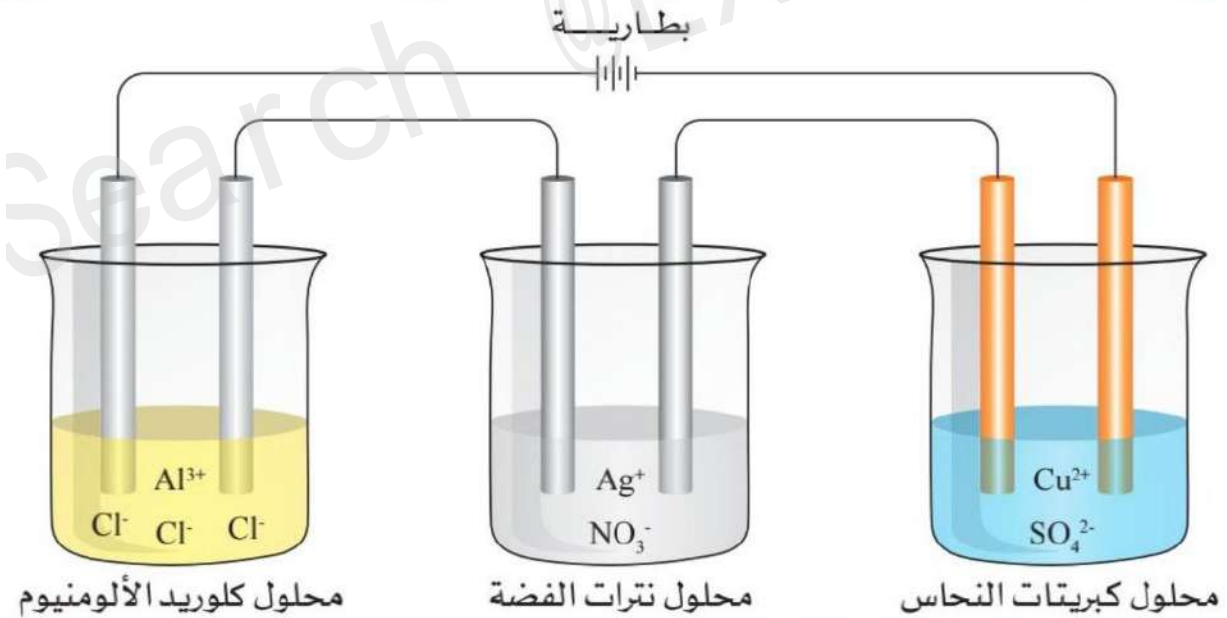
## نص القانون

كميات المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء في عدة إلكتروليات متصلة على التوالي تتناسب طردياً مع كتلتها المكافئة الجرامية.

## تحقيق قانون فاراداي الثاني

نمررنفس كمية التيار الكهربى فى ثلاث خلايا إلكتروليتيه تحتوى الأولى على محلول كبريتات نحاس II والثانية على محلول نترات فضة والثالثة على مصهور كلوريد الألومنيوم. نعين كتلة المواد المتكونة عند الكاثود وهى النحاس والفضة والألومنيوم ونقارنها بالكتل المكافئة لهذه العناصر. نجد أن كتل المواد المختلفة المتكونة عند الكاثود وهى النحاس والفضة والألومنيوم تتناسب طردياً مع الكتل المكافئة لهذه المواد.

Cu	Ag	Al
31.75	107.88	9



## الصيغة الرياضية لقانون فاراداي الثاني

$$\frac{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الأول}}{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الثاني}} = \frac{\text{كتلة العنصر الأول}}{\text{كتلة العنصر الثاني}}$$

### الكتلة المكافئة الجرامية

هي كتلة المادة التي لها القدرة على فقد أو اكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي.

تعيين الكتلة المكافئة الجرامية للعناصر

$$\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر (Z)}} = \text{الكتلة المكافئة الجرامية}$$

الكتلة المكافئة الجرامية	عدد شحنات أيون العنصر (التكافؤ)	الكتلة الذرية الجرامية	العنصر
9	3	27	Al
107.88	1	107.88	Ag
32.5	2	65	Zn
35.5	1	35.5	Cl

### القانون العام للتحليل الكهربائي

3

عند مرور واحد فاراداي (96500C) (1F) خلال إلكتروليت فإن ذلك يؤدي إلى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب.



راجع

مذكرة المسائل

لتفاصيل أكثر

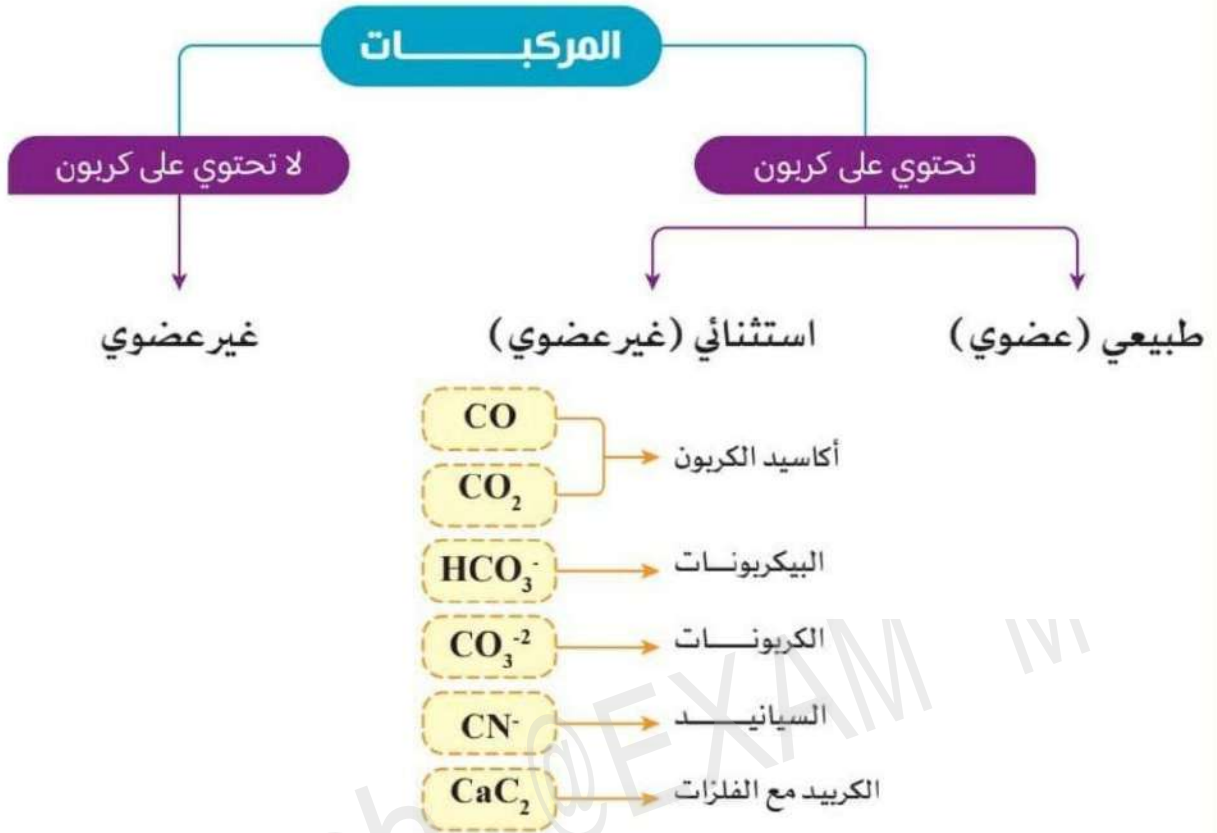


# الباب 5 الخامس



## الكيمياء العضوية

## المركبات



مركب لا يحتوي على الكربون (غير عضوي).

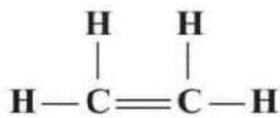
مركب يحتوي على الكربون في المجموعات الاستثنائية (غير عضوي).

مركب يحتوي على الكربون بدون مجموعات استثنائية (عضوي).

## قواعد رسم المركب العضوي

## التكافؤ

عدد الروابط المحيطة بالذرة في المركب العضوي.



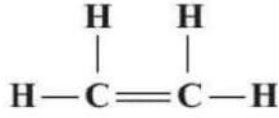
H	O	N	C
1	2	3	4

تحت المراجعة وغير مسموح بتداولها (نسخة خاصة بالمطبعة غير صالحة للاستخدام الدراسي)

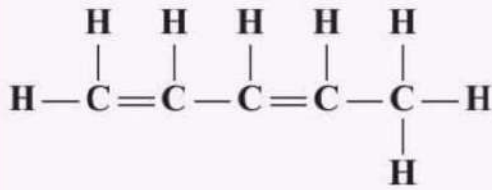
ارسم مركب عضوي يحتوي على ذرتي كربون بينهما رابطة مزدوجة:



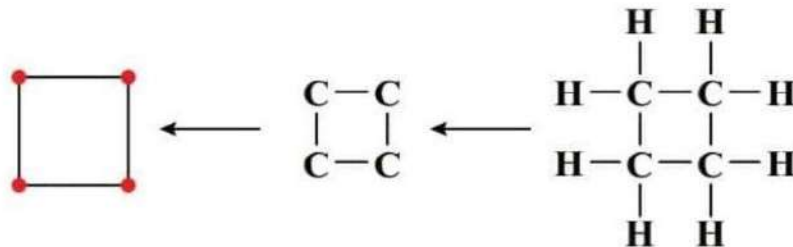
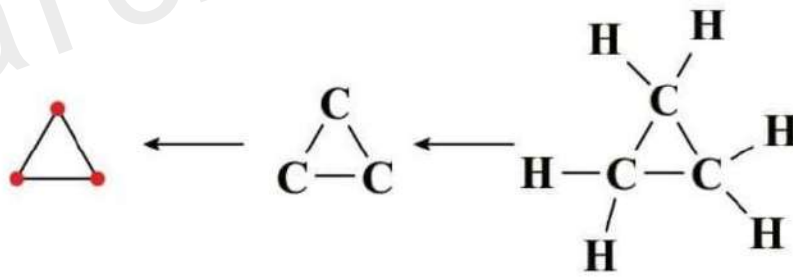
الروابط المتبقية يتم إكمالها بالهيدروجين:

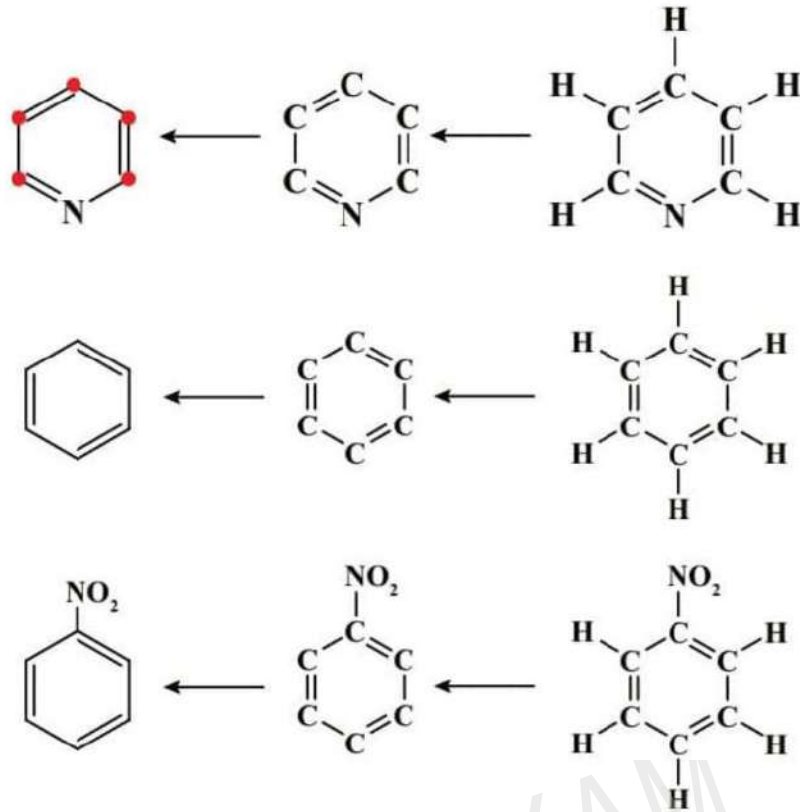


ارسم مركب عضوي يحتوي على خمس ذرات كربون و رابطة مزدوجة بين الأولى والثانية و رابطة مزدوجة بين الثالثة والرابعة:

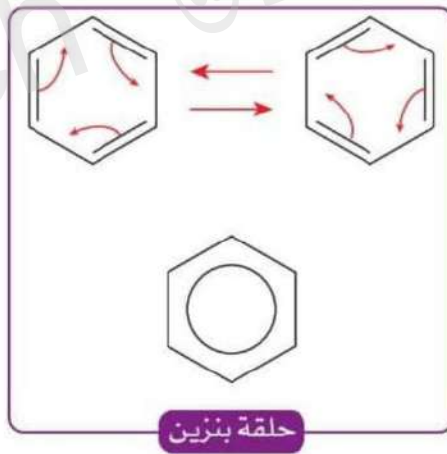


معنى العنا والحلقة في المركب العضوي





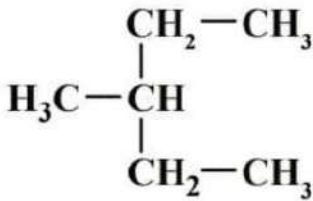
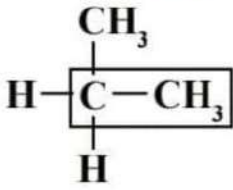
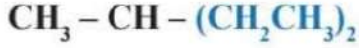
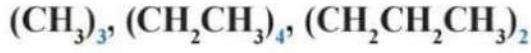
حلقة البنزين



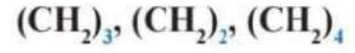
معنى الأقواس

يمكن تقسيم إلى

تحتوي على  $\text{CH}_3$  فقط أو مع مجموعات أخرى



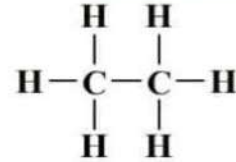
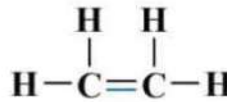
تحتوي على  $\text{CH}_2$  فقط



سلسلة مستمرة

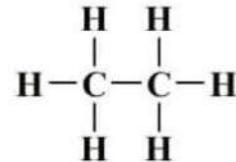
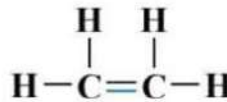


أنواع الروابط



الرابطة سيجما قوية والرابطة باي ضعيفة.

المركبات المشبعة والمركبات غير المشبعة



2 ذرة H

4 ذرات H

6 ذرات H

غير مشبع

غير مشبع

مشبع

• توجد رابطة باي أو أكثر ← غير مشبع.

• جميع الروابط سيجما ← مشبع.

## تعريف المركب العضوي

فوهلر	برزيليوس
تتكون المركبات العضوية في الكائنات الحية (أصل نباتي أو حيواني)	تتكون المركبات العضوية في الكائنات الحية فقط (أصل نباتي أو حيواني)
يرفض فكرة (القوى الحيوية)	يتم تكوينها بواسطة قوى خاصة (القوى الحيوية)
يمكن تحضيرها في المختبر	لا يمكن تحضيرها في المختبر
يكون المركب عضوي إذا احتوى على الكربون	يكون المركب عضوي إذا كان من مصدر نباتي أو حيواني فقط
يقسم اعتمادا على التركيب	يقسم اعتمادا على المصدر
أبطل نظرية القوى الحيوية	وضع نظرية القوى الحيوية

## تعريف برزيليوس (حسب المصدر وليس التركيب)

## المركبات العضوية

هي المركبات التي تستخلص من أصل نباتي أو حيواني وتتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضيرها في المختبرات (من المركبات الغير عضوية).

## المركبات غير العضوية

هي المركبات التي تأتي من مصادر معدنية من الأرض ويمكن تحضيرها في المختبرات.

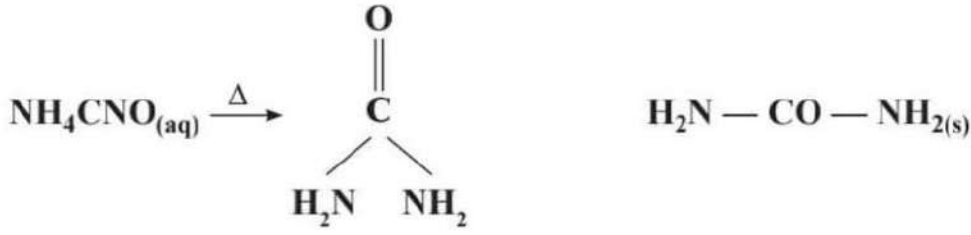
## طريقة القوى الحيوية لبرزيليوس

المركبات العضوية هي المركبات التي تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضير هذه المركبات في المختبرات.

## علل: استمطاع فوهلر إبطال نظرية القوى الحيوية؟

لأن فوهلر تمكن من تحضير مركب عضوي، وهو اليوريا من مركبات غير عضوية وهي كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة - عن طريق تسخين المحلول المائي الناتج من تفاعلها-





### عدد المركبات العضوية

المركبات العضوية: تتعدى 10 ملايين

المركبات غير العضوية: لا يتعدى نصف مليون

علل: وفرة المركبات العضوية.

لأن ذرة الكربون لها القدرة على الارتباط بروابط: أحادية وثنائية وثلاثية مع نفسها ومع غيرها من الذرات لتكوين سلاسل مستقيمة ومتفرعة وحلقات متجانسة وغير متجانسة.

