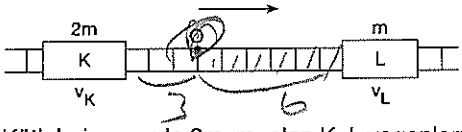
Kaynak ve güncel sürüm: İtme ve Momentum Soru Çözümleri PDF İndir

http://www.etkinlikpaylas.com/

Bölüm: 19 İtme – Momentum

LYS SORUSU

1.



Kütleleri sırasıyla 2m, m, olan K, L vagonları sürtünmesiz ray üzerinde v_K, v_L büyüklüğündeki sabit hızlarla birbirine yaklaşıyor. t = 0 anında şekildeki konuma gelen vagonlar bir süre sonra O noktasında esnek çarpışma yapıyor.

Raydaki bölmeler eşit aralıklı olduğuna göre, K ve L'nin çarpışmadan sonraki hızları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Her ikisinin de hızı ok yönündedir.

B) Her ikisinin de hızı oka zıt yöndedir.

C) L'nin hızı sıfırdır, K'ninki oka zıt yöndedir.

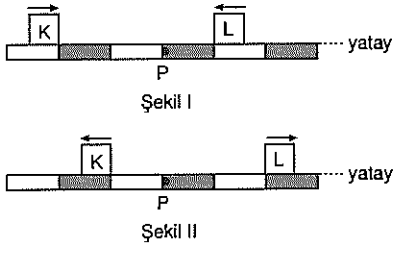
D) Her ikisinin de hızı sıfırdır.

E) K'nin hızı oka zıt yönde, L'ninki ok yönündedir.

(2010-LYS)

ÖSS SORULARI

1.



Sürtünmesiz yatay bir ray üzerinde birbirine doğru sabit hızlarla gelen K, L cisimlerinin $t_0 = 0$ anındaki konumu Şekil I deki gibidir. Bu cisimler $t_0 = 0$ anından t süre sonra P noktasında çarpışıyor ve bu çarpışmadan t süre sonra da Şekil II deki konuma geliyor.

Buna göre,

I. K nin kütlesi L ninkine eşittir.

II. Çarpışma esnektir.

III. Çarpışmadan önce, K nın momentumunun büyüklüğü L ninkine eşittir.

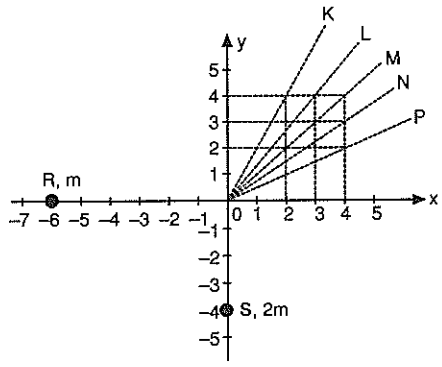
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

(2006-ÖSS FEN 2)

2.



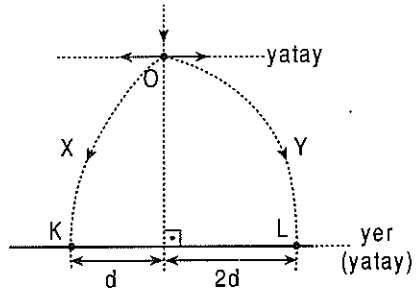
Sürtünmesiz yatay düzlemdeki m kütleli R cismi ile 2m kütleli S cisminin xy koordinat sisteminde, $t_0 = 0$ anındaki konumları şekildeki gibidir. R cismi +x yönünde, S cismi de +y yönünde sabit hızlarla haraket ederek, t süre sonra (0,0) noktasında çarpışıp kenetleniyor.

Kenetlenen bu cisimler, çarpışmadan sonra şekilde kesikli çizgilerle belirtilen yollardan hangisini izler?

A) K B) L C) M D) N E) P

(2007-ÖSS-Fen II)

3.



Serbest düşen bir cisim, O noktasına geldiğinde, içten patlamayla şekildeki oklar yönünde fırlayan X, Y parçalarına bölünüyor. Bu parçalardan X, K noktasına, Y de L noktasına düşüyor.

Buna göre,

I. X in momentumunun yatay bileşeninin büyüklüğü Y ninkine eşittir.

II. X in yere düşme süresi Y ninkine eşittir.

III. X in kütlesi Y ninkine eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Havanın direnci önemsizdir.)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

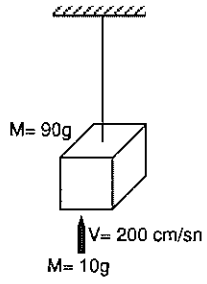
D) I ve II E) II ve III

(2009-ÖSS FEN 2)

etkinlikpaylas.com | Fizik

ÖYS SORULARI

1. Şekildeki gibi iple asılmış, 90 gr lık bir tahta parçasına, 10 gr lık bir mermi, askı ipi doğrultusunda 200 cm/sn lik hızla çarpıp saplanıyor.



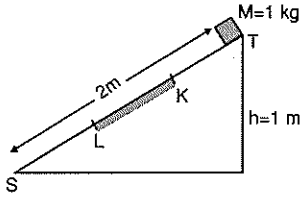
Bu mermi ile birlikte tahta, kaç cm yükselir?

(g = 1000 cm/sn^2)

A) $\frac{1}{100}$ B) $\frac{1}{5}$ C) $\frac{20}{81}$ D) $\frac{20}{9}$ E) 20

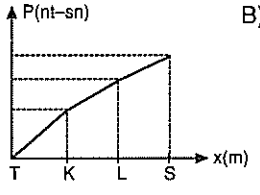
(1981-ÖYS)

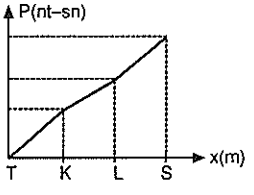
2.

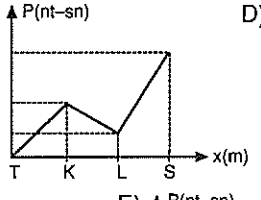


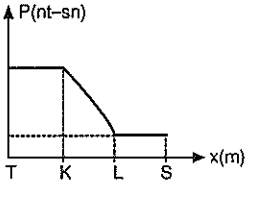
Şekildeki eğik düzlemde, yalnız K–L arasında M cismine F_r = 2,5 newtonluk bir sürtünme kuvveti etki etmektedir.

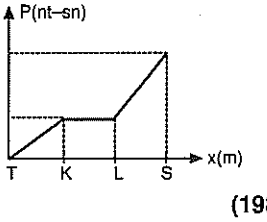
T noktasından S noktasına hareket eden M cisminin p momentumunu, uzaklığa bağlı gösteren grafik nasıl olur? (g = 10 m/s^2)

A)


B)


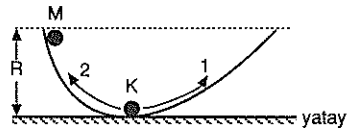
C)


D)


E)


(1981-ÖYS)

3.



Küçük bir K bilyesi, şekildeki rayın üzerinde dengede iken, buna özdeş bir M bilyesi, R yüksekliğinden, raya bırakılıyor.

Rayda sürtünme olmadığına ve iki bilye tam esnek, merkezi çarpışma yaptığına göre, çarpışmadan sonra, bilyelerin hareketleri nasıl olur?

A) M hareketsiz kalır; K, (1) yönünde hareket ederek R yüksekliğine çıkar.

B) K ve M ters yönlerde hareket ederek $\frac{R}{2}$ yüksekliğine çıkarlar.

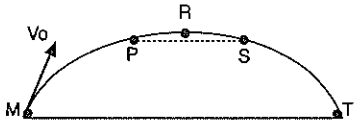
C) K yerinde kalır; M geri dönerek (2) yönünde hareket eder, R yüksekliğine çıkar.

D) M hareketsiz kalır; K, (1) yönünde hareket ederek dışarı fırlar.

E) K ve M birlikte (1) yönünde hareket ederek $\frac{R}{2}$ yüksekliğine çıkar.

(1982-ÖYS)

4.



Sürtünmesiz bir ortamda, şekildeki eğik atış hareketini yapan (m) kütlesinin momentumu için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) P ve S noktalarında vektörel momentumlar eşittir.

B) Vektörel momentumlar her noktada aynıdır.

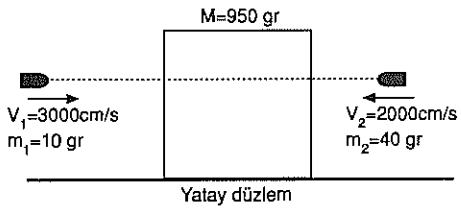
C) M ve T noktalarında düşey vektörel momentumlar eşittir.

D) R noktasında momentum sıfırdır.

E) Yatay vektörel momentumlar her noktada aynıdır.

(1982-ÖYS)

5.



Durmakta olan M = 950 gr lık bir bloka, şekildeki gibi, yatay bir doğru boyunca ve ters yönlerde gelen, kütleleri ve hızları farklı iki mermi, aynı anda çarpıp saplandıklarına göre, blok, hangi yönde ve kaç cm/sn lik hızla harekete geçer? (Yatay düzlem sürtünmesiz)

A) $\vec{V}_1$ in yönünde, 500

B) $\vec{V}_2$ nin yönünde, 110

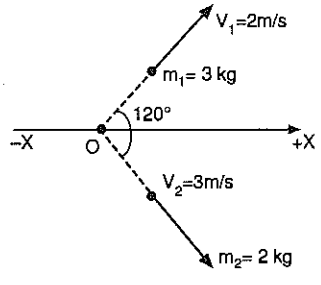
C) $\vec{V}_1$ in yönünde, 110

D) $\vec{V}_2$ nin yönünde, 50

E) $\vec{V}_1$ in yönünde, 50

(1983-ÖYS)

6.



Durmakta olan 6 kg lık bir cisim, bir patlama ile kütleleri farklı üç parçaya ayrılıyor.

Aynı düzlem üzerinde kalan üç parçanın ikisi, şekilde gösterildiği gibi hareket ediyorsa, üçüncü parça hangi yönde ve kaç m/sn hızla hareket eder?

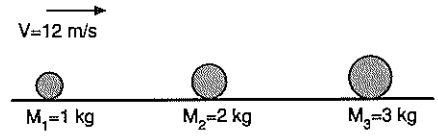
A) +x yönünde, 6 B) +x yönünde, 1

C) –x yönünde, 1 D) –x yönünde, 5

E) –x yönünde, 6

(1983-ÖYS)

7.



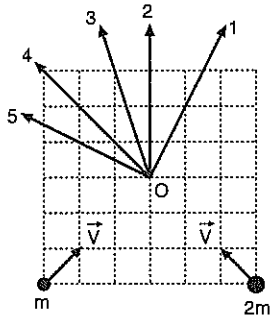
M_1 = 1 kg, M_2 = 2 kg, M_3 = 3 kg kütleli üç cisim, şekildeki gibi bir doğru üzerinde durmaktayken, m_1 kütleli olan, 12 m/sn hızla harekete başlıyor. Önce M_1 kütleli cisim mM_2 ile, sonra da bu iki cisim M_3 ile esnek olmayan çarpışmalar yaparak birbirine yapışıyor.

Kütlelerin bu iki çarpışmadan sonraki ortak hızı kaç m/sn dir? (Çarpışmalar sürtünmesiz yatay düzlemdedir.)

A) 6 B) 4 C) 2 D) 3 E) 0

(1984-ÖYS)

8.



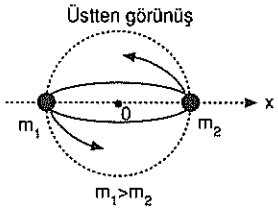
Yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde, m ve 2m kütleli iki cisim, şekildeki gibi V hızlarıyla aynı anda harekete başlıyor ve esnek olmayan çarpışma yaparak birbirine yapışıyor.

Bu cisimlerin çarpışmadan sonraki hareket yönü şekilde belirtilenlerden hangisidir?

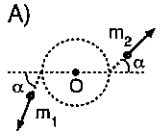
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

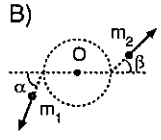
(1984-ÖYS)

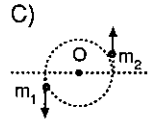
9. Kütleleri $m_1 > m_2$ olan iki çocuk buz üzerinde el ele tutuşarak 0 noktası çevresinde dönüyorlar.

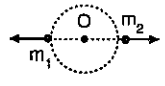


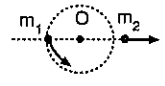
m_1 kütleli çocuk ötekini, şekildeki konumdayken, x yönünde itip elini bırakırsa, çocukların bundan sonraki hız vektörleri aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A) 

B) 

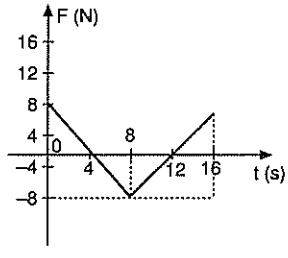
C) 

D) 

E) 

(1985-ÖYS)

10.



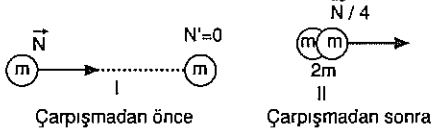
Kütlesi 4 kg ve t = 0 anındaki hızı 4 m/s olan bir cismin kuvvet-zaman grafiği şekildeki gibidir.

Bu cismin kaçıncı saniyelerdeki kinetik enerjisi başlangıçtaki (t = 0) kinetik enerjisine eşittir?

A) 12 ve 16 B) 8 ve 16 C) 8 ve 12
D) 4 ve 12 E) 4 ve 8

(1985-ÖYS)

11.

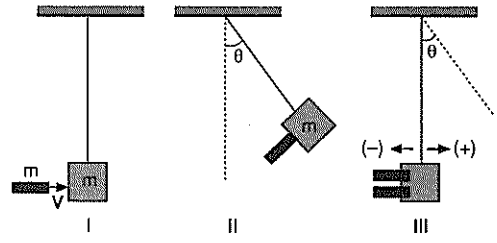


Şekildeki çarpışmada toplam kütleden kaybolan kinetik enerji çarpışmadan önceki kinetik enerjinin kaçta kaçıdır?

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{7}{8}$

(1985-ÖYS)

12.



Şekildeki durmakta olan m kütleli sarkaca, m kütleli bir mermi v hızıyla gelip saplanıyor (I). Bunun sonucunda sarkaç mermiyle birlikte denge konumundan ayrılıyor (II). Bu sarkaca, denge konumuna ilk kez döndüğü anda, birinciye özdeş, başka bir mermi aynı v hızıyla gelip saplanıyor.

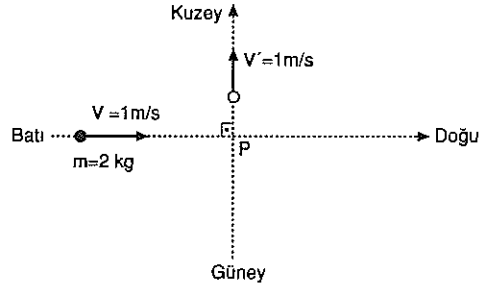
Sarkacın bundan sonraki hızı nedir?

(Sarkacın hareketinde enerji kaybı yok)

A) $-\frac{3}{2}v$ B) $-\frac{1}{3}v$ C) 0 D) $\frac{1}{3}v$ E) $\frac{2}{3}v$

(1986-ÖYS)

13.



Sürtünmesiz yatay bir düzlemde 2 kg kütleli bir cisim 1 m/s hızla doğuya doğru giderken şekildeki P noktasına gelince kuzeye yönelmiştir.

Hızın büyüklüğü değişmediğine göre, bu cisme P noktasında etki eden itmenin büyüklüğü ve yönü nedir?

	Büyüklük (newton-saniye)	Yön
A)	0	–
B)	$\sqrt{2}$	Kuzey
C)	$\sqrt{2}$	Kuzey-batı
D)	$2\sqrt{2}$	Batı
E)	$2\sqrt{2}$	Kuzey-batı

(1986-ÖYS)

14. Duran bir cisim, patlama sonucu iki parçaya ayrılıyor.

Parçaların kütleleri ve kinetik enerjileri sırayla m_1, E_1 ve m_2, E_2 olduğuna göre, kinetik enerjilerin $\frac{E_1}{E_2}$ oranı aşağıdakilerden hangisine eşittir?

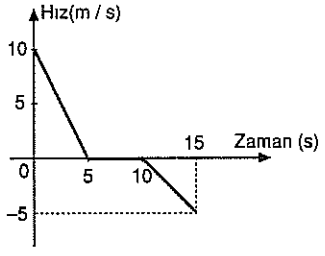
(Patlama sırasında çevreye hiçbir tür enerji yayılması olmadığı varsayılacaktır.)

A) $\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$ B) $\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ C) $\frac{m_1}{m_2}$

D) $\frac{m_2}{m_1}$ E) $m_1 . m_2$

(1987-ÖYS)

15.



Kütlesi 2 kg olan bir hareketlinin hız–zaman grafiği şekildeki gibidir.

Bu hareketlinin 0–15 saniye aralığındaki momentum değişimi kaç kg. $\frac{m}{s}$ dir?

A) –30 B) –15 C) 5 D) 10 E) 12,5

(1987-ÖYS)

16. M kütleli cisim, sabit F kuvvetinin etkisinde Δx yolunu, Δt süresinde alıyor.

Bu verilerle;

I. Uygulanan itme

II. Yapılan iş

III. Güç

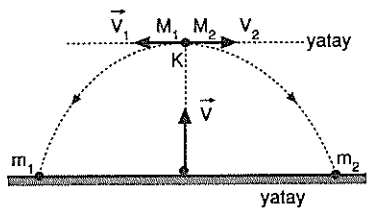
niceliklerinden hangileri hesaplanabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

(1988-ÖYS)

17.



Düşey olarak yukarı doğru fırlatılan bir cisim, K noktasındaki patlama sonucu, M_1, M_2 parçalarına ayrılıyor. Parçaların yörüngeleri ve V_1, V_2 ilk hızlarının doğrultuları şekildeki gibidir.

M_1, M_2 cisimlerinin aşağıdaki niceliklerinden hangisi, hareketleri süresince her an birbirine eşit kalır?

A) Kinetik enerjileri

B) Potansiyel enerjileri

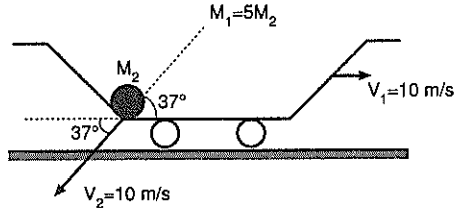
C) Hızlarının yatay bileşeninin büyüklüğü

D) Momentumlarının yatay bileşeninin büyüklüğü

E) Momentumlarının düşey bileşeninin büyüklüğü

(1988-ÖYS)

18.



M_1 kütleli bir araba, yatay doğrultuda, şekildeki gibi V_1 = 10 m/s hızla giderken, M_2 kütleli bir taş, yatayla 37° açı yapan doğrultuda V_2 = 10 m/s hızla arabanın içine düşüyor.

$M_1 = 5M_2$ olduğuna göre, bu olaydan sonra içinde taş bulunan arabanın hızı hangi yönde ve kaç m/s olur?

(sin37° = 0,6 ve cos37° = 0,8)

A) Sıfır

B) Önceki yönde ve 6

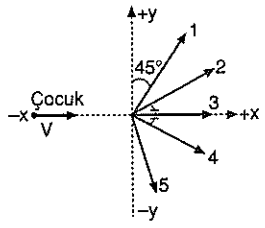
C) Öncekine ters yönde ve 6

D) Öncekine ters yönde ve 7

E) Önceki yönde ve 7

(1988-ÖYS)

19.



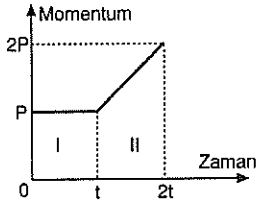
Buz üzerinde şekildeki gibi +x yönünde V hızıyla kayan bir çocuk, O noktasına geldiği anda elindeki futbol topunu, +y yönünde yine V büyüklüğündeki hızla fırlatılıyor.

Bundan sonra çocuk aşağıdakilerden angisine benzer yönde kayabilir?

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

(1989-ÖYS)

20.



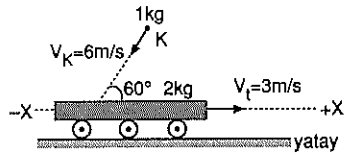
Bir cismin momentumun zamana bağlı değişimi şekildeki gibidir.

Bu cisme I ve II aralıklarında etkiyen kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	I de etkiyen kuvvet	II de etkiyen kuvvet
A)	Sabit	0
B)	Sabit	Artan
C)	Artan	Sabit
D)	0	Sabit
E)	0	Artan

(1989-ÖYS)

21.



Doğrusal ve sürtünmesiz bir yolda, 2 kg kütleli bir tabla, +x yönünde υ_t = 3 m/s hızla gitmektedir. 1 kg kütleli K cismi υ_k = 6 m/s hızla tablaya şekildeki gibi çarparak yapışıyor.

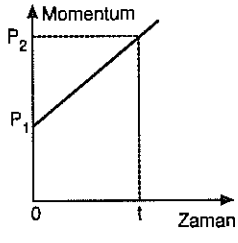
Bu andan sonra tablanın hareketi için ne söylenebilir?

(υ_t ve υ_k hızları aynı düşey düzlemdedir, $\sin30° = \cos60° = \frac{1}{2}$)

A) Hemen durur.
B) 1 m/s hızla, +x yönünde gider.
C) 1 m/s hızla, –x yönünde gider.
D) 3 m/s hızla, +x yönünde gider.
E) 3 m/s hızla, –x yönünde gider.

(1990-ÖYS)

22. Bir cismin momentum–zaman grafiği şekildeki gibidir.

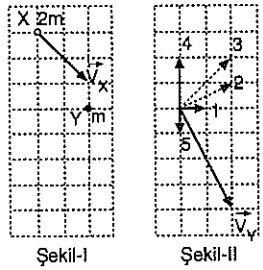


Bu grafik yardımıyla F, cisme etki eden kuvvet F.Δt, cisme 0–t aralığında etki eden itme a, cismin ivmesi V, cismin t anındaki hızı niceliklerinden hangileri bulunabilir?

A) Yalnız F B) F ve F.Δt
C) F.Δt ve a D) F, a ve V
E) F, F.Δt, a ve V

(1990-ÖYS)

23.



Şekil I deki 2m kütleli X cismi, durmakta olan m kütleli Y cismine V_X hızıyla çarpıyor.

Çarpışmadan sonra, Y cisminin hız vektörü Şekil II deki V_Y ise X inki hangisidir?

(Çarpışma, yatay ve sürtünmesiz düzlemdedir.)

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

(1991-ÖYS)

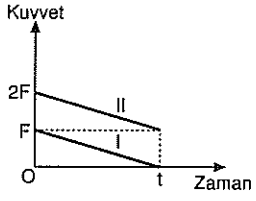
24. Bir kuleden yatay olarak fırlatılan 0,2 kg kütleli cisim, yere 3 saniyede düşüyor.

Bu sürede cisme etkiyen itmenin büyüklüğü kaç N.S'dir? (g = 10 m/s^2, sürtünme yok)

A) 30 B) 19 C) 10 D) 6 E) 0,6

(1991-ÖYS)

25.



Özdeş X, Y cisimleri yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde durmaktadır. Şekilde grafikleri görülen yatay doğrultudaki değişken kuvvetlerden I. si X cismini, II. si de Y cismini aynı anda, aynı yönde harekete geçiriyor.

t süre sonunda X in momentumunun büyüklüğü P_X, Y ninki de P_Y ise $\frac{P_X}{P_Y}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ E) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(1992-ÖYS)

26. Yerçekimi ivmesinin g olduğu bir yerde, m kütleli bir cisim, h yüksekliğinden, $\vec{v}_0$ yatay hızıyla fırlatılmıştır.

Bu cismin momentumu, yere çarpıncaya kadar geçen sürede $\Delta\vec{p}$ kadar değişiyor.

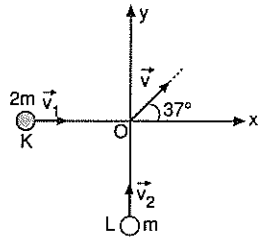
$\Delta\vec{p}$ niceliği; g, m, h $\vec{v}_0$ niceliklerinin hangilerinden bağımsızdır?

(Sürtünme önemsizdir.)

A) Yalnız $\vec{v}_0$ B) Yalnız g C) $\vec{v}_0$ ve m
D) m ve h E) g, m ve h

(1993-ÖYS)

27.



Şekildeki 2m kütleli K cismi $\vec{v}_1$ hızı ile +x yönünde, m kütleli L cismi de $\vec{v}_2$ hızı ile +y yönünde gidiyorlar ve 0 noktasında çarpışarak birbirine yapışıyorlar.

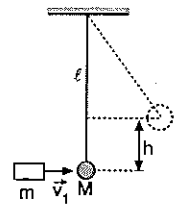
Yapışık cismin hızı x ekseni ile 37° lik açı yaptığına göre, $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?

(sin37° = 0,6; cos37° = 0,8)

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{5}{2}$

(1993-ÖYS)

28. Durgun haldeki sabit sarkaca, v_1 hızı ile giren mermi v_2 hızıyla çıkıyor ve sarkaç da şekildeki gibi h kadar yükseliyor.



h yüksekliği aşağıdakilerden hangisine bağlı <u>değildir</u>?

A) v_1, merminin ilk hızına

B) v_2 merminin son hızına

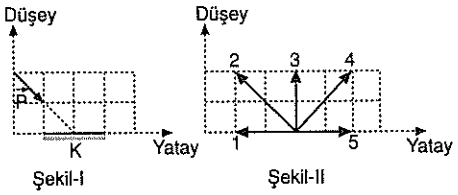
C) m, merminin kütlesine

D) M, sarkacın kütlesine

E) ℓ, sarkacın boyuna

(1994-ÖYS)

29.



Momentumu $\vec{p}$ olan bir foton, K aynasının yüzeyine Şekil I deki gibi çarparak yansıyor.

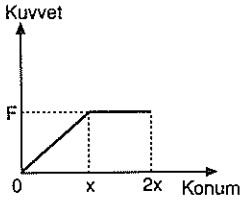
Yansımadan sonra, bu fotonun momentumunun değişimini veren vektör Şekil II dekilerden hangisidir?

Bölmeler eşit aralıklı, soğrulmalar önemsizdir.)

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

(1995-ÖYS)

30.



