

# الباب الأول الهيدرولوجين

obeikandi.com

# الباب الأول

## " الهيدروجين "

ترتيب العناصر في الجدول الدوري

العدد الكمي الرئيسي	تعبئة الاغلفة الحرة		الفلزات																		الفلزات ما بعد الانتقالية																																																																																																									
	(n-1)d	np																																																																																																																												
1	1	2	1A	2A	الفلزات الانتقالية										3A	4A	5A	6A	7A	8A	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
2	2	8	1A	2A	الفلزات الانتقالية										3A	4A	5A	6A	7A	8A	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
3	3	18	1A	2A	الفلزات الانتقالية										3A	4A	5A	6A	7A	8A	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
4	4	32	1A	2A	الفلزات الانتقالية										3A	4A	5A	6A	7A	8A	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
5	5	48	1A	2A	الفلزات الانتقالية										3A	4A	5A	6A	7A	8A	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
6	6	64	1A	2A	الفلزات الانتقالية										3A	4A	5A	6A	7A	8A	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
7	7	72	1A	2A	الفلزات الانتقالية										3A	4A	5A	6A	7A	8A	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

## التركيب الإلكتروني للعناصر

Z	العنصر	التركيب الإلكتروني	Z	العنصر	التركيب الإلكتروني
1	H	1s	53	I	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>
2	He	1s <sup>2</sup>	54	Xe	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>
3	Li	[He]2s	55	Cs	[Xe]6s
4	Be	[He]2s <sup>2</sup>	56	Ba	[Xe]6s <sup>2</sup>
5	B	[He]2s <sup>2</sup> 2p	57	La	[Xe]5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>
6	C	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	58	Ce	[Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>
7	N	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	59	Pr	[Xe]4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>
8	O	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	60	Nd	[Xe]4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>
9	F	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	61	Pm	[Xe]4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>
10	Ne	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	62	Sm	[Xe]4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>
11	Na	[Ne]3s	63	Eu	[Xe]4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>
12	Mg	[Ne]3s <sup>2</sup>	64	Gd	[Xe]4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>
13	Al	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p	65	Tb	[Xe]4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>
14	Si	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	66	Dy	[Xe]4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>
15	P	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	67	Ho	[Xe]4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>
16	S	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>	68	Er	[Xe]4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>
17	Cl	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	69	Tm	[Xe]4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup>
18	Ar	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	70	Yb	[Xe]4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>
19	K	[Ar]4s	71	Lu	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>
20	Ca	[Ar]4s <sup>2</sup>	72	Hf	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>
21	Sc	[Ar]3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	73	Ta	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>
22	Ti	[Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	74	W	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>
23	V	[Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	75	Re	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>
24	Cr	[Ar]3d <sup>5</sup> 4s	76	Os	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>
25	Mn	[Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	77	Ir	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>
26	Fe	[Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	78	Pt	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s
27	Co	[Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	79	Au	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s
28	Ni	[Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	80	Hg	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>
29	Cu	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s	81	Tl	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p
30	Zn	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	82	Pb	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>
31	Ga	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p	83	Bi	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>
32	Ge	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	84	Po	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>
33	As	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	85	At	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup>
34	Se	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>	86	Rn	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>
35	Br	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	87	Rf	[Rn]7s
36	Kr	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>	88	Ra	[Rn]7s <sup>2</sup>
37	Rb	[Kr]5s	89	Ac	[Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
38	Sr	[Kr]5s <sup>2</sup>	90	Th	[Rn]6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>
39	Y	[Kr]4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>	91	Pa	[Rn]5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
40	Zr	[Kr]4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>	92	U	[Rn]5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
41	Nb	[Kr]4d <sup>4</sup> 5s	93	Np	[Rn]5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
42	Mo	[Kr]4d <sup>5</sup> 5s	94	Pu	[Rn]5f <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>
43	Tc	[Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>	95	Am	[Rn]5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>
44	Ru	[Kr]4d <sup>7</sup> 5s	96	Cm	[Rn]5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
45	Rh	[Kr]4d <sup>9</sup> 5s	97	Bk	[Rn]5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>
46	Pd	[Kr]4d <sup>10</sup>	98	Cf	[Rn]5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>
47	Ag	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s	99	Es	[Rn]5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup>
48	Cd	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	100	Fm	[Rn]5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup>
49	In	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p	101	Md	[Rn]5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup>
50	Sn	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	102	No	[Rn]5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>
51	Sb	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	103	Lr	[Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
52	Te	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>			