Search @EXAM 111

# أسباب وفرة المركبات العضوية

لأن ذرة الكربون (C)

٣  
وتكون

حلقات غير متجانسة

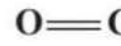


حلقات متجانسة



١  
ترتبط

مع غيرها



بروابط

أحادية

ثنائية

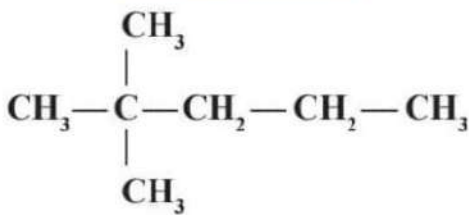
ثلاثية

مع نفسها

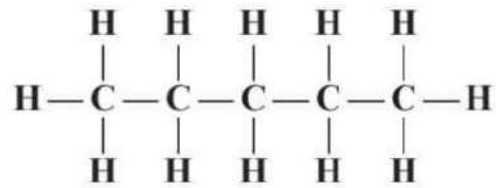


٢  
وتكون

سلاسل متفرعة



سلاسل مستقيمة

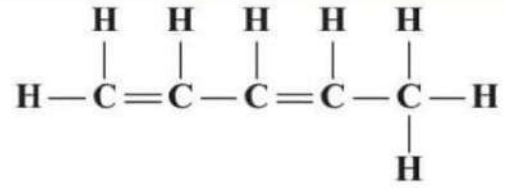
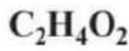
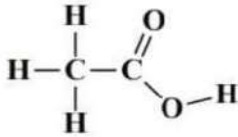
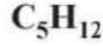
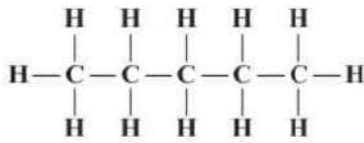


أبحث على تلجرام  
EXAMM1@

مقارنة هامة بين المركبات العضوية وغير العضوية

المركبات غير العضوية	المركبات العضوية	أوجه المقارنة
لا يشترط وجود الكربون (قد تحتوي على الكربون أو عناصر أخرى)	يشترط أن تحتوي على الكربون (وغالبا الهيدروجين)	التركيب الكيميائي
لا تشتعل غالبا وإذا اشتعلت تنتج غازات أخرى.	تشتعل وتنتج دائما: $CO_2, H_2O$ $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	الاشتعال تسخين مع الأكسجين
أيونية أو تساهمية الروابط التساهمية أضعف من الأيونية	تساهمية	أنواع الروابط
مرتفعة	منخفضة	درجة الانصهار التحول من الصلب للسائل
مرتفعة	منخفضة	درجة الغليان التحول من السائل إلى الغاز
توصل التيار الكهربائي لأنها مواد إلكتروليتيّة قادرة على التأين	لا توصل التيار الكهربائي لأنها مواد غير إلكتروليتيّة غير قادرة على التأين	التوصيل
تذوب في المذيبات القطبية، كالماء	تذوب في المذيبات العضوية، كالبنزين	الذوبان
سريعة لأنها تتم بين أيونات	بطيئة لأنها تتم بين جزيئات	سرعة التفاعلات
ليس لها روائح مميزة	لها روائح مميزة غالبا	الرائحة
غير قادرة على البلمرة	تتميز بقدرتها على تكوين بوليمرات	البلمرة أو التجمع
لا توجد بين جزيئات مركباتها	توجد بين كثير من المركبات	المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)

## الصيغة الجزيئية والصيغة البنائية



## الصيغة الجزيئية

هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب ولا تبين طريقة ارتباط الذرات مع بعضها البعض.

## الصيغة البنائية




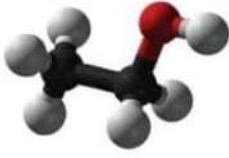
هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب وطريقة ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية.

أيهما أفضل أفضل في تمييز المركب العضوي ، الصيغة البنائية أم الجزيئية ؟

الصيغة البنائية أفضل لأنها توضح طريقة ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية.

## النماذج الجزيئية

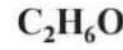
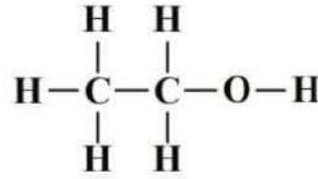
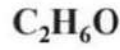
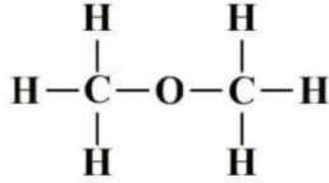
لا تعبر الصيغة البنائية عن الشكل الصحيح للجزيء ، لأنها تظهر الجزيء وكأنه مسطح إلا أنه مجسم تتجه ذراته في الأبعاد الفراغية الثلاثة .

النموذج الفراغي	نموذج الكرات والعصى	الجزيء
		$\text{CH}_4$
		$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

المشابهة الجزيئية ( الأيزوميرزم)

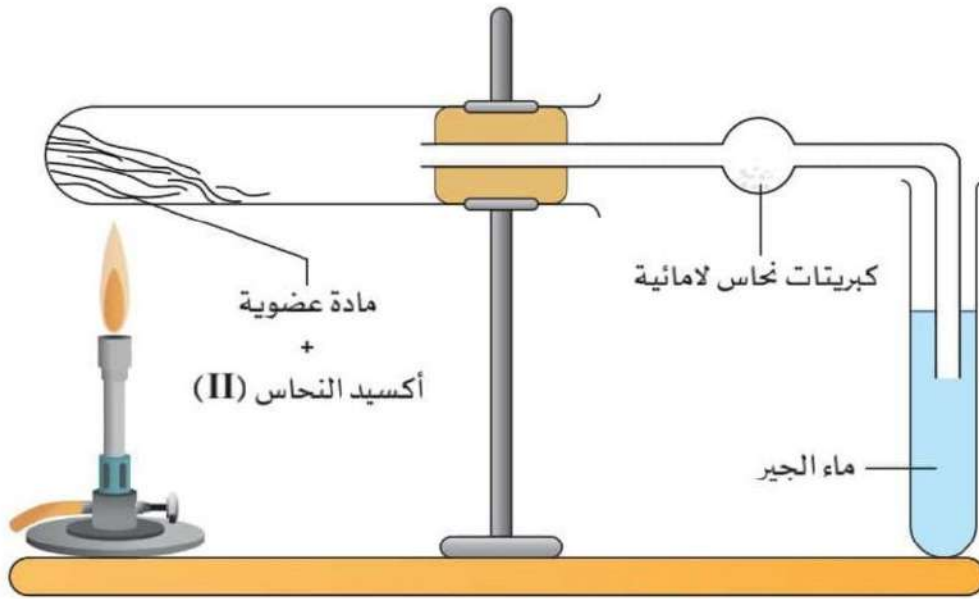
التعريف

هي ظاهرة وجود عدة مركبات عضوية تشترك في صيغتها الجزيئية وتختلف في صيغتها البنائية والخواص الكيميائية والفيزيائية.



الصيغ البنائية المشتركة		الصيغ الجزيئية المشتركة
الكحول الإيثيلي	إيثير ثنائي الميثيل	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	
-117.3	-138	درجة الانصهار
78.5	-29.5	درجة الغليان
يحل محل هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل	لا يتفاعل	التفاعل مع الصوديوم

## الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركبات العضوية



## الخطوات

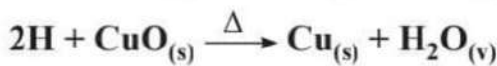
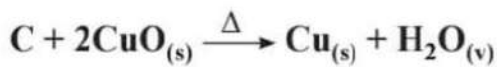
- (١) اخلط قليلا من مادة عضوية (قماش - جلد - ورق - بلاستيك) مع أكسيد النحاس
- (٢) سخن في أنبوبة اختبار تتحمل الحرارة
- (٣) مرر الأبخرة والغازات الناتجة على مسحوق كبريتات النحاس اللامائية البيضاء ثم على ماء الجير.

## المشاهدات

- (١) يتحول لون كبريتات النحاس الأبيض إلى اللون الأزرق.
- (٢) يتعكر ماء الجير.

## التفسير

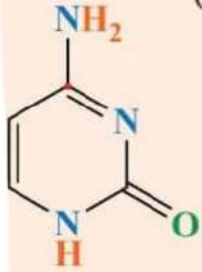
- (١) تفاعل هيدروجين المادة العضوية مع الأكسجين في أكسيد النحاس CuO فتكون الماء الذي يغير لون كبريتات النحاس اللامائية من الأبيض إلى الأزرق.
- (٢) تفاعل كربون المادة العضوية مع الأكسجين في أكسيد النحاس CuO فتكون CO<sub>2</sub> الذي يعكر ماء الجير الرائق.



الاستنتاج

تحتوي المواد العضوية على عنصري الكربون والهيدروجين .

ملحوظات هامة على رسم المركبات العضوية (موضحة في الأشكال التالية):

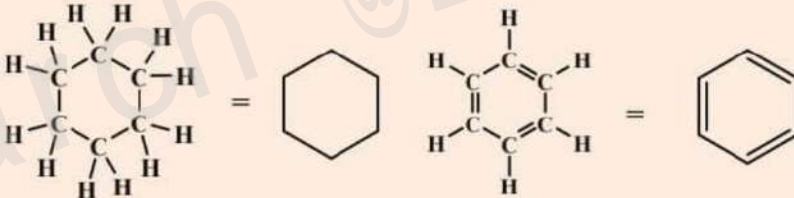
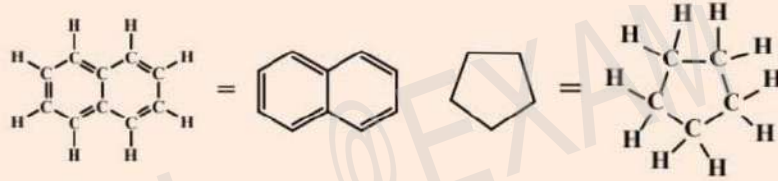
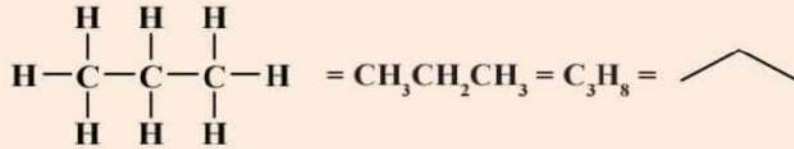


ذرات الكربون قد يكتفي للتعبير عنها برسم زاوية فقط ( كل طرف أو زاوية يعبر عن ذرة كربون )

ذرات الهيدروجين المرتبطة بالكربون في المركب العضوي قابلة للتجميع وقابلة للحذف .

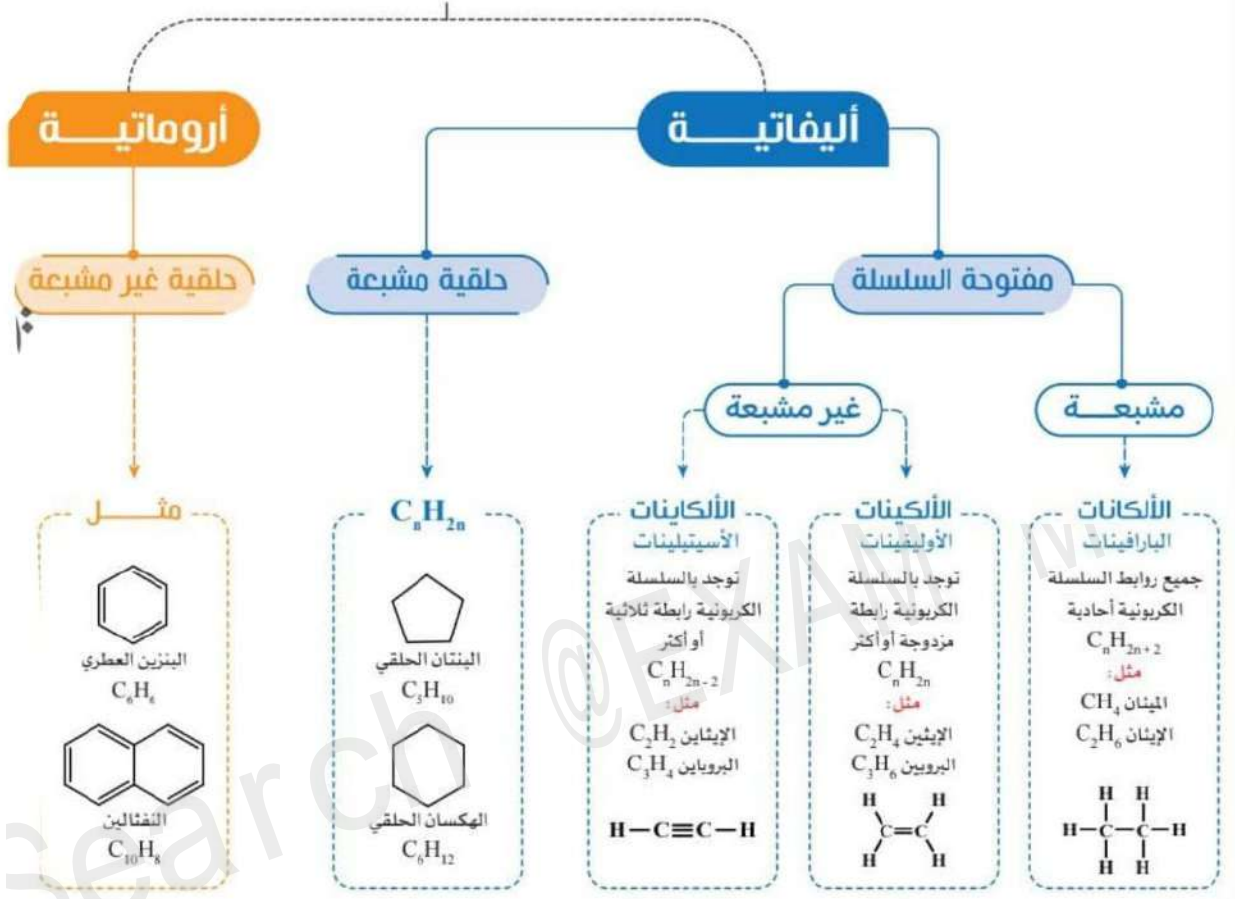
يجب إحاطة كل ذرة بعدد من الروابط = تكافؤها

C: رباعي    N: ثلاثي    O: ثنائي    H: أحادي



## الهيدروكربونات

## الهيدروكربونات



## أولاً الهيدروكربونات الأليفاتية مفتوحة المصدر

أولاً

## الهيدروكربونات الأليفاتية مفتوحة السلسلة المشبعة الألكانات (البارافينات)

1

مركبات خاملة كيميائياً نسبياً: لأن جميع الذرات مرتبطة بروابط أحادية قوية من النوع سيجما الترم يصعب كسرها.

كل مركب يزيد عن سابقه بمجموعة ميثيلين:  $\text{CH}_2$

سلسلة متجانسة من المركبات قانونها العام:  $C_nH_{2n+2}$ .

## السلسلة المتجانسة

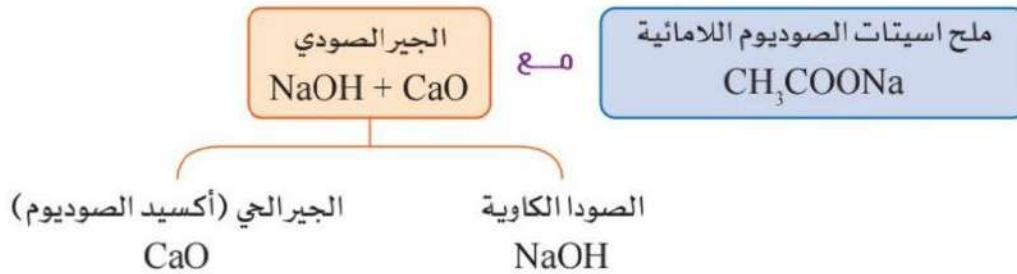
هي مجموعة من المركبات الكيميائية يجمعها قانون جزئي عام وتتشترك في خواصها الكيميائية وتتدرج في خواصها الفيزيائية.

### الاستخدامات

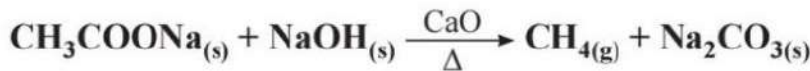
- وقود: الميثان يوجد في الغاز الطبيعي بنسبة من %50 إلى أكثر من %90.
- البروبان والبيوتان يعبأ في اسطوانات الوقود.
- تحضير العديد من المركبات العضوية الأخرى.
- الألكانات الأطول في السلسلة الكربونية تتواجد في الكيروسين وزيت الديزل وزيوت التشحيم وشمع البارافين.
- ملحوظة هامة:** توجد الألكانات بكميات كبيرة في النفط الخام. ويتم فصلها عن بعضها بواسطة التقطير التجزيئي.

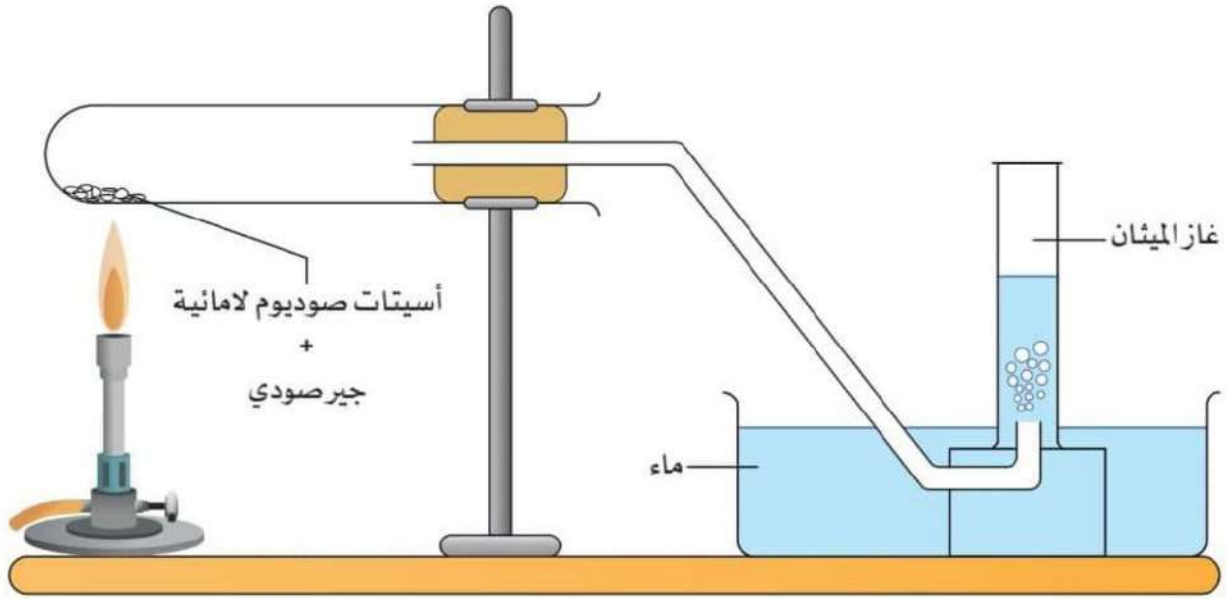
### الميثان (غاز المستنقعات) CH<sub>4</sub>

- هو أول سلسلة الألكانات وأبسط المركبات العضوية على الإطلاق.
- وجوده:**
  - أكثر من %90 من الغاز الطبيعي الموجود في باطن الأرض.
  - مصاحباً للبتروول.
  - مناجم الفحم التي قد تتعرض للانفجار نتيجة اشتعاله.
  - يخرج على هيئة فقاع في قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية لذا يسمى بـغاز المستنقعات.
- تحضيره:** بالتقطير الجاف:



لا يدخل في التفاعل وإنما يساعد على خفض درجة انصهار الخليط  
وامتصاص الرطوبة من وسط التفاعل





## الخواص العامة للألكانات

## الخواص الفيزيائية

الحالة الفيزيائية	عدد ذرات الكربون	
غازات	الميثان: وقود في المنازل	1
		2
	خليط البروبان والبيوتان: وقود مسال في إسطوانات.	3
	البروبان: أكثر تطايرا أقل في درجة الغليان (نسبته أكبر في المناطق الباردة). البيوتان: أقل تطايرا أكبر في درجة الغليان (نسبته أكبر في المناطق الدافئة).	4
سوائل	الجازولين والكيروسين (وقود)	5-17
صلبة	شمع البرافين	أكثر من 17

ملحوظات هامة

كلما زاد عدد ذرات الكربون ( الكتلة الجزيئية )، زادت درجة الغليان.