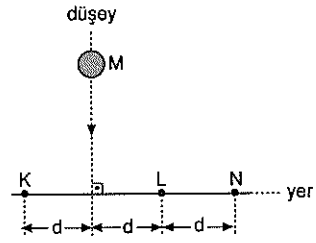
Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, ilk momentumu sıfır olan bir cismin kuvvet-konum grafiği şekildeki gibidir. Cismin momentumunun büyüklüğü, x konumunda P_1, 2x konumunda da P_2 dir.

Buna göre, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(1996-ÖYS)

31.



M kütleli bir cisim serbest düşerken içten patlama ile üç parçaya bölünüyor. Bu parçalar aynı düşey düzlemde hareket ederek şekildeki K, L, N noktalarına aynı anda düşüyor.

K, L, N noktalarına düşen parçaların kütleleri, sırasıyla m_K, m_L, m_N olduğuna göre;

I. $m_K > m_L$

II. $m_K > m_N$

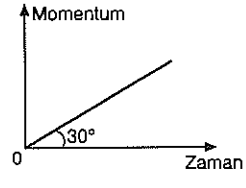
III. $m_L > m_N$

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

(1997-ÖYS)

32.



Kütlesi bilinen bir cismin momentum–zaman grafiği şekildeki gibidir.

Bu bilgilerle;

I. Cisme etki eden net kuvvet

II. Cismin ivmesi

III. Cisme etki eden sürtünme kuvveti

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

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

(1998-ÖYS)

ÜSS SORULARI

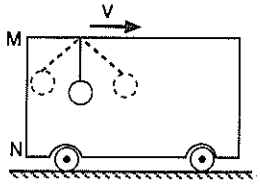
1. 12 tonluk bir vagon yatay bir yolda 2 m/s lik bir hızla, durmakta olan 8 tonluk başka bir vagona çarpıyor.

Çarpışmadan sonra iki vagonun ortak hızları kaç m/s olur?

A) 0,8 B) 0,9 C) 1 D) 1,2 E) 1,4

(1971-ÜSS)

2.



Şekildeki gibi v sabit hızıyla hareket eden kapalı bir kutunun içinde bulunan bir sarkaç, salınırken kutunun MN kenarına esnek olarak çarpmaktadır.

Bu olay sonunda kutunun hareketi aşağıdakilerden hangisine uyar?

A) Kutu, aynı hızla ters yönde harekete geçer.

B) Kutu, hızı artarak aynı yönde hareketine devam eder.

C) Kutu durur.

D) Kutu, hızı değişmeden aynı yönde hareketine devam eder.

E) Kutu, hareket doğrultusunda ileri geri salınır.

(1976-ÜSS)

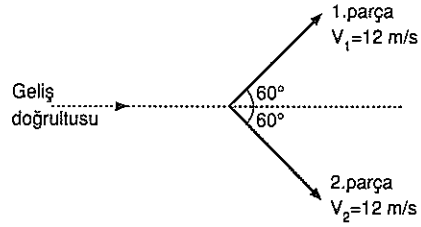
3. Kütlesi 5 kg ve momentumu 20 kg m/sn olan bir cisim, bir çarpışma sonunda momentumunun yarısını kaybediyor.

Cisim, bu çarpışmada kaç joule'lük enerji kaybetmiştir?

A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 60

(1976-ÜSS)

4.



4 m/sn lik hızla hareket etmekte olan bir cisim iç patlama sonunda üç eşit parçaya ayrılıyor. Patlama öncesi ve sonrası, bütün parçaların hareketleri aynı düzlemdedir. Parçalardan ikisi patlamadan sonra, şekildeki gibi, 12 m/sn lik hızlarla ilerliyorlar.

üçüncü parçanın durumu aşağıdakilerden hangisine uyar?

A) 24 m/sn lik hızla ileriye gider.

B) Patlamanın olduğu yerde hareketsiz kalır.

C) 24 m/sn hızla geriye doğru gider.

D) 12 m/sn hızla geriye doğru gider.

E) 12 m/sn hızla ileriye doğru gider.

(1976-ÜSS)

5. Boşlukta v hızı ile hareket eden m kütleli bir cisim, aynı yönde v/2 hızı ile hareket eden 2m kütleli başka bir cisme çarparak kenetleniyor.

Sistemin kenetlenme sonrası kinetik enerjisinin öncekine oranı nedir?

A) 0 B) $\frac{8}{9}$ C) $\frac{4}{9}$ D) $\frac{2}{3}$ E) 1

(1977-ÜSS)

6. **Kütleleri eşit iki cisim çarpıştıkları anda yapışıp durduklarına göre bu iki cismin çarpışmadan önceki hızlarının yönü ve şiddeti için ne söylenebilir?**

A) Aynı yönde, eşit şiddette

B) Dik doğrultuda, eşit şiddette

C) Aynı yönde, farklı şiddette

D) Ters yönde, farklı şiddette

E) Ters yönde, eşit şiddette

(1978-ÜSS)

7. Yatay bir düzlemde hızı azalarak yuvarlanan bir bilye, yolu üzerindeki ikinci bir bilyeye esnek olmayarak çarptığı anda, duruyor ve ikinci bilyeyi harekete geçiriyor.

Birinci bilyenin kinetik enerjisinin değişimiyle ilgili olarak aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?

A) Bir kısmı sürtünmeden ve çarpışmadan dolayı ısıya dönüşmüş, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

B) Bir kısmı çarpışma nedeniyle ısıya dönüşmüş, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

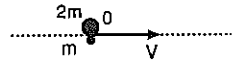
C) Bir kısmı sürtünmeden dolayı ısıya dönüşmüş, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

D) Tamamı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

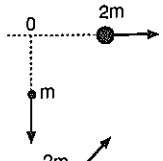
E) Bir kısmı sürtünmeden ve çarpışmadan dolayı ısıya dönüşmüş, bir kısmı birinci bilyede kalmış, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

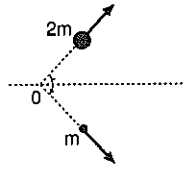
(1978-ÜSS)

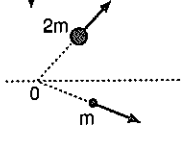
8. Kütleleri m ve 2m olan iki sporcu, buz üzerinde doğrusal bir yolda, yan yana değişmeyen bir hızla kayıyor. Bunlar, şekildeki 0 noktasına geldiklerinde, kütlesi 2m olanı, ötekini ansızın yola dik doğrultuda itiyor.

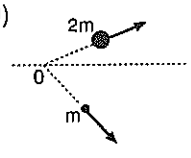


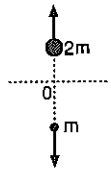
Sporcular düşmeden ve başka bir eylem yapmadan hareketlerini sürdürdüklerine göre, 0 noktasından sonra hareket yönleri aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A)


B)


C)


D)


E)


(1980-ÜSS)

CEVAPLAR

LYS

1. E

ÖSS

1. C 2. B 3. ?

ÖYS

1. B	2. B	3. A	4. E	5. D	6. E
7. C	18. C	9. B	10. B	11. E	12. C
13. E	14. D	15. A	16. E	17. D	18. E
19. D	20. D	21. B	22. B	23. A	24. D
25. B	26. A	27. B	28. E	29. C	30. C
31. D	32. C				

ÜSS

1. D	2. D	3. C	4. B	5. B	6. E
7. A	8. D				

LYS SORUSUNUN ÇÖZÜMÜ

1. Çarpışmadan önce aynı zaman aralığında K üç birim yol alırken L altı birim yol alıyor buna göre, L'nin hızı K'nın hızının iki katıdır. Ok yönünü pozitif yön kabul edelim.

$v_K = v$; $v_L = -2v$

Momentumun ve hızların korunumu prensibini uygularsak;

$P_{önce} = P_{sonra}$

$m_K.v_K + m_L.v_L = m_K.v'_K + m_L.v'_L$

$0 = v'_K + v'_L \Rightarrow 1$

$v_K + v'_K = v_L + v'_L$

$v + v'_K = -2v + v'_L \Rightarrow 2$

Oklarla gösterilen 1 ve 2 numaralı denklemleri taraf tarafa çözersek;

$$v'_K = -\frac{3v}{3}$$

$$v'_L = \frac{3v}{2}$$

bulunur.

Yanıt E

ÖSS SORULARININ ÇÖZÜMLERİ

1. Sabit hızla t süre sonra P de çarpışıyorlar. K nın P ye uzaklığı 2 birim ve L nin P ye uzaklığı 1 birim olduğuna göre x = V.t den,

K nın hızı 2V ve L nin hızı V kadardır.

Çarpışmadan sonra, gene t süre sonra, K nın P ye uzaklığı 1 birim olduğu için hızı V ye düşer, L nin P ye uzaklığı 2 birim olduğu için hızı 2V ye çıkar. Buna göre çarpışmadan sonra cisimlerin hızları değişmiştir. Bundan dolayı çarpışma esnektir.

Momentumun korunumuna göre,

Pi = Ps

$m_K.2V + m_L.(-V) = m_K.(-V) + m_L.(2V)$

$m_K = m_L$ elde edilir. Cisimlerin kütleleri eşittir.

Cisimlerin kütleleri eşit ve çarpışmadan önce K nın hızı L nin hızından büyük olduğu için K nın momentumu L nin momentumundan büyüktür.

III. yargı yanlış

Yanıt C

2. Momentumun korunumu ilkesini uygulayalım;

$P_{ilk} = P_{son}$

$P_{ilk} = P_R + P_S$

S cisminin O noktasına olan uzaklığı 4 birim ve R cisminin O noktasına olan uzaklığı 6 birimdir. İkisi de aynı anda O noktasında çarpıştıklarına göre R cisminin hızı S cisminin hızının 1,5 katıdır.

$V_R = 1{,}5V$ $V_S = V$

R cisminin momentumu x yönünde

$P_R = 1{,}5mV$

S cisminin momentumu y yönünde

$P_S = 2mV$ dir.

Kenetlenen kütlenin momentum bileşenleride yukarıdaki momentumlar kadar olmak zorundadır.

P_R/P_S = 3/4 olduğuna göre, ortak kütle 3/4 oranını veren L yolunu izlemek zorundadır.

Yanıt B

3. Serbest düşme yapan bir cisim bir süre düştükten sonra bir patlama ile parçalara ayrılıyorsa, parçalardan en azından birinin aşağı doğru bir hız bileşeni olması gerekmektedir. Bu bileşenin olmaması momentumun korunumu yasasına uymadığından soru yanlıştır.

ÖYS SORULARININ ÇÖZÜMLERİ

1. Mermi tahtaya saplandıktan sonra sistemin ortak hızı,

$m_m.V_m + m_t.V_t = (m_m + m_t).V_0$

$10.200 + 0 = 100.V_0$

$V_0 = 20$ cm/s

Enerjinin korunumu prensibine göre,

$$\frac{1}{2}(m_m + m_t).V_0^2 = (m_m + m_t).g.h$$

$$h = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{20^2}{2.1000} = \frac{1}{5}\text{cm olur.}$$

Yanıt B

2. Cisme TK ve LS aralığında sürtünme etki etmediği için cisim bu aralıklarda sabit ivme ile hızlanan hareket yapar ve bu yollar boyunca P = mV ifadesine göre momentumu artar.

KL arasında cisme etkiyen sürtünme kuvveti 2,5 N. Cismi eğik düzlem boyunca çeken kuvvet,

$F = mg\sin\alpha = 10.\frac{1}{2} = 5N$

KL arasında cisme aşağı doğru

$F_{net} = F - F_r = 5 - 2{,}5 = 2{,}5$ N kuvvet etki eder. Ancak bu kuvvetin yarattığı ivme sürtünmesiz kesimdeki ivmelerden daha azdır. Cisim bu aralıkta da hızlanır. Sonuç olarak grafik B seçeneğindeki gibi olur.

Yanıt B

3. Merkezi esnek çarpışmalarda özel durumlardan biri şudur: "Kütleler eşit ise çarpışmada cisimler birbirlerinin ilk hızlarını kazanırlar."

Buna göre m cismi K ya çarpınca hareketsiz kalır. K ise M nin hızıyla 1 yönünde R yüksekliğine çıkar.

Yanıt A

4. P = m.V ifadesine göre hız vektörel olduğu için momentum da vektöreldir ve yönü daima hız vektörü yönündedir.

Eğik atış hareketinde cismin yatay hız vektörünün büyüklüğü ve yönü daima sabit kaldığı için cismin yatay momentum vektörü de hareket süresince sabittir.

Yanıt E

5. Çarpışmadan önce sistemin momentumu P_i

$P_i = P_1 + P_2 + P_T$

$P_i = m_1V_1 + m_2V_2 + 0$

$P_i = 30000 - 80000 = -50000$ grcm/s

(–) işaretinin anlamı sistem çarpışmadan sonra (–) yönde gidecek anlamındadır. Momentumun korunumuna göre;

$P_i = P_s$

$50000 = (m_1 + m_2 + m_T).V$

$V = 50000/1000 = 50$ cm/s

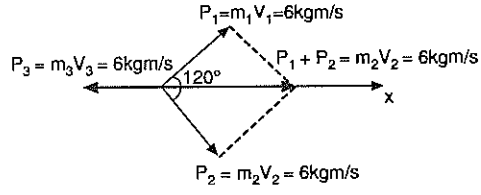
Çarpışmadan sonra sistem V_2 yönünde 50 cm/s hızla gider.

Yanıt D

6. $P_i = P_s$

Cisim hareketsiz olduğu için patlamadan önceki momentumu sıfırdır. $P_i = 0$

Momentumun korunumuna göre patlamadan hemen sonra parçaların momentumlarının toplamı sıfır olmalıdır.



3. parçanın kütlesi 6– 5 = 1 kg dır. $P_s = 0$ olması gerektiği için 3. parça –x yönünde 6 kgm/s lik momentumla hareket eder.

$P_1 + P_2 + P_3 = 0$, $P_3 = m_3V_3$

$6 = 1.V_3$, $V_3 = 6$m/s –x yönündedir.

Yanıt E

7. $M_1.V_1 + M_2.V_2 = (M_1 + M_2).V_{ort}$

$1.12 + 0 = (1+2).V_{ort}$

$V_{ort} = 4$ m/s

$4.3 = (3+2+1).V_{ort}$

$V_{ort} = 2$m/s dir.

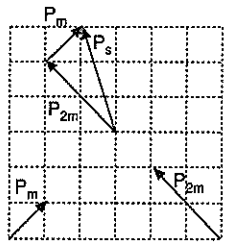
Yanıt C

8. 2m kütleli cismin momentumu m kütleli cismin momentumunun iki katıdır.

$P_i = P_s$

$P_m + P_{2m} = P_s$

$P_m = mV$, $P_{2m} = 2mV$



Ortak kütle P_m ve P_{2m} momentum vektörlerinin bileşkesi yönünde hareket eder.

Yanıt C

9. Momentumlar eşittir.

$M_1V_1 = M_2V_2$

$M_1 > M_2 \Rightarrow V_1 < V_2$ dir.

Büyük kütleli çocuk daireye dik olarak daha az hızla hareket edecektir. Teğet hızlar eşittir.

$\Delta V_{1x} < \Delta V_{2x}$ olur.

$V_2 > V_1 \Rightarrow \alpha > \beta$ olur.

Yanıt B

10. Alanlar, itmeyi (F.Δt) yi verir.

F.Δt = m. ΔV dir. 8. saniyede itmeler eşit ve zıt yönlü olduğunda cismin hızı t = 0 anındaki hızdır. Aynı şekilde 16. saniyede de alanlar aynı, fakat zıt işaretli olduğundan yine hız değişimi yoktur. Hız t = 0 anındaki hıza eşittir.

t = 0 anındaki kinetik enerji,

$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}.4.4^2 = 32J$ olur.

8. ve 16. saniyede de cismin enerjisi bu değerdedir.

Yanıt B

11. Çarpışmadan önce,

$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = E$

Çarpışmadan sonra,

$E_K = \frac{1}{2}2m\frac{V^2}{16} = \frac{1}{8}.\frac{1}{2}mV^2 = \frac{E}{8}$

Kayıp,

$\Delta E = E - \frac{E}{8} = \frac{7E}{8}$ olur.

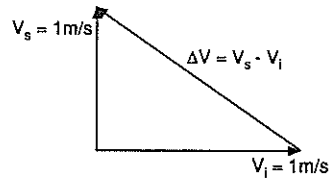
Yanıt E

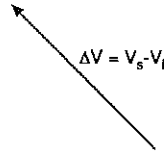
12. Mermi sarkaca saplandığında m+M sisteminin momentumu (kütle ile sarkacın) mV olur. Denge konumuna geldiğinde hız vektörünün yönü ilkine göre ters olduğundan –mV olur. Sistemin toplam momentumu,

mV+ (–mV) = 0 dır. Bileşke momentum ve ortak hız sıfır olduğundan sarkaç hareketsiz kalır.

Yanıt C

13.





ΔV vektörünün yönü kuzeybatı olduğundan

ΔP = m. ΔV vektörünün yönü de kuzeybatıdır.

Değeri ise, $\Delta P = 2\sqrt{2}$ kg.m/s dir.

İtme F. Δt = ΔP olduğundan,

$F.\Delta t = \Delta P = 2\sqrt{2}$ kgm/s = dir. Yönü de kuzeybatıdır.

Yanıt E

14. $E = \frac{1}{2}mV^2$, $V = \frac{P}{m}$

$E = \frac{1}{2}m\left(\frac{P}{m}\right)^2 = \frac{P^2}{2m}$

$E_1 = \frac{P_1^2}{2m_1}$

$E_2 = \frac{P_{21}^2}{2m_2}$

$\frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2}{m_1}$

$P_1 = -P_2$ dir. Cisim ikiye ayrılıyor. İki kütlenin momentum vektörleri toplamı ilk momentuma eşit olmalıdır. ($P_i = 0$)

Yanıt D

15. $\Delta P = m\Delta V = m(V_2 - V_1)$

$\Delta P = 2.(-5-10) = -30$ kgm/s

(–) işareti ΔP vektörünün ilk hıza ters olduğunu gösterir.

Yanıt A

16. F, ΔX, Δt biliniyor.

İtme = $F.\Delta t$ bulunur.

İş = $W = F.\Delta X$ bulunur.

Güç = $P = W/\Delta t$ bulunur.

Yanıt E

17. K noktasında iç patlamayla oluşan M_1 ve M_2 cisimlerinin yalnızca yatay hızları vardır. Momentumun korunumuna göre, $P_i = P_s$

Patlamadan önce $P_i = 0$

Buna göre, $P_1 + P_2 = 0$

$M_1V_1 + M_2V_2 = 0$ şartının sağlanabilmesi için M_1 ve M_2 cisimlerinin momentumlarının yatay bileşeni her an eşit olmalıdır.

Yanıt D

18. Arabanın hareketi yatay doğrultuda olduğu için yatay momentum korunur. Düşey momentumlar ise düşey doğrultuda arabanın hareketi olmadığı için etki etmez.

$M_1V_1 + M_2V_2 = (M_1 + M_2)V_{ortak}$ $M_1 = 5M_2$

$5M_2.10 + M_2.10.\cos37° = (5M_2 + M_2)\ V_{ortak}$

$50M_2 - 8M_2 = 6M_2\ .V_{ortak}$

$V_{ortak} = 7$ m/s dir.

Yanıt E

19. $P_i = (M_Ç + M_T).V_{ort}$ +x yönündedir.

$P_i = P_s$, top +y yönünde momentum kazanır, çocuk da –y yönünde aynı değerde momentuma sahip olur.

$P_{Ty} = P_{Çy}$

$M_TV_T = M_ÇV_Ç$

$M_Ç > M_T \Rightarrow V_T > V_Ç$

Topun yataydaki ve düşeydeki momentum değerleri eşit olduğundan topun hareket yönü açıortay yönündedir.

Çocuğun yataydaki momentumu, düşeydekinden büyük olduğundan çocuğun hareket yönü yatay eksene daha yakındır.

Yanıt D

20. Momentum–zaman grafiğinin eğimi kuvveti verir.

I. de eğim yok, kuvvet sıfırdır.

II. de eğim sabit, kuvvet de sabittir.

Yanıt D

21. Yatayda momentum korunur.

$M_1V_1 + M_2V_2 = (M_1 + M_2)V_{ortak}$

$2.3 + 1.(-6\cos60°) = (2+1).V_{ort}$

$V_{ort} = 1$ m/s

+x yönünde 1m/s lik hızla gider.

Yanıt B

22. Momentum–zaman grafiğinin eğimi cisme etkiyen kuvveti verir.

$\frac{\Delta P}{\Delta t} = F$ bulunur.

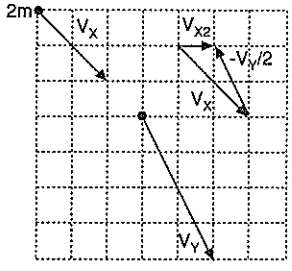
Momentum değişimi cisme etkiyen itmeyi verir.

$\Delta P = F.\Delta t$ bulunur.

Cismin kütlesinden bahsedilmediği için ivme (a) ve hız (V) bulunamaz.

Yanıt B

23.



Momentumun korunumu ilkesine göre,

$P_i = P_s$

$m_X.V_{X1} + m_Y.V_{Y1} = m_X.V_{X2} + m_Y.V_{Y2}$

$2m.V_X + m.0 = 2m.V_{X2} + mV_Y$

$2V_X = 2V_{X2} + V_Y \Rightarrow V_{X2} = V_X - V_Y/2$

Şekilde gösterilen vektörel çizim 1 numaralı seçenektir.

Yanıt A

24. Hareket süresince cisme etkiyen tek kuvvet cismin ağırlığı (yer çekimi kuvveti) dır.

İtme = $F.\Delta t$

$= mg.\Delta t = (0,2).10.3$

$= 6$ N.S bulunur.

Yanıt D

25. Kuvvet–zaman grafiğinin altında kalan alan cisme etkiyen itmeyi, diğer bir deyişle cisimdeki momentum değişimini verir.

Cisimlerin ilk hızları sıfır olduğu için t = 0 anındaki momentumları sıfırdır.

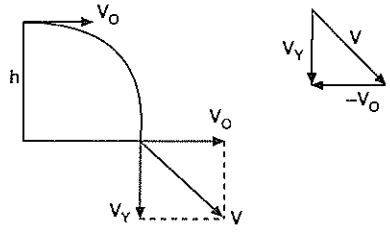
$P_X = \frac{F.t}{2}$

$P_Y = \frac{2F+F}{2}.t = \frac{3}{2}Ft$

$\frac{P_X}{P_Y} = \frac{\frac{F.t}{2}}{\frac{3}{2}Ft} = \frac{1}{3}$ tür.

Yanıt B

26.



$\Delta P = P_s - P_i = mV - mV_0$

$\Delta P = m(V - V_0)$

$V - V_0 = V_Y$

$\Delta P = mV_Y$

$V_Y = g.t \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

Momentum değişimi V_0 yatay hızına bağlı değildir.

Yanıt A

27. $P_i = P_S$

$P_{iX} = P_{SX} \Rightarrow 2mV_1 = 3mV\cos 37°$

$V_1 = \frac{3}{2}V\cos 37°$

$P_{iY} = P_{SY} \Rightarrow mV_2 = 3mV\sin 37°$

$V_2 = 3V\sin 37°$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{3}{2}V(0,8)}{3V(0,6)} = \frac{2}{3}$ tür.

Yanıt B

28. Sorunun çözümünde momentumun korunumu ve enerjinin korunumu yasaları uygulanacaktır.

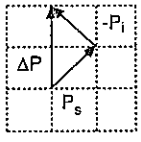
$m.V_1 = mV_2 + MV_S$

$\frac{1}{2}MV_S^2 = Mgh$

Yazılan her iki bağıntıya dikkat edilirse h yüksekliği V_1, V_2 m, M niceliklerine bağlı, l sarkaç boyuna bağlı değildir.

Yanıt E

29.



Fotonun momentum değişimi ΔP,

ΔP = Ps – Pi dir.

Foton yansıma kurallarına göre gelme açısı yansıma açısına eşit olacak şekilde yansır. Şekilde verilen vektör farkına göre fotonun momentum değişimi 3 yönünde olur.

Yanıt C

30. $P = m.V$, $E_K = \frac{P^2}{2m}$ ve F–x grafiğinin altında kalan alanları kullanarak,

$\frac{P_1^2}{2m} = \frac{F.x}{2}$

$\frac{P_2^2}{2m} = \frac{x+2x}{2}.F = \frac{3Fx}{2}$

$\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{\frac{F.x}{2}}{\frac{3Fx}{2}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ olur.

Yanıt C

31. Üç parçada K, L ve N noktalarına aynı anda düştükleri için düşey ilk hızları (V_Y), düşme süreleri (t) ve düşme yükseklikleri (h) aynıdır.

Yatay hızları ise,

$V_K = V_L = V$, $V_N = 2V_K = 2V_L = 2V$ dir.

Patlamadan önceki yatay momentum sıfır olduğu için 3 parçanın patlamadan hemen sonraki yatay momentumlarının vektörel toplamı da sıfır olmalıdır. Buna göre,

$m = m_K + m_L + m_N$ ve

$mV_X = m_KV_K + m_LV_L + m_NV_N$

$V_X = 0$, $0 = m_K(-V) + m_L.V + m_N.2V$ eşitliğinden

$m_K = m_L + 2m_N$ elde edilir.

Buna göre, $m_K > m_L$, $m_K > m_N$ ifadeleri kesin doğrudur.

$m_L > m_N$ ifadesi kesin doğru değildir.

Yanıt D

32. Momentum zaman grafiğinin eğimi cisme etkiyen net kuvveti verir.

$\tan 30° = \frac{\Delta P}{\Delta t} = m.\frac{\Delta V}{\Delta t} = F_{net}$

Cismin kütlesi bilindiği için a = F/m ifadesine göre cismin ivmesi de bulunur.

Cisme etkiyen çekme kuvveti bilinmediği için sürtünme kuvveti bulunamaz.

Yanıt C

ÜSS SORULARININ ÇÖZÜMLERİ

1. Momentumun korunumu prensibine göre,

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$m_1V_1 = (m_1 + m_2)\ V_{ortak}$

$12.10^3.2 = (12.10^3 + 8.10^3).V_{ortak}$

$V_{ortak} = 1{,}2$ m/s bulunur.

Yanıt D

2. Sisteme dışarıdan net bir kuvvet etkimediği için sistemin momentumu korunur. Kutunun hızı değişmez.

Yanıt D

3. $P = m.V \quad 20 = 5V \quad V = 4$ m/s

$$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}5.4^2 = 40J$$

$P = m.V \quad 10 = 5V \quad V = 2$m/s

$$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}5.2^2 = 10J$$

$E_{kayıp} = 40 - 10 = 30J$ olur.

