

İTME VE ÇİZGİSEL MOMENTUM

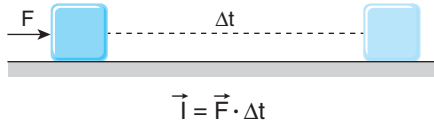
İTME

Bir cisme uygulanan net kuvvet ile bu kuvvetin uygulama süresinin çarpımıdır. İtme vektörel bir nicelikdir.

F: Kuvvet (N)

t: Zaman (s)

I : Itme (N · s)

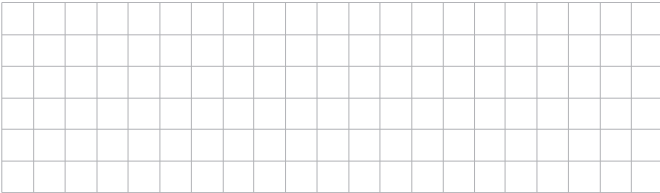


ÖRNEK-1

Sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde durmakta olan X ve Y cisimlerine sırasıyla F ve 3F büyüklüğündeki yatay kuvvetler t ve 2t süresince uygulanıyor.

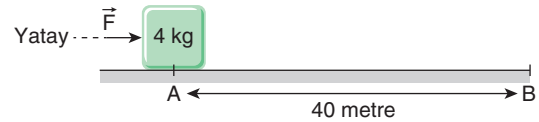


Buna göre cisimlere uygulanan itmelerin büyüklükleri oranını $\frac{I_x}{I_y}$ kaçtır?

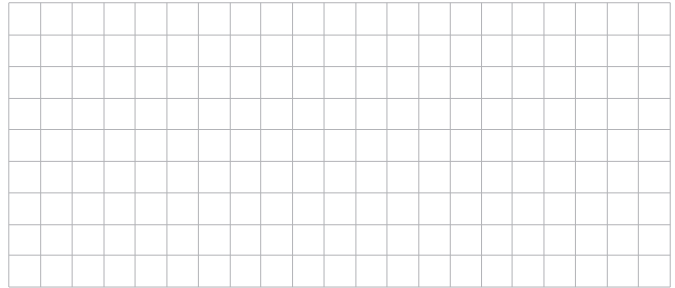


ÖRNEK-2

Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda A noktasında durmakta olan 4 kilogram kütleli bir cisme, büyüklüğü 20 N olan yatay $\vec{F}$ kuvveti B noktasına kadar uygulanmaktadır.



AB noktaları arası 40 metre olduğuna göre AB arasında cisme uygulanan itmenin büyüklüğü kaç N · s olur?



ÇİZGİSEL MOMENTUM

Cismin hareket miktarının ölçüsüdür. Bir cismin momentumu ne kadar büyükse hareketi o kadar karardır. Çizgisel momentum vektörel bir niceliktir.

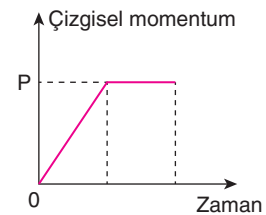
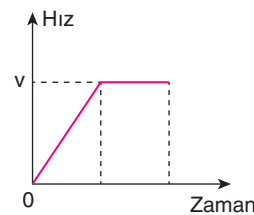
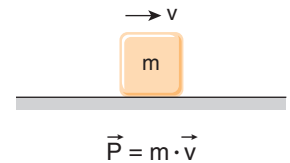
m: Kütle (kg)

v : Hız (m/s)

P: Momentum ($\text{kg} \cdot \text{m/s}$)

Bu formülde m reel bir sayıdır. Momentum ile hız birbiriyle doğru orantılı olduğu için hız-zaman grafikleriyle çizgisel momentum-zaman grafikleri desen olarak aynıdır.

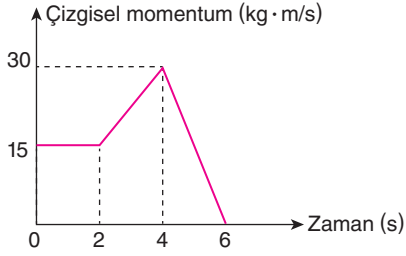
Çizgisel momentum vektörü, her zaman hız vektörü ile aynı yönlüdür.