الألكانات: مواد غير قطبية - لا تذوب في الماء

علل: تغطي الفلزات بالألكانات الثقيلة مثل الشحم؟

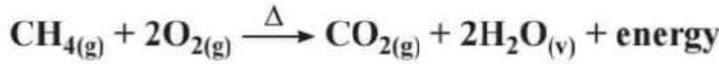
لتحميها من التآكل حيث أن الشحم مادة غير قطبية لا تذوب في الماء فيمنع تفاعل الماء مع الفلزات.

الخواص الفيزيائية

(١) الاحتراق (التسخين في وجود الأكسجين):

• تحترق وتكون ثاني أكسيد الكربون والماء.

• تفاعلات طاردة للحرارة، لذا تستخدم كوقود.



(٢) التفاعل مع الهالوجينات (الفلور، الكلور، البروم، اليود) (F, Cl, Br, I):

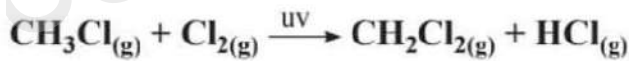
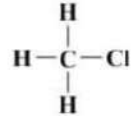
• يشترط لإتمام التفاعل: التسخين إلى 400 أو وجود الأشعة فوق البنفسجية.

• نوع التفاعل: تفاعل استبدال.

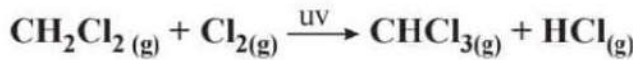
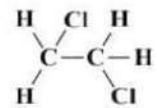
• يتوقف الناتج على نسبة الميثان والهالوجين في خليط التفاعل:



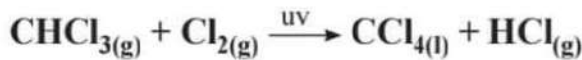
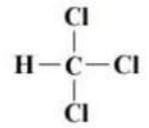
كلوريد ميثيل (كلورو ميثان)



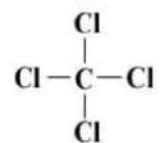
كلوريد الميثيلين (ثنائي كلورو ميثان)



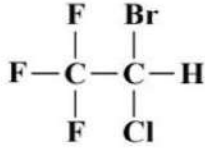
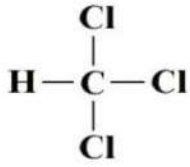
الكلوروفورم (ثلاثي كلورو ميثان) - مخدر



رابع كلوريد الكربون (رباعي كلورو ميثان)



## استخدام مشتقات الألكانات الهالوجينية



مصدر:

- الكلوروفورم  $\text{CHCl}_3$ : غير آمن **علل؟**
- لأنه تسبب في وفيات كثيرة بسبب عدم التقدير الدقيق للجرعة.
- الهالوثان  $\text{CHBrCl}-\text{CF}_3$ : أكثر أمانا.

الفريونات (مشتقات هالوجينية للألكانات):

أمثلتها:

- ثنائي كلورو - ثنائي فلورو ميثان (وهو الأشهر)  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ .
- رابع فلوريد الكربون (رباعي فلوروميثان)  $\text{CF}_4$ .

تستخدم في:

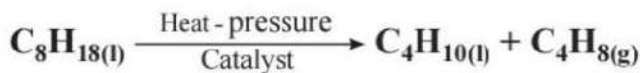
- أجهزة التكييف والثلاجات
- مواد دافعة للسوائل والروائح
- تنظيف الأجهزة الإلكترونية
- تسببت في تآكل طبقة الأوزون التي تقي الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية **لذا:**
- هناك اتفاق دولي يحرم استخدام الفريونات بداية من عام 2020.
- تستخدم الفريونات بكميات كبيرة. **علل؟**
- لرخص ثمنها وسهولة إسالتها، ولأنها غير سامة ولا تسبب تآكلا في المعادن.
- (٣) التكسير الحراري الحفزي (باستخدام الحرارة والعوامل الحفازة وضغط مرتفع):

## التعريف

عملية تحويل النواتج البترولية الثقيلة طويلة السلسلة (الأقل استخداما) إلى جزيئات أصغر وأخف وأكثر استخداما، وتتم أثناء تكرير البترول.

التكوين: ألكانات وألكينات

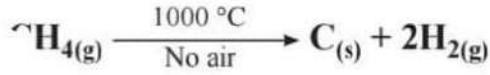
- ألكانات قصيرة السلسلة: تستخدم كوقود للسيارات (مثل الجازولين).
- ألكينات قصيرة السلسلة: تستخدم في الصناعات الكيميائية مثل صناعة البوليمرات (مثل الإيثين والبروبين).



الأهمية الاقتصادية للألكانات

الحصول على الكربون المجزأ (أسود الكربون):

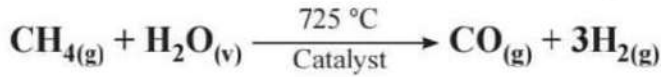
التحضير: تسخين الميثان بمعزل عن الهواء عند 1000.



الاستخدام: صناعة إطارات السيارات، صبغة في الحبر الأسود، البويات، ورنيش الأحذية.

الحصول على الغاز المائي (خليط من غازي الهيدروجين وأول أكسيد الكربون):

التحضير: تسخين الميثان مع بخار الماء عند 725 °C في وجود عامل حفاز.



الاستخدام: كمادة مختزلة، وقود قابل للاشتعال.

مجموعة أو شق الأكيل (R-) Alcyl Radical

التعريف

هي مجموعة ذرية لا توجد منفردة تشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه تسمى باسم الألكان المشتقة منه باستبدال المقطع (آن) بالمقطع (يل) ويرمز لها بالرمز (R) وصيغتها العامة  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ .



ميثيلين



ميثيل



ميثان

شق الأكيل (R-) $\xrightarrow{-\text{H}}$ ألكان (R-H)				أمثلة (هاليد الأكيل)	
$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$		$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$			
$\text{CH}_4$	ميثان	$-\text{CH}_3$	ميثيل	$\text{CH}_3\text{Cl}$	كلوريد ميثيل
$\text{C}_2\text{H}_6$	إيثان	$-\text{C}_2\text{H}_5$	إيثيل	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	بروميد إيثيل
$\text{C}_3\text{H}_8$	بروبان	$-\text{C}_3\text{H}_7$	بروبيل	$\text{C}_3\text{H}_7\text{I}$	يوديد بروبييل

## ثانياً الهيدروكربونات الأليفاتية مفتوحة السلسلة غير المشبعة

مجموعة الألكينات: تتميز بوجود رابطة مزدوجة على الأقل في السلسلة الكربونية.

مجموعة الألكاينات: تتميز بوجود رابطة ثلاثية على الأقل في السلسلة الكربونية.

### الألكينات

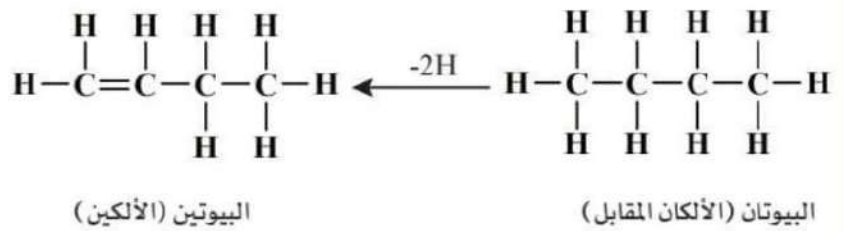
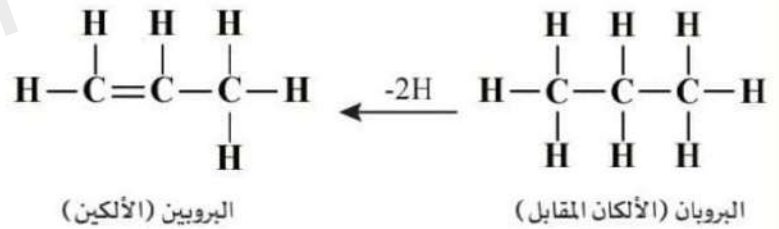
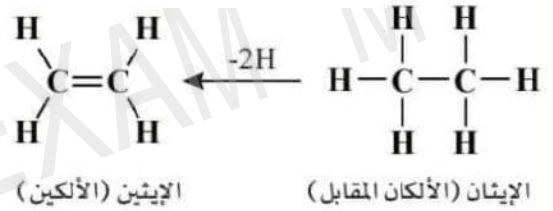
هيدروكربونات أليفاتية مفتوحة السلسلة توجد بين ذرات الكربون فيها رابطة مزدوجة على الأقل

الألكينات نشطة كيميائياً. **علل؟**

بسبب وجود الرابطة المزدوجة التي تتكون من رابطة **سيجما** القوية ورابطة **باي** الضعيفة سهلة الكسر مما يفسر نشاطها.

**القانون العام:**  $C_nH_{2n}$ .

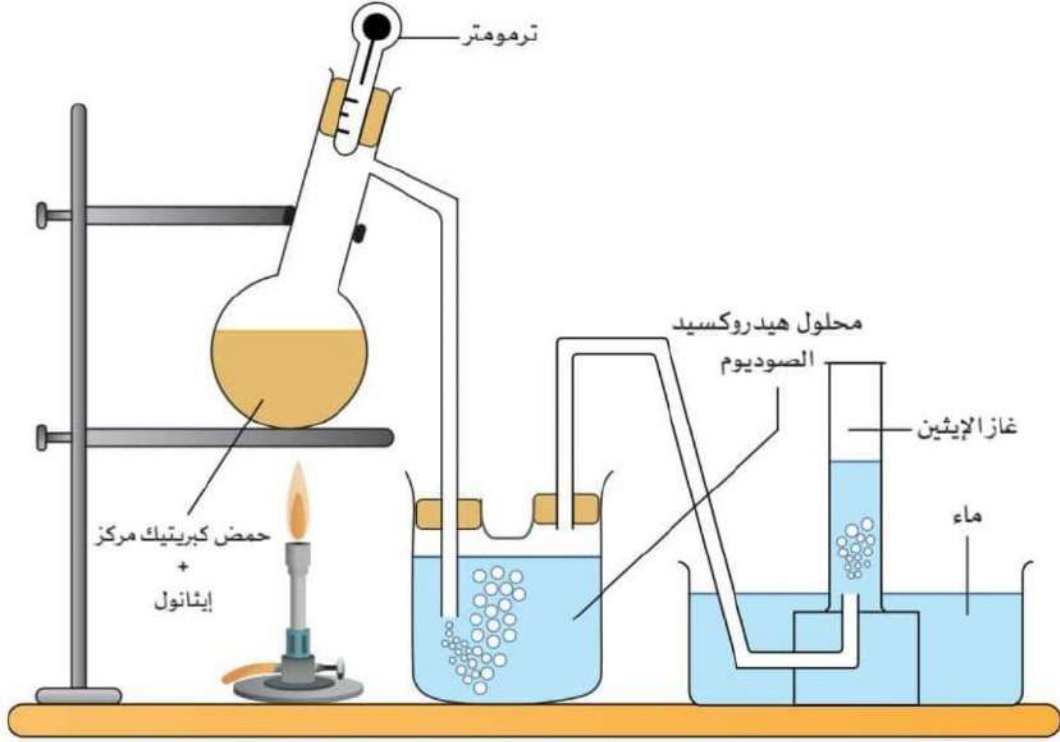
يمكن اعتبار الألكين مشتق من (يساوي) الألكان المقابل بعد نزع ذرتي هيدروجين (ألكان - ذرتي هيدروجين = ألكين).



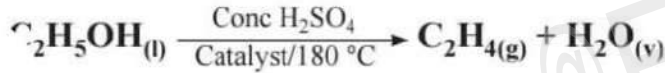
### الإيثين (أول مركبات الألكينات) $C_2H_4$

الاسم الشائع: الإيثيلين.

التحضير: يتم بـ «انتزاع الماء من الكحول الإيثيلي» باستخدام حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى  $180^\circ\text{C}$ .

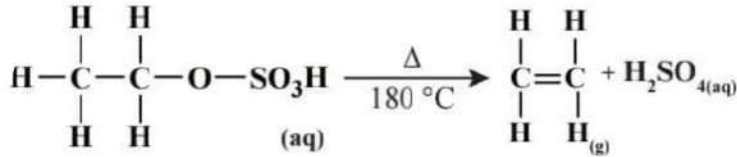
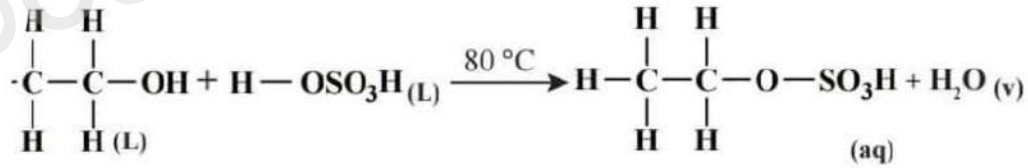


#### معادلة التحضير:



#### خطوات التفاعل:

- يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز لينتج كبريتات الإيثيل الهيدروجينية.
- تنحل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية بالحرارة لتكون الإيثين.



#### خواص الألكينات

- المركبات الأولى (من 2: 4 ذرات كربون) غازات، (من 5: 15 ذرة كربون سوائل)، المركبات الأعلى مواد صلبة.
- الألكينات مواد غير قطبية لا تذوب في المذيبات القطبية كالماء، وتذوب في المذيبات العضوية مثل: الإثير، رابع كلوريد الكربون، البنزين.

## الخواص الكيميائية

## الاحتراق:



تفاعل طارد للحرارة.

تشتعل في الهواء (الأكسجين) لتنتج: بخار الماء، وثاني أكسيد الكربون.

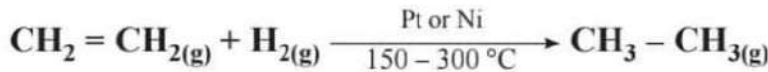
## الإضافة:

(١) إضافة الهيدروجين:

شرط التفاعل: وجود عوامل حفازة مثل النيكل أو البلاتين، التسخين (150–300).

نتائج التفاعل: يتكون الألكان المقابل.

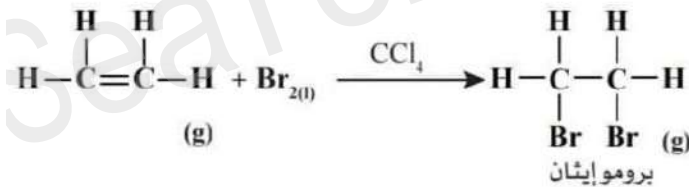
تحتاج كل رابطة باي  $\pi$  مول واحد من الهيدروجين لكسرها مقابل مول من الهيدروكربون.



(٢) إضافة الهالوجينات (الهالجنة): (الكشف عن الألكينات الغير مشبعة):

شرط التفاعل: يستخدم البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون (البروم ذو لون أحمر)

نتائج التفاعل: يتم كسر الرابطة باي وإضافة ذرتي البروم ليتكون 1, 2-ثنائي بروموإيثان (عديم اللون).



علل: يزول لون البروم الأحمر عند إضافته إلى الإيثين؟

لتكون 1, 2-ثنائي بروموإيثان (عديم اللون).

(٣) إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهالوجينية  $\text{H}^+\text{X}^-$ ):

هاليدات الهيدروجين مادة غير متماثلة

عند إضافتها للألكين يحدث التالي:

• تنكسر الرابطة باي.

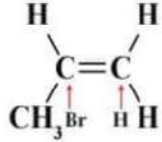
• تضاف ذرة الهيدروجين إلى إحدى ذرتي الكربون في الرابطة باي.

• تضاف ذرة الهالوجين إلى ذرة الكربون الأخرى.

• يتكون هاليد الألكيل المقابل.

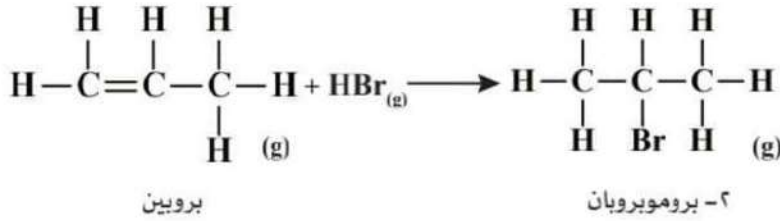
◀ في حالة الألكين المتماثل (ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة تحتويان على نفس العدد من ذرات الهيدروجين): تتم إضافة الهيدروجين لأي من ذرتي الكربون وذرة الهالوجين لذرة الكربون الأخرى.

◀ في حالة الألكين الغير متماثل: (ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة تحتويان على عدد غير متساوي من ذرات الهيدروجين):



• يضاف الهيدروجين لذرة الكربون الأغنى بالهيدروجين.

• ويضاف الهالوجين لذرة الكربون الأفقر (المرتبطة بعدد ذرات هيدروجين أقل).



### قاعدة ماركونيكوف

عند إضافة متفاعل غير متماثل ( $\text{H}^+ - \text{OSO}_3\text{H}^-$ ) أو ( $\text{H}^+ \text{X}^-$ ) فإن الجزء الموجب من المتفاعل ( $\text{H}^+$ ) يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروجين والجزء السالب ( $\text{X}^-$ ) يضاف إلى ذرة الكربون الحالة لعدد أقل من ذرات الهيدروجين.

