يحضر الباراهيدروجين بنسبة ١٠٠% بينما أقصى تركيز لأورثوهيدروجين في ظروف التوازن هو ٧٥% والمتبقي باراهيدروجين.

والتحول السريع من البارا إلى الأورثو يحتاج إلى عامل مساعد وإلا فإن نسبة تحول المزيج تكون بطيئة ومن العوامل المساعدة على التحول السريع هي من أصناف البارامغناطيسية مثل أوكسيد الكروم (Cr_2O_3) وأوكسيد الكاديتوبيوم (Gd_2O_3). بينما تكون أصناف الدايامغناطيسية غير فعالة مثل أوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) وهذه الطريقة تستخدم للكشف عن ظاهرة البارامغناطيسية.

طرائق عملية فصل الأورثو عن البارا

ويتم ذلك بطريقتين هما:

١. يكون الباراهيدروجين متسامي أكثر وله ضغط بخاري بحوالي ٥% عن الأورثوهيدروجين لذلك يمكن فصله بوساطة التقطير الجزيئي.

٢. بوساطة الامتزاز المفضل على الألومينا (أوكسيد الألمنيوم) (Al_2O_3) بحيث يكون التحول إلى مزيج التوازن بطيء جداً بعد فصلهما لكون أن المركب يمتلك صفات دايامغناطيسية.

الخواص الفيزيائية للهيدروجين الجزيئي

١. غاز عديم اللون والطعم والرائحة.

٢. عديم الذوبان بالماء وهو أقل الغازات كثافة.

٣. درجة غليانه -٢٥٢.٧٧ درجة مئوية ويتجمد عند -٢٥٩.٢٣ درجة مئوية.

الخواص الكيميائية للهيدروجين (الخواص الاختزالية)

يكون الهيدروجين الجزيئي عديم الفعالية أو خامل نسبياً في درجات الحرارة الاعتيادية بسبب طاقة الآصرة المرتفعة التي تكو ن بحدود +٤٣٦ كيلوجول /مول أي تفاعل ماص للحرارة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$H_{2(g)} \rightarrow 2H_{(g)} \qquad \Delta H^\circ = +436\ KJ/mol$

بينما يتحد الهيدروجين مباشرة أو بوجود عوامل مساعدة مع معظم العناصر عند درجات الحرارة العالية مكوناً مركبات معها (ما عدا الغازات النبيلة) كاختزال الهيدروجين للكثير من الأكا سيد الفلزية في درجات الحرارة العالية إلى أكاسيد أوطأ مثل:

$Fe_2^{+3}O_3 + 3H_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe^0 + 3H_2O$

طرق تحضير الهيدروجين الذري

١. باستخدام أقواس كهربائية عالية الشدة ويكون الهيدروجين الذري شديد الفعالية وقصير العمر ويستخدم في عمليات اللحام حيث يعا د ارتباط الذرات على سطح الفلز مكوناً حرارة تفكك وفي نفس الوقت يمنع التأكسد.

٢. بتشعيع الهيدروجين الجزيئي بالأشعة فوق البنفسجية (U.V).

$H_2 \xrightarrow{h\upsilon} 2H.$

$H \diagup\!\!\!\!\diagdown H \rightarrow 2H.$ (هيدروجين ذري)

طرائق تحضير غاز الهيدروجين مختبرياً

١. من التحلل للماء كهربائياً:

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

٢. من إحلال بعض الفلزات محل هيدروجين الماء مثل:

$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$
$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$

ويتفاعل البوتاسيوم مع الماء فتتولد حرارة تكفي لإشعال الهيدروجين الناتج.

ويتفاعل المغنيسيوم والخارصين والحديد مع بخار الماء محرراً الهيدروجين.

$Mg + H_2O_{(v.)} \rightarrow MgO + H_2\uparrow$
$Zn + H_2O_{(v.)} \rightarrow ZnO + H_2\uparrow$
$3Fe + 4H_2O_{(v.)} \rightarrow Fe_3O_4 + H_2\uparrow$

٣. من إحلال الفلزات محل الهيدروجين للحوامض المخففة مثل:

$Zn + dil.\ H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤. من تفاعلات الفلزات الأمفوتيرية مع القلويات مثل:

$$Zn + 2KOH \rightarrow \underset{\text{(potassium zincate)}}{K_2ZnO_2} + H_2\uparrow$$

$$2Al + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow \underset{\text{(sodium aluminate)}}{2NaAlO_2} + 3H_2\uparrow$$

تحضير الهيدروجين الجزيئي تجارياً

يحضر وعلى نطاق واسع من التكسير الحراري للهيدروكاربونات من إزالة أول أوكسيد الكاربون من غاز الماء وتسمى بطريقة بوش.

ولتحضير غاز الماء من إمرار بخار الماء فوق فحم الكوك المسخن إلى درجة الإحمرار كما في المعادلة الآتية:

$$C + H_2O_{(v.)} = \underbrace{CO + H_2}_{\text{(water gas)}}$$

ولإزالة CO من غاز الماء يضاف إلى الخليط كمية من بخار الماء بعد إمراره فوق برادة الحديد المسخن كعامل مساعد حيث يتأكسد CO إلى CO_2 كالآتي:

$$CO + H_2 + H_2O_{(v.)} \xrightarrow[\text{(كعامل مساعد)}]{\text{برادة حديد}} CO_2 + 2H_2\uparrow$$

