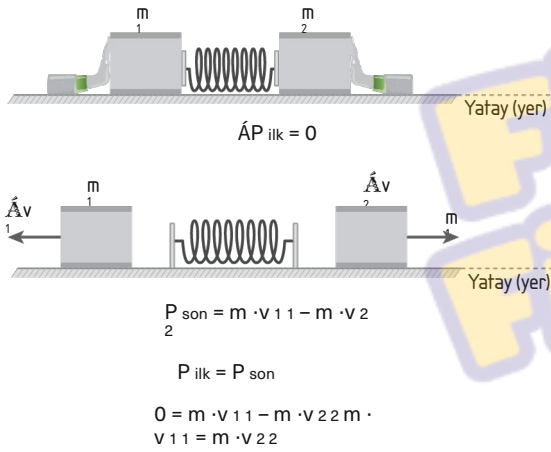




İtme ve Çizgisel Momentum

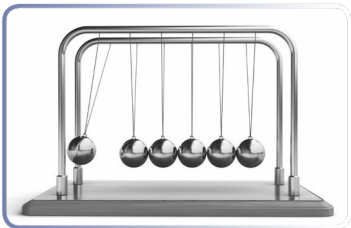
ÇİZGİSEL MOMENTUMUN KORUNUMU

- h Bir cismin momentumunu değiştirmek için cisme kuvvet uygulamak gerekir. Bir dış kuvvet etkisi yoksa cismin momentumunda bir değişiklik gerçekleşmez.
- h Dış kuvvet olmadan gerçekleşen bir olay sonucunda cismin ilk momentumunun son momentumuna (vektörel olarak) eşit olması durumuna **momentumun korunumu** denir. $\vec{A}F_{dış} \cdot Dt = D\vec{A}P$ $\vec{A}F_{dış} \cdot Dt = \vec{A}P_{son} - \vec{A}P_{ilk}$ $F_{dış} = 0$ olduğuna göre, $0 = \vec{A}P_{son} - \vec{A}P_{ilk}$ $\vec{A}P_{son} = \vec{A}P_{ilk}$ tir.
- h Cisimler ve yaydan oluşan sistemde, yayın cisimlere uyguladığı kuvvetlerin iç kuvvet olması ve dışarıdan kuvvet etki etmemesi ne-deni ile momentum korunur. (Yay hareketsizdir.)



NOT

Buz üzerinde duran iki kişiden biri diğerini ittiğinde iki kişi de zıt yönlerde momentum kazanır. İki kişiden oluşan sistemde birbirleri-ne uyguladıkları kuvvetlerin iç kuvvet olması nedeni ile ilk momentumları sıfır olduğu gibi son momentumlarının toplamı da sıfırdır.



Newton beşiği adı verilen araç momentumun korunumunun gözlemlendiği bir araçtır.

ÖSYM Benzeri

Buz pateni yapan Faruk, kütlesi kendisinden daha küçük olan oğlu Kerem ile sürtünmesiz yatay bir buz pistinde yan yana dururken Ke-rem'i itmiş ve zıt yönlerde hareket etmişlerdir.

Bu olayda Faruk ve Kerem'in,

- Birbirlerinden ayrıldıktan hemen sonra yere göre momentumları-nın büyüklükleri eşittir.
- Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir.
- Birbirlerinden ayrıldıktan hemen sonra Faruk'un hızı Kerem'in-kindenden büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

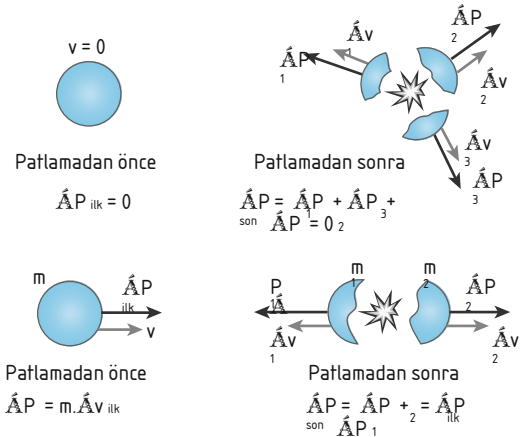
C) Yalnız III

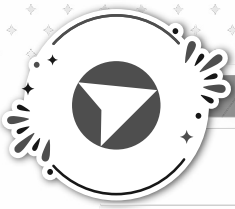
D) I ve II

E) II ve III

PATLAMALAR

- h Bir cismin dış kuvvetlerin etkisi olmadan küçük parçalara ayrılma-sı olayına iç patlama denir.
- L İç patlama olayında cismin patlamadan önceki momentu-mu, patlamadan sonra oluşan parçaların momentumlarının toplamına eşittir.