(٤) إضافة الماء:

◀ علل: يجب إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى الإيثين قبل إضافة الماء؟

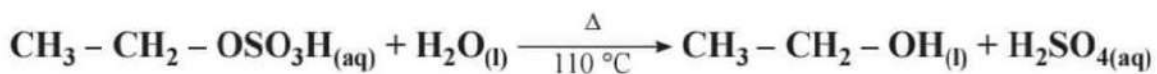
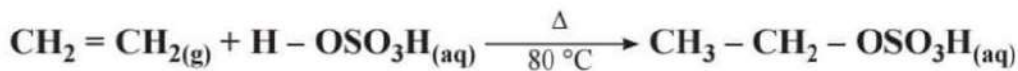
لأن التفاعل لا يتم إلا في وسط حامضي (تركيز عال من أيونات الهيدروجين)

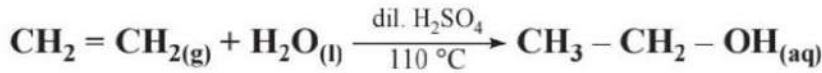
لذا يضاف حمض الكبريتيك لتوفير أيونات الهيدروجين الموجب، حيث أن الماء إلكتروليت ضعيف وتركيز أيونات الهيدروجين الناتجة منه يكون ضعيفا ولا يكفي لكسر الرابطة المزدوجة

◀ خطوات التفاعل:

(١) تفاعل حمض الكبريتيك المخفف مع الإيثين عند  $80^\circ \text{C}$  فتتكون: كبريتات الإيثيل الهيدروجينية

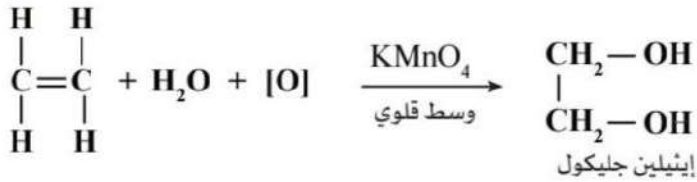
(٢) التحلل المائي لكبريتات الإيثيل الهيدروجينية.





الهيدرة الحفزية

◀ الأوكسدة (تفاعل باير):

العوامل المؤكسدة المستخدمة : فوق أكسيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{O}_2$  وبرمنجنات البوتاسيوم  $\text{KMnO}_4$ 

نتاج الأوكسدة : مركبات ثنائية الهيدروكسيل تعرف بـ " الجلايكولات "

تطبيقات تفاعل الأوكسدة : " الكشف عن الرابطة المزدوجة باستخدام تفاعل باير "

فكرة الكشف : إمرار غاز الإيثين في محلول برمنجنات البوتاسيوم ( لونها بنفسجي ) في وسط قلوي فيزول اللون (زوال اللون يدل على وجود الرابطة المزدوجة ، وبقاء اللون يدل على غياب الرابطة المزدوجة) .

استخدامات الإيثيلين جليكول : المادة الأساسية المانعة لتجمد المياه في مبردات السيارات . **علل؟**

لأنه يكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء فيمنع تجمعها على هيئة بلورات ثلجية .

◀ البلمرة:

التعريف

تجمع عدد كبير من جزيئات مركبات بسيطة ( من المائة حتى المليون ) لتكوين جزيء عملاق له كتلة جزيئية كبيرة

◀ الجزيء الأولي الصغير يسمى : مونيمر، والجزيء الكبير الناتج يسمى : بوليمر

◀ كلمة بوليمر لاتينية الأصل تعني : عديد الوحدات

◀ تفاعلات البلمرة الكيميائية فتحت الباب لتحضير العديد من المنتجات التي ساهمت في ازدهار الحضارة

هناك طريقتين أساسيتين لعملية البلمرة : البلمرة بالإضافة ، والبلمرة بالتكاثف :

(١) البلمرة بالإضافة:

التعريف:

إضافة أعداد كبيرة من جزيئات مركب صغير وغير مشبع إلى بعضها البعض لتكوين جزيء مشبع كبير جدا مثل البولي إيثيلين .

◀ تكون الألكينات بوليمرات بالإضافة .

شروط حدوث بلمرة الإيثين (كمثال):

- تسخين الإيثين.
  - تحت ضغط كبير حوالي 10000 atm
  - وجود فوق الأكاسيد كمواد بادنة للتفاعل
- نتاج البلمرة: البولي إيثيلين الذي تبلغ كتلته 30000 بينما كتلة المونيمر (الإيثين = 28).

تفسير حدوث عملية البلمرة:

- تنكسر الرابطة باي ويتحرر إلكترون هذه الرابطة
- يصبح لكل ذرة كربون إلكترون حر
- ترتبط ذرات الكربون عن طريق إلكتروناتها الحرة مع بعضها البعض بروابط تساهمية أحادية مكونة سلاسل طويلة من جزئيات البوليمر.

المونيمر	البوليمر	الاسم التجاري	خواصه	الاستخدامات
إيثين	بولي إيثيلين	بولي إيثيلين (PE)	لين ويتحمل المواد الكيميائية	- الرقائق والأكياس البلاستيكية - الزجاجات البلاستيكية - الخراطيم
بروبين	بولي بروبيلين	بولي بروبيلين (PP)	قوي وصلب	- السجاد والمفارش - الشكاير البلاستيكية - المعلبات
كلورو إيثين كلوريد فاينيل	بولي كلورو إيثين	بولي فاينيل كلوريد (PVC)	لين وقوي	- مواسير الصرف الصحي والري - الأحذية - خراطيم المياه - عوازل الأرضيات - جراكن الزيوت المعدنية
رباعي فلور إيثين	بولي رباعي فلور إيثين	تفلون	يتحمل الحرارة غير قابل للالتصاق عازل للكهرباء وخامل	- خيوط جراحية - تبطين أواني الطهي

(٢) البلمرة بالتكاثف:

التكاثف:

هو ارتباط مع فقد جزيء ماء.

تتم بين مونومرين مختلفين يحدث بينهما تكاثف لتكوين بوليمر مشترك والذي يعتبر الوحدة الأولى التي تستمر عملية البلمرة بين جزئياتها.

## الألكينات (الأسيتيلينات)

## التعريف:

هيدروكربونات أليفاتية مفتوحة السلسلة توجد بين ذرات الكربون فيها رابطة ثلاثية واحدة على الأقل

القانون العام:  $C_nH_{2n-2}$ 

**لاحظ:** الألكينات تقل عن الألكينات بعدد 2 ذرة هيدروجين وعن الألكانات بعدد 4 ذرة هيدروجين

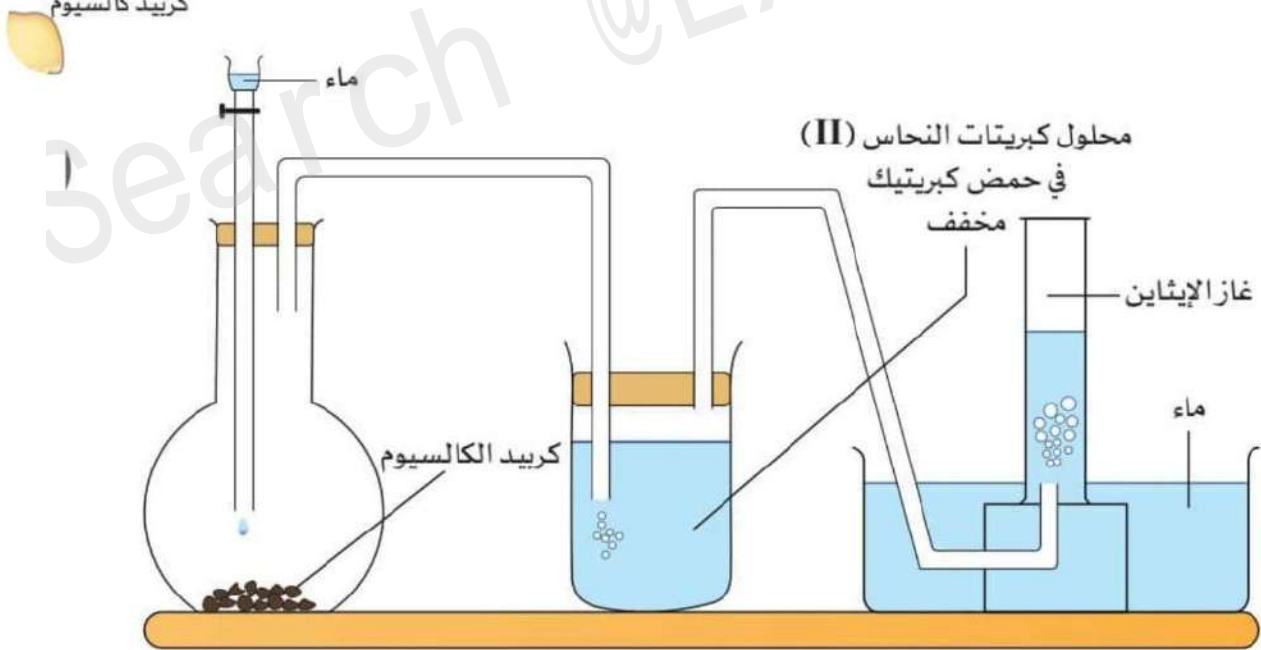
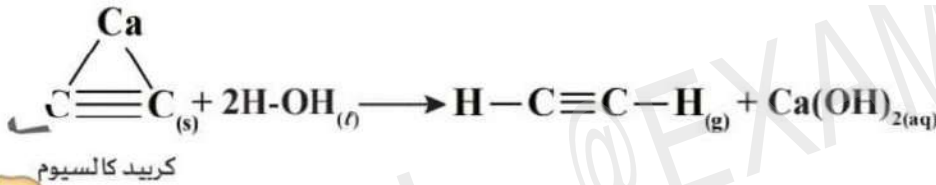
النشاط : مركبات شديدة النشاط . **علل ؟**

لأنها تحتوي على رابطة سيجما وعدد 2 رابطة باي الضعيفة سهلة الكسر مما يفسر شدة نشاطها.

الإيثاين (الأسيتيلين)  $C_2H_2$ 

هو أول مركبات مجموعة الأسيتيلينات (الألكينات).

## التحضير:



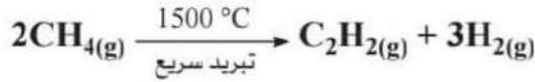
(أ) في المعمل : (مركب عضوي من آخر غير عضوي):

• يتم تنقيط الماء على كربيد الكالسيوم ( ثاني كربيد الكالسيوم )

• يحتوي كربيد الكالسيوم على شوائب ( P , S )

- تتسبب هذه الشوائب في إنتاج غاز الفوسفين  $PH_3$  وغاز كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$ .
- يمرر الغاز قبل جمعه على محلول كبريتات نحاس في حمض كبريتيك مخفف . **علل ؟**
- لإزالة غاز الفوسفين  $PH_3$  وغاز كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  (الغازات الناتجة من الشوائب الموجودة في كبريد الكالسيوم) .
- (ب) في الصناعة:

تسخين الميثان لدرجة أعلى من 1400 ثم التبريد السريع للنتاج .

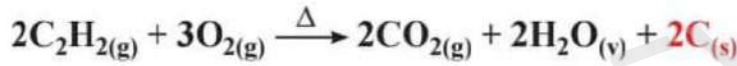


### الخواص الكيميائية:

(١) الاحتراق:

في كمية محدودة من الأكسجين (في الهواء الجوي):

لا يحترق الكربون تماما لذلك يحترق الإيثاين بلهب **مدخن** .



في وفرة من الأكسجين:

• يحترق الإيثاين تماما معطيا ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء .

• يكون التفاعل طاردا للحرارة (تبلغ الحرارة المنطلقة حوالي  $3000\text{ }^\circ C$ ) .

• ينتج ما يعرف بلهب **الأوكسي أسيتيلين** المستخدم في لحام وقطع المعادن .



(٢) تفاعلات الإضافة:

في الإيثاين تتم تفاعلات الإضافة على مرحلتين . **علل ؟**

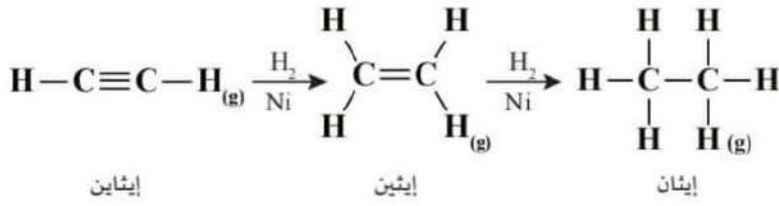
لأن جزيء الإيثاين يحتوي ( بجانب الرابطة سيجما ) على رابطتين باي :

• ففي المرحلة الأولى : تتحول الرابطة الثلاثية إلى ثنائية ( كسر الرابطة باي الأولى )

• وفي المرحلة الثانية : تتحول الرابطة الثنائية إلى أحادية ( كسر الرابطة باي الثانية )

• ويتضح ذلك في الأمثلة التالية :

(أ) إضافة الهيدروجين (الهدرجة) في وجود النيكل المجزأ:



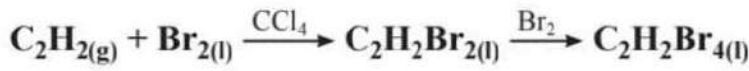
(ب) إضافة الهالوجينات (الهجنة):

يتفاعل الإيثاين مع الهالوجينات بشدة

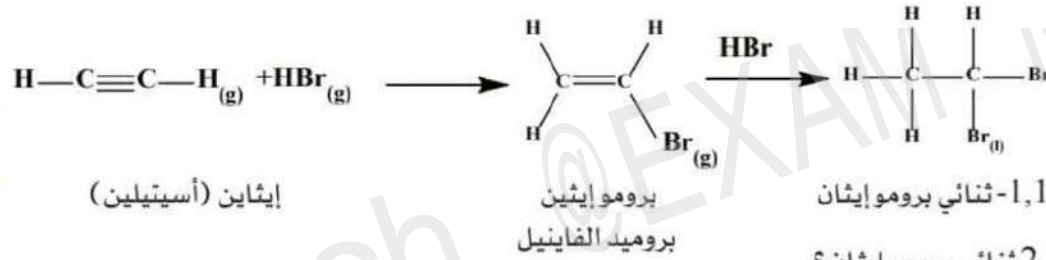
التفاعل مع الكلور: يكون مصحوبا بلهب وضوء

التفاعل مع محلول البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون: يزول لون البروم الأحمر

تذكر: الكشف عن عدم التشبع في جزيء الإيثاين والإيثين بنفس الطريقة.



(ج) إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهيدروجينية HX):



لماذا لا يتكون 2.1 ثنائي برومو إيثان؟

تذكر قاعدة ماركونيكوف.

(د) إضافة الماء الهيدرة الحفزية:

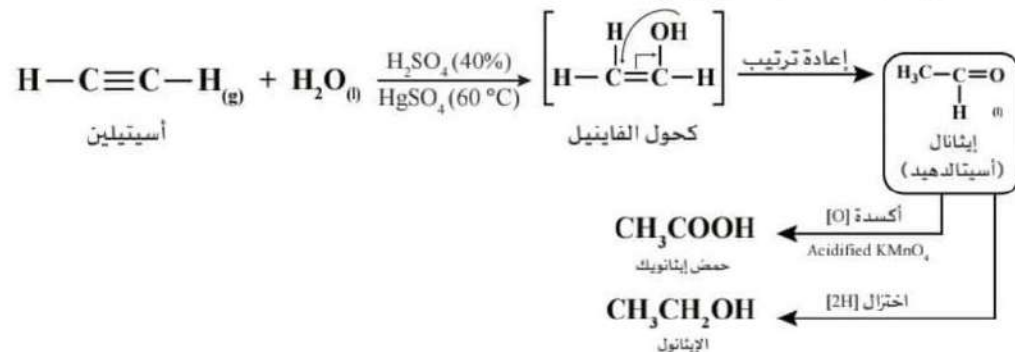
شروط التفاعل: وجود عوامل حفز مثل حمض الكبريتيك وكبريتات الزنق II،

درجة حرارة 60°C لتكوين الأسيتالدهيد (الإيثانال)

يمكن إجراء أحد تفاعلين ل: الأسيتالدهيد (الإيثانال):

(١) الأكسدة: لصناعة حمض الإيثانويك

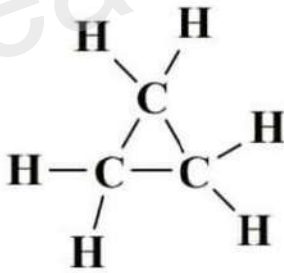
(٢) الاختزال: لصناعة الإيثانول (الكحول الإيثيلي)



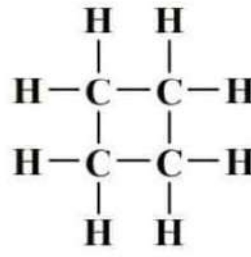
الهيدروكربونات الحلقية

أ الحلقية المشبعة (الألكانات الحلقية)

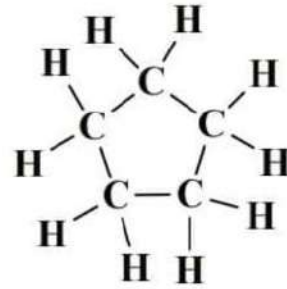
- الهيدروكربونات التي تتكون من ثلاث ذرات كربون فأكثر يمكن أن توجد في شكل حلقي.
- الصيغة العامة للألكانات الحلقية:**  $C_nH_{2n}$  ( نفس الصيغة الجزيئية للألكينات الأليفاتية ) لذا يجب التفريق بينهما عند كتابة الصيغة الجزيئية.
- يتم تسمية الألكانات الحلقية **مثل** الألكانات غير الحلقية مع إضافة سيكلو في المقدمة أو حلقي في النهاية.
- البروبان الحلقي أكثر نشاطا من البروبان المستقيم . **علل ؟**
- لأن الزوايا بين الروابط في البروبان الحلقي صغيرة  $60^\circ C$  مما يؤدي إلى تداخل ضعيف بين الأوربيتالات الذرية فيكون الارتباط بين ذرات الكربون ضعيفا مما يزيد من نشاطها .
- مركب السيكلوبروبان أكثر نشاطا من السيكلوبيوتان . **علل ؟**
- لأن الزوايا بين الروابط في البروبان الحلقي ( صغيرة )  $60^\circ C$  . بينما في البيوتان الحلقي ( أكبر )  $90^\circ C$  . فيكون التداخل أضعف بين الأوربيتالات الذرية في السيكلوبروبان أضعف والارتباط بين ذرات الكربون أضعف مما يزيد من نشاطه .
- السيكلوبنتان والسيكلوهكسان مركبات مستقرة وثابتة . **علل ؟**
- لأن الزوايا بين الروابط كبيرة تقترب من  $109.5^\circ C$  وبالتالي يكون التداخل بين الأوربيتالات قويا لتتكون روابط سيجمما القوية .



