

Bölüm 2

HİDROJEN

Bu slaytlarda anlatılanlar sadece özet olup ayrıntılı bilgiler derste verilecektir.

*Hidrojen evrende en bol bulunan elementtir (%70). Dünyada ise oksijendir.

Tüm yıldızlar ve birçok gezegen çok büyük miktarda hidrojen ihtiva eder. Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeyle vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup, evrenin en temel enerji kaynağıdır.

*

*Hidrojenin yerel kaynakları fosil yakıtlar (C_xH_y ve C) ve su olarak gösterilebilir.

*Hidrojen geleceğin en önemli enerji kaynağıdır.

Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur.

Hidrojen asal gazlar dışındaki tüm elementlerle bileşik yapar.

*Atmosferde yaklaşık olarak onbinde 7 oranında bulunur.

Bu yüzden hidrojen üretilmelidir.

Hidrojenin diğer yakıtlardan önemli bir farkı, güneş veya rüzgar enerjisinin yardımıyla sudan üretilebilmesi ve kullanıldığında tekrar suya dönüşebiliyor olmasıdır.

En çok bilinen bileşiği ise sudur.

ÖZELLİKLERİ

- Normal şartlar altında hidrojen diatomik gaz (H_2) halinde bulunur.
- Hidrojen, renksiz, kokusuz ve zehirsiz ve havadan 14,4 kez daha hafif bir gazdır.
- Hafifliği nedeniyle daha ağır gazlara göre yerçekimi kuvvetinden kolayca kurtulabilir ve bundan dolayı da dünya atmosferinde hidrojen gazı oranı oldukça düşüktür.
- 252,77 °C'ta sıvı hale getirilebilir.

-

Hidrojen, izotoplarının değişik isimleri olan tek elementtir.

Hidrojenin izotopları doğada iki atomlu moleküller halinde (H_2 , D_2 , T_2 , HD, HT ve DT) bulunurlar.

Hidrojenin doğada **üç izotopu vardır**. Bunlar 1H , 2H , ve 3H

1H %99.98 ile hidrojenin doğada en çok bulunan izotopudur.

Bu izotop çekirdeğinde sadece bir proton içerdiğinden protium denilmiştir.

2H hidrojenin diğer kararlı izotopudur. Döteryum olarak bilinir.

Çekirdeğinde 1 proton ve 1 nötron içerir.

Döteryum yeryüzündeki hidrojenin %0.0184'nü oluşturur.

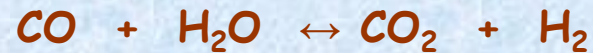
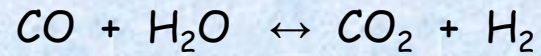
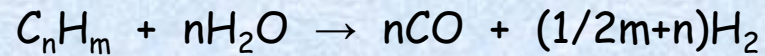
Radyoaktif değildir ve belirgin bir kirliliğe yol açmaz. Suyun içinde hidrojen yerine döteryum bakımından zenginleştirilmiş suya **ağır su** denir.

3H Tritiyum olarak bilinir.

Çekirdeğinde 2 nötron ve 1 proton içerir. Radyoaktiftir

ENDÜSTRİDE HİDROJEN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

1-SUBUHARI - HİDROKARBON (BUHARLI DÖNÜŞÜM) PROSESİ

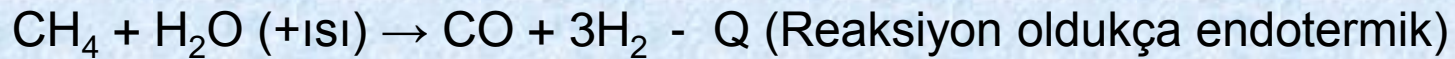


Prosesin Basamakları

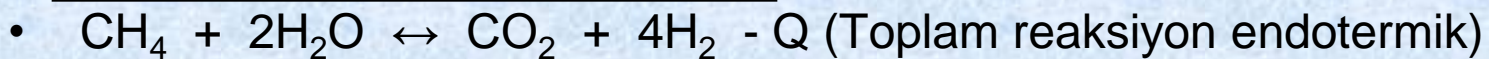
- 1-Gazın kükürdünün giderilmesi,
- 2-Su gazının üretimi (H_2 /CO),
- 3-CO' in CO_2 ' e dönüşümü,
- 4-Gazın saflaştırılması

- Metan veya doğal gazdan yaklaşık 700-1000 °C ta ve 3-25 bar basınç altında ve katalizör eşliğinde yapılır. Bu yöntemde doğal gazın 1/3 ü reaksiyonda ısıtma amaçlı kullanılır.

