

氢 H₂

1. 别名-英文名

Hydrogen.

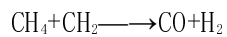
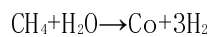
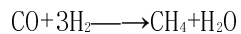
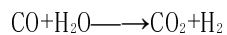
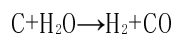
2. 用途

气体燃料，石油精炼，制造油脂、硬化油等人造奶油，甲醇、盐酸、氨等的合成，焊接和金属的切割，气象观测，玻璃的融化，冶金工业，冷却剂(液氢)，半导体制造用平衡气、蚀刻气、标准气、零点气、校正气、热氧化、外延、扩散、多晶硅、钨化、离子注入、载流、烧结等。

3. 制法

(1) 水电解法。

(2) 煤和焦炭的气化法。



(3) 石油或天然气的分解法。

(4) 回收石油化工业副产品气体中的氢。

(5) 回收食盐电解副产品气体中的氢。

(6) 回收炼钢工业副产品气体中的氢(炼焦炉气、高炉气和转炉气)。

4. 理化性质

分子量： 2.016

熔点(101.325kPa)： -259.2℃

沸点(101.325kPa)： -252.8℃

液体密度(-252.766℃, 101.325kPa)： 70.973kg/m³

气体密度(0℃, 101.325kPa)： 0.0899kg/m³

相对密度(25℃, 101.325kPa, 空气=1)： 0.0695

比容(21.1℃, 101.325kPa)： 11.9674m³/kg

压缩系数：

温度 ℃	压缩系数			
	101.325kPa	1013.25kPa	10132.5kPa	50662.5kPa
25	1.001	1.006	1.0613	1.3244
50	1.000	1.006	1.0579	1.3014

临界温度: -239.9℃

临界压力: 1297 kPa

临界密度: 31.0 kg/m³

熔化热(13.8K): 58.16kJ/kg

汽化热(18K): 457.80kJ/kg

比热容(101.33kPa, 273.15K): Cp=14190J/(kg·K)

Cv=10080J/(kg·K)

比热比(26.8℃, 101.325kPa): Cp/Cv=1.405

蒸气压(16K): 21kPa

(24K): 260kPa

(32K): 1100kPa

粘度(101.325kPa, 25℃): 0.00886mPa·S

表面张力(液-气介面, -258℃): 2.80 mN/m

导热系数(100kPa, 270K): 0.16705W/(m·K)

折射率(20.33K, 100kPa, 液体, 4047A): n=1.11262

(20℃, 101.325kPa, 气体): n=1.0001297

在空气中可燃范围(20℃, 101.325kPa): 4.0~74.5%

在空气中最低燃点(101.325kPa): 570℃

在空气中当量燃烧时火焰温度: 1430℃

在空气中当量燃烧时最大火焰速度: 2.65m/s

在氧气中可燃范围(20℃, 101.325kPa): 4%~94%

在氧气中最低自燃点(101.325kPa): 560℃

在氧气中当量燃烧时火焰温度: 2830℃

在氧气中当量燃烧时最大火焰速度: 14.36m/s

在氧气中当量燃烧时燃烧热: 12761 J/m³(高)

11506 J/m³(低)

毒性级别：0

易燃性级别(液氢)： 4

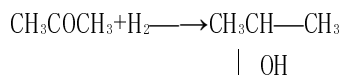
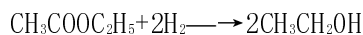
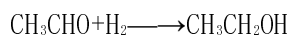
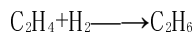
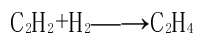
易爆性级别(液氢)： 0

火灾危险度： 极大

氢是在已知气体中最轻的气体。氢在常温常压下是无色无臭无味的可燃性气体。它除因缺氧而引起窒息外，还没有发现毒性。氢与空气、氧、卤素的亲和力强。氢气在空气和氧气中有很宽的可燃范围。氢气的燃点较高，但其点火能很小，所能很容易着火，在微小的静电火花下也容易着火。这是一个具有特殊意义的性质。当它接触明火或遇热时就可燃烧，而且发出几乎看不见的火焰。氢气又是一种高能燃料，当与空气或其它氧化剂结合着火时，以放热或爆炸的方式释放出大量的能量，其反应的猛烈程度取决于燃烧的条件。氢与卤素气体的混合物在日光下也能发生爆炸。氢与一氧化二氮的混合物的爆炸范围为 5.2%~80%，与一氧化氮混合物的爆炸范围为 13.5%~49%。氢气的这一易燃易爆性是极其危险可怕的特性。氢又是很容易扩散和浸透的气体，它非常容易泄漏，而且好停留在天花板等高处。

低温氢气与常温氢气密度不同，当它从液态氢开始蒸发时比空气重，沉积在地面上，等升温后才开始扩散。冷氢气遇到潮湿空气时能形成浓雾，并由此可看出它扩散的迹象。但在可见到的浓雾外围仍能形成爆炸性混合物。如果氢气云在最初闪速蒸发时着火，就会产生火球。

氢的还原性很强，在高温与金属氧化物、金属氯化物反应游离出金属，所以它一般没有腐蚀性。在白金等催化剂的作用下与有机化合物作用还原醛等不饱和烃。



氢又能浸入金属的晶格之间使晶格膨胀或变形，造成金属材料的脆化。钢材在高温下产生如下脱碳反应而受氢的侵蚀。



氢气能被过渡金属可逆性地吸附或吸收而生成不定量的金属氢化物。被吸收的氢气的量在 Pd、Pt、Ni、Ti、Fe 等中较多，对 Pd 来说，它能吸收其体积 800 倍的氢气。