Yanıt C

4. $P_i = m.4$ +x yönünde.

$P_i = P_s$

1. ve 2. parçanın düşey hızları ve kütleleri eşit olduğundan momentum değerleri birbirini yok eder. Patlamadan önce y doğrultusu boyunca momentum olmadığı için 3. parçanın da y doğrultusu boyunca momentumu yoktur.

Yatay doğrultuda (+ yönünde),

$P_1x + P_2x + P_3 = 4m$ olmalıdır.

$m_1V_1x + m_2V_2x + m_3V_3 = 4m$

Kütle 3 eşit parçaya ayrıldığı için,

$$\frac{M}{3}12\cos 60° + \frac{M}{3}12\cos 60° + \frac{M}{3}V_3 = 4M$$

$2M + 2M + \frac{M}{3}V_3 = 4M$ olabilmesi için $V_3 = 0$ olmalıdır.

Yanıt B

5. $P_i = P_s$

$m_1V_1 + m_2V_2 = (m_1 + m_2).V_{ortak}$

$$mV + 2m\frac{V}{2} = 3mV_{ort}$$

$$V_{ort} = \frac{2}{3}V$$

$$E_i = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}2m\left(\frac{V}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}mV^2$$

$$E_s = \frac{1}{2}3m\left(\frac{2V}{3}\right)^2 = \frac{2}{3}mV^2$$

$$\frac{E_i}{E_s} = \frac{\frac{3}{4}mV^2}{\frac{2}{3}mV^2} = \frac{8}{9}$$ olur.

Yanıt B

6. $P_i = P_s$

$P_s = 0$ olduğuna göre,

$P_i = P_1 + P_2 = 0$

Bu da ancak

$P_1 = -P_2$

$M_1V_1 = -M_2V_2$

$M_1 = M_2$ ise $V_1 = -V_2$ olmalıdır.

Hızlar eşit büyüklükte ve ters yöndedir.

Yanıt E

7. Bilyenin hızı sürekli azaldığı için sürtünmeden dolayı enerji kaybı vardır ve bu kayıp ısı olarak açığa çıkar.

Çarpışma esnek olmadığı için enerji kaybı vardır. Bu kayıp şekil değişikliği veya ısı şeklinde açığa çıkar.

Son olarak cismin kinetik enerjisi diğer bilyeye aktarılmıştır.

Yanıt A

8. İtme, hareket doğrultusuna dik uygulandığı için yataydaki hızlarda bir değişiklik olmaz. Düşeyde etkileşimler sebebiyle momentumlar eşit olur.

$m_1V_{1y} = m_2V_{2y}$

$m_1 = 2m$

$m_2 = m$

$m_1 > m_2$ olduğundan

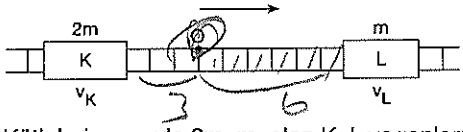
$V_{2y} > V_{1y}$ dir.

Kütlesi küçük olan sporcunun hızı büyük olur. Dolayısıyla kütlesi büyük olan sporcuya göre yataydan daha büyük açıyla sapar.

Yanıt D

LYS SORUSU

1.



Kütleleri sırasıyla 2m, m, olan K, L vagonları sürtünmesiz ray üzerinde v_K, v_L büyüklüğündeki sabit hızlarla birbirine yaklaşıyor. t = 0 anında şekildeki konuma gelen vagonlar bir süre sonra O noktasında esnek çarpışma yapıyor.

Raydaki bölmeler eşit aralıklı olduğuna göre, K ve L'nin çarpışmadan sonraki hızları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Her ikisinin de hızı ok yönündedir.

B) Her ikisinin de hızı oka zıt yöndedir.

C) L'nin hızı sıfırdır, K'ninki oka zıt yöndedir.

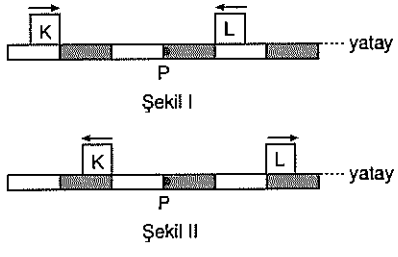
D) Her ikisinin de hızı sıfırdır.

E) K'nin hızı oka zıt yönde, L'ninki ok yönündedir.

(2010-LYS)

ÖSS SORULARI

1.



Sürtünmesiz yatay bir ray üzerinde birbirine doğru sabit hızlarla gelen K, L cisimlerinin $t_0 = 0$ anındaki konumu Şekil I deki gibidir. Bu cisimler $t_0 = 0$ anından t süre sonra P noktasında çarpışıyor ve bu çarpışmadan t süre sonra da Şekil II deki konuma geliyor.

Buna göre,

I. K nin kütlesi L ninkine eşittir.

II. Çarpışma esnektir.

III. Çarpışmadan önce, K nın momentumunun büyüklüğü L ninkine eşittir.

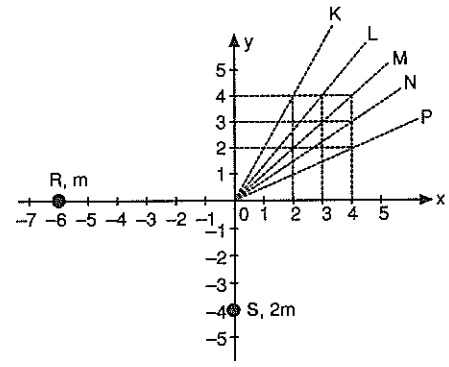
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

(2006-ÖSS FEN 2)

2.



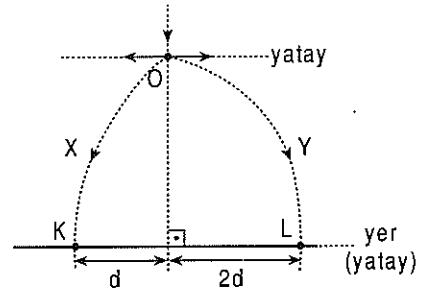
Sürtünmesiz yatay düzlemdeki m kütleli R cismi ile 2m kütleli S cisminin xy koordinat sisteminde, $t_0 = 0$ anındaki konumları şekildeki gibidir. R cismi +x yönünde, S cismi de +y yönünde sabit hızlarla haraket ederek, t süre sonra (0,0) noktasında çarpışıp kenetleniyor.

Kenetlenen bu cisimler, çarpışmadan sonra şekilde kesikli çizgilerle belirtilen yollardan hangisini izler?

A) K B) L C) M D) N E) P

(2007-ÖSS-Fen II)

3.



Serbest düşen bir cisim, O noktasına geldiğinde, içten patlamayla şekildeki oklar yönünde fırlayan X, Y parçalarına bölünüyor. Bu parçalardan X, K noktasına, Y de L noktasına düşüyor.

Buna göre,

I. X in momentumunun yatay bileşeninin büyüklüğü Y ninkine eşittir.

II. X in yere düşme süresi Y ninkine eşittir.

III. X in kütlesi Y ninkine eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Havanın direnci önemsizdir.)

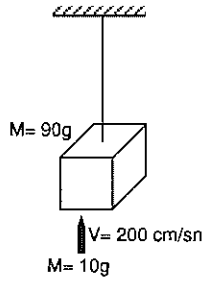
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

(2009-ÖSS FEN 2)

ÖYS SORULARI

1. Şekildeki gibi iple asılmış, 90 gr lık bir tahta parçasına, 10 gr lık bir mermi, askı ipi doğrultusunda 200 cm/sn lik hızla çarpıp saplanıyor.



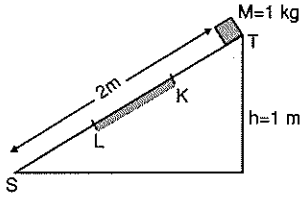
Bu mermi ile birlikte tahta, kaç cm yükselir?

(g = 1000 cm/sn^2)

A) $\frac{1}{100}$ B) $\frac{1}{5}$ C) $\frac{20}{81}$ D) $\frac{20}{9}$ E) 20

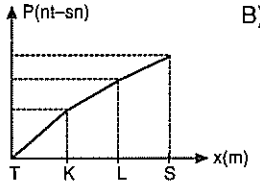
(1981-ÖYS)

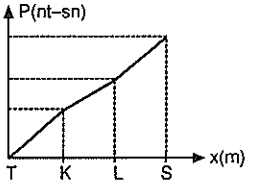
2.

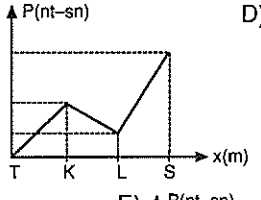


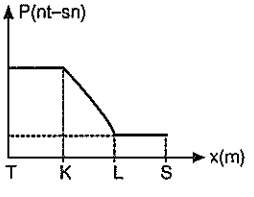
Şekildeki eğik düzlemde, yalnız K–L arasında M cismine F_r = 2,5 newtonluk bir sürtünme kuvveti etki etmektedir.

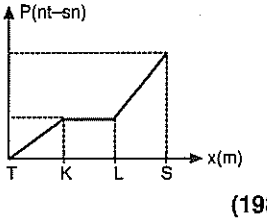
T noktasından S noktasına hareket eden M cisminin p momentumunu, uzaklığa bağlı gösteren grafik nasıl olur? (g = 10 m/s^2)

A)


B)


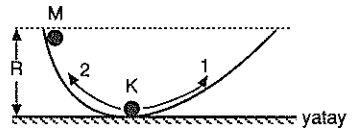
C)


D)


E)


(1981-ÖYS)

3.



Küçük bir K bilyesi, şekildeki rayın üzerinde dengede iken, buna özdeş bir M bilyesi, R yüksekliğinden, raya bırakılıyor.

Rayda sürtünme olmadığına ve iki bilye tam esnek, merkezi çarpışma yaptığına göre, çarpışmadan sonra, bilyelerin hareketleri nasıl olur?

A) M hareketsiz kalır; K, (1) yönünde hareket ederek R yüksekliğine çıkar.

B) K ve M ters yönlerde hareket ederek $\frac{R}{2}$ yüksekliğine çıkarlar.

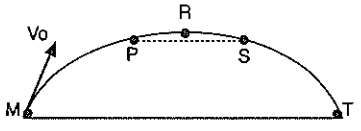
C) K yerinde kalır; M geri dönerek (2) yönünde hareket eder, R yüksekliğine çıkar.

D) M hareketsiz kalır; K, (1) yönünde hareket ederek dışarı fırlar.

E) K ve M birlikte (1) yönünde hareket ederek $\frac{R}{2}$ yüksekliğine çıkar.

(1982-ÖYS)

4.



Sürtünmesiz bir ortamda, şekildeki eğik atış hareketini yapan (m) kütlesinin momentumu için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) P ve S noktalarında vektörel momentumlar eşittir.

B) Vektörel momentumlar her noktada aynıdır.

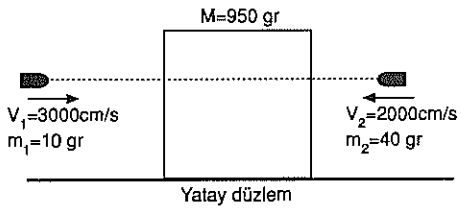
C) M ve T noktalarında düşey vektörel momentumlar eşittir.

D) R noktasında momentum sıfırdır.

E) Yatay vektörel momentumlar her noktada aynıdır.

(1982-ÖYS)

5.



Durmakta olan M = 950 gr lık bir bloka, şekildeki gibi, yatay bir doğru boyunca ve ters yönlerde gelen, kütleleri ve hızları farklı iki mermi, aynı anda çarpıp saplandıklarına göre, blok, hangi yönde ve kaç cm/sn lik hızla harekete geçer? (Yatay düzlem sürtünmesiz)

A) $\vec{V}_1$ in yönünde, 500

B) $\vec{V}_2$ nin yönünde, 110

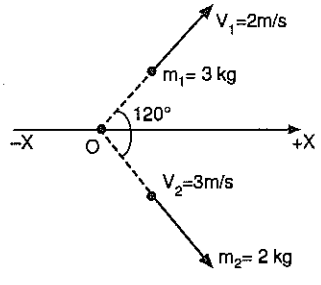
C) $\vec{V}_1$ in yönünde, 110

D) $\vec{V}_2$ nin yönünde, 50

E) $\vec{V}_1$ in yönünde, 50

(1983-ÖYS)

6.



Durmakta olan 6 kg lık bir cisim, bir patlama ile kütleleri farklı üç parçaya ayrılıyor.

Aynı düzlem üzerinde kalan üç parçanın ikisi, şekilde gösterildiği gibi hareket ediyorsa, üçüncü parça hangi yönde ve kaç m/sn hızla hareket eder?

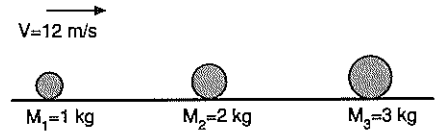
A) +x yönünde, 6 B) +x yönünde, 1

C) –x yönünde, 1 D) –x yönünde, 5

E) –x yönünde, 6

(1983-ÖYS)

7.



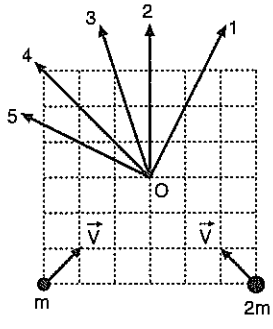
M_1 = 1 kg, M_2 = 2 kg, M_3 = 3 kg kütleli üç cisim, şekildeki gibi bir doğru üzerinde durmaktayken, m_1 kütleli olan, 12 m/sn hızla harekete başlıyor. Önce M_1 kütleli cisim mM_2 ile, sonra da bu iki cisim M_3 ile esnek olmayan çarpışmalar yaparak birbirine yapışıyor.

Kütlelerin bu iki çarpışmadan sonraki ortak hızı kaç m/sn dir? (Çarpışmalar sürtünmesiz yatay düzlemdedir.)

A) 6 B) 4 C) 2 D) 3 E) 0

(1984-ÖYS)

8.



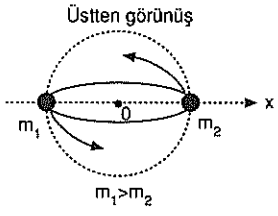
Yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde, m ve 2m kütleli iki cisim, şekildeki gibi V hızlarıyla aynı anda harekete başlıyor ve esnek olmayan çarpışma yaparak birbirine yapışıyor.

Bu cisimlerin çarpışmadan sonraki hareket yönü şekilde belirtilenlerden hangisidir?

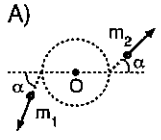
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

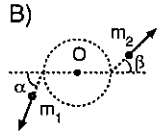
(1984-ÖYS)

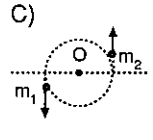
9. Kütleleri $m_1 > m_2$ olan iki çocuk buz üzerinde el ele tutuşarak 0 noktası çevresinde dönüyorlar.

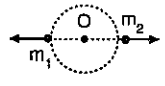


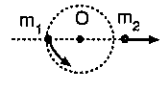
m_1 kütleli çocuk ötekini, şekildeki konumdayken, x yönünde itip elini bırakırsa, çocukların bundan sonraki hız vektörleri aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A) 

B) 

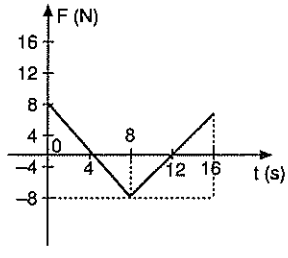
C) 

D) 

E) 

(1985-ÖYS)

10.



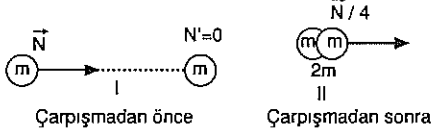
Kütlesi 4 kg ve t = 0 anındaki hızı 4 m/s olan bir cismin kuvvet-zaman grafiği şekildeki gibidir.

Bu cismin kaçıncı saniyelerdeki kinetik enerjisi başlangıçtaki (t = 0) kinetik enerjisine eşittir?

A) 12 ve 16 B) 8 ve 16 C) 8 ve 12
D) 4 ve 12 E) 4 ve 8

(1985-ÖYS)

11.

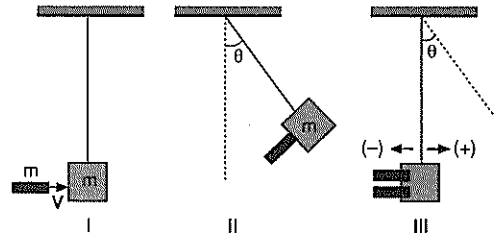


Şekildeki çarpışmada toplam kütleden kaybolan kinetik enerji çarpışmadan önceki kinetik enerjinin kaçta kaçıdır?

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{7}{8}$

(1985-ÖYS)

12.



Şekildeki durmakta olan m kütleli sarkaca, m kütleli bir mermi v hızıyla gelip saplanıyor (I). Bunun sonucunda sarkaç mermiyle birlikte denge konumundan ayrılıyor (II). Bu sarkaca, denge konumuna ilk kez döndüğü anda, birinciye özdeş, başka bir mermi aynı v hızıyla gelip saplanıyor.

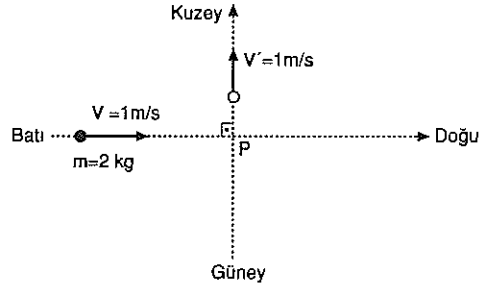
Sarkacın bundan sonraki hızı nedir?

(Sarkacın hareketinde enerji kaybı yok)

A) $-\frac{3}{2}v$ B) $-\frac{1}{3}v$ C) 0 D) $\frac{1}{3}v$ E) $\frac{2}{3}v$

(1986-ÖYS)

13.



Sürtünmesiz yatay bir düzlemde 2 kg kütleli bir cisim 1 m/s hızla doğuya doğru giderken şekildeki P noktasına gelince kuzeye yönelmiştir.

Hızın büyüklüğü değişmediğine göre, bu cisme P noktasında etki eden itmenin büyüklüğü ve yönü nedir?

	Büyüklük (newton-saniye)	Yön
A)	0	–
B)	$\sqrt{2}$	Kuzey
C)	$\sqrt{2}$	Kuzey-batı
D)	$2\sqrt{2}$	Batı
E)	$2\sqrt{2}$	Kuzey-batı

(1986-ÖYS)

14. Duran bir cisim, patlama sonucu iki parçaya ayrılıyor.

Parçaların kütleleri ve kinetik enerjileri sırayla m_1, E_1 ve m_2, E_2 olduğuna göre, kinetik enerjilerin $\frac{E_1}{E_2}$ oranı aşağıdakilerden hangisine eşittir?

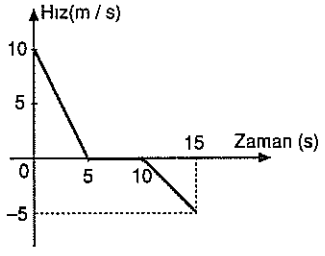
(Patlama sırasında çevreye hiçbir tür enerji yayılması olmadığı varsayılacaktır.)

A) $\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$ B) $\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ C) $\frac{m_1}{m_2}$

D) $\frac{m_2}{m_1}$ E) $m_1 . m_2$

(1987-ÖYS)

15.



Kütlesi 2 kg olan bir hareketlinin hız–zaman grafiği şekildeki gibidir.

Bu hareketlinin 0–15 saniye aralığındaki momentum değişimi kaç kg. $\frac{m}{s}$ dir?

A) –30 B) –15 C) 5 D) 10 E) 12,5

(1987-ÖYS)

16. M kütleli cisim, sabit F kuvvetinin etkisinde Δx yolunu, Δt süresinde alıyor.

Bu verilerle;

I. Uygulanan itme

II. Yapılan iş

III. Güç

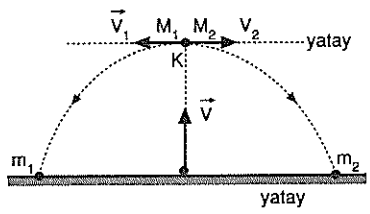
niceliklerinden hangileri hesaplanabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

(1988-ÖYS)

17.



Düşey olarak yukarı doğru fırlatılan bir cisim, K noktasındaki patlama sonucu, M_1, M_2 parçalarına ayrılıyor. Parçaların yörüngeleri ve V_1, V_2 ilk hızlarının doğrultuları şekildeki gibidir.

M_1, M_2 cisimlerinin aşağıdaki niceliklerinden hangisi, hareketleri süresince her an birbirine eşit kalır?

A) Kinetik enerjileri

B) Potansiyel enerjileri

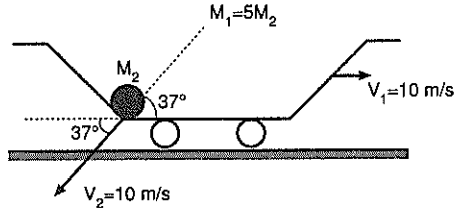
C) Hızlarının yatay bileşeninin büyüklüğü

D) Momentumlarının yatay bileşeninin büyüklüğü

E) Momentumlarının düşey bileşeninin büyüklüğü

(1988-ÖYS)

18.



M_1 kütleli bir araba, yatay doğrultuda, şekildeki gibi V_1 = 10 m/s hızla giderken, M_2 kütleli bir taş, yatayla 37° açı yapan doğrultuda V_2 = 10 m/s hızla arabanın içine düşüyor.

$M_1 = 5M_2$ olduğuna göre, bu olaydan sonra içinde taş bulunan arabanın hızı hangi yönde ve kaç m/s olur?

(sin37° = 0,6 ve cos37° = 0,8)

A) Sıfır

B) Önceki yönde ve 6

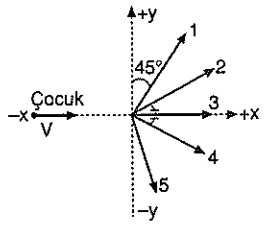
C) Öncekine ters yönde ve 6

D) Öncekine ters yönde ve 7

E) Önceki yönde ve 7

(1988-ÖYS)

19.



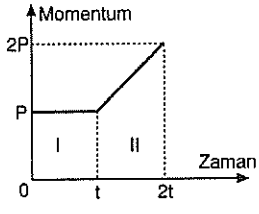
Buz üzerinde şekildeki gibi +x yönünde V hızıyla kayan bir çocuk, O noktasına geldiği anda elindeki futbol topunu, +y yönünde yine V büyüklüğündeki hızla fırlatılıyor.

Bundan sonra çocuk aşağıdakilerden angisine benzer yönde kayabilir?

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

(1989-ÖYS)

20.



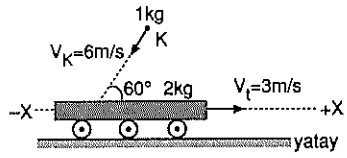
Bir cismin momentumun zamana bağlı değişimi şekildeki gibidir.

Bu cisme I ve II aralıklarında etkiyen kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	I de etkiyen kuvvet	II de etkiyen kuvvet
A)	Sabit	0
B)	Sabit	Artan
C)	Artan	Sabit
D)	0	Sabit
E)	0	Artan

(1989-ÖYS)

21.



Doğrusal ve sürtünmesiz bir yolda, 2 kg kütleli bir tabla, +x yönünde υ_t = 3 m/s hızla gitmektedir. 1 kg kütleli K cismi υ_k = 6 m/s hızla tablaya şekildeki gibi çarparak yapışıyor.

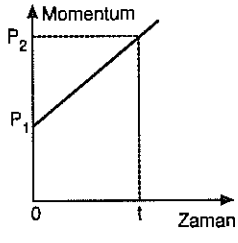
Bu andan sonra tablanın hareketi için ne söylenebilir?

(υ_t ve υ_k hızları aynı düşey düzlemdedir, $\sin30° = \cos60° = \frac{1}{2}$)

A) Hemen durur.
B) 1 m/s hızla, +x yönünde gider.
C) 1 m/s hızla, –x yönünde gider.
D) 3 m/s hızla, +x yönünde gider.
E) 3 m/s hızla, –x yönünde gider.

(1990-ÖYS)

22. Bir cismin momentum–zaman grafiği şekildeki gibidir.

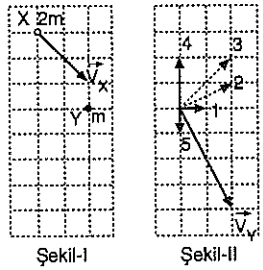


Bu grafik yardımıyla F, cisme etki eden kuvvet F.Δt, cisme 0–t aralığında etki eden itme a, cismin ivmesi V, cismin t anındaki hızı niceliklerinden hangileri bulunabilir?

A) Yalnız F B) F ve F.Δt
C) F.Δt ve a D) F, a ve V
E) F, F.Δt, a ve V

(1990-ÖYS)

23.



Şekil I deki 2m kütleli X cismi, durmakta olan m kütleli Y cismine V_X hızıyla çarpıyor.

Çarpışmadan sonra, Y cisminin hız vektörü Şekil II deki V_Y ise X inki hangisidir?

(Çarpışma, yatay ve sürtünmesiz düzlemdedir.)

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

(1991-ÖYS)

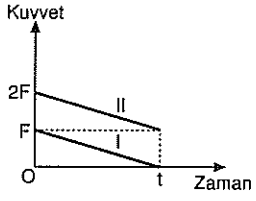
24. Bir kuleden yatay olarak fırlatılan 0,2 kg kütleli cisim, yere 3 saniyede düşüyor.

Bu sürede cisme etkiyen itmenin büyüklüğü kaç N.S'dir? (g = 10 m/s^2, sürtünme yok)

A) 30 B) 19 C) 10 D) 6 E) 0,6

(1991-ÖYS)

25.



Özdeş X, Y cisimleri yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde durmaktadır. Şekilde grafikleri görülen yatay doğrultudaki değişken kuvvetlerden I. si X cismini, II. si de Y cismini aynı anda, aynı yönde harekete geçiriyor.

t süre sonunda X in momentumunun büyüklüğü P_X, Y ninki de P_Y ise $\frac{P_X}{P_Y}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ E) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(1992-ÖYS)

26. Yerçekimi ivmesinin g olduğu bir yerde, m kütleli bir cisim, h yüksekliğinden, $\vec{v}_0$ yatay hızıyla fırlatılmıştır.