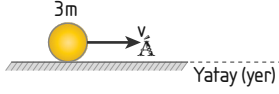




İtme ve Çizgisel Momentum

Örnek

Sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki gibi $\vec{A}v$ hızıyla hareket eden $3m$ kütleli cisim iç patlama sonucu m ve $2m$ kütleli iki parçaya ayrılıyor.

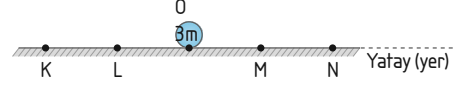


m kütleli parça $-\vec{A}v$ hızıyla hareket ettiğine göre, $2m$ kütleli parça-nın hızı nedir?

- A) $-2\vec{A}v$ B) $-\vec{A}v$ C) 0 D) $\vec{A}v$ E) $2\vec{A}v$

Örnek

Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemin O noktasında duran $3m$ kütle-li cisim iç patlama sonucu yatay doğrultuda hareket eden m ve $2m$ kütleli iki parçaya ayrılıyor.

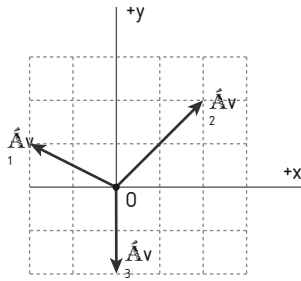


$2m$ kütleli parça L noktasından geçtiği anda m kütleli parça han-gi noktadan geçer?

- A) N B) M C) O D) L E) K

Örnek

Yatay yolda hareket eden bir cisim O noktasına geldiğinde aniden patlayarak üç eşit kütleli parçaya ayrılıyor.

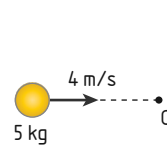


Parçaların hız vektörleri şekildeki gibi olduğuna göre, cismin patlamadan önceki hareket yönü nedir? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

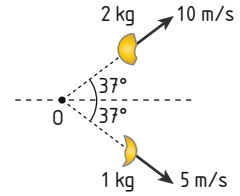
- A) $+y$ B) $-y$ C) $+x$ D) $-x$ E) $\vec{A}v_2$ yönü

Örnek

Yatay ve sürtünmesi önemsiz düzlemde 4 m/s 'lik hızla hareket eden 5 kg kütleli cisim O noktasına geldiğinde iç patlamaya uğruyarak üç parçaya ayrılıyor.



Şekil 1



Şekil 2

O noktasından sonra parçalardan ikisinin hız büyüklüğü ve kütleleri Şekil 2'deki gibi olduğuna göre, üçüncü parçanın hız büyüklüğü kaç m/s 'dir? ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

