

Nükleer Enerji ile Elektrik Üretimi

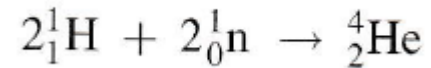
Hafta 7 – Füzyon

İçerik

- Füzyon reaksiyonları
- Elektrostatik ve nükleer kuvvetler
- Plazmada termonükleer reaksiyonlar
- Özet

Füzyon reaksiyonları

- Düşük atom numaralı çekirdeklerin kütlelerinin birbirleriyle karşılaştırılması büyük miktarda enerjinin açığa çıkma ihtimalini gösterebilir.
- İki hidrojen çekirdeği ve iki nötronun birleştirilmesiyle bir helyum çekirdeğinin oluşturulduğunu varsayalım.



- Yukarıda verilen reaksiyon için kütle farkı;

$$\begin{aligned}\Delta m &= \sum M_{\text{reak}} - M_{\text{ürün}} = 2M_{\text{H-1}} + 2m_{\text{n}} - M_{\text{He-4}} \\ &= 2(1.007825) + 2(1.008665) - 4.002603 = 0.030377 \text{ akb}\end{aligned}$$

olur ve bu fark 28.3 MeV'lik enerjiye karşılık gelir.

Örnek 1

D-T reaksiyonunda açığa çıkan enerjinin 17.59 MeV olduğunu doğrulayınız. Tablo A.5'teki kütleleri ve Denklem (4.16)'yı kullanırsak;

$$\begin{aligned} Q &= [(M_D + M_T) - (m_n + M_{\text{He-4}})]c^2 \\ &= [(2.01410178 + 3.01604928) - (1.00866492 + 4.00260325)](931.5) \\ &= 17.59 \text{ MeV} \end{aligned}$$

olarak elde edilir.

Elektrostatik ve nükleer kuvvetler

- Reaksiyona giren maddelerin bir araya getirilmesi daha önce tarif edilen reaksiyonların gerçekleşmesi için yeterli değildir.
- Çünkü yüklü çekirdekler arasında çok güçlü elektrostatik itme kuvveti vardır.
- Parçacıklardan birine veya her ikisine birden yüksek hız verilerek parçacıklar nükleer kuvvetin elektriksel kuvvete üstün gelebileceği yeterince yakın mesafelere getirilebilirler.
- Bu davranış nötronların çekirdekle kolaylıkla etkileşime girmesine oldukça zıttır.

Elektrostatik ve nükleer kuvvetler

Z_1 ve Z_2 atom numaralı iki yük için yükler arasındaki R mesafesine göre değişen Coulomb kuvveti aşağıda verildiği gibidir.

$$F_C = \frac{Z_1 e Z_2 e}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

Bu kuvvetin iki sonucu vardır.

- 1) Füzyonun periyodik tablonun düşük atom numaralı elementlerin dışındaki elementler için mümkün olmaması
- 2) Elektrostatik itme kuvveti ve buna karşılık gelen potansiyel enerji değerleri nükleer kuvvetlerin etki sınırı olan mertebede oldukça büyüktür ve dolayısıyla parçacık enerjileri keV mertebesinde olmadıkça reaksiyonun meydana gelme ihtimali ihmal edilecek kadar zayıf olur.

Plazmada termonükleer reaksiyonlar

- Plazma yüksek parçacık enerjilerinin elde edildiği bir ortamdır.
- Plazma elektronların hızlandırılması ile meydana gelen elektrik deşarjı halindeki oldukça yüksek iyonize bir gazdan oluşur.
- Ortamın elektriksel olarak nötr olmasını sağlayacak şekilde eşit sayıda elektron ve pozitif yüklü iyon bulunmaktadır.
- Plazmaya genellikle maddenin dördüncü hali denir.
- Yeterli miktarda enerji aktrılmasıyla plazmanın sıcaklığı arttırılabilir ve böylece döteron gibi parçacıklar füzyon için uygun olan hızlara ulaşır.

Plazmada termonükleer reaksiyonlar

- Termonükleer terimi yüksek termal enerji ile oluşturulan reaksiyonlar için kullanılır ve parçacıklar bir gazda olana benzer şekilde bir hız dağılım kuralına uyarlar.
- Plazmanın oluşması gereken sıcaklık oldukça yüksek olup ortalama parçacık enerjisi sıcaklık cinsinden:

$$E = \frac{3}{2}kT \text{ olarak ifade edilir.}$$

Özet

- İki hafif elementin çekirdekleri birleştiği zaman nükleer enerji açığa çıkar.
- En uygun füzyon reaksiyonları suyun doğal bileşeni ve dolayısıyla tükenmez bir yakıt olan döteryum içerir.
- Çekirdeklerin yükleri nedeniyle oluşan elektrostatik itmenin üstesinden gelmek için reaksiyon sadece yeterince yüksek hıca sahip çekirdeklerle meydana gelir.

Kaynakça

NÜKLEER ENERJİ; Nükleer Süreçlerin Kavramları, Sistemleri ve Uygulamalarına Giriş;
Raymond L. MURAY ve Keith E. HOLBERT; 7. Basımdan Çeviri; Nobel.