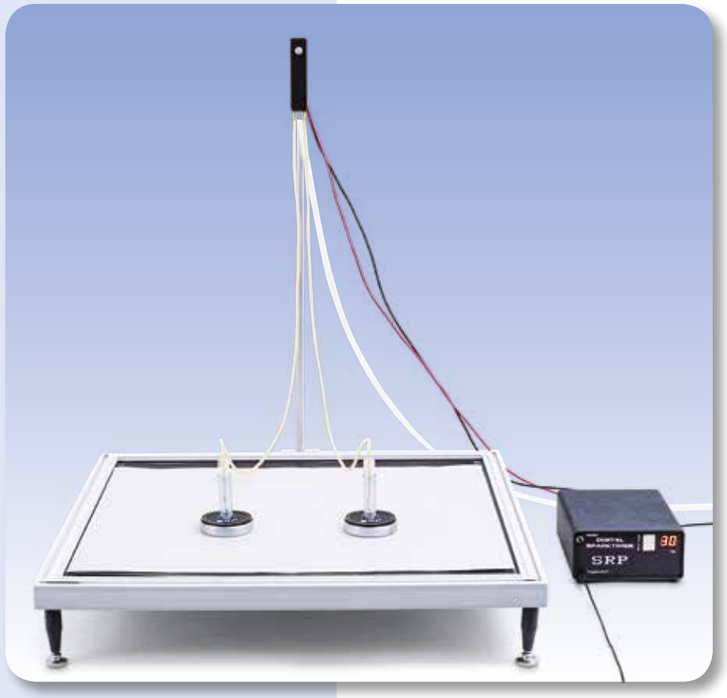
UE1030600 İKI BOYUTLU ÇARPIŞMALAR



AMAÇ

Bir düzlemde iki cisim arasındaki elastik ve elastik olmayan çarpışmaların incelenmesi

ÖZET

İki cisim arasındaki herhangi bir çarpışmada, çarpışan nesneler enerji korunumu kanununa ve momentumun korunumu kanununa uymak durumundadır. Bu iki korunum miktarlarının yardımıyla cisimlerin çarpışma sonrasındaki tepkileri tanımlanabilmektedir. Düz bir düzlem durumunda ivme ve momentum vektörler olarak ifade edilmelidir. Özellikle basit bir tanım iki cismin ortak ağırlık merkezi üzerine odaklanan sisteme geçilerek elde edilebilir. Bu deneyse belli kütledeki iki disk hava yastığı masası üzerinde çarpıştırılmış ve sonrasında ivmeleri kıvılcım jeneratörü yardımıyla kaydedilmiştir.

DENEY PROSEDÜRLERİ

- **Çarpışma öncesinde ve sonrasında ivmeleri belirleyin.**
- **Elastik ve elastik olmayan çarpışmalar için momentumun korunumunu doğrulayın**
- **Elastik ve elastik olmayan çarpışmalar için enerji korunumunu doğrulayın**
- **Sistemdeki ağırlık merkezinin hareketlerini inceleyin.**

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Hava Masası (230 V, 50/60 Hz)	**1013210 veya**
	Hava Masası (115 V, 50/60 Hz)	**1012569**
1	Manyetik Pak Çifti	**1003364**
Ayrıca önerilir		
1	Mekanik Tartı 610	**1003419**
1	Cetvel, 50 cm	
1	Açıölçer	

TEMEL İLKELER

Çarpışma iki cisim arasındaki kısa etkileşimi ifade eder. Bu etkileşimin kısa sürede belli bir boşlukta yer aldığı cisimlerin birbirlerini herhangi bir yönden etkilemedikleri düşünülmektedir. Eğer herhangi başka bir kuvvet mevcut değilse, iki cisim de hem çarpışma sonrası hem çarpışma öncesinde sabit ivmelerde hareket edeceklerdir. İki cisim kapalı sistem olarak kabul edileceği için etkileşim enerji korunumu kanununa ve momentumun korunumu kanununa uymak durumundadır.

Çarpışmadan önce cisimlerin ivmeleri 1 ve 2 v_1 ve v_2 vektörleriyle gösterilmektedir. Bunlar çarpışmadan sonra v'_1 ve v'_2 ile gösterilir. Denk momentum p_i ve p'_i (i = 1, 2) ile gösterilir. İki cismin kütlesi de zamana bağlı olarak sabit kalacak ve m_1 ve m_2 olarak adlandırılacaktır.

Momentumun korunumu sebebiyle, aşağıdaki denklem doğru olmalıdır:

(1) $$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$$

Buna ek olarak, çarpışmalar elastikse, sistemdeki toplam kinetik enerji de muhafaza edilir:

(2) $$\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2'^2$$

Eğer cisim 2 çarpışmadan önce hareketsizse, cisim 1'in hareketi x-ekseni (v_{1y} = 0) boyunca olan koordinat sistemini seçmek mümkündür. Bu durum hiç bir şekilde tanımın genelliğini etkilemez.

Öncelikle d = 0 olduğu bir yerde iki cismin ağırlık merkeziyle aynı doğrultuda olan bir çarpışma düşünelim, Şekil 1. Cisimler x-ekseni boyunca hareket edecekler ve çarpışmadan sonra ivme şu şekilde olacaktır:

(3) $$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1$$

ve

(4) $$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1$$

Özdeş kütleler için, $m_1 = m_2$, aşağıdaki koşullar geçerlidir:

(5) $$v_1' = 0$$

ve

(6) $$v_2' = v_1$$

Çarpışma merkez dışında fakat kütleler aynıysa, cisimler birbirlerinden 90°'lik açıyla ayrılırlar, mesela

(7) $$\theta_1 + \theta_2 = 90°$$

Buna ek olarak, eğer v_{1y} = 0 ve $m_1 = m_2$, denklem (1) aşağıdaki sonuçları verir:

(8) $$v_{1y}' = -v_{2y}'$$

Ağırlık merkezi için konum vektörü aşağıdaki gibidir:

(9) $$r_s = \frac{m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2}{m_1 + m_2}$$

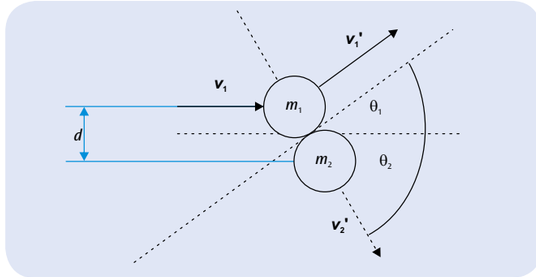
Toplam momentum muhafaza edildiği için, ağırlık merkezinin ivmesi sabittir ve aşağıdaki denklemle verilir:

(10) $$v_s = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

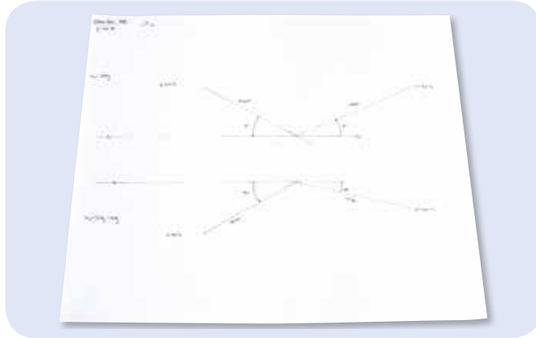
Toplam momentum ağırlık merkeziyle aynı ivmede hareket eden tek kütlenin $m_S = m_1 + m_2$ momentumuna denk düşer.

Genellikle referans çerçevesini iki cismin bileşik ağırlık merkezlerinin üzerinde merkezlenmiş sisteme dönüştürmek anlamlı olacaktır. Sonrasında çarpışmadan önce iki cisim birbirlerine doğru yaklaşacaklardır, toplam moment sıfır olacaktır. Elastik çarpışma sonrasında, birbirlerinden ayrılacaklardır ve momentum sıfır olmaya devam edecektir. Tamamen elastik olmayan bir çarpışma sonrasında, birbirlerine yapışacaklar ve ortak ağırlık merkezlerine doğru hareket edeceklerdir. Bu durumda sistemin kinetik enerjisi de muhafaza edilecektir.

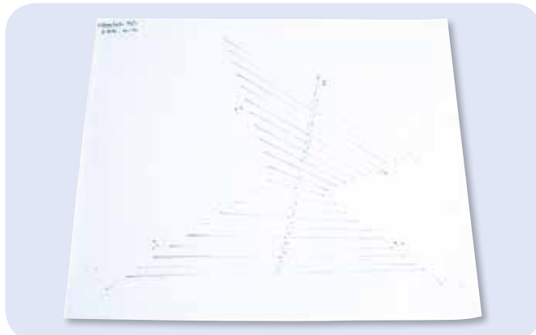
Bu deneyde, iki dik kütlesinin hava yatağı üzerinde çarpışmasına izin verilmiştir. Maruz kaldıkları hareket kıvılcım jeneratörü yardımıyla kaydedilmiştir.



Şekil 1: İki cisim arasındaki merkez dışı çarpışmanın şematik temsili



Şekil 2: Farklı kütlelerdeki ve başlangıç ivmeleri $v_1 \neq 0$ ve $v_2 \neq 0$ olan iki cisim arasındaki merkez dışı çarpışmanın kaydedilmesi ve değerlendirilmesi



Şekil 3: Ağırlık merkezinin S konumu

DEĞERLENDİRME

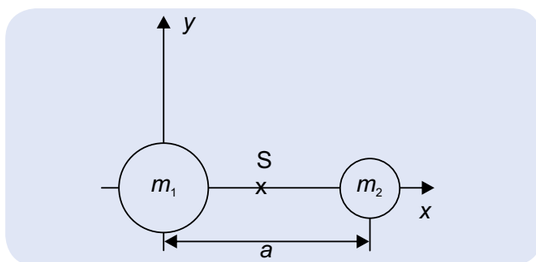
Kinetik enerjinin hesaplanması biraz enerji kaybı olduğunu göstermektedir. Bu da çarpışma sırasında meydana gelen sesten, cisimlerde çarpıştıklarında meydana gelen deformasyondan, hesaba katılmayan disklerin özlük hareketlerinden ve hava yastığını besleyen hortumların hareketinden kaynaklanmaktadır.

İvmelerin büyüklükleri aşağıdaki ilişkiler kullanılarak hesaplanabilir:

$$v = \Delta \cdot f.$$

Δ Distance between two points,

f: Frequency of spark generator



Şekil 4: Ağırlık merkezinin S çarpışma öncesi ve sonrası hareketi