Bu cismin momentumu, yere çarpıncaya kadar geçen sürede $\Delta\vec{p}$ kadar değişiyor.

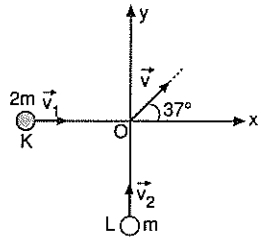
$\Delta\vec{p}$ niceliği; g, m, h $\vec{v}_0$ niceliklerinin hangilerinden bağımsızdır?

(Sürtünme önemsizdir.)

A) Yalnız $\vec{v}_0$ B) Yalnız g C) $\vec{v}_0$ ve m
D) m ve h E) g, m ve h

(1993-ÖYS)

27.



Şekildeki 2m kütleli K cismi $\vec{v}_1$ hızı ile +x yönünde, m kütleli L cismi de $\vec{v}_2$ hızı ile +y yönünde gidiyorlar ve 0 noktasında çarpışarak birbirine yapışıyorlar.

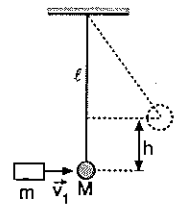
Yapışık cismin hızı x ekseni ile 37° lik açı yaptığına göre, $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?

(sin37° = 0,6; cos37° = 0,8)

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{5}{2}$

(1993-ÖYS)

28. Durgun haldeki sabit sarkaca, v_1 hızı ile giren mermi v_2 hızıyla çıkıyor ve sarkaç da şekildeki gibi h kadar yükseliyor.



h yüksekliği aşağıdakilerden hangisine bağlı <u>değildir</u>?

A) v_1, merminin ilk hızına

B) v_2 merminin son hızına

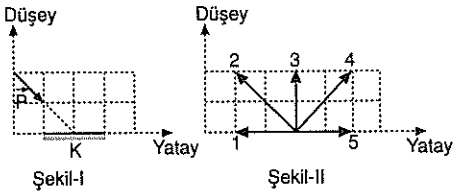
C) m, merminin kütlesine

D) M, sarkacın kütlesine

E) ℓ, sarkacın boyuna

(1994-ÖYS)

29.



Momentumu $\vec{p}$ olan bir foton, K aynasının yüzeyine Şekil I deki gibi çarparak yansıyor.

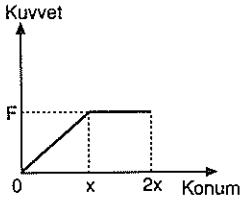
Yansımadan sonra, bu fotonun momentumunun değişimini veren vektör Şekil II dekilerden hangisidir?

Bölmeler eşit aralıklı, soğrulmalar önemsizdir.)

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

(1995-ÖYS)

30.



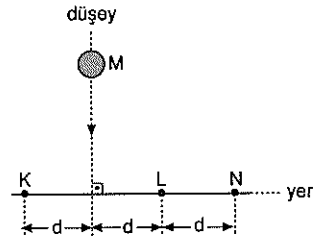
Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, ilk momentumu sıfır olan bir cismin kuvvet-konum grafiği şekildeki gibidir. Cismin momentumunun büyüklüğü, x konumunda P_1, 2x konumunda da P_2 dir.

Buna göre, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(1996-ÖYS)

31.



M kütleli bir cisim serbest düşerken içten patlama ile üç parçaya bölünüyor. Bu parçalar aynı düşey düzlemde hareket ederek şekildeki K, L, N noktalarına aynı anda düşüyor.

K, L, N noktalarına düşen parçaların kütleleri, sırasıyla m_K, m_L, m_N olduğuna göre;

I. $m_K > m_L$

II. $m_K > m_N$

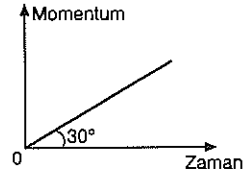
III. $m_L > m_N$

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

(1997-ÖYS)

32.



Kütlesi bilinen bir cismin momentum–zaman grafiği şekildeki gibidir.

Bu bilgilerle;

I. Cisme etki eden net kuvvet

II. Cismin ivmesi

III. Cisme etki eden sürtünme kuvveti

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

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

(1998-ÖYS)

ÜSS SORULARI

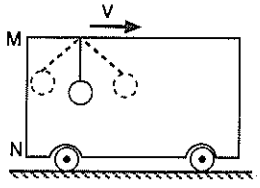
1. 12 tonluk bir vagon yatay bir yolda 2 m/s lik bir hızla, durmakta olan 8 tonluk başka bir vagona çarpıyor.

Çarpışmadan sonra iki vagonun ortak hızları kaç m/s olur?

A) 0,8 B) 0,9 C) 1 D) 1,2 E) 1,4

(1971-ÜSS)

2.



Şekildeki gibi v sabit hızıyla hareket eden kapalı bir kutunun içinde bulunan bir sarkaç, salınırken kutunun MN kenarına esnek olarak çarpmaktadır.

Bu olay sonunda kutunun hareketi aşağıdakilerden hangisine uyar?

A) Kutu, aynı hızla ters yönde harekete geçer.

B) Kutu, hızı artarak aynı yönde hareketine devam eder.

C) Kutu durur.

D) Kutu, hızı değişmeden aynı yönde hareketine devam eder.

E) Kutu, hareket doğrultusunda ileri geri salınır.

(1976-ÜSS)

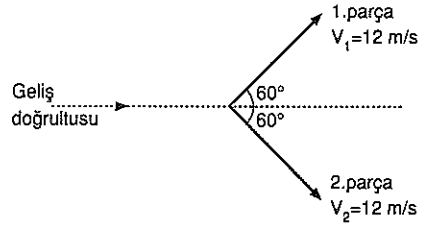
3. Kütlesi 5 kg ve momentumu 20 kg m/sn olan bir cisim, bir çarpışma sonunda momentumunun yarısını kaybediyor.

Cisim, bu çarpışmada kaç joule'lük enerji kaybetmiştir?

A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 60

(1976-ÜSS)

4.



4 m/sn lik hızla hareket etmekte olan bir cisim iç patlama sonunda üç eşit parçaya ayrılıyor. Patlama öncesi ve sonrası, bütün parçaların hareketleri aynı düzlemdedir. Parçalardan ikisi patlamadan sonra, şekildeki gibi, 12 m/sn lik hızlarla ilerliyorlar.

üçüncü parçanın durumu aşağıdakilerden hangisine uyar?

A) 24 m/sn lik hızla ileriye gider.

B) Patlamanın olduğu yerde hareketsiz kalır.

C) 24 m/sn hızla geriye doğru gider.

D) 12 m/sn hızla geriye doğru gider.

E) 12 m/sn hızla ileriye doğru gider.

(1976-ÜSS)

5. Boşlukta v hızı ile hareket eden m kütleli bir cisim, aynı yönde v/2 hızı ile hareket eden 2m kütleli başka bir cisme çarparak kenetleniyor.

Sistemin kenetlenme sonrası kinetik enerjisinin öncekine oranı nedir?

A) 0 B) $\frac{8}{9}$ C) $\frac{4}{9}$ D) $\frac{2}{3}$ E) 1

(1977-ÜSS)

6. **Kütleleri eşit iki cisim çarpıştıkları anda yapışıp durduklarına göre bu iki cismin çarpışmadan önceki hızlarının yönü ve şiddeti için ne söylenebilir?**

A) Aynı yönde, eşit şiddette

B) Dik doğrultuda, eşit şiddette

C) Aynı yönde, farklı şiddette

D) Ters yönde, farklı şiddette

E) Ters yönde, eşit şiddette

(1978-ÜSS)

7. Yatay bir düzlemde hızı azalarak yuvarlanan bir bilye, yolu üzerindeki ikinci bir bilyeye esnek olmayarak çarptığı anda, duruyor ve ikinci bilyeyi harekete geçiriyor.

Birinci bilyenin kinetik enerjisinin değişimiyle ilgili olarak aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?

A) Bir kısmı sürtünmeden ve çarpışmadan dolayı ısıya dönüşmüş, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

B) Bir kısmı çarpışma nedeniyle ısıya dönüşmüş, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

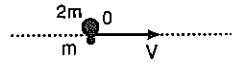
C) Bir kısmı sürtünmeden dolayı ısıya dönüşmüş, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

D) Tamamı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

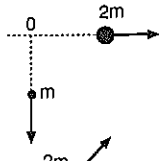
E) Bir kısmı sürtünmeden ve çarpışmadan dolayı ısıya dönüşmüş, bir kısmı birinci bilyede kalmış, kalanı ikinci bilyeye aktarılmıştır.

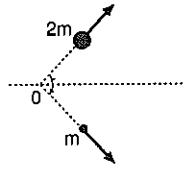
(1978-ÜSS)

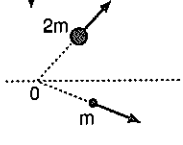
8. Kütleleri m ve 2m olan iki sporcu, buz üzerinde doğrusal bir yolda, yan yana değişmeyen bir hızla kayıyor. Bunlar, şekildeki 0 noktasına geldiklerinde, kütlesi 2m olanı, ötekini ansızın yola dik doğrultuda itiyor.

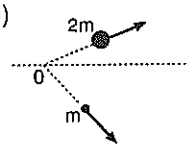


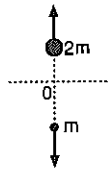
Sporcular düşmeden ve başka bir eylem yapmadan hareketlerini sürdürdüklerine göre, 0 noktasından sonra hareket yönleri aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A)


B)


C)


D)


E)


(1980-ÜSS)

CEVAPLAR

LYS

1. E

ÖSS

1. C 2. B 3. ?

ÖYS

1. B	2. B	3. A	4. E	5. D	6. E
7. C	18. C	9. B	10. B	11. E	12. C
13. E	14. D	15. A	16. E	17. D	18. E
19. D	20. D	21. B	22. B	23. A	24. D
25. B	26. A	27. B	28. E	29. C	30. C
31. D	32. C				

ÜSS

1. D	2. D	3. C	4. B	5. B	6. E
7. A	8. D				

LYS SORUSUNUN ÇÖZÜMÜ

1. Çarpışmadan önce aynı zaman aralığında K üç birim yol alırken L altı birim yol alıyor buna göre, L'nin hızı K'nın hızının iki katıdır. Ok yönünü pozitif yön kabul edelim.

$v_K = v$; $v_L = -2v$

Momentumun ve hızların korunumu prensibini uygularsak;

$P_{önce} = P_{sonra}$

$m_K.v_K + m_L.v_L = m_K.v'_K + m_L.v'_L$

$0 = v'_K + v'_L \Rightarrow 1$

$v_K + v'_K = v_L + v'_L$

$v + v'_K = -2v + v'_L \Rightarrow 2$

Oklarla gösterilen 1 ve 2 numaralı denklemleri taraf tarafa çözersek;

$$v'_K = -\frac{3v}{3}$$

$$v'_L = \frac{3v}{2}$$

bulunur.

Yanıt E

ÖSS SORULARININ ÇÖZÜMLERİ

1. Sabit hızla t süre sonra P de çarpışıyorlar. K nın P ye uzaklığı 2 birim ve L nin P ye uzaklığı 1 birim olduğuna göre x = V.t den,

K nın hızı 2V ve L nin hızı V kadardır.

Çarpışmadan sonra, gene t süre sonra, K nın P ye uzaklığı 1 birim olduğu için hızı V ye düşer, L nin P ye uzaklığı 2 birim olduğu için hızı 2V ye çıkar. Buna göre çarpışmadan sonra cisimlerin hızları değişmiştir. Bundan dolayı çarpışma esnektir.

Momentumun korunumuna göre,

Pi = Ps

$m_K.2V + m_L.(-V) = m_K.(-V) + m_L.(2V)$

$m_K = m_L$ elde edilir. Cisimlerin kütleleri eşittir.

Cisimlerin kütleleri eşit ve çarpışmadan önce K nın hızı L nin hızından büyük olduğu için K nın momentumu L nin momentumundan büyüktür.

III. yargı yanlış

Yanıt C

2. Momentumun korunumu ilkesini uygulayalım;

$P_{ilk} = P_{son}$

$P_{ilk} = P_R + P_S$

S cisminin O noktasına olan uzaklığı 4 birim ve R cisminin O noktasına olan uzaklığı 6 birimdir. İkisi de aynı anda O noktasında çarpıştıklarına göre R cisminin hızı S cisminin hızının 1,5 katıdır.

$V_R = 1{,}5V$ $V_S = V$

R cisminin momentumu x yönünde

$P_R = 1{,}5mV$

S cisminin momentumu y yönünde

$P_S = 2mV$ dir.

Kenetlenen kütlenin momentum bileşenleride yukarıdaki momentumlar kadar olmak zorundadır.

P_R/P_S = 3/4 olduğuna göre, ortak kütle 3/4 oranını veren L yolunu izlemek zorundadır.

Yanıt B

3. Serbest düşme yapan bir cisim bir süre düştükten sonra bir patlama ile parçalara ayrılıyorsa, parçalardan en azından birinin aşağı doğru bir hız bileşeni olması gerekmektedir. Bu bileşenin olmaması momentumun korunumu yasasına uymadığından soru yanlıştır.

ÖYS SORULARININ ÇÖZÜMLERİ

1. Mermi tahtaya saplandıktan sonra sistemin ortak hızı,

$m_m.V_m + m_t.V_t = (m_m + m_t).V_0$

$10.200 + 0 = 100.V_0$

$V_0 = 20$ cm/s

Enerjinin korunumu prensibine göre,

$$\frac{1}{2}(m_m + m_t).V_0^2 = (m_m + m_t).g.h$$

$$h = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{20^2}{2.1000} = \frac{1}{5}\text{cm olur.}$$

Yanıt B

2. Cisme TK ve LS aralığında sürtünme etki etmediği için cisim bu aralıklarda sabit ivme ile hızlanan hareket yapar ve bu yollar boyunca P = mV ifadesine göre momentumu artar.

KL arasında cisme etkiyen sürtünme kuvveti 2,5 N. Cismi eğik düzlem boyunca çeken kuvvet,

$F = mg\sin\alpha = 10.\frac{1}{2} = 5N$

KL arasında cisme aşağı doğru

$F_{net} = F - F_r = 5 - 2{,}5 = 2{,}5$ N kuvvet etki eder. Ancak bu kuvvetin yarattığı ivme sürtünmesiz kesimdeki ivmelerden daha azdır. Cisim bu aralıkta da hızlanır. Sonuç olarak grafik B seçeneğindeki gibi olur.

Yanıt B

3. Merkezi esnek çarpışmalarda özel durumlardan biri şudur: "Kütleler eşit ise çarpışmada cisimler birbirlerinin ilk hızlarını kazanırlar."

Buna göre m cismi K ya çarpınca hareketsiz kalır. K ise M nin hızıyla 1 yönünde R yüksekliğine çıkar.

Yanıt A

4. P = m.V ifadesine göre hız vektörel olduğu için momentum da vektöreldir ve yönü daima hız vektörü yönündedir.

Eğik atış hareketinde cismin yatay hız vektörünün büyüklüğü ve yönü daima sabit kaldığı için cismin yatay momentum vektörü de hareket süresince sabittir.

Yanıt E

5. Çarpışmadan önce sistemin momentumu P_i

$P_i = P_1 + P_2 + P_T$

$P_i = m_1V_1 + m_2V_2 + 0$

$P_i = 30000 - 80000 = -50000$ grcm/s

(–) işaretinin anlamı sistem çarpışmadan sonra (–) yönde gidecek anlamındadır. Momentumun korunumuna göre;

$P_i = P_s$

$50000 = (m_1 + m_2 + m_T).V$

$V = 50000/1000 = 50$ cm/s

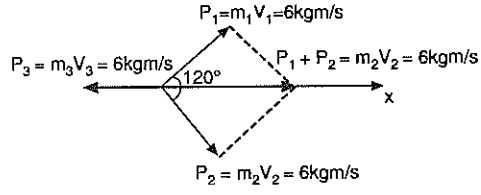
Çarpışmadan sonra sistem V_2 yönünde 50 cm/s hızla gider.

Yanıt D

6. $P_i = P_s$

Cisim hareketsiz olduğu için patlamadan önceki momentumu sıfırdır. $P_i = 0$

Momentumun korunumuna göre patlamadan hemen sonra parçaların momentumlarının toplamı sıfır olmalıdır.



3. parçanın kütlesi 6– 5 = 1 kg dır. $P_s = 0$ olması gerektiği için 3. parça –x yönünde 6 kgm/s lik momentumla hareket eder.

$P_1 + P_2 + P_3 = 0$, $P_3 = m_3V_3$

$6 = 1.V_3$, $V_3 = 6$m/s –x yönündedir.

Yanıt E

7. $M_1.V_1 + M_2.V_2 = (M_1 + M_2).V_{ort}$

$1.12 + 0 = (1+2).V_{ort}$

$V_{ort} = 4$ m/s

$4.3 = (3+2+1).V_{ort}$

$V_{ort} = 2$m/s dir.

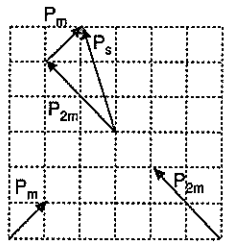
Yanıt C

8. 2m kütleli cismin momentumu m kütleli cismin momentumunun iki katıdır.

$P_i = P_s$

$P_m + P_{2m} = P_s$

$P_m = mV$, $P_{2m} = 2mV$



Ortak kütle P_m ve P_{2m} momentum vektörlerinin bileşkesi yönünde hareket eder.

Yanıt C

9. Momentumlar eşittir.

$M_1V_1 = M_2V_2$

$M_1 > M_2 \Rightarrow V_1 < V_2$ dir.

Büyük kütleli çocuk daireye dik olarak daha az hızla hareket edecektir. Teğet hızlar eşittir.

$\Delta V_{1x} < \Delta V_{2x}$ olur.

$V_2 > V_1 \Rightarrow \alpha > \beta$ olur.

Yanıt B

10. Alanlar, itmeyi (F.Δt) yi verir.

F.Δt = m. ΔV dir. 8. saniyede itmeler eşit ve zıt yönlü olduğunda cismin hızı t = 0 anındaki hızdır. Aynı şekilde 16. saniyede de alanlar aynı, fakat zıt işaretli olduğundan yine hız değişimi yoktur. Hız t = 0 anındaki hıza eşittir.

t = 0 anındaki kinetik enerji,

$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}.4.4^2 = 32J$ olur.

8. ve 16. saniyede de cismin enerjisi bu değerdedir.

Yanıt B

11. Çarpışmadan önce,

$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = E$

Çarpışmadan sonra,

$E_K = \frac{1}{2}2m\frac{V^2}{16} = \frac{1}{8}.\frac{1}{2}mV^2 = \frac{E}{8}$

Kayıp,

$\Delta E = E - \frac{E}{8} = \frac{7E}{8}$ olur.

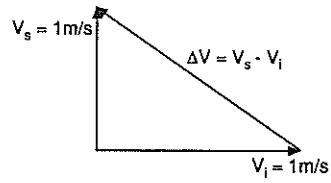
Yanıt E

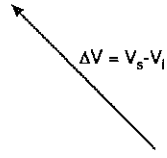
12. Mermi sarkaca saplandığında m+M sisteminin momentumu (kütle ile sarkacın) mV olur. Denge konumuna geldiğinde hız vektörünün yönü ilkine göre ters olduğundan –mV olur. Sistemin toplam momentumu,

mV+ (–mV) = 0 dır. Bileşke momentum ve ortak hız sıfır olduğundan sarkaç hareketsiz kalır.

Yanıt C

13.





ΔV vektörünün yönü kuzeybatı olduğundan

ΔP = m. ΔV vektörünün yönü de kuzeybatıdır.

Değeri ise, $\Delta P = 2\sqrt{2}$ kg.m/s dir.

İtme F. Δt = ΔP olduğundan,

$F.\Delta t = \Delta P = 2\sqrt{2}$ kgm/s = dir. Yönü de kuzeybatıdır.

Yanıt E

14. $E = \frac{1}{2}mV^2$, $V = \frac{P}{m}$

$E = \frac{1}{2}m\left(\frac{P}{m}\right)^2 = \frac{P^2}{2m}$

$E_1 = \frac{P_1^2}{2m_1}$

$E_2 = \frac{P_{21}^2}{2m_2}$

$\frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2}{m_1}$

$P_1 = -P_2$ dir. Cisim ikiye ayrılıyor. İki kütlenin momentum vektörleri toplamı ilk momentuma eşit olmalıdır. ($P_i = 0$)

Yanıt D

15. $\Delta P = m\Delta V = m(V_2 - V_1)$

$\Delta P = 2.(-5-10) = -30$ kgm/s

(–) işareti ΔP vektörünün ilk hıza ters olduğunu gösterir.

Yanıt A

16. F, ΔX, Δt biliniyor.

İtme = $F.\Delta t$ bulunur.

İş = $W = F.\Delta X$ bulunur.

Güç = $P = W/\Delta t$ bulunur.

Yanıt E

17. K noktasında iç patlamayla oluşan M_1 ve M_2 cisimlerinin yalnızca yatay hızları vardır. Momentumun korunumuna göre, $P_i = P_s$

Patlamadan önce $P_i = 0$

Buna göre, $P_1 + P_2 = 0$

$M_1V_1 + M_2V_2 = 0$ şartının sağlanabilmesi için M_1 ve M_2 cisimlerinin momentumlarının yatay bileşeni her an eşit olmalıdır.

Yanıt D

18. Arabanın hareketi yatay doğrultuda olduğu için yatay momentum korunur. Düşey momentumlar ise düşey doğrultuda arabanın hareketi olmadığı için etki etmez.

$M_1V_1 + M_2V_2 = (M_1 + M_2)V_{ortak}$ $M_1 = 5M_2$

$5M_2.10 + M_2.10.\cos37° = (5M_2 + M_2)\ V_{ortak}$

$50M_2 - 8M_2 = 6M_2\ .V_{ortak}$

$V_{ortak} = 7$ m/s dir.

Yanıt E

19. $P_i = (M_Ç + M_T).V_{ort}$ +x yönündedir.

$P_i = P_s$, top +y yönünde momentum kazanır, çocuk da –y yönünde aynı değerde momentuma sahip olur.

$P_{Ty} = P_{Çy}$

$M_TV_T = M_ÇV_Ç$

$M_Ç > M_T \Rightarrow V_T > V_Ç$

Topun yataydaki ve düşeydeki momentum değerleri eşit olduğundan topun hareket yönü açıortay yönündedir.

Çocuğun yataydaki momentumu, düşeydekinden büyük olduğundan çocuğun hareket yönü yatay eksene daha yakındır.

Yanıt D

20. Momentum–zaman grafiğinin eğimi kuvveti verir.

I. de eğim yok, kuvvet sıfırdır.

II. de eğim sabit, kuvvet de sabittir.

Yanıt D

21. Yatayda momentum korunur.

$M_1V_1 + M_2V_2 = (M_1 + M_2)V_{ortak}$

$2.3 + 1.(-6\cos60°) = (2+1).V_{ort}$

$V_{ort} = 1$ m/s

+x yönünde 1m/s lik hızla gider.

Yanıt B

22. Momentum–zaman grafiğinin eğimi cisme etkiyen kuvveti verir.

$\frac{\Delta P}{\Delta t} = F$ bulunur.

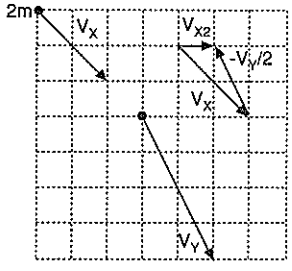
Momentum değişimi cisme etkiyen itmeyi verir.

$\Delta P = F.\Delta t$ bulunur.

Cismin kütlesinden bahsedilmediği için ivme (a) ve hız (V) bulunamaz.

Yanıt B

23.



Momentumun korunumu ilkesine göre,

$P_i = P_s$

$m_X.V_{X1} + m_Y.V_{Y1} = m_X.V_{X2} + m_Y.V_{Y2}$

$2m.V_X + m.0 = 2m.V_{X2} + mV_Y$

$2V_X = 2V_{X2} + V_Y \Rightarrow V_{X2} = V_X - V_Y/2$

Şekilde gösterilen vektörel çizim 1 numaralı seçenektir.

Yanıt A

24. Hareket süresince cisme etkiyen tek kuvvet cismin ağırlığı (yer çekimi kuvveti) dır.

İtme = $F.\Delta t$

$= mg.\Delta t = (0,2).10.3$

$= 6$ N.S bulunur.

Yanıt D

25. Kuvvet–zaman grafiğinin altında kalan alan cisme etkiyen itmeyi, diğer bir deyişle cisimdeki momentum değişimini verir.

Cisimlerin ilk hızları sıfır olduğu için t = 0 anındaki momentumları sıfırdır.

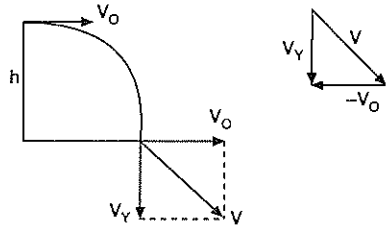
$P_X = \frac{F.t}{2}$

$P_Y = \frac{2F+F}{2}.t = \frac{3}{2}Ft$

$\frac{P_X}{P_Y} = \frac{\frac{F.t}{2}}{\frac{3}{2}Ft} = \frac{1}{3}$ tür.

Yanıt B

26.



$\Delta P = P_s - P_i = mV - mV_0$

$\Delta P = m(V - V_0)$

$V - V_0 = V_Y$

$\Delta P = mV_Y$

$V_Y = g.t \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

Momentum değişimi V_0 yatay hızına bağlı değildir.

Yanıt A

27. $P_i = P_S$

$P_{iX} = P_{SX} \Rightarrow 2mV_1 = 3mV\cos 37°$

$V_1 = \frac{3}{2}V\cos 37°$

$P_{iY} = P_{SY} \Rightarrow mV_2 = 3mV\sin 37°$

$V_2 = 3V\sin 37°$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{3}{2}V(0,8)}{3V(0,6)} = \frac{2}{3}$ tür.

Yanıt B

28. Sorunun çözümünde momentumun korunumu ve enerjinin korunumu yasaları uygulanacaktır.

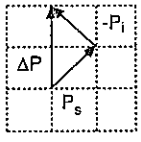
$m.V_1 = mV_2 + MV_S$

$\frac{1}{2}MV_S^2 = Mgh$

Yazılan her iki bağıntıya dikkat edilirse h yüksekliği V_1, V_2 m, M niceliklerine bağlı, l sarkaç boyuna bağlı değildir.