- A) 2 B) 3 C) 4,5 D) 5 E) 5,5

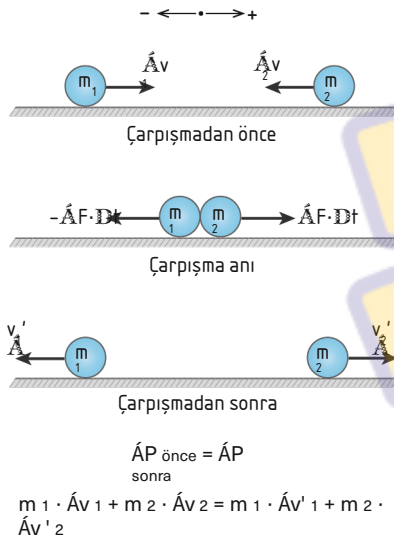


ÇARPIŞMALAR

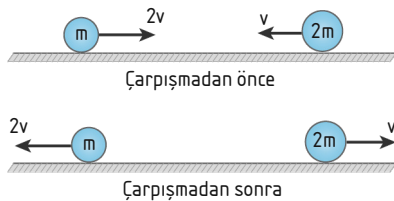
- h Çarpışmalar sırasında cisimler birbirlerine eşit büyüklükte ve zıt yönlü kuvvet uygular. Etkileşme süresinin de eşit olması nedeni ile tüm çarpışmalarda momentum korunur.
- h Kinetik enerjinin korunduğu çarpışmalara **esnek çarpışma**, ki-netik enerjinin korunmadığı çarpışmalara **esnek olmayan çarpışma** denir.
- h Çarpışmalar bir boyutta ve iki boyutta incelenir.

BİR BOYUTTA ESNEK ÇARPIŞMA

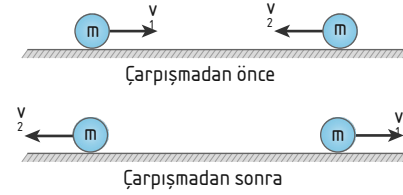
- h Cisimlerin hız vektörlerinin çarpışmadan önce ve sonra aynı doğrultuda olduğu çarpışmalardır. Bu çarpışmalara merkezi çarpışma da denir.



- h Cisimlerin çarpışmadan önceki ve çarpışmadan sonraki hızlarının vektörel toplamı birbirine eşittir. Kinetik enerjinin korunumundan elde edilen bu sonuç, bir boyuttaki esnek çarpışmalarda geçerlidir. $\vec{v}_1 + \vec{v}_1' = \vec{v}_2 + \vec{v}_2'$
- h Merkezi esnek çarpışan cisimlerin, çarpışmadan önceki momentumlarının vektörel toplamı sıfır ise cisimler çarpışmadan sonra kendi süratleriyle geriye dönerler.



- h Eşit kütleli cisimler merkezi esnek çarpıştıklarında, hızlarını bir-birine aktarırlar. Yani hızlarını değiştirirler.



Örnek

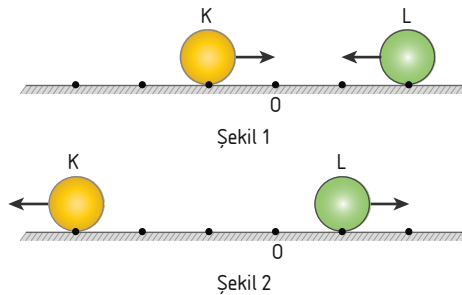
Sürtünmesiz yatay düzlemde hareketsiz duran bir oyuncak arabaya, ~~2 m/s~~ hızı doğu yönünde 4 m/s olan başka bir oyuncak araba-3 ba merkezi tam esnek olarak çarpmaktadır.

Çarpışma sonrasında arabalar aynı doğrultuda ve zıt yönlerde 2 m/s süratlerle hareket ettiğine göre, başlangıçta durmakta olan arabanın kütlesi kaç kg'dır?

- A) 0,5 B) 1 C) 2 D) 2,5 E) 3

ÖSYM Benzeri

Sürtünmesiz yatay bir hat üzerinde sabit hızlarla hareket eden K, L cisimlerinin $t_0 = 0$ anındaki hareket yönleri ve konumları Şekil 1'deki gibidir. $t_1 = t$ anında O noktasında çarpışan cisimlerin çarpışmadan sonraki $t_2 = 2t$ anında hareket yönleri ve konumları Şekil 2'deki gibidir.

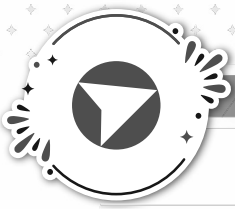


K ve L cisimlerinin hızları eşittir ve aynı yönde hareket etmektedir. Çarpışma noktası O'dur. Çarpışma sonrası K ve L cisimlerinin hızları eşittir ve aynı yönde hareket etmektedir. Çarpışma sonrası K ve L cisimlerinin konumları Şekil 2'deki gibidir.

- 1 B) 1 3 2

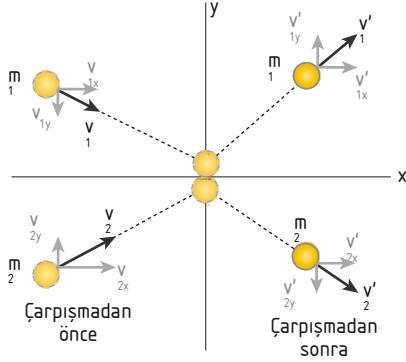
- D) $\frac{3}{4}$

- E) 2



İKİ BOYUTTA ESNEK ÇARPIŞMA

h İki boyutta gerçekleşen esnek çarpışmalardır. Kinetik enerji ve momentum korunur.



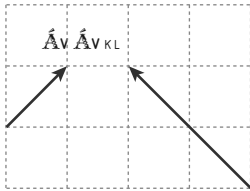
$$\vec{P}_{\text{önce}} = \vec{P}_{\text{sonra}}$$

$$\vec{P}_{1x} + \vec{P}_{2x} = \vec{P}'_{1x} + \vec{P}'_{2x} \quad \vec{P}_{1y} + \vec{P}_{2y} = \vec{P}'_{1y} + \vec{P}'_{2y}$$

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = m_1 v'_{1x} + m_2 v'_{2x} \quad m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y} = m_1 v'_{1y} + m_2 v'_{2y}$$

ÖSYM Benzeri

Yatay ve sürtünmesi önemsiz düzlemde hareket eden eşit kütleli K ve L cisimlerinin hızları $\vec{A}v_K$ ve $\vec{A}v_L$ şeklindeki gibidir. Cisimler bu hızlarla ve dışarıdan yatay düzlemde etkiyen bir kuvvet olmadan esnek ve merkezi çarpışma yapıyor.



Buna göre çarpışma sonrasında,

- I. K'nin hızının yönü değişir.
- II. L'nin hızının yönü değişmez.
- III. L'nin momentumunun büyüklüğü iki katına çıkar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

A) Yalnız I

B) Yalnız II

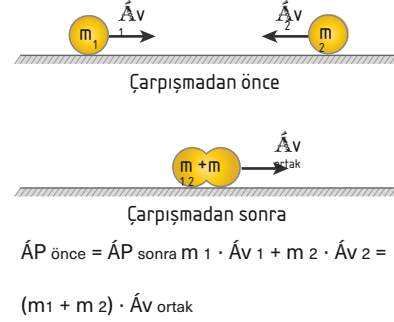
C) Yalnız III

D) I ve III

E) II ve III

BİR BOYUTTA ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA

h Çarpışma sonrasında cisimler birbirine kenetleniyorsa bu tür çarpışmalara **tamamen esnek olmayan çarpışma** denir. Bu tür çarpışmalarda cisimler kenetlenerek ortak bir hızla hareket eder.



$$\vec{P}_{\text{önce}} = \vec{P}_{\text{sonra}} \quad m_1 \cdot \vec{A}v_1 + m_2 \cdot \vec{A}v_2 =$$

$$(m_1 + m_2) \cdot \vec{A}v_{\text{ortak}}$$

NOT

Esnek olmayan çarpışmalarda kinetik enerji korunmaz.

Örnek

Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde durmakta olan Ali kendisine doğru yatay 20 m/s süratle gelen 500 g kütleli topu yakalamıştır.

Ali'nin kütlesi 49,5 kg olduğuna göre, Ali ve toptan oluşan sistemin ortak hızının büyüklüğü kaç m/s'dir?

A) 0,1

B) 0,2

C) 0,5

D) 1

E) 2

ÖSYM Benzeri

Esnek olmayan çarpışmalarla ilgili yapılan bir çalışmada 300 gram-lık cam macunu kullanılmıştır. Yatay zeminde duran cam macununa doğru yatay olarak 20 m/s ilk hızla özdeğ 5 gramlık plastik mermiler aynı anda atılmış ve bu mermiler cam macununa saplanmıştır. İçin-deki plastik mermilerle beraber cam macunu sürtünmesiz yatay zeminde 5 m/s hızla hareket geçmiştir.

Buna göre bloğa kaç adet plastik mermi saplanmıştır?