لمعرفة الفرق بين جزيئة H_2 وجزيئة HF من حيث نوع الآصرة

تمتلك جزيئة الهيدروجين آصرة تساهمية غير مستقطبة (H–H) لكون الارتباط لنفس الذرة التي لها نفس الكهروسالبية بينما جزيئة HF تكون آصرة تساهمية مستقطبة لكون الفلور له كهروسالبية عالية مقارنة مع الهيدروجين $H^{\delta+}—\ddot{F}:^{\delta-}$ مع احتوائه على ثلاث مزدوجات إلكترونية وبالتالي يحدث سحب إلكتروني من قبل الفلور لذرة الهيدروجين بحيث أن إلكترون الهيدروجين يقضي معظم وقته في ذرة الفلور وبذلك فإن المركبات من نوع HX لها خواص مستقطبة بحيث تعتمد درجة الاستقطاب (القطبية) على فرق السالبية الكهربائية للهالوجين مع الهيدروجين.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خواص آصرية مميزة (فريدة) (Unique bonding features)

١. تكوين مركبات مع فلزات من النوع غير المتزن كيميائياً

(non-stoichiometric) مثل الهيدريدات البينية مع العناصر الانتقالية مثل:

$ZrH_{1.98}$ و $LaH_{2.87}$

الهيدريدات البينية

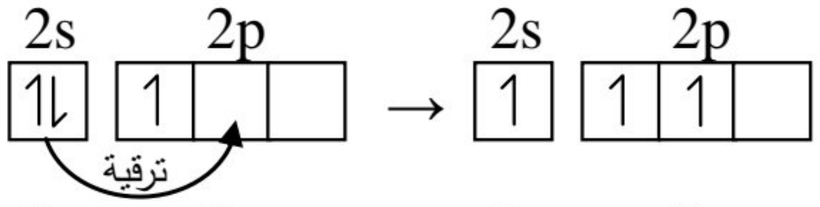
يمثل الهيدروجين مكاناً بين ذرات العنا صر بدون أن يغير كثيراً في المسافات بين الذرات والذي يمكن اعتبارها لمحلول بحيث يمثل الهيدروجين المذاب والعنصر الانتقالي المذيب وتستخدم مثل هذه الهيدريدات كعوامل مساعدة في بعض العمليات الصناعية.

٢. تكوين أواصر بمثابة جسور هيدروجينية (Hydrogen bridge bonds)

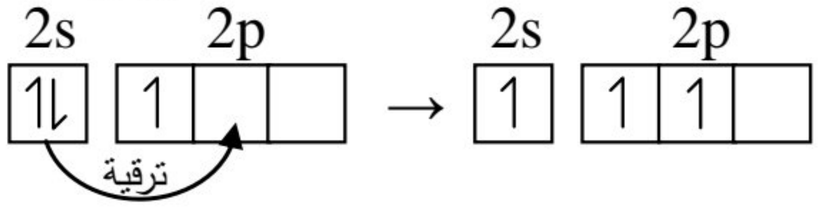
وتظهر هذه الأواصر في المركبات التي تعاني نقصاً في الإلكترونات كما في ثنائي البورين (B_2H_6)

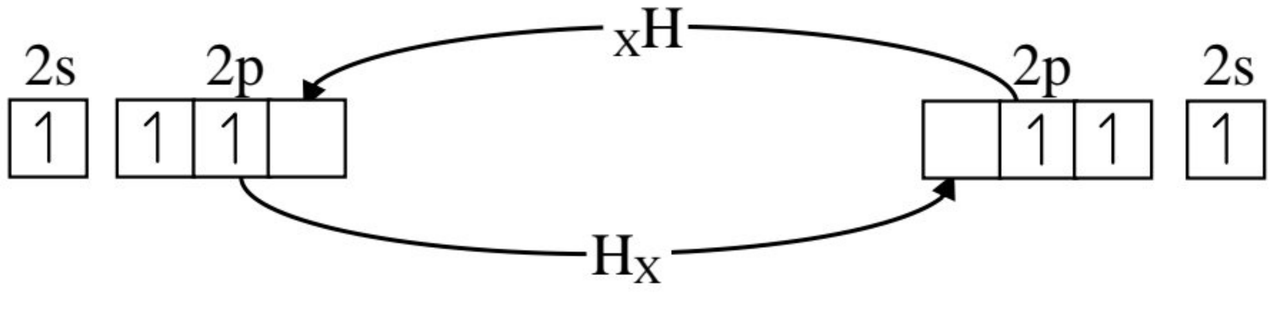
$B_2H_6 \rightarrow 2BH_3$

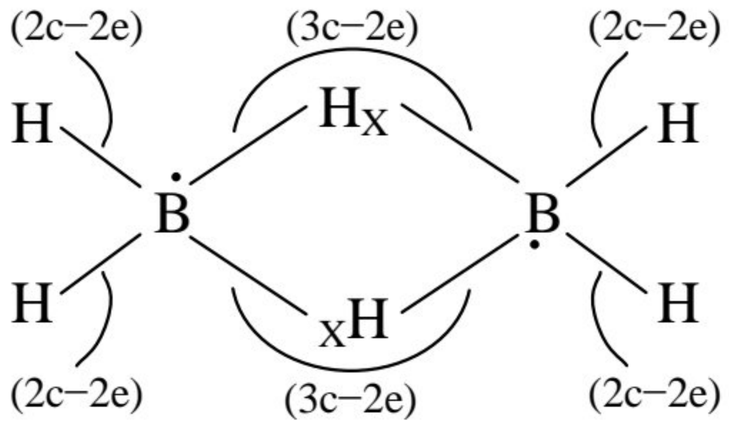
(1) $_5B = 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$



(2) $_5B = 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$







الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner