

## الباب الأول

### العناصر الانتقالية



الدرس الأول: من بداية الباب

إلى ما قبل الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

الدرس الثاني: من

الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

إلى ما قبل فلز الحديد

الدرس الثالث: من فلز الحديد

إلى ما قبل خواص الحديد

الدرس الرابع: من خواص الحديد

إلى نهاية الباب

## الباب الثاني

### التحليل الكيميائي



الدرس الأول: من بداية الباب

إلى ما قبل الكشف عن الكاتيونات

الدرس الثاني: من الكشف عن الكاتيونات

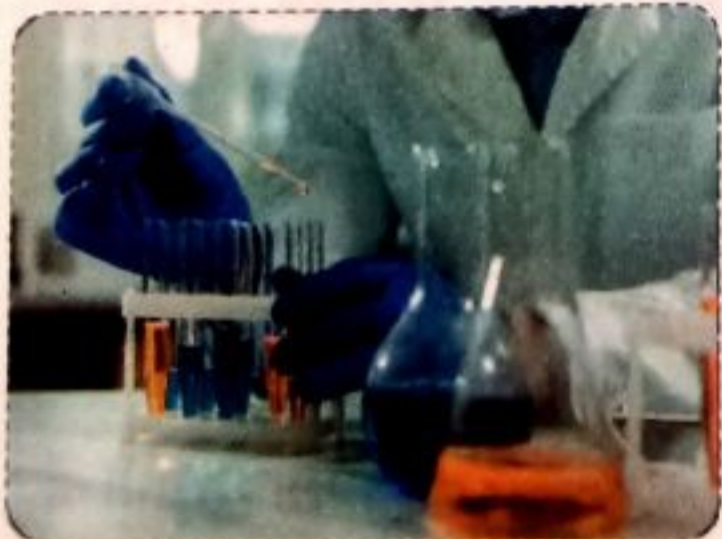
إلى ما قبل التحليل الكيميائي الكمي

الدرس الثالث: من التحليل الكيميائي الكمي

إلى نهاية الباب

## الباب الثالث

### الاتزان الكيميائي



الدرس الأول: من بداية الباب

إلى ما قبل العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية

الدرس الثاني: من العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية

إلى ما قبل الاتزان الأيوني

الدرس الثالث: من الاتزان الأيوني

إلى ما قبل التحلل المائي للأملاح

الدرس الرابع: من التحلل المائي للأملاح

إلى نهاية الباب

## الكيمياء الكهربائية

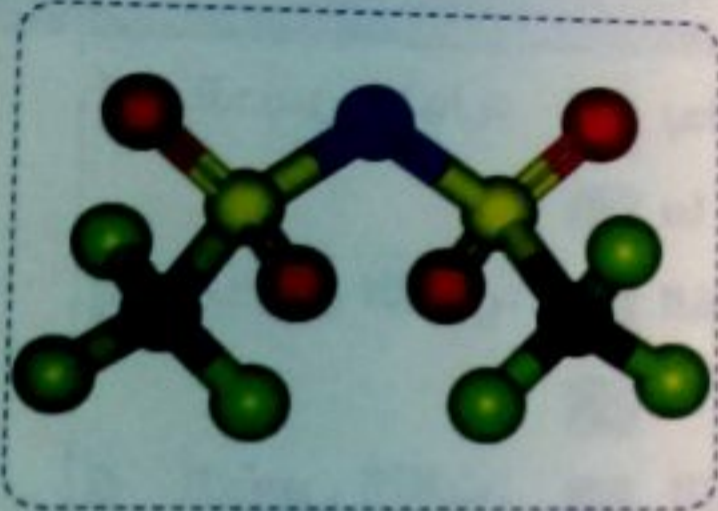
### الباب الرابع



- الدرس الأول: من بداية الباب إلى ما قبل الخلايا الجلفانية و إنتاج الطاقة الكهربائية
- الدرس الثاني: من الخلايا الجلفانية و إنتاج الطاقة الكهربائية إلى ما قبل الخلايا الإلكتروليتية
- الدرس الثالث: من الخلايا الإلكتروليتية إلى نهاية الباب

## الكيمياء العضوية

### الباب الخامس



- الدرس الأول: من بداية الباب إلى ما قبل الألكانات
- الدرس الثاني: الألكانات
- الدرس الثالث: الميثان
- الدرس الرابع: الألكينات ( الأوليفينات )
- الدرس الخامس: الألكاينات ( الأسيثيلينات )
- الدرس السادس: الهيدروكربونات الحلقية
- الدرس السابع: البنزين العطري
- الدرس الثامن: مشتقات الهيدروكربونات
- الدرس التاسع: الإيثانول
- الدرس العاشر: الفينولات
- الدرس الحادي عشر: الأحماض الكربوكسيلية
- الدرس الثاني عشر: الإسترات

# الجدول الدوري الحديث

عدد الذرات: 6  
 الرمز: C  
 الاسم: كربون  
 الوزن الذري: 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

الجدول الدوري الحديث

الفلزات: فلزات قلوية، فلزات قلوية ترابية، فلزات انتقالية، فلزات أرضية قلوية، فلزات أرضية خفيفة، فلزات أرضية ثقيلة، فلزات انتقالية داخلية، فلزات انتقالية خارجية، فلزات انتقالية داخلية، فلزات انتقالية خارجية، فلزات انتقالية داخلية، فلزات انتقالية خارجية.

الجدول الدوري الحديث

## العناصر الانتقالية

- تحل المنطقة الوسطى من الجدول بين عناصر الفنة (s) وعناصر الفنة (p)
- تشتمل على أكثر من 60 عنصرا (أكثر من نصف عدد العناصر المعروفة)
- تبدأ ظهورها في الدورة الرابعة

### أنواع العناصر الانتقالية

#### العناصر الانتقالية الداخلية

هي العناصر التي يتتابع فيها إمتلاء أوربياتال المستوي الفرعي f بالإلكترونات وتنقسم إلى اللانثانيدات والأكتينيدات

#### العناصر الانتقالية الرئيسية

هي العناصر التي يتتابع فيها إمتلاء أوربياتال المستوي الفرعي d بالإلكترونات وتقع بين المجموعتين 3A و 2A

وسوف نكتفي بدراسة العناصر الانتقالية الرئيسية فقط هذا العام

### استنتاج) تسمى العناصر الانتقالية الرئيسية بعناصر الفنة d ؟

لأنها عبارة عن العناصر التي يتتابع فيها إمتلاء المستوي الفرعي (d) بالإلكترونات وتتكون من عشرة أعمدة رئيسية .

### وصف العناصر الانتقالية الرئيسية : ( مميزات )

- تتكون من عشرة أعمدة رأسية علل ؟
- لأن المستوي الفرعي d يتشعب بعشرة إلكترونات لإحتوائه على 5 أوربياتال
- ترتيب هذه الأعمدة من اليسار إلى اليمين هو :

رقم المجموعة	3B	4B	5B	6B	7B	المجموعة الثامنة			1B	2B
	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII			IB	IIB
رقم العمود	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
التوزيع الإلكتروني	$nS^2, (n-1)d^1$	$nS^2, (n-1)d^2$	$nS^2, (n-1)d^3$	$nS^1, (n-1)d^5$	$nS^2, (n-1)d^5$	$nS^2, (n-1)d^6$	$nS^2, (n-1)d^7$	$nS^2, (n-1)d^8$	$nS^1, (n-1)d^{10}$	$nS^2, (n-1)d^{10}$

### ملاحظات

- ◇ المجموعة الثامنة تتكون من 3 أعمدة رأسية هي (8 , 9 , 10) وهي تختلف عن بقية المجموعات (B) .. استنتج ؟
- ◇ لوجود تشابه بين عناصرها الأفقية أكبر من التشابه بين العناصر الرأسية وغير مميزة بالحرف B.
- ◇ تتكون عناصر الفئه d من (8) مجموعات موزعة في (10) أعمدة رأسية .  
( يقل عدد المجموعات عن عدد الأعمدة بمقدار 2 )
- ◇ يمكن تقسيم عناصرها أفقيا إلى أربع سلاسل أفقية .

### س : قارن بين السلاسل الانتقالية الرئيسية الأربعة ؟

السلسلة الانتقالية الأولى	السلسلة الانتقالية الثانية	السلسلة الانتقالية الثالثة	السلسلة الانتقالية الرابعة
يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعي 3d	يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعي 4d	يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعي 5d	يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعي 6d
تقع في الدورة الرابعة بعد الكالسيوم $20Ca$	تقع في الدورة الخامسة بعد الإسترانثيوم $38Sr$	تقع في الدورة السادسة بعد عنصر الباريوم $56Ba$	تقع في الدورة السابعة بعد عنصر الراديوم $88Ra$
تشمل 10 عناصر من السكندسيوم ( $21Sc$ ) إلى الخارصين ( $30Zn$ )	تشمل 10 عناصر من اليتريوم ( $39Y$ ) إلى الكادميوم ( $48Cd$ )	تشمل 10 عناصر من اللانثانيوم ( $57La$ ) إلى الزئبق ( $80Hg$ )	جميعها عناصر مشعه

### السلسلة الانتقالية الأولى

الجدول التالي يوضح النسبة المئوية الوزنية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى في القشرة الأرضية :

3B	4B	5B	6B	7B	المجموعة الثامنة			1B	2B
$21Sc$	$22Ti$	$23V$	$24Cr$	$25Mn$	$26Fe$	$27Co$	$28Ni$	$29Cu$	$30Zn$
0.0026	0.66	0.02	0.014	0.11	5.1	0.003	0.0089	0.0068	0.0078

### لاحظ أن

- ◇ تشكل عناصر السلسلة الانتقالية الأولى حوالي (7%) من وزن القشرة الأرضية .
- ◇ أكثرهم إنتشارا هو عنصر الحديد أقلهم إنتشارا عنصر السكندسيوم .

الأهمية الاقتصادية لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

عنصر السكنديوم  $21Sc$

<p>يوجد بكميات صغيرة جدا موزعة على نطاق واسع في القشرة الأرضية .</p> <p>أقل العناصر الإنتقالية إنتشارا في القشرة الأرضية .</p>	<p>الوصف</p>
<p>تضاف نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم فتتكون سبيكة تستخدم في صناعة طائرات الميج</p> <p>المقاتلة .... استنتج ؟</p> <p>لأن سبيكة ( السكنديوم مع الألومنيوم ) تمتاز بخفتها وشدة صلابتها</p> <p>يضاف نسبة ضئيلة منه إلى مصابيح أبخرة الزئبق المستخدمة في التصوير التلفزيوني</p> <p>أثناء الليل... استنتج ؟</p> <p>لأنها تنتج ضوء عالي الكفاءة يشبه ضوء الشمس</p> <p><b>لاحظ أن :</b> يفضل إستخدام سبائك ذات كثافة أقل وصلابة أكبر في صناعة هياكل الطائرات .</p>	<p>الإستخدام</p>

عنصر التيتانيوم  $22Ti$

<p>عنصر شديد الصلابة كالصلب ولكنه أقل منه كثافة .</p> <p>ثاني عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى إنتشارا .</p> <p>يحافظ على متانته وقوته في درجات الحرارة العالية</p>	<p>الوصف</p>
<p>يستخدم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية .. استنتج ؟</p> <p>لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أي نوع من أنواع التسمم</p> <p>تستخدم سبيكة ( التيتانيوم - الألومنيوم ) في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية</p> <p>.. استنتج ؟</p> <p>لأنها تحافظ على متانتها في درجات الحرارة المرتفعة في الوقت الذي تنخفض فيه متانة الألومنيوم .</p>	<p>الإستخدام</p>
<p>ثاني أكسيد التيتانيوم <math>TiO_2</math> :</p> <p>يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس .. استنتج ؟</p> <p>لأن دقائقه النانوية تعمل على منع وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الجلد</p>	<p>أهم مركباته</p>

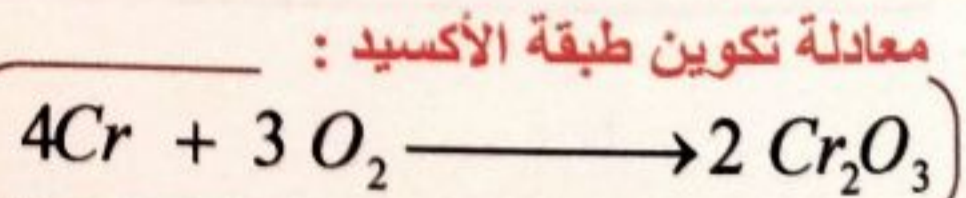
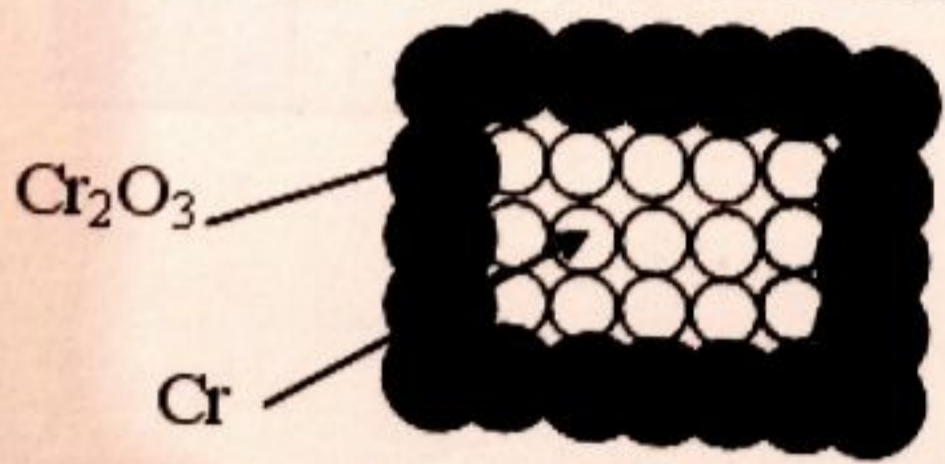
## عنصر الفانديوم V<sup>23</sup>

الوصف	يعطى أكبر حالة تأكسد شائعة من عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى (+5)
الإستخدام	سبيكته مع الصلب تستخدم في صناعة زبركات السيارات وتروس المحركات النفاثة .. استنتج ؟ لأنها تمتاز بالقساوة العالية وقدرة كبيرة على مقاومة التآكل
أهم مركباته	خامس أكسيد الفانديوم V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> يستخدم في : كصبغة في صناعة السيراميك والزجاج . كعامل حفاز في صناعة المغناطيسيات فائقة التوصيل كعامل حفاز في صناعة حمض الكبريتيك بطريقة التلامس

**طريقة التلامس:** هي طريقة يستخدم فيها V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك عند درجة حرارة 450°C

## عنصر الكروم Cr<sup>24</sup>

الوصف	عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائي ولكنه يقاوم فعل العوامل الجوية .. استنتج ؟ بسبب تكون طبقة من الأكسيد على سطحه ويكون حجم جزيئات الأكسيد المتكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يعطى سطحاً غير مسامياً من الأكسيد (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) تمنع إستمرار تفاعله مع أكسجين الهواء الجوى ( لذلك يستخدم في الطلاء ) . يصداً صداً مرغوب فيه .
الإستخدام	طلاء المعادن دبغ الجلود .
أهم مركباته	أكسيد الكروم الثلاثى Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : الذى يستخدم في عمل الأصباغ . ثنائى كرومات البوتاسيوم K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> : الذى يستخدم كمادة مؤكسدة .



توضيح تكون طبقة الأكسيد

### عنصر المنجنيز $Mn$ 25

<p>لا يستخدم نقيا ويستخدم دائما في صورة سبائك أو مركبات .. استنتج ؟</p> <p>☞ لهشاشة الشديدة .</p> <p>☞ تستخدم سبيكة (الحديد - منجنيز) في خطوط السكك الحديدية وخزينة النقود .. استنتج ؟</p> <p>☞ لأنها أصعب من الصلب .</p> <p>☞ تستخدم سبيكة (الومنيوم - منجنيز) في صناعة عبوات المشروبات الغازية .. استنتج ؟</p> <p>☞ لمقاومتها للتآكل .</p>	<p>الإستخدام</p>
<p>☞ ثاني أكسيد المنجنيز <math>MnO_2</math> : عامل مؤكسد قوى في بطارية العمود الجاف</p> <p>☞ برمنجانات البوتاسيوم <math>KMnO_4</math> : مادة مؤكسدة ومطهرة .</p> <p>☞ كبريتات المنجنيز <math>MnSO_4</math> : يستخدم كمبيد للفطريات</p>	<p>أهم مركباته</p>

### عنصر الحديد $Fe$ 26

<p>☞ يستخدم في الخرسانات المسلحة وأبراج الكهرباء والسكاكين ومواسير البنادق والمدافع والأدوات الجراحية وفي صناعة المغناطيسات</p> <p>☞ يستخدم كعامل حفاز في صناعة غاز النشادر بطريقة (هابر / بوش) .</p> <p>☞ يستخدم كعامل حفاز في تحويل الغاز المائي إلى وقود سائل بطريقة ( فيشر / ترويش)</p> <p>☞ الغاز المائي : هو خليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين <math>(Co + H_2)</math></p>	<p>الإستخدام</p>
--	------------------



### عنصر الكوبلت Co 27

<p>يشبه الحديد في الأتى : ( كلاهما قابل للتمغنت - يستخدم في صناعة المغناطيسيات - يستخدم في صناعة البطاريات الجافة في السيارات الحديثة )                  للكوبلت 12 نظير أهمها الكوبلت 60 المشع .                  ( يحتوى على 27 بروتون - 33 نيوترون ) .</p>	<p>الوصف</p>
<p>يستخدم نظير الكوبلت المشع (الكوبلت 60) في :                  ➤ حفظ المواد الغذائية .                  ➤ التأكد من جودة المنتجات حيث يكشف عن موقع الشقوق ولحام الوصلات .                  ➤ الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها .. استنتج ؟                  لأنه يصدر أشعة جاما التي لها قدرة هائلة على النفاذ</p>	<p>الإستخدام</p>

### عنصر النيكل Ni 28

<p>يستخدم النيكل في طلاء المعادن .. استنتج ؟                  ➤ ليحميها من الأكسدة والتآكل ويعطيها شكلا أفضل .</p> <p>يستخدم النيكل المجرأ كعامل حفاز عند درجة الزيوت</p> <p>تتميز سبائك ( النيكل - الصلب ) بالصلابة ومقاومة الصدأ والأحماض .                  يستخدم في صناعة بطارية ( النيكل - كادميوم ) القابلة لإعادة الشحن .                  تستخدم سبائك ( النيكل - كروم ) في ملفات التسخين والأفران الكهربائية .. استنتج ؟                  ➤ لأنها تقاوم التآكل حتى وهي مسخنة لدرجة الإحمرار .</p>	<p>الإستخدام</p>
---	------------------



## عنصر النحاس Cu<sup>29</sup>

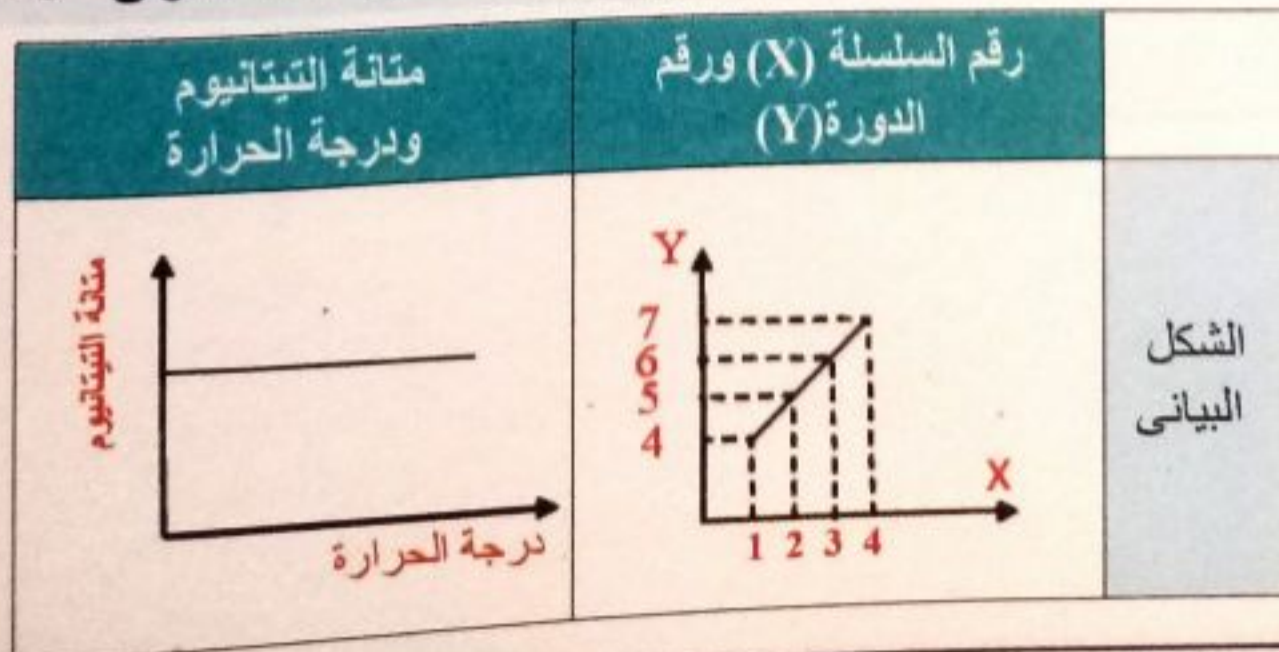
الوصف	<ul style="list-style-type: none"> <li>يعتبر النحاس - تاريخيا - اول فلز عرقة الانسان .</li> <li>أقل عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى نشاطا .</li> </ul>
الإستخدام	<ul style="list-style-type: none"> <li>صناعة سبيكة ( نحاس - قصدير ) التي تعرف بإسم البرونز .</li> <li>تستخدم في صناعة التماثيل والميداليات ذات التفاصيل الدقيقة .</li> <li>يستخدم في صناعة سبائك العملات المعدنية .</li> <li>يستخدم في صناعة الكابلات الكهربائية .. استنتج ؟</li> <li>لأنه موصل جيد للكهرباء .</li> </ul>
أهم مركباته	<ul style="list-style-type: none"> <li>كبريتات النحاس <math>CuSO_4</math> :</li> <li>يستخدم كمبيد حشري وكمبيد للفطريات في تنقية مياه الشرب .</li> <li>محلول فهلنج : يستخدم في الكشف عن سكر الجلوكوز .. استنتج ؟</li> <li>لأنه يتحول من الأزرق الي البرتقالي .</li> </ul>

## عنصر الخارصين Zn<sup>30</sup>

الوصف	<ul style="list-style-type: none"> <li>تتركز معظم استخدامات الخارصين في جلفنة الفلزات ... استنتج ؟</li> <li>لحمايتها من الصدأ والتآكل .</li> </ul>
أهم مركباته	<ul style="list-style-type: none"> <li>أكسيد الخارصين <math>ZnO</math> :</li> <li>الذي يستخدم في الدهانات والمطاط ومستحضرات التجميل .</li> <li>كبريتيد الخارصين <math>ZnS</math> :</li> <li>الذي يستخدم في الطلاءات المضيئة وشاشات الأشعة السينية .</li> </ul>

### الجلفنة :

هي تغطية الفلزات بطبقة من الخارصين لحمايتها من الصدأ .  
او هي ترسيب طبقة من عنصر يقع في مجموعة 2B والسلسلة الاولى على سطح المعدن



### سبائك تستخدم في صناعة الطائرات :

- ◊ ( Sc + Al ) ← صناعة هياكل طائرات الميج المقاتلة .
- ◊ ( Ti + Al ) ← صناعة هياكل الطائرات والمركبات الفضائية .
- ◊ ( V + Fe + C ) ← صناعة تروس المحركات في الطائرات النفاثة .

### سبائك الطائرات

#### فانديوم مع الصلب

الصلب	V
-	5B
إنتقالى - لافلز	إنتقالى
صناعة تروس المحركات	
(عالية القساوة) صلابة وذات مرونة عالية	

#### Ti + Al

Al	Ti
3A	4B
ممثل	إنتقالى
صناعة هياكل الطائرات والصواريخ	
تحافظ على المتانة في درجة حرارة عالية	

#### Sc + Al

العنصر	Al	Sc
رقم المجموعة	3A	3B
نوع العنصر	ممثل	إنتقالى
الإستخدام	صناعة هياكل طائرات الميج	
المميزات	الخفة والصلابة	

### عناصر تستخدم في صناعة السيارات :

- ◊ ( Sc + Hg ) ← صناعة مصابيح السيارات ( فانوس العربية ) .
- ◊ ( Cr ) ← طلاء جنوط السيارات .
- ◊ ( V + Fe + C ) ← صناعة زنبركات السيارات ( المساعدين ) .

### عناصر في السيارات

#### فانديوم مع الصلب

الصلب	V
-	5B
إنتقالى - لافلز	إنتقالى
صناعة زنبركات السيارات	
(عالية القساوة) صلابة وذات مرونة عالية	

#### الكروم Cr

Cr
6B
إنتقالى
طلاء
لأنه لا يتآكل

#### Sc + Hg

العنصر	Hg	Sc
رقم المجموعة	2B	3B
نوع العنصر	غير إنتقالى	إنتقالى
الإستخدام	صناعة مصابيح السيارات	
المميزات	تعطى ضوء عالي مثل الشمس	

### عناصر تستخدم في صناعة بطاريات السيارات :

- ◊ ( Fe ) ← صناعة البطاريات الجافة في السيارات الحديثة القابلة للشحن .
- ◊ ( Co ) ← صناعة البطاريات الجافة في السيارات الحديثة القابلة للشحن .
- ◊ ( Ni + Cd ) ← صناعة البطاريات القابلة لإعادة الشحن .

## عناصر في السيارات

Ni + Cd		الكوبلت Co		الحديد Fe	
Cd	Ni	Co	Fe	العنصر	
2B	VIII	VIII	VIII	رقم المجموعة	
غير إنتقالي	إنتقالي	إنتقالي	إنتقالي	نوع العنصر	
صناعة البطاريات القابلة للشحن		البطاريات القابلة للشحن		البطاريات القابلة للشحن	
				الإستخدام	

## عناصر ومركبات يستخدمها الدكتور في العيادات :

- ◊ (Ti) ← زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية (شرايح ومسامير) .
- ◊ ( $^{60}\text{Co}$ ) ← الكشف عن الأورام الخبيثة .
- ◊ (محلول فهلنج) ← الكشف عن سكر الجلوكوز . (يحتوي على  $\text{Cu}^{+2}$ )
- ◊ (ZnS) ← الطلانات المضيفة وشاشات الأشعة .

## عناصر ومركبات يستخدمها الطبيب

ZnS		الكوبلت Co		التيتانيوم Ti	
Zn	S	$^{60}\text{Co}$	Ti	العنصر	
2B	VIA	VIII	IVB	رقم المجموعة	
غير إنتقالي	ممثل	إنتقالي	إنتقالي	نوع العنصر	
الطلانات المضيفة وشاشات الأشعة		الكشف عن الأورام عالي النفاذ		الإستخدام	
				المميزات	
				لايسبب تسمم	

## مركبات توجد في الصيداليات أو المعامل الكيميائية :

- ◊ ( $\text{KMnO}_4$ ) ← مادة مؤكسدة ومطهرة .
- ◊ ( $\text{TiO}_2$ ) ← حماية الجلد من الأشعة فوق البنفسجية
- ◊ ( $\text{CuSO}_4$ ) ← مبيد حشري ومبيد للفطريات عند تنقية مياه الشرب .
- ◊ ( $\text{MnSO}_4$ ) ← مبيد للفطريات .

## عناصر ومركبات تستخدم في الدهانات :

- ◊ (Cr) ← في طلاء مصادات السيارات .
- ◊ (ZnO) ← يستخدم في الدهانات . (أكسيد عنصر غير إنتقالي)
- ◊ (Zn) ← يستخدم في عملية الجلفنة لحمايتها من التآكل .
- ◊ (Ni) ← يستخدم في الطلاء لإعطاء المعادن شكلا أفضل وزيادة قيمتها الاقتصادية .

### مركبات تستخدم في الصبغات :

- ◊  $(Cr_2O_3)$  ← في عمل الأصباغ .
- ◊  $(V_2O_5)$  ← يستخدم كصبغ في السيراميك والزجاج .

### الجدول التالي يوضح التركيب الإلكتروني لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى وحالة التأكسد الشائعة وبعض المركبات

العنصر	التركيب الإلكتروني	المجموعة	حالات التأكسد والشائع منها	بعض المركبات
$_{21}Sc$	$(Ar), 4S^2, 3d^1$	IIIB	③	$Sc_2O_3$
$_{22}Ti$	$(Ar), 4S^2, 3d^2$	IVB	2, 3, ④	$TiO, Ti_2O_3, TiO_2$
$_{23}V$	$(Ar), 4S^2, 3d^3$	VB	2, 3, 4, ⑤	$VO, V_2O_3, VO_2, V_2O_5$
$_{24}Cr$	$(Ar), 4S^1, 3d^5$	VIB	2, ③, 6	$CrO, Cr_2O_3, CrO_3$
$_{25}Mn$	$(Ar), 4S^2, 3d^5$	VIIB	2, 3, ④, 6, 7	$MnO, Mn_2O_3, MnO_2, K_2MnO_4, KMnO_4$
$_{26}Fe$	$(Ar), 4S^2, 3d^6$	VIII	2, ③, 6	$FeO, Fe_2O_3$
$_{27}Co$	$(Ar), 4S^2, 3d^7$		②, 3, 4	$CoCl_2, CoCl_3, [CoF_6]^{2-}$
$_{28}Ni$	$(Ar), 4S^2, 3d^8$		②, 3, 4	$NiO, Ni_2O_3, NiO_2$
$_{29}Cu$	$(Ar), 4S^1, 3d^{10}$	1B	1, ②	$Cu_2O, CuO$
$_{30}Zn$	$(Ar), 4S^2, 3d^{10}$	2B	②	$ZnO, ZnS$

### ملاحظات على جدول حالات التأكسد :

- \* أكبر حالة تأكسد توجد في عنصر المنجنيز (+7) مثل :  $KMnO_4$
- \* أدنى حالة تأكسد توجد في عنصر النحاس (+1) مثل :  $CuI, Cu_2Cl_2$
- \* أكبر حالة تأكسد شائعة توجد في عنصر الفانديوم (+5) مثل :  $V_2O_5$
- \* أعلى عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم مجموعته ما عدا عناصر المجموعة IB وهي النحاس والفضة والذهب.
- فمثلا النحاس يقع في المجموعة IB ولكنه له حالة تأكسد +2
- \* تزداد حالات التأكسد حتى تصل أقصاها (+7) في حالة المنجنيز الذي يقع في المجموعة 7B ثم تقل حتى تصل الى (+2) في الخارصين الذي يقع في المجموعة 2B.

أهم الملاحظات على حالات التأكسد

- ( السكنديوم )
- ( الخارصين )
- ( النحاس )
- ( الفلزات الممثلة )

- عنصر إنتقالى له حالة تأكسد واحدة
- عنصر غير إنتقالى له حالة تأكسد واحدة
- عنصر يعطى حالة تأكسد أعلى من رقم مجموعته
- مجموعة عناصر غالبا ما يكون لها حالة تأكسد واحدة
- يتفق السكنديوم مع الخارصين فى عدد حالات التأكسد وليس حالة التأكسد

ملاحظات على التركيب الإلكتروني

تبدأ عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى فى شغل أوربيتالات المستوى الفرعى (3d) بالإلكترونات مفردة بالتتابع حتى نصل إلى عنصر المنجنيز (3d<sup>5</sup>) ثم يتوالى بعد ذلك ازدواج الإلكترونين فى كل أوربيتال حتى نصل إلى الخارصين (3d<sup>10</sup>) (طبقا لقاعدة هوند).

لاحظ أن

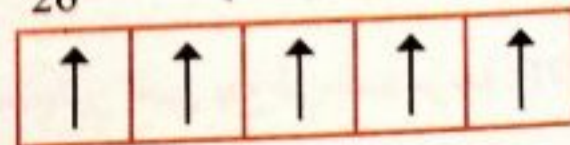
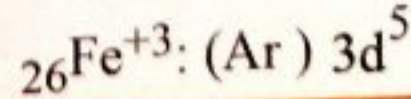
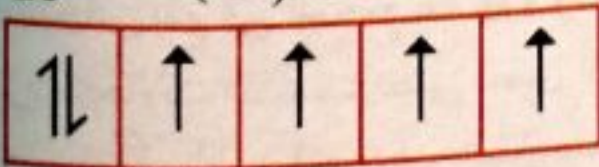
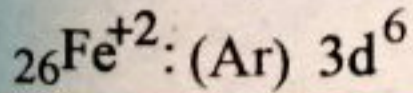
الذرة تكون أقل طاقة وأكثر استقرارا عندما يكون المستوى الفرعى (d) فى إحدى الحالات الآتية  
 تام الإمتلاء      نصف ممتلئ      فارغ

(استنتاج) يشذ التوزيع الإلكتروني لعنصرى الكروم  $^{24}\text{Cr}$  والنحاس  $^{29}\text{Cu}$  عن المتوقع

عنصر النحاس $^{29}\text{Cu}$	عنصر الكروم $^{24}\text{Cr}$	
$^{29}\text{Cu} : [\text{Ar}] , 4s^2 , 3d^9$	$^{24}\text{Cr} : [\text{Ar}] , 4s^2 , 3d^4$	التوزيع المفترض
$^{29}\text{Cu} : [\text{Ar}] , 4s^1 , 3d^{10}$	$^{24}\text{Cr} : [\text{Ar}] , 4s^1 , 3d^5$	التوزيع الفعلى
لأن الذرة تكون أكثر استقرارا عندما يكون المستوى الفرعى d تام الامتلاء	لأن الذرة تكون أكثر استقرارا عندما يكون المستوى الفرعى d نصف ممتلئ	التفسير
		

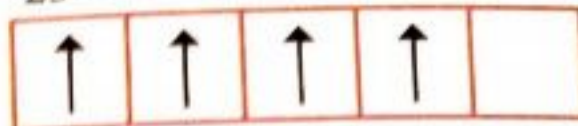
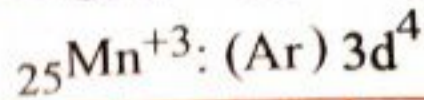
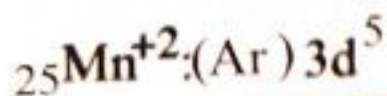
(استنتاج) يسهل أكسدة  $\text{Fe}^{2+}$  إلى  $\text{Fe}^{3+}$

لأن أيون الحديد الثلاثى أكثر إستقرار من أيون الحديد الثنائى حيث أن المستوى الفرعى 3d نصف ممتلئ بالإلكترونات 3d<sup>5</sup> لذا يسير التفاعل فى إتجاه التركيب الأكثر إستقرار فتسهل الأكسدة.



◀ (استنتج) يصعب أكسدة  $Mn^{+2}$  إلى  $Mn^{+3}$  ؟

لأن أيون المنجنيز الثنائي أكثر إستقرار من أيون المنجنيز الثلاثي حيث أن المستوى الفرعي 3d نصف ممتلئ بالإلكترونات  $3d^5$  لذا يسير التفاعل في إتجاه التركيب الأكثر إستقرار فتصعب الأكسدة

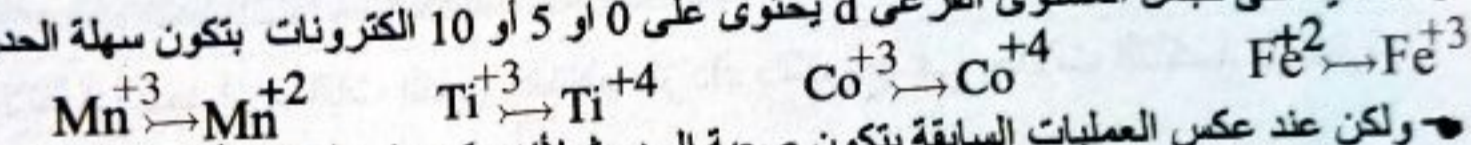


لاحظ أن

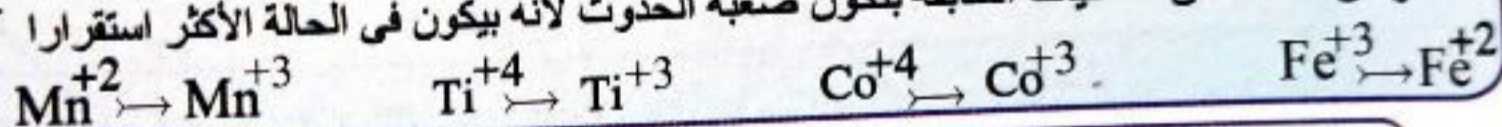
الإمتلاء الكامل أو الإمتلاء النصفى للمستوى الفرعى ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الإلكتروني للعنصر في المركب .

### ملاحظات على حالات التأكسد

→ العملية التي تجعل المستوى الفرعى d يحتوى على 0 أو 5 أو 10 الكترونات بتكون سهلة الحدوث



→ ولكن عند عكس العمليات السابقة بتكون صعبة الحدوث لأنه يكون في الحالة الأكثر إستقراراً



فعلى سبيل المثال : يسهل الحصول على  $MnCl_2$  من  $MnCl_3$

يصعب الحصول على  $TiCl_3$  من  $TiCl_4$

يسهل الحصول على  $CoCl_4$  من  $CoCl_3$

◀ تتميز العناصر الإنتقالية بتعدد حالات تأكسدها .... استنتج؟

لأن الإلكترونات المفقودة تخرج من المستوى الفرعى 4s أولاً ثم يتتابع خروج الإلكترونات من المستوى الفرعى 3d معطياً حالة تأكسد بناء على عدد الإلكترونات المفقودة .

◀ تعطي جميع عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى حالة التأكسد  $(2+)$  .... استنتج؟

وذلك بفقد إلكتروني المستوى الفرعى (4s) أولاً. وفي حالات التأكسد الأعلى تفقد الإلكترونات من المستوى الفرعى (3d) ويشذ عن ذلك السكنديوم

◀ السكنديوم الوحيد الذي يعطى حالة التأكسد  $(+3)$  مباشرة .... استنتج؟

لأنه يفقد إلكترونى المستوى الفرعى 4s والإلكترون الوحيد الموجود في المستوى الفرعى 3d ليصبح فارغاً وبالتالي يكون أكثر إستقرار . حيث أن الفرق بين طاقة جهد التأين الثانى والثالث صغير جداً .

السكانديوم لا يعطى حالة التأكسد (+4) .... استنتج؟  
لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل بالإلكترونات وهذا يحتاج إلى قدر كبير من الطاقة

عناصر المجموعة الثامنة لا تعطى حالة التأكسد (+8) .... استنتج؟  
لأن عناصر تلك المجموعة لا تفقد جميع إلكترونات المستويين الفرعيين (s, d) نتيجة حدوث إزواج بين الإلكترونات في أوربيبتالات المستوى الفرعي (d) وبالتالي تكون أقصى حالة تأكسد (+6)

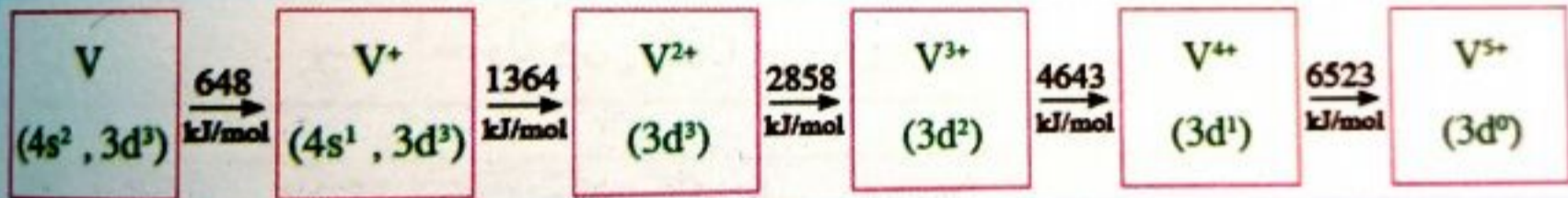
### لاحظ أن

الفلزات الممثلة غالباً ما يكون لها حالة تأكسد واحدة فقط على عكس العناصر الإنتقالية .

### ملاحظات على طاقة التأين

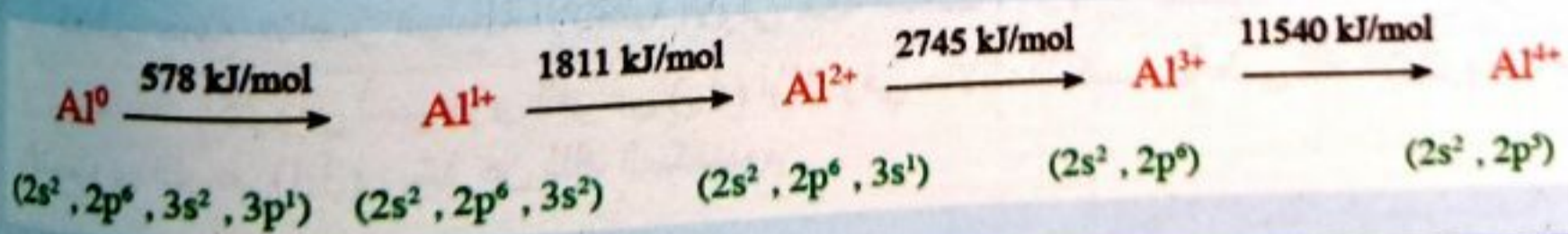
في الفلزات الانتقالية نجد أن طاقات التأين المتتالية تزداد بالتدرج في حالات التأكسد المتتالية  
.... استنتج؟

بسبب خروج الإلكترونات من المستوي الفرعي 4s ثم المستوي الفرعي 3d القريب منه في الطاقة بالتتابع مما يؤدي إلى زياده شحنه النواه الفعاله وبالتالي تزداد قوه جذب النواه الإلكترونات التكافؤ و تزداد طاقه التأين



في الفلزات الممثلة مثل الصوديوم و الماغنسيوم و الألومنيوم تكون الزيادة في جهد التأين الثاني في حالة الصوديوم و الثالث في حالة الماغنسيوم و الرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جداً .... استنتج؟

لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل وهذا يحتاج قدر كبير من الطاقة



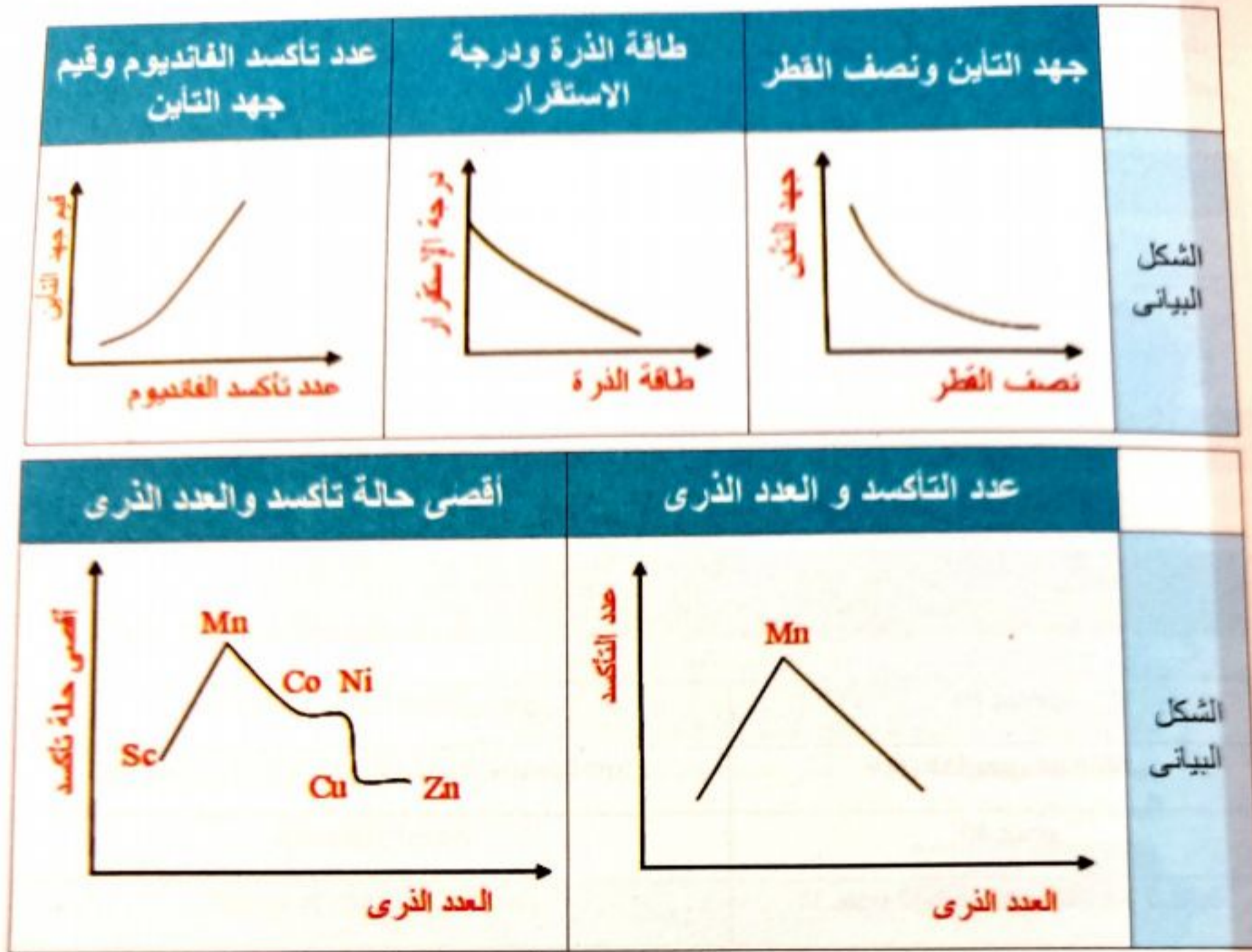
(استنتج) لا يمكن الحصول على Na<sup>+2</sup>, Mg<sup>+3</sup>, Al<sup>+4</sup> بالتفاعل الكيميائي العادي؟؟

لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل يصعب حدوثه في التفاعل الكيميائي العادي .

فعلى سبيل المثال:

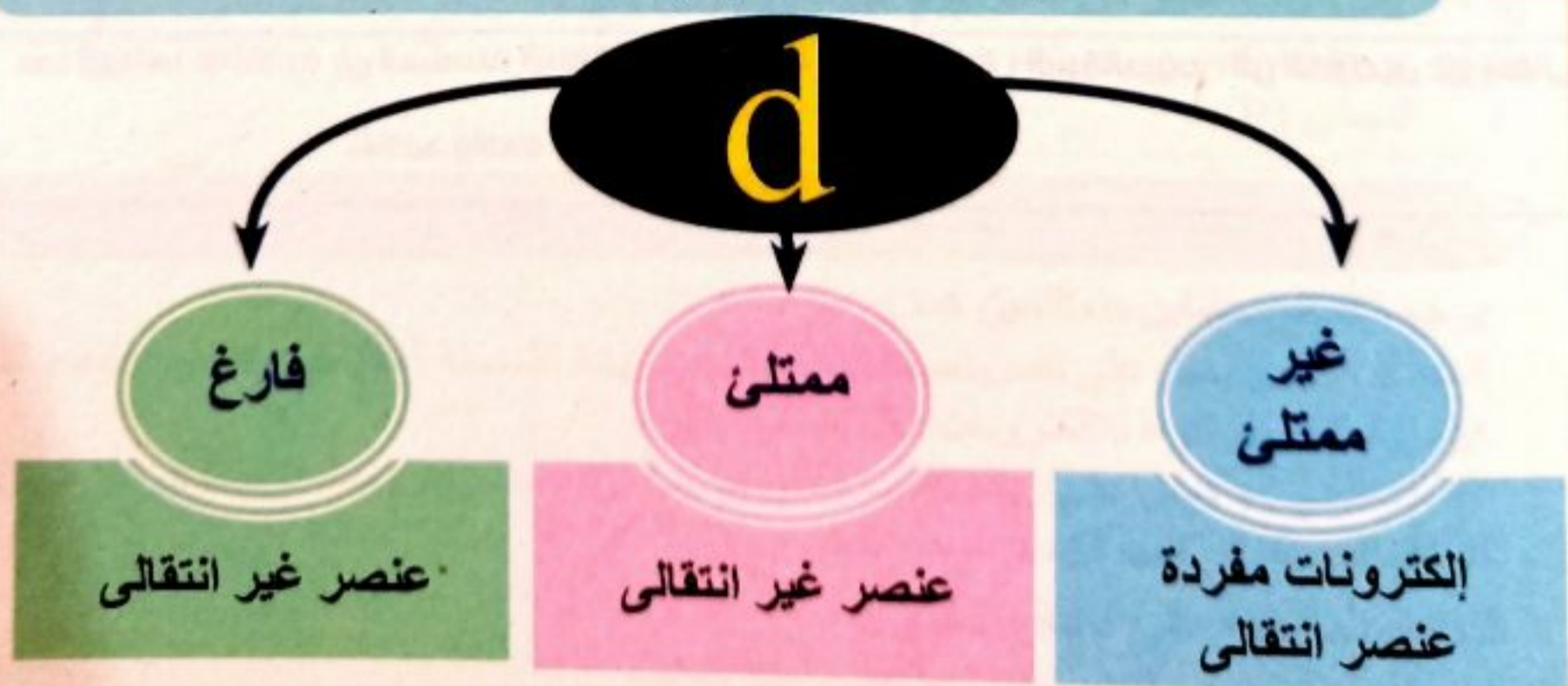
يصعب الحصول على VO<sub>3</sub>, TiCl<sub>5</sub>, ScCl<sub>4</sub>





بعد استعراضنا لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى وتركيبها الإلكتروني و حالات تأكسدها يمكننا الآن أن نصل إلى تعريف العنصر الانتقالي بوجه عام :

**العنصر الانتقالي** هو العنصر الذي تكون فيه الأوربيتالات  $f, d$  مشغولة بالإلكترونات ولكنها غير ممتلئة سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات تأكسده



(استنتج) تعتبر عناصر العملة (النحاس و الفضة و الذهب) عناصر انتقالية (IB)؟

لأن المستوى الفرعي (d) للعناصر الثلاثة ممتلئ بالإلكترونات في الحالة الذرية  $d^{10}$  ولكن عندما تكون حالة التأكسد (+2) أو (+3) يكون المستوى الفرعي (d) غير ممتلئ ( $d^9$ ) أو ( $d^8$ ) إذن فهي عناصر انتقالية (وبالتالي حالات التأكسد التي تثبت أن فلزات العملة انتقالية لا بد أن تكون أكبر من +1).

النحاس	الفضة	الذهب
$^{29}\text{Cu} : 4s^1, 3d^{10}$	$^{47}\text{Ag} : 5s^1, 4d^{10}$	$^{79}\text{Au} : 6s^1, 5d^{10}$

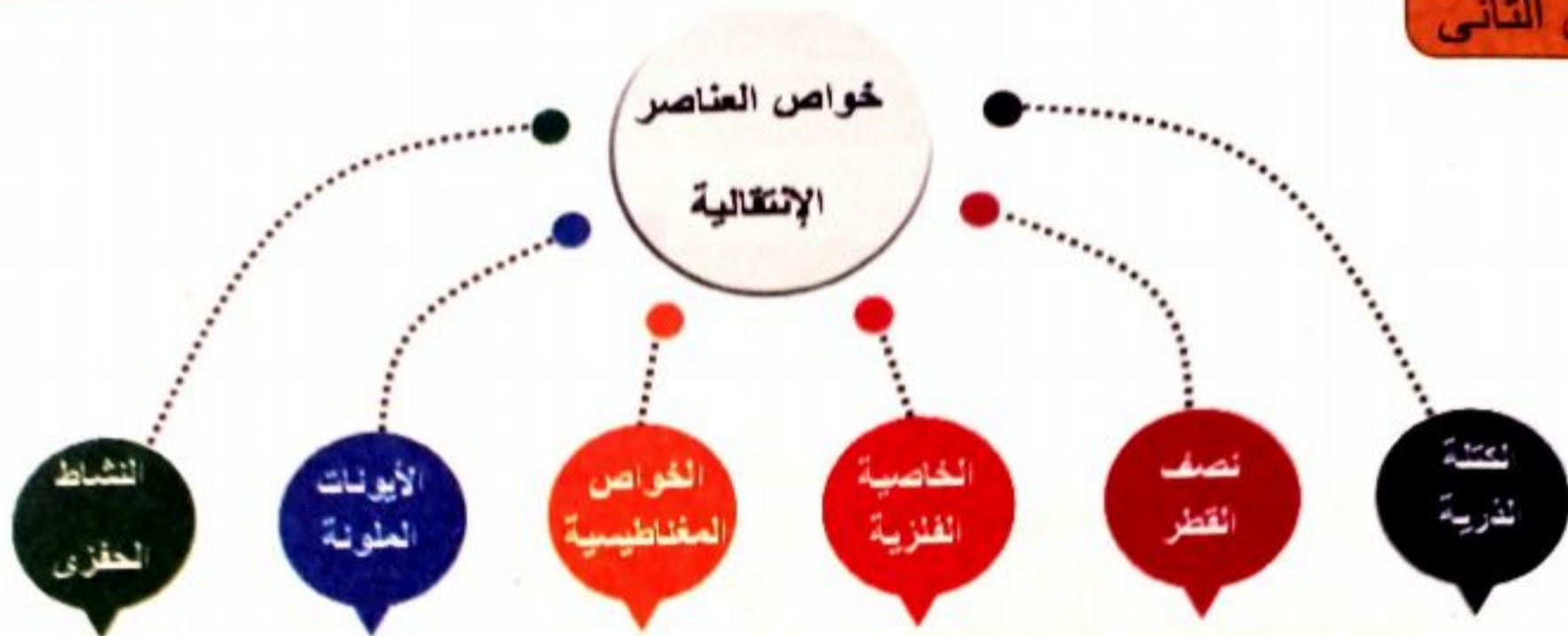
(استنتج) لا تعتبر عناصر الخارصين والكاديوم والزنبق عناصر انتقالية (IIB)؟؟

لأن المستوى الفرعي (d) تام الامتلاء ( $d^{10}$ ) سواء في الحالة الذرية أو حتى في حالة التأكسد +2.

خارصين	كاديوم	زنبق
$^{30}\text{Zn} : 4s^2, 3d^{10}$	$^{48}\text{Cd} : 5s^2, 4d^{10}$	$^{80}\text{Hg} : 6s^2, 5d^{10}$

### ملاحظات هامة جدا

عدد عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى	10 عناصر
عدد العناصر الإنتقالية في السلسلة الإنتقالية الأولى	9 لأن الخارصين غير إنتقالي
عدد عناصر الفله d	40 عنصر
العناصر الإنتقالية في الفله d	36 عنصر لأن المجموعة 2B غير إنتقالية
عدد العناصر الإنتقالية في الجدول الدوري	64 عنصر
عدد العناصر في السلسلة الإنتقالية الأولى ولها حالة تأكسد	حيث 36 عنصر في الفله d و 28 عنصر في الفله f
واحد	2 ( السكاليديوم و الخارصين )
عدد العناصر الإنتقالية في السلسلة الإنتقالية الأولى ولها حالة	1 ( السكاليديوم ) لأن الخارصين غير إنتقالي
تأكسد واحد	



### أولا : الكتلة الذرية

تزداد الكتلة الذرية تدريجيا بزيادة العدد الذري .



(استنتاج) يشذ النيكل في التدرج في الكتلة الذرية عن باقي عناصر السلسلة الانتقالية

يرجع ذلك لوجود خمسة نظائر مستقرة للنيكل المتوسط الحسابي لها  $58.7u$  .

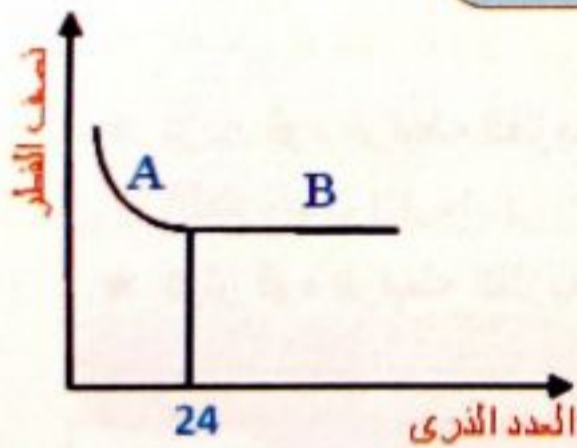
### لاحظ أن

الكتلة الذرية لأثقل نظائر النيكل أكبر من  $58.7u$  .

### ثانيا : نصف القطر ( الحجم الذري )

لا تتغير أنصاف الأقطار كثيرا عند الانتقال عبر السلسلة الانتقالية الأولى حيث أن :

- ◀ يقل نصف القطر من السكنديوم إلى الكروم (A) .
- ◀ يوجد ثبات نسبي في نصف القطر من الكروم إلى النحاس (B) .



### (استنتاج) .. الثبات النسبي في نصف القطر من الكروم إلى النحاس

يرجع ذلك الى عاملين متعاكسين هما :

**العامل الأول :** يعمل على نقص نصف القطر بسبب زيادة الشحنة الفعالة للنواة بزيادة العدد الذري فيزداد قوة جذب النواة للإلكترونات فيقل نصف القطر .

**العامل الثاني :** و يعمل على زيادة نصف القطر بسبب تزايد عدد إلكترونات المستوى الفرعي (3d) فتزداد قوى التنافر بينها فيزداد نصف القطر .

### النتائج المترتبة على نصف القطر :

- ◀ عندما يقل نصف القطر (A) : يصعب تأكسد العنصر .
- ◀ عند الثبات النسبي (تقارب) لنصف القطر (B) : تستخدم في صناعة السبائك الإستبدالية .

## استنتاج .. استخدام عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في صناعة السبائك

بسبب الثبات النسبي في أنصاف أقطارها (تقارب أنصاف الأقطار) كما أن لها نفس الشكل البلوري والخواص الكيميائية .

### ثالثا : الخواص الفلزية :

عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تعتبر فلزات نموذجية .. استنتاج؟

- ☐ جميعا فلزات صلبة تمتاز باللمعان و البريق و جيدة التوصيل الحراري و الكهربى .
- ☐ لها درجات انصهار و غليان مرتفعة .. استنتاج؟
- ☐ نتيجة للترابط القوى بين الذرات نتيجة دخول الكترونات المستويين الفرعيين 3d , 4s في هذا الترابط .
- ☐ معظمها فلزات ذات كثافة عالية .. استنتاج؟

بسبب زيادة الكتلة الذرية بالتدرج من عنصر لآخر مع بقاء الحجم الذري ثابت تقريبا حيث أن

$$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \text{الكثافة}$$

### متباينة في النشاط الكيميائي:

➤ **السكندسيوم** : شديد النشاط يحل محل هيدروجين الماء بسهولة .



➤ **الحديد** : متوسط النشاط يصدأ بعد فترة من تعرضه للهواء .

➤ **النحاس** : فلز محدود النشاط ، لا يتفاعل مع الأحماض ولكن يتفاعل مع حمض النيتريك .

### ملاحظات هامة :

\* **السكندسيوم أعلى عناصر السلسلة الأولى نشاطا والنحاس أقلهم نشاطا**

\* العامل الوحيد المؤثر في زياده الكثافه تدريجيا خلال السلسله الانتقاليه الاولى هو زياده الكتلته الذريه

\* **تزداد قوة الرابطة الفلزيه** في عناصر السلسله الانتقاليه الاولى بزياده عدد الكترونات التكافؤ (الالكترونات 4s,3d).

\* **تؤثر قوة الرابطة الفلزيه** في درجه الانصهار والغليان (ولكنها ليست العامل الوحيد المؤثر) .

الكثافة والعدد الذري	شحنة النواة الفعالة والعدد الذري	قوة الرابطة الفلزية والكترونات التكافؤ	الشكل البياني
<p>الكثافة</p> <p>العدد الذري</p>	<p>شحنة النواة الفعالة</p> <p>العدد الذري</p>	<p>الرابطة الفلزية</p> <p>إلكترونات التكافؤ</p>	

➤ (استنتج) .. استخدام عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في صناعة المبانيك  
بسبب الثبات النسبي في أنصاف أقطارها (تقارب أنصاف الأقطار) كما أن لها نفس الشكل البلوري  
والخواص الكيميائية .

### ثالثا : الخواص الفلزية :

عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تعتبر فلزات نموذجية .. استنتج؟

- ☐ جميعا فلزات صلبة تمتاز بالمعان و البريق و جيدة التوصيل الحراري و الكهربى .
- ☐ لها درجات انصهار و غليان مرتفعة .. استنتج؟
- نتيجة للترابط القوى بين الذرات نتيجة دخول الكترونات المستويين الفرعيين 3d , 4s في هذا الترابط .
- ☐ معظمها فلزات ذات كثافة عالية .. استنتج؟
- بسبب زيادة الكتلة الذرية بالتدرج من عنصر لآخر مع بقاء الحجم الذري ثابت تقريبا حيث أن

$$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \text{الكثافة}$$

### ☐ متباينة في النشاط الكيميائي :

➤ **السكانديوم** : شديد النشاط يحل محل هيدروجين الماء بسهولة .



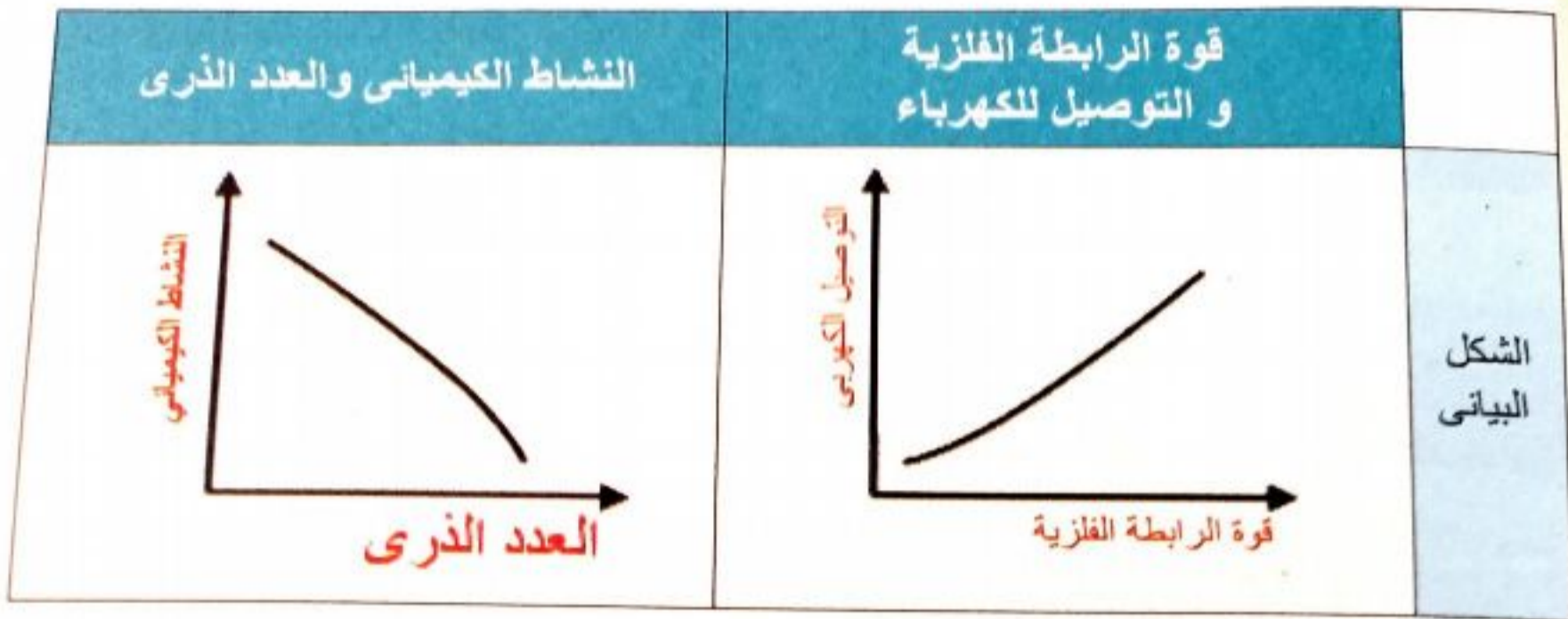
➤ **الحديد** : متوسط النشاط يصدأ بعد فترة من تعرضه للهواء .

➤ **النحاس** : فلز محدود النشاط ، لا يتفاعل مع الأحماض ولكن يتفاعل مع حمض النيتريك .

### ملاحظات هامة :

- \* **السكانديوم أعلى عناصر السلسلة الأولى نشاطا والنحاس أقلهم نشاطا**
- \* العامل الوحيد المؤثر في زياده الكثافة تدريجيا خلال السلسلة الانتقالية الاولى هو زياده كتله الذريه
- \* **تزداد قوة الرابطة الفلزية** في عناصر السلسلة الانتقالية الاولى بزياده عدد الكترونات التكافؤ (الكترونات 4s,3d).
- \* **تؤثر قوة الرابطة الفلزية** في درجه الانصهار والغليان (ولكنها ليست العامل الوحيد المؤثر) .

الكثافة والعدد الذري	شحنة النواة الفعالة والعدد الذري	قوة الرابطة الفلزية والكترونات التكافؤ	الشكل البياني
<p>الكثافة</p> <p>العدد الذري</p>	<p>شحنة النواة الفعالة</p> <p>العدد الذري</p>	<p>الرابطة الفلزية</p> <p>الكترونات التكافؤ</p>	



### جدول لإيضاح خواص العناصر الإنتقالية

العنصر	الكتلة الذرية	نصف قطر الذرة A	الكثافة g/cm <sup>3</sup>	درجة الإنصهار C°	درجة الغليان C°
21Sc	45.0	1.44	3.10	1397	3900
22Ti	47.9	1.32	4.42	1680	3130
23V	51	1.22	6.07	1710	3530
24Cr	52	1.17	7.19	1890	2480
25Mn	54.9	1.17	7.21	1247	2087
26Fe	55.9	1.16	7.87	1538	2800
27Co	58.9	1.16	8.70	1490	3520
28Ni	58.7	1.15	8.90	1492	2800
29Cu	63.5	1.17	8.92	1083	2582

### ملاحظات على قيم درجات الإنصهار والغليان ونصف القطر والكتلة الذرية والكثافة:

عنصر السكندسيوم	أعلى العناصر في نصف القطر	نصف القطر
عنصر النيكل	أقل العناصر في نصف القطر	
عنصر النحاس	أعلى العناصر في الكثافة	الكثافة
عنصر السكندسيوم	أقل العناصر في الكثافة	
عنصر السكندسيوم	أعلى العناصر في درجة الغليان	درجة الغليان
عنصر المنجنيز	أقل العناصر في درجة الغليان	
عنصر الكروم	أعلى العناصر في درجة الإنصهار	درجة الإنصهار
عنصر النحاس	أقل العناصر في درجة الإنصهار	

## رابعاً : الخواص المغناطيسية :

- كان لدراسة الخواص المغناطيسية الفضل الكبير في فهم كيمياء العناصر الانتقالية
- يوجد عدة أنواع من الخواص المغناطيسية ندرس منها نوعان هما البارامغناطيسية و الديامغناطيسية

## أولاً : الخاصية البارامغناطيسية :

هي خاصية تظهر في الجزيئات أو الذرات أو الأيونات التي تحتوي أوربيتالاتها على إلكترونات مفردة حيث تدور الإلكترونات المفردة حول محورها فينشأ مجال مغناطيسي يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي .

## الخاصية البارامغناطيسية :

هي المادة التي تنجذب نحو المجال المغناطيسي الخارجي نتيجة وجود الإلكترونات مفردة .

## المادة البارامغناطيسية :

يتناسب طردياً مع عدد الإلكترونات المفردة وبزيادة العزم تزداد الصفة البارامغناطيسية .

## العزم المغناطيسي :

## أهمية العزم المغناطيسي :

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

## تدريب محلول

احسب : العزم المغناطيسي لأيون الحديد II

يصبح التركيب  
( Ar ) , 3d<sup>6</sup>

بفقد إلكترونات 4S

توزيع ذرة الحديد 26Fe: ( Ar ) , 4S<sup>2</sup> , 3d<sup>6</sup>

تركيب المستوى d

↑↓	↑	↑	↑	↑
----	---	---	---	---

عدد الإلكترونات المفردة = 4 ← المادة بارامغناطيسية والعزم المغناطيسي لها تقريبا = 4

(استنتج) .. تتجاذب العناصر الإنتقالية وكثير من مركباتها مع المجال المغناطيسي الخارجي

بسبب وجود إلكترونات مفردة في أوربيتالاتها فتتحرك هذه الأوربيتالات منتجة مجالاً مغناطيسياً يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي

(استنتج) .. يعتبر الإلكترون المفرد مغناطيس صغير

لأنه ينشأ عن دورانه حول محوره مجال مغناطيسي يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي

(استنتج) .. يمكن تحديد التركيب الإلكتروني للفلز من عزمه المغناطيسي

لأنه من معرفة العزوم المغناطيسية يمكن تحديد عدد الإلكترونات المفردة في مستوى الطاقة الأخير ومن ثم تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز .

هي خاصية تظهر في الجزيئات أو الذرات أو الأيونات التي تكون الإلكترونات في جميع أوربيتالاتها في حالة ازدواج لأن كل إلكترونين مزدوجين يعملان في إتجاهين متضادين فيلاشى كلا منهما تأثير الآخر .

### الخاصية الديامغناطيسية :

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

### المادة الـديا مغناطيسية :

(استنتاج) .. عزم المادة الديا مغناطيسية يساوى صفر ؟

لأن كل إلكترونين مزدوجين يعملان في إتجاهين متضادين فيلاشى كلا منهما تأثير الآخر .

### تدريب محلول

احسب : العزم المغناطيسي للخارصين

توزيع ذرة الخارصين  $^{30}\text{Zn}: (\text{Ar}), 4\text{S}^2, 3\text{d}^{10}$

تركيب المستوى d

↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑
----	----	----	----	----

عدد الإلكترونات المفردة = 0 ← المادة ديا مغناطيسية والعزم المغناطيسي لها = 0

المادة الـديا مغناطيسية	المادة البارامغناطيسية											
هي المادة التي تتنافر مع المجال المغناطيسي نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها في حالة ازدواج .	هي المادة التي تنجذب نحو المجال المغناطيسي الخارجي نتيجة وجود الإلكترونات مفردة .	التعريف										
يساوى صفر	يتناسب طرديا مع عدد الإلكترونات المفردة	العزم المغناطيسي										
$^{30}\text{Zn}: (\text{Ar}), 4\text{S}^2, 3\text{d}^{10}$ <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">↓↑</td> <td style="padding: 5px;">↓↑</td> <td style="padding: 5px;">↓↑</td> <td style="padding: 5px;">↓↑</td> <td style="padding: 5px;">↓↑</td> </tr> </table> العزم المغناطيسي = 0	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	$^{26}\text{Fe}: (\text{Ar}), 4\text{S}^2, 3\text{d}^6$ <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">↓↑</td> <td style="padding: 5px;">↑</td> <td style="padding: 5px;">↑</td> <td style="padding: 5px;">↑</td> <td style="padding: 5px;">↑</td> </tr> </table> العزم المغناطيسي تقريبا = 4	↓↑	↑	↑	↑	↑	مثال
↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑								
↓↑	↑	↑	↑	↑								

### ملاحظة هامة :

العنصر الذي يملك أكبر عزم مغناطيسي هو الكروم لأنه يحتوى على 6 إلكترونات مفردة



## تدريب محلول

رتب كاتيونات المركبات الآتية تصاعديا حسب عزمها المغناطيسي :  
 $FeCl_3$  ,  $CuCl_2$  ,  $Mn_2O_3$  ,  $Cr_2O_3$  ,  $TiO_2$

المركب	توزيع الكاتيون	عدد الإلكترونات المفردة
$FeCl_3$	$Fe^{+3} : [Ar] , 3d^5$	5
$CuCl_2$	$Cu^{+2} : [Ar] , 3d^9$	1
$Mn_2O_3$	$Mn^{+3} : [Ar] , 3d^4$	4
$Cr_2O_3$	$Cr^{+3} : [Ar] , 3d^3$	3
$TiO_2$	$Ti^{+4} : [Ar] , 3d^0$	0

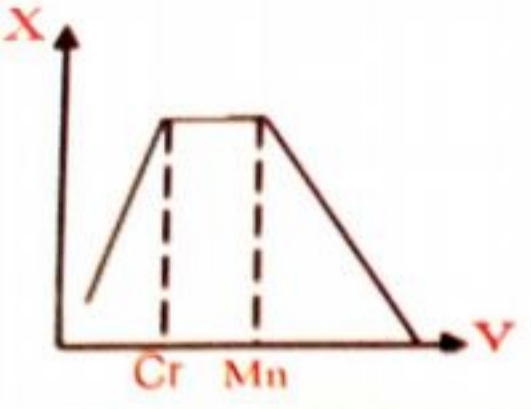
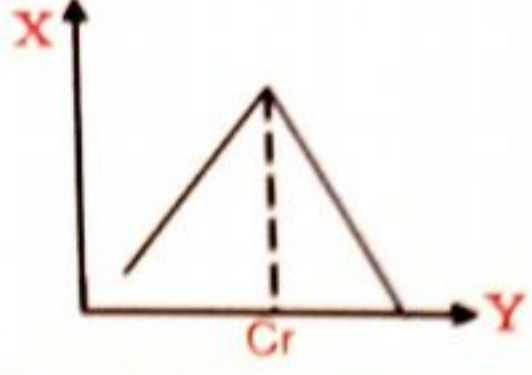
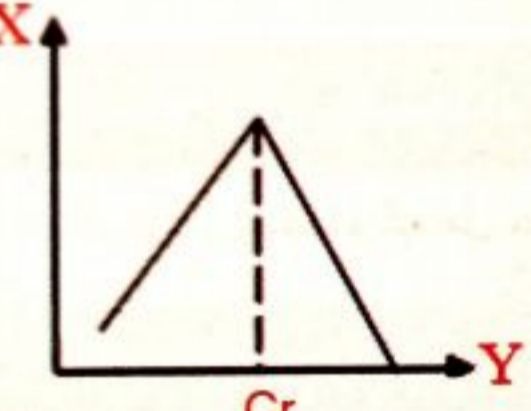
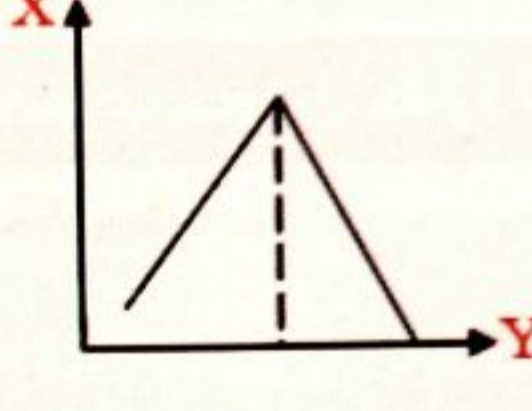
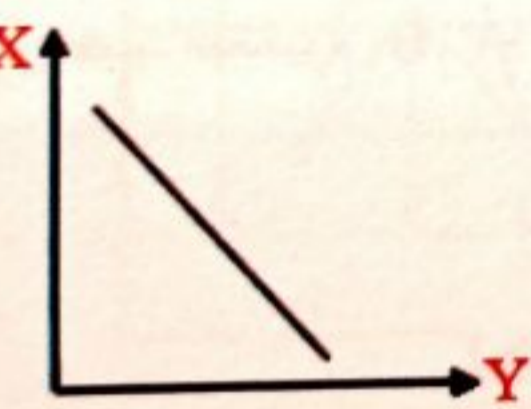
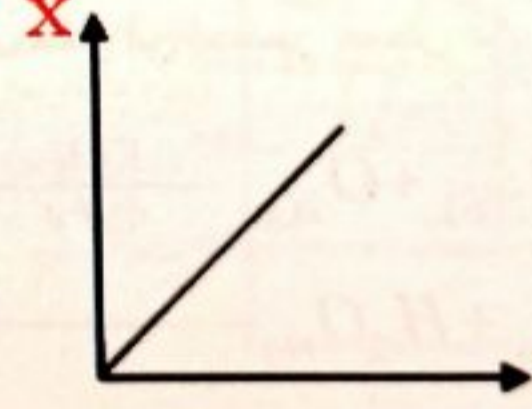
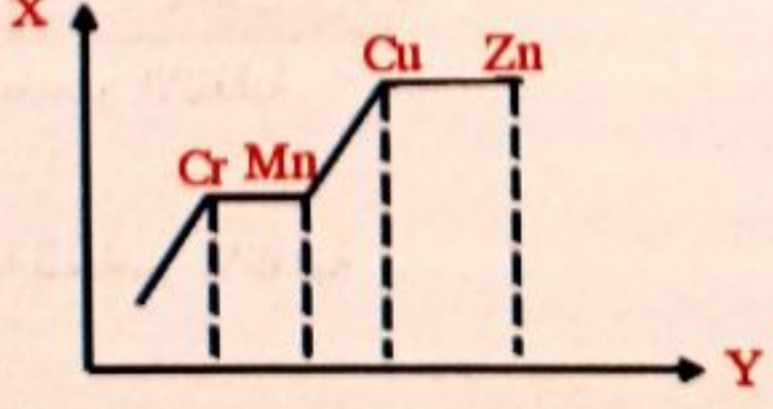
الترتيب كالاتي :  $TiO_2 \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cr_2O_3 \rightarrow Mn_2O_3 \rightarrow FeCl_3$   
 $Ti^{+4} \rightarrow Cu^{+2} \rightarrow Cr^{+3} \rightarrow Mn^{+3} \rightarrow Fe^{+3}$

\* ملاحظات مهمة على إعداد التأكسد لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى :-

العنصر الإنتقالي المحتمل	عدد الإلكترونات المفردة	الأيون
( Ni أو Ti )	يحتوي على 2 إلكترون مفرد	$X^{+2}$
( Co أو V )	يحتوي على 3 إلكترونات مفردة	$X^{+2}$
فقط Fe	يحتوي على 4 إلكترونات مفردة	$X^{+2}$
( Co أو Mn )	يحتوي على 4 إلكترونات مفردة	$X^{+3}$
فقط Fe	يحتوي على 5 إلكترونات مفردة	$X^{+3}$

(لاحظ أن) العناصر التي لها نفس عدد الإلكترونات المفردة

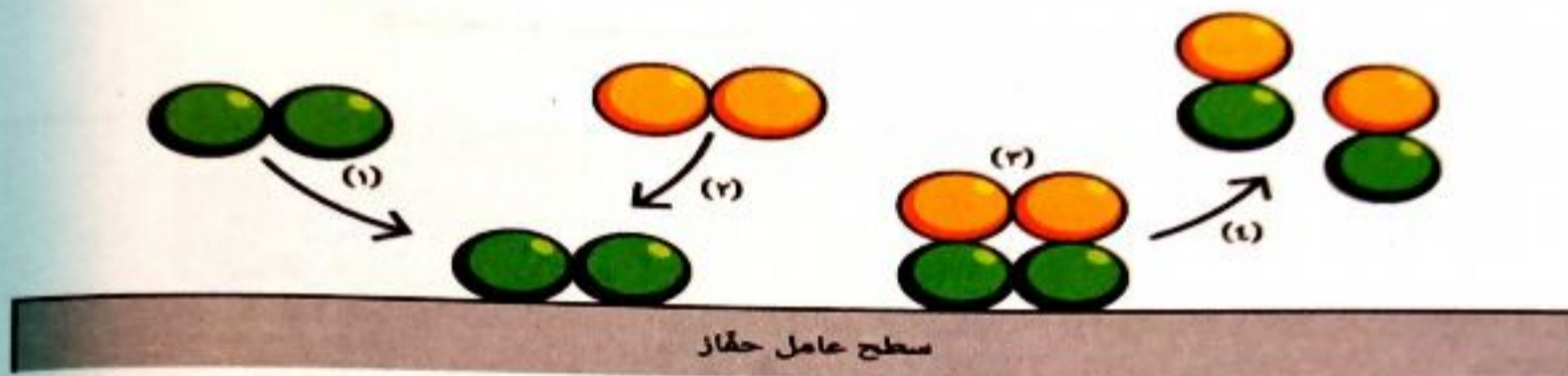
عدد الإلكترونات المفردة	العناصر الإنتقالية
يحتوي على 1 إلكترون مفرد	( Sc و Cu )
يحتوي على 2 إلكترونات مفردة	( Ni و Ti )

عدد الإلكترونات المفردة في $3d$ (X) والعدد الذري (Y)	عدد الإلكترونات المفردة (X) والعدد الذري (Y)	
		الشكل البياني
العزم المغناطيسي (X) والعدد الذري (Y)	عدد الإلكترونات المفردة في أي مستوى (X) والعدد الذري (Y)	
		الشكل البياني
العزم المغناطيسي (X) وعدد الإلكترونات المزدوجة (Y)	العزم المغناطيسي (X) وعدد الإلكترونات المفردة (Y)	
		الشكل البياني
عدد الإلكترونات في المستوى $3d$ (X) والعدد الذري (Y)		
		الشكل البياني

خامساً : النشاط الحفزي :

(استنتاج) .. الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية ٢

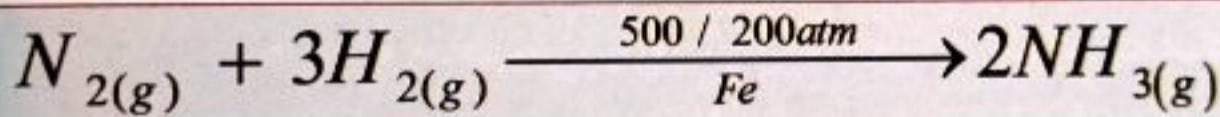
لأن إلكترونات المستويين 4s , 3d تدخل في تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة و ذرات سطح الفلز مما يؤدي إلى تركيز هذه المتفاعلات على سطح الحافز و إلى إضعاف الرابطة في الجزيئات المتفاعلة مما يقلل من طاقة التنشيط و يساعد على سرعة التفاعل .



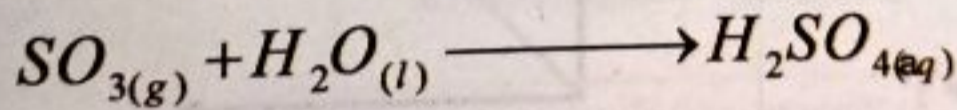
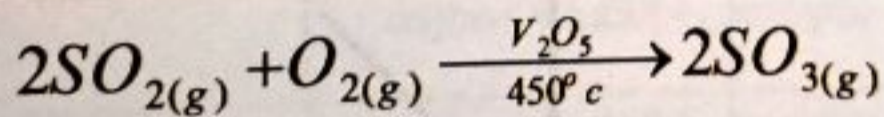
أمثلة على استخدام العناصر الانتقالية كعوامل حفازة مثالية :

النیکل المجزأ : يستخدم كعامل حفاز في هدرجة الزيوت

الحديد المجزأ : يستخدم كعامل حفاز في تحضير غاز النشادر (بطريقة هابر / بوش) ..



خامس أكسيد الفاناديوم  $V_2O_5$  : يستخدم كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس



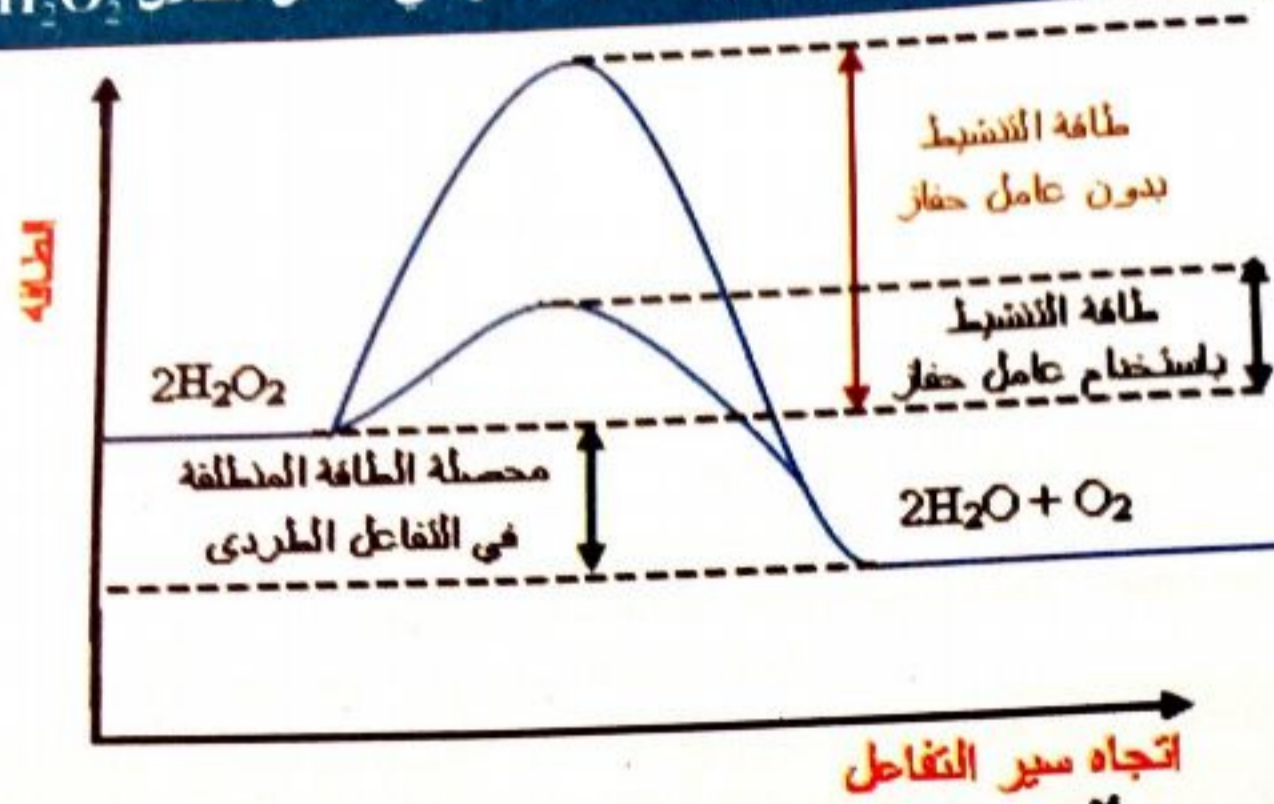
الكترونات التكافؤ تلعب دوراً هاماً في

النشاط الحفزي للعناصر الانتقالية

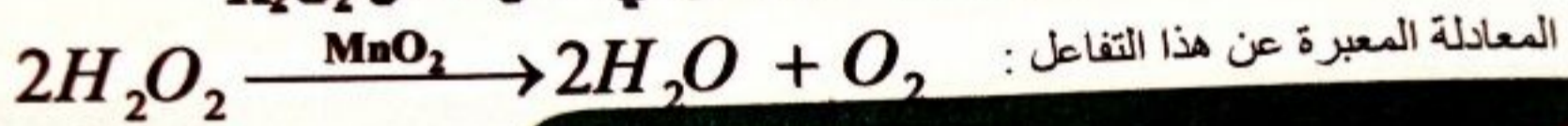
قوة الرابطة الفلزية للعناصر الانتقالية

تعدد حالات التأكسد للعناصر الانتقالية

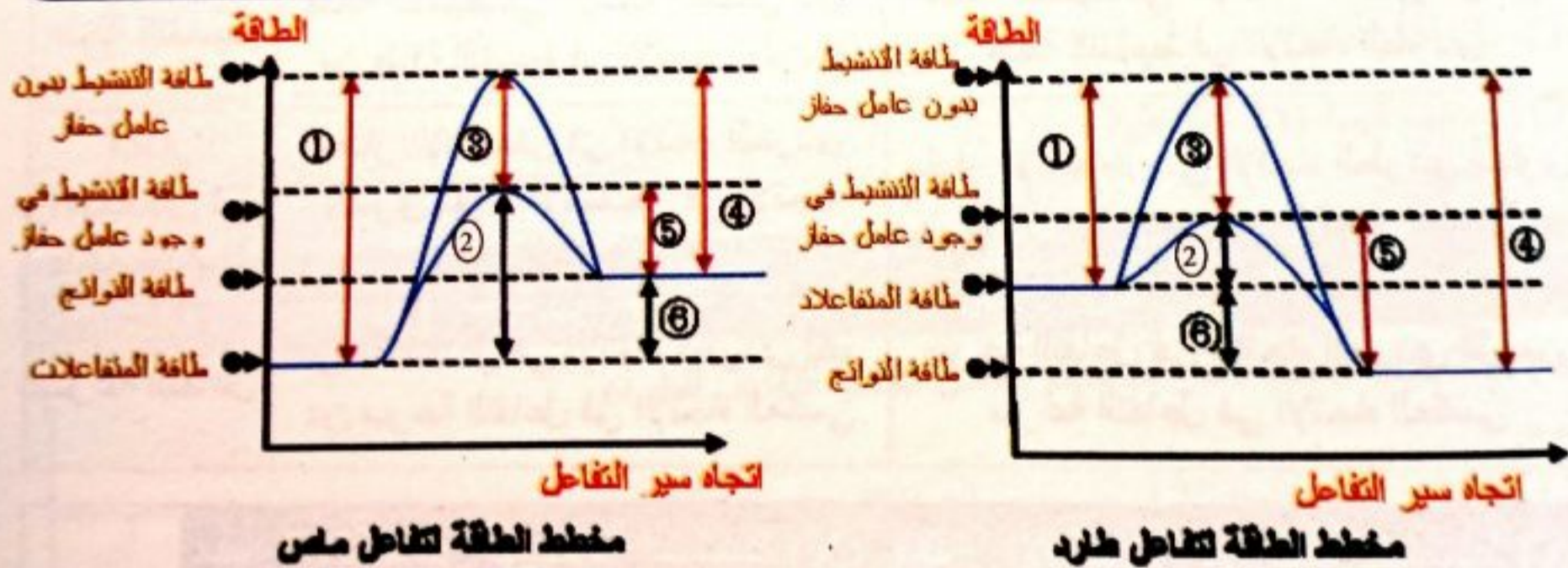
س : وضح بالرسم البياني أثر  $MnO_2$  كعامل حفز في تفاعل انحلال  $H_2O_2$



أثر  $MnO_2$  كعامل حفز في تفاعل انحلال  $H_2O_2$



الشكل التخطيطي المعبر عن طاقة التنشيط لتفاعل طارد وماص للحرارة ومدلولات الأرقام في أسئلة الرسومات :



1 < طاقة التنشيط للتفاعل الطردى في غياب العامل الحفاز.

2 < طاقة التنشيط للتفاعل الطردى في وجود العامل الحفاز.

3 < مقدار الانخفاض في طاقة التنشيط نتيجة استخدام العامل الحفاز.

4 < طاقة التنشيط للتفاعل العكسي في غياب العامل الحفاز.

5 < طاقة التنشيط للتفاعل العكسي في وجود العامل الحفاز.

6 < مقدار التغير في المحتوى الحراري  $(\Delta H)$ .

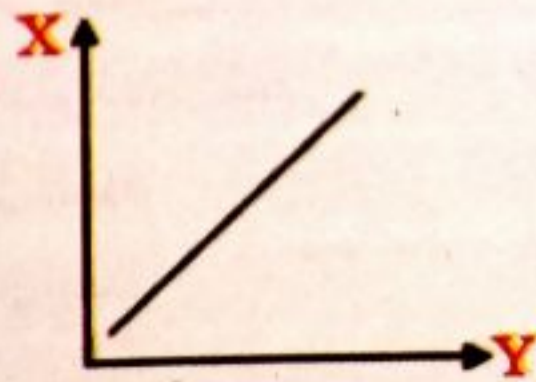
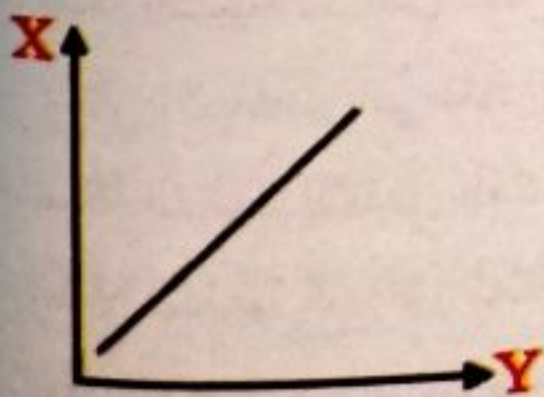
## القوانين المستخدمة

1. طاقة التنشيط للتفاعل الطردى في غياب العامل الحفاز = طاقة الجزيئات المنشطة في غياب العامل الحفاز - طاقة المتفاعلات
2. طاقة التنشيط للتفاعل الطردى في وجود العامل الحفاز = طاقة الجزيئات المنشطة في وجود العامل الحفاز - طاقة المتفاعلات
3. مقدار الانخفاض في طاقة التنشيط نتيجة استخدام العامل الحفاز = طاقة التنشيط في غياب العامل الحفاز - طاقة الجزيئات المنشطة في وجود العامل الحفاز
4. طاقة التنشيط للتفاعل العكسي في غياب العامل الحفاز = طاقة الجزيئات المنشطة في غياب العامل الحفاز - طاقة النواتج
5. طاقة التنشيط للتفاعل العكسي في وجود العامل الحفاز = طاقة الجزيئات المنشطة في وجود العامل الحفاز - طاقة النواتج
6. التغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$  ( عندما تكون  $\Delta H$  موجبة يكون التفاعل ماص ولو سالبة يكون طردى  $\Delta H$  ( لأي تفاعل ) = طاقة النواتج - طاقة المتفاعلات

## جدول يوضح المقارنة بين التفاعل الطارد والماص للحرارة :

التفاعل الماص للحرارة	التفاعل الطارد للحرارة	
طاقة التنشيط في الإتجاه العكسي أقل من طاقة التنشيط في الإتجاه الطردى	طاقة التنشيط في الإتجاه العكسي أكبر من طاقة التنشيط في الإتجاه الطردى	طاقة التنشيط
مقدار الإنخفاض في الإتجاه الطردى يساوى مقدار الإنخفاض في الإتجاه العكسي	مقدار الإنخفاض في الإتجاه الطردى يساوى مقدار الإنخفاض في الإتجاه العكسي	مقدار الإنخفاض في طاقة التنشيط
سرعة التفاعل في الإتجاه الطردى أقل من سرعة التفاعل في الإتجاه العكسي	سرعة التفاعل في الإتجاه الطردى أكبر من سرعة التفاعل في الإتجاه العكسي	سرعة التفاعل

مقدار الإنخفاض في طاقة التنشيط (X) وسرعة التفاعل (Y)  
مقدار الإنخفاض في طاقة التنشيط (X) وكفاءة العامل الحفاز (Y)



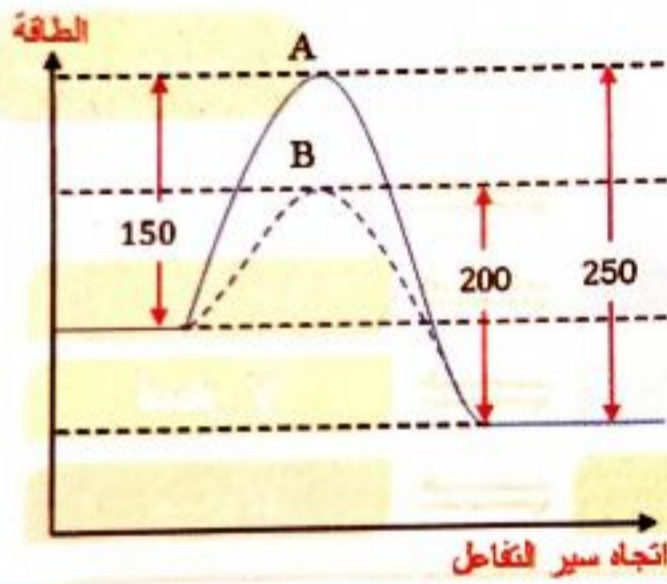
الشكل  
البياني

أهمية العامل الحفاز :

- ◊ انه يغير من سرعه التفاعل ولكنه لا يؤثر علي بدء او ايقاف التفاعل .
- ◊ لا يحدث له اي تغيير كيميائي او نقص في الكتله قبل وبعد التفاعل .
- ◊ يرتبط اثناء التفاعل بالمواد المتفاعله ثم يفصل عنها بسرعه لتكوين النواتج في نهايه التفاعل .
- ◊ يقلل من الطاقه اللازمه للتفاعل (طاقة التنشيط) ولا يؤثر على طاقة المتفاعلات أو النواتج ولا يؤثر على طاقة التفاعل ( $\Delta H$ ) .
- ◊ غالبا ما تكفي كميته صغيره من العوامل الحفاز لاتمام التفاعل .

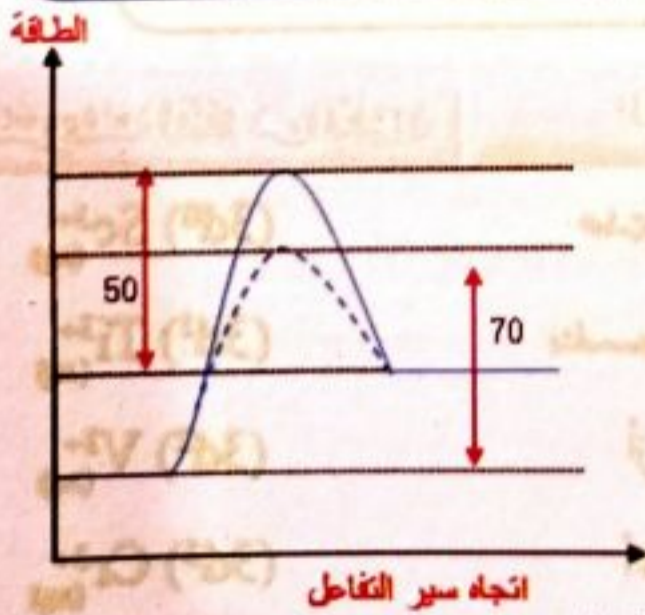
لحفاز

إذا علمت أن المخطط التالي يوضح طاقة التنشيط قبل وبعد استخدام عنصر انتقالي كعامل حفاز أجب عن الآتي:



- ما قيمة طاقة تنشيط التفاعل بدون استخدام العامل الحفاز؟
- ما قيمة طاقة تنشيط التفاعل بعد استخدام العامل الحفاز؟
- هل هذا التفاعل ماص أم طارد للحرارة ولماذا؟
- احسب قيمة  $\Delta H$  للتفاعل؟

ادرس الشكل البياني التالي ثم أجب إذا علمت أن قيمة  $\Delta H = 50 \text{ KJ}$ :



- أولا : قيمة طاقة التنشيط قبل استخدام العامل الحفاز للتفاعل الطردى تساوى .....
- 100 (أ) 120 (ب) 90 (ج) 50 (د)
- ثانيا : قيمة طاقة التنشيط قبل استخدام العامل الحفاز للتفاعل العكسى تساوى .....
- 100 (أ) 120 (ب) 90 (ج) 50 (د)
- ثالثا : قيمة طاقة التنشيط بعد استخدام العامل الحفاز للتفاعل الطردى تساوى .....
- 100 (أ) 70 (ب) 50 (ج) 20 (د)
- رابعا : قيمة طاقة التنشيط بعد استخدام العامل الحفاز للتفاعل العكسى تساوى .....
- 100 (أ) 70 (ب) 50 (ج) 20 (د)
- خامسا : قيمة الإنخفاض في طاقة التنشيط للتفاعل الطردى تساوى .....
- 100 (أ) 70 (ب) 30 (ج) 20 (د)

## سادسا : الأيونات الملونة

معظم مركبات العناصر الإنتقالية و محاليلها المائية ملونة

### العلاقة بين ألوان أيونات العناصر الإنتقالية و تركيبها الإلكتروني :

- تكون الأيونات ملونة عندما يكون المستوي الفرعي d مملوء جزئياً بالالكترونات ( 1 - 9 )
- تكون الأيونات غير ملونة عندما تكون أوربيتالات d ممتلئة تماماً  $d^{10}$  او فارغة  $d^0$ .

### تفسير اللون في المواد

- عند سقوط الضوء الأبيض ( المكون من ألوان الطيف السبعة ) على ذرات بعض العناصر الإنتقالية . تمتص منة بعض فوتونات الضوء المرئي من اللون الممتص وتظهر باللون المتمم .
- إذا امتصت المادة جميع ألوان الضوء المرئي ( أبيض ) تظهر للعين باللون الأسود .
- إذا عكست المادة جميع الألوان الساقطة عليها ولم تمتص أيا منها تظهر للعين باللون الأبيض .

هو اللون الذي لا تمتصه المادة وتعكسه على العين مسببا لونها .  
هو محصلة الألوان المنعكسة من المادة للعين مسببة لونها .

### اللون المتمم



اللون المتمم	اللون الممتص
أزرق B	برتقالي O
بنفسجي V	أصفر Y
أخضر G	أحمر R

**ملاحظة :** عندما يتحد اللون مع اللون المتمم له تظهر المادة باللون الأبيض .

اللون	عدد الكترونات (3d) في الأيون	اللون	عدد الكترونات (3d) في الأيون
أصفر	$(3d^5) Fe^{2+}_{(26)}$	عدم اللون	$(3d^0) Sc^{3+}_{(21)}$
أخضر	$(3d^6) Fe^{2+}_{(26)}$	بنفسجي محمر	$(3d^1) Ti^{2+}_{(22)}$
أحمر	$(3d^7) Co^{2+}_{(27)}$	أزرق	$(3d^2) V^{2+}_{(23)}$
أخضر	$(3d^8) Ni^{2+}_{(28)}$	أخضر	$(3d^3) Cr^{2+}_{(24)}$
أزرق	$(3d^9) Cu^{2+}_{(29)}$	بنفسجي	$(3d^4) Mn^{2+}_{(25)}$
عدم اللون	$(3d^{10}) Zn^{2+}_{(30)} Cu^{+}_{(29)}$	أحمر (وردي)	$(3d^5) Mn^{2+}_{(26)}$

## العلاقة بين التركيب الأيوني وكون مركباته ملونة أم لا

المادة الملونة	المادة غير الملونة
<ul style="list-style-type: none"> <li>◀ تحتوي على إلكترونات مفردة بالمستوى الفرعي d</li> <li>◀ امتلاء جزئي (1:9e).</li> <li>◀ تمتص المادة بعض الفوتونات من الضوء المرئي وتعكس اللون المتمم (لون المادة).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◀ لا تحتوي على إلكترونات مفردة بالمستوى الفرعي d وذلك عندما يكون:</li> <li>◀ المستوى d ممتلئ مثل: <math>Cu^+</math>, <math>Zn^{+2}</math></li> <li>◀ المستوى d فارغاً مثل <math>Sc^{+3}</math></li> </ul>

◀ (استنتج) .. معظم أيونات العناصر غير الانتقالية غير ملونه ؟

لأن أوربيبتالات المستوى الفرعي (d) تكون فارغه ( $d^0$ ) أو تامة الإمتلاء كما أن طاقه الضوء المرني غير كافيه لإثارة الإلكترونات المفردة

◀ (استنتج) .. معظم مركبات العناصر الإنتقالية ملونه ولكن بعض مركباتها عديمه اللون ؟؟

بسبب الامتلاء الجزئي (1:9e) لأوربيبتالات المستوي الفرعي (d) أي وجود إلكترونات مفردة في اوروبيبتالات المستوى الفرعي (d) بينما بعضها عديمه اللون لأن أوربيبتالات المستوى الفرعي (d) قد تكون فارغه أو تامة الإمتلاء

◀ (استنتج) .. أيون الكرم  $Cr^{+3}$  ملون ؟؟

بسبب وجود ثلاث إلكترونات مفردة في المستوى الفرعي (3d)

◀ (استنتج) .. أيونات ( $Sc^{+3}$ ,  $Ti^{+4}$ ,  $Cu^+$ ,  $Zn^{+2}$ ) غير ملونه ؟؟

لأن أوربيبتالات المستوى الفرعي (d) تكون فارغه ( $d^0$ ) كما في  $Sc^{+3}$ ,  $Ti^{+4}$  أو تامة الامتلاء ( $d^{10}$ ) كما في  $Cu^+$ ,  $Zn^{+2}$  حيث يرجع اللون في أيونات العناصر الإنتقالية إلي الإمتلاء الجزئي (1:9e) لأوربيبتالات المستوى الفرعي (d)

◀ (استنتج) .. تري مركبات الكروم III باللون الأخضر ؟

لأن طاقة الضوء الأحمر تكفي لإثارة الإلكترونات فتمتص اللون الأحمر وتترك اللون المتمم وهو اللون الأخضر .

◀ (استنتج) .. بلورات كبريتات النحاس (II) زرقاء اللون ؟

لأنها تمتص اللون البرتقالي من الضوء المرني فتظهر باللون المتمم له وهو الأزرق

### ملاحظات هامة

◀ جميع مركبات السكندنيوم والخاصين دايا وغير ملونة

◀ جميع مركبات عناصر المجموعة الثامنة بارا وملونة

◀ المركبات  $V_2O_5$  -  $K_2Cr_2O_7$  -  $KMnO_4$  دايا وملونة على الرغم انها لا تحتوي على إلكترونات مفردة



## الحديد

- ترتيبه الرابع بين العناصر المعروفة في القشرة الأرضية بعد الأكسجين و السيليكون و الألومنيوم .
- يكون 5.1% من وزن القشرة الأرضية و تزداد كميته تدريجيا كلما اقتربنا من باطن الأرض
- لا يوجد بشكل حر إلا في النيازك (90%) .

### أكثر العناصر إنتشارا في القشرة الأرضية :

العنصر	الأكسجين	السيليكون	الألومنيوم	الحديد
نوع العنصر	لا فلز	شبه فلز	فلز	فلز
نسبة الإنتشار	49.5%	25.7%	7.5%	5.1%

- ✓ عناصر السلسلة الأولى هو : الأول
- ✓ عناصر الجدول الدوري هو : الرابع
- ✓ عناصر الفلزات هو : الثاني

خلي بالك : من ترتيب الحديد من حيث الانتشار:

### جدول يوضح أهم خامات الحديد التي تستخدم في صناعة الحديد

الخواص	نسبة الأكسجين	نسبة الحديد في الخام		الصيغة الكيميائية	الإسم الكيميائي	الإسم الشائع
		أدنى	أعلى			
لونه احمر سهل الإختزال	30%	50%	60%	$Fe_2O_3$	أكسيد حديد III	الهيماتيت
لونه أصفر مخطط بالأحمر	38.5%	20%	60%	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	أكسيد حديد III متهدرت	الليمونيت
لونه أسود سهل الإختزال	27.5%	45%	70%	$Fe_3O_4$	أكسيد حديد مغناطيسي	المجنيت
لونه رمادي مصفر	41.4%	30%	42%	$FeCO_3$	كربونات حديد II	السدرت

## ملاحظات على الجدول السابق :

- ★ يزداد الليمونيت عن الهيماتيت بمقدار ماء التهدرت .
- ★ المجنثيت عباره عن أكسيد مختلط من  $FeO$  و  $Fe_2O_3$  وينجذب بسرعة للمغناطيس .

## العوامل التي تتوقف عليها صلاحية الخام لاستخلاص الحديد منه علي (معايير إستخلاص الحديد)

- ◀ نسبة الحديد في الخام .
- ◀ تركيب الشوائب المصاحبه له .
- ◀ العناصر الضارة المختلطة معه مثل الكبريت و الفوسفور و الزرنيخ و غيرها .

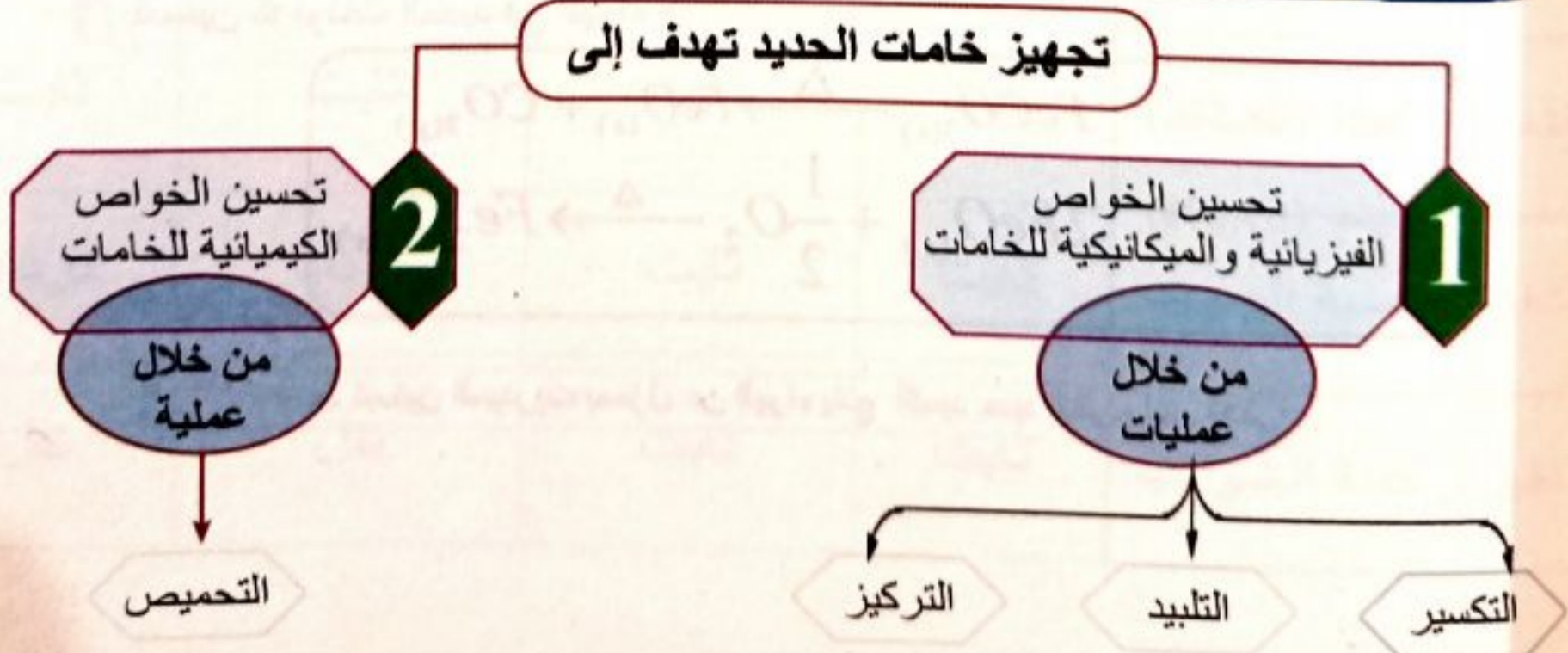
## خطوات إستخلاص الحديد من خاماته

هي عملية الحصول على الحديد من خاماته في صورة يسهل إستخدامها عمليا .

## إستخلاص الحديد من خاماته ( التعدين ) :



## أولاً: تجهيز الخام



## 1 تحسين الخواص الفيزيائية

عملية الهدف منها تحويل حجوم الخام الكبيرة الي حجوم صغيرة مناسبة لعملية الاختزال

### عمليات التكسير

عملية الغرض منها تحويل الحبوب الصغيرة الناعمة الي حجوم كبيرة مناسبة لعملية الاختزال

### عمليات التليد

(استنتاج) .. لابد أن تجرى عملية التكسير قبل عملية التليد ؟

حيث ينتج عن عملية التكسير و عملية تنظيف الأفران جزيئات صغيرة غير مناسبة لعملية الإختزال فلا بد من جمعها عن طريق عملية التليد لجزيئات مناسبة لعملية الإختزال.

عملية الغرض منها زيادة نسبة الحديد و ذلك بفصل الشوائب او المواد غير المرغوب فيها عن طريق : التوتر السطحي أو الفصل المغناطيسي أو الفصل الكهربى

### عمليات التركيز

## 2 تحسين الخواص الكيميائية

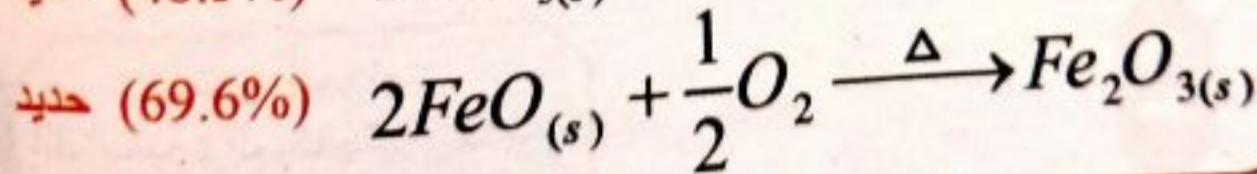
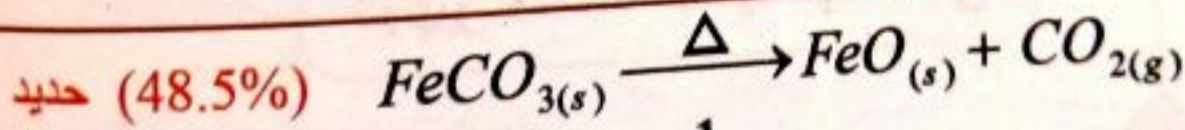
هي تسخين الخام وبشدة في الهواء الجوى وذلك للتخلص من الرطوبة وزيادة نسبة الحديد في الخام وأكسدة بعض الشوائب ( تقل نسبة الشوائب بمرور الزمن ) .

### عملية التحميص

### أهمية عملية التحميص :

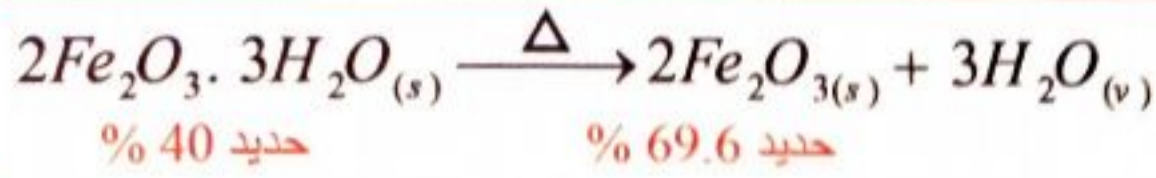
أ- تجفيف الخام و التخلص من الرطوبة و رفع نسبة الحديد في الخام :

تسخين كربونات الحديد في الهواء :

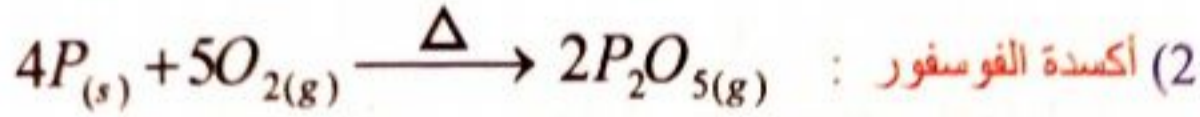
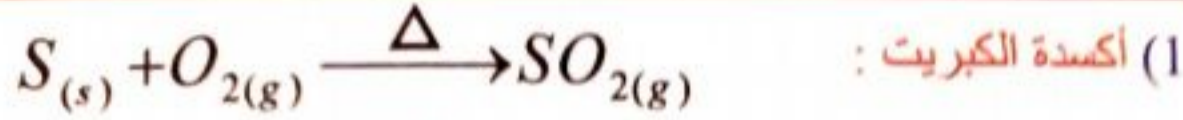


لاحظ أن: عند تسخين السبيريت بمعزل عن الهواء ينتج أكسيد حديد ثنائى وليس ثلاثى

تسخين الليمونيت : ( أثر الحرارة على الليمونيت )



بـ أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت والفسفور :



جدول لتلخيص العمليات الفيزيائية والكيميائية والنواتج المترتبة عليها

التحميص	التركيز	التلبيد	التكسير	نوع التغير
تغير كيميائي	تغير فيزيائي	تغير فيزيائي	تغير فيزيائي	
تقل	تقل	ثابت	ثابت	التغير في كتلة الخام
يقل	يقل	يزداد	يقل	التغير في حجم الخام
ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	التغير في كتلة الحديد
تزداد	تزداد	ثابت	ثابت	التغير في نسبة الحديد
تقل	تقل	ثابت	ثابت	التغير في كتلة الشوائب

## ثانياً: إختزال خامات الحديد

إختزال الخامات هي عملية إختزال أكاسيد الحديد إلى الحديد باستخدام عامل مختزل مناسب وذلك بإحدى طريقتين تبعا للعامل المختزل المستخدم :

### أولا : الفرن العالى



### الفرن العالى ( يحتوى على فتحات جانبية )

أول أكسيد الكربون	العامل المختزل
فحم الكوك	مصدر العامل المختزل
$C_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)}$ $CO_{2(g)} + C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{(g)}$	معادلات الحصول على العامل المختزل
$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \xrightarrow{> 700^\circ c} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$	معادلة إختزال خام أكسيد الحديد الثلاثى

### ثانيا : فرن مدركس



## فرن مدركس ( يحتوى على دورة غازية مغلقة )

العامل المختزل	<b>الغاز المائى :</b> وهو خليط من اول أكسيد الكربون والهيدروجين
مصدر العامل المختزل	الغاز الطبيعى الذى يحتوى على 93% من غاز الميثان
معادلات الحصول على العامل المختزل	$2CH_4(g) + CO_2(g) + H_2O(v) \rightarrow 3CO(g) + 5H_2(g)$
معادلة إختزال خام أكسيد الحديد الثلاثى	$2Fe_2O_3(s) + 3CO(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{> 700^\circ c} 4Fe(s) + 3CO_2(g) + 3H_2O(v)$

### لاحظ أن :

- \* يحتوى الفرن العالى على فتحات لإدخال الأوكسجين وفتحات لنزع الحديد الناتج .
- \* عند الإختزال في الأفران فإن عدد تأكسد الحديد يقل بمرور الزمن

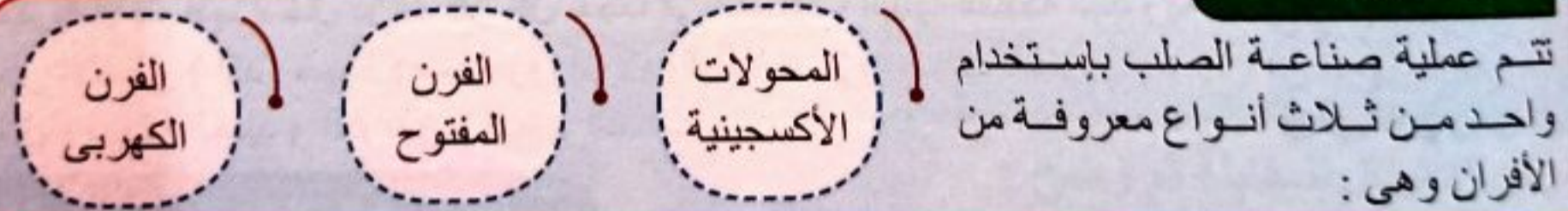
## ثالثاً: إنتاج الحديد الصلب

بعد عملية إختزال خامات الحديد في الفرن العالى وفرن مدركس تأتى المرحلة الثالثة وهى إنتاج الأنواع المختلفة من الحديد مثل : الحديد الزهر والحديد الصلب .

### تعتمد صناعة الصلب على عمليتين أساسيتين هما :

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

### لاحظ أن :



### لاحظ أن :

المحول الأوكسجيني ينتج أعلى نسبة من الحديد النقى .

## السبائك

هى ما يتكون فلزين أو أكثر مثل ( الحديد و الكروم ) أو (الحديد و المنجنيز ) أو (الحديد و الفانديوم ) أو ( الحديد و النيكل ) و يمكن أن تتكون من فلز و عناصر لا فلزية مثل الكربون .

### السبيكة:

## طريقة الترسيب الكهربى

بالترسيب الكهربى لفلزين أو أكثر في نفس الوقت

تغطية المقابض الحديدية بالنحاس الأصفر (نحاس + خارصين) و ذلك بترسيبه كهربيا على هذه المقابض من محلول يحتوي على أيونات النحاس و الخارصين

## طريقة الصهر

حيث يصهر كل فلز على حدة ثم تخلط الفلزات مع بعضها ثم توضع في قالب وتترك لتبرد

- ◀ الحديد و الكروم - الحديد و المنجنيز
- ◀ الحديد و الفانديوم - الحديد و النيكل

## أنواع السبائك :

- ☐ يتكون اى فلز نقى من شبكة بلورية من ذرات الفلز مرصوفة رصا محكما بينها مسافات بينية
- ☐ عند الطرق عليها يمكن أن تتحرك طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى .
- ☐ تأثر بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل قابلية الطرق و السحب ودرجه الانصهار والتوصيل الكهربى و الخواص المغناطيسية.



1 بينية

2 إستبدالية

3 بينفلزية

## أولاً: السبائك البينية

**التعريف:** يتم فيها إدخال ذرات فلز أقل حجما في المسافات البينية للشبكة البلورية للفلز الاصلى ( أكبر حجما ) مما يعوق إنزلاق الطبقات فتزيد صلابة الفلز.  
**مثال:** سبيكة الحديد و الكربون ( الحديد الصلب ) .

## ثانياً: السبائك الإستبدالية

**التعريف:** يتم فيها إستبدال بعض ذرات الفلز الاصلى بذرات فلز آخر .  
**مميزات العناصر المكونة لها ( شروطها ) :**

- لهما نفس القطر .
- لهما نفس الشكل البلورى .
- لهما نفس الخواص الكيميائية .

- أمثلة :**
- ◀ سبيكة ( الحديد و الكروم ) في الصلب الذي لا يصدأ .
  - ◀ سبيكة ( الحديد و النيكل ) .
  - ◀ سبيكة ( الذهب و النحاس ) .



(استنتج) .. سبيكة الذهب والنحاس سبيكة إستبدالية ؟

- لهما نفس القطر .
- لهما نفس الشكل البلوري .
- لهما نفس الخواص الكيميائية .

### ثالثاً: السبائك البينفلزية

**التعريف:** هي سبائك تتكون نتيجة اتحاد العناصر المكونة للسبيكة اتحاد كيميائي فتتكون مركبات كيميائية لا تخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ .

**مميزات العناصر المكونة لها ( شروطها ) :**

- مركبات صلبة
- لا تخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ
- تتكون من فلزات لا تقع في مجموعة واحدة في الجدول الدوري .

- أمثلة :**
- سبيكة ( الألومنيوم - النيكل ) و ( الألومنيوم - النحاس ) و المعروفتان باسم الديور الومين .
  - سبيكة ( الرصاص - الذهب )  $Au_2Pb$
  - سبيكة السيمنتيت  $Fe_3C$  .

### كيف يمكن تحديد نوع السبيكة

#### السبيكة البينفلزية

أن يكون هناك اتحاد كيميائي بين العناصر

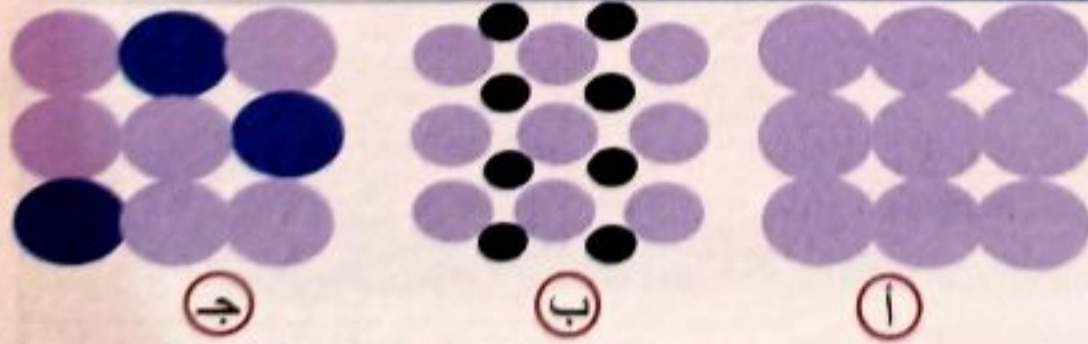
#### السبيكة الإستبدالية

أن يكون هناك تقارب في نصف القطر

#### السبيكة البينية

أن يكون هناك اختلاف ملحوظ في نصف القطر

### Open book



أدرس الأشكال المقابلة ثم وضح :

1. أيهما يعبر عن سبيكة بينية
2. أيهما يعبر عن سبيكة إستبدالية
3. أيهما يعبر عن فلز نقي

- ◆ الشكل (أ) يعبر عن شبكة فلز نقي لأنه عبارة عن ذرات نفس العنصر .
- ◆ الشكل (ب) يعبر عن سبيكة بينية لإختلاف العناصر المكونة للسبيكة في الحجم الذري .
- ◆ الشكل (ج) يعبر عن سبيكة إستبدالية لتشابه العناصر المكونة للسبيكة في الحجم الذري .



كيف تمييز بين سبكتين للحديد مع الكربون إحداهما بينية والأخرى بينفلزية؟

السبيكة البينفلزية	السبيكة البينية	طريقة التمييز
تذوب السبيكة بأكملها	يذوب الحديد ويتكون راسب أسود من الكربون	بإضافة حمض مخفف مثل : حمض الكبريتيك المخفف إلى كلا منهما

كيف تحصل على نحاس من سبيكة حديد ونحاس؟

بإضافة حمض مخفف مثل ( حمض الكبريتيك المخفف ) حيث يذوب الحديد ويطرسب النحاس .

كيف تحصل على حديد من سبيكة حديد ونحاس؟

بإضافة حمض النيتريك المركز حيث يذوب النحاس ويطرسب الحديد .

### ملاحظات على السبائك :

- الطريقة الشائعة لتحضير السبائك هي الصهر .
- عند صناعة السبيكة فإنه تزداد الصلابة وتقل المرونة ويصعب إنزلاق الطبقات .
- الفلز النقي يكون أكثر قابلية للطرق من السبيكة .
- السبيكة البينية والإستبدالية تتكون عن طريق الخلط أما البينفلزية عن طريق إتحاد كيميائي (تفاعل)

### الجدول التالي يوضح السبائك المختلفة وأنواعها :

الإستخدام	نوع السبيكة	مكونات السبيكة
-----	بينية	الحديد والكربون (الحديد الصلب )
طائرات الميج المقاتلة		ألومنيوم - سكانديوم
الطائرات والمركبات الفضائية		ألومنيوم - تيتانيوم
زبركات السيارات والتروس		الفانديوم - الصلب ( Fe , V , C )
عبوات الكانز		ألومنيوم - منجنيز
ميداليات المركز الثالث		النحاس - القصدير
أدوات المائدة والجراحة	إستبدالية	الحديد - الكروم ( الصلب الذي لا يصدأ )
أدوات المائدة والجراحة		الحديد - النيكل
أدوات المائدة والجراحة		الذهب - النحاس
أدوات المائدة والجراحة		الحديد - المنجنيز
خطوط السكك الحديدية		النيكل - الصلب
أواني حفظ الأحماض		النيكل - كروم
ملفات التسخين في الأفران		النحاس - الأصفر
تغطية المقابض الحديدية	بينفلزية	الرصاص - الذهب ( Au <sub>2</sub> Pb )
-----		الألومنيوم - النيكل ( الديور ألومنيوم )
-----		الألومنيوم - النحاس ( الديور ألومنيوم )
-----		الحديد - الكربون (السمنتيت )

## أنواع السبائك الموجودة في المنهج

### سبائك الحديد

خلى بالك : لو عندنا سبيكة ( A - B ) ونريد أن نحصل على :  
 على العنصر ( A ) : نقوم بإضافة حمض يتفاعل مع ( B ) ولا يتفاعل مع ( A )  
 على العنصر ( B ) : نقوم بإضافة حمض يتفاعل مع ( A ) ولا يتفاعل مع ( B )

- ▶ الحديد - التيتال
- ▶ الحديد - الكربون
- ▶ سبيكة بينية (الحديد والمصلي)
- ▶ الحديد - الكربون
- ▶ سبيكة بنقلية (سمنتيت)
- ▶ الحديد - الكروم
- ▶ الصلب الذي لا يصدأ
- ▶ الحديد - المنجنيز
- ▶ صناعة خطوط السكك الحديدية

### سبائك الألومنيوم

- ▶ تيتانيوم - ألومنيوم
- ▶ الطائرات والمركبات الفضائية
- ▶ منجنيز - ألومنيوم (عبوات المياه الغازية)
- ▶ سكتانيوم - ألومنيوم
- ▶ طائرات الميغ المقاتلة
- ▶ الألومنيوم - التيتال

### سبائك الذهب

- ▶ الرصاص - الذهب (Au<sub>2</sub>Pb)
- ▶ بينقلية

### سبائك النحاس

- ▶ نحاس - قصدير
- ▶ سبيكة البرونز (صناعة العملات المعدنية)
- ▶ النحاس - الخارصين سبيكة النحاس الأصفر (تغطية المقابض الحديدية)

### سبائك النيكل

- ▶ النيكل - كروم
- ▶ في صناعة ملفات التسخين مثل المدفأة الكوارة

## خواص الحديد

### أولاً: الخواص الفيزيائية

تعتمد الخواص الفيزيائية للحديد على نقائه و طبيعة الشوائب به ، ويمكن إنتاج عدد هائل من انواع الصلب و سبائك الحديد لها صفات عديدة تجعلها صالحة لإستخدامات كثيرة .

و فيما يلي أهم الخواص الحديد النقي :

- الحديد النقي ليس له أي أهمية صناعية علل ؟ فهو لين نسبياً و ليس شديد الصلابة .
- قابل للسحب و الطرق لذلك يسهل تشكيله .
- له خواص مغناطيسية .
- ينصهر عند درجة  $1538^{\circ}\text{C}$  وكثافته  $7.87\text{g/cm}^3$  .

استنتاج ... ينصهر الحديد عند درجة حرارة  $1538^{\circ}\text{C}$

نتيجة للترابط القوى بين الذرات نتيجة دخول الكترونات المستويين الفرعيين 3d , 4s في هذا الترابط

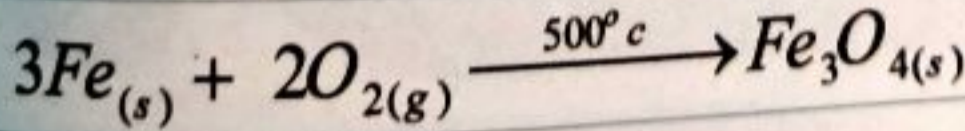
### أولاً: الخواص الكيميائية

- بخلاف العناصر التي قبله في السلسلة الانتقالية الأولى لا يعطى الحديد حالة تأكسد تدل على خروج جميع الكترونات المستويين الفرعيين ( 4s , 3d ) و هي ثمانى الكترونات .
- جميع حالات التأكسد الأعلى من (3) ليست ذات أهمية .
- له حالة تأكسد (+2) تقابل خروج الكتروني المستوى الفرعي 4s .
- حالة التأكسد (+3) تقابل 3d نصف ممتلئة ( حالة ثابت ) .

## أهم تفاعلات الحديد

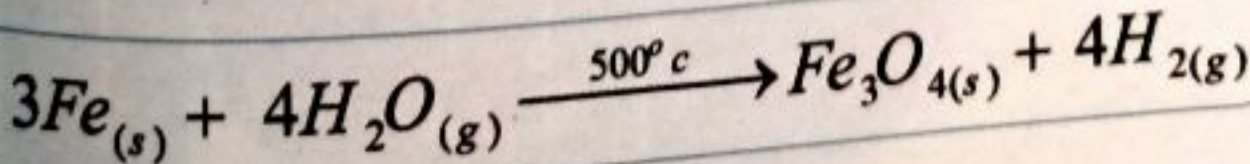
### 1 تأثير الهواء أو الأوكسجين (أكسدة الحديد)

يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الإحمرار مع الهواء أو الأوكسجين ويتكون أكسيد حديد مغناطيسي



### 2 أثر بخار الماء

يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الإحمرار مع بخار الماء عند درجة حرارة  $500^{\circ}\text{C}$  ويتكون أكسيد حديد مغناطيسي ويتصاعد غاز الهيدروجين .



### 3 مع اللافلزات

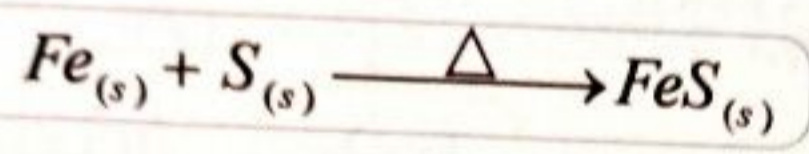
#### أولاً مع الكلور

يتكون كلوريد الحديد الثلاثي ولا يتكون كلوريد الحديد الثنائي .. استنتج ؟  
لأن الكلور عامل مؤكسد قوي يؤكسد أيون الحديد الثنائي إلى الثلاثي



#### ثانياً مع الكبريت

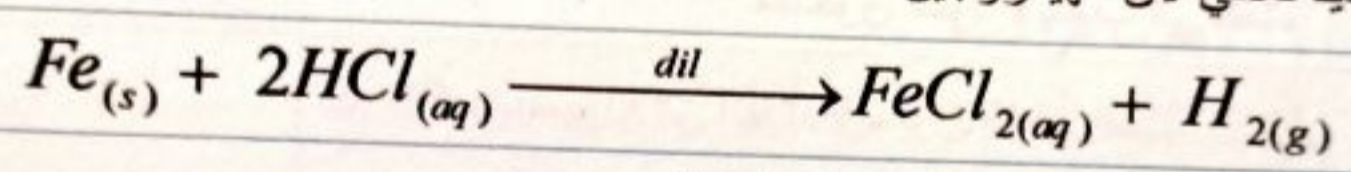
يتكون كبريتيد الحديد الثنائي .. استنتج ؟  
لأن الكبريت عامل مؤكسد ضعيف .



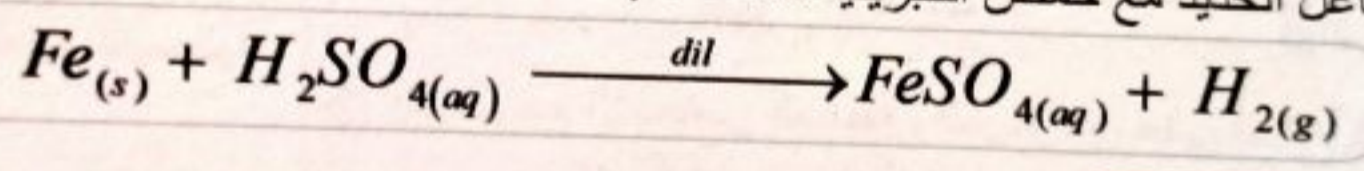
### 4 مع الأحماض

#### أولاً الأحماض المخففة

تفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف : ينتج ملح حديد ثنائي ولا ينتج ملح حديد ثلاثي لأن الهيدروجين عامل مختزل قوي يختزل الأيون الثلاثي إلى ثنائي.