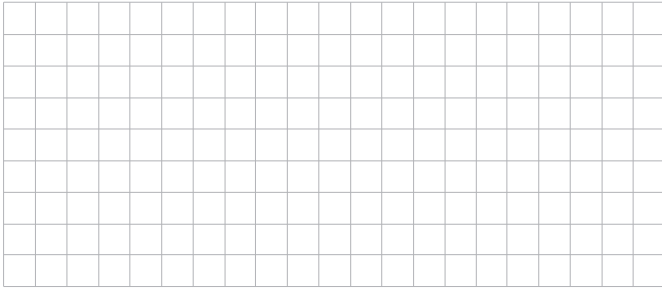


ÖRNEK-3

Yatay bir yolda ilerleyen 3 kilogram kütleli bir cismin çizgisel momentum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre cismin (0 - 6) saniye zaman aralığındaki yer değiştiğinin büyüklüğü kaç metredir?



İtme ve Çizgisel Momentum Arasındaki İlişki



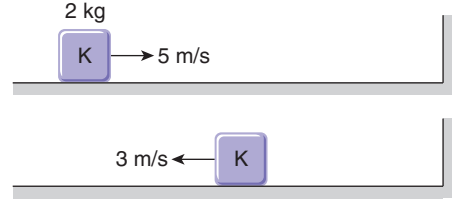
$$\begin{aligned}\vec{F}_{\text{net}} &= m \cdot \vec{a} \\ \vec{a} &= \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \\ \vec{F}_{\text{net}} &= m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \\ \vec{F}_{\text{net}} \cdot \Delta t &= m \cdot \Delta \vec{v} \\ &= m(\vec{v}_{\text{son}} - \vec{v}_{\text{ilk}}) \\ &= m \cdot \vec{v}_{\text{son}} - m \cdot \vec{v}_{\text{ilk}} \\ \vec{F}_{\text{net}} \cdot \Delta t &= \vec{P}_{\text{son}} - \vec{P}_{\text{ilk}} \\ \boxed{\vec{I} = \Delta \vec{P}}\end{aligned}$$

İtme = Çizgisel momentum değişimi



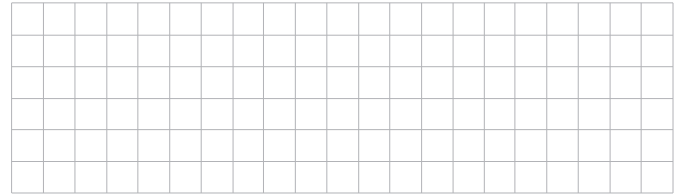
ÖRNEK-4

Sürtünmelerin önemsenmediği yatay düzlemde kütlesi 2 kilogram olan K cismi duvara 5 m/s büyüklüğünde hızla çarpıyor. Cisim duvarla 0,1 saniye etkileşime girerek 3 m/s büyüklüğünde hızla geri dönüyor.



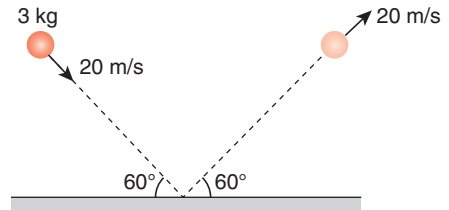
Buna göre;

- duvarın cisme uyguladığı itmenin büyüklüğü,
- duvarın cisme uyguladığı ortalama kuvvetin büyüklüğü nedir?



ÖRNEK-5

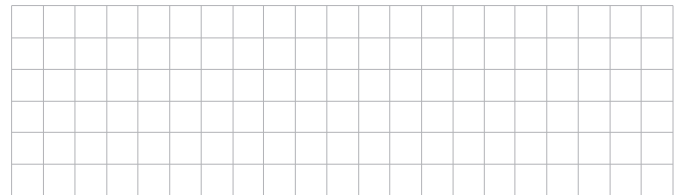
Sürtünmesiz yatay düzlemde 3 kilogram kütleli cisim 20 m/s büyüklüğündeki hızla duvara çarpıp şekildeki gibi ilerliyor.



Buna göre;

- duvarın cisme uyguladığı itmenin büyüklüğü,
- cismin çizgisel momentum değişiminin büyüklüğü,
- cismin duvarla etkileşim süresi 0,2 saniye ise duvarın ortalama kuvvetinin büyüklüğü

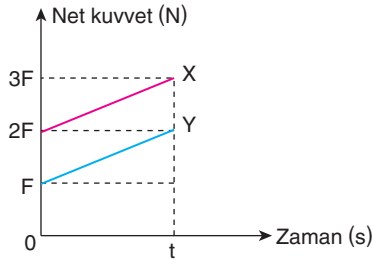
ne olur? $\left(\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \right)$





ÖRNEK-16

Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan, kütleleri sırasıyla 2m ve 3m olan X ve Y cisimlerine yatay olarak etki eden net kuvvetin zamana bağlı değişim grafikleri şekildedeki gibidir.