بروبان حلقي  
(سيكلوبروبان)



بيوتان حلقي  
(سيكلوبيوتان)



بنتان حلقي  
(سيكلوبنتان)

## ب الحلقية غير المشبعة (المركبات الأروماتية العطرية)

ميز الكيميائيون بين نوعين من المركبات العضوية :

(١) المركبات الأليفاتية ( الدهنية ) :

• مشتقة من الأحماض الدهنية

• بها نسبة عالية من الهيدروجين

• الميثان أول أفرادها

(٢) المركبات الأروماتية العطرية ( توجد في شكل حلقة بنزين أو اثنين أو أكثر ) :

• مشتقة من بعض الراتنجات والمنتجات الطبيعية (الراتنج : مثل أصماغ وزيت النبات ) .

• بها نسبة أقل من الهيدروجين

• البنزين العطري أول أفرادها ولها روائح عطرية مميزة .

Search @EXAM ١٧١

### الصيغة البنائية للبنزين

علل : استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين سنوات عديدة ؟

لأنه يتفاعل بالإحلال والإضافة وطول الروابط بين ذرات الكربون وسط بين طول الرابطة الأحادية والثنائية وغيرها من الخواص .

توصل العالم كيكولي إلى الشكل السداسي الحلقي الذي تتبادل فيه الروابط المزدوجة والأحادية .

### تحضير البنزين في الصناعة

## تحضير البنزين في الصناعة

### من الفينول

يمرر بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن

يختزل الزنك بخار الفينول مكونا البنزين



### من قطران الفحم

#### الفحم الحجري

تقطير إتلافي  
تسخين بمعزل  
عن الهواء

يتحلل إلى غازات وسوائل  
أهمها قطران الفحم  
(ويبقى فحم الكوك)

#### قطران الفحم

تقطير تجزيئي

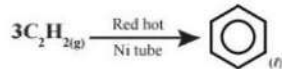
مركبات عضوية هامة منها البنزين  
نحصل عليه عن درجة  $80 - 82^\circ\text{C}$

### من المشتقات البترولية الأليفاتية

نظرا للطلب الكبير على البنزين العطري باعتباره  
مادة أولية هامة في الصناعات الكيميائية

#### بلمرة الإيثاين

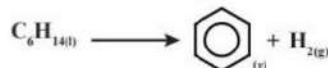
يمرر في أنبوبة نيكل مسخنة  
لدرجة الاحمرار



#### من الهكسان العادي

إعادة تشكيل محفزة

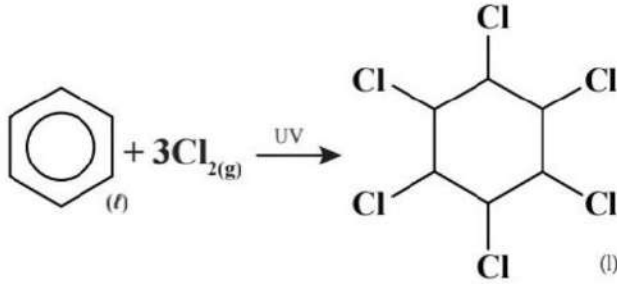
يمرر الهكسان على : عامل حفز يحتوي  
على البلاتين في درجة حرارة مرتفعة





الهجنة:

بنزين + كلور أو بروم ( في ضوء الشمس UV ) ← هالو الهكسان الحلقي



سداسي كلورو هكسان حلقي  
(الجامكسان)

تفاعلات الإحلال (استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بذرات أو مجموعات أخرى)

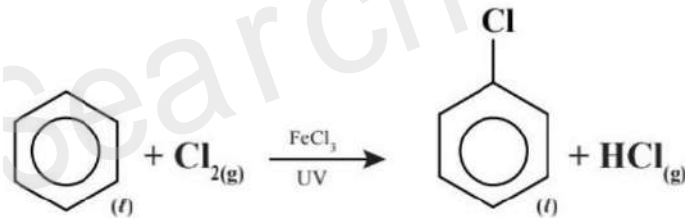
تعتبر تفاعلات الإحلال هي التفاعلات الهامة للبنزين؟

لأنها تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية اقتصادية كبيرة.

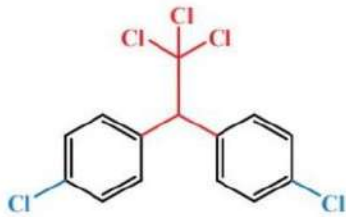
الهجنة (الإنتاج هاليد الأريل):

بنزين + هالوجين ( في وجود عامل حفز مناسب ) ← استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بذرة هالوجين

بنزين + كلور ( في وجود كلوريد الحديد III كعامل حفز ) ← كلوروبنزين



كلوروبنزين



ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثنائي كلورو إيثان

تنتج هاليدات الأريل بكميات كبيرة لاستخدامها كمبيد حشري أكثرها استخداما هو مبيد D.D.T. (ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو إيثان).

مركب D.D.T. مركب شديد السمية . علل ؟

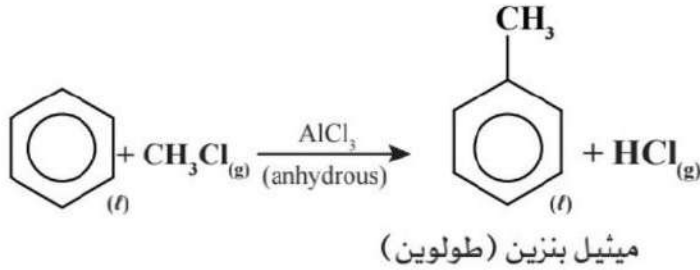
لأن الجزء  $CHCl_3$  يذوب في النسيج الدهني للحشرة فيقتلها

وصف مركب D.D.T. بأنه أقيح مركب كيميائي . علل ؟

لمشاكله البيئية المترتبة على استخدامه .

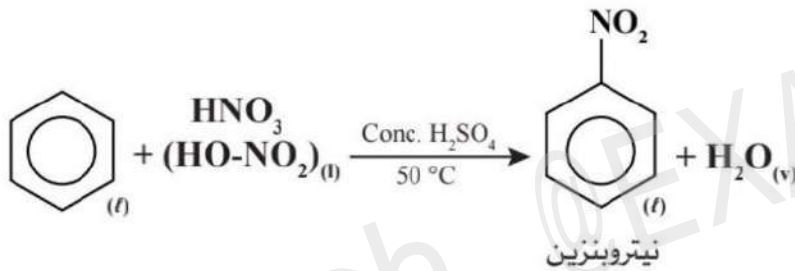
## الألكلة ( تفاعل فريدل كرافت):

بنزين + هاليدات الألكيل RX ( في وجود مادة حفازة مثل كلوريد الألمونيوم اللامائي )  
تحل مجموعة الألكيل R- محل ذرة هيدروجين H- في حلقة البنزين ليتكون ألكيل بنزين .



## النيترة:

بنزين + حمض النيتريك ( في وجود حمض الكبريتيك المركز )  
تحل مجموعة النيترو  $\text{NO}_2$ - محل ذرة هيدروجين H- في حلقة البنزين ، ليتكون نيتروبنزين .

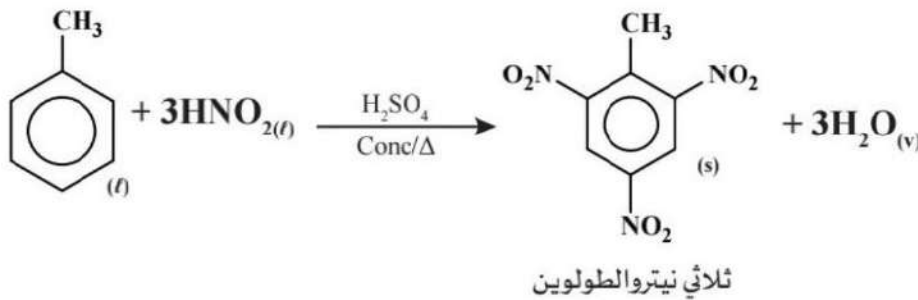


## مركبات عديد النيترو العضوية:

مواد شديدة الانفجار : لأنها تحتوي على وقودها الذاتي ( الكربون ) والمادة المؤكسدة ( الأوكسجين ) ، لذا فهي تحترق بسرعة وتنتج كمية كبيرة من الحرارة والغازات

تعليل الانفجار: بسبب ضعف الرابطة بين N-O بالنسبة للرابطين القويتين C-O في ثاني أكسيد الكربون والرابطة في N-N في جزيء النيتروجين من مركبات النيترو العضوية المتفجرة T.N.T. (ثلاثي نيترو الطولوين)

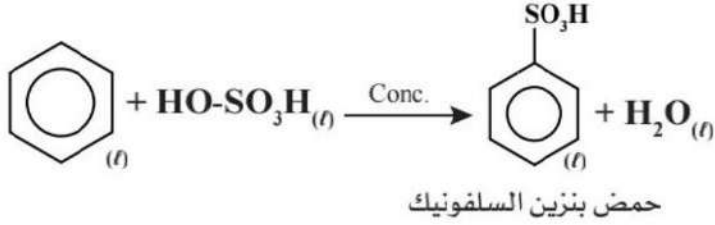
تحضير المركب : عن طريق تفاعل خليط النيترة ( حمض النيتريك المركز والكبريتيك المركز بنسبة 1 : 1 ) مع الطولوين .



السلفنة:

بنزين + حمض الكبريتيك المركز

تحل مجموعة حمض السلفونيك  $\text{SO}_3\text{H}$  محل ذرة هيدروجين  $\text{H}$  في حلقة البنزين، ليتكون حمض بنزين السلفونيك.



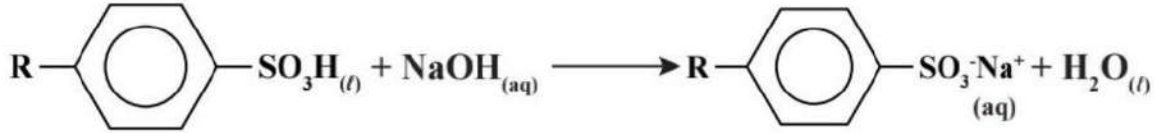
Search @EXAM 111

## المنظفات الصناعية (القائمة على مركبات حمض السلفونيك الأروماتية)

## معادلة التحضير

مركبات حمض السلفونيك الأروماتية + الصودا الكاوية ←

الملح الصوديومي القابل للذوبان في الماء (المنظف)



## أجزاء المنظف

الجزء الأول: الذيل - السلسلة الهيدروكربونية الطويلة (كارهة للماء)

الجزء الثاني: الرأس - مجموعة متأيونة (محببة للماء)

## كيفية عمل المنظف

لا يصلح الماء في إزالة البقع الدهنية من على الأنسجة. **علل؟**

لأنها من المواد العضوية بينما الماء مذيب قطبي ولهذا تستخدم المنظفات الصناعية في عملية التنظيف

(١) إضافة المنظف للماء تقلل من توتره السطحي

(٢) تزيد قدرة الماء على تندية (بلل) النسيج المراد تنظيفه

(٣) ترتب جزيئات المنظف نفسها كالتالي :

• يتجه الذيل الكاره للماء نحو البقعة الدهنية ويلتصق بها

• يتجه الرأس المحب للماء نحو الماء

• فتتغطي البقعة الدهنية بجزيئات المنظف

(٤) الاحتكاك الميكانيكي : أثناء الغسيل يؤدي إلى طرد القاذورات وتكسيورها إلى كرات صغيرة

(٥) تنفصل الكرات نتيجة التنافر بين رؤوس جزيئات المنظف (لأن الشحنات المتشابهة تتنافر)

(٦) تتعلق الكرات في الماء على هيئة مستحلب ليتم التخلص منها خلال عملية الشطف

تصنيف المركبات العضوية

◀ في الماضي: اعتمد على خواصها الفيزيائية مثل الرائحة والطعم ، وبعض خواصها الكيميائية .

◀ مع تقدم طرق التحليل الكيميائي : اعتمد على المجموعات الوظيفية . **علل ؟**

حيث وجد أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركبات تعزى إلى وجود مجموعات معينة تسمى المجموعات الوظيفية .

المجموعات الوظيفية أو الفعالة:

◀ هي عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات مرتبطة بشكل معين ، وتكون ركنًا من جزيء المركب ، ولكن فاعليتها (وظيفتها) تتغلب على خواص الجزيء بأكمله .

◀ صنفت المركبات العضوية إلى مجموعات يتميز كل منها بوجود مجموعة وظيفية معينة .

القسم	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	مثال
الكحولات	R—OH	الهيدروكسيل (—OH)	كحول ميثيلي (CH <sub>3</sub> OH)
الفينولات	Ar—OH	الهيدروكسيل (—OH)	الفينول
الإثيرات	R—O—R	الإثيرية (—O—)	اثير ثنائي الميثيل (CH <sub>3</sub> —O—CH <sub>3</sub> )
الألدهيدات	R—CHO	الفورميل (—HCO)	استيالدهيد (CH <sub>3</sub> —CHO)
الكيتونات	R—CO—R	الكربونيل (—C=O)	أسيتون $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$
الأحماض الكربوكسيلية	R—CO—OH	الكربوكسيل (—COOH)	حمض الأسيتيك (CH <sub>3</sub> COOH)
الاسترات	R—CO—OR	الاستر (—COOR)	استراسيتات الايثيل (CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )
الأمينات	R—NH <sub>2</sub>	الأمين (امينو) (—NH <sub>2</sub> )	ايثيل أمين (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> )

## الكحولات والفينولات

## الكحولات

مركبات عضوية تحتوي جزئياتها على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل - متصلة بمجموعة ألكيل (R).

## الفينولات

مركبات عضوية تحتوي جزئياتها على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل - متصلة بمجموعة أريل (Ar).

كحول: R-OH

فينول: Ar-OH

يمكن اعتبار الكحولات والفينولات :

- (١) مشتقات من الماء : باستبدال ذرة هيدروجين بمجموعة الكيل أو أريل
- (٢) مشتقات هيدروكسيلية للهيدروكربونات الأليفاتية أو الأروماتية : باستبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بمجموعة هيدروكسيل أو أكثر.

Search @EXAM

الكحوليات

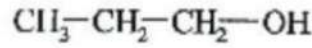
التسمية

هناك طريقتان لتسمية الكحوليات وهي:

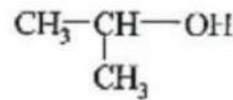
(أ) التسمية تبعًا لمجموعة الأكيل (التسمية الشائعة): وتسمى فيها الكحوليات تبعًا لمجموعة الألكيل تسبقها كلمة كحول مثل كحول ميثيلي  $CH_3OH$  وكحول إيثيلي  $C_2H_5OH$ .

(ب) التسمية تبعًا لنظام الأيوباك: كما سبق بيانه

ملحوظة: في التسميات الشائعة اصطلح على أن يطلق اسم أيزو على شق الألكيل إذا كانت ذرة كربون مجموعة الهيدروكسيل متصلة بذرتي كربون.



كحول بروبيلي عادي  
أو 1-بروبانول



كحول ايزوبروبيلي  
أو 2-بروبانول

تصنيف الكحوليات

بحسب عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء إلى أربعة أنواع:

(١) أحادية الهيدروكسيل  $CH_3OH$  الميثانول.

(٢) ثنائية الهيدروكسيل  $C_2H_4(OH)_2$  الإيثيلين جليكول.

(٣) ثلاثية الهيدروكسيل  $C_3H_5(OH)_3$  الجليسرول.

(٤) عديدة الهيدروكسيل  $C_6H_8(OH)_6$  السوربيتول.

تصنيف الكحوليات أحادية الهيدروكسيل إلى ثلاثة أنواع:

حسب نوع الكاربينول (ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل):

(١) كحولات أولية: تكون مجموعة الكاربينول طرفية أو ترتبط بذرة كربون واحدة وذرتي هيدروجين، مثال: إيثانول.

(٢) كحولات ثانوية: ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتي كربون وذرة هيدروجين واحدة، مثال: كحول ايزوبروبيلي ثانوي (-2-بروبانول)

(٣) كحولات ثالثة: ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون، مثال: كحول بيوتيلي ثالثي (-2-ميثيل -2-بروبانول)

## الكحولات أحادية الهيدروكسيل

◀ مثال : الكحول الإيثيلي ( الإيثانول )  $C_2H_5OH$ .

◀ يعتبر الإيثانول أقدم المركبات العضوية التي حضرت صناعيًا حيث حضره قدماء المصريين من تخمر المواد السكرية والنشوية .