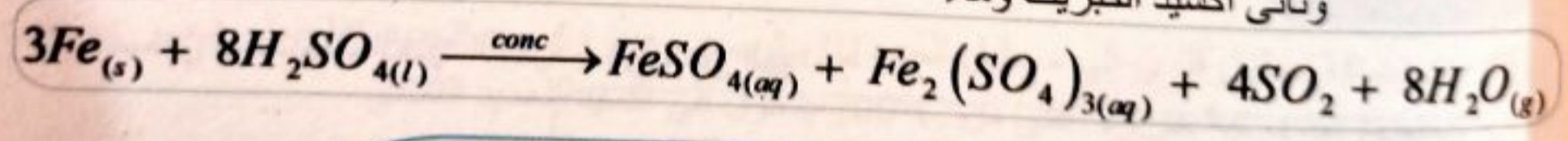


تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف :



#### ثانياً الأحماض المركزة

تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المركز الساخن : يعطي كبريتات حديد ثنائية وثلاثية وثاني أكسيد الكبريت وماء



لاحظ أن : عند إضافة مادة مؤكسدة لنتج التفاعل مثل برمنجانات البوتاسيوم سيصبح المحلول الناتج يحتوي على أيونات  $Fe^{+3}$  فقط لأن أيونات  $Fe^{+2}$  سوف تتأكسد إلى  $Fe^{+3}$

مع حمض النيتريك المركز :

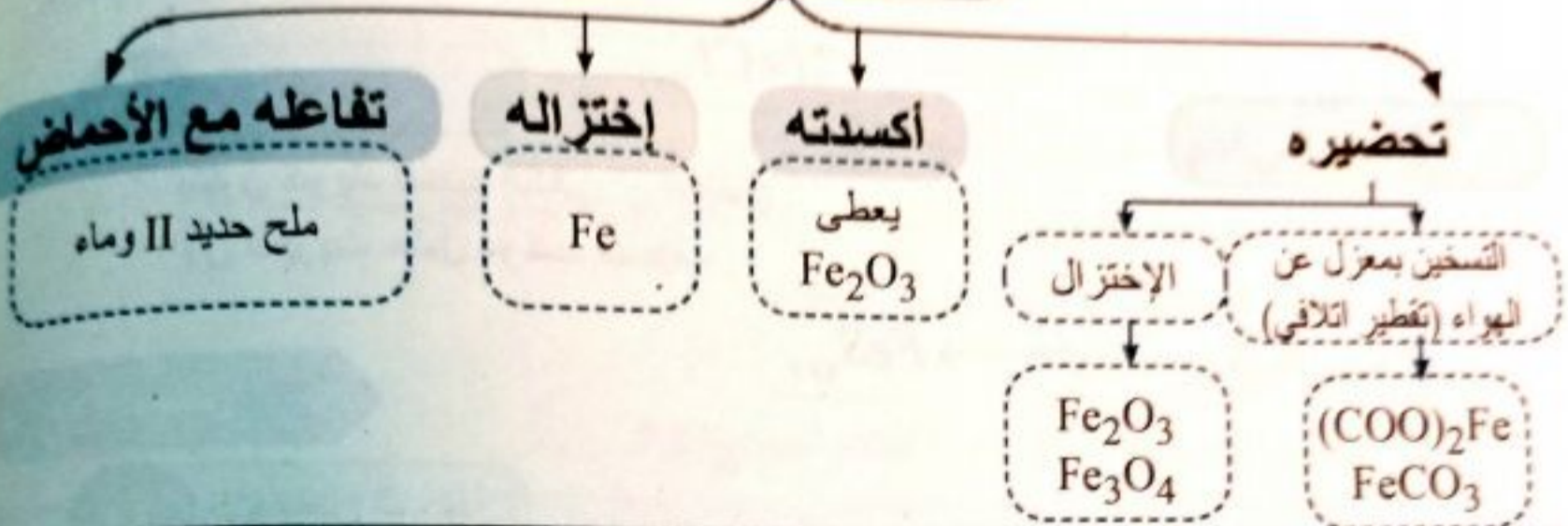
يحدث خمول للحديد لتكون طبقة رقيقة من الأكسيد على سطح الفلز تحمية من استمرار التفاعل حيث يمكن إزالتها فيزيائياً بالحك أو كيميائياً بإذابتها في حمض هيدروكلوريك مخفف .

هي تكون طبقة من الأكسيد على سطح الفلز تمنع من استمرار التفاعل .  
ظاهرة الخمول : مثل: الحديد ، الألومنيوم ، الكروم

# أكاسيد الحديد

## أولاً: أكسيد الحديد II

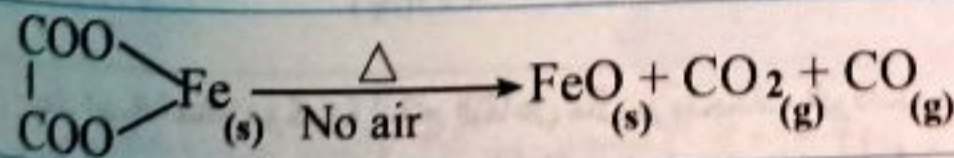
### أكسيد الحديد II



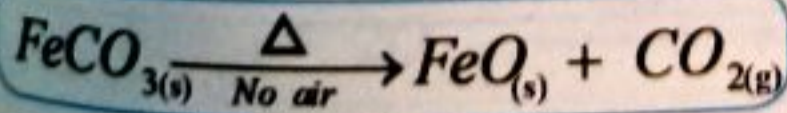
عدد تأكسد الحديد فيه	(+2) لذلك يكون سهل الأكسده .
الخواص الفيزيائية	مسحوق أسود لا يذوب في الماء
الخواص الكيميائية	<p>♦ يتأكسد بسهولة في الهواء ويتكون أكسيد الحديد الثلاثي</p> $4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$ <p>♦ يتفاعل مع الأحماض المخففة والمركزة ويعطى أملاح الحديد الثنائية والماء</p> $FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

### تحضيره

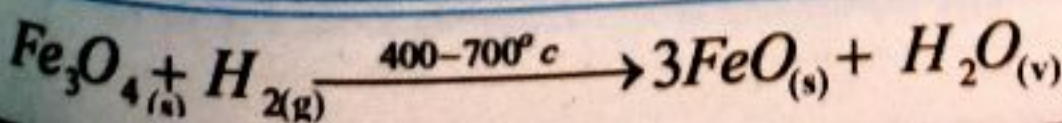
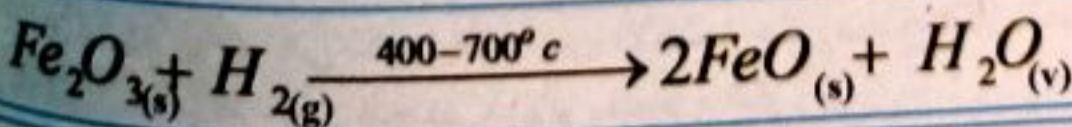
بتسخين أو كسالات الحديد الثنائية بمعزل عن الهواء :



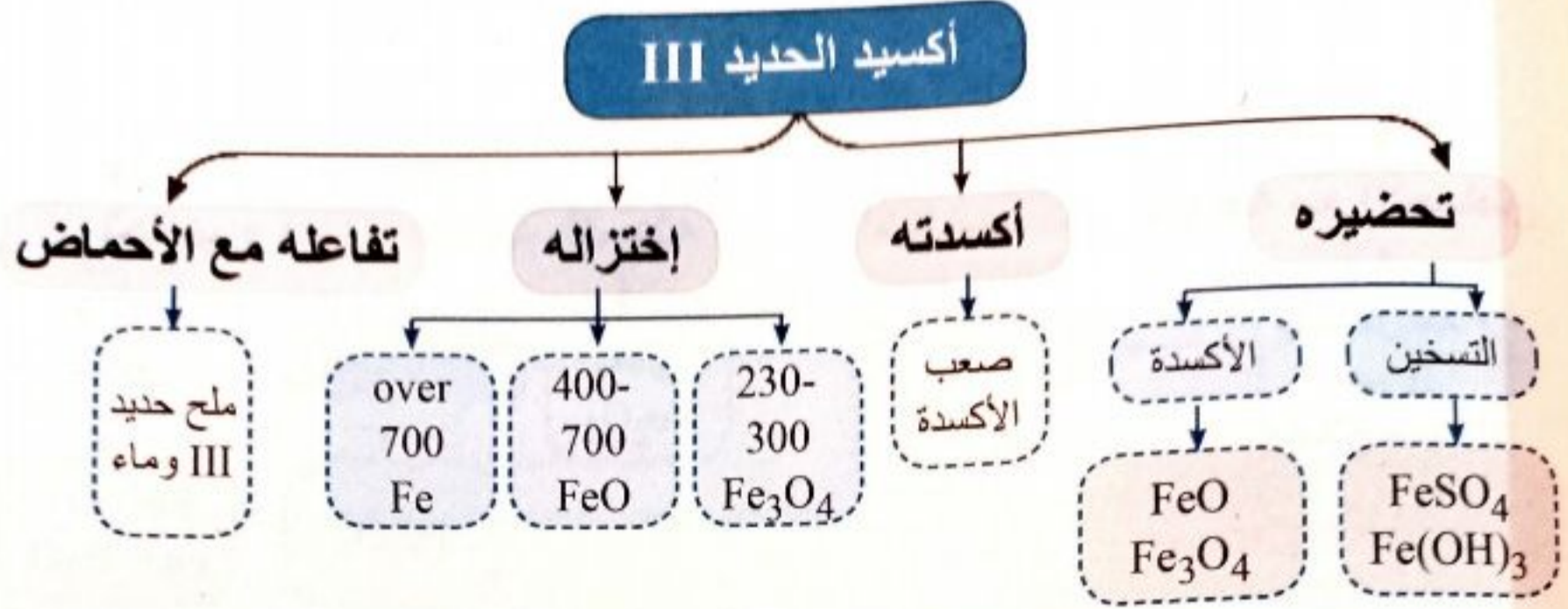
بتسخين كربونات الحديد II بمعزل عن الهواء (تقطير اتلافي):



باختزال الأكاسيد الأعلى منه في نسبة الأكسجين بأول أكسيد الكربون أو الهيدروجين عند 400°C إلى 700°C



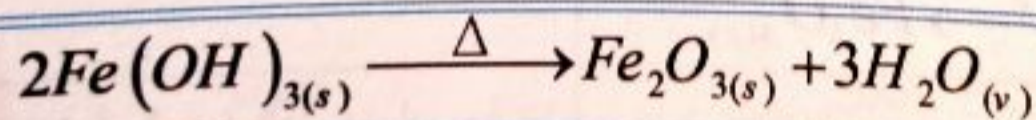
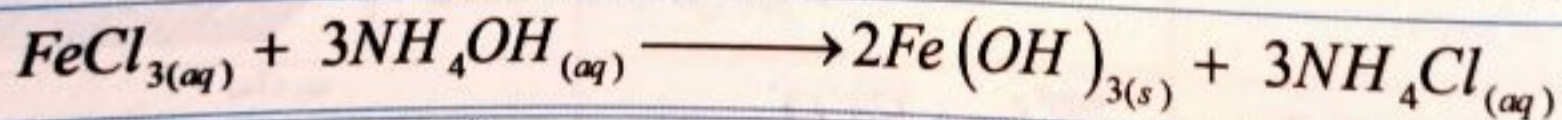
## ثانياً: أكسيد الحديد III



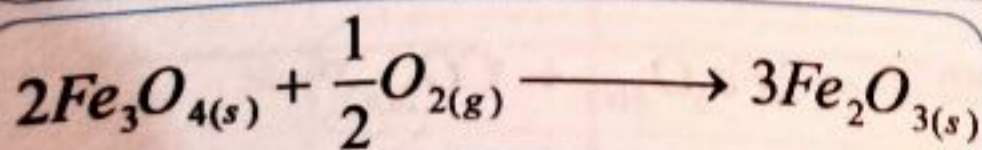
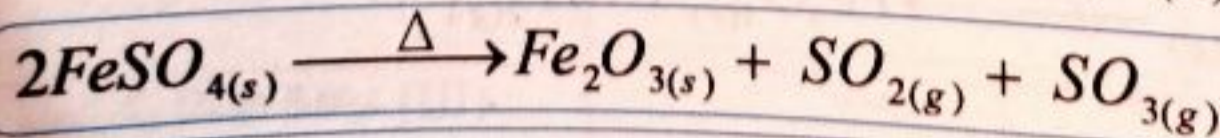
عدد تأكسد الحديد فيه	( +3 ) لذلك يكون صعب الأكسدة .
وجوده	يوجد في الطبيعة على هيئة خام الهيماتيت ( أكسيد الحديد الثلاثي )
الخواص الفيزيائية	لا يذوب في الماء يستخدم كلون أحمر في الدهانات
الخواص الكيميائية	لا يتفاعل مع الأحماض المخففة . يتفاعل مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة ويعطي أملاح الحديد الثلاثية والماء $Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$

### تحضيره

عند إضافة محلول قلوي إلى محاليل الحديد III يترسب هيدروكسيد الحديد III ( بني محمر ) وعند تسخينها عند درجة حرارة أعلى من 200°C يتحول إلى أكسيد الحديد الثلاثي

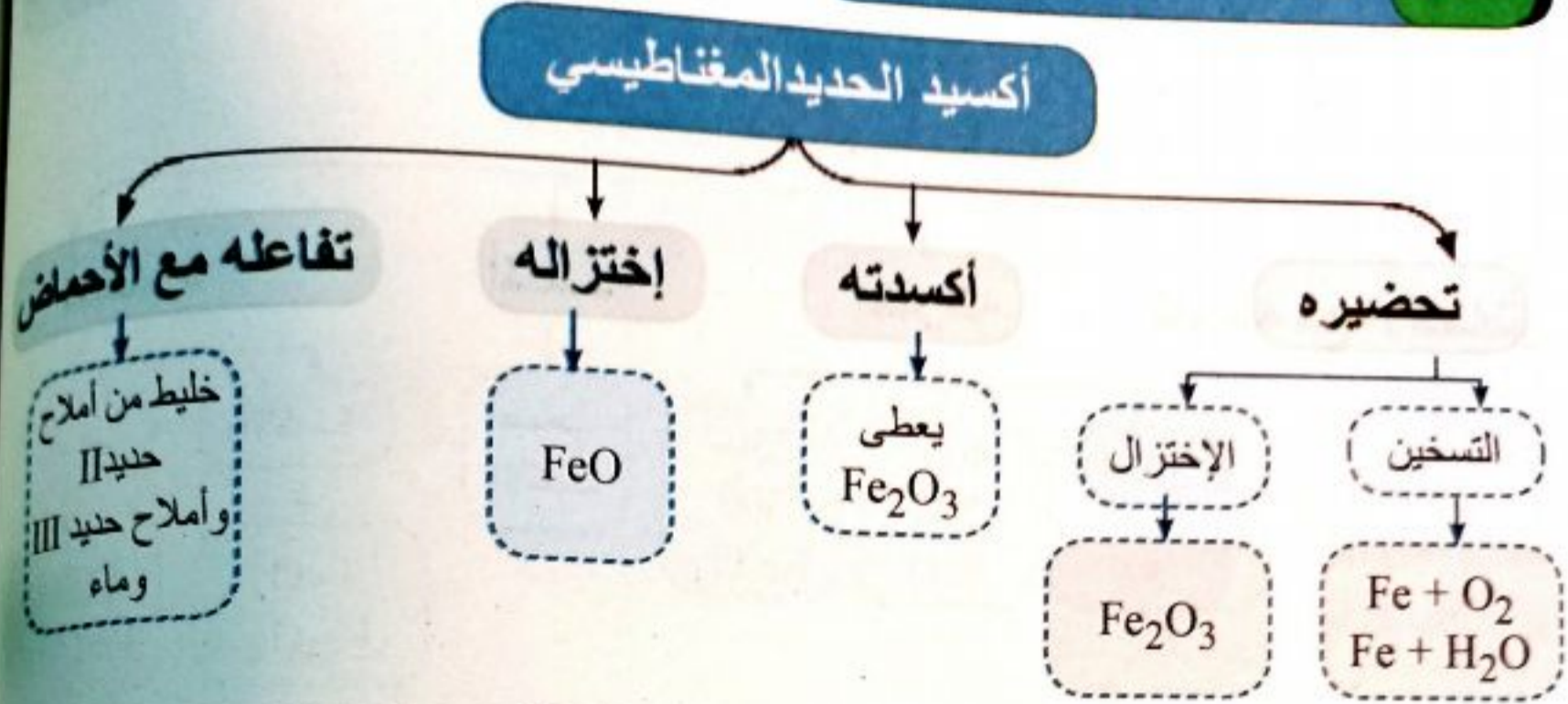


بتسخين كبريتات الحديد (II) : يحدث لـ FeSO<sub>4</sub> انحلال ثم يحدث أكسدة وإختزال ذاتي



بتسخين أكسيد الحديد المغناطيسي :

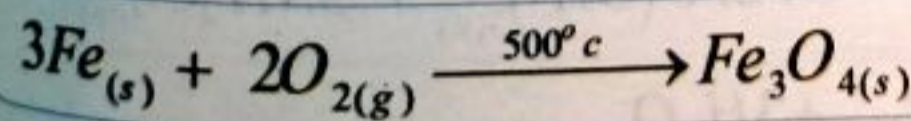
ثالثاً: أكسيد الحديد المغناطيسي



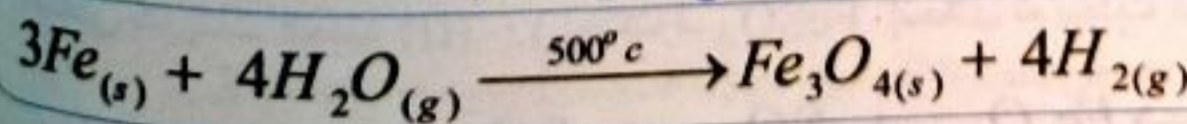
عدد تأكسد الحديد فيه	(+2.6) لأنه عباره عن أكسيد مختلط .
وجوده	يوجد في الطبيعة ويعرف بالمجنتيت وهو أكسيد مختلط من أكسیدی الحديد الثنائي والثلاثي .
الخواص الفيزيائية	مغناطيس قوى ولونه أسود
الخواص الكيميائية	<p>عند تسخينه في الهواء يتأكسد إلى أكسيد الحديد الثلاثي .</p> $2Fe_3O_{4(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_{3(s)}$ <p>يتفاعل مع الأحماض المركزة الساخنة معطيا أملاح الحديد الثنائية والثلاثية وماء مما يدل على أنه أكسيد مركب .</p> $Fe_3O_{4(s)} + 4H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4H_2O_{(g)}$

تحضيره

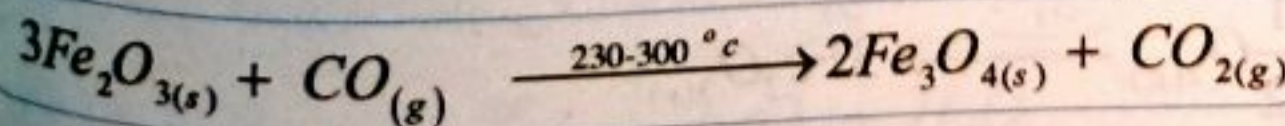
بتسخين الحديد في الهواء :

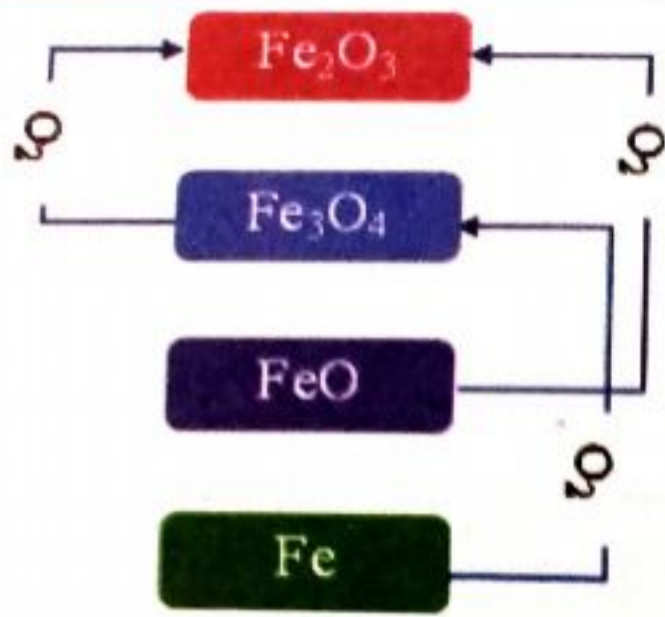


تفاعل الحديد المسخن لدرجة الإحمرار (500°C) مع بخار الماء :

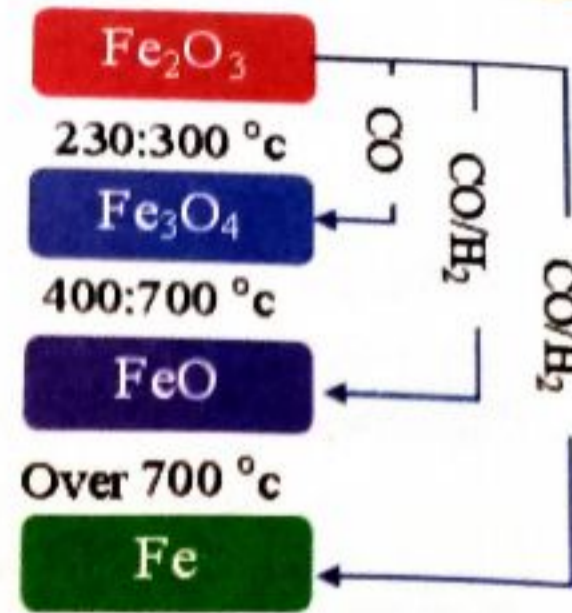


بإختزال أكسيد الحديد (III) :





مخطط أكسدة أكسيد الحديد



مخطط إختزال أكسيد الحديد

## لاحظان :

- أكسيد الحديد II يتأكسد و يختزل .
- أكسيد الحديد المغناطيسي يتأكسد و يختزل .
- أكسيد الحديد III يختزل فقط .
- نتاج إختزال أكسيد الحديد III يتوقف على درجة الحرارة والعامل المختزل .
- يتوقف نوع الغاز الناتج من إختزال الهيماتيت على العامل المختزل فقط .

## دول هام جدا :

التغير الحادث في عدد تكمد الحديد	التغير الحادث في كتلة المادة الصلبة	اسم العملية
يزداد	تقل	تحميص السديريت
ثابت	تقل	تسخين السديريت بمعزل عن الهواء
يزداد	تقل	تحميص اوكسالات الحديد II
ثابت	تقل	تسخين اوكسالات الحديد II بمعزل عن الهواء
ثابت	تقل	تحميص الليمونيت
يزداد	ترداد	تحميص FeO
عيزداد	ترداد	تحميص Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
يزداد	تقل	تسخين FeSO <sub>4</sub>
ثابت	تقل	تسخين Fe(OH) <sub>3</sub>
يزداد	ترداد	تسخين الحديد مع الهواء الجوى
يزداد	ترداد	تسخين الحديد مع بخار الماء
ثابت	ثابت	تسخين Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>



## تدريبات هامة جدا

### تدريب (1)

كيف تميز بين أكسيد الحديد II و أكسيد الحديد III ؟  
 نضيف حمض الكبريتيك المخفف ( حمض الهيدروكلوريك المخفف ) إلى كلا منهما :  
 (أ) إذا حدث تفاعل وذاب الأكسيد في الحمض : يكون أكسيد حديد II .  
 (ب) إذا ترسب الأكسيد دون تفاعل : يكون أكسيد حديد III .

### تدريب (2)

كيف تحصل على أكسيد الحديد III من خليط منه مع أكسيد الحديد II ؟  
 نضيف حمض الكبريتيك المخفف ( حمض الهيدروكلوريك المخفف ) يتفاعل أكسيد الحديد II  
 و يترسب أكسيد الحديد III ويفصل بالترشيح

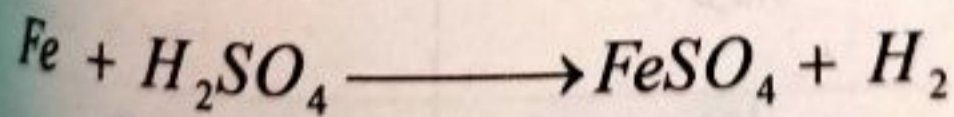
### تدريب (3)

كيف تحصل على الكربون من سبيكة له مع الحديد ؟  
 نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف فيذوب الحديد و يترسب الكربون في صورة صلبة (مسحوق أسود)  

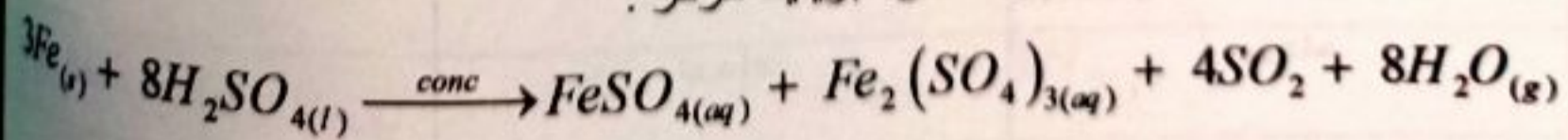
$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

### تدريب (4)

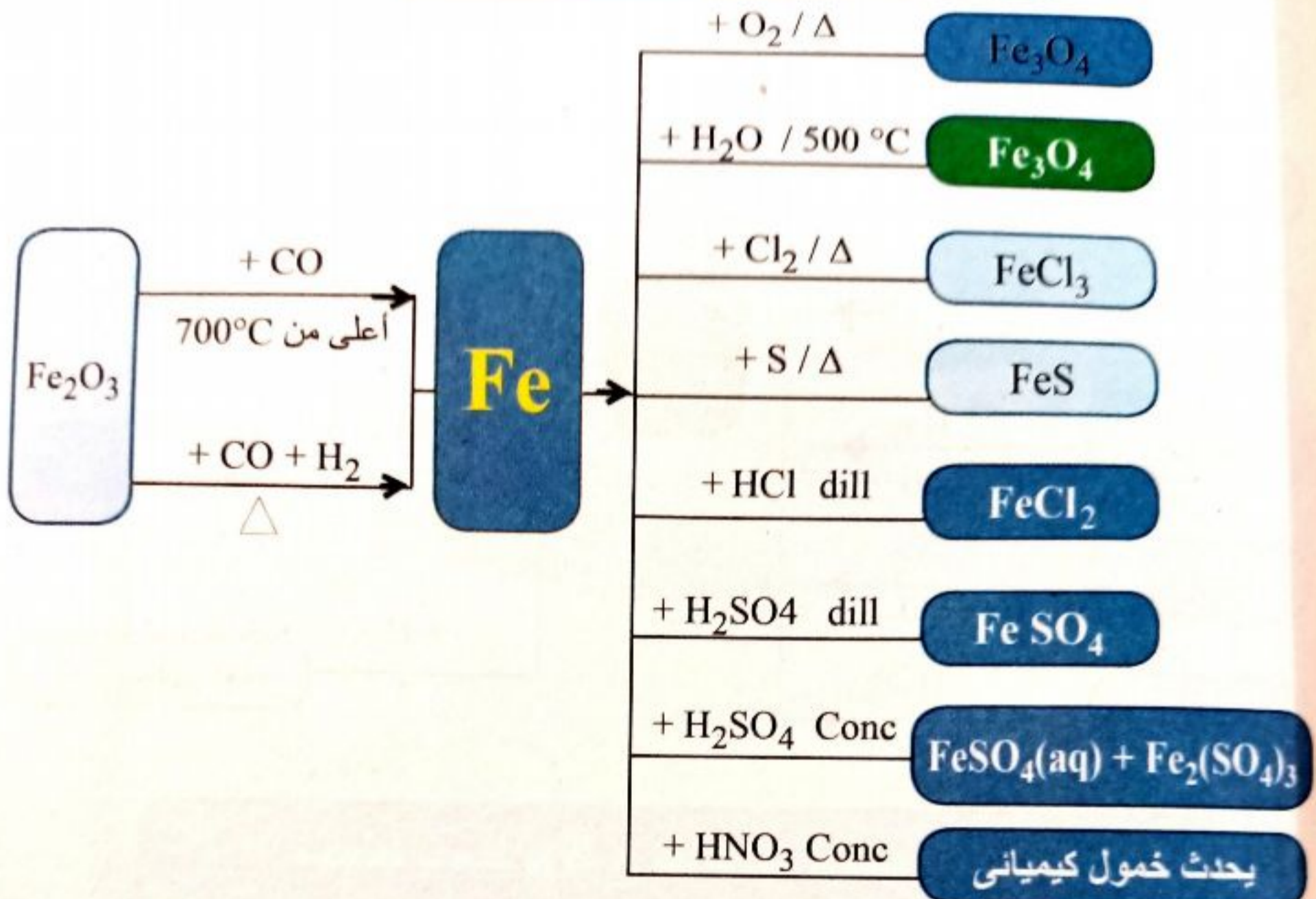
كيف نفرق بين حمض كبريتيك مركز وحمض كبريتيك مخفف ؟  
 نضيف برادة حديد إلى كلا منهما :  
 (أ) إذا تصاعد غاز الهيدروجين الذي يشتعل بفرقه عند تقريب شظية مشتعلة : يكون حمض كبريتيك مخفف



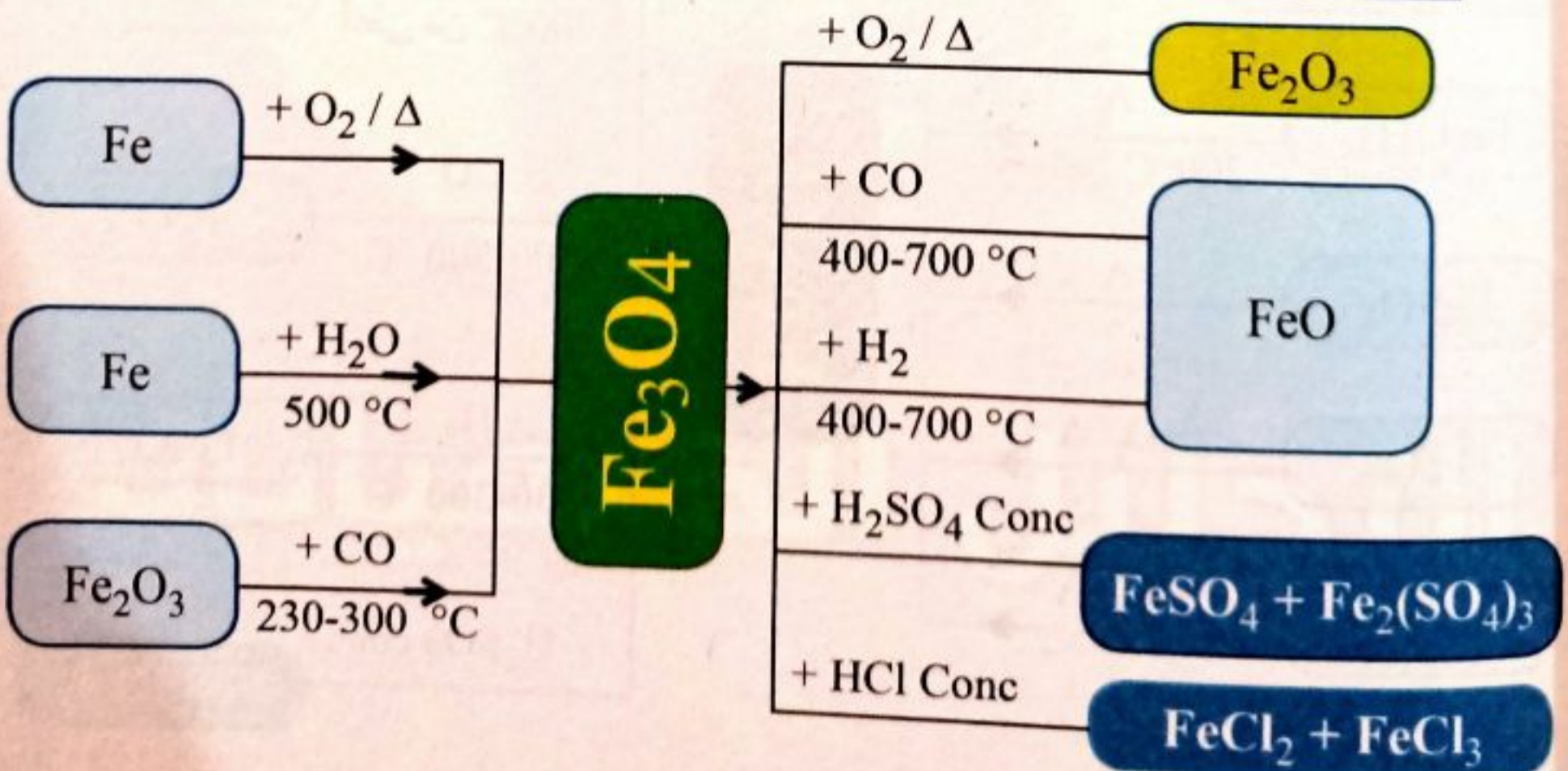
(ب) إذا تصاعد غاز  $SO_2$  له رائحة نفاذة يخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المصفى  
 بحمض الكبريتيك المركز : يكون حمض كبريتيك مركز .



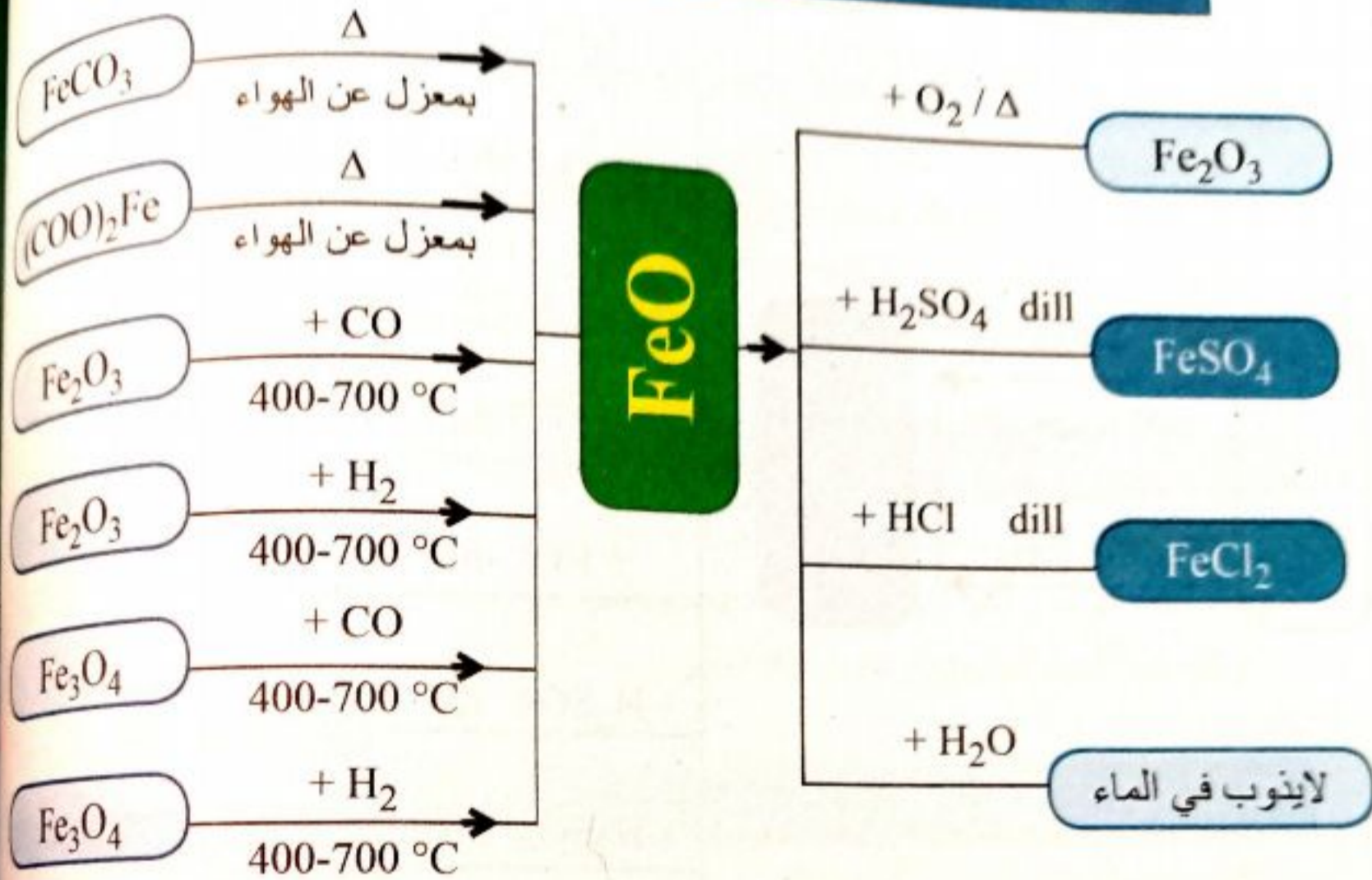
## مخطط بسيط يوضح تفاعلات الحديد



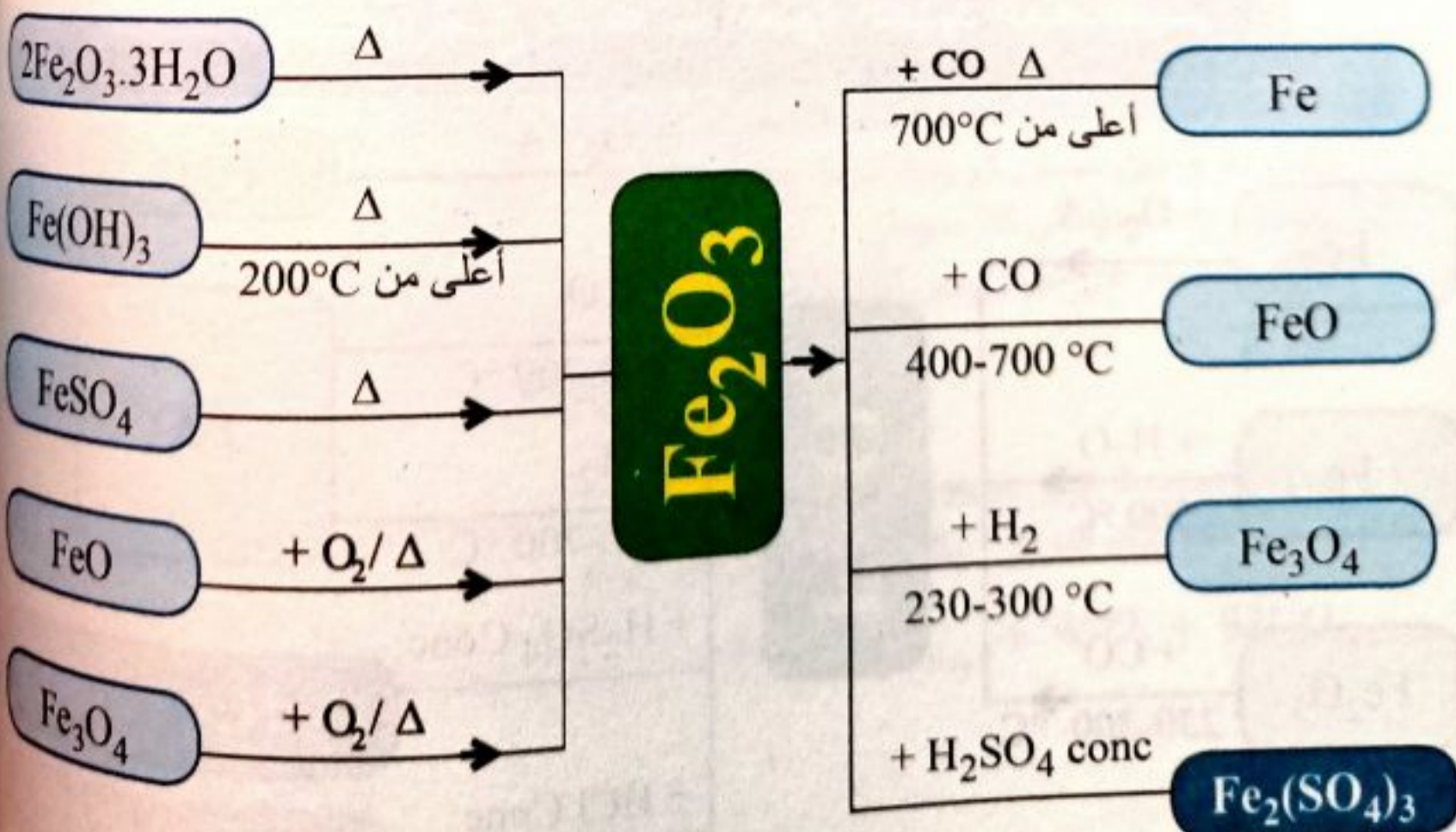
## مخطط بسيط يوضح تفاعلات أكسيد الحديد المغناطيسي



## مخطط بسيط يوضح تفاعلات أكسيد الحديد II



## مخطط بسيط يوضح تفاعلات أكسيد الحديد III



# الباب الثاني



# التحليل الكيميائي

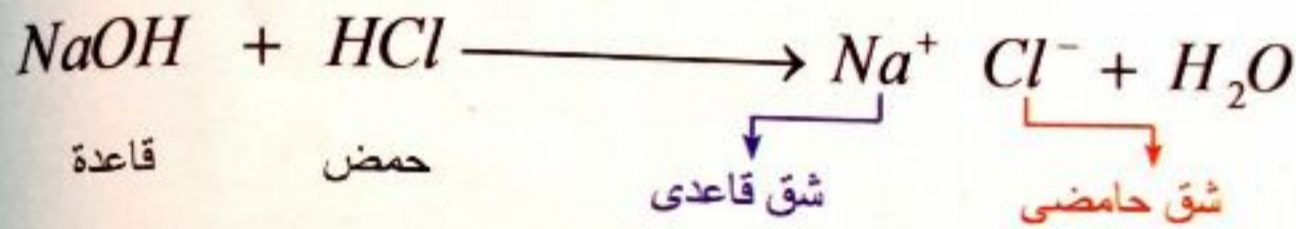
## تحليل الأملاح

**تعريف الملح:** هو المادة الناتجة من تفاعل حمض مع قلوي .

شق قاعدي (+) : الكاتيون

شق حامضي (-) : الأنيون

**تركيب الملح:**



الذوبان	الأنيون
جميعها تذوب في الماء	أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم والنترات والبيكربونات
جميعها تذوب ماعدا الفضة	النيتريت
جميعها تذوب ماعدا الباريوم والزنبق والفضه	الأسيتات
جميعها تذوب ماعدا $Ag^+$ , $Hg^+$ , $Pb^{+2}$ , $Cu^{+1}$	الكلوريدات
جميعها تذوب ماعدا $Ag^+$ , $Hg^{+2}$ , $Pb^{+2}$	بروميدات
جميعها تذوب ماعدا $Ag^+$ , $Hg^{+2}$ , $Pb^{+2}$ , $B^{+3}$	يوديدات
جميعها تذوب ماعدا $Ag^+$ , $Ba^{+2}$ , $Sr^{+2}$ , $Pb^{+2}$ , $Cu^{+1}$	كبريتات
جميعها لا تذوب ماعدا $Na^+$ , $K^+$ , $NH_4^+$	كبريتيت
جميعها لا تذوب ماعدا $Na^+$ , $K^+$ , $NH_4^+$ , $Ba^{+2}$ , $Sr^{+2}$ , $Ca^{+2}$	كبريتيدات
جميعها لا تذوب ماعدا $Na^+$ , $K^+$ , $NH_4^+$	فوسفات
جميعها لا تذوب ماعدا $Na^+$ , $K^+$ , $NH_4^+$	كربونات
جميعها لا تذوب ماعدا $Na^+$ , $NH_4^+$ , $K^+$ , $Ba^{+2}$ , $Sr^{+2}$ , $Ca^{+2}$	أوكسالات
جميعها لا تذوب ماعدا $Na^+$ , $K^+$ , $NH_4^+$	أكاسيد
جميعها لا تذوب ماعدا $Na^+$ , $K^+$ , $NH_4^+$ , $Ba^{+2}$ , $Sr^{+2}$ , $Ca^{+2}$	هيدروكسيدات

(استنتاج) .. يمكن التمييز بين كربونات الصوديوم وكربونات الماغنسيوم بالماء ؟

لأن كربونات الصوديوم تذوب في الماء بينما كربونات الماغنسيوم لا تذوب في الماء

## أولاً: الفرق بين قوة الحمض واستقرار (ثبات) الحمض:

ثبات الحمض	قوة الحمض
هو مدى عدم تفكك الحمض إلى مكوناته (الأكسيد الحامض والماء)	هي قابلية الحمض للتأين إلى (أيونات الهيدروجين الموجبة والأيونات السالبة)
<b>حمض الكبريتيك</b> : لا يتحلل إلى مكوناته بسهولة وهي ثالث أكسيد الكبريت والماء (حمض ثابت)	<b>حمض الكبريتيك</b> : يتأين كلياً في الماء ليعطي كمية كبيرة من أيونات الهيدروجين (حمض قوي)
<b>حمض الكربونيك</b> : يتحلل إلى مكوناته بسهولة وهي ثاني أكسيد الكربون والماء (حمض غير ثابت)	<b>حمض الكربونيك</b> : تأينه غير تام وبالتالي يعطي كمية قليلة من أيونات الهيدروجين (حمض ضعيف)

### ملحوظة:

★ الحمض الأكثر ثباتاً هو أعلى غلياناً وأقل تطايراً والعكس صحيح

## ثانياً: تقسيم الأحماض حسب الاستقرار (تبعاً للثبات إلى ثلاث مجموعات):

### أحماض ضعيفة الثبات وضعيفة الاستقرار:

صيغة الحمض	أيون الحمض	مثال لملاح من أملاح الحمض
حمض الكربونيك	كربونات بيكربونات	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ $\text{NaHCO}_3$
حمض الكبريتوز	كبريتيت	$\text{Na}_2\text{SO}_3$
حمض الهيدروكبريتيك	كبريتيد	$\text{Na}_2\text{S}$
حمض الثيوكبريتيك	ثيوكبريتات	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
حمض النيتروز	نيتريت	$\text{NaNO}_2$

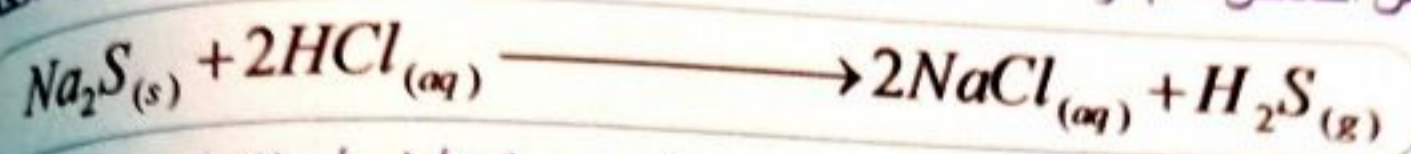
### أحماض متوسطة الثبات و متوسطة الاستقرار :

صيغة الحمض	أيون الحمض	مثال لملاح من أملاح الحمض
حمض الهيدروكلوريك	كلوريد	$\text{NaCl}$
حمض الهيدروبروميك	بروميد	$\text{NaBr}$
حمض الهيدرويوديك	يوديد	$\text{NaI}$
حمض النيتريك	نترات	$\text{NaNO}_3$

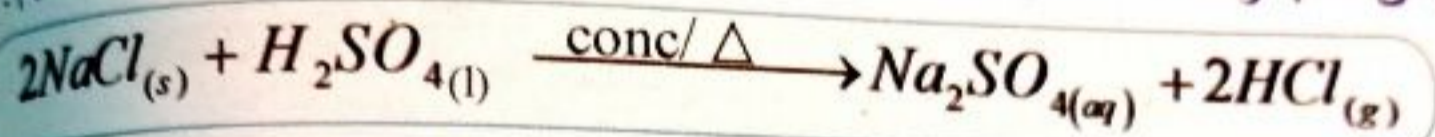
مصدر الملح من أملاح الحمض		أنيون الحمض		صيغة الحمض	
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	كبريتات صوديوم	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	كبريتات	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	حمض الكبريتيك
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	فوسفات صوديوم	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	فوسفات	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	حمض الفوسفوريك

### ملاحظات هامة جدا جدا :

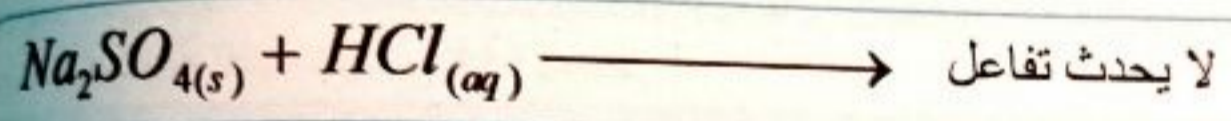
يمكن لحمض من أملاح المجموعة الثانية أن يطرد حمض من أملاح المجموعة الأولى من أملاح



يمكن لحمض من المجموعة الثالثة أن يطرد حمضا من المجموعة الأولى أو الثانية من أملاحهم.



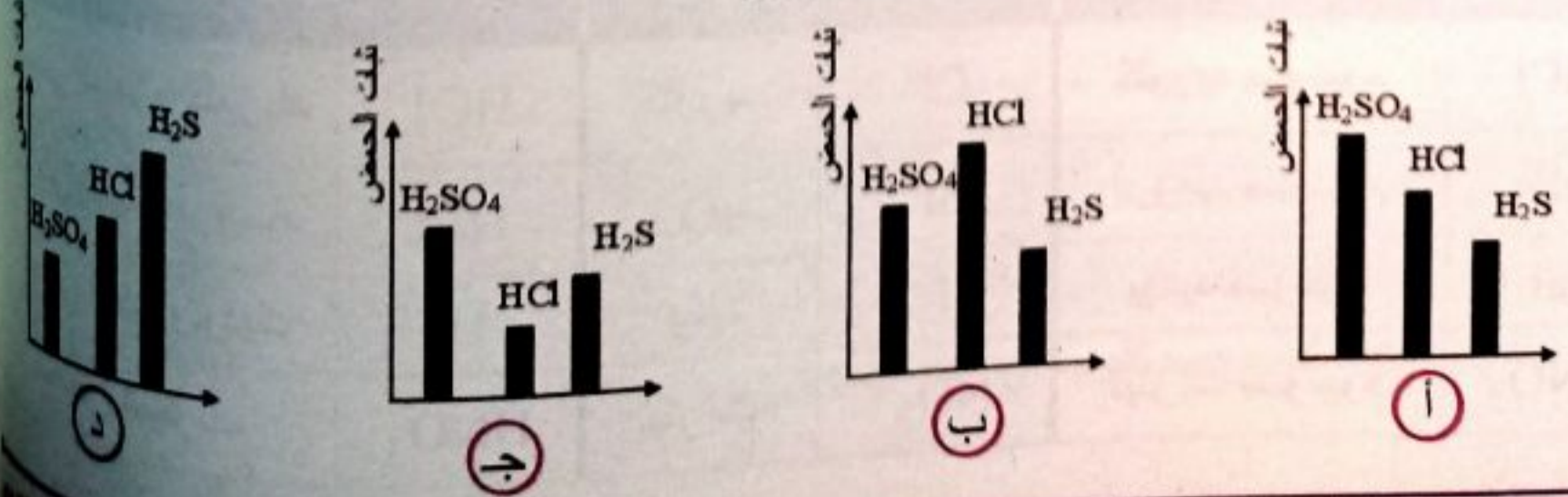
لا يمكن لحمض من المجموعة الثانية أن يطرد حمض من المجموعة الثالثة.



درجة غليان الحمض والتطاير	درجة ثبات الحمض والتطاير	درجة ثبات الحمض ودرجة الغليان	الشكل البياني
<p>التطاير</p>	<p>التطاير</p>	<p>درجة الغليان</p>	

### تدريب Open book

أيا من التالية صحيح بالنسبة لثبات الحمض .....



## التحليل الكيميائي

### علم الكيمياء التحليلية :

يعتبر أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم علم الكيمياء وتطور المجالات العلمية المختلفة مثل : الطب والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية وغيرها

### اهمية التحليل الكيميائي في المجالات المختلفة

#### مجال الطب

- ◆ يعتمد تشخيص الأمراض على التحليل الكيميائي فتقدير نسبة السكر والزلال والبولينا والكوليسترول وغيرها تسهل مهمة الطبيب في التشخيص والعلاج
- ◆ تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء

#### مجال الزراعة

- ◆ معرفة خواص التربة من حيث الحموضة والقاعدية ونوع ونسب العناصر الموجودة بها وبالتالي معالجتها عن طريق إضافة الأسمدة المناسبة

#### مجال الصناعة

- ◆ يستخدم في تحديد مدى مطابقة الخامات والمنتجات للمواصفات القياسية .

#### في مجال خدمات البيئة

- ◆ معرفة وقياس محتوى المياه والأغنية من الملوثات البيئية الضارة .
- ◆ تحديد نسب غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين في الجو

### أنواع التحليل الكيميائي

#### التحليل الكمي

يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة

#### التحليل الكيفي (الوصفي)

يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية أم مخلوط من عدة مواد

(استنتاج) .. لا بد من إجراء التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي ؟

لمعرفة المكونات الأساسية للمادة وبالتالي تحديد أنسب الطرق لتحليلها كميًا.



## أولاً : التحليل الكيميائي الوصفي أو الكيفي أو النوعي

التحليل الكيميائي الكيفي: عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجري للكشف عن نوع المكونات الأساسية للمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات

### الهدف منه :

- يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملح بسيط) أو مخلوط من عدة مواد
- في حالة المادة النقية : يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل درجة الحرارة ودرجة الغليان والكتلة المولية
- في حالة المخلوط : يجب أولاً فصل المواد النقية كل على حده ثم يتم الكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة

## أنواع التحليل الكيميائي الكيفي:

تحليل المركبات غير العضوية	تحليل المركبات العضوية
يتم فيها التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي وتشمل الكاتيونات (الشق القاعدي) والأيونات (الشق الحامضي)	يتم فيها الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب

سنكتفي بدراسة التحليل الكيفي على الكشف عن الكاتيونات والأيونات في المركبات غير العضوية.

## أولاً : الكشف عن الأيونات ( الشق الحامضي )

### يمكن تقسيم الأيونات إلى ثلاثة مجموعات لكل منها كاشف:

- مجموعة أيونات يمكن استخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف في الكشف عنها.
- مجموعة أيونات يمكن استخدام حمض الكبريتيك المركز للكشف عنها.
- مجموعة أيونات يمكن استخدام محلول كلوريد الباريوم للكشف عنها.

## أولاً : مجموعة أيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

الجدول التالي يوضح أيونات مجموعة حمض الهيدروكلوريك والحمض المشتق منها الأنيون:

الأيون	الكربونات $CO_3^{-2}$	البيكربونات $HCO_3$	الكبريتيت $SO_3^{-2}$	الكبريتيد $S^{-2}$	الثيوكبريتات $S_2O_3^{-2}$	النيتريت $NO_2^-$
الحمض المشتق منه	الكربونيك $H_2CO_3$		الكبريتوز $H_2SO_3$	الهيدروكبريتيك $H_2S$	الثيوكبريتيك $H_2S_2O_3$	النيتروز $HNO_2$

◀ (استنتج) .. يستخدم حمض الهيدروكلوريك في الكشف عن 6 أنيونات على الرغم أنه أكثر ثباتاً من 5 أحماض ؟

لأن الكربونات والبيكربونات مشتقة من حمض واحد وهو حمض الكربونيك .

### الأساس العلمي للكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك

الحمض الأكثر ثباتاً ( أقل تطايراً و إنحلالاً ) يطرد الحمض الأقل ثباتاً ( الأكثر تطايراً و إنحلالاً ) من أملاحه

حمض أكثر ثباتاً + ملح حمض ← ملح الحمض الأكثر ثباتاً + الحمض الأقل ثباتاً

و حمض الهيدروكلوريك أثبت من الأحماض التي اشتقت منها هذه الأنيونات و عند تفاعل الحمض مع أملاح هذه الأنيونات فإن حمض الهيدروكلوريك وهو الأكثر ثبات يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً و السهولة التطاير أو الإنحلال على هيئة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب و يفضل التسخين الهين .

◀ (استنتج) .. لا يتفاعل حمض الهيدروكلوريك المخفف مع كبريتات الصوديوم ؟

لأن حمض الهيدروكلوريك أقل ثباتاً من حمض الكبريتيك فلا يمكن طرده من محاليل أملاحه .

◀ (استنتج) .. يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف ككاشف عن أنيون النيتريت ؟

لأن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من حمض النيتروز المشتق منه أنيون النيتريت .

◀ (استنتج) .. يفضل التسخين الهين عند الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك و حمض الكبريتيك ؟

ليساعد على طرد الغازات .

### مجموعة الكربونات $CO_3^{2-}$

إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب	التجربة الأساسية
يحدث فوران و يتصاعد غاز $CO_2$ يعكر ماء الجير عند إمراره فيه لمدة قصيرة	المشاهدة
$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$ $CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{\text{مدة قصيرة}} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$	المعادلات
إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض على البارد ... استنتج ؟ لتكون كربونات الماغنسيوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك	المشاهدة
$Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$ $MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$	المعادلات

## مجموعة البيكربونات $(HCO_3^-)$

إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب	التجربة الأساسية
يحدث فوران ويتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير عند إمراره فيه لمدة قصيرة	المشاهدة
$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$	المعادلات

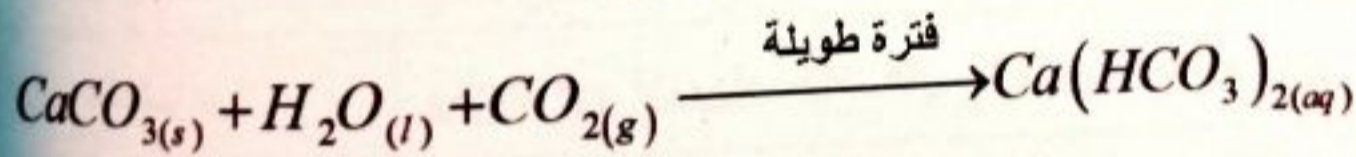
إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض بعد التسخين ... استنتج؟ لتكون كربونات الماغنسيوم تذوب في حمض الهيدروكلوريك	المشاهدة
$2NaHCO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Mg(HCO_3)_{2(aq)}$ $Mg(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$	المعادلات

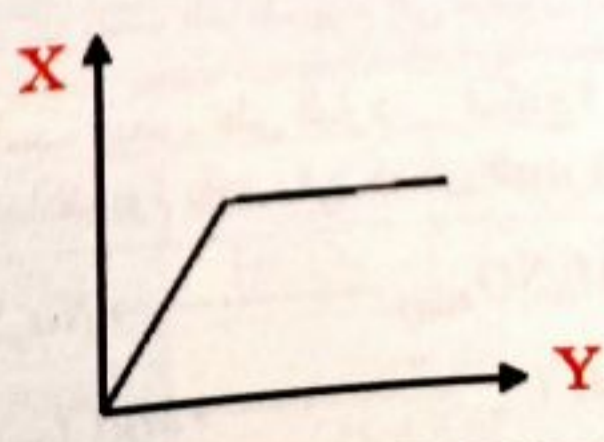
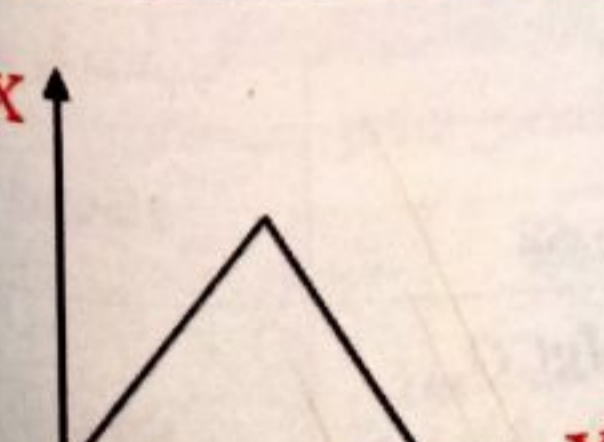
◀ (استنتج) .. لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف في التمييز بين أملاح الكربونات وأملاح البيكربونات؟

لأن النواتج متماثلة في الحالتين وهي حدوث فوران وتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون يعكر ماء الجير لفترة قصيرة حيث أنها ملحان لنفس الحمض (حمض الكربونيك) لذلك يستخدم محلول كبريتات الماغنسيوم

◀ (استنتج) .. يتعكر ماء الجير عند إمرار ثاني أكسيد الكربون فيه لمدة قصيرة ويزول التعكير عند إمراره لمدة طويلة

لأن عند إمراره لمدة قصيرة تتكون كربونات الكالسيوم التي لا تذوب في الماء وعند إمراره لمدة طويلة تتكون بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء تبعا للمعادلة التالية :



كتلة الراسب (X) والزمن (Y) عند مرور $CO_2$ على ماء الجير لفترة قصيرة	كتلة الراسب (X) والزمن (Y) عند مرور $CO_2$ على ماء الجير لفترة طويلة	الشكل البياني
		

## مجموعة الكبريتيت $SO_3^{2-}$

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
المشاهدة	<p>◊ يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت (<math>SO_2</math>) له رائحة نفاذة ويخضر لون ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك .. <b>استنتج ؟</b></p> <p>لتكون كبريتات الكروم III خضراء.</p>
المعادلات	$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)}$ $K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$
التجربة التأكيدية	إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح
المشاهدة	يتكون راسب أبيض من كبريتيت الفضة يسود بالتسخين
المعادلات	$Na_2SO_{3(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ag_2SO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$

◊ **استنتج** .. تخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة عند تعرضها لغاز ثاني أكسيد الكبريت ؟

لأن غاز ثاني أكسيد الكبريت عامل مختزل يختزل ثاني كرومات البوتاسيوم ويتكون كبريتات الكروم III خضراء اللون.

◊ **استنتج** .. كبريتات الكروم III خضراء اللون ؟

لأنها تمتص اللون الأحمر من الضوء الأبيض فتبدو للعين باللون المتمم له وهو اللون الأخضر.

## مجموعة الكبريتيد S-2

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
المشاهدة	<p>◊ يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين (<math>H_2S</math>) له رائحة كريهة و يسود لون ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص II .. <b>استنتج ؟</b></p> <p>لتكون راسب اسود من كبريتيد الرصاص II.</p>
المعادلات	$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$ $(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح.
المشاهدة	يتكون راسب أسود .. استنتج ؟ لتكون كبريتيد الفضة سوداء اللون
المعادلات	$Na_2S_{(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ag_2S_{(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$

◀ (استنتج) .. يستخدم محلول نترات الفضة في التمييز بين محلولي كبريتيد الصوديوم وكبريتيد الصوديوم؟

لأنه يتفاعل مع كلا منهما ويعطي مع محلول كبريتيد الصوديوم راسب أسود من كبريتيد الفضة ويعطي مع محلول كبريتيد الصوديوم راسب أبيض من كبريتيد الفضة يسود بالتسخين .

◀ (استنتج) .. لا يفضل استخدام حاسة الشم في الكشف عن غازي ثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين؟

لأن غاز ثاني أكسيد الكبريت له رائحة نفاذة بينما غاز كبريتيد الهيدروجين له رائحة كريهة .

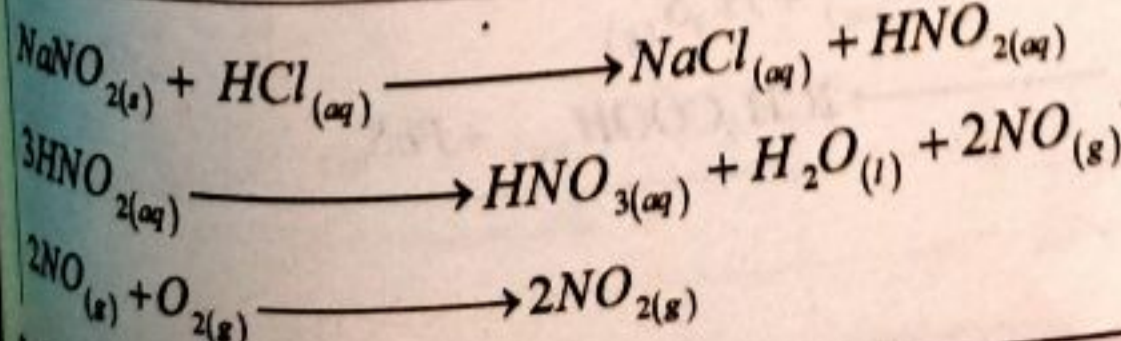
### مجموعة الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
المشاهدة	◊ يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) ويظهر راسب أصفر .. استنتج ؟ نتيجة تعلق الكبريت في المحلول .
المعادلات	$Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول اليود البني إلى محلول الملح الصلب .
المشاهدة	يزول لون محلول اليود البني .... استنتج ؟ لتكون محاليل عديمة اللون .
المعادلات	$2Na_2S_2O_{3(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_{6(aq)} + 2NaI_{(aq)}$ رباعي ثيونات الصوديوم

### مجموعة النيتريت $NO_2^-$

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
المشاهدة	◊ يتصاعد غاز أكسيد النيتريك ( $NO$ ) عديم اللون يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر .. استنتج ؟ لتكون ثاني أكسيد النيتروجين ( $NO_2$ ) لونه بني محمر .
المعادلات	



إضافة محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز الى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يزول لون محلول البرمنجنات البنفسجي .. استنتج ؟ لتكون محاليل عديمة اللون	المشاهدة
$5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$ $5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$	المعادلات

### ثانيا : مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

الجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز والحمض المشتق منه الأنيون .

النترات $NO_3^-$	اليوديد $I^-$	البروميد $Br^-$	الكلوريد $Cl^-$	الأنيون
النيتريك $HNO_3$	الهيدرو يوديك $HI$	الهيدرو بروميك $HBr$	الهيدرو كلوريك $HCl$	الحمض المشتق منه

### الأساس العلمي للكشف عن أنيونات حمض الكبريتيك

يعتمد الكشف على أن حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتا من الأحماض التي تشتق منها أنيونات المجموعة فعند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى أملاح هذه الأنيونات ثم التسخين تنفصل هذه الأحماض على هيئة غازات يمكن التعرف عليها بالكواشف المناسبة .

### أيون الكلوريد $Cl^-$

إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين	التجربة الأساسية
<p>♦ تصاعد غاز كلوريد الهيدروجين (<math>HCl</math>) عديم اللون يكون سحب بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر .. استنتج ؟ لتكون كلوريد الأمونيوم سحب بيضاء .</p>	المشاهدة
$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc. / \Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$ $HCl_{(g)} + NH_3_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$	المعادلات
إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يصير بنفسجيا عند تعرضه للضوء ويزوب في محلول النشادر المركز	المشاهدة
$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$	المعادلات

◀ (استنتج) .. يمكن تقليل الرائحة النفاذة لغاز كلوريد الهيدروجين باستخدام محلول النشادر ؟  
لأنه يكون سحب بيضاء مع محلول النشادر على هيئة كلوريد الأمونيوم (NH<sub>4</sub>Cl) .

**تدريب Open book**

□ كيف تحصل على كلوريد الأمونيوم من كلوريد الصوديوم

□ كيف تحصل على كلوريد الفضة من كلوريد الصوديوم .

**أيون البروميد Br<sup>-</sup>**

إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين	التجربة الأساسية
يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك مكوناً أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا	المشاهدة
$2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc. \Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$ $2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc.} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + Br_{2(v)}$	المعادلات

إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصير داكناً عند تعرضه للضوء ويزوب ببطء في محلول النشادر المركز	المشاهدة
$NaBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$	المعادلات

◀ (استنتج) ..... تتصاعد أبخرة برتقالية حمراء عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع بروميد الصوديوم والتسخين ؟

بسبب تأكسد جزء من غاز بروميد الهيدروجين HBr المتصاعد بواسطة حمض الكبريتيك المركز مكوناً أبخرة البروم التي تظهر بلونها البرتقالي

أيون اليوديد I<sup>-</sup>

إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين .	التجربة الأساسية
يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك مكوناً أبخرة اليود البنفسجية والتي تزرقي ورقة مبللة بمحلول النشا .	المشاهدة
$2KI_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc \Delta} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$ $2HI_{(g)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc.} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + I_{2(s)}$	المعادلات
إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب اصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر	المشاهدة
$NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$	المعادلات

استنتج ..... تتصاعد أبخرة بنفسجية عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع يوديد الصوديوم والتسخين ؟

بسبب تأكسد جزء من غاز يوديد الهيدروجين HI المتصاعد بواسطة حمض الكبريتيك المركز مكوناً أبخرة اليود التي تظهر بلونها البنفسجي .

أيون النترات NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين .	التجربة الأساسية
تتصاعد أبخرة بنية حمراء من غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO <sub>2</sub> ) لإحلال حمض النيتريك الناتج و تزداد كثافتها عد إضافة القليل من خراطه النحاس الى خليط التفاعل.	المشاهدة
$2NaNO_{3(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HNO_{3(l)}$ $4HNO_{3(l)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ $4HNO_{3(l)} + Cu_{(s)} \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2H_2O_{(l)} + 2NO_{2(g)}$	المعادلات
<b>لاحظ ان :</b> نوع هذا التفاعل اوكسده واختزال وليس إحلال حيث يتأكسد النحاس الى أكسيد نحاس ويتفاعل مع حمض النيتريك المركز	

ملاحظة هامة جدا

عند اضافة محلول محمض من برمنجانات البوتاسيوم البنفسجية على محلول يحتوي على احد الأيونات الآتية  
 Br<sup>-</sup>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, Fe<sup>2+</sup> يزول اللون البنفسجي وايضا يزول اللون مع غاز SO<sub>2</sub>.  
 ولكن عند اضافته على محلول يحتوي على أيونات NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Sc<sup>+3</sup>, Fe<sup>+3</sup> لا يزول لونها البنفسجي



التجربة التأكيدية	<b>اختبار الحلقة البنية:</b> إضافة محلول من كبريتات الحديد II - حديث التحضير - إلى محلول الملح ثم إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار .
المشاهدة	تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحلول التفاعل تزول بالرج أو التسخين .
المعادلات	$2NaNO_{3(aq)} + 6FeSO_{4(aq)} + 4H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc.} 3Fe_2(SO_4)_3(aq) + Na_2SO_{4(aq)} + 4H_2O_{(l)} + 2NO_{(g)}$
المعادلات	$FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4 \cdot NO_{(s)}$

صيغة الحلقة البنية

(استنتج)....تزداد أبخرة ثاني أكسيد النيتروجين البنية إذا أضيف للتفاعل خراطة النحاس ؟

بسبب تفاعل خراطة النحاس مع حمض النيتريك المركز المتكون مكونة المزيد من غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO<sub>2</sub> البني المحمر .

(استنتج)....في تجربة الحلقة البنية تضاف كبريتات الحديد II حديثة التحضير ؟

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

(استنتج)....لا يفضل التسخين في تجربة الحلقة البنية ؟

لأن مركب الحلقة البنية FeSO<sub>4</sub>.NO يزول بالتسخين وبالتالي لا تتكون الحلقة البنية .

**تدريب Open book**

ماذا يحدث عند التسخين الشديد لمركب الحلقة البنية ( FeSO<sub>4</sub>.NO ) يتصاعد غاز NO<sub>2</sub> وغاز SO<sub>2</sub> وغاز SO<sub>3</sub> ويتكون Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> نتيجة لتكون NO و FeSO<sub>4</sub>

**ثالثا : مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم BaCl<sub>2</sub>**

الجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم والحمض المشتق منه الأنيون .

الكبريتات SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	الفوسفات PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	الأنيون
الكبريتيك H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	الفوسفوريك H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	الحمض المشتق منه

**الأساس العلمي للكشف عن أنيونات كلوريد الباريوم**

يعتمد الكشف على أن أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع أي من حمض HCl المخفف أو حمض H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> المركز بينما تعطي محاليل أملاحها راسب أبيض مع محلول كلوريد الباريوم .

أيون الفوسفات  $PO_4^{-3}$

إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الملح .	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.	المشاهدة
$2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow Ba_3(PO_4)_2(s) + 6NaCl_{(aq)}$	المعادلات
إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك	المشاهدة
$Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$	المعادلات

أيون الكبريتات  $SO_4^{-2}$

إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الملح .	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	المشاهدة
$Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(s)} + 2NaCl_{(aq)}$	المعادلات
إضافة محلول أسيتات (خلات الرصاص II) إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص II .	المشاهدة
$(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$	المعادلات

◀ (استنتج) ... يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف في التمييز بين الراسبين كبريتات الباريوم وفوسفات الباريوم ؟

لأن ملح كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف بينما ملح فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف

◀ (استنتج) ... يستخدم حمض HCl المخفف في الكشف عن أملاح الكبريتيت ولا يستخدم في الكشف عن أملاح الكبريتات

لأنه يتفاعل مع أملاح الكبريتيت ( $SO_3^{-2}$ ) حيث أنه أكثر ثباتاً من حمض الكبريتوز  $H_2SO_3$  ولا يتفاعل مع أملاح الكبريتات ( $SO_4^{-2}$ ) لأنه أقل ثباتاً من حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  .

➤ (استنتج).... يستخدم محلول النشادر في التمييز بين الراسبين يوريد الفضة وفوسفات الفضة ؟

لأن يوريد الفضة لا يذوب في محلول النشادر على عكس فوسفات الفضة الذي يذوب في محلول النشادر

### تدريب محلول

❑ بدون كواشف كيميائية ، كيف تميز عمليا بين كل من .. ؟

➤ ملح كلوريد الصوديوم و ملح كلوريد الفضة :

طريقة التمييز	كلوريد الفضة	كلوريد الصوديوم
بإضافة الماء إلى كل منهما والرج	لا يذوب	يذوب

➤ محلول بيكربونات البوتاسيوم و محلول بيكربونات الماغنسيوم :

طريقة التمييز	بيكربونات ماغنسيوم	بيكربونات بوتاسيوم
بتسخين كل منهما تسخيناً شديداً	يظهر راسب أبيض لتكون كربونات الماغنسيوم التي لا تذوب في الماء	لا يظهر راسب لتكون كربونات البوتاسيوم التي تذوب في الماء



**ثانيا : الكشف عن الكاتيونات ( الشق القاعدي )**

(استنتج) ...الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيدا من الكشف عن الشق الحامضي ؟

- بسبب كثرة الشقوق القاعدية والتداخل فيما بينهم .
- قد يوجد الشق القاعدي في أكثر من حالة التأكسد .

**الأساس العلمي للكشف عن الشق القاعدي للملح**

- ◆ تنقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات تسمى المجموعات التحليلية .
- ◆ يعتمد تقسيم المجموعات التحليلية على : اختلاف ذوبان املاح هذه الفلزات في الماء .
- ◆ لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين يسمى بكاشف المجموعة .

**كاشف المجموعة :** هو المحلول المستعمل في ترسيب كاتيونات المجموعة .

وسوف نتناول بعض أمثلة من هذه المجموعات التحليلية :

المجموعة التحليلية	بعض كاتيوناتها	الكاشف العام	ترسب على هيئة
الأولى	1. الفضة I : $Ag^+$ 2. الزئبق I : $Hg^+$ 3. الرصاص II : $Pb^{+2}$	حمض الهيدروكلوريك المخفف	كلوريدات
الثانية	النحاس II : $Cu^{+2}$	غاز كبريتيد الهيدروجين + حمض الهيدروكلوريك	كبريتيدات
الثالثة	1. الألومنيوم : $Al^{+3}$ 2. الحديد II : $Fe^{+2}$ 3. الحديد III : $Fe^{+3}$	هيدروكسيد الأمونيوم	هيدروكسيدات
الخامسة	الكالسيوم : $Ca^{+2}$	كربونات الأمونيوم	كربونات

**أولا : المجموعة التحليلية الأولى**

(استنتج) ...يستخدم حمض الهيدروكلوريك في الكشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

لأنه يتفاعل مع هذه الكاتيونات مكونا كلوريدات الفلز شحيحة الذوبان في الماء ولها ألوان مميزة

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
الفضة I : $Ag^+$	حمض الهيدروكلوريك المخفف	ترسب على هيئة كلوريدات	لأن كلوريداتها لا تذوب في الماء
الزئبق I : $Hg^+$			
الرصاص II : $Pb^{+2}$			

## ثانياً : المجموعة التحليلية الثانية

(استنتج).... يستخدم غاز كبريتيد الهيدروجين في الكشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

لأنه يتفاعل مع هذه الكاتيونات مكوناً كبريتيدات الفلز شحيحة الذوبان في الماء ولها ألوان مميزة .

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
النحاس II: $Cu^{+2}$	$H_2S + HCl$	ترسب على هيئة كبريتيدات	لأن كبريتيدات لا تذوب في الماء

### طريقة الكشف :

يتم ذلك بإذابة الملح في الماء ثم إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف لجعل المحلول حامضياً . يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين فتترسب على هيئة كبريتيدات

### الكشف عن كاتيون النحاس $Cu^{+2}$

التجربة الأساسية	محلول ملح النحاس II + كاشف المجموعة ( $H_2S + HCl$ ) .
المشاهدة	تكون راسب اسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن
المعادلات	$CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \xrightarrow{H^+} H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$

### تدريب

كيف تحصل على حمض الكبريتيك بطريقتين مختلفتين . ( طريقة باب أول - طريقة باب ثانی )

## ثالثاً : المجموعة التحليلية الثالثة

(استنتج).... يستخدم هيدروكسيد الأمونيوم في كشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

لأنه يتفاعل مع هذه الكاتيونات مكوناً هيدروكسيدات الفلز شحيحة الذوبان في الماء ولها ألوان مميزة .

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
الألمونيوم : $Al^{+3}$	هيدروكسيد الأمونيوم $NH_4OH$	ترسب على هيئة هيدروكسيدات	لأن هيدروكسيدات لا تذوب في الماء
الحديد II: $Fe^{+2}$			
الحديد III: $Fe^{+3}$			

### الكشف عن كاتيون الألمونيوم $Al^{+3}$

إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الملح .	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألمونيوم يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية .	المشاهدة
$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$	المعادلات
إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألمونيوم يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم ..استنتج ؟ لتكون ميثا الومينات الصوديوم $NaAlO_2$ الذائبة في الماء .	المشاهدة
$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$ $Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$	المعادلات

### الكشف عن كاتيون الحديد $Fe^{+2}$

إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الملح	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II بالتعرض للهواء ويذوب في الأحماض	المشاهدة
$FeSO_{4(aq)} + 2NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow (NH_4)_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$	المعادلات
إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II .	المشاهدة
$FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$	المعادلات

### الكشف عن كاتيون الحديد $Fe^{+3}$

إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الملح .	التجربة الأساسية
يتكون راسب بني محمر جيلاتيني من هيدروكسيد الحديد III يذوب في الأحماض	المشاهدة
$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$	المعادلات

إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يتكون راسب بني محمر جيلاتيني من هيدروكسيد الحديد III	المشاهدة
$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$	المعادلات

### رابعاً: المجموعة التحليلية الخامسة

(استنتاج) ... يستخدم محلول كربونات الأمونيوم في الكشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
الكالسيوم : $Ca^{+2}$	كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$	ترسب على هيئة كربونات	لأن كربوناتها لا تذوب في الماء

### الكشف عن كاتيون الكالسيوم $Ca^{+2}$

إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول الملح	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف ويذوب أيضاً في الماء المحتوي على $CO_2$ .. استنتاج ؟ لتكون بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء .	المشاهدة
$CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \rightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$ $CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \rightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$	المعادلات

إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم .	المشاهدة
$CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$	المعادلات

تجربة الكشف الجاف : عند تعريض ملح صلب يحتوي على كاتيونات الكالسيوم للمنطقة غير المضيئة من لهب بنزن فانها تتلون بلون أحمر طوبي .	التجربة التأكيدية الثانية
---	---------------------------

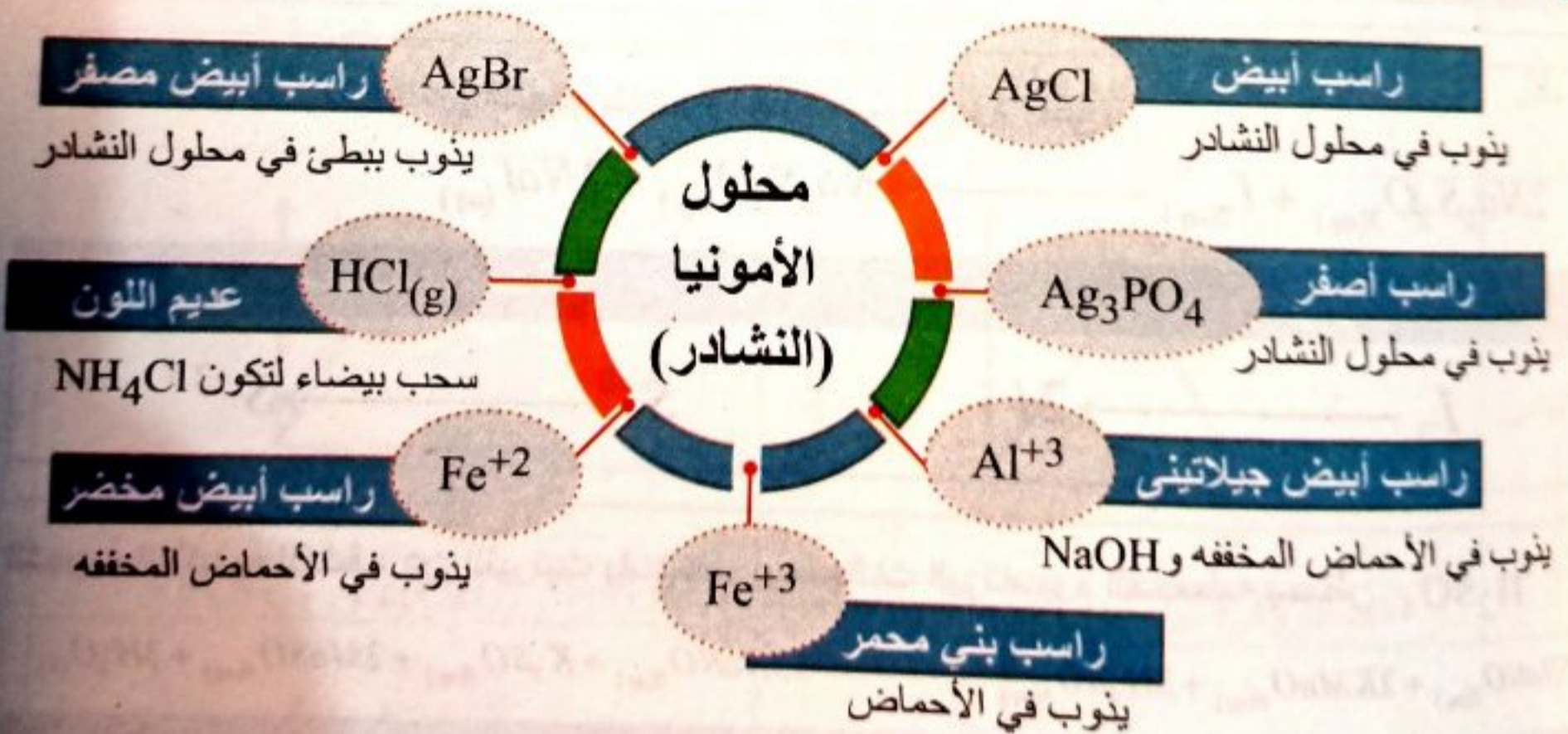
### لاحظ ان

- ☐ أيون  $Pb^{+2}$  يترسب على هيئة كربونات و كبريتات و كبريتيد و كلوريد
- ☐ أيون  $SO_4^{2-}$  يرسب أيونات الرصاص II و الباريوم و الكالسيوم
- ☐ أيون  $S^{2-}$  يرسب أيونات الفضة I و النحاس II و أيونات الرصاص II

رواسب متنوعة	الرواسب السوداء	الرواسب البيضاء	الرواسب الصفراء
$Fe(OH)_2$ أبيض مخضر	PbS	$CaCO_3$	AgI
$Fe(OH)_3$ بني محمر	CuS	$MgCO_3$	$Ag_3PO_4$
أبيض مصفر AgBr	$Ag_2S$	$BaSO_4$	S
		$CaSO_4$	
		AgCl	
		$PbSO_4$	
		$Ba_3(PO_4)_2$	
		$Ag_2SO_3$	
		$Al(OH)_3$	

### استخدامات محلول النشادر ( هيدروكسيد الأمونيوم ) :

- ينيب راسب كلوريد الفضة الأبيض
- ينيب ببطئ راسب بروميد الفضة الأبيض المصفر
- ينيب راسب فوسفات الفضة الأصفر
- يكون سحب بيضاء مع غاز كلوريد الهيدروجين
- تكشف عن كاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة ( $Fe^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Al^{+3}$ )



### استخدامات أسيتات الرصاص II :

- تكشف عن غاز كبريتيد الهيدروجين فيكون راسب أسود من كبريتيد الرصاص II
- تكشف عن الكبريتات فتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص II



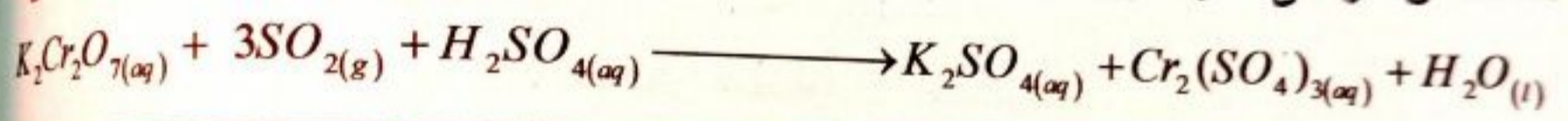


**إستخدامات حمض الهيدروكلوريك المخفف :**

- ◀ الكشف عن الأنيونات (  $NO_2^-$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$  )
- ◀ الكشف عن الكاتيونات (  $Pb^{+2}$ ,  $Hg^+$ ,  $Ag^+$  )
- ◀ يذيب راسب الكربونات والبيكربونات .
- ◀ يذيب راسب فوسفات الباريوم الأصفر .

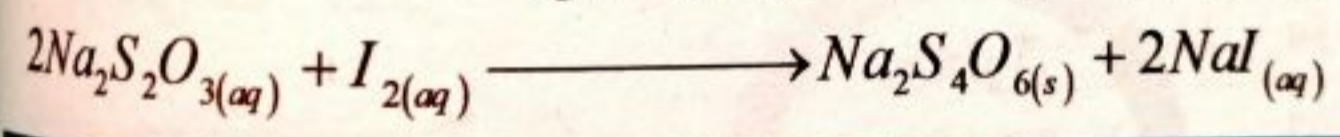
**توضيح تفاعلات الأكسدة والإختزال في التحليل الكيفي :**

الكشف عن غاز ثاني أكسيد الكبريت باستخدام ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضه بحمض  $H_2SO_4$



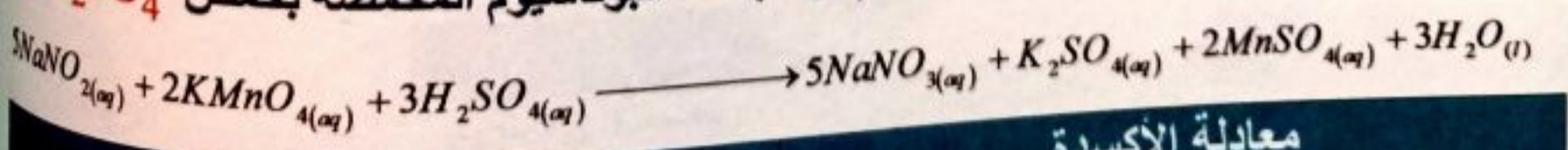
معادلة الإختزال	معادلة الأكسدة
$3e^- + Cr^{+6} \longrightarrow Cr^{+3}$ إكتسب 3 إلكترونات	$S^{+4} \longrightarrow S^{+6} + 2e^-$ فقد 2 إلكترون

التجربة التأكيدية للكشف عن الثيوكبريتات باستخدام محلول اليود البنى .



معادلة الإختزال	معادلة الأكسدة
$I_2 \longrightarrow 2I^-$	$S^{+2} \longrightarrow S^{+2.5}$

التجربة التأكيدية للكشف عن النيرتيت باستخدام برمنجانات البوتاسيوم المحمضه بحمض  $H_2SO_4$



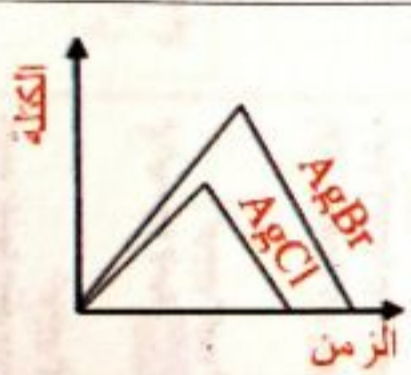
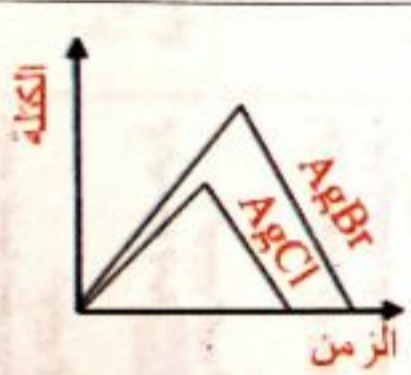
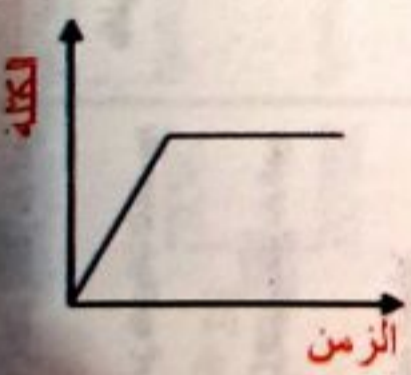
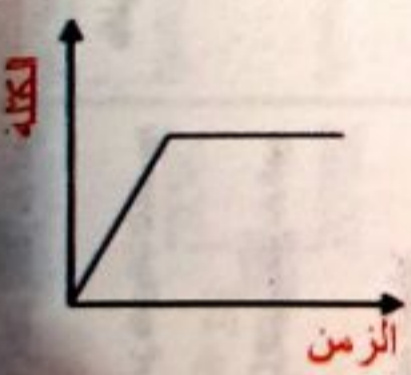


معادلة الإختزال	معادلة الأكسدة
$5e^- + Mn^{+7} \longrightarrow Mn^{+2}$ إكتسب 5 إلكترونات	$N^{+3} \longrightarrow N^{+5} + 2e^-$ فقد 2 إلكترون

الكشف عن غاز HBr بحمض H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



معادلة الاختزال	معادلة الأكسدة
$2e^- + S^{+6} \longrightarrow S^{+4}$ إكتسب 2 إلكترونات	$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$ فقد 2 إلكترون

### أنواع نوبان الرواسب :

راسبين أحدهما يذوب والآخر لا يذوب	راسبين أحدهما يذوب بسرعة والآخر يذوب ببطء
إضافة وفرة من محلول نترات الفضة إلى محلول فوسفات البوتاسيوم ويوديد البوتاسيوم ثم إضافة محلول الأمونيا إلى الخليط . مثال	إضافة محلول نترات الفضة إلى الصوديوم وكوريد الصوديوم ثم إضافة محلول الأمونيا مثال
	
راسبين كلاهما يذوب	راسب لا يذوب
إضافة وفرة من محلول نترات الفضة إلى محلول فوسفات البوتاسيوم وكوريد البوتاسيوم ثم إضافة محلول الأمونيا إلى الخليط مثال	إضافة محلول نترات الفضة إلى يوديد الصوديوم ثم إضافة محلول الأمونيا مثال
	
إضافة وفرة من هيدروكسيد الصوديوم إلى Al(OH) <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> الشكل البياني	إضافة وفرة من هيدروكسيد الصوديوم إلى Al(OH) <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> الشكل البياني
	

بيض

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

3e

2N<sub>2</sub>

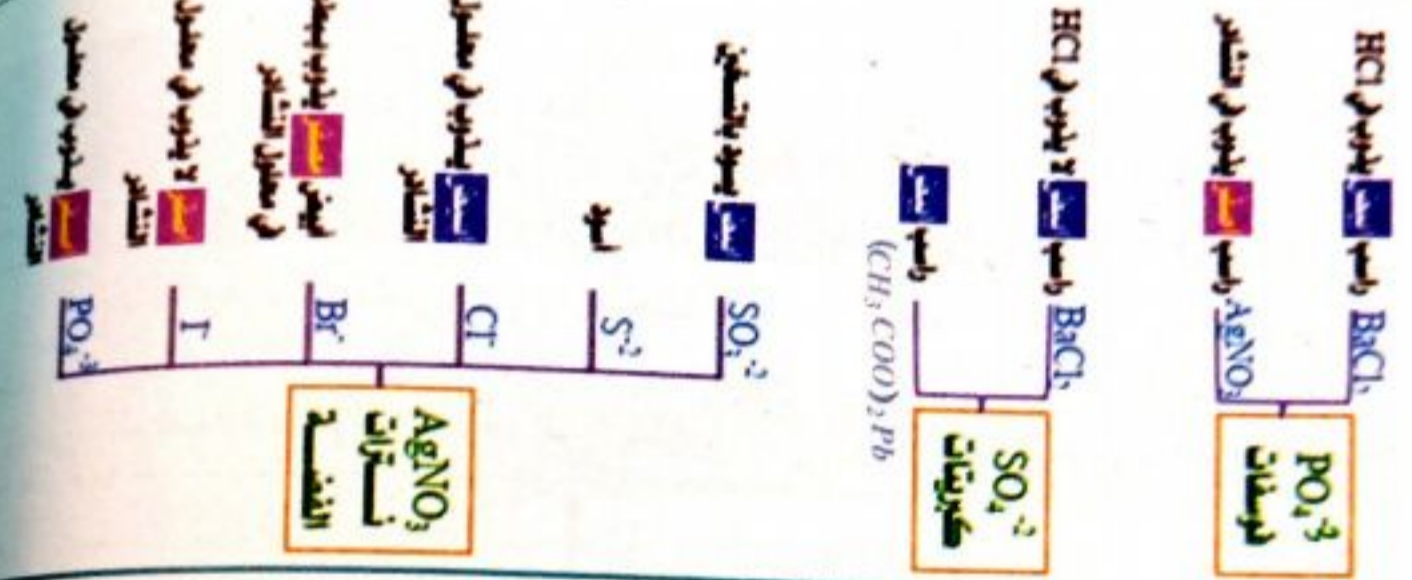
H

5NaNO<sub>3</sub>

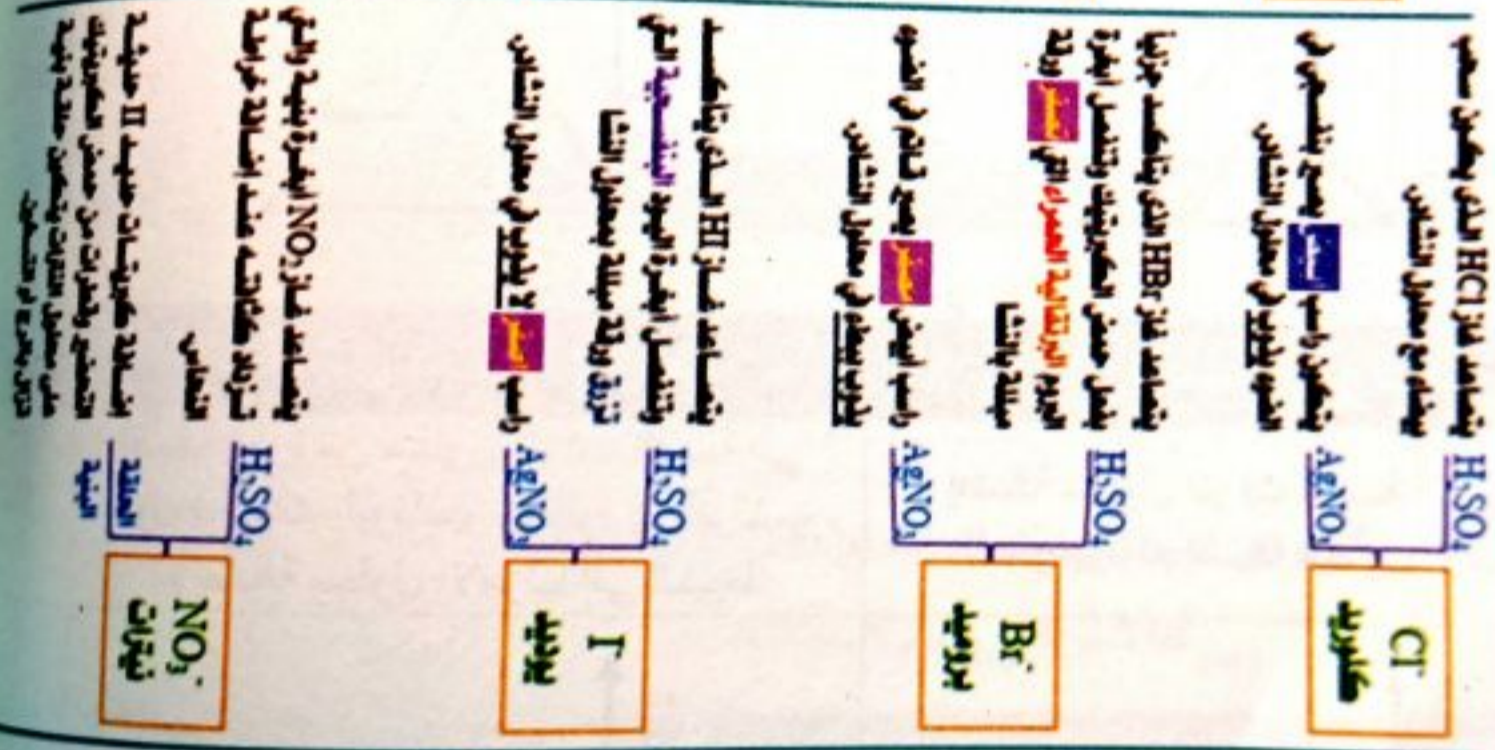
Se

الصف الثالث الثانوي

المخلوط	الفصل بينهما
$Al(OH)_3$ عن أي راسب آخر	إضافة $NaOH$ حيث يذوب مكونا ميثا ألومنيات الصوديوم $NaAlO_2$
$BaSO_4, Ba_3(PO_4)_2$	بإضافة $HCl$ يذوب فوسفات الباريوم
$AgBr, AgI$	باستخدام محلول النشادر حيث يذوب بروميد الفضة



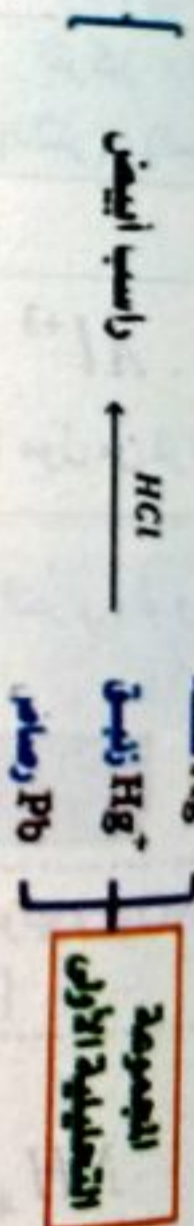
## الكشف عن الأنيونات



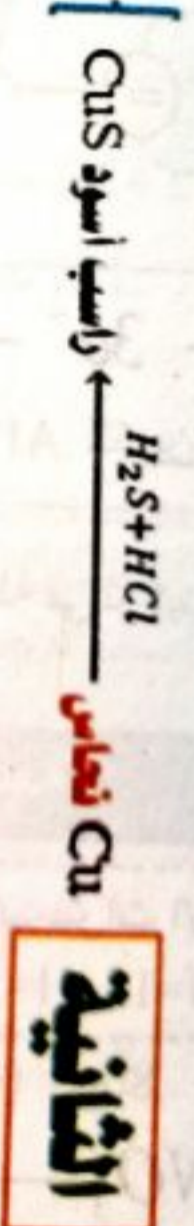
## الكشف عن الكاتيونات

# الكشف عن الكاتيونات

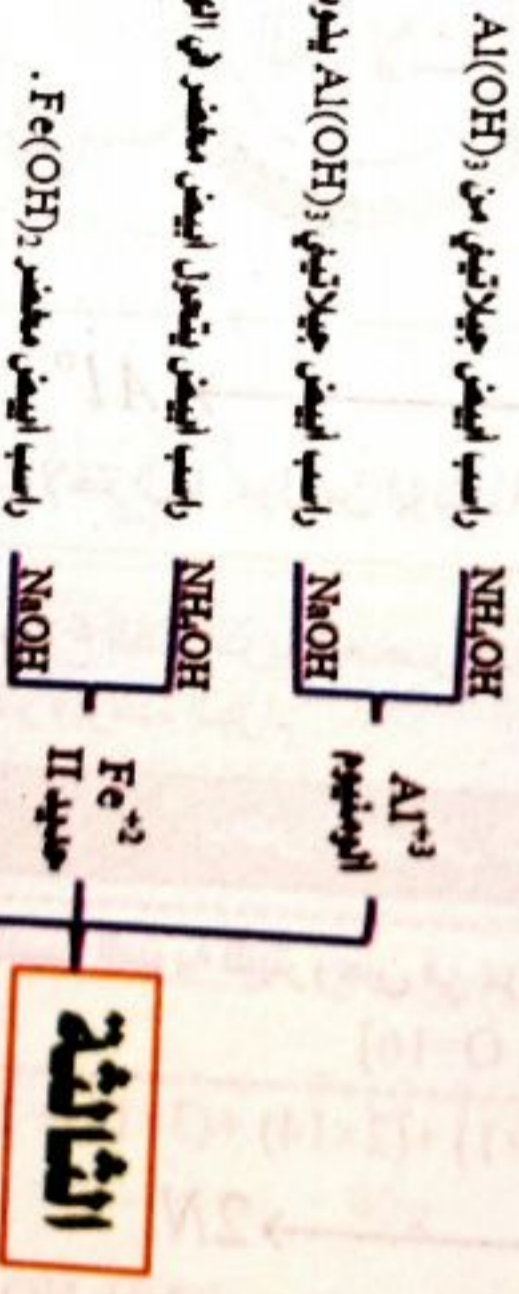
يترسب على هيئة كبريتات.



يترسب على هيئة كبريتات.

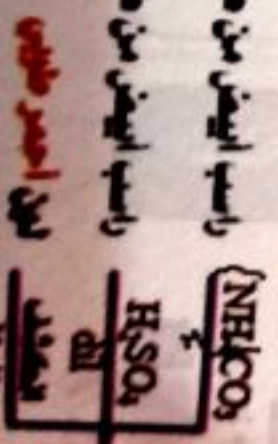
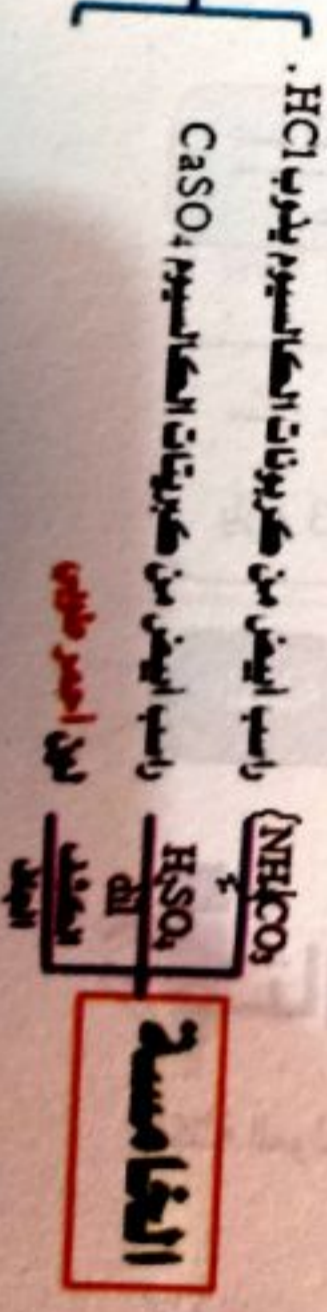


يترسب على هيئة هيدروكسيد من  $Al(OH)_3$  يتسبب في الزيادة من  $NaOH$  بسبب تكون بيثا الومينات الصوديوم.



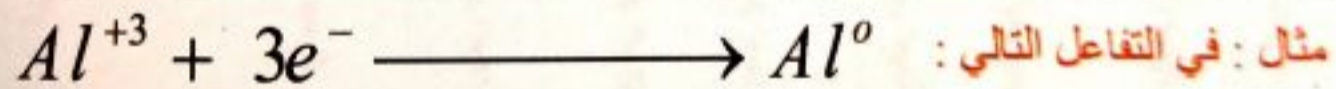
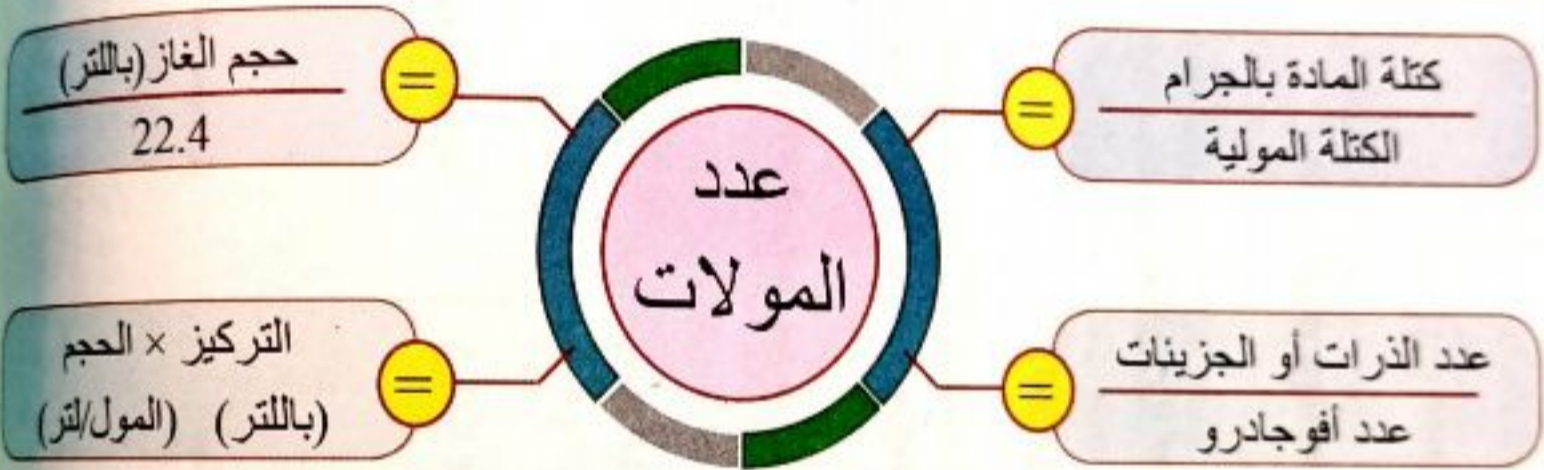
ترسب على هيئة هيدروكسيدات

ترسب على هيئة كربونات  $CaCO_3$ .



## ثانياً : التحليل الكمي

## أولاً : تراكمي معرفي لفهم التحليل الكمي



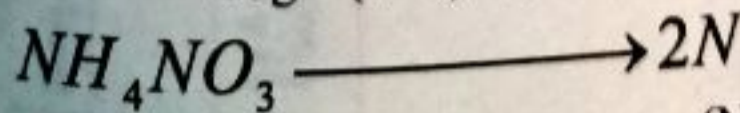
يلزم 3 مول من الإلكترونات لإختزال 1 مول من أيونات  $Al^{+3}$  لتكوين 1 مول من ذرات Al .

**الكتلة المولية (g) :** مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدره بوحدة الجرام .

## بعض المسائل الهامة

**مثال 1** احسب النسبة المئوية للنيتروجين في مركب نترات الامونيوم ( $NH_4NO_3$ )  
[N=14, H=1, O=16]

$$80g = (4 \times 1) + (2 \times 14) + (3 \times 16) = (NH_4NO_3)$$



كتلة النيتروجين في مول من ( $NH_4NO_3$ ) =  $(14 \times 2) = 28g$

$$35\% = 100 \times \frac{28}{80} = \text{النسبة المئوية للنيتروجين في نترات الامونيوم}$$

مثال 2 احسب عدد جزيئات 6.4 جرام من ثاني أكسيد الكبريت ( $\text{SO}_2$ )  
[S=32 , O=16]

$$1 \text{ mol } (\text{SO}_2) = 32 + (2 \times 16) = 64 \text{ g} \longrightarrow 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}$$

$$6.4 \text{ g} \longrightarrow X \text{ جزيء}$$

$$\therefore X = \frac{6.4 \times 6.02 \times 10^{23}}{64} = 6.02 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

مثال 3 احسب عدد ذرات الصوديوم الموجودة في 0.2 mol منه  
[Na = 23]

$$\text{عدد ذرات الصوديوم} = \text{عدد المولات} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$6.02 \times 10^{23} \times 0.2 =$$

$$= 1.204 \times 10^{23} \text{ ذرة}$$

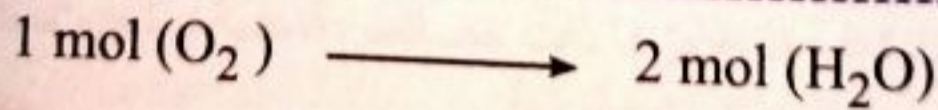
مثال 4 احسب حجم 11g من غاز ( $\text{CO}_2$ ) في (STP).  
[C=12, O=16]

$$1 \text{ mol } (\text{CO}_2) = 12 + (2 \times 16) = 44 \text{ g} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$11 \text{ g} \longrightarrow X \text{ L}$$

$$\therefore X = \frac{11 \times 22.4}{44} = 5.6 \text{ L}$$

مثال 5 احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90g من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروجين في (STP).  
[H=1 , O=16]



$$22.4 \text{ L} \longrightarrow 2 \times (2 + 16) = 36 \text{ g}$$

$$X \text{ L} \longrightarrow 90 \text{ g}$$

$$\therefore X = \frac{90 \times 22.4}{36} = 56 \text{ L}$$

## مثال 6

احسب كثافة غاز الاكسجين (at STP).  
[O=16]

$$1.428\text{g/L} = \frac{2 \times 16}{22.4\text{L}} = \frac{\text{الكثافة المولية}}{22.7\text{L}} = \text{كثافة غاز } (\text{O}_2)$$

## مثال 7

احسب التركيز المولاري لمحلول سكر القصب  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5g في محلول حجمه 500mL  
[C=12 , H=1 , O=16]

$$(12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16) = (\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \text{ من الكثلة المولية من}$$

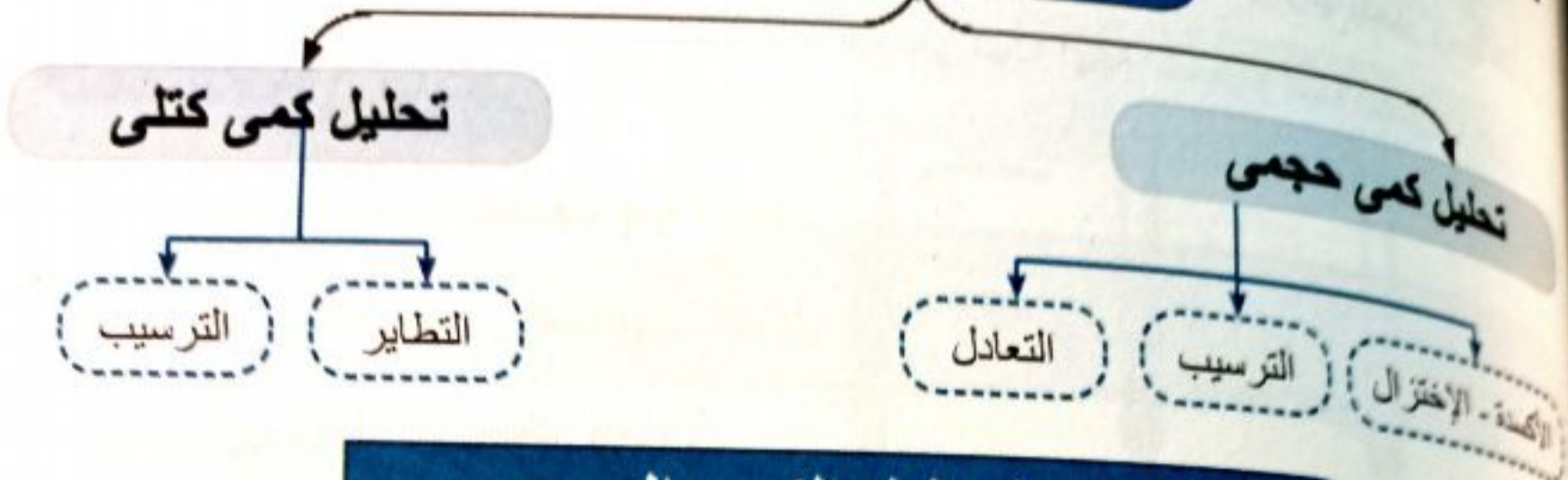
$$0.25\text{mol} = \frac{85.5}{342} = (\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \text{ من الكثلة المولية من}$$

$$0.5\text{L} = \frac{500}{1000} = \text{حجم المحلول (L)}$$

$$0.5\text{mol/L} = \frac{0.25}{0.5} = \text{التركيز المولاري للمحلول}$$

## ثانياً : أقسام التحليل الكمي

### التحليل الكمي



## أولاً : التحليل الكمي الحجمي

### الأساس العلمي :

تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها وذلك بإضافة حجماً معلوماً من المادة المراد تحديد تركيزها إلى محلول من مادة معلومة الحجم والتركيز ( المحلول القياسي ) حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين

**المحلول القياسي :** محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز

لاختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولي المادتين وهذه التفاعلات قد تكون :

< في تفاعلات الأكسدة والاختزال : تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة

< في تفاعلات الترسيب : تستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان في الماء

< في تفاعلات التعادل : تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).

**مثال**  
إذا كانت المادة المراد تقديرها حامضاً يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم .  
وإذا كانت المادة المراد تقديرها ذات خصائص قاعدية يستخدم محلول قياسي معلوم التركيز من الحمض لمعايرتها

**المعايرة :** عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز أو إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز



## نقطة نهاية التفاعل ( نقطة التعادل ) :

النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة

وللتعرف على نقطة نهاية التفاعل تستخدم أدلة لتحديد نهاية التفاعل حيث يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل

هي مواد كيميائية تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل ( نقطة التعادل ) ويتغير لونها بتغيير وسط التفاعل .

## الأدلة :

### أهمية الدليل (الكاشف) :

يستخدم في التعرف على نقطة نهاية التفاعل

### الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل :

الدليل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدي	الوسط المستخدم في قياسه	المدى
الميثيل البرتقالي	أحمر	برتقالي	أصفر	قاعدة ضعيفة — حمض قوي	3.1 – 4.4
الفينولفثالين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر	قاعدة قوية - حمض ضعيف	8.3 – 10
عباد الشمس	أحمر	أرجواني	أزرق	قاعدة قوية — حمض قوي	-----
أزرق بروموثيمول	أصفر	أخضر فاتح	أزرق	قاعدة قوية — حمض قوي	6.0 – 7.6

### ملاحظات : للفرقة بين :

حمض قوى وقاعدة قوية : تصلح جميع الأدلة

حمض ضعيف وقاعدة قوية : يستخدم دليل قاعدي ( دليل الفينولفثالين ) ( مدى  $PH > 7$  )

حمض قوى وقاعدة ضعيفة : يستخدم دليل حامضي ( دليل الميثيل البرتقالي ) ( مدى  $PH < 7$  )

حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة : لا يصلح أي من الأدلة البسيطة المعروفة .

### (استنتج) .... لا يستخدم محلول قاعدي في التمييز بين دليل عباد الشمس ودليل الأزرق بروموثيمول ؟

لأن كلا منهما لونه أزرق في الوسط القاعدي .

### (استنتج) .... لا يستخدم محلول حامضي في التمييز بين دليل عباد الشمس ودليل الميثيل البرتقالي ؟

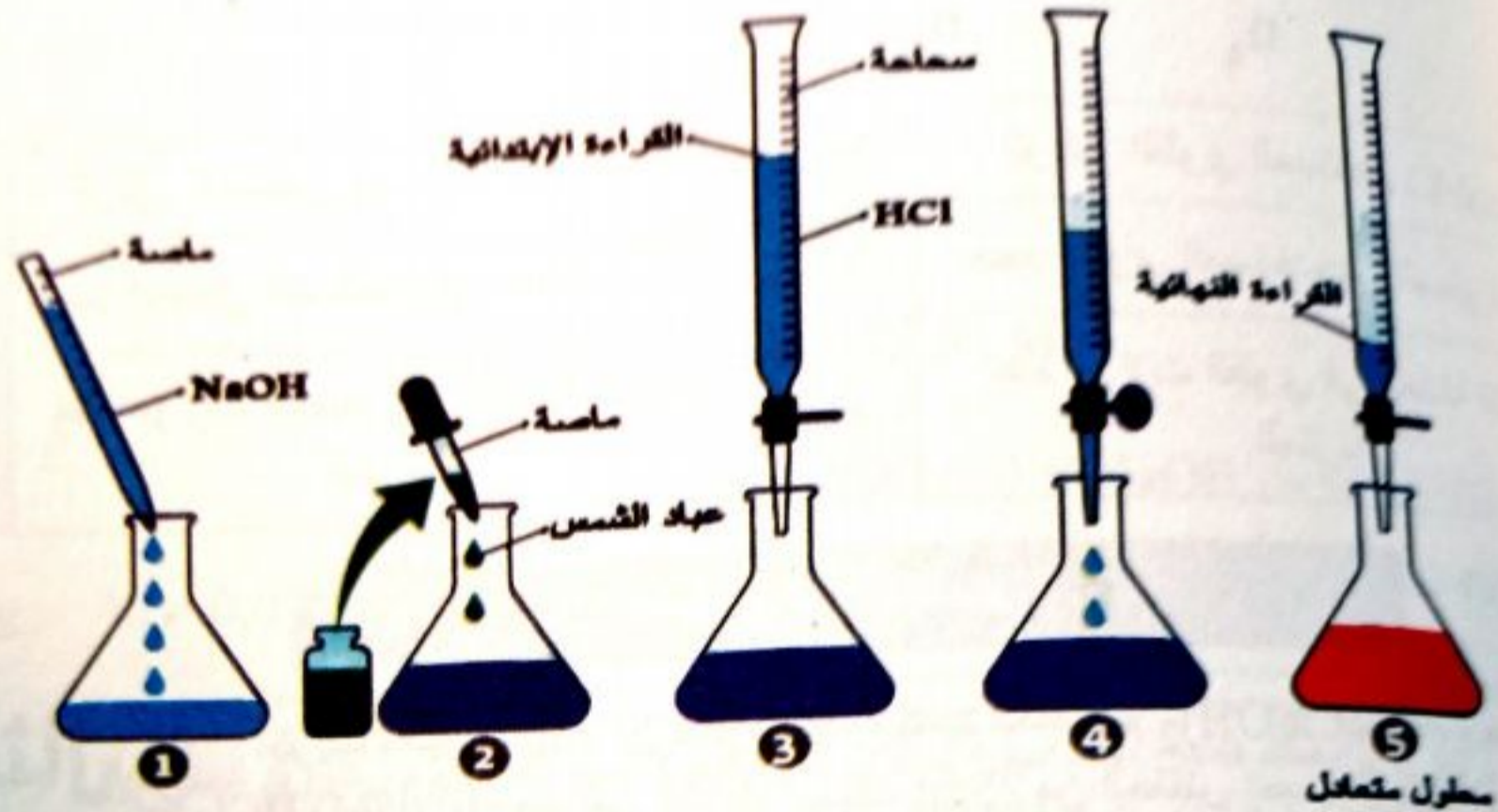
لأن كلا منهما لونه أحمر في الوسط الحامضي .

### (استنتج) .... لا يمكن الكشف عن الأحماض باستخدام دليل الفينولفثالين ؟

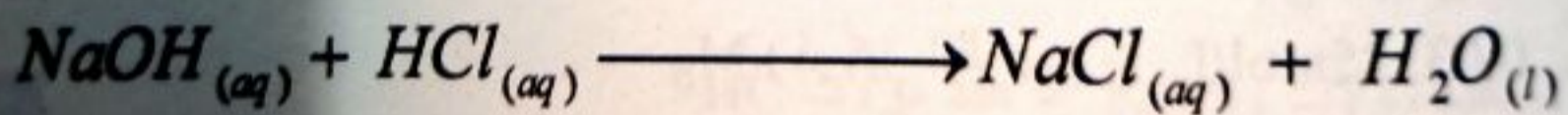
لأنه عديم اللون في الوسط الحامضي والمتعادل

تقدير محلول من هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز مع محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك

تجربة عملية



- ◀ ينقل حجم معلوم ( 25ml ) من هيدروكسيد الصوديوم إلى ورق مخروطي باستخدام ماصة
- ◀ يضاف إليه قطرتين من محلول دليل مناسب مثل (محلول عبد الشمس أو أزرق بروموثيمول)
- ◀ تملأ المعاينة بالمحلول القياسي من حمض الهيدروكلوريك تركيز (0.1mol/L)
- ◀ يضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوي حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة التعادل) الذي يمكن تمثيله على النحو التالي :



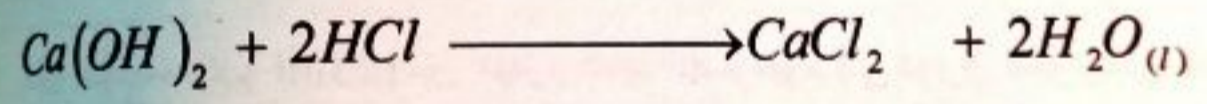
نعين حجم الحمض المضاف من السحاحة وليكن (21ml) من معادلة التفاعل نجد أن: عدد مولات الحمض = عدد مولات القلوي لذلك نقوم بالتعويض في العلاقة الآتية لإيجاد تركيز القاعدة:

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

$M_a$	تركيز الحمض المستخدم (mol/L)	$M_b$	تركيز القلوي المستخدم (mol/L)
$V_a$	حجم الحمض المستخدم في المعايرة باللتر	$V_b$	حجم القلوي المستخدم في المعايرة باللتر
$n_a$	عدد مولات الحمض في معادلة التفاعل المتزنة	$n_b$	عدد مولات القلوي في معادلة التفاعل المتزنة

مسائل على المعايرة

**مثال 1** أجريت معايرة 20ml من محلول هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  باستخدام حمض HCl (0.05M) وعند تمام التفاعل استهلك 25ml من الحمض احسب تركيز  $Ca(OH)_2$

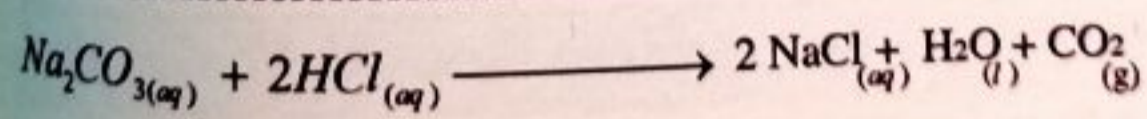


$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.05 \times 25}{2} = \frac{M_b \times 20}{1}$$

$$0.03125 \text{ mol/L} = (M_b \text{ تركيز القلوي})$$

**مثال 2** احسب حجم حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L اللازم لمعايرة 20ml من محلول كربونات الصوديوم 0.5 mol/L حتى تمام التفاعل.



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

$$\frac{0.1 \times V_a}{2} = \frac{0.5 \times 20}{1}$$

$$200 \text{ ml} = V_a \text{ (حجم الحمض)}$$

أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 25ml والتي تستهلك عند معايرة 15ml من حمض الهيدروكلوريك 0.1mol/L علماً بأن : [ Na =23 , O = 16 , H=1]

مثال 3



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

$$\frac{0.1 \times 15}{1} = \frac{M_b \times 25}{1}$$

$$0.06 \text{mol/L} = (\text{تركيز القلوي}) M_b$$

الكتلة المولية من NaOH = 23+16+1 = 40g/mol

$$0.06 \text{g} = 40 \times 0.025 \times 0.6 = \text{كتلة المادة (g)} = \text{التركيز} \times \text{الحجم باللتر} \times \text{الكتلة المولية}$$

مثال 4 مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم , لزم لمعايرة 0.1g منه حتى تمام التفاعل 10ml من حمض هيدروكلوريك 0.1mol/L , أحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط - علماً بأن [ Na =23 , O = 16 , H=1]

$$\text{عدد مولات HCl} = \text{الحجم باللتر} \times \text{التركيز} = 0.01 \times 0.1 = 0.001 \text{mol}$$



من معادلة التفاعل نجد أن :

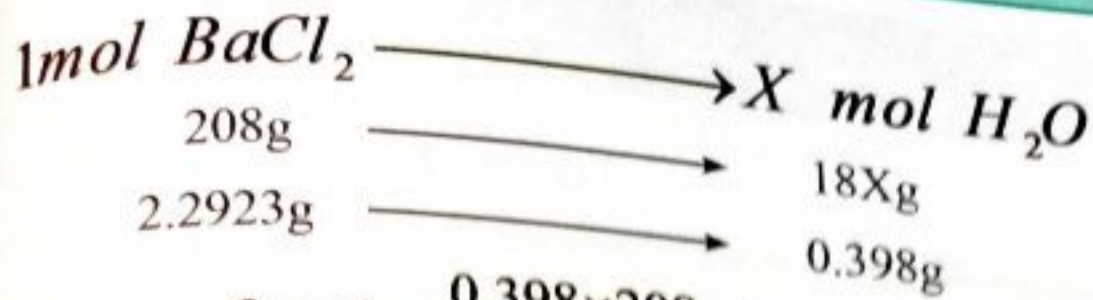
$$\therefore \text{عدد مولات NaOH} = \text{عدد مولات HCl}$$

$$\therefore \text{عدد مولات NaOH} = 0.001 \text{mol}$$

$$40 \text{g/mol} = 1 + 16 + 23 = \text{الكتلة المولية من NaOH}$$

$$\therefore \text{كتلة NaOH} = \text{عدد مولات} \times \text{الكتلة المولية} = 0.001 \times 40 = 0.04 \text{g}$$

$$\therefore \text{نسبة NaOH} = 100 \times \frac{0.04}{0.1} = 40\%$$



حل آخر

$$2 \text{ mol} = \frac{0.398 \times 208}{2.2923 \times 18} = (X) \text{ عدد مولات جزيئات ماء التبخر}$$

الصيغة الجزيئية للمركب هو :  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**مثال 2** عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت  $\text{CaCl}_2 \cdot X\text{H}_2\text{O}$  موضوعة في جفنة كتلتها 11.47g سخن تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فأصبحت 11.11g ، فإذا علمت أن كتلة الجفنة فارغة 10g أوجد الصيغة الجزيئية للعينة المتهدرتة.

$$(H=1, Cl = 35.5, Ca = 40, O = 16)$$

كتلة كلوريد الكالسيوم المتهدرتة = كتلة العينة قبل التسخين - كتلة الجفنة فارغة =  $11.47 \text{ g} - 10 \text{ g} = 1.47 \text{ g}$   
 كتلة كلوريد الكالسيوم = كتلة العينة بعد التسخين - كتلة الجفنة فارغة =  $11.11 \text{ g} - 10 \text{ g} = 1.11 \text{ g}$   
 كتلة ماء التبخر = كتلة كلوريد الكالسيوم المتهدرتة - كتلة كلوريد الكالسيوم =  $1.47 \text{ g} - 1.11 \text{ g} = 0.36 \text{ g}$

خطوات الحل	$\text{CaCl}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
كتلة المادة	1.11g	0.36g
الكتلة المولية	$40 + (2 \times 35.5) = 111$	$18 = 16 + 2$
عدد المولات	$0.01 \text{ mol} = \frac{1.11}{111}$	$0.02 \text{ mol} = \frac{0.36}{18}$
نسبة عدد المولات	$1 = \frac{0.01}{0.01}$	$2 = \frac{0.02}{0.01}$
الصيغة الجزيئية	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	

**مثال 3** احسب عدد مولات ماء التبخر في عينة من كبريتات الماغنسيوم المتهدرتة، إذا علمت أنها تحتوي على 62.26% من كتلتها ماء تبخر.

$$[H=1, Mg = 24, S = 32, O = 16]$$

فكر معاً شويًا :

## الأساس العلمي :

تتعتمد هذه الطريقة على أساس ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء ذو تركيب كيميائي معروف وثابت .

## خطوات طريقة الترسيب ( : :

الترسيب : يتم ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء ذو تركيب كيميائي معروف وثابت .

الترشيح : يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد

الحرق : تنقل ورقة الترشيح و عليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب

الوزن : نعين كتلة الراسب ومنها يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب

نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد

## تعريف ورقة الترشيح عديمة الرماد :

(استنتاج) .... يستخدم ورق ترشيح عديم الرماد عند تقدير كتلة راسب ؟

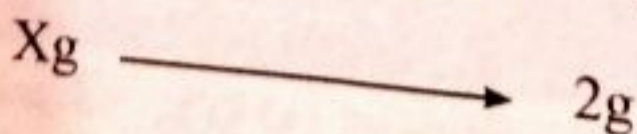
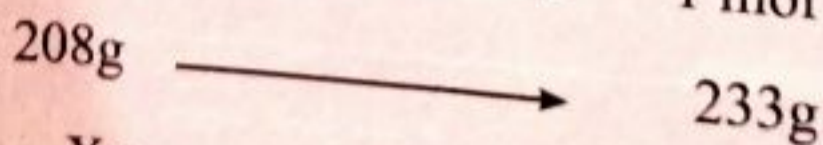
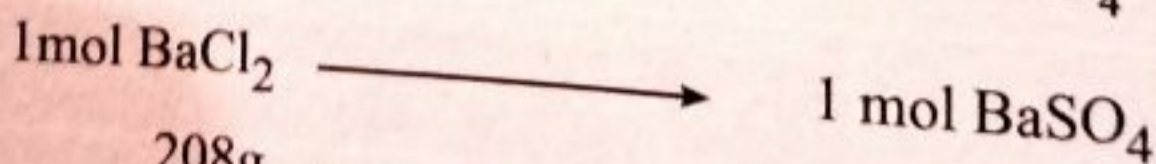
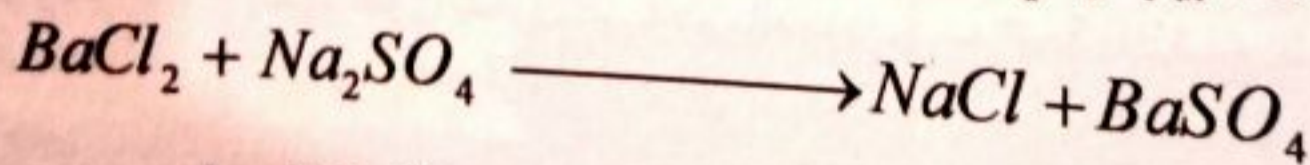
لأن مكوناته تتطاير ولا تترك أي رماد وبذلك لا تؤثر على كتلة الراسب .

أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته 2g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

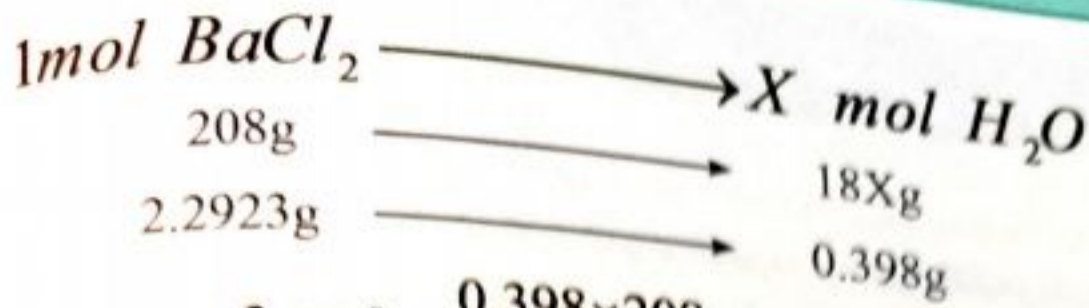
[O=16, S=32, Cl=35.5, Ba=137]

## مثال 2

خطوات الحل : يجب كتابة معادلة التفاعل موزونة تم تحسب الكتل المولية للمواد المطلوب إيجاد العلاقة بينها وهي هنا كلوريد الباريوم وكبريتات الباريوم



$$1.785 \text{ g} = \frac{2 \times 208}{233} = (X) \text{ كتلة كلوريد الباريوم}$$



حل آخر

$$2 \text{ mol} = \frac{0.398 \times 208}{2.2923 \times 18} = (X) \text{ عدد مولات جزيئات ماء التبخر}$$

الصيغة الجزيئية للمركب هو :  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 

**مثال 2** عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت  $\text{CaCl}_2 \cdot X\text{H}_2\text{O}$  موضوعة في جفنة كتلتها 11.47g سخن تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فأصبحت 11.11g ، فإذا علمت أن كتلة الجفنة فارغة 10g أوجد الصيغة الجزيئية للعينة المتهدرتة.

$$(H=1, Cl=35.5, Ca=40, O=16)$$

كتلة كلوريد الكالسيوم المتهدرتة = كتلة العينة قبل التسخين - كتلة الجفنة فارغة =  $11.47 \text{ g} - 10 \text{ g} = 1.47 \text{ g}$   
 كتلة كلوريد الكالسيوم = كتلة العينة بعد التسخين - كتلة الجفنة فارغة =  $11.11 \text{ g} - 10 \text{ g} = 1.11 \text{ g}$   
 كتلة ماء التبخر = كتلة كلوريد الكالسيوم المتهدرتة - كتلة كلوريد الكالسيوم =  $1.47 \text{ g} - 1.11 \text{ g} = 0.36 \text{ g}$

خطوات الحل	$\text{CaCl}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
كتلة المادة	1.11g	0.36g
الكتلة المولية	$40 + (2 \times 35.5) = 111$	$18 = 16 + 2$
عدد المولات	$0.01 \text{ mol} = \frac{1.11}{111}$	$0.02 \text{ mol} = \frac{0.36}{18}$
نسبة عدد المولات	$1 = \frac{0.01}{0.01}$	$2 = \frac{0.02}{0.01}$
الصيغة الجزيئية	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	

**مثال 3** احسب عدد مولات ماء التبخر في عينة من كبريتات الماغنسيوم المتهدرتة، إذا علمت أنها تحتوي على 62.26% من كتلتها ماء تبخر.

$$[H=1, Mg=24, S=32, O=16]$$

فكر معاً شويًا :

## ثانياً : طريقة الترسيب

## الأساس العلمي :

تعتمد هذه الطريقة على أساس ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء ذو تركيب كيميائي معروف وثابت .