Yanıt E

29.



Fotonun momentum değişimi ΔP,

ΔP = Ps – Pi dir.

Foton yansıma kurallarına göre gelme açısı yansıma açısına eşit olacak şekilde yansır. Şekilde verilen vektör farkına göre fotonun momentum değişimi 3 yönünde olur.

Yanıt C

30. $P = m.V$, $E_K = \frac{P^2}{2m}$ ve F–x grafiğinin altında kalan alanları kullanarak,

$\frac{P_1^2}{2m} = \frac{F.x}{2}$

$\frac{P_2^2}{2m} = \frac{x+2x}{2}.F = \frac{3Fx}{2}$

$\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{\frac{F.x}{2}}{\frac{3Fx}{2}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ olur.

Yanıt C

31. Üç parçada K, L ve N noktalarına aynı anda düştükleri için düşey ilk hızları (V_Y), düşme süreleri (t) ve düşme yükseklikleri (h) aynıdır.

Yatay hızları ise,

$V_K = V_L = V$, $V_N = 2V_K = 2V_L = 2V$ dir.

Patlamadan önceki yatay momentum sıfır olduğu için 3 parçanın patlamadan hemen sonraki yatay momentumlarının vektörel toplamı da sıfır olmalıdır. Buna göre,

$m = m_K + m_L + m_N$ ve

$mV_X = m_KV_K + m_LV_L + m_NV_N$

$V_X = 0$, $0 = m_K(-V) + m_L.V + m_N.2V$ eşitliğinden

$m_K = m_L + 2m_N$ elde edilir.

Buna göre, $m_K > m_L$, $m_K > m_N$ ifadeleri kesin doğrudur.

$m_L > m_N$ ifadesi kesin doğru değildir.

Yanıt D

32. Momentum zaman grafiğinin eğimi cisme etkiyen net kuvveti verir.

$\tan 30° = \frac{\Delta P}{\Delta t} = m.\frac{\Delta V}{\Delta t} = F_{net}$

Cismin kütlesi bilindiği için a = F/m ifadesine göre cismin ivmesi de bulunur.

Cisme etkiyen çekme kuvveti bilinmediği için sürtünme kuvveti bulunamaz.

Yanıt C

ÜSS SORULARININ ÇÖZÜMLERİ

1. Momentumun korunumu prensibine göre,

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$m_1V_1 = (m_1 + m_2)\ V_{ortak}$

$12.10^3.2 = (12.10^3 + 8.10^3).V_{ortak}$

$V_{ortak} = 1{,}2$ m/s bulunur.

Yanıt D

2. Sisteme dışarıdan net bir kuvvet etkimediği için sistemin momentumu korunur. Kutunun hızı değişmez.

Yanıt D

3. $P = m.V \quad 20 = 5V \quad V = 4$ m/s

$$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}5.4^2 = 40J$$

$P = m.V \quad 10 = 5V \quad V = 2$m/s

$$E_K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}5.2^2 = 10J$$

$E_{kayıp} = 40 - 10 = 30J$ olur.

Yanıt C

4. $P_i = m.4$ +x yönünde.

$P_i = P_s$

1. ve 2. parçanın düşey hızları ve kütleleri eşit olduğundan momentum değerleri birbirini yok eder. Patlamadan önce y doğrultusu boyunca momentum olmadığı için 3. parçanın da y doğrultusu boyunca momentumu yoktur.

Yatay doğrultuda (+ yönünde),

$P_1x + P_2x + P_3 = 4m$ olmalıdır.

$m_1V_1x + m_2V_2x + m_3V_3 = 4m$

Kütle 3 eşit parçaya ayrıldığı için,

$$\frac{M}{3}12\cos 60° + \frac{M}{3}12\cos 60° + \frac{M}{3}V_3 = 4M$$

$2M + 2M + \frac{M}{3}V_3 = 4M$ olabilmesi için $V_3 = 0$ olmalıdır.

Yanıt B

5. $P_i = P_s$

$m_1V_1 + m_2V_2 = (m_1 + m_2).V_{ortak}$

$$mV + 2m\frac{V}{2} = 3mV_{ort}$$

$$V_{ort} = \frac{2}{3}V$$

$$E_i = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}2m\left(\frac{V}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}mV^2$$

$$E_s = \frac{1}{2}3m\left(\frac{2V}{3}\right)^2 = \frac{2}{3}mV^2$$

$$\frac{E_i}{E_s} = \frac{\frac{3}{4}mV^2}{\frac{2}{3}mV^2} = \frac{8}{9}$$ olur.

Yanıt B

6. $P_i = P_s$

$P_s = 0$ olduğuna göre,

$P_i = P_1 + P_2 = 0$

Bu da ancak

$P_1 = -P_2$

$M_1V_1 = -M_2V_2$

$M_1 = M_2$ ise $V_1 = -V_2$ olmalıdır.

Hızlar eşit büyüklükte ve ters yöndedir.

Yanıt E

7. Bilyenin hızı sürekli azaldığı için sürtünmeden dolayı enerji kaybı vardır ve bu kayıp ısı olarak açığa çıkar.

Çarpışma esnek olmadığı için enerji kaybı vardır. Bu kayıp şekil değişikliği veya ısı şeklinde açığa çıkar.

Son olarak cismin kinetik enerjisi diğer bilyeye aktarılmıştır.

Yanıt A

8. İtme, hareket doğrultusuna dik uygulandığı için yataydaki hızlarda bir değişiklik olmaz. Düşeyde etkileşimler sebebiyle momentumlar eşit olur.

$m_1V_{1y} = m_2V_{2y}$

$m_1 = 2m$

$m_2 = m$

$m_1 > m_2$ olduğundan

$V_{2y} > V_{1y}$ dir.

Kütlesi küçük olan sporcunun hızı büyük olur. Dolayısıyla kütlesi büyük olan sporcuya göre yataydan daha büyük açıyla sapar.

Yanıt D

İTME (İMPULS) VE MOMENTUM

m kütleli bir cisme bir $\vec{F}$ kuvveti Δt süresince etki ederse cismin hızında bir değişim oluşturur.

Net kuvvet ile kuvvetin etki süresinin çarpımı itmeyi, kütle ile hızdaki değişmenin çarpımı da momentumdaki değişmeyi verir.

Dinamiğin temel yasası $\vec{F} = m.\vec{a}$ şeklinde idi. Buradaki $\vec{a}$ niceliği ivmeyi yani birim zamandaki hız değişimini verir.

$\vec{F} = m.\vec{a} = m \cdot \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$ eşitliğinden

$\boxed{\vec{F}.\Delta t = m.\Delta \vec{V}}$ sonucuna varılır.

$\boxed{\vec{I} = \vec{F}.\Delta t}$ ifadesi itmeyi,

$\boxed{\Delta \vec{P} = m.\Delta \vec{V}}$ ifadesi de momentum değişimini verir. Hem itme hem de momentum vektörel niceliklerdir.

$\vec{F}.\Delta t = m.\Delta \vec{V}$ eşitliği itme ve momentum değişiminin birbirine eşit olduğunu anlatır.

$\vec{I} = \vec{F}.\Delta t$ **ifadesinde birimler;**

F : Net kuvvet (N)

Δt : Zaman değişimi (s)

I : İtme (N.s = kg m/s) şeklinde yazılabilir.

$\Delta \vec{P} = m.\Delta \vec{V}$ **ifadesinde birimler;**

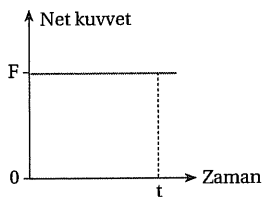
m : kütle (kg)

$\Delta \vec{V}$: Hız değişimi (m/s)

$\Delta \vec{P}$: Momentum değişimi (kg m/s) şeklindedir.

Kuvvet-Zaman Grafiği

Grafik ile zaman ekseni arasında kalan bölgenin alanı; itmeyi veya momentum değişimini verir.



Alan = $\vec{F}.\Delta t = \Delta \vec{P}$ olur.

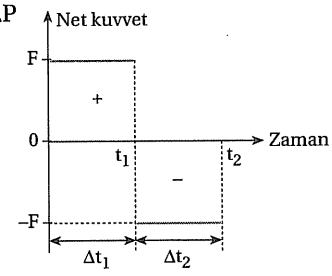
NOT

Net kuvvet-zaman grafiğinde alan itmeyi veya momentumdaki değişimi verir.

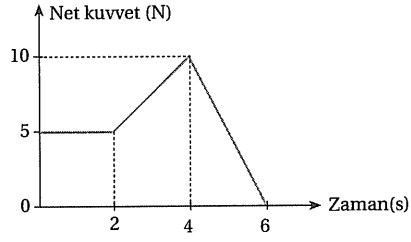
Cisme etki eden kuvvet farklı yönlerde uygulanmış ise alan momentumdaki artışı ya da azalışı verir.

Alan = $F.\Delta t_1 - F.\Delta t_2 = \Delta P$

Sonuç; pozitif (+) ise momentum artmış, negatif (–) ise momentum azalmış demektir.



ÖRNEK–1



İlk hızı $\frac{5}{2}$ m/s olan 2 kg kütleli cisme etkiyen net kuvvetin zamana bağlı grafiği şekildeki gibidir.

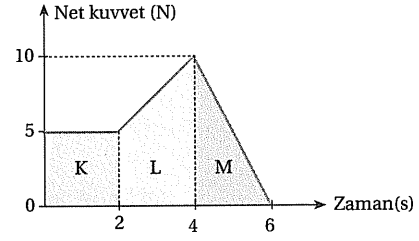
Buna göre,

a) 0 – 6s aralığında, cisme verilen itmeyi bulunuz.

b) 0 – 6s aralığında, momentum değişimini bulunuz.

c) 6 saniye sonunda cismin hızını bulunuz.

ÇÖZÜM



Grafik ile zaman ekseni arasında kalan bölgenin alanı itmeyi veya momentum değişimini verir.

fdd yayınları

a) K bölgesinin alanı = 2.5 = 10 N.s

L bölgesinin alanı = $\frac{(10+5).2}{2}$ = 15 N.s

M bölgesinin alanı = $\frac{2.10}{2}$ = 10 N.s

Alanlar toplamı = İtme = 10 + 15 + 10 = 35 N.s bulunur.

b) İtme = Momentum değişimidir.

$\Delta P = I = 35$ kg m/s dir.

c) 6 saniye sonundaki hızı momentum değişiminden bulunur.

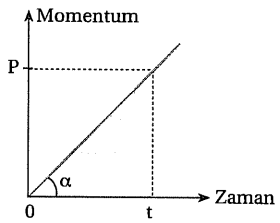
$\Delta\vec{P} = m(\vec{V}_{son} - \vec{V}_{ilk})$

$35 = 2\left(V_{son} - \frac{5}{2}\right)$

$V_{son} = 20$ m/s bulunur.

Momentum - Zaman Grafiği

Grafikteki doğrunun eğimi cisme etkiyen bileşke kuvveti verir.

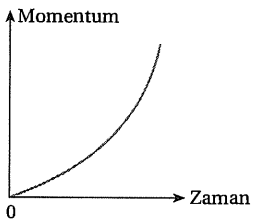


$\text{Eğim} = \tan\alpha = \frac{P-0}{t-0} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = F_{net}$

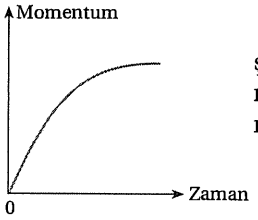
NOT

Momentum-zaman grafiğinde doğrunun eğimi cisme etkiyen bileşke kuvveti verir.

Momentum-zaman grafiği,



şeklinde ise cisme etkiyen net kuvvet artıyor,

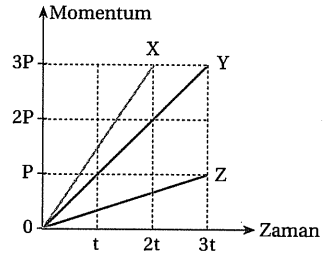


şeklinde ise cisme etkiyen net kuvvet azalıyor demektir.

fdd yayınları

ÖRNEK-2

3m, m, $\frac{2m}{3}$ kütleli X, Y, Z cisimlerinin momentum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



a) Cisimlere etkiyen bileşke kuvvetler F_X, F_Y, F_Z arasındaki ilişki nedir?

b) Cisimlerin hareket ivmeleri a_X, a_Y, a_Z arasındaki ilişki nedir?

ÇÖZÜM

a) Momentum-zaman grafiğinde eğim, cisme etkiyen bileşke kuvveti verir.

$F_X = \frac{3P}{2t}$, $F_Y = \frac{P}{t}$, $F_Z = \frac{P}{3t}$ olur.

$F_X > F_Y > F_Z$ bulunur.

b) Cisme etkiyen net kuvvetin kütleye oranı cismin hareket ivmesini verir.

$$a_X = \frac{F_X}{m_X} = \frac{\frac{3P}{2t}}{3m} = \frac{P}{m.2t}$$

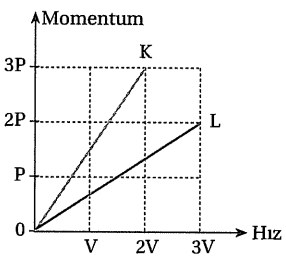
$$a_Y = \frac{F_Y}{m_Y} = \frac{\frac{P}{t}}{m} = \frac{P}{m.t}$$

$$a_Z = \frac{F_Z}{m_Z} = \frac{\frac{P}{3t}}{\frac{2m}{3}} = \frac{P}{m.2t} \text{ olur.}$$

Buradan $a_Y > a_X = a_Z$ sonucuna ulaşılır.

ÖRNEK-3

Momentum-hız grafiği şekildeki gibi olan K, L cisimlerine sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta iken yatay 3F ve 2F kuvvetleri uygulanıyor.



a) Cisimlerin kütleleri oranı $\frac{m_K}{m_L}$ kaçtır?

b) Cisimlerin kazandıkları ivmeler oranı $\frac{a_K}{a_L}$ kaçtır?

ÇÖZÜM

P = mV ifadesine göre momentum-hız grafiğinde doğrunun eğimi cismin kütlesini verir.

a) $m_K = \frac{3P}{2V}$, $m_L = \frac{2P}{3V}$ olur.

$$\frac{m_K = \frac{3P}{2V}}{m_L = \frac{2P}{3V}} \Rightarrow \frac{m_K}{m_L} = \frac{9}{4} \text{ bulunur.}$$

b) Net kuvvetin kütleye oranı cismin hareket ivmesini verir.

$$\frac{a_K = \frac{3F}{m_K}}{a_L = \frac{2F}{m_L}} = \frac{3}{2}\cdot\frac{m_L}{m_K} = \frac{3}{2}\cdot\frac{4}{9} \text{ olur.}$$

Buradan, $\frac{a_K}{a_L} = \frac{2}{3}$ sonucuna ulaşılır.

ÖRNEK–4

Doğu yönünde 12 m/s hızla hareket eden 3 kg kütleli cisme bir itme uygulandığında cisim batı yönünde 8 m/s hızla gitmeye başlıyor.

Buna göre,

a) Cisme verilen itmenin büyüklüğü kaç N.s dir?

b) Cisme verilen itme hangi yöndedir?

ÇÖZÜM

Bir cisme verilen itme, cismin momentumundaki değişime eşittir.

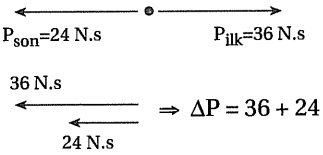
İtme = Momentum değişimi

$\vec{I} = \Delta\vec{P} = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk}$ işlemi yapılarak hem itmenin büyüklüğü hem de yönü bulunabilir.

a) $P_{son} = m.V_{son} = 3.8 = 24$ N.s, batı (←)

$P_{ilk} = m.V_{ilk} = 3.12 = 36$ N.s, doğu (→)

Momentum değişimi bulunurken son momentum vektörü $(\overrightarrow{P_{son}})$ ile ilk momentum vektörünün tersi $(-\overrightarrow{P_{ilk}})$ bulunduktan sonra bileşkeleri alınır.

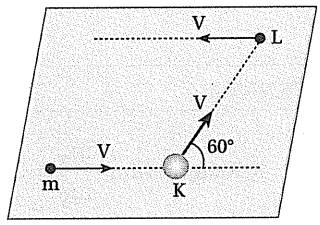


bulunur.

b) İtmenin yönü, momentumun değişimi ile aynı yönlü olduğundan batı yönündedir.

ÖRNEK–5

Sürtünmesiz yatay düzlemde V hızıyla hareket eden m kütleli cisme K ve L noktalarında bir itme uygulandığında cismin hızının büyüklüğü değişmiyor.



K noktasında uygulanan itmenin büyüklüğü $5\sqrt{3}$ N.s olduğuna göre, L de uygulanan itmenin büyüklüğü kaç N.s dir.

A) 3 B) 5 C) $5\sqrt{3}$ D) 15 E) $25\sqrt{3}$

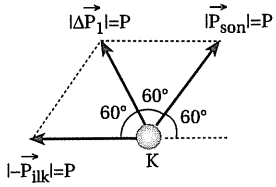
ÇÖZÜM

İtme, momentum değişimine eşit olup

$\vec{I} = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk}$ vektörel işlemi ile bulunur.

K noktasında

$I_1 = \Delta P_1 = P = 5\sqrt{3}$ N.s

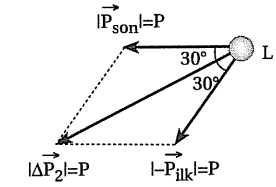


L noktasında

$I_2 = \Delta P_2 = P\sqrt{3}$

$= 5\sqrt{3}.\sqrt{3}$

$I_2 = 15$ N.s bulunur.



Doğru cevap: D seçeneğidir.

fdd yayınları

MOMENTUM–KİNETİK ENERJİ İLİŞKİSİ

Momentum $P = m.V$,

Kinetik enerji $E_k = \frac{1}{2} mV^2$ idi. Kinetik enerji ifadesini m ile çarpıp, m ye bölersek sonuç değişmez.

$$E_k = \frac{1}{2}\underbrace{m.V}_{P}.\underbrace{V.\frac{m}{m}}_{P} = \frac{P^2}{2m} \text{ olur.}$$

$\boxed{E_k = \frac{P^2}{2m}}$ ifadesi kinetik enerji ile momentum arasındaki ilişkiyi verir.

http://www.etkinlikpaylas.com/

ÖRNEK–6

Kütleleri oranı $\frac{m_X}{m_Y} = 2$ olan X ve Y cisimlerinin kinetik enerjileri oranı $\frac{E_{K(X)}}{E_{K(Y)}} = \frac{1}{8}$ dir.

Buna göre, cisimlerin momentumları oranı $\frac{P_X}{P_Y}$ kaçtır?

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

ÇÖZÜM

$$\left.\begin{array}{l} E_{K(X)} = \frac{P_X^2}{2m_X} \\ E_{K(Y)} = \frac{P_Y^2}{2m_Y} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{E_{K(X)}}{E_{K(Y)}} = \frac{P_X^2}{P_Y^2}.\frac{m_Y}{m_X} \text{ olur.}$$

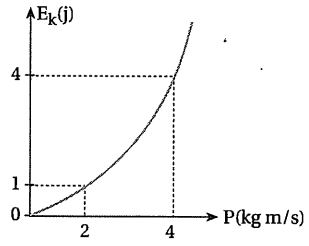
$$\frac{1}{8} = \frac{P_X^2}{P_Y^2}.\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{P_X^2}{P_Y^2} = \frac{1}{4} \text{ olur.}$$

Her iki tarafın karekökü alınırsa $\frac{P_X}{P_Y} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Doğru cevap: D seçeneğidir.

ÖRNEK–7

Sürtünmesiz yatay düzlemde hareket eden bir cismin kinetik enerji - momentum grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre,

a) Cismin kütlesi kaç kg dır?

b) Cismin momentumu 5 kg m/s olduğunda kinetik enerji kaç joule dür?

ÇÖZÜM

a) Kinetik enerji ile momentum arasındaki ilişki,

$E_K = \frac{P^2}{2m}$ ifadesinden,

$1 = \frac{2^2}{2m} \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$ bulunur.

b) $P = 5$ kg m/s iken kinetik enerji,

$E_K = \frac{5^2}{2.2} = \frac{25}{4}$ joule bulunur.

ÇARPIŞMALAR

Hareket halindeki iki cismin ya da hareket halindeki bir cisimle durgun bir cismin çarpışması olayıdır. Çarpışmalar cisimlerin hareket doğrultularına göre merkezi ve merkezi olmayan çarpışma olarak ikiye ayrılır.

A. MERKEZİ ÇARPIŞMA

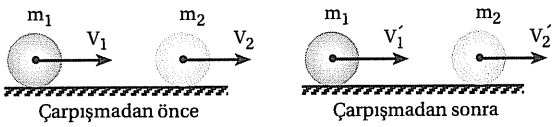
Çarpışmadan önce ve sonra cisimlerin kütle merkezinin bir doğru üzerinde hareket etmesi durumunda cisimler merkezi çarpışma yapmış olur. Bu çarpışmada cisimler kütle merkezlerini birleştiren doğru üzerinde hareket eder.

Merkezi çarpışmada, kinetik enerji korunuyorsa bu tür çarpışmaya merkezi esnek çarpışma; kinetik enerji korunmuyorsa bu tür çarpışmaya; merkezi, esnek olmayan çarpışma denir.

1. MERKEZİ ESNEK ÇARPIŞMA

Bu çarpışma türünde cisimler çarpışma sırasında birbirine yapışmadan hareket eder. Kinetik enerji, momentum ve hızlar korunur.

fdd yayınları



V_1 ve V_2 hızları ile hareket eden m_1 ve m_2 kütleli cisimlerin çarpışmadan sonraki hızları V'_1 ve V'_2 olsun.

Kinetik Enerjinin Korunumu

Cisimlerin çarpışmadan önce kinetik enerjilerinin toplamı, çarpışmadan sonraki kinetik enerjilerinin toplamına eşittir.

$E_{ilk} = E_{son}$

$E_1 + E_2 = E'_1 + E'_2$

$$\frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2 = \frac{1}{2}m_1V_1'^2 + \frac{1}{2}m_2V_2'^2$$

Momentumun Korunumu

Çarpışmadan önceki momentum, çarpışmadan sonraki momentuma vektörel olarak eşittir.

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$\vec{P_1} + \vec{P_2} = \vec{P'_1} + \vec{P'_2}$

$$m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} = m_1\vec{V'_1} + m_2\vec{V'_2}$$

Hızların Korunumu

Bir cismin çarpışmadan önceki hızı ile çarpışmadan sonraki hızının bileşkesi, diğer cismin çarpışmadan önceki hızı ile çarpışmadan sonraki hızının bileşkesine eşittir.

Kinetik Enerji Korunumundan

$$\frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2 = \frac{1}{2}m_1V_1'^2 + \frac{1}{2}m_2.V_2'^2$$

$$m_1\left(V_1^2 - V_1'^2\right) = m_2\left(V_2'^2 - V_2^2\right)$$

parantez içindeki ifadeleri çarpanlara ayıralım.

$$m_1(V_1 - V'_1)(V_1 + V'_1) = m_2(V'_2 - V_2)(V'_2 + V_2) \quad (1)$$

denklemi bulunur.

Momentumun Korunumundan

$m_1V_1 + m_2V_2 = m_1V'_1 + m_2V'_2$

$$m_1(V_1 - V'_1) = m_2(V'_2 - V_2) \quad (2)$$

denklemi bulunur.

(1) ve (2) denklemlerini oranlayalım.

$$\frac{m_1(V_1 - V'_1)(V_1 + V'_1)}{m_1(V_1 - V'_1)} = \frac{m_2(V'_2 - V_2)(V'_2 + V_2)}{m_2(V'_2 - V_2)}$$

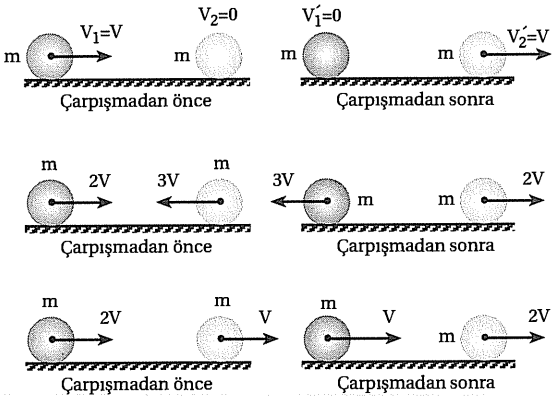
$\vec{V_1} + \vec{V'_1} = \vec{V_2} + \vec{V'_2}$ denklemine ulaşılır.

NOT

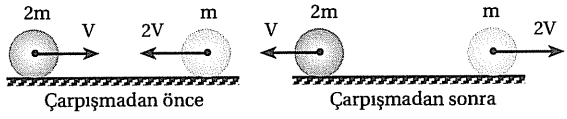
Cisimlerin kütlelerine bağlı olarak çarpışmadan sonraki V'_1 ve V'_2 hızları zıt yönde olabilir. Böyle bir durumda vektörel işlem yapılırken ters yönde hareket eden cismin hızının işareti negatif (–) alınır.

Merkezi Esnek Çarpışmada Özel Durumlar

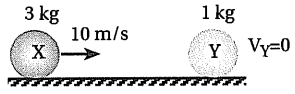
a) Çarpışan cisimlerin kütleleri eşit ise hızlarını birbirine aktarırlar.



b) Çarpışmadan önce cisimlerin momentumu eşit büyüklükte ve zıt yönde ise çarpışma sonrası aynı hızla geri dönerler.



ÖRNEK–8



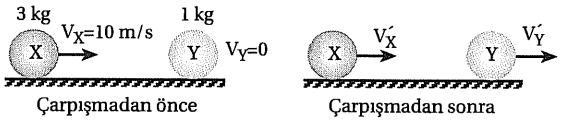
Sürtünmesiz yatay düzlemde 10 m/s hızla hareket eden 3 kg kütleli X cismi durmakta olan Y cismine esnek olarak çarpıyor.

Çarpışmadan sonra X ve Y cisimlerinin hızı kaç m/s dir?

fdd yayınları

ÇÖZÜM

Çarpışma esnek olduğundan momentum ve hızların korunumundan sonuca ulaşabiliriz.



Çarpışma sonrasında her iki cismin pozitif (+) yönde hareket ettiğini düşünerek işlem yapacağız. Sonucun negatif (–) bulunması, seçilen yönün ters olduğu anlamına gelir.