## طرق تحضير الإيثانول في الصناعة:

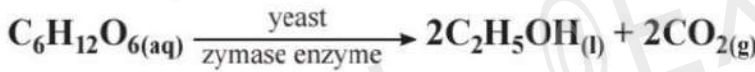
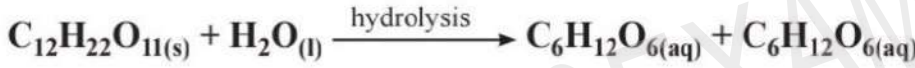
(١) بالتخمير الكحولي:

◀ ينتج حوالي 20% من الإيثانول على مستوى العالم من عمليات التخمير الكحولي للمواد السكرية والنشوية

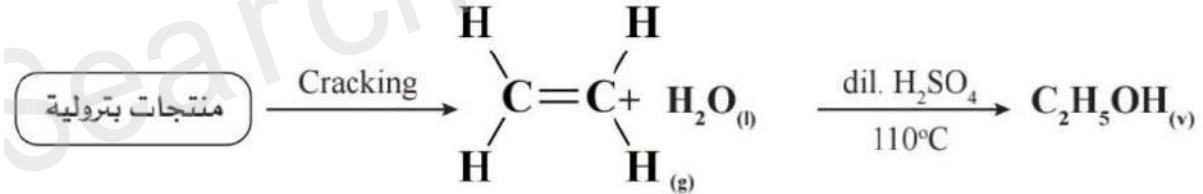
خاصة في البلدان التي تكثر فيها زراعات قصب السكر والبنجر والذرة

◀ في مصر يحضر الإيثانول من المولاس - وهو المحلول السكري المتبقي بعدما يستخلص منه السكر (وذلك في مصانع شركة السكر والتقطير المصرية - بالحوامدية)

◀ تجري عملية التخمير بإضافة الخميرة (إنزيم الزيميز) Zymase enzyme إلى المولاس (سكروز) فيتكون الإيثانول وثاني أكسيد الكربون تبعاً للخطوات التالية :



(٢) هيدرة الإيثين:



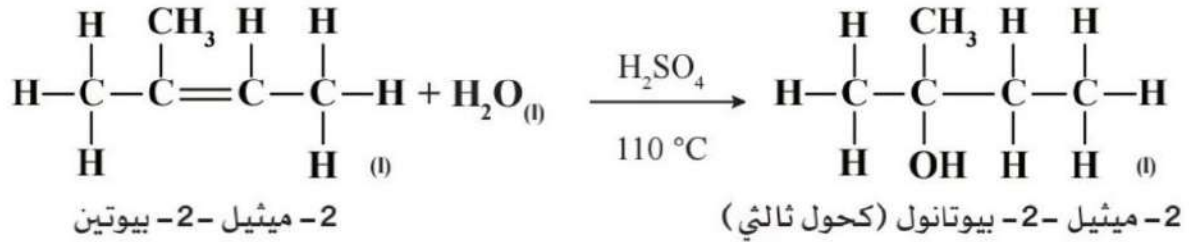
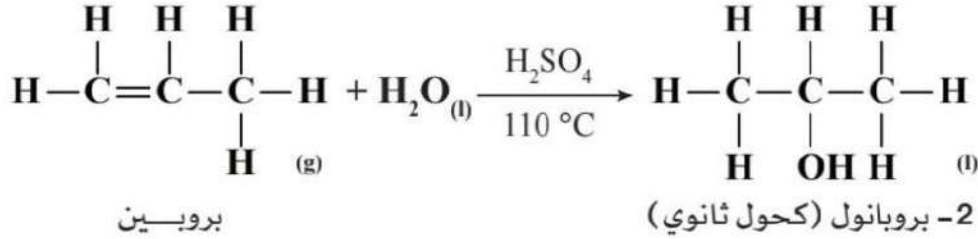
◀ الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول - وتجري في معظم البلدان النفطية:

(أ) تكسير المواد البترولية الكبيرة السلسلة ينتج غاز الإيثين

(ب) الهيدرة الحفزية للإيثين باستخدام حمض الكبريتيك أو الفوسفوريك يتكون الإيثانول.

لذا يعتبر الإيثانول من البتروكيمياويات (وهي الكيماويات التي تصنع من البترول). **علل ؟**

**ملحوظة:** الإيثين هو الألكين الوحيد الذي يعطي كحول أولي بالهيدرة الحفزية - أما باقي الألكينات فتعطي كحولات ثانوية أو ثالثية (قاعدة ماركونيكوف)



### الكحول المحول أو السبرتو الأحمر

الإيثانول له فوائد وأضرار:

**فوائده:** كوقود، وفي الصناعات الكيماوية،،،،، وكمذيب عضوي بئمن اقتصادي

**أضراره:** المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية واجتماعية جسيمة

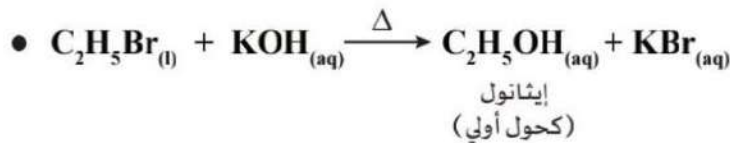
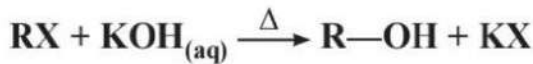
للحد من تناول المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية واجتماعية يتم عمل الآتي:

(١) تفرض ضريبة إنتاج عالمية على الإيثانول النقي الذي تركيزه 96%.

(٢) تضاف إليه بعض المواد السامة، مثل: الميثانول (يسبب الجنون والعمى)، والبيردين (رائحته كريهة)، وبعض الصبغات لتلوينه.

وهذه الإضافات لا يمكن فصلها عن الإيثانول إلا بعمليات كيماوية معقدة - بجانب أن القانون يعاقب عليها.

**الطريقة العامة لتحضير الكحولات:**





الخواص الكيميائية

تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل -OH

(أ) حمضية الكحولات:

الكحولات متعادلة التأثير على عباد الشمس، ولكن من الممكن أن تظهر لها صفة حمضية ضعيفة. **وضح ذلك.** من خلال تفاعلها مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم والبوتاسيوم التي تحل محل ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل.

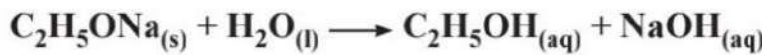


تفسير الحمضية الضعيفة للكحولات:

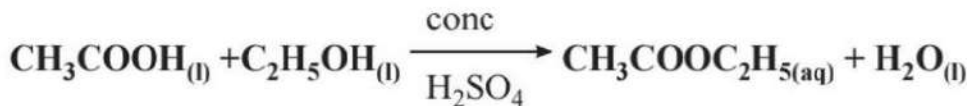
- زوج الإلكترونات الذي يربط ذرة الهيدروجين بذرة الأكسجين في مجموعة الهيدروكسيل، يزاح أكثر ناحية ذرة الأكسجين الأكثر سالبية كهربية.
- تضعف الرابطة التساهمية القطبية بين الهيدروجين والأكسجين
- يسهل كسر هذه الرابطة التساهمية القطبية (-OH)
- يحل الفلز محل هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل.

تدريب عملي

- (1) ضع قطعة صغيرة من الصوديوم (في حجم الحمصة) في أنبوبة اختبار تحتوي على 5 ml من الإيثانول.
- (2) سد الأنبوبة بأصبع الإبهام ستشاهد فوراً.
- (3) إذا قربت عود ثقاب مشتعل إلى فوهة الأنبوبة بحذر تحدث فرقة مميزة مما يدل على تصاعد غاز الهيدروجين
- (4) إذا بخر المحلول على حمام مائي بعد انتهاء التفاعل تشاهد ترسب مادة بيضاء صلبة هي إيثوكسيد الصوديوم
- (5) يمكن تحليل إيثوكسيد الصوديوم مائياً إلى الإيثانول وهيدروكسيد الصوديوم.



(ب) تكوين الإستر (الكحولات + الأحماض العضوية = الاسترات):



ميكانيكية التفاعل:

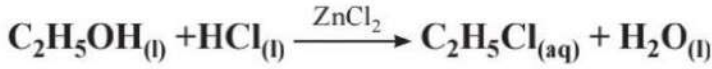
من جزيء الكحول: تنفصل ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل  
من جزيء الحمض: تنفصل مجموعة هيدروكسيل.

## ◀ ما إثبات ذلك ؟

عولج الكحول الإيثيلي المحتوي على نظير الأكسجين الثقيل ( $O^{18}$ ) بحمض الايثانويك الذي يحتوي على الأكسجين العادي ( $O^{16}$ ) فوجد أن أكسجين الماء الناتج أكسجين عادي .  
تفاعل تكوين الأستر تفاعل منعكس لذا يضاف حمض الكبريتيك المركز لمنع التفاعل العكسي وبذلك يستمر تكوين الأستر.

## تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل -OH-

◀ نظرا لاحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل فإنها تتفاعل مع الأحماض الهالوجينية (HX).  
فيتفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز الذي يضاف إليه كلوريد الخارصين كعامل حفز مكونا كلوريد الإيثيل .



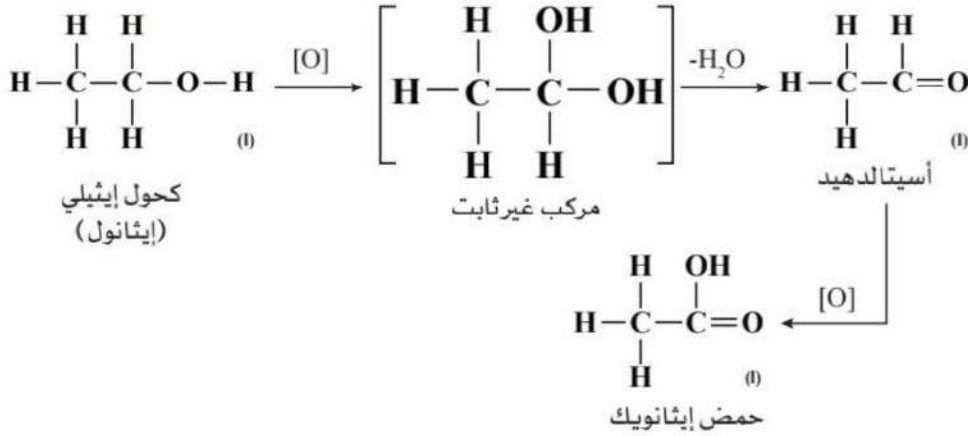
## تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول -C-OH-

- تتأكسد الكحولات بالعوامل المؤكسدة مثل ثاني كرومات البوتاسيوم أو برمنجنات البوتاسيوم (المحمضتين بحمض الكبريتيك المركز)
- تختلف نواتج الأكسدة تبعا لنوع الكحول (أولي - ثانوي - ثالثي).
- يتركز فعل العامل المؤكسد على ذرات الهيدروجين المتصلة بمجموعة الكاربينول ويحولها إلى مجموعات هيدروكسيل.
- عندما تتصل مجموعتي هيدروكسيل بذرة كربون واحدة يكون المركب الناتج غير ثابت نتيجة اتصال مجموعة الكاربينول بمجموعتي هيدروكسيل وسرعان ما يفقد جزيء ماء ويتحول إلى مركب ثابت .

(أ) أكسدة الكحولات الأولية:

## ◀ تتأكسد الكحولات الأولية على خطوتين . علل ؟

لأن مجموعة الكاربينول تكون متصلة بذرتي هيدروجين ، عندما تتأكسد ذرة الهيدروجين الأولى يتكون الألدheid ، وعندما تتأكسد ذرة الهيدروجين الثانية أيضا يتكون الحمض ، مثال : الإيثانول يتأكسد أولا إلى الاستيالدهيد ثم إلى حمض الإيثانويك .



### تدريب عملي

- (١) ضع في أنبوبة اختبار 3 ml من الإيثانول
- (٢) أضف إليها كمية مماثلة من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز
- (٣) سخنها في حمام مائي لمدة عشر دقائق يمكن تحليل إيثوكسيد الصوديوم مائيا إلى الإيثانول وهيدروكسيد الصوديوم.

### الملاحظة :

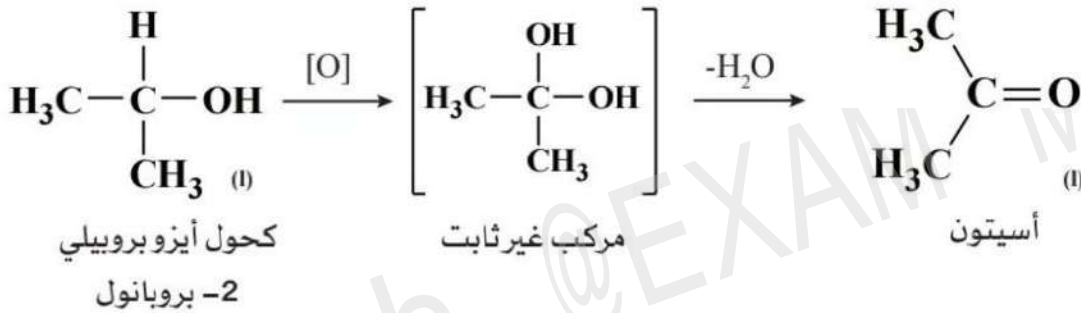
- (١) تغير لون ثاني كرومات البوتاسيوم من البرتقالي إلى الأخضر
- (٢) ظهور رائحة الخل (حمض الإيثانويك)، (إذا استخدمت برمنجنات البوتاسيوم المحمضة كمادة مؤكسدة تلاحظ زوال لونها البنفسجي).

## تطبيق للكشف عن تعاطي السائقين للكحول

- (١) يسمح لهم بنفخ بالون من خلال أنبوبة بها مادة السليكا جل مشبعة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك
- (٢) تترك البالونة ليخرج منها زفير السائق
- (٣) إذا كان السائق مخمورًا تغير لون ثاني كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر.

(ب) أكسدة الكحولات الثانوية:

- تتم الأكسدة في خطوة واحدة لأن مجموعة الكاربينول في الكحولات الثانوية تتصل بذرة هيدروجين واحدة (بنفس الطريقة السابقة)، ويتكون الكيتون.
- مثال: يتأكسد الكحول الأيزوبروبيلي إلى الأسيتون (البروبانول).

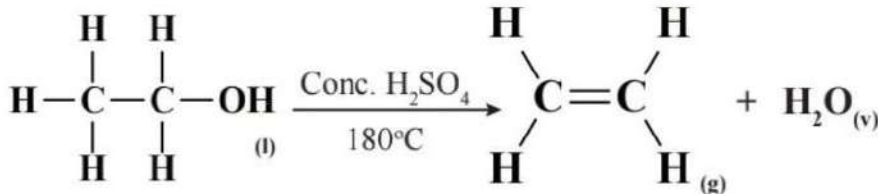


(ج) أكسدة الكحولات الثالثية:

- حيث أن مجموعة الكاربينول لا تتصل بذرات هيدروجين لذا فهي لا تتأكسد تحت هذه الظروف.

## تفاعلات خاصة بجزء الكحول كله

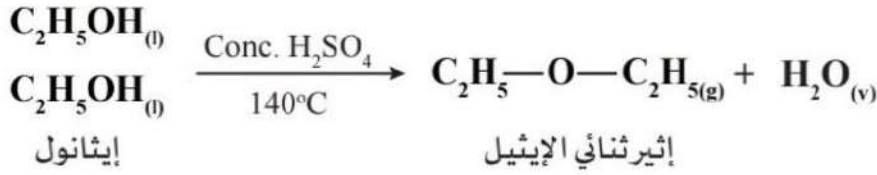
تتفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز



- إذا كانت الحرارة  $180^\circ\text{C}$  ينتزع الحمض جزيء ماء من كل جزيء واحد من الكحول ويتكون إيثين.

يتوقف ناتج التفاعل على عدد جزئيات الكحول ودرجة الحرارة.

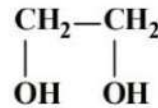
- إذا كانت الحرارة  $140^\circ\text{C}$  ينتزع حمض الكبريتيك المركز جزيء ماء من كل جزئين من الكحول ويتكون إثير.



### الأهمية الاقتصادية للكحولات

#### الأهمية الاقتصادية للكحول الإيثيلي:

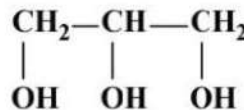
- (١) مذيب للمركبات العضوية مثل الزيت والدهون
- (٢) الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأدوية والطلاء والورنيش.
- (٣) مادة مطهرة تستخدم في محاليل تعقيم الفم والأسنان عن طريق المضمضة وذلك لقدرته على قتل الميكروبات.
- (٤) الإيثانول : صناعة الروائح العطرية والمشروبات الكحولية (أضرار المشروبات الكحولية : أضرار صحية مثل تليف الكبد وسرطان المعدة والمريء).
- (٥) يخلط مع الجازولين ويستخدم كوقود للسيارات في بعض البلدان مثل البرازيل.
- (٦) يدخل في تكوين الكحول المحول (85% إيثانول + 5% ميثانول + 1% إضافات + 9% لون ورائحة وماء) الذي يستخدم كوقود منزلي وفي بعض الصناعات الكيميائية.
- (٧) تملأ به الترمومترات التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة حتى  $-50^\circ\text{C}$  وذلك لانخفاض درجة تجمده ( $-110.5^\circ\text{C}$ ).



#### الكحولات ثنائية الهيدروكسيل:

مثال : الإيثيلين جليكول

- (١) يستخدم في مبردات السيارات في المناطق الباردة كمادة مانعة للتجمد
- (٢) نظرا للزوجته الشديدة يستخدم في سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الأقلام الجافة وأحبار الطباعة.
- (٣) يحضر منه بوليمر بولي إيثيلين جليكول (PEG) الذي يدخل في تحضير ألياف الداكرون وأفلام التصوير وأشرطة التسجيل.

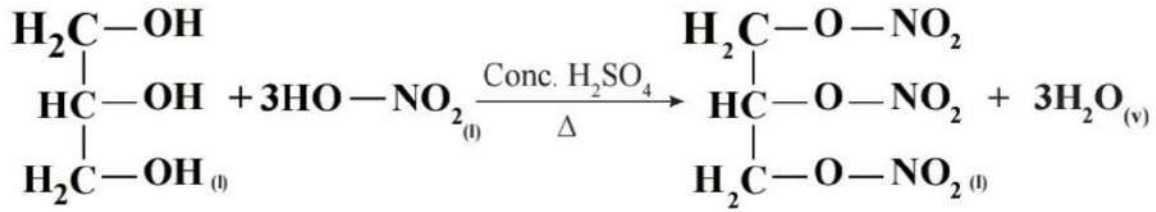


#### الكحولات ثلاثية الهيدروكسيل:

مثال : الجليسرول

- ◀ مادة مرطبة للجلد في مستحضرات التجميل والكريمات.
- ◀ صناعة النسيج لأنه يكسب الأقمشة المرونة والنعومة.

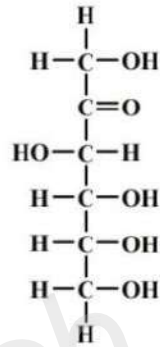
تحضير مفرقات النيتروجليسرين (ثلاثي نترات الجلسرين): حيث تجري عليه عملية النيترة بواسطة خليط من حمضي الكبريتيك والنيتريك المركزين.



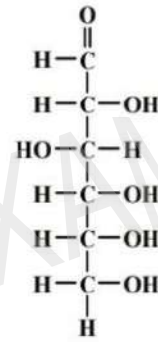
كما يستخدم النيتروجليسرين أيضًا لتوسيع الشرايين في علاج الأزمات القلبية.

