

SOĞUK FÜZYON

Prof.Dr. Ordal DEMOKAN*

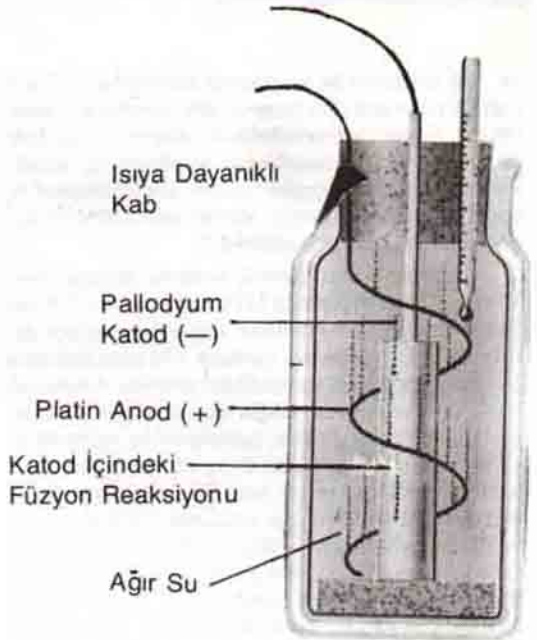
Mart ayı sonlarında Amerika Birleşik Devletleri'nin Utah eyaletinde gerçekleştirilen bir deney, büyük yankılar yaratmış ve füzyon enerjisine yönelik geniş bir ilgi uyandırmıştır. Bu deneyin ve dolayısıyla soğuk füzyonun ayrıntılarına girmeden önce, füzyon enerjisinin tanımını yapmak gereklidir. Bu amaçla, Bilim ve Teknik Dergisi'nin Mayıs 1983 sayısında ayrıntılarıyla verilen bilgileri yeniden kısaca özetlemek yararlı olacaktır.

Nükleer füzyon, atom çekirdeklerinin birbirleriyle kaynaştırılmasıdır. Çekirdekler pozitif elektrik yüklü olduklarından ve bu nedenle birbirlerini ittiklerinden, proton sayısı az olan çekirdekler daha kolay kaynaştırılabilir. Bu tür çekirdeklere sahip atomlar arasında, hidrojenin izotopları olan döteryum ve tritium atomları büyük önem taşımaktadır. Döteryum çekirdeğinde 1 proton ve 1 nötron, tritium çekirdeğinde ise 1 proton ve 2 nötron vardır. Bu çekirdekler yaklaştırılıp kaynaştırıldıkları zaman, aşağıda gösterilen nükleer reaksiyonlar oluşur :



Görüldüğü gibi, reaksiyonlardan çok yüksek kinetik enerjilere sahip helyum çekirdekleri ile proton ve nötron tanecikleri çıkmaktadır. Bu ürünler reaksiyonun oluşturulduğu bölme saran ve genellikle lityumdan yapılmış olan bir tabakaya saplanır ve bu sırada enerjilerini ısıya dönüştürürler. Bu tabakayı soğutmak için kullanılan bir sıvı, bu ısıyla buharlaşır ve elektrik üretimi için kullanılır. Bir gr döteryumda 3×10^{23} çekirdek bulunduğu göz önüne alınırsa, 100 megavat-saat enerji üreteceği ortaya çıkar. Döteryum izotopu doğal hidrojen içinde % 0.02 oranında bulunduğu göre, yaklaşık 80 litre normal sudan bu enerjinin üretilebileceği ve okyanuslarda bulunan döteryum miktarının 10-100 milyon yıllık enerji gereksinimini karşılayacağı saptanabilir. Bu nedenle nükleer füzyona, enerji sorununun kesin çözümünü olarak bakılmaktadır. Diğer bir üstünlüğü de herhangi bir radyoaktif artık bırakmamasıdır; çünkü son ürün asal helyum gazıdır. Bu yönleriyle füzyon, son otuz yıldır bilimin önde gelen amaçlarından biri olmuş ve bu uğurda milyarlarca dolar ve maddî değerlerle ölçülemeyecek yoğunlukta emek harcanmıştır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar ise genellikle "sıcak füzyon" yöntemi çevresinde toplanmıştır. Bir-



Soğuk füzyonun oluşturulduğu düzenek.