أخذت من C. E. Moore "Ionization Potentials and Ionization Limits Derived from the Analyses of Optical Spectra" NSRDS-NBS 34 National Bureau of Standards, Washington, D.C. 1970.  
 ما عدا البيانات المتعلقة بالأكسجين والتي أخذت من G. T. Seaborg, *Ann. Rev. Nucl. Sci.* 10, 53 (1968) and references therein.

## مقدمة :

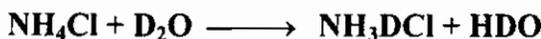
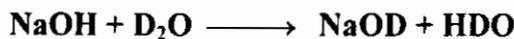
تعتبر ذرة الهيدروجين أبسط ذرات العناصر من حيث تركيبها ، وتتألف من نواة تحتوي على بروتون واحد وإلكترون واحد ، ويعتبر الهيدروجين من أوسع العناصر انتشاراً في الكون، لأن ذراته تدخل في مركبات الماء وكذا أغلب المركبات العضوية، والهيدروجين كعنصر عديم اللون والرائحة، وغير قابل للذوبان في الماء، ونظراً للتركيب الذري للهيدروجين وحجمه الصغير وقلة السالبية الكهربية كل هذه الصفات تضع بعض الصعوبات في وضع الهيدروجين في الجدول الدوري لاختلاف خواصه عن خواص عناصر المجموعة الأولى والسابعة .

وللهيدروجين ثلاثة نظائر وهي :

- 1- البروتيوم ( $H_1^1$ ) .
- 2- الديتريوم (D) .
- 3- الترينيوم (T) .

وهذه النظائر الثلاثة تحتوي على بروتون واحد وعلى صفر، واحد، واثنين من النيوترونات ولها نفس الخواص الكيميائية عدا ثابت الإتزان وسرعة التفاعل فعند التحليل الكهربائي للماء، فإن الهيدروجين ينطلق بسرعة أضعاف سرعة انطلاق الديتريوم ، وعلى ذلك فإنه يمكن الحصول على كميات كبيرة جداً من الديتريوم بواسطة عمليات التحليل الكهربائي المتكررة للماء. حيث يصبح غنياً بالماء الثقيل ( الديتريوم ) .

كما يمكن تحضير الديتريوم عند ظروف معينة بواسطة استبدال الهيدروجين في مركباته كما في المعادلات الآتية :

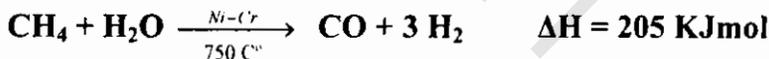


ويحضر التريينيوم بواسطة التحولات النووية سواء في الطبيعة أو في المفاعل النووي كما يلي:

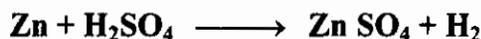


### إنتاجه وتحضيره :

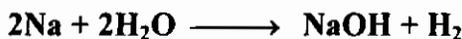
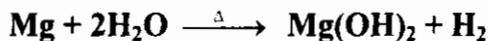
يتم الحصول على الهيدروجين من سحق الهيدروكربونات ، ومن التحلل الكهربائي لمحلول مائي، وكذلك أثناء صناعة هيدروكسيد الصوديوم من كلور كلوريد الصوديوم، وأيضًا من الغاز الطبيعي كما في التفاعل الثاني