### المركبات عديدة الهيدروكسيل:

تعتبر الكربوهيدرات مواد الدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل أي أنها تحتوي على أكثر من مجموعة هيدروكسيل بجانب مجموعة ألدهيد أو مجموعة كيتون مثال ذلك سكر الجلوكوز أو سكر الفركتوز  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .



الفركتوز

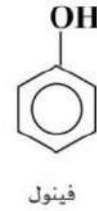
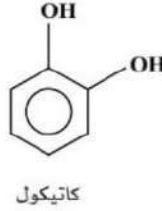
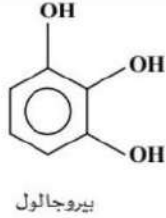


الجلوكوز

الفينولات

التعريف

مركبات هيدروكسيلية أروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرة بذرات كربون حلقة البنزين.



الفينول (حمض الكربوليك)  $C_6H_5OH$

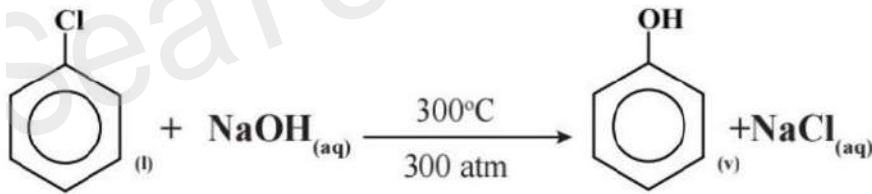
مركب عضوي له أهمية صناعية كبيرة، يستخدم كمادة أولية في تحضير كثير من المنتجات مثل:

- البوليمرات والأصبغ والمطهرات
- مستحضرات السلسليك (كالأسبرين) وحمض البكريك.

طرق الحصول على الفينول:

(١) من التقطير التجزيئي لقطران الفحم.

(٢) من المركبات الهالوجينية الأروماتية بتحليلها مائياً وذلك بتسخينها مع هيدروكسيد الصوديوم في درجة حرارة مرتفعة  $300^\circ C$  وضغط عال  $300 \text{ atm}$ .



الخواص الفيزيائية

- الفينول مادة صلبة - كاوية للجلد - لها رائحة مميزة
- ينصهر عند  $43^\circ C$  شحيح الذوبان في الماء ويزداد ذوبانه في الماء برفع درجة الحرارة حتى يمتزج به تماماً عند  $65^\circ C$ .

الخواص الكيميائية

- (١) حامضية الفينول أقوى من الكحول:
- الخاصية الحامضية ترجع إلى وجود أيون الهيدروجين الموجب،

• كلا من الكحول والفينول له خاصية حامضية : حيث يتفاعل مع الفلزات القوية مثل الصوديوم ويخرج الهيدروجين .

• **السبب :** قطبية الرابطة (O-H)

• تزداد الخاصية الحامضية في الفينولات

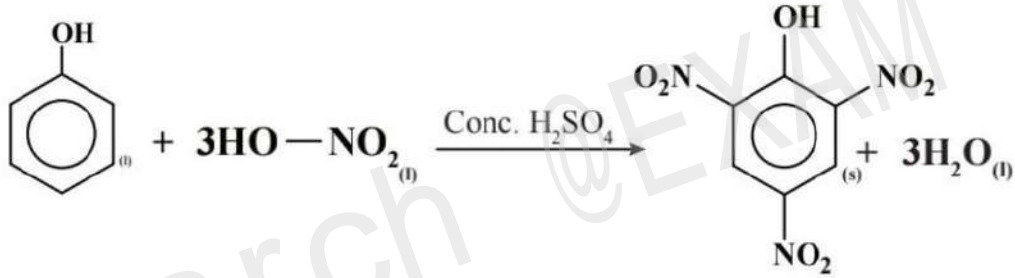
• **الدليل :** أنها تتفاعل مع القلويات مثل الصودا الكاوية

• **سبب قوة الحامضية :** لأن حلقة البنزين في الفينولات تزيد من طول الرابطة بين H-O وتضعفها فيسهل انفصال أيون الهيدروجين لذا يعتبر الفينول حمض ويسمى بحمض الكربوليك .

(٢) لا يتفاعل الفينول مع الأحماض الهالوجينية على عكس الكحول :

◀ **السبب :** تقصر حلقة البنزين الرابطة بين ذرة كربون حلقة البنزين في الفينول وذرة أكسجين مجموعة الهيدروكسيل فتزداد قوة ، لذا لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات بتفاعلها مع الأحماض وذلك عكس الكحولات .

(٣) نيترة الفينول :



• يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز مكونًا ثلاثي نيترو الفينول ويسمى تجاريًا بحمض البكريك

• حمض البكريك : مادة متفجرة - مادة مطهرة لعلاج الحروق ، يصبغ الجلد باللون الأصفر ولا تسهل إزالته ويبقى عدة أيام إلى أن تتجدد طبقة الجلد الخارجية (البشرة) .

(٤) مع الفورمالدهيد :

◀ يتفاعل الفورمالدهيد مع الفينول وذلك بخلطهما في وسط حمضي أو قاعدي ، يكونان معا بوليمر مشترك

تجري عملية بلمرة بالتكاثف ليتكون بوليمر الباكليت ( من أنواع البلاستيك الشبكي الذي يتحمل الحرارة - لونه بني قاتم )

◀ **خطوات التفاعل :**

تفاعل جزئي من الفورمالدهيد مع جزئين من الفينول ويخرج جزيء ماء .

ترتبط جزئيات البوليمر المشترك بالتتابع إلى أن يتكون بوليمر شبكي .

◀ أهمية الباكليت : عازل ومقاوم للكهرباء يستعمل في عمل الأدوات الكهربائية وطلايات السجائر .

### بوليمرات التكاثر:

هي بوليمرات مشتركة تنتج عادة من ارتباط نوعين من المونمر ويخرج جزيء صغير مثل جزيء الماء .

### الكشف عن الفينول

◀ عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول الفينول في الماء يتكون لون بنفسجي .

◀ محلول كلوريد الحديد III + محلول الفينول = لون بنفسجي .

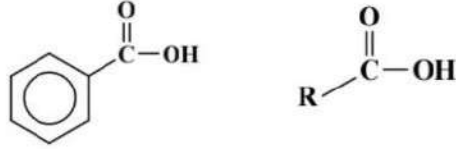
◀ عند إضافة ماء البروم إلى محلول الفينول في الماء يتكون راسب أبيض .

Search @EXAM 111

## الأحماض الكربوكسيلية

أكثر المواد العضوية حامضية

ليست أحماضًا قوية مثل الأحماض غير العضوية كأحماض الهيدروكلوريك HCl والكبريتيك H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> والنتريك HNO<sub>3</sub>.



تكون الأحماض الكربوكسيلية مجموعة متجانسة من المركبات العضوية

تتميز بوجود مجموعة أو أكثر من مجموعات الكربوكسيل (-COOH).

إذا اتصلت مجموعة الكربوكسيل بـ:

• مجموعة الكيل : تكون حمض أليفاتي

• حلقة بنزين مباشرة : تكون حمض أروماتي

## مجموعة الكربوكسيل

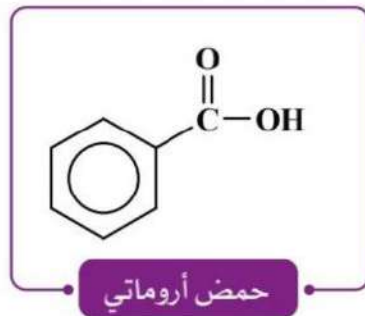
هي مجموعة مركبة من مجموعتي الكربونيل والهيدروكسيل.

## الأحماض الدهنية

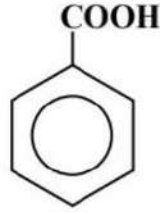
هي الأحماض الأليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل

سبب التسمية : لأن عددًا كبيرًا من هذه الأحماض يوجد في الدهون على هيئة استرات مع الجليسرين.

## أنواع الأحماض الكربوكسيلية



أحماض أحادية الكربوكسيل (أحادية القاعدية): حمض الفورميك، حمض البنزويك

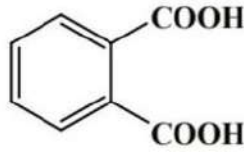


حمض بنزويك



حمض فورميك

أحماض ثنائية الكربوكسيل (ثنائية القاعدية): حمض أكساليك، حمض فثاليك



حمض فثاليك



حمض أكساليك

### التسمية الشائعة

تسمى الأحماض الكربوكسيلية عادة بأسمائها الشائعة المشتقة من الاسم اللاتينية أو الإغريقي للمصدر الذي حضرت منه.

### أمثلة :

- (١) حمض الفورميك من اسم النمل الأحمر (Formica) (H-COOH) لأن الحمض حضر أول مرة من تقطير النمل المطحون
- (٢) حمض الأستيك أو الخليك من الخل (Acetum) (CH<sub>3</sub>-COOH).
- (٣) حمض البيوتيريك من الزبدة (Butyrum) (C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>-COOH).
- (٤) حمض البالميتك من زيت النخيل (Palm Oil) (C<sub>15</sub>H<sub>31</sub>-COOH):

### التسمية تبعاً للأيوباك:

التسمية الشائعة للأحماض هي الأكثر استخداماً عن بقية جميع المركبات العضوية الأخرى

### عند تسمية الحمض تبعاً للأيوباك :

- يشتق اسم الحمض من الألكان المقابل (الذي يحتوي على نفس عدد ذرات الكربون).
- يضاف المقطع (ويك) إلى نهاية اسم الألكان.



الخواص الكيميائية

(١) خواص تعزى إلى أيون الهيدروجين:

الخاصية الحامضية:

- تظهر الخاصية الحامضية في الأحماض الكربوكسيلية عند تكوين الأملاح العضوية بعد تفاعلها مع:
- الفلزات (التي تسبق الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية)



الأكاسيد



الهيدروكسيدات

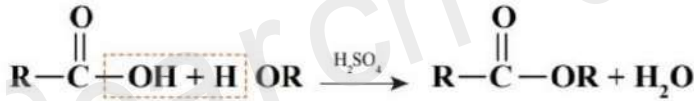


أملاح الكربونات والبيكربونات.

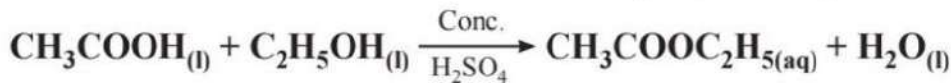


(٢) خواص تعزى إلى مجموعة الهيدروكسيل:

تكوين الاسترات: تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات لتكوين الأستر والماء.



تطبيق: تفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلي لتكوين إستر أسيتات الإيثيل وماء:

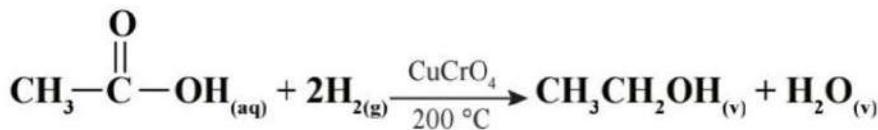


حمض أسيتيك

إستر أسيتات الإيثيل

(٣) خواص تعزى إلى مجموعة الكربوكسيل:

- تختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة الهيدروجين في وجود عامل حفز مثل كرومات النحاس عند درجة 200 °C- يمكن تحضير الإيثانول من حمض الأسيتيك بهذه الطريقة.
- يعتبر هذا التفاعل عكس تفاعل أكسدة الكحولات إلى أحماض.



## الكشف عن حمض الأسيتيك

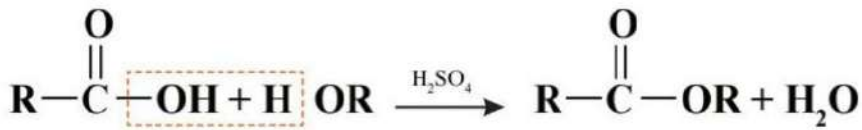
(١) كشف الحامضية:

عند إضافة الحمض إلى ملح كربونات أو يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكرماء الجير.



(٢) كشف تكوين الأستر (الأسترة):

تتفاعل الأحماض مع الكحولات لتكوين الأسترات المميّزة برائححتها الذكية (روائح لأنواع مختلفة من الزهور أو الفواكه تبعاً لنوع الكحول والحمض).



Search @EXAM 111

الأحماض الكربوكسيلية الأروماتية

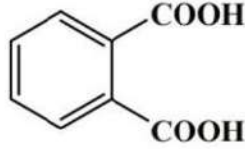
الأحماض الأروماتية

هي مركبات تحتوي على مجموعة كربوكسيل أو أكثر متصلة مباشرة بحلقة بنزين

أنواعها



حمض بنزويك



حمض فثاليك

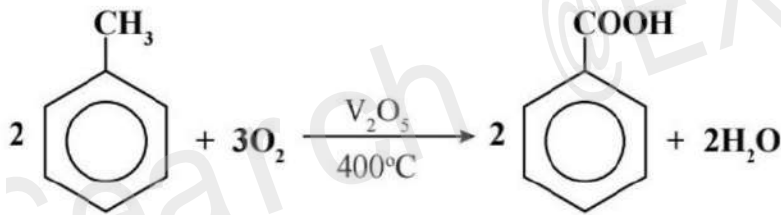
أحادية القاعدية (أحادية الكربوكسيل): مثل حمض البنزويك.

ثنائية القاعدية (ثنائية الكربوكسيل): مثل حمض الفثاليك.

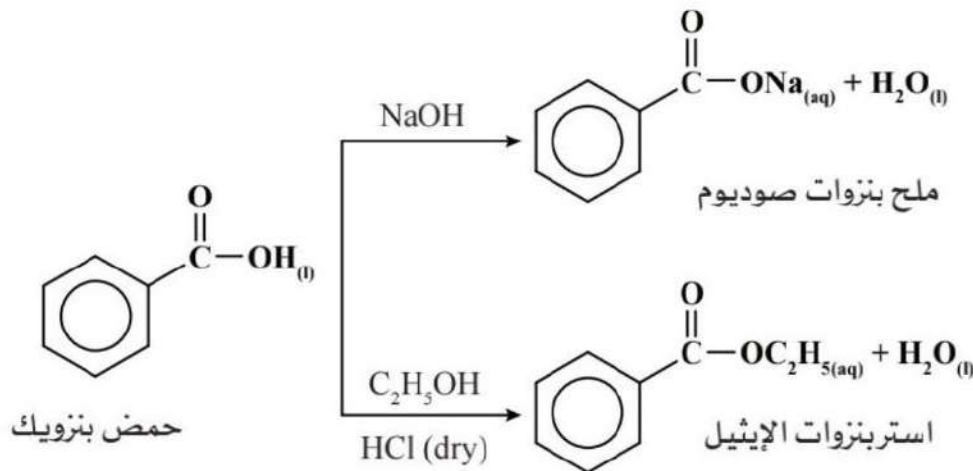
الأحماض الأروماتية عامة أقوى قليلاً من الأحماض الأليفاتية أقل ذوباناً في الماء أقل تطايراً

تحضير حمض البنزويك

عن طريق أكسدة الطولوين (بالهواء الجوي عند درجة الحرارة  $400^{\circ}\text{C}$ ) باستخدام المواد المؤكسدة المناسبة (مثل خامس أكسيد الفاناديوم  $\text{V}_2\text{O}_5$ ).



تفاعلات مجموعة الكربوكسيل تشبه تلك الموجودة في الأحماض الأليفاتية (تكوين أملاح مع الفلزات أو هيدروكسيدات أو كربوناتها وتكوين استرات مع الكحولات)



## الأحماض العضوية في حياتنا

(١) حمض الفورميك H-COOH:

- يفرزه النمل الأحمر دفاعاً عن نفسه
- يستخدم في صناعة الصبغات والمبيدات الحشرية والعمور وفي العقاقير والبلاستيك.

(٢) حمض الاستيك CH<sub>3</sub>COOH:

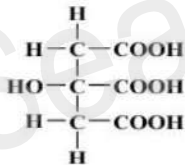
- حمض الاستيك النقي 100% نفاذ الرائحة
- يتجمد عند 16 °C على هيئة بلورات شفافة تشبه الثلج لذا يسمى حمض الخليك الثلجي
- يستخدم حمض الخليك المخفف 4% على هيئة الخل في المنازل
- يعتبر مادة أولية هامة في تحضير الكثير من المركبات العضوية مثل الحرير الصناعي والصبغات والمبيدات الحشرية والإضافات الغذائية.



(٣) حمض البنزويك:

- شحيح الذوبان في الماء لذا يحول إلى ملحه الصوديومي والبوتاسيومي ليكون قابلاً للذوبان في الماء ويسهل امتصاصه بالجسم.
- تستخدم بنزوات الصوديوم 0.1% في معظم الأغذية المحفوظة كمادة حافظة لأنها تمنع نمو الفطريات على هذه الأغذية.

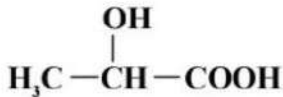
(٤) حمض الستريك: (يوجد في الموالج مثل الليمون 5-7% والبرتقال 1%):



يستخدم في منع نمو البكتيريا على الأغذية لأنه يقلل من الرقم الهيدروجيني (pH) يضاف إلى الفاكهة المجمدة ليحافظ على لونها وطعمها.

له استخدامات صناعية كثيرة

(٥) حمض اللاكتيك:



يوجد في اللبن نتيجة لفعل الإنزيمات التي تفرزها بعض أنواع البكتيريا على سكر اللبن (اللاكتوز).

يتولد في الجسم نتيجة للمجهود الشاق ويسبب تقلصاً في العضلات، لا عبوا الكره أكثر عرضه للإصابة بالشد العضلي.

(٦) حمض الاسكوربيك فيتامين ج (C):

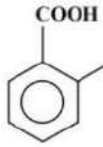
- من الفيتامينات التي يحتاجها الجسم بكميات قليلة
- يؤدي نقصه إلى تدهور بعض الوظائف الحيوية في الجسم وإلى الإصابة بمرض الاسقربوط، والذي من أعراضه نزيف اللثة وتورم المفاصل

( للإطلاع فقط : من وظائف فيتامين ج : امتصاص الحديد ، تصنيع الكولاجين ، تصنيع هرمون الأدرينالين ، تصنيع أحماض المرارة ، بناء الأنسجة )

يوجد في الحمضيات (الموالح) والفواكه والخضروات مثل الفلفل الأخضر.

يتحلل بالحرارة وفعل الهواء .