## خطوات طريقة الترسيب ( : :

- ◀ الترسيب : يتم ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء ذو تركيب كيميائي معروف وثابت .
- ◀ الترشيح : يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد
- ◀ الحرق : تنقل ورقة الترشيح و عليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب
- ◀ الوزن : نعين كتلة الراسب ومنها يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب

## تعريف ورقة الترشيح عديمة الرماد :

نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد

(استنتج) ..... يستخدم ورق ترشيح عديم الرماد عند تقدير كتلة راسب ؟

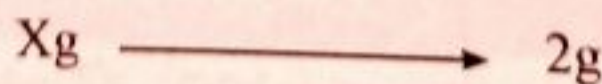
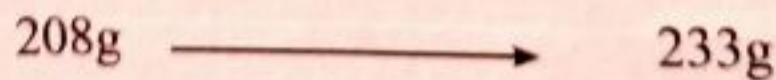
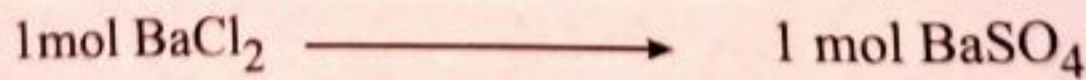
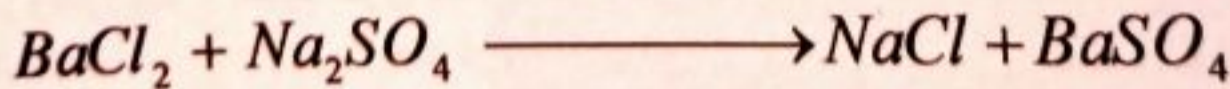
لأن مكوناته تتطاير ولا تترك أي رماد وبذلك لا تؤثر على كتلة الراسب .

## مثال 2

أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته 2g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

$$[O=16, S=32, Cl=35.5, Ba=137]$$

خطوات الحل : يجب كتابة معادلة التفاعل موزونة تم تحسب الكتل المولية للمواد المطلوب إيجاد العلاقة بينها وهي هنا كلوريد الباريوم وكبريتات الباريوم



$$1.785 \text{ g} = \frac{2 \times 208}{233} = (X) \text{ كتلة كلوريد الباريوم}$$



## كيف نميز بين أملاح توجد في مجموعة واحدة

(١) التمييز بين كربونات وبيكربونات الصوديوم.

طريقة التمييز	كربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم
بإضافة محلول كبريتات الماغنسيوم	يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتكون راسب أبيض بعد التسخين

(٢) التمييز بين كبريتيد والبوتاسيوم.

طريقة التمييز	كبريتيد البوتاسيوم	كبريتيت البوتاسيوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$ كريه الرائحة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II)	يتصاعد غاز $SO_2$ له رائحة نفاذة ويخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة بحمض الكبريتيك المركز

طريقة التمييز	كبريتيد البوتاسيوم	كبريتيت البوتاسيوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة	يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين

(٣) التمييز بين نيتريت وثيوكبريتات الصوديوم.

طريقة التمييز	نيتريت الصوديوم	ثيو كبريتات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك $NO$ عديم اللون يتحول إلى البني المحمر عند فوهة الأنبوبة	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت $SO_2$ له رائحة نفاذة مع ظهور راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول

(٤) التمييز بين كبريتيت وثيو كبريتات الصوديوم.

طريقة التمييز	كبريتيت صوديوم	ثيو كبريتات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز $SO_2$ له رائحة نفاذة ويخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة بحمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت $SO_2$ له رائحة نفاذة مع ظهور راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول

(٥) التمييز بين كربونات والنيترت الصوديوم.

طريقة التمييز	كربونات الصوديوم	نيترت الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير إذا أمر فيه لفترة قصيرة	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك يتحول إلى بني محمر عند فوهة الأنبوبة .

(٦) التمييز بين كبريتيد وبيكربونات الصوديوم.

طريقة التمييز	كبريتيد الصوديوم	بيكربونات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين كريه الرائحة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير إذا أمر فيه لفترة قصيرة

(٧) التمييز بين كلوريد ويوديد الصوديوم.

طريقة التمييز	كلوريد الصوديوم	يوديد الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون والذي يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون والذي يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر وتنفصل أبخرة اليود التي تزرق ورقة مبللة بمحلول النشا

طريقة التمييز	كلوريد الصوديوم	يوديد الصوديوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أبيض يصير بنفسجيا في ضوء الشمس ويذوب بسرعة في محلول النشادر	يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر

(٨) التمييز بين بروميد ويوديد الصوديوم.

طريقة التمييز	بروميد الصوديوم	يوديد الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين الذي يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل منه أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار الورقة المبللة بمحلول النشا	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك المركز وتنفصل منه أبخرة اليود التي تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتزرق ورقة مبللة بمحلول النشا

يوديد الصوديوم	بروميد الصوديوم	طريقة التمييز
يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر	يتكون راسب أبيض مصفر يصبح داكنة عند تعرضه للضوء و يذوب ببطئ في محلول النشادر	بإضافة محلول نترات الفضة

### (٩) التمييز بين يوديد ونيترات الصوديوم.

نيترات الصوديوم	يوديد الصوديوم	طريقة التمييز
يتصاعد غاز ثاني أكسيد النيتروجين ذو اللون البني المحمر نتيجة التفكك حمض النيتريك وتزداد كثافة اللون بإضافة خراطة النحاس	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئية بفعل حمض التي تزرق ورقة مبللة بمحلول النشا	بإضافة حمض الكبريتيك المركز

### (١٠) التمييز بين كبريتات و فوسفات الصوديوم

فوسفات الصوديوم	كبريتات الصوديوم	طريقة التمييز
يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	بإضافة محلول كلوريد الباريوم

### (١١) التمييز بين كبريتات و فوسفات الباريوم

فوسفات الباريوم	كبريتات الباريوم	طريقة التمييز
يذوب الملح في الحمض المخفف	لا يذوب الملح في الحمض المخفف	بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف

### (١٢) التمييز بين كلوريد الألومنيوم و كلوريد الحديد II .

كلوريد الحديد II	كلوريد الألومنيوم	طريقة التمييز
يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II	يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم	بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم

### (١٣) التمييز بين كلوريد الحديد III و كلوريد الحديد II .

كلوريد الحديد II	كلوريد حديد III	طريقة التمييز
يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II	يتكون راسب جيلاتيني بني محمر من هيدروكسيد الحديد III	بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم

## كيف نميز بين أملاح لا توجد في مجموعة واحدة

### (١) التمييز بين كبريتيد وكوريد الصوديوم.

طريقة التمييز	كبريتيد الصوديوم	كلوريد الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين كريه الرائحة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص	لا يحدث تفاعل

طريقة التمييز	كبريتيد الصوديوم	كلوريد الصوديوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة	يتكون راسب أبيض يصير بنفسجيا في ضوء الشمس و يذوب بسرعة في محلول النشادر

### (٢) التمييز بين نيتريت و نترات الصوديوم.

طريقة التمييز	نترات الصوديوم	نيتريت الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك يتحول إلي بني محمر عند فوهة الأنبوبة	لا يحدث تفاعل

طريقة التمييز	نيتريت الصوديوم	نترات الصوديوم
بإضافة كبريتات حديد II حديثة التحضير + حمض كبريتيك مركز	لا يحدث تفاعل	تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل تزول بالرج أو بالتسخين

طريقة التمييز	نيتريت الصوديوم	نترات الصوديوم
بإضافة برمنجنات البوتاسيوم المحمضة	يزول اللون البنفسجي	لا يحدث تفاعل

### (٣) التمييز بين كبريتات وبروميد الصوديوم

طريقة التمييز	كبريتات الصوديوم	بروميد الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	لا يحدث تفاعل	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين الذي يتأكسد جزئية بفعل حمض الكبريتيك وتتصاعد أبخرة برتقالية حمراء تسبب إصفرار الورقة المبللة بمحلول النشا

(٤) التمييز بين يوديد وفوسفات الصوديوم.

فوسفات الصوديوم	يوديد الصوديوم	طريقة التمييز
لا يحدث تفاعل	بإضافة حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئية بفعل حمض الكبريتيك المركز وتنفصل أبخرة اليود التي تزرق ورقة مبللة بمحلول النشا	بإضافة حمض الكبريتيك المركز

فوسفات الصوديوم	يوديد الصوديوم	طريقة التمييز
يتكون راسب اصفر من فوسفات الفضة يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك	يتكون راسب اصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر	بإضافة محلول نترات الفضة

(٥) التمييز بين يوديد وفوسفات فضة.

فوسفات الفضة	يوديد الفضة	طريقة التمييز
يذوب الملح	يترسب الملح	بإضافة محلول النشادر

(٦) التمييز بين كلوريد ألومنيوم وكلوريد صوديوم.

كبريتيت الصوديوم	كبريتات الصوديوم	طريقة التمييز
يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت له رائحة نفثة ويخضر الورقة المبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة	لا يحدث تفاعل	بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف

(٧) التمييز بين كلوريد ألومنيوم وكلوريد صوديوم.

كلوريد الصوديوم	كلوريد الألومنيوم	طريقة التمييز
لا يحدث تفاعل	يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم	بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم

### (٨) التمييز بين هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم

طريقة التمييز	هيدروكسيد الصوديوم	هيدروكسيد الأمونيوم
بإضافة محلول كل منهما إلى محلول كبريتات الألومنيوم تترجيا	يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الزيادة من هيدروكسيد الصوديوم	يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الزيادة من هيدروكسيد الأمونيوم
طريقة التمييز	هيدروكسيد الصوديوم	هيدروكسيد الأمونيوم
بتعرض كلاهما لـ HCl (g)	لا يحدث شيء	يتكون سحب بيضاء من NH <sub>4</sub> Cl

### كيف نميز بين الأحماض

#### (١) التمييز بين حمض الكبريتيك والفوسفوريك

طريقة التمييز	حمض الكبريتيك	حمض الفوسفوريك
بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم محلول كلوريد الباريوم	راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف

### ملخص كيف تمييز بين بدون استخدام كواشف

#### (١) التمييز بين كلوريد الفضة و بروميد الفضة

طريقة التمييز	كلوريد الفضة	بروميد الفضة
باستخدام الضوء	يتحول الى اللون البنفسجي	يتحول الى اللون الداكن

#### (٢) التمييز بين كلوريد الرصاص II وكلوريد الصوديوم

طريقة التمييز	كلوريد الرصاص II	كلوريد الصوديوم
بإضافة مقدار من الماء	لا يذوب	يذوب

(3) التمييز بين بيكربونات ماغنسيوم والبيوتاسيوم

بيكربونات ماغنسيوم

بيكربونات ماغنسيوم	بيكربونات بوتاسيوم	طريقة التمييز
يظهر راسب أبيض لتكون كربونات الماغنسيوم التي لا تذوب في الماء	لا يظهر راسب لتكون كربونات البوتاسيوم التي تذوب في الماء	بتسخين كل منهما تسخيناً شديداً

# الباب الثالث



# الإتزان الكيميائي



النظام المتزن هو نظام ساكن على المستوى المرني ونظام ديناميكي على المستوى غير المرني ويسير في اتجاهين متضادين

## النظام المتزن

### أنواع الإتزان

#### الإتزان الكيميائي

هو عبارة عن الإتزان الناشئ في التفاعلات الكيميائية الإنعكاسية

#### الإتزان الفيزيائي


هو عبارة عن الإتزان الناشئ عن حدوث تغير في الحالة الفيزيائية للمادة

### أولاً: الإتزان الفيزيائي

توضح الإتزان الفيزيائي (الإتزان الديناميكي)

### تجربة عملية



المشاهدات:	الخطوات:
حدوث عمليتان متضادتين أو متعاكستين هما عمليتا التبخير والتكثيف	نضع كمية من الماء في إناء مغلق على موقد مشتعل.
	<b>التفسير:</b> في بداية التسخين يكون معدل تبخير الماء هو العملية السائدة ويصحبها زيادة في الضغط البخاري وتستمر عملية التبخير حتى يتساوى الضغط البخاري مع ضغط بخار الماء المشبع.
	<b>الإستنتاج:</b> تحدث حالة اتزان بين سرعة التبخير وسرعة التكثيف، ويكون عندها عدد جزيئات الماء التي تتبخر مساوي لعدد جزيئات البخار التي تتكثف.
	$\text{ماء (سائل)} \xrightleftharpoons[\text{تبخير}]{\text{تكثيف}} \text{ماء (بخار)}$

### الضغط البخاري

ضغط بخار الماء الموجود في الهواء عند درجة حرارة معينة.

### ضغط بخار الماء المشبع:

أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يوجد في الهواء عند درجة حرارة معينة

### عند حدوث الإتزان يكون:

- ◆ معدل التبخير = معدل التكثيف
  - ◆ عدد مولات جزيئات الماء المتبخرة = عدد مولات جزيئات الماء المتكثفة
  - ◆ كتلة الماء المتبخرة = كتلة الماء المتكثفة
- ( ومعنى ذلك : إذا تم تبخير 20g ماء سائل فإنه يتكثف 20g بخار ماء )

مثال آخر للإتزان الفيزيائي :



## ثانياً: الإتزان الكيميائي

يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية إلى نوعين هما:



## أولاً: التفاعلات التامة

هي تفاعلات تسير في اتجاه واحد غالباً (الاتجاه الطردى) حيث يصعب على المواد الناتجة التي تحتوي على غاز أو راسب أن تتحد مع بعضها مرة أخرى لتكوين المواد المتفاعلة في نفس ظروف إجراء التفاعل.

تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة تفاعل تام.. استنتج؟

بسبب تكون راسب أبيض من كلوريد الفضة وخروجه من حيز التفاعل.

تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك تفاعل تام.. استنتج؟

بسبب تصاعد غاز الهيدروجين وخروجه من حيز التفاعل.

تحلل نترات النحاس بالحرارة تفاعل تام.. استنتج؟

بسبب تصاعد غازي الأكسجين وثاني أكسيد النيتروجين وخروجهما من حيز التفاعل.

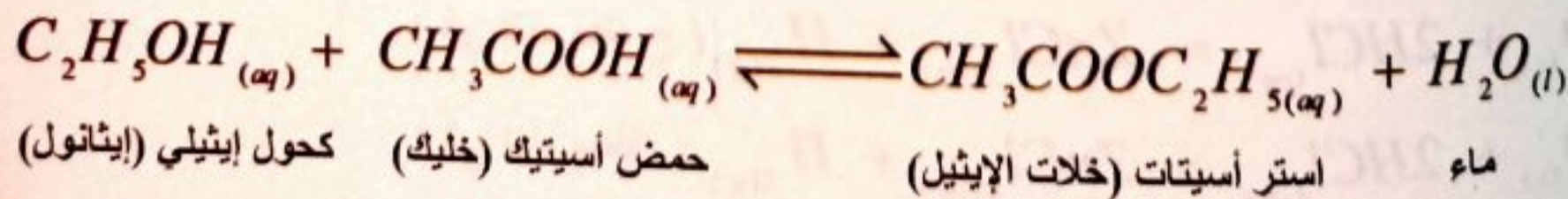
(استنتج) التفاعلات التامة تسير حتى نهايتها؟

بسبب خروج أحد النواتج من حيز التفاعل على هيئة تصاعد غاز أو تكون راسب.

## ثانياً: التفاعلات الإنعكاسية

تفاعلات تسير في كلا الاتجاهين الطردى والعكسي حيث تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة باستمرار في حيز التفاعل.

عند تعادل مول من حمض الأسيتيك (الخليك) مع مول من الكحول الإيثيلي (الإيثانول) فإن من المتوقع من معادلة التفاعل الآتية تكون مول من أستر أسيتات (خلات) الإيثيل ومول من الماء.



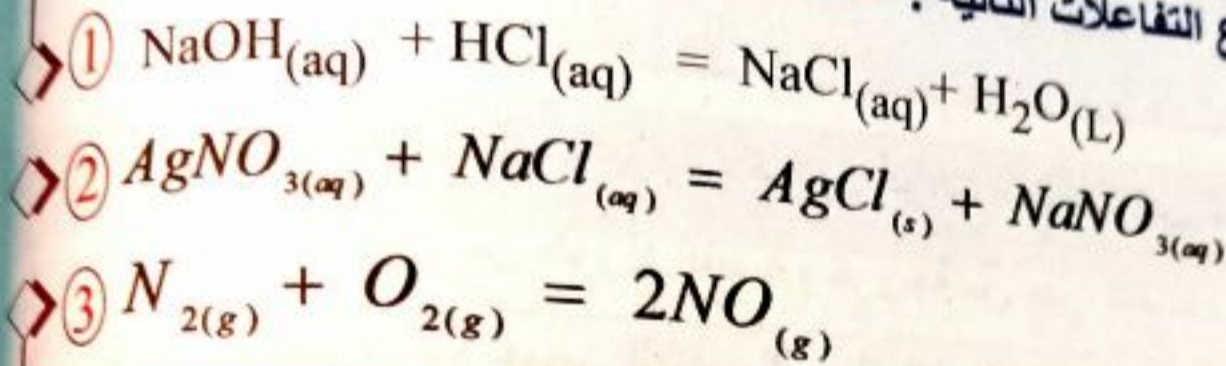
# ولكن

إذا اختبرنا محلول تفاعل ... من التفاعل من ...  
 أن المواد الناتجة (الأستر والماء) من التفاعل من ...  
 ... فما سبب هذه الحموضة إذا ؟

بسبب أن هذا التفاعل تفاعل انعكاسي وبالتالي فإن المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل تكون موجودة باستمرار في حيز التفاعل وبالتالي فإن حموضة خليط التفاعل ترجع إلى وجود حمض الخليك في حيز التفاعل.

**تدريب** (استنتج) تفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلي تفاعل انعكاسي ؟  
 بسبب وجود المتفاعلات والنواتج في حيز التفاعل (لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب)

**تدريب** حدد نوع التفاعلات التالية :

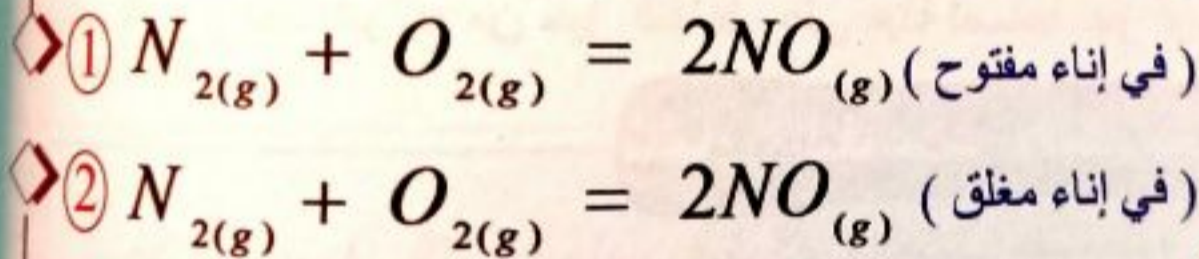


**الإجابة :**

- ① التفاعل تام : لأن الأيونات الناتجة لا تستطيع أن تتحد مرة أخرى لتكوين الحمض والقاعدة لأن كلاهما قوى.  
 ② التفاعل تام : لخروج أحد النواتج  $\text{AgCl}$  على هيئة راسب أبيض .  
 ③ التفاعل تام : لخروج أحد النواتج على هيئة غاز .

## تدريب

ما الفرق بين المعادلتين التاليتين من حيث نوع التفاعل :

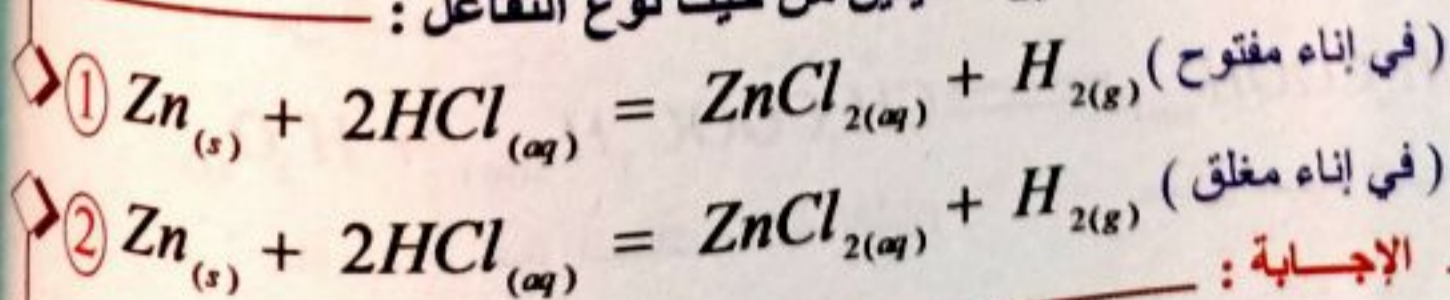


**الإجابة :**

- ① تفاعل تام نظرا لخروج أحد النواتج على هيئة غاز وهو (NO) .  
 ② تفاعل انعكاسي حيث يظل كل من المتفاعلات والنواتج في حيز التفاعل باستمرار .

## تدريب

ما الفرق بين المعادلتين التاليتين من حيث نوع التفاعل :



**الإجابة :**

كلا من التفاعلين 1 و 2 تفاعل تام حيث أن الهيدروجين لا يستطيع أن يحل محل الفلز الأكثر منه نشاطا.

## قاعده عامه

تفاعل الفلزات مع الأحماض المخففة تفاعل تام سواء تم في إناء مغلق أو مفتوح.

## قاعده عامه

تفاعلات تعادل الأحماض القوية مع القواعد القوية دائما تفاعلات تامة

## الاتزان الكيميائي في التفاعلات الإنعكاسية

هو نظام ديناميكي يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسي وتثبت تركيزات المتفاعلات والنواتج ويظل الاتزان قائما طالما كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في وسط التفاعل (لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب) وما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة أو الضغط ثابتة.

أو هو حالة الاتزان التي لا يتغير عندها تركيز كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة

## استنتاج) الاتزان الكيميائي عملية ديناميكية وليست ساكنة ؟

لأن التفاعل الكيميائي المتزن يسير في الاتجاهين الطردى والعكسي .

## ماذا يعنى الوصول لحالة الاتزان ؟

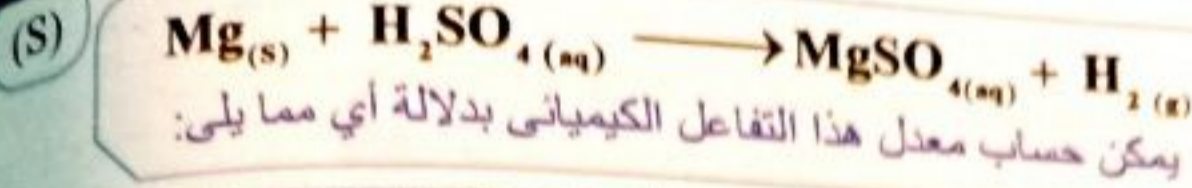
- ◇ لا يعنى بالضرورة تساوى تركيزات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ولكنه لابد من ثبات التركيزات عند قيم محددة .
- ◇ معدل التفاعل الطردى = معدل التفاعل العكسي .
- ◇ معدل إستهلاك أى مادة يساوى معدل تكوينها مرة أخرى .

## سرعة (معدل) التفاعل الكيميائي

هو مقدار التغير في تركيز المواد المتفاعلة في وحدة الزمن

وحدة قياس الزمن

وحدة قياس التركيز



( mol/L = M )

وحدة القياس	القانون	
g / S	$\frac{\text{(النقص في كتلة الماغنسيوم)}}{\text{الزمن}}$	نقص المتفاعلات
mol / S	$\frac{\text{(النقص في عدد مولات الماغنسيوم)}}{\text{الزمن}}$	
M / S	$\frac{\text{(النقص في تركيز حمض الكبريتيك)}}{\text{الزمن}}$	
M / S	$\frac{\text{(الزيادة في تركيز كبريتات الماغنسيوم)}}{\text{الزمن}}$	زيادة النواتج
L / S	$\frac{\text{(الزيادة في حجم غاز الهيدروجين المتصاعد)}}{\text{الزمن}}$	

### مثال 1

إذا تغيرت كتلة مادة أثناء التفاعل الكيميائي من 0.4g إلى 15.4g خلال دقيقة. أجب عن الأسئلة التالية:

(أ) هل المادة المذكورة متفاعلة أم ناتجة؟ مع التعليل.

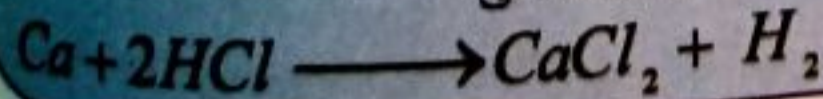
(ب) احسب معدل التفاعل بوحدة g/s.

(أ) المادة المذكورة ناتجة لأن كتلتها زادت بمرور الزمن.

(ب) معدل التفاعل = (الزيادة في كتلة المادة) / (الزمن بالثواني) = 15/60 = 0.25g/s

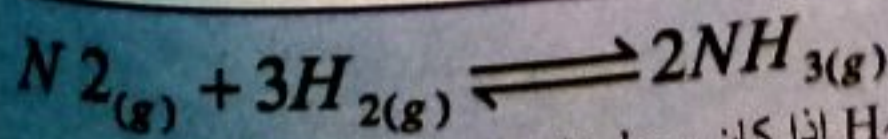
### مثال 2

احسب معدل التفاعل بوحدة mol/s لـ 0.4g من الكالسيوم تفاعلت تماما مع حمض الهيدروكلوريك في زمن قدره 30s تبعا للتفاعل التالي



فكر معايا شويا:

### مثال 3



في التفاعل:  
احسب معدل استهلاك غاز  $\text{H}_2$  إذا كان معدل تكوين غاز  $\text{NH}_3$  يساوي  $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L.S}$ .

فكرة الحل

معدل التفاعل الكيميائي = معدل استهلاك المتفاعلات = معدل تكوين النواتج

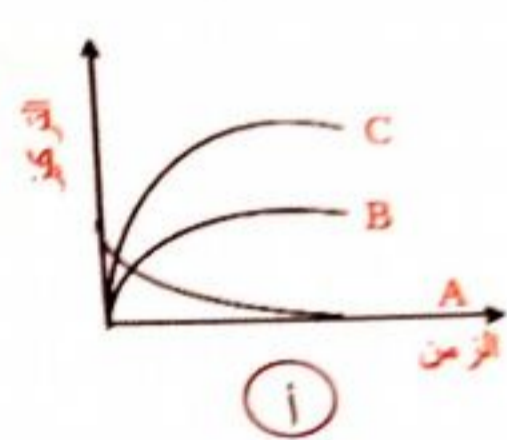
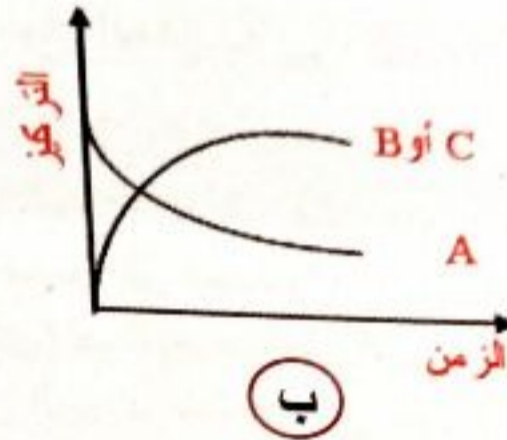
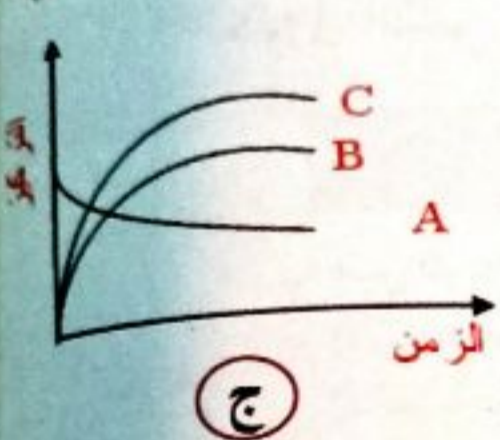
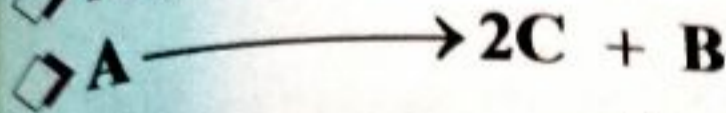
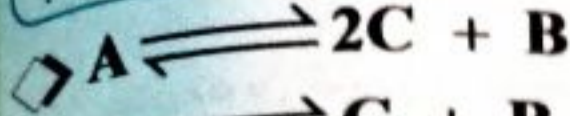
بعض ذلك أن: معدل تكوين النشادر = ضعف معدل استهلاك النيتروجين =  $\frac{2}{3}$  معدل استهلاك الهيدروجين

الجدول التالي يوضح المقارنة بين التفاعلات التامة والإنعكاسية

التفاعلات الإنعكاسية	التفاعلات التامة	
تفاعلات تسير في كلا الإتجاهين الطردى والعكسى حيث تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة باستمرار في حيز التفاعل	هي تفاعلات تسير في اتجاه واحد غالبا (الاتجاه الطردى) حيث يصعب على المواد الناتجة تكوين المواد المتفاعلة في نفس ظروف إجراء التفاعل	التعريف
$C_2H_5OH_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_2_{(aq)} + H_2_{(g)}$	مثال
<p>تفاعل انعكاسي</p>	<p>تفاعل تام</p>	الرسم البياني
يقل تركيز المواد المتفاعلة ويزداد تركيز المواد الناتجة باستمرار إلى أن يصل إلى حالة الاتزان	يقل تركيز المواد المتفاعلة حتى تستهلك تقريبا، ويزداد تركيز المواد الناتجة من التفاعل	التفسير
يكون معدل التفاعل الطردى نهاية عظمى. ومعدل التفاعل العكسى منعدم.	يكون معدل التفاعل الطردى نهاية عظمى. ومعدل التفاعل العكسى منعدم	في بداية التفاعل
يقل معدل التفاعل الطردى ويزداد معدل التفاعل العكسى حتى الوصول لحالة يتساوى فيها معدل التفاعل الطردى والعكسى وتسمى حالة الاتزان	يقل معدل التفاعل الطردى حتى يصل إلى نهايته ومعدل التفاعل العكسى منعدم.	في نهاية التفاعل

تدريب

اختر من الرسومات التالية ما يناسب المعادلات الكيميائية الافتراضية التالية:



أنواع التفاعلات الكيميائية حسب سرعتها

أنواع التفاعلات الكيميائية حسب معدل سرعة التفاعل:

تفاعلات لحظية

تفاعلات تنتهي نسبياً في وقت قصير جداً

مثل: تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم ينتج راسب من كلوريد الفضة بمجرد خلط المواد المتفاعلة

تفاعلات بطيئة نسبياً

تفاعلات تنتهي في وقت أطول نسبياً

مثل: تفاعل الزيوت النباتية مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون والجلسرين

تفاعلات بطيئة جداً

تفاعلات يتطلب حدوثها شهور عديدة

مثل: تفاعل تكون الصدا



### أولاً: طبيعة المواد المتفاعلة

يقصد بطبيعة المواد المتفاعلة عاملان مهمان هما :  
 1 - نوع الترابط في جزيئات المواد المتفاعلة. 2 - مساحة السطح المعرضة للتفاعل.

### 1 - نوع الترابط في جزيئات المواد المتفاعلة

في المركبات التساهمية	في المركبات الأيونية
تكون التفاعلات بطيئة عادة.. علل ؟ لأن التفاعل يتم بين الجزيئات التي تحتاج إلى طاقة لكسر الروابط التساهمية <b>مثال :</b> تفاعل الأسترة بين حمض الأستيك والكحول الإيثيلي (الإيثانول)	تكون التفاعلات لحظية وسريعة جداً.. علل ؟ لأن التفاعل يتم بين الأيونات حيث أنها تتفاعل بسرعة بمجرد خلطها <b>مثال :</b> تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة

### 2 - مساحة السطح المعرض للتفاعل

توضيح أثر مساحة سطح المتفاعلات على سرعة التفاعل الكيميائي **تجربة عملية**

الإستنتاج:	الخطوات:
التفاعل في حالة المسحوق ينتهي في وقت أقل من التفاعل في حالة القطع.	1 - ضع كتلتان متساويتين من الخارصين في أنبوتي اختبار إحداهما على هيئة مسحوق والأخرى على هيئة قطع . 2 - أضف إلى كل منهما حجوماً متساوية من حمض الهيدروكلوريك المخفف.
الإستنتاج: كلما زادت مساحة سطح المتفاعلات المعرض للتفاعل، كلما كان معدل التفاعل أسرع.	

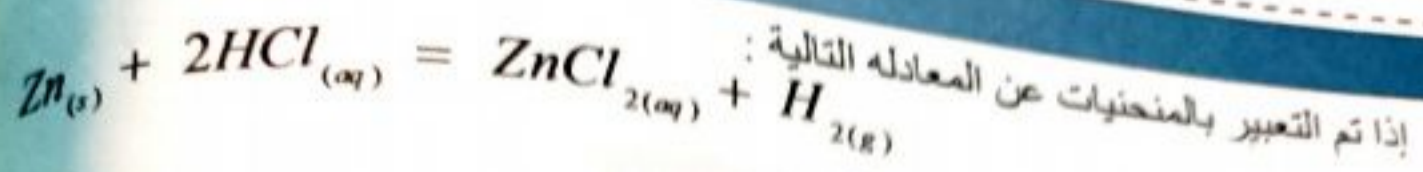
**(استنتاج)** حيث تزداد سرعة التفاعل كلما زادت المساحة المعرضة للتفاعل لأنه كلما زادت مساحة السطح المعرضة للتفاعل زاد عدد الجزيئات فيزيد من فرص التصادم فتزداد سرعة التفاعل.

**(استنتاج)** يفضل استخدام العامل الحفاز مجزأ ؟  
لأنه كلما زادت مساحة سطح المتفاعلات المعرض للتفاعل، كلما كان معدل التفاعل أسرع.

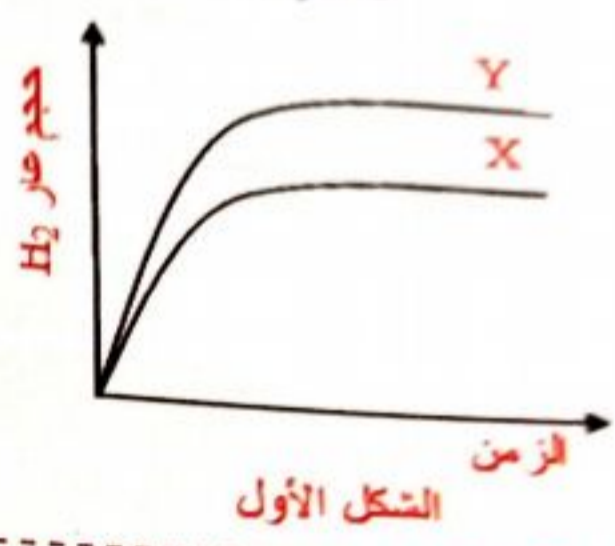
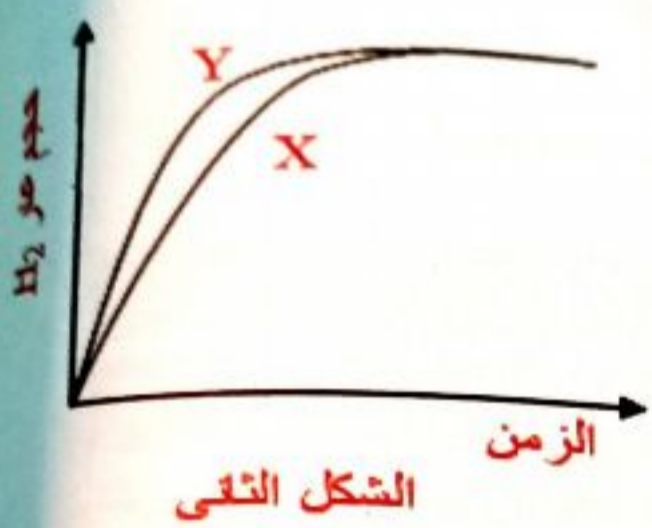


استنتج) صدا برادة الحديد أسرع من صدا كتل الحديد ؟  
لأنه كلما زادت مساحة المتفاعلات المعرض للتحال، كلما كان معدل التفاعل أسرع.

تكريب



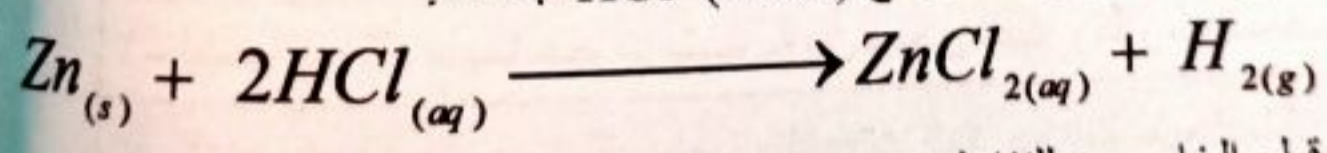
فما هو الاختلاف بين الشكلين :



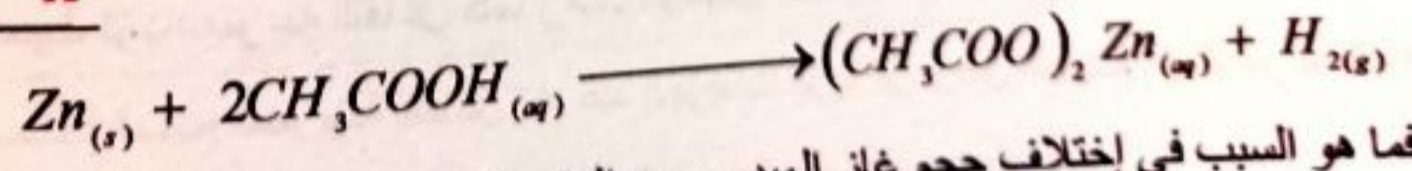
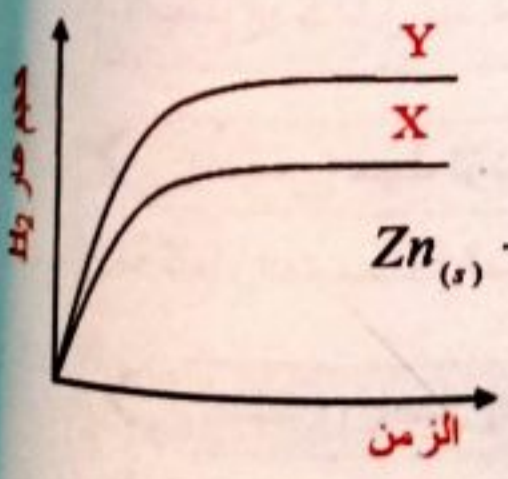
الشكل الثاني	الشكل الأول
يعبر عن تساوى المنحنيين في حجم غاز الهيدروجين المتصاعد مما يدل على : الاختلاف في مساحة السطح وليس كتلة الفلز (عند استخدام وفرة من الحمض). <b>مثال :</b> في التفاعل (Y) تم استخدام 10g مسحوق من الخارصين . والتفاعل (X) تم استخدام 10g قطع من الخارصين .	يعبر عن الاختلاف في حجم غاز الهيدروجين المتصاعد مما يدل على : الاختلاف في كتلة الفلز أو عدد مولات الحمض فقط . <b>مثال :</b> في التفاعل (X) تم استخدام 10g من الخارصين . والتفاعل (Y) تم استخدام 20g من الخارصين .

تكريب

إذا تم التعبير عن المعادلات التاليه بالشكل المقابل : ( الأحماض متساوية التركيز )  
(Y) تم استخدام 20g من قطع الخارصين للتفاعل مع HCl (10ml) تبعاً لـ :



(X) تم استخدام 20g من قطع الخارصين للتفاعل مع CH<sub>3</sub>COOH (10ml) تبعاً لـ :



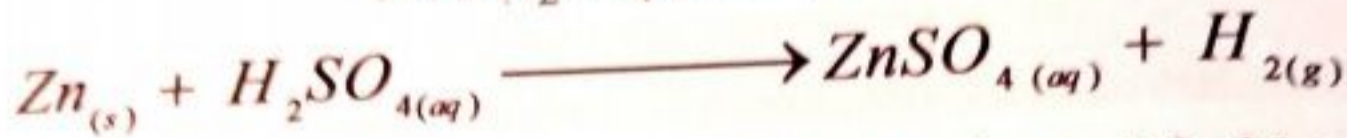
فما هو السبب في اختلاف حجم غاز الهيدروجين المتصاعد في الحالتين .....

- أ كتلة الفلز
- ب مساحة سطح الفلز
- ج حجم الحمض
- د قوة الحمض

(د) قوة الحمض : حيث أن حمض HCl أقوى من حمض CH<sub>3</sub>COOH فيكون حجم الغاز الناتج في حالة الحمض القوي أكبر من الحمض الضعيف عند تساوي كتلة الفلز وكمية الحمض .

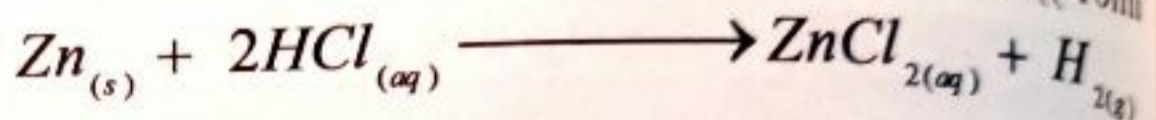
### تريب

إذا تم التعبير عن المعادلات التالية بالشكل المقابل : (الأحماض متساوية التركيز)  
(Y) تم استخدام 20g من قطع الخارصين للتفاعل مع H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10ml) تبعاً لـ:

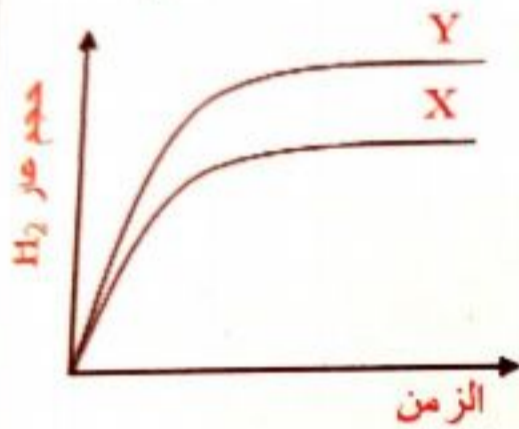


(X) تم استخدام 20g من قطع الخارصين للتفاعل مع HCl

(10ml) تبعاً لـ:



فما هو السبب في إختلاف حجم غاز الهيدروجين المتصاعد في الحالتين .....



■ مساحة سطح الفلز ■ ب حجم الحمض ■ ج قوة الحمض ■ د تركيز [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

### الإجابة :

(د) تركيز [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] : حيث أن حمض H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> أكبر في تركيز الهيدرونيوم من حمض HCl فيكون حجم الغاز الناتج في حالة الحمض القوي الأعلى في تركيز الهيدرونيوم أكبر من حجم الغاز الناتج في الحمض القوي الأقل في تركيز الهيدرونيوم عند تساوي كتلة الفلز وكمية الحمض وقوة الحمض .

## ثانياً: تركيز المواد المتفاعلة

(علل) تزداد سرعة التفاعل الكيميائي كلما زاد تركيز المواد المتفاعلة ؟

لأنه كلما زاد التركيز زاد عدد الجزيئات المتفاعلة وبالتالي تزداد فرص التصادم فيزداد سرعة التفاعل الكيميائي

## أولاً : قانون فعل الكتلة ( جولد بيرج - فاج )

وضع العالمان جولد بيرج وفاج قانون يعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد المتفاعلة، وهو ما يعرف بقانون فعل الكتلة

### قانون فعل الكتلة:

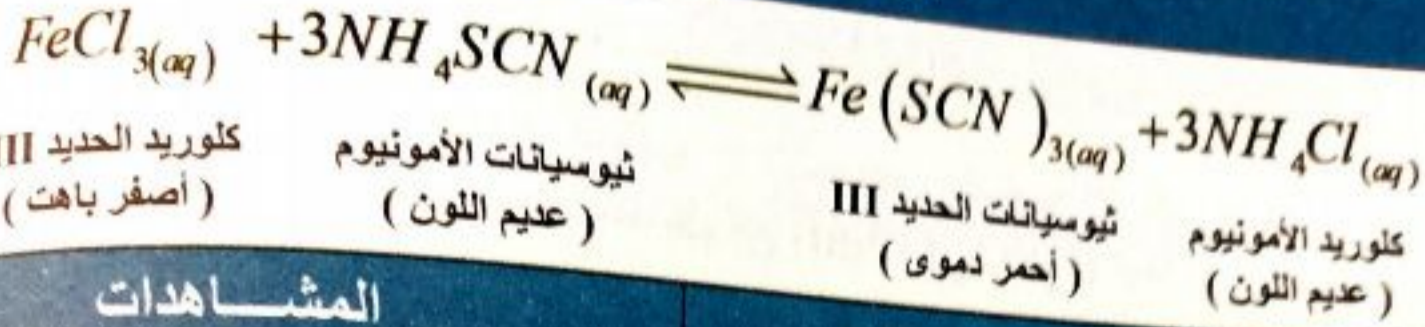
عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل تناسب طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل (كل مرفوع لأس يساوي عدد مولات الجزيئات أو الأيونات في معادلة التفاعل الموزونة)

توضح أثر تركيز المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل الكيميائي  
(توضح قانون فعل الكتلة)

تجربة عملية



معادلة التفاعل:



المشاهدات

الخطوات

يتلون المحلول باللون الأحمر الدموي لتكوين  
ثيوسيانات الحديد III (أحمر دموي)

أضف محلول كلوريد الحديد III (أصفر باهت)  
تدرجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم (عديم اللون)

يزداد لون المحلول إحمراراً

أضف المزيد من كلوريد الحديد III

**الإستنتاج:** عند زيادة التركيز الجزئي لمحلول كلوريد الحديد III ينشط التفاعل في اتجاه تكوين  
ثيوسيانات الحديد III (أي يزداد معدل التفاعل الطردى)

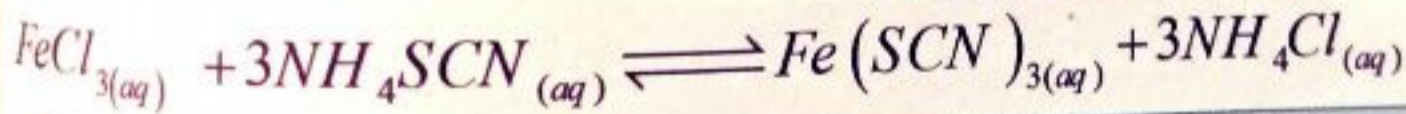
◀ (استنتاج) يزداد اللون الأحمر بإضافة ثيوسيانات الأمونيوم أو كلوريد الحديد III للتفاعل السابق؟

لأن التفاعل ينشط في الإتجاه الطردى فيزداد تركيز ثيوسيانات الحديد III فيزداد اللون الأحمر الدموي.

◀ (استنتاج) تقل درجة اللون الأحمر الدموي بإضافة محلول كلوريد الأمونيوم للتفاعل السابق؟

لأن التفاعل ينشط في الإتجاه العكسي فيقل تركيز ثيوسيانات الحديد III ذات اللون الأحمر الدموي.

ثانياً : إستنتاج قانون ثابت الإتزان Kc



يصل التفاعل إلى حالة الإتزان عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى ( $r_1$ ) مع معدل التفاعل العكسي ( $r_2$ ) حيث أن:

◀ يتناسب معدل التفاعل الطردى مع حاصل ضرب تركيز المتفاعلات كلا مرفوع لأس يساوى عدد مولات الجزيئات.

◀ يتناسب معدل التفاعل العكسي مع حاصل ضرب النواتج كلا مرفوع لأس يساوى عدد الجزيئات.

التفاعل العكسي

$$r_2 \propto [Fe(SCN)_3] [NH_4Cl]^3$$

$$r_2 = k_2 [Fe(SCN)_3] [NH_4Cl]^3$$

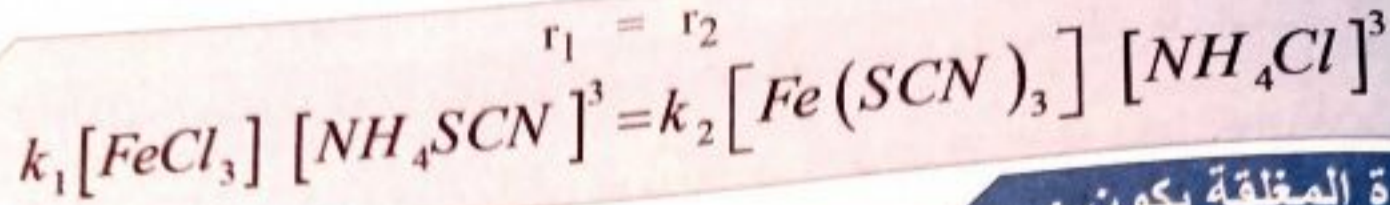
التفاعل الطردى

$$r_1 \propto [FeCl_3] [NH_4SCN]^3$$

$$r_1 = k_1 [FeCl_3] [NH_4SCN]^3$$

حيث أن :

(k1) ثابت معدل التفاعل الطردى، (k2) ثابت معدل التفاعل العكسى، الأقواس المستطيلة [ ] تدل على التركيز عند وضع الاتزان يكون :



وبعمل الدائرة المغلقة يكون :

$$\frac{k_1}{k_2} = K_c = \frac{[Fe(SCN)_3] [NH_4Cl]^3}{[FeCl_3] [NH_4SCN]^3}$$

حيث أن : Kc ثابت إتزان التفاعل

ثابت الاتزان Kc :

هو النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردى (k1) إلى ثابت معدل التفاعل العكسى (k2).

أو هو النسبة بين تركيز النواتج إلى تركيز المتفاعلات عند الإتزان كلا مرفوع لأس يساوى عدد مولات الجزيئات أو الأيونات في معادلة التفاعل الموزونة.

ملاحظات هامة جدا :

- ◇ عند حساب ثابت الإتزان نقسم النواتج على المتفاعلات وليس العكس .
- ◇ عدد المولات (الرقم الموجود أمام المركب في معادلة التفاعل) يرفع للأس على قوس مستطيل [ ].
- ◇ لا يظهر تركيز بعض المواد في معادلة ثابت الإتزان مثل : (السوائل النقية (L) , والمواد الصلبة (s)) ولكن تكتب السوائل في معادلة ثابت الإتزان عندما تكون المعادلة كلها سوائل.

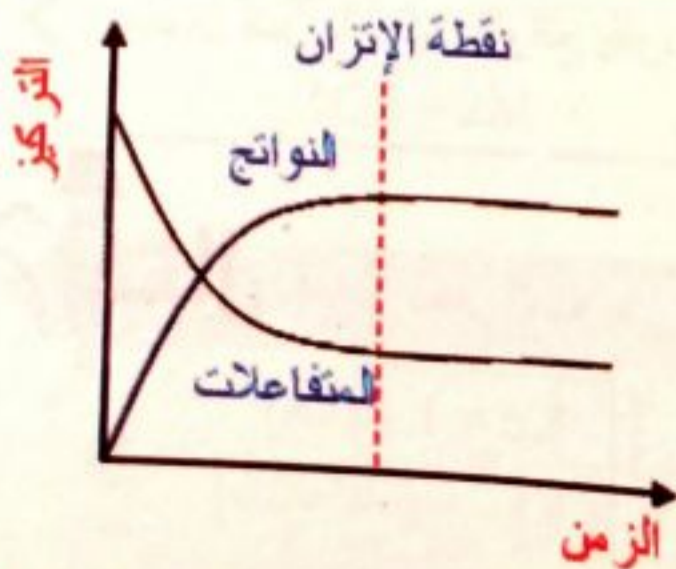
◇ (استنتاج) لا تكتب السوائل النقية والمواد الصلبة في معادلة ثابت الإتزان ؟

لأنها تعتبر ذات تركيز ثابت مهما اختلفت كميتها لأن قيمتها لا تتغير بدرجة ملموسة

ثالثا : أهمية معرفة قيمة ثابت الاتزان Kc

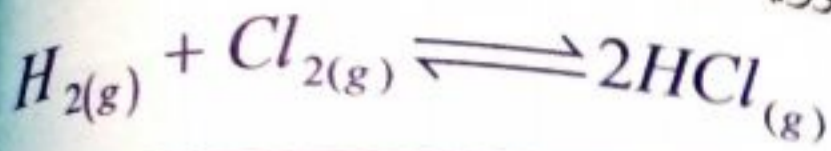
(أ) القيم الكبيرة لثابت الاتزان (Kc > 1) تعنى أن :

- ◇ حاصل ضرب تركيز النواتج < حاصل ضرب تركيز المتفاعلات .
- ◇ التفاعل يسير بشكل جيد نحو تكوين النواتج .
- ◇ التفاعل يستمر إلى قرب نهايته أي أن التفاعل الطردى هو السائد تقريبا .



## مثال

تفاعل الكلور مع الهيدروجين لتكوين كلوريد الهيدروجين عند 25°C



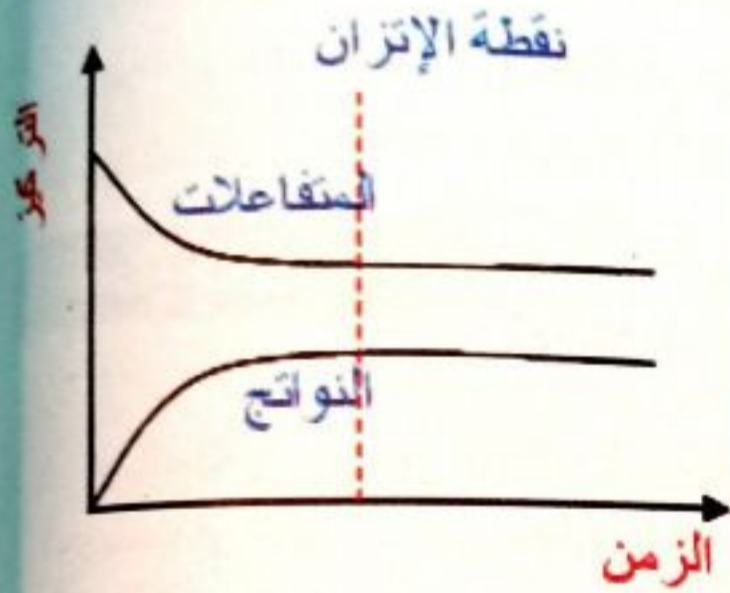
$$K_c = 4.4 \times 10^{32}$$

استنتاج) صعوبة انحلال كلوريد الهيدروجين إلى عنصرية تبعا للتفاعل السابق؟

لأن قيمة ثابت الإتزان كبيرة جدا وبالتالي يكون التفاعل الطردى هو السائد وهو إتجاه تكوين HCl وليس إنحلاله

استنتاج) القيم الكبيرة لثابت الإتزان ( $K_c > 1$ ) تدل على أن التفاعل الطردى هو السائد؟

لأنه في هذه الحالة يكون تركيز النواتج أكبر من تركيز المتفاعلات.



(ب) القيم الصغيرة لثابت الإتزان ( $K_c < 1$ ) تعنى أن :

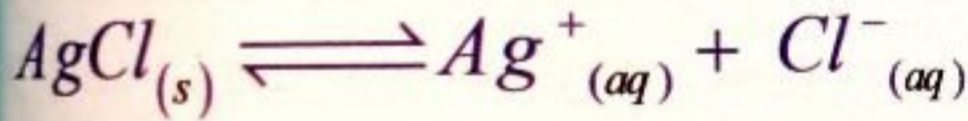
حاصل ضرب تركيز النواتج > حاصل ضرب تركيز المتفاعلات.

التفاعل لا يسير بشكل جيد نحو تكوين النواتج.

التفاعل العكسى هو السائد تقريبا.

## مثال

ذوبان كلوريد الفضة في الماء.



$$K_c = 1.7 \times 10^{-10}$$

استنتاج) صعوبة ذوبان كلوريد الفضة تبعا للتفاعل السابق؟

لأن قيمة ثابت الإتزان صغيرة جدا وبالتالي يكون التفاعل العكسى هو السائد وهو إتجاه تكوين AgCl وليس ذوبانه

استنتاج) القيم الصغيرة لثابت الإتزان  $K_c < 1$  تدل على أن التفاعل العكسى هو السائد؟

لأنه في هذه الحالة يكون تركيز النواتج أقل من تركيز المتفاعلات.

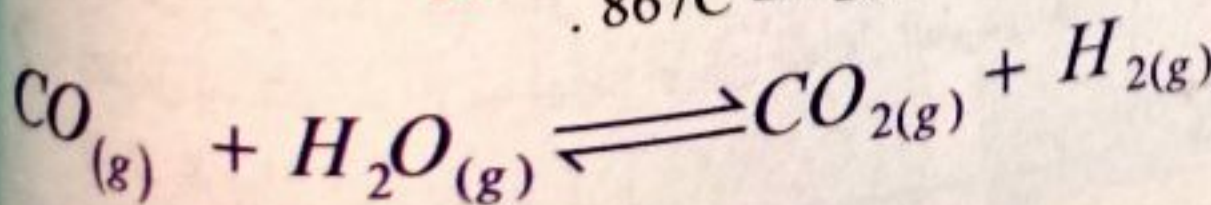


(ج) إقتراب قيمة ثابت الإتزان من الواحد الصحيح تعنى أن :

حاصل ضرب تركيز النواتج يقترب من حاصل ضرب تركيز المتفاعلات.

## مثال

إمرار بخار الماء على أول أكسيد الكربون عند 867°C.

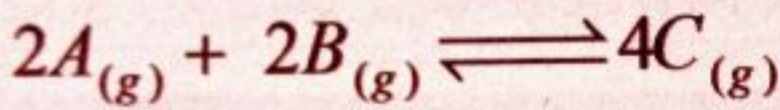
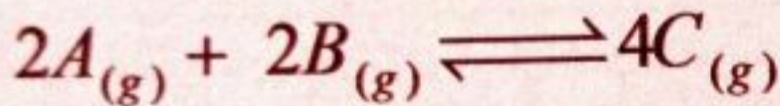


$$K_c = 1$$

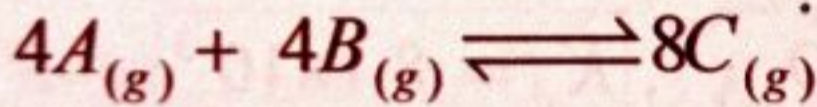
$A_{(R)} + B_{(R)} \rightleftharpoons 2C_{(R)} \quad , K_c = 10$		معادلة التفاعل الأصلية:
المعادلة الكيميائية	علاقتها بمعادلة التفاعل الأصلية	قيمة ثابت الإتزان
$2A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 4C_{(g)}$	مضروبة في المعامل (٢)	$(K_c)^n = (10)^2$
$2C_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)}$	مقلوب المعادلة الأصلية	$(\frac{1}{K_c}) = \frac{1}{10}$
$4C_{(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)} + 2B_{(g)}$	مقلوب المعادلة الأصلية ومضروبة في المعامل (٢)	$(\frac{1}{K_c})^n = (\frac{1}{10})^2$

معلومية المعادلتين التاليتين :

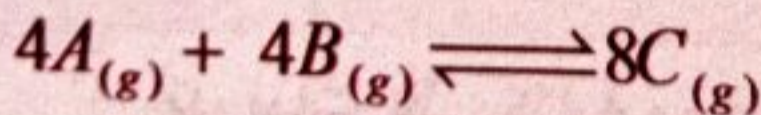
**مثال**



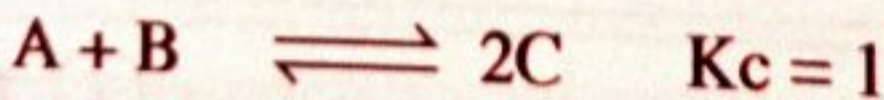
أوجد قيمة ثابت الإتزان للمعادلة التالية :



نلاحظ أن المعادله المطلوب حساب ثابت إتزانها هي حاصل جمع المعادلتين :  
لذلك تكون : قيمة ثابت إتزان لها هو حاصل ضرب ثابت إتزان التفاعل الأول والثاني



$$K_c = (K_{c1} \times K_{c2})$$



$$[C] = 2M$$

$$[B] = 1M$$

$$[A] = 4M$$

إذا علمت أن :  
فهل التفاعل متزن أم لا ؟

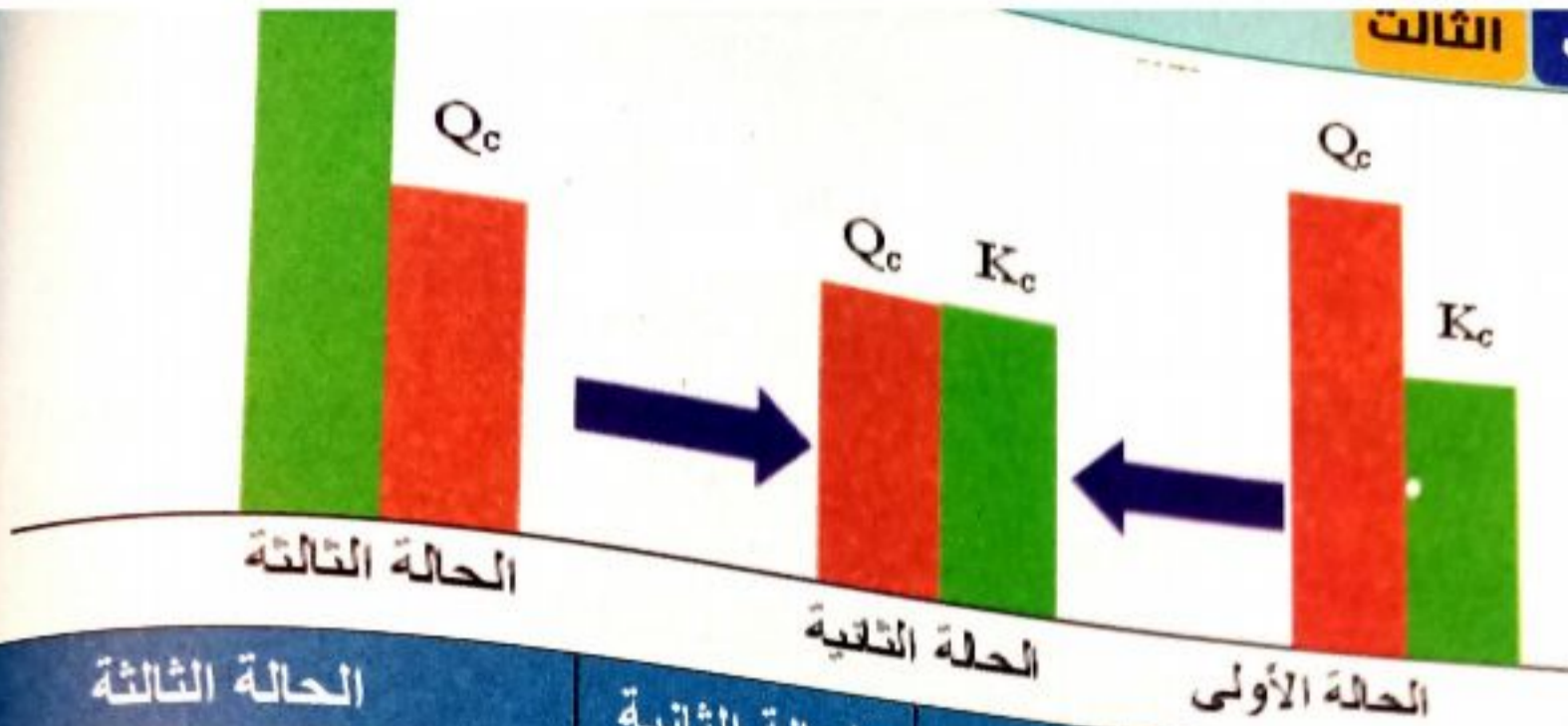
حساب رانز التفاعل ( ) ومقارنة نتاجه بقيمة ثابت الإتزان ( )

الفكرة العامة :

$$Q_c = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]} = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{[2]^2}{[4][1]} = 1 = K_c$$

$$Q_c = K_c$$

التفاعل يكون متزن



الحالة الثالثة	الحالة الثانية	الحالة الأولى	
غير متزن	متزن	غير متزن	التفاعل
يلزم زيادة تركيز النواتج لكي يتزن فينزاح التفاعل في الإتجاه الطردى	لا ينزاح التفاعل إلى أي جهة	يلزم زيادة تركيز المتفاعلات لكي يتزن فينزاح التفاعل في الإتجاه العكسي	الإتزان

**لاحظ أن:** قيمة الـ  $K_c$  لا تتغير ولكن الذي يتغير تركيزات المواد المتفاعلة أو الناتجة للوصول إلى الـ  $K_c$  أي أن الذي يتغير هو قيمة الـ  $Q_c$  للوصول إلى الـ  $K_c$

### تدريب

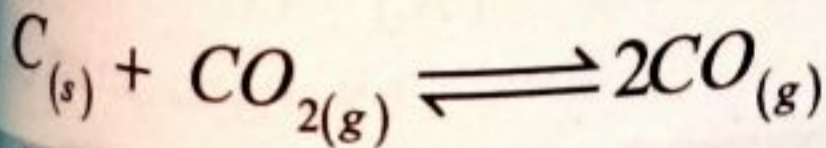
في التفاعل الآتي:  $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$  ,  $K_c = 8.1 \times 10^{-3}$

إذا كان حجم الوعاء الذي يحتوي على 0.15mol من الأكسجين والنيتروجين , 0.05mol من أكسيد النيتروجين يساوي 2L وضح بالحسابات الكيميائية هل يزداد أم يقل أكسيد النيتروجين حتى يصل التفاعل إلى نقطة الإتزان .

### تدريبات على كتابة معادلة ثابت الإتزان

#### مثال 1

أكتب معادلة ثابت الإتزان المعبرة عن التفاعل التالي :



$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

معادلة ثابت الإتزان :

**لاحظ أن:** الكربون لا يكتب في معادلة ثابت الإتزان لأنه مادة صلبة ذات تركيز ثابت .

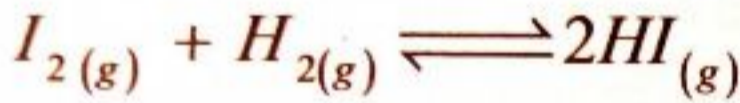
مثال 2 أكتب معادلة ثابت الإتزان المعبرة عن التفاعل التالي ( في إناء مغلق ) :



$$K_c = \frac{[N_2]^2 [H_2O]^6}{[NH_3]^2 [O_2]^3} \quad \text{معادلة ثابت الإتزان :}$$

### مسائل على حساب قيمة ثابت الإتزان

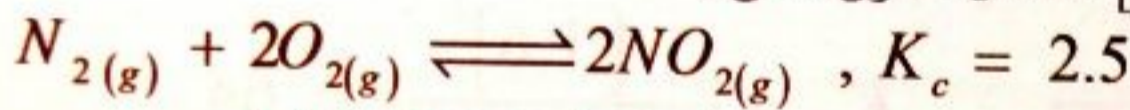
مثال 1 احسب قيمة ثابت الإتزان للتفاعل المتزن التالي :



علما بأن تركيز اليود 0.221M، وتركيز الهيدروجين 0.221M، وتركيز يوديد الهيدروجين 1.563M.

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]} = \frac{[1.563]^2}{0.221 \times 0.221} = 50$$

مثال 2 احسب  $[NO_2]$  للتفاعل المتزن التالي :



علما بأن تركيز الأوكسجين والنيتروجين على التوالي 0.2M ، 0.4M

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2} \quad 2.5 = \frac{[NO_2]^2}{[0.4][0.2]^2}$$

$$[NO_2] = 0.2 \text{ M}$$

مثال 3 خلط مول من الهيدروجين مع مول من اليود عند درجة حرارة معينة احسب ثابت الإتزان لهذا التفاعل علما بأن : حجم الخليط 1L والكمية المتبقية من كلا من اليود والهيدروجين عند الإتزان 0.2 mol

**فكرة الحل :** يلاحظ في المثال أن لكلا من اليود والهيدروجين تركيزان عند الإتزان وقبل الإتزان .. لذلك يتم حل المثال من خلال الجدول التالي :



معادلة التفاعل	متفاعلات		نواتج
	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	2HI
التركيز الابتدائي	عدد المولات الحجم باللتر = $1 = \frac{1}{1}$	$1 = \frac{1}{1}$	0
مقدار التغيير	المتفاعلات تقل بمقدار المعامل مضروبه في X النواتج تزداد بمقدار المعامل في X		
	- 1 X	- 1 X	+ 2 X
التركيز النهائي (عند الإتزان) = التركيز الابتدائي + مقدار التغيير	$1 + (-x) = 0.2$	$1 + (-x) = 0.2$	$0 + (+2x)$

لكي يتم حساب قيمة ثابت الإتزان لابد أن تكون قيم التركيزات عند الإتزان معلومه .  
لذلك يتم حساب مقدار التغيير أولاً من خلال معلومية التركيز النهائي للهيدروجين أو اليود.

$$1 + (-x) = 0.2 \quad x = 0.8$$

لذلك تكون التركيزات عند الإتزان هي :

[ H <sub>2</sub> ]	[ I <sub>2</sub> ]	[ 2HI ]
$1 + (- 0.8) = 0.2 \text{ M}$	$1 + (- 0.8) = 0.2 \text{ M}$	$0 + ( 2 \times 0.8) = 1.6 \text{ M}$

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \quad K_c = \frac{[1.6]^2}{[0.2][0.2]} = 64$$

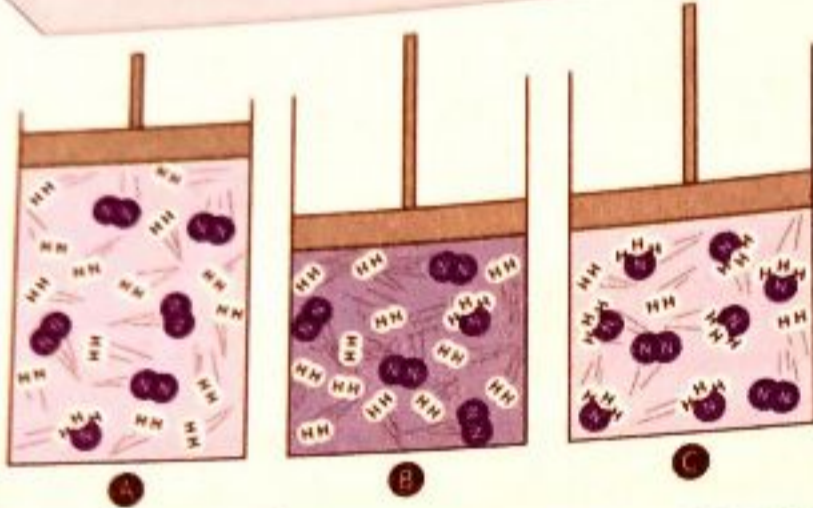
تأثير الضغط

توضيح تأثير الضغط على تفاعل كيميائي متزن :

يعبر عادة عن تركيز المواد في المحاليل بالمولارية ويعبر عن تلك التركيزات بوضع مربعين [ ] . ولكن عندما تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الحالة الغازية فإن التعبير عن التركيز يتم عادة باستخدام ضغطها الجزئي .

شروط تأثير الضغط على تفاعل كيميائي

- التفاعل يكون متزن ( إنعكاسي ) .
- أحد المتفاعلات أو النواتج تكون في الحالة الغازية أو البخارية .
- عدد مولات جزيئات المواد المتفاعلة لا يساوي عدد مولات جزيئات المواد الناتجة .



يكون تأثير الضغط على النظام دائما ضد الحجم ( عدد المولات الغازية ) كالآتي :

زيادة الضغط الكلي للتفاعل المتزن :

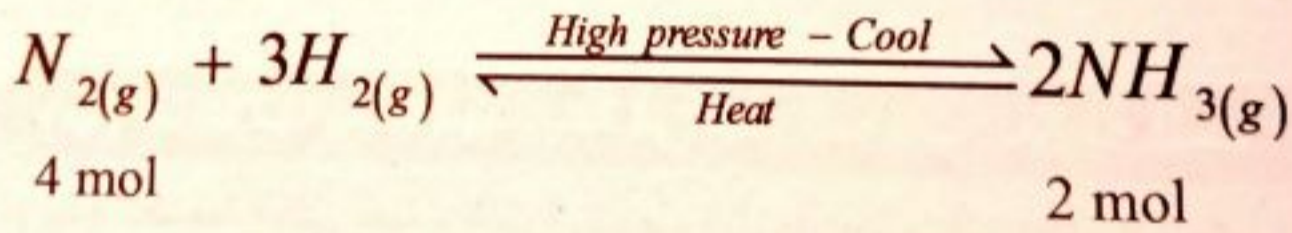
تدفع التفاعل (تزيحه) في اتجاه الحجم الأقل (عدد المولات الغازية الأقل) .

نقص الضغط الكلي للتفاعل المتزن :

تدفع التفاعل (تزيحه) في اتجاه الحجم الأكبر (عدد المولات الغازية الأكبر) .

تطبيق يوضح تأثير الضغط على تفاعل كيميائي متزن .

تحضير غاز النشادر من عنصرية في الصناعة ( بطريقة هابر بوش ) طبقا للتفاعل :



من التفاعل السابق نجد أن :

4 mol من جزيئات النيتروجين والهيدروجين تتفاعل لتنتج 2mol من جزيئات النشادر

أي أن : التفاعل يكون مصحوب بنقص في الحجم ( عدد المولات الغازية )

عند زيادة الضغط يسير التفاعل في اتجاه الحجم الأقل وهو الإتجاه الطردى فيزداد معدل تكوين النشادر .

يتم التعبير عن ثابت الإتزان في هذه الحالة بالرمز  $K_p$  للدلالة على تركيز المواد معبرا عنها

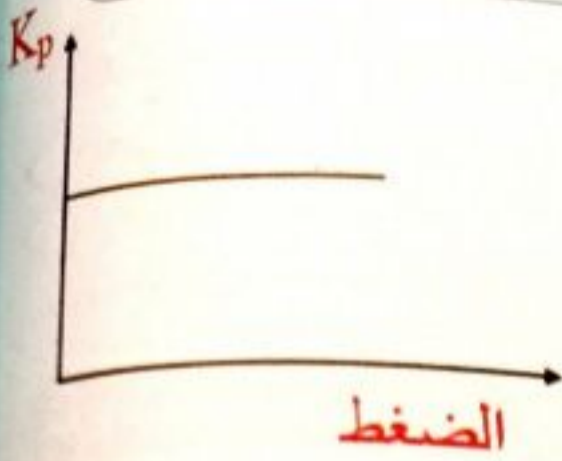
بالضغط الجزئي :

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{H_2})^3}$$

( ثابت الإتزان بدلالة الضغوط الجزئية )

هو النسبة بين حاصل ضرب الضغوط الجزئية للنواتج كل مرفوع لأس يساوي عدد المولات إلى حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمتفاعلات كل مرفوع لأس يساوي عدد المولات في المعادلة الموزونة

ثابت الإتزان  $K_p$  :



ملاحظات هامة جدا :

- ◇ القيمة العددية لثابت الإتزان لا تتغير بتغير الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة والناتجة من التفاعل عند نفس الحرارة.
- ◇ الضغط يرتبط بعدد المولات أي كلما زاد عدد مولات الغاز زاد ضغطه.
- ◇ الضغط الكلي للتفاعل : هو مجموع الضغوط الجزئية لغازاته ( المرتبطة بعدد مولات كل غاز )

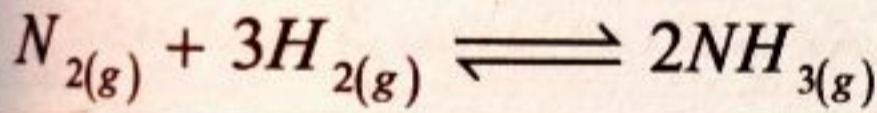
### ملخص حالات الضغط

(أ) تفاعلات يصاحبها نقص في عدد المولات الغازية فنجد أن :

- ◇ زيادة الضغط الكلي للنظام المتزن تجعل التفاعل ينشط في الإتجاه الطردى .
- ◇ نقص الضغط الكلي للنظام المتزن تجعل التفاعل ينشط في الإتجاه العكسى .



تفاعل تكوين غاز النشادر من عنصرية بطرية هابر بوش



◇ (استنتج) زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة تكوين غاز النشادر عند تحضيره من عنصرية تبعا للتفاعل السابق؟

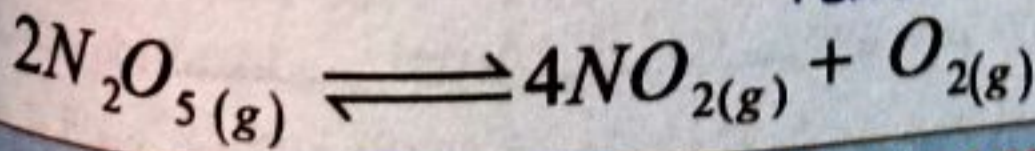
لأنه عند زيادة الضغط يسير التفاعل في إتجاه عدد المولات الأقل وبالتالي يسير في الإتجاه الطردى وهو تكوين النشادر

(ب) تفاعلاتها يصاحبها زيادة في عدد المولات الغازية فنجد أن :

- ◇ زيادة الضغط الكلي للنظام المتزن تجعل التفاعل ينشط في الإتجاه العكسى .
- ◇ نقص الضغط الكلي للنظام المتزن تجعل التفاعل ينشط في الإتجاه الطردى .



تفاعل انحلال خامس أكسيد النيتروجين .



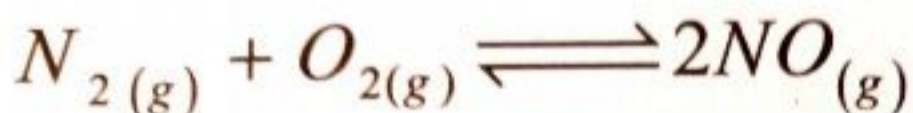
◇ (استنتج) زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة تركيز خامس أكسيد النيتروجين تبعا للتفاعل السابق؟

لأنه عند زيادة الضغط يسير التفاعل في إتجاه عدد المولات الأقل وبالتالي يسير في الإتجاه العكسى وهو تكوين  $N_2O_5$

### (ج) تفاعلات لا يصابها تغير في عدد المولات الغازية فنجد أن :

◇ أي تغير في الضغط (زيادة أو نقصان) لا يؤثر على حالة الإتزان .

تفاعل تكوين أول أكسيد النيتروجين .



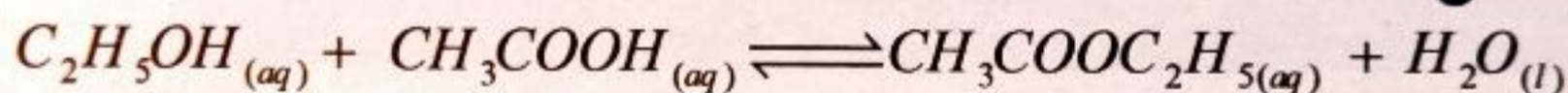
◇ (استنتج) لا يؤثر الضغط على التفاعل المتزن السابق ؟

لأنه لا يوجد تغير في الحجم حيث أن عدد مولات المتفاعلات يساوي عدد مولات النواتج .

### (د) تفاعلات غير غازية (لا تحتوي على غازات) فنجد أن :

◇ أي تغير في الضغط (زيادة أو نقصان) لا يؤثر على حالة الإتزان .

تفاعل تكرين الأستر من الحمض والكحول .



◇ (استنتج) لا يؤثر الضغط على التفاعل المتزن السابق ؟

لأنه لا يحتوي على مواد غازية أو بخارية حيث أن الضغط يؤثر على الغازات والأبخرة فقط .

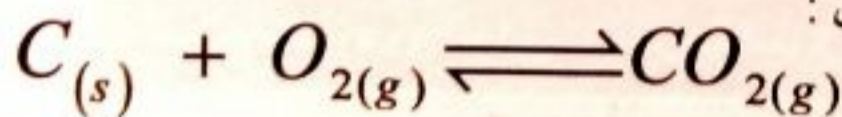
### ملحوظة هامة جدا :

◇ لمعرفة تأثير الضغط على إتزان تفاعل كيميائي لا يلتفت إلى أي مادة غير غازية أو بخارية لكونها لا تتأثر بالضغط .

◇ أي معادله لها  $K_p$  لها معادلة  $K_c$  وليس العكس .

### تدريب محلول

بين أثر زيادة الضغط على التفاعل المتزن التالي :




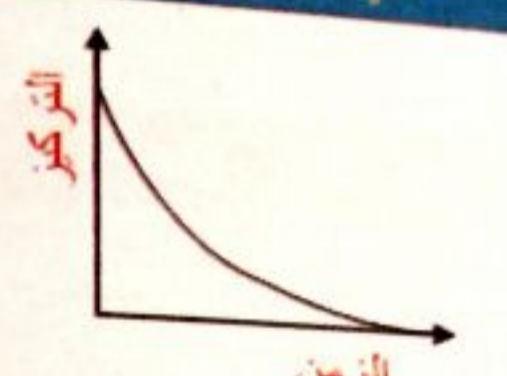

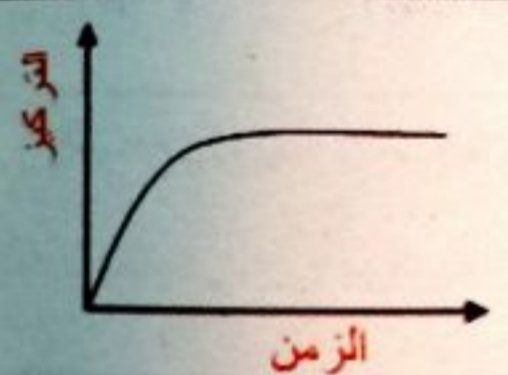
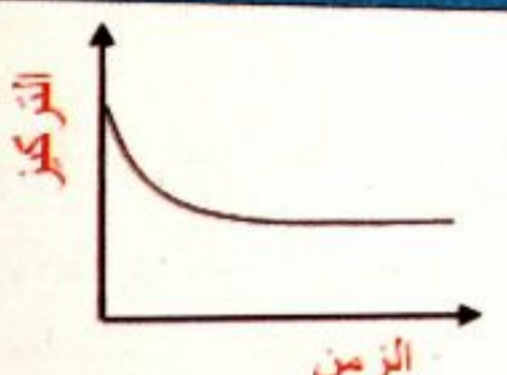




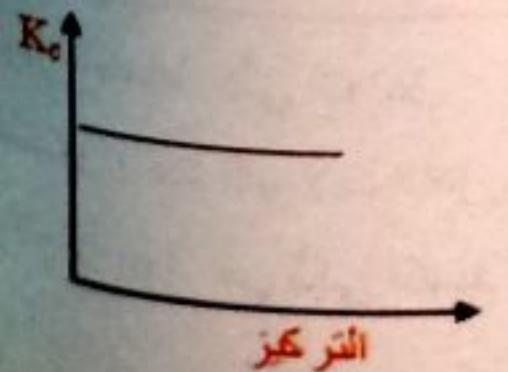

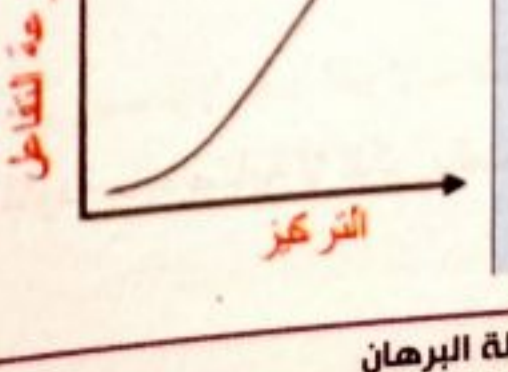
لا يؤثر الضغط على التفاعل

**التفسير :** عدد المولات الغازية في المتفاعلات 1 mol من الأوكسجين يساوي عدد المولات الغازية في النواتج 1 mol من ثاني أكسيد الكربون ( لا يلتفت إلى الكربون لكونه مادة صلبة لا تتأثر بالضغط )

## تدريب للتفكير

بين أثر زيادة الضغط على التفاعل المتزن التالي :  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

فكر معيا شويبا :

تركيز النواتج والزمن في التفاعل التام	تركيز المتفاعلات والزمن في التفاعل التام	الضغط البخاري ودرجة الحرارة	الشكل البياني
			
تركيز النواتج والزمن في التفاعل الإنعكاسي	تركيز المتفاعلات والزمن في التفاعل الإنعكاسي	معدل التبخير والتكثيف عند الاتزان	الشكل البياني
			
سرعة التفاعل وعدد الجزيئات المنشطة	سرعة التفاعل ومساحة السطح	معدل التفاعل الطردى والعكسي	الشكل البياني
			
قيمة Kc والتركيز	سرعة التفاعل وعدد التصادمات	سرعة التفاعل والتركيز	الشكل البياني
			

## رابعاً: تأثير درجة الحرارة

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

- أنه يشترط لحدوث التفاعل الكيميائي أن تصطدم الجزيئات المتفاعلة بحيث تكون الجزيئات المتصادمة ذات سرعات عالية فقط هي التي تتفاعل لأن طاقتها الحركية العالية تمكنها من كسر الروابط عند التصادم بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيميائي.
- الجزيء المتصادم لا بد أن يمتلك حد أدنى من الطاقة حتى يتفاعل عند التصادم ومن دونها لن يتفاعل ويسمى هذا الحد من الطاقة بطاقة التنشيط .

**طاقة التنشيط :** هي الحد الأدنى من الطاقة التي يجب أن يمتلكها الجزيء لكي يتفاعل عند التصادم .

### الجزيئات المنشطة :

- الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها .
- جزيئات تمتلك الحد الأدنى من الطاقة التي يمكنها من التفاعل عند التصادم .

➤ (استنتج) بزيادة درجة الحرارة يزداد معدل التفاعل الكيميائي ؟

لأنه بزيادة درجة الحرارة تزداد طاقة حركة الجزيئات فيزداد عدد الجزيئات المنشطة فتزداد فرص التصادمات بين الجزيئات فتتمكن من كسر الروابط مما يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي .

➤ (استنتج) قد تتصادم الجزيئات المتفاعلة مع بعضها ولا يحدث تفاعل كيميائي ؟

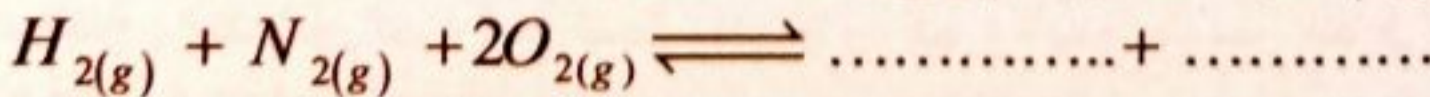
لأنها تمتلك طاقة حركة أقل من طاقة التنشيط فلا تمكنها من التصادم ( جزيئات غير منشطة )

### الجدول التالي يوضح المقارنة بين التصادم الفعال والتصادم الغير فعال :

التصادم الغير فعال	التصادم الفعال	
هو التصادم الحادث بين الجزيئات المتفاعلة ذات الطاقة الحركية الأقل من طاقة التنشيط	هو التصادم الحادث بين الجزيئات المتفاعلة ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها	التعريف
لا يؤدي إلى كسر الروابط	يؤدي إلى كسر الروابط	كسر الروابط
لا يحدث التفاعل الكيميائي	يحدث التفاعل الكيميائي	حدوث التفاعل

### تدريب للتفكير

أكمل التفاعل التالي ثم أكتب معادلة ثابت الإتزان بدلالة الضغط :



جزيئات منشطة      جزيء غير منشط

ملاحظة: كثر من التفاعلات الكيميائية تتضاعف سرعتها تقريبا إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 10 درجات مئوية .  
 العامل الوحيد الذي يغير من قيمة ثابت الإتزان .  
 درجة الحرارة هي العامل الوحيد الذي يغير من قيمة ثابت الإتزان .

استنتاج: تفضل أواني الضغط ( البرستو ) في طهي الطعام ؟  
 لأنها تساعد في الحصول على درجات حرارة عالية في وقت قصير فتسرع من التفاعلات اللازمة لإحداث الطهي .

استنتاج: تفسد المواد الغذائية في الصيف بدرجة كبيرة ؟  
 لأن ارتفاع الحرارة يزيد من سرعة تفاعلات تحلل المواد الغذائية التي تفسد الطعام .

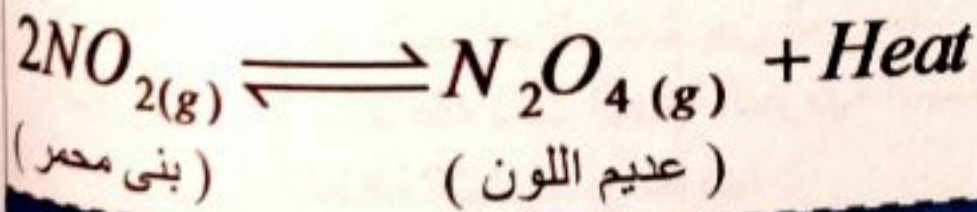
استنتاج: بالرغم من أن تحضير غاز النشادر من عنصرية طارد للحرارة إلا أنه لا يتم إلا بالتسخين ؟  
 للحصول على طاقة التنشيط اللازمة لكسر الروابط بين الجزيئات المتفاعلة .

توضيح تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائي المتزن .



معادلة التفاعل :

نحضر دورق مملوء بغاز ثاني أكسيد النيتروجين ( بني محمر )



المشاهدات	الخطوات
حده اللون البني المحمر تخف تدريجيا حتى تزول تماما	نضع الدورق في إناء به مخلوط مبرد
تزداد درجة اللون البني المحمر تدريجيا حتى يعود إلى ما كان عليه وتزداد درجة اللون كلما ارتفعت درجة الحرارة	نخرج الدورق من المخلوط المبرد ليعود إلى درجة حرارة الغرفة 25°C

الإستنتاج : إمتصاص الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة ينتج عنه سير التفاعل في الإتجاه الذي ينتج فيه حرارة وهو الإتجاه الطردى .

(استنتاج) يزول لون ثنائي أكسيد النيتروجين عند تبريده ؟

لأن إمتصاص الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة ينتج عنه سير التفاعل في الإتجاه الذي ينتج فيه حرارة وهو الإتجاه الطردى وبالتالي يزداد تركيز  $N_2O_4$  عديم اللون .

الجدول التالي يوضح وجه المقارنة بين التفاعل الطارد والتفاعل الماص للحرارة :

الماص للحرارة	الطارد للحرارة	
$A + B \rightleftharpoons C \quad \Delta H = (+)$ $A + B \rightleftharpoons C - Heat$ $A + B + Heat \rightleftharpoons C$ $A + B \rightleftharpoons C - 320KJ$ $A + B + 320KJ \rightleftharpoons C$ $A + B \rightleftharpoons C \quad \Delta H > 0$	$A + B \rightleftharpoons C \quad \Delta H = (-)$ $A + B \rightleftharpoons C + Heat$ $A + B - Heat \rightleftharpoons C$ $A + B \rightleftharpoons C + 320KJ$ $A + B - 320KJ \rightleftharpoons C$ $A + B \rightleftharpoons C \quad \Delta H < 0$	معادلات التفاعل
سرعة التفاعل الطردى أقل من سرعة التفاعل العكسى	سرعة التفاعل الطردى أكبر من سرعة التفاعل العكسى	سرعة التفاعل
		الشكل البياني
		العلاقة بين $K_c$

الجدول التالي يوضح تأثير درجة الحرارة على تفاعل كيميائى متزن :

نوع التفاعل	التغير في درجة الحرارة	إتجاه الإتزان	قيمة $K_c$
الماص للحرارة $\Delta H = +$	زيادة	في الإتجاه الطردى	تزداد
	نقص	في الإتجاه العكسى	تقل
الطارد للحرارة $\Delta H = -$	زيادة	في الإتجاه العكسى	تقل
	نقص	في الإتجاه الطردى	تزداد

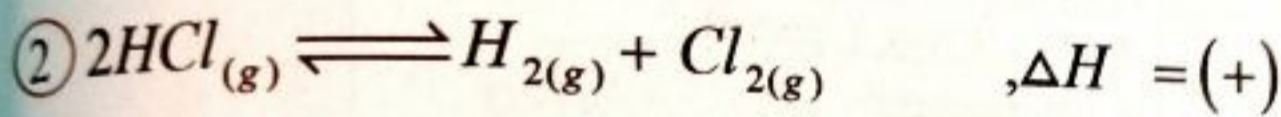
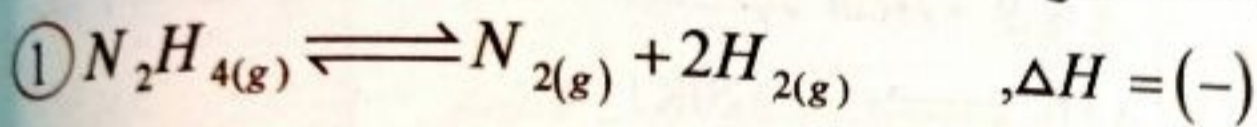


**تدريب**  
 للتفاعل التالي قيمتان لثابت الإتزان عند درجتى حرارة مختلفتين :  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$   
 عند درجة حرارة  $850^\circ C$  هي 67 وعند  $448^\circ C$  هي 50 وضح هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة؟ ولماذا؟

التفاعل ماص للحرارة .  
**التفسير:** لأنه في التفاعل الماص للحرارة عند خفض درجة الحرارة يسير التفاعل في الإتجاه العكسى فتقل قيمة  $K_c$

### تدريب للتفكير

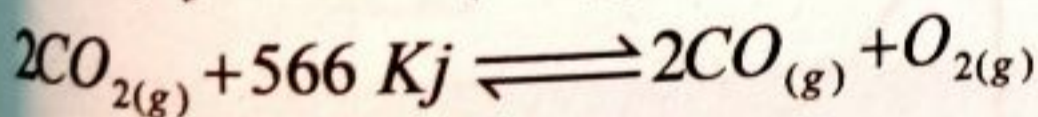
أي من هذين التفاعلين يزيد فيه معدل التفكك برفع درجة الحرارة مع التعليل :



فكر معاً شويًا :

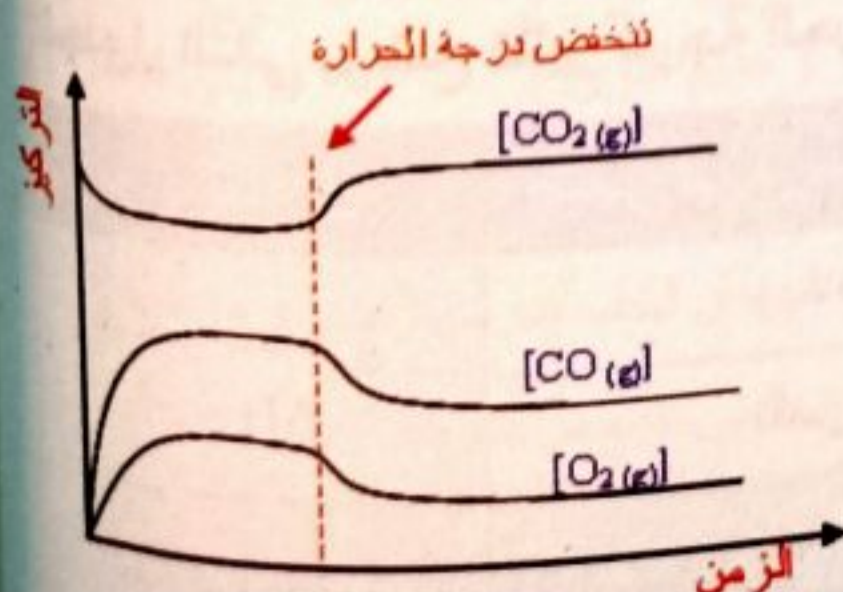
### تدريب للتفكير

يتفكك غاز ثانى أكسيد الكربون إلى غازى أول أكسيد الكربون والأكسجين حسب المعادلة التالية :



- ◀ وضع أثر خفض درجة الحرارة على قيمة ثابت الإتزان في هذا التفاعل مستعينا بالشكل المقابل .
- ◀ وضع مع الرسم أثر زيادة درجة الحرارة على قيمة ثابت الإتزان .

فكر معاً شويًا :



## خامساً: تأثير العوامل الحفازة

علمت مما سبق أن التفاعلات البطيئة تحتاج إلى تسخين لكي تسير بمعدل أسرع، ولكن إذا كنا بصدد تطبيق هذه التفاعلات في الصناعة فإن دور الكيميائي في المصنع يبرز في البحث عن أفضل الطرق لزيادة الإنتاج وتحسينه بأقل التكاليف وبالتالي استعمال مواد حفازة Catalysts .

### استنتاج) في التفاعلات الكيميائية يفضل استخدام العوامل الحفازة عن التسخين لزيادة معدل التفاعل ؟

لأن تكاليف الطاقة اللازمة للتسخين لإحداث هذه التفاعلات ستكون عالية مما يؤدي إلى رفع أسعار السلع المنتجة لتحميل تكاليف الطاقة على أسعارها .

### العامل الحفاز :

- مادة يلزم منها القليل لتغيير معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان.
- مادة تزيد من معدل التفاعلات البطيئة دون الحاجة لزيادة درجة الحرارة.
- قد تكون عناصر فلزية أو أكاسيدها أو بعض مركباتها.

### دور العامل الحفاز :

- في التفاعل التام : يعمل على زيادة معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي حيث أنه يقلل من طاقة التنشيط.
- في التفاعل الإنعكاسي : يقلل من زمن الوصول لحالة الإتزان ولكنه لا يؤثر على وضع الإتزان

### استنتاج) العامل الحفاز يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية ؟

لأنه يقلل من طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل ويزيد من عدد الجزيئات المنشطة فتزداد فرص التصادمات فتزداد سرعة التفاعل.

### استنتاج) العامل الحفاز لا يؤثر على الإتزان في التفاعلات المتزنة ؟

لأنه يزيد من معدل التفاعل الطردى والعكسى معا بنفس المقدار .

## مجالات استخدام العامل الحفاز :

- تستخدم الحفازات في أكثر من ٩٠٪ من العمليات الصناعية
- مثال : الأسمدة والبتر وكيمائيات والأغذية ( العامل الحفاز له بعد إقتصادي ) **علل ؟**
- لأنه يزيد من معدل التفاعلات البطيئة دون اللجوء للتسخين فيوفر الطاقة وبالتالي يقلل من تكلفة المنتجات .
- توضع في المحولات الحفزية المستخدمة في شاحنات السيارات **علل ؟**
- لتحويل غازات الاحتراق الملوثة للجو إلى نواتج آمنة



- تعمل الإنزيمات كعوامل حفز في العديد من العمليات البيولوجية والصناعية .

**الإنزيمات :** هي جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية كعوامل حفز للعديد من العمليات البيولوجية

## أهمية العامل الحفاز :

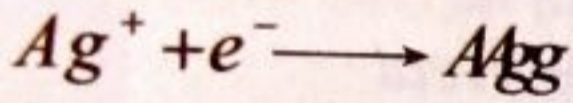
- انه يغير من سرعه التفاعل ولكنه لا يؤثر علي بدء او ايقاف التفاعل .
- لا يحدث له اي تغيير كيميائي او نقص في الكتله قبل وبعد التفاعل .
- يرتبط اثناء التفاعل بالمواد المتفاعله ثم ينفصل عنها بسرعه لتكوين النواتج في نهايه التفاعل .
- يقلل من الطاقه اللازمه للتفاعل (طاقة التنشيط) ولا يؤثر على طاقة المتفاعلات أو النواتج ولا يؤثر على طاقة التفاعل ( $\Delta H$ ) .
- غالبا ما تكفي كميه صغيره من العوامل الحفاز لاتمام التفاعل .




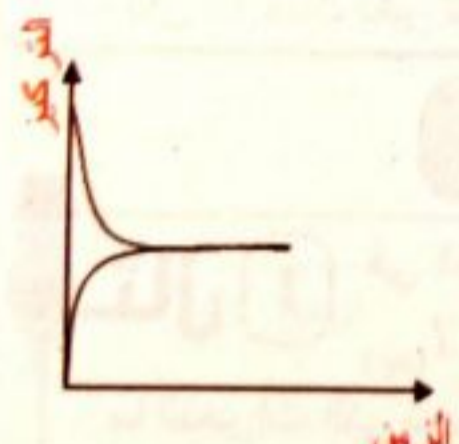
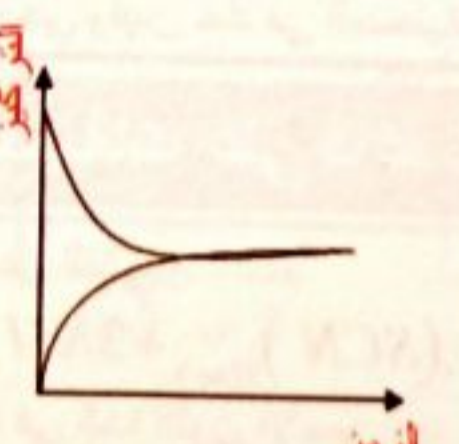
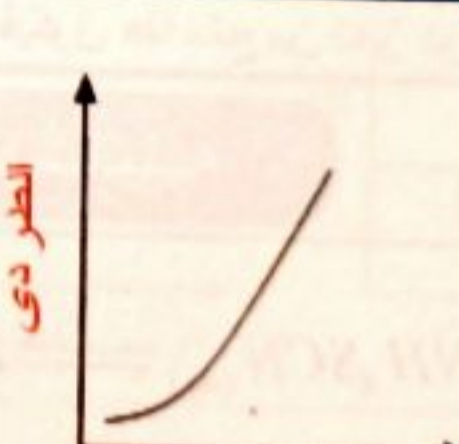
## سادسا: تأثير الضوء

### بعض التفاعلات تتأثر بالضوء مثل :

في عملية التمثيل الضوئي : حيث يقوم الكلوروفيل في النبات بامتصاص الضوء وتكوين الكربوهيدرات في وجود ثاني أكسيد الكربون والماء .

أفلام التصوير تحتوي على بروميد من الفضة في طبقة جيلاطينية و عندما يسقط الضوء عليها فإنه يعمل على اكتساب أيون الفضة الموجب الإلكترون من أيون البروميد السالب يتحول إلى فضة ويمتص البروم المتكون في الطبقة الجيلاتينية وكلما زادت شدة الضوء زادت كمية الفضة المتكونة .



الجزينات النشطة ومعدل التفاعل	الجزينات الغير منشطة ومعدل التفاعل	شدة الضوء وكمية الفضة المتكونة	الشكل البياني
 <p>معدل التفاعل</p> <p>الجزينات النشطة</p>	 <p>معدل التفاعل</p> <p>الجزينات الغير منشطة</p>	 <p>كمية الفضة</p> <p>شدة الضوء</p>	
تركيز المتفاعلات والزمن بعد استخدام العامل الحفاز	تركيز المتفاعلات والزمن قبل استخدام العامل الحفاز	معدل التفاعل الطردى والعكسي عند إضافة عامل حفاز	الشكل البياني
 <p>الزمن</p>	 <p>الزمن</p>	 <p>الطردى</p> <p>العكسي</p>	
<p><b>لاحظ أن:</b> العامل الحفاز لا يؤثر على الإتزان ولكن يقلل من زمن الوصول إلى الاتزان</p>			

تلخيص قاعدة لوشاتيليه

قيمة Kc	حالة الإتزان	العامل المؤثر	اثر تغير التركيز:
لا تتغير	يسير التفاعل في الإتجاه الطردى	زيادة تركيز أحد المتفاعلات المناسبة	
	يسير التفاعل في الإتجاه العكسى	نقص تركيز أحد المتفاعلات المناسبة	
	يسير التفاعل في الإتجاه العكسى	زيادة تركيز أحد النواتج المناسبة	
	يسير التفاعل في الإتجاه الطردى	نقص تركيز أحد النواتج المناسبة	

اثر تغير الضغط

قيمة Kc	حالة الإتزان	العامل المؤثر	اثر تغير درجة الحرارة :	
لا تتغير	يسير التفاعل في إتجاه عدد المولات الأقل	زيادة الضغط ( وعاء أصغر حجما )		
	يسير التفاعل في إتجاه عدد المولات الأكبر	نقص الضغط ( وعاء أكبر حجما )		
	لا يتأثر التفاعل بالضغط	لا يتأثر التفاعل بالضغط	زيادة أو خفض الضغط في التفاعلات التي فيها تساوى عدد المولات ( عدد مولات المتفاعلات = عدد مولات النواتج )	
			زيادة أو خفض الضغط في التفاعلات التي لا تحتوى على غازات أو أبخرة	

اثر تغير درجة الحرارة :

قيمة Kc	حالة الإتزان	العامل المؤثر	نوع التفاعل
تقل	يسير التفاعل في الإتجاه العكسى	رفع درجة حرارة	طارد للحرارة
تزداد	يسير التفاعل في الإتجاه الطردى	خفض درجة حرارة	
تزداد	يسير التفاعل في الإتجاه الطردى	رفع درجة حرارة	ماص للحرارة
تقل	يسير التفاعل في الإتجاه العكسى	خفض درجة حرارة	

إذا علمت أن معادلة تأين كلا من دليل الفينولفيثالين الحامضي ( PhphH ) ودليل الميثيل البرتقالي القاعدي ( MeOH ) كالتالي :

**مثال 2**



أحمر                      عديم اللون



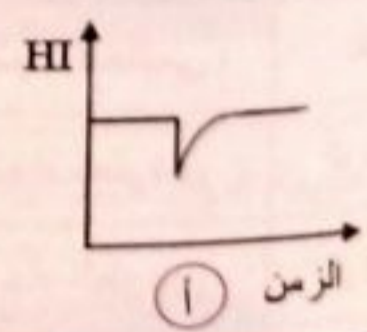
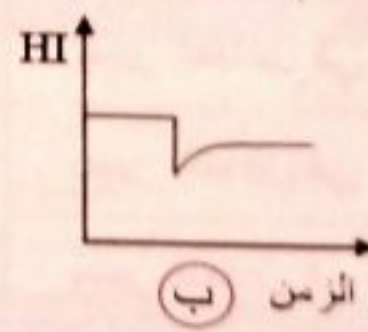
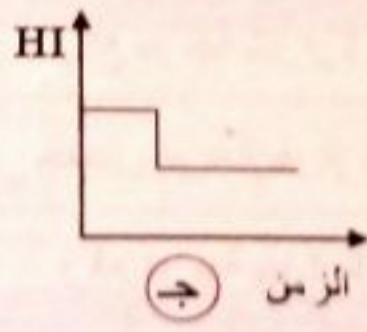
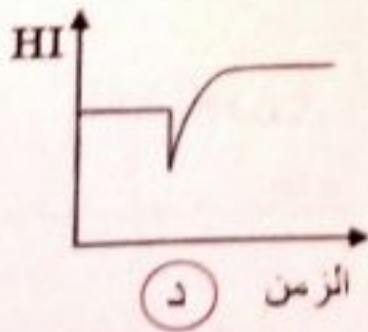
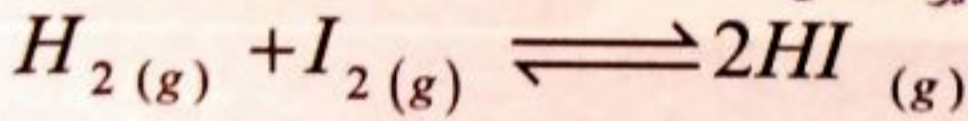
أحمر                      أصفر

وضح بالمعادلات أثر إضافة كلا مما يأتي على لون المحلول في كلا من التفاعلين :  
(أ) حمض الهيدروكلوريك                      (ب) هيدروكسيد الصوديوم

فكر معاً شويًا :

اختر الإجابة الصحيحة مع التعليل  
أي من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن عودة النظام : إلى حالة الإتزان بعد نزع كمية من غاز HI من حيز التفاعل

**مثال 3**



## قاعدة لوشاتليه

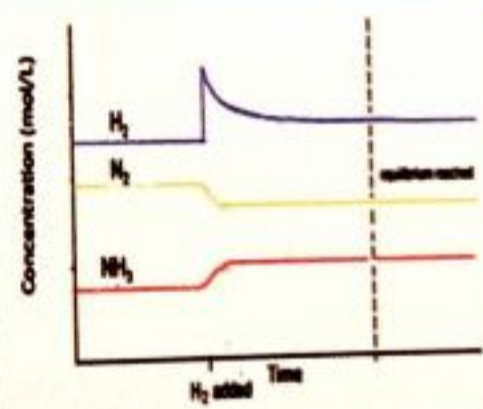
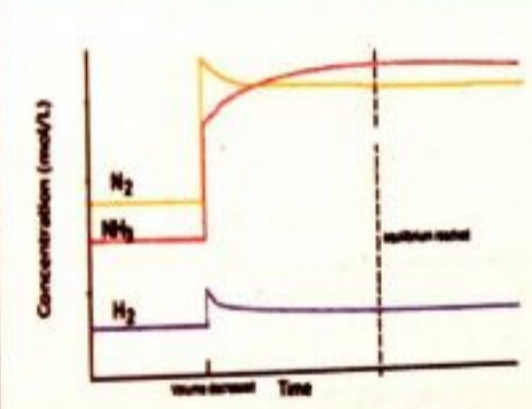
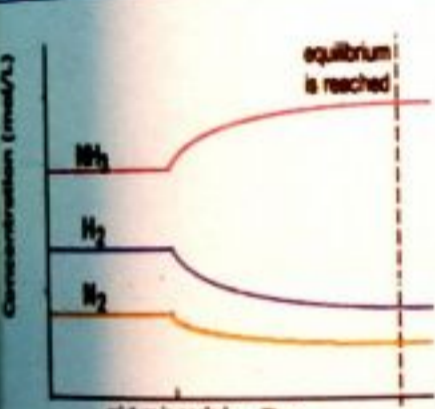
من جملة المشاهدات السابقة استطاع العالم الفرنسي لوشاتليه أن يضع علاقة تعرف باسمه وهي تصف تأثير العوامل المختلفة من تركيز وحرارة وضغط على الأنظمة المتزنة .  
توضح تأثير العوامل على الإتزان الكيميائي فقط دون الإتزان الفيزيائي .

إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على نظام في حالة اتزان مثل التركيز ، الضغط ، درجة الحرارة فإن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي تأثير هذا التغير .

### قاعدة لوشاتليه :

توضيح قاعدة لوشاتليه لتفاعل ( هابر - بوش ) :

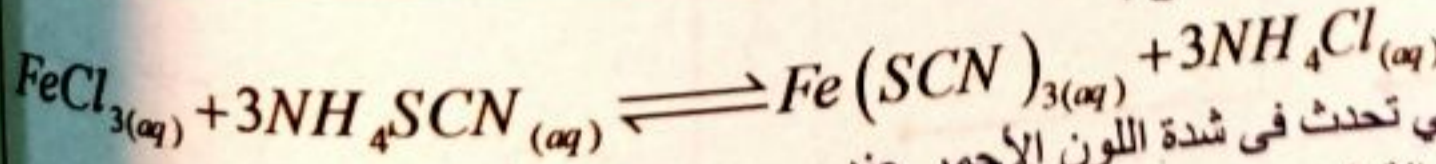


المعادلة	التغيير	الاتجاه السائد	الشكل البياني
	زيادة الهيدروجين	ينشط في الإتجاه الطردى	
	زيادة الضغط	ينشط في الإتجاه الطردى	
	خفض درجة الحرارة	ينشط في الإتجاه الطردى	

**ملاحظة هامة :** إذا حدث تغير مفاجئ (حاد) في أحد المنحنيات فقط يكون هذا ناتج من تغير التركيز. ولكن إذا حدث تغير مفاجئ (حاد) في جميع المنحنيات فيكون هذا ناتج من تغير الضغط ، ولكن إذا حدث تغير تدريجي وليس حاد في المنحنيات فيكون هذا ناتج من تغير درجة الحرارة.

## تطبيقات على قاعدة لوشاتليه

في التفاعل التالي :



- ما التغيرات التي تحدث في شدة اللون الأحمر عند
- 1- عند إضافة المزيد من كلوريد الأمونيوم
  - 2- عند إضافة المزيد من كلوريد الحديد III

- 1- يسير التفاعل في الإتجاه العكسي فتقل شدة اللون الأحمر .
- 2- يسير التفاعل في الإتجاه الطردى فتزداد شدة اللون الأحمر .

## تشمل المحاليل الإلكتروليتية كل من :

المركبات التساهمية	المركبات الأيونية
تكون الروابط بين ذراتها تساهمية وعند ذوبانها في الماء <b>فإنها تتأين</b> إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة	هي مواد صلبة متآينة تماما وعند ذوبانها في الماء <b>فإنها تتفكك</b> إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة وبالتالي فإن محاليل هذه المواد جيدة التوصيل للتيار الكهربى
<b>مثل :</b> غاز كلوريد الهيدروجين الجاف (لا إلكتروليت) وحمض الخليك النقي (لا إلكتروليت)	<b>مثل :</b> كلوريد الصوديوم

### لاحظ أن :

1. غاز كلوريد الهيدروجين (لا إلكتروليت) يكون تأينه %100 تقريبا (محلوله إلكتروليت قوى).
2. بينما حمض الخليك يكون تأينه محدود جدا (محلوله إلكتروليت ضعيف).
3. الغازات في الظروف العادية والأملاح الصلبة مواد لا إلكتروليتية ولا توصل التيار الكهربى

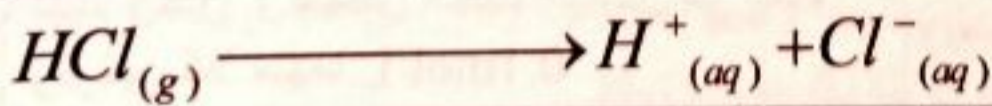
## الجدول التالى يوضح المقارنة بين التآين والتفكك :

التآين	التفكك	نوع الروابط
يحتوي المركب على روابط تساهمية قطبية.	يحتوي المركب على روابط أيونية	التكوين
يتكون المركب من جزيئات	يتكون المركب من أيونات	النوبان في الماء
عند ذوبان المركب في الماء فإنه يتآين .	عند ذوبان المركب في الماء فإنه يتفكك إلى أيونات حرة .	مثال
ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين في الماء	ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء	

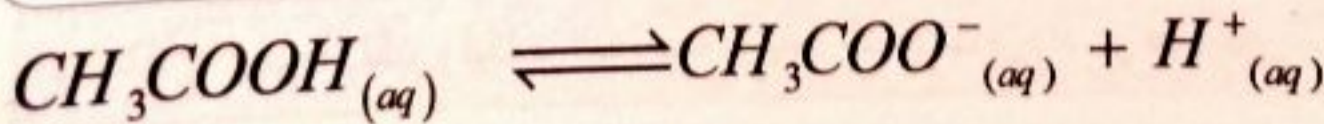
**تعريف التآين :** هو عملية تحول جزيئات غير متآينة إلى أيونات

## أنواع التآين :

1 **التآين التام :** هو عملية تحول كل الجزيئات غير المتآينة إلى أيونات ويحدث في الإلكتروليتات القوية



2 **التآين الغير التام (الضعيف) :** هو عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتآينة إلى أيونات ويظل الجزء الباقي كما هو ويحدث في الإلكتروليتات الضعيفة .





## ثانياً: الإتزان الأيوني

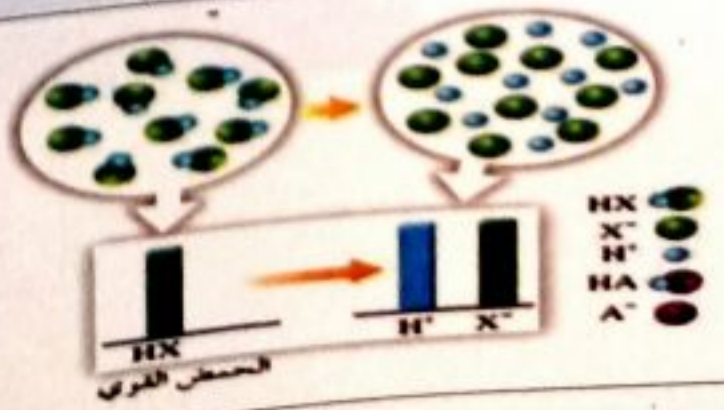
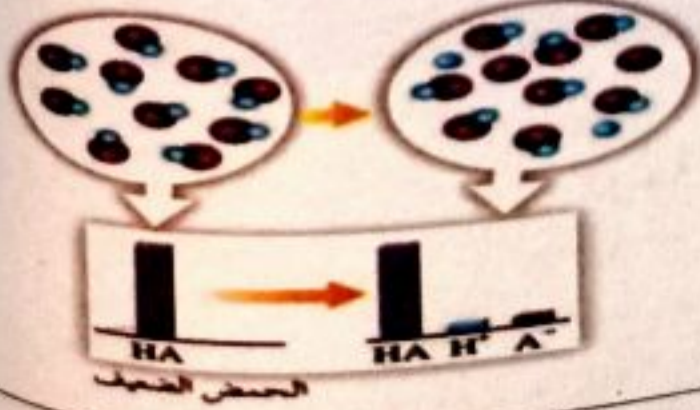


## أولاً: المحاليل الإلكتروليتية

**تعريف المواد الإلكتروليتية:** هي مواد توصل محاليلها ومصاهيرها التيار الكهربى لإحتوائها على أيونات حرة أو ممهأة

### أقسام المواد الإلكتروليتية :

الكتروليتات ضعيفة	الكتروليتات قوية
مواد غير تامة التآين (يتحول جزء ضئيل من جزيئاتها إلى أيونات) وتكون رديئة التوصيل للكهرباء.	مواد تامة التآين (يتحول جميع جزيئاتها إلى أيونات) وتكون جيدة التوصيل للكهرباء.
<b>محاليل الأملاح شحيحة الذوبان في الماء</b> • كلوريد الفضة • بروميد الرصاص II $PbBr_2$	<b>محاليل الأملاح تامة الذوبان في الماء</b> • كلوريد الصوديوم • كبريتات البوتاسيوم $NaCl$ $K_2SO_4$
<b>محاليل الأحماض الضعيفة</b> • حمض الخليك $CH_3COOH$ • كل الأحماض العضوية (الكربوكسيلية) • حمض الهيدروفلوريك $HF$ • حمض الكربونيك $H_2CO_3$ • حمض الفوسفوريك $H_3PO_4$ • حمض النيتروز $HNO_2$ • حمض الهيدروسيانيك $HCN$	<b>محاليل الأحماض المعدنية القوية</b> • حمض الكبريتيك $H_2SO_4$ • حمض النيتريك $HNO_3$ • حمض البيروكلوريك $HClO_4$ • حمض الهيدروكلوريك $HCl$ • حمض الهيدروبروميك $HBr$ • حمض الهيدروبوديك $HI$
<b>محاليل القلويات الضعيفة</b> • هيدروكسيد الأمونيوم $NH_4OH$ • هيدروكسيد الحديد II $Fe(OH)_2$ • هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$ • هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$	<b>محاليل القلويات القوية</b> • هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ • هيدروكسيد البوتاسيوم $KOH$ • هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ • هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$

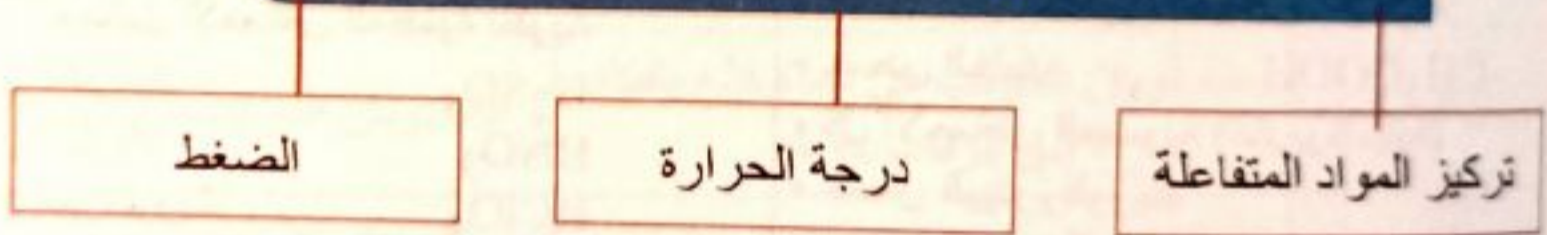


## أثر إضافة العامل الحفاز

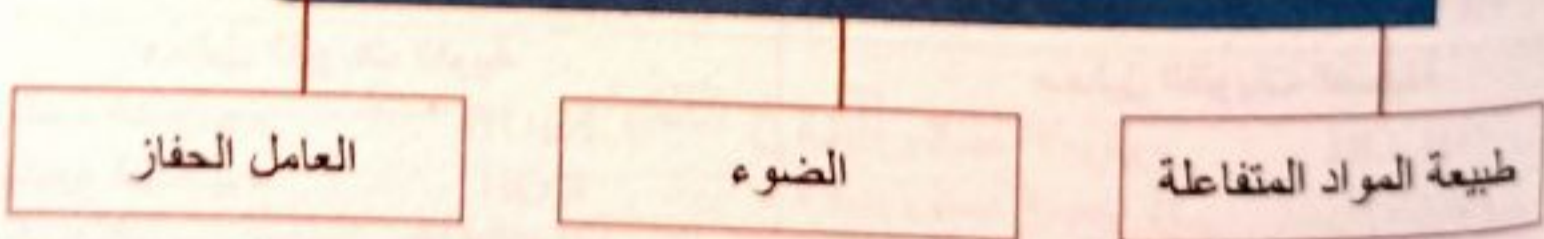
العامل المؤثر	حالة الإتزان	قيمة Kc
إضافة العامل الحفاز إلى تفاعل متزن	لا يتأثر	لا تتغير



### العوامل التي تؤثر على حالة الإتزان :



### العوامل التي لا تؤثر على حالة الإتزان :



### العوامل التي تغير من قيمة ثابت الإتزان :

درجة الحرارة فقط

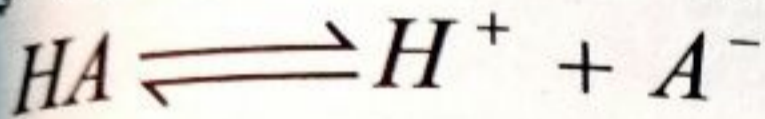
لأنه ينتج من ارتباط أيونات الهيدروجين الموجبة الناتجة من تأين الأحماض مع جزيئات الماء بروابط تناسقية. (استنتج) يسمى أيون الهيدرونيوم بالبروتون المماه؟

## قانون استفاد للتخفيف

نص قانون استفاد للتخفيف : عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين  $\alpha$  تزداد بزيادة التخفيف ( لأن قيمة  $K_a$  ثابتة )

### إثبات القانون

نفرض أن لدينا مول من حمض ضعيف أحادي البروتون صيغته الافتراضية (HA) عند إذابته في الماء يتفكك عدد من جزيئاته طبقاً للمعادلة :



نفترض أن

عدد مولات HA قبل التأين يساوي (1 mol) في محلول حجمه L (v) .

عدد مولات HA المتأينة يساوي  $\alpha$  .

وبناء على ذلك

عدد مولات  $A^-$  ,  $H^+$  الناتجة ( عند الإتزان ) يساوي (  $\alpha$  )

عدد مولات HA المتبقية دون تأين ( عند الإتزان ) يساوي (  $\alpha - 1$  )

ولتعيين تركيزات المواد عند الإتزان نجرى الحسابات التالية :

	HA	$H^+$	$A^-$
عدد المولات قبل التأين	1 mol	0 mol	0 mol
عدد المولات بعد التأين وعند حدوث الإتزان	(1 - $\alpha$ ) mol	( $\alpha$ ) mol	( $\alpha$ ) mol
التركيزات عند التأين وعند حدوث الإتزان	$\frac{(1 - \alpha)}{V} = \frac{1}{V} (1 - \alpha)$	$\frac{(\alpha)}{V} = \frac{1}{V} (\alpha)$	$\frac{(\alpha)}{V} = \frac{1}{V} (\alpha)$
	$C (1 - \alpha)$	$C (\alpha)$	$C (\alpha)$

المقدار  $\frac{1}{V}$  عبارة عن عدد المولات على الحجم باللتر  
فبالتالي يمكن التعويض عنه بـ C ( التركيز )

**(استنتج)** توصيل حمض الخليك للتيار يكون ردي بينما حمض الهيدروكلوريك يكون جيد التوصيل ؟

لأن حمض الخليك إلكتروليت ضعيف تأينة محدود جدا وبالتالي يقل عدد الأيونات التي تحمل التيار بينما حمض الهيدروكلوريك إلكتروليت قوى تام التأين وبالتالي يزداد عدد الأيونات التي تحمل التيار

**(استنتج)** تزداد توصيلية حمض الخليك للكهرباء بزيادة التخفيف بينما لا تتأثر توصيلة حمض الهيدروكلوريك ؟

لأن حمض الخليك إلكتروليت ضعيف تأينة محدود جدا وبزيادة التخفيف يزداد معدل تأينة ، بينما حمض الهيدروكلوريك إلكتروليت قوى تام التأين وبالتالي لا يؤثر التخفيف في معدل تأينه

**(استنتج)** لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية ؟

لأن محاليلها تامة التأين في الماء أي أنها لا تحتوي على جزيئات غير متفككة

**(استنتج)** يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط ؟

لأن محاليلها غير تامة التأين في الماء أي أنها تحتوي على جزيئات غير متفككة .

### الجدول التالي يوضح وجه المقارنة بين الإلتزان الكيميائي والإلتزان الأيوني

الإلتزان الأيوني	الإلتزان الكيميائي
هو نوع من أنواع الإلتزان ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة ويتم بين جزيئاتها وبين الأيونات الناتجة عنها .	هو نظام ديناميكي يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وتثبت تراكيزات محاليل الإلكتروليتات الضعيفة ويتم بين المتفاعلات والنواتج ويظل الإلتزان قائما طالما كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في وسط التفاعل لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب ومادامت ظروف التفاعل ثابتة مثل درجة الحرارة أو الضغط .
<b>مثل :</b> تفكك حمض الأسيتيك .	<b>مثل :</b> تفاعل تكوين الإستر .

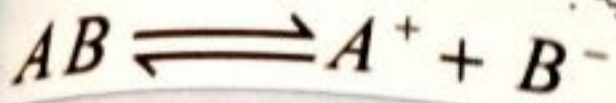
### أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه)

**تعريفه :** هو الأيون الناتج من إرتباط أيونات الهيدروجين الموجبة ( البروتونات ) الناتجة من تأين الأحماض مع جزيئات الماء بروابط تناسقية ويرمز له بالرمز  $H_3O^+$  .

**(استنتج)** لا يوجد أيون الهيدروجين ( البروتون ) منفرداً في المحاليل المائية للأحماض ؟

لأن أيون الهيدروجين الموجب ينجذب نحو زوج الإلكترونات الحر الموجود على ذرة أكسجين أحد جزيئات الماء فيرتبط معه برابطة تناسقية مكونا أيون الهيدرونيوم

في التآين الغير تام : يوجد في المحلول باستمرار حالتان متعاكستان هما تفكك الجزيئات إلى أيونات وإتحاد الأيونات لتكوين جزيئات وبالتالي تنشأ حالة الإتزان بين الأيونات والجزيئات غير المفككة ويسمى هذا النوع من الإتزان بالإتزان الأيوني الذي يمكن تمثيله بالمعادلة الآتية :



هو نوع من أنواع الاتزان ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة ويتم بين جزيئاتها وبين الأيونات الناتجة عنها .

تعريف الإتزان الأيوني :

تجارب عملية على التآين :

تجربة (1)

توضح التوصيل الكهربى لحمض الخليك النقى وغاز كلوريد الهيدروجين الذائب في البنزين.

المشاهدات	الخطوات
لا يضيء المصباح في كلتا الحالتين	اختبر التوصيل الكهربى لحمض الخليك النقى وغاز كلوريد الهيدروجين الذائب في البنزين باستخدام دائرة كهربية

الإستنتاج : كلاهما لا يحتوى على أيونات تعمل على توصيل التيار الكهربى .

تجربة (2)

لإثبات أن حمض الهيدروكلوريك إلكتروليت قوى ومحلول حمض الخليك إلكتروليت ضعيف.

المشاهدات	الخطوات
يضىء المصباح بشدة في حالة كلوريد الهيدروجين ويضيء إضاءة خافتة في حالة حمض الخليك	اختبر التوصيل الكهربى لمحلولى كلوريد الهيدروجين و حمض الخليك الذائبين في الماء وتركيز كلا منهما 0.1mol/L

الإستنتاج : تأين حمض الهيدروكلوريك تآين تام ( إلكتروليت قوى )  
تآين حمض الخليك تآين ضعيف ( إلكتروليت ضعيف )

تجربة (3)

توضح أثر التخفيف على تآين محلولى حمض الهيدروكلوريك وحمض الخليك

المشاهدات	الخطوات
يضىء المصباح بشدة في حالة كلوريد الهيدروجين ويضيء إضاءة خافتة في حالة حمض الخليك	اختبر التوصيل الكهربى لمحلولى كلوريد الهيدروجين و حمض الخليك الذائبين في الماء وتركيز كلا منهما 0.1mol/L
لا تتأثر شدة إضاءة المصباح بتخفيف حمض الهيدروكلوريك بينما تزداد بتخفيف حمض الخليك	خفف المحلولين السابقين إلى : 0.01mol / L ثم إلى 0.001mol / L

الإستنتاج : في الإلكتروليتات الضعيفة بزيادة التخفيف تزداد درجة التآين .

## مسائل على قانون إستفاد

مثال 1 إذا كانت درجة تفكك حمض ضعيف أحادي البروتون تساوي 0.024 في محلول منه تركيزه 0.25M احسب ثابت التأيين  $K_a$  لهذا الحمض

$$K_a = \alpha^2 \cdot C_a = (0.024)^2 \times 0.25 = 1.44 \times 10^{-4}$$

مثال 2 احسب درجة تفكك حمض الهيدروسيانيك HCN في محلول منه تركيزه 0.1M علما بأن ثابت التأيين  $K_a$  لهذا الحمض يساوي  $7.2 \times 10^{-10}$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-10}}{0.1}} = 8.49 \times 10^{-5}$$

مثال 3 حمض ضعيف أحادي البروتون درجة تفككه 0.008 في محلول تركيزه 0.015M احسب درجة تفكك هذا الحمض في محلول تركيزه 0.1M وماذا نستنتج من الناتج؟

فكر معايا شويا

مثال 4 إذا كانت نسبة تفكك حمض عضوي ضعيف أحادي البروتون تساوي 3% في محلول تركيزه 0.2M احسب  $K_a$  لهذا الحمض

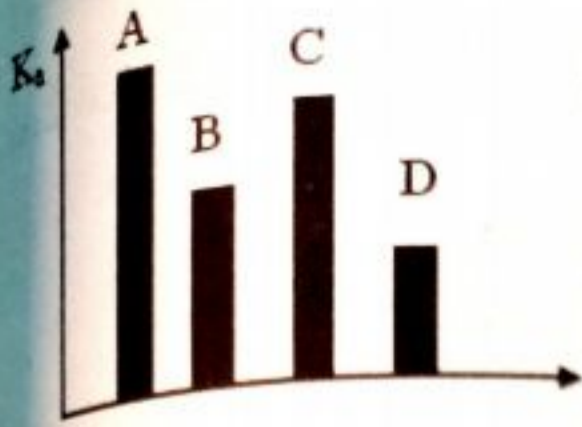
فكر معايا شويا

مثال 5 إذا كانت نسبة تفكك قاعدة ضعيفة تساوي 25% في محلول تركيزه 0.3M احسب قيمة  $K_b$

فكر معايا شويا

## تدريب للتفكير

تبعاً للشكل المقابل ما هو الترتيب الصحيح على حسب قوة الحامضية؟



يتناسب قيمة  $K_a$  تناسباً طردياً مع قوة الحمض  
الترتيب الصحيح على حسب قوة الحمض هو :  
 $A > C > B > D$

درجة التآين والتآين في إلكتروليت ضعيف	درجة التآين والتآين في إلكتروليت ضعيف	درجة التآين والتآين في إلكتروليت قوي	الشكل البياني
درجة التآين والتوصيل للتيار الكهربائي	درجة التوصيل والتآين في إلكتروليت ضعيف	درجة التوصيل والتآين في إلكتروليت قوي	الشكل البياني
قيمة $K_a$ والتركيز أو التآين عند نفس درجة الحرارة	قوة القاعدة وقيمة $K_b$	قوة الحمض وقيمة $K_a$	الشكل البياني

وبتطبيق قانون فعل الكتلة على هذا النظام المتزن نجد أن :

ثابت التأيين للحمض الضعيف (Ka) =  $\frac{\text{تركيز الأيونات الناتجة}}{\text{تركيز الجزيئات قبل التأيين}}$

$$\therefore K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C^2\alpha^2}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

مقدار ما يتأين من الحمض مقدار ضئيل جدا فبالتالي يمكن إهمال المقدار (1-α) ومنها يكون

$$K_a = Ca \cdot \alpha^2$$

لاحظ أن :

تتناسب قوة الحمض تناسباً طردياً مع قيمة ثابت التأيين Ka .