- **Metan:**



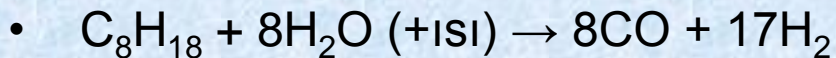
- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{Q}$ (Reaksiyon pek az ekzotermik)



- **Propan:**



- **Oktan**

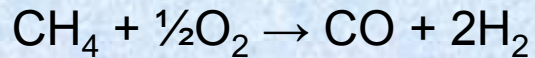


2-KİSMİ OKSİDASYON

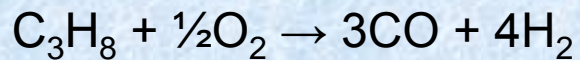
- Bu sistemde doğal gaz kullanılır.
- Doğal gaz içindeki metan ve diğer hidrokarbonlar sınırlı miktarda oksijen ile (hava gibi) reaksiyona sokulur.

- ***Kısmi Oksidasyon Reaksiyonları***

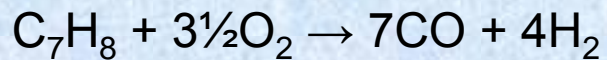
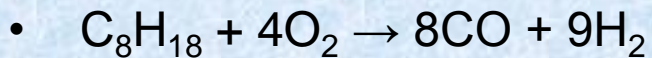
Metan:



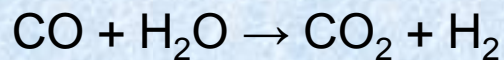
- Propan:



- Benzin

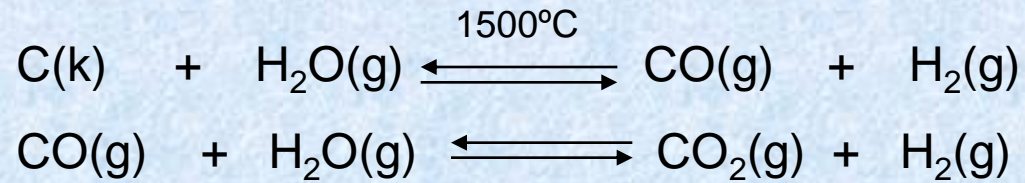


- ***Su-Gaz Kayma Reaksiyonu***



3-KÖMÜR'ÜN GAZLAŞTIRILMASI

- Kömür, sıcaklık, basınç, su buharı ve kontrollü oksijen ile gazlaştırıcı adı verilen bir sistemde, H₂, CO, CO₂ ve diğer gaz karışımları haline dönüştürülür.



4. TERMO-KİMYASAL OLARAK SUYUN AYRIŞTIRILMASI (TERMOLİZ)

Su termal olarak 2000 K sıcaklığının üzerinde ayrılabilir. Bu ayrışma aşağıdaki denklem ile gösterilebilir.



Gazların karışım ürünü oldukça yüksek sıcaklıklardadır. Bu işlemin en büyük problemi reaksiyonu gerçekleştirmek için gerekli olan malzemelerin bu sıcaklığa dayanamamasıdır.