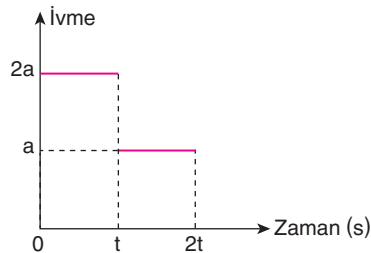
t anında X ve Y cisimlerinin hızlarının büyüklükleri sırasıyla v_x ve v_y olduğuna göre $\frac{v_x}{v_y}$ oranı kaçtır?

[illegible]

ÖRNEK-17

Sürtünmesiz yatay düzlemde durgun hâlden harekete baş-
layan cismin ivme-zaman grafiği şeklindeki gibidir.

Cismin çizgisel momentum ve kinetik enerjisinin büyüklükleri t anında P_1 ve E_1 ; $2t$ anında P_2 ve E_2 dir.



Buna göre;

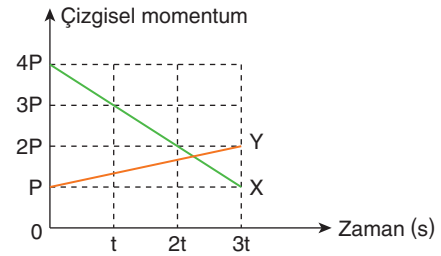
- a. $\frac{P_1}{P_2}$ oranı,
- b. $\frac{E_1}{E_2}$ oranı

kaçtır?

[illegible]

ÖRNEK-18

Doğrusal bir yolda ilerlemekte olan X ve Y cisimlerinin çizgisel momentum-zaman grafikleri şekildeki gibidir.



Buna göre cisimlere etki eden net kuvvetlerin büyüklükle-

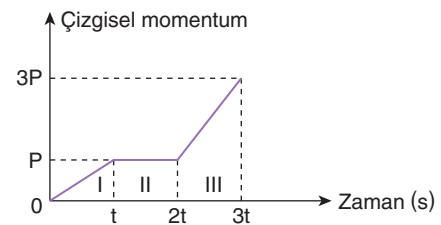
ri oranı $\frac{F_x}{F_y}$ aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{1}{9}$ B) $\frac{1}{3}$ C) 1 D) 3 E) 9

[illegible]

ÖRNEK-19

Doğrusal bir yolda ilerlemekte olan cisme ait çizgisel momentum-zaman grafiği şekildeki gibidir.

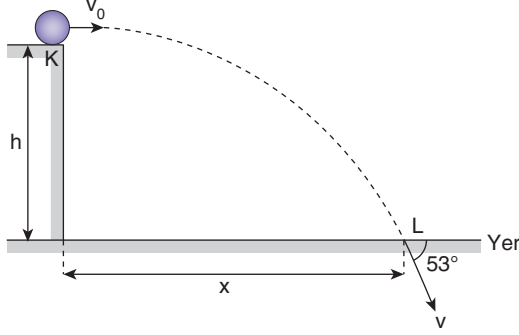


Cisme I, II ve III zaman aralıklarında etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri F_1 , F_2 ve F_3 olduğuna göre bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $F_1 > F_2 > F_3$ B) $F_3 > F_2 > F_1$ C) $F_3 > F_1 > F_2$
D) $F_2 > F_1 > F_3$ E) $F_1 = F_3 > F_2$

[illegible]

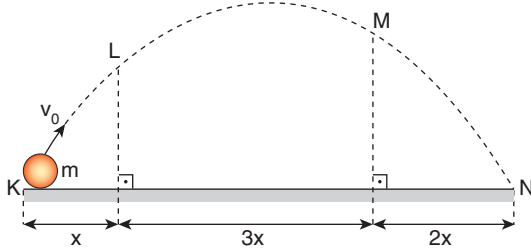
1. Hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda kütlesi 1,5 kilogram olan ve K noktasından v_0 büyüklüğündeki yatay hızla fırlatılan cisim şekildeki gibi L noktasında yere v büyüklüğündeki hız ile çarpıyor.



Cisim yere çarpıncaya kadar geçen sürede cisme uygulanan itme $60 \text{ N} \cdot \text{s}$ olduğuna göre x uzunluğu kaç metredir? ($\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$; $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

- A) 40 B) 60 C) 80 D) 100 E) 120

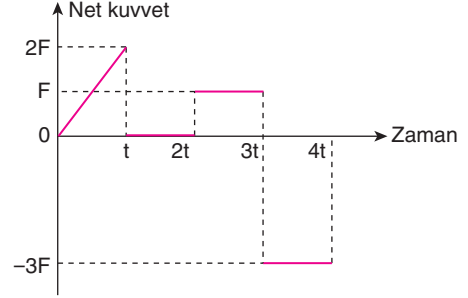
2. Hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda m kütleli bir parçacık K noktasından yukarı yönde eğik olarak atıldığında şekildeki yörüngeyi izleyerek N noktasına düşüyor.



Cismin KL, LM ve MN noktaları arasındaki çizgisel momentum değişiminin büyüklükleri sırasıyla ΔP_1 , ΔP_2 ve ΔP_3 olduğuna göre bu büyüklükler arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3$ B) $\Delta P_1 > \Delta P_2 > \Delta P_3$
C) $\Delta P_1 > \Delta P_3 > \Delta P_2$ D) $\Delta P_2 > \Delta P_3 > \Delta P_1$
E) $\Delta P_3 > \Delta P_2 > \Delta P_1$

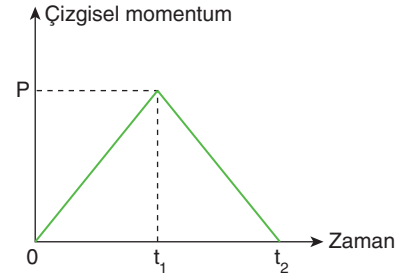
3. Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan bir cisme yatay olarak uygulanan net kuvvetin zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



Cismin t anındaki çizgisel momentumu $\vec{P}$ olduğuna göre $4t$ anındaki momentumu aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $-\vec{P}$ B) $-\frac{\vec{P}}{2}$ C) $\frac{\vec{P}}{2}$ D) $\vec{P}$ E) $\frac{3\vec{P}}{2}$

4. Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan cismin çizgisel momentumunun zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir. Cisme $(0 - t_1)$ ve $(t_1 - t_2)$ zaman aralıklarında etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri sırasıyla $2F$ ve $3F$ 'dir.



Buna göre $\frac{t_1}{t_2}$ oranı aşağıdakilerden hangisidir?

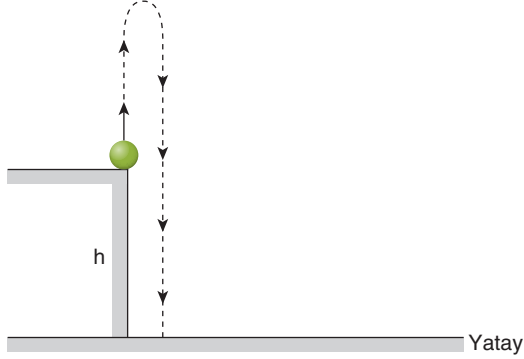
- A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{5}{3}$

5. Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda yatay düzlemdeki bir cisme önce batı yönünde 50 N büyüklüğündeki yatay kuvvet 2 saniye, daha sonra ise güney yönünde 80 N büyüklüğündeki yatay kuvvet 3 saniye uygulanıyor.

Kuvvetler ayrı ayrı uygulandığına göre cisme verilen toplam itmenin büyüklüğü kaç $\text{N} \cdot \text{s}$ olur?

- A) 130 B) 150 C) 180 D) 240 E) 260

6. Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda h yüksekliğinden yukarı yönde düşey olarak fırlatılan cisim şekildeki yörüngeyi izleyerek yere çarpmıştır.



