



# ASTRONOMİ

Prof. Dr. Osman DEMİRCAN

## UZAYDA YAPAY GEZEĞEN SİSTEMİ OLUŞTURMA PROJESİ

**A**vrupa Uzay Ajansı'na sunulan bu projeye göre dünyada yapılan iki küre, uzay aracıyla uza-ya götürülecek. Uzay aracı, Dünya'nın dönmesiyle eşzamanlı hareket eden bir yörüngeye oturtulacak ve iki küre, aracın içinde birbirine yakın konumda serbest bırakılarak hassas bir kamerayla izlenecek. Yapılacak iş bu kadar basit ve hiç de ileri teknoloji gerektirmiyor. Düşünülen küreler de çok özel değil. Öz olarak uzayda yapılması düşünülen bu deneyle çekim yasaları denetlenecek, evrensel çekim sabitinin değeri daha doğru (yüzbinde bir doğrulukla) bulunacak ve asıl önemlisi bu sabitin başka bilinmeyenlere bağlı olup olmadığı saptanacak. Evrensel çekim sabiti  $G$ 'nin bugün kabul edilen değeri  $(6.67259 \pm 0.0008) \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ sn}^{-2} \text{ gr}^{-1}$  dir. Bu değer, oldukça

zor laboratuvar deneyleriyle bulunmuştur. Newton projesi adı verilen bu projede kütleleri yüzbinde bir doğrulukla yer yüzünde belirlenen iki küre, uzayda birbirinin çekim etkisine bırakılıp yörünge hareketleri izlenecek. Çekim etkisinin güçlü olması için ilk deneyde test küreleri 75 ve 2 kg lık, 10 ve 3 cm yarıçaplı tungustenden yapılmış küreler olarak seçilmiş. Altın yumuşak olduğundan, küre yapısının korunamayacağı için, uranyumda radyoaktif olduğu için seçilmemiş. Kürelerin radyoaktif madde içermesi halinde, küreler yüklenerek elektromanyetik kuvvet etkisinde kalabilirler. Yine küreler arasındaki çekim etkisinin büyük olması için, aralarındaki uzaklık oldukça küçük seçilecek. Güneş'in, Dünya'nın ve uzay aracının kürelerin yörünge hareketine etkileri ayrıca dikkate alınarak daha sonraki deneylerde yapay gezegenlerin dönme eksenlerinin durumu, biçimleri, dönme hızları, yörünge şekilleri ve yoğunluk dağılımları değiştirilerek çekim yasalarına yan etkileri incelenecektir. İlk deneyde  $G$ 'nin yüzbinde bir doğrulukla belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## MAYIS AYININ İLGİNÇ GÖK OLAYLARI

Zekeriya MÜYESSEROĞLU\*

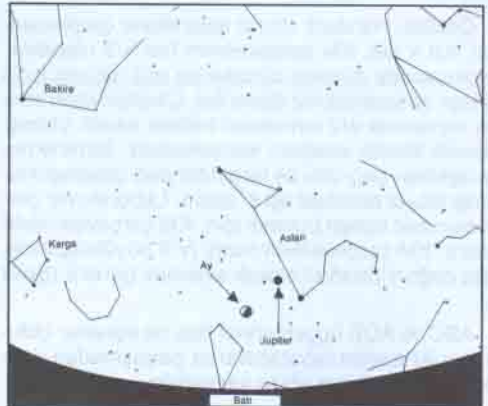
Merkür gezegeni, 24 Mayıs'a kadar sabahları gözlenebilir. Mars da, Güneş'ten 3,5-4 saat daha erken doğarak sabahlarımızı süsleyecek. Mars'ın batısında Neptün, Uranüs ve Pluto yerlerini koruyorlar. Güneş batarken Jüpiter, doğarken de Satürn gök yüzünde olacaklar. Gezegenlerin aylık hareketleri Şekil - 1'de verilmiştir.