ويتم تحضيره معمليًا بواسطة تفاعل الأحماض مع الفلزات كما يلي :

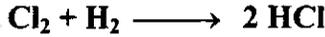
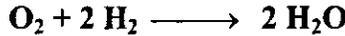


أو بالإزاحة من مركباته المحتوية على أيوناته الموجبة كما يلي :



## نشاطه :

الهيدروجين عنصر نشط إلى حد ما ويحترق في الهواء مكوناً ماء وتحت ظروف خاصة ينفجر مع الأكسجين والهالوجينات وتستخدم كميات كبيرة لإنتاج الأمونيا كما يلي:



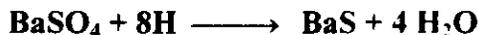
ويستخدم الهيدروجين صناعياً في اختزال أكاسيد الفلزات إلى مكوناتها كما يلعب دوراً هاماً في عملية تحول الأحماض الدهنية الغير شبعة إلى مركبات مشبعة والتي لها درجات انصهار عالية. كما في حالة عملية تصنيع الزيت الصناعي. كما يستخدم الهيدروجين في اختزال النيتروبنزين إلى الأنيلين ، وفي اختزال البنزين في وجود عوامل مساعدة. كما أنه يتفاعل مع أول أكسيد الكربون ليكون الكحول الميثيلي ، ومع بعض العناصر لتكوين الهيدرات .

## الهيدروجين الذري :

عند وضع سلك من التنجستن المسخن بتيار كهربائي ومحاط بجو من الهيدروجين عند ضغط منخفض، أو بواسطة إشعاع كهرومغناطيسي ذو طول موجي مناسب أو بواسطة إمرار الهيدروجين عند ضغط منخفض خلال قوس كهربائي بين قطبين من التنجستن يحصل على الهيدروجين الذري .

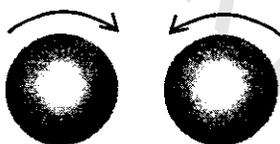
كذلك يمكن الحصول على الهيدروجين الذري من خلال إمرار تيار من الهيدروجين خلال قوس كهربائي بين قطبين من التنجستن المبردين بالماء .

والهيدروجين الدرّي عامل مختزل قوي كما يلي :

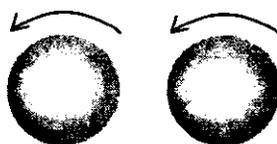


### الهيدروجين أرثو وبارا :

يحدث عند الظروف العادية وبنسبة 75% من جزيئات الهيدروجين أن يبرم بروتونا الجزئي اأواحد بنفس الاتجاه ويسمى هذا بالأرثوهيدروجين ويحدث بنسبة 25% من جزيئات الهيدروجين أن يبرم بروتونا الجزئيء باتجاهين متعاكسين، ويسمى هذا بالبار هيدروجين كما يلي :



البار هيدروجين  
( برم البروتونين متعاكسين )



الأرثو هيدروجين  
( برم البروتونين متوازيين )

والصفات الكيميائية لصورتا الهيدروجين متشابهة على الرغم من الاختلاف البسيط في الخواص الفيزيائية مثل درجة الانصهار ودرجة الغليان كما يلي :

درجة الغليان	درجة الانصهار	نوع الهيدروجين
- 252.77 °	- 259.23 °	الهيدروجين العادي
- 252.74 °	- 259.22 °	الهيدروجين الأرثو
252.86 °	- 259.27 °	الهيدروجين البارا

ومن المعلوم أن الهيدروجين العادي هو مزيج من الصورتان ، علمًا بأن البار هيدروجين أكثر استقرارا من الأرتو. ويوجد بنسبة عالية عند درجات الحرارة المنخفضة بحيث أننا نجد الهيدروجين الأرتو لا يوجد عند درجة الصفر المطلق .