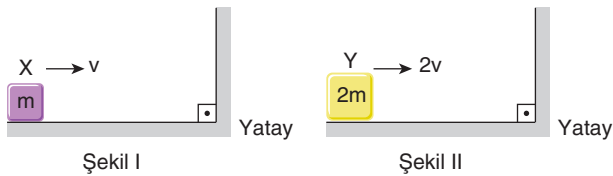
Buna göre,

- I. Cisim yukarı yönde hareket ederken cisme uygulanan itme yukarı yöndedir.
- II. Cisim aşağı yönde hareket ederken cisme uygulanan itme aşağı yöndedir.
- III. Cisme maksimum yükseklikte iken etki eden net kuvvet sıfırdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

7. Sürtünmelerin önemsenmediği Şekil I ve Şekil II'deki yatay düzlemlerde kütleleri sırasıyla m ve $2m$ olan X ve Y cisimleri v , $2v$ büyüklüğünde yatay hızlarla düşey duvarlara çarpıyorlar. Cisimler duvarlarla eşit süre etkileştikten sonra v büyüklüğünde hızlarla geri dönüyorlar. Duvarların X ve Y cisimlerine uyguladıkları ortalama kuvvetlerin büyüklükleri sırasıyla F_X ve F_Y dir.



Buna göre $\frac{F_X}{F_Y}$ oranı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{6}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{2}$

8. Sürtünmelerin ihmal edildiği yatay düzlemlerde kütleleri sırasıyla m ve $4m$ olan durgun X ve Y cisimlerine büyüklüğü F olan yatay kuvvetler şekildeki gibi uygulanmaktadır.



Buna göre;

- I. cisimlerin aynı çizgisel momentuma ulaşmaları,
- II. cisimlerin aynı hıza ulaşması

durumlarının tek başına olabilmesi için geçen sürelerin oranı $\frac{t_X}{t_Y}$ aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?

	I	II
A)	1	$\frac{1}{4}$
B)	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
C)	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
D)	$\frac{1}{2}$	1
E)	1	$\frac{1}{2}$



892004

ÖĞRENCİ NO	YANITLAR
1	1 (A) (B) (C) (D) (E)
2	2 (A) (B) (C) (D) (E)
3	3 (A) (B) (C) (D) (E)
4	4 (A) (B) (C) (D) (E)
5	5 (A) (B) (C) (D) (E)
6	6 (A) (B) (C) (D) (E)
7	7 (A) (B) (C) (D) (E)
8	8 (A) (B) (C) (D) (E)
9	9 (A) (B) (C) (D) (E)
10	10 (A) (B) (C) (D) (E)
11	11 (A) (B) (C) (D) (E)
12	12 (A) (B) (C) (D) (E)
13	13 (A) (B) (C) (D) (E)
14	14 (A) (B) (C) (D) (E)
15	15 (A) (B) (C) (D) (E)
16	16 (A) (B) (C) (D) (E)
17	17 (A) (B) (C) (D) (E)
18	18 (A) (B) (C) (D) (E)
19	19 (A) (B) (C) (D) (E)
20	20 (A) (B) (C) (D) (E)

Çizgisel Momentumun Korunumu

$$\vec{F}_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

$$\vec{F}_{\text{net}} = 0 \text{ ise } \Delta \vec{P} = 0 \text{ olur.}$$

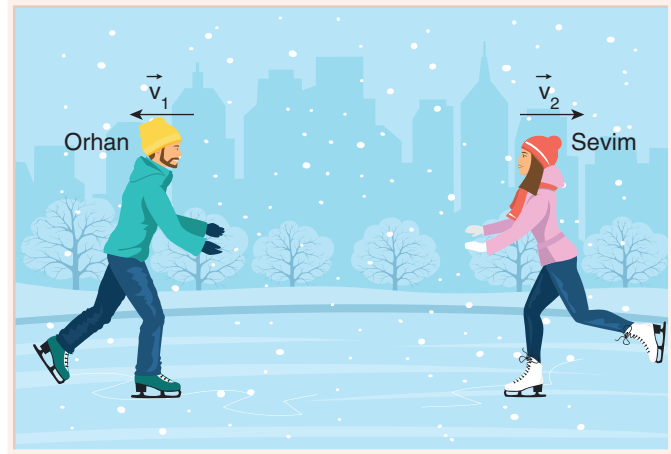
Sisteme etkiyen dış kuvvetlerin bileşkesi sıfır olduğu durumlarda çizgisel momentum korunur. Sistem dışarıdan bir kuvvetin etkisinde kalırsa bu kuvvete **dış kuvvet** denir. Futbolcuların topa vurması, sürtünme kuvveti ile cismin yavaşlaması vb.

Kapalı bir sistemde, sistemin parçalarına etki eden kuvvete **iç kuvvet** denir. Patlama, roketin patlaması vb.

- ✓ Duran araca dışarıdan yeterli kuvvet uygulanırsa araç hareket ettirebilir. Ancak arabanın içindeyken kasasına kuvvet uygulanırsa etki-tepki yasasından dolayı araba hareket ettirilemez.