◀ (استنتاج) كلما زاد التخفيف (قل التركيز) زادت درجة تأين الإلكتروليت الضعيف والعكس صحيح؟

بسبب زيادة عدد المولات المتفككة عن عددها قبل التفكك وحتى تظل قيمة ثابت التأيين ثابتة .





قانون أيون الهيدروكسيل

في حالة القاعدة الضعيفة

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

في حالة القاعدة القوية

$$[OH^-] = \text{تركيز القاعدة} \times \text{عدد } (OH^-)$$

إحسب تركيز أيون الهيدرونيوم في محلول 0.1M من حمض الخليك علما بأن  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

مثال 1

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.341 \times 10^{-3} M$$

إحسب تركيز أيون الهيدروكسيل في محلول 0.01M من هيدروكسيد الأمونيوم علما بأن  $K_b = 3.6 \times 10^{-5}$

مثال 2

$$[OH^-] = \sqrt{K_b C_b} = \sqrt{3.6 \times 10^{-5} \times 0.01} = 6 \times 10^{-4} M$$

إحسب ثابت الإتزان لقلوى ضعيف تركيزه 0.35M إذا علمت أن تركيز أيونات الهيدروكسيل يساوي  $1.5 \times 10^{-5} M$

مثال 3

فكر معايا شويا

إحسب تركيز أيون الهيدرونيوم لحمض النيكوتينك  $C_5NH_4COOH$  في محلول حجه 1L يحتوى على 0.1mol من الحمض علما بأن  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

مثال 4

فكر معايا شويا

إحسب تركيز أيون الهيدروكسيل في محلول 0.1M من هيدروكسيد الأمونيوم علما بأن نسبة تأينها 1.27 %

مثال 5

فكر معايا شويا

## قانون أيون الهيدرونيوم

في حالة الحمض الضعيف

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a}$$

في حالة الحمض القوي

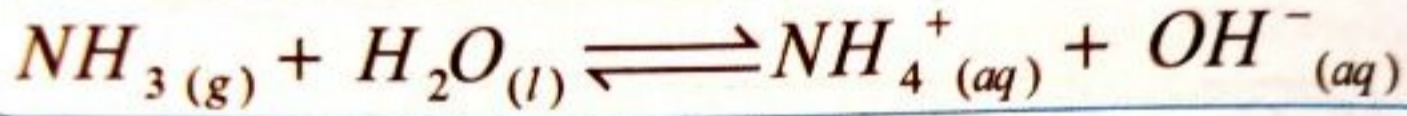
$$[H_3O^+] = \text{تركيز الحمض} \times \text{قاعدية الحمض} \\ \text{قاعدية الحمض} = \text{عدد } (H^+) \text{}$$

## حساب تركيز أيون الهيدروكسيل

استنتاج:

قانون حساب تركيز أيون الهيدروكسيل في الإلكتروليتات الضعيفة

عندما يتفكك قاعدة ضعيفة مثل النشادر تركيزه  $C_b$  في الماء حسب المعادلة التالية:



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

فإن ثابت التفكك لهذا التفاعل  $K_b$

$$\therefore [NH_4^+] = [OH^-]$$

فإن ثابت الإتزان تصبح كالتالي:

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

النشادر من القواعد الضعيفة فإن ما يتفكك منها مقدار ضئيل جدا يمكن إهماله.

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

تركيز النشادر عند الإتزان  $(C_b - \alpha) =$  تركيز النشادر الأصلي  $(C_b)$  وبالتعويض في قانون ثابت الإتزان نجد أن:

$$[OH^-]^2 = K_b \cdot C_b$$

تركيز أيونات الهيدروكسيل في محلول القاعدة الضعيفة

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

ثابت تأين القاعدة الضعيفة

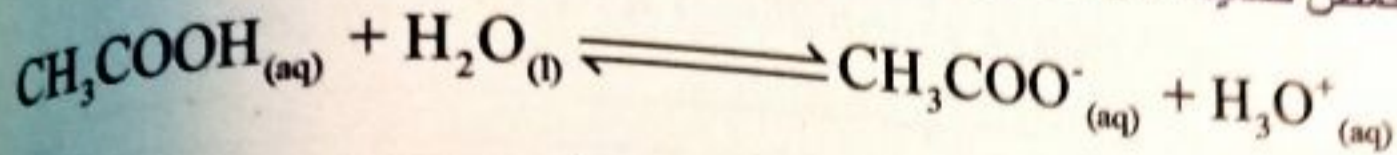
تركيز القاعدة الضعيفة

## حساب تركيز أيون الهيدرونيوم

إستنتاج :

قانون حساب تركيز أيون الهيدرونيوم في الإلكتروليتات الضعيفة

عندما يتفكك حمض ضعيف مثل حمض الخليك تركيزه Ca في الماء حسب المعادلة التالية :



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

فإن ثابت التفكك لهذا التفاعل Ka

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

قيمة ثابت الإتزان تصبح كالتالي :

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

الحمض ضعيف فإن ما يتفكك منه مقدار ضئيل جدا يمكن إهماله

تركيز حمض الخليك عند الإتزان (Ca - α) = تركيز حمض الخليك الأصلي (Ca)

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a} \quad \text{وبالتعويض في قانون ثابت الإتزان نجد أن :}$$

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

لاحظ أن :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \sqrt{K_a \times C_a}$$

تركيز أيونات الهيدرونيوم في  
محلول الحمض الضعيف

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

ثابت تأين الحمض الضعيف

تركيز الحمض الضعيف

## الأس الهيدروجيني pH:

- اسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو قاعدية المحاليل المائية بأرقام متسلسلة موجبة من (Zero :14)
- اللوغاريتم السالب للأساس 10 لتركيز أيونات الهيدروجين الموجبة الموجودة في المحلول .

## الأس الهيدروكسيلي pOH :

- اللوغاريتم السالب للأساس 10 لتركيز أيونات الهيدروكسيل السالبة الموجودة في المحلول .

## العوامل التي تتوقف عليها قيمة PH للمحلول :

- تركيز أيونات الهيدروجين الموجبة  $H^+$  .
- تركيز أيونات الهيدروكسيل في المحلول  $OH^-$

## إستنتاج :

العلاقة الرياضية بين الأس الهيدروجيني والأس الهيدروكسيلي .

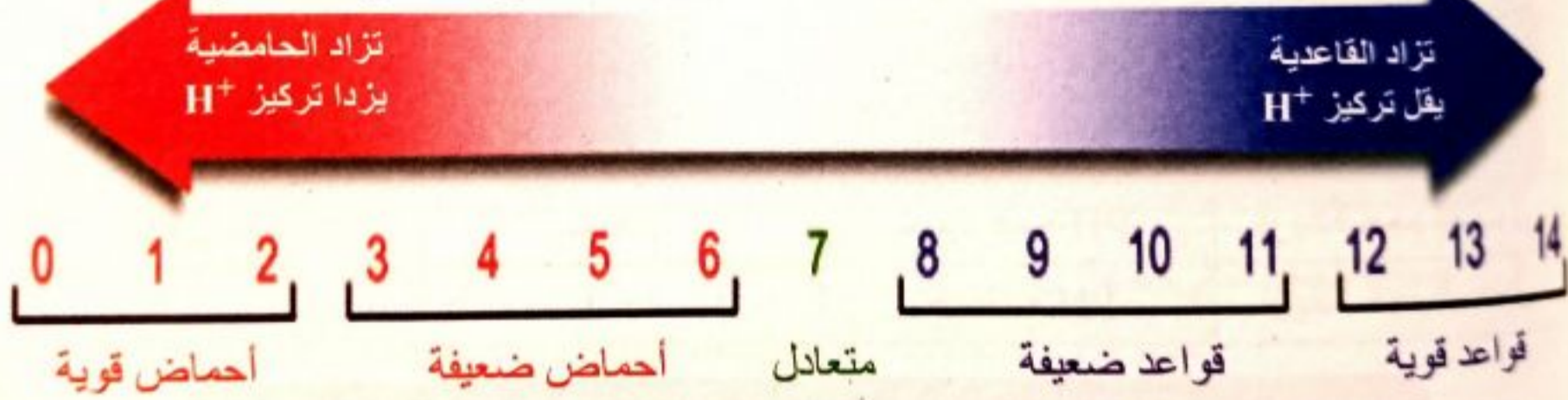
$$K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

وبأخذ اللوغاريتم السالب للمعادلة نجد أن :

$$- \log K_w = (- \log [H^+]) + (- \log [OH^-]) = - \log 10^{-14}$$

بإستبدال القيمة ( - log ) بالحرف ( P ) تصبح المعادلة :

$$pK_w = pH + pOH = 14$$



## مقياس PH

## ملاحظات هامة جدا جدا :

المحاليل القاعدية	المحاليل الحمضية
قيمة pH لها أكبر من 7	قيمة pH لها أقل من 7
قيمة pOH لها أقل من 7	قيمة pOH لها أكبر من 7
تزداد قوتها كلما إقتربت pH لها من 14	تزداد قوتها كلما إقتربت pH لها من 0

الجهاز المستخدم في قياس الرقم الهيدروجيني يسمى pH meter

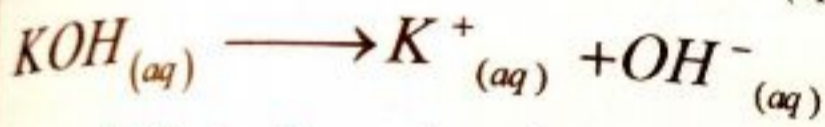
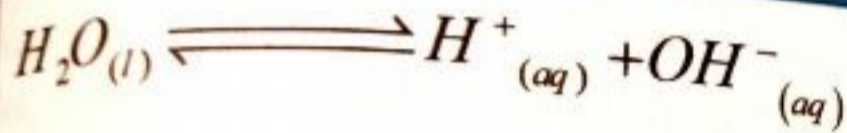
## تدريب

الماء النقي إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربى توصيلا ضعيفا أجب عن الآتى :  
(أ) اكتب معادلة اتزان تأين الماء.  
(ب) ما نوع الاتزان.

فكر معايا شوييا

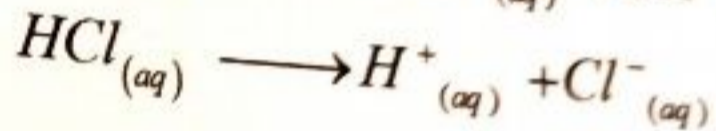
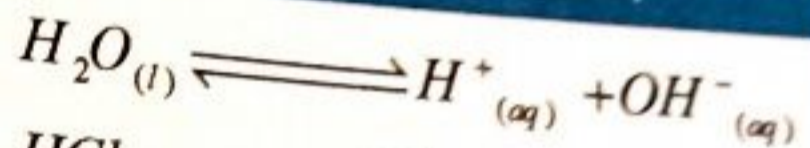
## ماذا يحدث ..... مع التفسير ؟

عند إضافة قاعدة إلى الماء النقي



يزداد تركيز أيون الهيدروكسيل السالب  
وبالتالى يقل تركيز أيون الهيدروجين الموجب  
وبالتالى يقل تفكك الماء وتزداد قيمة الـ PH

عند إضافة حمض إلى الماء النقي



يزداد تركيز أيون الهيدروجين الموجب  
وبالتالى يقل تركيز أيون الهيدروكسيل السالب  
وبالتالى يقل تفكك الماء وتقل قيمة الـ PH

**التفسير :** حتى يظل حاصل ضرب تركيز كلا من أيون الهيدروجين الموجب وأيون الهيدروكسيل السالب مقدار ثابت

## الأس الهيدروجينى pH والأس الهيدروكسيلي pOH

لعلك لاحظت من الأمثلة السابقة أن :

قيم تركيزات أيونات الهيدرونيوم ( $H_3O^+$ ) وقيم تركيزات أيونات الهيدروكسيل ( $OH^-$ ) في المحاليل المائية تكون صغيرة نسبيا لذا إقترح العلماء مقياسا أسهل يعبر بموجبه عن تركيز كل منها بأرقام بسيطة أطلق عليها اسم :

الأس ( الرقم ) الهيدروكسيلي pOH

اللوغاريتم السالب (-log) للأساس 10 لتركيز  
أيونات الهيدروكسيل  $OH^-$   
في المحلول  
 $pOH = -\log [OH^-]$   
 $[OH^-] = 10^{-pOH}$

الأس ( الرقم ) الهيدروجينى pH

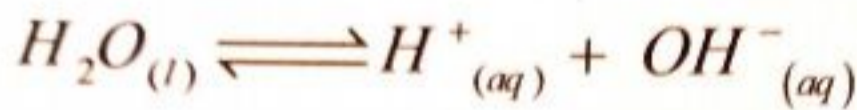
اللوغاريتم السالب (-log) للأساس 10 لتركيز  
أيونات الهيدروجين  $H^+$  (الهيدرونيوم  $H_3O^+$ )  
في المحلول  
 $pH = -\log [H^+]$   
 $[H^+] = 10^{-pH}$

## ثانياً: تأين الماء

الماء النقي إلكترولييت ضعيف يوصل التيار الكهربى توصيل ضعيف ويعبر عن تأينه بالإتزان التالى :



والتبسيط يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتالى :



والتطبيق قانون فعل الكتلة يكون ثابت الإتزان كالتالى :

$$K_w (\text{ثابت الاتزان}) = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

ولأن مقدار ما يتأين من الماء لا يذكر كما يتضح من قيمة ثابت الإتزان فإن تركيز الماء غير المتأين يعتبر مقدار ثابت وبالتالي يمكن إهمال تركيزه لتكتب المعادلة على الصورة التالية :

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

هو حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء وهو مقدار ثابت يساوى  $10^{-14}$

الحاصل الأيونى للماء ( $K_w$ ):

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

ملاحظات على القانون :

- ▶ إذا زاد تركيز أيون الهيدروجين قل تركيز أيون الهيدروكسيل بنفس المقدار .
- ▶ إذا عرف تركيز أحد الأيونين أمكن معرفة تركيز الآخر .
- ▶  $K_w = 10^{-14}$  عند  $25^\circ\text{C}$  فقط وعندما ترتفع درجة الحرارة تزداد قيمة  $K_w$  لأن تأين الماء ماص للحرارة والعكس صحيح .

(استنتاج) الماء النقي يوصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة؟

لأن الماء النقي إلكترولييت ضعيف وبالتالي يوصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة

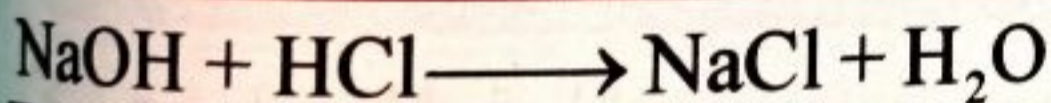
(استنتاج) الماء النقى متعادل التأثير على ورقة عباد الشمس؟

لأن تركيز أيون الهيدروجين يساوى تركيز أيون الهيدروكسيل يساوى  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$

إحسب قيمة pH لمحلول الناتج من خلط 40ml من ... مع ...  
**مثال 1** إحسب قيمة pH لمحلول الناتج من خلط 30ml من محلول pH له تساوى 6

المحلول الثانى	المحلول الأول	
$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-6} M$	$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-3} M$	حساب تركيز $[H^+]$
عدد المولات = تركيز الهيدرونيوم X الحجم باللتر $= 10^{-6} \times 30 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-7} \text{ mol}$	عدد المولات = تركيز الهيدرونيوم X الحجم باللتر $= 10^{-3} \times 40 \times 10^{-3} = 0.00004 \text{ mol}$	حساب عدد مولات الهيدرونيوم
$(30 + 40) \times 10^{-3} = 70 \times 10^{-3} \text{ لتر}$		حساب الحجم الكلى
عدد مولات المحلول الأول + عدد مولات المحلول الثانى $= 0.00004 + (3 \times 10^{-7}) = 0.00004003 \text{ mol}$		حساب عدد المولات الكلية
$\frac{\text{عدد المولات الكلية}}{\text{الحجم الكلى}} = \text{تركيز الهيدرونيوم النهائي (الكلى)}$ $0.000572 M = \frac{0.00004003}{70 \times 10^{-3}}$		حساب التركيز النهائي للهيدرونيوم
$PH = -\log [H^+] = -\log (0.000572) = 3.2427$		حساب قيمة PH للمحلول

إحسب قيمة PH لمحلول الناتج من خلط 300ml من HCl حيث الـ PH له 2 مع 350ml من NaOH حيث الـ PH له 11  
**مثال 2**



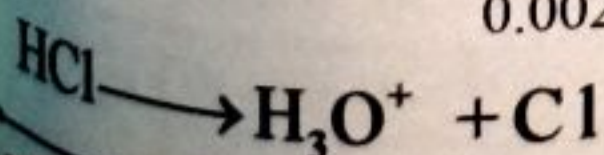
كتابة المعادلة الموزونة :

القاعدة	الحمض
$M_b = 10^{-POH} = 10^{-3} M$	$M_a = 10^{-PH} = 10^{-2} M$
$V_b = 350 \times 10^{-3} L$	$V_a = 300 \times 10^{-3} L$
$n_b = 1$	$n_a = 1$

في حالة الحمض :  $0.003 M = \frac{10^{-2} \times 300 \times 10^{-3}}{1} = \frac{M_a \times V_a}{n_a}$

في حالة القاعدة :  $0.0003 M = \frac{10^{-3} \times 350 \times 10^{-3}}{1} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$

نوجد عدد المولات الزائدة من الحمض =  $0.00267 = 0.0003 - 0.003$



في حالة إن وجد في المسألة قاعدة :

خطوات الحل	في حالة القاعدة القوية	في حالة القاعدة الضعيفة
حساب تركيز $OH^-$	$[OH^-] = \text{تركيز القاعدة} \times \text{عدد } (OH^-)$	$[OH^-] = \sqrt{K_b C_b} = \alpha \cdot C_b$
حساب pOH	$pOH = -\log [OH^-]$	$pOH = -\log [OH^-]$
حساب pH	$pH = 14 - pOH$	$pH = 14 - pOH$
حساب تركيز $H^+$	$[H_3O^+] = 10^{-pH}$	$[H_3O^+] = 10^{-pH}$

### طريقة حساب قيمة PH

معلومات إضافية

للمحلول الناتج من خلط محلولين (من نفس الوسط) مختلفين في قيمة PH :

حساب عدد مولات الهيدرونيوم في المحلول الأول :

عدد المولات = تركيز الهيدرونيوم  $\times$  الحجم باللتر

حساب عدد مولات الهيدرونيوم في المحلول الثاني :

عدد المولات = تركيز الهيدرونيوم  $\times$  الحجم باللتر

حساب عدد مولات الهيدرونيوم الكلية :

عدد مولات الهيدرونيوم الكلية =

عدد مولات الهيدرونيوم في المحلول الأول + عدد مولات الهيدرونيوم في المحلول الثاني

حساب الحجم الكلي للمحلول :

الحجم الكلي للمحلول = حجم المحلول الأول + حجم المحلول الثاني

حساب التركيز النهائي للهيدرونيوم :

تركيز الهيدرونيوم النهائي (الكلي) =  $\frac{\text{عدد المولات الكلية}}{\text{الحجم الكلي}}$

حساب قيمة PH للمحلول بعد الخلط :

$pH = -\log [H^+]$



### ملخص لأهم العلاقات

زادت قيمة (Ka)

زادت قيمة POH

زادت قيمة  $[H_3O^+]$

تزداد قوة الحمض الضعيف كلما :

قلت قيمة PH

قلت قيمة  $[OH^-]$

زادت قيمة درجة التفكك  $\alpha$

زادت قيمة (Kb)

زادت قيمة PH

زادت قيمة  $[OH^-]$

تزداد قوة القلوي الضعيف كلما :

قلت قيمة POH

قلت قيمة  $[H_3O^+]$

زادت قيمة درجة التفكك  $\alpha$

السبب	التغير	إلى	إضافة
لنقص $[H^+]$	تزداد قيمة PH	حمض	الماء
لزيادة $[H^+]$	تقل قيمة PH	ماء	حمض
لنقص $[H^+]$	تزداد قيمة PH	حمض	قاعدة
لزيادة $[H^+]$	تقل قيمة PH	قاعدة	حمض
لنقص $[H^+]$	تزداد قيمة PH	قاعدة ضعيفة	قاعدة قوية
لزيادة $[H^+]$	تقل قيمة PH	حمض ضعيف	حمض قوي
لنقص $[H^+]$	تزداد قيمة PH	الماء	قاعدة
لزيادة $[H^+]$	تقل قيمة PH	قاعدة	الماء
لزيادة حجم المحلول	تزداد قيمة PH	حمض	محلول متعادل
لزيادة حجم المحلول	تقل قيمة PH	قاعدة	محلول متعادل

### خطوات حل مسائل الأس الهيدروجيني والهيدروكسيلي :

في حالة إن وجد في المسألة حمض :

خطوات الحل	في حالة الحمض القوي	في حالة الحمض الضعيف
حساب تركيز $H^+$	$[H_3O^+] = [H^+] = \text{تركيز الحمض} \times \text{عدد } (H^+)$	$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \alpha \cdot C_a$
حساب pH	$pH = -\log [H^+]$	$pH = -\log [H^+]$
حساب pOH	$pOH = 14 - pH$	$pOH = 14 - pH$
حساب تركيز $OH^-$	$[OH^-] = 10^{-pOH}$	$[OH^-] = 10^{-POH}$

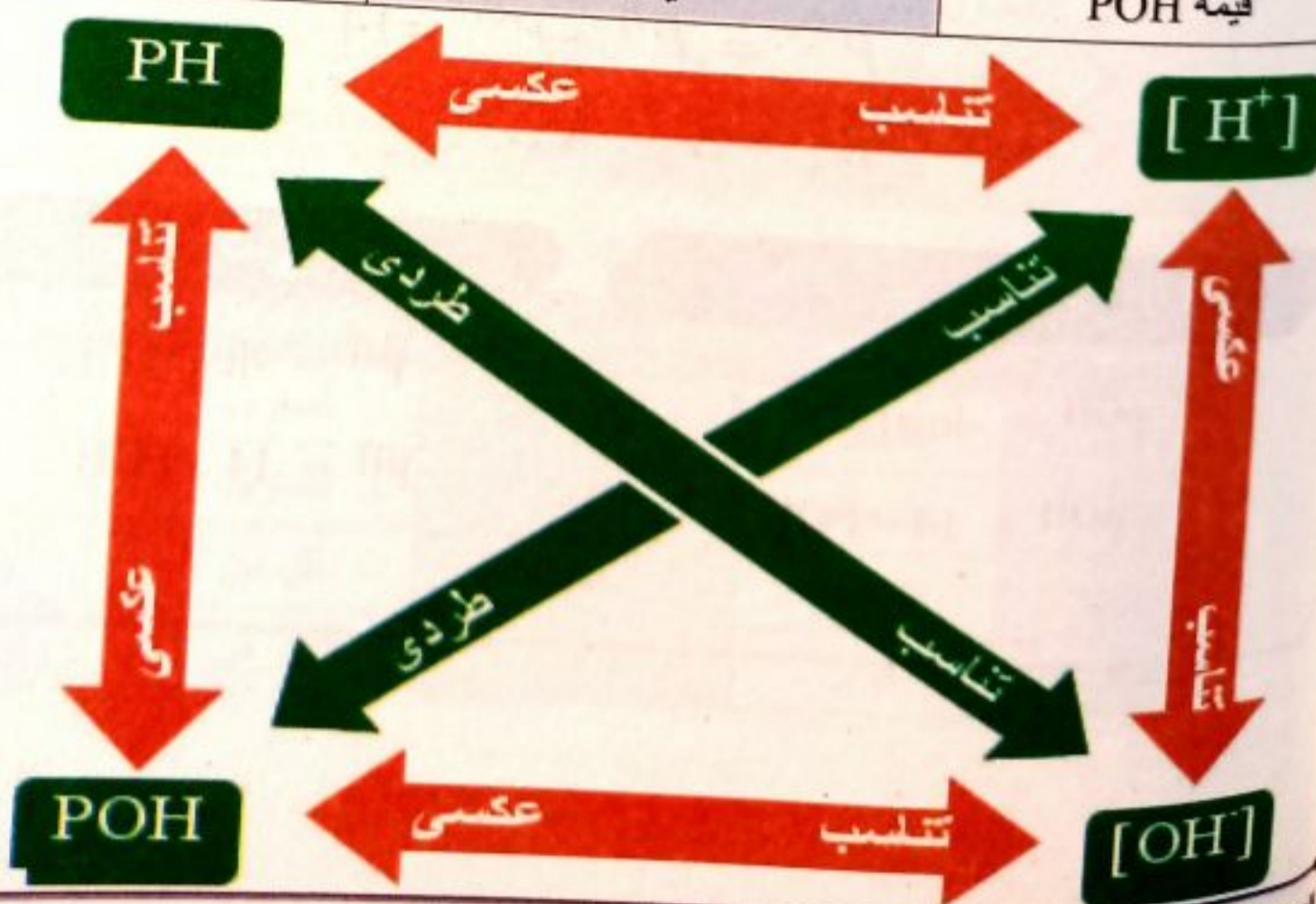
### أثر التخفيف على الأحماض والقلويات الضعيفة

أثر زيادة التخفيف	على الأحماض الضعيفة	على القواعد الضعيفة
درجة التأين	تزداد	تزداد
عدد الأيونات	تزداد	تزداد
درجة توصيل التيار	تزداد	تزداد
تركيز $[H^+]$	يقل	تزداد
تركيز $[OH^-]$	يزداد	يقل
قيمة PH	يزداد	يقل
قيمة POH	يقل	تزداد

### أثر التخفيف على الأحماض والقلويات القوية

أثر زيادة التخفيف	على الأحماض القوية	على القواعد القوية
درجة التأين	لا تتأثر	لا تتأثر
عدد الأيونات	لا تتأثر	لا تتأثر
درجة توصيل التيار	لا تتأثر	لا تتأثر
تركيز $[H^+]$	يقل	تزداد
تركيز $[OH^-]$	يزداد	يقل
قيمة PH	يزداد	يقل
قيمة POH	يقل	تزداد

ملخص مهم لعلاقات pH , pOH



جدول يوضح قيم الرقم الهيدروجيني لبعض المحاليل

قيمة PH	المادة
Zero	
1	محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه M 1
1.8 : 1.6	محلول حمض الهيدروكلوريك M 0.1
2.3	العصير المعدي
2.9	عصير الليمون
3.5	الخل ( حمض الأسيتيك )
4	عصير البرتقال
4.2	عصير العنب
5	عصير الطماطم
6.2	القهوة
	ماء المطر
6.6 : 6.3	اللبن ( حمض اللاكتيك )
7 : 5.5	البول
7	الماء النقي
7.4 : 6.2	اللعباب
7.45 : 7.35	الدم
8.4	ماء البحر
8.6 : 7.8	العصارة المرارية
10.5	مستحلب المانيزيا
11	محلول الأمونيا M 0.1
12	صودا الغسيل
13	محلول هيدروكسيد الصوديوم M 0.1
14	محلول هيدروكسيد الصوديوم M 1

تدريب

رتب ما يلي على حسب قيمة PH  
 ( ماء البحر - ماء المطر - الماء النقي - البول )  
 ( العصارة المرارية - العصير المعدي - الدم )  
 ( تصاعدياً ) ( تنازلياً )

فكر معاً شويآ

$$\begin{aligned} \text{عدد مولات } [H_3O^+] &= \text{عدد مولات الحمض} = 0.00267 \text{ مول} \\ \text{تركيز } [H_3O^+] &= \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{0.00267}{(350+300) \times 10^{-3}} = 0.00396M \\ \text{pH} &= -\log [H^+] = -\log (0.00396) = 2.4485 \end{aligned}$$

## مسائل على الأس الهيدروجيني والأس الهيدروكسيلي

**مثال 1** احسب قيمة  $pOH$ ,  $pH$  لمحلول A تركيز أيونات  $[OH^-]$  فيه يساوي  $0.1M$  ثم بين هل المحلول حامضي أم قاعدي؟

$$\begin{aligned} pOH &= -\log [OH^-] = -\log 0.1 = 1 \\ pH &= 14 - pOH = 14 - 1 = 13 \\ \text{المحلول قاعدي لأن قيمة } pH &\text{ أكبر من } 7 \end{aligned}$$

**مثال 2** احسب كتلة  $KOH$  المذابة في  $500ml$  من المحلول إذا كانت  $pH = 13$  ( $K = 39$ ,  $O = 16$ ,  $H = 1$ )

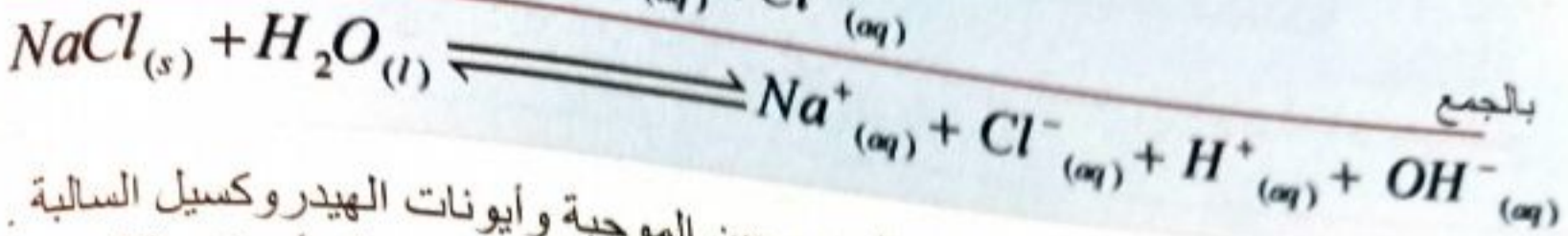
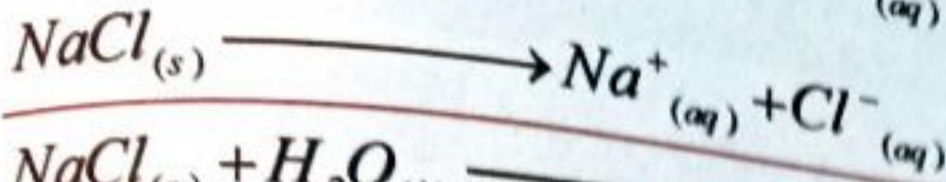
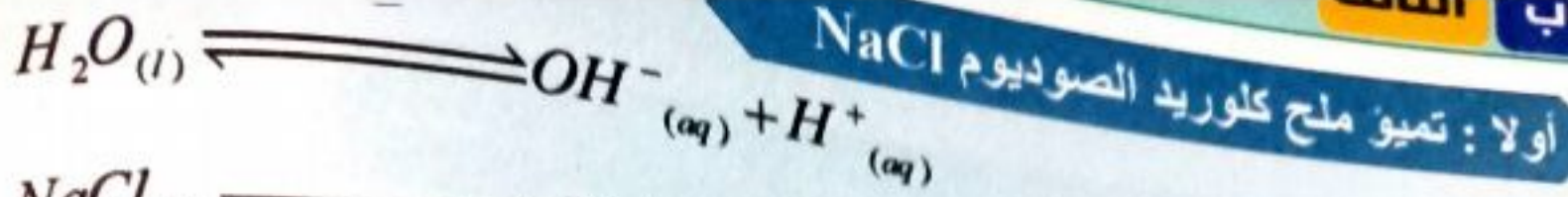
فكر معاً شويآ

**مثال 3** أذيب  $2.45g$  من حمض الكبريتيك في الماء بحيث أصبح حجم المحلول  $500ml$  احسب كلا من: ( $pOH$ ,  $pH$ ,  $[OH^-]$ ,  $[H^+]$ ,  $[SO_4^{2-}]$ ) علماً بأن: ( $H = 1$ ,  $S = 32$ ,  $O = 16$ )

فكر معاً شويآ

**مثال 4** وضح بالحسابات الكيميائية أيهما أكبر في قيمة  $pH$ : حمض نيتريك تركيزه  $0.2M$  أم حمض كبريتيك تركيزه  $0.2M$ ؟ وماذا تستنتج؟

فكر معاً شويآ



يتأين الماء كالكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين الموجبة وأيونات الهيدروكسيل السالبة. عند إذابة كلوريد الصوديوم في الماء فإنها تتفكك إلى أيونات الصوديوم الموجبة وأيونات الكلوريد السالبة.

### وبلاحظ من التفاعلات ما يأتي :

- ◇ لا يتكون حمض الهيدروكلوريك لأنه إلكتروليت قوى تام التأيين وتظل أيونات الهيدروجين الموجبة في المحلول.
- ◇ لا يتكون هيدروكسيد الصوديوم لأنه إلكتروليت قوى تام التأيين وتظل أيونات الهيدروكسيل السالبة في المحلول.
- ◇ يصبح المحلول متعادلاً لأن تركيز  $(H^+)$  = تركيز  $(OH^-)$  وبالتالي تصبح قيمة  $pH = 7$ .
- ◇ لا يوجد أيون في الملح يؤثر على إتران الماء لعدم إتحاد أيونات الملح مع أيونات الماء.

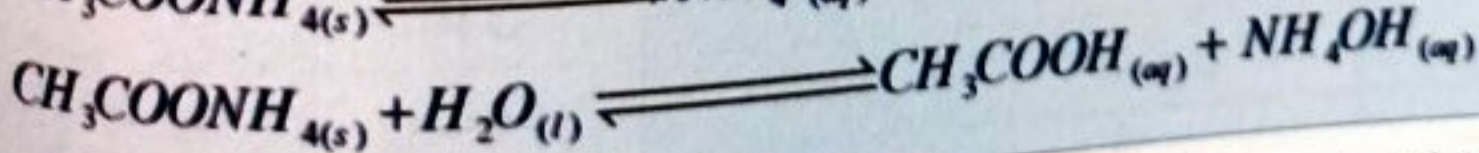
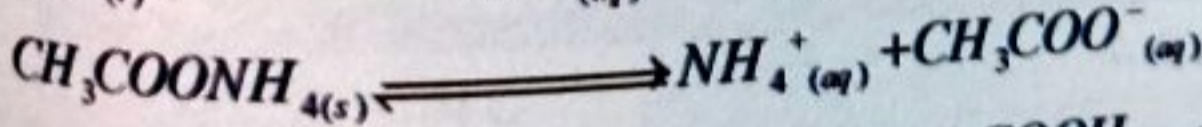
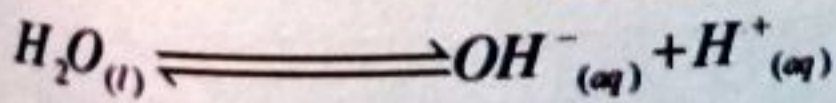
### ◇ (استنتج) محلول كلوريد الصوديوم متعادل التأثير ؟

لأنه مشتق من حمض قوى ( حمض الهيدروكلوريك ) وقاعدة قوية ( هيدروكسيد الصوديوم ) كلاهما تام التأيين فيكون تركيز  $(H^+)$  = تركيز  $(OH^-)$  وبالتالي تصبح قيمة  $pH = 7$ .

### ◇ (استنتج) ذوبان ملح الطعام في الماء لا يعتبر تميؤ ؟

لأنه لم يتكون الحمض ولا القاعدة المشتق منها الملح حيث أن كلاهما تام التأيين .

### ثانياً : تميؤ ملح أسيتات الأمونيوم $CH_3COONH_4$




- ◇ يتأين الماء كالكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين الموجبة وأيونات الهيدروكسيل السالبة.
- ◇ عند إذابة أسيتات الأمونيوم في الماء فإنها تتفكك إلى أيونات الأمونيوم الموجبة وأيونات الأسيتات السالبة.

## ثالثاً: التحلل المائي للأملح ( التميؤ )

التميؤ ( الإماهة ) : عملية ذوبان الملح في الماء لتكوين الحمض والقلوى المشتق منها الملح

استنتاج ( عملية التميؤ عكس عملية التعادل ؟ )

لأنه في عملية التميؤ يذوب الملح في الماء مكونا الحمض والقلوى المشتق منهما ، بينما في عملية التعادل يتفاعل الحمض مع القلوى مكونا الملح والماء .

توضيح مفهوم التحلل المائي للأملح ( التميؤ ) 

المشاهدات:	الخطوات:
يتلون الميثيل البرتقالى بلون معين على حسب الوسط الموجود فيه : الأنبوبة الأولى : يتلون المحلول باللون الأصفر . الأنبوبة الثانية : يتلون المحلول باللون الأحمر . الأنبوبة الثالثة : يتلون المحلول باللون البرتقالى . الأنبوبة الرابعة : يتلون المحلول باللون البرتقالى .	اختبر المحاليل الموجودة في أنابيب الإختبار الآتية بقطرات من دليل الميثيل البرتقالى . الأنبوبة الأولى : محلول كربونات الصوديوم . الأنبوبة الثانية : محلول كلوريد الأمونيوم . الأنبوبة الثالثة : محلول كلوريد الصوديوم . الأنبوبة الرابعة : محلول أسيتات الأمونيوم .
	الإستنتاج : <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ محلول كربونات الصوديوم قاعدى .</li> <li>◇ محلول كلوريد الأمونيوم حامضى .</li> <li>◇ محلول كلوريد الصوديوم متعادل .</li> <li>◇ محلول أسيتات الأمونيوم متعادل .</li> </ul>

تتوقف الخاصية الحماضية أو القاعدية للمحلول المائى على قوة كلا من الحمض والقاعدة المشتق منها الملح

الحمض	القاعدة	نوع محلول الملح	قيمة PH	التأثير على عباد الشمس
قوى	قوى	متعادل	تساوى ٧	لا يؤثر
ضعيف	ضعيف	متعادل	تساوى ٧	لا يؤثر
قوى	ضعيف	حامضى	أقل من ٧	يحمّر عباد الشمس
ضعيف	قوى	قاعدى	أكبر من ٧	يزرّق عباد الشمس

ملخص لأهم قوانين الحمض الضعيف والقاعدة الضعيفة

القاعدة الضعيفة

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}}$$

درجة التأيين (التفكك)  $\alpha$

تركيز أيون الهيدروكسيل  $[OH^-]$

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

$$[OH^-] = \alpha \cdot C_b$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{[H_3O^+]}$$

$$[OH^-] = 10^{-POH}$$

الحمض الضعيف

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

تركيز أيون الهيدرونيوم  $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a}$$

$$[H_3O^+] = \alpha \cdot C_a$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{[OH^-]}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH}$$

الحاصل الأيوني للماء  $K_w$

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$P^{K_w} = P^H + P^{OH} = 14$$

$$K_w = K_a \cdot K_b$$

الأس الهيدروكسيلي  $POH$

$$POH = -\log [OH^-]$$

$$POH = 14 - PH$$

الأس الهيدروجيني  $PH$

$$PH = -\log [H^+]$$

$$PH = 14 - POH$$

## تدريب للتفكير (اختر مما بين القوسين) :

- ١- بإذابة كربونات الصوديوم في الماء ووجود قطرات من الميثيل البرتقالي يكون لون المحلول .....  
 (a) أحمر (b) أصفر (c) أزرق (d) عديم اللون
- ٢- بإذابة كلوريد الحديد III في الماء في وجود قطرات من الميثيل البرتقالي يكون لون المحلول .....  
 (a) أحمر (b) أصفر (c) أزرق (d) عديم اللون
- ٣- بإذابة أسيتات الصوديوم في الماء فإن قيمة PH .....  
 (a) تزيد (b) تقل (c) لا تتغير
- ٤- بإذابة كلوريد الصوديوم في الماء فإن قيمة PH .....  
 (a) تزيد (b) تقل (c) لا تتغير

## رابعاً: حاصل الإذابة للأملاح شحيحة الذوبان في الماء

كل ملح صلب له حد معين من الذوبان في الماء عند درجة حرارة معينة وعند الوصول إلى هذا الحد تنشأ حالة إتران ديناميكي بين الجزء غير المذاب من الملح الصلب وبين الأيونات الناتجة عن تفككه ويوصف هذا المحلول حينئذ بالمحلول المشبع ويعرف تركيزه عند درجة حرارة معينة بدرجة الإذابة

**المحلول المشبع :** هو المحلول الذي تكون المادة المذابة فيه في حالة إتران ديناميكي مع الجزيئات غير المذابة.

**درجة الذوبان ( الإذابة ) :** تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان في الماء عند درجة حرارة معينة

مدى ذوبانية الأملاح الصلبة في الماء كبير جداً، فهناك:

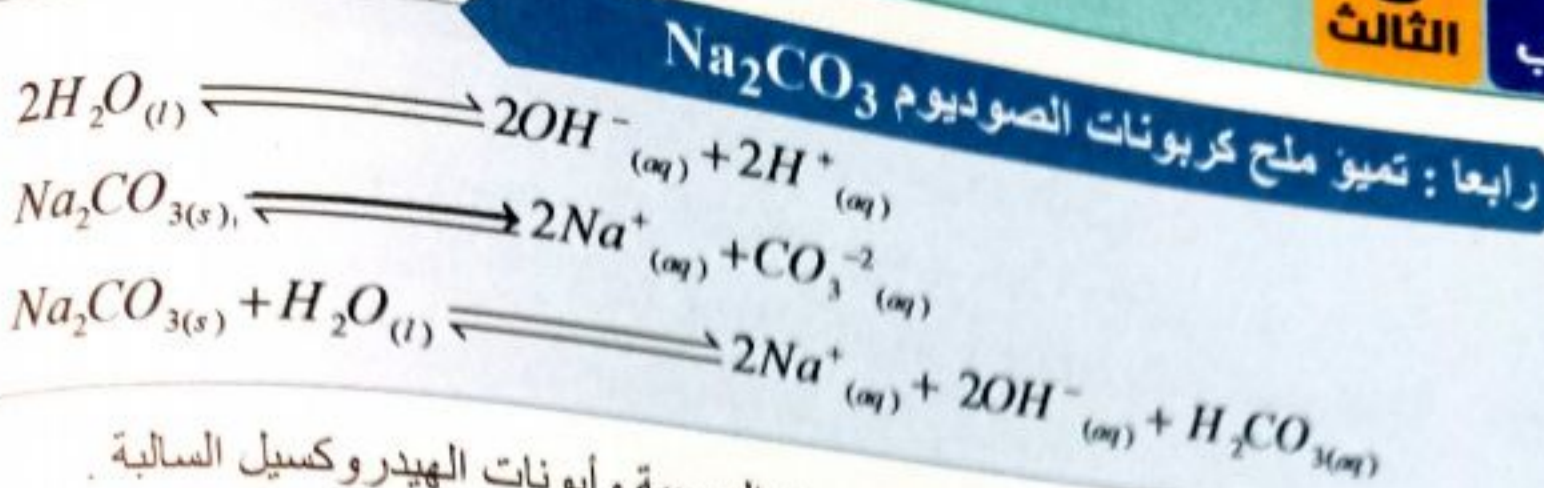
مواد شحيحة الذوبان في الماء	مواد شرهة الذوبان في الماء
مثل ملح كلوريد الفضة ذوبانيته تساوى (at 20°C) 0.00166g/100ml	مثل ملح نترات البوتاسيوم ذوبانيته تساوى (at 20°C) 31.6g/100ml

**ماذا يعنى أن ذوبانية نترات البوتاسيوم 31.6g/100mL**

أي أن كل 31.6g يذوب ذوباناً كاملاً في كمية من الماء حجمها 100mL

ولكل ملح من الأملاح شحيحة الذوبان في الماء مقدار ثابت (at 25°C) يعبر عن مدى ذوبانيته وهو حاصل الإذابة  $K_{SP}$





يتأين الماء كالكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروجين الموجبة وأيونات الهيدروكسيل السالبة. عند إذابة كربونات الصوديوم في الماء فإنها تتفكك إلى أيونات الصوديوم الموجبة وأيونات الكربونات السالبة.

### وبلاحظ من التفاعلات ما يأتي :

- ◇ لا يتكون هيدروكسيد الصوديوم لأنها إلكتروليت قوى تام التآين وتظل أيونات الهيدروكسيل السالبة في المحلول .
- ◇ تتحد أيونات  $(H^+)$  الناتجة من تأين الماء مع أيونات الكربونات وتتكون جزيئات حمض الكربونيك ضعيفة التآين وبذلك تقل أيونات  $(H^+)$  من المحلول فيختل الإتزان .
- ◇ وتبعاً لقاعدة لوشاتلية تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعويض النقص في أيونات  $(H^+)$  فتتراكم أيونات  $(OH^-)$  في المحلول
- ◇ يصبح المحلول قاعدي لأن تركيز  $(H^+)$  أقل من تركيز  $(OH^-)$  وبالتالي تصبح قيمة  $PH > 7$ . أيون الكربونات هو فقط يؤثر على إتزان الماء لإتحاده مع أيونات الهيدروجين .

### تدريب

ما نوع المحلول المائي للأملاح الآتية ثم رتبها على حسب قيمة PH :

- a) نترات الأمونيوم    b) كلوريد البوتاسيوم    c) أسيتات صوديوم    d) نترات صوديوم

فكر معاً شويًا

### تدريب

قربت ورقتي عباد شمس إحداهما حمراء والأخرى زرقاء مبللتين بالماء من فوهتي أنبويتي إختبار :  
 الأنبوبة الأولى : تحتوى على خليط من محلولي كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الصوديوم .  
 الأنبوبة الثانية : تحتوى على خليط من محلولي ملوريد الأمونيوم وحمض الكبريتيك المخفف .  
 مال التغير الحادث في لون ورقتي عباد الشمس لكل أنبوبة ؟ مع التفسير ؟

فكر معاً شويًا

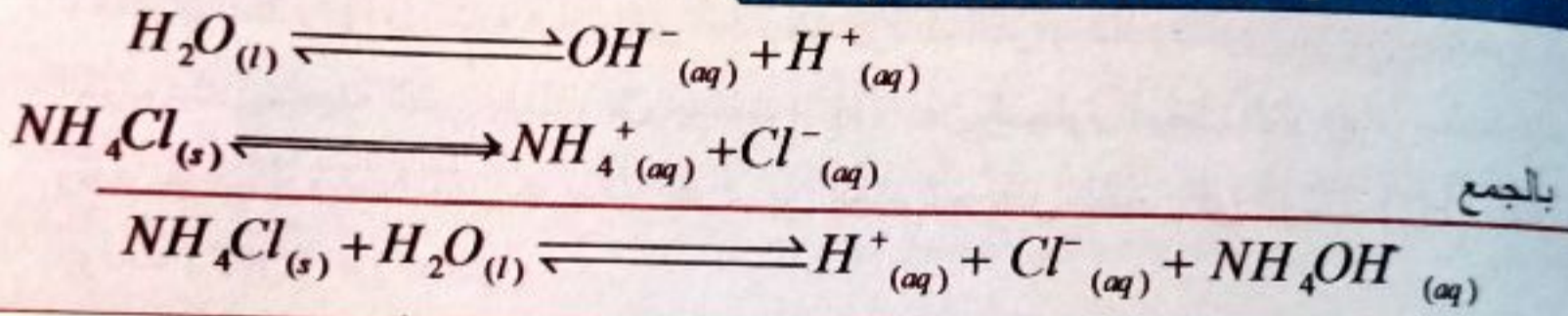
وبلاحظ من التفاعلات ما يأتي :

- ◆ يتكون حمض الأسيتيك لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التآين .
- ◆ يتكون هيدروكسيد الأمونيوم لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التآين .
- ◆ يصبح المحلول متعادل لأن تركيز (H<sup>+</sup>) = تركيز (OH<sup>-</sup>) وبالتالي تصبح قيمة PH = 7 .
- ◆ كلا من أيون الأسيتات و الأمونيوم يؤثر على إتران الماء .

(استنتج) محلول أسيتات الأمونيوم متعادل التأثير ؟

لأنه مشتق من حمض ضعيف ( حمض الأسيتيك ) وقاعدة ضعيفة ( هيدروكسيد الأمونيوم ) كلاهما ضعيف التآين فيكون تركيز (H<sup>+</sup>) = تركيز (OH<sup>-</sup>) وبالتالي تصبح قيمة PH = 7

ثالثا : تميؤ ملح كلوريد الأمونيوم NH<sub>4</sub>Cl



يتآين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطى أيونات الهيدروجين الموجبة وأيونات الهيدروكسيل السالبة . عند إذابة كلوريد الأمونيوم في الماء فإنها تتفكك إلى أيونات الأمونيوم الموجبة وأيونات الكلوريد السالبة

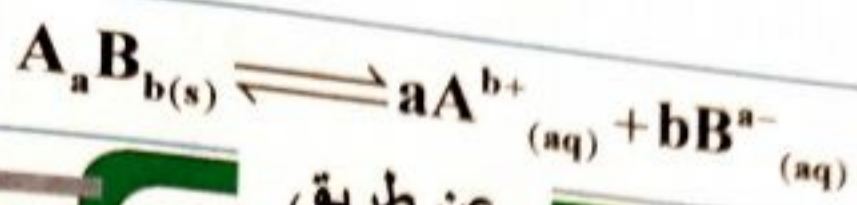
وبلاحظ من التفاعلات ما يأتي :

- ◆ لا يتكون حمض الهيدروكلوريك لأنه إلكتروليت قوى تام التآين وتظل أيونات الهيدروجين الموجبة في المحلول .
- ◆ تتحدد أيونات (OH<sup>-</sup>) الناتجة من تآين الماء مع أيونات الأمونيوم وتتكون جزيئات هيدروكسيد الأمونيوم ضعيفة التآين وبذلك تقل أيونات (OH<sup>-</sup>) من المحلول فيختل الإتران .
- ◆ وتبعاً لقاعدة لوشاتلية تتآين جزيئات أخرى من الماء لتعويض النقص في أيونات (OH<sup>-</sup>) فتتراكم أيونات (H<sup>+</sup>) في المحلول
- ◆ يصبح المحلول حامضاً لأن تركيز (H<sup>+</sup>) أكبر من تركيز (OH<sup>-</sup>) وبالتالي تصبح قيمة PH < 7 .
- ◆ أيون الأمونيوم هو فقط يؤثر على إتران الماء لإتحاده مع أيونات الهيدروكسيد .

(استنتج) محلول كلوريد الأمونيوم حامضى التأثير على ورقة عباد الشمس ؟

لأنه مشتق من حمض قوى ( حمض الهيدروكلوريك ) وقاعدة ضعيفة ( هيدروكسيد الأمونيوم ) كلاهما تام التآين فيكون تركيز (H<sup>+</sup>) أكبر من تركيز (OH<sup>-</sup>) وبالتالي تصبح قيمة PH < 7 .

حساب حاصل الإذابة لمُح شحيح الذوبان في الماء بدلالة معادلة تأينه :  
 إذا كان لدينا ملح شحيح الذوبان في الماء صيغته الجزيئية  $A_aB_b$  فإنه يمكن إيجاد حاصل إذابته بدلالة معادلة تأينه كالتالي:



عن طريق

درجة إذابة الملح ( )

بإستخدام العلاقة :

عدد مولات الكاتيون  $A^{b+}$  من معادلة التآين  
 عدد مولات الأنيون  $B^{a-}$  من معادلة التآين

$$K_{sp} = [ax]^a [bx]^b$$

حاصل إذابة  $A_aB_b$

تركيز الأيونات في المحلول المشبع

بإستخدام العلاقة :

عدد مولات الكاتيون  $A^{b+}$  من معادلة التآين  
 عدد مولات الأنيون  $B^{a-}$  من معادلة التآين

$$K_{sp} = [A^{b+}]^a [B^{a-}]^b$$

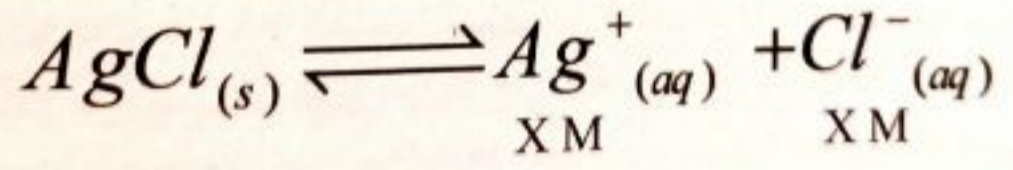
حاصل إذابة  $A_aB_b$

تركيز الأنيون  $B^{a-}$

تركيز الكاتيون  $A^{b+}$

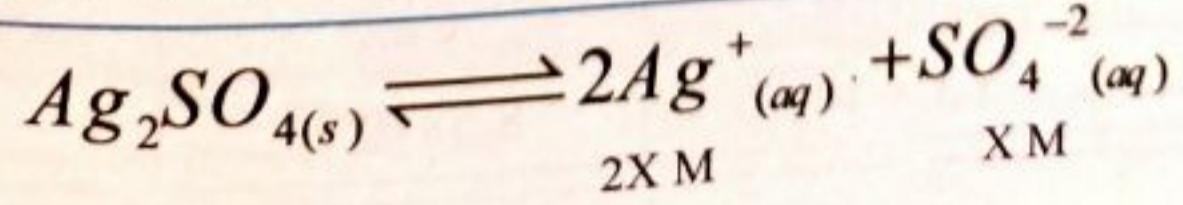
مسائل على حساب قيمة حاصل الإذابة :

**مثال 1** احسب قيمة حاصل الإذابة لمُح كلوريد الفضة  $AgCl$  علما بأن درجة ذوبانه في الماء عند درجة حرارة معينة تساوى  $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \setminus L$ .



$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = (X) \cdot (X) = (1 \times 10^{-5}) \cdot (1 \times 10^{-5}) = 10^{-10}$$

**مثال 2** احسب قيمة حاصل الإذابة لمُح كلوريد الفضة  $Ag_2SO_4$  علما بأن درجة ذوبانه في الماء عند درجة حرارة معينة تساوى  $1.4 \times 10^{-2} \text{ mol} \setminus L$ .



$$K_{sp} = 4X^3 = 4 \times (1.4 \times 10^{-2})^3 = 1.097 \times 10^{-5}$$

ملخص لحساب درجة الذوبانية (X) وحاصل الإذابة (K<sub>SP</sub>) :

عدد مولات أيونات الملح	حساب درجة الإذابة	حساب حاصل الإذابة
2mol من الأيونات	$X = \sqrt{K_{SP}}$	$K_{SP} = (\text{درجة الذوبانية})^2$
3mol من الأيونات	$X = \sqrt[3]{\frac{K_{SP}}{4}}$	$K_{SP} = 4 X (\text{درجة الذوبانية})^3$
4mol من الأيونات	$X = \sqrt[4]{\frac{K_{SP}}{27}}$	$K_{SP} = 27 (\text{درجة الذوبانية})^4$
5mol من الأيونات	$X = \sqrt[5]{\frac{K_{SP}}{108}}$	$K_{SP} = 108 X (\text{درجة الذوبانية})^5$

### الذوبانية

في حالة عدم تساوى عدد المولات

لا بد من إيجاد درجة الذوبانية وتكون العلاقة بين الذوبانية ودرجة الذوبان طردية

في حالة تساوى عدد المولات

تكون الذوبانية طردية مع K<sub>SP</sub>

⬠ لاحظ أن في حالة اختلاف عدد مولات الأيونات للملح نقوم بحساب درجة الإذابة الى كل منهما والاعلى في درجة الإذابة هو الاعلى في الذوبانية

### تدريب

إذا تم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم لمحلول يحتوى على كاتيونات الحديد Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> فأيهما يترسب أولاً ؟  
طما بأن قيمة حاصل الإذابة لـ Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub> هي 1 × 10<sup>-36</sup> ، 4.9 × 10<sup>-17</sup> ، على الترتيب

نلاحظ أن عدد مولات الأيونات في كلا الملحيتين مختلفين فلا بد أولاً من حساب درجة الذوبانية لكل منهما والأقل في درجة الذوبان يترسب أولاً.

فكر معاً

### تدريب

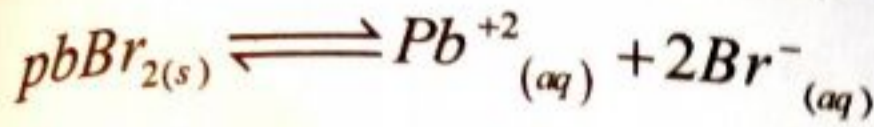
رتب الأملاح التالية تنازلياً على حسب ذوبانها في الماء :

المحلول	المحلول	المحلول	المحلول
Ag <sub>2</sub> S	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	CuS	K <sub>sp</sub>
1.6 × 10 <sup>-49</sup>	1.1 × 10 <sup>-73</sup>	8.5 × 10 <sup>-45</sup>	

فكر معاً

## تطبيق

حاصل إذابه ملح بروميد الرصاص  $PbBr_2$  (شحيح الذوبان في الماء) فإن كمية ضئيلة جدا منه عند رج كمية من ملح بروميد الرصاص  $PbBr_2$  في الماء ويعبر عن عملية التآين غير التام الحادث بالمعادلة التالية



بتطبيق قانون فعل الكتلة على التفاعل السابق فيكون كالتالي :

$$K_c = [Pb^{+2}] [Br^{-}]^2$$

نظرا لأن ملح بروميد الرصاص  $PbBr_2$  شحيح الذوبان في الماء فإنه يتم إستبدال  $K_c$  بـ  $K_{sp}$

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

لنكتب المعادلة السابقة على الصورة :

حاصل ضرب تركيز أيونات مركب أيوني شحيح الذوبان في الماء كل مرفوع لأس يساوي عدد مولات الأيونات في معادلة التفاعل الموزونه والتي تتواجد في حالة إتران مع محلولها المشبع (مقدرة بالمول / اللتر).

## حاصل الإذابة $K_{sp}$ :

عدد المولات  
الحجم باللتر

=



الكتلة بالجرام  
الحجم باللتر × الكتلة المولية

=

في حالة ملح  $MX_2$   $\sqrt{\frac{K_{sp}}{4}}$

=

في حالة ملح  $MX$   $\sqrt{K_{sp}}$

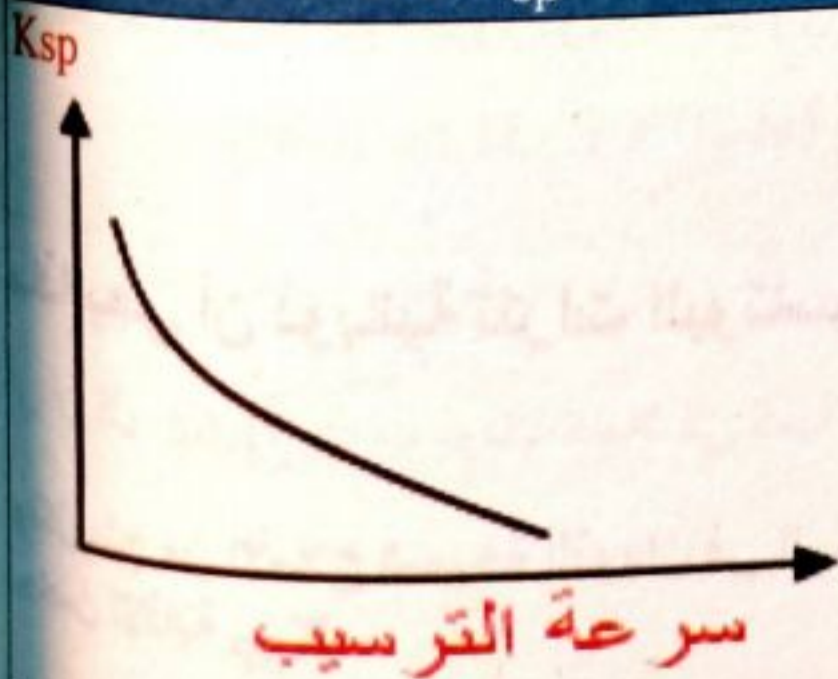
=

## ملاحظات هامة جدا :

لا تتغير قيمة حاصل الإذابة  $K_{sp}$  للملح الواحد إلا بتغير درجة الحرارة

حاصل الإذابة  $K_{sp}$  وسرعة الترسيب

حاصل الإذابة  $K_{sp}$  وقابلية الذوبان



الشكل البياني

## الكيمياء الكهربائية

تعتبر الطاقة الكهربائية من أهم صور الطاقة وأكثرها صداقة للبيئة .

هو العلم الذي يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية من خلال تفاعلات أكسدة وإختزال

## علم الكيمياء الكهربائية

## توضيح مفهوم الأكسدة والإختزال

تفاعل الإختزال	تفاعل الأكسدة	
هي تفاعلات ينتج عنها إكتساب إلكترونات ونقص في الشحنة الموجبة وزيادة في الشحنة السالبة	هي تفاعلات ينتج عنها فقد إلكترونات وزيادة في الشحنة الموجبة ونقص في الشحنة السالبة	التعريف
قبل السهم غالبا	بعد السهم غالبا	موقع الإلكترونات
عامل مؤكسد	عامل مختزل	العامل
$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^0_{(s)}$	$Zn^0_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^{-}$	مثال
الأكسدة والإختزال عمليتان متلازمتان .. استنتج ؟ لأن كلاهما يحدثان في نفس الوقت وفي نفس التفاعل .		ملاحظات

## تفاعلات الأكسدة والإختزال

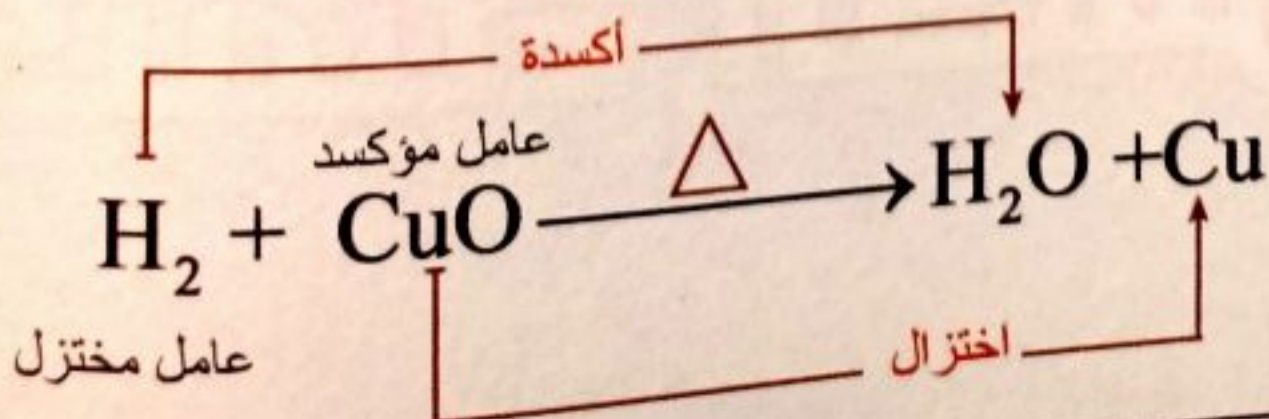
هي تفاعلات تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها في التفاعل الكيميائي .

إنتقال الإلكترونات من مادة يحدث لها أكسدة إلى مادة يحدث لها إختزال .

إنتقال الإلكترونات من عامل مختزل إلى عامل مؤكسد .

## تطبيق

يوضح مفهوم الأكسدة والإختزال .



# الباب الرابع



# الكيمياء الكهربائية

تشير المنحنيات التالية إلى تغير ذوبانية ملح  $BaCO_3$  بدلالة الزمن عند إضافة محاليل مختلفة :

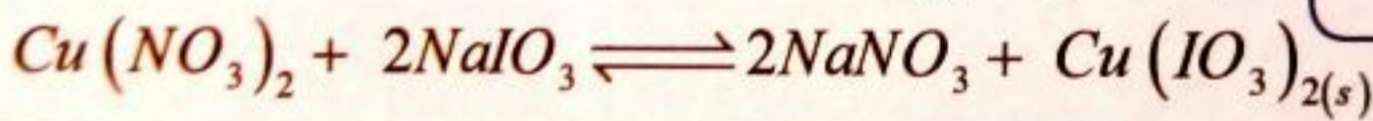
Open book

مثال



- أي المنحنيات يشير إلى إضافة  $HNO_3$  إلى محلول ملح  $BaCO_3$  .  
 أي المنحنيات يشير إلى إضافة قطرات من  $Na_2CO_3$  إلى محلول ملح  $BaCO_3$  .  
 أي المنحنيات يشير إلى إضافة قطرات من محلول  $NaNO_3$  إلى محلول ملح  $BaCO_3$  .

طبقا للتفاعل التالي:



هام جدا

مثال

وضح بالحسابات الكيميائية هل يتكون راسب من  $Cu(IO_3)_2$  عند خلط 90ml من محلول  $Cu(NO_3)_2$  تركيزه 0.01M مع 10mL من محلول  $NaIO_3$  تركيزه 0.01M  
 علما بان حاصل الإذابة لمشح  $Cu(IO_3)_2$  يساوى  $6.9 \times 10^{-8}$



# الخلايا الكهربية

هناك تفاعلات أكسدة وإختزال تكون مصحوبة بإنتقال أو إمتصاص طاقة تتم داخل أنظمة خاصة تعرف باسم **الخلايا الكهربية**

الخلايا الكهربية : هي أنظمة خاصة تتم بها تفاعلات أكسدة وإختزال وتكون مصحوبة بإمتصاص أو إنتقال طاقة

## أنواع الخلايا الكهربية

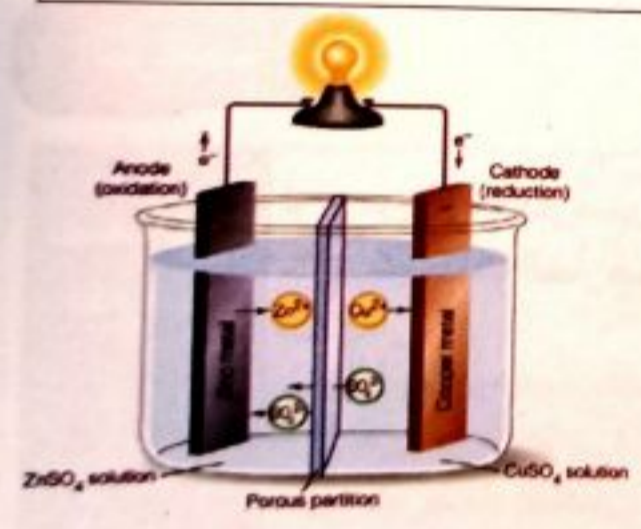
**خلايا إلكتروليتيّة ( تحليلية )**  
تستخدم فيها الطاقة الكهربية من مصدر خارجي لإحداث تفاعل أكسدة وإختزال غير تلقائي .

**خلايا جلفانية**  
يمكن الحصول منها على تيار كهربى نتيجة حدوث تفاعل أكسدة وإختزال تلقائي

تتفق جميع الخلايا الكهربية فيما يلى :

تتكون من قطبين هما :

الكاثود	الأنود
هو القطب الذى تنتقل إليه الإلكترونات إلى سطحه ( مستقبل للإلكترونات ) تحدث عنده عملية إختزال .	هو القطب الذى تنتقل إليه الإلكترونات من على سطحه ( مانح للإلكترونات ) تحدث له أو عنده عملية أكسدة .

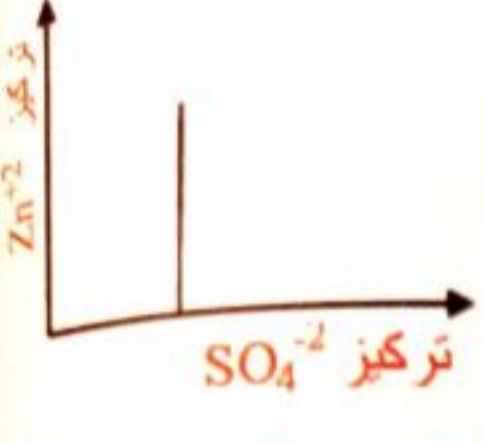
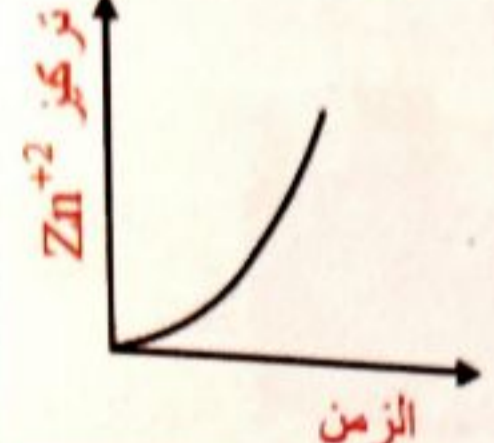
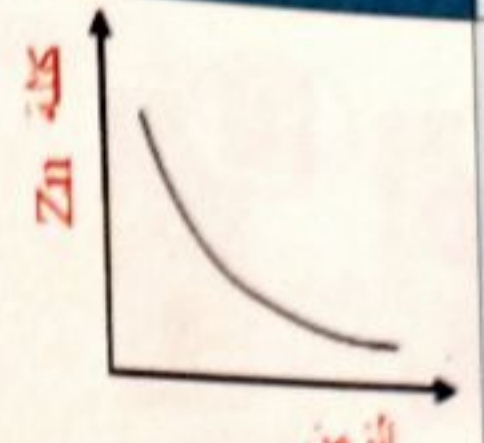
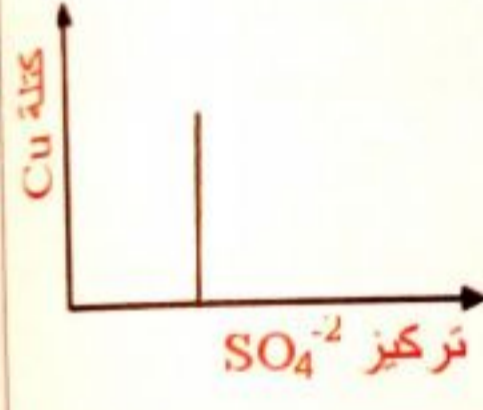
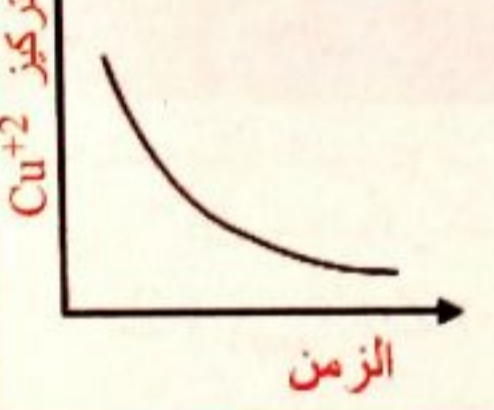


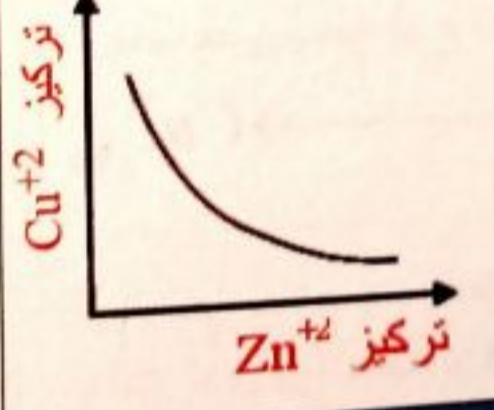
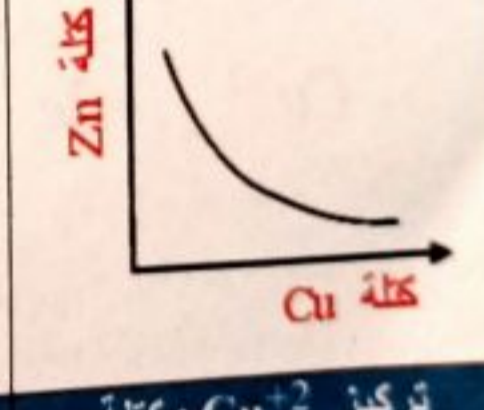
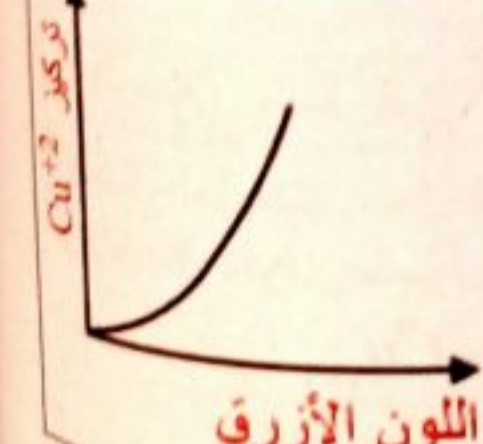




ينتقل فيها التيار الكهربى نتيجة لحركة :

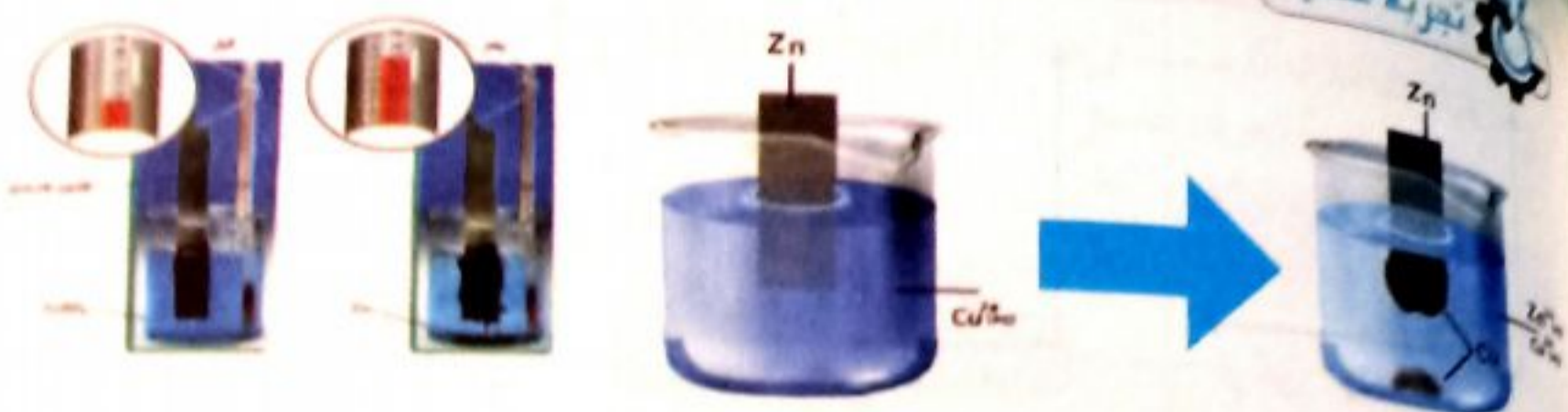
- الإلكترونات : في السلك الخارجى ( الموصل المعدنى ) ويكون غالبا من عنصر إنتقالى .
- الأيونات : في الإلكتروليت بحيث تتحرك :  
 الأنيونات ( الأيونات السالبة ) : باتجاه الأنود .  
 الكاتيونات ( الأيونات الموجبة ) : باتجاه الكاثود .

### مصطلحات هامة

- محاليل الأملاح أو الأحماض أو القواعد أو مصاهير الأملاح أو الأكاسيد الموصلة للتيار الكهربى (الإلكتروليت)
- جسيمات غنية بالإلكترونات توجد في المحلول الإلكتروليتى . ( الأنيونات )
- جسيمات فقيرة بالإلكترونات توجد في المحلول الإلكتروليتى . ( الكاتيونات )

تركيز $Zn^{+2}$ وتركيز $SO_4^{-2}$	تركيز أيونات الخارصين والزمن	كتلة لوح الخارصين والزمن	
			الشكل البياني
كتلة $Cu$ وتركيز $SO_4^{-2}$	تركيز أيونات النحاس والزمن	كتلة النحاس المترسبة والزمن	
			الشكل البياني
شدة اللون الأزرق والزمن	تركيز $Cu^{+2}$ وتركيز $Zn^{+2}$	كتلة النحاس وكتلة الخارصين	
			الشكل البياني
تركيز $Cu^{+2}$ واللون الأزرق	تركيز $Zn^{+2}$ وكتلة النحاس	تركيز $Cu^{+2}$ وكتلة الخارصين	
			الشكل البياني

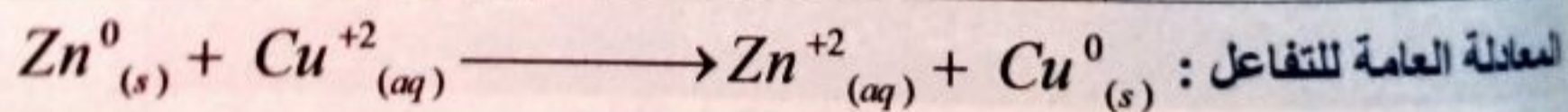
توضيح مفهوم الأكسدة والإختزال .



### الخطوات :

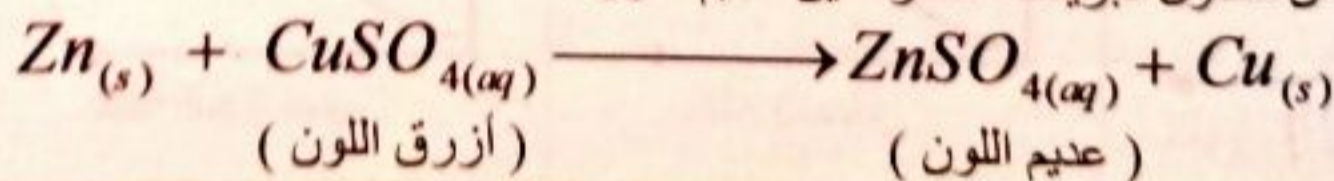
تقوم بغمس صفيحة من الخارصين (Zn) في محلول كبريتات نحاس II (CuSO<sub>4</sub>) أزرق اللون .

الملاحظات	الإستنتاج
يتآكل سطح لوح الخارصين	تحدث عملية أكسدة لذرات الخارصين Zn فتتحول إلى كاتيون خارصين Zn <sup>2+</sup> (aq) تذوب في المحلول $Zn^0_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
ترسب طبقة من النحاس على سطح لوح الخارصين	تحدث عملية إختزال لكاتيونات النحاس II الموجودة في محلول كبريتات النحاس II Cu <sup>2+</sup> (aq) فتتحول إلى ذرات نحاس Cu(s) تترسب على سطح لوح الخارصين $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^0_{(s)}$
تقل درجة اللون محلول كبريتات النحاس II الأزرق تدريجياً حتى يصبح عديم اللون .	يقول تركيز كاتيونات النحاس Cu <sup>2+</sup> (aq) في المحلول تدريجياً في نفس الوقت الذي يزداد فيه تركيز كاتيونات الخارصين Zn <sup>2+</sup> (aq)



(استنتاج) إختفاء اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس II عند وضع لوح من الخارصين فيه ؟

لإحلال الخارصين محل النحاس في محلول كبريتات النحاس II الأزرق من خلال تفاعل الأكسدة والإختزال مكونان محلول كبريتات الخارصين عديم اللون .



(استنتاج) لا يمكن الحصول على طاقة كهربائية عند وضع ساق خارصين في محلول كبريتات نحاس ؟

بسبب عدم تدفق الإلكترونات عبر وسيلة إتصال خارجية (سلك) أي نظراً لتلامس ذرات الخارصين وأيونات النحاس لذلك تفقد الطاقة الكهربائية في صورة حرارة .

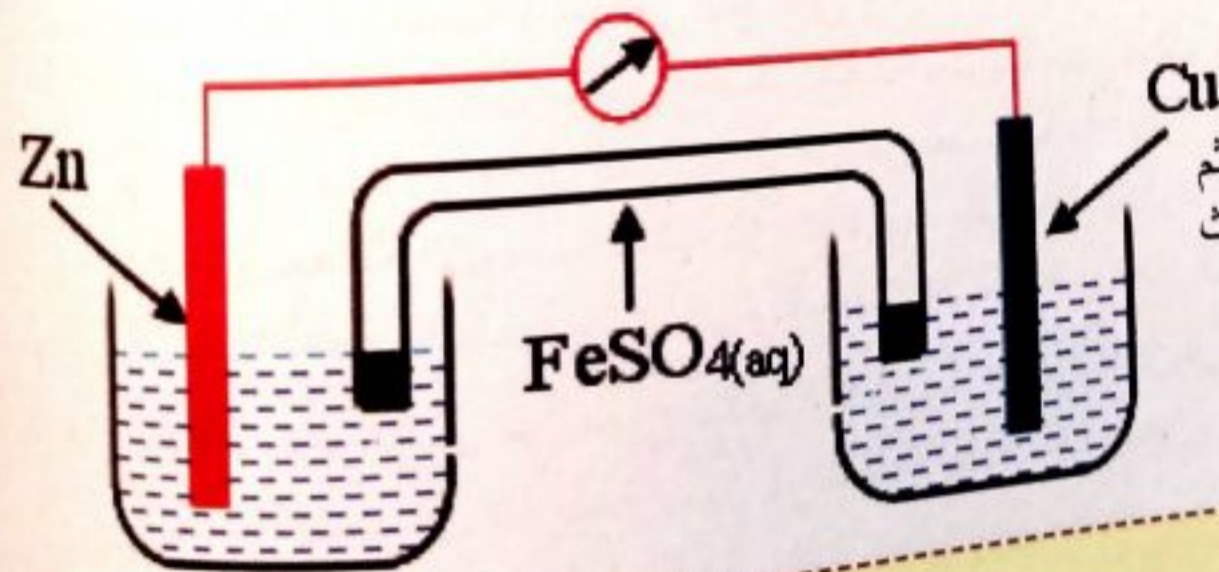
### س : كيف تعمل القنطرة الملحية على معادلة الأيونات في أنصاف الخلايا ؟

بإستمرار مرور التيار الكهربى تتحرك الأيونات الزائدة الموجودة في محلولى نصفى الخلية عبر القنطرة الملحية أو الحاجز (  $Zn^{+2}$  ,  $SO_4^{-2}$  ) وأيونات القنطرة الملحية (  $2Na^+$  ,  $SO_4^{-2}$  )

تتحرك الكاتيونات ( $Na^+$ ) نحو نصف خلية الكاثود ( نصف خلية النحاس )	تتحرك الأنيونات ( $SO_4^{-2}$ ) نحو نصف خلية الأنود ( نصف خلية الخارصين )
لمعادلة أنيونات الكبريتات $SO_4^{-2}$ الزائدة	لمعادلة كاتيونات الخارصين $Zn^{+2}$ الزائدة



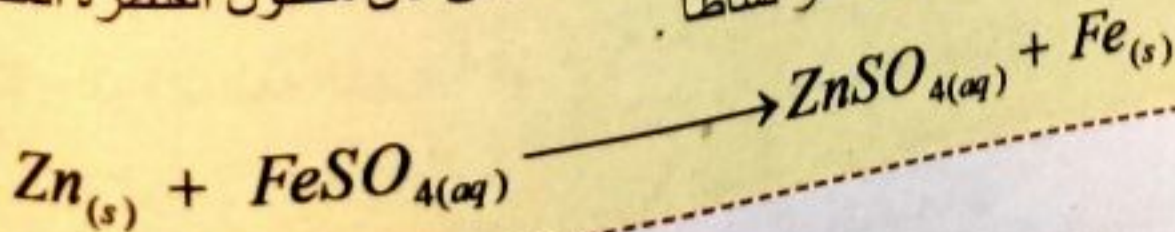
### مثال



إدرس الشكل الذى أمامك ثم وضح التغييرات التى تحدث بعد فترة من تشغيلها ؟

### الإجابة :

يتوقف تفاعل الأكسدة والإختزال ويتوقف مرور التيار الكهربى لأن محلول القنطرة الملحية يتفاعل مع قطب الخارصين حيث أن الخارصين أكثر نشاطا .

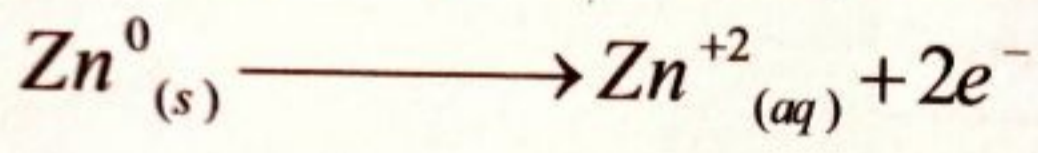


التشغيل والتفاعلات :

عند توصيل قطبي الخلية بسلك معدني موصل يحدث مرور تيار كهربى ويمكن توضيح تفاعلات الأكسدة والإختزال الحادث في هذه الخلية كالتالى :

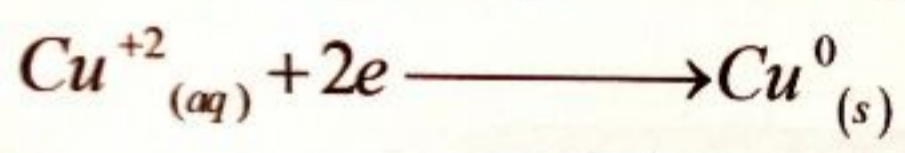
يتأكسد الخارصين بفقد إلكترونين ليتحول إلى أيونات تنتشر في المحلول وبالتالي تقل كتلة الخارصين ( الأنود ) ويزداد تركيزه .

عند المصعد ( الأنود ) :



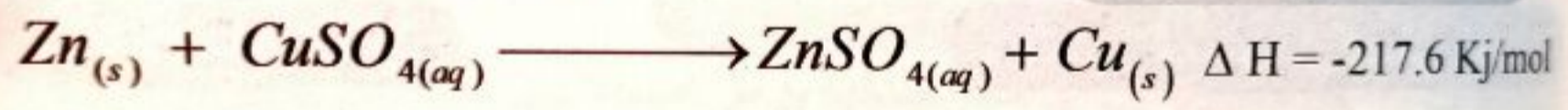
يختزل كاتيون النحاس II الموجودة في نصف خلية النحاس بإكتساب إلكترونين المفقودين من الخارصين وتترسب على لوح النحاس وبالتالي تزداد كتلة النحاس ( الكاثود ) ويقل تركيزه

عند المهبط ( الكاثود ) :



هو عبارة عن مجموع تفاعلى نصفى الخلية

التفاعل الكلى :



أسئلة هامة

ما التغيرات التي تطرأ على كل من الأنود والكاثود عند تشغيل خلية دانيال ؟

- أ) يقل كتلة الأنود ويزداد تركيز محلوله .
- ب) يزداد كتلة الكاثود ويقل تركيز محلوله .

ما أهمية القنطرة الملحية ( الحاجز المسامى ) ؟

- أ) تقوم بالتوصيل بين محلولى نصفى الخلية بطريقة غير مباشرة .
- ب) تقوم بمعادلة الأيونات الموجبة الزائدة في نصف خلية الأنود .
- ج) تقوم بمعادلة الأيونات السالبة الزائدة في نصف خلية الكاثود .
- د) غياب القنطرة الملحية يؤدي إلى وقف تفاعل الأكسدة والإختزال ومن ثم توقف التيار الكهربى .

متى تتوقف خلية دانيال عن إنتاج التيار الكهربى ؟ ( متى تكون قراءة الفولتميتر تساوى صفر ؟ )

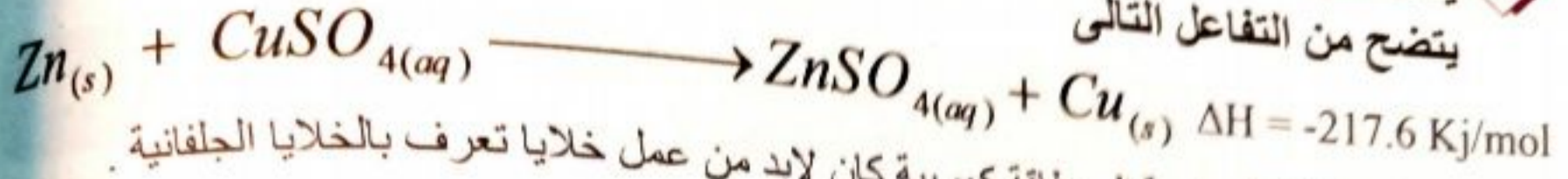
- أ) عندما يذوب كل فلز الخارصين في نصف خلية الخارصين .
- ب) عندما تنضب كل أيونات النحاس في نصف خلية النحاس .
- ج) غياب القنطرة الملحية .
- د) باستبدال محلول كبريتات الصوديوم في القنطرة الملحية بمحلول يتفاعل مع أحد محاليل نصفى الخلية .

متى تقل القوة الدافعة الكهربائية في خلية دانيال ؟ ( متى تكون قراءة الفولتميتر أقل من 1.1V ؟ )

- أ) بغمس لوح من نفس نوع مادة الأنود في نصف خلية الكاثود .
- ب) بإضافة قطرات من محلول  $Na_2S$  لنصف خلية النحاس حيث يتفاعل معه ويكون  $CuS_{(s)}$  .
- ج) باستبدال الخارصين بلوح من فلز آخر جهد أكسدته أقل .

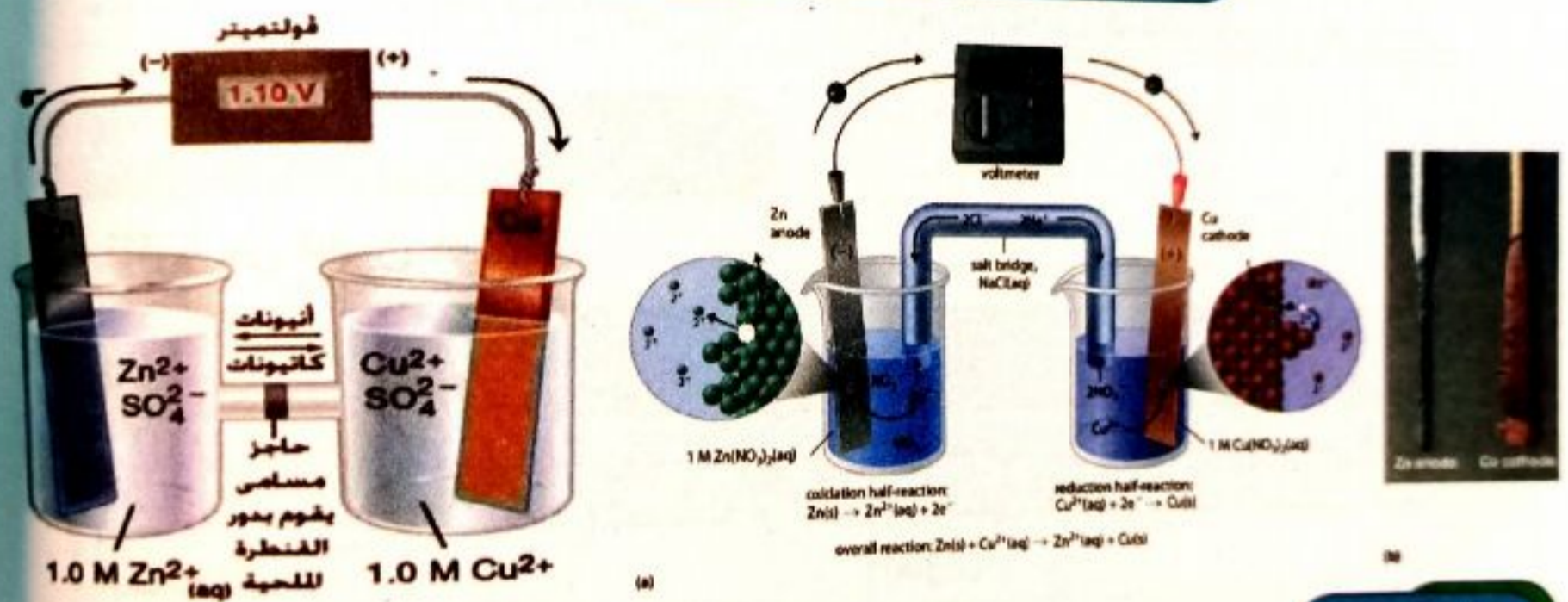
## أولا : الخلايا الجلفانية

◊ يصاحب تفاعل الخارصين في محلول كبريتات النحاس II إنطلاق طاقة حرارية كما يتضح من التفاعل التالي



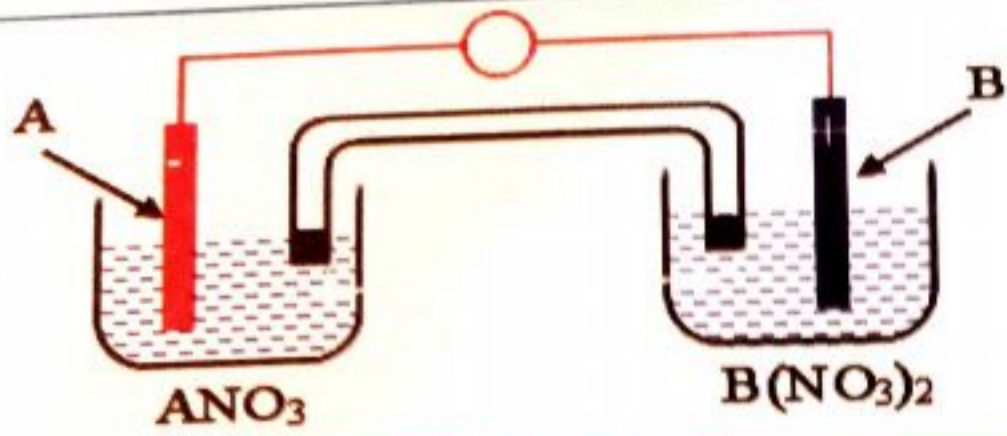
ولتحويل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية كان لابد من عمل خلايا تعرف بالخلايا الجلفانية .  
هي نوع من الخلايا الكهربائية يمكن الحصول منها على تيار كهربى نتيجة تفاعل أكسدة وإختزال تلقائى

### خلية دانيال ( كمثال تطبيقى للخلايا الجلفانية )



### التركيب

لوح من فلز الخارصين ( قطب الخارصين ) مغمور في إلكتروليت من محلول أحد أملاحه مثال: كبريتات الخارصين ( ZnSO <sub>4</sub> ) ويعرف بالمصعد أو الأنود وهو القطب السالب في الخلية .	نصف خلية الخارصين
لوح من فلز النحاس ( قطب النحاس ) مغمور في إلكتروليت من محلول أحد أملاحه مثال: كبريتات النحاس ( CuSO <sub>4</sub> ) ويعرف بالمهبط أو الكاثود وهو القطب الموجب في الخلية	نصف خلية النحاس
أنبوبة زجاجية على شكل حرف (U) تملأ بمحلول إلكتروليتى مثال : Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - NaCl - K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - NaNO <sub>3</sub> - KCl لا يتفاعل مع محلول نصفى الخلية ولا مع الأقطاب ويكون متعادل كهربيا .	القنطرة الملحية
يقوم بالتوصيل بين قطبى الخلية .	سلك معدنى



Open book

مثال

في الشكل المقابل وضح الأنود والكاثود والرمز الإصطلاحي ؟

الإجابة :

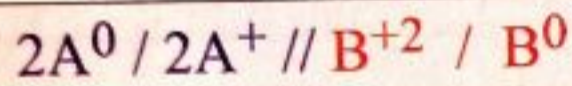
نظرا لأن القطب A يحمل شحنة سالبة

القطب A

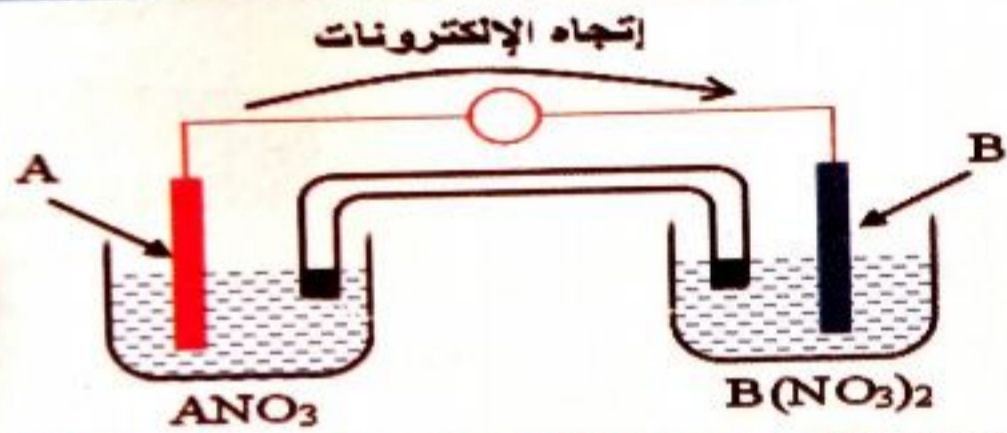
الأنود

القطب B

الكاثود



الرمز الإصطلاحي



Open book

مثال

في الشكل المقابل وضح الأنود والكاثود والرمز الإصطلاحي ؟

الإجابة :

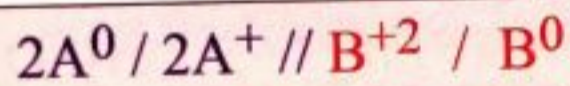
نظرا لأن القطب A مانح للإلكترونات

القطب A

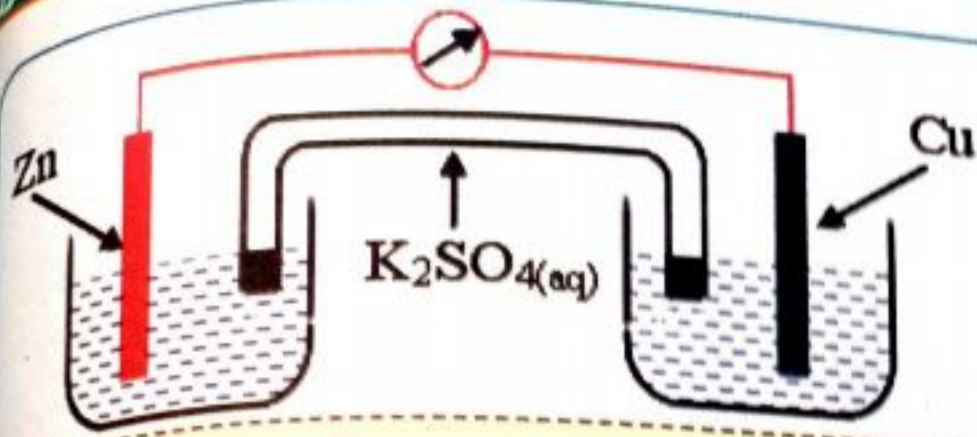
الأنود

القطب B

الكاثود



الرمز الإصطلاحي

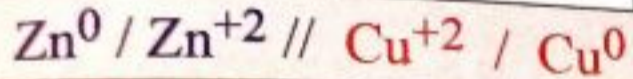


Open book

مثال

في الشكل المقابل وضح الأتود والكاتود والرمز الإصطلاحي؟

نظرا لإنحراف إتجاه الجلفانوميتر مع إتجاه التيار الكهربي و  $Cu < Zn$  في النشاط



الخارصين

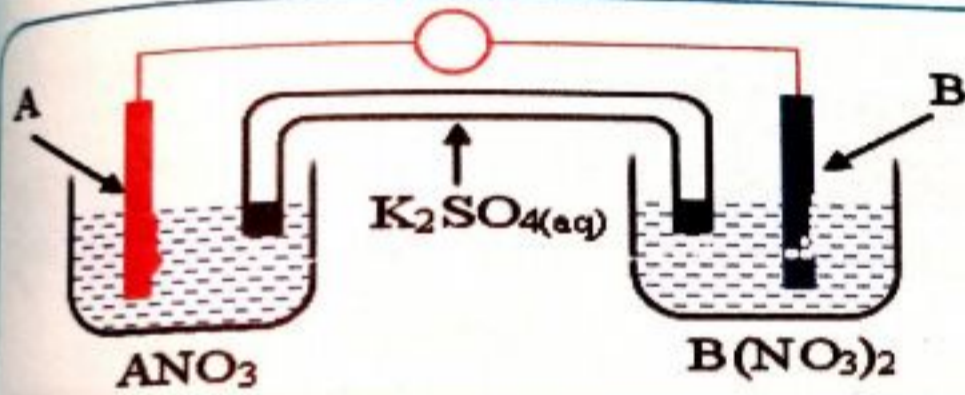
الأتود

النحاس

الكاتود

الرمز الإصطلاحي

الإجابة:



Open book

مثال

في الشكل المقابل وضح الأتود والكاتود والرمز الإصطلاحي؟

نظرا لنقص كتلة قطب B

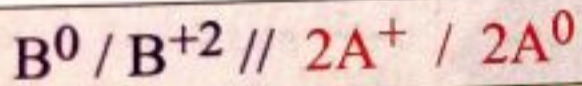
القطب B

الأتود

وزيادة كتلة القطب A

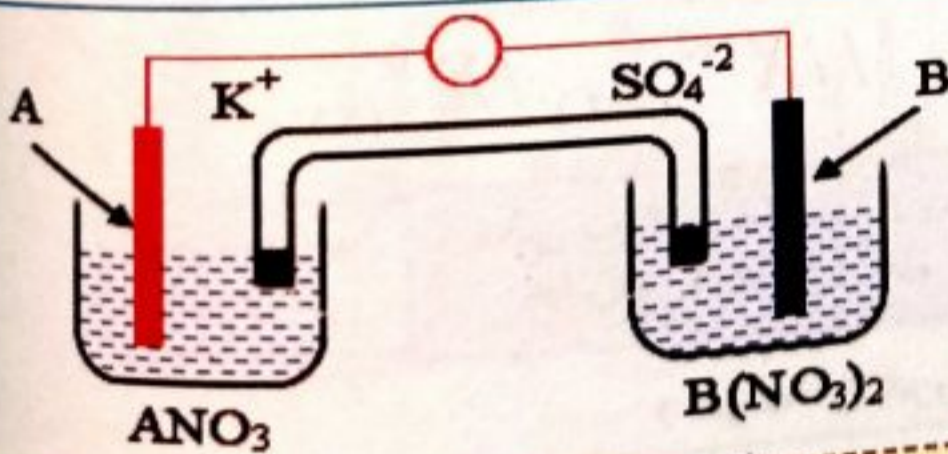
القطب A

الكاتود



الرمز الإصطلاحي

الإجابة:



Open book

مثال

في الشكل المقابل وضح الأتود والكاتود والرمز الإصطلاحي؟

نظرا لإتجاه الأيونات الموجبة ناحية الكاتود ( القطب A )

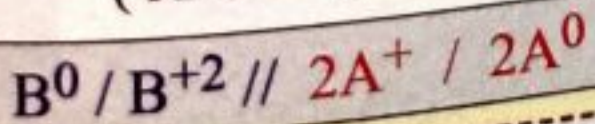
القطب B

الأتود

القطب A

الكاتود

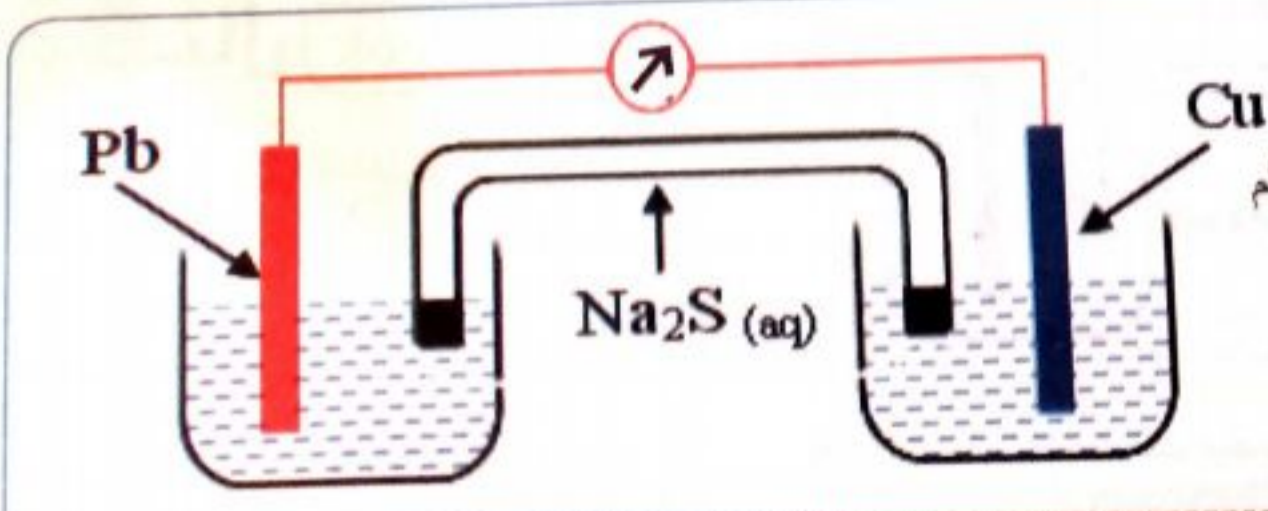
الرمز الإصطلاحي



الإجابة:



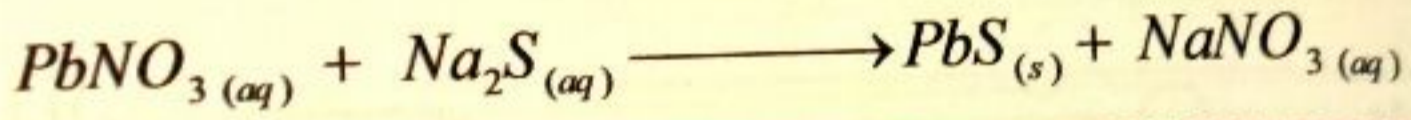
### مثال



الرسم الشكل الذي أمامك ثم  
وضح التغييرات التي تحدث  
بعد فترة من تشغيلها ؟

#### الإجابة :

يتوقف تفاعل الأكسدة والإختزال و يتوقف مرور التيار الكهربى لأن محلول القنطرة الملحية يتفاعل مع محلول نصف خلية الرصاص ويتكون راسب اسود من PbS تبعاً للمعادلة



### الرمز الإصطلاحى

إتفق العلماء على تمثيل أي خلية جلفانية برمز إصطلاحى يعبر عن تفاعل الأكسدة والإختزال الحادث فيها .

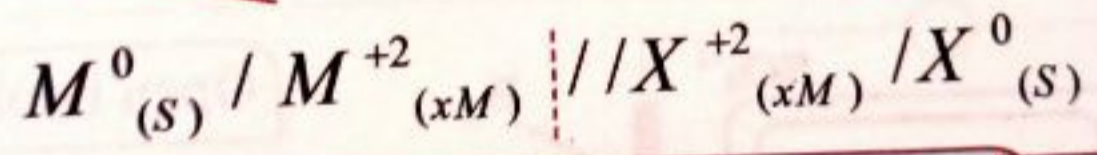
#### الرمز الإصطلاحى :

مجموعة من الرموز البسيطة التي تعبر عن تفاعلات الأكسدة والإختزال الحادث في الخلية .

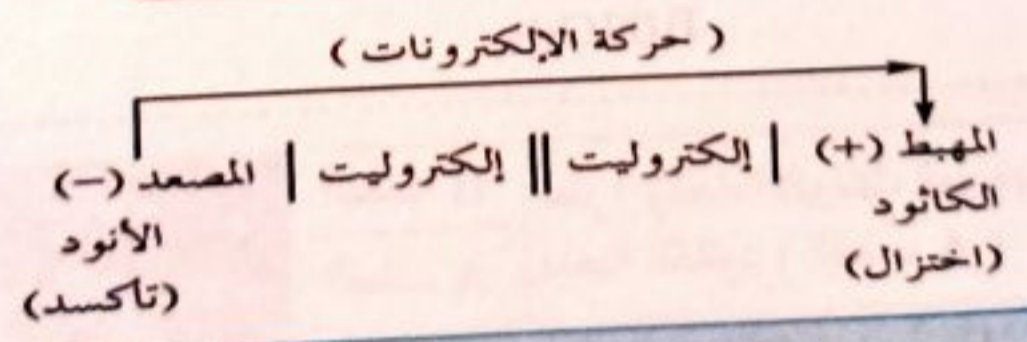
الطرف الأيسر ( يمثل نصف خلية الأنود )  
يكتب فيها تفاعل الأكسدة الحادث ويتم الفصل  
بين حالتى التأكسد ( قطب العنصر وأيوناته  
في المحلول الألكترولى ) بخط مانل



الطرف الأيمن ( يمثل نصف خلية الكاثود )  
يكتب فيها تفاعل الإختزال الحادث ويتم الفصل  
بين حالتى التأكسد ( قطب العنصر وأيوناته في  
المحلول الألكترولى ) بخط مانل



يتم الفصل بين الطرفين بـ :  
خطين متوازيين مانلين // : يمثل القنطرة الملحية  
خط رأسى متقطع : يمثل الحاجز المسامى



#### ملحوظة هامة :

لابد أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة تساوى عدد الإلكترونات المكتسبة .

- $M^0 / M^+ // X^{+2} / X^0$
- $2M^0 / 2M^+ // X^{+2} / X^0$

## سلسلة الجهود الكهربائية للعناصر

بعدممكن تقدير الجهود القياسية  $E^{\circ}$  للعديد من أنصاف الخلايا المقاسه بالنسبة لجهود الهيدروجين القياسي رتبته هذه الجهود في سلسلة عرفت باسم سلسلة الجهود الكهربائية :

### سلسلة الجهود الكهربائية :

- ◊ ترتيب العناصر تنازليا حسب جهد الأوكسدة القياسي
- ◊ ترتيب العناصر تصاعديا حسب جهد الإختزال القياسي
- ◊ ترتيب العناصر تنازليا على حسب جهود الإختزال السالبة وتصاعديا على حسب جهود الإختزال الموجبة
- ◊ ترتيب العناصر تنازليا على حسب جهود الأوكسدة الموجبة وتصاعديا على حسب جهود الأوكسدة السالبة

- ◊ تحديد مدى إمكانية حدوث تفاعلات الأوكسدة والإختزال بين العناصر والأيونات المختلفة ( تلقائية أو غير تلقائية )
- ◊ تحديد مدى إمكانية إحلال الفلزات محل بعضها في محاليل أملاحها أو محل هيدروجين أيا من الأحماض والماء.
- ◊ تحديد قيمة emf عند تكوين خلية جلفانية .

### أهمية متسلسلة الجهود الكهربائية

العنصر	موقعه في السلسلة	خواصه	جهد التأكسد القياسي	جهد الإختزال القياسي
A	عناصر تسبق الهيدروجين	◊ أكثر نشاطا	+3.045	-3.045
B		◊ جهود أكسدة أكثر إيجابيه	+2.925	-2.925
C		◊ جهود إختزال أكثر سالبيه	+2.87	-2.87
D		◊ تحل محل الهيدروجين	+2.714	-2.714
E		◊ تستخدم كأنود مع قطب الهيدروجين	+2.37	-2.37
		◊ عوامل مختزله قوية	Zero	Zero
الهيدروجين			-0.34	+0.34
H	عناصر تلي الهيدروجين	◊ أقل نشاطا	-0.535	+0.535
I		◊ جهود أكسدة أكثر سالبيه	-0.789	+0.789
J		◊ جهود إختزال أكثر إيجابيه	-0.799	+0.799
K		◊ لا تحل محل الهيدروجين	-1.08	+1.08
L		◊ تستخدم ككاتود مع قطب الهيدروجين	-1.360	+1.360
M		◊ عوامل مؤكسده قوية		

## متى يتغير جهده عن الصفر

- ◇ تغير درجة الحرارة عن  $25^{\circ}\text{C}$
- ◇ تغير تركيز أيونات الهيدروجين عن  $1\text{M}$
- ◇ تغير الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين عن  $1\text{atm}$

◇ (استنتج) لا يمكن قياس فرق الجهد بين الفلز ومحلول أيوناته منفردا ؟

لأنه يمثل نصف خلية فقط لذلك يجب توصيله بفلز آخر معلوم وهو قطب الهيدروجين القياسي

◇ من : ما هي عيوب قطب الهيدروجين القياسي ؟

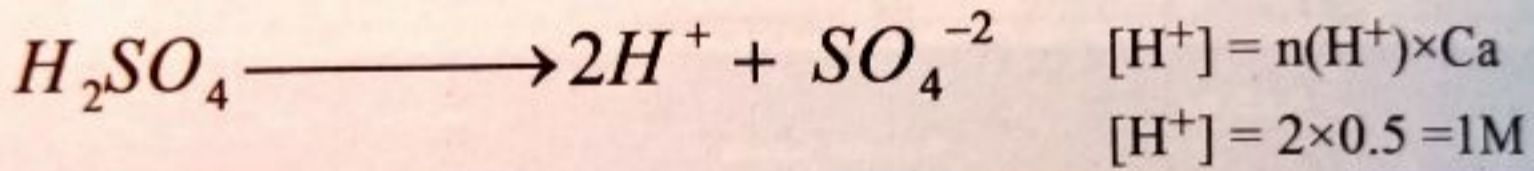
1 صعوبة تحضيره وإستعماله ... استنتج ؟  
لأن غاز الهيدروجين من الغازات الخطرة حيث أنه قابل للإشتعال .

2 حساس للشوائب في المحلول أيا كانت .

3 تأثر جهده حيث أن جهده غير ثابت بمرور الزمن وبالتالي لا يمكن الإحتفاظ به لفترة طويلة .

## لاحظ أن :

◇ إذا كان الحمض المستخدم هو حمض الكبريتيك يكون تركيزه  $0.5\text{M}$  .

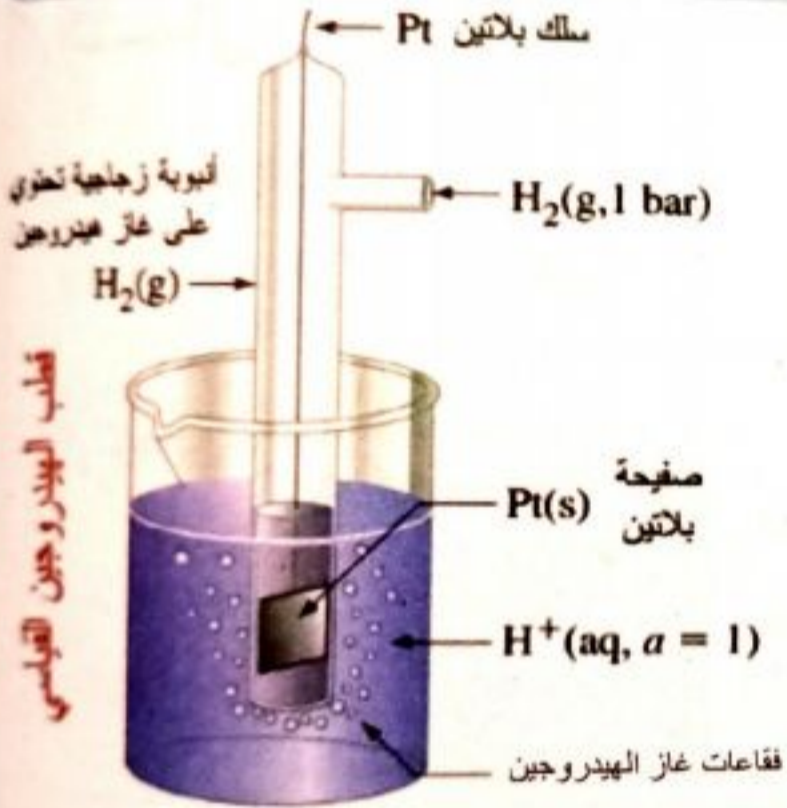


قيمة pH والزمن عندما يكون أنود	كتلة صفيحة البلاتين والزمن عندما يكون أنود	تركيز أيونات الهيدروجين والزمن عندما يكون أنود	الشكل البياني
قيمة PH والزمن عندما يكون كاثود	كتلة صفيحة البلاتين والزمن عندما يكون كاثود	تركيز أيونات الهيدروجين والزمن عندما يكون كاثود	الشكل البياني

◀ شرط تولد تيار كهربى من خلية جلفانية :  
لا بد أن يكون الأنود والكاثود من عنصرين مختلفين حتى ينشأ فرق في الجهد بينهما يعمل على دفع التيار الكهربى

◀ كيف يمكن قياس فرق الجهد لفلز :  
لا توجد طريقة مباشرة لحساب جهد القطب المطلق بين فلز ومحلول أيوناته في حين يمكن حساب فرق جهد قطبى الخلية لذلك يتم قياسه عن طريق تكوين خلية جلفانية من قطبين أحدهما القطب المراد قياس جهده والآخر قطب قياسى ذو جهد ثابت ومعلوم ثم قياس القوة الدافعة الكهربائية للخلية ( جهد الخلية ) ومنها يمكن حساب جهد القطب الغير معلوم . وهذا القطب هو قطب الهيدروجين القياسى .

جهد قطب الهيدروجين القياسى :  
هو فرق الجهد بين الهيدروجين وأيوناته في محلول مولارى من أيوناته ويساوى zero

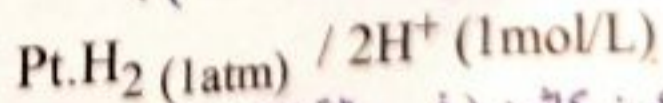


### التركيب

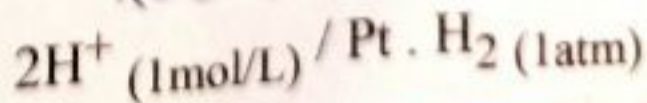
◀ صفحته من البلاتين ( 1cm<sup>2</sup> ) مغطاه بطبقة من البلاتين الأسود الإسفنجى .. استنتج ؟  
لزيادة مساحة السطح المعرضة لإمتصاص غاز الهيدروجين.  
◀ مغمورة في إناء به محلول حمض قوى تركيز أيونات الهيدروجين ( 1M ) أي حمض قوى مثل : ( HCl - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - HNO<sub>3</sub> )  
◀ يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط ثابت ( 1atm )

### الرمز الإصطلاحى

◀ عندما يكون أنود ( في حالة الأكسدة ) :

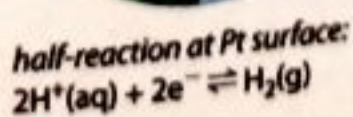
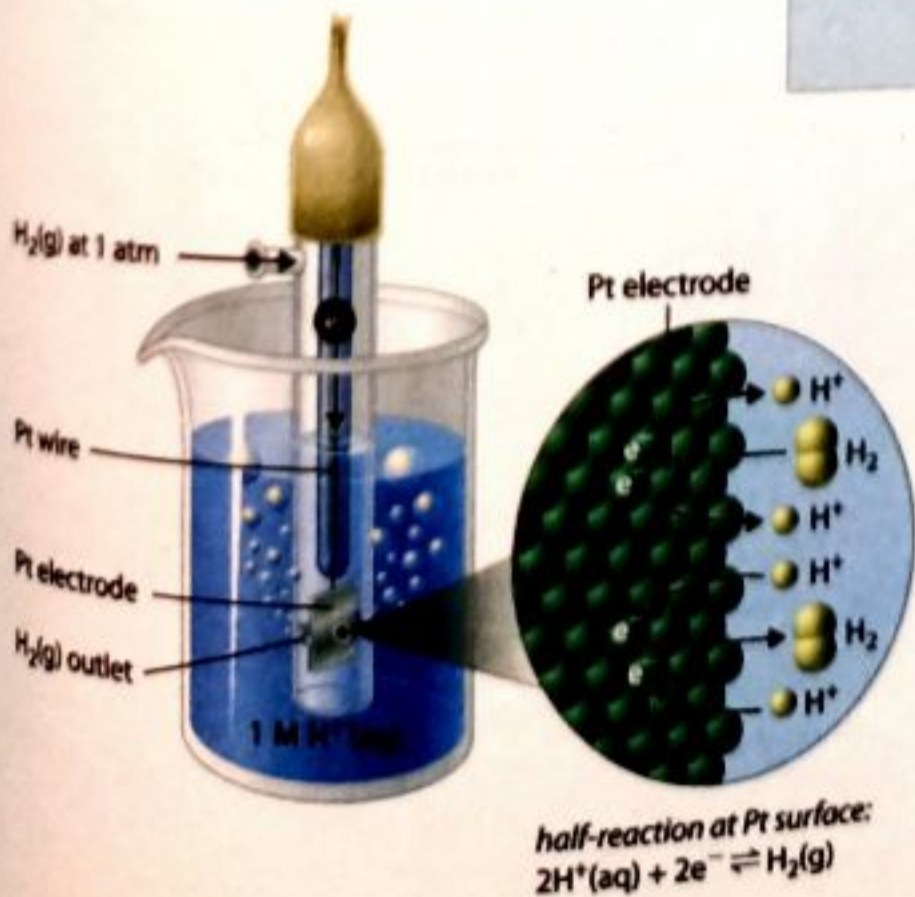


◀ عندما يكون كاثود ( في حالة الإختزال ) :



### أهمية S.H.E

تعيين الجهود المجهولة لأقطاب العناصر الأخرى بمعلومية جهده  
( جهد أكسدته = جهد إختزاله = صفر )



التطبيق	التعريف
$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$ <p>الصورة المختزلة</p>	<p>هي الصورة التي تكون فيها الفلزات في صورة أيونات واللافلزات في صورتها العنصرية.</p>
$2F^{-} \longrightarrow F_2 + 2e^{-}$ <p>الصورة المتأكسدة</p>	<p>هي الصورة التي تكون فيها الفلزات في صورتها العنصرية واللافلزات في صورة أيونات.</p>

عناصر مؤخرة السلسلة	عناصر مقدمة السلسلة
أقل جهد أكسدة	أعلى جهد أكسدة
أكبر جهد اختزال	أقل جهد اختزال
يكون كاثود (مستقبل للإلكترونات)	يكون أنود (مانح للإلكترونات)
يختزل في الخلايا الجلفانية	يتأكسد في الخلايا الجلفانية
عامل مؤكسد قوى	عامل مختزل قوى
أقل قابلية لفقد إلكترونات	أكثر قابلية لفقد إلكترونات
أكثر قابلية لاكتساب إلكترونات	أقل قابلية لاكتساب إلكترونات
يترسب عندما يكون مع عنصر يسبقه	يترسب الفلزات التي تليه
لا تحفظ أيوناته في إناء مصنوع من العناصر الذي تسبقه	تحفظ أيوناته في إناء مصنوع من العناصر الذي تليه
تزداد كتلته ويقل تركيز أيوناته	تقل كتلته ويزداد تركيز أيوناته
يغطي الأعلى منه في السلسلة	يغطي بالعناصر الذي تليه
يعمل كغطاء كاثودي للعناصر الذي تسبقه	يعمل كقطب مضحي للعناصر الذي تليه
تنتقل الكاتيونات إلى نصف خليته عندما يعمل كاثوداً	تنتقل الأنيونات إلى نصف خليته

## خواص عناصر مقدمة السلسلة

- قيم جهود أكسدتها موجبة ( أكثر إيجابية )
  - قيم جهود إختزالها سالبة ( أكثر سالبية )
  - تعتبر عوامل مختزلة قوية
  - قوة العامل المختزل تزداد بزيادة جهد أكسدته .
  - يسهل تأكسدها علل ؟
- لأنها تفقد إلكترونات تكافؤها بسهولة عندما تدخل في تفاعل مع عنصر أدنى منها .
- تعمل كإنود ( مصعد ) في الخلية الجلفانية .
  - تسبق الهيدروجين في متسلسلة الجهود الكيميائية لذلك ..... النتائج المترتبة على ذلك ؟
1. تحل محل العناصر التي تليها في محاليل أملاحها .
  2. تحل محل أيونات الهيدروجين في المحاليل الحامضية ( أي يتصاعد غاز الهيدروجين )

## خواص عناصر مؤخرة السلسلة

- قيم جهود أكسدتها سالبة ( أكثر سالبية )
  - قيم جهود إختزالها موجبة ( أكثر إيجابية )
  - تعتبر عوامل مؤكسدة قوية
  - قوة العامل المؤكسد تزداد بزيادة جهد إختزاله .
  - يسهل إختزالها علل ؟
- لأنها تكتسب الإلكترونات بسهولة عندما تدخل في تفاعل مع عنصر أعلى منها .
- تعمل ككاتود ( مهبط ) في الخلية الجلفانية .
  - تلي الهيدروجين في متسلسلة الجهود الكيميائية لذلك ..... النتائج المترتبة على ذلك ؟
1. لا تحل محل العناصر التي تسبقها في محاليل أملاحها .
  2. لا تحل محل أيونات الهيدروجين في المحاليل الحامضية .

## لاحظان

- ☐ كلما زاد البعد في الترتيب بين العنصرين زادت قدرة العنصر المتقدم على طرد العنصر المتأخر .
- ☐ كلما زاد البعد بين العنصرين في المتسلسلة زادت قيمة  $emf$  للخلية .
- ☐ كلما زادت القيمة الموجبة لجهد الأكسدة زادت القيمة السالبة لجهد الإختزال وزاد طرد الهيدروجين .
- ☐ أي عنصر يمكن أن يختزل الذي يليه ويؤكسد الذي يسبقه .
- ☐ أفضل عامل مؤكسد ( يسهل إختزاله ) ( إكتساب إلكترونات ) له أصغر جهد أكسدة و أكبر جهد إختزال
- ☐ أفضل عامل مختزل ( يسهل أكسدته ) ( فقد إلكترونات ) له أكبر جهد أكسدة و أقل جهد إختزال .

جدول جهود الإختزال المعيارية عند درجة حرارة 25 درجة سيليزيه

نصف تفاعل الإختزال	$E^{\circ}$ فولت
$Li^{+} + e^{-} \rightleftharpoons Li$	3,04 -
$K^{+} + e^{-} \rightleftharpoons K$	2,92 -
$Ca^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Ca$	2,87 -
$Na^{+} + e^{-} \rightleftharpoons Na$	2,71 -
$Mg^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Mg$	2,37 -
$Al^{3+} + 3e^{-} \rightleftharpoons Al$	1,66 -
$Mn^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Mn$	1,18 -
$2H_2O + 2e^{-} \rightleftharpoons H_{2(g)} + 2OH^{-}$	0,83 -
$Zn^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Zn$	0,76 -
$Cr^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Cr$	0,74 -
$Fe^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Fe$	0,44 -
$Cr^{3+} + 3e^{-} \rightleftharpoons Cr$	0,41 -
$Cd^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Cd$	0,40 -
$Co^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Co$	0,28 -
$Ni^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Ni$	0,25 -
$Sn^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Sn$	0,14 -
$Pb^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Pb$	0,13 -
$Fe^{3+} + 3e^{-} \rightleftharpoons Fe$	0,04 -
$2H^{+} + 2e^{-} \rightleftharpoons H_{2(g)}$	صفر
$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Cu$	0,34
$I_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2I^{-}$	0,53
$Fe^{3+} + e^{-} \rightleftharpoons Fe^{2+}$	0,77
$Ag^{+} + e^{-} \rightleftharpoons Ag$	0,80
$Br_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2Br^{-}$	1,06
$O_{2(g)} + 4H^{+} + 4e^{-} \rightleftharpoons 2H_2O$	1,23
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^{+} + 6e^{-} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,33
$Cl_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2Cl^{-}$	1,36
$Au^{3+} + 3e^{-} \rightleftharpoons Au$	1,50
$MnO_4^{-} + 8H^{+} + 5e^{-} \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	1,52
$S_2O_8^{2-} + 2e^{-} \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}$	2,01
$F_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2F^{-}$	2,87

عامل مؤكسد  
ضعيف

عامل مختزل  
قوي

جين

لموجبة  
لسالبة

ص

حها

ين

عامل مؤكسد  
قوي

عامل مختزل  
ضعيف

مثال 2 إذا كان الرمز الإصطلاحي لخلية هو  $2Li / 2Li^+ // 2H^+ / (H_2 - Pt)$

- ما هو كاثود الخلية والعامل المؤكسد
- ما هو جهد تأكسد الليثيوم حيث أن قيمة (ق . د . ك) للخلية  $= 3.04V$

الإجابة:

تدريب

إذا علمت أن جهود الأكسدة القطبية لكل من (Hg, Cr, Cu, Ag) هي على الترتيب (-0.8, -0.34, +0.74, -0.85) فأجب عما يأتي:

- أ. أي من العناصر لا تذوب في المحلول الحمضي؟
- ب. ما الأقطاب التي يمكن إختيارها للحصول على خلية جلفانية لها أكبر قوة دافعة؟
- ج. ما اتجاه حركة الإلكترونات لخلية قطباها Hg \ Cr؟
- د. هل يمكن تغليب محلول كبريتات الكروم بمعلقة من النحاس؟ مفسرا إجابتك؟
- هـ. هل يمكن عمل وعاء من الفضة لحفظ أحد محاليل الزئبق؟

الإجابة:

اختر

إذا علمت أن جهود الإختزال القطبية لكل من (النيكل، الحديد، النحاس، الألومنيوم) هي على الترتيب (-0.25, -0.4, +0.34, -1.67) فولت فإن:

- أ. النحاس يؤكسد الألومنيوم ولا يؤكسد الحديد.
  - ب. النيكل يختزل الحديد ولا يختزل النحاس.
  - ج. الألومنيوم يؤكسد الحديد ولا يؤكسد النحاس.
  - د. الحديد يؤكسد الألومنيوم ويختزل النيكل.
- إذا أعطيت الفلزات الآتية: (حديد - نحاس - خارصين - ذهب) حيث يمكن معرفة ترتيبها في السلسلة الكهروكيميائية باتباع إحدى الطرق التالية وهي:
- أ. إضافة الماء إلى كل منهما
  - ب. إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى كل منهما
  - ج. إضافة كل منهما إلى محلول ملح الفلز الآخر
  - د. قابلية كل منها للطرق والسحب



يتم حساب قيمة emf بإحدى العلاقات التالية :



مقارنة بين إشارة القوة الدافعة الكهربائية

إشارة موجبة	إشارة سالبة
خلية جلفانية	خلية تحليلية
يصدر عنها تيار كهربى	لا يصدر عنها تيار كهربى
تفاعل تلقائى	تفاعل غير تلقائى
خلية تفريغ	خلية شحن

استنتاج) القوة الدافعة الكهربائية هي فرق جهدي التأكسد لقطبي الخلية ؟

لأن القيمة العددية لجهد الاختزال هي نفسها القيمة لجهد الأكسدة ولكن بإشارة مخالفة.

مثال 1 (A) , (B) عنصران كلاهما ثنائى التكافؤ جهد تأكسدهما  $0.3V$  - ,  $0.7V$  على الترتيب:

- أكتب الرمز الإصطلاحي للخلية المكونه بينهما.
- احسب قيمة ( ق . د . ك ) للخلية وهل يصدر تيار أم لا؟

الإجابة :

قوة العامل المختزل وجهد الإختزال	قوة العامل المختزل وجهد الأكسدة	البعد بين العنصرين في السلسلة والقوة الدافعة الكهربائية $emf$	
			الشكل البياني
جهد الأكسدة وجهد الإختزال	قوة العامل المختزل وجهد الإختزال	قوة العامل المؤكسد وجهد الأكسدة	
			الشكل البياني

### حساب القوة الدافعة الكهربائية للخلايا الجلفانية:

نكتب معطيات المسألة في جدول كالتالي بحيث :

نوع القطب	جهد الإختزال	جهد الأكسدة	القطب
			A
			B

نملأ الثلاث أعمدة الأولى في جميع المسائل من المعطيات .

يملأ العمود الرابع بطريقتين :

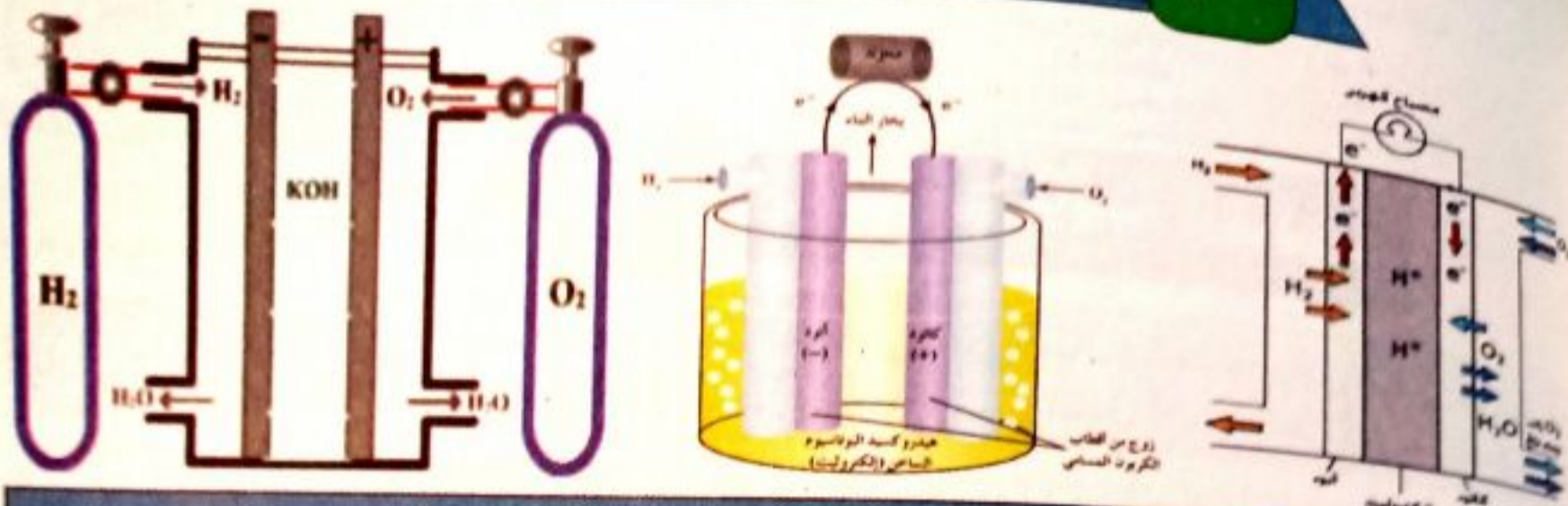
**أولاً :** إذا كانت الخلية جلفانية فيحدد الأنود والكاثود من معطيات المسألة كالتالي :

1. الأنود : الأكبر في جهد الأكسدة والأقل في جهد الإختزال .
2. الكاثود : الأقل في جهد الأكسدة والأكبر في جهد الإختزال .