5. SUDAN HİDROJEN ÜRETİMİ

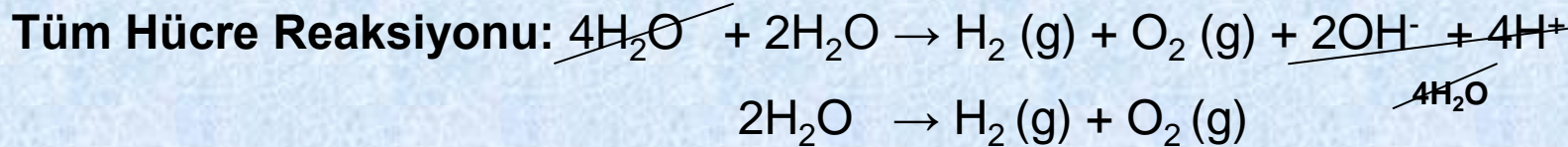
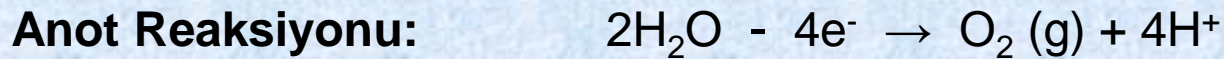
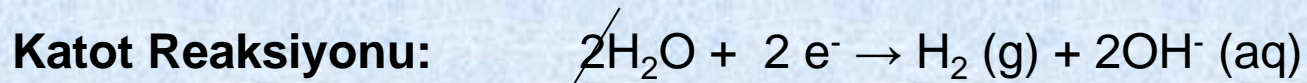
ELEKTROLİZ

*Suyun doğru akım kullanılarak hidrojen ve oksijenlerine ayrılması işlemine elektroliz denmektedir.

*Hidrojen üretimi için en basit yöntem olarak bilinmektedir.

*Doğru akım kaynağı bu elektrotlara bağlandığında akım iletken sıvı içinde, pozitif elektrottan negatif elektroda doğru akar ve elektrolit içindeki su, **katottan çıkan hidrojen** ve **anottan çıkan oksijene** ayrışır.

Burada yalnız suyun ayrışmasına karşılık, su iyi bir iletken olmadığı için elektrolitin içine iletkenliği artırıcı olarak genelde KOH veya NaOH gibi bir madde eklenir.

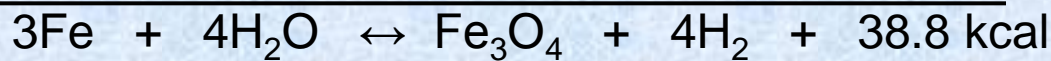
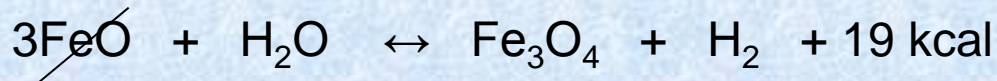
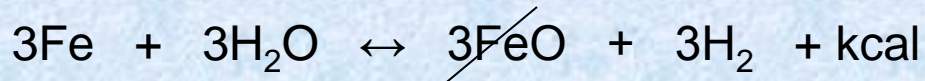


LABORATUVARDA HİDROJEN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

1. DEMİR-SU BUHARI YÖNTEMİ

En eski hidrojen üretim yöntemlerinden biridir. Reaksiyon su buharının demir ile indirgenmesine dayanır.

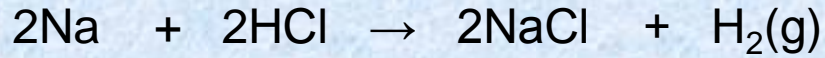
Bu reaksiyon iki basamakta meydana gelir.



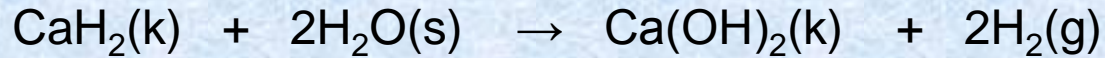
Bu yöntem teknolojiye **Messerchmidt Yöntemi** olarak bilinir.

2. METAL – ASİT REAKSİYONU

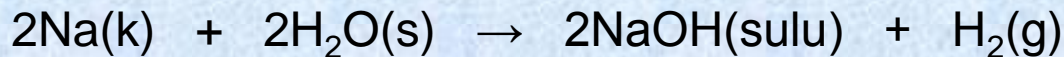
Metaller üzerine asit ilavesi ile hidrojen gazı elde edilir.