- ✓ Sürtünmelerin ihmal edildiği buz üzerinde duran Orhan, Sevim'i F_1 büyüklüğünde kuvvet ile iterse kendisine de F_2 büyüklüğünde bir tepki kuvveti etki eder. Orhan ve Sevim zıt yönde kaymaya başlar.

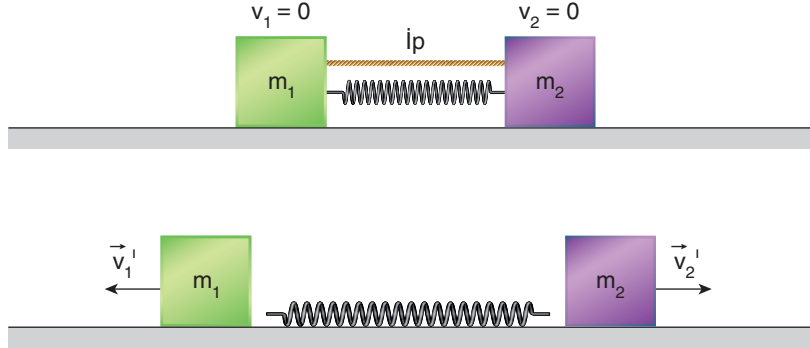


$$\begin{aligned}\vec{F}_1 &= -\vec{F}_2 \\ \vec{F}_1 \cdot \Delta t &= -\vec{F}_2 \cdot \Delta t \\ \vec{I}_1 &= -\vec{I}_2\end{aligned}$$

Bu durumda,

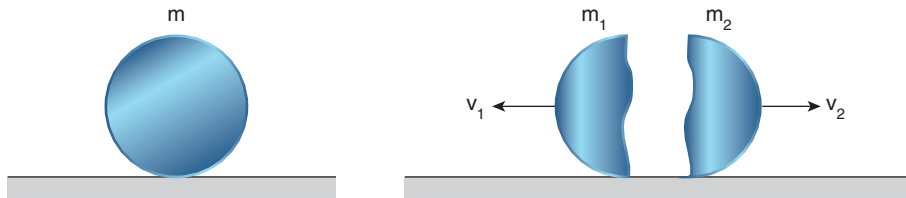
- ✓ Orhan'ın çizgisel momentumu korunmaz. Çünkü itme uygulanmıştır.
- ✓ Sevim'in çizgisel momentumu korunmaz. Çünkü itme uygulanmıştır.
- ✓ Orhan ve Sevim'den oluşan sistemin çizgisel momentumu korunmuştur. Çünkü sisteme etki eden net itme sıfırdır.
- ✓ Orhan ve Sevim'in kazandıkları çizgisel momentumların büyüklükleri eşittir.

- ✓ Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda yatay düzlemdeki durgun iki kütle arasına bir yay sıkıştırılıyor ve cisimler esnemeyen ip ile birbirine bağlanıyor. İp koparıldığında cisimler zıt yönde harekete geçer.



Bu durumda,

- m_1 kütleli cismin çizgisel momentumu korunmaz, çünkü yay tarafından itme uygulanmıştır.
 - m_2 kütleli cismin çizgisel momentumu korunmaz, çünkü yay tarafından itme uygulanmıştır.
 - m_1 ve m_2 kütleli cisimlerden oluşan sistemin çizgisel momentumu korunur. Çünkü sisteme uygulanan net itme sıfırdır.
 - m_1 ve m_2 kütleli cisimlerin kazandıkları çizgisel momentumlar eşit büyüklüktedir. Çünkü yay tarafından eşit büyüklükte itme uygulanmıştır.
- ✓ Bir cismin patlamadan önceki çizgisel momentumu patladıktan sonraki parçacıkların çizgisel momentumlarının bileşkesine eşittir. Bunun nedeni patlama olayında cisme dışarıdan bir kuvvet etki etmemesi ve çizgisel momentumun korunmasıdır.
- ✓ Durmakta olan m kütleli cisim iç patlama sonucu m_1 ve m_2 kütleli cisimlere ayrılıp şekildeki gibi v_1 ve v_2 büyüklüğünde hızlarla hareket ediyor.



Çarpışma öncesi çizgisel momentum sıfır olduğundan çarpışma sonrası da toplam çizgisel momentum sıfır olmalıdır.