### موضع الهيدروجين في الجدول الدوري :

أن للهيدروجين صفات تشابه العناصر القلوية بالمجموعة الأولى وصفات أخرى تشابه صفات الهالوجينات بالمجموعة السابعة. وكما سبق وذكرنا فإنه من الصعب وضعه في أي من المجموعتين ولذا فهو يشعل موقعًا فريدًا في قمة الجدول الدوري .

ونظرًا تصغر حجه فإن صفاته تتأثر بذلك. ونجد أن قيمته السالبة الكهربائية لا تتفق مع أي من المجموعتين الأولى والسابعة كما يلي :

نعلم أن عناصر المجموعة الأولى لها إلكترون خارجي منفرد واحد. وعلى ذلك يمكن أن تكون أيونات موجبة بسهولة أثناء التفاعلات .

المجموعة الأولى	نصف قطر الدائرة	السالبية الكهربائية	المجموعة السابعة	نصف قطر الذرة	السالبية الكهربائية
الهيدروجين	0.037	2.1	الهيدروجين	0.037	2.0
الليثيوم	0.123	1.0	الفلور	0.072	4.0
الصوديوم	0.157	0.9	الفلور	0.099	3.0
الكالسيوم	0.203	0.8	البروم	0.144	2.8
الروبيديوم	0.244	0.8	اليود	0.133	2.5
السينزيوم	0.262	0.7	-	-	-

نعلم أن عناصر المجموعة الأولى لها إلكترون خارجي منفرد واحد .  
وعلي ذلك يمكن أن تكون أيونات موجبة بسهولة أثناء التفاعلات .

ونجد أن الهيدروجين له صفة السلوك وينتج عن تحوله إلى أيون موجب كمية عالية من طاقة التأين تساوي 1315 + كيلو جول/مول . وهذه الطاقة العالية سببها صغر حجم الهيدروجين مما ينتج عنه قوة التجاذب الشديدة بين البروتون والإلكترون .

### مركبات الهيدروجين :

#### 1- الهيدريدات الأيونية ( شبيهة الأملاح ) :

الهيدريدات شبيهة الأملاح تتكون بواسطة العناصر الموجودة في المجموعة الأولى والثانية والتي تملك أقل قيمة للسالبية الكهربية . وهذه المواد مركبات صلبة بلورية بيضاء لها درجات انصهار عالية ، وهي عوامل مختزلة قوية عند درجات الحرارة العالية كما يلي :



وصفات هذه الهيدريدات الاختزالية مرتبطة بقدرتها على تحرير الهيدروجين من الماء. مما يدل على أن أيون  $\text{H}^+$  في المحلول المائي هو قاعدة أقوى من  $\text{OH}^-$  .

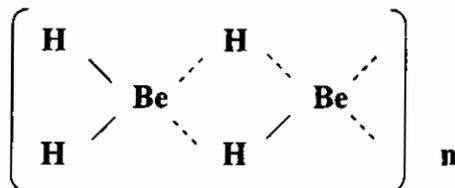


ويسلك الأيون الموجب  $\text{H}^+$  في سائل الأمونيا كقاعدة أقوى من  $\text{NH}_2^-$



## 2- الهيدريدات شبيهة البوليمرات :

إن هايدريدات البريليوم والماغنسيوم عبارة عن مركبات تساهمية ذات تراكيب جسرية شبيهة بالبوليمر كما يلي :



وهي مركبات بسيط بين الهيدريدات الأيونية والتساهمية ولها بعض الصفات الاختزالية .