Momentumun korunumundan,

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$m_X V_X + m_Y V_Y = m_X V'_X + m_Y V'_Y$

$3.10 + 1.0 = 3.V'_X + 1.V'_Y$

$\boxed{3V'_X + V'_Y = 30}$ (1)

Hızların korunumundan;

$\overrightarrow{V_X} + \overrightarrow{V'_X} = \overrightarrow{V_Y} + \overrightarrow{V'_Y}$

$10 + V'_X = 0 + V'_Y$

$\boxed{V'_Y = 10 + V'_X}$ (2)

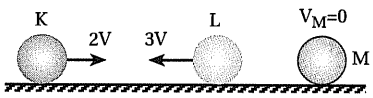
(1) denkleminde V'_Y yerine (2) denklemindeki değerini yazalım.

$3V'_X + 10 + V'_X = 30$

$4V'_X = 20 \Rightarrow V'_X = 5$ m/s olur.

$V'_Y = 10 + V'_X = 10 + 5 = 15$ m/s bulunur.

ÖRNEK–9



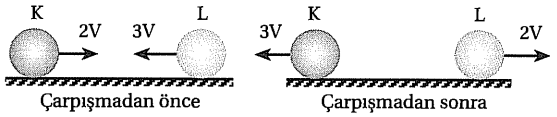
Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan cisimlerden K ve L şekildeki gibi sabit hızla hareket ederken M cismi durmaktadır.

Cisimlerin kütleleri eşit olduğuna göre, esnek çarpışmalar sonunda hızları ve hareket yönleri için ne söylenebilir?

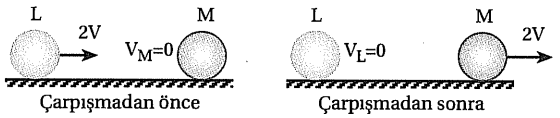
ÇÖZÜM

Eşit kütleli cisimler esnek çarpışma yaptıklarında hızlarını birbirlerine aktarırlar.

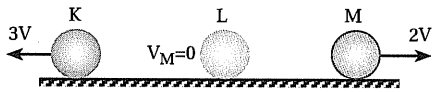
K ve L cisimleri için,



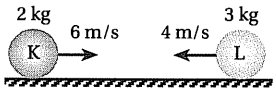
L ve M cisimleri için,



çarpışmalar tamamlandıktan sonra cisimlerin hareket yönleri ve hızları şekildeki gibi olur.



ÖRNEK–10

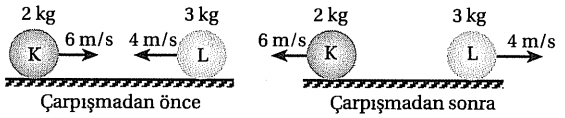


Sürtünmesiz yatay düzlemde sabit hızla hareket eden K ve L cisimleri esnek çarpışma yapıyor.

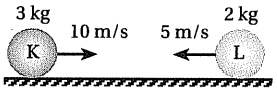
Çarpışmadan sonra hızlarının büyüklüğü ve hareket yönleri için ne söylenebilir?

ÇÖZÜM

Cisimlerin momentumlarının büyüklüğü eşit ve ters yönde hareket ettiklerine göre çarpışmadan sonra aynı hızla geri dönerler.



ÖRNEK–11

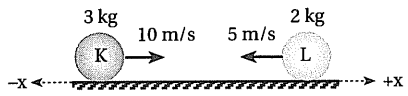


Sürtünmesiz yatay düzlemde sabit hızla hareket eden K ve L cisimleri esnek çarpışma yapıyor.

Çarpışmadan sonra cisimlerin hızları ve hareket yönleri için ne söylenebilir?

fdd yayınları

ÇÖZÜM



Momentumun korunumundan,

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$m_K.\vec{V_K} + m_L.\vec{V_L} = m_K.\vec{V'_K} + m_L.\vec{V'_L}$

$3.10 + 2.(-5) = 3V'_K + 2V'_L$

$\boxed{20 = 3V'_K + 2V'_L}$ (1)

Hızların korunumundan,

$\vec{V_K} + \vec{V'_K} = \vec{V_L} + \vec{V'_L}$

$10 + V'_K = -5 + V'_L$

$\boxed{V'_L = V'_K + 15}$ (2)

(1) ve (2) denklemlerinin çözümünden sonuca gidilebilir.

(2) denkleminde eşitliğin her iki tarafını 2 ile çarpalım,

$2V'_L = 2V'_K + 30$ bulunur.

Bunu (1) denkleminde yerine yazalım.

$20 = 3V'_K + 2V'_K + 30$

$5V'_K = -10 \Rightarrow V'_K = -2$ m/s bulunur.

Sonucun negatif (–) çıkması K cisminin çarpışmadan sonra – x yönünde hareket ettiği anlamına gelir.

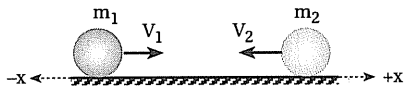
(2) denkleminde V'_K yerine – 2 m/s yazılırsa V'_L bulunur.

$V'_L = V'_K + 15 = -2 + 15 = 13$ m/s dir.

Sonucun pozitif çıkması L cisminin çarpışmadan sonra +x yönünde hareket ettiği anlamına gelir.

2. MERKEZİ, ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA

Bu çarpışma türünde cisimler çarpışma sırasında birbirine yapışır ve birlikte hareket eder. Çarpışma sırasında bir miktar enerji ısıya dönüşeceğinden kinetik enerji korunmaz. Sorular momentum korunumundan çözülür.



Sabit V_1 ve V_2 hızları ile hareket eden m_1 ve m_2 kütleli cisimler esnek olmayan çarpışma yaptıktan sonra birlikte ortak hızla hareket eder.

Momentumun korunumundan

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} = (m_1 + m_2).\vec{V}_{ort}$

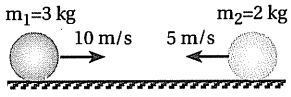
a) $m_1V_1 > m_2V_2$ ise çarpışma sonunda cisimler +x yönünde hareket eder ve momentumun korunumu denklemi;

$m_1V_1 - m_2V_2 = (m_1 + m_2).V_{ort}$ şeklinde yazılır.

b) $m_1V_1 < m_2V_2$ ise çarpışma sonunda cisimler –x yönünde hareket eder ve momentumun korunumu denklemi

$m_1V_1 - m_2V_2 = (m_1 + m_2)\ (-V_{ort})$ şeklinde yazılır.

ÖRNEK–12



Sürtünmesiz yatay düzlemde sabit hızla hareket eden cisimler esnek olmayan çarpışma yaparak birlikte hareket ediyor.

Buna göre,

a) Çarpışmadan sonra ortak hızın büyüklüğü kaç m/s dir?

b) Çarpışma sırasında ısıya dönüşen enerji kaç joule dür?

ÇÖZÜM

a) Ortak hızın büyüklüğü momentumun korunumundan bulunur.

fdd yayınları

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$3.10 + 2.(-5) = (3 + 2).V_{ort}$

$30 - 10 = 5.V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 4$ m/s bulunur.

b) Çarpışmadan önceki toplam enerji ile çarpışmadan sonraki toplam enerji farkı ısıya dönüşen enerjiyi verir.

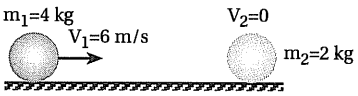
$$E_{ilk} = \frac{1}{2}m_1 \cdot V_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot V_2^2$$

$$E_{ilk} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^2 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 5^2 = 175j$$

$$E_{son} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) \cdot V_{ort}^2 = \frac{1}{2}(3 + 2).4^2 = 40j$$

$E_{ısı} = E_{ilk} - E_{son} = 175 - 40 = 135j$ bulunur.

ÖRNEK-13



Sürtünmesiz yatay düzlemde 6 m/s lik sabit hızla hareket eden 4 kg kütleli cisim durmakta olan 2 kg kütleli cisim ile esnek olmayan çarpışma yaparak yapışıyor.

Buna göre;

a) Çarpışmadan sonra ortak hızın büyüklüğü kaç m/s dir?

b) Çarpışma sırasında ısıya dönüşen enerji kaç joule dür?

ÇÖZÜM

a) Momentumun korunumundan,

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$m_1V_1 = (m_1 + m_2).V_{ort}$

$4.6 = (4 + 2).V_{ort}$

$V_{ort} = 4$ m/s bulunur.

b) Isıya dönüşen enerji, çarpışmadan önceki ve sonraki kinetik enerjilerin farkı ile bulunur.

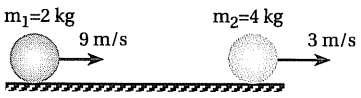
$$E_{ilk} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 4.6^2 = 72 \text{ joule}$$

$$E_{son} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\, V_{ort}^2 = \frac{1}{2}(4+2).4^2 = 48\,j$$

$E_{ısı} = E_{ilk} - E_{son} = 72 - 48 = 24$ joule bulunur.

fdd yayınları

ÖRNEK-14



Sürtünmesiz yatay düzlemde sabit hızla hareket eden cisimler esnek olmayan çarpışma yapıp birlikte hareket ediyor.

Buna göre,

a) Çarpışmadan sonra ortak hızları kaç m/s dir?

b) Çarpışma sırasında ısıya dönüşen enerji kaç joule dür?

ÇÖZÜM

a) Momentumun korunumundan;

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$

$m_1.\vec{V_1} + m_2.\vec{V_2} = (m_1 + m_2) \cdot \vec{V_{ort}}$

$2.9 + 4.3 = (2 + 4).V_{ort}$

$30 = 6.V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 5$ m/s bulunur.

b) Isıya dönüşen enerji;

$E_{ısı} = E_{ilk} - E_{son}$

$$E_{ilk} = \frac{1}{2}2 \cdot 9^2 + \frac{1}{2}4.3^2 = 81+18 = 99 \text{ joule}$$

$$E_{son} = \frac{1}{2}(m_1+m_2).V_{ort}^2 = \frac{1}{2}(2+4).5^2 = 75 \text{ joule}$$

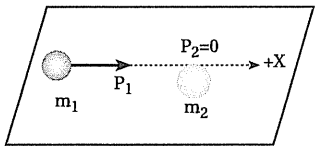
$E_{ısı} = 99 - 75 = 24$ joule bulunur.

B. MERKEZİ OLMAYAN ÇARPIŞMA

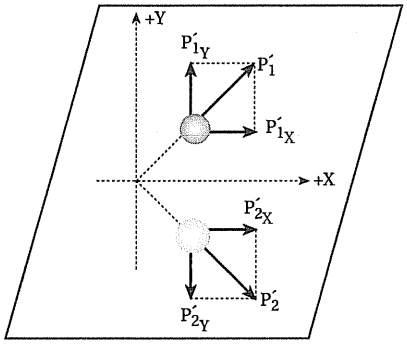
Çarpışmadan önce ve sonra farklı doğrultularda hareket eden cisimlerin yaptığı çarpışmadır. Merkezi olmayan çarpışmada cisimlerin kütle merkezini birleştiren doğru, çarpışmadan önce ve sonra farklıdır.

1. MERKEZİ OLMAYAN ESNEK ÇARPIŞMA

Bu tür çarpışmalarda momentum korunur. Merkezi olmayan esnek çarpışmada momentumun korunumundan sorular çözülür.



Çarpışmadan önce



Çarpışmadan sonra

Çarpışmadan önceki ve sonraki momentumlar vektörel olarak eşittir. Bu nedenle çarpışma öncesi ve sonrası x ekseni üzerindeki bileşke momentum sıfır, y ekseni üzerindeki bileşke momentum sıfırdır.

+x yönünde $\vec{P}_1$ momentumu ile hareket etmekte olan cisim durmakta olan m_2 kütleli cisim ile çarpışsın. Çarpışmadan sonra cisimlerin hareket doğrultuları şekildeki gibi ise aşağıdaki işlemler yapılır.

X doğrultusunda

$\vec{P}_{ilk(X)} = \vec{P}_{son(X)}$

$\overrightarrow{P_{1X}} + \overrightarrow{P_{2X}} = \overrightarrow{P'_{1X}} + \overrightarrow{P'_{2X}}$

$P_1 + O = P'_{1X} + P'_{2X}$

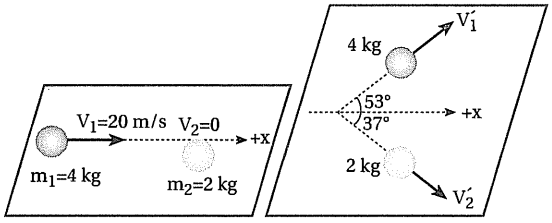
Y doğrultusunda

$\vec{P}_{ilk(Y)} = \vec{P}_{son(Y)}$

$\overrightarrow{P_{1Y}} + \overrightarrow{P_{2Y}} = \overrightarrow{P'_{1Y}} + \overrightarrow{P'_{2Y}}$

$O = P'_{1Y} - P'_{2Y}$

ÖRNEK–15



Şekil – I Şekil – II

Sürtünmesiz yatay düzlemde şekil I deki gibi hareket eden 4 kg kütleli cisim durmakta olan 2 kg kütleli cisim ile merkezi olmayan çarpışma yapıyor.

Çarpışmadan sonra cisimler şekil II deki gibi hareket ettiğine göre, çarpışmadan sonraki hızlarını bulunuz.

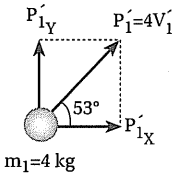
(sin 37° = cos 53° = 0,6; sin 53° = cos 37° = 0,8)

ÇÖZÜM

Çarpışmadan sonra cisimlerin yatay ve düşey momentumlarını bileşenlerine ayıralım.

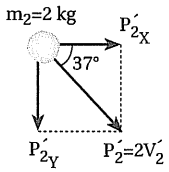
$P'_{1X} = 0,6P'_1 = 2,4V'_1$

$P'_{1Y} = 0,8P'_1 = 3,2V'_1$



$P'_{2X} = 0,8P'_2 = 1,6V'_2$

$P'_{2Y} = 0,6P'_2 = 1,2V'_2$



Çarpışmadan önceki momentumların X bileşeni, çarpışmadan sonraki momentumların X bileşenlerine vektörel olarak eşittir.

$\vec{P}_{X(önce)} = \vec{P}_{X(sonra)}$

$\overrightarrow{P_{1X}} + \overrightarrow{P_{2X}} = \overrightarrow{P'_{1X}} + \overrightarrow{P'_{2X}}$

$4.20 + 0 = 2,4V'_1 + 1,6V'_2$

$2,4V'_1 + 1,6.V'_2 = 80$

$\boxed{3V'_1 + 2V'_2 = 100}$ (1) denklemi bulunur.

Çarpışmadan önceki momentumların y bileşeni, çarpışmadan sonraki momentumların y bileşenine vektörel olarak eşittir.

$\vec{P}_{Y(önce)} = \vec{P}_{Y(sonra)}$

$\overrightarrow{P_{1Y}} + \overrightarrow{P_{2Y}} = \overrightarrow{P'_{1Y}} + \overrightarrow{P'_{2Y}}$

$0 + 0 = 3,2V'_1 - 1,2V'_2$

$\boxed{8V'_1 = 3V'_2}$ (2) denklemi bulunur.

(1) ve (2) denklemlerinin çözümü yapılıp sonuç bulunur.

(2) denkleminden $V'_2 = \frac{8}{3}V'_1$ yazılır. Bu da (1) denkleminde yerine yazılırsa;

fdd yayınları

$3V_1' + 2V_2' = 100$

$3V_1' + 2\frac{8}{3}V_1' = 100$

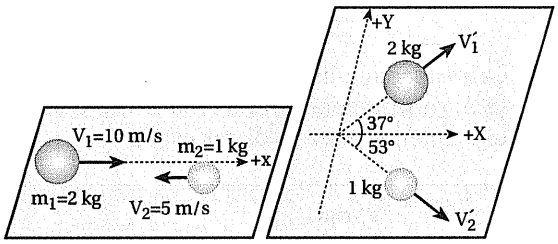
$9V_1' + 16V_1' = 300$

$25V_1' = 300 \Rightarrow V_1' = 12\ m/s$ bulunur.

(2) denklemi $8V_1' = 3V_2'$ idi. Buradan

$8.12 = 3.V_2' \Rightarrow V_2' = 32\ m/s$ bulunur.

ÖRNEK–16



Şekil – I Şekil – II

Sürtünmesiz yatay düzlemde şekil I deki gibi hareket eden cisimler merkezi olmayan çarpışma yaparak şekil II deki gibi hareket ediyor.

Buna göre, çarpışmadan sonra cisimlerin hızını bulunuz.

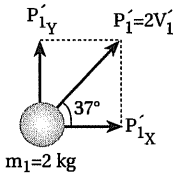
(sin 37° = cos 53° = 0,6; sin 53° = cos 37° = 0,8)

ÇÖZÜM

Çarpışmadan sonra cisimlerin yatay ve düşey momentumlarını bileşenlerine ayıralım.

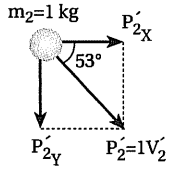
$P_{1X}' = P_1'.\cos 37° = 1,6V_1'$

$P_{1Y}' = P_1'.\sin 37° = 1,2V_1'$



$P_{2X}' = P_2'.\cos 53° = 0,6V_2'$

$P_{2Y}' = P_2'.\sin 53° = 0,8V_2'$



Çarpışmadan önceki momentumların x bileşeni çarpışmadan sonraki momentumların x bileşenine vektörel olarak eşittir.

$\overrightarrow{P_{X(önce)}} = \overrightarrow{P_{X(sonra)}}$

$\overrightarrow{P_{1X}} + \overrightarrow{P_{2X}} = \overrightarrow{P_{1X}'} + \overrightarrow{P_{2X}'}$

$2.10 - 1.5 = 1,6V_1' + 0,6V_2'$

$\boxed{8V_1' + 3V_2' = 75}$ (1) denklemi bulunur.

Çarpışmadan önceki momentumların Y bileşeni, çarpışmadan sonraki momentumların Y bileşenine vektörel olarak eşittir.

$\overrightarrow{P_{Y(önce)}} = \overrightarrow{P_{Y(sonra)}}$

$\overrightarrow{P_{1Y}} + \overrightarrow{P_{2Y}} = \overrightarrow{P_{1Y}'} + \overrightarrow{P_{2Y}'}$

$0 + 0 = 1,2V_1' - 0,8V_2'$

$\boxed{3V_1' = 2V_2'}$ (2) denklemi bulunur.

Buradan $V_2' = \frac{3V_1'}{2}$ yazılabilir. Bu da (1) denkleminde yerine yazılırsa;

$8V_1' + 3V_2' = 75$

$8V_1' + 3\frac{3V_1'}{2} = 75$

$16V_1' + 9V_1' = 150$

$25V_1' = 150 \Rightarrow V_1' = 6\ m/s$ bulunur.

(2) denklemi $3V_1' = 2V_2'$ idi.

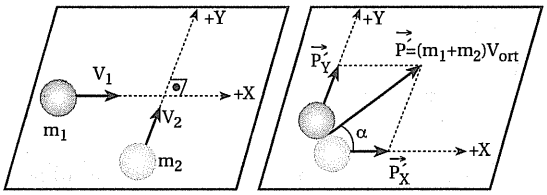
$3.6 = 2.V_2' \Rightarrow V_2' = 9\ m/s$ bulunur.

2. MERKEZİ OLMAYAN, ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA

Hareketli bir cismin duran bir cisme çarptıktan sonra yapışıp farklı doğrultuda hareket etmesi veya farklı doğrultularda hareket eden iki cismin çarpışma sırasında yapışarak birlikte hareket etmesidir.

Bu tür çarpışmada momentum korunur. Kinetik enerji ve hızlar korunmaz. Sorular momentumun korunumundan çözülür.

fdd yayınları



Çarpışmadan önce Çarpışmadan sonra

Çarpışmadan önce ve sonra x ekseni doğrultusundaki momentumlar vektörel olarak eşittir.

$\overrightarrow{P_{X(önce)}} = \overrightarrow{P_{X(sonra)}}$

$\overrightarrow{P_{1X}} + \overrightarrow{P_{2X}} = \overrightarrow{P'_X}$

$m_1V_1 + 0 = (m_1 + m_2) \cdot V_{ort} \cdot \cos\alpha$ yazılır.

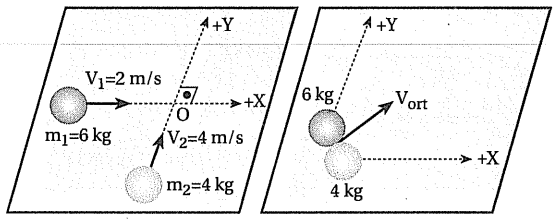
Çarpışmadan önce ve sonra y ekseni doğrultusundaki momentumlar vektörel olarak eşittir.

$\overrightarrow{P_{Y(önce)}} = \overrightarrow{P_{Y(sonra)}}$

$\overrightarrow{P_{1Y}} + \overrightarrow{P_{2Y}} = \overrightarrow{P'_Y}$

$0 + m_2V_2 = (m_1 + m_2) \cdot V_{ort} \cdot \sin\alpha$ yazılır.

ÖRNEK–17



Şekil – I Şekil – II

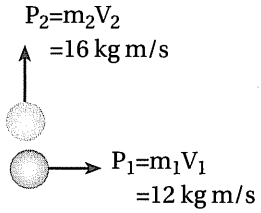
Sürtünmesiz yatay düzlemde hareket eden şekil I deki cisimler O noktasında esnek olmayan çarpışma yaparak birlikte şekil II deki gibi hareket ediyorlar.

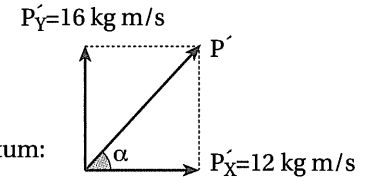
Buna göre, ortak hız kaç m/s dir?

ÇÖZÜM

Çarpışmadan sonraki momentumun yatay bileşeni çarpışmadan önceki yatay momentuma, çarpışmadan sonraki momentumun düşey bileşeni çarpışmadan önceki düşey momentuma vektörel olarak eşittir.

Çarpışmadan önce cisimlerin momentumları şekildeki gibidir.





Çarpışmadan sonraki,

yatay momentum:

$P'_X = P_1 = 12$ kg m/s

düşey momentum:

$P'_Y = P_2 = 16$ kg m/s dir.

Çarpışmadan sonraki momentum (P'), P'_X ile P'_Y nin bileşkesi olup pisagor bağıntısından

$P' = \sqrt{(P'_X)^2 + (P'_Y)^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20$ kg m/s

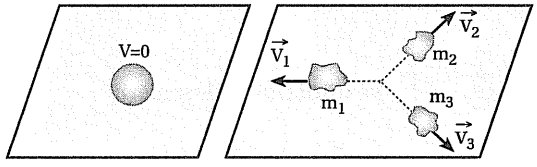
bulunur.

$P' = (m_1 + m_2) \cdot V_{ort}$

$20 = (6 + 4) \cdot V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 2$ m/s bulunur.

PATLAMALAR

Durmakta olan veya hareket halinde olan bir cisim iç patlama sonucu parçalara ayrıldığında patlamadan önceki momentum, patlamadan sonraki momentuma vektörel olarak eşit olur.



Patlamadan önce Patlamadan sonra

Durmakta olan bir cisim iç patlama sonucu m_1, m_2, m_3 kütleli üç parçaya ayrılsın ve bu parçalar şekildeki gibi $\overrightarrow{V_1}, \overrightarrow{V_2}, \overrightarrow{V_3}$ hızları ile hareket etsin.

İlk momentum vektörel olarak son momentuma eşittir.

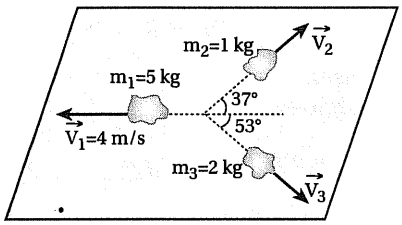
$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

fdd yayınları

$0 = m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} + m_3\vec{V_3}$ yazılabilir.

Bu denklemin sağlanabilmesi için m_2 ve m_3 kütleli parçaların momentumlarının bileşkesi m_1 kütleli parçanın momentumuna eşit olmalıdır.

ÖRNEK–18



Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 8 kg kütleli bir cisim iç patlama sonucu 5 kg, 1 kg ve 2 kg kütleli parçalara ayrılıyor.

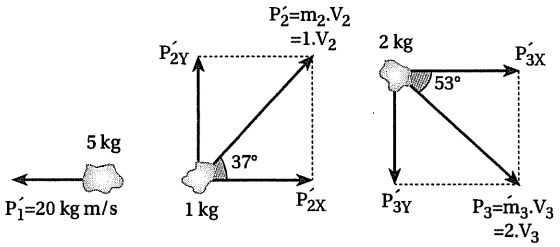
Parçalar şekildeki gibi hareket ettiğine göre V_2 ve V_3 hızlarını bulunuz.

(sin 37° = cos 53° = 0,6 ; sin 53° = cos 37° = 0,8)

ÇÖZÜM

Cisim başlangıçta durgun olduğuna göre patlamadan önceki momentum sıfır demektir. Patlamadan sonraki momentumun sıfır olması gerekir ki momentum korunabilsin.

Patlamadan sonraki momentumlar:



$\vec{P'_2}$ ve $\vec{P'_3}$ vektörlerinin bileşenleri;

$P'_{2X} = P'_2 \cdot \cos 37° = V_2 \cdot 0,8 = 0,8V_2$

$P'_{2Y} = P'_2 \cdot \sin 37° = V_2 \cdot 0,6 = 0,6V_2$

$P'_{3X} = P'_3 \cdot \cos 53° = 2V_3 \cdot 0,6 = 1,2V_3$

$P'_{3Y} = P'_3 \cdot \sin 53° = 2V_3 \cdot 0,8 = 1,6V_3$

Patlamadan sonra bileşke momentum sıfır olduğuna göre, yatay ve düşey eksendeki bileşke momentum sıfır olmalıdır.

$\Sigma \vec{P'_Y} = 0$ için,

$\vec{P'_{2Y}} + \vec{P'_{3Y}} = 0$

$0,6V_2 - 1,6V_3 = 0 \Rightarrow \boxed{3V_2 = 8V_3}$ (1) denklemi bulunur.