A) 10

B) 20

C) 30

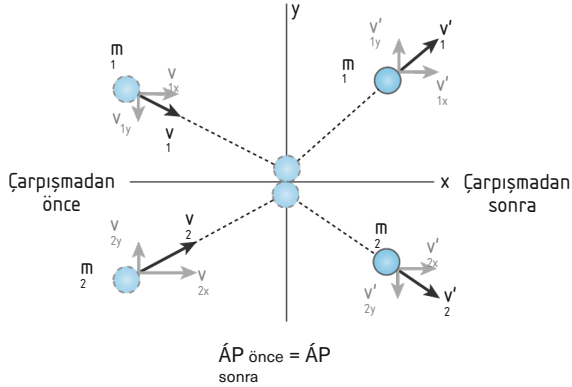
D) 40

E) 50



İKİ BOYUTTA ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA

- h İki boyutta gerçekleşen ve kinetik enerjinin korunmadığı çarpışmalardır.



$$\vec{A}P_{1x} + \vec{A}P_{2x} = \vec{A}P'_{1x} + \vec{A}P'_{2x} \quad m_1 \cdot \vec{A}v_{1x} + m_2 \cdot \vec{A}v_{2x}$$

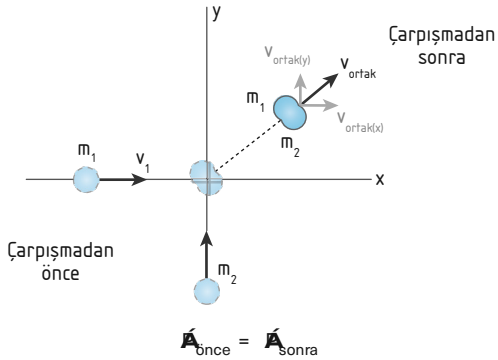
$$2 \cdot \vec{A}v_{2x} = m_1 \cdot \vec{A}v'_{1x} + m_2 \cdot \vec{A}v'_{2x}$$

$$\vec{A}P_{1y} + \vec{A}P_{2y} = \vec{A}P'_{1y} + \vec{A}P'_{2y} \quad m_1 \cdot \vec{A}v_{1y} + m_2 \cdot \vec{A}v_{2y}$$

$$m_1 \cdot \vec{A}v_{2y} = m_1 \cdot \vec{A}v'_{1y} + m_2 \cdot \vec{A}v'_{2y}$$

- h İki boyutlu esnek olmayan çarpışmalarda çarpışmadan önceki toplam kinetik enerji $EK_{\text{önce}}$, çarpışmadan sonraki kinetik enerji EK_{sonra} ise $EK_{\text{önce}} > EK_{\text{sonra}}$ dir.

- h İki boyutlu esnek olmayan çarpışmalarda cisimler birbirlerine ke-netlenerek ortak bir hızla hareket edebilir.



$$\vec{A}_{1x} + \vec{A}_{2x} = \vec{A}_{\text{ortak}(x)}$$

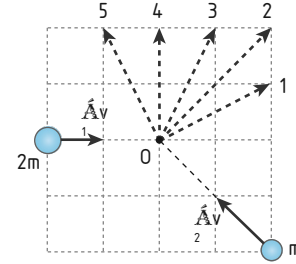
$$m_1 \cdot \vec{A}_1 + 0 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{A}_{\text{ortak}(x)}$$

$$\vec{A}_{1y} + \vec{A}_{2y} = \vec{A}_{\text{ortak}(y)}$$

$$0 + m_2 \cdot \vec{A}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{A}_{\text{ortak}(y)}$$

Örnek

Yatay ve sürtünmesi önemsiz zemindeki 2m ve m kütleli cisimler $\vec{A}v_1$ ve $\vec{A}v_2$ hızlarıyla şekildeki konumlarından aynı anda geçip O noktasında çarpışıyor.