birini iten çekirdekleri kaynaştırabilmek için akla gelen ilk çare, çekirdekleri çok yüksek hızlarla birbirleri üzerine göndermektir. Bunun için de en doğal yol, gazı ısıtmaktır. Yapılan incelemeler, yeterli hızı sağlamak için, döteryum gazının 100 milyon derece mertebesinde bir sıcaklığa ısıtılmasının gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, çekirdeklerin çarpışıp kaynaşma olasılığını artırmak için, bu sıcaklıkta bir gazın belirli bir hacimde ve yoğunlukta, belirli bir süre tutulabilmesi gerekmektedir. Bu işlemler için reaktöre oldukça büyük bir enerji girdisi sağlanmakta ve füzyon reaksiyonlarından çıkan enerji henüz bu girdiyi dahi karşılayamaz halde bulunmaktadır. Tüm bu zorluklara rağmen sıcak füzyon son otuz yılda çok büyük bir aşama kaydetmiş ve beklenmedik bir zorlukla karşılaşılmasa ikibinli yılların başında enerji üretimine başlayabilecek bir düzeye gelmiştir.

Sıcak füzyon üzerinde çalışmalar sürerken, pek umut vermeyen diğer bir yöntem üzerinde de çok daha mütevazı bir düzeye bir takım araştırmalar yapılmaktaydı. Öncülüğünü 1940 yılında, tanınmış Sovyet bilim adamı Andrei Sakkarov'un yaptığı bu araştırmalar, müyon adıyla anılan bir taneciğe dayanıyordu. Bu tanecik doğada uzaydan gelen kozmik ışınlar içinde bulunmakta ve ancak 2 mikrosaniye yaşayabilmektedir. Kütleli, elektron kütlelerinin 207 katı, elektrik yükü ise elektronunkinin aynısıdır. Dolayısıyla böyle bir tanecik, döteryum atomuyla karşılaştığı zaman büyük kütleli ve negatif yükü sayesinde atomdaki elektronu kolaylıkla yörüngeden kovup yerine kendisi geçebilmektedir. Büyük kütlelerinden ötürü elektron yörüngesinden 207 kat daha küçük yarıçapta bir yörüngeye oturmaktadır. Yörüngelerinde müyon bulunan iki döteryum çekirdeği böylece birbirlerine kolaylıkla 207 kat daha fazla yaklaşabilmekte

* ODTÜ Fizik Bölümü.

ve oda sıcaklığında kaynaşma olasılıkları 10^{80} kat daha artmaktadır. Bu nedenle söz konusu yönteme "soğuk füzyon" adı verilmektedir. Kozmik ışınlar içinde gelen müyon taneciklerinin sayısı çok az, yeryüzünde güçlü hızlandırıcılar yoluyla elde edilmeleri de çok pahalı olduğundan, bu yöntem yakın zamana kadar fazla ilgi çekici olamamıştır.

Geçtiğimiz Mart ayında Amerika Birleşik Devletleri'nin Utah eyaletinde M.Fleischmann ve D.Pons adlarındaki iki bilim adamının soğuk füzyonu son derece basit bir yöntemle, yaklaşık 100 saat boyunca gerçekleştirdiklerini ve verdikleri enerjinin 4 katını aldıklarını açıklamaları, doğal olarak büyük yankılar uyandırmıştır. Bu yöntem, palladyum ve titanyum gibi metallerin bir asır kadar önce saptanmış ve diğer amaçlarla kullanılan bir özelliğine dayanmaktadır. Söz konusu metaller çok miktarda hidrojen gazını ve izotoplarını soğurup depo edebilme özellikleriyle tanınmaktadır. Bu iki bilim adamı bir şekilde çok miktarda döteryum gazını palladyumun kristal örgüsü içindeki çok küçük boşluklara sokarak, anormal yoğunlukta döteryum gazı elde etmeyi, böylece döteryum çekirdekleri arasındaki uzaklığı azaltıp, füzyon olasılığını artırmayı amaçlamışlardır. Başka bir deyişle, müyonun yaptığı işi, yüksek yoğunlukla başarmayı planlamışlardır. Döteryum gazını palladyum içine çok miktarda sokabilmek için elektrokimyasal güçlere, daha açıkcası herkesçe bilinen elektoliz olayına başvurmuşlardır. İçinde hidrojen yerine döteryum bulunan ve "ağır su" diye anılan su dolu şişelere çeşitli çaplarda, onar santim uzunluğunda palladyum çubukları daldırılmış, çubukların çevresine ince platin telden yapılmış helezon şeklinde kafesler geçirilmiş, palladyum ile platini, bir akünün negatif ve pozitif kutuplarına bağlayıp beklemeye başlamışlardır. Negatif gerilimdeki palladyum çubuklarının yüzeyinde döteryum iyonları birikmeye ve difüzyon yoluyla çubuğun içlerine girerek, kristal örgüsü içindeki boşluklara yerleşmeye koyulmuş, üç ay sonunda palladyum çubuktan füzyon belirtileri olan nötronların çıktığı hem doğrudan hem de dolaylı yoldan (∞ ışınları vasıtasıyla) gözlenmiştir. Böylece bu iki bilim adamı, kendileri dahil herkes tarafından çok saçma diye nitelendirilebilecek böylesine basit bir yöntemle, füzyon olayını gerçekleştirmiş ve ertesi gün yaptıkları basın toplantısıyla dünyaya duyurmuşlardır.