**ثانياً :** إذا سأل عن نوع الخلية فيحدد الأنود والكاثود من خلال المعادلة أو الرسم أو الرمز الإصطلاحي كالتالي:

الأنود	الكاثود	المعادلة الكلية
يحدث له أكسدة	يحدث له إختزال	الرسم
يخرج منه الإلكترونات	تتجه إليه الإلكترونات	الرمز الإصطلاحي
قبل القنطرة الملحية	بعد القنطرة الملحية	

## ثانياً خلية الوقود Fuel cell



### خلية جلفانية أولية

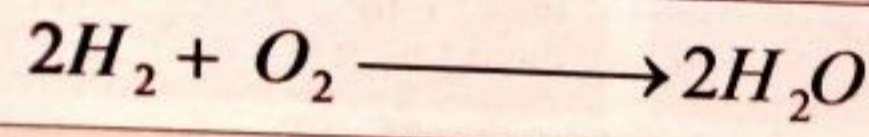
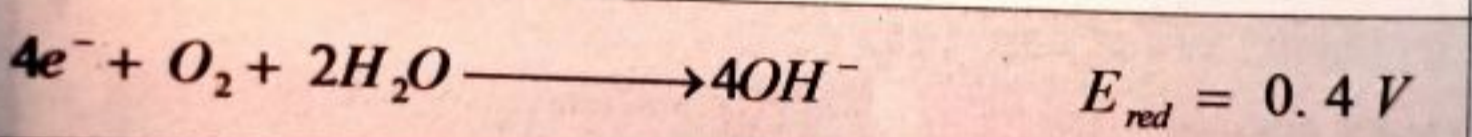
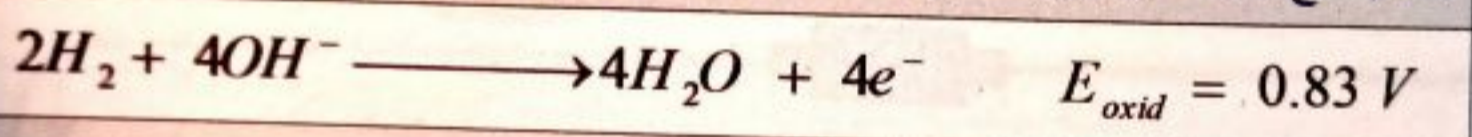
النوع	فكرة عملها
الأنود (المصعد) (القطب السالب)	يحترق الهيدروجين في الهواء بعنف وينتج عن الاحتراق ضوء وحراره طبقاً للتفاعل تمكن العلماء من إجراء هذا التفاعل تحت ظروف يتم التحكم فيها داخل ما يعرف بخلية الوقود لتحويل الطاقة الحرارية الناتجة إلى طاقة كهربائية.
الكاثود (المهبط) (القطب الموجب)	محلول مائي ساخن من هيدروكسيد البوتاسيوم (مادة قلوية) لذلك فهي بطارية قلوية. وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامي يمرر عليها غاز الهيدروجين <b>استنتج؟</b> لأنه يسمح بالاتصال بين الحجره الداخليه و المحلول الالكتروليتي
تفاعل الأنود	وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامي يمرر عليها غاز الأكسجين <b>استنتج؟</b> لأنه يسمح بالاتصال بين الحجره الداخليه و المحلول الالكتروليتي
تفاعل الكاثود	
التفاعل الكلي	
القوة الدافعة الكهربائية	
الرمز الإصطلاحي	
الإستخدام	
المميزات	

يحترق الهيدروجين في الهواء بعنف وينتج عن الاحتراق ضوء وحراره طبقاً للتفاعل  
تمكن العلماء من إجراء هذا التفاعل تحت ظروف يتم التحكم فيها داخل ما يعرف  
بخلية الوقود لتحويل الطاقة الحرارية الناتجة إلى طاقة كهربائية.

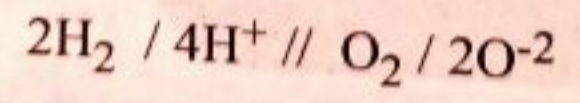
محلول مائي ساخن من هيدروكسيد البوتاسيوم (مادة قلوية) لذلك فهي بطارية قلوية.

وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامي يمرر عليها غاز الهيدروجين **استنتج؟**  
لأنه يسمح بالاتصال بين الحجره الداخليه و المحلول الالكتروليتي

وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامي يمرر عليها غاز الأكسجين **استنتج؟**  
لأنه يسمح بالاتصال بين الحجره الداخليه و المحلول الالكتروليتي



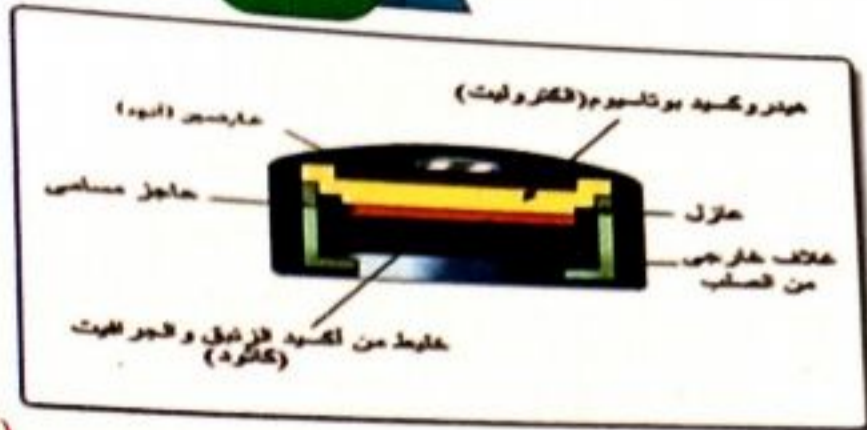
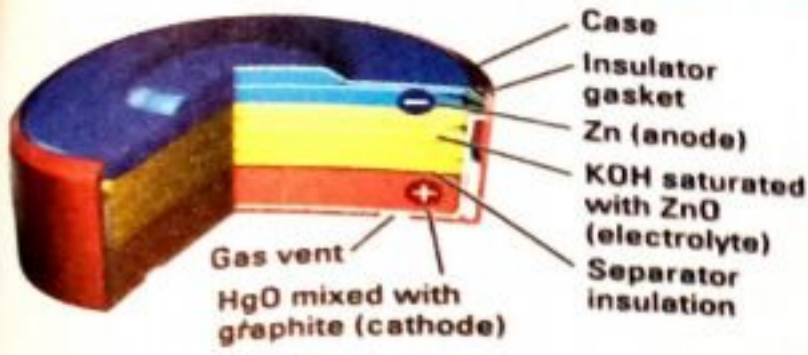
$$E_{cell} = emf = 1.23 V$$



**تستخدم كمصدر للتيار الكهربائي في الصواريخ والمركبات الفضائية استنتج؟**  
لأن الوقود الغازي من الهيدروجين والأكسجين المستخدم في إطلاق الصواريخ  
هو نفسه الوقود الغازي المستخدم في هذه الخلايا لذلك لا تتأثر كتلة الأنود والكاثود  
لأنها تعمل في درجات حراره مرتفعه فيتبخر الماء الناتج منها ويتم تكثيفه ويستخدم  
كماء للشرب لرواد الفضاء.

**لا تخزن طاقه ولا تستهلك مثل باقى الخلايا استنتج؟**  
لأن عملها يتطلب امدادها المستمر بالوقود وازاله مستمره للنواتج

## أولى خلية الزئبق

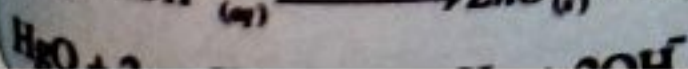
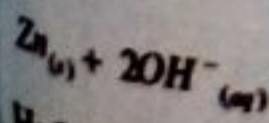


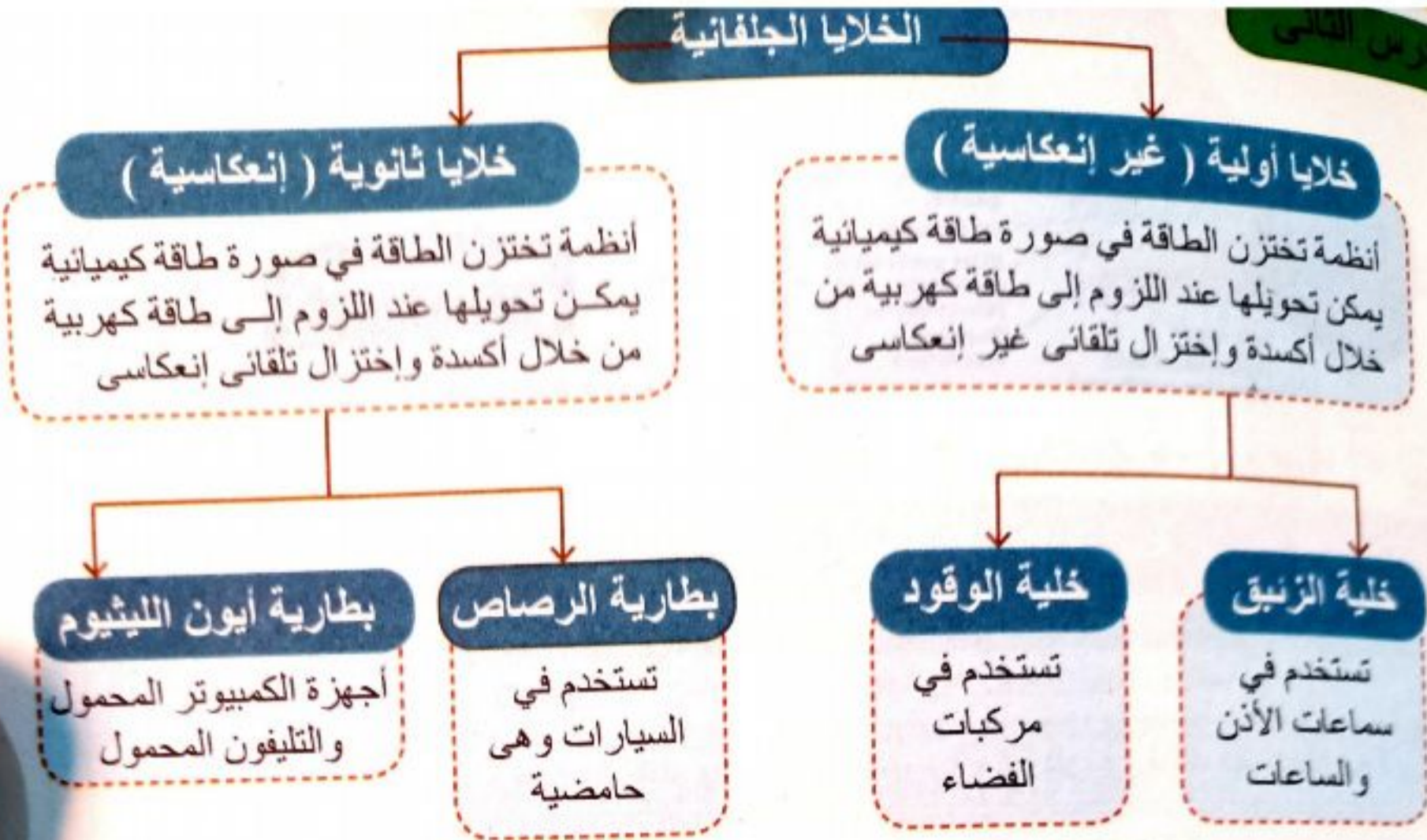
### خلية جلفانية أولية

النوع	الشكل ( التركيب )
الإلكتروليت	تصنع هذه الخلية في شكل اسطوانى أو علي هيئة قرص مغلق بإحكام و تتميز بصغر الحجم
الأنود ( المصعد ) ( القطب السالب )	عجينه رطبه من هيدروكسيد البوتاسيوم ( مادة قلوية ) لذلك فهي بطارية قلوية يتكون من الخارصين ( Zn )
الكاثود ( المهبط ) ( القطب الموجب )	أكسيد الزئبق ( HgO ) و الجرافيت
التفاعل الكلى	$\text{Zn} + \text{HgO} \rightarrow \text{ZnO} + \text{Hg}$ <p>السمة اعتدال</p>
القوة الدافعة الكهربائية	$E_{\text{cell}} = \text{emf} = 1.35 \text{ V}$
الرمز الإصطلاحى	$\text{Zn} / \text{Zn}^{+2} // \text{Hg}^{+2} / \text{Hg}$
الإستخدام	تتميز بصغر الحجم ولذلك فهي شائعة الإستخدام في : سماعات الاذن والساعات وكاميرات التصوير
عيوبها	صعوبه شحنها وتتوقف عن العمل عندما تستهلك ماده الأنود وتنضب أيونات نصف خليه الكاثود
إحتياجات ما بعد الإستخدام	تغلق بإحكام ويجب التخلص منها بطريقة آمنه بعد إستخدامها ... استنتج ؟ لأنها تحتوى في مكوناتها علي عنصر الزئبق السام

### لاحظ أن

تتشابه خلية الزئبق مع خلية دانيال في : كلاهما خلية جلفانية - نوع مادة الأنود  
يمكن التعبير عن تفاعل الأنود :  $E_{\text{oxid}} = 0.76 \text{ V}$   
يمكن التعبير عن تفاعل الكاثود :  $E_{\text{red}} = 0.59 \text{ V}$





## أولا : الخلايا الجلفانية الأولية

**الخلايا الأولية :** أنظمة تخزن فيها الطاقة في صورة طاقة كيميائية والتي يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربائية وذلك من خلال تفاعل أكسدة وإختزال تلقائي غير انعكاسي .

### مميزات الخلايا الأولية

- تحقق جهد ثابت لفترة أطول أثناء تشغيلها .
- إمكانية تصنيعها في أحجام أصغر .
- توجد في صورة جافة وليست سائلة لذلك تسمى بالبطاريات الجافة **علل ؟** حتى تستخدم في الأجهزة المتنقلة

### عيوب الخلايا الأولية

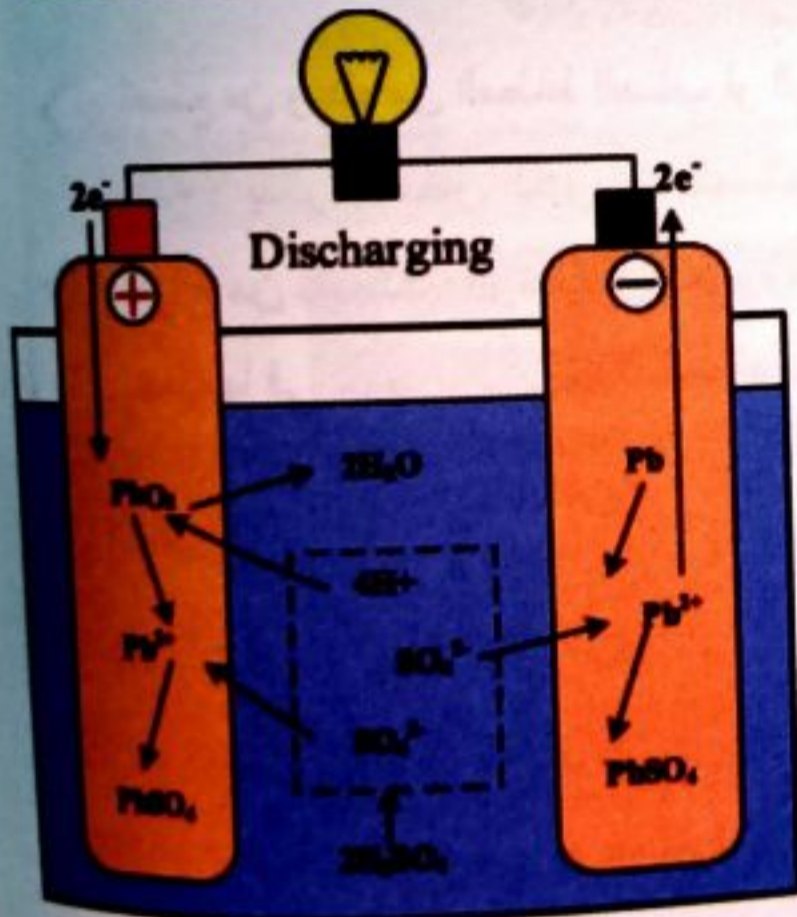
توصف الخلايا الأولية بأنها خلايا غير انعكاسية **علل ؟** لأنه يصعب عمليا وإقتصاديا وربما يكون من المستحيل إعادة شحنها بغرض إعادة مكوناتها إلى الحالة الأصلية .  
تتوقف عن العمل عندما تستهلك مادة المصعد أو تنضب أيونات نصف خلية الكاثود .

### لاحظ أن

هناك نوع آخر من الخلايا الأولية يسمى بالبطاريات الجافة ويكون  $MnO_2$  عامل مؤكسد فيها (يعمل ككاثود) .  
هناك نوع آخر من الخلايا الثانوية يسمى ببطاريات النيكل كادميوم القابلة لإعادة الشحن .

## مميزات بطارية الرصاص

- ❑ **تعتبر من بطاريات تخزين الطاقة... استنتج؟**
  - ➔ لأنها عند الشحن تختزن الطاقة الكهربائية في صورة طاقة كيميائية يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية عند اللزوم
- ❑ **تعتبر من البطاريات الحامضية... استنتج؟**
  - ➔ لأن الإلكتروليت المستخدم فيها هو حمض الكبريتيك المخفف.
- ❑ **تعتبر خلية انعكاسية... استنتج؟**
  - ➔ لأنه عند إمدادها بمصدر خارجي للتيار الكهربائي المستمر تنعكس التفاعلات الأوكسدة إلى إختزال والعكس.
- ❑ **تعمل كخلية جلفانية وكمخلية إلكتروليتيّة... استنتج؟**
  - ➔ لأنها عند تشغيلها (تفريغها) تعمل كخلية جلفانية حيث تتحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية عند شحنها تعمل كخلية إلكتروليتيّة حيث تتحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية.

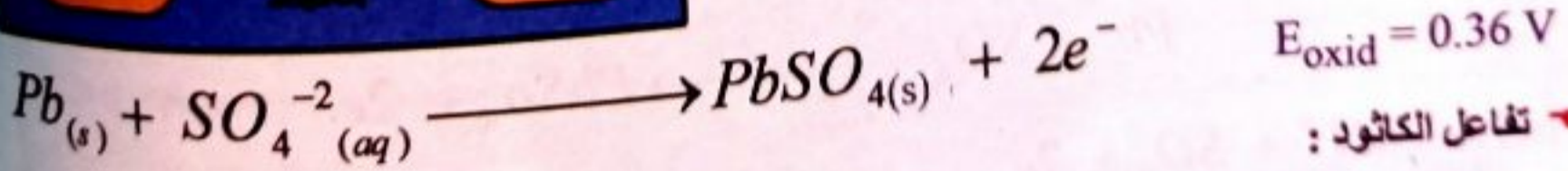


### تفاعلات التفريغ

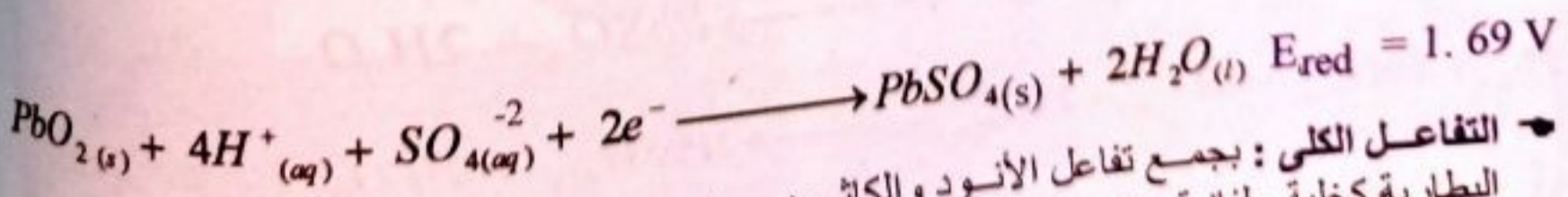
### تفريغ مركب الرصاص :

هو عملية تحويل الطاقة الكيميائية المخزنة في المركب إلى طاقة كهربائية عن طريق تفاعل أكسدة وإختزال تلقائي ويقل تركيز الحمض.

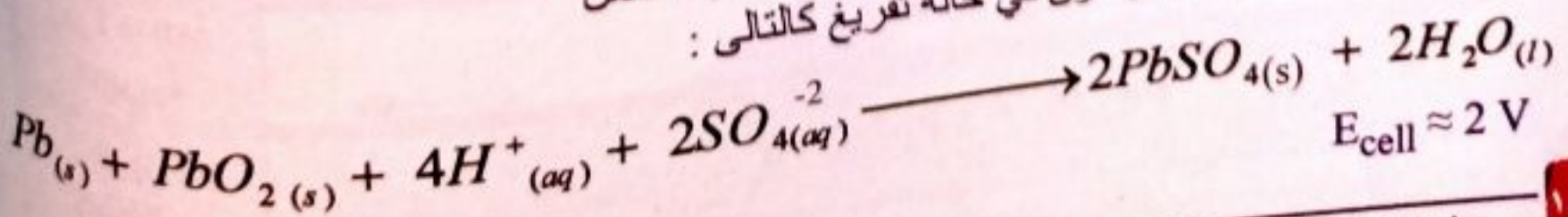
➔ تفاعل الأنود :



➔ تفاعل الكاثود :



➔ التفاعل الكلي : بجمع تفاعل الأنود والكاثود حيث تعمل البطارية كخلية جلفانية وتكون في حالة تفريغ كالتالي :



## الخلية

عبارة عن لوح من الأنود ولوح من الكاثود.



استنتاج) تسمى بطارية الرصاص الحامضية (المركم) باسم بطارية السيارة؟

لأنها تعتبر أنسب أنواع البطاريات المستخدمة في السيارات.

استنتاج) الجهد الكلي للمركم الرصاصي 2 فولت؟

لأنها تتكون من 6 خلايا موصله معا على التوالي جهد كل منها 2V و بالتالي يكون الجهد الكلي 12V

## تركيب بطارية الرصاص

تصنع من وعاء من المطاط الصلب أو البلاستيك (البولي ستيرين) أو سبيكة النيكل مع الصلب.. استنتاج؟

لأنه لا يتأثر بحمض الكبريتيك المستخدم فيها.

الأواح من شبكات الرصاص المعزولة عن بعضها بصفائح عازله لعزل الأنود عن الكاثود وتغمر جميعها في حمض الكبريتيك المخفف.

النوع	عند التفريغ : خلية جلفانية ثانوية . عند الشحن : خلية إلكتروليتيية ( تحليلية ) .
الإلكتروليت	حمض الكبريتيك المخفف $H_2SO_4(aq)$ (مادة حامضية) لذلك فهي بطارية حامضية.
الأنود (المصعد)	شبكة من الرصاص مملوءه برصاص اسفنجي Pb .
الكاثود (المهبط)	شبكة من الرصاص مملوءه بعجينه من ثاني أكسيد الرصاص $PbO_2$ ( $Pb^{+4}$ )
تفاعل الأنود	$Pb_{(s)} + SO_4^{2-}_{(aq)} \longrightarrow PbSO_4(s) + 2e^-$
تفاعل الكاثود	$PbO_2(s) + 4H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$
التفاعل الكلي	$Pb_{(s)} + PbO_2(s) + 4H^+_{(aq)} + 2SO_4^{2-}_{(aq)} \longrightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$
القوة الدافعة الكهربائية	$E_{cell} = emf \approx 2 V$
الرمز الإصطلاحي	$Pb \parallel Pb^{+2} \parallel Pb^{+4} \parallel Pb^{+2}$

## لاحظان

تتشابه خلية الوقود مع خلية الزنبق في : مادة الإلكتروليت - نوع الخلية

## ثانياً: الخلايا الجلفانية الثانوية

أنظمة تختزن فيها الطاقة في صورة طاقة كيميائية والتي يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربية وذلك من خلال تفاعل أكسدة وإختزال تلقائي إنعكاسي.

### الخلايا الثانوية :

### مميزات الخلايا الثانوية

تفاعلاتها الكيميائية تفاعلات إنعكاسية .. استنتج ؟

حيث يمكن إعادة شحنها عن طريق توصيل أقطابها بمصدر تيار خارجي لتعود مكوناتها إلى حالتها الأصلية مما يسمح باستخدامها مرة أخرى

### س : كيف تجرى عملية شحن الخلايا الثانوية؟

عن طريق توصيلها بمصدر خارجي للتيار الكهربى المستمر من مصدر خارجي يكون جهده أعلى من جهد الخلية قليلاً .

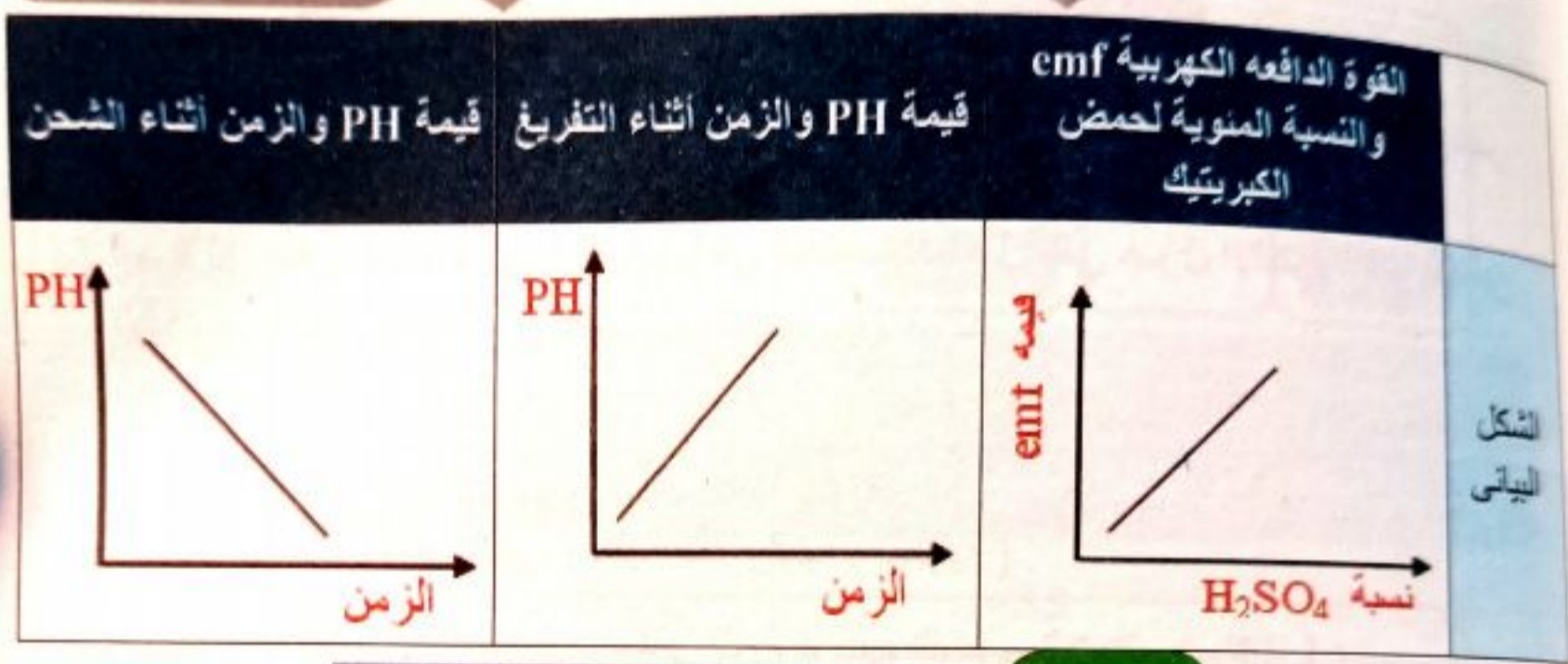
## أولاً: بطارية الرصاص الحامضية



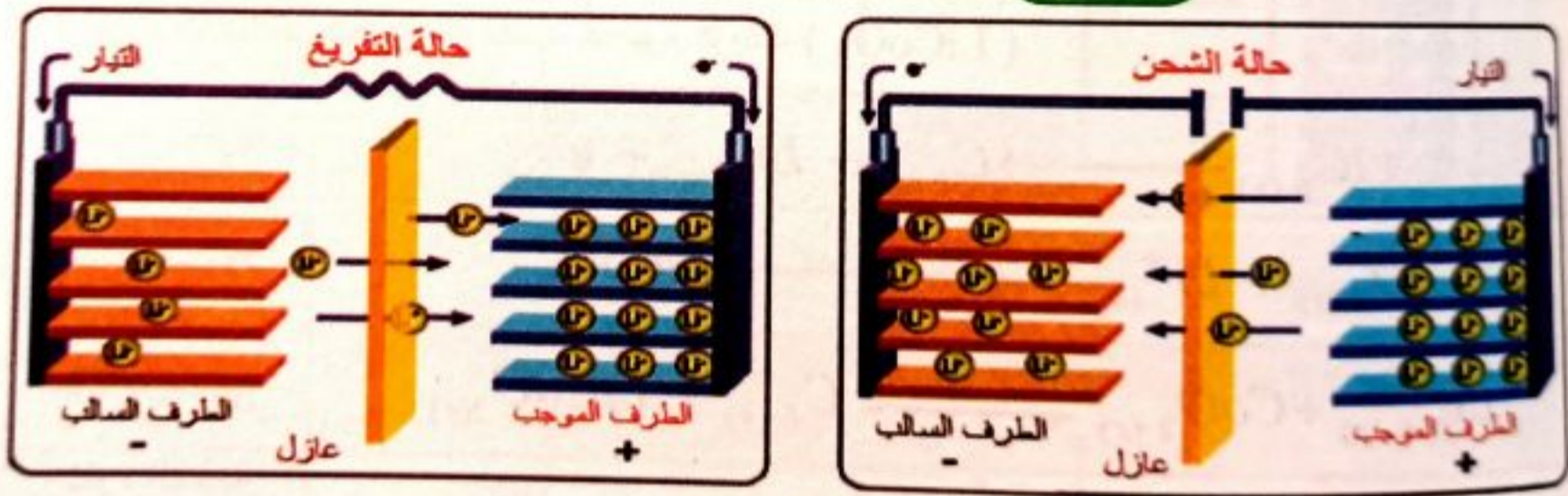
### البطارية

مجموعة من الخلايا (الألواح) المتصلة على التوالي .

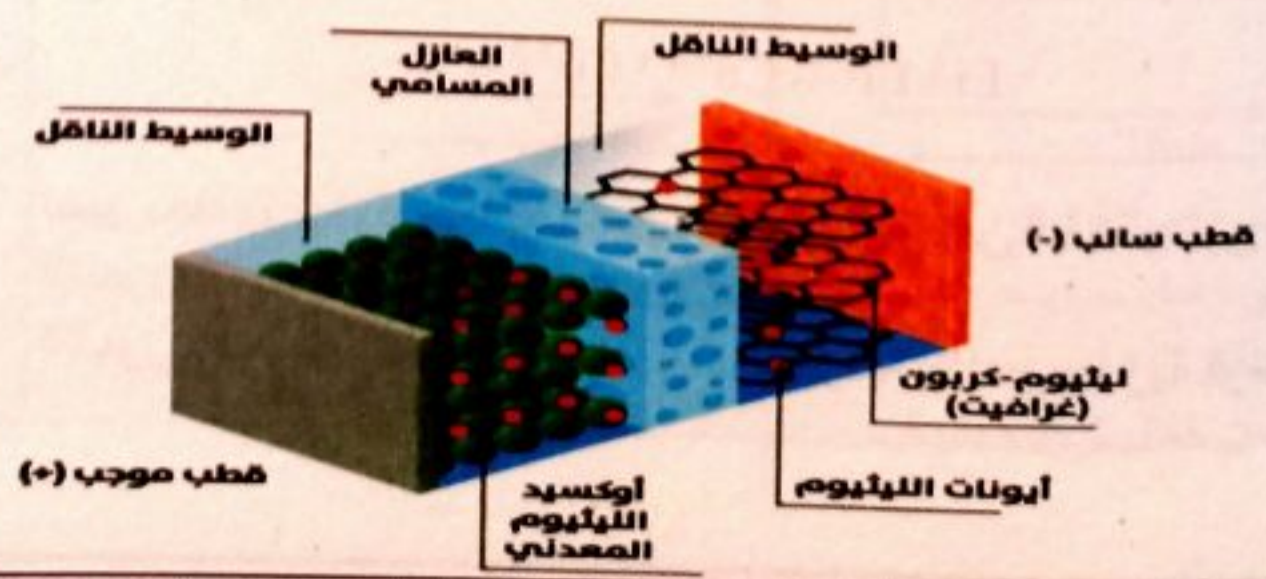




## ثانياً: بطارية أيون الليثيوم



### أجزاء بطارية الليثيوم



النتائج المترتبة على تفاعل الشحن :

- عند الكاثود للخلية التحليلية يتحول فيها كبريتات رصاص  $PbSO_4$  إلى الرصاص و تقل كتلته .
- عند الأنود للخلية التحليلية يتحول كبريتات رصاص  $PbSO_4$  وماء إلى ثاني أكسيد الرصاص و تقل كتلته
- يزداد تركيز الحمض و تقل قيمة الأس الهيدروجيني .

أثناء التفريغ		أثناء الشحن	
المادة	Pb	PbO <sub>2</sub>	
الشحنة	-	+	
العملية	أكسدة	أكسدة	
المادة	PbO <sub>2</sub>	Pb	
الشحنة	+	-	
العملية	اختزال	اختزال	
نوع الخلية	جلفانية	تحليلية	
نوع التفاعل	أكسدة و اختزال تلقائي	أكسدة و اختزال غير تلقائي	
إشارة emf	موجبة	سالبة	
التغيرات الحادثة	<ul style="list-style-type: none"> <li>يتحول : <math>Pb</math> إلى <math>PbSO_4</math> عند الأنود</li> <li><math>PbO_2</math> إلى <math>PbSO_4</math> عند الكاثود.</li> <li>يقل تركيز الحمض و تزداد قيمة pH.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تتحول : كبريتات رصاص <math>PbSO_4</math> إلى <math>Pb</math> عند الكاثود.</li> <li><math>PbO_2</math> عند الأنود</li> <li>يزداد تركيز الحمض و تقل قيمة pH.</li> </ul>	

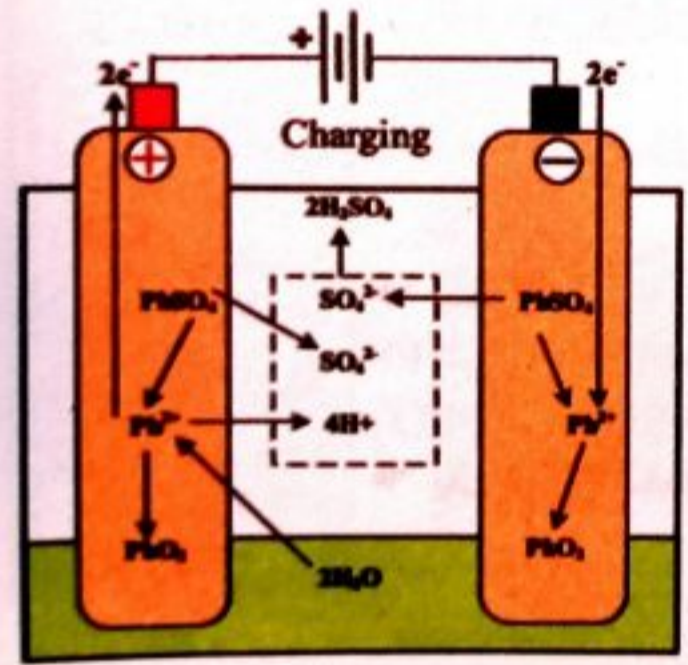


### النتائج المترتبة على تفاعل التفريغ :

- عند الأنود يتحول فيها الرصاص لكبريتات رصاص  $PbSO_4$  وتزداد كتلته
- عند الكاثود يتحول ثاني أكسيد الرصاص الي كبريتات رصاص وماء  $PbSO_4$  وتزداد كتلته
- .. استنتج ؟
- بسبب اتحاد كاتيون الرصاص الناتج من عملية الأكسدة مع أنيون الكبريتات الموجود في المحلول الإلكتروني ليتم
- يقل تركيز الحمض .. استنتج ؟
- لزيادة كمية الماء الذي يعمل على تخفيف تركيز الحمض وإستهلاك الحمض .
- تزداد قيمة الأس الهيدروجيني بمرور الزمن ( علاقة طردية )
- نقص التيار الناتج من بطارية السيارة عند إستخدامها لفترة طويلة . ( علاقة عكسية )
- تحتاج البطارية لإعادة شحن بصفة مستمرة .. استنتج ؟
- بسبب تخفيف الحمض المستمر وتكون كبريتات الرصاص II عند كلا من الأنود والكاثود .

### س : كيف يمكنك التعرف على ان البطارية مشحونة أو غير مشحونة ؟

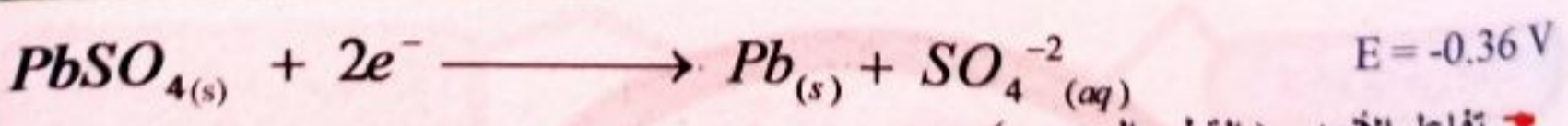
يتم التعرف على حالة البطارية عن طريق قياس كثافة حمض الكبريتيك بواسطة الهيدروميتر (مقياس كثافة السوائل ) حينما تكون البطارية كاملة الشحن تكون كثافة الحمض تساوي  $1.28:1.30g/cm^3$  وإذا قلت كثافة الحمض إلى أقل من  $1.20g/cm^3$  فتكون البطارية في حاجة إلى إعادة شحن وزيادة تركيز الحمض .



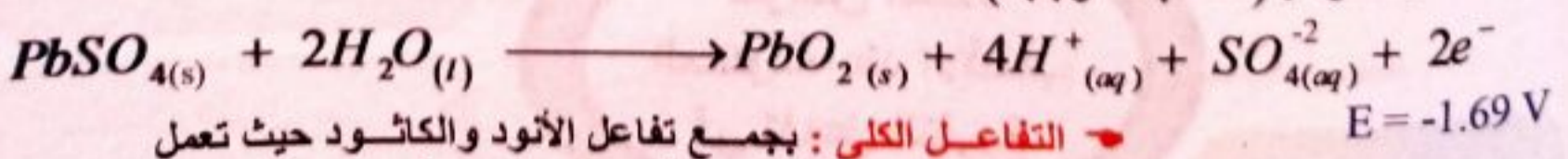
### تفاعلات الشحن شحن مركب الرصاص :

هو عملية تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية عن طريق تفاعل أكسدة وإختزال غير تلقائي حيث تفاعل معاكس لتفاعل التفريغ ويزداد تركيز الحمض

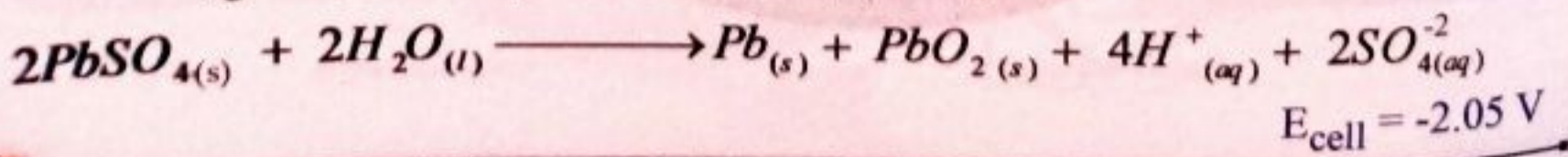
تفاعل الكاثود : ( القطب السالب )



تفاعل الأنود : ( القطب الموجب )



التفاعل الكلي : بجمع تفاعل الأنود والكاثود حيث تعمل البطارية كخلية إلكتروليتيّة وتكون في حالة شحن كالتالي :



س : كيف يمكن التعرف على بطارية سيارة من خلال يوديد سبر ؟

- عند غمس أنود وكاثود بطارية سيارة في محلول يوديد البوتاسيوم دون تلامس فإنه :
- ☐ يتلون الأنود باللون البني دلالة على تأكسد أيونات اليود إلى ذرات اليود .
- ☐ يتصاعد فقاعات غازية عند الكاثود .

هو ذلك الجهد الناتج عندما تعمل البطارية كخلية جلفانية والذي يجب التغلب عليه لكي تعمل البطارية كخلية كتروليئية .

الجهد الإنعكاسي :

## تآكل المعادن

عملية تآكل كيميائي للفلزات بفعل الوسط المحيط . أو تفاعلات أكسدة وإختزال غير مرغوب فيها .

عملية الصدأ :

استنتاج .. عملية الصدأ تعتبر أكسدة وإختزال غير مرغوب فيها ؟

- ☐ يتسبب تآكل المعادن في خسائر اقتصادية كبيرة .
- ☐ يؤدي الي تدهور المنشآت المعدنية ويقدر الحديد المفقود بسبب التآكل بحوالي ربع ( 25% ) انتاج العالم .

استنتاج .. تختلف الفلزات عن بعضها في تعرضها للتآكل ؟

- ☐ لأن صدأ الفلزات يتوقف على مدى نشاطها الكيميائي
- ☐ فالفلزات التي تقع في مقدمة السلسلة تكون أكثر عرضة للتآكل
- ☐ بينما فلزات مؤخرة السلسلة مثل : الذهب لا تتآكل بسهولة في الظروف الطبيعية

استنتاج .. وجود الذهب في الطبيعة في صورة منفردة ؟ ( عدم تآكل الذهب بسهولة )

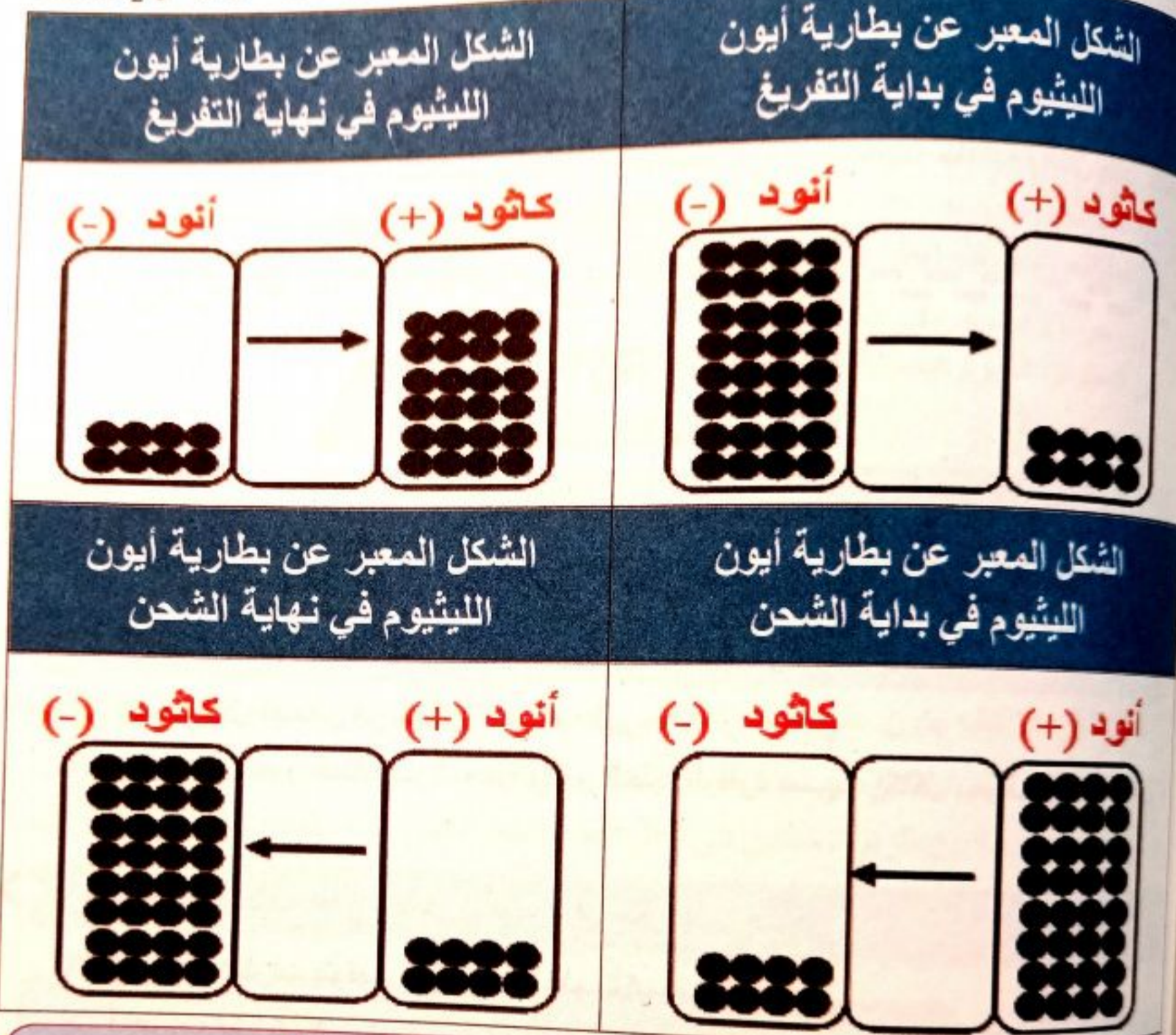
- ☐ لأن الذهب يقع في نهاية سلسلة الجهود الكهربائية ( جهد تأكسده صغير )

## متى تحدث أبسط حالات التآكل (الصدأ) :

- ☐ عند ملامسة الفلزات للهواء الجوي فيتفاعل سطح الفلز مع مكونات الهواء ( الأوكسجين - بخار الماء - وغيرها من الغازات ) فتتكون طبقة على سطح الفلز يختلف تركيبها تبعاً لمكونات غازات الهواء الجوي .

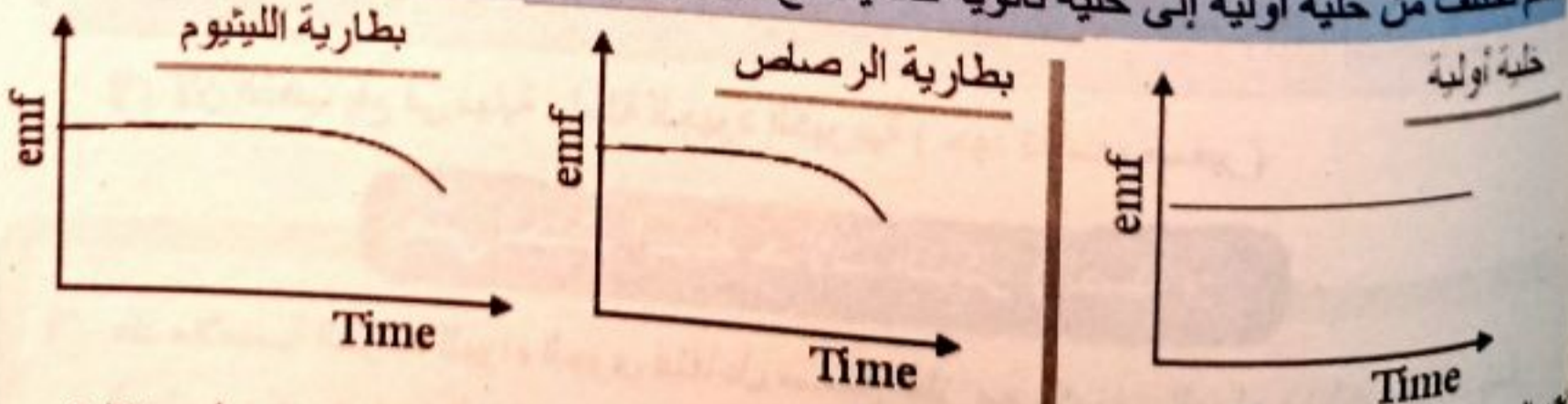
(استنتاج) أيون الكوبلت +4 هو العامل المؤكسد في بطارية أيون الليثيوم؟

لأنه يحدث له إختزال حيث تقل شحنته الموجبة من  $Co^{+4}$  الموجود في  $CoO_2$  إلى  $Co^{+3}$  الموجود في  $LiCoO_2$



س: هل تختلف قيمة emf من بطارية إلى أخرى بمرور الزمن؟

نعم تختلف من خلية أولية إلى خلية ثانوية كما يتضح من الرسم البياني التالي



يعبر الرسم عن خلية الرصاص والليثيوم حيث أنها تقل emf لإستهلاك مادة الأنود والكاثود لذلك تشحن الخلايا بعد فترة والفرق بين الخليتين أن الليثيوم تحقق جهد لفترة أطول ثم تقل

بمعنى الرسم عن خلية الوقود حيث أنها تستمر في العمل مما يدل على أنها تشبه الدينامو الذي يستمر في إنتاج الكهرباء من خلال تزويده بالوقود

استنتاج) يستخدم الليثيوم في تركيب بطارية أيون الليثيوم؟

- ☐ لان الليثيوم اخف الفلزات المعروفة .
- ☐ لان جهد إختزاله هو أقل جهد إختزال بالنسبة لباقي الفلزات .

استنتاج) تستخدم بطارية الليثيوم في السيارات الحديثة كبديل لبطارية الرصاص؟

- ☐ لخفة وزنها وقدرتها على تخزين كميات كبيرة من الطاقة بالنسبة لحجمها .

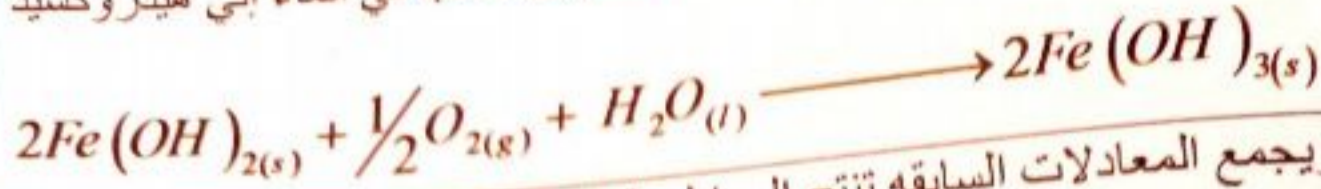
### تركيب بطارية أيون الليثيوم

- ☐ غلاف معدني يحيط برقائق ملفوفة بشكل حلزوني وهي الأنود والكاثود وبينهما العازل وتغمر في الإلكتروليت .
- ☐ العازل : مكون من شريحه رقيقه جدا من البلاستيك تعمل على عزل الالكترود الموجب عن الالكترود السالب بينما تسمح للايونات بالمرور من خلاله .

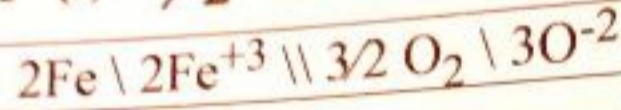
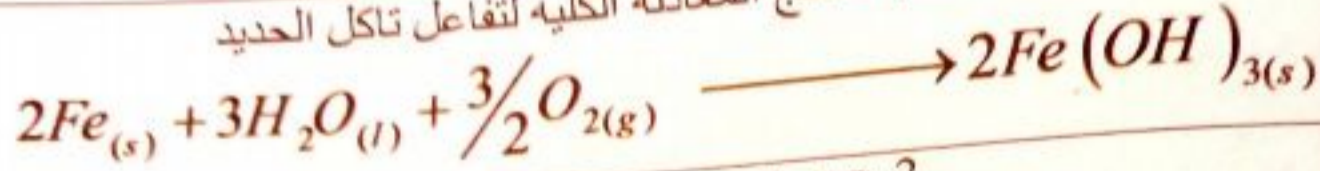
التنوع	☐ عند التفريغ : خلية جلفانية ثانوية . ☐ عند الشحن : خلية إلكتروليتيية ( تحليلية ) .
الإلكتروليت	محلول لا مائي من سدادي فلوروفوسفيد الليثيوم اللامائي ( $LiPF_6$ ) .
الأنود ( المصعد )	يتكون من جرافيت الليثيوم ( $LiC_6$ )
الكاثود ( المهبط )	يتكون من أكسيد الليثيوم كوبلت ( $LiCoO_2$ )
تفاعل الأنود	$LiC_6(s) \longrightarrow C_6(s) + Li^+(aq) + e^-$
تفاعل الكاثود	$CoO_2(s) + Li^+(aq) + e^- \longrightarrow LiCoO_2(s)$
التفاعل الكلي	$LiC_6(s) + CoO_2(s) \rightleftharpoons C_6(s) + LiCoO_2(s)$
القوة الدافعة الكهربائية	$E_{cell} = emf = 3 V$
الرمز الإصطلاحي	$Li \   \ Li^+ \    \ Co^{+4} \   \ Co^{+3}$
المميزات والإستخدام	تتميز بخفة وزنها وقدرتها على تخزين كميات كبيرة من الطاقة وتكون جافة وقبلية للشحن ولا يتصاعد منها غازات لذلك تستخدم في : التليفون المحمول والكمبيوتر والسيارات الكهربائية بدلا من بطارية الرصاص

## الكيمياء الكهربية

يتأكسد هيدروكسيد الحديد II بواسطة الأوكسجين الذائب في الماء إلى هيدروكسيد الحديد III



ويجمع المعادلات السابقة تنتج المعادلة الكلية لتفاعل تآكل الحديد



تكوين طبقة الصدأ

التفاعل الكلي

الرمز الإصطلاحي

## العوامل المسببة لتآكل الفلزات

### العوامل المسببة لتآكل الفلزات عوامل تتعلق

بالوسط المحيط

يعتبر الماء والأوكسجين والأملاح هي العوامل الخارجية التي تؤثر بشكل أساسي في عملية تآكل المعادن

بالفلز نفسه

إتصال الفلزات ببعضها

عدم تجانس السبائك

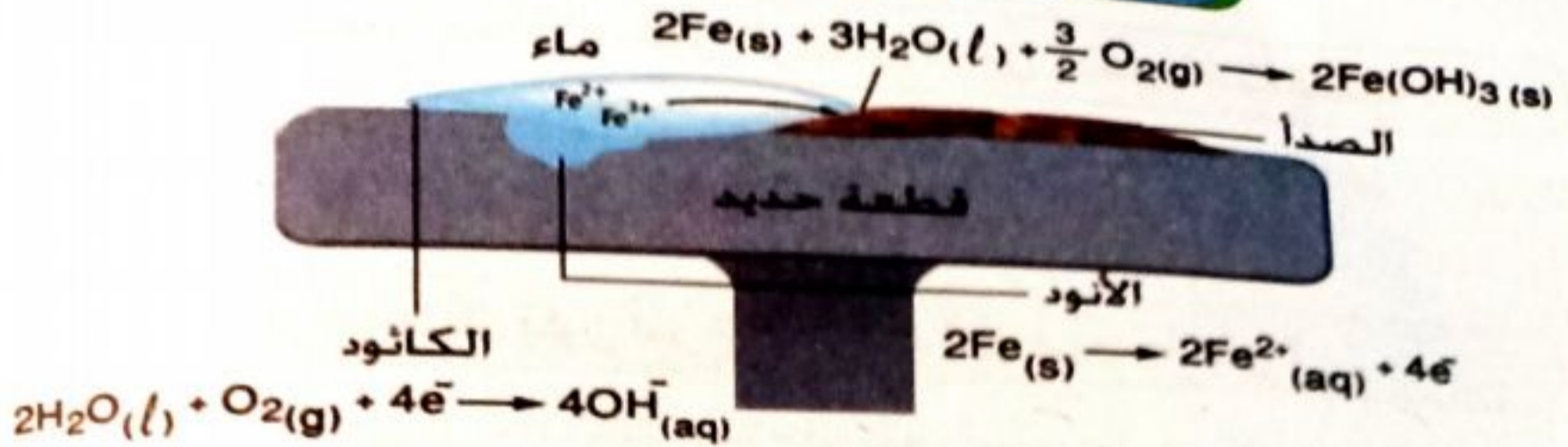
### دور عدم تجانس السبائك في عملية التآكل

حيث تكون الفلزات المستخدمة في الصناعات غالباً في صوره سبائك ومن الصعب تحضير هذه السبائك في صوره متجانسة التركيب ولهذا ينشأ عنها عدد لا نهائي من الخلايا الجلفانية الموضوعية تسبب تآكل الفلز الأكثر نشاطاً

### دور إتصال الفلزات ببعضها في عملية التآكل

لحام الفلزات مع بعضها أو استخدام مسامير برشام من فلز مختلف يؤدي ذلك الي تكوين خلايا جلفانية موضوعية تسبب تآكل الفلز الأكثر نشاطاً .  
**مثال:** عند تلامس الألومنيوم مع النحاس يتآكل الألومنيوم اولاً لانه الأكثر نشاطاً .  
عند تلامس الحديد مع النحاس يتآكل الحديد اولاً لانه أكثر نشاطاً .

تفسير ميكانيكة تاكل الحديد الصلب :



عند تعرض قطعه الحديد للتشقق أو الكسر فإنها تكون خليه جلفانيه موضعية حيث يكون

الأنود	الإلكتروليت	الكاثود
قطعه الحديد التي تتأكسد	الماء المذاب فيه بعض الأيونات مثل : أيونات الحديد II $Fe^{+2}$	شوائب الكربون الموجود في الحديد ويحدث إختزال لغاز الأكسجين .
<b>ملحوظة:</b> قطعه الحديد تقوم بدور كلا من الأنود و الدائره الخارجيه		

خطوات تاكل الحديد :

تتأكسد ذرات الحديد تبعاً للمعادلة :	
$2Fe(s) \rightarrow 2Fe^{+2} + 4e^-$	عند الأنود
وتنتقل : أيونات الحديد $Fe^{+2}$ إلى الإلكتروليت لتصبح جزء منه ( أي أنها تقوم بدور الأنود ) الإلكترونات إلى الكاثود من خلال قطعة الحديد ( أي أنها تقوم بدور الدائره الخارجيه )	
يتم إختزال الاكسجين الذائب في الماء الي مجموعه الهيدروكسيد $(OH^-)$ تبعاً للتفاعل :	عند الكاثود
$2H_2O(l) + O_2(g) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	
تتحد أيونات الحديد II مع أيونات الهيدروكسيل مكونه هيدروكسيد الحديد II : $Fe(OH)_2$	في الإلكتروليت
$2Fe^{+2}(aq) + 4OH^-(aq) \rightarrow 2Fe(OH)_2(s)$	



**(استنتاج) .. صعوبة صدأ الألومنيوم بالرغم من أنه من عناصر مقدمة السلسلة؟**

□ لأن الألومنيوم يتفاعل مع الهواء الجوي مكونا طبقة صلبة غير مسامية من أكسيد الفلز  $Al_2O_3$  لا تنوب في الماء وبالتالي تحمية من استمرار عملية التآكل.

**(استنتاج) .. فرصة التآكل تكون أسرع عند وجود الفلز في وسط مائي؟**

□ لأن وجود الأكسجين في الماء وكذلك الأملاح فيه تجعل الماء موصل جيد للكهرباء وهو ما يسرع من العمليات الكهروكيميائية لذلك تكون أسرع في الماء المالح.

## ميكانيكية عملية تآكل المعادن

□ تآكل الفلزات النقيه يكون علي درجه كبيره من الصعوبة حتى الحديد لا يصدا بسهولة إذا كان نقيا جدا

□ يرجع تآكل معظم المعادن الي اختلاطها بالشوائب المختلفه والتي تنشط عمليه التآكل .. **استنتاج** ؟

حيث تؤدي الملامسة بين فلزين مختلفين الي تآكل الفلز الانشط لتكون خليه جلفانيه موضعيه يكون فيها :

**الأنود** : الفلز الأكثر نشاطا ( الفلز المتآكل )

**الكاثود** : الفلز الأقل نشاطا أو الكربون الموجود في صورته شوائب

خلايا جلفانية تتكون في السبائك غير المتجانسة أو عند مواضع إتصال الفلزات ببعضها مما يؤدي إلى تآكل الفلز الأكثر نشاطا .

**خلايا جلفانية موضعية :**

## ثانياً: الخلايا الإلكتروليتية

هي خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجي لإحداث تفاعل أكسده واختزال غير تلقائي

الخلايا لتحليلية :

هي عملية فصل مكونات المحلول الإلكتروليتي باستخدام مصدر خارجي للتيار الكهربائي .

التحليل الكهربى :

## تركيب الخلية التحليلية (الإلكتروليتية)

- اناء يحتوى علي محلول إلكتروليتي قد يكون :
- a) محلول حمض b) محلول قلوئى c) محلول ملح d) مصهور ملح e) أكاسيد الفلزات
- يغمر بالإلكتروليت جزئيا قطبان هما :

الكاثود ( القطب السالب )	الأنود ( القطب الموجب )
هو القطب المتصل بالقطب السالب للبطارية ويحدث عنده تفاعل الإختزال	هو القطب المتصل بالقطب الموجب للبطارية ويحدث له أو عنده تفاعل أكسده

## أنواع القطبين في الخلية

### مادتين مختلفتين

**مثل :** (الألومنيوم والفضة والبلاطين والنحاس) ويشترك الأنود فقط في التفاعلات الحادثة فيه (كما يحدث في خلايا الطلاء الكهربى)

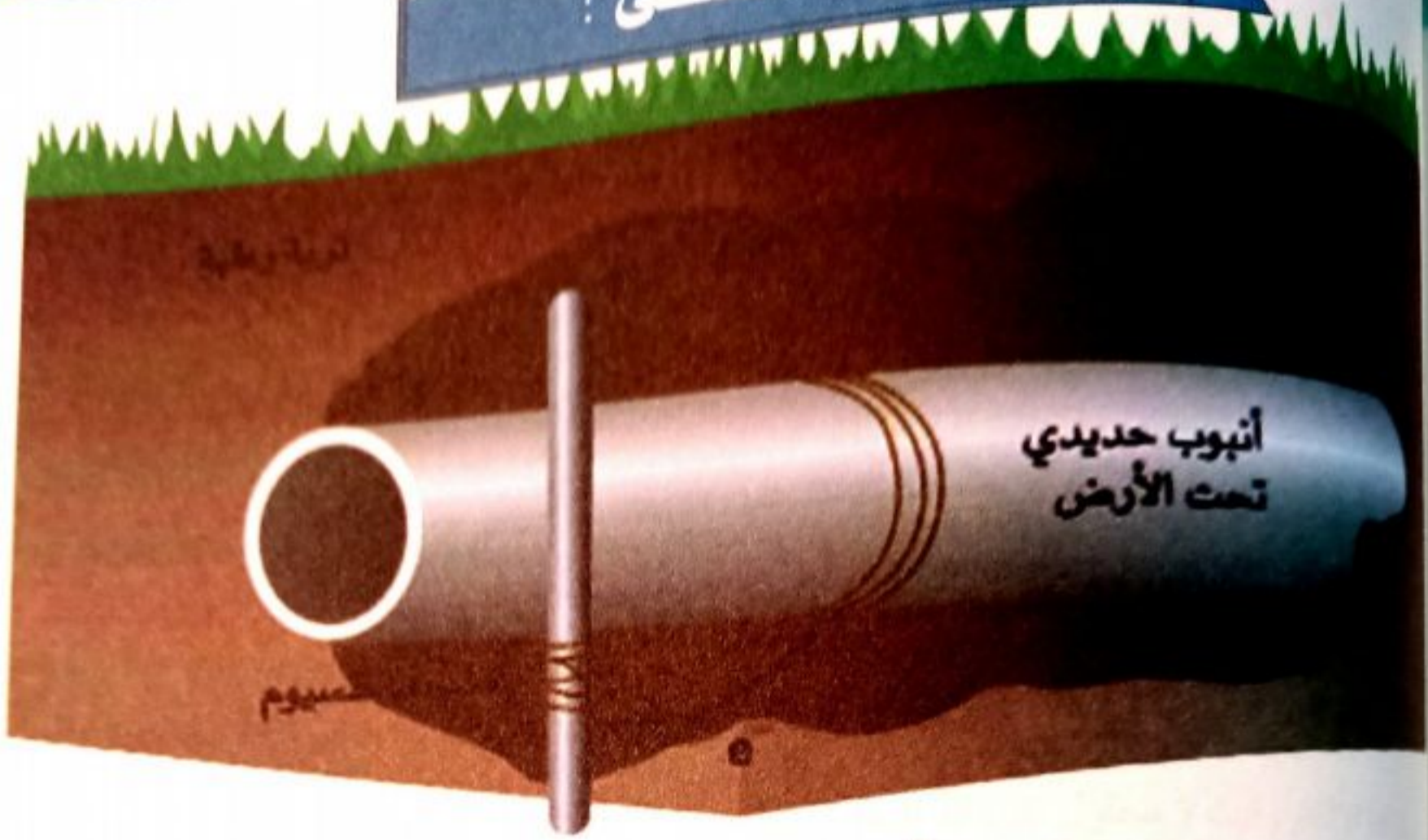
### مادة واحدة

**مثل :** (الجرافيت - الكربون - البلاطين) ولا يشاركان في التفاعلات الحادثة (كما يحدث في خلية إستخلاص الألومنيوم)

## طريقة عملها

عند توصيل قطبي الخلية بمصدر للتيار كهربى المستمر جهده الكهربى أكبر قليلا من الجهد الإنعكاسى للخلية يسرى تيار كهربى في الخلية الإلكتروليتية بحيث :

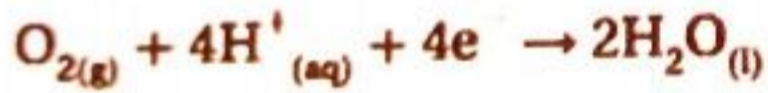
- تنتقل الإلكترونات في السلك الخارجى من الأنود إلى الكاثود .
  - تنتقل الأيونات في الإلكتروليت كالتالى :
- الكاتيونات تتجه نحو الكاثود والانيونات تتجه نحو الأنود



الأكسدة :



الاختزال :



نظرا لأن هياكل السفن و مواسير المياه المدفونه في التربه الرطبه تكون معرضه للماء بصفه مستمره تكون أكثر عرضه للتآكل .  
تتم حمايتها بجعلها كاثود وذلك بتوصيلها بقطب أكثر نشاطا مثل الماغنسيوم ليعمل كأنود فيتآكل الماغنسيوم بدلا من الحديد (ويسمى الماغنسيوم بالقطب المضحي) .

هو الفلز الذي يتآكل أولاً عند توصيله بفلز آخر أقل منه نشاطا حيث يعمل كأنود لحماية فلز أقل نشاطا ( كاثود ) .

القطب المضحي :

الأنود	الإلكتروليت	الكاثود
فلز الماغنسيوم (القطب المضحي)	أيونات التربة الرطبة	هياكل السفن ومواسير المياه المدفونة في التربة

**ملحوظة :** إذا توافرت تتكون خليه جلفانيه يتآكل الماغنسيوم اولا فيحمي الحديد

## طرق وقاية الحديد من الصدأ عن طريق



### استنتاج .. جلفنه الصلب بالخارصين تحميه من التآكل ؟

- الخارصين يسبق الحديد في متسلسله الجهود الكهربيه
- عندما يتكون بينهما خليه جلفانيه يكون الخارصين الاكثر نشاطا هو الانود فيبدأ في التآكل اولا بالكامل ثم بعد ذلك يبدأ تآكل الحديد لكن ذلك سيستغرق وقت طويل حيث أن تآكل الحديد يبدأ من سطحه

التعريف	الغطاء الأنودي	الغطاء الكاثودي
تغطيه الفلز بفلز آخر أكثر منه نشاطا	تغطيه الفلز بفلز آخر أقل منه نشاطا	
الأنود	الفلز الواقى (الأكثر نشاطا) يسمى بالقطب المضحى	الفلز المراد حمايته (الأكثر نشاطا)
الكاثود	والفلز المراد حمايته (الأقل نشاطا)	الفلز الواقى (الأقل نشاطا)
التآكل	يتآكل الفلز الواقى الاكثر نشاطا اولا قبل الفلز المراد حمايته	يتآكل الفلز الاصلي اولا
مثال	استخدام الماغنسيوم لحمايه الصلب في السفن استخدام الخارصين في جلفنه الصلب	استخدام القصدير في تغطيه حديد علب المأكولات

### استنتاج .. تغطيه الفلز بفلز آخر أقل منه نشاطا

- لأنه عند حدوث خدش في الغطاء الأنودي فإن الفلز المراد حمايته لا يبدأ في التآكل إلا بعد تآكل طبقة الغطاء الأنودي بالكامل وهو ما يستغرق وقتا طويلا جدا .
- أما عند حدوث خدش في طبقة الغطاء الكاثودي فإن الفلز المراد حمايته يتآكل بشكل أسرع.

### استنتاج .. يتآكل الحديد المطلي بالقصدير عند الخدش اسرع من تآكل الحديد العادى ؟

- إذا حدث خدش وتعرض الحديد المغطى بالقصدير للهواء تتكون خليه جلفانيه يكون فيها الحديد الاكثر نشاطا هو الأنود و القصدير الأقل نشاطا كاثود لذلك يتآكل الحديد .

المقارنة بين الخلايا الجلفانية والخلايا التحليلية :

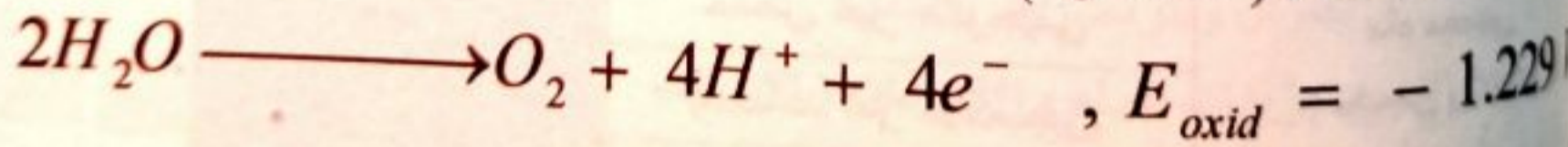
الخلية الجلفانية

الخلية التحليلية	الخلية الجلفانية
من كهربية الى كيميائية	من كيميائية الى كهربائية
قطب موجب يحدث عنده او له اكسده	قطب سالب يحدث له اكسده
قطب سالب يحدث عنده اختزال	قطب موجب يحدث عنده اختزال
لا يشترط ان يكون من مادتين مختلفتين	يشترط ان يكون من مادتين مختلفتين
غير تلقائي	تلقائي
سالبة	موجبة
الطلاء بالكهرباء - تنقية المعادن	خلية الزنبق - المركم الرصاصي

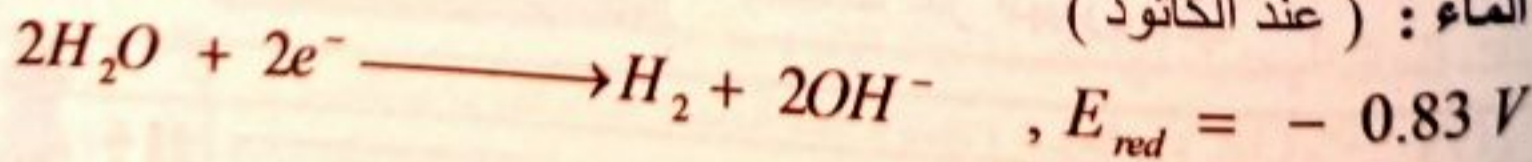
التحليل الكهربى

اولا : معادلتى أكسدة وإختزال الماء

معادلة أكسدة الماء : ( عند الأنود )



معادلة إختزال الماء : ( عند الكاثود )



المعادلة الكلية للتحليل الكهربى للماء :



عند الكاثود السالب

عند الأنود الموجب

النسبة ( حجم ) الناتجة أكبر من نسبة ( حجم ) غاز الأوكسجين الناتجة

النسبة

لاحظ أن

- ☐ التفاعل الكلي الحادث في الخلية لا يتم تلقائياً ... استنتج ؟
- ☐ لأن إشارة emf سالبة والتفاعل لا يتم إلا باستخدام طاقة كهربائية من مصدر خارجي .
- ☐ في نهاية التجربة تترسب ذرات النحاس على الكاثود فتزداد كتلته وبتصاعد الكلور عند الأنود .
- ☐ يقل تركيز محلول كلوريد النحاس II .. استنتج ؟
- ☐ لأن مكوناته تستهلك أثناء التحليل الكهربى .

استنتج) ... لا تختزل كاتيونات الهيدروجين عند الكاثود ؟ ( لا يتصاعد غاز الهيدروجين عند الكاثود )

☐ لأن قدرة اختزال كاتيونات النحاس (  $Cu^{+2}$  ) أكبر منها .

استنتج) ... لا تتأكسد أيونات الهيدروكسيل عند الأنود ؟

☐ لأن قدرة أيونات الكلوريد على الأكسدة أكبر منها .

استنتج) ... يصعب الحصول على فلز الصوديوم بالتحليل الكهربى لمحاليل املاحه ؟

☐ لأن جهد اختزال الماء أكبر من جهد اختزال أيونات الصوديوم فتختزل الماء ويتصاعد غاز الهيدروجين عند الكاثود وتبقى أيونات الصوديوم في المحلول كما هي .

الموصلات الكهربائية :

هي المواد التي تسمح بانتقال الشحنات الكهربائية

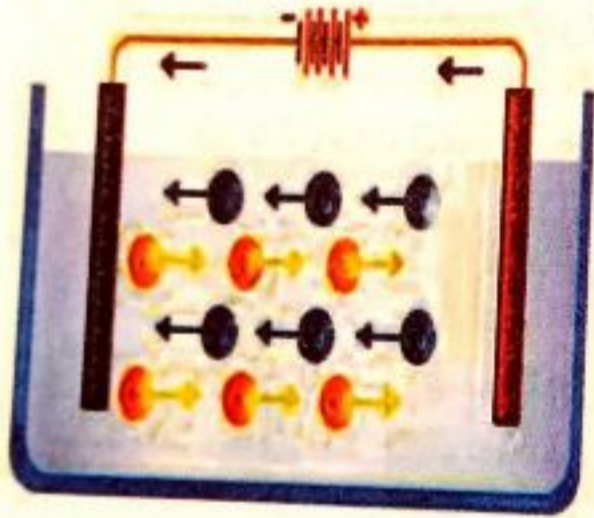
الجدول التالى يوضح أنواع الموصلات الكهربائية :

الموصلات الإلكترونية		الموصلات الإلكتروليتيية	
التعريف	هي الموصلات التي توصل التيار الكهربى عن طريق حركة الإلكترونات	هي الموصلات التي توصل التيار الكهربى عن طريق حركة الأيونات	
انتقال المادة	لا يصاحبها انتقال المادة	يصاحبها انتقال المادة	
سببه	لإلكترونات الحرة	الأيونات الحرة	
الأمثلة	الفلزات ومصاهيرها	المحاليل - مصاهير الأملاح	

الكاتيونات ( الشق الموجب )

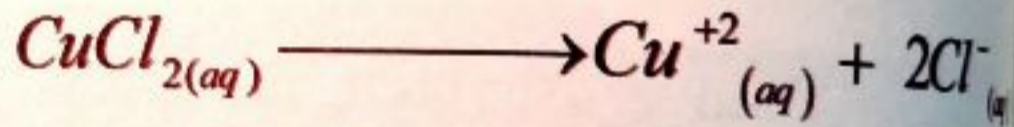
التعريف	جسيمات مادية فقيرة بالإلكترونات	الأنيونات ( الشق السالب )
اتجاه الحركة	تتحرك في المحلول أو المصهور نحو الكاثود ( القطب السالب )	جسيمات مادية غنية بالإلكترونات
تعادل الشحنة	تتعادل شحنتها بإكتساب إلكترونات	تتحرك في المحلول أو المصهور نحو الأنود ( القطب الموجب )
العملية الحادثة	عملية إختزال	تتعادل شحنتها بفقد إلكترونات
		عملية أكسدة

تجربة عملية التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس II  $CuCl_2$



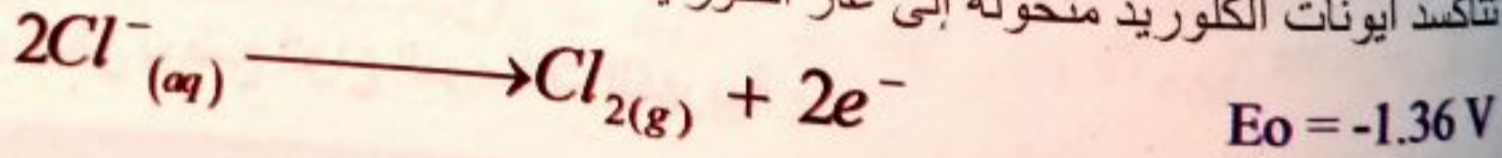
قبل مرور التيار الكهربى :

يتفكك الإلكتروليت ( محلول كلوريد النحاس II ) تبع للمعادلة :

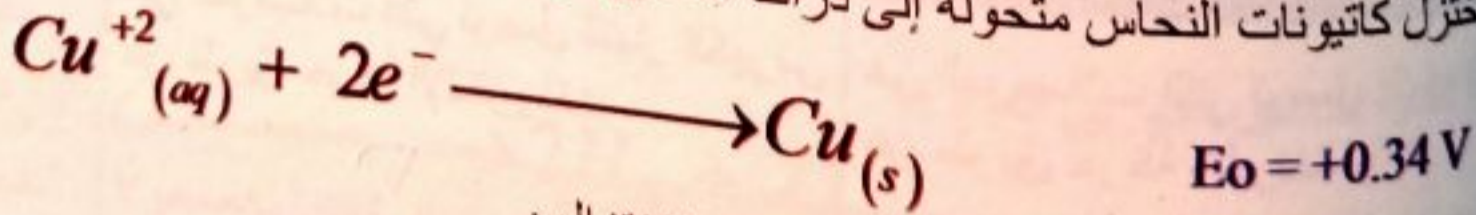


عند مرور التيار الكهربى : تتجه الأيونات نحو الأقطاب المخالفة في الشحنة لتتعادل شحنتها وتحدث التفاعلات التالية :

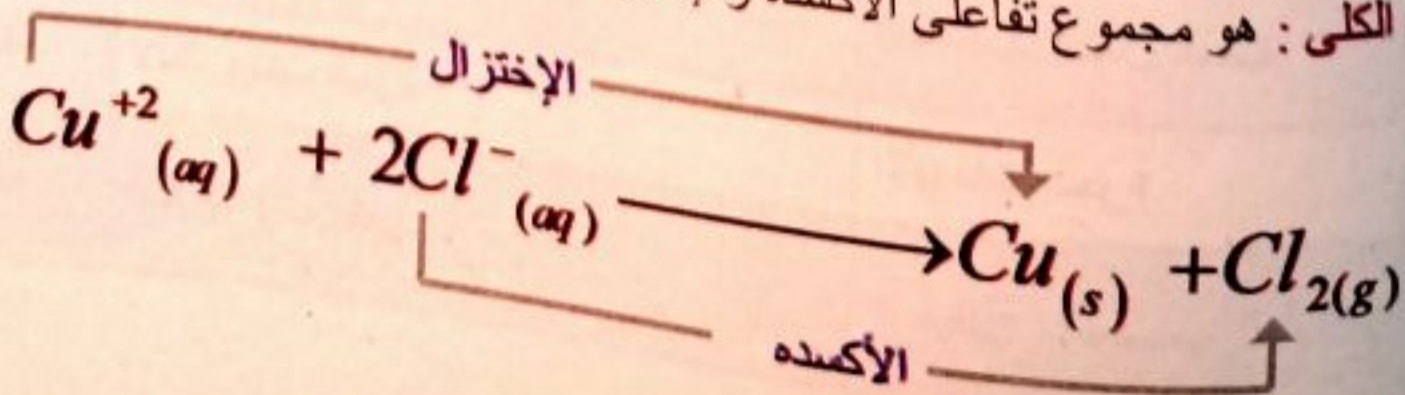
a عند الأنود ( المصعد ) ( القطب الموجب ) :  
تتأكسد أيونات الكلوريد متحولة إلى غاز الكلور يتصاعد عند الأنود كالتالى :



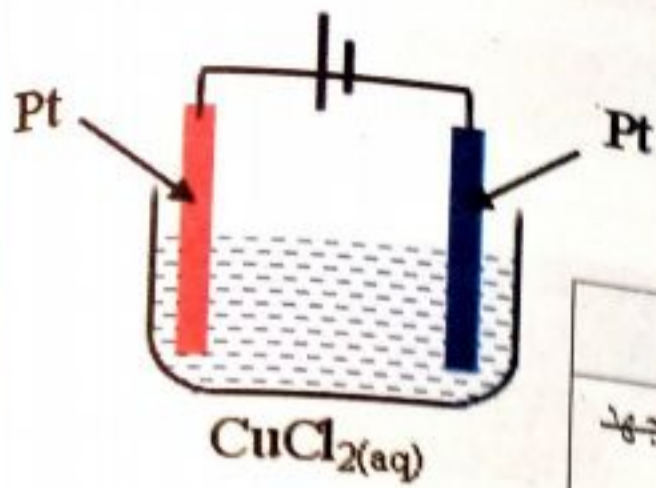
b عند الكاثود ( المهبط ) ( القطب السالب ) :  
تختزل كاتيونات النحاس متحولة إلى ذرات النحاس تترسب على الكاثود كالتالى :



c التفاعل الكلى : هو مجموع تفاعلى الأكسدة والإختزال :



القوة الدافعة الكهربيه =  $-1.02V$

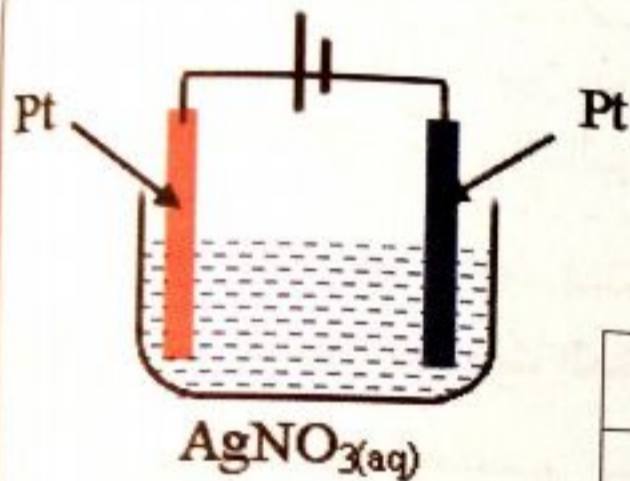


مثال Open book

الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لمحلول كلوريد النحاس II وضع ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟

يتصاعد غاز الكلور	الأنود
يترسب النحاس لأنه أعلى جهد إختزال	الكاثود

الإجابة :

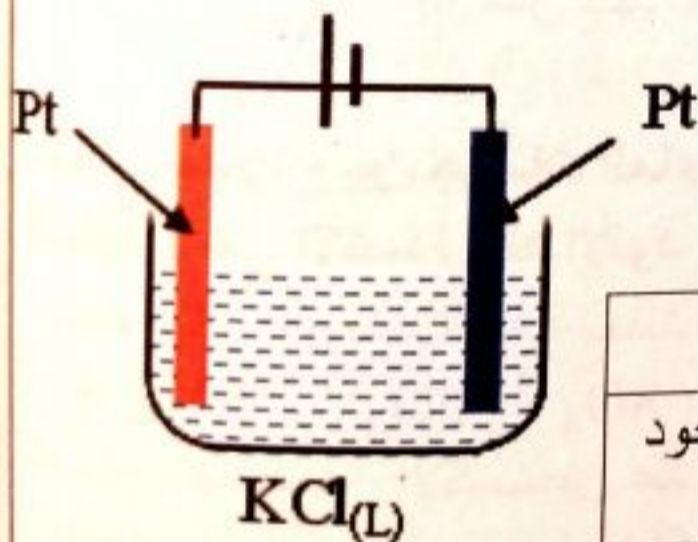


مثال Open book

الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لمحلول نترات الفضة وضع ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟

يتصاعد غاز الأكسجين	الأنود
يترسب الفضة لأنه أعلى جهد إختزال	الكاثود

الإجابة :

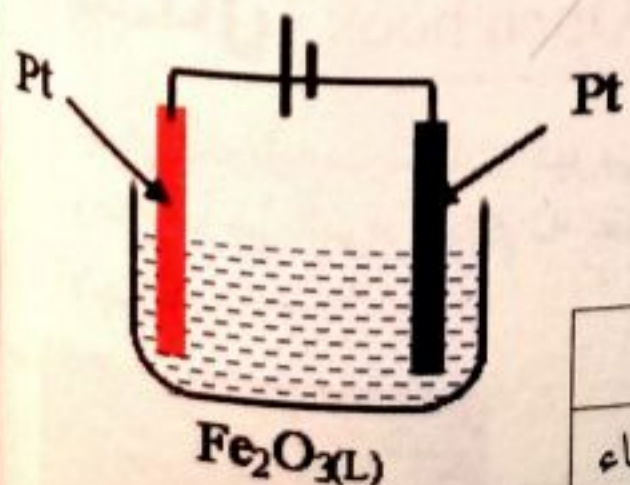


مثال Open book

الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لمصهور كلوريد البوتاسيوم وضع ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟

يتصاعد غاز الكلور	الأنود
يترسب البوتاسيوم لعدم وجود الماء	الكاثود

الإجابة :



مثال Open book

الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لمصهور أكسيد الحديد III وضع ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟

يتصاعد غاز الأكسجين	الأنود
يترسب الحديد لعدم وجود الماء	الكاثود

الإجابة :





أولاً: الصراع بين جزيئات الماء و الكاتيونات ( الأيونات الموجبه ) على الإختزال عند الكاثود

Li	المنطقة A	
K		
Na		
Mg		
Ca		
Al		
Mn		
H <sub>2</sub> O		
Cr		المنطقة B
Fe		
Co		
Ni		
Cu		
Zn		
Ag		
Au		
Sn		

العناصر التي تقع في هذه المنطقة جهد إختزالها أقل من جهد إختزال الماء وبالتالي يحدث إختزال للماء ويتصاعد غاز الهيدروجين عند الكاثود .

المنطقة A:

العناصر التي تقع في هذه المنطقة جهد إختزالها أكبر من جهد إختزال الماء وبالتالي يحدث لها إختزال وتترسب على الكاثود .

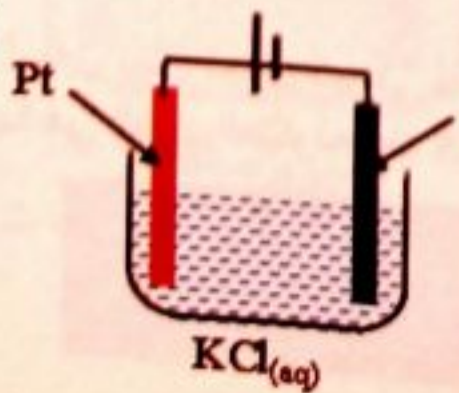
المنطقة B:

ثانياً: الصراع بين جزيئات الماء والأنيونات ( الأيونات السالبة ) على الأكسدة عند الأنود .

لاحظ أن كل الأيونات السالبة يحدث لها أكسدة عند الأنود ما عدا :  $(SO_4^{-2}, PO_4^{-3}, NO_3^{-}, F^{-})$  . فعند وجود هذه المجموعات الذرية يتأكسد الماء ويتصاعد غاز الأكسجين عند الأنود في حالة الأنود قطب خامل ولكن إذا كان قطب فلز نشط هو الذي يحدث له أكسدة وليس أنيونات الإلكتروليت أو الماء .

Open book

مثال



الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لمحلول كلوريد البوتاسيوم Pt وضع ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟ الإجابة :

- يتصاعد غاز الكلور
- يتصاعد غاز الهيدروجين

(للتوضيح فقط)

ثانياً : التحليل الكهربى للماء المحمض

التحليل الكهربى للماء المحمض

ماء محمض بحمض غير هالوجينى

المتكون

عند الكاثود

يتصاعد الهيدروجين

عند الأنود

يتصاعد الأكسجين

ماء محمض بحمض هالوجينى

المتكون

عند الكاثود

يتصاعد الهيدروجين

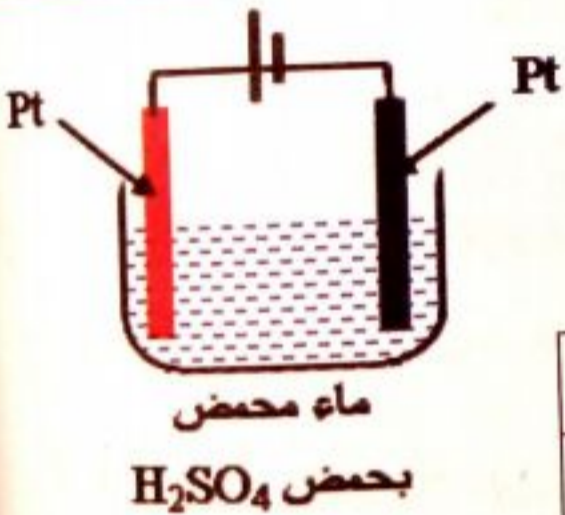
عند الأنود

يتصاعد الهالوجين

لاحظ أن

الشكل السابق ينطبق على كلا الأحماض الهالوجينية ماعدا ( HF )

مثال Open book

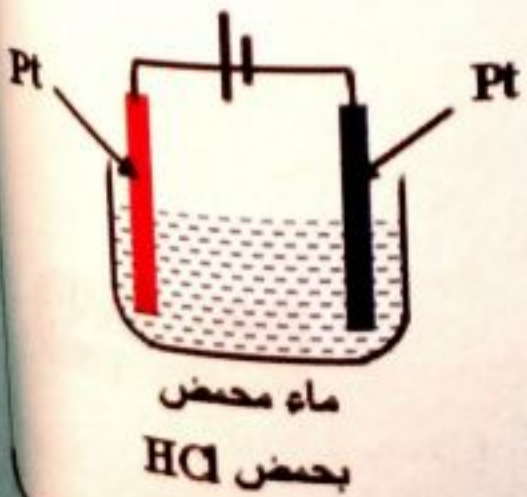


الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لماء محمض بحمض كبريتيك وضح ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟

الإجابة :

نوع الحمض	حمض غير هالوجينى
الأنود	يتصاعد غاز الأكسجين
الكاثود	يتصاعد غاز الهيدروجين

مثال Open book



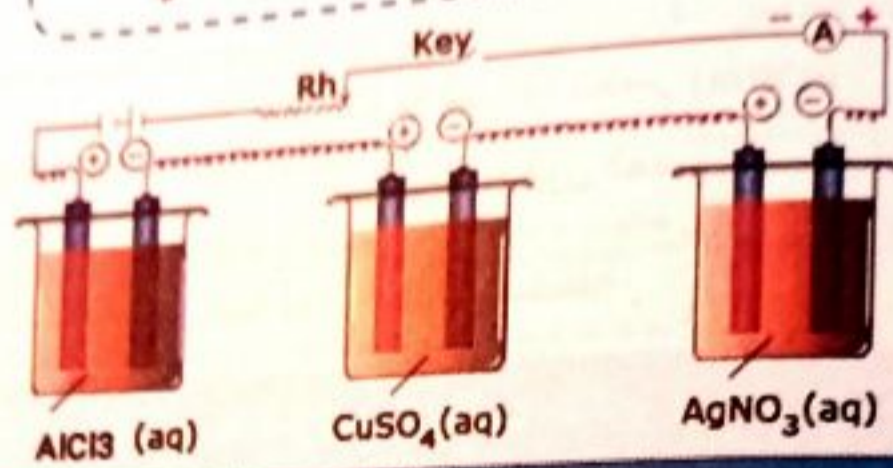
الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لماء محمض بحمض هيدروكلوريك وضح ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟

الإجابة :

نوع الحمض	حمض هالوجينى
الأنود	يتصاعد غاز الكلور
الكاثود	يتصاعد غاز الهيدروجين

نص القانون الثاني : كمية المواد المختلفة المتكونه أو المستهلكة عند الأقطاب بمرور نفس كمية الكهرباء في محاليل الكتروليتيه تتناسب مع كتلتها المكافئه

تحقيق القانون الثاني لفاراداي عمليا



### الخطوات

كون الخلايا التحليلية الموضحة بالشكل والمتصلة على التوالي .

مرر نفس كمية الكهرباء في إلكتروليت كل من الخلايا الثلاثة .

قارن بين كتل المواد المترسبه على الكاثود والكتل المكافئه الجرامية

كتلة الفضة المترسبة على < كتلة النحاس المترسبة على كاثود < كتلة الألومنيوم المترسبة على كاثود خلية نترات الفضة  
خلية كبريتات النحاس II

تبعاً للكتل المكافئه الجرامية لها :

$$Al = \frac{27}{3} = 9g$$

$$Cu = \frac{63.5}{2} = 31.75g$$

$$Ag = \frac{107.88}{1} = 107.88g$$

أي أن النسبة هي : 107.88 : 31.75 : 9

الاستنتاج : كمية المواد المختلفة المتكونه أو المستهلكة عند الأقطاب بمرور نفس كمية الكهرباء في محاليل الكتروليتيه تتناسب مع كتلتها المكافئه وهو ما يحقق قانون فاراداي الثاني .

الصيغة الرياضية لقانون فاراداي الثاني :

$$\frac{\text{كتلة المادة المتحررة من العنصر الثالث}}{\text{الكتلة المكافئه الجرامية للعنصر الثالث}} = \frac{\text{كتلة المادة المتحررة من العنصر الثاني}}{\text{الكتلة المكافئه الجرامية للعنصر الثاني}} = \frac{\text{كتلة المادة المتحررة من العنصر الأول}}{\text{الكتلة المكافئه الجرامية للعنصر الأول}}$$

## قوانين فاراداي للتحليل الكهربائي

ما دور العالم فاراداي في الكيمياء الكهربائي:

درس فاراداي عملية التحليل الكهربائي واستنبط العلاقة بين كمية الكهرباء التي يتم تمريرها في محلول وبين كمية المادة التي يتم تحريرها عند الأقطاب ولخص هذه العلاقة في قانونين عرفا باسمه.

### قانونا العالم فاراداي

#### القانون الثاني لفاراداي

كمية المواد المختلفة المتكونه أو المستهلكة عند الأقطاب بمرور نفس كمية الكهرباء في محاليل الكتروليتيه تتناسب مع كتلتها المكافئه

#### القانون الأول لفاراداي

تتناسب كمية المادة المتكونه أو المستهلكة عند الأقطاب سواء كانت صلبه أو غازيه تناسبا طرديا مع كمية الكهربيه الماره في المحلول

#### أولا : القانون الأول لفاراداي

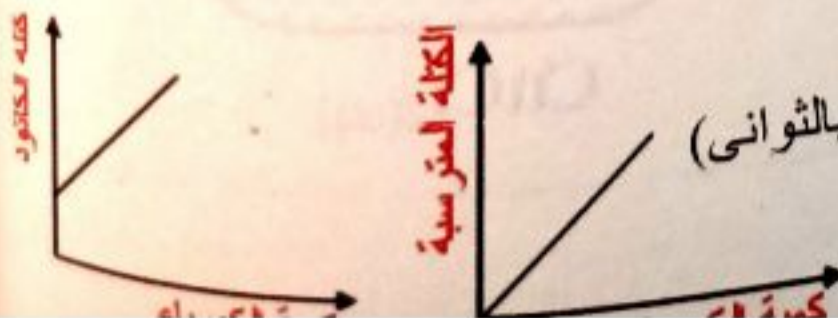
**نص القانون الأول:** تتناسب كمية المادة المتكونه أو المستهلكة عند الأقطاب سواء كانت صلبه أو غازيه تناسبا طرديا مع كمية الكهربيه الماره في المحلول

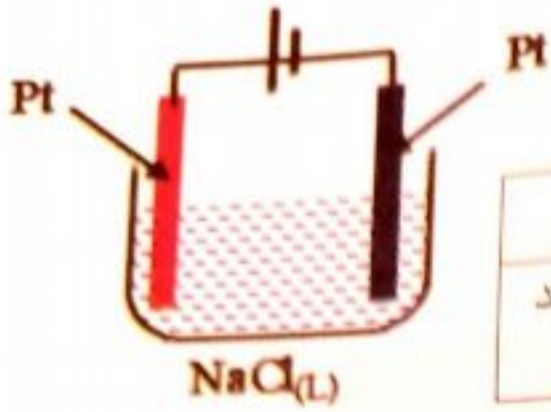
تحقيق القانون الأول لفاراداي عمليا

الملاحظات	الخطوات
تزداد كتلة الفضة المترسبة على الكاثود بزيادة كمية الكهرباء المارة في محلول نترات الفضة	كون خلية تحليلية تحتوي على الكتروليت من نترات الفضة .
	مرر في الإلكتروليت ( $AgNO_3$ ) كميات مختلفة من الكهرباء
	نقارن بين كتلة الفضة المترسبة على الكاثود وكمية الكهرباء .
<b>الاستنتاج :</b> تتناسب كمية الفضة المترسبة على الكاثود تناسبا طرديا مع كمية الكهرباء المارة في المحلول . وهو ما يحقق قانون فاراداي الأول .	

الصيغة الرياضية لقانون فاراداي الأول :

كمية الكهرباء (بالكولوم) = شدة التيار (بالأمبير)  $\times$  الزمن (بالثواني)





الشكل المقابل يمثل تحليل كهربى لمصهور كلوريد الصوديوم  
وضح ما هي المواد المتكونه عند كلا من الأنود والكاثود ؟

يتصاعد غاز الكلور	الأنود
يترسب الصوديوم لعدم وجود الماء	الكاثود

الإجابة :

### ملاحظات على التحليل الكهربى للمحاليل :

باستخدام أقطاب خاملة ( مثل : Pt , C )	باستخدام أقطاب نشطة من نفس نوع مادة الإلكتروليت
لا يحدث للأنود أكسدة فتظل كتلته ثابتة	يحدث للأنود أكسدة وتقل كتلته
كتلة الكاثود تزداد في حالة إذا كان جهد اختزال كاتيونات الإلكتروليت أكبر من جهد إختزال الماء ولكن اذا تصاعد غاز تظل كتلته ثابتة	كتلة الكاثود تزداد في حالة إذا كان جهد اختزال كاتيونات الإلكتروليت أكبر من جهد إختزال الماء ولكن اذا تصاعد غاز تظل كتلته ثابتة
لا يوجد نقص في كتلة الأنود	الزيادة في كتلة الكاثود تساوى النقص في كتلة الأنود
تركيز المحلول يقل	تركيز المحلول يظل ثابت
يقل لون المحلول إذا كان المحلول ملون	يظل لون المحلول ثابت إذا كان ملون

إذا كانت المادة لا فلز ثنائي الذرة :  
 القانون : كمية الكهرباء = شحنة الأيون (التكافؤ) × الفاراداي (F) × عدد ذرات الجزيئ  
 مثال : كمية الكهرباء اللازمة لتصاعد mol من الكلور =  $2F = 2 \times 1 \times 1$

حساب عدد مولات الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة

القانون : عدد مولات الإلكترونات = كمية الكهرباء بالفاراداي (F)  
 مثال : لتحويل مول من  $Mn^{+7}$  إلى مول  $Mn^{+5}$  يحتاج كمية من الكهرباء مقدارها  $5F$



حساب عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة

القانون : عدد الإلكترونات = كمية الكهرباء بالفاراداي X عدد أفوجادرو

مثال : إذا مر عدد  $3.01 \times 10^{23}$  إلكترون في محلول ما فهذا يعني أن :

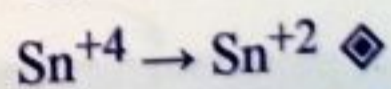
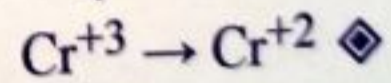
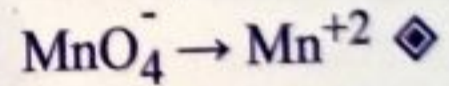
$$\therefore \text{عدد مولات الإلكترونات} = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ مول إلكترون}$$

$\therefore$  عدد مولات الإلكترونات = كمية الكهرباء بالفاراداي =  $0.5F$

Open book

مثال

كم فاراداي يلزم لإختزال مول واحد من



## إستنتاج العلاقة بين الفاراداي والكولوم :

( إستنتاج القانون العام  
للتحليل الكهربى )

من التجارب العملية وجد أن :

عند إمرار كمية من الكهرباء مقدارها كولوم واحد ( 1C ) في محلول نترات الفضة (  $AgNO_3$  ) فإنه يترسب عند الكاثود من الفضة :  $1.118 \times 10^{-3}g = 1.118mg$

وبالتالى يمكن إيجاد العلاقة بين الفاراداي والكولوم كالتالى :

∴ كولوم واحد ( 1C )  $\xrightarrow{\text{يرسب}}$  0.001118g من الفضة

$\xrightarrow{\text{يرسب}}$  X C من الفضة (الكتلة المكافئة الجرامية)

∴ كمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لترسيب كتلة مكافئة جرامية من الفضة =  $\frac{107.88}{0.001118} = 96500 C$

∴ كمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لترسيب كتلة مكافئة جرامية من الفضة = فاراداي واحد ( 1F )

$$\therefore 1 F = 96500 C$$

### نص القانون العام للتحليل الكهربى

عند مرور واحد فاراداي ( 96500C ) خلال إلكتروليت يؤدي إلى ترسيب أو ذوبان أو تصاعد كتله مكافئه جراميه من المادة عند أحد الأقطاب

الكتلة المترسبة ( المتصاعدة ) ( المستهلكة ) =  $\frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية} \times \text{كمية الكهرباء بالكولوم}}{96500}$

= كمية الكهرباء بالفاراداي  $\times$  الكتلة المكافئة الجرامية

## وحدات قياس كمية الكهرباء

### الفاراداي

هو كمية الكهرباء اللازمة لتحرير أو ذوبان أو تصاعد أو ترسيب المكافئ الجرامى لأى عنصر

### الكولوم

هو كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1.118mg من الفضة

حساب كمية الكهرباء بالفاراداي اللازمة لترسيب  $g \text{ atom}$

إذا كانت المادة فلز أحادي الذرة :

القانون : كمية الكهرباء = شحنة الأيون (التكافؤ)  $\times$  الفاراداي (F)

مثال : كمية الكهرباء اللازمة لترسيب  $g \text{ atom}$  من الفضة =  $1 \times 1 = 1F$   
كمية الكهرباء اللازمة لترسيب  $g \text{ atom}$  من الألومنيوم =  $1 \times 3 = 3F$

## الكتلة المكافئة الجرامية :

هي كتلة المادة التي لها القدرة علي فقد او اكتساب مول واحد من الالكترونات اثناء التفاعل الكيميائي

## الكتلة المكافئة الجرامية :

حساب الكتلة المكافئة الجرامية

الكتلة الذرية الجرامية للعنصر (g/atm)

الكتلة المكافئة الجرامية = عدد تأكسد أيون العنصر

تطبيق: حساب الكتلة المكافئة الجرامية لعدة عناصر مختلفة.

الكتلة المكافئة الجرامية	عدد تأكسد الأيون ( التكافؤ )	الكتلة الذرية الجرامية	العنصر
$9 = \frac{27}{3}$	3	27	Al
$32.5 = \frac{65}{2}$	2	65	Zn
$107.88 = \frac{107.88}{1}$	1	107.88	Ag

(استنتج) ... الكتلة المكافئة الجرامية للصدويوم تساوي كتلته الذرية بينما الماغنسيوم نصف كتلته الذرية ؟  لان تكافؤ الصوديوم أحادي بينما الماغنسيوم تكافؤه ثنائي .

## استنتاج تعريف الفاراداي :

- من القانون الأول لفاراداي : كمية الكهرباء (C)  $\propto$  كتلة المادة (العنصر) المتحررة (g)
- من القانون الثاني لفاراداي : الكتلة المكافئة الجرامية (g)  $\propto$  كتلة المادة (العنصر) المتحررة (g)
- يستنتج أن : كمية الكهرباء (C)  $\times$  الكتلة المكافئة الجرامية (g)  $\propto$  كتلة المادة (العنصر) المتحررة (g)
- بنزع علامة التناسب ووضع علامة يساوي ومقدار ثابت :
- بعمل الدائرة المغلقة يكون : كمية الكهرباء (C)  $\times$  الكتلة المكافئة الجرامية (g) = مقدار ثابت  $\times$  كتلة المادة (العنصر) المتحررة (g)
- عندما يكون : كتلة المادة المتحررة = الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر  $\times$  مقدار ثابت
- قيمة المقدار الثابت = كمية الكهرباء المستخدمة بالكولوم .
- وأطلق على هذا المقدار الثابت اسم الفاراداي تكريما للعالم فاراداي .

## الفاراداي :

هو كمية الكهرباء اللازمة لتحرير أو ذوبان أو تصاعد أو ترسيب المكافئ الجرامى لأى عنصر



(استنتج) ... يهتم العلماء اهتماما كبيرا بالتحليل الكهربى ؟

لأنه يستخدم في العديد من المجالات مثل : الطلاء بالكهرباء - إستخلاص الألومنيوم - تنقية النحاس

### أولا : الطلاء بالكهرباء

#### الطلاء بالكهرباء:

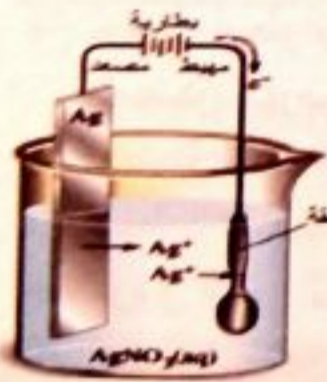
عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر لحمايته من التآكل أو لأكسابه مظهرا لامعا

#### أهمية عملية الطلاء بالكهرباء

- حماية المواد المختلفة من التآكل وإكسابها شكلا أفضل .
- رفع القيمة الاقتصادية لبعض الفلزات الرخيصة بعد طلائها بالكروم أو الفضة أو الذهب .
- مثل :
- \* طلاء بعض اجزاء السيارات المصنوعة من الصلب تطلّى كهربيا بطبقة من الكروم .
- \* طلاء بعض الادوات الصحية مثل الصنابير تطلّى كهربيا بالكروم او الذهب .

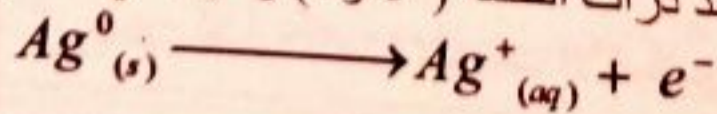
#### خطوات الطلاء الكهربى لمعلقة بطبقة من الفضة .

الأنود ( القطب الموجب )	الإلكتروليت	الكاثود ( القطب السالب )
لوح من الفضة أو المادة المراد الطلاء بها	محلول نترات الفضة (AgNO <sub>3</sub> ) أو محلول للمادة المراد الطلاء بها	الشوكة المراد طلائها أو إبريق معدنى أو ملعقة أو مفتاح



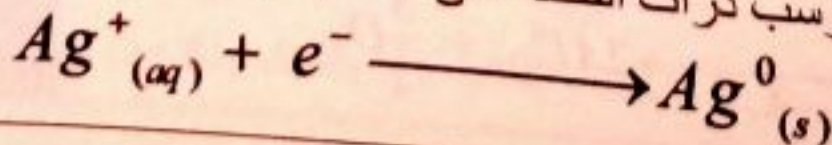
- ينظف سطح المعلقة جيدا .
- يوصل لوح من الفضة النقية بالقطب الموجب للبطارية لعمل كأنود
- بينما توصل المعلقة بالقطب السالب للبطارية لتعمل ككاثود .
- يغمر كلا من الأنود والكاثود في محلول مائى من نترات الفضة (الإلكتروليت)
- أي ان لابد ان يحتوى الإلكتروليت على أيونات من الماده المراد الطلاء بها
- عند مرور التيار الكهربى يحدث الأتى :

تتأكسد ذرات الفضة ( الأنود ) وتذوب في المحلول :



عند الأنود

يتم إختزال أيونات الفضة الموجودة في المحلول الإلكتروليتى عند الكاثود (سطح المعلقة) فتترسب ذرات الفضة على سطحها فتزداد كتلتها وكذلك سمكها .



عند الكاثود

أمير تيار كهربى شدته 0.5A في محلول نيترات أحد العناصر لمدة ساعتين وكانت كتلة الكاثود قبل مرور التيار 80.4g وبعد مرور التيار أصبحت كتلته 84.42g احسب  
أ) المكافئ الجرامى للعنصر .  
ب) الكتلة الذرية الجرامية إذا كان العنصر أحادي التكافؤ.



**إختار** ترسب 0.2g نحاس بالتحليل الكهربى لمحلول يحتوي على كاتيونات النحاس باستخدام تيار شدته 10A خلال 20min فإذا أعيدت عملية التحليل الكهربى مرة أخرى باستخدام تيار شدته 5A لمدة نصف ساعة فان وزن النحاس المترسب في هذه الحالة :  
أ) يساوى 0.2g    ب) يزيد عن 0.2g    ج) يقل عن 0.2g    د) لا توجد إجابة صحيحة

الكيمياء الكهربائية

خطوات حساب حجم المادة الصلبة والغاز باستخدام قوانين فاراداي :

المادة الصلبة	المادة الغاز
<p><b>حساب كتلة المادة المترسبة :</b>                      الكتلة المترسبة = <math>\frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية} \times \text{كمية الكهرباء بالكولوم}}{96500}</math></p>	<p><b>حساب الكتلة المتصاعدة :</b>                      الكتلة المتصاعدة = <math>\frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية} \times \text{كمية الكهرباء بالكولوم}}{96500}</math></p>
<p>حجم المادة الصلبة = <math>\frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الكثافة}}</math></p>	<p>عدد مولات الغاز = <math>\frac{\text{الكتلة المتصاعدة}}{\text{الكتلة المولية}}</math></p>
<p>السك = <math>\frac{\text{حجم المادة الصلبة}}{\text{المساحة}}</math></p>	<p>حجم الغاز باللتر = عدد المولات <math>\times 22.4</math></p>

**مثال 1** احسب كتلة كل من الذهب والكلور الناتجة عند إمرار كمية من الكهرباء مقدارها 10000C في محلول مائي من كلوريد الذهب III ( Au = 196.98 , Cl = 35.5 )

**مثال 2** احسب الزمن اللازم لترسيب 2.16g من الفضة عند إمرار تيار كهربى شدته 32A في محلول من AgNO<sub>3</sub>

**مثال 3** احسب عدد مولات الألومنيوم الناتجة من التحليل الكهربى لمصهور الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته 9.65A لمدة 5 min ( Al = 27 )

### لاحظ أن :

- المواد المترسبة أسفل الأنود على هيئة ذرات تكون أعلى في جهد الإحتراس من
- المواد المتواجده في المحلول على هيئة أيونات تكون أعلى في جهد الأكسدة من النحاس
- الكتلة المترسبة على الكاثود أقل قليلا من الكتلة المستهلكة من الأنود لوجود الشوائب

**(استنتاج) .. النحاس الذي درجة نقاؤه 99% لا يفضل في صناعة الأسلاك الكهربائية ؟**

لأن وجود شوائب الحديد والخرصين والفضة والذهب تقلل من توصيله للتيار الكهربى وكذلك من جودته .

**(استنتاج) ... تستخدم عملية التحليل الكهربى للنحاس الذى درجة نقاؤه 99% ؟**

لتنقيته من شوائب الحديد والخرصين والفضة والذهب وإستخدامه في صناعة الأسلاك الكهربائية

### أهمية عملية تنقية النحاس

- \* الحصول على نحاس بدرجة نقاء عالية تصل إلى 99.95 %
  - \* إمكانية فصل بعض المعادن النفيسة مثل ( الفضة - الذهب ) التي توجد مع النحاس غير النقى كشوائب .. استنتاج ؟
- لأنها لا تتأكسد وتتساقط في قاع الخلية أسفل الأنود وذلك لصعوبه اكسدتها بالنسبه للنحاس .

**(استنتاج) ... لا تترسب ذرات الخارصين والحديد على كاثود خلية تنقية فلز النحاس ؟**

وذلك لصعوبه اختزالها بالنسبه لأيونات النحاس لصغر جهود اختزالها مقارنة بجهد اختزال أيونات النحاس

### مثال 1

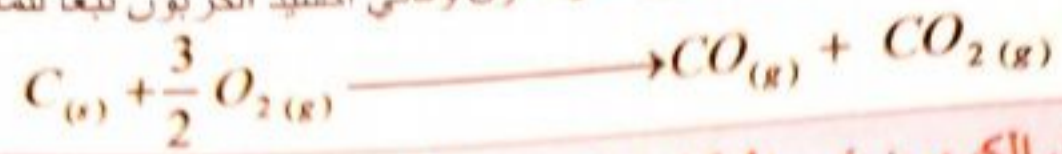
عند طلاء ملعقة كتلتها 30g بطبقة من الفضة أمر تيار كهربى شدته 10A احسب كتلة الملعقة بعد نصف ساعة  
( Ag = 108 )

### مثال 2

أمر تيار كهربى شدته 18A لمدة ساعة في محلول كبريتات النيكل II لطلاء وجهى رقيقة من معدن رخيص مربعة الشكل طول ضلعها 4cm احسب سمك طبقة الطلاء علما بأن كثافة النيكل  $8.9g/cm^3$   
( Ni = 58.5 )

(استنتاج) .. يلزم تغيير أسطوانات الجرافيت في خلية التحليل الكهربى للبوكسيت من وقت لآخر ؟

لأن الأكسجين المتصاعد يتفاعل مع أقطاب الكربون مكونا أول وثاني أكسيد الكربون تبعا للمعادلة :



(استنتاج) .. يرش مسحوق الكربون في خلية إستخلاص الألومنيوم ؟

لأن الأكسجين المتصاعد يتفاعل مع مسحوق الكربون مكونا أول وثاني أكسيد الكربون فيمنع تآكل الأقطاب .

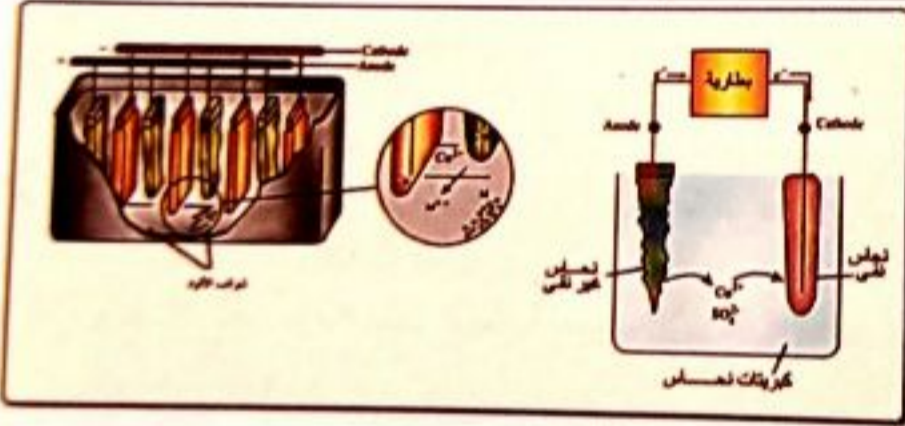
(استنتاج) .. أهمية إنخفاض كثافة المنصهر الذى يستخلص منه فلز الألومنيوم ؟

حتى يسهل من فصل الألومنيوم المنصهر والذى يكون راسبا في قاع الخلية .

### ثالثا : تنقية المعادن ( النحاس )

#### خطوات عملية تنقية النحاس من الشوائب

الكاثود ( القطب السالب )	الإلكتروليت	الأنود ( القطب الموجب )
رقائق من النحاس النقى	محلول مائى من $CuSO_4$	لوح من النحاس غير النقى



- يوصل فلز النحاس غير النقى بالقطب الموجب للمصدر ليعمل كأنود .
- يوصل رقائق من النحاس النقى بالقطب السالب للمصدر ليعمل ككاثود .
- عند مرور التيار الكهربى يحدث الأتى :

$CuSO_4(aq) \longrightarrow Cu^{+2}(aq) + SO_4^{-2}(aq)$	الإلكتروليت
تحدث عملية أكسدة لذرات النحاس ( الأنود ) :	عند الأنود
$Cu^0(s) \longrightarrow Cu^{+2}(aq) + 2e^-$	
تحدث عملية إختزال لأيونات النحاس وتترسب على رقائق النحاس النقية :	عند الكاثود
$Cu^{+2}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu^0(s)$	
بعضها يتأكسد مثل ( الخارصين والحديد ) ويذوب في المحلول :	التفاعلات التى تحدث
$Zn^0(s) \longrightarrow Zn^{+2}(aq) + 2e^-$ $Fe^0(s) \longrightarrow Fe^{+2}(aq) + 2e^-$	
بعضها الآخر مثل ( الفضة والذهب ) لا يتأكسد ولكنه يترسب أسفل الأنود .	

## ثانياً : إستخلاص الألومنيوم

يستخلص الألومنيوم كهربياً من خام البوكسيت ( $Al_2O_3$ ) الذائب في مصهور الكريوليت ( $Na_3AlF_6$ ) المحتوي على قليل من الفلوروسبار ( $CaF_2$ )

### إستخلاص الألومنيوم :

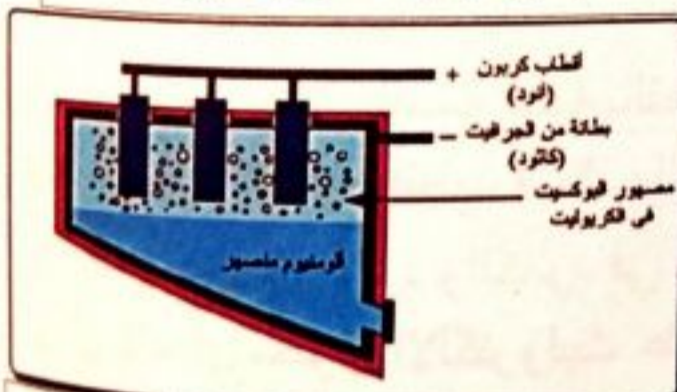
الفلوروسبار	الكريوليت	البوكسيت	الصيغة
$CaF_2$	$Na_3AlF_6$	$Al_2O_3$	
مادة صهارة لخفض درجة الإنصهار من $2045^{\circ}C$ إلى $950^{\circ}C$	مذيب للبوكسيت	يستخلص منه الألومنيوم	الأهمية
	مخلوط من أملاح فلوريدات (الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم)	-----	البديل

➤ (استنتاج) ... يستخدم بدلاً من الكريوليت خليط من أملاح فلوريدات الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم حديثاً ؟

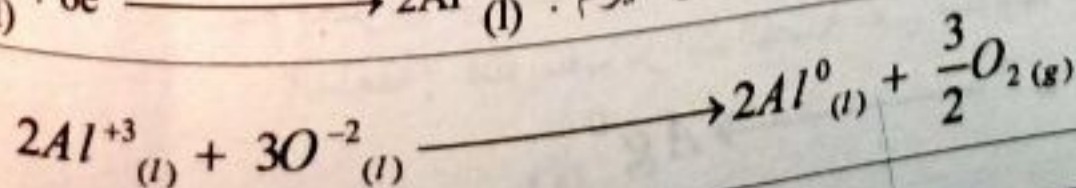
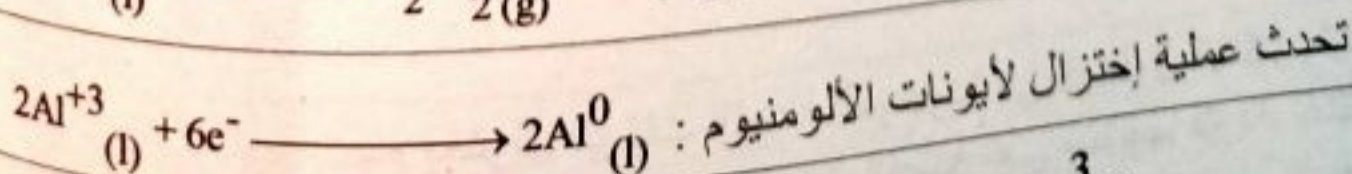
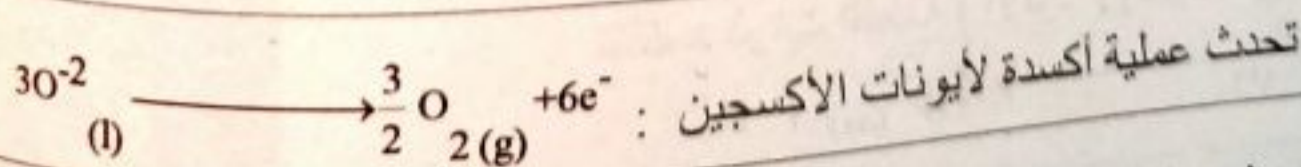
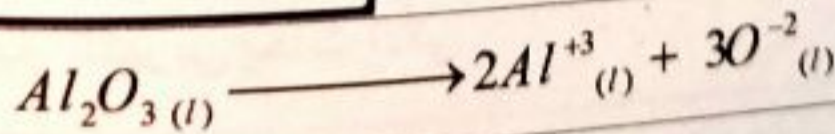
☐ لأن هذا الخليط يكون مع البوكسيت مصهوراً يتميز بإنخفاض درجة انصهاره وإنخفاض كثافته مما يسهل فصل الألومنيوم المنصهر والذي يكون في قاع الخلية .

### خطوات إستخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت

الكاثود ( القطب السالب )	الإلكتروليت	الأنود ( القطب الموجب )
عبارة عن حوض من الحديد المبطن من الداخل بالجرافيت	مصهور البوكسيت في الكريوليت	عبارة عن سيقان من الكربون (الجرافيت) المتصلة مع بعضها



☐ توصل أسطوانات من الجرافيت (الكربون) بالقطب الموجب لمصدر كهربى لتعمل كأنود .  
☐ يوصل الجرافيت المبطن لجسم الخلية المصنوع من الحديد بالقطب السالب للمصدر الكهربى ليعمل ككاثود .  
عند مرور التيار الكهربى يحدث الأتى :



الإلكتروليت

عند الأنود

عند الكاثود

التفاعل الكلى

- أيزومر لسيانات الأمونيوم
- أول مركب عضوي حضر في تاريخ الكيمياء العضوية
- مركب عضوي يوجد في بول الثدييات
- ناتج تسخين المحلول المائي لكوريد الأمونيوم وسيانات الفضة

لاحظ أن :

- \* عند تحضير اليوريا معمليا في وجود الضوء تتلون الأنبوبة باللون البنفسجي نتيجة لوجود  $AgCl$
- \* عند إضافة محلول النشادر إلى محتويات الأنبوبة في نهاية التفاعل يزول الراسب المتكون .
- \* تمكن فوهلر من تحضير أحد مكونات البول وليس جميع المكونات .

النتائج المترتبة على تجربة فوهلر :

- ◀ إنتعاش الاقتصاد في مجالات مختلفة.
- ◀ أمكن التمييز بين المركبات عن طريق التركيب الجزيئي .
- ◀ تسمية المركبات العضوية تبعا للتركيب الجزيئي وليس المصدر .
- ◀ زاد عدد المركبات العضوية .

(استنتج) .. أصبحت المادة العضوية تعرف على أساس البنية التركيبية وليس على أساس مصدرها ؟

لأن المركبات العضوية التي حضرت في المختبرات لا تتكون إطلاقا داخل خلايا الكائنات الحية .

س : قارن بين الكيمياء العضوية والكيمياء الغير عضوية؟

الكيمياء الغير عضوية	الكيمياء العضوية
هو العلم الذي يهتم بدراسة باقي العناصر المعروفة ومركباتها.	هو العلم الذي يهتم بدراسة مركبات عنصر الكربون (باستثناء أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات والبيكربونات والسيانيد والسيانات والثيوسيانات والكربيدات).
نصف مليون تقريبا	يتعدى عشر ملايين مركب
1	20
النسبة	النسبة

عنصر ١١٧

١- ترتبط مع بعضها ( احادية - ثنائية - ثلاثية )  
 $C \equiv C = C - C$   
 - مكونة لاسلسلة كربونية  
 - سلسلة البرهان  
 مستقيمة ادمتصرعة  
 ٣- تكون حلقات متجانسة غير متجانسة

علل : بسبب قدرة ذرات الكربون مع بعضها ومع غيرها بطرق متنوعة

كيمياء الكربون

## الكيمياء العضوية

دراسة علم الكربون

**مقدمة:** لاحظ العلماء قديماً أنه تتكون مركبات كيميائية داخل أعضاء الكائنات الحية أطلقوا عليها المركبات العضوية  
 وسمى فرع الكيمياء الذي يعتنى بدراسة هذه المركبات بـ (الكيمياء العضوية).  
 وقد حاول العلماء تخليق هذه المركبات معملياً ولكن لم يتمكنوا من ذلك (أى فشلوا فى بداية الأمر)

## دور العالم برزيليوس فى علم الكيمياء

## العالم برزيليوس

## نظرية القوى الحيوية

تتكون المركبات العضوية داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضيرها فى المختبرات

Sata Almas

## قسم المركبات

## مركبات غير عضوية

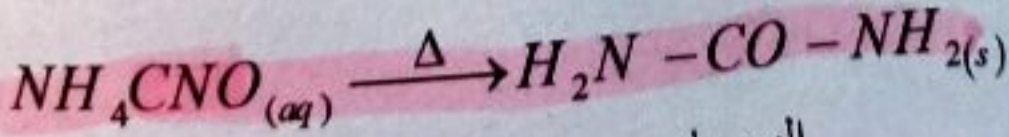
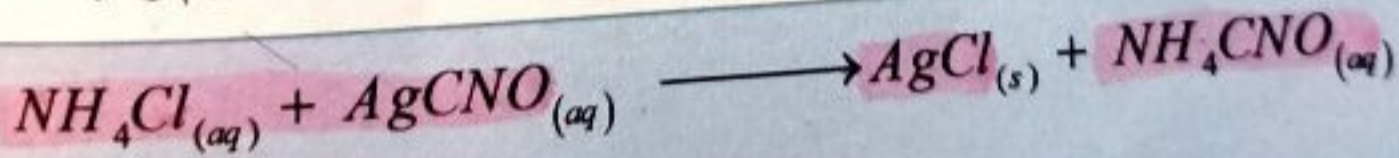
تأتى من مصادر معدنية من الأرض

## مركبات عضوية

تستخلص من أصل نباتى أو حيوانى ( مفهوم خاطئ )

## تجربة فوهرل وتحطيم نظرية القوى الحيوية

فى عام (1828) استطاع العالم الألماني فوهرل من تحطيم نظرية القوى الحيوية (استنتج) حيث تمكن العالم فوهرل من تحضير اليوريا (البولينا) (مركب عضوى يوجد فى بول الثدييات) فى المختبر بتسخين المحلول المائى لمركبين غير عضويين هما كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة.



سيانات الأمونيوم

اليوريا

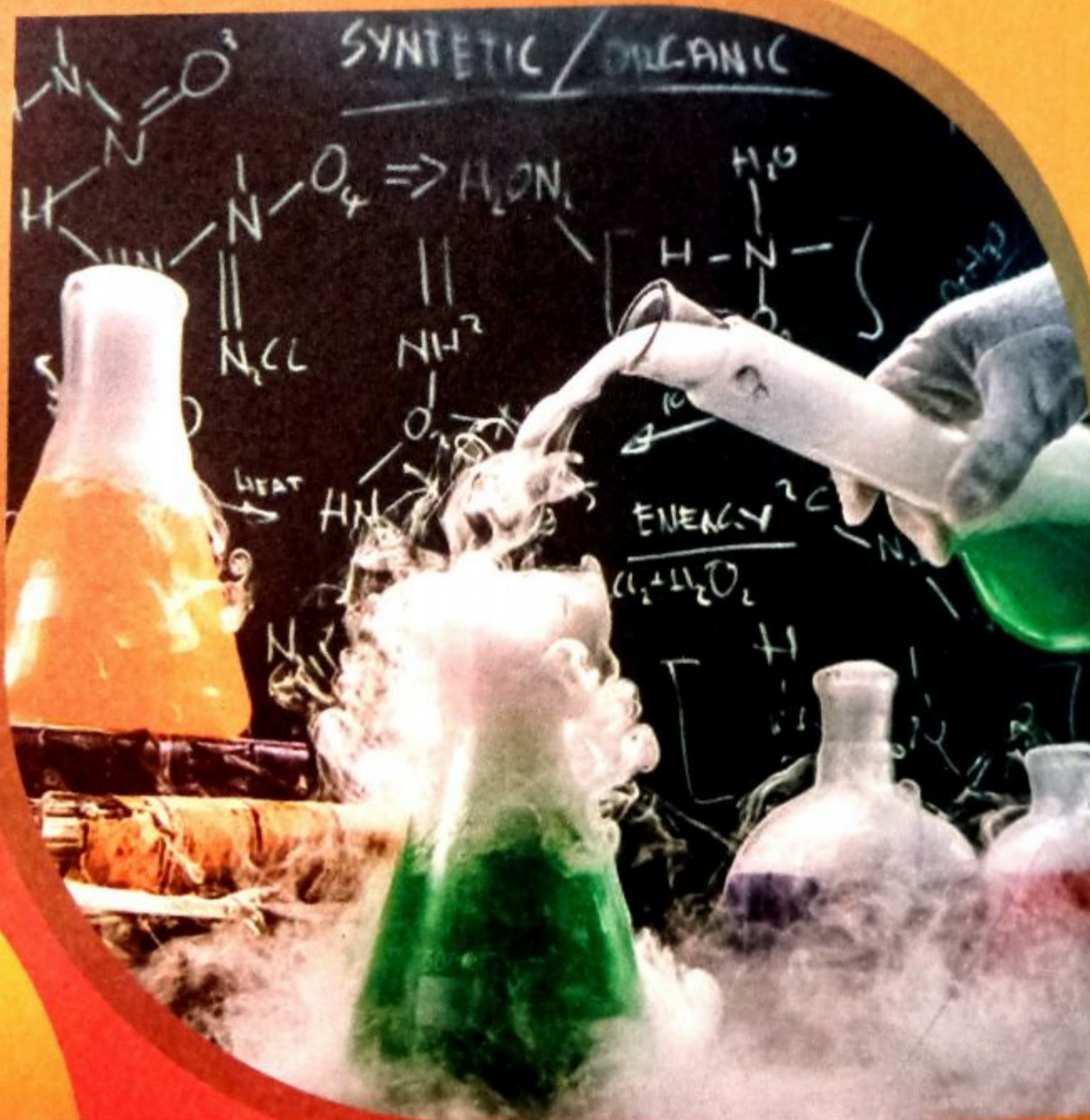
لاحظان:

\* درجة الحرارة تعمل على إعادة ترتيب الذرات .

وكانت هذه البداية التى انطلق منها العلماء ليملنوا الدنيا بمركباتهم العضوية فى شتى مناحى الحياة من منظفات وعقاقير و أصباغ و أسمدة ومبيدات حشرية ..... الخ .



# الباب الخامس



## الكيمياء العضوية

الجزء الأول

نجد أن الفرق بين المركبات العضوية والمركبات غير العضوية يتضح من

### المركبات غير العضوية

### المركبات العضوية

### وجه المقارنة

وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
التركيب الكيميائي	يدخل في تركيبها عنصر الكربون كعنصر أساسي	لا يشترط احتوائها على الكربون كعنصر أساسي
أنواع الروابط	روابط تساهمية	روابط أيونية غالباً وأخرى تساهمية
درجة الإنصهار	منخفضة نسبياً	عالية نسبياً
درجة الغليان	منخفضة نسبياً	عالية نسبياً
الذوبان في الماء	غالباً معظمها لا تذوب في الماء وإنما تذوب في المذيبات العضوية	غالباً معظمها تذوب في الماء
القدرة على توصيل التيار الكهربائي	عادة محاليلها أو مصاهيرها لا توصل التيار الكهربائي لعدم قدرتها على التأين	معظم محاليلها ومصاهيرها توصل التيار الكهربائي لقدرتها على التأين
سرعة التفاعلات	بطيئة نسبياً لأنها تتم بين جزيئات	سريعة نسبياً لأنها تتم بين أيونات
القابلية للاشتعال	قابلة للاشتعال وينتج من اشتعالها دائماً $H_2O$ ، $CO_2$ بصفة أساسية	غير قابلة للاشتعال غالباً
الرائحة	معظمها لها رائحة مميزة غالباً	معظمها عديمة الرائحة
البلمرة	تتميز كثير من مركباتها بخاصية البلمرة	لا توجد خاصية البلمرة في مركباتها
المشابهة الجزيئية	تنتشر فيها خاصية المشابهة الجزيئية	لا يوجد بها خاصية المشابهة الجزيئية غالباً
سرعة التبخير	سريعة التبخير (سهولة التطاير) غالباً	لا تتبخر بسرعة غالباً

### كيف نميز عملياً بين محلول ملح الطعام والكحول الإيثيلي؟



محلول مادة عضوية



محلول مادة غير عضوية

عن طريق التوصيل للتيار الكهربائي:

التميز	الكحول الإيثيلي	محلول ملح الطعام
لا يوصل التيار الكهربائي	لا يوصل التيار الكهربائي	يوصل التيار الكهربائي
إضاءة المصباح لا يضيئ المصباح	إضاءة المصباح لا يضيئ المصباح	يضيئ المصباح
السبب	لأنه مادة لا إلكتروليتيكية	لأنه مادة إلكتروليتيكية

جدول يوضح المقارنة بين المركبات الحلقية المتجانسة والغير متجانسة

الحلقية الغير متجانسة	الحلقية المتجانسة	التعريف
هي المركبات التي يحتوى ركن من أركانها على عنصر غير الكربون	هي المركبات التي تحتوى جميع أركان حلقاتها على ذرات الكربون فقط	
<p>حلقة غير متجانسة</p>	<p>حلقة متجانسة</p>	مثال

// متماثلة

لمتساوية

لاحظ أن :

- \* أقل عدد من ذرات الكربون لتكوين شكل حلقى هو 3 ذرات كربون ويكون على شكل مثلث .
- \* ترتبط الذرات فى المركب العضوى مع بعضها بروابط تساهمية وعدد الروابط التساهمية حول الذرة تبين تكافؤها .
- \* كل عنصر يدخل فى تركيب المركب العضوى له تكافؤ محدد وثابت .

العنصر	الكربون	النيتروجين	الأكسجين	الهالوجينات	الهيدروجين
التكافؤ	رباعى	ثلاثى	ثنائى	أحادى	أحادى

توضح وجه المقارنة بين خواص المركبات العضوية والغير عضوية

تجربة عملية

نحضر بعض

- المواد العضوية الصلبة ( مثل : شمع البرافين والنفثالين )
- المواد العضوية السائلة ( مثل : الكحول الإيثيلى والأسيتون والجلسرين )
- بعض المواد غير العضوية الصلبة ( مثل : ملح الطعام وكبريتات النحاس ) والسائلة ( مثل : الماء ) .