氢微溶于水，在 20℃ 时吸收系数 a 为 0.0182。

5. 毒性

氢气本身无毒，吸入后仍以原形排出。它是一种窒息剂，但是在实际工作中因氢气窒息而死亡的例子很少，然而，因氢气引起的火灾和爆炸事故却不断地发生。因此对氢气的易燃易爆性应引起足够地重视。

氢气一般充装在高压钢瓶或液化后装在低温容器中。所以除了高压氢气的泄漏起火或爆炸的危险之外，还有被液氢冷烧伤的危险。

6. 安全防护

进行接触液氢的工作时要穿戴护目镜、防护鞋袜、干净结实的手套、防静电工作服等防护用品。

气体氢要用高压钢瓶贮装，液氢要用绝缘的容器或槽车贮运。搬运容器时要严防容器碰损。容器要存放在通风良好，阴凉干燥又能耐火的专门建筑物或室外。存放地点要远离氧和氯的贮存容器，炸药、毒物、放射性材料、过氧化有机物以及其它可燃材料。要避免阳光直射，温度要保持 40℃ 以下。密闭的存放容器室，其高低点处应保持足够的通风以防氢气停留。存放区内严禁烟火。可能的点火源有：燃着的香烟或烟叶、明火焰和电火花、焊接和切割时所产生的火花和熔化金属、温度高于 540℃ 的热表面或材料、材料冲击时所产生的火花、静电排除时所产生的电火花、带有电火花接触的正常电气设备(包括内燃机)等。

氢气系统的设备管道要严格密封，严防泄漏或喷出。可以用肥皂液等表面活性材料探漏，但决不能用明火来探漏。氢气有可用奥氏体不锈钢、铝、铝合金等耐低温材料。可以用聚四氟乙烯、能泄漏和停留的地方要设置检测和报警装置。

氢是强还原剂，在正常条件下无腐蚀性。在室温可以用碳钢、不锈钢、铜、铜合金、铝和铝合金等通用金属材料。在高温高压下，碳钢和低合金钢受氢气侵蚀，产生氢脆现象。低温下可以聚三氟氯化乙烯聚合体和氟化橡胶。

氢气的火灾具有与一般火灾及其它气体火灾不同的独特特征。所以，如果对氢气这些特征不了解，则可能因处置方法不当而促成更大的灾害。氢气火灾的特点有：

(1) 通常是因氢气泄漏或喷出空气中引起燃烧。

(2) 跑出开放空间的氢气直接在大气中扩散，但是跑入封闭空间的氢气，如果不着火，则会组成爆炸范围内的混合气，停留在空间的上部。

(3) 氢气的火焰用肉眼看不见。

(4) 在密闭空间，浓度处在爆炸范围内的混合气着火时，就可产生爆炸，而且它还可能使近处的可燃物着火，蔓延火灾。

(5) 氢气的着火能很小。所以氢气的着火源除了明火之外还有电火花、静电放电、撞击火花等微小的火源。甚至从容器中喷出时也能着火。

(6) 当从容器中泄漏的氢气着火时，容器本身受热，或因外部火灾而容器受热，从而可能引起容器破裂或爆炸，造成二次火灾。

(7) 喷出氢气的火灾，其火焰长度 L 和宽度 W 取决于喷出压力 P 及喷出口直径 D 。它们之间有如下近似关系。

$$L/D=222.8P^{0.384}$$

$$W/D=27.60P^{0.451}$$

L 、 w 、 D 的单位为 m ， P 的单位为 kg/cm^2 (绝对)。按这个式子推算从充气压力为 $150kg/cm^2$ ，阀门口径为 $4mm$ 的钢瓶中喷出着火的氢气火焰的大小为 $L=6.1m$ ， $W=1.05m$ 。

液氢火灾的特点为：

(1) 燃烧火焰用肉眼看不见。

(2) 根据紫外线画像装置观察，火焰的大小比汽油的火焰稍微大一些。

(3) 火焰的温度和辐射热也比汽油大一些。

(4) 液面下降的速度非常快，是汽油的约 7 倍。

(5) 液氢中容易混入空气，混入空气的液氢燃烧非常激烈，其火焰的大小增大 2 倍以上，辐射热也大 3 倍以上。

扑灭氢火焰最有效的方法是切断气源。可以用粉末灭火剂、雾状水、二氧化碳、1211 灭火剂、1301 灭火剂等。灭火时要有一个安全的距离，而且要站在上风方向。火场中的气体容器要浇水冷却以防止升温爆炸。

液氢火灾的灭火非常困难，即使在很小的液面上着的火也是用一般的灭火器无法熄灭的，需要用特殊的灭火设备。

氢气因其分子量小，非常容易泄漏。泄漏常发生在阀门和容器的连接部、阀门的填料盖、安全阀、调节器、调节器接口、气体软管和管道的连接部等。氢气泄漏时，首先要切断所有的火源，然后堵漏、排风。废氢气可排到大气中。

液氢也因其分子小，粘度很小，所以能从非常小的孔和缝隙中泄漏。液氢的泄漏尽管其量小，但是当它气化后就变成数百倍液体容积的气体，所以对它应高度重视。当液氢泄

漏时，首先要关闭阀门等以切断泄漏源，然后用惰性气体来稀释氢气浓度使其在爆炸界限以下