



AMAÇ

Merkez kuvvet hareketleri için eşit alanlar kanununun (Kepler'in İkinci Yasası) doğrulanması

ÖZET

Örnek olarak merkez kuvvet etkisi altındaki bir hareket; sarkaç topunun eliptik hareketi toz işaretleme yöntemi ile kaydedilmiştir. Bu zaman aralığı işaretleriyle birlikte iz bırakacak ve bunlar arasındaki mesafeden sarkaç topunun ivmesi kolaylıkla ölçülebilecektir. Bunun yanı sıra her zaman aralığında sarkacın yarıçap vektörü tarafından süpürülen alan sabit (değişmez) olduğu ve böylelikle yarıçap vektörünün uzunluğundan bağımsız olduğu basit bir grafik incelemesiyle gösterilebilir.

DENEY PROSEDÜRLERİ

- Toz işaretleme yöntemi ile sarkacın eliptik salınımlarının kaydedilmesi
- Sarkaç topunun durağan pozisyonuna olan maksimum ve minimum uzaklığındaki ivmelerini kıyaslanması
- Sarkacın yarıçapının her zaman aralığında durağan pozisyonuna olan maksimum ve minimum uzaklığında taradığı (süpürdüğü) alanların ölçülmesi

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Toz İzleme Aparatı	1000739
1	Çizim Elektrotlu Sarkaç	1000780
2	Destek ayağı, 3 bacaklı Bacak uzunluğu: 150 mm	1002835
2	Destek çubukları Uzunluk: 1.000 mm	1002936
1	Destek çubukları Uzunluk: 750 mm	1002935
3	Çok amaçlı manşon	1002830

1

TEMEL İLKELER

Bir gezegenin güneş etrafındaki hareketinde, açısal momentum sabit kalır çünkü gezegenin üzerinde etki eden kuvvet daima merkeze doğru yönelir. Bundan yola çıkılarak gezegenin yörüngesinin sabit bir düzlemde olması gerektiği sonucuna varılır. Ayrıca burada Kepler'in İkinci Yasasına da ulaşılabilir. Şöyle ki bu yasa güneşten gezegene gelen ışık huzmelerinin eşit zaman aralıklarında eşit alanları taradığını belirten eşit alanlar kanunudur.

Eşit alanlar kanunun geçerliliği merkezci kuvvetin kuvvet merkezine olan mesafeye bağımlılığı formundan etkilenmez. Bu bağımlılık yalnızca kuvvet merkezinin etrafındaki yörüngesinin şeklini belirler. Böylelikle, dikeyden sapma açısı çok büyük olmadığı sürece eşit alanlar kanunu durağan pozisyonun etrafında sarkacın eliptik salınımları için de geçerlidir. Sarkaç topunun hareketi neredeyse yatay bir düzlemle sınırlıdır (Şekil 1) ve yarıçap vektörü r tarafından belirlenen yolunda herhangi bir noktada durağan pozisyona doğru yönlendirilen ve aşağıdaki gibi ifade edilen yatay sınırlayıcı bir kuvvet F vardır.

$$(1) \quad F = -\frac{m \cdot g}{d} \cdot r,$$

g : yerçekimi ivmesi,
 d : sarkacın uzunluğu, m : sarkaç topunun kütlesi.

Açısal momentum:

$$(2) \quad L = m \cdot r(t) \times \frac{\Delta r(t)}{\Delta t}$$

Kuvvet F 'ten etkilenmez. Bu sebeple, her zaman aralığında Δt yarıçap vektörü $r(t)$ tarafından taranan alan ΔA sabit kalır:

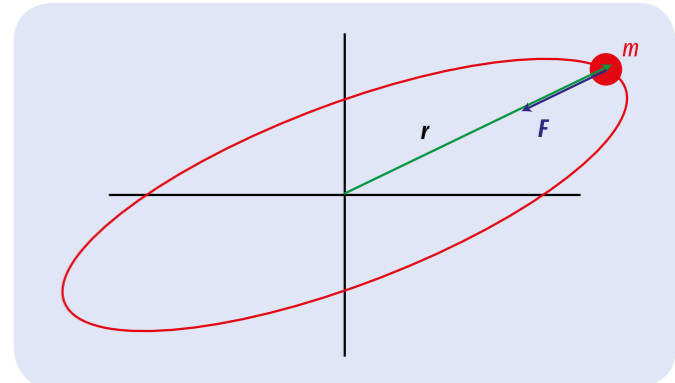
$$(3) \quad \Delta A = \frac{1}{2} \cdot |r(t) \times \Delta r(t)| = \frac{1}{2} \cdot r(t) \cdot \Delta r(t) \cdot \sin \alpha$$

(Şekil 2).

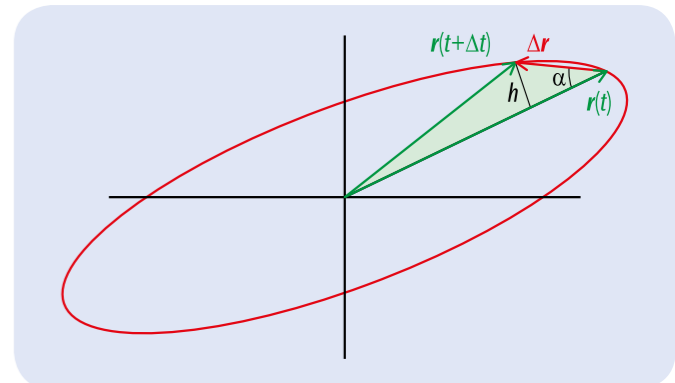
Deneyde sarkaç topunun hareketi toz işaretleme yöntemiyle kaydedilmiştir. Bu yöntemde sarkaç topuna eklenmiş olan kayıt elektrotunun kükürt tozuyla ince bir şekilde kaplanmış, yalıtılmış kaydırma düzleminin üzerinde kaymasına izin verilmiştir. Ana frekansta alternatif gerilim (voltage) elektrot ve kaydırma düzlemi arasında verilmiştir. Böylelikle kükürt tozu değişen polariteye göre etkilenecek ve püskürtülecektir. Bu işlem zaman işaretlerini içeren izler bırakacak ve bunlar arasındaki mesafeden sarkaç topunun ivmesi kolaylıkla belirlenebilecektir.

DEĞERLENDİRME

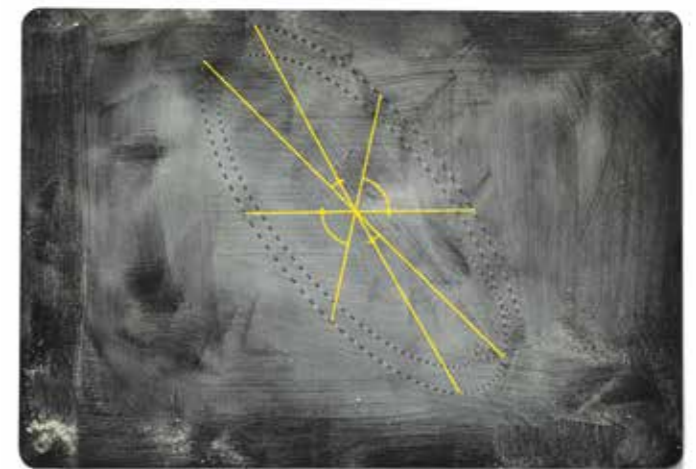
Öncelikle, grafiksel temsil çizin ve kaydedilen yolun merkezini ve merkezden minimum ve maksimum mesafeyi belirten yörünge üzerindeki noktaları belirleyin. Yörünge üzerindeki bu noktaların her birinde alternatif akımın 10 dalgasında yarıçap vektörü tarafından taranan alan belirlenmek mümkün olacaktır. Daha basitleştirmek için hesaplanan alanlar üçgen şeklinde olacaktır.



Şekil 1: Sarkaç topunun yukarıdan görülen eliptik salınımları



Şekil 2: Zaman aralığında Δt sarkaç topunun yarıçap vektörü tarafından taranan alan



Şekil 3: Hesaplamayla deneysel olarak ölçülen veri örneği