Cisimler çarpışma sonunda birlikte hareket ettiğine göre, yapışık cismin bundan sonraki hareket yönü şekilde verilen yönlerden hangisidir? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

A) 1

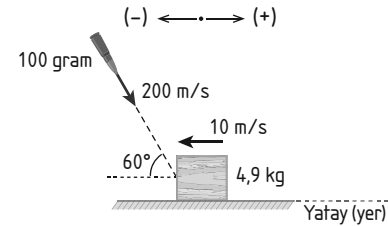
B) 2

C) 3 D) 4

E) 5

Örnek

(-) yönde 10 m/s hızla gitmekte olan 4,9 kg kütleli tahta bloğa şekil-deki gibi 100 g kütleli mermi 200 m/s hızla saplanıyor.



Buna göre, ortak kütleli hızı hangi yönde kaç m/s olur?

($\cos 60^\circ = 0,5$)

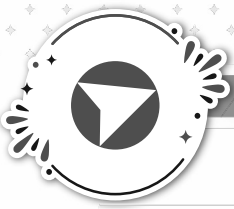
A) (-) yönde; 4

B) (-) yönde; 5,8

C) (+) yönde; 4

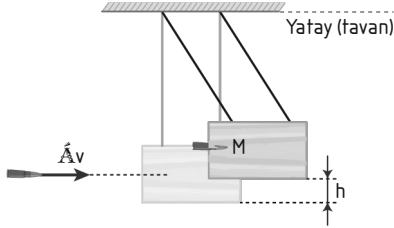
D) (+) yönde; 5,8

E) (-) yönde; 7,8



BALİSTİK SARKAÇ

- h Güvenlikli bir ortamda silah tahta bloğa hedeflenir. Tahta bloğa saplanan mermi, blokla birlikte ortak bir hıza ulaşır ve momentumunun korunumundan ortak hız belirlenir.



$$\begin{aligned} \dot{A}P_{\text{önce}} &= \dot{A}P_{\text{sonra}} \\ m \cdot \dot{A}v &= (m + M) \cdot \dot{A}v_{\text{ortak}} \end{aligned}$$

- h Tahta blok ve mermiden oluşan cismin sahip olduğu ilk hız (v ortak) nedeni ile olan kinetik enerji, cismin potansiyel enerjisi-ne dönüşür. Maksimum yükseklik ölçülerek mekanik enerjinin korunumu yazılır.

$$\frac{1}{2} (m + M) \cdot v_{\text{ortak}}^2 = (m + M) \cdot g \cdot h$$

Örnek

Bir balistik sarkaç düzeneğinde 20 g kütleli bir mermi ateşlenmiş ve 1980 g kütleli bloğa saplanmış.

Mermi ve bloktan oluşan sistem düşeyde 20 cm yükseldiğine göre, merminin bloğa ulaştığı andaki sürati kaç m/s'dir?

(g = 10 m/s²)

- A) 100 B) 150 C) 175 D) 200 E) 300

ROKETLER

- h Uzayda cisimlerin hareket etmesi için gerekli etki tepki kuvveti-ni oluşturacak maddesel ortam yoktur. Bu nedenle uzay araçla-rı, yakılarak uzaya fırlatılan gazın sağladığı momentum değişimi ile hareket edebilir.
- h Uzay aracının gaz atıldıktan sonraki kütlesi m, dışarı atılan gazın kütlesi Dm ve gazın hızı $\dot{A}v_g$ ise momentumun korunumu kanununa göre, roketin vektörel hızındaki değişmeyi veren bağıntı türetilir.

$$m \cdot D\dot{A}v = Dm \cdot \dot{A}v_g$$

Örnek

Toplam kütlesi 1 ton olan bir uydunun uzaya fırlatılması planlanmaktadır.

Buna göre, uydunun hız değişiminin 60 m/s olabilmesi için 1500 m/s hızla atılan gazın kütlesi kaç kg olmalıdır?

- A) 40 B) 50 C) 60 D) 80 E) 100

GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- h Hareket eden bir botun üzerinden atlarken ve araçların çarpış-masında itme etkisini görürüz.
- h Kurşun geçirmez yelekler kurşunun momentumunu geniş bir yüzeye yayıp kurşunu durdurma süresini artırarak itmeyi azalt-mak için tasarlanmıştır.
- h Uzay araçlarının kenetlenmesi momentumun hassas bir şekilde kontrol edilmesini gerektirir.