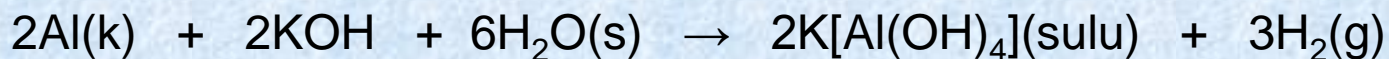
3. METAL HİDRÜR– SU REAKSİYONU



4. AKTİF METAL – SU REAKSİYONU



5. AMFOTERİK METALİN BAZİK ORTAMDA SU ile REAKSİYONU



HİDROJEN'in EKONOMİK ÖNEMİ

Hidrojen, son yıllarda kimya ve petrokimya endüstrileri için çok önemli bir hammadde haline gelmiştir.

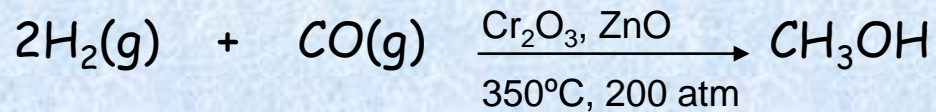
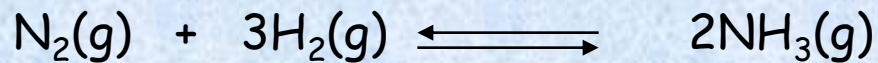
Hidrojen endüstride başlıca,

- *Elektrik, yakıt pilleri, enerji
- *Amonyak ve metanol sentezi
- *Sıvı yağlardan margarin üretimi
- *Matalurjide saf metal eldesinde

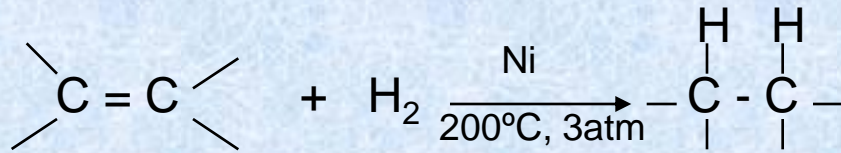
Hidrojenin Başlıca Kullanım Alanları

1) Yakıt pillerinde kullanılır, bu piller, temiz, çevreye zarar vermeyen ve yüksek verime sahip enerji dönüşüm teknolojileridir.

2) Dünyada yıllık üretilen hidrojen miktarı $3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ 'dür. Bunun büyük bir kısmı amonyak ve metanol sentezinde kullanılmaktadır.



3) Hidrojenin bir diğere önemli endüstriyel tüketimi petrol rafinerisi ve katı yağ (margarin) üretimi gibi alanlarda doymamış hidrokarbonları, nikel katalizörü ortamında doymuş hale getirmesidir.



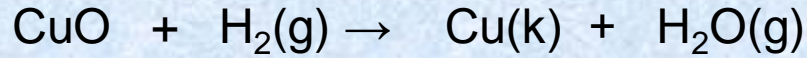
Doymamış hidrokarbon içeren yağlar sıvı halde bulunur ve hidrojenlendirme ile katı hale geçerler.

4) Sıvı hidrojen sıvı oksijenle birlikte uzay mekiklerinin ana roket motorlarına enerji sağlamak için kullanılır.

5) Rafine edilmiş petrol ürünleri içinde doymamış hidrokarbonlar kaldığında, bunlar polimerleşerek katı plastik maddeler yaparlar. Bu durum uygulamalarda birçok olumsuzluklar yaratır.

6) Hidrojen matalurjide kullanılır.

Örneğin: Bakır oksit veya CuS filizleri hidrojen ile indirgenerek metalik bakır elde edilir.



Hidrojen Depolanma Yöntemleri

Hidrojenin en genel üç çeşit depolama yöntemi vardır.

- **1.** Hidrojenin basınçlı gaz olarak depolanması (300 - 750 bar)
- **2.** Hidrojenin sıvı olarak depolanması (- 252.77°C)
- **3.** Özel katı maddeler içinde absorblatılarak depolanması
 - 3a.** Metallerle depolama;
 - 3b.** Bor hidrürler ile depolama ;
 - 3c.** Karbon nanotüplerde depolama