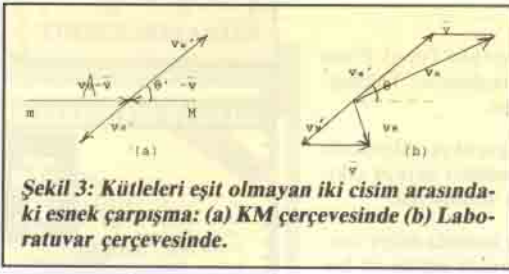
Mayıs ayı içinde gün uzaması 56 dakikadır. Güneş ay içinde Koç takımyıldızından Boğa'ya doğru ilerleyecektir.

Gezegenler Ay'ın yakınına, ay boyunca şu sırada gelecek-

ler; Mayıs'ın 10'unda Jüpiter, 20'sinde Uranüs ve Neptün, 23'ünde Satürn ve 28'inde Mars. 20 Mayıs'ta Ay'ın Neptün'ü örtmesi, Yay takımyıldızının biraz doğusunda meydana gelecek ve kuvvetli bir dürbün ile yurdumuzdan gözlenebilecektir. 11 Mayıs gece yarısı Jüpiter ve Ay'ın konumları Şekil-2'de gösterilmiştir. Ay, Mayıs'ın 2'sinde yeniay, 9'unda ilkdördün, 16'sında dolunay ve 24'ünde de sondördün evrelerinde olacaktır.



\* A.Ü.F.F., Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü.



Şekil 3: Kütleleri eşit olmayan iki cisim arasındaki esnek çarpışma: (a) KM çerçevesinde (b) Laboratuvar çerçevesinde.

$\theta'$  açısına saçılma açısı adı da verilir.

Şimdi de çarpışmadan sonra laboratuvardaki hızları hesaplayalım. Galile dönüşümlerini kullanarak

$$v_m = v_m' + \bar{v}$$

$$v_M = v_M' + \bar{v}$$

yazabiliriz (Şekil 3b). Toplamaların vektörel toplama olduğuna lütfen dikkat ediniz. Yararlı bir ekseniz olarak bu hız vektörlerinin büyüklüklerini saçılma açısının bir fonksiyonu olarak hesaplayıp, laboratuvar çerçevesinde de kinetik enerjinin korunduğunu gösterebilirsiniz.

m kütleli parçacık için laboratuvar çerçevesinde en büyük enerji kaybı  $\theta = \pi$  değeri için (yani KM çerçevesinde geriye saçıldığı zaman) gerçekleşecektir. Bu durumda  $v_m$  şöyle bulunabilir:

$$v_m (\theta = \pi) = \bar{v} - (v_0 - \bar{v}) = -(v_0 - 2\bar{v}) = -v_0 \left(1 - \frac{2m}{M+m}\right) = -\frac{M-m}{M+m} v_0$$

$\theta' = 0$  olduğundan m kütleli parçacığın laboratuvardaki hızı  $v_0'$ a eşittir, yani bu durumda parçacık hiç enerji kaybetmez. Dolayısı ile laboratuvar da bu parçacığın kinetik enerjisi şu değerler arasında değişir:

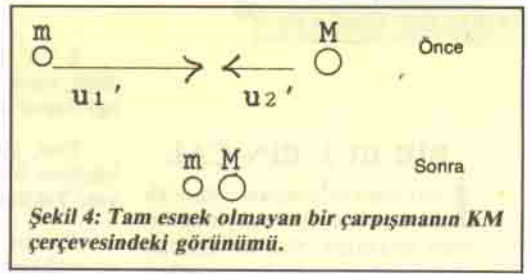
$$K_{\max} = \frac{1}{2} m v_0'^2$$

$$K_{\min} = \frac{1}{2} m \left(\frac{M-m}{M+m}\right)^2 v_0'^2$$

Görülüyor ki  $K_{\max}$ , M den bağımsızdır. Ortalama enerji kaybını büyütmek istiyorsak (bir nükleer reaktörde bu amaçlanabilir) yapılabilecek tek şey  $K_{\min}$  u mümkün olduğu kadar küçültmektir. Bu  $M = m$  için sağlanır. Bu açıdan bakıldığında en iyi moderatör malzemesi hidrojen dir. Çünkü hidrojen çekirdeğini oluşturan protonun kütlesi nötronunkine çok yakındır. Fakat protonlar nötronları yakalayarak yeni fizyon olayları yaratmalarına engel olabilirler. Dolayısı ile diğer hafif çekirdekler (dötron, berilyum, vs) bu amaçla kullanılır.