$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2 \text{ dir.}$$



Çarpışmalar

Dış kuvvetin sıfır olduğu tüm çarpışmalarda çizgisel momentum korunur.

Esnek çarpışma: Bir sistemde çarpışmadan önceki ve sonraki kinetik enerjiler toplamı birbirine eşit ise kinetik enerji korunmuştur. Bu tür çarpışmalara **esnek çarpışma** denir.

Esnek olmayan çarpışma: Bir sistemde çarpışma öncesi ve sonrası kinetik enerjiler toplamı birbirine eşit değil ise bu tür çarpışmalara **esnek olmayan çarpışma** denir.

Tamamen esnek olmayan çarpışma: Cisimler çarpışmadan sonra birbirine yapışık hareket ederse bu tür çarpışmalara **tamamen esnek olmayan çarpışma** denir.

Dış kuvvet sıfır ise,

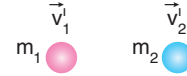
	Sistemin Momentumu	Sistemin Kinetik Enerjisi
Esnek Çarpışma	$\vec{P}_{\text{önce}} = \vec{P}_{\text{sonra}}$	$E_{K_{\text{önce}}} = E_{K_{\text{sonra}}}$
Esnek Olmayan Çarpışma	$\vec{P}_{\text{önce}} = \vec{P}_{\text{sonra}}$	$E_{K_{\text{önce}}} = E_{K_{\text{sonra}}} + E_{\text{ISI}}$
Tamamen Esnek Olmayan Çarpışma	$\vec{P}_{\text{önce}} = \vec{P}_{\text{sonra}}$	$E_{K_{\text{önce}}} = E_{K_{\text{sonra}}} + E_{\text{ISI}}$

Bir Boyutta Esnek Çarpışmalar (Merkezî Esnek Çarpışmalar)

İki cismin kütle merkezleri çarpışmadan önce ve sonra aynı doğrultu üzerinde kalırsa buna **merkezî esnek çarpışma** denir.



Çarpışma öncesi,



Çarpışmadan sonra,

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

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2' \quad (1)$$

$$E_{K_{\text{önce}}} = E_{K_{\text{sonra}}}$$

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

1. denklemden

$$m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}_1') = m_2(\vec{v}_2' - \vec{v}_2)$$

2. denklemden

$$m_1 \cdot v_1^2 + m_2 \cdot v_2^2 = m_1 \cdot v_1'^2 + m_2 \cdot v_2'^2$$

$$m_1(v_1^2 - v_1'^2) = m_2(v_2'^2 - v_2^2)$$

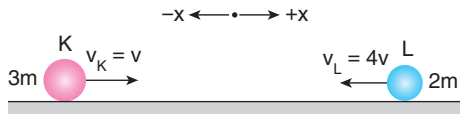
$$m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}_1')(\vec{v}_1 + \vec{v}_1') = m_2(\vec{v}_2' - \vec{v}_2)(\vec{v}_2' + \vec{v}_2)$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_1' = \vec{v}_2 + \vec{v}_2'$$

denklemleri elde edilir.

ÖRNEK-24

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki kütleleri sırasıyla $3m$, $2m$ olan K ve L cisimleri v ve $4v$ büyüklüğündeki hızlarla şekildeki gibi hareket ederken merkezî olarak esnek çarpışma yapıyor.



Buna göre çarpışmadan sonra cisimlerin hızları hangi yönde ve kaç v olur?

[illegible]

ÖRNEK-25

Sürtünmesiz yatay düzlemde kütleleri sırasıyla $2m$ ve m olan X ve Y cisimleri $4v$ ve $5v$ büyüklüğündeki hızlarla hareket ederek merkezi esnek çarpışma yapıyor.



Buna göre çarpışma sonrası X cisminin hızının büyüklüğü hangi yönde kaç v olur?

- A) 1 yönünde, 2v B) 2 yönünde, 2v
C) 1 yönünde, v D) 2 yönünde, v
E) 1 yönünde, 3v

[illegible]

ÖRNEK-26

Kütleleri sırasıyla m ve $2m$ olan K ve L cisimleri sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki gibi v_K ve v_L büyüklüğündeki hızlarla birbirlerine doğru hareket ederken merkezî esnek çarpışma yapıyorlar.



Çarpışmadan sonra L cismi durduğuna göre $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaç-
tır?