(٧) حمض السلسليك:

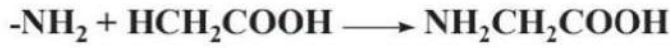


• صناعة مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد ( لإعطائه النعومة وللحماية من

أشعة الشمس وفي القضاء على الثآليل الجلدية وحب الشباب )

• يستخدم في صناعة الإسبرين .

(٨) الأحماض الأمينية Amino acids:



• تعرف الأحماض الأمينية بأنها مشتقات أمينية للأحماض العضوية

• أبسط أنواع الأحماض الأمينية هو حمض الجلايسين ويسمى أيضًا بحمض الأمينواستيك (NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH) .


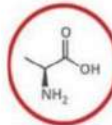
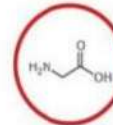
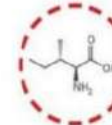
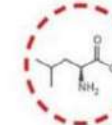
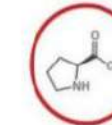
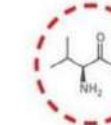
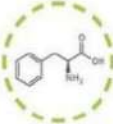
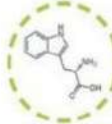
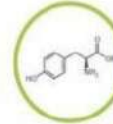

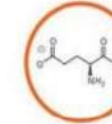
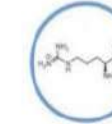
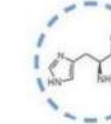
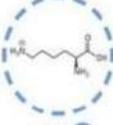
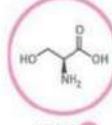
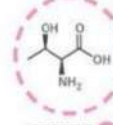
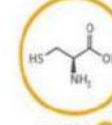
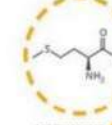
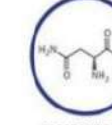
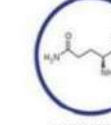
• يتكون الجلايسين نتيجة لإحلال مجموعة أمينو (-NH<sub>2</sub>) محل ذرة هيدروجين من مجموعة الألكيل الموجودة في جزيء حمض الأستيك .

• الأحماض الأمينية الموجودة في الطبيعة متعددة

• يوجد منها عشرون حمضا فقط في البروتينات الطبيعية .

• تتميز الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات بأنها جميعًا من نوع الألفا أمينو ( أي أن مجموعة الأمينو تكون متصلة بذرة الكربون ألفا (α) وهي التي تلي مجموعة الكربوكسيل مباشرة) .

• تعتبر البروتينات بوليمرات للأحماض الأمينية .

 <p><b>Chemical Structure</b> single letter code</p> <p><b>NAME</b> three letter code 3 letter code</p>	 <p><b>ALANINE</b> (A) Ala GCT, GCC, GGA, GGC</p>	 <p><b>GLYCINE</b> (G) Gly GGT, GGC, TGA, TGG</p>	 <p><b>ISOLEUCINE</b> (I) Ile ATL, ATC, ATA</p>	 <p><b>LEUCINE</b> (L) Leu CTT, CTC, CTA, CTG, TTA, TTG</p>	 <p><b>PROLINE</b> (P) Pro CCT, CCC, CCA, CCG</p>	 <p><b>VALINE</b> (V) Val GTT, GTC, GTA, GTG</p>
 <p><b>PHENYLALANINE</b> (F) Phe TTC, TTC</p>	 <p><b>TRYPTOPHAN</b> (W) Trp TGG</p>	 <p><b>TYROSINE</b> (Y) Tyr TAT, TAC</p>	 <p><b>ASPARTIC ACID</b> (D) Asp GAT, GAC</p>	 <p><b>GLUTAMIC ACID</b> (E) Glu GAA, GAG</p>	 <p><b>ARGININE</b> (R) Arg CGT, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG</p>	 <p><b>HISTIDINE</b> (H) His CAT, CAC</p>
 <p><b>LYSINE</b> (K) Lys AAA, AAG</p>	 <p><b>SERINE</b> (S) Ser TCT, TCC, TCA, TCG, AGT, AGC</p>	 <p><b>THREONINE</b> (T) Thr ACT, ACC, ACA, ACG</p>	 <p><b>CYSTEINE</b> (C) Cys TGT, TGC</p>	 <p><b>METHIONINE</b> (M) Met ATG</p>	 <p><b>ASPARAGINE</b> (N) Asn AAT, AAC</p>	 <p><b>GLUTAMINE</b> (Q) Gln CAA, CAG</p>

للاطلاع فقط

Search @EXAM 1111

الاسترات

الاسترات

هي نواتج اتحاد الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات

يمثل ذلك بالمعادلة العامة :



الطريقة المباشرة لتحضير الإستر :

عن طريق تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول

مثال تحضير أسيتات الإيثيل : عن طريق تفاعل حامض الأستيك مع كحول الإيثيلي (الإيثانول)

علل : يفضل استخدام مادة نازعة للماء عند تحضير الاسترات ؟

لأن هذا التفاعل انعكاسي حيث يتحلل الأستر مائياً إلى الحامض والكحول فتستخدم مادة نازعة للماء للتخلص من الماء الناتج ومنع التفاعل العكسي

المواد النازعة للماء مثل : حامض الكبريتيك المركز  $\text{H}_2\text{SO}_4$  أو غاز كلوريد الهيدروجين الجاف HCl

التسمية

يسمى الإستر باسم الشق الحامضي واسم الألكيل من الكحول ويتضح ذلك من الأمثلة الآتية:

الاستر (ألكونات الألكيل)	الكحول (الألكانول)	الحمض (حمض الألكانويك)
بنزوات الإيثيل (Ar-COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )	الإيثانول (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	حمض البنزويك (Ar-COOH)
أسيتات الإيثيل (إيثانوات الإيثيل) (CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )	الإيثانول (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	حمض الأسيتيك (الإيثانويك) (CH <sub>3</sub> COOH)
فورمات الميثيل (ميثانوات الميثيل) (HCOOCH <sub>3</sub> )	الميثانول (CH <sub>3</sub> OH)	حمض الفورميك (الميثانويك) (HCOOH)

وتنتشر الاسترات بكثرة في الطبيعة فهي توجد في كل من المواد النباتية والحيوانية.

## أمثلة للإسترات في الطبيعة :

شمع النحل (إستر له كتلة جزيئية مرتفعة)

الزيوت والدهون : إسترات مشتقة من الجلسرين (كحول ثلاثي الهيدروكسيل - مع أحماض دهنية عالية).

## الخواص الفيزيائية

الرائحة:

كثير من الإسترات يتميز برائحة ذكية وهي التي تمد الفواكه والأزهار والزيوت العطرية برائحتها والنكهة الخاصة بها.

تم تحضير إسترات عضوية عديدة لإنتاج العطور والنكهات تجارياً

تستخدم إما بمفردها أو ممزوجة بمركبات طبيعية، بارتفاع الكتل الجزيئية للكحولات والأحماض المستخدمة في تكوين الإسترات :

• تقل رائحة الإسترات تدريجياً

• تتغير طبيعة الأستر من سائل ذي رائحة ذكية إلى جسم صلب شمعي عديم الرائحة تقريباً .

## الحالة الفيزيائية :

الإسترات معظمها سوائل

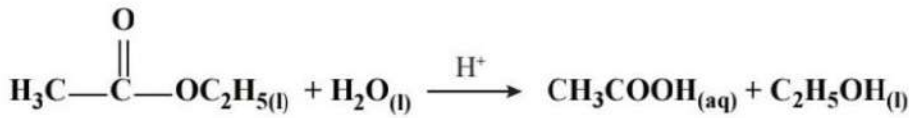
علل : تقل درجة غليان الإسترات عن درجات غليان الأحماض أو الكحولات المتساوية معها في الكتلة الجزيئية ؟

لعدم احتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية الموجودة في الكحولات والأحماض والتي تتسبب في ربط جزيئاتها معاً بالروابط الهيدروجينية .

## الخواص الكيميائية

التحلل المائي: ينتج من التحلل المائي للإستركحول وحامض أو بعبارة أخرى فإن هذا التفاعل عكس عملية الأسترة السابقة، وهو نوعان:

(أ) التحلل المائي الحمضي: يتم هذا التحلل المائي باستخدام حامض معدني مخفف كعامل مساعد .

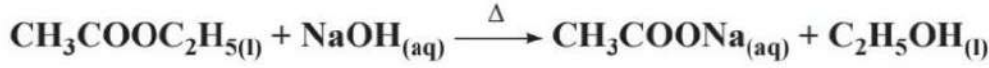


إسترات الإيثيل

حمض الأسيتيك

الإيثانول

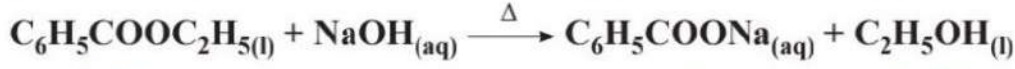
(ب) التحلل المائي القاعدي (التصبن): يمكن إجراء التحلل المائي بالتسخين مع قلوي مائي حيث يتكون الكحول وملح الحامض



استرأسيتات الإيثيل

أسيتات صوديوم

إيثانول



بنزوات الإيثيل

بنزوات صوديوم

إيثانول

◀ علل يسمى التحلل المائي القاعدي بالتصبن ؟

حيث أن الصابون هو أملاح الصوديوم لأحماض كربوكسيلية عالية.

◀ التحلل بالأمونيا ( التحلل النشادري ):

يتم هذا التحلل باستخدام النشادر ( الأمونيا ) حيث يتكون أميد الحامض والكحول.



أسيتات الإيثيل

أسيتاميد



بنزوات الإيثيل

بنزاميد

### الاسترات في حياتنا

### الاسترات كمكسبات طعم ورائحة:

◀ تتميز الاسترات بروائح ذكية جعلت منها مواد مهمة في كثير من الصناعات الغذائية كمكسبات طعم ورائحة.

### الاسترات كدهون وزيت:

◀ الزيوت والدهون : عبارة عن استرات ناتجة من تفاعل الجليسرول مع الأحماض العضوية

◀ علل تسمى جزيئات الزيوت والدهون بثلاثي الجلسريد ؟

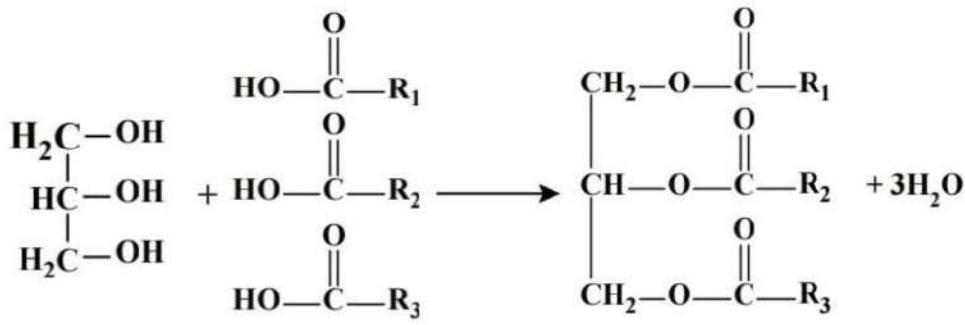
لأن كل جزيء منها يتكون من تفاعل :

• جزيء واحد من الجليسرين (كحول ثلاثي الهيدروكسيل)

• مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية

- قد تكون الأحماض الدهنية من نوع واحد وغالباً ما تكون مختلفة

- قد تكون السلسلة الكربونية لهذه الأحماض طويلة أو قصيرة مشبعة أو غير مشبعة.



جليسرول

أحماض دهنية

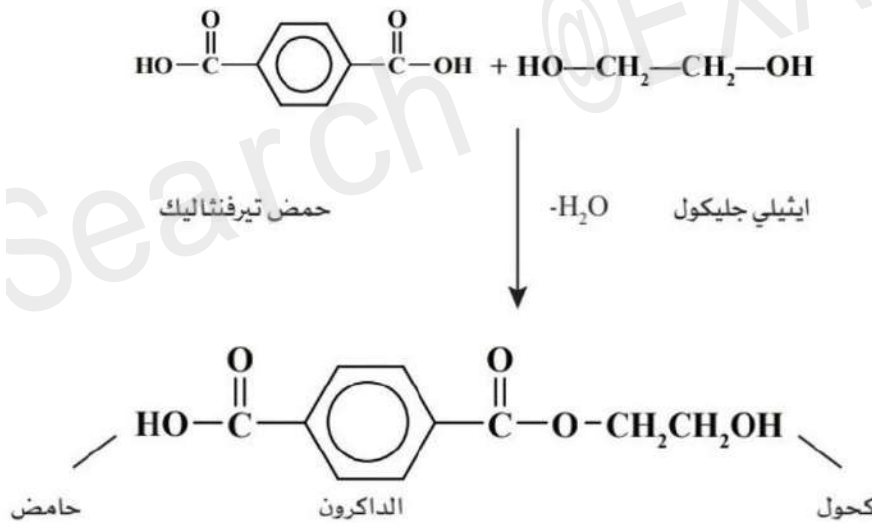
استر ثلاثي الجليسيريد

◀ **ملحوظة:** التحلل المائي للدهن أو الزيت (استر ثلاثي الجليسيريد) في وجود مادة قلوية قوية مثل NaOH أو KOH تسمى بعملية التصبن وهي الأساس الصناعي لتحضير كل من الجليسرول والصابون.

### الاسترات كبوليمرات (البولي استر):

◀ **البولي استرات:** هي بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونومرين أحدهما لجزيء ثنائي الحامضية والآخر كحول ثنائي الهيدروكسيل.

◀ وتستمر عملية التكاثف كيميائياً بأن يهاجم الكحول طرف الجزيء من ناحية الحمض أو يهاجم الحمض طرف الجزيء من ناحية الكحول وتكرر عملية التكاثف يتكون جزيء طويل جداً يسمى **البولي استر**.

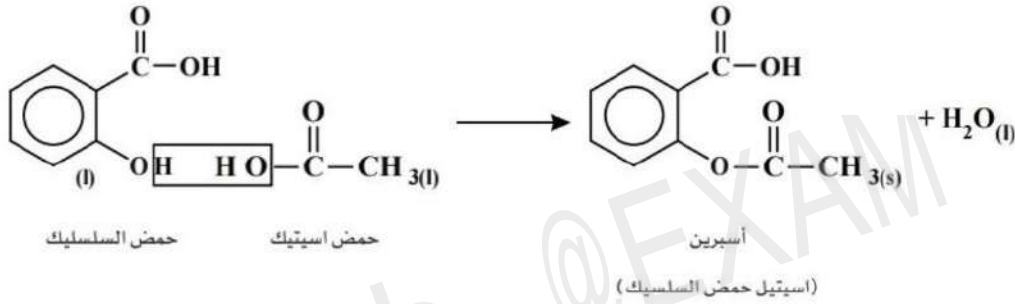
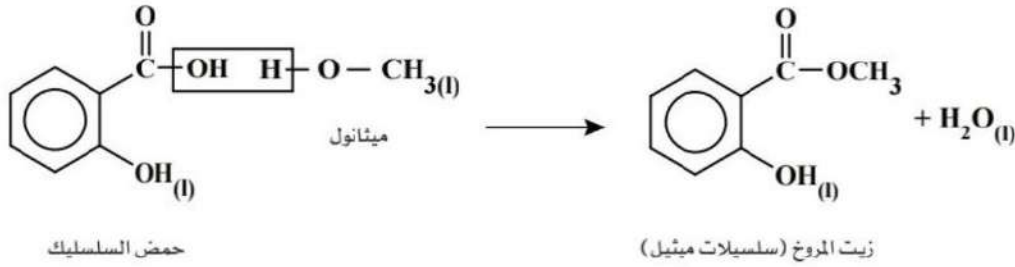


◀ **أشهر أنواع البولي استرات المعروفة:** هونسيج الداكرون، يصنع الداكرون بأسترة حمض التيرفثاليك والايثيلين جليكول.

◀ **الاستخدام:** تصنع منه أنابيب لاستبدال الشرايين التالفة، كما تصنع منه صمامات القلب الصناعية، نظراً لخمول الداكرون .

### الاسترات كعقاقير طبية

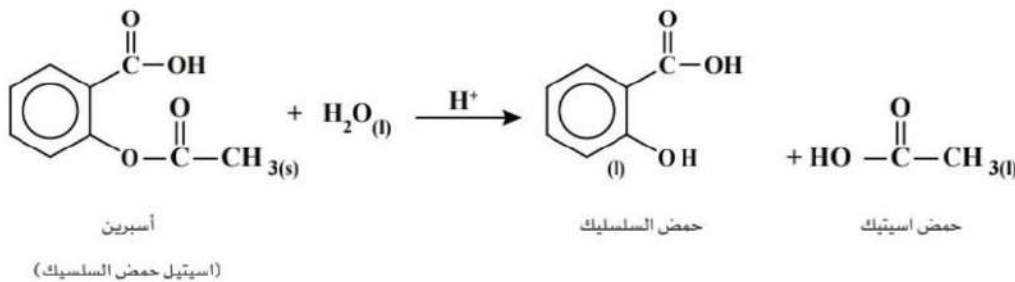
- تستخدم الاسترات العضوية في عمل كثير من العقاقير، أشهرها وأبسطها هو الأسبرين وزيت المروخ (الذي يستخدم كدهان موضعي حيث يمتص عن طريق الجلد لتخفيف الآلام الروماتيزمية).
- الحمض العضوي المستخدم في تحضير هذين العقارين هو حمض السلسليك.
- يحتوي حمض السلسليك على مجموعتي الكربوكسيل والهيدروكسيل لذا: يمكنه أن يتفاعل كحمض أو كحول (فينول)، ويتبين ذلك من التفاعلات التالية:



### الأسبرين

- يخفف آلام الصداع وتخفف الحرارة
- يقلل تجلط الدم فيمنع حدوث الأزمات القلبية
- المادة الفعالة في الأسبرين: هي حمض السلسليك
- إضافة مجموعة الاستيل إليه (-CH<sub>3</sub>CO) تجعله عديم الطعم تقريبًا وتقلل من حموضته.
- علل يسبب الأسبرين تهيجا للجدار المعدة قد يؤدي إلى القرحة ؟

لأن الأسبرين يتحلل في الجسم لينتج حمض السلسليك وحمض الأستيك وهي أحماضًا تسبب تهيجًا لجدار المعدة وقد تسبب قرحة للمعدة



## ◀ لتفادي قرحة المعدة :

- ينصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء.
- هناك أنواع من الأسبرين تكون مختلطة بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم لتعادل الحموضة الناتجة.

Search @EXAM 111