نقارن بين المواد العضوية وغير العضوية من حيث :

النوبان - درجة الإنصهار - درجة الغليان - القابلية للاشتعال - الرائحة - التوصيل الكهربى .

استنتاج.. النسبة بين عدد المركبات العضوية إلى عدد المركبات الغير العضوية هي 20 : 1 تقريبا؟

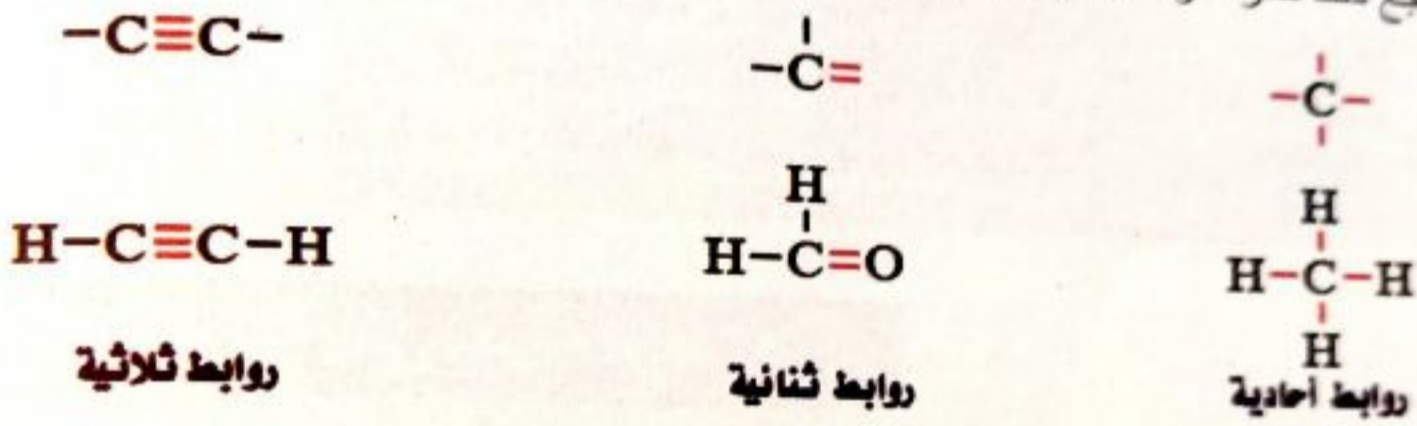
لأن عدد المركبات العضوية يتعدى العشر ملايين مركب بينما عدد المركبات غير العضوية لا يتعدى نصف مليون

استنتاج.. جميع المركبات العضوية تحتوي على عنصر الكربون وليس أي مركب يحتوي على عنصر الكربون يكون عضوي

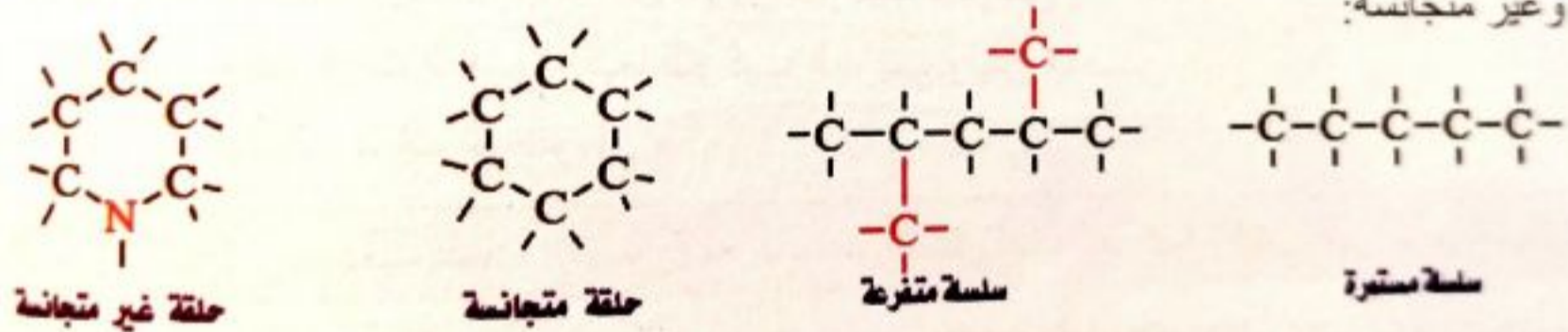
لأنه توجد مركبات تحتوي على عنصر الكربون ولكنها ليست مركبات عضوية مثل أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات

### س : أذكر أسباب وفرة المركبات العضوية ؟

يرجع ذلك لوفرة ذرات الكربون للإرتباط مع نفسها أو مع غيرها بروابط مختلفة :



كذلك ترتبط ذرات الكربون بطرق مختلفة على هيئة سلاسل مستمرة أو متفرعة أو حلقات متجانسة وغير متجانسة:



### جدول يوضح المقارنة بين السلاسل المستمرة والسلاسل المتفرعة

السلاسل المتفرعة	السلاسل المستمرة	
طريقة ترتبط فيها ذرة الكربون الوسطية في المركب العضوي بأكثر من ذرتين كربون في سلسلة مفتوحة	طريقة ترتبط فيها ذرة الكربون الوسطية في المركب العضوي بذرتين كربون كحد أقصى في سلسلة مفتوحة	التعريف
		مثال
سلسلة متفرعة	سلسلة مستمرة	

## الكيمياء العضوية

نماذج جزيء الميثان

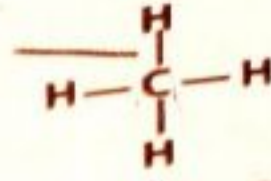


النموذج الفراغي



نموذج الكرة والمصا

رابطة تساهمية  
أحادية



الصيغة البنائية

CH<sub>4</sub>

الصيغة الجزيئية

## المشابهة الجزيئية (التشكل أو الأيزومريزم)

### المشابهة الجزيئية :

هي ظاهرة اشتراك أكثر من مركب عضوي في صيغة جزيئية واحدة واختلافهما في الصيغة البنائية مما يؤدي إلى اختلاف الخواص الفيزيائية والكيميائية

### أوجه الإتفاق بين أيزومرات المركب الواحد :

- ◇ الصيغة الأولية للمركب .
- ◇ الصيغة الجزيئية .
- ◇ عدد الذرات الكلية في المركب .
- ◇ الكتلة المولية .

### أوجه الإختلاف بين أيزومرات المركب الواحد :

تغير ترتيب الذرات

- ◀ الصيغة البنائية للمركب .
- ◀ الخواص الفيزيائية (درجة الإنصهار والغليان) .
- ◀ الخواص الكيميائية لكل مركب .
- ◀ عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متصلة في تشكل السلسلة .

### تطبيق (1)

مركب الكحول الإيثيلي وإيثير ثنائي الميثيل أيزومران لأن لهما نفس الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان في الصيغة البنائية وبالتالي يختلفان في الخواص الفيزيائية والكيميائية كما يتضح من الجدول

الكحول الإيثيني	إيثير ثنائي الميثيل	اسم المركب
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	الصيغة الجزيئية
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	الصيغة البنائية
-117.3°C	-138°C	درجة الأنصهار
78.4°C	-29.5°C	درجة الغليان
يحل محل هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل.	لا يتفاعل	التفاعل مع الفلزات

لاحظ ان : \* الكحول الإيثيلي (سائل) أعلى من الإيثير (غاز) في درجتي الإنصهار والغليان

## طرق تمثيل الصيغ البنائية للمركبات العضوية

للتوضيح فقط

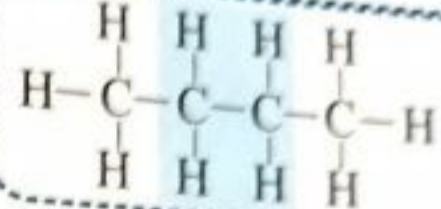
## الصيغة المكثفة

يتم فيها تجميع الوحدات المتكررة مع بعضها مع حذف الروابط في بعض الأحيان



## صيغة كيكولي

هي صيغة تعطي صورة مفصلة لكل الذرات والروابط في الجزيء



(استنتاج) .. لا تكفي الصيغة الجزيئية للتعبير عن المركب العضوي؟

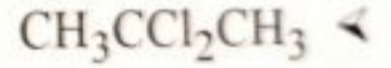
لأن الصيغة الجزيئية الواحدة قد تعبر عن أكثر من مركب عضوي ويعرف ذلك بالمشابهة الجزيئية .  
لا يستدل منها على طريقة ارتباط الذرات مع بعضها .

(استنتاج) .. الصيغة البنائية لا تعبر عن الشكل الصحيح للجزيء في الفراغ؟

لأنها تظهر الجزيء كما لو كان مسطحا بينما هو في الواقع جزيء مجسم تتجه ذراته في الأبعاد الفراغية الثلاثة  
ولتوضيح الشكل الصحيح للجزيء يجب استخدام ما يسمى بالنماذج الجزيئية

## تدريب للتفكير

حول الصيغ البنائية المكثفة التالية إلى صيغ بنائية توضح فيها الروابط التساهمية :



## النماذج الجزيئية

## النماذج الجزيئية :

هي نماذج توضح الشكل الصحيح للجزيء وهي أنواع عديدة منها النموذج الذي يستخدم كرات من البلاستيك والذي تمثل فيه ذرات كل عنصر بلون معين وحجم معين .

## أنواع النماذج الجزيئية

للتوضيح فقط

## الكرات والعصى

هو نموذج يظهر مواضع الذرات والروابط الكيميائية حولها حيث الروابط تمثل بكرات والروابط بقضبان ( عصا )

## النموذج الفراغي

هو نموذج يظهر فيه أقطار الكرات تناسباً مع أقطار الذرات والمسافة بين الكرات هي المسافة بين أنوية الذرات

## كيف نميز عمليا بين ملح الطعام والنفثالين؟

عن طريق الذوبان :

النفثالين		ملح الطعام
الذوبان في الماء	لا يذوب في الماء	
الذوبان في البنزين	لا يذوب في البنزين	

◀ (استنتاج) .. لا يمكن التمييز بين المركب العضوي وغير العضوي عن طريق الكشف عن الكربون؟  
لأنه توجد مركبات تحتوي على عنصر الكربون ولكنها ليست مركبات عضوية مثل أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات

◀ (استنتاج) .. لا يمكن التمييز بين المركب العضوي وغير العضوي عن طريق الكشف عن الهيدروجين؟  
لوجود بعض المركبات الغير العضوية التي تحتوي على عنصر الهيدروجين وهناك مركبات عضوية لا تحتوي على هيدروجين مثل  $CCl_4$ ,  $CF_4$ ,  $CCl_2F_2$

## صيغ التعبير عن المركبات العضوية

**الصيغة الجزيئية :** هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب ولا تبين طريقة ارتباطها معاً في الجزيء .

**الصيغة البنائية :** هي صيغة تبين نوع وعدد الذرات لكل عنصر في المركب وطريقة ارتباطها مع بعضها بالروابط التساهمية وتكافؤ كل عنصر .

الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية
$CH_4O$	$\begin{array}{c} H \\   \\ H-C-O-H \\   \\ H \end{array}$
$C_2H_4Cl_2$	$\begin{array}{c} H \quad H \\   \quad   \\ Cl-C-C-Cl \\   \quad   \\ H \quad H \end{array}$
$C_2H_2$	$H-C \equiv C-H$
$C_2H_4$	$\begin{array}{c} H \quad H \\   \quad   \\ C=C \\   \quad   \\ H \quad H \end{array}$

الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركب

(استنتج) .. يستخدم أكسيد النحاس الأسود عند الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركب العضوي . ( دور أكسيد النحاس في الكشف ..... )

لأنه يعمل كعامل مؤكسد يؤكسد الكربون والهيدروجين إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وبالتالي يسهل الكشف عنهما .

(استنتج) .. يستخدم كبريتات النحاس اللامائية البيضاء في الكشف عن وجود الماء؟

لأنها عند وجود الماء تتحول إلى اللون الأزرق .

لاحظ أن :

- \* تزداد كتلة كبريتات النحاس اللامائية في نهاية التجربة .. استنتج ؟
- نتيجة لإمتصاص الماء وتحولها إلى كبريتات النحاس المائية حيث تزداد كتلتها بمقدار الماء الممتص
- \* تزداد كتلة هيدروكسيد الكالسيوم ( ماء الجير ) في نهاية التجربة .. استنتج ؟
- نتيجة لإمتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون وتكون  $CaCO_3$
- \* لا يمكن إستبدال  $CuO$  بمادة  $Fe_2O_3$  .. استنتج ؟
- لأن أكسيد النحاس الأسود عامل مؤكسد قوى .
- \* لا يمكن إستبدال ماء الجير بهيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد بوتاسيوم .. استنتج ؟
- لأنه لا يحدث تعكير لتكون كربونات صوديوم أو البوتاسيوم التي تذوب في الماء ( يظل المحلول صافى ) فلا يتم الكشف عن  $CO_2$  وبالتالي لن يتم الكشف عن الكربون .
- \* الراسب الأحمر الطوبى المتكون في نهاية التجربة هو النحاس مع ملاحظه ان كتلة  $CuO$  تقل .

ما هي الفكرة التي تقوم عليها تجربة الكشف عن الكربون والهيدروجين ؟

- ◇ أكسدة الكربون والهيدروجين في المادة العضوية بأكسيد النحاس الأسود .
- ◇ أكسيد النحاس الأسود يقوم بدور العامل المؤكسد .
- ◇ يقوم كلا من الكربون والهيدروجين بدور العامل المختزل .

(استنتج) .. يكتب الهيدروجين في هذه التفاعلات على هيئة  $H$  وليس على هيئة  $H_2$  ؟

لأنه يوجد في المركب العضوي على هيئة ذرات مفردة وليس جزيئات .

(استنتج) .. للسداة أهمية كبيرة في جهاز التجربة ؟

لأنها تمنع تسرب أى جزء من الغازات الناتجة ولا تتفاعل مع هذه الغازات





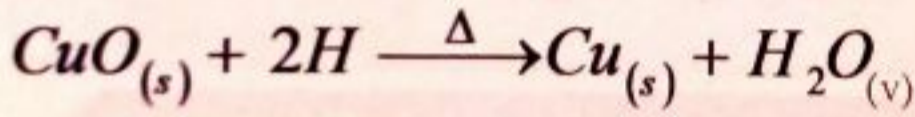
الكشف عن الكربون والهيدروجين في المادة العضوية .

الجهاز المستخدم : كما بالرسم



- الخطوات :
- نسخن المركب العضوي مثل قطعة من ( قماش - جلد - ورق - بلاستيك ) مع أكسيد النحاس الأسود (CuO) تسخين شديد في أنبوبة اختبار تتحمل الحرارة .
  - نمرر الغازات الناتجة على كل من مسحوق كبريتات النحاس اللامائية البيضاء ثم على ماء الجير الرائق.

- المشاهدات :
- يتحول لون كبريتات النحاس إلى اللون الأزرق ( تزداد كتلتها ) دليل على امتصاص الماء الناتج من تفاعل أكسيد النحاس مع هيدروجين المادة العضوية.



- يتعكر ماء الجير ( تزداد كتلته ) بسبب تكون (CO<sub>2</sub>) من تفاعل أكسيد النحاس مع الكربون
- $$2CuO_{(s)} + C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$$

- الاستنتاج :
- المادة العضوية تحتوي على عنصرى الكربون والهيدروجين ولكن كما ذكرنا سابقا ان هناك مركبات عضويه لا تحتوي على هيدروجين مثل CCl<sub>4</sub>.

- نوع التفاعلات :
- تفاعلات أكسدة وإختزال .

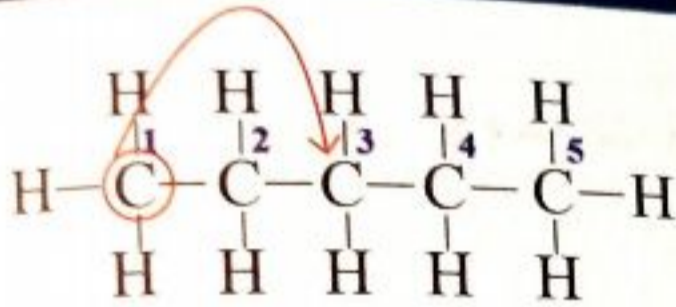
(استنتاج) .. الإيثانول وإثير ثنائي الميثيل متشاكلين جزئيين ؟

لأنهما يشتركان في صيغة جزيئية واحدة وهي  $C_2H_6O$  ولكنهما يختلفان في الصيغ البنيائية والخواص الكيميائية والفيزيائية.

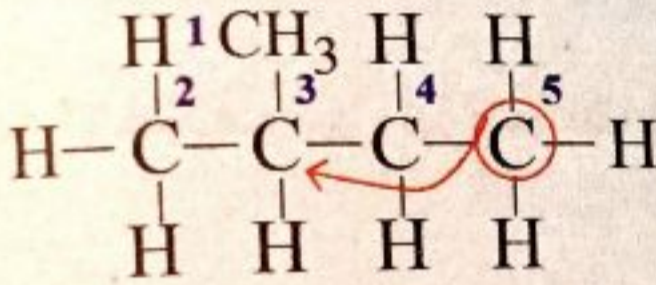
## تطبيق (٢)

ارسم الأيزومرات المحتملة للمركب الذي صيغته الجزيئية  $C_5H_{12}$

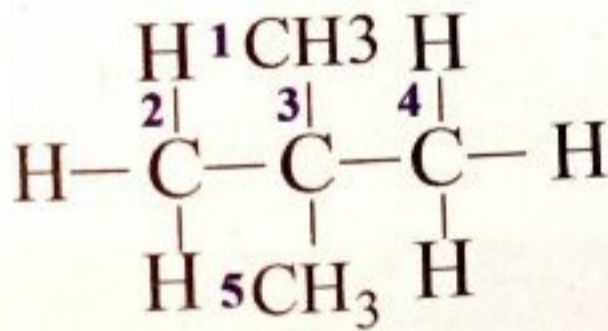
### الحل



**فكرة الحل**  
يرسم أولاً سلسلة مستقيمة من ذرات الكربون الخمسة ثم تضاف ذرات الهيدروجين إليها بحيث يحاط كل ذرة كربون بأربعة روابط تساهمية أحادية



تنتقل ذرة الكربون رقم (1) لتضاف إلى ذرة الكربون رقم (3) بحيث تكون أطول سلسلة كربونية تتكون من أربع ذرات كربون ثم تضاف ذرات الهيدروجين كما سبق



تنتقل ذرة الكربون رقم (5) لتضاف إلى ذرة الكربون رقم (3) لتصبح أطول سلسلة مستمره ثلاث ذرات كربون ثم تضاف ذرات الهيدروجين كما سبق

**س : كيف نميز عملياً بين الكحول الإيثيلي والإثير ثنائي الميثيل؟**

نضيف إلى كل منهما قطعة من الصوديوم وتقريب شظية مشتعلة :

- إذا تصاعد غاز الهيدروجين الذي يشتعل بفرقة يكون كحول إيثيلي .
- إذا لم يحدث تفاعل يكون إثير ثنائي الميثيل .

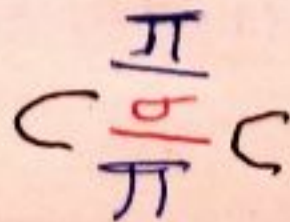
الألكانات هي رسم الأيزوموريزم ليسالها إلا أنه  
يسحب من السلسلة والوضع في المنتصف  
قصاوط من النها

الدرس الثاني

## أولاً: الألكانات ( البارافينات )

التعريف	هي هيدروكربونات أليفاتية مشبعة جميع روابطها أحادية سيجما قوية صعبة الكسر.
الروابط	جميع روابطها أحادية سيجما قوية يصعب كسرها إلا تحت ظروف خاصة <b>استنتج؟</b> لأنها قصيرة وتنتج من تداخل الأوربيتالات بالرأس .
النشاط	الألكانات خامله كيميائيا نسبيا (مشبعة) <b>استنتج؟</b> لأن جميع روابطها أحادية سيجما قوية يصعب كسرها إلا تحت ظروف خاصة
المصدر	توجد بكميات كبيرة في النفط الخام وتفصل عن بعضها بعملية التقطير التجزيئي.
الصيغة العامة	$C_nH_{2n+2}$ حيث أن n هو عدد ذرات الكربون في المركب .
التسمية الشائعة	تسمى البارافينات <b>استنتج؟</b> ◇ نسبة إلى شمع البرافين ( ألكان صلب ) .
التسمية	يشتق أسماء افراد السلسلة من ارقام ذرات الكربون في الجزئ مضاف اليه المقطع ( ان )
أول أفرادها	غاز الميثان ( $CH_4$ ) وهو أبسط الهيدروكربونات على الإطلاق
الإستخدام	◇ تستخدم كوقود. ◇ كمواد أولية لتحضير العديد من المركبات العضوية .

سيجما : تعبر عن أي روابط أحادية "تتعلق به تداخل"  
الأربيتالات بالرأس"  
باي : تعبر عن أي روابط غير أحادية



**لاحظ أن :**  
 الصيغة  $C_nH_{2n}$  تشمل ( الألكينات - الألكانات الحلقية ) مع العلم ان  $C_2H_4$  الكين فقط لان ايسط  
 الكان حلقى يتكون من 3 ذرات كربون.  
 الهيدروكربونات تحتوى على كربون وهيدروجين فقط ولكن مشتقات الهيدروكربونات تحتوى على  
 كربون وهيدروجين وعناصر أخرى .

**لاحظ أن :** \* عند كتابة اسم المركب العضوى فإن النصف الأول من الاسم يعبر عن عدد ذرات الكربون في المركب العضوى كما يلى :

المقطع	ميث	إيث	بروب	بيوت	بنت	هكس	هبت	أوكت	نوند	ديك
عدد ذرات الكربون	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$	$C_{10}$

**الروابط بين ذرات الكربون قد تكون أحادية أو ثنائية أو ثلاثية وهذه الروابط :**

- الأحادية :** تكون سيجما قوية صعبة الكسر ويكون المركب مشبع .
- الثنائية :** تكون إحداها سيجما والأخرى باى ضعيفة سهلة الكسر ويكون المركب غير مشبع .
- الثلاثية :** تكون إحداها سيجما والرابطتان الأخرتان باى ضعيفة ويكون المركب غير مشبع .

**السلسلة المتجانسة:** مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزينى عام وتشارك فى الخواص الكيميائية وتتدرج فى الخواص الفيزيائية

◀ (استنتج) .. تعتبر الألكانات والألكينات والألكينات من السلاسل المتجانسة ؟

◻ لأنها يجمعها قانون جزينى عام وتشارك فى الخواص الكيميائية وتتدرج فى الخواص الفيزيائية.

**قوانين حساب عدد الروابط سيجما للهيدروكربونات المفتوحة السلسله :**

- ◻ عدد الروابط سيجما بين ذرات الكربون = عدد ذرات الكربون - 1
- ◻ عدد الروابط سيجما بين ذرات الكربون والهيدروجين = عدد ذرات الهيدروجين
- ◻ عدد الروابط سيجما بين ذرات الهيدروكربون = (عدد ذرات الكربون + عدد ذرات الهيدروجين) - 1

**قوانين حساب عدد الروابط سيجما فى هيدروكربون حلقى غير متفرع :**

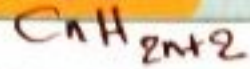
- ◻ لو حلقه واحده سواء اليقاتيه او اروماتيه = عدد ذرات الكربون + عدد ذرات الهيدروجين
- ◻ لو حلقين متصلين معا = (عدد ذرات الكربون + عدد ذرات الهيدروجين) + 1 مثل النفثالين وثنائى الفينيل
- ◻ لو 3 حلقات متصلين معا = (عدد ذرات الكربون + عدد ذرات الهيدروجين) + 2 مثل الانثرائين

**قوانين حساب عدد الروابط باى فى هيدروكربون اروماتى غير متفرع :**

- ◻ لو عدد ذرات الكربون زوجى : تكون عدد الروابط باى نصف عدد ذرات الكربون
- ◻ لو عدد ذرات الكربون فردى : تكون عدد الروابط باى = (عدد ذرات الكربون - 1) / 2

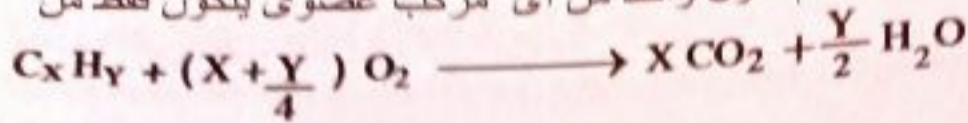
# أقوجاذزو

يعرف الألكان بثلاثة طرق ← وجود مقطع آ في الاسم  
 ← الصيغة العامة الكيمياء العضوية



لاحظ أن :

الصيغة البنائية كل روابطه أحادية



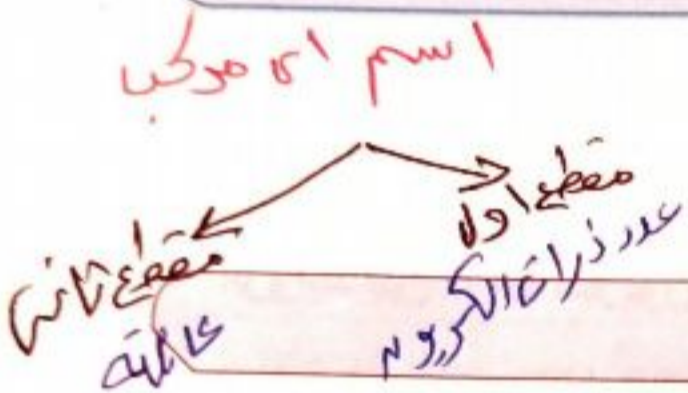
وبناء على ذلك يكون :

عدد مولات جزيئات  $CO_2$  = عدد مولات ذرات الكربون في المول الواحد من المركب .

عدد مولات جزيئات  $H_2O = \frac{1}{2}$  عدد مولات ذرات الهيدروجين في المول الواحد من المركب .

- 1 ميثان
- 2 إيثان
- 3 بروبان
- 4 بيوتان
- 5 بنتان
- 6 هكسان
- 7 هبتان
- 8 أوكتان
- 9 نونان
- 10 ديكان

## أولاً: الهيدروكربونات



(استنتاج) .. كان من الضروري تصنيف المركبات العضوية ؟

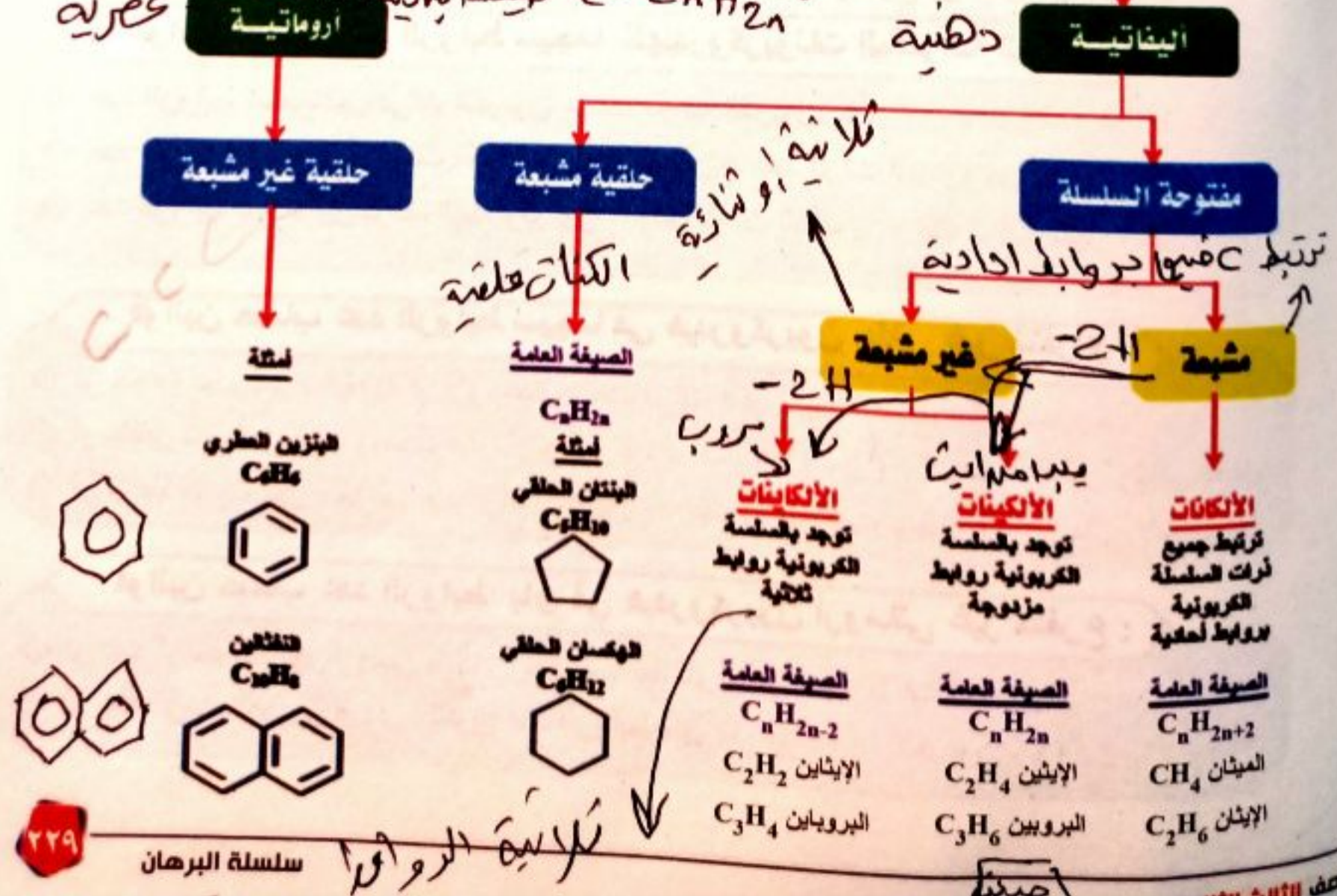
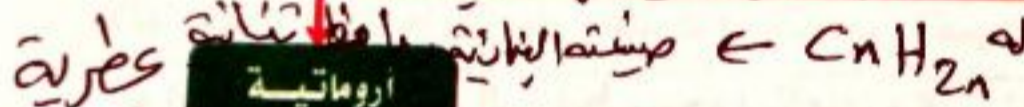
نتيجة لكثرة المركبات العضوية وتنوعها فكان من الضروري تصنيفها حتى يسهل دراستها

## الهيدروكربونات :

هي مركبات عضوية تحتوي على عنصرى الكربون والهيدروجين فقط.

### الهيدروكربونات

الألكان يعرف بثلاثة طرق ← مقطع الميثان اسمها تسمية ← الصيغة العامة



يبيّن الجدول التالي أسماء بعض مجموعات الألكيل :

أمثلة	شق الألكيل R - (C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> )	الألكان R - H (C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> )
كلوريد الميثيل CH <sub>3</sub> Cl	ميثيل -CH <sub>3</sub>	ميثان CH <sub>4</sub>
بروميد الإيثيل C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	إيثيل -C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	إيثان C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
يوريد البروبيل C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> I	بروبيل -C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	بروبان C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
فلوريد البيوتيل C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> F	بيوتيل -C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	بيوتان C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>

### تسمية الألكانات

التسمية الشائعة :

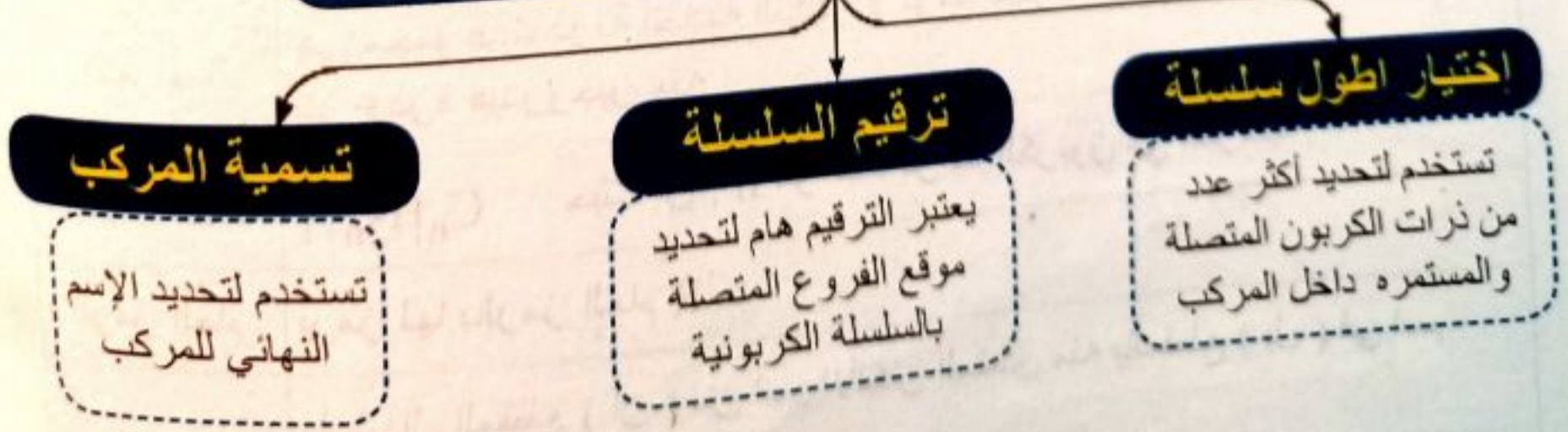
تشير غالبا إلى المصدر التي استخلص منه المركب . وقد استخدمها الكيميائيون القدماء لتسمية المركبات العضوية القليلة التي كانوا يعرفونها في ذلك الوقت .

التسمية حسب نظام الأيوباك IUBAC :: :

### نظام الأيوباك :

هو نظام وضعه علماء الكيمياء البحتة التطبيقية في تسمية المركبات العضوية تبعا لأطول سلسلة كربونية حيث يمكن كل من يقرءه أو يكتبه التعرف الدقيق على بناء المركب

### خطوات تسمية الألكانات حسب نظام الأيوباك



## لاحظ أن :

- \* الألكانات سلسلة متجانسة .
- \* كل مركب يزيد عن الذي يسبقه في الصيغة الكيميائية بمجموعة ميثلين أو ميثين (-CH<sub>2</sub>-) .
- \* كل مركب يزيد عن الذي يسبقه في الكتلة المولية بـ 14g/mol ( الكتلة المولية لمجموعة CH<sub>2</sub> )

## مثال 1

- الكان X كتلة المولية 198g/mol :
- < ما الكتلة المولية للمركب Y الذي يليه في نفس السلسلة .
  - < إستنتج الصيغة الجزيئية للألكان X (C = 12 , H = 1)

## مثال 2

- < ما عدد ذرات الكربون وما نسبته في الألكان الذي يحتوى على 14 ذرة هيدروجين ؟
- (C = 12 , H = 1)

## مجموعة أو شق الألكيل (R)

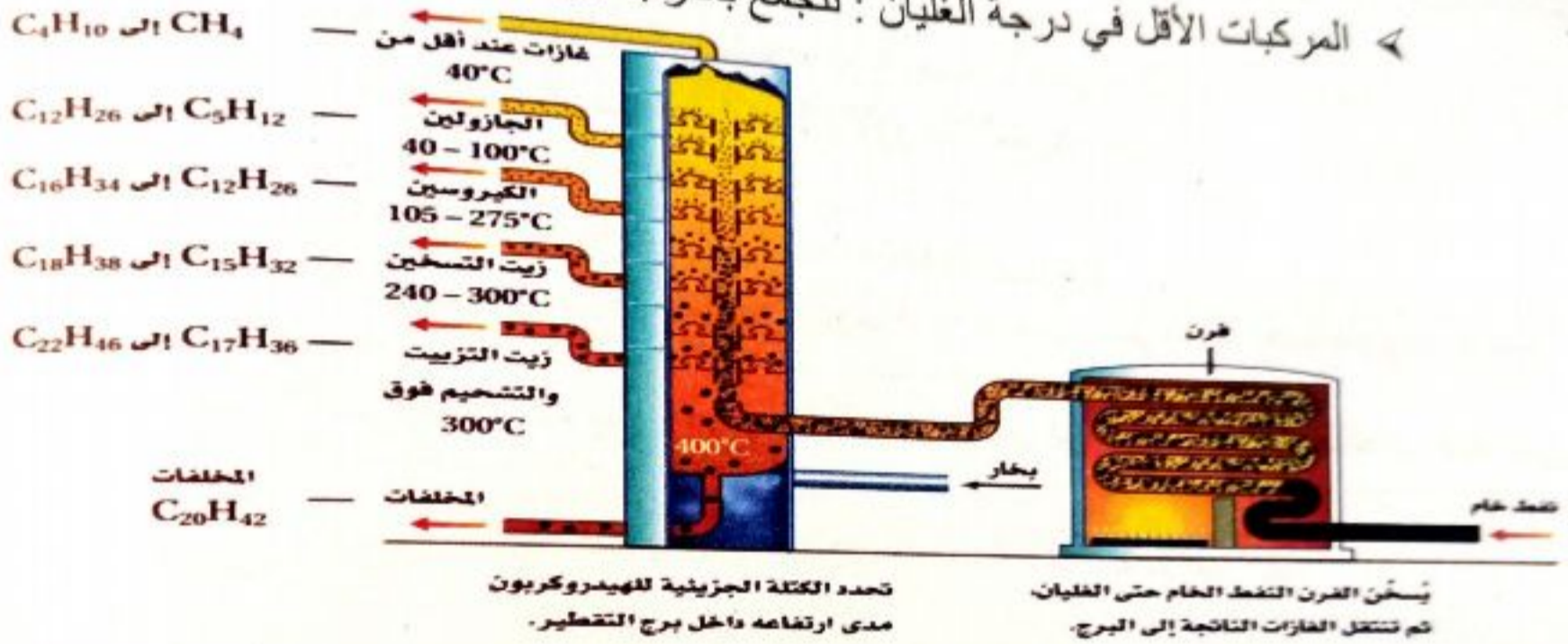
التعريف	هي مجموعات ذرية أحادية التكافؤ لا توجد منفردة تشتق من الألكان المقابل بنزع ذرة هيدروجين منه
الصيغة العامة	$C_nH_{2n+1}$ حيث أن n هو عدد ذرات الكربون في المركب .
الرمز العام	يرمز لها بالرمز العام R
التسمية	بأستبدال المقطع ( ان ) من اسم الألكان المشتق منه بالمقطع ( يل ) في اسم مجموعة الألكيل
أول أفرادها	مجموعة الميثيل (-CH <sub>3</sub> )

## التقطير التجزيئي :

التقطير التجزيئي : هي طريقة تستخدم لفصل الألكانات عن بعضها اعتمادا على الاختلاف في درجة الغليان . فصل الزيت هم عدة سوائل مختلفة في درجة الغليان

في عملية التقطير التجزيئي :

- المركبات الأعلى في درجة الغليان : تتجمع بالقرب من القاع .
- المركبات الأقل في درجة الغليان : تتجمع بالقرب من القمة .



يبين الجدول التالي أسماء وصيغ العشر مركبات الأولى في سلسلة الألكانات :

الاسم	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية	الكتلة المولية
ميثان	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	16
إيثان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30
بروبان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44
بيوتان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58
بنتان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72
هكسان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86
هبتان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100
أوكتان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114
نونان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	128
ديكان	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	142



أمثلة محلولة على تسمية الألكانات

②

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$$

2، 3 - ثنائي ميثيل بنتان

①

$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Br} \end{array}$$

2 - برومو بروبان

④

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

2 - كلورو - 4، 4 - ثنائي ميثيل هكسان

③

$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{Br} \end{array}$$

2 - برومو - 3 - ميثيل بيوتان

⑤

$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$$

3، 5 - ثنائي ميثيل هبتان (✓)

$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$$

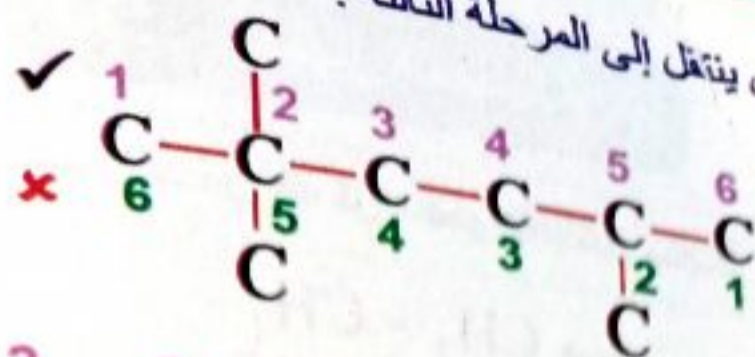
2، 4 - ثنائي إيثيل بنتان (✗)

**تدريب محلول :**

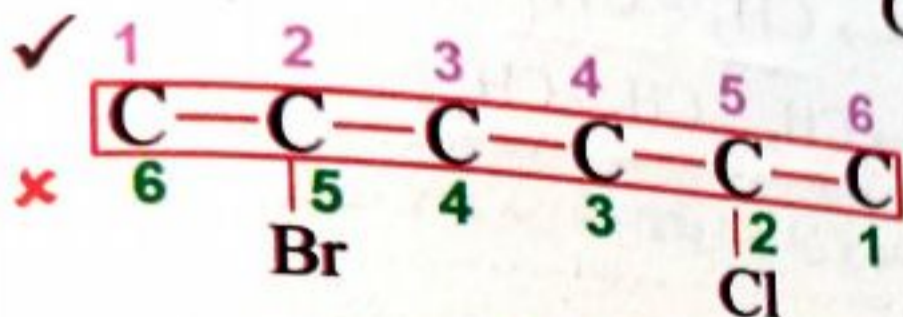
صوب الخطأ في تسمية المركبات التالية مع كتابة الاسم الصحيح بالأيوباك :

الإسم الغير صحيح	الصيغة البنائية	وجه الاعتراض على التسمية	الإسم الصحيح
1، 1 - ثنائي ميثيل بنتان	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	اختيار أطول سلسلة خطأ	2 - ميثيل هكسان
3 - ميثيل - 2 - بروبييل هكسان	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ 8 \quad 7 \quad 6 \quad 5 \quad 4 \quad 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	اختيار أطول سلسلة خطأ	4، 5 - ثنائي ميثيل أوكتان
3 - إيثيل - 4، 4 - ثنائي ميثيل بنتان	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ 5 \quad 4 \quad 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	لم يتم الترقيم من الطرف الأقرب للتفرع	3 - إيثيل - 2، 2 - ثنائي ميثيل بنتان

من الطرف الأكثر تفرع فإذا تساوى ينتقل إلى المرحلة الثالثة :



من الطرف الأقرب للتفرع الأول أبجدياً :



### ثالثاً: كتابة اسم المركب

يتم كتابة الاسم طبقاً للقاعدة التالية :

رقم التفرع + اسم التفرع + عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة + المقطع أن

عند تكرار نفس الذرة أو المجموعة الذرية يضاف إلى الاسم ما يلي :

- ◀ الأرقام الدالة على ذرات الكربون المتصلة بها في السلسلة المستمرة :
- ◀ البادئة الدالة على عدد مرات تكرارها والتي توضح من الجدول التالي :

عدد مرات التكرار	
مرتين	ثنائي
3 مرات	ثلاثي
4 مرات	رباعي

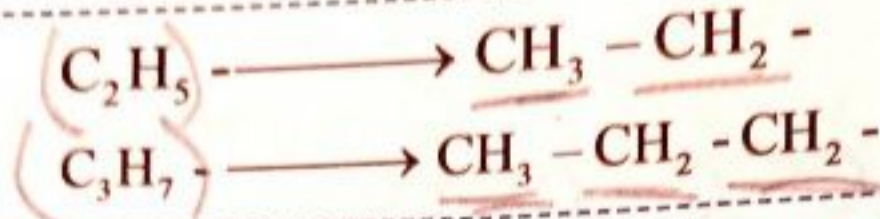
لا حظ أن : يتم الفصل بين :

- ◀ الرقم والرقم بفصله ( )
- ◀ الرقم والإسم بشرطة ( - )

الترتيب	اسم الذرة أو المجموعة الذرية ورمزها	الترتيب	اسم الذرة أو المجموعة الذرية ورمزها
1	أمينو Amino NH <sub>2</sub>	7	هيدروكسي Hydroxy OH
2	برومو Bromo Br	8	يودو Iodo I
3	بيوتيل Butyl C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> -	9	ميثيل Methyl CH <sub>3</sub> -
4	كلورو Chloro Cl	10	نيترو Nitro NO <sub>2</sub> -
5	إيثيل Ethyl C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	11	فينيل Phenyl C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -
6	فلورو Floro F	12	بروبيل propyl CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub>

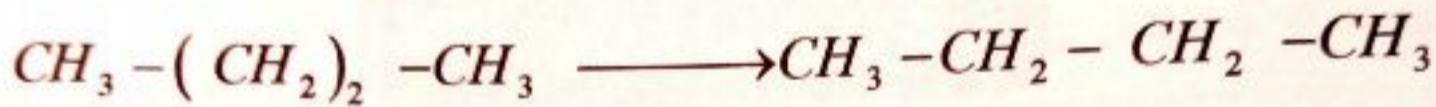
## أولاً: اختيار السلسلة

قبل اختيار أطول سلسلة لابد من فك كل مجموعة الكيل متصلة بالسلسلة كتفرع كما يلي :

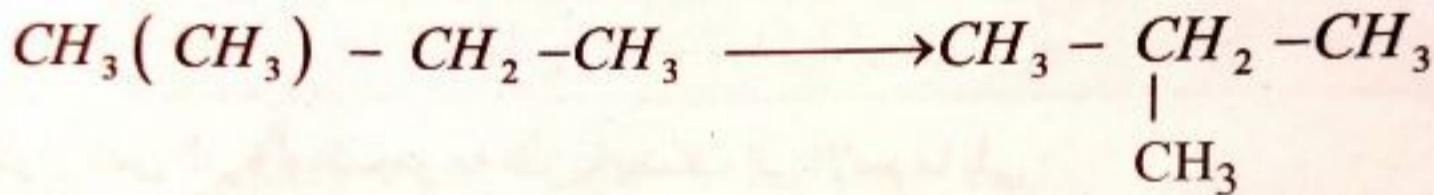


قبل اختيار أطول سلسلة لا بد من فك الاقواس ان وجدت او اظهار التفرعات:

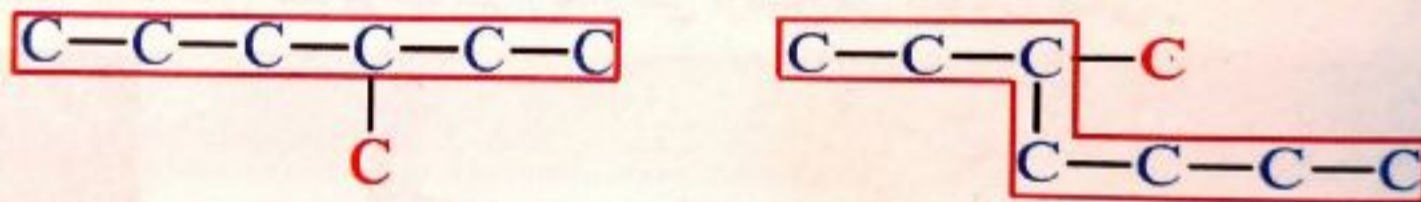
إذا كانت (  $\text{CH}_2-$  ) فإنها تفك داخل السلسلة .



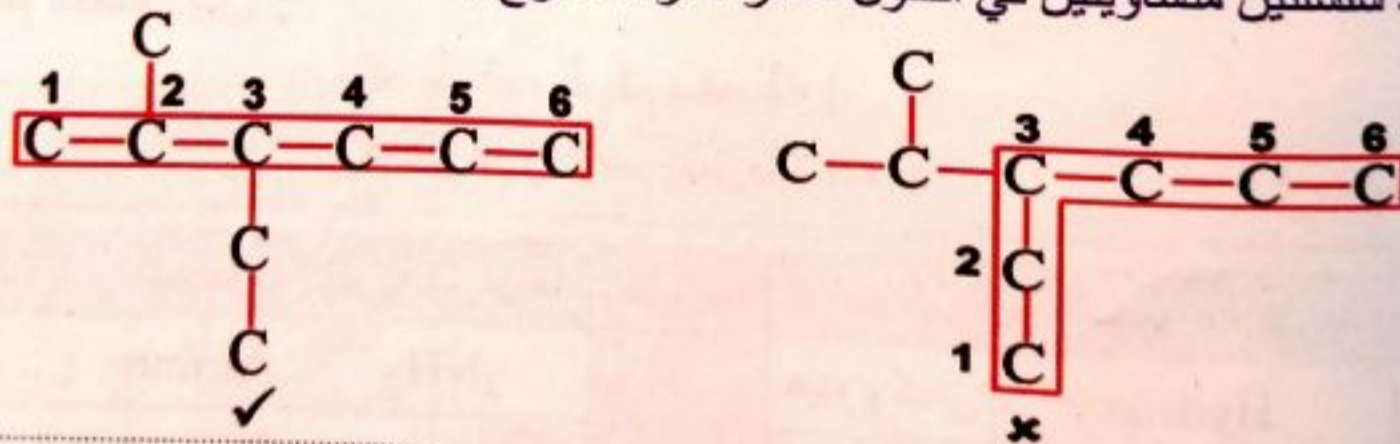
إذا كانت (  $\text{CH}_3-$  ) او اى مجموعه غير  $\text{CH}_2-$  بمفردها فإنها تفك كتفرع على السلسلة .



يتم اختيار أطول سلسلة كربونية سواء كانت متصلة او متفرعة ( الأكثر في عدد ذرات الكربون ) :



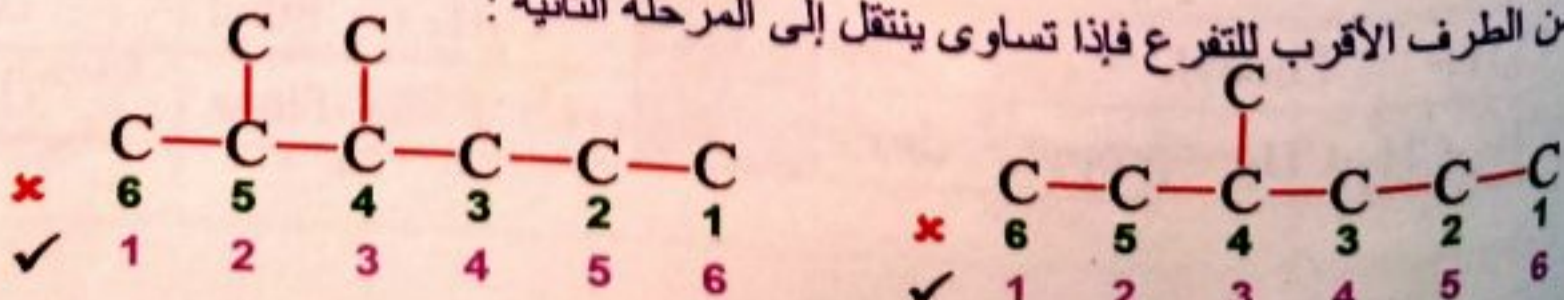
عند وجود سلسلتين متساويتين في الطول نختار أكثرهما تفرع :



في الترقيم : لا يتم الانتقال من مرحلة إلى أخرى إلا بعد التأكد من تحقيق المرحلة الأولى

## ثانياً: ترقيم أطول سلسلة

من الطرف الأقرب للتفرع فإذا تساوى ينتقل إلى المرحلة الثانية :



لاحظ أن :

- \* الجير الصودي : هو خليط من هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) و أكسيد الكالسيوم (الجير الحي).
- \* **استنتج ؟** لا يدخل في التفاعل ولكنه مادة صهارة ...
- \* **استنتج ؟** نور الجير الحي (CaO) : لا يدخل في التفاعل ولكنه مادة صهارة ...
- \* تعمل على خفض درجة انصهار الخليط كما أنه يمتص بخار الماء.
- \* من خلال الكتلة المولية للملح الصوديومي يمكن معرفة عدد ذرات الكربون (n) ومن ثم معرفة الصيغة الكيميائية للألكان .
- \* **بقى الألكان** المراد تحضيره عن الملح الصوديومي بمقدار ذرة كربون ... **استنتج ؟**
- \* لخروج ذرة الكربون على هيئة كربونات الصوديوم .

الخواص العامة للألكانات

أولاً: الخواص الفيزيائية

عدد ذرات الكربون	الحالة	أمثلة	الإستخدام
المركبات الأولى C <sub>1</sub> إلى C <sub>4</sub> ميثان , ايثان , بروبان , بيوتان 2- ميثيل بروبان	غازات 5 غازات	الميثان - خليط البروبان والبيوتان ( غاز البوتاجاز )	يستخدم كوقود
المركبات من C <sub>5</sub> إلى C <sub>17</sub>	سوائل	الجازولين - الكيروسين	
المركبات أكثر من C <sub>17</sub>	صلبة	شمع البارافين الشحوم	تغطية الفلزات تشبه: Cr - Zn

الألكانات لا تذوب في الماء... **استنتج ؟**

لأنها مركبات غير قطبية ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل : البنزين والإيثير ورابع كلوريد الكربون لذلك تستخدم في تغطية الفلزات لحمايتها من التآكل

كلما زاد عدد ذرات الكربون (الكتلة الجزيئية) للألكان زادت درجة غليانه وانصهاره.

كلما زاد عدد ذرات الكربون كلما زادت الكثافة واللزوجة

كلما زاد عدد ذرات الكربون كلما قل التطاير وزاد الثبات وقلت قابلية الإشتعال.

تزداد درجة الغليان والكثافة وقابلية الإشتعال من المركبات الصغيرة إلى الكبيرة بزيادة عدد ذرات الكربون

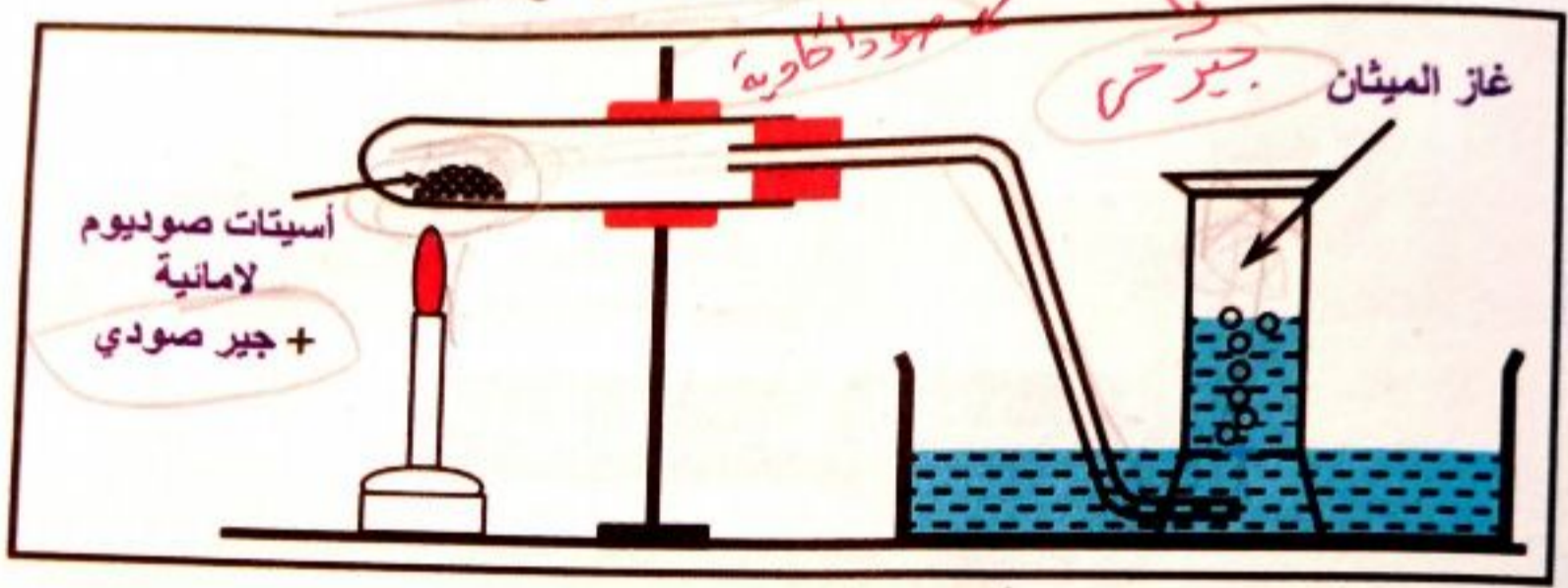
تحضير غاز الميثان في المعمل

بروبانوات هوديوم

تصغير الاملاح الصلبة

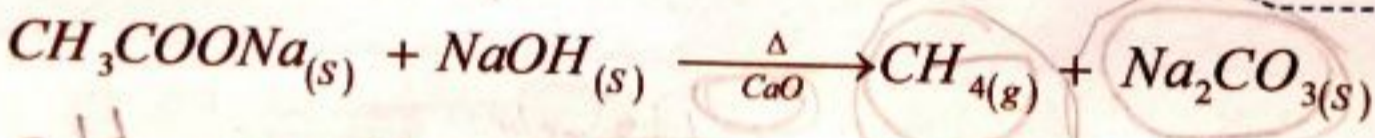
طريقة التحضير:

يحضر الميثان معملياً بالتقطير الجاف لملح أسيتات (خلات) الصوديوم الالمانية (CH<sub>3</sub>COONa) مع الجير الصودي (خليط من NaOH/CaO) باستخدام الجهاز الموضح بالشكل

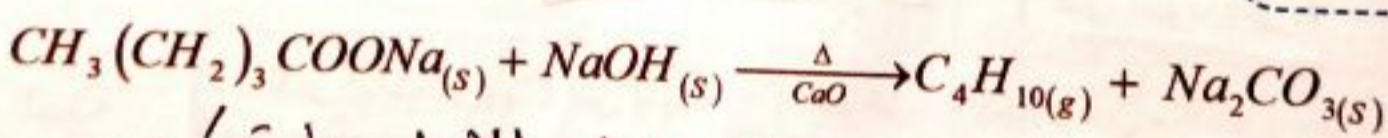


كربونات هوديوم

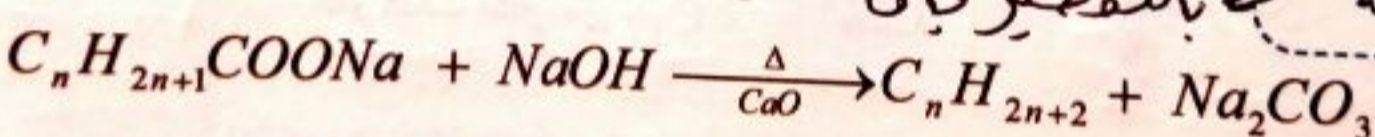
معادلة الميثان



معادلة البيوتان



المعادلة العامة



ما الذي يجب مراعاته عند إجراء تجربة تحضير الميثان :

- عند التقطير الجاف لأسيتات الصوديوم الالمانية يستخدم الجير الصودي ولا يستخدم هيدروكسيد الصوديوم .... استنتج ؟
- لأن الجير الصودي يحتوي على أكسيد الكالسيوم (CaO) الذي يعمل على خفض درجة انصهار الخليط.
- عند تحضير غاز الميثان في المعمل يجب التأكد من خلو أجهزة تحضيره من الهواء .... استنتج ؟
- لأن خليط الميثان مع الهواء يشتعل بفرقة .
- يجمع غاز الميثان بإزاحة الماء لأسفل ولا يجمع بإزاحة الهواء لأسفل .... استنتج ؟
- لأن الميثان أخف من الماء ولا ينوب فيه كما أن الميثان يتفاعل مع الهواء ويحترق فيه

لا نلها اقل كثافة من الماء

## الميثان

◇ هو أول مركب في سلسلة الألكانات .  
 ◇ أبسط المركبات العضوية على الإطلاق .... **استنتج ؟**  
 لأنه يحتوى على ذرة كربون واحدة و 4 ذرات هيدروجين فقط

التعريف

◇ يكون 90% من الغاز الطبيعي و يستخدم كوقود منزلى .  
 ◇ في مناجم الفحم التي قد تتعرض للانفجار .... **استنتج ؟**  
 ◇ نتيجة لأشعال غاز الميثان الموجود بها .  
 ◇ في المستنقعات لذا يسمى بـغاز المستنقعات .... **استنتج ؟**  
 لأنه يخرج على هيئة فقائيع من قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية .

وجوده  
(مصادر)

يعتبر مركب غير قطبي

القطبية

نواتج عملية التكسير غالباً تكون :

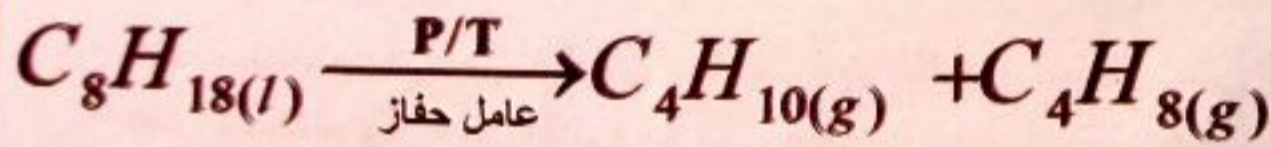
الكانات ذات سلسلة قصيرة: تستخدم كوقود للسيارات مثل : الجازولين الذي يحتاجه العالم باستمرار.  
الكينات ذات سلسلة قصيرة: تقوم عليها صناعات كيميائية كثيرة من أهمها صناعة البوليمرات

شروط إجراء تفاعل التكسير الحراري الحفزي :

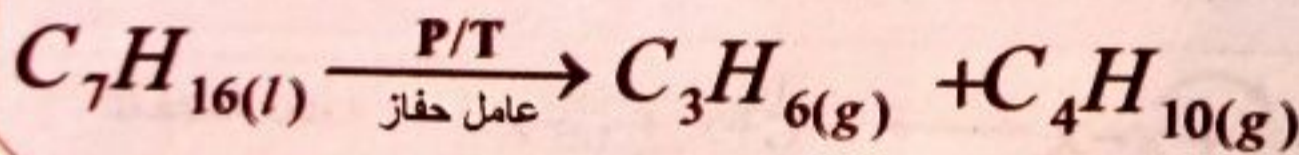
- ◇ ضغط عالي .
- ◇ درجة حرارة من  $500^{\circ}\text{C}$  إلى  $700^{\circ}\text{C}$  .
- ◇ عامل حفاز غالباً يكون أكسيد الألومنيوم III ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .

ما الذي يلاحظ إنخفاضاً و ارتفاعاً بعد عملية التكسير :

◇ نقص عدد ذرات الكربون وبالتالي نقص درجة الإنصهار والغليان واللزوجة وارتفاع التطاير .



معادلة التكسير



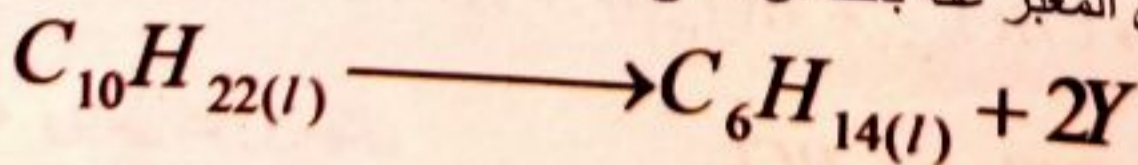
مثال آخر

◇ (استنتاج) .. تفاعل التكسير عبارة عن تفاعل ماص للحرارة ؟

◇ لإمتصاص الطاقة في كسر الروابط بين جزيئات الألكانات الأكبر في ذرات الكربون .

### Example

في تفاعل التكسير الحراري الحفزي المعبر عنه بالتفاعل التالي :



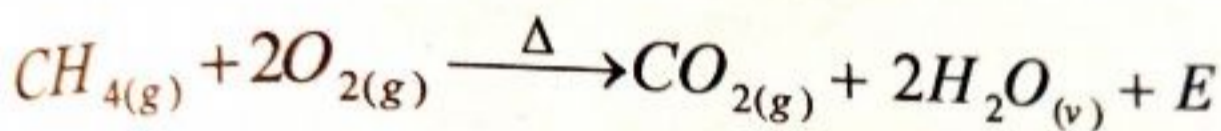
استنتاج الصيغة الجزيئية للنواتج Y وإلى أي نوع من الهيدروكربونات ينتمي ؟

(استنتج) ... تعتبر الألكانات خاملة نسبياً ( قليلة النشاط الكيميائي جداً ) ؟ (تشبه في تفاعلاتها الغازات الخاملة)

لأن جميع روابطها من النوع سيجما القوية صعبة الكسر في الظروف العادية  
لا تتأثر الألكانات بالعوامل المؤكسدة العادية مثل محلول برمنجنات البوتاسيوم أو ثنائي كرومات البوتاسيوم  
المحمضة بحمض الكبريتيك المركز

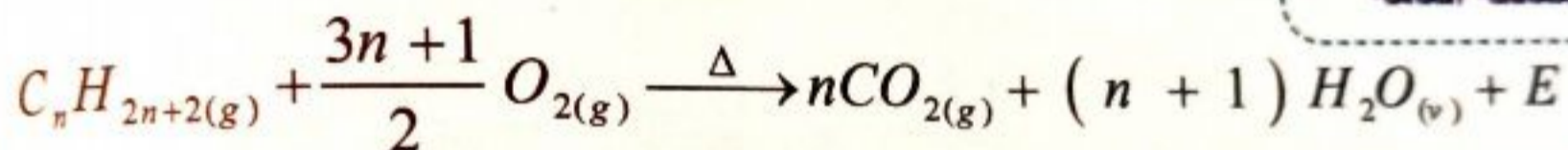
### تفاعلات الإحترق ( أكسدة الألكانات بالأكسجين )

تحترق الألكانات في الهواء ويتكون ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء وهي تفاعلات طاردة للحرارة حيث ينطلق كمية كبيرة من الحرارة لذا تستخدم كوقود .



معادلة الإحترق

المعادلة العامة



(استنتج) .. تستخدم الألكانات كوقود ؟

لأنها تحترق من خلال تفاعل طارد للحرارة .

لاحظ أن :

في معادلة إحترق مول من الألكان يزيد عدد مولات بخار الماء الناتج عن عدد مولات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 1

### التكسير الحراري الحفزي للألكانات :

التعريف

هي عملية تجرى أثناء تكرير البترول وذلك لتحويل المنتجات البترولية طويلة السلسلة والثقيلة (الأقل استخداماً) إلى جزيئات أصغر وأخف (أكثر استخداماً) .  
أو هو تفاعل تفكك حراري يكسر جزيئات الهيدروكربون الكبيرة إلى أخرى أقصر وأكثر فائدة .

### الغرض من التكسير الحراري الحفزي :

تحويل النواتج البترولية طويلة السلسلة (الثقيلة) (الأقل استخداماً) إلى جزيئات أصغر وأخف (أكثر استخداماً)

كيف تتم عملية التكسير وإلى أي نوع من التفاعلات ينتمي :

تتم عملية التكسير بتسخين منتجات البترول الثقيلة تحت ضغط مرتفع في وجود عوامل حفازة يتبع تفاعلات التفكك .



## غاز البوتاجاز :

### تعريف غاز البوتاجاز

هو خليط من البروبان والبيوتان في صورة سائلة .

### كيفية تكوين غاز البوتاجاز :

يسال خليط البروبان والبيوتان ثم يعبا في اسطوانات على هيئة سائل تحت اسم البوتاجاز ويستخدم كوقود

### كيفية تعبئة غاز البوتاجاز :

تختلف التعبئة تبعا لدرجة حرارة المنطقة كالتالى :

#### ♦ فى المناطق الباردة :

تعبأ الأسطوانات بنسبة من البروبان أكثر من البيوتان .. استنتج ؟  
لأن البروبان أكثر تطايرا (أقل في درجة الغليان ) من البيوتان

#### ♦ فى المناطق الحارة :

تعبأ بنسبة من البيوتان أكثر من البروبان .. استنتج ؟  
لأن البيوتان أقل تطايرا واكثر ثباتا ( أعلى في درجة الغليان )

### ♦ (استنتج) .. تغطى الفلزات بالألكانات الثقيلة مثل الشمع ؟

لتحميها من التآكل لأن الألكانات مركبات غير قطبية لا تذوب فى الماء .

### ♦ (استنتج) .. درجة غليان البروبان أعلى من درجة غليان الميثان ؟

لأن الكتلة الجزيئية للبروبان أكبر من الكتلة الجزيئية للميثان .

### ♦ لاحظ أن درجة غليان البنتان أعلى من درجة غليان 2 - ميثيل بيوتان ولكنه أقل ذوباناً منه .





### العيوب :

- تسبب تآكل طبقة الأوزون التي تقي كائنات الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية القاتلة
- النتائج المترتبة على ذلك تم الإتفاق دولياً على تحريم استخدامها بداية من سنة 2020 .

### (استنتج) .. تستخدم الفريونات بكميات كبيرة ؟

- لأنها رخيصة الثمن و سهولة الإسالة وغير سامه ولا تسبب صدأ المعادن .

### (استنتج) .. هناك اتفاق دولي على تحريم الفريونات عام 2020 م ؟

- لأنها تسبب تآكل طبقة الأوزون التي تقي كائنات الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية القاتلة .

### (استنتج) .. مشتقات الألكانات الهالوجينية لها أهمية كبرى في حياتنا اليومية ؟

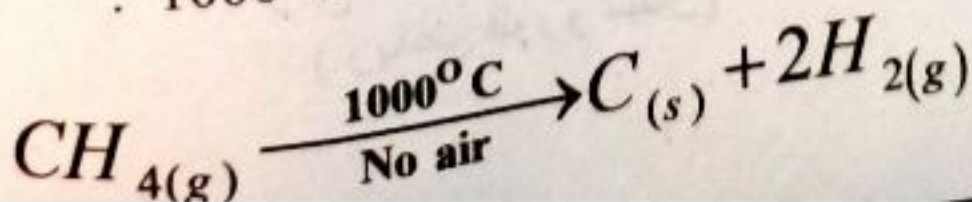
- لأنها تستخدم في العديد من المجالات كالآتي :

- الهالوثان يستخدم كمخدر آمن .
- 1,1,1 ثلاثي كلورو إيثان يستخدم كمنظف جاف .
- الفريونات تستخدم في أجهزة التبريد والتكييف والثلاجات .

### الأهمية الاقتصادية للألكانات :

الحصول على أسود الكربون ( الكربون المجزأ ) :

وذلك بتسخين الميثان بمعزل عن الهواء لدرجة  $1000^{\circ}\text{C}$  .



← معادلة أسود الكربون

عدد خطوات التفاعل = عدد ذرات الهيدروجين ( في كل خطوة نقل ذرة هيدروجين ونزيد ذرة كلور

استخدامات المشتقات الهالوجينية الألكانات :

الأستخدام	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية	مشتق الألكان الهالوجيني
استخدم كمخدر قديما ولكن توقف استخدامه .. استنتج؟ لأن عدم التقدير الدقيق للجرعة اللازمة لكل مريض يسبب وفيات كثيرة .	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$	CHCl <sub>3</sub>	الكلوروفورم
يستخدم كمخدر أكثر أمنا من الكلوروفورم .	$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{F} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{F} \\   \quad   \\ \text{Br} \quad \text{F} \end{array}$	C <sub>2</sub> HBrClF <sub>3</sub>	الهالوثان [2- برومو-2-كلورو-1،1،1-ثلاثي فلورو إيثان ]
يستخدم في عمليات التنظيف الجاف .	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	1،1،1-ثلاثي كلورو إيثان

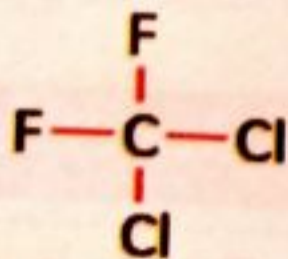
استنتج .. يعتبر الهالوثان مشتق هالوجيني للألكانات ولا يعتبر ألكان (هيدروكربون) ؟

لأنه يتكون من كربون وهيدروجين وهالوجينات ولكن الهيدروكربونات تتكون من كربون وهيدروجين فقط

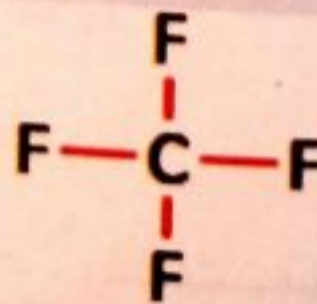
الفيونات

هي مشتقات هالوجينية للألكانات

التعريف



ثنائي كلورو - ثنائي فلورو الميثان CF<sub>2</sub> - Cl<sub>2</sub> ( أشهر الفيونات )



رابع فلوريد الكربون CF<sub>4</sub> (رباعي فلورو ميثان)

أشهر الفيونات

تفاعلات الاستبدال (الهالوجينات) (الهالوجين)

هو عبارة عن استبدال ذرات الهيدروجين في الألكان بذرات هالوجين

التعريف

كيف تتم عملية الاستبدال :

تفاعل الألكانات مع الهالوجينات بالتسخين إلى  $400^{\circ}\text{C}$  أو في وجود الأشعة فوق البنفسجية (UV) في سلسلة من تفاعلات الاستبدال ويتوقف الناتج على نسبة كلا من الألكان والهالوجين في خليط التفاعل.

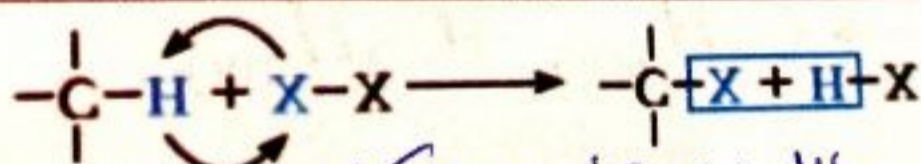
(استنتاج) يمتاز هذا التفاعل بالاستبدال المتكرر ؟

لأن جميع ذرات الهيدروجين في الألكان قادرة على التفاعل .

كيف يمكن التحكم في النواتج :

عن طريق التحكم في نسب المتفاعلات :

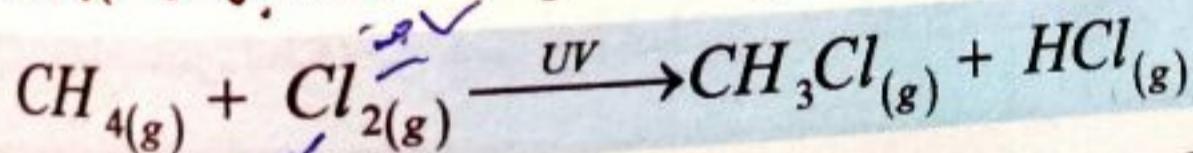
عند استخدام وفرة من الميثان مع مول من الكلور: نحصل على كمية أكبر من كلورو ميثان  
عند استخدام وفرة من الكلور مع مول ميثان: نحصل على كمية أكبر من رباعي كلورو ميثان



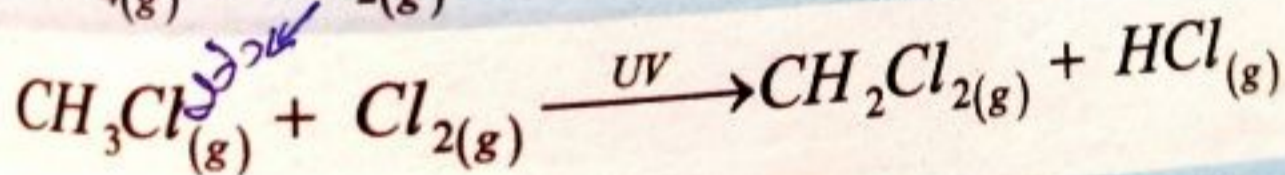
المعادلة العامة

معادلات الهالوجنة

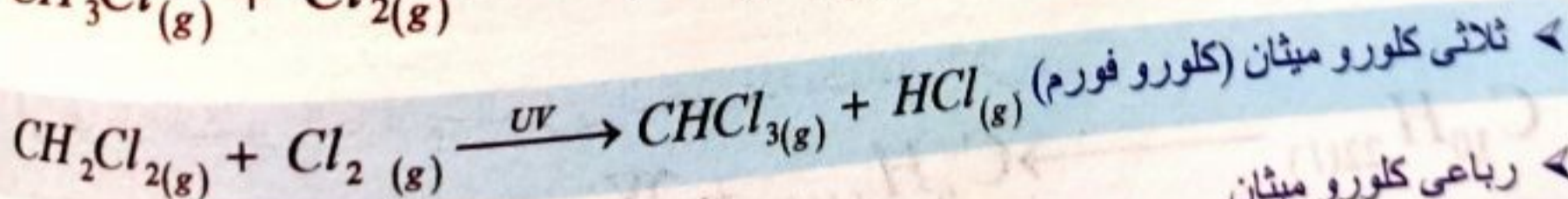
كل : لا يتم في الألكانات تفاعل هالوجنة بالإضافة  
في الألكانات مركبات متسببة لا تتقبل بالإضافة



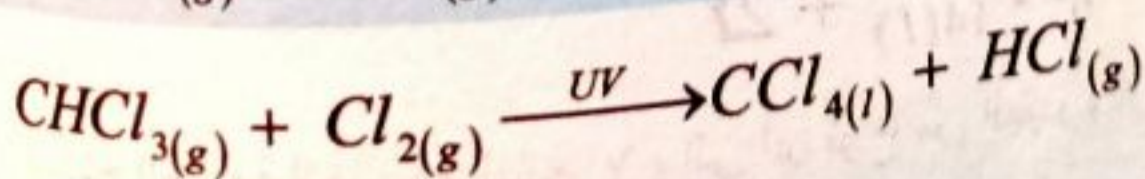
← كلوريد ميثيل  
(كلورو ميثان)



← ثنائي كلورو ميثان  
(كلوريد ميثيلين)



← ثلاثي كلورو ميثان (كلورو فورم)

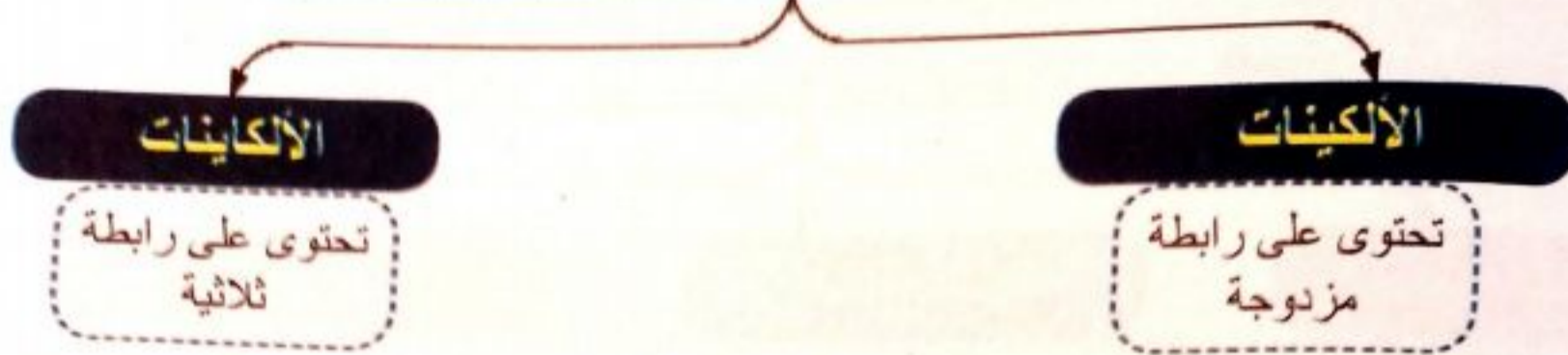


← رباعي كلورو ميثان  
(رابع كلوريد الكربون)

(استنتاج) .. لا يتم تفاعل هالوجنة الألكانات في الظلام ؟

لعدم توافر الأشعة فوق البنفسجية اللازمة لكسر الرابطة سيجمما القوية .

ثانيا : الهيدروكربونات الإليفاتية غير المشبعة



أولا : الألكينات ( الأوليفينات )

التعريف	هي مركبات عضوية هيدروكربونية مفتوحة السلسلة غير مشبعة وبها رابطة مزدوجة بين ذرتي كربون في الجزئ احدهما من النوع سيجما والاخرى من النوع باى .
الروابط	تحتوى على رابطة مزدوجة أحدهما سيجما قوية والاخرى باى ضعيفة سهلة الكسر.
النشاط	الألكينات نشطة كيميائيا ( غير مشبعة ) .. استنتج ؟ لأنها تحتوى على رابطة باى ضعيفة سهلة الكسر
الصيغة العامة	$C_nH_{2n}$ حيث أن n هو عدد ذرات الكربون في المركب وتكون أكبر من 1 .
التسمية الشائعة	تسمى الأوليفينات ( زيت ) .. استنتج ؟ إشتقت من الكلمة اللاتينية أوليم ( Oleum ) والتي تعنى الزيت نظرا لإحتواء الزيوت النباتية على رابطة مزدوجة في سلسلها الكربونية
التسمية	يشتق أسماء افراد السلسلة من ارقام ذرات الكربون في الجزئ مضاف اليه المقطع ( ين )
علاقتها بالألكان	مشتقة من الألكان وذلك بنزع ذرتي هيدروجين من الألكان المقابل .
أول أفرادها	غاز الإيثين ( $C_2H_4$ ) .

استنتج .. تعتبر الألكينات سلسلة متجانسة ؟

- < لأنها يجمعها قانون جزئى عام وتشارك في الخواص الكيميائية وتدرج في الخواص الفيزيائية .
- < كل مركب يزيد عن الذى يسبقه بمجموعة ميثيلين -  $CH_2$  .
- < تشتق من الألكان بنزع ذرتي هيدروجين .

لاحظ أن :

إذا إحتوت الألكينات على أكثر من رابطة مزدوجة لا تنطبق عليها الصيغة العامة  $C_nH_{2n}$

## Example

هيدروكربون أليفاتي مفتوح السلسلة مشبع يحتوي المول منه على 48g كربون أوجد صيغته الجزيئية  
(C = 12)

## Example

اكتب الصيغة البنائية لهيدروكربون أليفاتي مشبع مفتوح السلسلة يحتوي على (6) ذرات كربون ولا يحتوي على مجموعة ميثيلين  $CH_2$  ثم اذكر عدد الروابط سيجمما في المركب .

## Example

كيف تحصل على : (الغاز المائي - أسود الكربون - كلوريد الميثيلين - الكلوروفورم) من أسيتات الصوديوم ؟

## Example

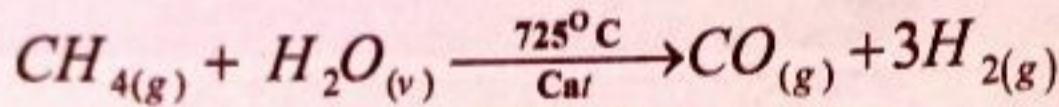
وضح بالمعادلات الكيميائية المتزنة أثر الحرارة على الميثان ؟



### الحصول على الغاز المائي :

وذلك بتسخين خليط من غاز الميثان وبخار الماء عند  $725^{\circ}\text{C}$  وفي وجود عوامل حفازة وأيضا يمكن الحصول عليه عن طريق تسخين غاز الميثان مع  $\text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\text{v})$  في تفاعلات فرن مدرّكس

معادلة الغاز المائي

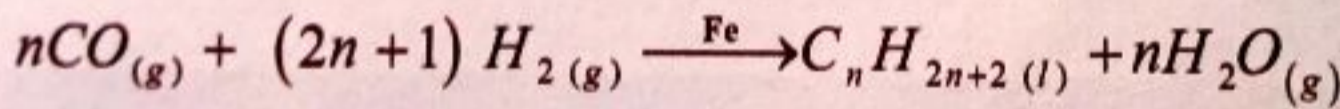


### استخدام الغاز المائي :

يمكن تحويله إلى وقود سائل قابل للاشتعال بطريقة ( فيشر - تريبش )

عامل مختزل في فرن مدرّكس .

معادلة تحويل الغاز المائي إلى وقود سائل



### لها دور هام كوقود :

حيث يمثل الميثان 50 : 90 % من الغاز الطبيعي المستخدم كوقود .

والبروبان والبيوتان يعبا في أسطوانات ويستخدم كوقود ويسمى بغاز البوتاجاز .

### Example

ألکان کتلتھ المولیة 72g/mol أوجد صیغته الجزینیة والصیغ البنائیة المحتملة له وسم کل منها حسب نظام الأیوباک ( C = 12 , H = 1 )

## غاز الإيثين (كمثال للألكينات)

التعريف	<ul style="list-style-type: none"> <li>هو أول مركب في سلسلة الألكينات .</li> <li>هو مركب لا يكون سائلا في درجة حرارة الغرفة</li> </ul>
الإسم الشائع	الإيثيلين
القطبية	<ul style="list-style-type: none"> <li>يعتبر مركب غير قطبي ... استنتج؟</li> <li>قيم الزوايا بين الذرات متساوية ( 120° ) .</li> <li>الفرق في السالبية الكهربية بين C - H يساوي 0.4 .</li> </ul>

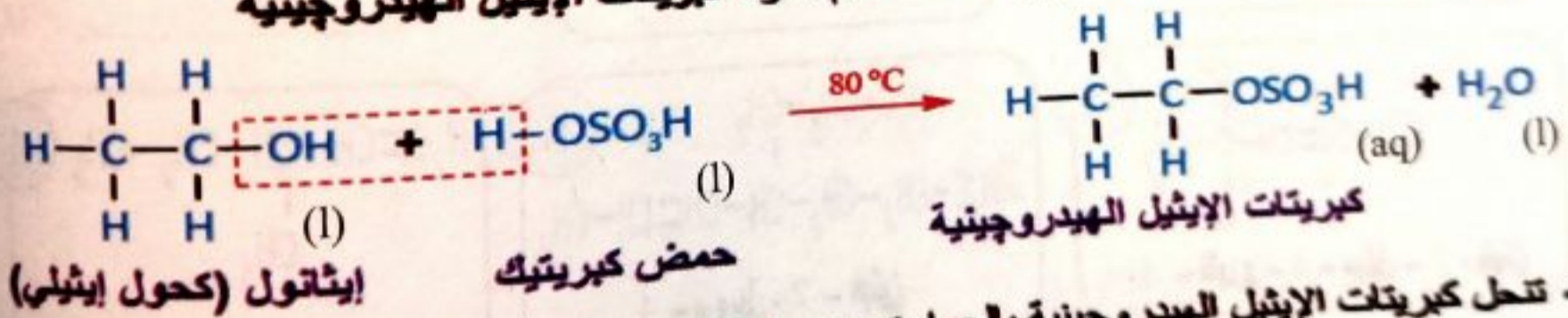
### تحضير غاز الإيثين في المعمل

يحضر الإيثيلين معملياً بانتزاع جزئ ماء من كل جزئ كحول الإيثيلي (الإيثانول) بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن عند درجة 180 م° باستخدام الجهاز المبين بالشكل .

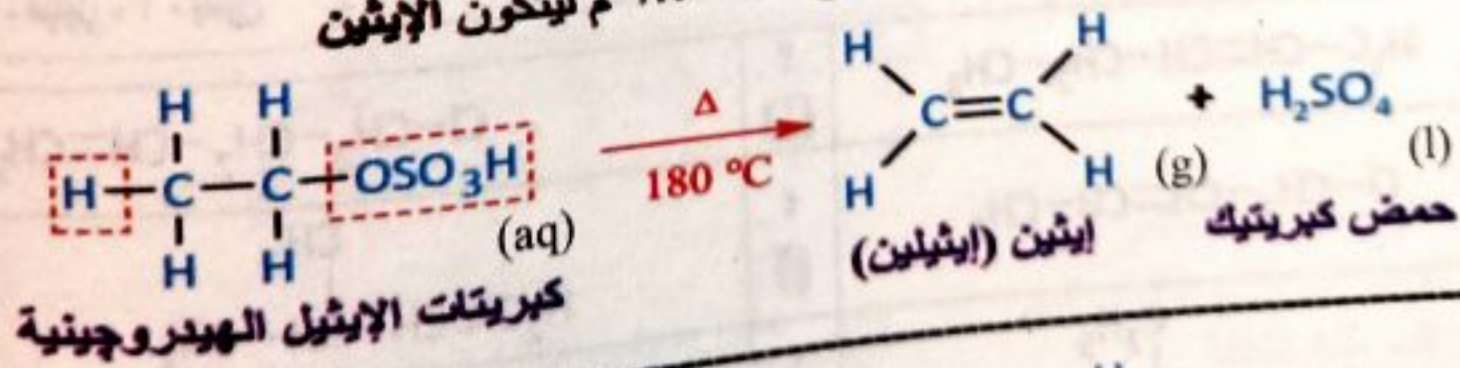
طريقة التحضير :



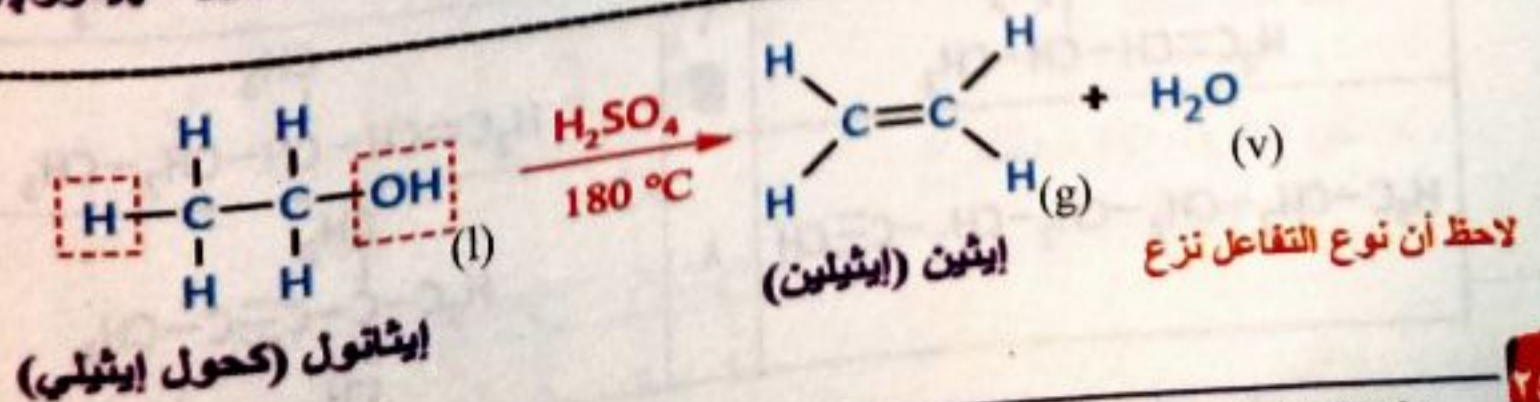
١- يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك عند 80 م° مكوناً كبريتات الإيثيل الهيدروجينية



٢- تتحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية بالحرارة عند 180 م° ليتكون الإيثين



بالجمع





## ثالثًا : كتابة اسم المركب

يتم كتابة اسم الألكين طبقا للقاعدة التالية

رقم التفرع + اسم التفرع + رقم الرابطة المزدوجة + عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة + المقطع بين

يتم كتابة اسم الألكين طبقا للقاعدة التالية :

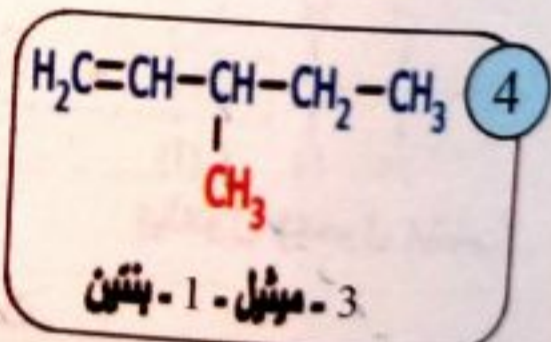
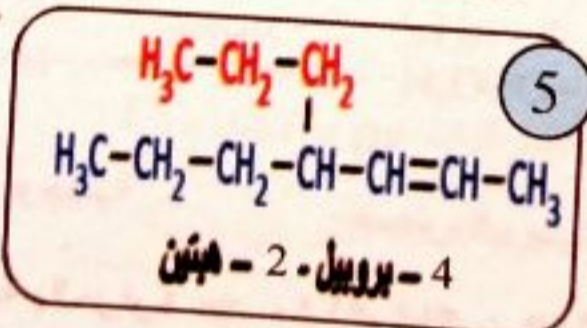
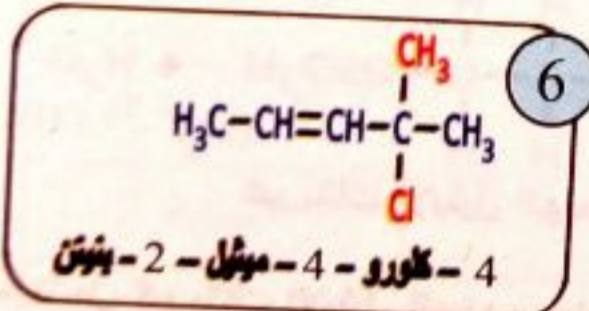
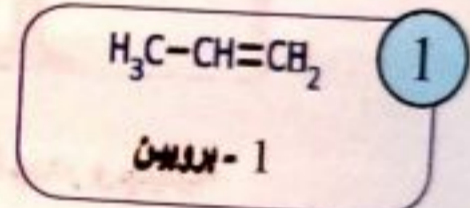
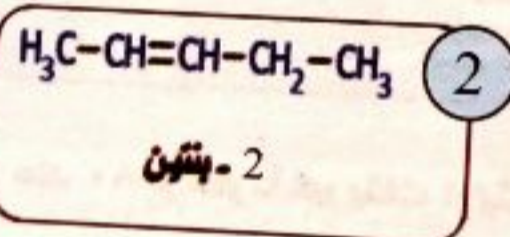
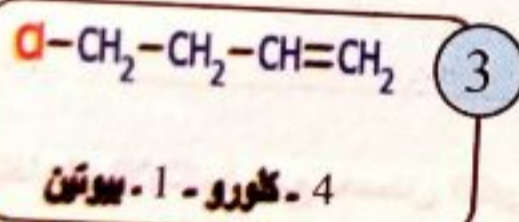
رقم التفرع + اسم التفرع + رقم الرابطة الثلاثية + عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة + المقطع أين

- الأرقام الدالة على ذرات الكربون المتصلة بها في السلسلة المستمرة :
- البادئة الداله على عدد مرات تكرارها والتي توضح من الجدول التالي :

عدد مرات التكرار	مرتين	3 مرات	4 مرات
البادئة	ثنائي	ثلاثي	رباعي

لا حظ أن : يتم الفصل بين :  
 الرقم والرقم بفصله ( )  
 الرقم والإسم بشرطة ( - )

أمثلة محلولة على تسمية الألكانات



$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	٢	$\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	١
$\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	٤	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	٣
$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\   \\ \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	٦	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	٥
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	٨	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	٧

الترتيب

# تسمية الألكينات والألكاين

## خطوات تسمية الهيدروكربونات الغير مشبعة حسب نظام الأيوباك

### تسمية المركب

تستخدم لتحديد الاسم النهائي للمركب

### ترقيم السلسلة

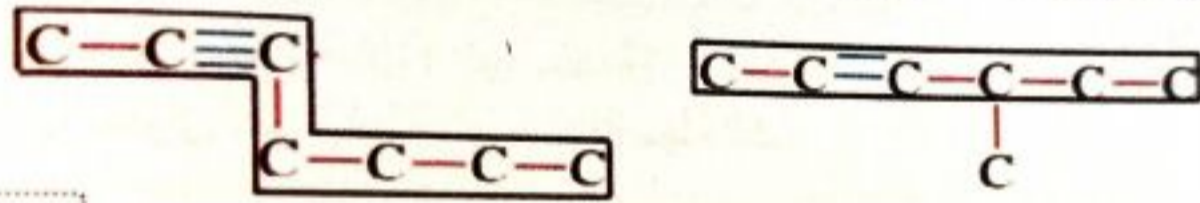
يعتبر الترقيم هام لتحديد موقع الفروع والرابطة المزدوجة بالسلسلة الكربونية

### اختيار أطول السلسلة

تستخدم لتحديد أكثر عدد ذرات الكربون المتصلة داخل المركب ولا بد ان تحتوى على الرابطة الثنائية او الثلاثية

### أولا : اختيار السلسلة

يتم اختيار أطول سلسلة كربونية مستمرة ولا بد ان تحتوى على الرابطة المزدوجة أو الثلاثية :

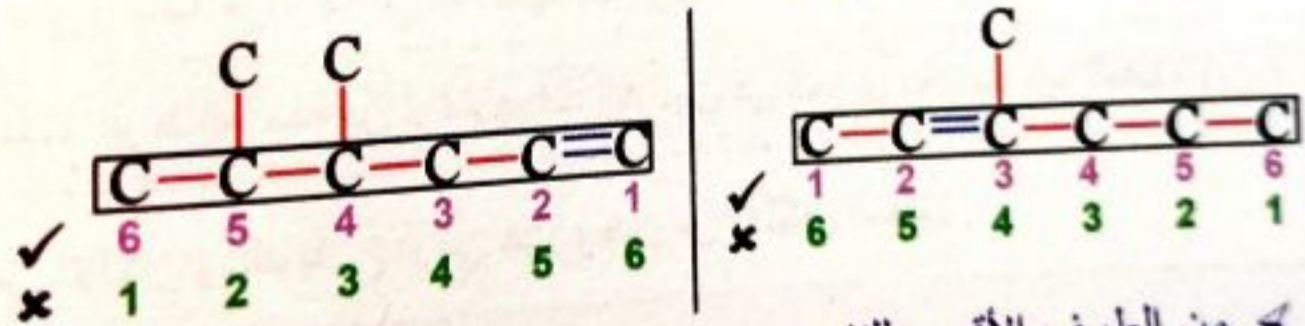


### في الترقيم :

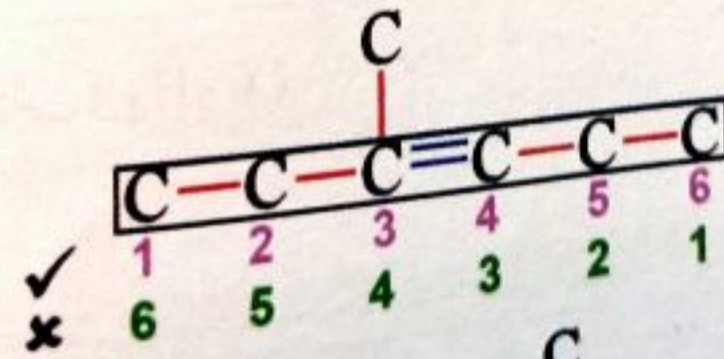
لا يتم الانتقال من مرحلة إلى أخرى إلا بعد التأكد من تحقيق المرحلة الأولى

### ثانيا : ترقيم أطول سلسلة

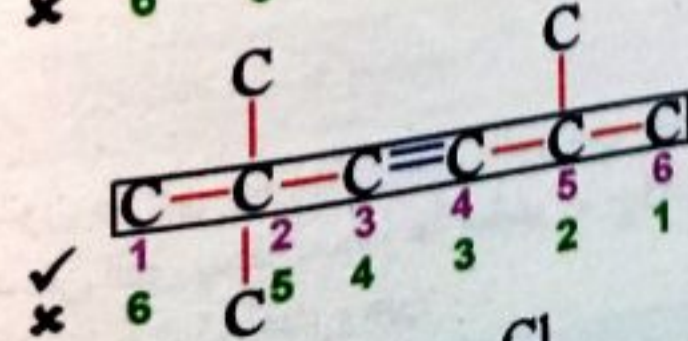
من الطرف الأقرب للرابطة المزدوجة أو الثلاثية فإذا تساوى ينتقل إلى المرحلة الثانية :



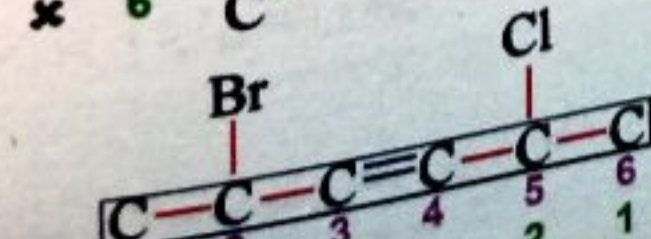
من الطرف الأقرب للتفرع فإذا تساوى ينتقل إلى المرحلة الثانية :



من الطرف الأكثر تفرعا فإذا تساوى ينتقل إلى المرحلة الثالثة :



من الطرف الأقرب للتفرع الأول أبجديا :



## تفاعلات الإضافة :

## التعريف

إضافة ذرات أو مجموعات ذرية إلى ذرتي كربون متجاورتين ومرتبين معا برابطة باى لتكوين روابط سيجما

(استنتاج) ... تتميز الألكينات بقدرتها على التفاعل بالإضافة مع المواد الأخرى لتتحول إلى مركبات مشبعة ؟

لأن الألكينات تحتوى على رابطة من النوع باى التي تنكسر بسهولة أثناء التفاعل الكيميائى ويحل مكانها ذرتين أما الألكانات لا تحتوى على روابط باى .

(استنتاج) .. تعتبر تفاعلات الإضافة من التفاعلات الطاردة للحرارة ؟

لأن الحرارة المنطلقة من تكوين الرابطة سيجما أكبر من الحرارة الممتصة لكسر الرابطة باى

## أنواع تفاعلات الإضافة في الإلكينات

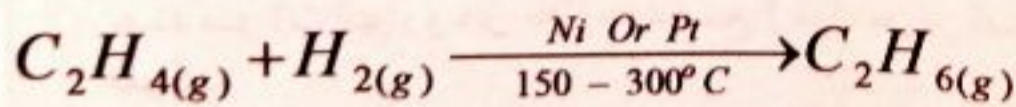


## أولا : إضافة الهيدروجين ( الهدرجة الحفزية )

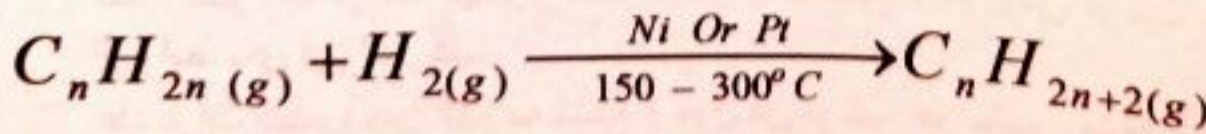
تشتعل الألكينات فى الهواء وينتج ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء من خلال تفاعل طارد للحرارة .

يتم إضافة الهيدروجين إلى الألكين فى وجود النيكل المجزأ الساخن أو البلاتين كعامل حفاز ويتكون الألكان المقابل .

طريقة الإضافة :



معادلة الهدرجة



المعادلة العامة

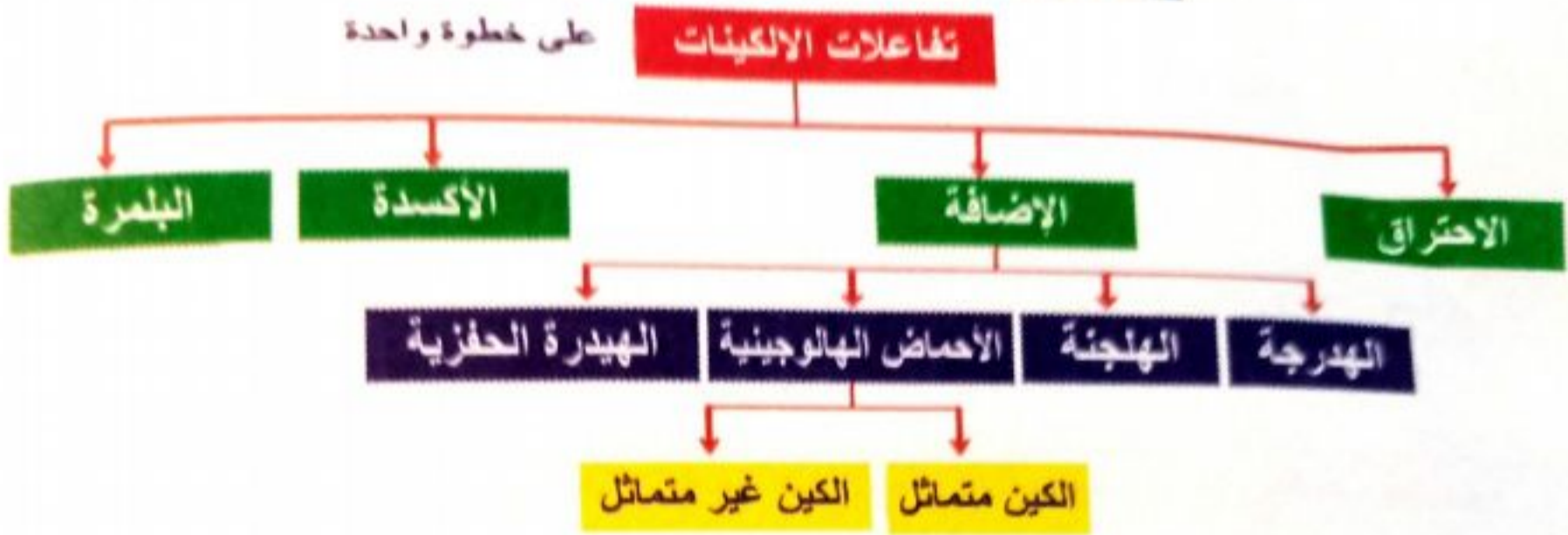
(استنتاج) .. عدد مولات الهيدروجين المضافة = عدد مولات الروابط باى فى المركب ؟

لأن كل مول رابطة باى تحتاج إلى مول واحد من الهيدروجين بينما تحتاج إلى 2 مول من ذرات الهيدروجين .

(استنتاج) .. لتفاعل الهدرجة أهمية اقتصادية كبيرة ؟

لأنه يستخدم فى تحضير الألكانات صناعيا وكذلك تحويل الزيوت إلى سمن صناعى .

## ثانيا : الخواص الكيميائية

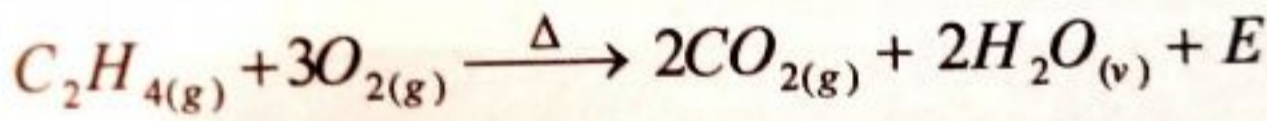


(استنتج) .. تعتبر الألكينات نشطة كيميائياً ؟

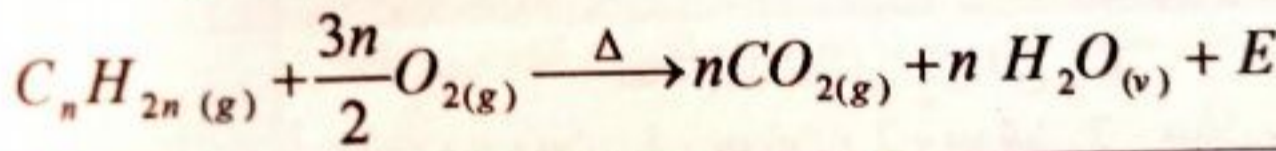
☐ لإحتوانها على رابطة باى سهلة الكسر  $C=C$  وأخرى سيجماً قوية صعبة الكسر.

## تفاعلات الإحتراق ( أكسدة الألكينات بالاكسجين )

تشتعل الألكينات فى الهواء وينتج ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء من خلال تفاعل طارد للحرارة .



☐ معادلة الإحتراق



☐ المعادلة العامة

(استنتج) .. تحترق الألكينات بلهب مدخن عكس الألكانات ؟

☐ لأن نسبة الكربون فى الألكين أكبر من نسبة الكربون فى الألكان .

(استنتج) .. لا يستخدم تفاعل إحتراق الألكين كمصدر للطاقة ؟

☐ لأنها تستخدم فى إستخدامات أخرى مثل البلمرة وغيرها .

لاحظ أن :

☐ فى معادلة إحتراق الألكينات يتساوى عدد مولات بخار الماء الناتج مع عدد مولات ثانى أكسيد الكربون

تدريب

يحترق 0.02mol من الألكين X فى وفرة من الأكسجين لتكوين 0.896L من  $CO_2$  . كم عدد مولات  $CO_2$  الناتجة من إحتراق مول من المركب وكم عدد ذرات الكربون فيه ؟

(استنتج) .. لحمض الكبريتيك المركز أهمية كبرى في مجال الكيمياء ؟

- الكشف عن أنيونات (  $Cl^- - Br^- - I^- - NO_3^-$  ) .
- تحويل تفاعل الأسترة إلى تفاعل تام أى يسير في اتجاه تكوين الأستر (الاتجاه الطردى).
- مادة نازعة للماء .
- إلكتروليت بطارية الرصاص الحامضية .

(استنتج) .. عند تحضير غاز الإيثين في المعمل يمرر الغاز أولاً على محلول هيدروكسيد الصوديوم؟

- للتخلص من حمض الكبريتيك الذى يقل تركيزه بمرور الزمن لإمتصاصه بخار الماء .

(استنتج) ..... عند تحضير غاز الإيثين في المعمل يمكن إستبدال هيدروكسيد الصوديوم بكاربونات صوديوم ؟

- لأنه يتكون غاز الإيثين وحمض الكربونيك في المحلول

(استنتج) .. يجب أن يجمع غاز الإيثين بإزاحة الماء لأسفل ؟

- لأنه أقل كثافة من الماء كما أنه لا يذوب فيه .

## الخواص العامة للألكينات

### أولاً : الخواص الفيزيائية

الحالة	عدد ذرات الكربون	الحالة الفيزيائية
غازات وعددهم 5	المركبات الأولى $C_2$ إلى $C_4$ إيثين ، بروبين ، 1 - بيوتين ، 2 - بيوتين ، 2 - ميثيل بروبين	الحالة الفيزيائية
سوائل عديمة اللون	المركبات من $C_5$ إلى $C_{15}$	
صلبة	المركبات أكثر من $C_{15}$	
	الألكينات لا تذوب في الماء .. استنتج ؟ لأنها مركبات غير قطبية ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل : البنزين والإثير .	الذوبان في الماء
	تزداد الكثافة واللزوجة بزيادة عدد ذرات الكربون .	الكثافة واللزوجة
	كلما زاد عدد ذرات الكربون (الكتلة الجزيئية) للألكينات زادت درجة غليانه وإنصهاره .	درجة الغليان
	يقل التطاير بزيادة عدد ذرات الكربون	التطاير

لاحظ أن :

الإلكينات تكون في الثلاث صور ( الغازية ، السائلة ، الصلبة ) في درجة حرارة الغرفة .

(استنتاج) .. عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى البروبين يتكون (2- برومو بروبان ) ولا يتكون (1- برومو بروبان )

□ لأن الإضافة تتم على حسب قاعدة ماركونيكوف والتي تنص على .....

(استنتاج) .. 1 - بيوتين الكين غير متماثل بينما 2 - بيوتين الكين متماثل ؟

□ 1 - بيوتين الكين غير متماثل لأن ذرتي الكربون المرتبطتين بالرابطه المزدوجة لا تحتويان على نفس العدد من ذرات الهيدروجين .

□ بينما 2- بيوتين الكين متماثل لأن ذرتي الكربون المرتبطتين بالرابطه المزدوجة تحتويان على نفس العدد من ذرات الهيدروجين .

### رابعاً : إضافة الماء ( الهيدرة الحفزية )

هي عملية إضافة الماء إلى الهيدروكربونات غير المشبعة في وجود عامل حفاز .

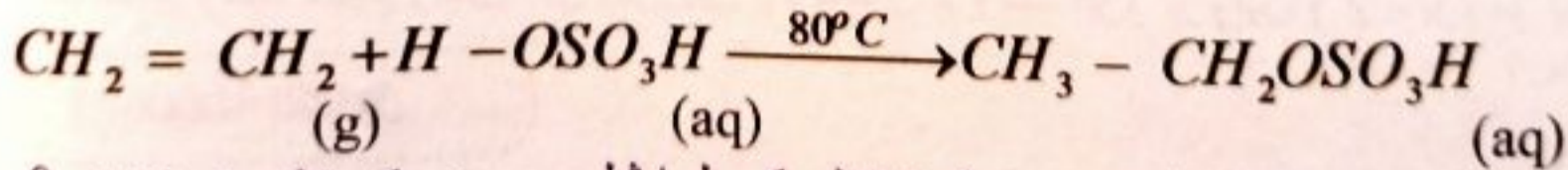
#### التعريف

(استنتاج) .. عند الهيدرة الحفزية لآبد من وجود حمض الكبريتيك أو الفوسفوريك المخفف ؟ ( وسط حامضى )

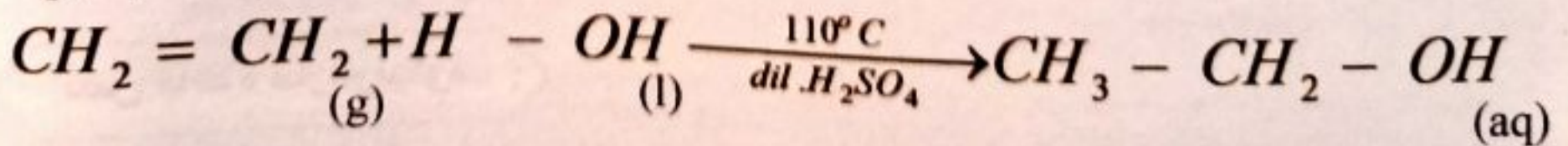
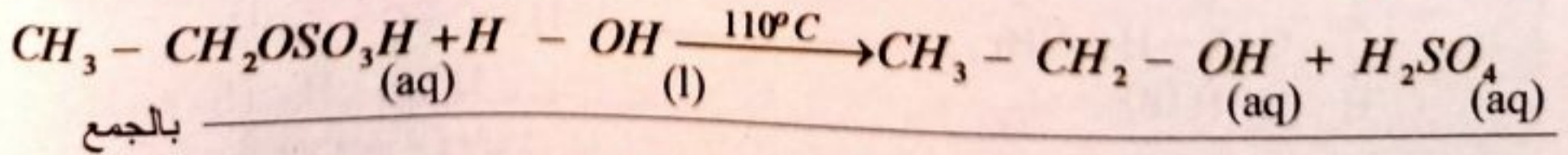
□ لأن الماء إلكتروليت ضعيف فيكون تركيز أيون الهيدروجين ضعيفا ولا يستطيع كسر الرابطه المزدوجة لذلك يتم التفاعل في وسط حامضى لتوفير أيون الهيدروجين لكسر الرابطه باى أي أنه يعمل كعامل حفاز .

#### خطوات الهيدرة الحفزية

**المرحلة الأولى :** يضاف حمض الكبريتيك إلى الايثيلين عند درجة 80 م° فيتكون كبريتات ايثيل هيدروجينية .



**المرحلة الثانية :** تتحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مانيا إلى كحول إيثيلي وحمض كبرتيك عند 110 م° .



ثالثا : إضافة هاليد الهيدروجين  $HX$  (الأحماض الهالوجينية غير الأوكسجينية)

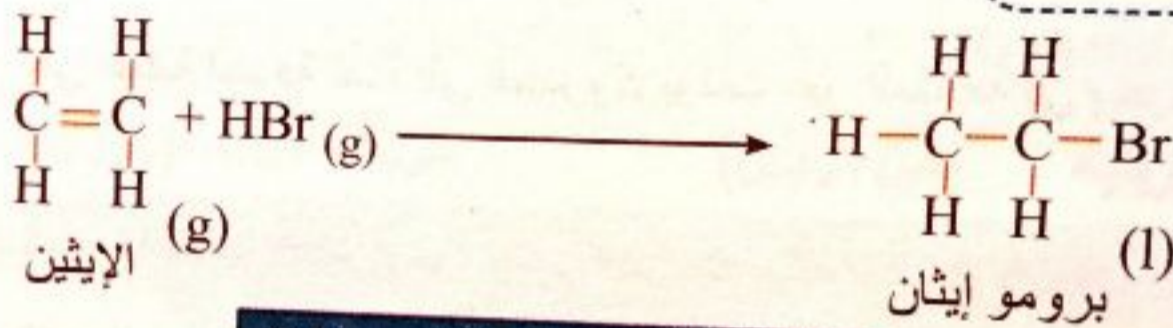
### أولا : الألكينات المتماثلة

**التعريف** هو الذي تكون فيه ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطية المزدوجة تحملان نفس العدد من ذرات الهيدروجين

**طريقة الإضافة :** تضاف ذرة الهيدروجين على أي ذرة كربون منهما و تضاف ذرة الهالوجين على ذرة الكربون الأخرى

**مثال :** على تفاعل هاليد الهيدروجين مع ألكين متماثل :  
إضافة بروميد الهيدروجين إلى ( الإيثين ) ويتكون بروميد الإيثيل ( برومو إيثان )

#### معادلة التفاعل



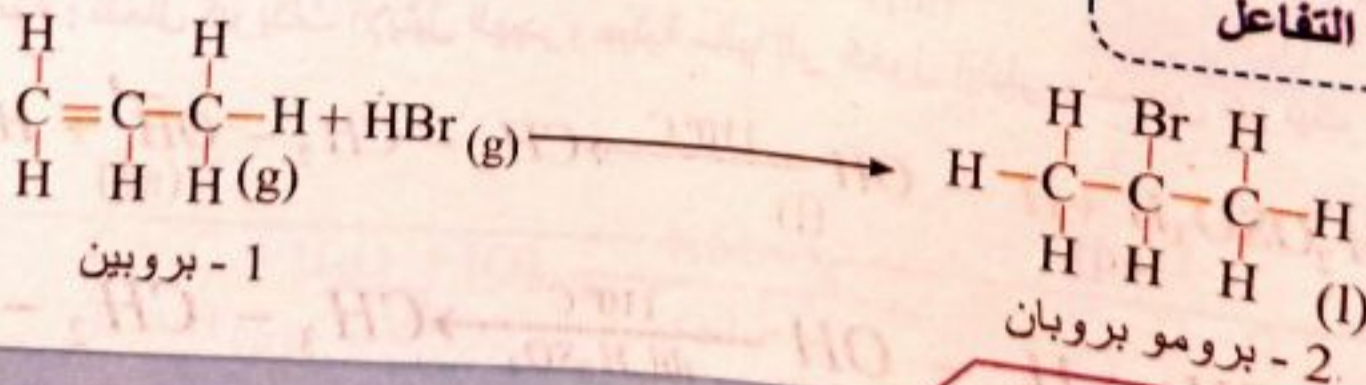
### ثانيا : الألكينات الغير متماثلة

**التعريف** : تكون فيه ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطية المزدوجة تحملان عدد غير متساوي من ذرات الهيدروجين.

**طريقة الإضافة :** على حسب قاعدة ماركونيكوف ( نص القاعدة )

**مثال :** على تفاعل هاليد الهيدروجين مع ألكين غير متماثل :  
إضافة بروميد الهيدروجين إلى ( بروبين ) ويتكون بروميد أيزو بروبييل ( 2 - برومو بروبان )

#### معادلة التفاعل

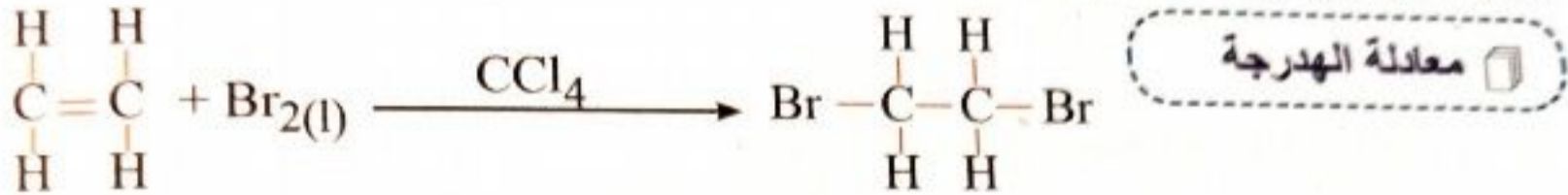


#### نص قاعدة ماركونيكوف :

عند إضافة متفاعل غير متماثل ( $H^+ X^-$  أو  $H^+ - OSO_3H^-$  أو  $H^+ - OH^-$ ) إلى هيدروكربون مفتوح السلسلة غير مشبع وغير متماثل فإن الشق الموجب ( $H^+$ ) من المتفاعل يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروجين والشق السالب يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أقل من ذرات الهيدروجين

ثانيا : إضافة الهالوجينات ( الهلجنة بالإضافة )

طريقة الإضافة : هي عملية إضافة الهالوجين إلى جزئ الألكين حيث تتم إضافة الهالوجين إلى الألكين ويصبح مشتق هالوجيني للالكانات وليس ألكان (هيدروكربون) مثال : رج الايثين مع البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون يزول اللون الأحمر لماء البروم ويتكون 1 ، 2 ثنائي برومو ايثان عديم اللون .



معادلة الهدرجة

(استنتج) .. لتفاعل هلجنة الألكينات أهمية كبرى ؟

لأن من خلال هذا التفاعل يتم التعرف على وجود الرابطة المزدوجة وكذلك التمييز بين الألكان والألكين .

(استنتج) .. يزيل الإيثيلين لون ماء البروم الأحمر ؟

لأنه مركب غير مشبع يتفاعل بالإضافة حيث يتم كسر الرابطة باى ويتكون 1 ، 2 ثنائي برومو ايثان عديم اللون

ملاحظات هامة جدا :

- يتم تحويل الهيدروكربونات الغير مشبعة الى هيدروكربونات مشبعة عن طريق الهدرجة فقط لان اى طريقه اخرى ينتج مشتق هيدروكربون وليس هيدروكربون.
- اذا تم اضافته n مول من ماء البروم على 1 مول من مركب عضوى غير مشبع وكان:
  - n يساوى عدد مولات الروابط باى في 1 مول من المركب فان اللون الأحمر يزول تماما .
  - n اقل من عدد مولات الروابط باى في 1 مول من المركب فان اللون الأحمر يزول تماما .
  - n اكبر من عدد مولات الروابط باى في 1 مول من المركب فان اللون الأحمر لايزول .
- لو تم اضافته اى مولات من ماء البروم الأحمر على مركب مشبع يظل اللون الأحمر كما هو لعدم التفاعل .
- البنزين العطري لايزيل لون ماء البروم الأحمر على الرغم انه غير مشبع.
- عدد مولات الهيدروجين اللازمه لتشبع 1 مول من مركب غير مشبع = عدد مولات الروابط باى في المركب .
- عدد مولات ذرات الهيدروجين اللازمه لتشبع 1 مول من مركب غير مشبع = ضعف مولات الروابط باى في المركب .
- عدد ذرات الهيدروجين اللازمه لتشبع 1 مول من مركب غير مشبع = ضعف مولات الروابط باى x افوجادرو .
- في الملاحظات السابقة نتحدث عن الروابط باى التي تكون بين ذرات الكربون .

تدريب

هل يزول لون 0.4 g من ماء البروم الأحمر تماما عند إمرار 11.2 mL من غاز الإيثين فيه مع تعليل إجابتك بالحسابات الكيميائية ؟



### Example

كيف تحصل على كبريتات الإيثيل الهيدروجينية من كل من ( الإيثين و الإيثانول ) ؟

### Example

كيف تحصل على كبريتات الإيثيل الهيدروجينية من كل من ( الإيثين و الإيثانول ) ؟

### Example

كيف يمكنك الحصول على الإيثين من الإيثانول والعكس ؟

➤ (استنتج) .. لا يستخدم الكحول الإيثيلي كمادة مانعة لتجمد الماء ؟

☐ لأنه يحتوي على مجموعة هيدروكسيل واحدة ( كحول أحادي الهيدروكسيل )

➤ (استنتج) .. تفاعل باير من الأختبارات الهامة في الكشف عن وجود الرابطة المزدوجة ؟

☐ لأنه عندما يحتوي المركب على رابطة مزدوجة يتفاعل بالإضافة وتنكسر الرابطة باى ويختفى لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجى مع مراعاة انه لا يمكن استخدام  $H_2O_2$  للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة لأنه عديم اللون ولا نلاحظ أى تغير في اللون

➤ (استنتج) .. تفاعل باير تفاعل أكسدة وإضافة ؟

☐ يعتبر أكسدة بسبب وجود عامل مؤكسد وهو محلول برمنجنات البوتاسيوم ،  
☐ بينما يعتبر إضافة بسبب كسر الرابطة باى و إضافة مجموعتى الهيدروكسيل على طرفى الرابطة

➤ (استنتج) .. للوسط القاعدي أهمية كبيرة في تفاعل باير ؟

☐ لأنه يجعل البرمنجنات عامل مؤكسد كما أنه لا يتفاعل مع الحمض الناتج بخلاف الوسط الحامضى .

**الجلايكولات :** هي مركبات ثنائية الهيدروكسيل تنتج من أكسدة الألكينات بالعوامل المؤكسدة مثل برمنجنات البوتاسيوم القلوية البنفسجية وفوق أكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ ) .

**لاحظ أن :**

☐ يمكن تحضير الجلايكولات من معادلة تفاعل الألكينات مع فوق أكسيد الهيدروجين .

## Example

كيف تفرق بين الإيثين والإيثان ( ألكين و ألكان ) ؟

### الطريقة الثانية

نضيف إلى كلا منهما محلول برمنجنات البوتاسيوم في وسط قلوى  
**الإيثين** : يزول اللون البنفسجى ويتكون الإيثيلين جليكول .  
**الإيثان** : لا يزول اللون البنفسجى للبرمنجنات .

### الطريقة الأولى

نضيف إلى كلا منهما ماء البروم الأحمر المذاب في رابع كلوريد الكربون  
**الإيثين** : يزول اللون الأحمر  
**الإيثان** : لا يزول اللون الأحمر

## Example

قارن بالمعادلات بين التحلل الحراري والتحلل المائي لكبريتات الإيثيل الهيدروجينية ؟

ينتج عنه الكحول الإيثيلي وحمض الكبريتيك	يتم بإضافة الماء والتسخين لدرجة 110 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OSO}_3\text{H} + \text{H-OH} \xrightarrow[110^\circ\text{C}]{\Delta} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ <p style="text-align: center;">(aq) (l) (aq) (aq)</p>	التحلل المائي
ينتج عنه الإيثين وحمض الكبريتيك	يتم بالتسخين لدرجة 180 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OSO}_3\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \xrightarrow[180^\circ\text{C}]{\Delta} \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} + \text{H}_2\text{SO}_4$ <p style="text-align: center;">(aq) (g) (l)</p> <p style="text-align: center;">كبريتات الإيثيل الهيدروجينية      إيثين (إيثيلين)      حمض كبريتيك</p>	التحلل الحراري

### تفاعلات الأكسدة ( تفاعل باير )

#### طريقة الأكسدة ( خطوات تفاعل باير ) :

تتأكسد الألكينات بالعوامل المؤكسدة مثل (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) أو برمنجنات البوتاسيوم القلوية وتتكون مركبات ثنائية الهيدروكسيل تسمى (جلايكولات) .

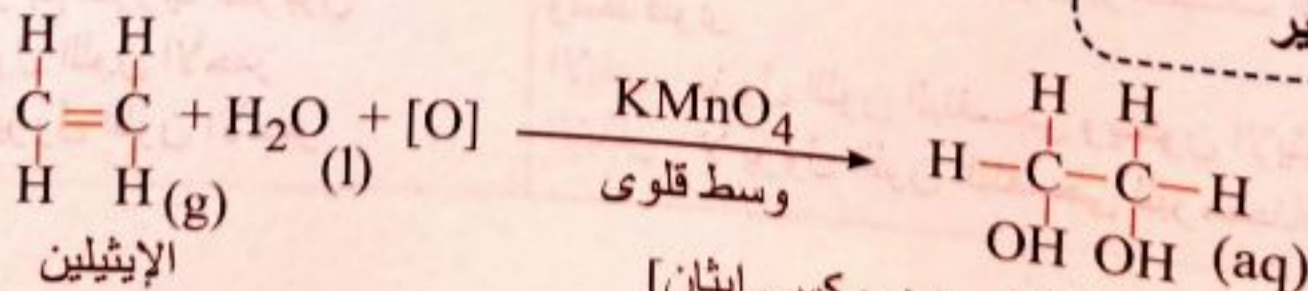
هو إمرار غاز الإيثين في محلول برمنجنات البوتاسيوم في وسط قلوي حيث يتكون الإيثيلين جليكول ويزول لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجية.

#### تفاعل باير :

يستخدم في الكشف عن وجود الرابطة المزدوجة

#### استخدام تفاعل باير

##### معادلة باير



يستخدم كمادة مانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات .. استنتج ؟

#### استخدام الإيثيلين جليكول

لأنه يكون مع جزيئات الماء روابط هيدروجينية فيمنع تجمع الماء على هيئة بلورات ثلجية .

كيفية رسم البوليمرات الناتجة من البلمرة بالإضافة لمركب 1- بروبين :



التطبيق	الخطوة
$\text{C} = \text{C}$	نرسم ذرتي الكربون الموجودتين على جانبي الرابطة المزدوجة في سلسلة مستمرة.
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{C} = \text{C} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	نضع باقى الذرات على هيئة تفرعات على ذرتي كربون الرابطة المزدوجة
$\begin{array}{cccccc} \text{H} & \text{CH}_3 & \text{H} & \text{CH}_3 & \text{H} & \text{CH}_3 \\   &   &   &   &   &   \\ -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}- \\   &   &   &   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	نكسر الرابطة باى ونكرر رسم المركب حسب عدد الوحدات المطلوبه.

### Open book

ارسم الصيغة البنائية لبوليمرات بالإضافة الناتجة من بلمرة المونمرات الآتية  
ثم ارسم الثلاثة واحداث المتكررة الاولى

(1) الإيثين

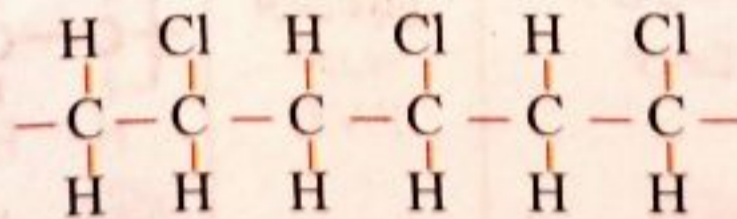
(3) 2,1 - ثنائى كلورو إيثين

(2) البروبين .

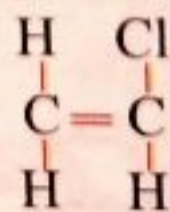
(4) 2 - ميثيل - 1 - بروبين .

### ملاحظه مهمه جدا:

اذا اعطى لك صيغة البوليمر وطلب منك صيغة المونمر نقوم بكسر الرابطه الموجوده بعد اول ذرتين كربون افقى واضافه رابطته مزدوجه بينهم كما في المثال التالى :



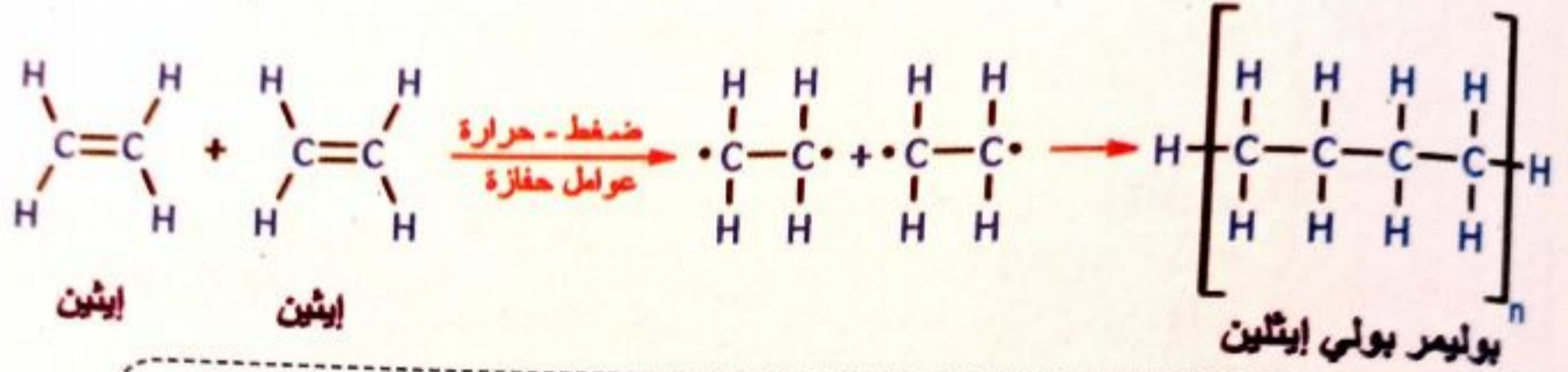
البوليمر



المونيمر

تفسير عملية بلمرة الإيثيلين بالإضافة لتكوين البولي إيثيلين :

- تتكسر الرابطة باى ويتحرر إلكترونى هذه الرابطة ويصبح لكل ذرة كربون إلكترون حر .
- ترتبط ذرات الكربون مع بعضها عن طريق إلكتروناتها الحرة بروابط تساهمية أحادية مكونة سلاسل طويلة من جزيئات البوليمر .
- تبلغ الكتلة الجزيئية للبولي إيثيلين ( 30000 ) بينما الكتلة الجزيئية للإيثيلين ( 28 ) .