[illegible]

ÖRNEK-27

Sürtünmesiz yatay düzlemde hareketsiz duran 2 kg'lık bir oyuncak arabaya, kütlesi bilinmeyen ve hızı +x eksenı yönünde 4 km/h olan başka bir oyuncak araba tam esnek olarak çarpmaktadır.

2 kg'lık arabanın çarpışmadan sonraki hızının +x ekseninde 2 km/h olması için diğer arabanın kütlesi kaç kg olmalıdır?

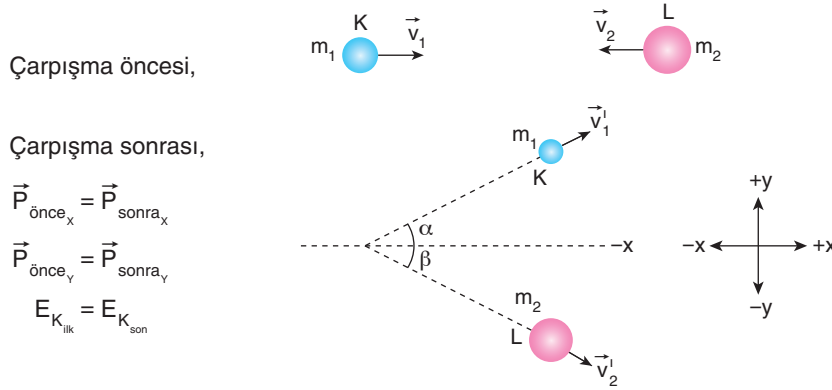
- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) 3 E) 6

(2017-LYS)

[illegible]

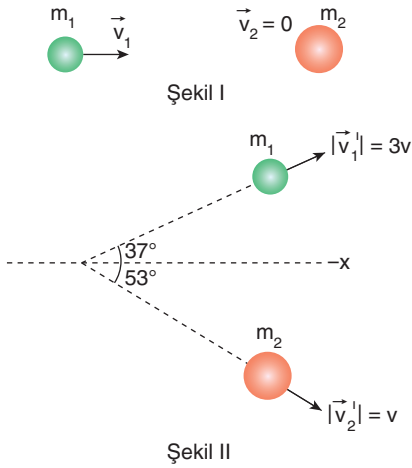
İki Boyutta Esnek Çarpışmalar (Merkezî Olmayan Esnek Çarpışmalar)

Cisimlerin kütle merkezleri aynı doğrultuda değil ise çarpışmadan sonra cisimler farklı doğrultularda hareket eder. Bu tür çarpışmalara **merkezî olmayan esnek çarpışma** denir.



ÖRNEK-30

Kütlesi m_1 olan bir cisim, v_1 büyüklüğündeki hızla, durmakta olan m_2 kütleli cisimle sürtünmesiz yatay düzlemde Şekil I'deki gibi merkezî olmayan esnek çarpışma yapıyor. Cisimler çarpışma sonrası Şekil II'deki gibi $3v$ ve v büyüklüğündeki hızlarla hareket ediyor.



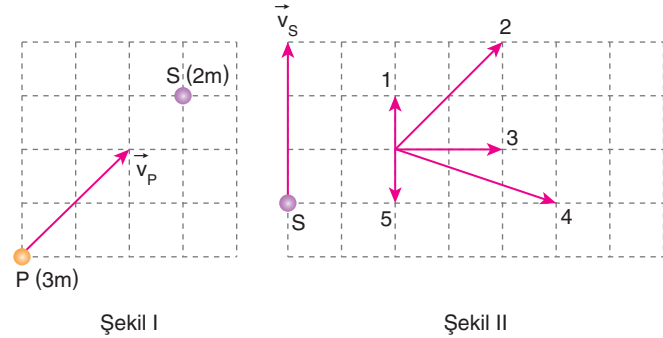
Buna göre $\frac{m_1}{m_2}$ oranı kaçtır?

($\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$)



ÖRNEK-31

Eşit bölmelere ayrılmış sürtünmesiz yatay düzlemde $3m$ kütleli P cismi, Şekil I'deki gibi sabit $\vec{v}_p$ hızıyla hareket ederken durmakta olan $2m$ kütleli S cismi ile çarpışmaktadır.



S cisminin çarpışmadan sonraki hız vektörü Şekil II'de gösterildiği gibi $\vec{v}_s$ olduğuna göre çarpışmadan sonra P cisminin hız vektörü 1, 2, 3, 4 ve 5 ile numaralanmış vektörlerden hangisidir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5