$\Sigma \vec{P'_X} = 0$ için,

$\vec{P'_1} + \vec{P'_{2X}} + \vec{P'_{3X}} = 0$

$-20 + 0,8V_2 + 1,2V_3 = 0$

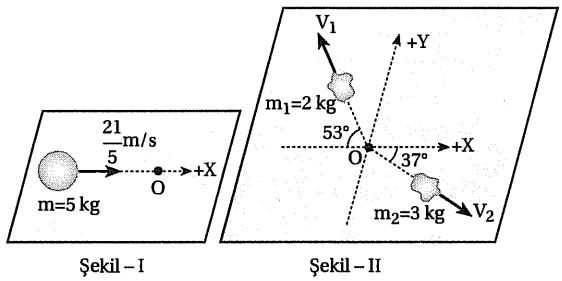
$\boxed{2V_2 + 3V_3 = 50}$ (2) denklemi bulunur.

(1) denkleminden $V_2 = \frac{8}{3} V_3$ yazılıp (2) denkleminde yerine konulursa,

$2 \cdot \frac{8}{3} \cdot V_3 + 3V_3 = 50 \Rightarrow V_3 = 6$ m/s bulunur.

$V_2 = \frac{8}{3} V_3 = \frac{8}{3} \cdot 6 = 16$ m/s bulunur.

ÖRNEK–19



Sürtünmesiz yatay düzlemde şekil I deki gibi hareket eden 5 kg kütleli cisim O noktasına geldiğinde iç patlama sonucu 2 kg ve 3 kg kütleli iki parçaya ayrılıyor.

Parçalar şekil II deki gibi hareket ettiğine göre, V_1 ve V_2 hızlarını bulunuz.

ÇÖZÜM

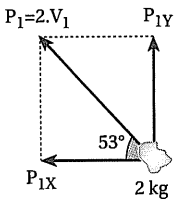
Patlamadan önceki momentum, patlamadan sonraki momentuma vektörel olarak eşittir.

Patlamadan önceki momentum +x yönünde

$P_{ilk} = 5 \cdot \frac{21}{5} = 21$ kg m/s dir.

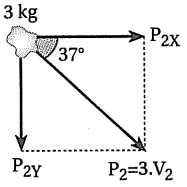
fdd yayınları

Patlamadan sonra parçaların momentumları:



$P_{1X} = P_1.\cos 53° = 2V_1.0,6 = 1,2V_1$

$P_{1Y} = P_1.\sin 53° = 2V_1.0,8 = 1,6V_1$



$P_{2X} = P_2.\cos 37° = 3V_2.0,8 = 2,4V_2$

$P_{2Y} = P_2.\sin 37° = 3.V_2.0,6 = 1,8V_2$

Patlamadan önce y ekseni doğrultusundaki momentum patlamadan sonrakine eşittir.

$\overrightarrow{P_{Y(ilk)}} = \overrightarrow{P_{Y(son)}}$

$\overrightarrow{P_Y} = \overrightarrow{P_{1Y}} + \overrightarrow{P_{2Y}}$

$0 = 1,6V_1 - 1,8V_2 \Rightarrow \boxed{8V_1 = 9V_2}$ (1) bulunur.

Patlamadan önce x ekseni doğrultusundaki momentum patlamadan sonrakine eşittir.

$\overrightarrow{P_{X(ilk)}} = \overrightarrow{P_{X(son)}}$

$\overrightarrow{P_X} = \overrightarrow{P_{1X}} + \overrightarrow{P_{2X}}$

$21 = -1,2V_1 + 2,4V_2 \Rightarrow \boxed{4V_2 - 2V_1 = 35}$ (2)

denklemi bulunur.

(1) denkleminden $V_1 = \frac{9}{8} V_2$ yazılıp (2) denkleminde yerine konulursa,

$4V_2 - 2V_1 = 35$

$4V_2 - 2\frac{9}{8} V_2 = 35 \Rightarrow V_2 = 20$ m/s bulunur.

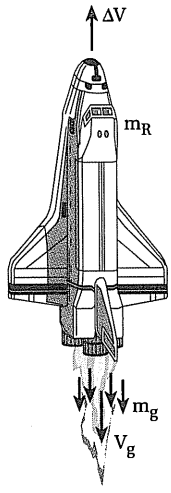
$V_1 = \frac{9}{8} V_2 = \frac{9}{8} \cdot 20 = \frac{45}{2}$ m/s bulunur.

ROKETLER VE SİLAHLARIN GERİ TEPMESİ

1) ROKETLER

Bir çocuk balonu, hava ile şişirilip serbest bırakıldığında içinden çıkan havanın tersi yönde hareket eder. Roketler de yakıtların yanması sonucu oluşan gazın dışarı atılmasıyla gazın tersi yönde hareket eder.

Roketin motoru yakıtın yanması sonucu oluşan yüksek basınçlı gazı roketin arkasından geriye doğru atar ve roket ileri doğru hareket eder.



Momentumun korunumuna göre, dışarı atılan gazın momentumu ile roketin momentumunun bileşkesi sıfırdır.

m_g : Dışarı atılan gazın kütlesi

V_g : Dışarı atılan gazın hızı

m_R : Gaz atıldıktan sonra roketin kütlesi

ΔV : Roketin hızındaki değişim

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

$0 = \overrightarrow{P_{gaz}} + \overrightarrow{P_{roket}}$

$0 = -m_g.V_g + m_R . \Delta V$

Roketin hızındaki değişim $\boxed{\Delta V = \frac{m_g}{m_R} \cdot Vg}$ bulunur.

fdd yayınları

ÖRNEK-20

İçindeki yakıtla birlikte toplam kütlesi 1200 kg olan bir roket fırlatılırken 200 kg yakıt yakılarak oluşan gaz, 150 m/s hızla dışarı atılıyor.

Bu sırada roketin hızındaki değişimi bulunuz.

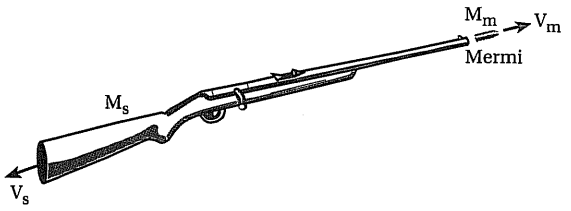
ÇÖZÜM

Roketin hızındaki değişim; $\Delta V = \frac{m_g}{m_R} \cdot Vg$ ile bulunur.

$\Delta V = \frac{200}{1000} . 150 = 30$ m/s olur.

2) SİLAHLARIN GERİ TEPME HIZI

Top veya tüfek gibi silahlar ateşlenirken geri teper.



Başlangıçta tüfek durgun olduğuna göre ilk momentum sıfırdır. Momentumun korunumundan son momentumun da sıfır olması gerekir. Buradan da silahın geri tepme hızı bulunabilir.

V_s : Silahın geri tepme hızı

M_s : Silahın kütlesi

V_m : Merminin hızı

M_m : Merminin kütlesi

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

$0 = \overrightarrow{P_m} + \overrightarrow{P_s}$

$0 = M_m \cdot \overrightarrow{V_m} + M_s \cdot \overrightarrow{V_s}$

$0 = M_m \cdot V_m - M_s \cdot V_s$ olup silahın geri tepme hızı

$\boxed{V_s = \frac{M_m}{M_s} \cdot V_m}$ şeklinde bulunur.

NOT

Bir avcının tüfekle ateş ederken, tüfeğini omzuna sıkıca dayaması veya tüfeği gevşek tutması tüfeğin geri tepme hızını değiştirir.

Avcı tüfeğini omzuna sıkıca dayarsa tüfeğin momentumu yazılırken avcının kütlesi de eklenir, avcı tüfeğini gevşek tutarsa tüfeğin momentumu yazılırken avcının kütlesi eklenmez.

ÖRNEK-21

Kütlesi 75 kg olan bir avcı, kütlesi 5 kg olan tüfeği ile ateş ediyor.

Merminin kütlesi 10 gram ve tüfekten çıkış hızı 800 m/s olduğuna göre;

a) Avcı tüfeği sıkıca omzuna dayarsa,

b) Avcı tüfeği gevşek tutarsa, tüfeğin geri tepme hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

a) Avcı, tüfeği omzuna sıkıca dayarsa tüfeğin momentumu $\overrightarrow{P_t} = (m_a + m_t).\overrightarrow{V_t}$ şeklinde yazılır.

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

$0 = \overrightarrow{P_m} + \overrightarrow{P_t}$

$0 = m_m \cdot V_m - (m_a + m_t) \cdot V_t$ olur. Buradan

$V_t = \frac{m_m}{m_a + m_t} \cdot V_m$ bulunur.

$m_m = 10 \text{ gram} = 10.10^{-3} \text{ kg}$

$m_a = 75 \text{ kg}$

$m_t = 5 \text{ kg}$

$V_m = 800 \text{ m/s}$

$V_t = \frac{10.10^{-3}}{(75+5)} \cdot 800 = \frac{8}{80} = \frac{1}{10}$ m/s bulunur.

b) Avcı, tüfeği gevşek tutarsa tüfeğin momentumu, $\overrightarrow{P_t} = m_t.\overrightarrow{V_t}$ olarak yazılır, avcının kütlesi hesaba katılmaz.

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

$0 = \overrightarrow{P_m} + \overrightarrow{P_t}$

$0 = m_m \cdot V_m - m_t \cdot V_t$ olur. Buradan

$V_t = \frac{m_m}{m_t} \cdot V_m = \frac{10.10^{-3}}{5} \cdot 800 = \frac{8}{5}$ m/s

bulunur.

ÖRNEK-22

Kütlesi 1500 kg olan bir top arabası, 75 kg kütleli mermisini 40 m/s hızla fırlattığı anda topun geri tepme hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

İlk momentum sıfır olduğundan, momentumun korunumuna göre son momentum da sıfır olmalıdır.

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

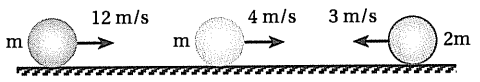
$0 = \overrightarrow{P_t} + \overrightarrow{P_m}$

$0 = 1500.(-V_T) + 75.40$

$V_T = \frac{75.40}{1500} = 2$ m/s bulunur.

fdd yayınları

ÖRNEK–23



Sürtünmesiz yatay düzlemde aynı doğrultuda şekildeki gibi hareket eden cisimler esnek olmayan çarpışma yaparak birbirine yapışıyor.

Yapışık cismin hızı kaç m/s dir?

A) 0 B) 2 C) 2,5 D) 3 E) 4,5

ÇÖZÜM

Momentumun korunumundan,

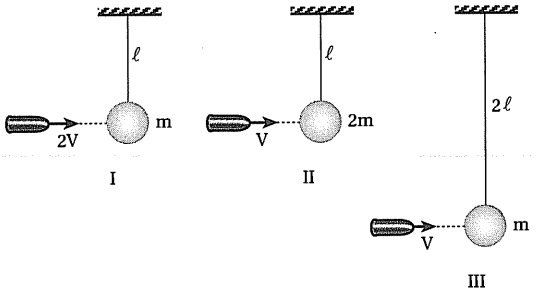
$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

$m.12 + m.4 + 2m\,(-3) = (m + m + 2m)\,.\,V_{ort}$

$10m = 4m.V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 2,5$ m/s olur.

Doğru cevap: C seçeneğidir.

ÖRNEK–24



m, 2m, m kütleli sarkaçlara özdeş mermiler şekildeki hızlarla çarpıp saplanıyor.

Sarkaçlar denge konumundan h_1, h_2, h_3 kadar yükselebiliyor.

Sürtünmeler önemsenmediğine göre h_1, h_2, h_3 arasındaki ilişki nedir?

A) $h_1 > h_3 > h_2$ B) $h_1 > h_2 > h_3$

C) $h_1 > h_2 = h_3$ D) $h_1 = h_3 > h_2$

E) $h_1 = h_2 > h_3$

ÇÖZÜM

Momentumun korunumundan ortak hız bulunur, ortak kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşür.

I. şekil için,

Merminin kütlesi m olsun.

Momentumun korunumundan;

$m\ 2V = (m + m).V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{\cancel{m}}{2\cancel{m}} \cdot \cancel{2}V = V$ bulunur.

Enerji dönüşümünden;

$\frac{1}{2}m_T.V_1^2 = m_T.g.h_1$

$h_1 = \frac{V^2}{2g}$ bulunur.

II. şekil için,

Momentumun korunumundan

$m.V = (m + 2m).V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{\cancel{m}}{3\cancel{m}} \cdot V = \frac{V}{3}$ bulunur.

Enerji dönüşümünden

$\frac{1}{2}m_T.V_2^2 = m_T.g.h_2$

$h_2 = \frac{V^2}{18g}$ bulunur.

III. şekil için,

Momentumun korunumundan

$m.V = (m + m)\,.\,V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{\cancel{m}}{2\cancel{m}} \cdot V = \frac{V}{2}$ bulunur.

Enerji dönüşümünden

$\frac{1}{2}m_T.V_3^2 = m_T.g.h_3$

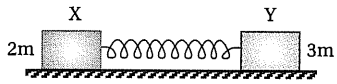
$h_3 = \frac{V^2}{8g}$ bulunur.

Buradan $h_1 > h_3 > h_2$ sonucuna ulaşılır.

Doğru cevap: A seçeneğidir.

fdd yayınları

ÖRNEK–25



Sürtünmesiz ortamda şekildeki yay sıkıştırılıp önüne 2m ve 3m kütleli X ve Y cisimleri konuluyor.

Cisimler yaydan ayrıldığında;

a) Momentumlarının büyüklüğü oranı $\frac{P_X}{P_Y}$ kaç olur?

b) Kinetik enerjileri oranı $\frac{E_X}{E_Y}$ kaç olur?

ÇÖZÜM

a) Yay sıkıştırılıp serbest bırakılmadan önceki momentum sıfırdır. Momentumun korunumuna göre son momentum da sıfır olur.

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

$0 = 3m.V_Y - 2m.V_X \Rightarrow 2V_X = 3V_Y$ olur.

X cisminin hızı 3V, Y cisminin hızı 2V olursa son momentum da sıfır olur.

$\frac{P_X}{P_Y} = \frac{2m.3V}{3m.2V} = 1$ bulunur.

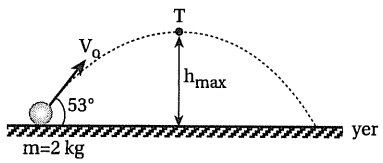
b) Kinetik enerjileri oranı;

$E_X = \frac{1}{2}\,2m\,(3V)^2 = \frac{1}{2}2m.9V^2$

$E_Y = \frac{1}{2}\,3m\,(2V)^2 = \frac{1}{2}3m.4V^2$ $\Rightarrow$

$\frac{E_X}{E_Y} = \frac{3}{2}$ bulunur.

ÖRNEK–26



Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamda şekildeki gibi eğik atılan 2 kg kütleli cismin maksimum yükseklikteki T noktasından geçerken momentumu 24 kg m/s dir.

Buna göre;

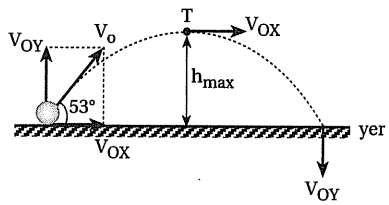
a) Cismin atılma anındaki momentumu kaç kg m/s dir?

b) Hareket süresince cisme etkiyen itme kaç N.s dir?

(sin 53° = 0,8 ; cos 53° = 0,6 ; g = 10 m/s^2)

ÇÖZÜM

a)



Eğik atış hareketi yapan cismin tepe noktasından geçerken sadece yatay hızı olduğundan bu noktadaki momentumdan yatay hız bulunabilir.

$24 = m.V_{0x}$

$2V = 2.V_{0x} \Rightarrow V_{0x} = 12$ m/s olur.

Cismin atılma anındaki momentumu;

$\cos 53° = \frac{V_{0x}}{V_0}$

$0,6 = \frac{12}{V_0} \Rightarrow V_0 = 20$ m/s bulunur.

Momentum $p = m.V_0 = 2.20 = 40$ kg m/s olur.

b) Cisme etkiyen itme iki şekilde bulunabilir.

1. yol:

$V_{0y} = V_0 . \sin 53° = 20.0,8 = 16$ m/s dir.

$t_{uçuş} = \frac{2V_{0y}}{g} = \frac{2.16}{10} = 3,2$ saniye olur.

Cisme hareket boyunca 20N luk ağırlık etki ettiğinden 3,2 saniye içinde cisme etkiyen itme

$I = mg.t_{uçuş} = 20.3,2 = 64$ N.s olur.

2. yol:

Momentum değişimi cisme verilen itmeyi verir. Momentum düşeyde değişim göstereceğinden

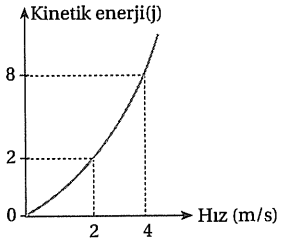
$\overrightarrow{P_y} = \triangle\overrightarrow{P_{y\,son}} - \triangle\overrightarrow{P_{y(ilk)}}$

$= m.V_{0y} - m\,(-V_{0y})$

$= 2.16 + 2.16 = 64$ N.s bulunur.

fdd yayınları

ÖRNEK–27



Bir cismin kinetik enerji-hız grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre;

a) Cismin kütlesi kaç kg dır?

b) Momentum-hız grafiğini çiziniz.

ÇÖZÜM

a) Cismin kütlesi, grafikteki kinetik enerji ve hız değerleri

$E_k = \frac{1}{2} m.V^2$ ifadesinde yerine yazılarak bulunabilir.

$E_k = \frac{1}{2} m.V^2$

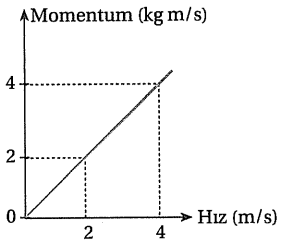
$2 = \frac{1}{2} m.2^2 \Rightarrow m = 1\ kg$ bulunur.

b) $p = m.V$ ifadesine göre momentum-hız grafiği, eğimi kütleyi veren sabit eğimli doğru şeklindedir.

$V = 2\ m/s$ için $p = 1.2 = 2\ kg\ m/s$

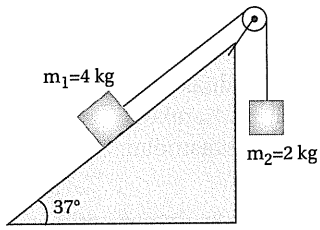
$V = 4\ m/s$ için $p = 1.4 = 4\ kg\ m/s$ olur.

Momentum-hız grafiği



şeklinde çizilir.

ÖRNEK–28

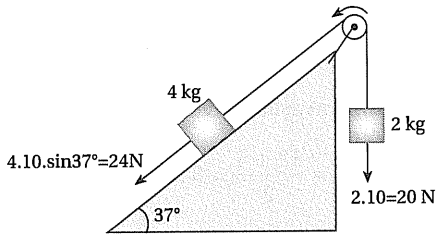


Sürtünmesiz düzenekte birbirine iple bağlı cisimler şekildeki konumdan serbest bırakılıyor.

2 kg kütleli cisme 0 – 6s aralığında etkiyen itme kaç N.s dir? ($\sin 37° = 0{,}6$; $g = 10\ m/s^2$)

A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 12

ÇÖZÜM



Cisimlerin hareket ivmesi;

$a = \frac{F_{net}}{\Sigma m} = \frac{24 - 20}{4 + 2} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}\ m/s^2$ olur.

6 saniye sonunda cisimlerin hızı;

$V = V_0 + a.t = 0 + \frac{2}{3} \cdot 6 = 4\ m/s$

0 – 6 saniye aralığında cisme verilen itme, momentumdaki değişime eşittir.

$\vec{I} = \overrightarrow{\Delta P} = \overrightarrow{P_{son}} - \overrightarrow{P_{ilk}}$

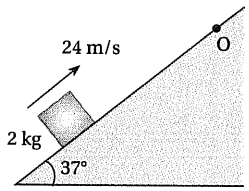
$I = 2.4 - 0 = 8\ N.s$ bulunur.

Doğru cevap: D seçeneğidir.

fdd yayınları

ÖRNEK-29

2 kg kütleli cisim sürtünme kuvvetinin 4N olduğu eğik düzlemde 24 m/s hızla harekete geçip O noktasından geri dönüyor.



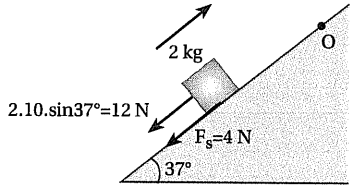
Cisme 0 – 4s aralığında etki eden itmenin büyüklüğü kaç N.s dir?

(sin 37° = 0,6 ; g = 10 m/s²)

A) 32 B) 44 C) 50 D) 56 E) 64

ÇÖZÜM

Cismin yavaşlama ivmesini bulup hızının kaç saniye sonra sıfır olduğunu inceleyelim.



Cismin yavaşlama ivmesi;

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{12+4}{2} = 8\ m/s^2 \text{ olur.}$$

Cismin durma süresi;

$V = V_0 - a.t$

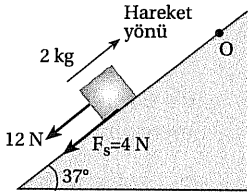
$0 = 24 - 8.t \Rightarrow t = 3s$ bulunur.

Cisim 0 – 4 saniye aralığının ilk 3 saniyesinde yukarı yönde yavaşlar, son 1 saniyede de aşağı doğru hızlanır.

0 – 3 saniye aralığında,

$I_1 = F_{net}.t_1 = (12 + 4).3$

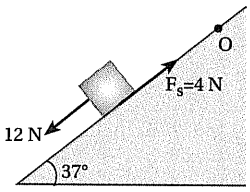
$I_1 = 48$ N.s bulunur.



3 – 4 saniye aralığında,

$I_2 = F_{net}.t_2 = (12–4).1$

$I_2 = 8$ N.s bulunur.

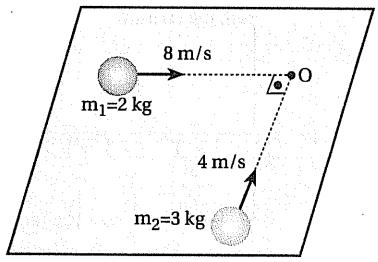


0 – 3s ve 3 – 4s aralıklarında cisme etkiyen net kuvvetin yönü aynı olduğundan 0 – 4 saniye aralığında uygulanan itme, itmelerin toplamına eşittir.

$I = I_1 + I_2 = 48 + 8 = 56$ N.s bulunur.

Doğru cevap: D seçeneğidir.

ÖRNEK-30



Sürtünmesiz yatay düzlemde sabit hızla hareket eden m_1 ve m_2 kütleli cisimler O noktasında esnek olmayan çarpışma yaparak birbirine yapışıyor.

Çarpışma sırasında ısıya dönüşen enerji kaç joule dür?

A) 24 B) 40 C) 48 D) 64 E) 88

ÇÖZÜM

m_1 kütleli cismin çarpışmadan önceki momentumu

$P_1 = m_1.V_1 = 2.8 = 16$ kg m/s

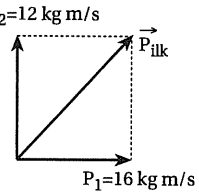
m_2 kütleli cismin çarpışmadan önceki momentumu

$P_2 = m_2.V_2 = 3.4 = 12$ kg m/s olur.

Çarpışma sırasında ilk momentum, son momentuma vektörel olarak eşittir.

$$P_{ilk} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20 \text{ kg m/s}$$

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$



$P_{ilk} = P_{son} = 20$ kg m/s dir.

Çarpışma sonrası cisimler yapıştığına göre ortak hızla hareket ederler.

$P_{son} = (m_1 + m_2).V_{ort}$

$20 = (2 + 3).V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 4$ m/s olur.

Çarpışmadan önceki enerji;

$E_{ilk} = E_1 + E_2$

$$E_{ilk} = \frac{1}{2}2.8^2 + \frac{1}{2}3.4^2 = 64 + 24 = 88 \text{ J}$$

fdd yayınları

Çarpışmadan sonraki enerji;

$E_{son} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2).V_{ort}^2 = \frac{1}{2}(2+3).4^2$

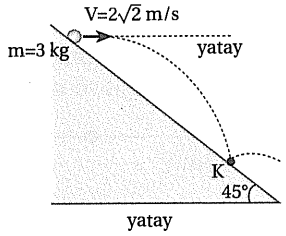
$E_{son} = \frac{1}{2}\,5.16 = 40\ J$ olur.

Çarpışmadan önceki ve sonraki enerjiler farkı ısıya dönüşen enerjiyi verir.

Bu enerji 88 – 40 = 48 J olarak bulunur.

Doğru cevap: C seçeneğidir.

ÖRNEK-31



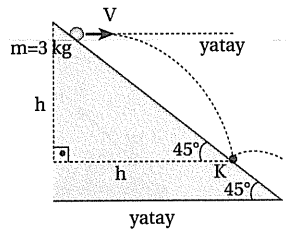
Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda şekildeki konumdan $2\sqrt{2}$ m/s hızla yatay atılan 3 kg kütleli cisim K noktasında esnek çarpışma yapıyor.

Eğik düzlemin cisme verdiği itme kaç N.s dir?

A) 0 B) $6\sqrt{2}$ C) 12

D) $12\sqrt{2}$ E) $6\sqrt{10}$

ÇÖZÜM



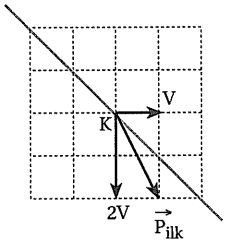
Cisim yatay atış hareketi yaptığından 45° lik açıya göre K noktasına çarpıncaya kadar geçen sürede yatay ve düşeyde eşit h yolunu alacaktır.

$h = V.t = \frac{1}{2}g.t^2 \Rightarrow \boxed{g.t = 2V}$ bulunur.

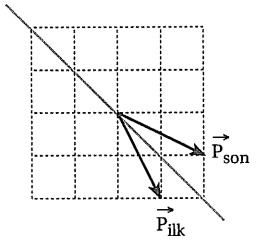
K noktasında düşey hız;

$V_y = g.t = 2V$ bulunur.

Cismin K noktasına çarptığı anda momentum vektörü (P_{ilk}) şekildeki gibi olur.



Cismin K noktasına çarpıp yansıması sonucu son momentum vektörü $(\overrightarrow{P_{son}})$ şekildeki gibi olur.



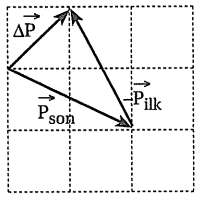
İtme, momentum değişimine eşit olduğuna göre,

$\overrightarrow{\Delta P} = \overrightarrow{P_{son}} - \overrightarrow{P_{ilk}}$ vektörel işlemi eğik düzlemin cisme verdiği itmeyi verecektir.