Bu iki esnek çarpışma örneğinden sonra şimdi de esnek olmayan çarpışmaları inceleyeceğiz. Bu tür çarpışmaları esnek çarpışmalardan ayıran özellik bu çarpışmalarda kinetik enerjinin korunmamasıdır. Kinetik enerjideki değişiklik gözlem çerçevesine bağlı olmayan bir büyüklüktür. Böyle olmasaydı bir çerçevede esnek olan bir çarpışma başka bir çerçeveden bakıldığında esnek görünürdü. Geçen sayıdaki yazımızda laboratuvar ve KM çerçevelerinde ölçülen kinetik enerjilerin arasındaki bağıntıyı şu şekilde bulmuştuk:

$$K = K' + \frac{1}{2} M \bar{v}^2$$



Şekil 4: Tam esnek olmayan bir çarpışmanın KM çerçevesindeki görünümü.

Burada M iki cisimli bir fiziksel sistemin toplam kütlesi idi:

$$M = m_1 + m_2$$

Bu eşitliği bir iki cisim çarpışmasında ilk ve son durumlara uygularsak, çarpışmadan önceki ve sonraki kinetik enerjileri hesaplayabiliriz:

$$K_i = K_i' + \frac{1}{2} M \bar{v}^2$$

$$K_s = K_s' + \frac{1}{2} M \bar{v}^2$$

Çarpışmada dış kuvvetler olmadığından  $\bar{v}$  sabit kalacaktır. Toplam kütlelerin de değişmediğini kabul edersek şu sonucu buluruz:

$$K_s - K_i = K_s' - K_i' = Q$$

Görüldüğü gibi gözlem çerçevesine bağlı olmayan bu büyüklüğü Q olarak tanımladık. Bir çarpışmada kinetik enerjideki değişikliğe çarpışmanın Q-değeri adı verilir.

**Problem 3:** m kütleli  $v_0$  hızlı bir cisim m kütleli, duran bir cisimle tam esnek olmayan bir çarpışma yapıyor. Bu çarpışmanın Q değerini hesaplayınız.

**Çözüm:** Tam esnek olmayan bir çarpışmada cisimler çarpışmadan sonra birlikte hareket ederler. KM sisteminde böyle bir çarpışmanın görünüşü Şekil 4'te verilmiştir. KM sisteminin hızını şöyle yazabiliriz:

$$\bar{v} = \frac{m v_0}{M+m}$$

KM sisteminde cisimlerin çarpışmadan önceki hızları ise şöyle verilir:

$$U_1' = v_0 - \bar{v} = v_0 - \frac{m v_0}{M+m} = \frac{M}{M+m} v_0$$

$$U_2' = -\bar{v} = -\frac{m}{M+m} v_0$$

Başlangıçtaki kinetik enerji bu hızları kullanarak hesaplanabilir:

$$K_i' = \frac{1}{2} m U_1'^2 + \frac{1}{2} M U_2'^2 = \frac{1}{2} \frac{mM}{M+m} v_0^2$$

Kütle merkezi sisteminde çarpışmadan sonraki kinetik enerji sıfır olacağından

$$Q = K_s - K_i = -K_i = -\frac{1}{2} \frac{mM}{M+m} v_0^2$$

olarak bulunur. Q gözlem çerçevesine bağlı olmadığından, laboratuvar da aynı değere sahip olacaktır.

(Devam edecek.)

Bu yazı dizisinin hazırlanmasında yararlanılan kaynak listesi dizinin son makalesinde verilecektir.