بعض مونومرات الألكينات والبوليمرات الناتجة منها بالإضافة واستخداماتها

المونومر	البوليمر	الاسم التجاري	خواصه	استخداماته
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{C} = \text{C} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \\ \text{إيثين} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{C} - \text{C} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \text{H}$ <p>بولي إيثيلين</p>	P.E بولي إيثيلين	لين ويتحمل المواد الكيميائية	الرقائق والاكياس البلاستيك - الزجاجات البلاستيك - الخراطيم
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{C} = \text{C} \\   &   \\ \text{CH}_3 & \text{H} \\ \text{بروبين} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{C} - \text{C} \\   &   \\ \text{CH}_3 & \text{H} \end{array} \text{H}$ <p>بولي بروبيلين</p>	بولي بروبيلين (P.P)	قوى وصلب	السجاد - المفارش - الشكاير البلاستيك - المعلبات
$\begin{array}{c} \text{Cl} & \text{H} \\   &   \\ \text{C} = \text{C} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \\ \text{كلوريد فاينيل} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} & \text{H} \\   &   \\ \text{C} - \text{C} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \text{H}$ <p>بولي كلورو إيثين</p>	بولي فاينيل كلوريد P.V.C	قوى وصلب او لين	مواسير الصرف الصحى والرى - انابيب بلاستيك - احذية - خراطيم مياه - عوازل - اسلاك كهربائية - جراكن الزيوت المعدني
$\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ \text{C} = \text{C} \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \\ \text{رباعي فلورو إيثين} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ \text{C} - \text{C} \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \text{H}$ <p>بولي رباعي فلورو إيثين</p>	تفلون (تيفال)	يتحمل الحرارة لايلتصق وعازل للكهرباء و حامل	تبطين اوانى الطهى - الخيوط الجراحية
$\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ \text{C} = \text{C} \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \\ \text{رباعي فلورو إيثين} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ \text{C} - \text{C} \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \text{H}$ <p>رباعي فلورو إيثين</p>	رباعي فلورو إيثين		

## تفاعلات البلمرة

تعتبر البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة التي فتحت الباب على مصر عيه لتحضير العديد من المنتجات التي ساهمت في ازدهار الحضارة

هي تجمع عدد كبير من جزيئات بسيطة غير مشبعة يتراوح عددها من المائة حتى المليون لتكوين جزي كبير عملاق ذات كتلة جزيئية كبيرة و له نفس الصيغة الأولية

### البلمرة

البوليمر: جزي كبير عملاق عديد الوحدات.

المونومر: الجزي الأولى الصغير.

(استنتاج) ... تتميز الألكينات بقدرتها على تكوين بوليمرات بالإضافة ؟

لأنها تحتوي على رابطة من النوع باى سهلة الكسر ( مركبات غير مشبعة )

### أنواع البلمرة

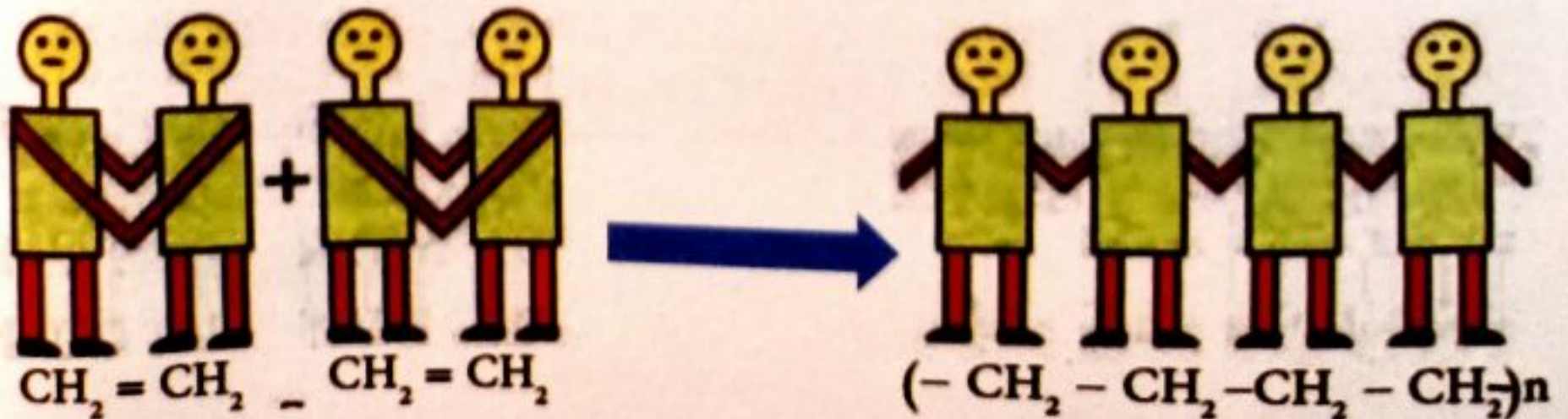
البلمرة بالتكاثف	البلمرة بالإضافة
تتم بين مونومرين مختلفين يحدث بينهما عملية تكاثف ( ارتباط المونومرين مع فقد جزيئ بسيط مثل الماء ) ويتكون بوليمر مشترك ويعتبر هو الوحدة الأولى التي تستمر عملية البلمرة بين جزيئات هذا البوليمر المشترك	تتم بأضافة اعداد كبيرة جداً من جزيئات (مونومر واحد) مركب واحد صغير وغير مشبع إلى بعضها البعض لتكوين جزيئ مشبع كبير جداً ( بوليمر )
مثل : تكوين بوليمر الباكلت ونسيج الداكرون	مثل : تكوين البولى إيثيلين

### لاحظ أن:

شق الفايثيل : هو عبارة عن إيثين منزوع الهيدروجين

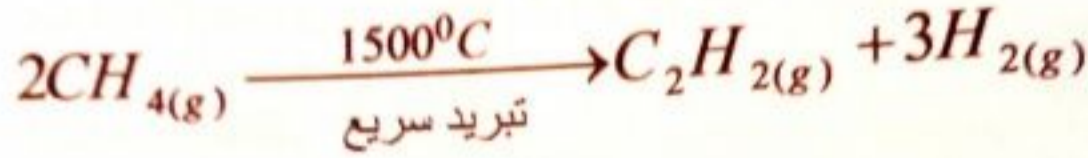
### شروط تفاعل بلمرة الإلكينات :

- الضغط ( 10000 atm )
- وفى وجود فوق الأكاسيد علل ؟ لأنها تعمل كمواد بادنة للتفاعل .
- حمض الكبريتيك كعامل حفاز .
- درجة حرارة مرتفعة .



## ثانياً : تحضير غاز الإيثاين صناعياً

طريقة التحضير : يحضر الإيثاين صناعياً من الغاز الطبيعي المحتوى على نسبة عالية 93% من الميثان وذلك بتسخينه لدرجة حرارة أعلى من  $1400^{\circ}\text{C}$  ثم التبريد السريع للنتائج .



معادلة التحضير

## الخواص الكيميائية

تفاعلات الألكاينات على خطوتين



(استنتج) .. الألكاينات مركبات شديدة النشاط الكيميائي ؟

لأنها تحتوى على رابطتين من النوع باى ضعيفة سهلة الكسر ورابطة سيجما قوية صعبة الكسر

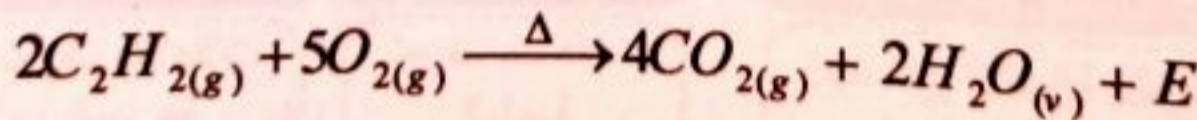
## تفاعلات الإحتراق (أكسدة الألكاينات بالأكسجين)

تشتعل الألكاينات فى الهواء وينتج ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء من خلال تفاعل طارد للحرارة . ويتوقف ناتج الإشتعال على كمية الأكسجين مثل : إحتراق الإيثاين .

أولاً : فى كمية وفيرة من الأكسجين (الأكسجين النقى)

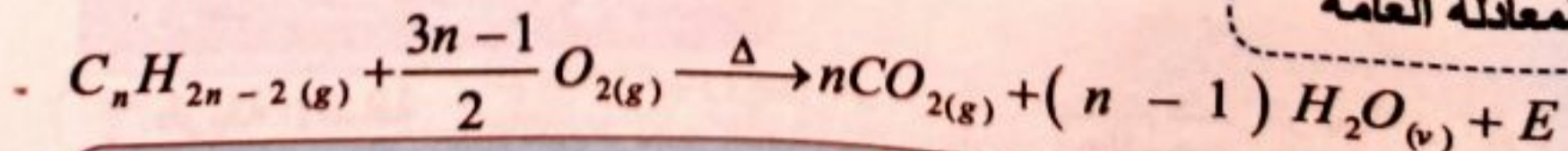
يحترق الإيثاين معطياً ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء من خلال تفاعل طارد للحرارة حيث تبلغ الحرارة المنطلقة  $3000^{\circ}\text{C}$  فيما يعرف بلهب الأوكسى أسيتيلين الذى يستخدم فى لحام وقطع المعادن .

طريقة الإحتراق



معادلة الإحتراق

المعادلة العامة



(استنتج) .. يستخدم الإيثاين فى لحام وقطع المعادن ؟

لأنه عند إحتراق الإيثاين فى كمية وفيرة من الأكسجين (أكسجين نقى) تنطلق طاقة حرارية عالية حوالى  $3000^{\circ}\text{C}$  فيما يعرف بلهب الأوكسى أسيتيلين الذى يستخدم فى لحام وقطع المعادن .

## غاز الإيثاين ( كمثال للألكاينات )

التعريف	هو أول مركب في سلسلة الألكاينات .
الإسم الشائع	الأسيتيلين .
القطبية	يعتبر مركب غير قطبي .. استنتج ؟ .. استنتج ؟ < قيم الزوايا بين الذرات متساوية ( 180° ) . < الفرق في السالبية الكهربية بين C - H يساوى 0.4

### طرق تحضير غاز الإيثاين

#### في الصناعة

بتسخين الميثان ثم التبريد السريع

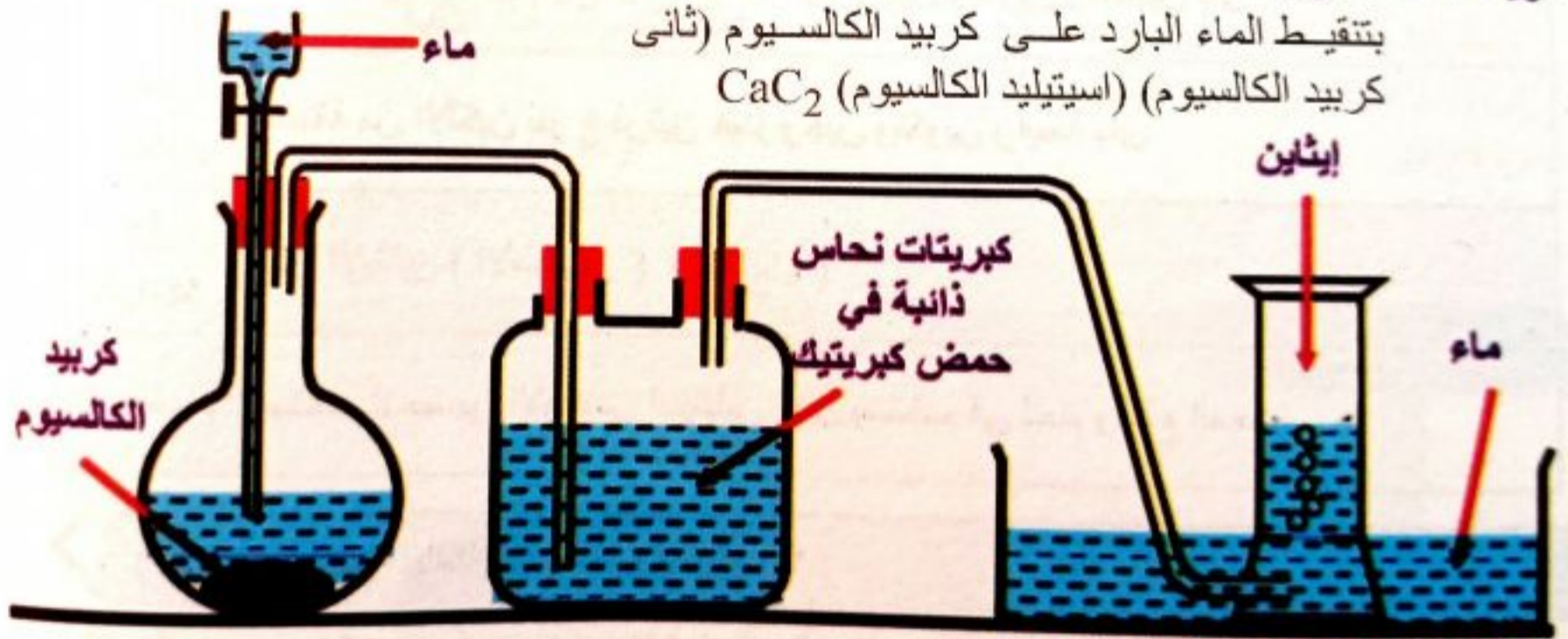
#### في المعمل

تنقيط الماء على كربيد الكالسيوم

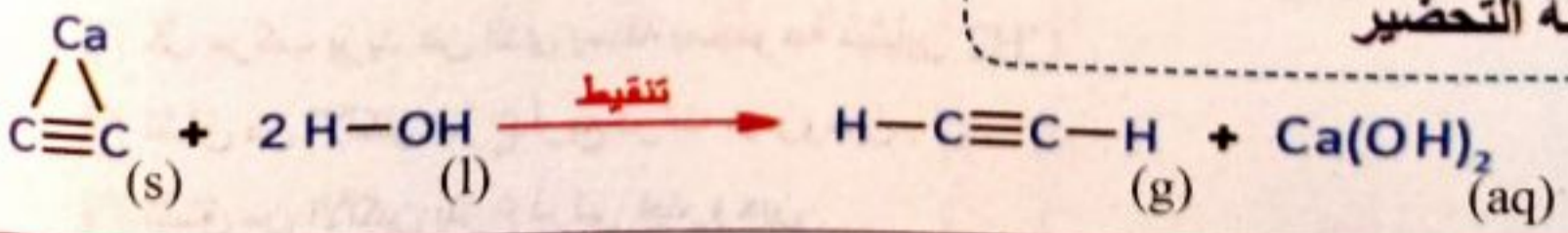
### أولا : تحضير غاز الإيثاين في المعمل

#### طريقة التحضير :

بتنقيط الماء البارد على كربيد الكالسيوم (ثاني كربيد الكالسيوم) (اسيتيليد الكالسيوم)  $CaC_2$



#### معادلة التحضير



(استنتج) .. عند تحضير غاز الإيثاين في المعمل فإنه يمرر على محلول كبريتات النحاس في حمض الكبريتيك

لتنقية الاسيتيلين من غاز الفوسفين  $PH_3$  وغاز كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  الناتجين من الشوائب الموجودة في كربيد الكالسيوم .



## ثانيا : الألكينات ( الأستيلينات )

التعريف	هي مركبات عضوية هيدروكربونية مفتوحة السلسلة غير مشبعة ذات رابطته ثلاثية بين ذرتي كربون واحدة من النوع سيجما ( $\sigma$ ) ورابطتين من النوع ( $\pi$ )
الروابط	تحتوي على رابطة ثلاثية أحدهما سيجما قوية و رابطتين باى ضعيفة سهلة الكسر
النشاط	الألكينات شديدة النشاط الكيميائي ( غير مشبعة ) .. <b>استنتج ؟</b> لأنها تحتوي على رابطتين باى ضعيفة سهلة الكسر .
الصيغة العامة	$C_nH_{2n-2}$ حيث أن n هو عدد ذرات الكربون في المركب وتكون أكبر من 1 .
التسمية الشائعة	تسمى بالأستيلينات .. <b>استنتج ؟</b> تبعا للأسم الشائع لأول أفرادها وهو الأستيلين .
التسمية	يشتق أسماء افراد السلسلة من ارقام ذرات الكربون في الجزئ مضاف اليه المقطع ( آين ) .
علاقتها بالألكان	مشتقة من الألكان بنزع أربع ذرات هيدروجين وتكوين رابطتين باى .
علاقتها بالألكين	مشتقة من الألكين بنزع ذرتين هيدروجين وتكوين رابطة باى
أول أفرادها	غاز الإيثاين ( الأستيلين ) ( $C_2H_2$ ) .
الإستخدام	يستخدم لتحضير الاوكسى اسيتيلين الذى يستخدم في لحام وقطع المعادن .

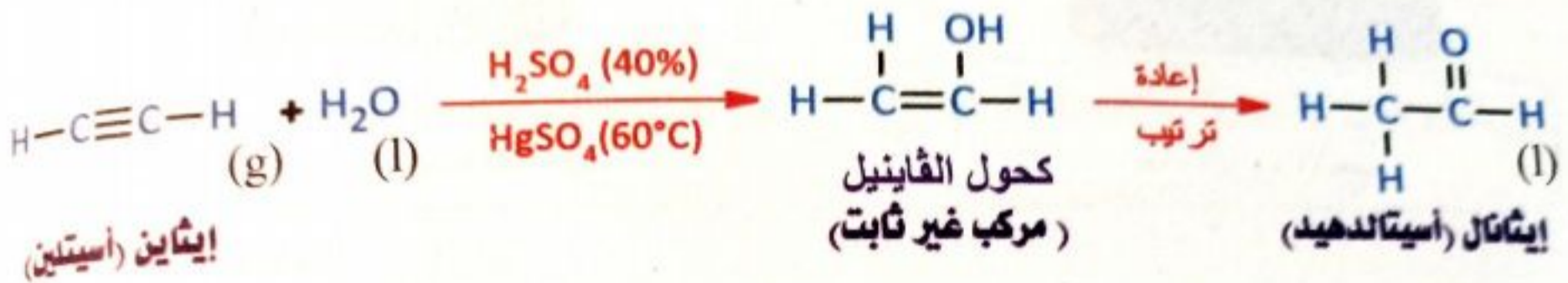
**( استنتج ) .. تعتبر الألكينات سلسلة متجانسة ؟**

- ☐ لأنها يجمعها قانون جزيئى عام وتتشترك في الخواص الكيميائية وتدرج في الخواص الفيزيائية .
- ☐ كل مركب يزيد عن الذى يسبقه بمجموعة ميثيلين  $CH_2$  .
- ☐ تشتق من الألكان بنزع أربع ذرات هيدروجين .
- ☐ تشتق من الألكين بنزع ذرتي هيدروجين .

## رابعاً: إضافة الماء : ( الهيدرة الحفزية )

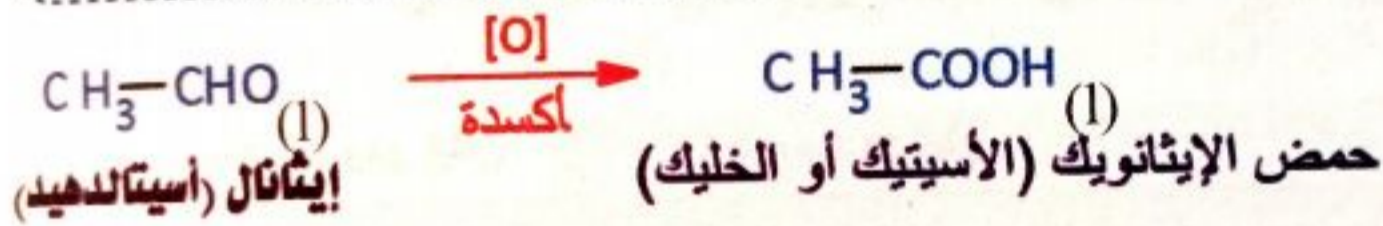
هي إضافة الماء في وجود عامل حفاز حمض الكبريتيك (40%) وكبريتات الزنق عند درجة حرارة (60) يتكون مركب وسطي غير ثابت يسمى كحول فايثيل ثم ترتب ذرات الكحول متحولاً إلى أسيتالدهيد (الإيثانال)

## التعريف



أهمية تفاعل هيدرة الإيثانين :

تحضير حمض الأسيتيك ( نظراً لأهمية الحياتية ) وذلك بأكسدة الأسيتالدهيد :



تحضير الكحول الإيثيلي وذلك باختزال الأسيتالدهيد :



## لاحظ أن

كحول الفايثيل والأسيتالدهيد أيزوميران عند عمل هيدرة حفزية لأي الكاين يعطى كيتون ماعدا الإيثانين هو الوحيد الذي يعطى الدهيد .

## قاعده عامه

إذا اتصلت ذرة كربون برابطه ثنائيه ومجموعه OH يتم عمل إزاحة للرابطه الثنائيه وتضع بين ذرة الكربون و ذرة الاكسجين وتنتقل ذرة الهيدروجين المتصله بذرة الاكسجين الى ذرة الكربون الأخرى

(استنتج) .. لماذا يعتبر مركب كحول الفايثيل غير ثابت ؟

لأن زوجي الإلكترونات الحرة الموجودة على ذرة الأكسجين لمجموعه الهيدروكسيل تتنافر مع إلكترون الرابطة باى الموجودة بين ذرتي الكربون لذلك تتم له إعادة ترتيب الذرات تلقائياً .

(الهجنة)

## تفاعل الألكينات مع الهالوجينات

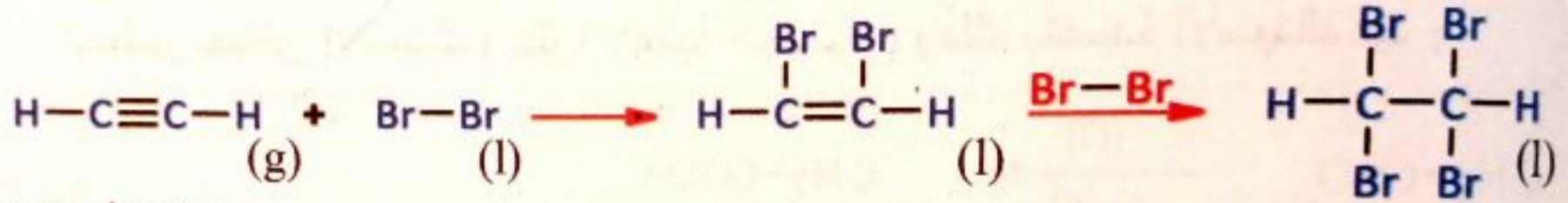
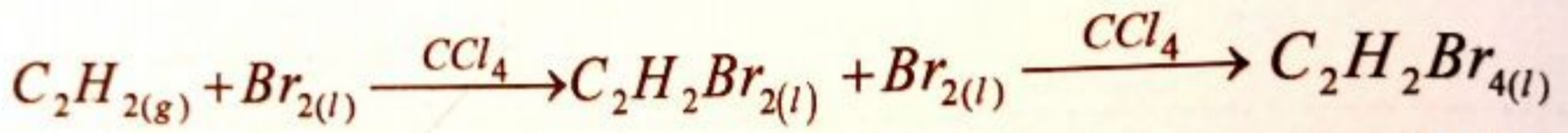
### مع ماء البروم

يتفاعل ويكسر الرابطة باى ويزول لون ماء البروم الأحمر

### مع الكلور

يتفاعل بشدة ويكون التفاعل مصحوب بلهب وضوء لذلك تضاف مواد مهدنة للتفاعل

### معادلة الهجنة



إيثانين (أسيتلين)

1، 1، 2، 2 رباعي برومو إيثان 1، 2، 2، 2 ثنائي برومو إيثان

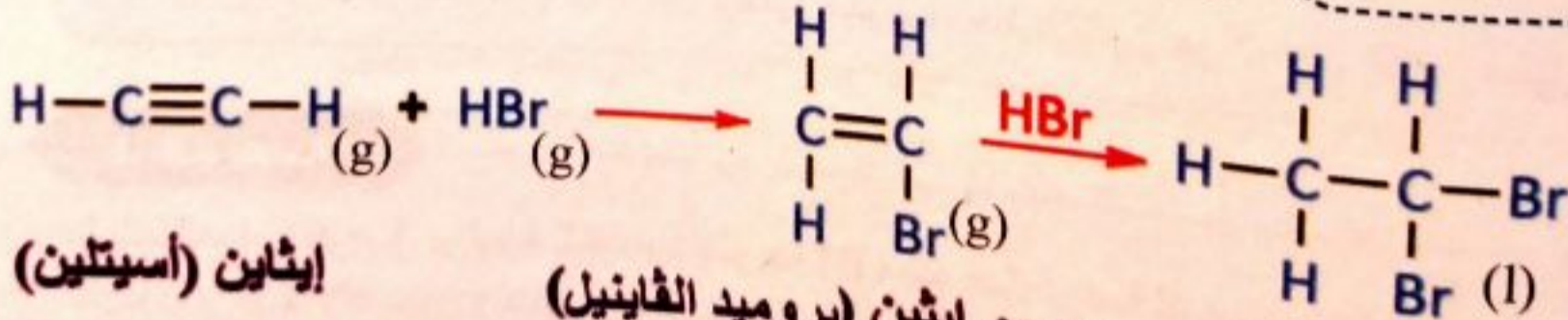
(استنتج) .. لا يصلح ماء البروم في التمييز بين الإيثانين و الإيثانين ؟

لأن كلا منهما غير مشبع فيتفاعلا بالإضافة وتنكسر الرابطة باى فيزول اللون الأحمر لماء البروم مع كل منهما .

## ثالثا: إضافة هاليد الهيدروجين :

يتم التفاعل على مرحلتين بالإضافة وفى المرحلة الثانية يتم تطبيق قاعدة ماركونيكوف

### طريقة الإضافة



إيثانين (أسيتلين)

برومو إيثانين (بروميد الفانيل)

1، 1، 2، 2 ثنائي برومو إيثان

(استنتج) .. فى التفاعل السابق لا يتكون 2، 1 - ثنائى برومو إيثان ؟

لأن الإضافة تتم على حسب قاعدة ماركونيكوف التي تنص ( كمل النص .. )

لو طلب الحصول على 1، 1 - ثنائى برومو إيثان من الإيثانين تتم إضافة ( HBr ثم HBr )

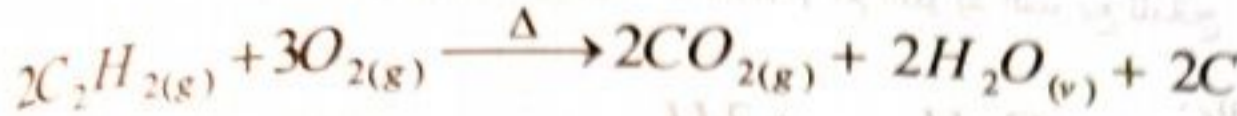
لو طلب الحصول على 2، 1 - ثنائى برومو إيثان من الإيثانين تتم إضافة ( H<sub>2</sub> ثم Br<sub>2</sub> )

لاحظ ان

ثانيا : في كمية قليلة من الأكسجين ( الهواء الجوي )

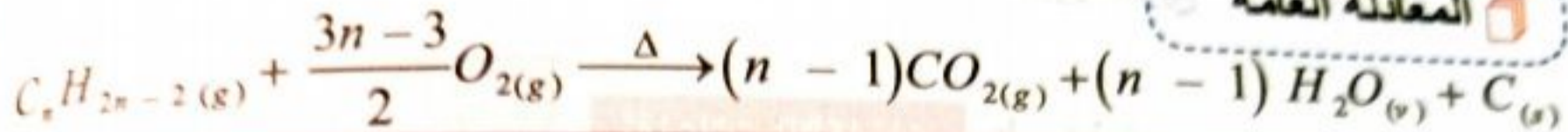
يحترق الإيثان بلهب مدخن وذلك لعدم احتراق الكربون تماما لعدم وجود كمية وفيرة من الأكسجين

طريقة الاحتراق



معادلة الاحتراق

المعادلة العامة



(استنتج) .. قد يحترق الإيثان بلهب مدخن ؟

لعدم احتراق الكربون تماما لعدم وجود كمية وفيرة من الأكسجين .

(استنتج) .. لا يستخدم الإيثان والإيثين في أغراض اللحام رغم الطاقة العالية الناتجة بخلاف الإيثان ؟

لأن كمية الطاقة اللازمة لتنشيط الأكسجين في بداية التفاعل واللازمة لتبخير الماء الناتج تكون في حالة الإيثان أقل من حالتى الإيثان والإيثين

## تفاعلات الإضافة :

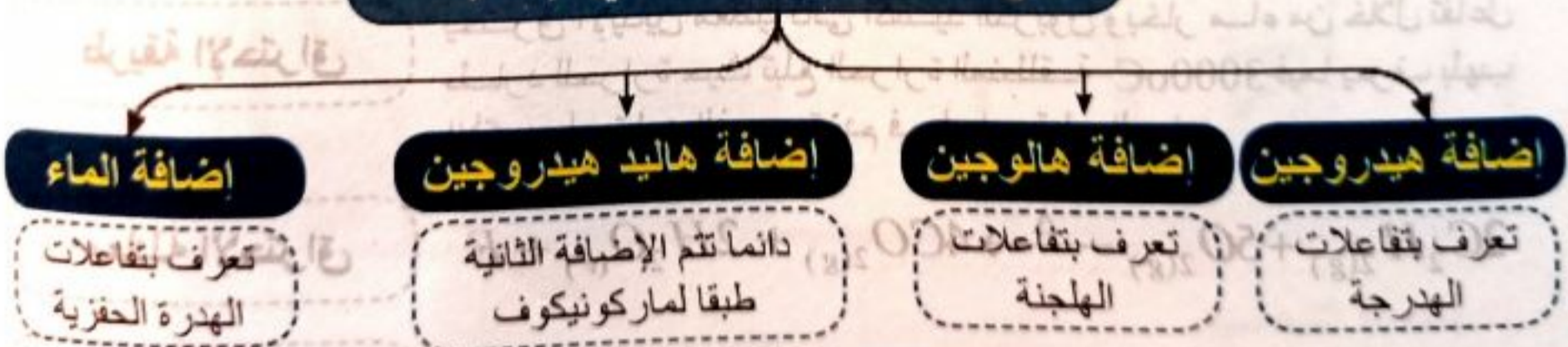
(استنتج) .. تتميز الألكينات بقدرتها على التفاعل بالإضافة مع المواد الأخرى لتتحول إلى مركبات مشبعة ؟

لأن الألكينات تحتوى على رابطتين من النوع باى التي تنكسر بسهولة أثناء التفاعل الكيميائى

(استنتج) .. تفاعل الإلكينات يتم على مرحلتين ؟

لأنها تحتوى على رابطتين باى ضعيفة سهلة الكسر ففي كل مرحلة تنكسر رابطة .

## أنواع تفاعلات الإضافة في الإلكينات

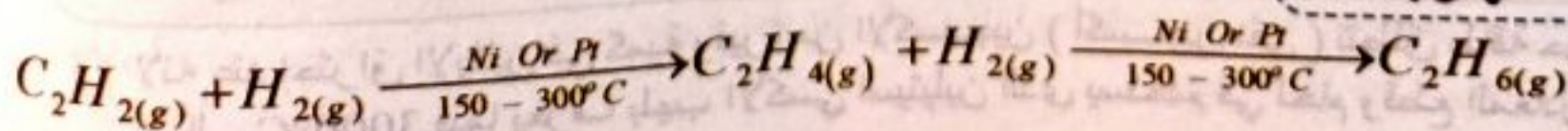


## أولا : إضافة الهيدروجين :

تتم إضافة الهيدروجين على مرحلتين حيث يتم كسر الرابطة باى الأولى وتكوين الألكين ثم تكسر الثانية ويتكون الألكان وذلك في وجود النيكل المجزأ أو البلاتين :

طريقة الإضافة

معادلة الهدرجة



## الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة (الهيدروكربونات الأروماتية)




تختلف المركبات الأروماتية عن الأليفاتية من حيث المصدر ونسبة الهيدروجين كالتالي :

وجه المقارنة	المركبات الأليفاتية ( الدهنية )	المركبات الأروماتية ( العطرية )
التعريف	المركبات العضوية المشتقة من الأحماض الدهنية	المركبات العضوية المشتقة من بعض الراتنجات وبعض المنتجات الطبيعية ولها روائح عطرية
نسبة الهيدروجين	تحتوى على نسبة عالية من الهيدروجين	بها نسبة أقل من الهيدروجين .
أول أفرادها	الميثان	البنزين العطري .

**لاحظ أن :** < في الإيثان تكون نسبة الكربون : الهيدروجين هي 1 : 1  
< في البنزين العطري تكون نسبة الكربون : الهيدروجين هي 1 : 1

(استنتج) .. تسمية المركبات الأروماتية بالمركبات العطرية ؟

لأنها ذات روائح مميزة غالباً .  
توجد المركبات العطرية في شكل حلقة بنزين واحدة أو حلقتين أو أكثر بمشتقاتهم العديدة كالتالي :

أنثراسين	النفثالين	بنزين عطري	
$C_{14}H_{10}$	$C_{10}H_8$	$C_6H_6$	الصيغة الجزيئية
			الصيغة البنائية
7	5	3	عدد الروابط باى

### لاحظ أن

بنزين السيارات يسمى الجازولين وهو مركب أليفاتي يختلف في تركيبته عن البنزين العطري .  
ذرتى الكربون المتصلتين بالضلع المشترك في النفثالين غير متصلتين بالهيدروجين .

هو الشق الناتج عند نزع ذرة الهيدروجين من المركب الأروماتى .

**شق الأريل (Ar) :**

هو الشق الناتج عند نزع ذرة هيدروجين من حلقة البنزين ( $C_6H_5$ )

**شق الفينيل :**

لاحظ أن

كلما زاد عدد ذرات الكربون في الألكان الحلقي قل النشاط وزاد الاستقرار والثبات.

ملاحظه هامه

إذا كانت الصيغة العامه للمركب  $C_nH_{2n}$  وذكر انه مشبع او مغلق السلسله يكون الكان حلقي فقط ولو ذكر غير مشبع او مفتوح السلسله يكون الكين فقط لكن لو لم يذكر شيء يحتمل ان يكون الكان حلقي او الكين مع مراعاة ان  $C_2H_4$  الكين فقط لان ابسط الكان حلقي يتكون من 3 ذرات كربون .

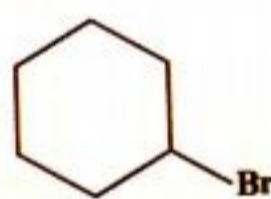
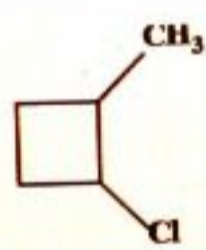
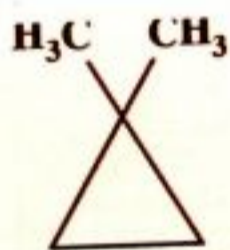
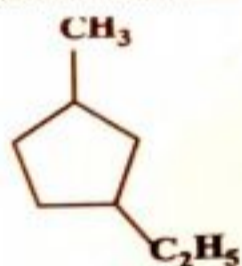
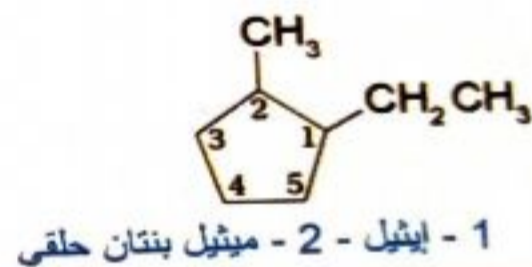
قاعده عامه

الألكان الحلقي اكثر نشاطا و اقل ثباتا من الألكان العادي المقابل له .

قاعده عامه

الرابطة سيجمما تزداد قوتها كلما زادت الزوايا بين الروابط وبالتالي اقوى رابطة سيجمما في الألكان العادي واقوى الروابط سيجمما في الامثله السابقه تكون في الهكسان الحلقي و اضعفهم في البروبان الحلقي

بعض الامثله على تسمية الألكانات الحلقية :



تدريب على تسمية الألكانات الحلقية

Example

كيف تميز بين البروبان العادي والبروبان الحلقي .

البروبان الحلقي	البروبان العادي	طريقة الكشف
يكون مع الهواء خليطا شديدا الإشتعال (لهب شديد)	يحترق وينتج ثاني أكسيد كربون وبخار ماء وطاقة (لهب هادئ).	عن طريق تفاعل الإحتراق

الصيغة  $C_3H_6$  تصلح لمركبين أحدهما مشبع والآخر غير مشبع فما هما ؟ وكيف تميز بينهما ؟

البروبان الحلقي	البروبين	طريقة الكشف
مركب مشبع فلا يزول اللون الأحمر	مركب غير مشبع فيتفاعل بالإضافة ويزول لون البروم الأحمر.	عن طريق كشف عدم التشبع بإضافة ماء البروم الأحمر المذاب في رابع كلوريد الكربون

## هيدروكربونات الحلقية المشبعة (الألكانات الحلقية)

### التعريف

هي الهيدروكربونات التي تحتوي جزيئاتها على ثلاث ذرات كربون فأكثر وتوجد في شكل حلقى وصيغتها العامة  $C_nH_{2n}$  وهي نفس الصيغة العامة للألكينات لذلك يعتبروا أيزومران .

(استنتج) .. يجب أن نفرق بين الألكانات الحلقية والألكينات عند كتابة الصيغة الجزيئية لهما ؟

لأن الصيغة العامة لكلا منهما هي  $C_nH_{2n}$  لذلك يعتبروا أيزومران ولكن الألكان الحلقى مشبع ومغلق السلسلة والألكين غير مشبع ومفتوح السلسلة.

### طريقة تسمية الألكانات الحلقية :

لا تختلف تسميتها عن تسمية الألكانات غير الحلقية سوى في وضع ( سيكلو ) في المقدمة أو ( حلقى ) في النهاية ... استنتج ؟ لتدل على التركيب الحلقى .

اسم المركب بنظام الأيوباك	بروبان حلقى (سيكلو بروبان)	بيوتان حلقى (سيكلو بيوتان)	بنتان حلقى (سيكلو بنتان)	هكسان حلقى (سيكلو هكسان)
الصيغة البنائية				
الصيغة الجزيئية	$C_3H_6$	$C_4H_8$	$C_5H_{10}$	$C_6H_{12}$
الزوايا بين الروابط	60 درجة	90 درجة	تقرب من 109 درجة	

لاحظ أن الألكانات الحلقية الغير متفرعة لا تحتوي على مجموعات ميثيل

(استنتج) .. قيمة الزوايا بين الروابط تعتبر عامل محدد لنشاط الكيميائي ؟

كبر الزوايا يؤدي إلى تداخل قوى بين الأوربيتالات فيكون المركب أقل نشاطا ( علاقة عكسية )

كبر الزوايا يؤدي إلى تداخل قوى بين الأوربيتالات فيكون المركب أقل نشاطا ( علاقة عكسية )





(استنتج) .. البروبان الحلقى أكثر نشاطاً من البروبان العادي ؟

لأن في البروبان الحلقى تكون الزوايا بين الأوربيتالات = 60 وهي أقل من الزاوية 109.5 في البروبان العادي مما يؤدي إلى تداخل ضعيف بين الأوربيتالات فيجعل الروابط أضعف وأسهل في الكسر ويكون المركب نشيط


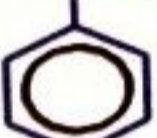

(استنتج) .. البننتان الحلقى والهكسان الحلقى مستقران ؟

لأن الزوايا بين الروابط تقرب من 109.5° لذلك يكون التداخل بين الأوربيتالات قوى والروابط سيجما قوية .

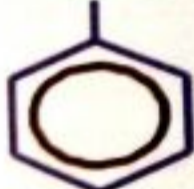
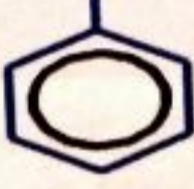
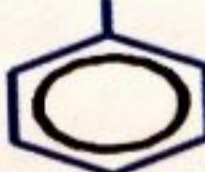
أولا : إرتباط الحلقة بمجموعة هاليد :

				المركب
يودو بنزين	برومو بنزين	كلورو بنزين	فلورو بنزين	تسمية الأيونك
يوريد الفينيل	بروميد الفينيل	كلوريد الفينيل	فلوريد الفينيل	تسمية شائعة

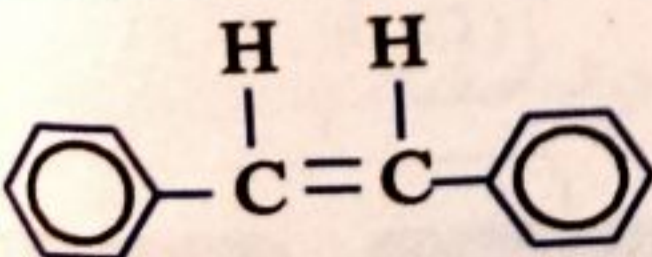
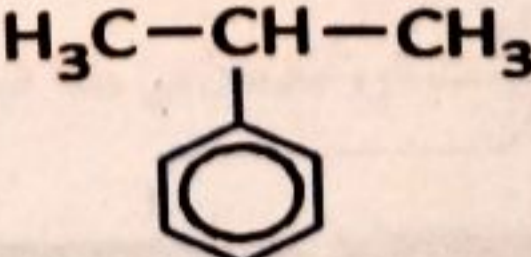
ثانيا : إرتباط الحلقة بمجموعة ذات إسم بسيط :

			المركب
بروبيل بنزين	إيثيل بنزين	نيترو بنزين	تسمية الأيونك

ثالثا : إرتباط الحلقة بمجموعة وظيفية ( مجموعة فعالة ) :

			المركب
حمض بنزويك	طولوين	فينول	تسمية الأيونك
حمض كربوكسي بنزين	ميثيل بنزين	هيدروكسي بنزين حمض كربوليك	أسماء أخرى

رابعا : إرتباط الحلقة بمجموعة ليس لها إسم بسيط :

		المركب
1, 2 - ثنائي فينيل إيثين	2 - فينيل بروبان	تسمية الأيونك



س : أكتب القيمة العددية لكل من :

- 1- عدد الروابط سيجما في جزئ البنزين .
- 2 - عدد الروابط باى في جزئ البنزين .
- 3 - عدد مولات الهيدروجين اللازمة لتشبع مول من البنزين العطري .

رتب المركبات التالية على حسب درجة عدم التشبع ؟ ثم إستنتج العلاقة بين عدم التشبع والرابطة باى؟  
( البنزين - ثنائى الفينيل - النفتالين )

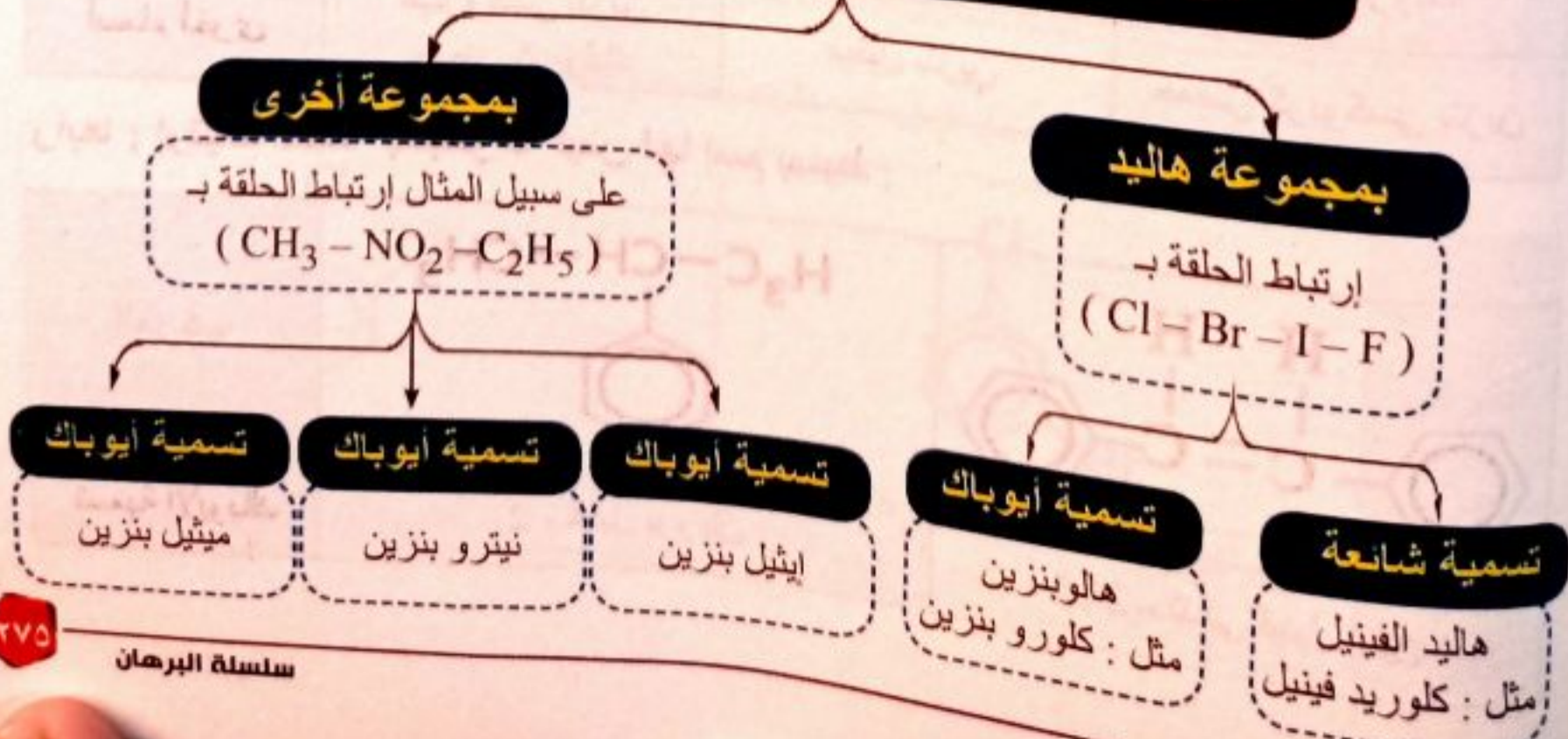
### تسمية مشتقات البنزين حسب نظام الأيوباك





أولا : البنزين أحادي الإحلال

البنزين أحادي الإحلال : يوجد على حلقة البنزين تفرع واحد.

### طرق تسمية مشتقات البنزين أحادية الإحلال



الجدول التالي يوضح المقارنة بين ثنائي الفينيل والنفثالين :

النفثالين	ثنائي الفينيل	وجه المقارنة
		الصيغة البنائية
$C_{10}H_8$	$C_{12}H_{10}$	الصيغة الجزيئية
5 روابط باى ويلزم 5 مولات هيدروجين لتثبعه	6 روابط باى ويلزم 6 مولات هيدروجين لتثبعه	عدد الروابط باى

لاحظ أن

لا يعتبروا أيزمران نظرا لإختلافهم في الصيغة الجزيئية والبنائية كما يتضح .

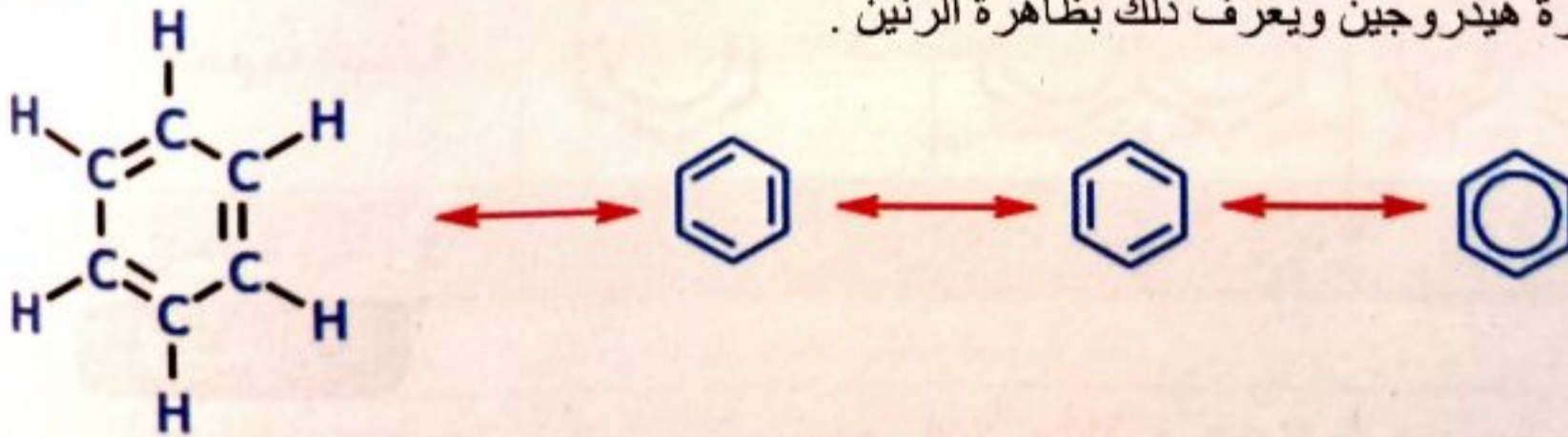
### الصيغة البنائية للبنزين :

(استنتج) .. إستغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين سنوات طويلة ؟

- يتفاعل بالأضافة وبالأخلال
- طول الروابط بين ذرات الكربون وسط بين طول الرابطة الأحادية والمزدوجة
- وغيرها من الخواص التي حيرت العلماء مدة طويلة .

### دور العالم كيكولى في علم الكيمياء :

**توصل كيكولى :** عام 1965م إلى أن حلقة البنزين تتكون من ست ذرات كربون مرتبة في شكل سداسى تتبادل فيه الروابط الأحادية والمزدوجة حيث تحتوى الحلقة على ثلاث روابط باى وكل ذرة كربون متصلة بذرة هيدروجين ويعرف ذلك بظاهرة الرنين .

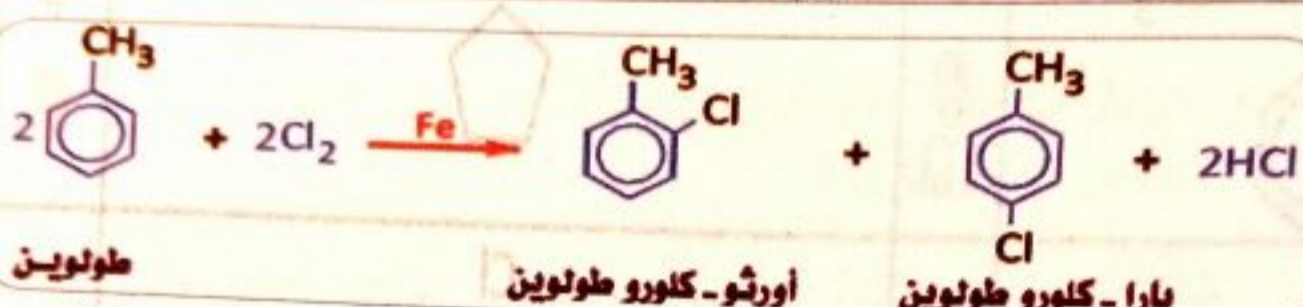



**ملاحظة :** عدم تمركز الإلكترونات الروابط باى في حلقة البنزين يؤدي إلى صعوبة تفاعله بالإضافة عكس الألكينات والألكاينات.

(استنتج) .. يمكن التعبير عن الروابط باى برسم حلقة داخل حلقة البنزين ؟

لأن الإلكترونات الستة المكونة للروابط باى لا تستقر عند ذرة كربون معينة

ويتوقف موضع الاستبدال الثاني على نوع المجموعة المستبدلة أولاً فهي التي توجه إلى موضع الاستبدال الثاني

مجموعات موجّهة للموضع ميتا	مجموعات موجّهة للموضعين أورثو وبارا	المجموعات الموجّهة
-CHO -CO - -COOH -NO <sub>2</sub> -SO <sub>3</sub> H	مجموعة الألدهيد مجموعة الكيتون مجموعة الكربوكسيل مجموعة النيترو مجموعة السلفونيك	R - OH - NH <sub>2</sub> - ذرة الهالوجين X (I, Br, Cl)-
 <p>تولوين أورثو-كلورو تولوين بارا - كلورو تولوين</p>		أمثلة توضيحية
 <p>نيترو بنزين ميتا - كلورو نيترو بنزين</p>		

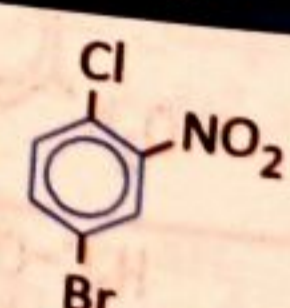
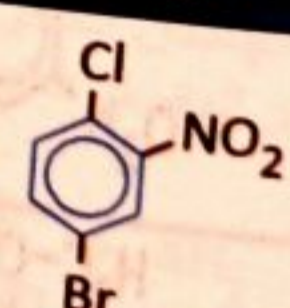
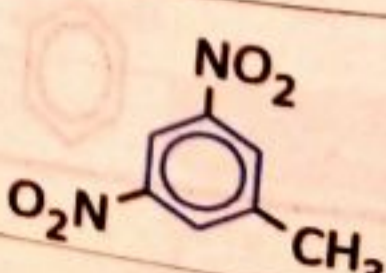
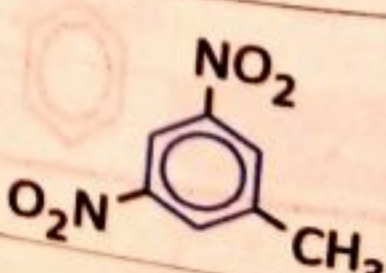
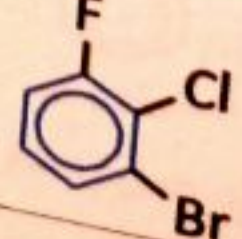
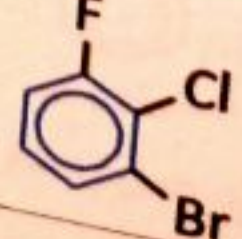
(استنتج) .. نيترة الكلورو بنزين تعطى مركبين بينما كلورة النيتروبنزين تعطى مركب واحد؟

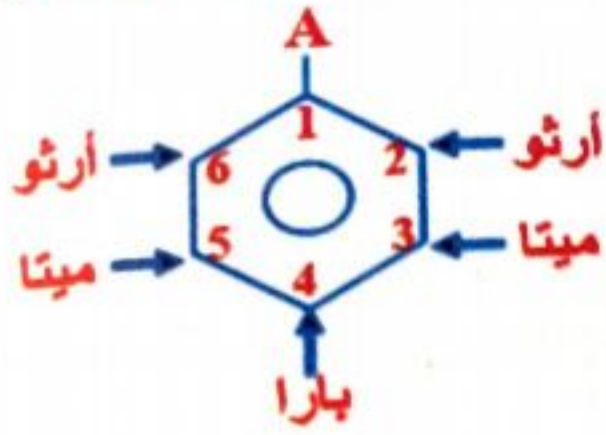
نيترة الكلورو بنزين تعطى مركبين لأن ذرة الكلور توجه للموضعين أورثو وبارا .  
بينما كلورة النيتروبنزين تعطى مركب واحد لأن مجموعة النيترو توجه للموضع ميتا فقط.

ثالثاً : البنزين ثلاثي الإحلال

طريقة التسمية بنظام الأيوباك :

ترقم حسب الحروف الأبجدية باللغة اللاتينية في الاتجاه الذي يعطى أقل عدد من مجموع الأرقام .

المركب	التسمية
	1 - برومو - 4 - كلورو - 3 - نيترو بنزين (x)
	4 - برومو - 1 - كلورو - 2 - نيترو بنزين (✓)
	1 ، 3 - ثنائي نيترو - 5 - ميثيل بنزين (x)
	1 - ميثيل - 3 ، 5 - ثنائي نيترو بنزين (✓)
	3 - برومو - 2 - كلورو - 1 - فلورو بنزين (x)
	1 - برومو - 2 - كلورو - 3 - فلورو بنزين (✓)



التسمية الشائعة للبنزين ثنائي الإحلال :

وجود ذرتين أو مجموعتين على حلقة بنزين يتبعه وجود ثلاث أيزومرات موضعية يمكن تمييزها كما يأتي :

أولا : أيزومرات ثنائي كلورو بنزين :

			الأيزومر
1,4 - ثنائي كلورو بنزين	1,3 - ثنائي كلورو بنزين	1,2 - ثنائي كلورو بنزين	تسمية الأيوباك
بارا - ثنائي كلورو بنزين	ميثا - ثنائي كلورو بنزين	أرثو - ثنائي كلورو بنزين	التسمية الشائعة

ثانيا : أيزومرات برومو طولوين :

			الأيزومر
4 - بروموتولوين	3 - بروموتولوين	2 - بروموتولوين	تسمية الأيوباك
بارا - بروموتولوين	ميثا - بروموتولوين	أرثو - بروموتولوين	التسمية الشائعة

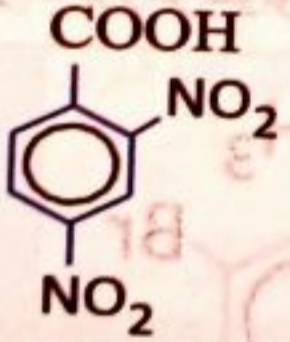
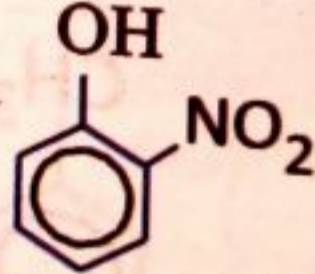
ملاحظة : مشتقات البنزين ثنائية الإحلال وثلاثية الإحلال لها 3 أيزومرات

البنزين ثنائي الإحلال : يوجد على حلقة البنزين تفرعين .

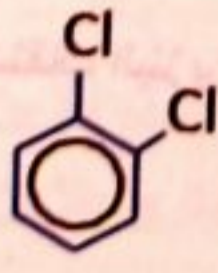
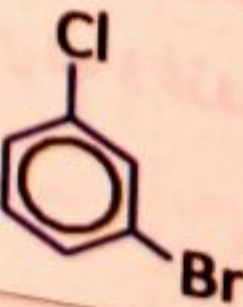
### طرق تسمية مشتقات البنزين ثنائية الإحلال



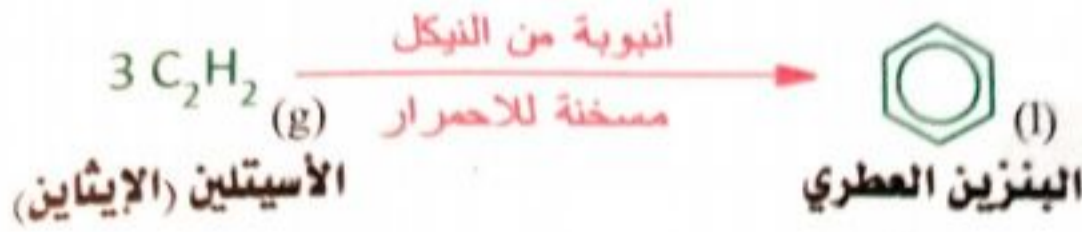
أولا : إرتباط الحلقة بمجموعتين أحدهما مجموعة فعالة أو وظيفية :

		المركب
2,4 - ثنائي نيترو حمض البنزويك (✓) 1-كربوكسي-2,4 - ثنائي نيترو بنزين (✓)	2- نيترو فينول (✓) 1-هيدروكسي-2- نيترو بنزين (✓)	تسمية الأيوباك

ثانيا : إرتباط الحلقة بمجموعتين ليس أي منهما مجموعة فعالة :

		المركب
1,6 - ثنائي كلورو بنزين (×) 1,2 - ثنائي كلورو بنزين (✓)	1-كلورو-3-برومو بنزين (×) 1-برومو-3-كلورو بنزين (✓)	تسمية الأيوباك

(ب) بلمرة الإيثاين ( البلمرة الحلقية أو الثلاثية ) :  
يمرر الإيثاين أو الأسيتيلين في أنبوبة مسخنة لدرجة الإحمرار .



إمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن الذي يختزل الفينول إلى البنزين ونوع هذا التفاعل أكسده واختزال وليس اختزال فقط

من الفينول :

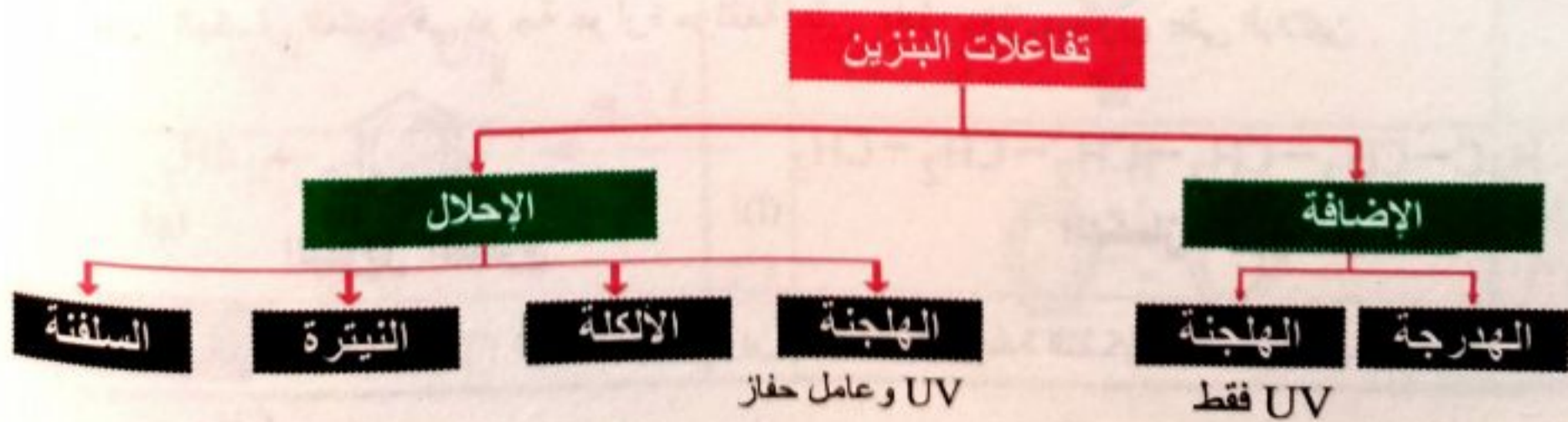


### الخواص العامة للبنزين العطري

#### أولاً: الخواص الفيزيائية

الحالة	سائل شفاف لا يمتزج بالماء
درجة الغليان	يغلي عند 80 درجة
الرائحة	له رائحة مميزة
الإشتعال	يشتعل مصحوباً بدخان أسود مما يعنى أنه يحتوى على نسبة كبيرة من الكربون .

#### أولاً: الخواص الكيميائية



(استنتاج) .. يتفاعل البنزين بالإضافة والإحلال ؟

لوجود الروابط المزدوجة والأحادية كما أن تفاعلات الإضافة في البنزين صعبة وتتم تحت ظروف خاصة

## طرق تحضير البنزين العطري

### في الصناعة

هناك طرق عديدة كما سيتضح

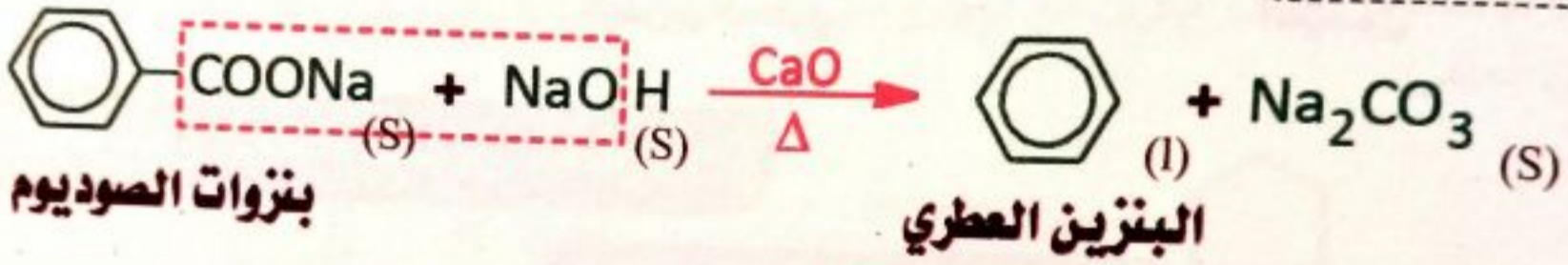
### في المعمل

التقطير الجاف لبنزوات الصوديوم

### أولاً : تحضير النزين العطري في المعمل

عن طريق التقطير الجاف لملح بنزوات الصوديوم ( على مبدأ تحضير غاز الميثان )

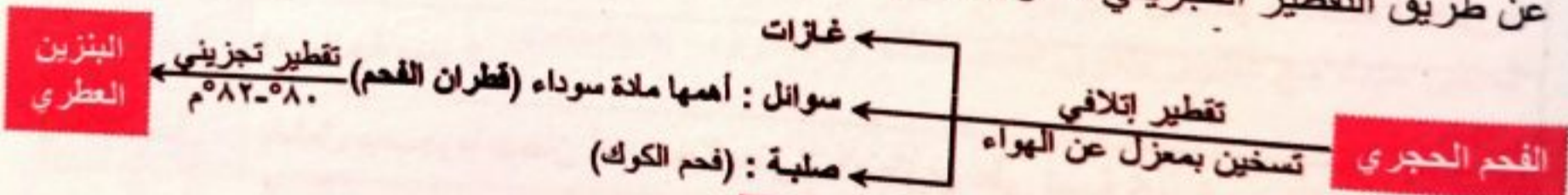
### طريقة التحضير



### ثانياً : تحضير البنزين العطري في الصناعة

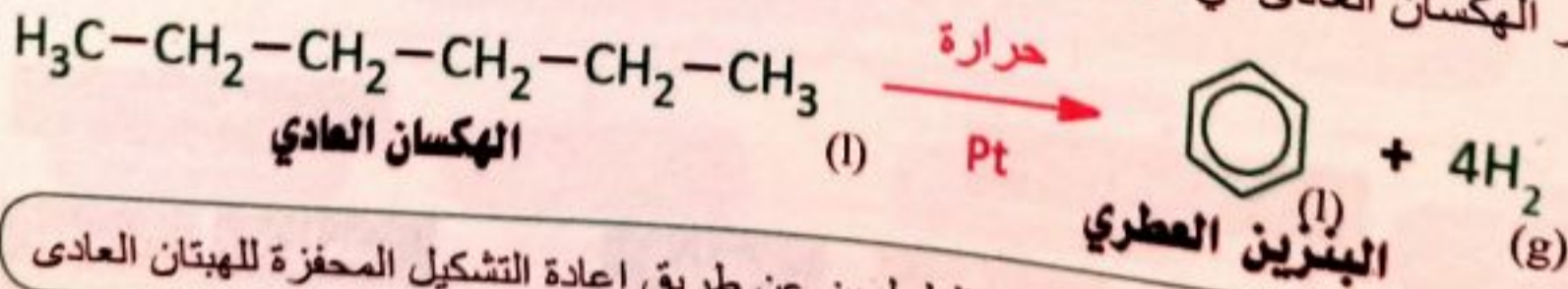
### من قطران الفحم

عن طريق التقطير التجزيئي لقطران الفحم



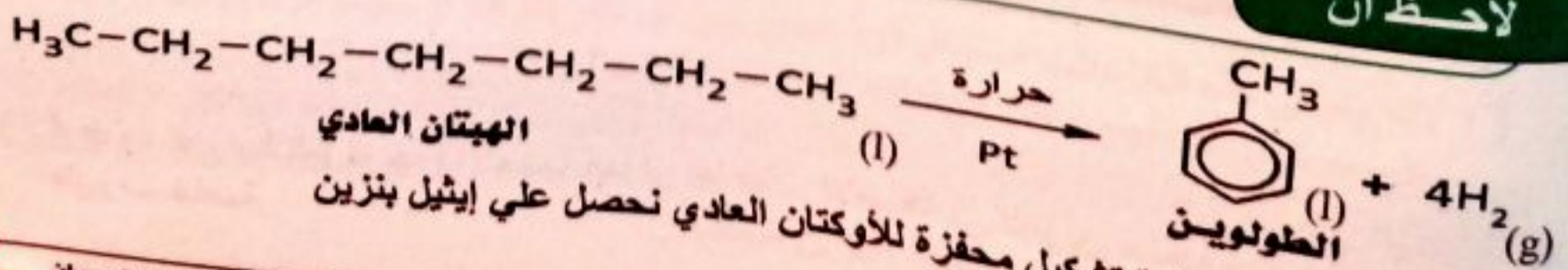
### من المشتقات البترولية الأليفاتية :

(أ) من الهكسان العادي ( إعادة التشكيل المحفزة ) يمرر الهكسان العادي في درجة حرارة مرتفعة على عامل حفاز يحتوي على البلاتين .




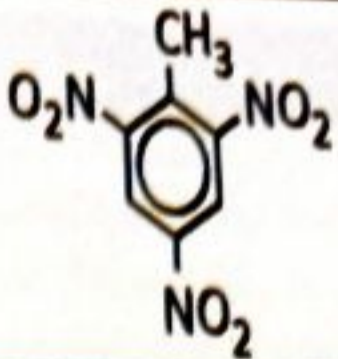

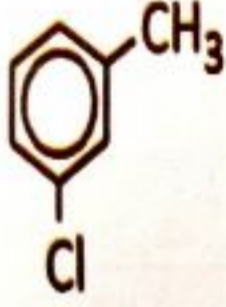

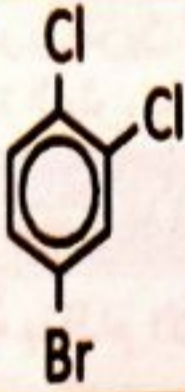
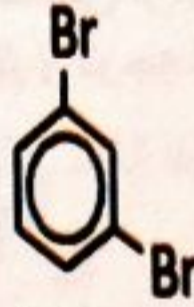
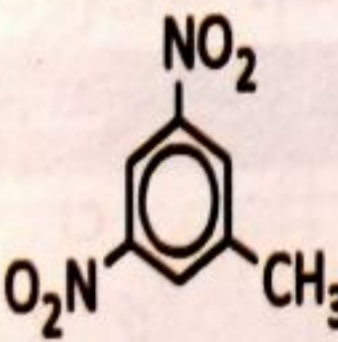
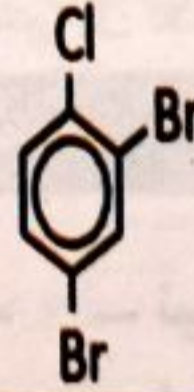
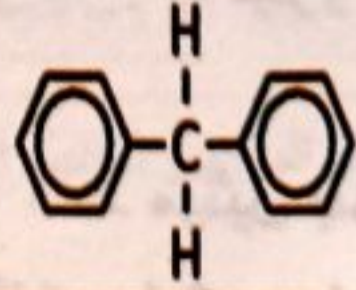
تحضير الطولوين عن طريق إعادة التشكيل المحفزة للهبتان العادي

### لاحظ أن



عند عمل إعادة تشكيل محفزة للأوكتان العادي نحصل علي إيثيل بنزين

اكتب أسماء المركبات الآتية :

	٢		١
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	٤		٢
	٦		٥
	٨		٧
	١٠		٩
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	١٢		١١



ثالثا : تفاعل النيترة

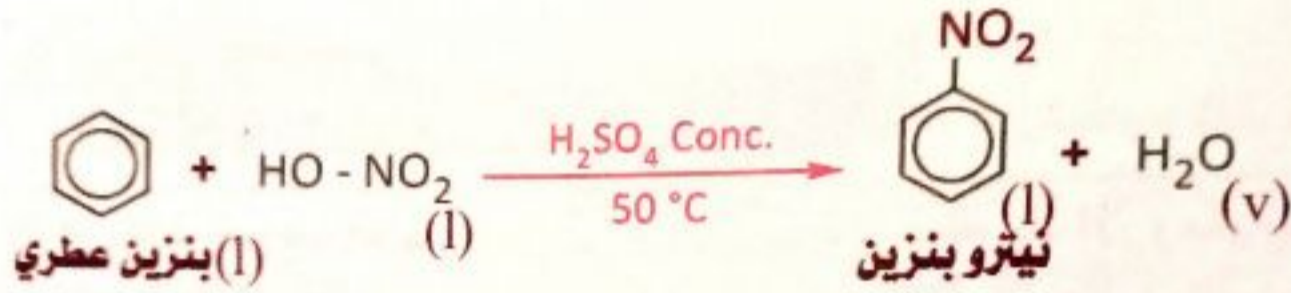
التعريف

هي إدخال مجموعة النيترو على حلقة البنزين محل ذرة الهيدروجين بتفاعل البنزين مع خليط النيترة

خليط النيترة

خليط من حمض الكبريتيك المركز وحمض النيتريك المركز بنسبة ( 1 : 1 ) .

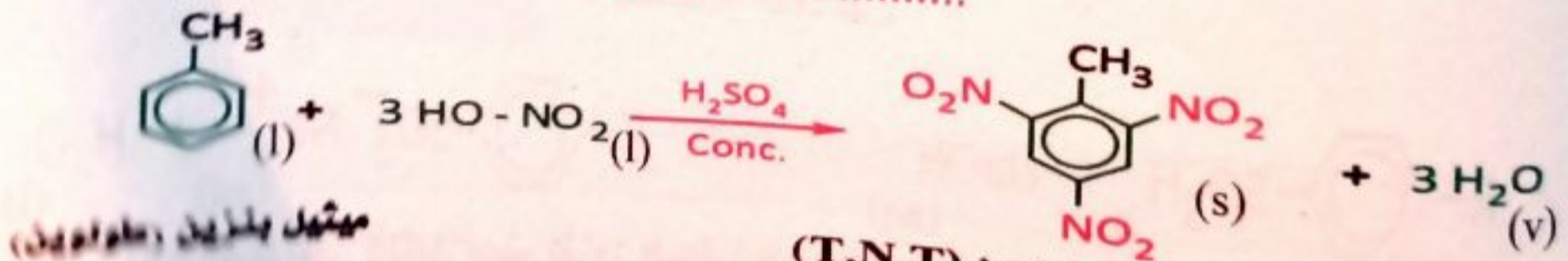
مثال 1 : نيترة البنزين لتكوين نيترو بنزين



مثال 2 : نيترة الطولوين لتكوين T . N . T

الإسم الكيميائي	2 , 4 , 6 ثلاثي نيترو طولوين . ( T . N . T )
الإستخدام	إستخدام كمتفجرات في الحرب العالمية الثانية .

معادلة التحضير



6 ، 4 ، 2 ثلاثي نيترو طولوين (T.N.T) ؟

(استنتاج) .. مركبات عديدة النيترو مواد شديدة الانفجار ؟

❑ لإحتوائها على وقودها الذاتي وهو الكربون .

❑ كما أنها تحتوى على الأوكسجين وهو المادة المؤكسدة .

❑ كما تتحول الروابط الضعيفة بين N—O إلى روابط قوية بين C=O و N=N

طاقة الرابطة

الرابطة	طاقة الرابطة (كـجـ/مول)
N—O	163
C=O	743
N=N	418



## أنواع تفاعلات الإضافة في البنزين

### إضافة هالوجين

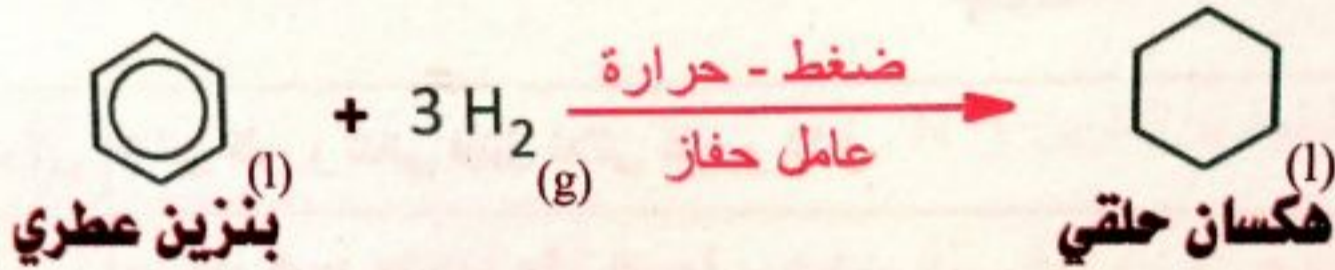
يتكون سداسى هالو الهكسان الحلقى

### إضافة هيدروجين

ينتج الهكسان الحلقى

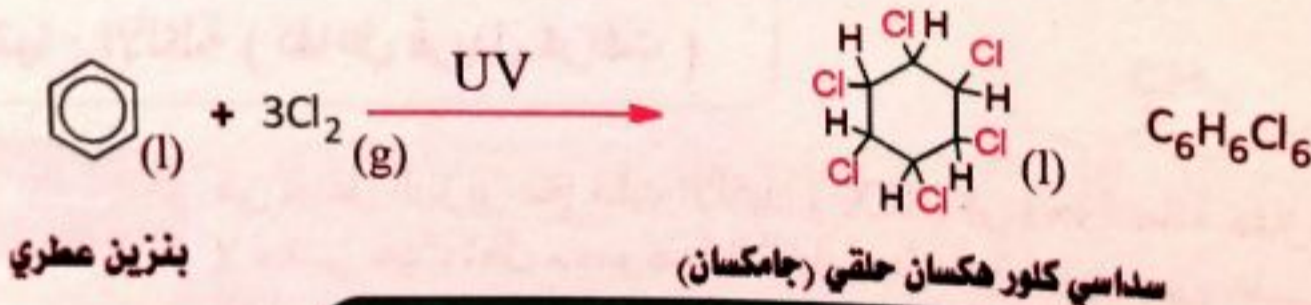
### أولا : إضافة الهيدروجين ( الهدرجة الحفزية )

طريقة الإضافة : يتفاعل البنزين مع الهيدروجين بالضغط والحرارة وفى وجود عامل حفاز لينتج أو الهكسان الحلقى



### ثانيا : إضافة الهالوجينات ( الهلجنة )

طريقة الإضافة : يتفاعل البنزين مع الكلور أو البروم فى وجود الـ UV ويتكون سداسى هالو الهكسان الحلقى حيث مع الكلور يتكون المبيد الحشرى المعروف بالجامكسان



## أنواع تفاعلات الإحلال في البنزين

### السلفنة

### النيترية

### الألكلة

### الهلجنة

(استنتاج) .. تعتبر تفاعلات الإحلال هي التفاعلات المهمة في البنزين ؟

لأنه يتم فى هذه التفاعلات استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بذرات أو مجموعات تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية اقتصادية كبيرة

(استنتاج) .. جميع تفاعلات الإحلال للبنزين تنتج مركب واحد ؟

لأن ذرات الهيدروجين حول حلقة البنزين متماثلة .

# الباب الخامس

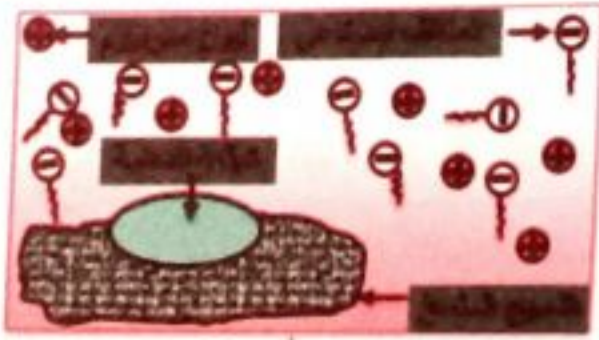


## الكيمياء العضوية

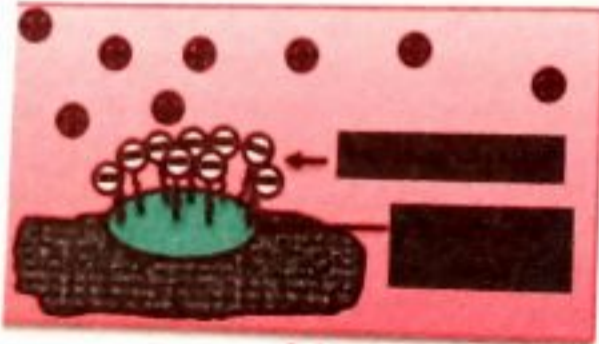
الجزء الثاني

الكحولات و الفينولات | الأحماض و الأسترات

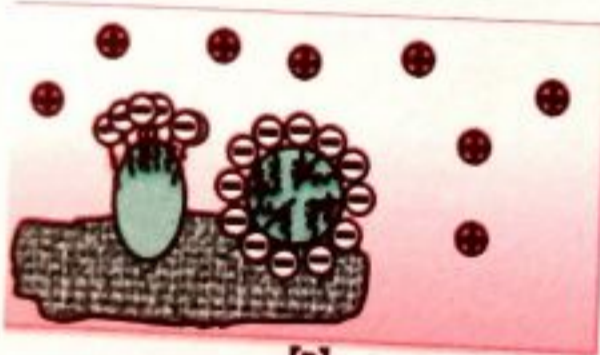
س : كيف يعمل المنظف الصناعي على التنظيف



[1]



[2]



[3]



[4]

عند ذوبان المنظف في الماء تترتب جزيئاته بحيث يتجه الذيل : ( الكاره للماء ) ناحية البقع الدهنية والنسيج الرأس : ( المحبة للماء ) ناحية الماء

وينفصل الشق الموجب منها في الماء وعلية فإن البقع الدهنية تحاط بالعديد من جزيئات المنظف التي تحمل رؤوسها شحنة سالبة .

عند أي احتكاك ميكانيكي ( عملية الشطف ) تتناثر رؤوس الجزيئات التي تحيط بالبقع الدهنية مع رؤوس الجزيئات التي تحيط بالنسيج ( لأن كل منهما يحمل شحنة سالبة )

هكذا تنفصل البقع الدهنية عن النسيج وتوجد على هيئة مستحلب ويتم التخلص منه بعملية الشطف

(استنتاج) .. لا يصلح الماء في إزالة البقع الدهنية ؟

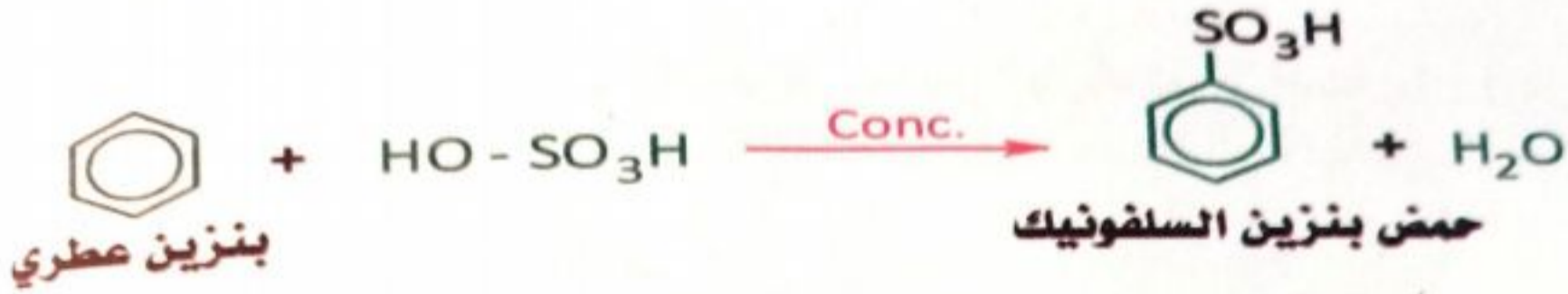
لأن البقع الدهنية من المواد العضوية بينما الماء مذيب قطبي كما أن التوتر السطحي للماء كبير .

س/ ما الفرق بين التقطير التجزيئي والإتلافي والجاف ؟

نوع التقطير	التعريف	المثال
التجزيئي	هو التسخين لفصل عدة سوائل ممتزجة مع بعضها تبعا لدرجة غليانها .	قطران الفحم
الإتلافي	تسخين المادة بمعزل عن الهواء	أوكسالات الحديد والفحم الحجري
الجاف	تسخين المادة في غياب الماء مع الجير الصودي	أسيئات الصوديوم

رابعاً : تفاعل السلفنة

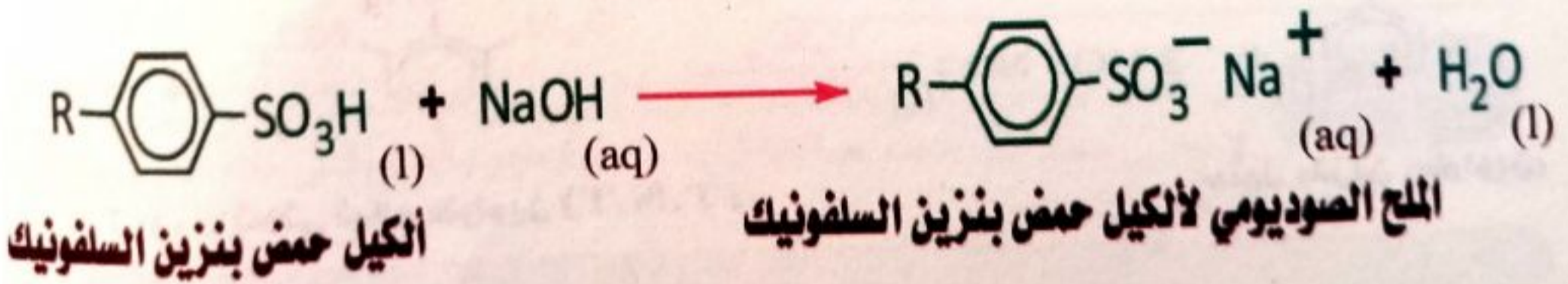
**التعريف** هي إدخال مجموعة حمض السلفونيك (-SO<sub>3</sub>H) على حلقة البنزين محل ذرة الهيدروجين حيث تتم بتفاعل حمض الكبريتيك (حمض السلفونيك) مع البنزين .



المنظفات الصناعية

التعريف	هي مواد تقوم صناعتها أساساً على مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بعد معالجتها بالصودا الكاوية للحصول على الملح الصوديومي القابل للذوبان في الماء .
مكوناتها	(1) الذيل : وهو عبارة عن السلسلة الكربونية الطويلة وهي كارهة للماء وغير متآينة . (2) الرأس : وهو عبارة عن مجموعة متآينة وهي محبة للماء .
فكرة عمله في إزالة البقع	لا يصلح الماء في إزالة البقع الدهنية من الأنسجة ... استنتج ؟ لأنها مواد غير عضوية بينما الماء مذب قطبي لذلك يستخدم المنظف الصناعي لإزالة البقع الدهنية

معادلة التفاعل



هذا التفاعل نوعه تعادل

لاحظ أن

## أولا : الكحولات ( Alcohols )

الكحولات هي مركبات عضوية تحتوي جزيئاتها على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل المتصلة بالالكيل

### تسمية الكحولات

#### كحولات لها أيزومرات

تحتوي على ثلاثة ذرات كربون أو أكثر

#### كحولات ليس لها أيزومرات (كحول)

تحتوي على ذرة أو ذرتين كربون

### أولا : كحولات ليس لها أيزومرات (كحول)

#### كحولات ليس لها أيزومرات (كحول)

##### التسمية بالأيوباك

تسمى الكانول

##### التسمية الشائعة

كحول + الكيلي

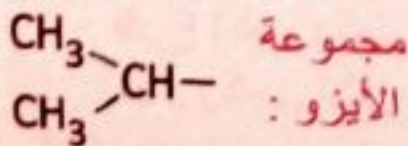
الألكان	مجموعة الألكيل	الكحول	التسمية الشائعة	تسمية الأيوباك
ميثان	ميثيل -CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> -OH	كحول ميثيلي	ميثانول
إيثان	إيثيل -CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -OH	كحول إيثيلي	إيثانول

#### كحولات لها أيزومرات

### ثانيا : كحولات لها أيزومرات

##### التسمية بالأيوباك

- أطول سلسلة
- الترقيم من الطرف الأقرب لل OH
- التسمية (الكانول)
- وضع ترقيم ال OH قبل الكانول



##### التسمية الشائعة

##### الكيلي ثالثي

ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاثة ذرات كربون

##### الكيلي ثانوي

ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتي كربون وذرة هيدروجين

##### أيزو الكيلي

تحتوي على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة ومجموعتين ميثيل

##### كحول الكيلي

ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرة كربون غير مرتبة في شكل مجموعة الأيزو

## أولا : المقارنة بين الكحولات والفينولات

الفينولات	الكحولات	الصيغة العامة
Ar- OH	R- OH	المجموعة الوظيفية
الهيدروكسيل (OH - )	الهيدروكسيل (OH - )	الإشتقاق
من الماء : ( مشتقات أريلية للماء ) بإستبدال هيدروجين الماء بمجموعة أريل $H - OH \longrightarrow Ar - OH$	من الماء : ( مشتقات ألكيلية للماء ) بإستبدال هيدروجين الماء بمجموعة ألكيل $H - OH \longrightarrow R - OH$	
من الهيدروكربونات الأروماتية: بإستبدال ذرة هيدروجين من الهيدروكربون الأروماتي بمجموعة هيدروكسيل	من الهيدروكربونات الإليفاتية: بإستبدال ذرة هيدروجين من الهيدروكربون الأليفاتي بمجموعة هيدروكسيل	

(استنتج) .. تتشابه الكحولات والفينولات في كثير من الخواص ؟

لتشابه المجموعه الوظيفية في كل منها وهي مجموعه الهيدروكسيل

(استنتج) .. تعتبر الكحولات والفينولات مشتقات من الماء ؟

بسبب استبدال ذره هيدروجين من جزئ الماء بمجموعه الكيل او مجموعه اريل

(استنتج) .. تعتبر الكحولات والفينولات مشتقات هيدروكسيلية للهروكربونات الاليفاتيه المشبعه او الاروماتيه ؟

بسبب استبدال ذره هيدروجين او اكثر بمجموعه هيدروكسيل او اكثر



## مشتقات الهيدروكربونات

مشتقات الهيدروكربونات هي مركبات عضوية تتكون من عنصرى الكربون والهيدروجين وعناصر اخرى

**مقدمة :** اعتمد تصنيف المركبات العضوية في الماضى على :

☐ خواصها الفيزيائية مثل : الرائحة والطعم .

☐ بعض خواصها الكيميائية .

ومع تقدم طرق التحليل الكيميائى وجد ان خواص المركبات الكيميائية والفيزيائية تعزى إلى المجموعات الوظيفية

المجموعة الوظيفية (الفعالة) هي ذره او مجموعه من الذرات المرتبطة بشكل معين والتي تكون ركنا من جزئ المركب ولكن وظيفتها (فاعليتها) تتغلب على خواص الجزيء باكملة

يوضح أقسام المركبات العضوية والمجموعات الوظيفية المميزة لكل قسم :

## الجدول التالى

القسم	الصيغة العامة	المجموعات الوظيفية	مثال
الكحولات	R- OH	الهيدروكسيل (-OH)	CH <sub>3</sub> - OH
الفينولات	Ar- OH	الهيدروكسيل (- OH)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> - OH
الإثيرات	R- O - R	الإثيرية ( - O - )	CH <sub>3</sub> - O - CH <sub>3</sub>
الألدهيدات	R- CHO	الفورميل (- CHO)	CH <sub>3</sub> - CHO
الكيتونات	R- CO - R	الكربونيل ( - CO - )	CH <sub>3</sub> - CO - CH <sub>3</sub>
الأحماض الكربوكسيلية	R- COOH	الكربوكسيل (-COOH)	CH <sub>3</sub> - COOH
الاسترات	R- COO-R	الإستر (-COO-)	CH <sub>3</sub> - COO - C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
الأمينات	R- NH <sub>2</sub>	الأمينو ( - NH <sub>2</sub> )	CH <sub>3</sub> - NH <sub>2</sub>
الأميدات	R- CONH <sub>2</sub>	أميد ( - CONH <sub>2</sub> )	CH <sub>3</sub> -CONH <sub>2</sub>

## لاحظ أن

☐ يمكن استبدال R- ب Ar- في جميع المجموعات الوظيفية ما عدا الكحولات لانه سيصبح فينول

ثانيا : تصنيف الكحولات

تصنف تبعا لعدد مجموعات الهيدروكسيل



تصنيف الكحولات أحادية الهيدروكسيل :

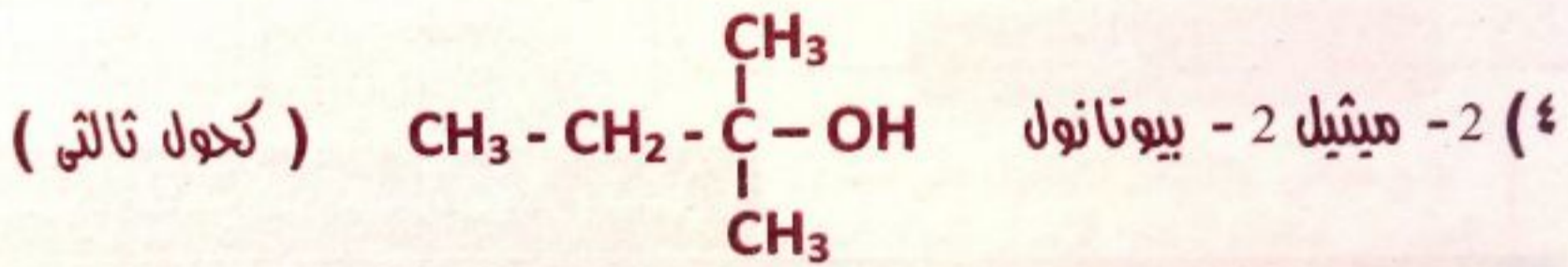
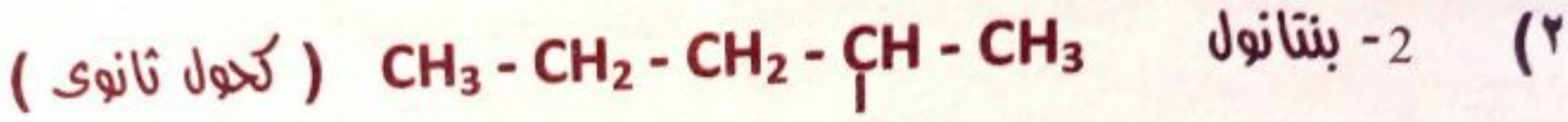
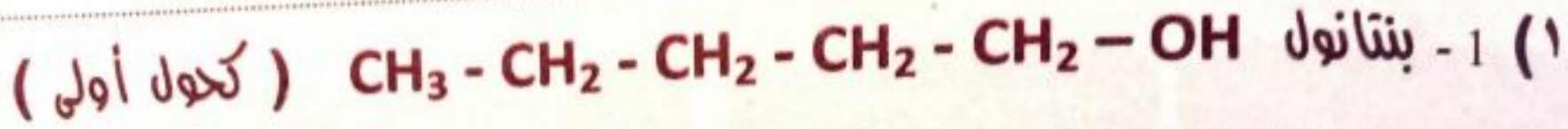
كحولات أولية	كحولات ثانوية	كحولات ثالثية	التعريف
تكون فيها مجموعة الكاربينول طرفية أو ترتبط بذرة كربون واحدة وذرتي هيدروجين	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتي كربون وذرة هيدروجين	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون	
$\begin{array}{c} H \\   \\ CH_3 - C - OH \\   \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ CH_3 - C - OH \\   \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ CH_3 - C - OH \\   \\ CH_3 \end{array}$	مثال

الفرق بين الكحول الثانوي والكحول الأيزو ألكيل :

مجموعات الألكيل الثانوية	مجموعات الأيزو ألكيل	التعريف
مجموعات الألكيل التي تحتوي على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة وذرتي كربون	مجموعات الألكيل التي تحتوي على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة ومجموعتي ميثيل	
بذرة هيدروجين وذرتي كربون	بذرة هيدروجين ومجموعتي ميثيل ( $CH_3-$ )	الإرتباط
الكحولات الثانوية	كحولات الأيزو ألكيل	الكحول الناتج

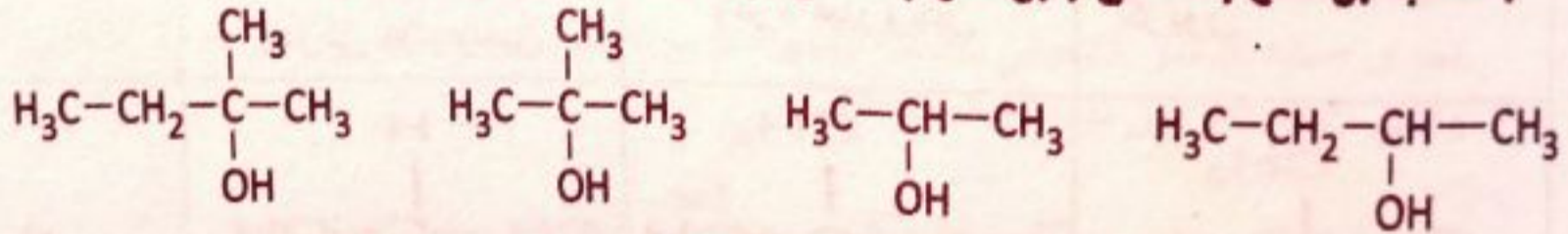
## Example

ارسم أيزومرات الكحولات المشتقة من البنتان ؟ مع كتابة التسمية وتحديد نوعه ؟



## تدريب

١- اكتب الاسم الشائع و الاسم بنظام الأيوباك للكحولات الآتية :



2 - اكتب الصيغ البنائية للكحولات الآتية مع تحديد نوعها :

◀ 2 - بروبانول

◀ 3 - هكسانول

◀ 3,2 ثنائي ميثيل - 2 - بنتانول

◀ 3,2 ثنائي ميثيل - 1 - بيوتانول

◀ 2 - ميثيل - 1 - بنتانول

◀ 2 - بنتانول

◀ 2 - ميثيل - 2 - بروبانول

◀ كحول ايزوبروبيلي

◀ 2,2 - ثنائي ميثيل - 1 - بروبانول

أيزومرات الكحولات المشتقة من البروبان :

الألكان	مجموعة الألكيل	الكحول	التسمية الشائعة	تسمية الأيوباك
بروبان	بروبيل	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	كحول بروبيلى	1 - بروبانول
	ايزو بروبيلى	$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$	كحول بروبيلى ثانوى أو كحول ايزو بروبيلى	2 - بروبانول

أيزومرات الكحولات المشتقة من البيوتان :

الألكان	مجموعة الألكيل	الكحول	التسمية الشائعة	تسمية الأيوباك
بيوتان	بيوتيل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	كحول بيوتيلي	1 - بيوتانول
	بيوتيل ثانويه	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	كحول بيوتيلي ثانوى	2 - بيوتانول
	ايزوبيوتيل	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{OH}$	كحول ايزو بيوتيلي	2 - ميثيل - 1 - بروبانول
	بيوتيل ثالثيه	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{C}}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$	كحول بيوتيلي ثالثى	2 - ميثيل - 2 - بروبانول

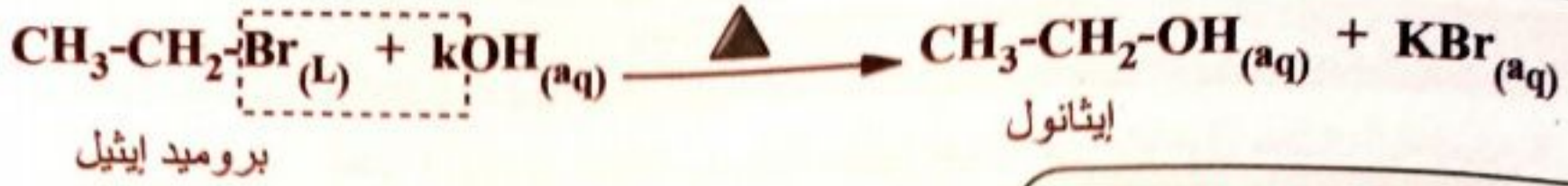
### لاحظ أن

جميع كحولات الايزو اوليه ماعدا كحول الايزو بروبيلى بيكون ثانوى.

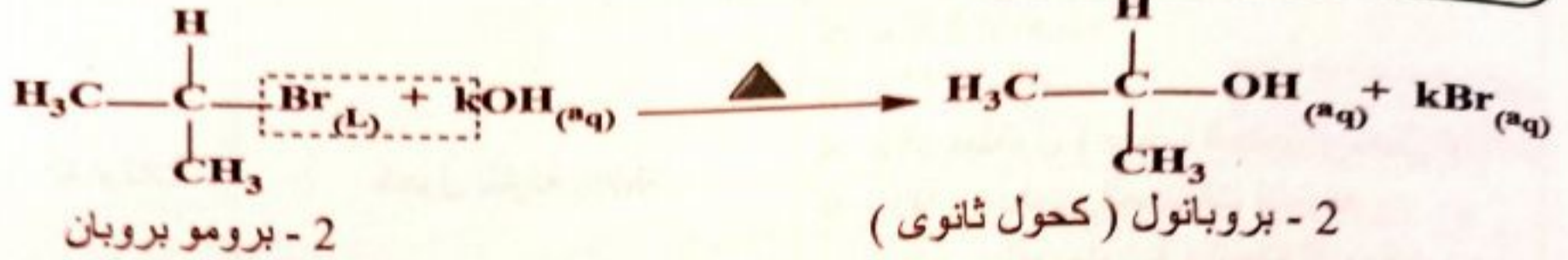
إذا تم استبدال مجموعه ال OH بهالوجين يسمى شائع (هاليد + اسم الالكيل) على سبيل المثال يسمى هذا المركب شائع  $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$  كلوريد ايزو بروبيلى او كلوريد بروبيلى ثانوى

عند وجود اكثر من مجموعة هيدروكسيل فى المركب ننسب الاسم الى الالكان وتكون OH تفرع (هيدروكسى) وعلى سبيل المثال  $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$  يسمى نظاميا 1,2 - ثنائى هيدروكسى ايثان

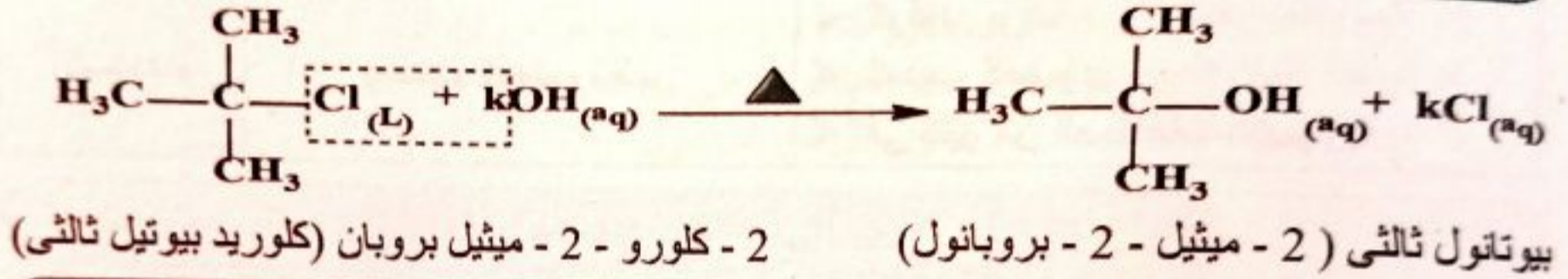
تحضير الكحولات الأولية :



تحضير الكحولات الثانوية :



تحضير الكحولات الثالثية :



(استنتاج) .. سهولة تحلل يوديدات الألكيل عن بروميدات الألكيل والكلوريدات ؟

كبير نصف القطر لذرة اليود عن البروم والكلور فيسهل إنتزاعها .

لاحظ أن :

عند عمل تحلل مائي قاعدي لهاليد ألكيل يحتوي على ذرة أو ذرتين كربون فقط ينتج كحول أولي فقط  
عند عمل تحلل مائي قاعدي لهاليد ألكيل يحتوي على 3 ذرات كربون فقط ينتج كحول أولي أو ثانوي فقط  
عند عمل تحلل مائي قاعدي لهاليد ألكيل يحتوي على أكبر من 3 ذرات كربون ينتج كحول أولي أو ثانوي أو ثالثي  
عند عمل تحلل مائي قاعدي لهاليد ألكيل يحتوي على 3 ذرات كربون ولا يحتوي على مجموعات ميثيلين ينتج كحول ثانوي فقط  
عند عمل تحلل مائي قاعدي لهاليد ألكيل يحتوي على 4 ذرات كربون ولا يحتوي على مجموعات ميثيلين ينتج كحول ثالثي فقط

س : ما هي أنواع هاليدات الألكيل

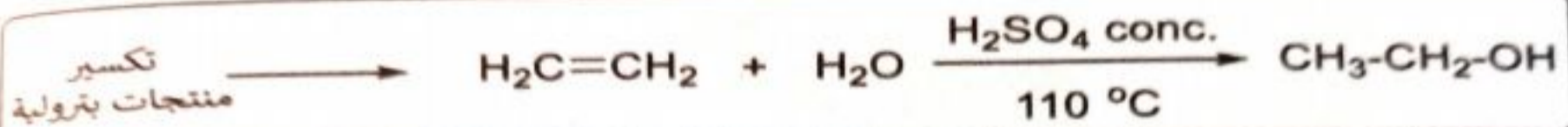
هاليد ألكيل أولي	هاليد ألكيل ثانوي	هاليد ألكيل ثالثي	التعريف
ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون مرتبطة بها ذرتين هيدروجين	ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون مرتبطة بها ذرة هيدروجين واحدة	ترتبط ذرة الهالوجين بذرة كربون غير مرتبطة بهيدروجين	
ذرة الكربون طرفية	ذرة الكربون وسطية	مرتبطة بثلاث ذرات كربون	
كحول أولي	كحول ثانوي	كحول ثالثي	

◀ (استنتج) .. يعتبر الإيثانول من البتر وكيمويات ؟

☐ لأنه يحضر بالهديره الحفزيه للايثين الذي ينتج من تكسير Cracking المواد البترولييه طويله السلسله

حمض الكبريتيك المخفف او حمض الفوسفوريك المخفف ... استنتج ؟  
لجعل الوسط حامضيا وتوفير أيونات الهيدروجين اللازمه لكسر الرابطة بان

☐ العوامل الحفازة

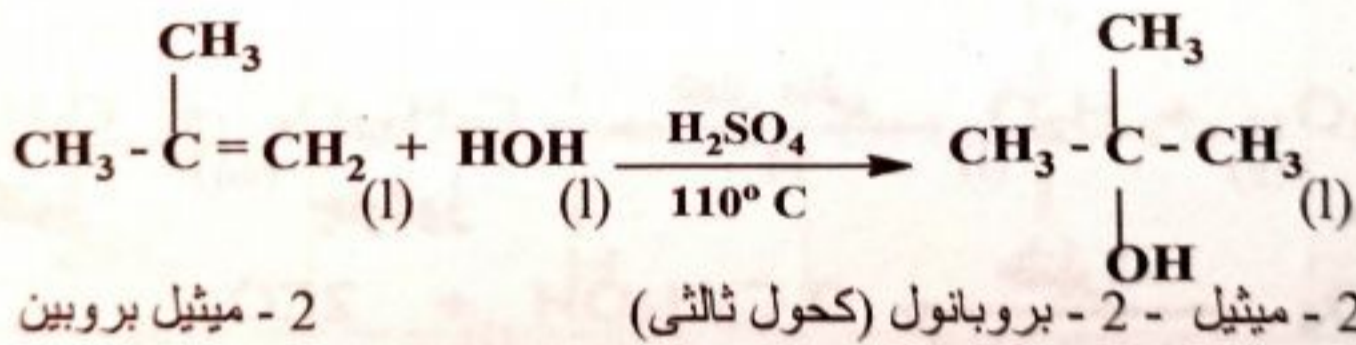
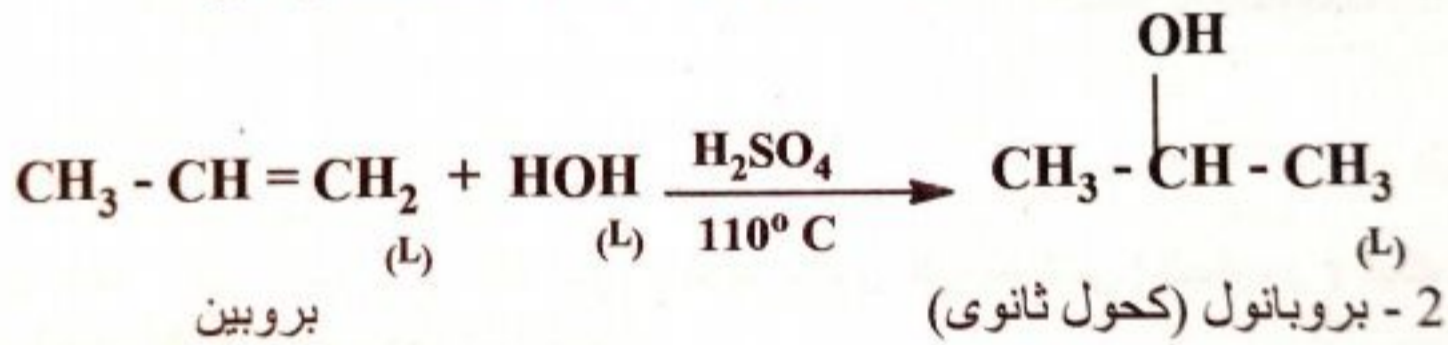


◀ (استنتج) .. الإيثين هو الألكين الوحيد الذي يعطى بالهديره الحفزية كحول أولى ؟

☐ وذلك لأن باقى الألكينات تتم لهم الإضافة على حسب قاعدة ماركونيكوف غالبا لان هناك 2- بيوتين مثلا عند هيدرتة حفزيا يعطى كحول ثانوى ولا يطبق عليه قاعده ماركونيكوف .

☞ **إيثين** ← **إماهة حفزية** **إيثانول ( كحول أولى )**

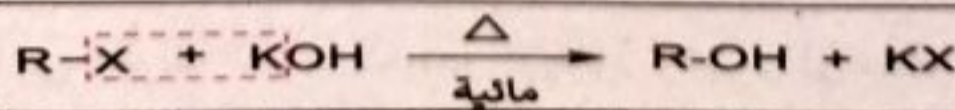
☞ **بقية الألكينات** ← **إماهة حفزية** **كحولات ثانوية أو ثالثية ( قاعدة ماركونيكوف )**



### ثانيا : تحضير الإيثانول في المعمل ( الطريقة العامة )

يمكن تحضير الكحولات بتسخين هاليدات الألكيل التى يتكون شقها الألكيلي من الشق الألكيلي للكحول المطلوب مع المحاليل المائية للقلويات القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم ، فتحل مجموعات الهيدروكسيل محل شق الهاليد ويتكون الكحول المقابل .

☐ طريقة التحضير



ترتيب الهالوجينات حسب سهولة انتزاعها من هاليد الألكيل كما يلي :

اليود < البروم < الكلور

# الإيثانول

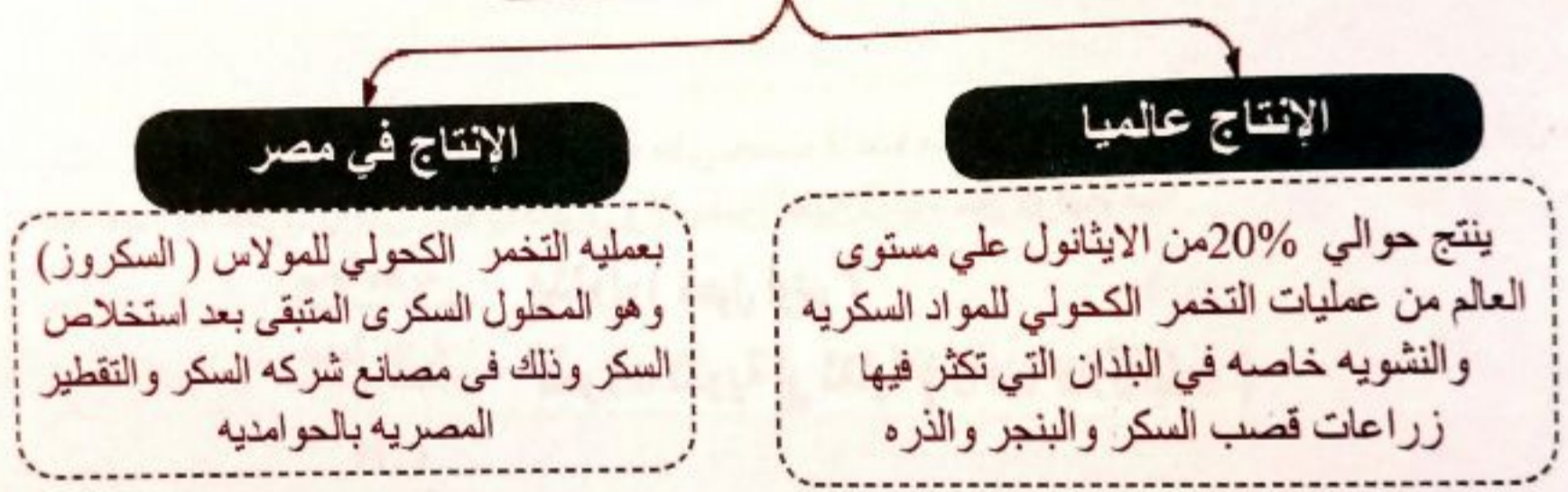
الكيمياء العضوية

## الإيثانول كمثال على الكحولات الأحادية

(استنتاج) .. يعتبر الإيثانول أقدم المركبات العضوية التي حضرت صناعيا ؟  
 لان قدماء المصريين قاموا بتحضيره منذ أكثر من ثلاثة الاف عام من التخمير الكحولي للمواد السكرية و النشوية

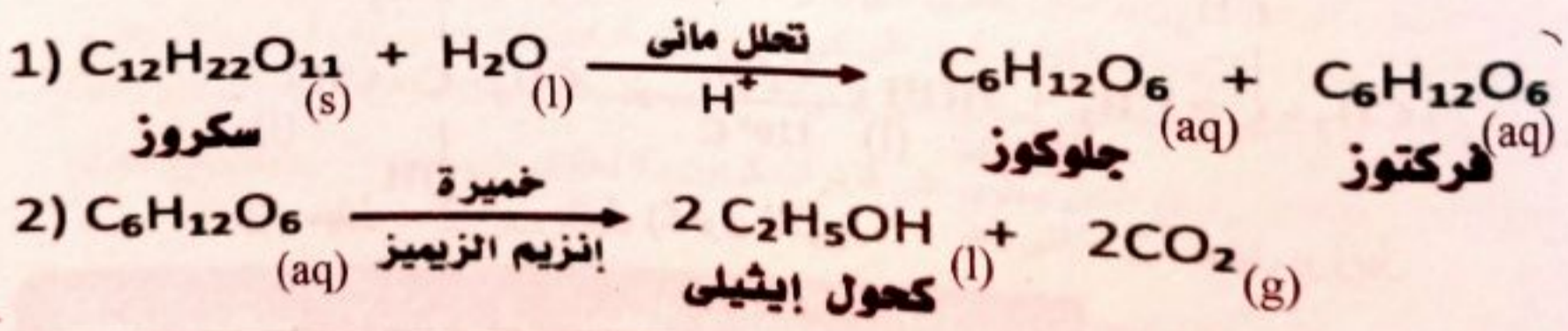
### أولا : تحضير الإيثانول في الصناعة

#### أولا: طريقة التخمير الكحولي



#### خطوات تحضير الإيثانول في مصر :

(كيف تجرى عملية التخمير الكحولي؟)  
 تجرى عملية التخمير الكحولي بإضافة الخميرة انزيم الزيمير الي المولاس ( السكروز ) فيتكون الإيثانول وثنائي اكسيد الكربون تبعا للخطوات التالية :



المولاس هو المحلول السكري المتبقى بعد إستخلاص السكر من القصب

### ثانيا: الهيدرة الحفزية

التعريف هي الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول وتجرى في معظم البلدان النفطية .

هي الكيماويات التي تصنع من البترول .

لتوضيح حامضية الكحولات الضعيفة عند تفاعلها مع الفلزات النشطة

تجربة عملية



معادلة التفاعل:

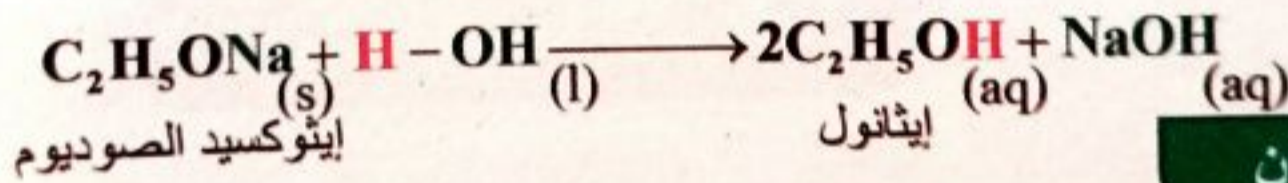
الأدوات المستخدمة في التفاعل:

أنبوبة اختبار سعة 10 mL      إيثانول      قطعة صوديوم في حجم الحمص

المشاهدات	الخطوات
يشاهد تصاعد فقاعات غازية في الأنبوبة.	أضف 5mL من الإيثانول في أنبوبة الاختبار
يسمع صوت فرقعة مميزة	ضع قطعة من الصوديوم بحرص في أنبوبة الاختبار مع سد الفوهة بأصبع الإبهام.
	قرب عود ثقاب مشتعل من فوهة الأنبوبة بحذر
<p><b>الاستنتاج:</b> يحل الصوديوم محل هيدروجين مجموعة هيدروكسيل الكحول مكونا إيثوكسيد الصوديوم مع تصاعد غاز الهيدروجين الذي يشتعل بفرقعة عند تقرب عود ثقاب منه.</p>	

ماذا يحدث عند تبخير إيثوكسيد الصوديوم

يترسب إيثوكسيد الصوديوم في صورة مادة صلبة بيضاء اللون وهي مادة قابلة للتميؤ ( التحلل المائي ) حيث تحلل مانيا إلى الإيثانول وهيدروكسيد الصوديوم .



لاحظ أن

قيمة ال PH ل محلول ايثوكسيد الصوديوم اكبر من محلول الايثانول

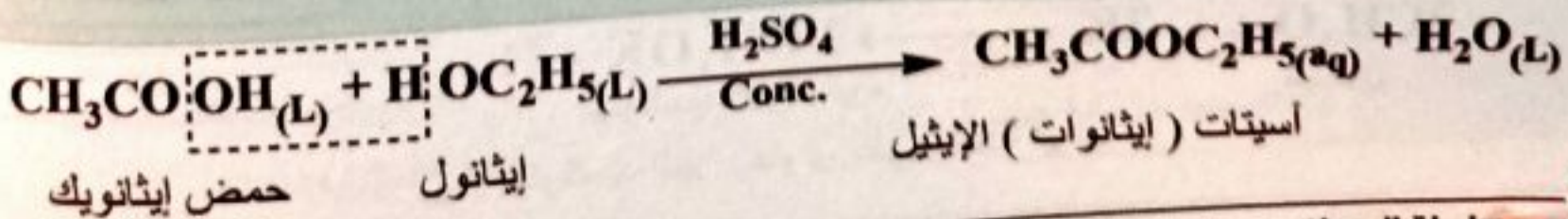
### ثانيا: تفاعل تكوين الإستر

هو تفاعل الكحولات مع الأحماض العضوية في وجود مادة نازعة للماء .

التعريف

هي مركبات عضوية تنتج من تفاعل الكحولات مع الأحماض العضوية

الإسترات

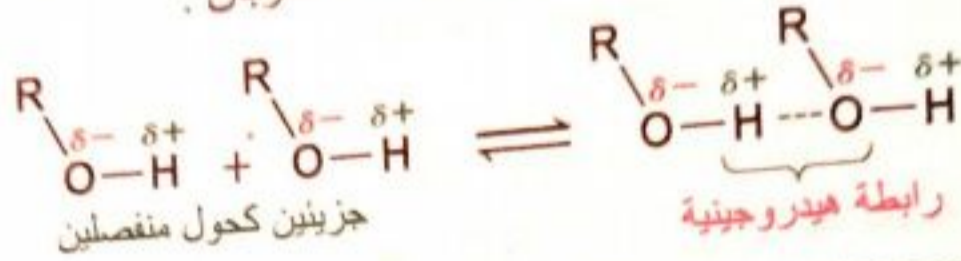




الكيمياء العضوية

(استنتج) .. درجة غليان الجليسرول أعلى من الإيثيلين جليكول أعلى من الإيثانول ؟

لإحتواء الجليسرول على ثلاثة مجموعات هيدروكسيل قطبية بينما يحتوى جزء الإيثيلين جليكول على مجموعتين وجزئ الإيثانول على مجموعة واحدة حيث بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل تزداد عدد الروابط الهيدروجينية فتزداد درجة الغليان وكذلك الذوبان .



لاحظ أن

كلما زادت عدد مجموعات ال OH زاد الغليان والذوبان .  
 < درجة غليان وذوبان الجليسرول أعلى من الإيثيلين جليكول أعلى من الإيثانول أعلى من الإيثان

كلما زادت عدد ذرات الكربون في الكحول (مع تساوى عدد ال OH) زاد الغليان وقل الذوبان  
 < درجة غليان البروبانول أعلى من الإيثانول أعلى من الميثانول  
 < ذوبان البروبانول أقل من الإيثانول أقل من الميثانول

أنواع التفاعلات الكيميائية للكحولات



أولا : التفاعلات الخاصة بذرة الهيدروجين مجموعة الهيدروكسيل

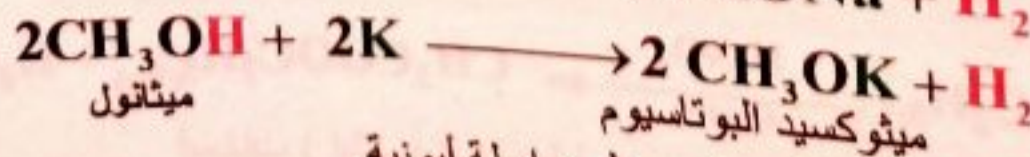
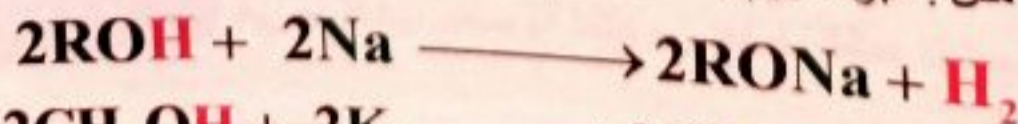
أولا: حامضية الكحولات

(استنتج) .. رغم أن الكحولات مواد متعادلة التأثير إلا أنها تظهر خواص حامضية ضعيفة جدا ؟

لأن زوج الإلكترونات الذى يربط ذرة الهيدروجين بذرة الأكسجين في مجموعة الهيدروكسيل (O-H) القطبية يزاح أكثر ناحية ذرة الأكسجين (الأكثر سالبية) مما يضعف الرابطة التساهمية بين الهيدروجين والأكسجين فيسهل كسرها .

متى تظهر الخواص الحامضية الضعيفة للكحولات :

تظهر الخواص الحامضية الضعيفة في عدم تفاعلها مع القلويات القوية مثل : ( NaOH , KOH ) إلا أنها تتفاعل مع الفلزات النشطة مثل : البوتاسيوم والصوديوم حيث تحل هذه الفلزات محل ذرة الهيدروجين .



المعادلة العامة

تطبيق

لاحظ أن : الكوكسيد الفلز يحتوى على رابطة أيونية .

## س : ما الفرق بين الكحول النقي والكحول المحول

الكحول المحول ( السبرتو الأحمر )	الكحول النقي	
هو عبارة عن الإيثانول مضافا إليه بعض المواد السامة والصبغات والمواد كريهة الرائحة	يعتبر الإيثانول أقدم المركبات العضوية التي حضرت صناعيا	التعريف
<ul style="list-style-type: none"> <li>◀ 85% إيثانول</li> <li>◀ 1% إضافات</li> <li>◀ 5% ميثانول ( يسبب الجنون والعمى )</li> <li>◀ 9% - بعض الصبغات لتلوينه</li> <li>- البيريدين ( رائحته كريهة )</li> <li>- ماء</li> </ul>	كحول نقاوة 96%	المكونات
<ul style="list-style-type: none"> <li>◀ كوقود</li> <li>◀ كمذيب كعضوى</li> <li>◀ في كثير من الصناعات الكيماوية</li> </ul>	يستخدم كمعقم ومطهر	الإستخدام

(استنتاج) .. تفرض الدولة ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقي بنسبة 96% ؟

للحد من تناوله في المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية وإجتماعية جسيمة .

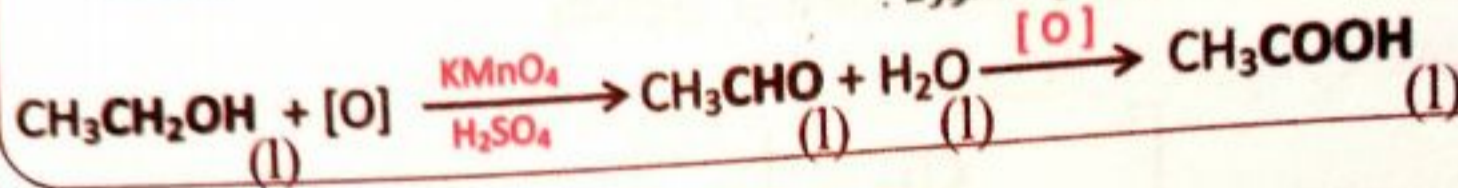
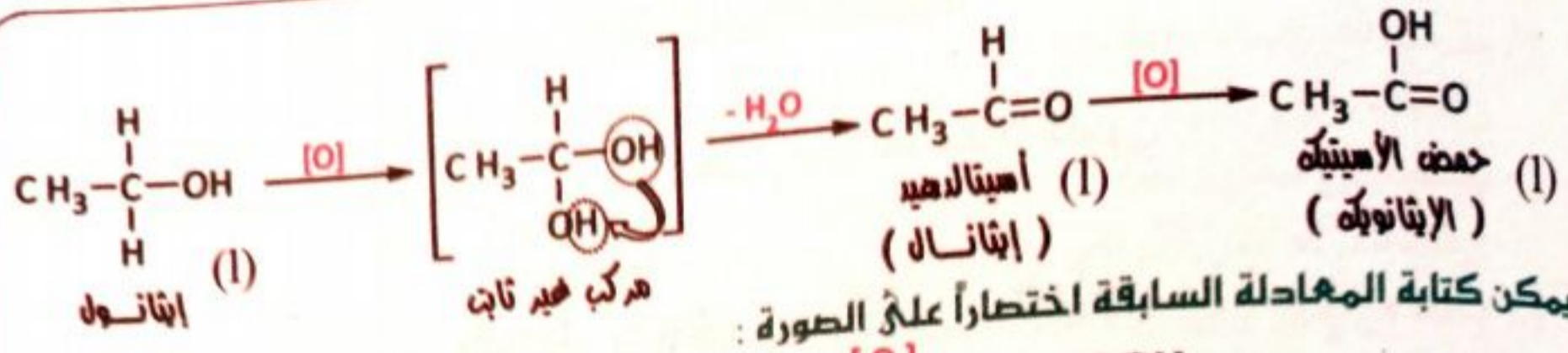
(استنتاج) .. تم إضافة بعض الإضافات إلى الكحول النقي ؟

للحد من تناوله في المشروبات الكحولية كما أن هذه الإضافات لا يمكن فصلها إلا بعمليات كيميائية معقدة وبجانب أن القانون يعاقب عليها .

## الخواص الفيزيائية للكحولات

الحالة	عدد ذرات الكربون	
سوائل خفيفة تمتزج بالماء	المركبات الأولى	الحالة الفيزيائية
سوائل زيتية القوام	المركبات المتوسطة	
مواد صلبة ذات قوام شمعي	المركبات العليا	
الكحولات تذوب في الماء بعكس الألكانات المقابلة استنتاج ؟ بسبب إحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول والماء فتذوب بسهولة في الماء .		الذوبان في الماء
درجة غليان الكحولات مرتفعة بعكس الألكانات المقابلة استنتاج ؟ بسبب إحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول ونفسه فترتفع درجة الغليان .		درجة الغليان
تزداد كل من درجة الغليان والذوبانية بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل استنتاج ؟ وذلك بسبب زيادة عدد الروابط الهيدروجينية التي يمكن للجزئ أن يكونها		ملحوظة

مثال : أكسدة الإيثانول



تجربة عملية

لتوضيح أكسدة الكحولات الأولية (أكسدة الإيثانول) .

الأدوات المستخدمة في التفاعل :

- ◀ أنبوبة اختبار سعة 10mL
- ◀ محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز (محلول برتقالي اللون)
- ◀ حمام مائي
- ◀ إيثانول

الملاحظات	الخطوات
◀ تغير لون المحلول من البرتقالي إلى الأخضر .	أضف 3mL من الإيثانول في أنبوبة الاختبار
◀ تصاعد رائحة الخل من خليط التفاعل .	أضف إلى الإيثانول كمية مماثلة من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز
	سخن خليط التفاعل في الحمام المائي لمدة 10Min
	<b>الاستنتاج :</b> يتأكسد الإيثانول بفعل ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز إلى حمض الإيثانويك المميز برائحة الخل .

ما هي أهمية أكسدة الكحولات الأولية

يستخدم في الكشف عن تعاطي السائقين للكحولات حيث يسمح للشخص بنفخ بالون من خلال أنبوبة بها مادة سيليكاجل مشبعة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز ثم تترك البالونة ليخرج منها هواء الزفير . فإذا كان الشخص مخموراً تغير لون ثاني كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر .

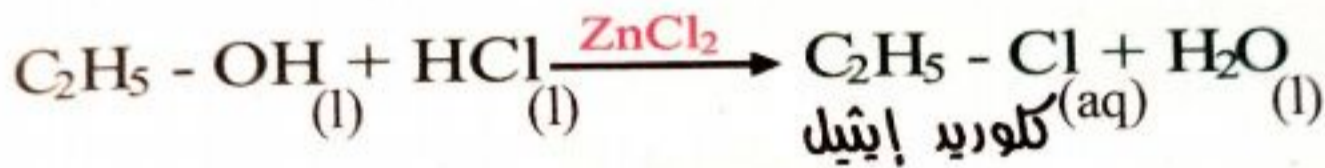
## ثانياً: التفاعلات الخاصة بمجموعة الهيدروكسيل (قاعدية الكحول)

(استنتاج) .. تتفاعل الكحولات مع الأحماض الهالوجينية ؟

لإحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل التي تمكنها من التفاعل مع هيدروجين الحمض .

تفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز في وجود كلوريد الزنك (ZnCl<sub>2</sub>) كعامل حفاز لتكوين مركب كلوريد الإيثيل الذي يتفاعل مع القواعد القوية مكوناً الكحول مرة أخرى .

تطبيق



## ثالثاً: التفاعلات الخاصة بمجموعة الكاربينول (أكسدة الكحولات)

تتأكسد الكحولات بالعوامل المؤكسدة العادية مثل :

ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (حمض الكروميك H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) حيث يتحول لونها من البرتقالي إلى اللون الأخضر دلالة على تكون أيونات الكروم III .

برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> حيث يزول لونها البنفسجي المميز .

س : على ماذا يتركز تأثير العامل المؤكسد

يتركز تأثير العامل المؤكسد على ذرات الهيدروجين المتصلة بمجموعة الكاربينول حيث يحولها إلى مجموعة هيدروكسيل ولكن عندما تتصل مجموعتي هيدروكسيل بذرة كربون واحدة يكون المركب الناتج غير ثابت وسرعان ما يفقد جزء ماء ويتحول إلى مركب ثابت وتختلف نواتج الأكسدة على حسب نوع الكحول وعدد خطوات الأكسدة تساوي عدد ذرات الهيدروجين المتصلة بمجموعة الكاربينول .

## أولاً: أكسدة الكحولات الأولية

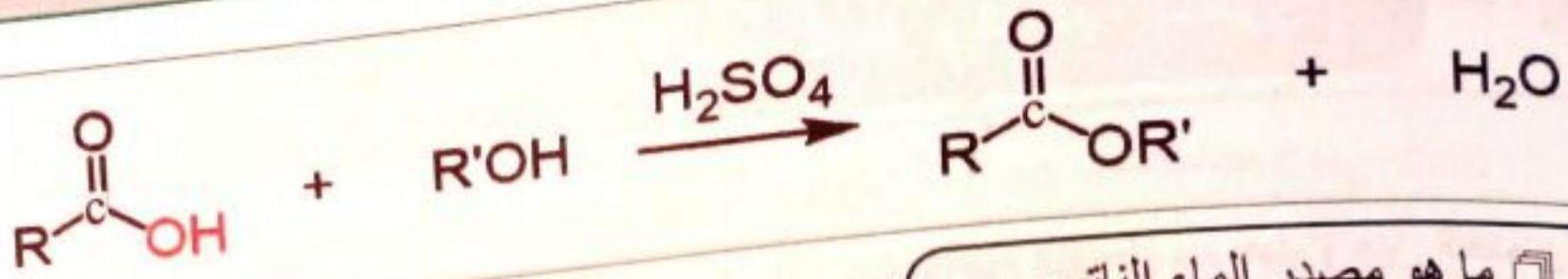
تتم أكسدة الكحولات الأولية على خطوتين ... استنتاج ؟  
نظراً لإتصال مجموعة الكاربينول بذرتي هيدروجين

ما هي خطوات أكسدة الكحولات الأولية

**الخطوة الأولى:** تتأكسد إحدى ذرتي هيدروجين مجموعة الكاربينول فيتكون مركب غير ثابت يفقد جزئ ماء متحولاً إلى الدهيد (مركب ثابت) .