Yöntemin basitliği, dünyanın çeşitli yerlerinde irili ufaklı kuruluşlarda, ilgili ilgisiz kişilerce bu deneyin tekrarlanmasına yol açmış, nötron üretimini saptamak, bir onur meselesi haline getirilmiş ve olayın temeline yönelik bilimsel araştırmalar şimdilik bir kenara itilerek dünya, belki de zamansız ve gereksiz şekilde umutlandırılmıştır. Fleischmann ve Pons'un

deneyindeki en büyük çelişki, çıkan nötron sayısıyla, yani füzyon reaksiyonu sayısı ile elde edilen enerjinin hiçbir şekilde bağdaşmamasıdır. Ölçülen enerjiye karşılık gözlenmesi gereken nötron sayısı, belirtilen sayının 100 milyon katıdır. Öte yandan ölçülen enerji, bilinen her kimyasal reaksiyonun 100 katıdır. Bu durum, deneydeki ölçümlerin doğruluğu hakkında ciddi şüpheler uyandırmaktadır. Nitekim, bir ay sonra İtalya'da Frascati Laboratuvarları'nda yapılan daha yalın, kimyasal işlemler içermeyen bir deneyde gözlenen nötron sayısı ilk deneydekenden 200 kat fazla olmasına karşılık, ölçülen enerji üretimi ileri sürülenin milyarda biri mertebesinde olmuştur. 1960 yıllarında yine çok basit yöntemler olan "patlayan teller" ile bu deneylerde çıkan nötron sayısından 1000 ya da 10000 kat fazla nötron elde edilmesine rağmen, bu şekilde pek bir yere varılmayacağı saptanarak bu araştırmalar terk edilmiştir.

Sonuç olarak, soğuk füzyon deneylerinde füzyon reaksiyonu oluşturulduğunun kesin olduğunu, sayısının ise henüz sağlıklı bir şekilde saptanamadığını söyleyebiliriz. Yazının başında verilen denklemlerden görüleceği üzere, bu reaksiyonlarda tritium ve helyum gazları da oluşmakta, kesin reaksiyon sayısını saptayabilmek için, nötronların yanı sıra bu gazların miktarının da ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçümlerden sonra reaksiyonları gerçekleştiren fiziksel mekanizmanın kesinlikle saptanabilmesi için, bir dizi deneyin daha yapılması, sonuçların olumlu çıkması halinde yöntemin geliştirilmesi ve verimin artırılması yönünde çalışmalara hız verilmesi gerekir. Son olarak, sıcak ya da soğuk yöntemlerle füzyon enerjisinin ikibinli yılların başında hizmete sunulmasını bekleyebiliriz. □

SİZ OLSAYDINIZ?

(Satranç Dünyası'nın çözümleri.)

Çözüm I : 1.Ag4! Şg5 2.Ke5! Şxg4 3.Ah3!! kazanır. 4.Af2 ve 4.Kg5 mat tehditleri var. Ayrıca 3..Vh 4.Şxf1 c1V 5.Şg2 Vd2 6.Af2 mat var. (Huss-Martinelli, Lugano 1985).

Çözüm II : 1..h3! 2.Şxh3 Vh1 3.Şg4 Şg6 kazanır. 4.Vd6 Ff6 5.Vxf6 Şxf6 6.c8V h5 7.Şf4 Vf3 mat. (Andrzejewski-Pester, Lodz 1985).

Çözüm III : 1.Vxh6! Fxh6 2.Kxf6 Şg7 (2..Şg8 3.Kxh6) 3.Kxe6 Şh7 4.Kxh6 kazanır. (Sagaltchik - Bagirov, Firjusa 1985).

BİR İNSANIN ESERİ SÖZÜNÜ GÖLGEDE BIRAKACAK GÜZELLİKTE İSE, O MÜKEMMEL İNSANDIR. EĞER SÖZÜ ESERİNİ GÖLGEDE BIRAKACAK DERECEDE İSE, O BİR GEVEZEDİR.

J.Dos Passos