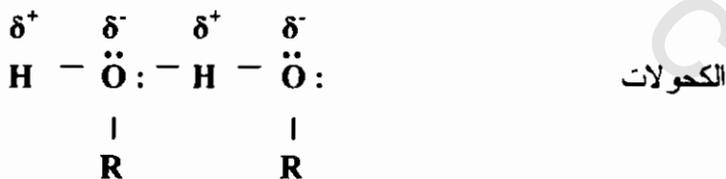
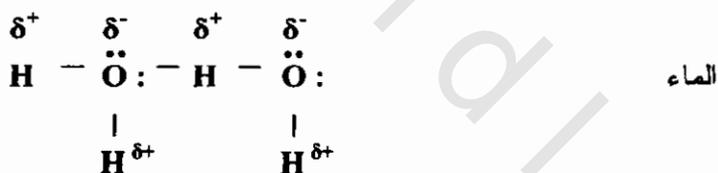
## 3- الهيدريدات التساهمية:

أن أغلب مركبات الهيدروجين تساهمية ولها تراكيب جزيئية ذات قوى تجاذب داخلية متبادلة ضعيفة. ويكون الهيدروجين مركبات مع العناصر ذات السالبية الكهربية القليلة وكذا غير الفلزية في المجموعات الرابعة والخامسة والسادسة والسابعة . وهذه المركبات عبارة عن غازات عند الظروف العادية كما يلي :

المجموعة الرابعة	المجموعة الخامسة	المجموعة السادسة	المجموعة السابعة
CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HF
SiH <sub>4</sub>	PH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	HCl
GeH <sub>4</sub>	AsH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> Se	HBr
SnH <sub>4</sub>	SbH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> Te	HI

ونلاحظ أن هناك استثناءات هما الماء (درجة غليانه 155 مئوية) وفلوريد الهيدروجين (درجة غليانه 19 مئوية) وهذا الاختلاف الواضح بين الماء وفلوريد الهيدروجين وأيضاً سهولة تسهيل الأمونيا هي صفات تغرى إلى السالبية الكهربية العالية للأوكسجين (3.5) والفلور (4.0) والنتروجين (3.0) ولتوفر زوج منفرد من الالكترونات على هذه الذرات تمكنها من تكوين روابط هيدروجنية .

وعندما يرتبط الهيدروجين مع الأوكسجين أو مع أي عنصرًا آخر ذو سالبية كهربية عالية. فهذا يفيد في تكوين جسر بين ذرتي الأوكسجين الجزيئين مختلفين مكوناً رابطة تساهمية مع أحدهما مرتبطاً مع الأخرى بواسطة قوى تجاذب كهروستاتيكي. وهذه هي الرابطة الهيدروجنية كما في الماء والكحولات وهي كما يلي :



وهذا التأثير (ثنائي قطب - ثنائي قطب قوي جداً) يفسر درجات الغليان العالية بصورة استثنائية لمركبات الماء وفلوريد الهيدروجين وأيضاً الكحولات والأحماض الكربوكسيلية كما يلي :



## 5- الهيدرات الفلزية :

تكون العناصر الانتقالية وعنصري البريليوم والماغنسيوم عند الإتحاد بالهيدرات ما يعرف بالهيدرات الفلزية وهي أقل كثافة من العنصر نفسه .

## " الأستلّة "

- 1- تكلم عن نظائر الهيدروجين وبين كيف يمكن الحصول عليها ؟
- 2- وضح كيف يمكن الحصول على الهيدروجين من الغاز الطبيعي ؟
- 3- بين بالمعادلات فقط كيف يمكن تحضير الهيدروجين بالإزاحة من مركباته ؟
- 4- وضح بالتفصيل نشاط الهيدروجين ؟
- 5- تكلم عن الهيدروجين الذري .
- 6- اشرح مع الرسم ماهية الهيدروجين الأرتو والبارا ؟
- 7- بين موقع الهيدروجين في الجدول الدوري ؟
- 8- أكتب مذكرات عن ما يأتي:
  - 1- الهيدريدات الأيونية .
  - 2- الهيدريدات الشبيهة بالبوليمرات .
  - 3- الهيدريدات التساهمية .
  - 4- الهيدريدات المعقدة .
  - 5- الهيدريدات الفلزية .