**الخطوة الثانية:** تتأكسد الذرة الأخرى ليتكون حمض كربوكسيلي .

## الكيمياء العضوية



ما هو مصدر الماء الناتج :

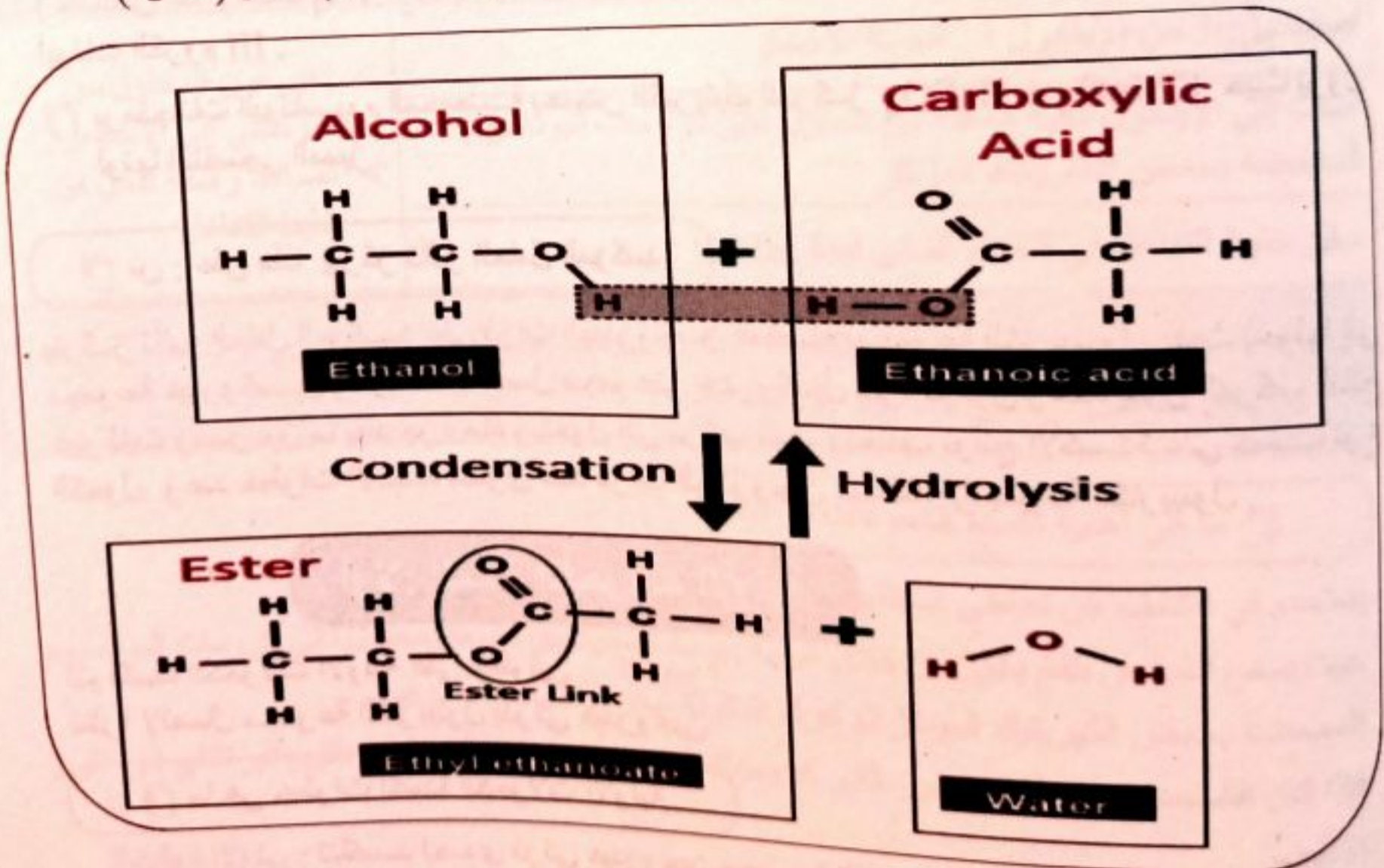
- ◀ ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل من جزئ الكحول .
- ◀ مجموعة الهيدروكسيل من مجموعة الكربوكسيل من جزئ الحمض الكربوكسيلي

(استنتاج) .. يتم هذا التفاعل في وجود حمض الكبريتيك ؟

ليعمل على نزع الماء ومنع حدوث التفاعل العكسي.

س : كيف يمكن إثبات أن أكسجين الماء الناتج مصدره الحمض وليس الكحول

عند معالجة الإيثانول الذي يحتوي على نظير الأكسجين الثقيل ( $\text{O}^{18}$ ) بحمض الإيثانويك الذي يحتوي على نظير الأكسجين العادي ( $\text{O}^{16}$ ) وجد أن أكسجين الماء الناتج هو ( $\text{O}^{16}$ ) وليس ( $\text{O}^{18}$ )



### إستخدام الإيثيلين جليكول :

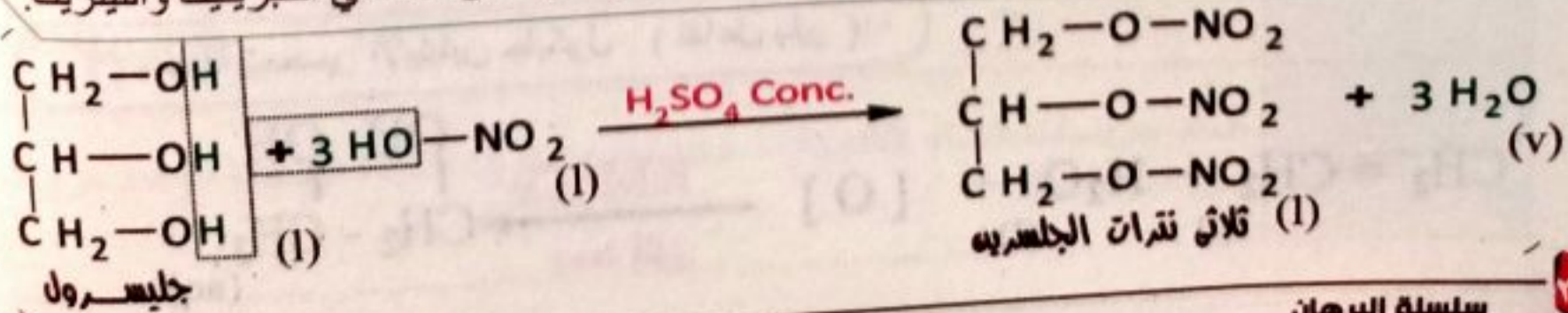
- ❑ يستخدم في مبردات السيارات في المناطق الباردة كمادة مانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات ... استنتج ؟
- لأنه يحتوى على مجموعتين هيدروكسيل لذلك يكون رابطتين هيدروجينية مع جزيء الماء .
- ❑ يستخدم في سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الأقلام الجافة وأحبار الطباعة .... استنتج ؟ بسبب لزوجته الشديدة
- ❑ يحضر منه بوليمر بولي إيثيلين جليكول (PEG) الذي يدخل في تحضير ألياف الداكرون وأفلام التصوير وأشرطة التسجيل.

### ثالثا : الكحولات ثلاثية الهيدروكسيل

هو عبارة عن مشتق البروبان الذي تم إستبدال ثلاث ذرات هيدروجين بثلاثة مجموعات (OH)	تعريفه
$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH}  \end{array}  $	الصيغة البنائية
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	الصيغة الجزيئية
1, 2, 3 - ثلاثى هيدروكسى بروبان	الإسم بالأيوباك

### إستخدام الجليسرول :

- ❑ يستخدم كمادة مرطبة للجلد في مستحضرات التجميل والكريمات ( يشبه  $\text{TiO}_2 - \text{ZnO}$  ) .... استنتج ؟ لأنه يكسب الجلد مرونة ونعومة .
- ❑ يدخل في صناعة النسيج .... استنتج ؟ لأنه يكسب الأقمشة المرونة والنعومة .
- ❑ يستخدم كمادة إسترطابية ( قادرة على إمتصاص الماء ) ويبقى المواد المدهونة به من الجفاف .
- ❑ يستخدم أحد مركبات الجليسرول ( النيتروجلسرين ) ( ثلاثى نترات الجلسرين ) في علاج الأزمات القلبية ... استنتج ؟
- حيث يقوم بتوسيع الشرايين الذى يحضّر عن طريق عملية النيترة بواسطة خليط النيترة وهو خليط من حمضى الكبريتيك والنيتريك .



## الكيمياء العضوية

### ما هي الأهمية الاقتصادية للإيثانول؟

- ❑ مذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت والدهون وفي الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأدوية والطلاء والورنيش.
- ❑ يستخدم في محاليل تعقيم الفم والأسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة ... استنتج ؟
- ❑ يخلط مع الجازولين ويستخدم كوقود في بعض البلدان مثل البرازيل.
- ❑ يستخدم في صناعة الروائح العطرية والمشروبات الكحولية ويجب أن ننوه هنا إلى خطورة تناولها ... استنتج ؟ ؟
- ❑ لما لها من أضرار فتاكة على صحة الإنسان مثل تليف الكبد وسرطان المعدة والمرئ يدخل في تكوين الكحول المحول الذي يستخدم كوقود منزلي وفي بعض الصناعات الكيميائية.
- ❑ (85% إيثانول + 5% ميثانول + 1% إضافات + 9% لون ورائحة وماء)
- ❑ تملأ به الترمومترات التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة حتى ( $-50^{\circ}\text{C}$ ) ... استنتج ؟
- ❑ لأن درجة تجمده منخفضة جدا تصل إلى ( $-110^{\circ}\text{C}$ )

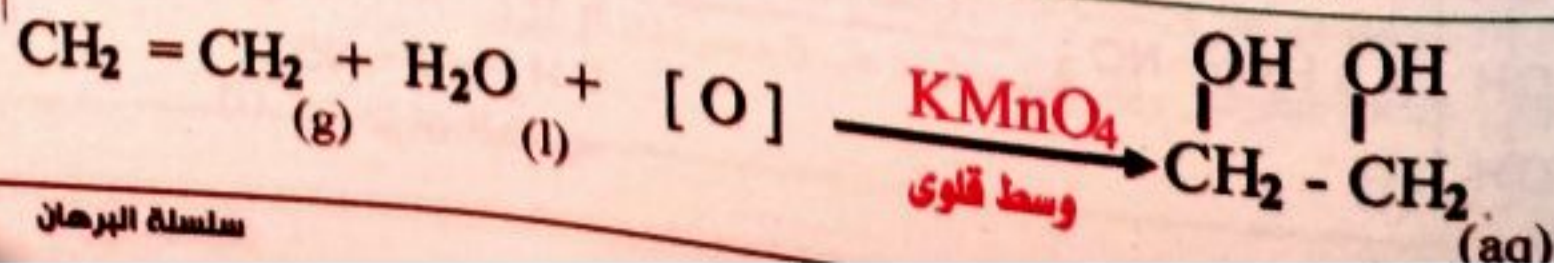
## Example

ما الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عند تفاعل كحولين عند  $140^{\circ}\text{C}$  الكتلة المولية لمجموعة الألكيل في كل منهما هي ( $R_1 = 29$ ,  $R_2 = 15$ ) ؟

## ثانيا : الكحولات ثنائية الهيدروكسيل

$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	أول أفرادها
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$	$\text{CH}_2(\text{OH})_2$	الصيغة الجزيئية
1, 2 - ثنائي هيدروكسي إيثان	ثنائي هيدروكسي ميثان	الإسم النظامي
إيثيلين جليكول	ميثيلين جليكول	الإسم الشائع

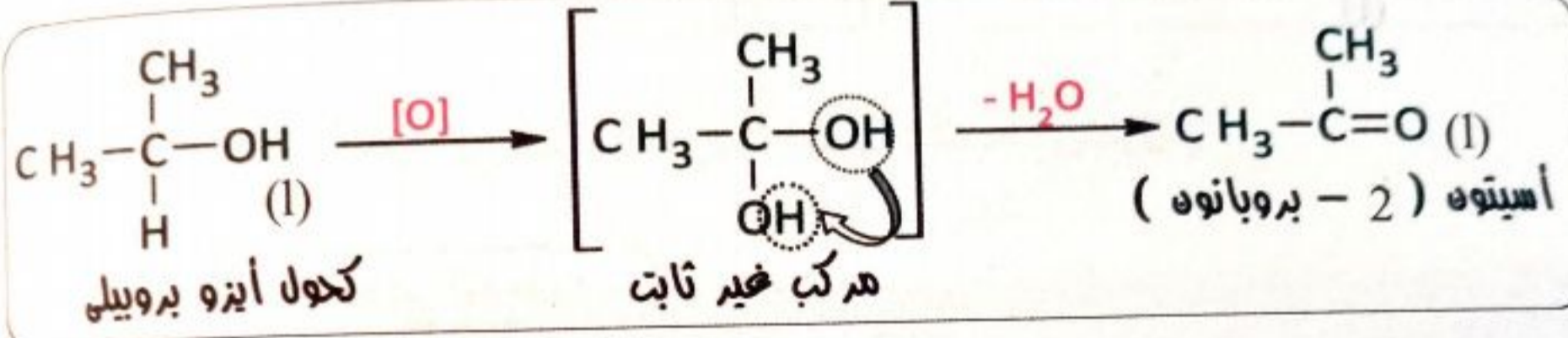
❑ معادلة تحضير الإيثيلين جليكول : (تفاعل باير)



## ثانياً: أكسدة الكحولات الثانوية

أكسدة الكحولات الثانوية تتم على خطوة واحدة ... استنتج ؟  
نظراً لإتصال مجموعة الكاربينول بذرة هيدروجين واحدة فقط مكونا الكيتون .

### كحول ثانوى ← أكسدة ← كينون



(استنتج) .. لا تتأكسد الكحولات الثالثية ؟

لعدم إرتباط مجموعة الكاربينول في الكحولات الثالثية بذرات الهيدروجين

## رابعا : التفاعلات الخاصة بجزئ الكحول كله ( تفاعل نزع الماء )

يتوقف ناتج تفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك على :

◀ عدد جزيئات الكحول المتفاعلة .      ▶ درجة حرارة التفاعل

عند 140°C	عند 180°C	
ينتزع جزئ الماء من كل جزيئين من الكحول .	ينتزع جزئ الماء من كل جزئ كحول .	الطريقة
إثير (-O-) (L)	(C=C) ألكين	المركب الناتج
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} \xrightarrow[180^\circ \text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ Conc.}} \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <p>(L) (g) (v)</p>	عند 180°C	معادلة التفاعل
$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH} \xrightarrow[140^\circ \text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ Conc.}} \text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ <p>(L) (g) (v)</p>	عند 140°C	
عدد جزيئات الماء الناتجة = (عدد جزيئات الكحول) / 2	عدد جزيئات الماء الناتجة = عدد جزيئات الكحول	الإستنتاج



## ثانياً: الخواص الفيزيائية للفينول

- ◀ مادة كاوية للجلد.
- ◀ شحيح الذوبان في الماء ويزداد ذوبانه في الماء برفع درجة الحرارة حتى يمتزج تماماً عند  $65^{\circ}\text{C}$ .
- ◀ مادة صلبة تنصهر عند  $43^{\circ}\text{C}$ .
- ◀ لها رائحة مميزة.

(استنتج) .. الفينولات أعلى درجة غليان من الكحولات المساوية لها في الكتلة الجزيئية ؟

بسبب مقدرتها على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها حيث أن حلقة الفينيل الساحبة للإلكترونات التي تزيد من استقطاب الرابطة O-H في مجموعة الهيدروكسيل فتكون روابط هيدروجينية أقوى من التي تكونها الكحولات .

## ثالثاً: الخواص الكيميائية للفينول

أولاً : حامضية الفينول

(استنتج) .. حامضية الفينول أكبر من حامضية الكحول ؟ (يتفاعل الفينول مع القلويات مثل الصودا الكاوية)

لأن حلقة البنزين في الفينولات تزيد من طول الرابطة بين (H-O) وتضعفها فيسهل انفصال أيون الهيدروجين لذا يعتبر الفينول من الأحماض ويسمى حمض الكربوليك .

(استنتج) .. لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات بتفاعلها مع الأحماض عكس الكحولات ؟

لأن حلقة البنزين تؤثر على الرابطة بين ذرة كربون حلقة البنزين في الفينول وذرة أكسجين مجموعة الهيدروكسيل فتقصر هذه الرابطة ويصعب كسرها .

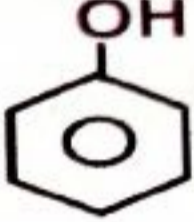
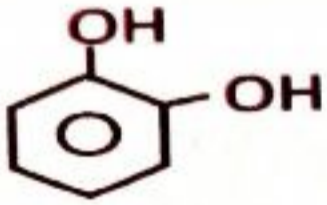
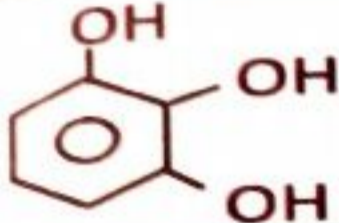
مقارنة بين حامضية الكحولات وحامضية الفينولات :

الفينولات	الكحولات	
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Na} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$ <p>(l) (s) (aq) (g) فينول فينوكسيد الصوديوم</p>	$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$ <p>إيثانول إيثوكسيد الصوديوم</p>	التفاعل مع Na
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ <p>(l) (aq) (aq) (l) فينول فينوكسيد الصوديوم</p>	لا يتفاعل	التفاعل مع NaOH
لا يتفاعل علل ؟ لقوة الرابطة بين الأكسجين وحلقة البنزين أكثر من الكحولات	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HCl} \xrightarrow{\text{ZnCl}_2} \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>(l) (l) (aq) (l) كلوريد إيثيل</p>	التفاعل مع HCl
حامضية التأثير	أقل من الفينولات	الحامضية
يتفاعل ويتلون المحلول باللون البنفسجي .	متعادلة التأثير	التأثير على عباد الشمس

## ثانياً : الفينولات

مركبات هيدروكسيلية أروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرة بذرات كربون حلقة البنزين

### الفينولات

نوع الفينول	أحادي الهيدروكسيل	ثنائية الهيدروكسيل	ثلاثية الهيدروكسيل
التعريف	فينولات تحتوي على مجموعة هيدروكسيل واحدة فقط	فينولات تحتوي على مجموعتين هيدروكسيل	فينولات تحتوي على ثلاث مجموعات هيدروكسيل
الصيغة البنائية			
الصيغة الجزيئية	$C_6H_5OH$	$C_6H_4(OH)_2$	$C_6H_3(OH)_3$
التسمية الشائعة	فينول ( حمض كربولييك )	كاتيكول (أورثو ثنائي هيدروكسي بنزين)	بيروجالول
تسمية الأيوباك	هيدروكسي بنزين	1, 2 -ثنائي هيدروكسي بنزين	1, 2, 3 -ثلاثي هيدروكسي بنزين

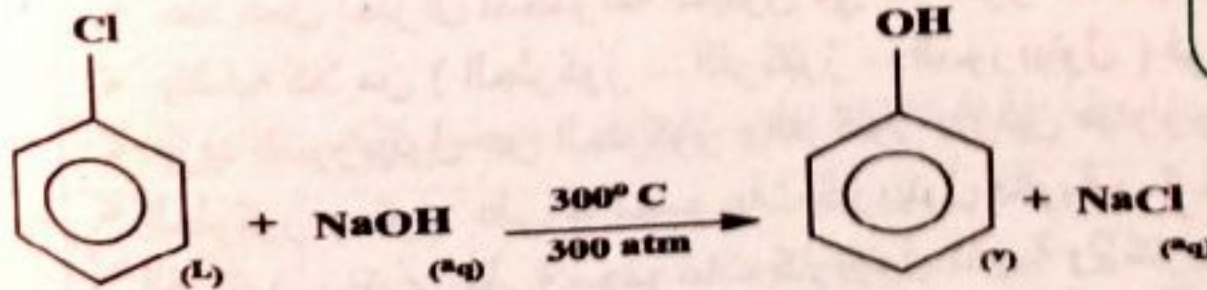
(استنتاج) .. الفينول مركب عضوي له أهمية صناعية كبيرة ؟

لإستخدامه كمادة أولية في تحضير كثير من المنتجات مثل البوليمرات، والأصبغ، والمطهرات ومستحضرات حمض السالسيك (كالأسبرين)، وحمض البكريك.

### أولاً: طرق تحضير الفينول

من التقطير التجزيئي لقطران الفحم : هو المصدر الطبيعي للفينول والبنزين .

التحليل المائي للمركبات الهالوجينية الأروماتية :



كلورو بنزين ( كلوريد الفينيل )

فينول

وذلك بتسخينها مع هيدروكسيد الصوديوم في درجة حرارة مرتفعة  $300^\circ \text{C}$  وضغط عالي  $300 \text{ atm}$ .

كيف تحصل على الفينول من البنزين والعكس ؟

## رابعاً : المركبات عديدة الهيدروكسيل

### الكربوهيدرات

هي مواد أدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل .

(استنتاج) .. تعتبر الكربوهيدرات مواد أدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل ؟

لأنها تحتوى على أكثر من مجموعة هيدروكسيل بجانب مجموعة الأدهيدية أو كيتونية .

الفركتوز	الجلوكوز	
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{OH} \\   \\ \text{C} = \text{O} \\   \\ (\text{CHOH})_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ (\text{CHOH})_4 \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	الصيغة البنائية
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$		الصيغة الجزيئية
كيتون + هيدروكسيل	أدهيد + هيدروكسيل	المجموعات الوظيفية

(استنتاج) .. الجلوكوز والفركتوز من المتشابهات الجزيئية ؟

لأنهما يتشابهان في الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان في الصيغة البنائية وفي الخواص الكيميائية والفيزيائية

(استنتاج) .. الجلوكوز والفركتوز من الكربوهيدرات ؟

لأن الجلوكوز أدهيد عديد الهيدروكسيل، بينما الفركتوز كيتون عديد الهيدروكسيل.

### لاحظ أن

- ◀ عند إختزال مجموعة الأدهيد الجلوكوز نحصل على السوربيتول .
- ◀ عند عمل إختزال لمجموعة الكيتون في الفركتوز نحصل على السوربيتول .
- ◀ يتشابه كلا من ( الجلوكوز - الفركتوز - السوربيتول ) في عدد ذرات الكربون .
- ◀ يزيد السوربيتول عن الجلوكوز والفركتوز بذرتين هيدروجين .
- ◀ الجلوكوز يحتوى على 4 مجموعات كاربينول ثانوية و 1 كاربينول أولية
- ◀ الفركتوز يحتوى على 3 مجموعات كاربينول ثانوية و 2 كاربينول أولية
- ◀ وبالتالي كلا من الجلوكوز والفركتوز يحتوى على 5 مجموعات كاربينول

- يتكاثف الفينول مع الفورمالدهيد عدة مرات لتكوين الباكليت والتفاعل التالي يعتبر أول تفاعل في بلمرة التكاثف
- قيمة الأس الهيدروجيني لفينات الصوديوم (فينوكسيد الصوديوم) ( $PH > 7$ ) أكبر منها للفينول
- قيمة الأس الهيدروجيني لمحلول فينوكسيد الصوديوم اقل منها لمحلول إيثوكسيد الصوديوم.

### رابعاً : الكشف عن الفينول

ماء البروم	محلول كلوريد الحديد III
عند إضافة ماء البروم إلى محلول الفينول في الماء يتكون راسب أبيض .	عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد III إلى محلول الفينول في الماء يتكون لون بنفسجي
<p>ماء البروم</p> <p>محلول الفينول</p> <p>يتكون راسب أبيض</p>	<p>محلول كلوريد الحديد الثلاثي</p> <p>محلول الفينول</p>

### Example

ما أثر إضافة ماء البروم إلى كل من ( محلول الفينول في الماء - غاز الإيثانين - غاز الإيثان )

التجربة	محلول الفينول في الماء	غاز الإيثانين	غاز الإيثان
بإضافة ماء البروم إلى كل منهم	يتكون راسب أبيض	يزول اللون الأحمر	يظل اللون الأحمر لماء البروم كما هو

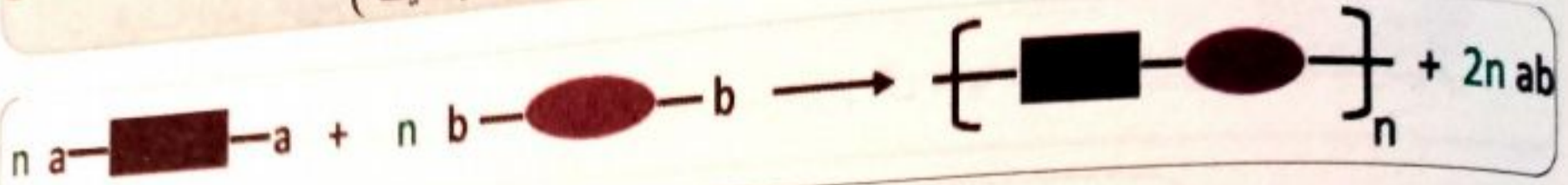
### فكر معاً

كيف تميز عملياً بتجربة واحدة بين ثلاثة عبوات بكل منها محاليل ... ؟  
(هيدروكسيد الأمونيوم - ثيوسيانات الأمونيوم - الفينول)

ثالثا : بلمرة الفينول ( مع الفورمالدهيد )

البلمرة بالتكاثف

عملية تكوين بوليمرات مشتركة تنتج عادة من ارتباط نوعين من المونمر ويخرج جزيء صغير مثل جزيء الماء . ( مثل بوليمر الباكليت )



تطبيق على البلمرة بالتكاثف تكوين بوليمر الباكليت

تعريفه	بوليمر ناتج من البلمرة بالتكاثف للبوليمر المشترك الناتج من تفاعل الفورمالدهيد مع الفينول بخلطهما في وسط حمضي أو قاعدي
خواصه	من أنواع البلاستيك الشبكي - لونه بني قاتم - يتحمل الحرارة - عازل للكهرباء.
استخدامه	يستعمل في عمل الأدوات الكهربائية وطلايات السجائر .. استنتج ؟ لأنه مقاوم للكهرباء فهو عازل جيد، ويتحمل الحرارة
تكوينه	يتفاعل جزيء الفورمالدهيد مع جزيئين من الفينول ويخرج جزيء ماء ترتبط جزيئات البوليمر المشترك بالتتابع إلى أن يتكون بوليمر شبكي يرتبط فيه البوليمر المشترك في تقاطعات ذات أبعاد ثلاثية يرتبط فيها كل جزيئين فينول قنطرة من مجموعة ميثيلين (-CH <sub>2</sub> )



## ثانيا : نيترة الفينول

### طريقة التفاعل

يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز مكونا ثلاثي نيترو فينول ويسمى تجاريا بـ حمض البكريك

معادلة نيترة الفينول : ( معادلة الحصول على حمض من حمض في وجود حمض )



ثلاثي نيترو فينول ( حمض بكريك )

(استنتاج) .. حمض البكريك سلاح ذو حدين ؟

لأنه يستخدم كمادة متفجرة وكمادة مطهرة لعلاج الحروق.

(استنتاج) .. يستخدم حمض البكريك في علاج الحروق ؟

لأنه مادة مطهرة ومن خصائصه أنه يصبغ الجلد باللون الأصفر ولا تسهل إزالته ويبقى عدة أيام إلى أن تتجدد طبقة الجلد الخارجية ( البشرة ) .

## Example

س : كيف تحصل على حمض البكريك من كربيد الكالسيوم .

س : اكتب المعادلات التي توضح تأثير الصودا الكاوية على كل من :

١- الفينول .

٢- بروميد بيوتيل ثالثي

٣- الكيل حمض بنزين سلفونيك مع نكر إستخدام للمركب الناتج .

## ملاحظات هامة جدا :

- ◀ الهيدروكربون الذي يعطى ماله متفجرة عند نيترة هو الطولوين فقط
- ◀ مشتق الهيدروكربون الاليفاتي الذي يعطى ماله متفجرة عند نيترة هو الجليسرول فقط
- ◀ مشتق الهيدروكربون الاروماتي الذي يعطى ماله متفجرة عند نيترة هو الفينول فقط
- ◀ مشتقات الهيدروكربونات التي تعطى ماله متفجرة عند نيترتها هي الجليسرول و الفينول فقط
- ◀ يعتبر  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$  فينول ولكن  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-OH}$  يعتبر كحول اروماتي وليس فينول لعدم اتصال مجموعة الهيدروكسيل اتصال مباشر بحلقة البنزين .

## لاحظ أن

## الكيمياء العضوية

الفثاليك والتيرفثاليك ايزومران

هناك أحماض عضوية تتضمن مجموعات وظيفية أخرى بالإضافة إلى مجموعات كربوكسيل

الأحماض الهيدروكسيلية	الأحماض الأمينية
تتضمن مجموعة الهيدروكسيل بالإضافة إلى مجموعة الكربوكسيل	تتضمن مجموعة الأمينو بالإضافة إلى مجموعة الكربوكسيل
$\text{OH}$ $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH}$ حمض اللاكتيك	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ حمض جلايسين

ملاحظة: حمض السلسيلك يعتبر حمض هيدروكسيلي أيضا

(استنتج) .. يسلك حمض السلسيلك مسلك الحمض والفينول في التفاعلات الكيميائية؟

- يسلك سلوك الحمض لإحتوائه على مجموعة الكربوكسيل .
- و يسلك سلوك الفينول لإحتوائه على مجموعة الهيدروكسيل

## لاحظ أن

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$  حمض اروماتي ولكن  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-COOH}$  حمض أليفاتي لان مجموعة الكربوكسيل غير متصله اتصال مباشر بحلقة البنزين ولكن نقول انه مركب اروماتي وليس حمض اروماتي.

## تسمية الأحماض العضوية الأليفاتية

تسمى الأحماض الكربوكسيلية عادة بأسماء شائعة مشتقة من الإسم اللاتيني وأحيانا الإغريقي للمصدر الذي حضر منه .

التسمية الشائعة

(استنتج) ... إشتقاق إسم حمض الفورميك من إسم النمل الأحمر؟

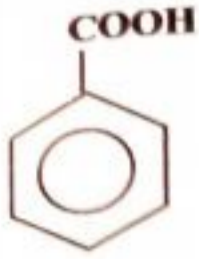
لأنه حضر أول مرة من تقطير النمل المطحون .

التسمية حسب نظام الأيوباك IUBAC :

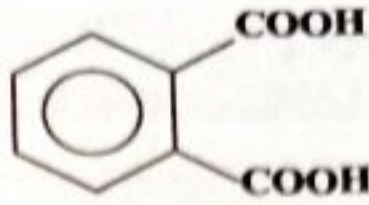
## خطوات تسمية الأحماض حسب نظام الأيوباك



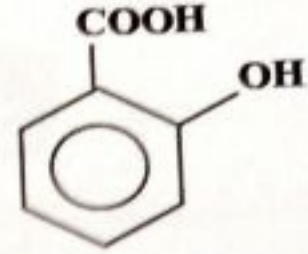
أمثلة على الأحماض العضوية الأروماتية



حمض بنزويك  
( أحادي القاعدية )



حمض فثاليك  
( ثنائي القاعدية )

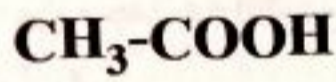


حمض سلسليك  
( أحادي القاعدية )

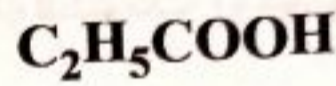
أمثلة على الأحماض العضوية الأليفاتية



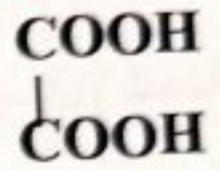
حمض فورميك  
( أحادي القاعدية )



حمض أسيتيك  
( أحادي القاعدية )



حمض بروبانويك  
( أحادي القاعدية )



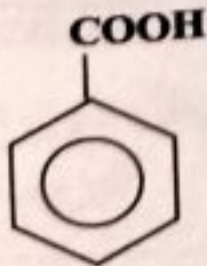
حمض أكساليك  
( ثنائي القاعدية )

تصنيف الأحماض العضوية على أساس قاعدية الحمض :

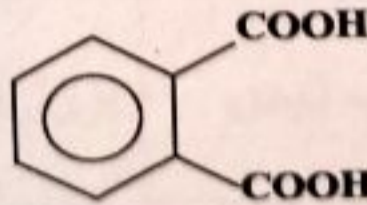
قاعدية الحمض

عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة في الجزيء الواحد من الحمض العضوي

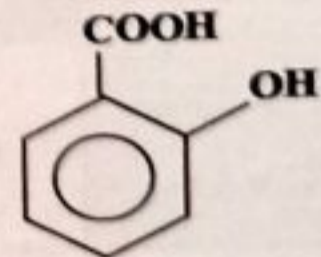
أحماض ثنائية القاعدية	أحماض أحادية القاعدية	التعريف
يحتوي على مجموعتين كربوكسيل .	يحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة	



حمض بنزويك  
( أحادي القاعدية )



حمض فثاليك  
( ثنائي القاعدية )



حمض سلسليك  
( أحادي القاعدية )

(استنتاج) .. حمض البنزويك أحادي القاعدية بينما حمض الأكساليك ثنائي القاعدية ؟

لأن حمض البنزويك يحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة . بينما حمض الأكساليك يحتوي على مجموعتين كربوكسيل



## ثالثاً : الأحماض الكربوكسيلية

## التعريف

مجموعة متجانسة من المركبات العضوية تتميز بوجود مجموعة أو أكثر من مجموعة الكربوكسيل

(استنتاج) .. المجموعة الفعالة للأحماض العضوية مجموعة مركبة ؟ ( تسمية الكربوكسيل بهذا الاسم)

لأنها مكونة من مجموعة الكربونيل ( الفعالة للكيتونات ) ومجموعة الهيدروكسيل ( الفعالة للكحول والفينول )

(استنتاج) .. يطلق على الأحماض الأليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل الأحماض الدهنية ؟

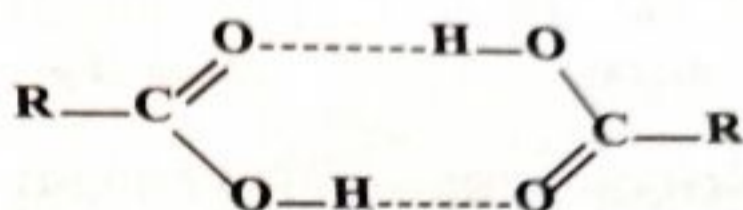
لأن عدد كبير من هذه الأحماض يوجد في الدهون على هيئة إسترات مع الجلسرين

تصنيف الأحماض العضوية على أساس نوعها :

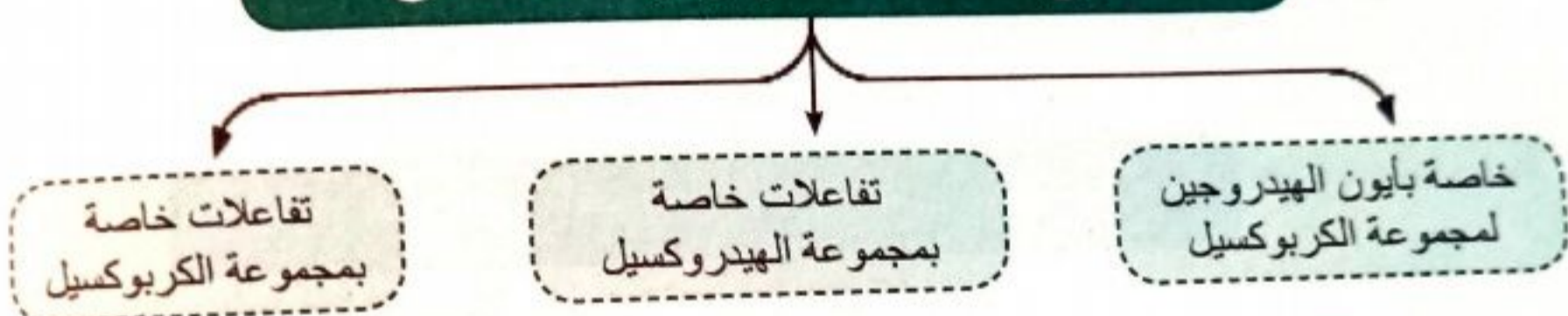
أحماض عضوية أليفاتية	أحماض عضوية أروماتية	
تتصل فيها مجموعة الكربوكسيل (R) بمجموعة الكيل	تتصل فيها مجموعة الكربوكسيل بمجموعة أريل (Ar)	التعريف
$R - COOH$ ( $C_nH_{2n+1}COOH$ )	$Ar - COOH$	الصيغة العامة

◊ (استنتج) .. درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من الكحولات المساوية لها في عدد ذرات الكربون أو الكتلة الجزيئية ؟

□ : لأن الأحماض لها القدرة على تكوين رابطتين هيدروجينيتين بين كل جزيئين بينما الكحولات تكون رابطة هيدروجينية واحدة بين كل جزيئين .



### أنواع التفاعلات الكيميائية للأحماض

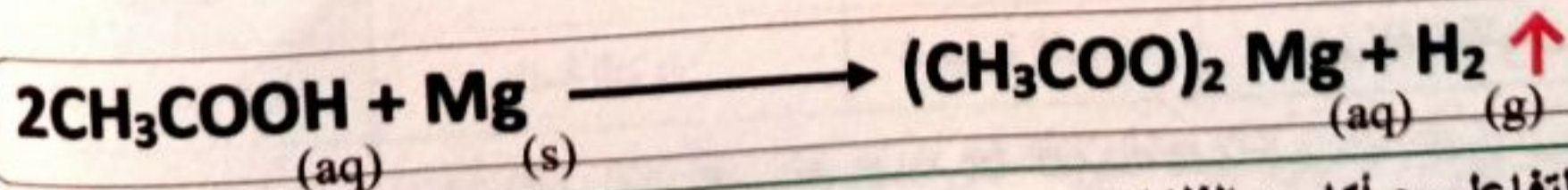


### أولاً: التفاعلات الكيميائية الخاصة بأيون الهيدروجين



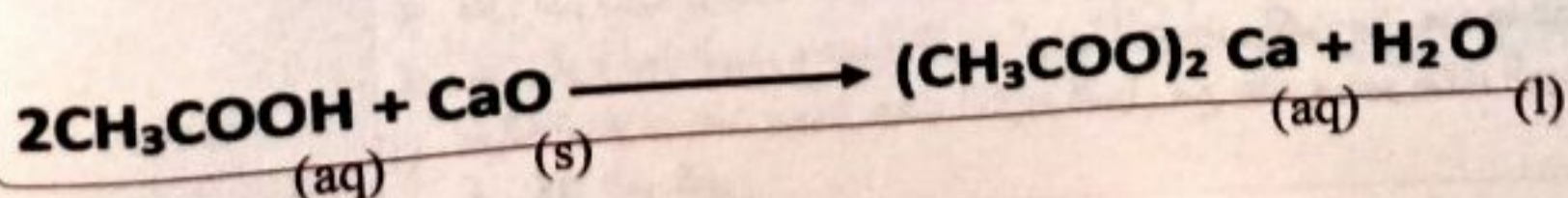
#### □ التفاعل مع الفلزات النشطة

يتفاعل حمض الأسيتيك مع الفلزات التي تسبق الهيدروجين في متسلسلة النشاط الكيميائي كفلز الماغنسيوم مكونا ملح الحمض مع تصاعد غاز الهيدروجين . ( يشتعل بفرقه عند تقريب شظيه مشتعله ) يكون التفاعل أضعف من تفاعل الماغنسيوم مع حمض HCl .



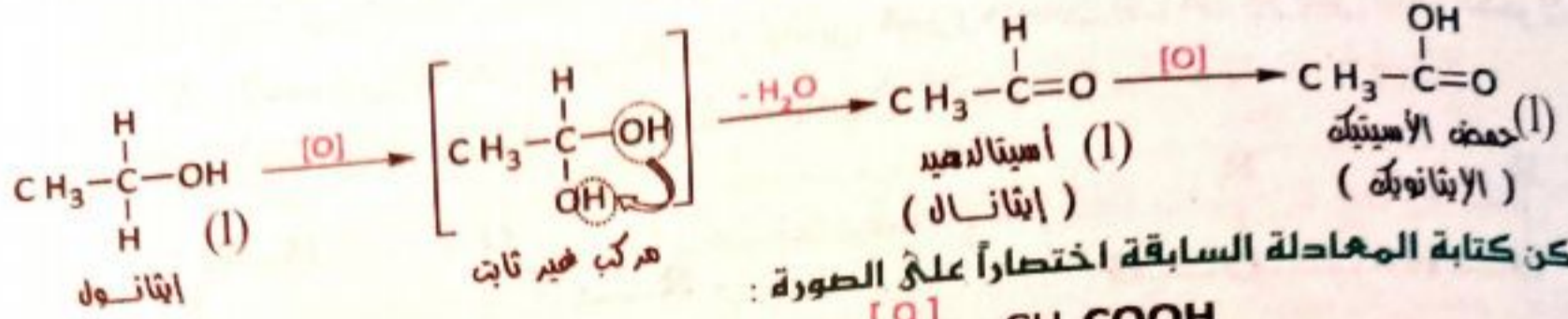
#### □ التفاعل مع أكاسيد الفلزات

يتفاعل حمض الأسيتيك مع أكاسيد الفلزات مكونا ملح الحمض والماء .

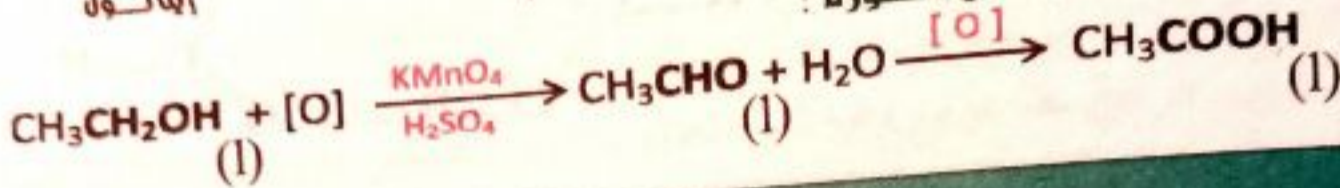


من الكحول الإيثيلي :

مثال : أكسدة الإيثانول



ويمكن كتابة المعادلة السابقة اختصاراً على الصورة :



فكر معاً

اكتب معادلة تحضير حمض البيوتانويك من الكحول المناسب ... ؟

ثانياً: الخواص الفيزيائية للأحماض الأليفاتية

تدرج الخواص الفيزيائية للأحماض العضوية بزيادة الكتلة المولية

وتعتمد هذا الخواص على .....

- ◀ قطبية مجموعة الكربوكسيل .
- ◀ الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الحمض وبعضها أو بين الحمض والماء .
- ◀ عدد ذرات الكربون في السلسلة الأساسية .

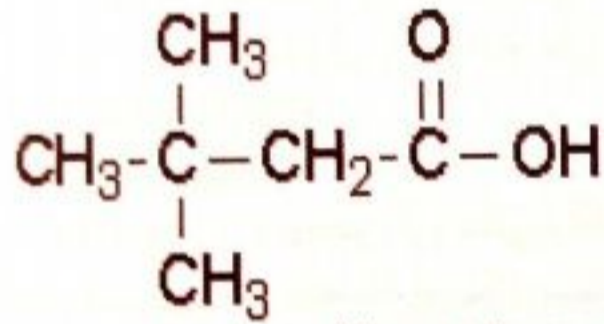
جدول يوضح الخواص الفيزيائية للأحماض الأليفاتية :

الأفراد العليا	الأفراد المتوسطة	الأفراد الأربعة الأولى	
أكثر من C <sub>9</sub>	C <sub>5</sub> - C <sub>9</sub>	C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub>	عدد ذرات الكربون
صلبة	سوائل زيتية القوام	سوائل كاوية	الحالة الفيزيائية
عديمة الرائحة	كريهة الرائحة	ذات رائحة نفاذة	الرائحة
غير قابلة للذوبان	شحيحة الذوبان	تامة الذوبان	الذوبان في الماء
درجة غليان الأحماض أكبر من درجة غليان الكحولات .... استنتج ؟ لأن كل جزيئين من الحمض يرتبطان برابطتين هيدروجينيتين بينما كل جزيئين من الكحول يرتبطان برابطة هيدروجينية واحدة .			درجة الغليان
تقل الذوبانية بزيادة الكتلة المولية ( بزيادة عدد ذرات الكربون ) . ◀ عدد الروابط الهيدروجينية التي يكونها الحمض أكبر من عددها للكحول في حالة تساوى عدد مجموعات الكربوكسيل مع عدد مجموعات الهيدروكسيل في كلا المركبين.			ملحوظة

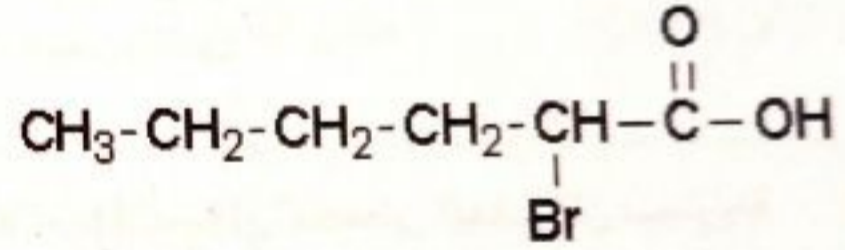
تطبيق على تسمية الأحماض الأليفاتية :

الألكان	الحمض	الإسم اللاتيني	الإسم الشائع	الإسم بالأيوباك
CH <sub>4</sub>	H - COOH	Formica النمل	حمض فورميك	حمض ميثانويك
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> - COOH	Acetum الخل	حمض أستيك (حمض خليك)	حمض إيثانويك
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> - COOH	-	حمض البروبيونيك	حمض البروبانويك
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> - COOH	Butter الزبدة	حمض البيوتيريك	حمض بيوتانويك
C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> - COOH	Palm oil زيت النخيل	حمض البالمتيك	حمض هكساديكانويك

امثلة لتسمية بعض الاحماض الكربوكسيلية بنظام الايوباك:



3 ، 3 - ثنائي ميثيل بيوتانويك



2 - برومو هكسانويك

## أولا : حمض الأسيتيك ( حمض أليفاي )

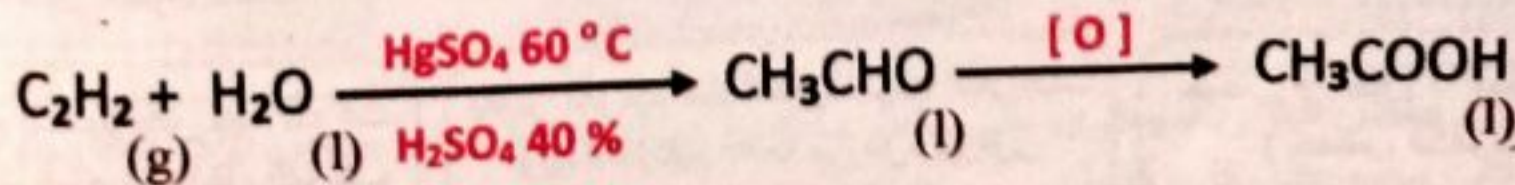
## الطريقة الحيوية

يحضر الخل ( حمض الأستيك 4% ) بأكسدة محلول مخفف من الكحول الإيثيلي بواسطة أكسجين الهواء الجوي في وجود نوع من البكتريا تعرف ببكتريا الخل .

## من الأستيلين

يحضر حمض الأسيتيك بهذه الطريقة على نطاق واسع في الصناعة عن طريق :

- ◀ هيدرة حفزية للإستيلين فينتج أسيتالدهيد .
- ◀ حدوث عملية أكسدة للأسيتالدهيد فينتج حمض الأسيتيك .



ترتب المواد تنازلياً حسب قوة الحمضية :

( حمض معنى ← حمض أروماتى ← حمض اليفاتى ← حمض كربونيك ← فينول ← كحول )  
 من رتب المركبات التالية تنازلياً حسب قوة حامضيتها :  
 ( حمض أسيتيك - حمض بنزويك - حمض نيتريك - حمض كربونيك - حمض كربوليك - كحول إيثيلى )

### أنواع التفاعلات الكيميائية للأحماض الأروماتية

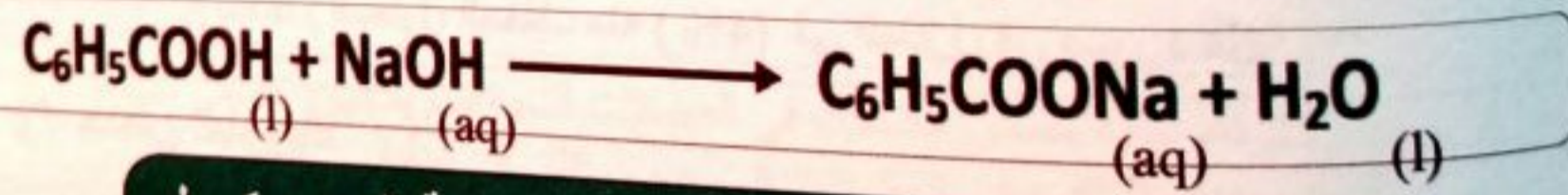


### أولاً: التفاعلات الكيميائية الخاصة بأيون الهيدروجين



#### التفاعل مع هيدروكسيدات الفلزات

تتفاعل مع هيدروكسيدات الفلزات ( القلويات ) ( تفاعل تعادل ) مكوناً ملح الحمض والماء .



### ثانياً: التفاعلات الكيميائية الخاصة بمجموعة الهيدروكسيل

تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات مكونة إستر وماء . ويستخدم حمض الهيدروكلوريك الجاف كمادة نازعة للماء .



(استنتاج) .. لا يفضل استخدام حمض الكبريتيك في تفاعل أسترة حمض البنزويك مع الإيثانول ؟

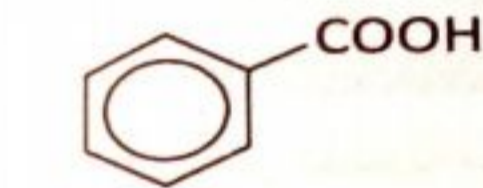
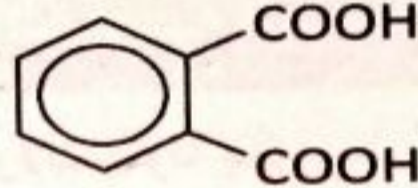
لأنه يتفاعل مع حلقة البنزين بالإستبدال ( تفاعل السلفنة )

## سؤال مهم

كيف يتم الكشف عن حمض الأسيتيك ؟

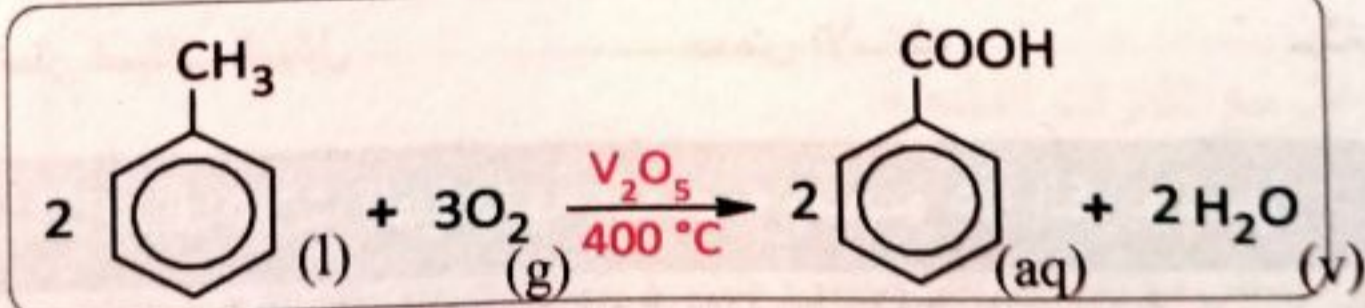
كشف الأسترة	كشف الحامضية
تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات مكونة الإسترات المميزة برائحتها الزكية . ( روائح الزهور أو الفاكهة تبعا لنوع الحمض والكحول )	عند إضافة كربونات أو بيكرونات الفلزات إلى حمض الأسيتيك يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الرائق عند مروره فيه لفترة قصيرة

## ثانيا : حمض البنزويك ( حمض أروماتي )

حمض البنزويك  
(أحادي القاعدية)حمض الفثاليك  
(ثنائي القاعدية)حمض التير فتاليك  
(ثنائي القاعدية)

## أولاً: طريقة تحضير حمض البنزويك

يحضر حمض البنزويك بأكسدة الطولوين بالهواء الجوي عند درجة حرارة  $400^{\circ}\text{C}$  في وجود خامس أكسيد الفانديوم كعامل حفاز .



## ثانياً: الخواص الفيزيائية للأحماض الأروماتية

- ◀ الأحماض الأروماتية أقوى قليلا من الأحماض الأليفاتية .
- ◀ أقل ذوبانا في الماء .
- ◀ أقل تطايرا ( أكثر ثباتا ) ( أعلى درجة غليان ) .

(استنتج) .. الأحماض الأروماتية أقوى قليلا من الأحماض الأليفاتية ؟ ( حمض البنزويك أقوى من حمض الأسيتيك )

لأن حلقة البنزين حلقة ساحبة للإلكترونات مما يؤدي إلى إطالة الرابطة بين O,H فيسهل كسرها وفصل ايون الهيدروجين بعكس الألكيل مانح للإلكترونات. حيث أن الاقوي في الحامضية هو الذي يكون له القدرة الاكبر على ترك ايون الهيدروجين بسهولة

## الكيمياء العضوية

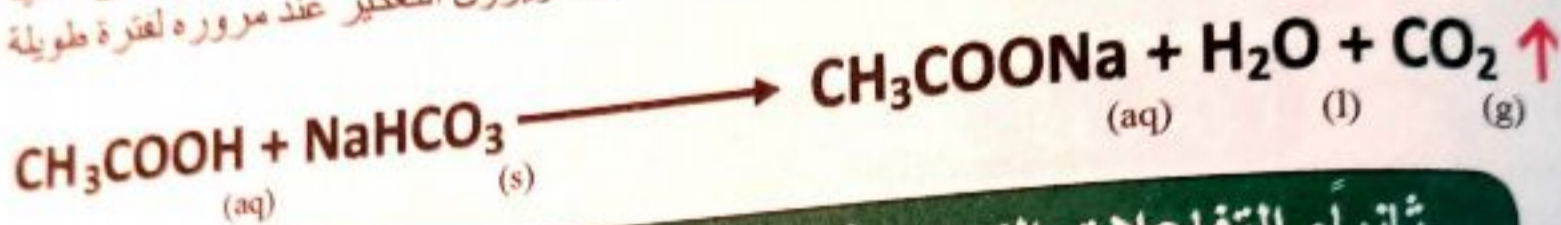
### التفاعل مع هيدروكسيدات الفلزات

يتفاعل حمض الأسيتيك مع هيدروكسيدات الفلزات ( القلويات ) ( تفاعل تعادل ) مكونا ملح الحمض والماء.



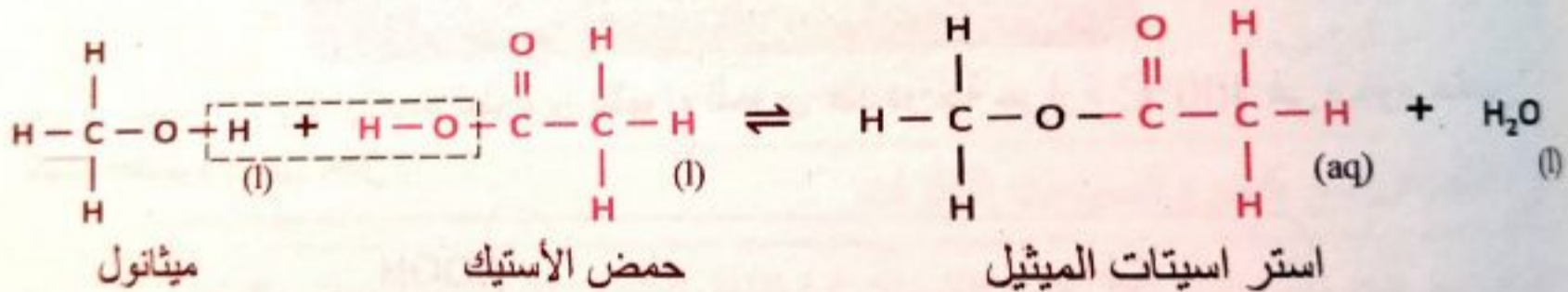
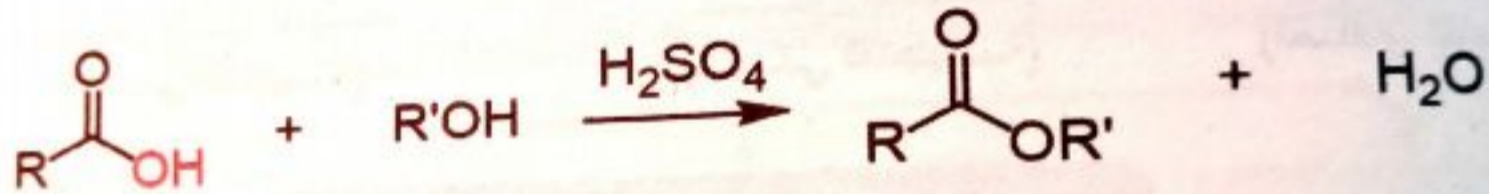
### التفاعل مع كربونات الفلزات ( كشف الحامضية )

يتفاعل حمض الأسيتيك مع كربونات أو بيكربونات الفلزات مكونا ملح الحمض ويتصاعد غاز ثنائي أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الرائق عند مروره فيه لفترة قصيرة ويزول التعكير عند مروره لفترة طويلة



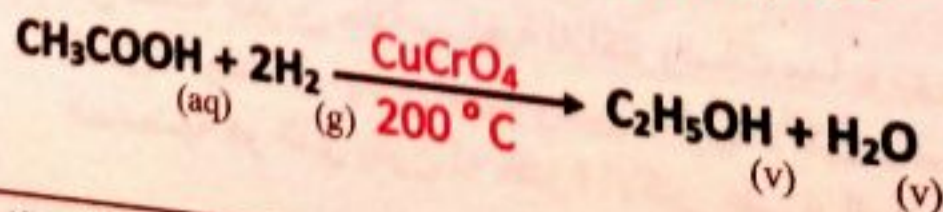
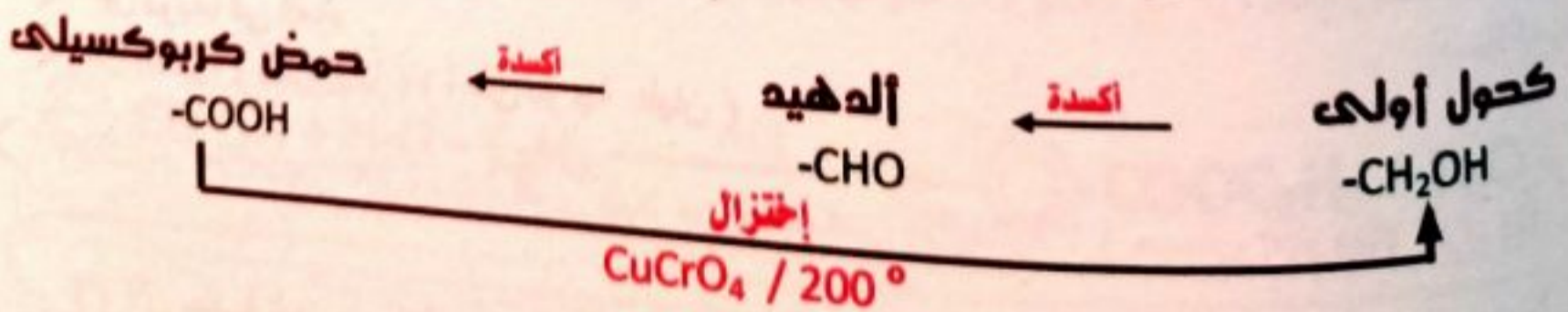
## ثانياً: التفاعلات الكيميائية الخاصة بمجموعة الهيدروكسيل

تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات مكونة إستر وماء .



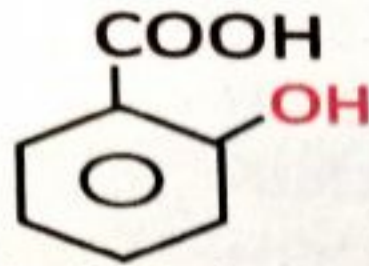
## ثالثاً: التفاعلات الكيميائية الخاصة بمجموعة الكربوكسيل

تختزل الأحماض العضوية إلى الكحولات الأولية المقابلة بواسطة الهيدروجين في وجود عامل حفاز مثل: كرومات النحاس II (CuCrO<sub>4</sub>) عند درجة حرارة 200°C .  
يعتبر هذا التفاعل عكس تفاعل أكسدة الكحولات الأولية إلى أحماض عضوية .



مثال: إختزال حمض الأسيتيك

حمض السلسليك ( 2-هيدروكسي حمض البنزويك ) - ارثو هيدروكسي حمض البنزويك



حمض سلسليك

الصيغة	
الخواص	<ul style="list-style-type: none"> <li>من الأحماض الهيدروكسيلية الأروماتية</li> <li>يسلك سلوك الحمض لإحتوائه على مجموعة الكربوكسيل .</li> <li>يسلك سلوك الفينول لإحتوائه على مجموعة الهيدروكسيل .</li> </ul>
الإستخدام	<ul style="list-style-type: none"> <li>القضاء على الثآليل الجلدية وحب الشباب . ( عين السمكة )</li> <li>تحضير مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد .. <b>استنتج؟</b></li> <li>لأنه يكسب الجلد النعومة والمرونة وحمايته من أشعة الشمس . ( يشبه <math>TiO_2 - ZnO</math> )</li> <li>تحضير العقاقير مثل : الأسبرين وزيت المروخ .</li> </ul>

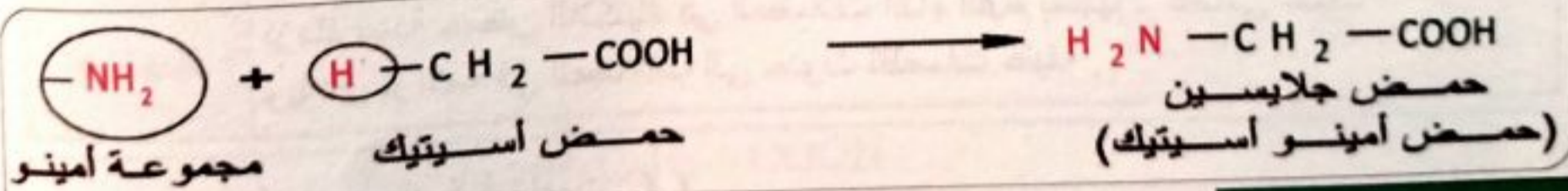
الأحماض الأمينية

الأحماض الأمينية هي مشتقات أمينية للأحماض العضوية

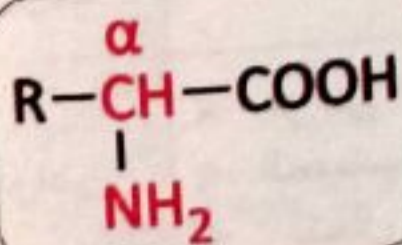
حمض الجلايسين هو أبسط أنواع الأحماض الأمينية .

كيفية الحصول على حمض الجلايسين :  $(NH_2CH_2COOH)$  ( من النوع ألفا أمينو )

يتكون نتيجة لإحلال مجموعة أمينو  $(-NH_2)$  محل ذرة هيدروجين مجموعة الألكيل الموجودة في جزيء حمض الأسيتيك .



لاحظ أن



الأحماض الأمينية الموجودة في الطبيعة متعددة ولكن : يوجد منها 20 حمضا فقط في البروتينات الطبيعية .  
الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات تكون من النوع ألفا أمينو .  
الأحماض الأمينية تعمل كمواد حافظة في تحضير البروتينات الطبيعية .

ذرة كربون ألفا : هي ذرة الكربون التي تلي مجموعة الكربوكسيل مباشرة



## حمض الستريك

$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	الصيغة
<p>من الأحماض ثلاثية القاعدية التي توجد في الموالح مثل :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ الليمون ( بنسبة 5% : 7% )</li> <li>◀ البرتقال ( بنسبة 1% )</li> </ul>	الخواص
<p>يضاف إلى الفاكهة المجمدة .. استنتج؟ للحفاظ على لونها وطعمها .</p> <p>يستخدم في صناعة الأغذية المحفوظة .. استنتج؟ لأنه يقلل من قيمة PH لها فيمنع نمو البكتريا عليها .</p>	الإستخدام

## حمض اللاكتيك (2- هيدروكسي حمض بروبانويك) - الفا هيدروكسي بروبانويك

$  \begin{array}{c}  \text{OH} \\    \\  \text{C H}_3-\text{CH}-\text{COOH}  \end{array}  $	الصيغة
<ul style="list-style-type: none"> <li>◀ يعتبر حمض هيدروكسيلي أليفاتي .</li> <li>◀ يعرف بـ حمض اللبن .. استنتج ؟</li> <li>لأنه يوجد في الزبادي بفعل الإنزيمات التي تفرزها بعض أنواع البكتريا على سكر اللاكتوز</li> </ul>	الخواص
<p>تزداد نسبة حمض اللاكتيك في العضلات أثناء القيام بمجهود عضلي عنيف ويؤدي تراكمه في العضلات إلى حدوث تقلصات عنيفة .</p>	الإستخدام

## حمض الأسكوربيك ( فيتامين C )

$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	الصيغة
<ul style="list-style-type: none"> <li>◀ هو من الأحماض التي يحتاجها الجسم بكميات قليلة ويتم توفيره من : الحمضيات ( الموالح ) ◀ الفاكهة ◀ الخضروات مثل الفلفل الأخضر</li> <li>◀ يتحلل حمض الأسكوربيك بالحرارة وفعل الهواء .</li> </ul>	الخواص
<p>نقص حمض الأسكوربيك داخل الجسم يؤدي إلى تدهور الوظائف الحيوية والإصابة بمرض الإسقرابوط والذي من أعراضه : ( نزيف اللثة - تورم المفاصل )</p>	الإستخدام

﴿استنتج﴾ .. يختلف حمض البنزويك عن الإيثانول في بعض الخواص ؟

☐ لأن حمض البنزويك يتفاعل بالإستبدال والإضافة .

## الأهمية الإقتصادية للأحماض العضوية

### ☐ حمض الفورميك

الصيغة	HCOOH حمض الفورميك ( حمض ميثانويك )
الخواص	☐ يفرزه النمل الأحمر طبيعياً عند دفاعه عن نفسه . ☐ أبسط الأحماض العضوية لأنه يتكون من ذرة كربون واحدة .
الإستخدام	يستخدم في صناعة : ◀ الصبغات ◀ المبيدات الحشرية ◀ العطور ◀ البلاستيك ◀ العقاقير

### ☐ حمض الأسيتيك

الصيغة	CH <sub>3</sub> COOH حمض الخليك ( حمض إيثانويك )
الخواص	☐ حمض الخليك النقي بنسبة 100% نفاذ الرائحة ويسمى بـحمض الخليك الثلجي .. استنتج؟ لأنه يتجمد على هيئة بلورات شفافة عند درجة 16°C .
الإستخدام	يستخدم كمادة أولية في صناعة : ◀ الصبغات ◀ المبيدات الحشرية ◀ الحرير الصناعي ◀ الإضافات الغذائية يستخدم المحلول المخفف منه ( 4% ) في المنازل في صورة خل .

### ☐ حمض البنزويك

الصيغة	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> - COOH حمض البنزويك
الخواص	☐ حمض البنزويك لا يمتص بالجسم ويحول إلى ملحة الصوديومي أو بوتاسيومي .. استنتج؟ حتى يسهل إمتصاصه بالجسم ويذوب في الماء .
الإستخدام	☐ تستخدم بنزوات الصوديوم ( 0.1 % ) كمادة حافظة للأغذية المحفوظة .. استنتج؟ لأنها تمنع نمو الفطريات عليها .

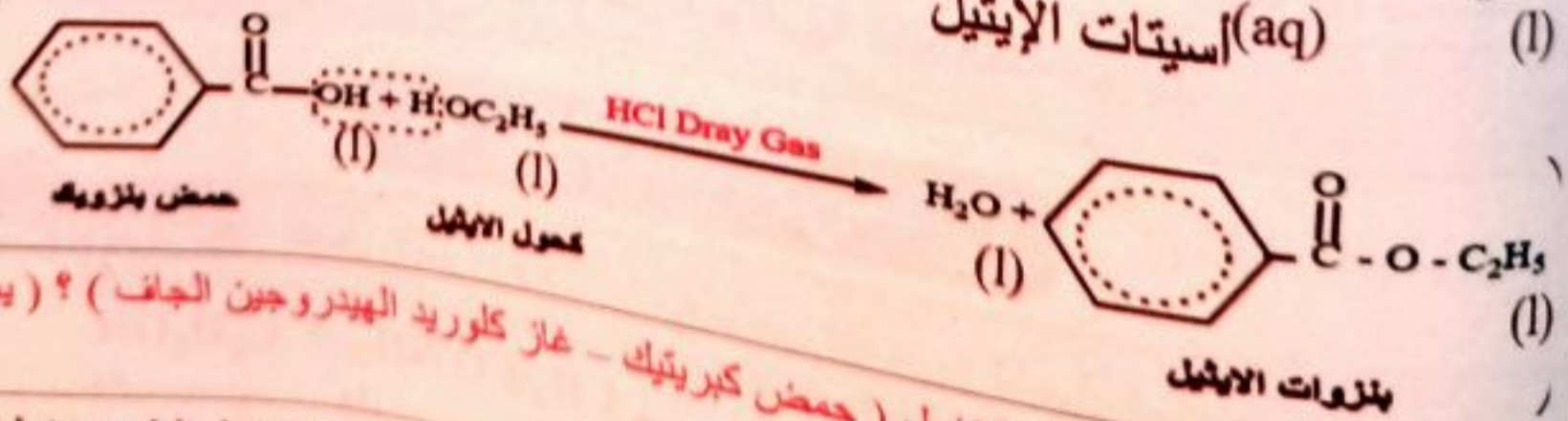
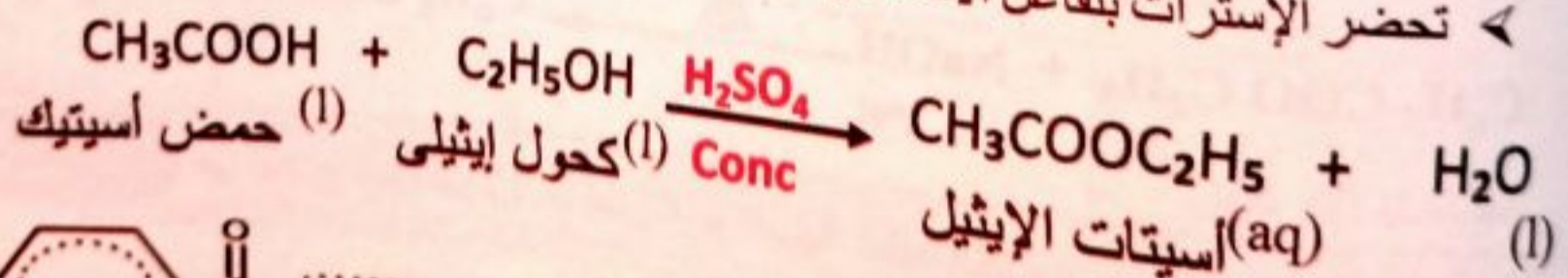
## يشق اسم الأستر من اسم الحمض المكون للأستر

- بأستبدال المقطع ( يك ) من اسم الحمض بالمقطع ( ات ) .
- ثم يتبع ذلك اسم مجموعة الألكيل أو الأريل الموجودة في جزيء الكحول .

صيغة الأستر	اسم الأستر	مكونات الأستر	
		الكحول	الحمض
$\text{HCOOCH}_3$	أستر فورمات الميثيل	كحول ميثيلي $\text{CH}_3\text{OH}$	حمض فورميك $\text{HCOOH}$
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	أستر أسيتات الميثيل	كحول ميثيلي $\text{CH}_3\text{OH}$	حمض أسيتيك $\text{CH}_3\text{COOH}$
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	أستر أسيتات الإيثيل	كحول إيثيلي $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	حمض أسيتيك $\text{CH}_3\text{COOH}$
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3$	أستر بنزوات الميثيل	كحول ميثيلي $\text{CH}_3\text{OH}$	حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$	أستر بنزوات الإيثيل	كحول إيثيلي $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	حمض بنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

## تحضير الإسترات صناعياً :

تحضر الإسترات بتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات والتي تمثل بالمعادلة المقابلة:



(استنتاج) .. يستخدم في هذا التفاعل ( حمض كبريتيك - غاز كلوريد الهيدروجين الجاف ) ؟ ( يسير في اتجاه تكوين الأستر )

للتخلص من الماء الناتج وبالتالي منع التفاعل العكسي وزيادة معدل التفاعل الطردى ( طبقاً للوشاتيلية )

استنتج .. درجة غليان الإسترات أقل بكثير من درجة غليان الكحولات والأحماض الكربوكسيلية ؟

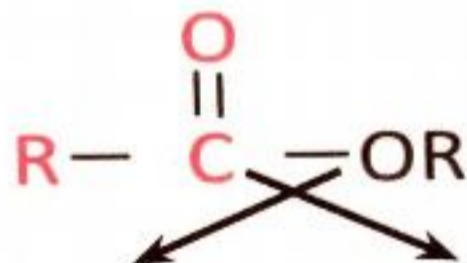
لعد إحتوانها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية والتي تسبب إرتباط الكحولات والأحماض معا بروابط هيدروجينية .

لاحظ أن

درجه غليان الاستر اقل من الكحول اقل من الحمض مع ثبات الكتله المولييه .

تسمية الإسترات :

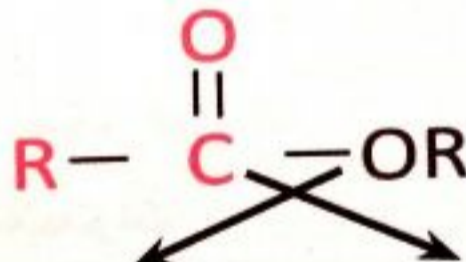
التسمية الشائعة



**الجزء الثاني ( يشتق من الكحول )**  
يشتق من إسم مجموعة الألكيل المتصلة بذرة الأكسجين في حزي الكحول

**الجزء الأول ( يشتق من الحمض )**  
يشتق من الإسم الشائع من الحمض مع إستبدال المقطع (- يك) بالمقطع (- ات) وحذف كلمة حمض

التسمية الأيوباك



**الجزء الثاني ( يشتق من الكحول )**  
يشتق من إسم مجموعة الألكيل المتصلة بذرة الأكسجين في حزي الكحول

**الجزء الأول ( يشتق من الحمض )**  
يشتق من إسم الأيوباك من الحمض مع إستبدال المقطع (- يك) بالمقطع (- ات) وحذف كلمة حمض

الصيغة	الإسم بالأيوباك	الإسم الشائع
<chem>c1ccccc1C(=O)OCC</chem>	إيثانوات الأيبيل	بنزوات الأيبيل
<chem>CC(=O)Oc1ccccc1</chem>	بروبانوات الميثيل	بنزوات الفينيل
<chem>COC(=O)C</chem>	إيثانوات الميثيل	فورمات الميثيل
<chem>CCOC(=O)CC</chem>	بروبانوات الميثيل	بروبيونات الميثيل
<chem>CC(=O)OCC</chem>	إيثانوات الأيبيل	أسيتات الأيبيل

لاحظ أن

إذا اتصلت حلقة البنزين مباشرة بذرة الأكسجين في مجموعة الاستر تسمى فينيل. ولكن إذا اتصلت حلقة البنزين مباشرة بذرة الكربون في مجموعة الاستر تسمى بنزوات.

## الإسترات

التعريف	<ul style="list-style-type: none"> <li>هي مركبات عضوية تنتج من تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات .</li> <li>هي مواد متعادلة التأثير على ورقة عباد الشمس .</li> </ul>
الوجود	تنتشر بكثرة في الطبيعة وتوجد في المواد النباتية والحيوانية .
الإستخدام	تستخدم بمفردها أو ممزوجة بمركبات طبيعية في صناعة العطور والنكهات المختلفة . (مكسبات الطعم والرائحة)
المجموعة الوظيفية	- COO -
الصيغة العامة	R - COO - R أو (H - COO - R) أو (R - COO - Ar)
معادلة التحضير	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  \parallel \\  \text{R} - \text{C} - \text{OH} + \text{H} - \text{O} - \text{R} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{R} - \text{C} - \text{O} - \text{R} \\  \text{حمض} \quad \text{كحول} \quad \text{ماء} \quad \text{إستر}  \end{array}  $

(استنتاج) .. لا يفضل إستخدام حمض الكبريتيك في تفاعل أسترة حمض البنزويك مع الإيثانول ؟

لتجنب حدوث سلفنة لحمض البنزويك

الخواص الفيزيائية للإسترات

الحالة الفيزيائية	الإسترات معظمها سوائل .
الرائحة	<ul style="list-style-type: none"> <li>تتميز معظم الإسترات بروائح زكية وهي التي تمد الفواكه والأزهار والزيوت العطرية برائحتها والنكهة الخاصة بها .</li> <li>كلما زادت الكتلة المولية للأحماض الكربوكسيلية والكحولات المستخدمه في تكوين الإستر تتغير طبيعة الإستر من سائل ذو رائحة زكية إلى مواد صلبة شمعية عديمة الرائحة .</li> <li>تقل رائحة الإستر بزيادة الكتلة المولية .</li> </ul>
أمثلة	<ul style="list-style-type: none"> <li>الشموع التي يمثلها شمع النحل : إسترات ذات كتلة جزيئية مرتفعة ( أقل رائحة )</li> <li>الزيوت والدهون : إسترات ناتجة من إرتباط الجلسرين مع أحماض دهنية عالية .</li> </ul>

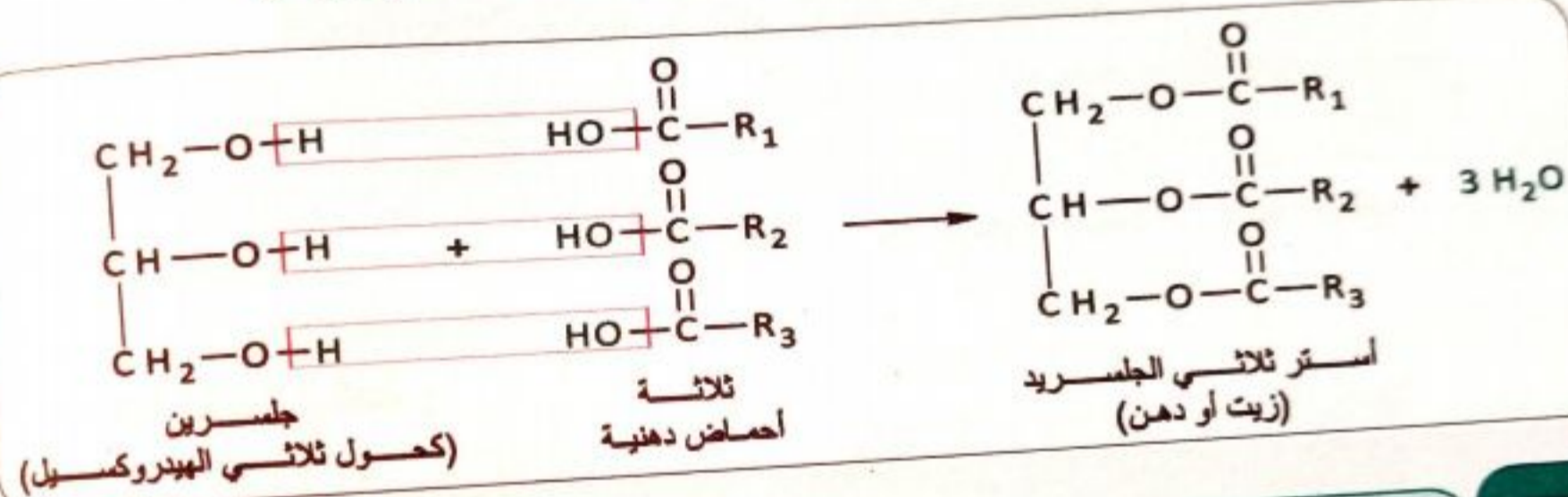
## ثانياً: الإسترات كزيوت ودهون

### الزيوت والدهون

هي إسترات ناتجة من تفاعل الجليسرول مع الأحماض العضوية .

(استنتاج) .. تسمى جزيئات الزيوت والدهون بثلاثي الجلسريد ؟

لأن كل جزيء منها يتكون من تفاعل جزيء من الجلسرين ( كحول ثلاثي الهيدروكسيل ) مع ثلاثة جزيئات أحماض دهنية وقد تكون هذه الأحماض من نوع واحد أو أنواع مختلفة وقد تكون طويلة السلسلة أو قصيرة السلسلة وقد تكون مشبعة (الدهون) أو غير مشبعة (الزيوت)



### تعريف التصبن

هي التحلل المائي للزيوت أو الدهون ( ثلاثي جلسريد ) في وجود مادة قلوية ( NaOH - KOH ) .

(استنتاج) .. التحلل القاعدي للإسترات يسمى بالتصبن ؟

لأنها تمثل الأساس العلمي لتحضير كلا من الصابون والجليسرول .

### سؤال مهم

ما الفرق بين الصابون والمنظف الصناعي ؟

الملح الصوديومي لأحماض دهنية عالية الكتلة .  
 ملح صوديومي لألكيل حمض بنزين السلفونيك



### الإسترات في حياتنا :

#### أولاً: الإسترات كمكسبات طعم ورائحة

(استنتاج) .. استخدام الإسترات كمكسبات طعم ورائحة ؟

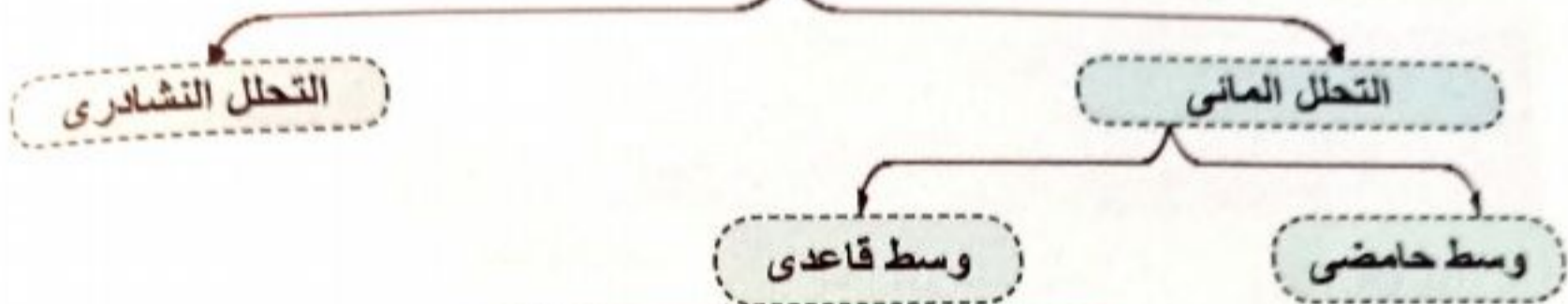
لأن معظم الاسترات تتميز بروائح ذكية بعضها رائحة الزهور وبعضها رائحة الفاكهة .

امثلة للاطلاع فقط :

الرائحة	الصيغة الكيميائية	الاستر
التوت	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	فورمات الايزوبيوتيل
البرتقال	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$	اسيتات الاوكتيل
المشمش	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$	بروبانوات البتيل
التفاح	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - \text{CH}_3$	بيوتانوات الميثيل
الاناناس	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	بيوتانوات الايثيل

الخواص الكيميائية للإسترات :

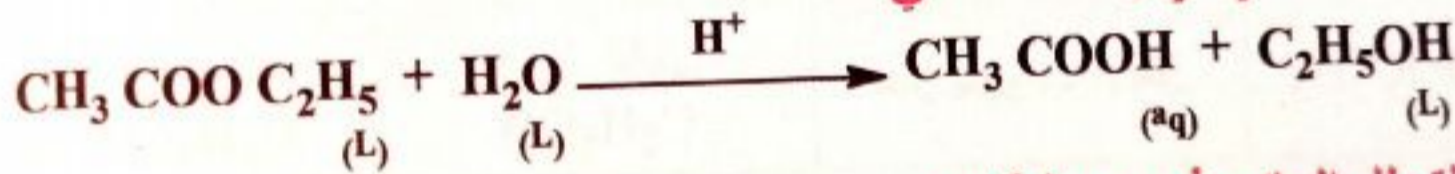
أنواع التفاعلات الكيميائية للإسترات



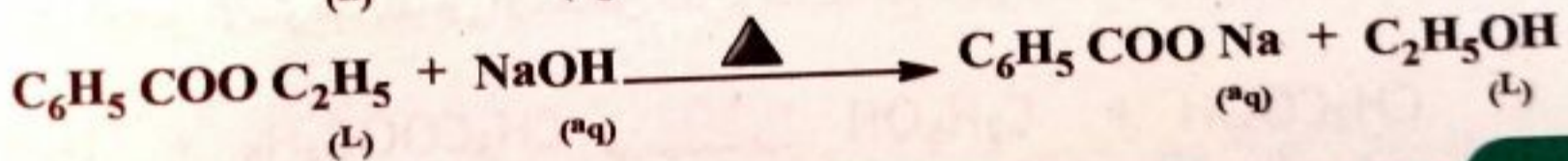
أولاً: تفاعلات التحلل المائى

التحلل المائى في وسط قاعدى (التصبن)	التحلل المائى في وسط حامضى	
الكحول + ملح الحمض (الصابون)	الكحول + الحمض (عكس الأسترة)	الناتج
هو تسخين الإستر مع محلول مائى في وجود وسط قلوى مثل : هيدروكسيد الصوديوم	هو تحلل الإستر بالتسخين مع الماء في وجود حمض معدنى مخفف كعامل مساعد	التعريف

امثلة على التحلل المائى في وسط حامضى



امثلة على التحلل المائى في وسط قاعدى

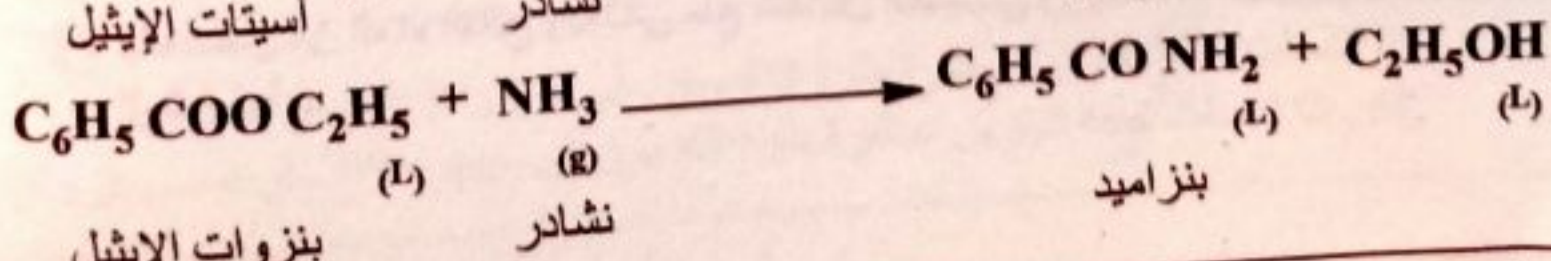
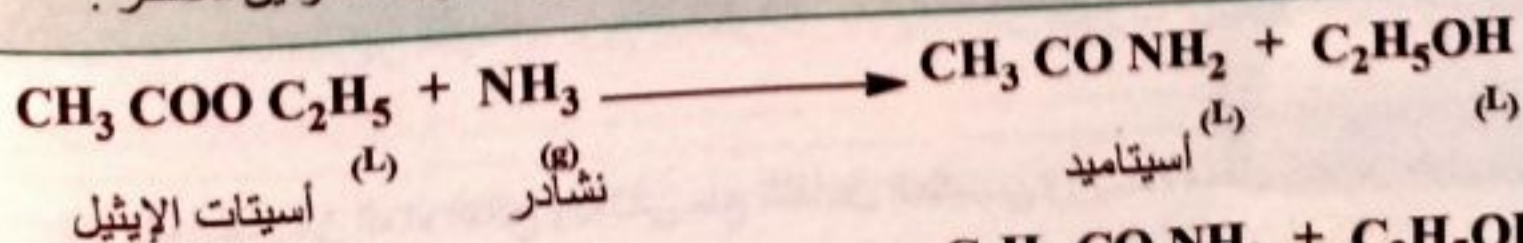


الصابون هو أملاح الصوديوم لأحماض كربوكسيلية عالية الكتلة الجزيئية

ثانياً: تفاعلات التحلل النشادرى

التحلل بالأمونىا

تفاعل الاستر مع النشادر مكونا اميد الحمض والكحول المكونين للاستر .



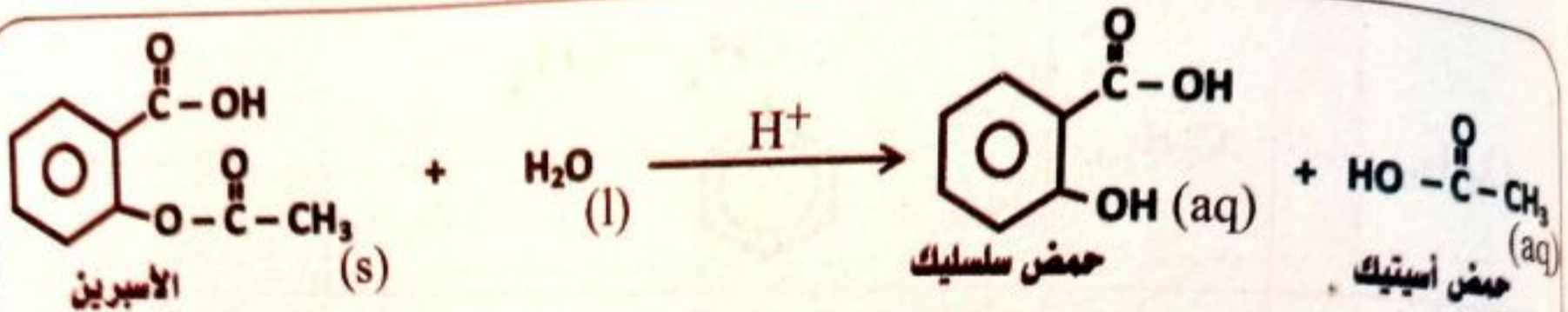


## الكيمياء العضوية

قف جازو

(استنتاج) .. ينصح الأطباء بتفتيت حبة الإسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء ؟

لأن تحلل الإسبرين مائياً ينتج عنه حمض السلسليك وحمض الأسيتيك وهذه الأحماض تسبب تهيج جدار المعدة وتسبب قرحة المعدة . تبعا لمعادلة تميؤ الإسبرين التالية :





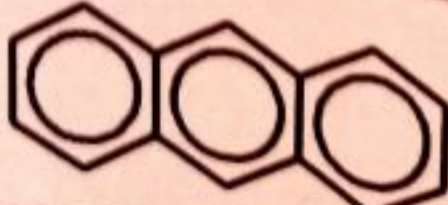
(استنتاج) .. هناك أنواع من الأسبرين تكون مختلطة بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم ؟

لتعادل حموضة حمض السلسليك وحمض الأسيتيك الناتجين من تحلل الأسبرين مائياً داخل الجسم .

الجدول التالي يوضح التمييز بين زيت المروخ والإسبرين :

الإسبرين	زيت المروخ	
يتصاعد غاز يعكر ماء الجير الرائق	لا يحدث تفاعل	إضافة بيكربونات صوديوم
لا يتلون	يتلون باللون البنفسجي	إضافة كلوريد حديد III

الصيغ الجزيئية والبنائية لأهم الهيدروكربونات الأروماتية :

الصيغة العامة	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	إسم المركب
$\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$	$\text{C}_6\text{H}_6$		البنزين العطري
-----	$\text{C}_{10}\text{H}_8$		النفثالين
-----	$\text{C}_{14}\text{H}_{10}$		الإنتراسين

(استنتاج) .. حمض السلسليك حمض متردد ؟

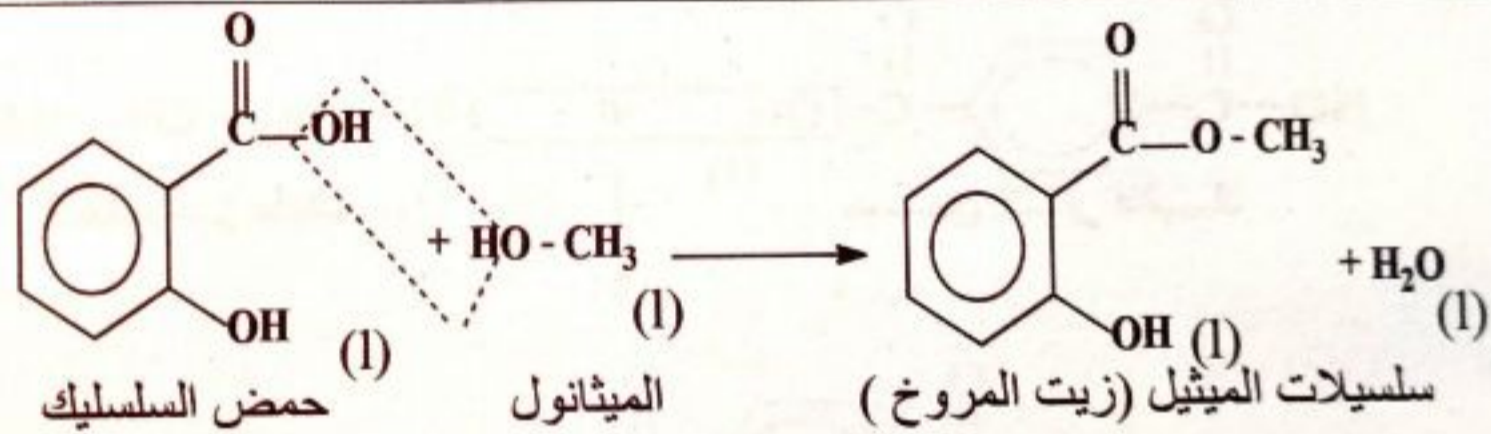
لأنه يحتوى على مجموعتين فعالتان وهما مجموعة الهيدروكسيل ومجموعة الكربوكسيل

(استنتاج) .. حمض السلسليك يمكن أن يتفاعل كحمض أو كحول (فينول) ؟

يسلك سلوك الحمض لإحتوائه على مجموعة الكربوكسيل .  
و يسلك سلوك الفينول لإحتوائه على مجموعة الهيدروكسيل .

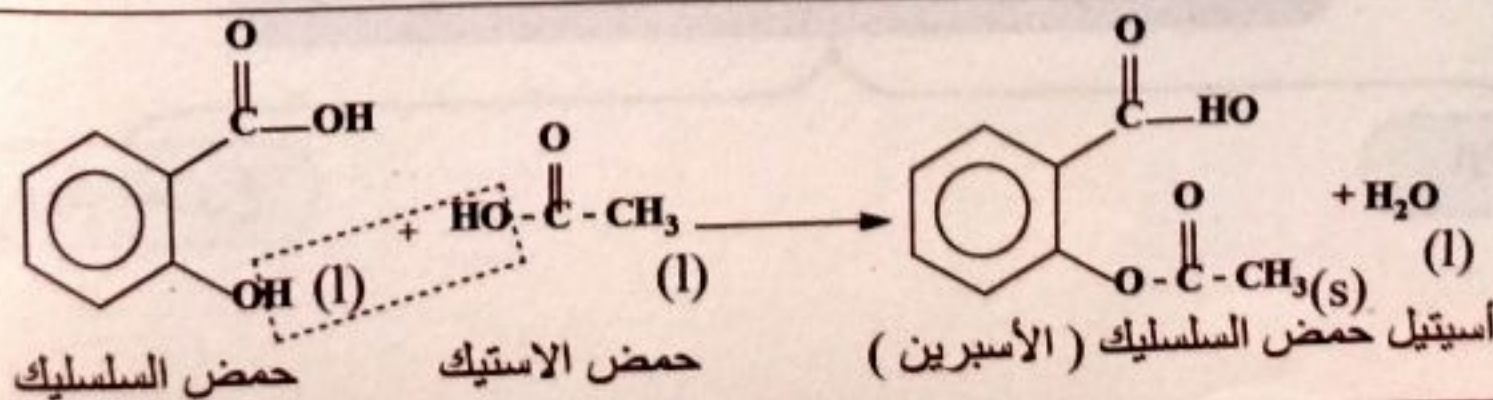
زيت المروخ ( سلسيلات الميثيل )

الإسم العلمى	سلسيلات الميثيل
المجموعة الوظيفية	< مجموعة الإستر - COO < مجموعة الهيدروكسيل OH
التحضير	يحضر بتفاعل حمض السلسليك مع الميثانول بنزع جزئ ماء .
الإستخدام	دهان موضعى يمتص عن طريق الجلد لتخفيف الآلام الروماتيزمية .



(الإسبرين ( أستيل حمض سلسليك )

الإسم العلمى	أستيل حمض السلسليك .
المجموعة الوظيفية	< مجموعة الإستر -COO - < مجموعة الكربوكسيل COOH
المادة الفعالة	حمض السلسليك مضافا إليه مجموعة الأستيل -CH <sub>3</sub> CO .. استنتاج ؟ لأنها تجعله عديم الطعم تقريبا وتقلل من حموضته .
التحضير	يحضر بتفاعل حمض السلسليك مع حمض الأستيك بنزع جزئ ماء .
الإستخدام	تخفيف الآم الصداع - خفض الحرارة - يقلل تجلط الدم فيمنع حدوث الأزمات القلبية



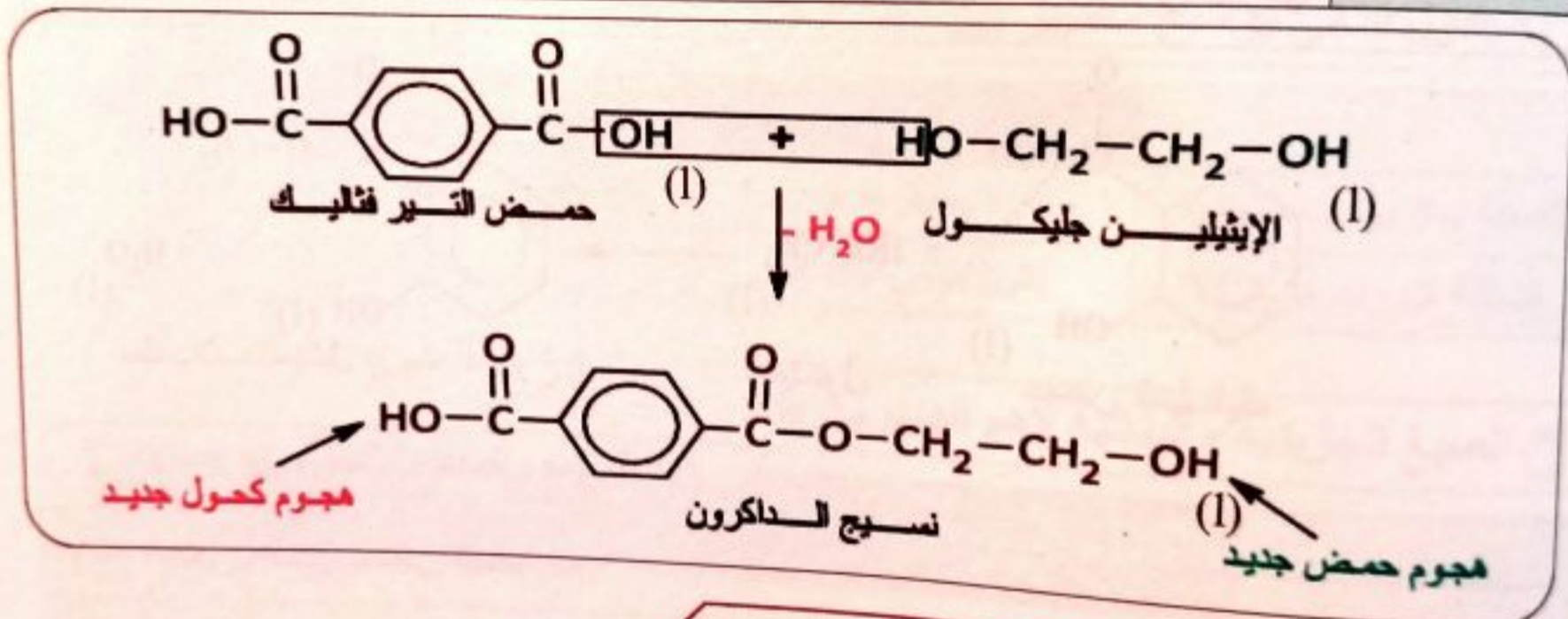
## ثالثاً: الإسترات كبوليمرات ( البولي إستر )

بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونومرين أحدهما حمض ثنائي القاعديه والآخر كحول ثنائي الهيدروكسيل

### تعريف البولي إستر

### نسيج الداكرون

تعريفه	أشهر أنواع البولي إسترات .
تحضيره	يصنع بوليمر الداكرون من تفاعل استرة بين حمض التيرفتاليك والايثيلين جليكول .
إستخدامه	نظراً للخصول الكيميائي لبوليمر الداكرون تصنع منه : أنابيب تستخدم كبدائل للشرابيين التالفة . صمامات القلب الصناعية .



### كيف تستمر عملية التكاثف :

- يرتبط طرف كحولي لجزئ الاستر الاول بالطرف الحمضي لجزئ الاستر الثاني
- ويرتبط الطرف الحمضي لجزئ الاستر الاول بالطرف الكحولي لجزئ استر ثالث
- وتتكرر عملية التكاثف الى ان نحصل على جزئ طويل جداً يسمى البولي إستر ( الداكرون )

## رابعاً: الإسترات كعقاقير طبية


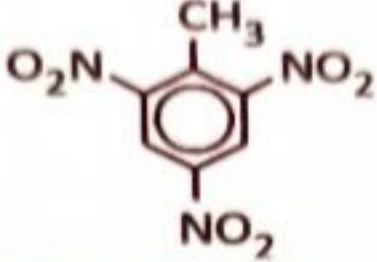
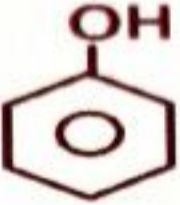
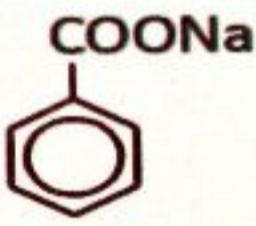
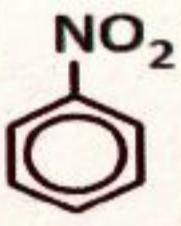
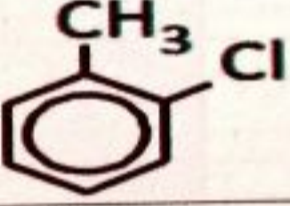
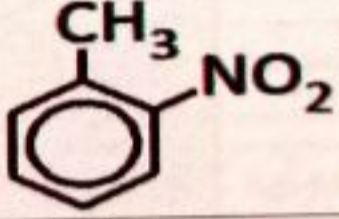

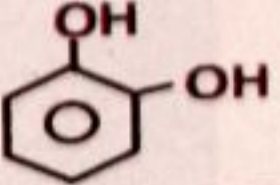
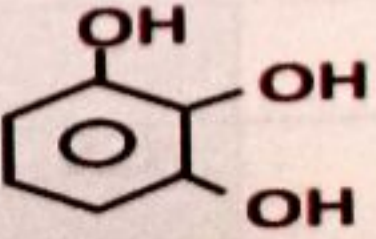
الأسبرين

زيت المروخ


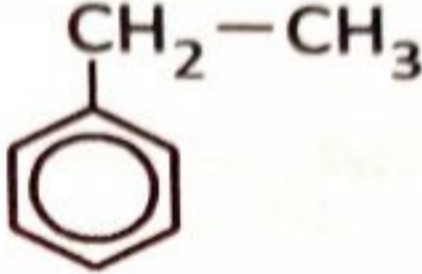
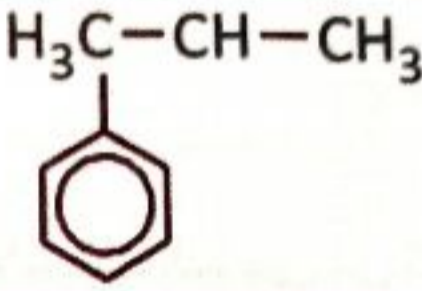
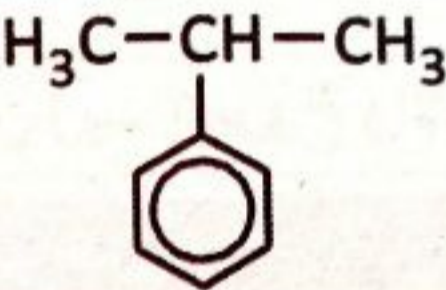
سلسلة الهولي

الثالث الثانوي

الصيغ الجزيئية والبنائية لأهم مشتقات الهيدروكربونات الأروماتية :

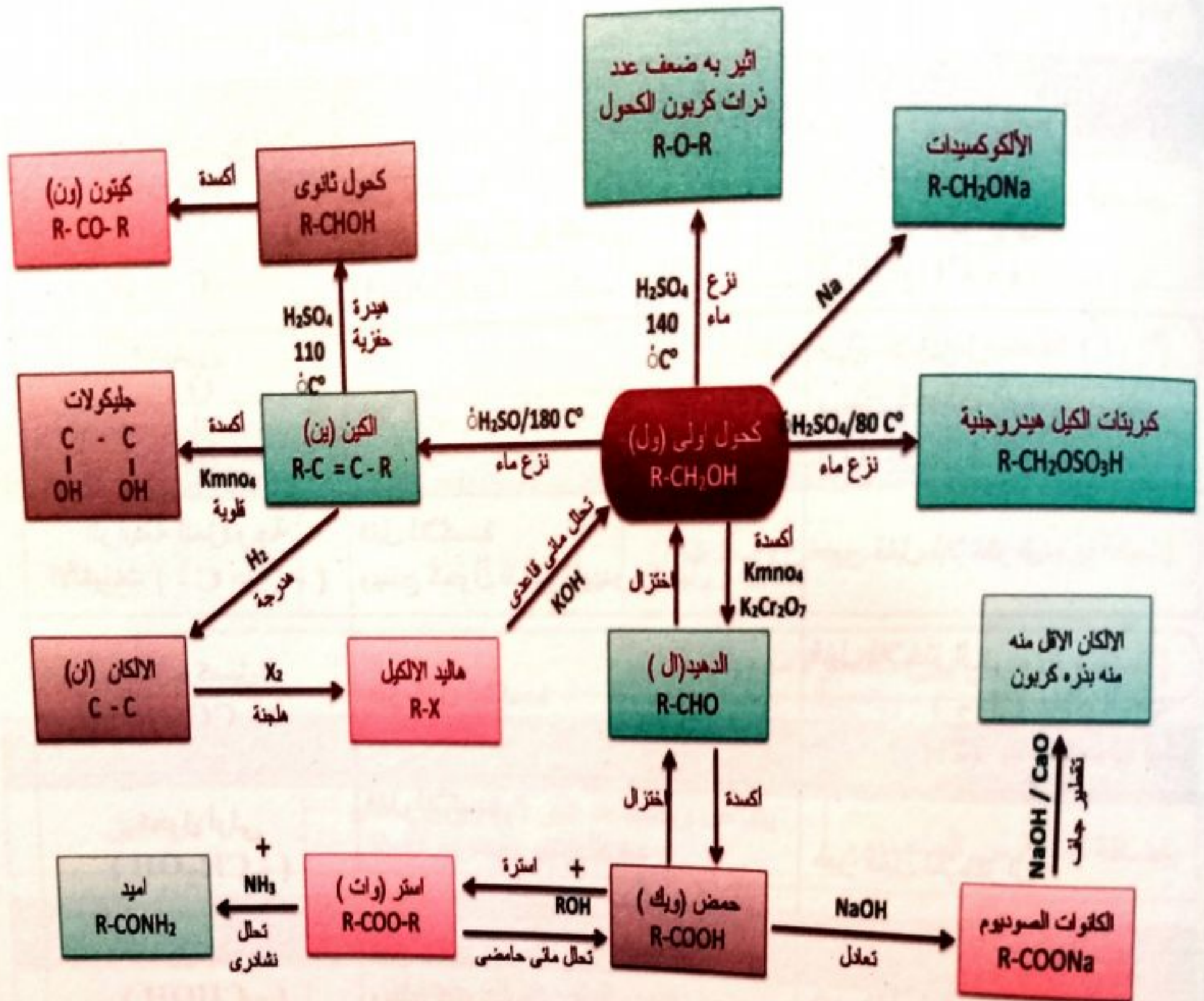
$C_6H_6O_3S$		حمض بنزين سلفونيك
$C_7H_5N_3O_6$		ثلاثي نيترو طولوين
$C_6H_6O$		الفينول
$C_7H_5O_2Na$		بنزوات الصوديوم
$C_6H_5NO_2$		نيترو بنزين
$C_7H_7Cl$		كلورو طولوين
$C_7H_7NO_2$		نيترو طولوين
$C_6H_5Cl$		كلورو بنزين
$C_6H_6O_2$		كاتيكول
$C_6H_6O_3$		بيروجالول

الصيغة الجزيئية	إسم المركب
$C_2H_6O$	الايثانول و اثير ثنائى الميثيل
$CH_4O$	الميثانول
$C_3H_8O$	بروبانول
$C_2H_6O_2$	ايثيلين جليكول
$C_3H_8O_3$	الجليسرول
$C_6H_{14}O_6$	السوربيتول
$C_6H_{12}O_6$	الجلوكوز والفركتوز
$C_{12}H_{22}O_{11}$	السكروز (المولاس)
$C_4H_{10}O$	ايثير ثنائى الايثيل
$C_3H_6O$	اسيتون (بروبانون)
$C_2H_4O$	اسيتالدهيد (ايثال) كحول الفايثيل
$C_2H_4O_2$	حمض الاستيك
$C_3H_5O_9N_3$	ثلاثى نترات الجلمرين
$CH_2O_2$	حمض الفورميك
$C_2H_2O_4$	حمض الاكساليك
$C_6H_8O_7$	حمض الستريك
$C_3H_6O_3$	حمض اللاكتيك
$C_2H_5O_2N$	حمض الجلايسين
$C_2H_5ON$	اسيتاميد
$CH_2O$	الفورمالدهيد
$C_6H_6Cl_6$	الجامكسان (سداسى كلورو هكسان حلقى)

$C_nH_{2n-6}$	$C_7H_8$		الطولوين
$C_nH_{2n-6}$	$C_8H_{10}$		إيثيل بنزين
$C_nH_{2n-6}$	$C_9H_{12}$		1- فينيل بروبان
$C_nH_{2n-6}$	$C_9H_{12}$		2- فينيل بروبان

قوانين لحساب عدد ذرات الكربون للمركب العضوية بسهولة جدا :

القسم	بمعلومية الكتلة المولية (الجزيئية)	بمعلومية عدد الذرات الكليه
ألكان	(الكتلة المولية - 2) / 14	(عدد الذرات - 2) / 3
الكين	(الكتلة المولية) / 14	(عدد الذرات) / 3
الكاين	(الكتلة المولية + 2) / 14	(عدد الذرات + 2) / 3
الكحول والاثير	(الكتلة المولية - 18) / 14	(عدد الذرات - 3) / 3
الالدهيد والكيون	(الكتلة المولية - 16) / 14	(عدد الذرات - 1) / 3
الاحماض والاسترات	(الكتلة المولية - 32) / 14	(عدد الذرات - 2) / 3



لاحظ أن

عند التحلل المائي القاعدي لهاليد الألكيل قد ينتج كحول أولي أو ثانوي أو ثالثي حسب نوع هاليد الألكيل .

عند عمل هيدرة حفزية للألكينات دائما تنتج كحول ثانوي أو ثالثي ماعدا الايثين هو الألكين الوحيد الذي يعطي كحول أولي عند هيدراته.


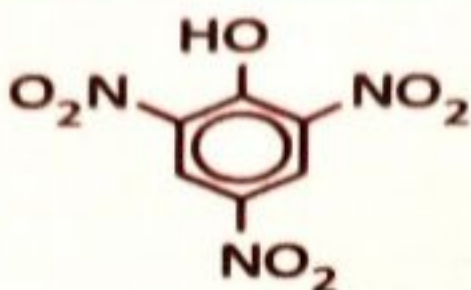
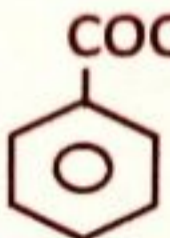
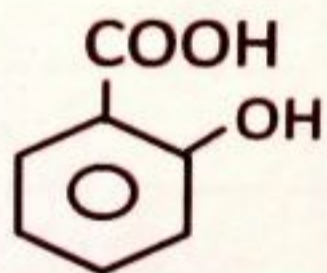

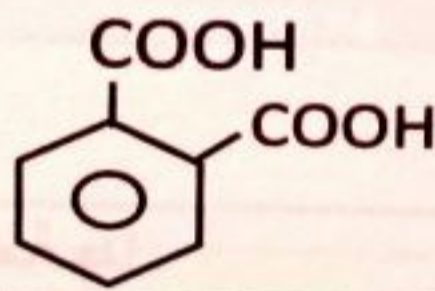
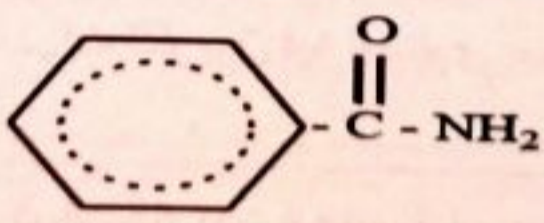
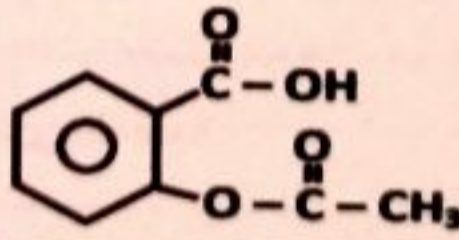
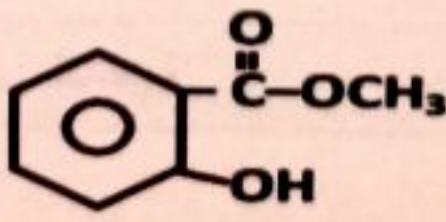
عائلة أبسط في الكيمياء العضوية

الميثان	أبسط هيدروكربون
البنزين العطري	أبسط هيدروكربون أروماتي
البروبان الحلقي	أبسط هيدروكربون أليفاتي مغلق السلسلة
الإيثين ( الإيثيلين )	أبسط الكين ( أوليفين )
الإيثان ( الأستيلين )	أبسط الكاين
الفورمالدهيد	أبسط مشتق هيدروكربون
الفورميك	أبسط حمض أليفاتي
البنزويك	أبسط حمض أروماتي
ميثانات الميثيل	أبسط إستر
الميثانول	أبسط كحول
الإيثان	أبسط هيدروكربون غير مشبع
الفينول	أبسط مشتق هيدروكربون أروماتي

بعض المصطلحات الهامة جدا

الفورميك	حمض أحادي القاعدية عدد ذرات الكربون فيه تساوي عدد مجموعات الكربوكسيل
الأكساليك	حمض ثنائي القاعدية عدد ذرات الكربون فيه تساوي عدد مجموعات الكربوكسيل
حمض اللاكتيك	حمض هيدروكسيلي أليفاتي أحادي القاعدية
الساليسيليك	حمض هيدروكسيلي أروماتي أحادي القاعدية
السيتريك	حمض هيدروكسيلي أليفاتي ثلاثي القاعدية



$C_6H_5ONa$		فينوكسيد الصوديوم
$C_6H_3N_3O_7$		حمض البكريك
$C_7H_6O_2$		حمض البنزويك
$C_7H_6O_3$		حمض السلسليك
$C_8H_6O_4$		حمض التير فتاليك
$C_8H_6O_4$		حمض الفيثاليك
$C_7H_7NO$		بنزاميد
$C_9H_8O_4$		الأسبرين
$C_8H_8O_3$		زيت المروخ

## (6) التمييز بين الكحول الثانوى والكحول الثالثى

الكحول الثالثى	الكحول الثانوى	طريقة التمييز
لا يزول اللون	يزول اللون	إضافة برمنجانات البوتاسيوم فى وسط حامضى

الكحول الثالثى	الكحول الثانوى	طريقة التمييز
يظل اللون كما هو	يتحول إلى اللون الأخضر	إضافة ثانى كرومات البوتاسيوم

## (7) التمييز بين الكحول الأولى و الكحول الثانوى

الكحول الثانوى	الكحول الأولى	طريقة التمييز
يزول اللون البنفسجى ويظل لون ورقة عباد الشمس كما هو	يزول اللون البنفسجى ثم تحمر ورقة عباد الشمس لانه سيتكون حمض	إضافة برمنجانات البوتاسيوم فى وسط حامضى ثم ورقة عباد الشمس

## (8) التمييز بين الكحولات والأحماض الكربوكسيليه

الأحماض العضوية	الكحول	طريقة التمييز
لا يزول اللون البنفسجى	يزول اللون البنفسجى للبرمنجانات ( ماعدا الكحولات الثالثية )	إضافة برمنجانات البوتاسيوم فى وسط حامضى

الأحماض العضوية	الكحول	طريقة التمييز
يظل اللون كما هو	يتحول إلى اللون الأخضر ( ماعدا الكحولات الثالثية )	إضافة ثانى كرومات البوتاسيوم

الأحماض العضوية	الكحول	طريقة التمييز
الذى $CO_2$ يتصاعد غاز يعكر ماء الجير الرائق إذا مر فيه لفترة قصيرة	لا يتفاعل	بإضافة كربونات الصوديوم ( كشف الحامضية )

طريقة التمييز		الكان	الكاين
بإضافة ماء البروم الأحمر المذاب في رابع كلوريد الكربون		لا يزول اللون الأحمر	يزول اللون الأحمر

(3) التمييز بين الكاين والكان

طريقة التمييز		الكين	الكاين
إضافة برمنجنات البوتاسيوم في وسط قلوي		يزول	لا يزول

(4) التمييز بين الكحولات والإثيرات

طريقة التمييز		الكحول	الإثير
بإضافة قطعة من الصوديوم		يتفاعل ويتصاعد غاز الهيدروجين الذي يشتعل بفرقه	لا يتفاعل

طريقة التمييز		الكحول	الإثير
إضافة برمنجنات البوتاسيوم في وسط حامضي		يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات (معدا الكحولات الثالثية)	لا يزول اللون البنفسجي

طريقة التمييز		الكحول	الإثير
إضافة ثاني كرومات البوتاسيوم		يتحول إلى اللون الأخضر (معدا الكحولات الثالثية)	يظل اللون كما هو

(5) التمييز بين الكحول الأولى والكحول الثالثية

طريقة التمييز		الكحول الأولى	الكحول الثالثية
إضافة برمنجنات البوتاسيوم في وسط حامضي		يزول اللون	لا يزول اللون

طريقة التمييز		الكحول الأولى	الكحول الثالثية
إضافة ثاني كرومات البوتاسيوم		يتحول إلى اللون الأخضر	يظل اللون كما هو

جدول يوضح أكسدة واختزال المجموعات الوظيفية :

الاختزال	الأكسدة	المجموعة الوظيفية
قابل للاختزال وينتج كحول أولي ( - CH <sub>2</sub> OH )	قابل للأكسدة وينتج حمض كربوكسيلي ( - COOH )	الفورميل O    - C - H
قابل للاختزال وينتج كحول ثانوي ( - CHOH )	غير قابل للأكسدة	الكيتون O    - C -
غير قابل للاختزال	قابل للأكسدة وينتج كحول ثنائي الهيدروكسيل	الرابطه المزدوجة الألكينات ( - C = C - )
قابل للاختزال: الجزئي : ( H <sub>2</sub> ) ينتج ألدهيد التام : ( 2H <sub>2</sub> ) ينتج كحول أولي	غير قابل للأكسدة	الكربوكسيل ( - COOH )
غير قابل للاختزال	قابل للأكسدة أكسدة جزئية : ينتج ألدهيد أكسدة تامة : ينتج حمض كربوكسيلي	كحول أولي ( - CH <sub>2</sub> OH )
غير قابل للاختزال	قابل للأكسدة وينتج كيتون	كحول ثانوي ( - CHOH )
غير قابل للاختزال	غير قابل للأكسدة	كحول ثالثي ( - C OH )

كيف تميز بين المركبات العضوية

(1) التمييز بين ألكان وألكين

ألكين	ألكان	طريقة التمييز
يزول اللون الأحمر	لا يزول اللون الأحمر	إضافة ماء البروم الأحمر المذاب في رابع كلوريد الكربون
ألكين	ألكان	طريقة التمييز
يزول اللون البنفسجي للبرمنجانات	لا يزول اللون البنفسجي	إضافة برمنجانات البوتاسيوم في وسط قلوي

## (15) التمييز بين محلول الامونيا و ثيوسينات الامونيوم و حمض الكربوليك

طريقة التمييز	محلول الامونيا (محلول النشادر)	حمض الكربوليك	ثيوسينات الامونيوم
بإضافة كلوريد الحديد III	راسب بني محمر	يتكون لون بنفسجي	لون احمر دموي

## (14) التمييز بين الكين و حمض الكربوليك (الفينول)

طريقة التمييز	الكين	الفينول
بإضافة كلوريد الحديد III	لا يتفاعل	يتكون لون بنفسجي

طريقة التمييز	الكين	الفينول
ماء البروم الأحمر	يزول اللون	يتكون راسب أبيض

طريقة التمييز	الكين	الفينول
إضافة برمنجانات البوتاسيوم في وسط قلوي	يزول اللون	لا يزول اللون

### (11) التمييز بين حمض السالسيك والفينول

الفيينول	حمض السالسيك	طريقة التمييز
لا يتفاعل	الذي يعكر ماء الجير $CO_2$ يتصاعد غاز الرائق إذا مر فيه لفترة قصيرة	بإضافة كربونات الصوديوم (كشف الحامضية)

### (12) التمييز بين الدهيد و كيتون

كيتون	الدهيد	طريقة التمييز
لا يزول اللون البنفسجي	يزول اللون البنفسجي للبرمنجانات	إضافة برمنجانات البوتاسيوم في وسط حامضي

كيتون	الدهيد	طريقة التمييز
يظل اللون كما هو	يتحول إلى اللون الأخضر	إضافة ثاني كرومات البوتاسيوم

### (13) التمييز بين الدهيد و كحول أولى او ثانوى

الدهيد	الكحول	طريقة التمييز
لا يحدث شيء	يتصاعد رائحة الاستر الذكيه	بإضافة حمض (الاستره)

### (14) التمييز بين الدهيد و كحول ثالثى

كحول ثالثى	الدهيد	طريقة التمييز
لا يزول اللون البنفسجي	يزول اللون البنفسجي للبرمنجانات	إضافة برمنجانات البوتاسيوم في وسط حامضي

كحول ثالثى	الدهيد	طريقة التمييز
يظل اللون كما هو	يتحول إلى اللون الأخضر	إضافة ثاني كرومات البوتاسيوم

كحول ثالثى	الدهيد	طريقة التمييز
يتصاعد رائحة الاستر الذكيه	لا يحدث شيء	بإضافة حمض كربوكسيلي (الاستره)

## (9) التمييز بين الكحولات والفينول

الفيينول	الكحول	طريقة التمييز
لا يزول اللون البنفسجي	يزول اللون البنفسجي للبرمنجانات ( ماعدا الكحولات الثالثية )	إضافة برمنجانات البوتاسيوم في وسط حامضي
الفيينول	الكحول	طريقة التمييز
يظل اللون كما هو	يتحول إلى اللون الأخضر ( ماعدا الكحولات الثالثية )	إضافة ثاني كرومات البوتاسيوم
الفيينول	الكحول	طريقة التمييز
يتكون لون بنفسجي	لا يتفاعل	بإضافة كلوريد الحديد III
الفيينول	الكحول	طريقة التمييز
يتكون راسب أبيض	لا يتفاعل	ماء البروم الأحمر

## (10) التمييز بين الحمض الكربوكسيلي والفينول

الفيينول	الأحماض العضوية	طريقة التمييز
يتكون راسب أبيض	لا يتفاعل	ماء البروم الأحمر
الفيينول	الأحماض العضوية	طريقة التمييز
يتكون لون بنفسجي	لا يتفاعل	بإضافة كلوريد الحديد III
الفيينول	الأحماض العضوية	طريقة التمييز
لا يتفاعل	الذي يعكر ماء الجير $CO_2$ يتصاعد غاز الرائق إذا مر فيه لفترة قصيرة	بإضافة كربونات الصوديوم ( كشف الحامضية )

المقارنة بين الألهيدات والكيثونات

الكيتونات	الألهيدات	
تتصل فيها مجموعة الكربونيل بذرتي كربون	تتصل فيها مجموعة الكربونيل بذرة هيدروجين	التعريف
R - CO - R	R - CHO	الصيغة العامة
الكربونيل ( الكيتون ) ( - CO - )	الفورميل ( الألهيد ) ( -CHO )	المجموعة الوظيفية
كما سيأتى بيانه	تشتهر الكثير منها بأسماء شائعة	التسمية
تسمية الشائعة	تسمية الأيوباك	
تضاف الخاتمة (-ون) إلى نهاية اسم الألكان المقابل (أي تكون على وزن ألكانون)	تضاف الخاتمة (-ال) إلى نهاية اسم الألكان المقابل (أي تكون على وزن ألكانال)	

تطبيق

$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$	الألهيد
$\text{CH}_3 - \text{CHO}$	$\text{H} - \text{CHO}$	الصيغة الجزيئية
أستالدهيد	فورمالدهيد	الإسم الشائع
إيثان	ميثان	الألكان المقابل
إيثانال	ميثانال	الإسم بالأيوباك

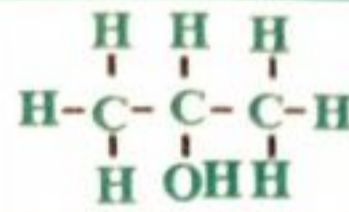
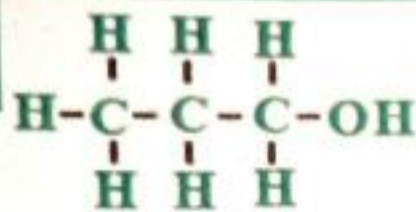
تطبيق

$\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} \\   &    &   \\ \text{H} - \text{C} - & \text{C} & - \text{C} - \text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	الكيتون
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$	الصيغة الجزيئية
أسييتون	الإسم الشائع
بروبان	الألكان المقابل
بروبان	الإسم بالأيوباك



## ثانياً: التشكل الموضعي

- ويحدث ذلك في المركبات التي تحتوي على مجموعة وظيفية حيث : يختلف موضع ارتباط المجموعة الوظيفية بالسلسلة مما يؤدي إلى ظهور عدد من الصيغ البنائية الممكنة
- يوجد هذا النوع غالباً في ( الألكين - الألكاين - الكحولات )



قوانين حساب عدد الأيزومرات في الألكينات :

عدد ذرات الكربون	عدد الأيزومرات	القانون المستخدم
3	2	$2^{n-2}$
4	5	$2^{n-2} + 1$
5	10	$2^{n-2} + 2$

قوانين حساب عدد الأيزومرات لهاليد الألكيل احادي الهالوجين  $C_nH_{2n+1}X$  حيث X تعبر عن الهالوجين :

عدد ذرات الكربون	القانون المستخدم
1-6	$2^{n-2}$
7	$2^{n-2} + 7$

## ثالثاً: التشكل الوظيفي

- ويحدث ذلك عندما تكون الصيغة الجزيئية يمكن أن تمثل صيغ بنائية لمركبات تختلف في المجموعة الوظيفية :

أمثلة للمركبات التي يمكن أن يوجد بينهما تشكّل من حيث المجموعة الوظيفية :

مثال	المركبات	الصيغة العامة
$C_3H_8O$	الكحولات - الإثيرات	$C_nH_{2n+2}O$
$C_3H_6O$	الكيتونات - الألدهيدات	$C_nH_{2n}O$
		$C_nH_{2n}O_2$

## تطبيقات على المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)

للتوضيح فقط

### التشكل الوظيفي

ويحدث ذلك عندما تكون الصيغة الجزيئية يمكن أن تمثل صيغ بنائية لمركبات تختلف في المجموعة الوظيفية

### التشكل الموضعي

ويحدث ذلك في المركبات التي تحتوي على مجموعة وظيفية حيث يختلف موضع ارتباط المجموعة الوظيفية بالسلسلة مما يؤدي إلى ظهور عدد من الصيغ البنائية الممكنة :

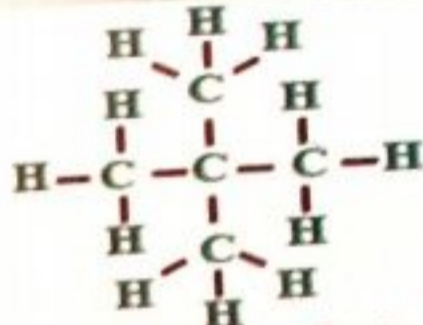
### تشكل السلسلة

ويكون ذلك حسب أطول سلسلة مستمرة

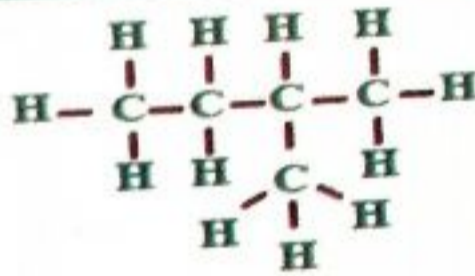
### أولاً: تشكل السلسلة

◆ يكون ذلك حسب أطول سلسلة مستمرة ◆ يحدث غالباً في العديد من المركبات العضوية

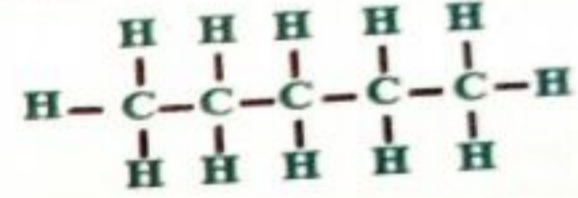
مثال : الصيغة  $C_5H_{12}$  لها ثلاث متشكلات هي :



أطول سلسلة بها 3 ذرات كربون



أطول سلسلة بها 4 ذرات كربون



أطول سلسلة بها 5 ذرات كربون

قوانين حساب عدد الأيزومرات في الألكانات :

عدد المتشكلات	عدد ذرات الكربون	القانون المستخدم
2	4	$2^{n-4} + 1$
3	5	
5	6	
9	7	$2^{n-4} + 2$
18	8	$2^{n-4} + 3$
35	9	

لاحظ أن :

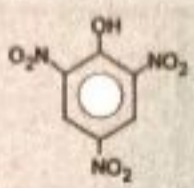
\* كلما زادت عدد ذرات الكربون كلما زادت عدد المتشكلات (العلاقة طردية)

-COOH	Ar-OH	R <sub>3</sub> -C-OH	R <sub>2</sub> -CH-OH	R-CH <sub>2</sub> -OH	اسم المجموعة
حمضية	فينولية	كحولية ثالثة	كحولية ثنائية	كحولية أولية	
√	√	√	√	√	مع الفلز النشط
√	√	X	X	X	مع هيدروكسيد الفلز
X	X	√	√	√	مع حمض هالوجيني
X	√	√	√	√	مع حمض الكبريتيك
X	√	√	√	√	مع الحمض العضوي
√	X	X	X	X	مع الكحول
X	X	X	√	√	الأكسدة
√	X	X	X	X	الإختزال
X	√	X	X	X	مع FeCl <sub>3</sub>
X	√	X	X	X	مع ماء البروم
√	X	X	X	X	مع كربونات الفلز
√	X	X	X	X	مع بيكربونات الفلز

## تفاعلات البلمرة

استخدامات البوليمر الناتج	البوليمر الناتج	نوع البلمرة	المتفاعل « المونومر»
□ الاكياس والزجاجات البلاستيك والخرطوم	بولي ايثيلين PE	اضافة	اينين « ايثيلين »
□ السجاد والمفارش والشكاير والمطبات	بولي بروبيلين PP	اضافة	بروبين « بروبيلين »
□ مواشير الصرف الصحي □ الاحذية والجراكن وعوازل الارضيات	بولي فاينيل كلوريد PVC	اضافة	كلورو اينين « كلوريد فاينيل »
□ تبطين اواني الطهي التيفال □ صناعة خيوط الجراحة لانه حامل كيميائيا	تفلون	اضافة	رباعي فلورو اينين
□ الوحدة البنائية للمركبات الاروماتية	بنزين	ثلاثية او حلقية	الاينين
□ بلاستيك قوي لونه بني قاتم □ يتحمل الحرارة لذلك يستخدم في صناعة طفايات السجائر □ عازل للكهرباء لذلك يستخدم في صناعة الأدوات الكهربية	باكليت « شبكي »	تكاثف	2 جزئ فينول + 1 جزئ فورمالدهيد
□ صناعة شرايين وصمامات قلب صناعية لان الداكرون حامل □ صناعة بعض الملابس	داكرون « بولي استر »	تكاثف	اينيلين جليكول + حمض تيرفثاليك

مركبات عديدة النيترو

ثلاثي نيترو طولوين	ثلاثي نيترو فينول	ثلاثي نيترو جليسرين
الاسم الشائع	حمض البكريك	لا يوجد
الصيغة البنائية		
الصيغة الجزيئية	$C_6H_3O_7N_3$	$C_3H_5O_9N_3$
النوع	مشتق هيدروكربون اروماتي	مشتق هيدروكربون اليقاتي
نتج من	نيترة الفينول مشتق هيدروكربون اروماتي	نيترة الجليسرين مشتق هيدروكربون اليقاتي
الاستخدام	<input type="checkbox"/> مادة متفجرة <input type="checkbox"/> مادة مطهرة لعلاج الحروق <input type="checkbox"/> صبغة صفراء	<input type="checkbox"/> مادة متفجرة <input type="checkbox"/> توسيع الشرايين في علاج القلب

تفاعلات التقطير

المتفاعل	نوع التفاعل	النتج
الكاتونات صوديوم $RCOONa$ + جير صودي	تقطير جاف	الكان عادي $Na_2CO_3 + R-H$
بنزوات صوديوم $C_6H_5COONa$ + جير صودي	تقطير جاف	بنزين + $Na_2CO_3$
الميثان	تقطير اتلافي	اسود كربون $H_2 + C$
فحم حجري	تقطير اتلافي	قطران فحم و فحم كوك و غازات
قطران فحم	تقطير تجزيئي	بنزين او فينول حسب درجة الحرارة
النفط	تقطير تجزيئي	الكان

هاليد الأريل		هاليد الألكيل	
Ar-X		R-X أطول من	طول الرابطة
لأن حافة البرزين ساجبة للإلكترونات			
Ar-X		R-X أسرع في التفاعل من	التفاعل القوي
ينتج الفينول بصعوبة		ينتج الكحول المقابل بسهولة	نتج التفاعل

الفينول	الكحول	
Ar-O	R-O أطول من	طول الرابطة
ArO-H	RO-H أقصر من	طول الرابطة
Ar-OH	R-OH أبطأ في التفاعل من	التفاعل مع Na

# البرهان

اللغة العربية

للصف الأول الثانوي

للصف الثاني الثانوي



# البرهان

اللغة العربية



للصف الثالث الثانوي

للصف الأول الثانوي

# البرهان

اللغة العربية

للصف الثالث الثانوي

كتاب الشرح

نخبة من خبراء اللغة العربية

# البرهان أيقوجادرو



كتاب التدريبات

بالنظام الحديث Open Book 2023

نخبة من خبراء التعليم



# البرهان

في الفقه

نخبة من خبراء الفقه



للحجز و الاستفسار

01029598121

01211116611

لسعر 110 جنيها