$I = \Delta P = mV.\sqrt{2}$

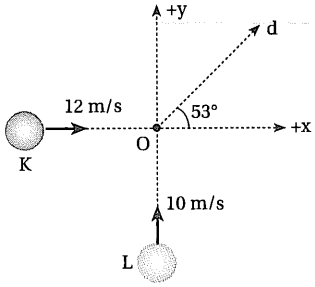
$I = 3.2\sqrt{2}.\sqrt{2} = 12$ N.s

bulunur.



Doğru cevap: C seçeneğidir.

ÖRNEK-32



Sürtünmesiz yatay düzlemde 12 m/s ve 10 m/s lik sabit hızla hareket eden K ve L cisimleri O noktasında çarpışıp yapışıyor.

Toplam kütle d oku yönünde hareket ettiğine göre, cisimlerin kütleleri oranı $\frac{m_K}{m_L}$ kaçtır?

(sin 53° = 0,8 ; cos 53° = 0,6)

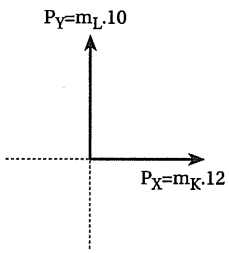
A) $\frac{5}{8}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{2}{5}$ E) $\frac{5}{6}$

fdd yayınları

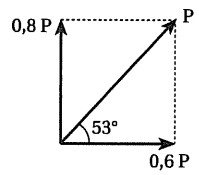
ÇÖZÜM

Çarpışmadan önceki bileşke momentum, çarpışmadan sonrakine eşittir.

Çarpışmadan önceki momentum



Çarpışmadan sonraki momentum



$$\frac{0{,}6P}{0{,}8P} = \frac{12\,m_K}{10\,m_L}$$

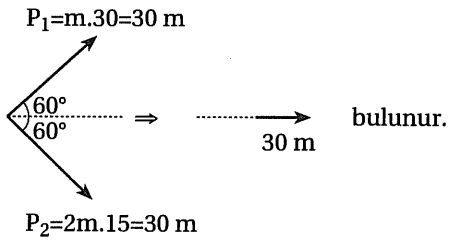
$$\frac{3}{4} = \frac{6m_K}{5m_L} \Rightarrow \frac{m_K}{m_L} = \frac{5}{8}$$ bulunur.

Doğru cevap: A seçeneğidir.

ÇÖZÜM

Cisim başlangıçta durgun olduğuna göre, ilk momentum sıfırdır. Momentumun korunumuna göre son momentum da sıfır olmalıdır.

m ve 2m kütleli parçacıkların momentumlarının bileşkesi;



$P_{son} = 0$ olabilmesi için 3m kütleli parçanın momentumu 30 m ye eşit ve zıt yönlü olmalıdır.

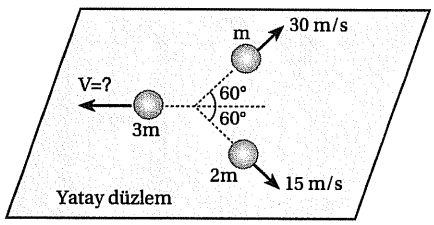


$3m.V = 30\ m \Rightarrow V = 10$ m/s bulunur.

Doğru cevap: D seçeneğidir.

fdd yayınları

ÖRNEK–33

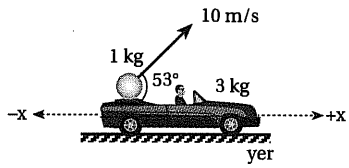


Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 6m kütleli cisim iç patlama sonucu üç parçaya ayrılıyor.

m ve 2m kütleli parçacıkların hızı şekildeki gibi ise, 3m kütleli parçacığın V hızı kaç m/s dir?

A) 30 B) 20 C) 15 D) 10 E) 5

ÖRNEK–34



Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 3 kg kütleli araba üzerindeki 1 kg kütleli cisim şekildeki gibi 10 m/s hızla fırlatılıyor.

Araba hangi yönde kaç m/s lik hızla harekete geçer? (cos 53° = 0,6)

A) –x yönünde, $\frac{10}{3}$ m/s

B) +x yönünde, $\frac{10}{3}$ m/s

C) –x yönünde, 4 m/s

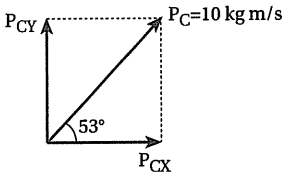
D) +x yönünde, 2 m/s

E) –x yönünde, 2 m/s

ÇÖZÜM

Araba ve cisim başlangıçta durgun olduğuna göre, ilk ve son momentumlar sıfırdır.

Arabanın x doğrultusunda hareketini sağlayan, atıldıktan sonra cismin x doğrultusundaki momentumudur.



Cismin momentumu;

$P_C = m_C.V_C = 1.10 = 10$ kg m/s dir.

Cismin yatay momentumu;

$P_{CX} = P_C . \cos 53° = 10.0{,}6 = 6$ kg m/s dir.

$\overrightarrow{P_{ilk}} = \overrightarrow{P_{son}}$

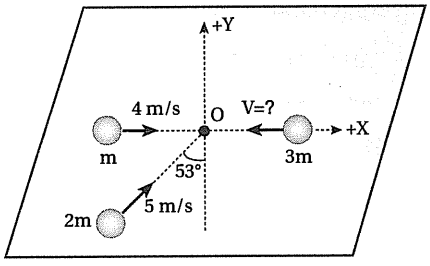
$0 = \overrightarrow{P_{CX}} + \overrightarrow{P_a}$

$0 = 6 + 3.V_a$ denklemine göre,

$V_a = -2$ m/s bulunur. Buradaki (–) işareti arabanın –x yönünde harekete geçtiğini anlatır.

Doğru cevap: E seçeneğidir.

ÖRNEK-35



Sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki gibi sabit hızla hareket eden cisimler O noktasında çarpışıp birbirine yapışıyor.

Yapışık cisim +Y yönünde hareket ettiğine göre, 3m kütleli cismin V hızı kaç m/s dir?

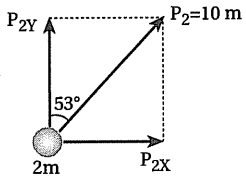
(sin 53° = 0,8 ; cos 53° = 0,6)

A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 8

ÇÖZÜM

Yapışık cisim +Y yönünde hareket ettiğine göre, son momentum +Y yönündedir. Momentumun korunumuna göre ilk momentum da +Y yönünde olmalıdır. Bunun için çarpışmadan önce X doğrultusundaki bileşke momentumun $(\overrightarrow{P_X})$ sıfır olması gerekir.

2m kütleli cismin çarpışmadan önceki momentumunun yatay bileşeni;



$P_2 = 2m.5 = 10m$

$P_{2X} = P_2.\sin 53° = 10m.0{,}8$

$P_{2X} = 8m$ bulunur.

Çarpışmadan önceki yatay momentum sıfır olduğundan,

$\overrightarrow{P_X} = 0$

$\overrightarrow{P_1} + \overrightarrow{P_{2X}} + \overrightarrow{P_3} = 0$

$m.4 + 8m + 3m\,(-V) = 0$

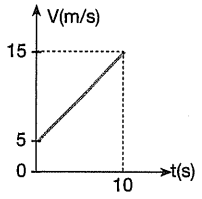
$3mV = 12m \Rightarrow V = 4$ m/s bulunur.

Doğru cevap: C seçeneğidir.

fdd yayınları

TEST - 1 (ÇÖZÜMLÜ)

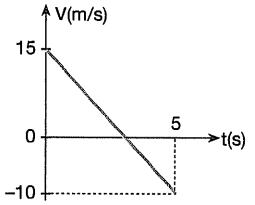
1. Şekilde kütlesi 3 kg olan bir cismin hız-zaman grafiği verilmiştir.



Bu cismin (0–10)s aralığındaki momentum değişimi kaç kg m/s dir?

A) 10 B) 15 C) 20 D) 30 E) 45

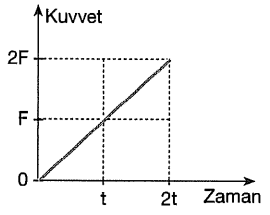
2. Şekilde kütlesi 5 kg olan bir cismin hız-zaman grafiği verilmiştir.



Bu cisme 5 saniyede verilen itme kaç N.s dir?

A) –25 B) –50 C) –75 D) –100 E) –125

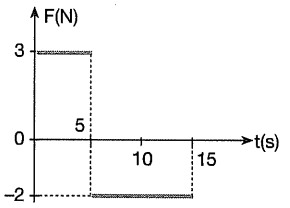
3. Şekilde durgun halden harekete geçen bir cismin kuvvet-zaman grafiği verilmiştir.



Cismin momentumu t anında $\vec{P}$ ise 2t anında kaç $\vec{P}$ dir?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 8

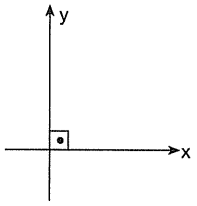
4. Şekilde ilk hızı 3 m/s olan 4 kg kütleli bir cismin kuvvet-zaman grafiği verilmiştir.



Bu cismin t = 15 saniye sonraki momentumu kaç kg m/s dir?

A) 7 B) 10 C) 15 D) 20 E) 35

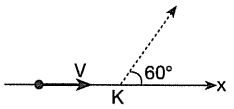
5. +x yönünde 3 m/s hızla gitmekte olan 2 kg lık cisme bir itme uygulanıyor.



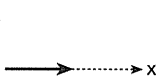
Bu itmenin sonunda cisim +y yönünde 4 m/s hızla gittiğine göre itmenin büyüklüğü kaç N.s dir?

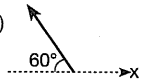
A) 2 B) 4 C) 5 D) 10 E) 14

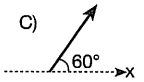
6. +x yönünde V hızıyla gitmekte olan bir cisme K noktasında bir itme uygulanıyor.

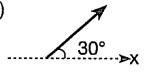


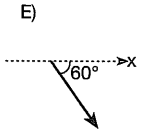
Cisim V büyüklüğündeki hızla kesikli ok yönünde gittiğine göre uygulanan itme vektörü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A)


B)


C)


D)


E)


7. Düşey yukarı doğru fırlatılan 2 kg lık bir cisim 2 saniye sonra atıldığı noktaya düşüyor.

Sürtünme olmadığına göre 2 saniyede cisme verilen itme kaç N.s ve hangi yöndedir?

(g = 10 m/s^2)

A) Yere doğru 20 N.s

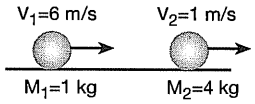
B) Yere doğru 40 N.s

C) Yukarı doğru 20 N.s

D) Yukarı doğru 40 N.s

E) Sıfır

8.



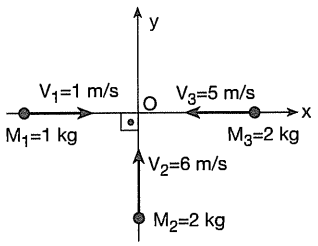
Sürtünmesiz yatay düzlemde 6 m/s hızla gitmekte olan 1 kg lık cisim aynı yönde 1 m/s hızla gitmekte olan 4 kg lık cisme çarparak yapışıyor.

Çarpışmadan sonra ortak hız kaç m/s olur?

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

fdd yayınları

9.

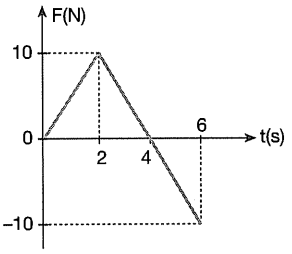


Sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki gibi harekete geçen üç cisim O noktasında esnek olmayan çarpışma yaparak birbirine yapışıyor.

Toplam kütlenin hızı kaç m/s dir?

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

10.



Şekilde bir cismin kuvvet-zaman grafiği verilmiştir.

Bu cismin (0–6) s arasındaki momentum değişimi kaç kg m/s dir?

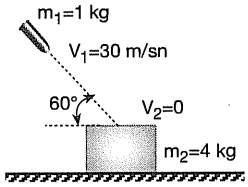
A) 5 B) 10 C) 20 D) 40 E) 60

11. Kütlesi m_1 olan bir cismin momentumu P_1, kinetik enerjisi E_1; kütlesi m_2 olan bir cismin momentumu P_2, kinetik enerjisi E_2 dir.

$\frac{P_1}{P_2} = 4$ ve $\frac{E_1}{E_2} = 8$ ise, $\frac{m_1}{m_2}$ **oranı kaçtır?**

A) 2 B) 4 C) 8 D) 12 E) 32

12. Durmakta olan 4 kg kütleli bir cisme hızı 30 m/s olan 1 kg lık bir mermi, şekildeki gibi yatayla 60° lik açı yapacak şekilde çarparak saplanıyor.

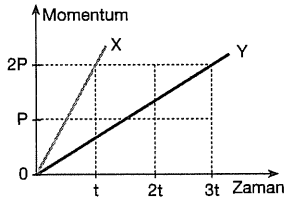


Çarpışmadan sonra ortak hız kaç m/s dir?

(Sürtünme yok, $\cos 60° = \frac{1}{2}$)

A) 2 B) 3 C) 6 D) 9 E) 12

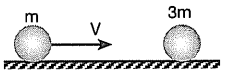
13. Şekilde X ve Y cisimlerinin momentum-zaman grafikleri verilmiştir. X e etkiyen kuvvetin büyüklüğü F_x, Y ye etkiyen kuvvetin büyüklüğü F_y dir.



Buna göre, $\frac{F_x}{F_y}$ **oranı kaçtır?**

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

14.

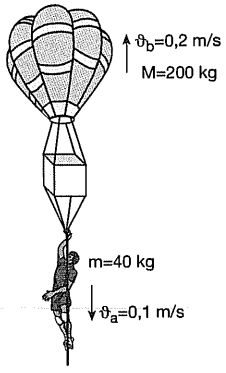


Sürtünmesiz yatay düzlemde V hızıyla hareket eden m kütleli cisim durmakta olan 3m kütleli cisme çarparak yapışıyor.

Toplam kütle 2 m/s hızla hareket ettiğine göre V hızı kaç m/s dir?

A) 8 B) 6 C) 5 D) 4 E) 3

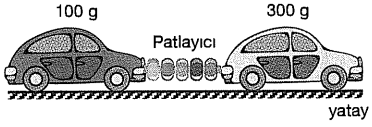
15. 40 kg kütleli bir adam 200 kg kütleli balona iple şekildeki gibi tutunmuştur. Balon yukarı doğru 0,2 m/s lik sabit hızla hareket etmektedir. Bu sırada adam balona göre sabit 0,1 m/s lik hızla ipe tutunarak aşağı doğru kaymaya başlıyor.



Buna göre, balonun yere göre hızı kaç m/s olur? (Sürtünmeler önemsizdir.)

A) $\frac{13}{48}$ B) $\frac{13}{60}$ C) $\frac{11}{50}$ D) $\frac{23}{2}$ E) $\frac{48}{13}$

16.



Oyuncak arabalarıyla deney yapmaya çalışan bir öğrenci 100 g ve 300 g lık iki oyuncak araba arasına patlayıcı madde yerleştiriliyor. Patlama meydana geldikten sonra 100 g lık araba 18 m hareket ettikten sonra duruyor.

Buna göre, 300 g lık araba kaç metre yol aldıktan sonra durur?

(Arabalar için sürtünme katsayıları eşittir.)

A) 10 B) 8 C) 6 D) 4 E) 2

fdd yayınları

TEST - 1 (ÇÖZÜMLER)

1. 10 saniyedeki hız değişimi $\Delta V = 15 - 5 = 10$ m/s dir. Momentum değişimi:

$\Delta P = m.\Delta V$ den

$\Delta P = 3.10 = 30$ kg m/s olur.

Doğru cevap (**D**) seçeneğidir.

2. $V_{ilk} = 15$ m/s

$V_{son} = -10$ m/s

$\Delta V = V_{son} - V_{ilk}$

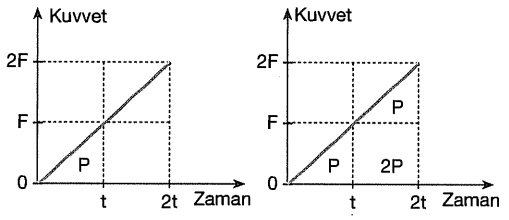
$\Delta V = -10 - 15 = -25$ m/s

İtme = $\Delta P = m.\Delta V$ den

İtme = $5.(-25) = -125$ N.s bulunur.

Doğru cevap (**E**) seçeneğidir.

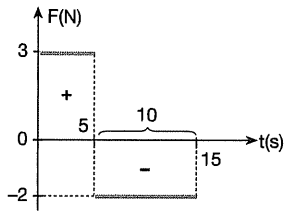
3. İlk momentum sıfır olduğundan 0 – t arasındaki alan t anındaki momentumu, 0 – 2t arasındaki alan da 2t anındaki momentumu verir.



0 – 2t aralığındaki alan 0 – t aralığındaki alanın 4 katı olduğundan 2t anındaki momentum, t anındaki momentumun 4 katı olur.

Doğru cevap (**C**) seçeneğidir.

4.



Momentum değişimi 0 – 15s aralığında

$\Delta P = 3.5 - 2.10 = -5$ kg m/s bulunur.

$P_{ilk} = m.V_{ilk} = 3.4 = 12$ kg m/s

$P_{son} = P_{ilk} + \Delta P$ den

$P_{son} = 12 + (-5) = 7$ kg m/s bulunur.

Doğru cevap (**A**) seçeneğidir.

5. İlk momentum : $P_1 = m.V_{ilk}$

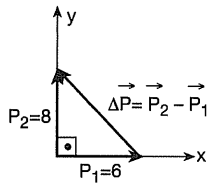
$P_1 = 2.3 = 6$ kg m/s

Son momentum : $P_2 = m.V_{son}$

$P_2 = 2.4 = 8$ kg m/s

İlk hız +x son hız +y yönünde olduğundan P_1 vektörü +x, P_2 vektörü +y yönünde olur.

İtme, momentumdaki değişime eşittir. Momentumdaki değişme $\Delta\vec{P} = \vec{P_2} - \vec{P_1}$ şeklindedir.

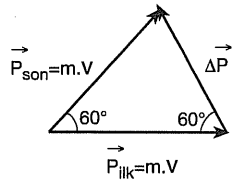


$\Delta P = \sqrt{6^2 + 8^2}$

$\Delta P = 10$ kg m/s veya 10 N.s olur.

Doğru cevap (**D**) seçeneğidir.

6. Hızın büyüklüğü değişmediğinden momentum büyüklüğü de değişmez.



İtme, momentumdaki değişime eşit olup $\Delta\vec{P} = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk}$ ile bulunur.

İlk momentum vektörünün ucundan son momentum vektörünün ucuna doğru çizilen vektör itme vektörüdür. Elde edilen momentum üçgeni eşkenar üçgendir. ΔP vektörünün x doğrusuyla yaptığı açı 60° dir.

Doğru cevap (**B**) seçeneğidir.

7. Cisme yerçekim kuvveti (ağırlık) etki eder. Cisme etkiyen kuvvet yere doğru olduğundan itme vektörü de yere doğrudur.

İtme = $F.\Delta t$ den

$= mg.\Delta t$

$= 2.10.2$

$= 40$ N.s bulunur.

Doğru cevap (**B**) seçeneğidir.

fdd yayınları

8. Çarpışmadan önce cisimlerin momentumları

$P_1 = M_1V_1 = 1.6 = 6$ kg m/s

$P_2 = M_2V_2 = 4.1 = 4$ kg m/s olarak bulunur.

Çarpışmadan önceki momentum, cisimlerin momentum vektörleri aynı yönlü olduğundan

$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$

$P_{ilk} = 6 + 4 = 10$ kg m/s dir.

Momentum korunumuna göre çarpışmadan önceki ve sonraki momentumları eşittir.

$\vec{P}_{son} = \vec{P}_{ilk}$

$(M_1 + M_2)\, V_{ort} = P_{ilk}$ den

$5.V_{ort} = 10$

$V_{ort} = 2$ m/s olur.

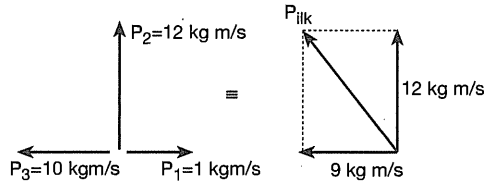
Doğru cevap (**A**) seçeneğidir.

9. Çarpışmadan önce cisimlerin momentumları

$P_1 = M_1V_1 = 1$ kg m/s

$P_2 = M_2V_2 = 2.6 = 12$ kg m/s

$P_3 = M_3V_3 = 2.5 = 10$ kg m/s olarak bulunur.



P_1 ile P_3 ters yönlüdür. Bu iki vektörün bileşkesi $10 - 1 = 9$ kg m/s dir. P_2 vektörü $\vec{P}_1 + \vec{P}_3$ vektörüne dik olduğundan ilk momentum

$P_{ilk} = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15$ kg m/s olur.

$\vec{P}_{son} = \vec{P}_{ilk}$ den

$(M_1 + M_2 + M_3)\,.\,V_{ort} = 15$

$5V_{ort} = 15$

$V_{ort} = 3$ m/s bulunur.

Doğru cevap (**C**) seçeneğidir.

10. Kuvvet-zaman grafiklerinde alan momentum değişimini verir.

Buna göre cismin momentumu,

(0 – 4)s arasında

$P_1 = \dfrac{10.4}{2} = 20\ \text{kg}\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ artmış,

(4 – 6)s arasında

$P_2 = \dfrac{10.2}{2} = 10\ \text{kg}\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ azalmıştır.

(0 – 6)s arasındaki momentum değişimi:

$\Delta P = P_1 - P_2$ den

$= 20 - 10$

$\Delta P = 10$ kg m/s artmıştır.

Doğru cevap (**B**) seçeneğidir.

11. Kinetik enerji ile momentum arasındaki ilişki;

$E_k = \dfrac{1}{2}mV^2 = \dfrac{1}{2}\text{m.V.V}\,.\,\dfrac{m}{m} = \dfrac{p^2}{2m}$ şeklindedir.

$$\frac{E_1 = \dfrac{P_1^2}{2m_1}}{E_2 = \dfrac{P_2^2}{2m_2}} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{P_1^2.m_2}{P_2^2.m_1} \Rightarrow$$

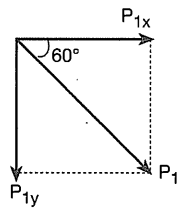
$\dfrac{m_1}{m_2} = \dfrac{E_2.P_1^2}{E_1.P_2^2} = \dfrac{1}{8}\cdot 16 = 2$ bulunur.

Doğru cevap (**A**) seçeneğidir.

12. Merminin saplanmadan önceki momentumu

$P_1 = 30.1 = 30$ kg m/s dir.

İlk momentumun düşey bileşeni yere aktarılmıştır. Ortak hız için x bileşeni etkilidir.



$P_{1x} = P_1.\cos 60° = 30\cdot\dfrac{1}{2}$

$P_{1x} = 15$ kg m/s dir.

Çarpışmadan önce		Çarpışmadan sonra
P_{1x}	=	$(m_1 + m_2)\,.\,V_{or}$
15	=	$(1 + 4)\,V_{or}$

$V_{or} = 3$ m/s bulunur.

Doğru cevap (**B**) seçeneğidir.

13. Momentum-zaman grafiklerinde, doğrunun eğimi cisme etkiyen kuvveti verir. Buna göre;

$F_x = \dfrac{2P}{t}$, $F_y = \dfrac{2P}{3t}$ dir.

$\dfrac{F_x}{F_y} = \dfrac{2P}{t}\cdot\dfrac{3t}{2P} = 3$ olur.

Doğru cevap (**A**) seçeneğidir.

fdd yayınları

14. Bütün çarpışmalarda momentum korunur.

Yani $\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$ dur.

Çarpışmadan önce		Çarpışmadan sonra
m.V + 3m.0	=	(m + 3m) . 2
m.V	=	8m

V = 8 m/s bulunur.

Doğru cevap (**A**) seçeneğidir.

15. Sistemin başlangıçtaki momentumu

$P_{ilk} = (m + M)\,\vartheta_b = 240.0{,}2 = 48$ kg m/s

Adam ipe tutunarak aşağı doğru kaymaya başladığında yere göre hızı 0,2 – 0,1 = 0,1 m/s dır.

Son momentum $P_{son} = 40.0{,}1 + 200\,\vartheta'_b$

Momentumun korunumundan

$P_{ilk} = P_{son}$

$48 = 4 + 200\,\vartheta'_b$

$\vartheta'_b = \frac{44}{200} = \frac{11}{50}$ m/s bulunur.

Doğru cevap (**C**) seçeneğidir.

16. İlk durumda arabalar durduğundan toplam momentum sıfır olur.

Momentumun korunumuna göre patlamadan sonraki momentum da sıfırdır.

$-m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 = 0$

$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{300}{100} = 3$ tür.

Arabalar harekete geçtikten sonra durdukları için başlangıçtaki kinetik enerjileri ısıya dönüşür.

Buna göre,

$\frac{1}{2}m_1\vartheta_1^2 = k\,m_1\,g\,x_1$

$\frac{1}{2}m_2\vartheta_2^2 = k\,m_2\,g\,x_2$

$\frac{\vartheta_1^2}{\vartheta_2^2} = \frac{x_1}{x_2}$

$3^2 = \frac{18}{x_2}$

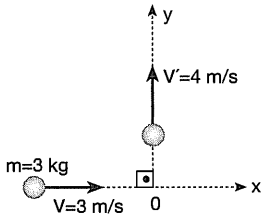
$x_2 = 2$m olarak bulunur.

Doğru cevap (**E**) seçeneğidir.

fdd yayınları

TEST - 2 (ÇÖZÜMLÜ)

1.

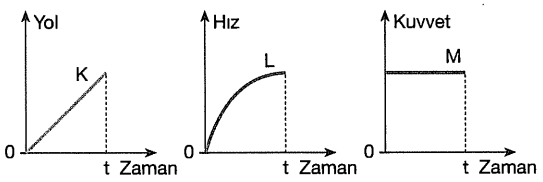


Sürtünmesiz yatay düzlemde $\vec{x}$ yönünde V = 3 m/s hızla hareket eden 3 kg kütleli cisme O noktasında bir itme uygulanıyor.

Cisim O dan V' hızıyla $\vec{y}$ yönünde hareket ettiğine göre, O da uygulanan itmenin büyüklüğü kaç N.s dir?

A) 3 B) 4 C) 9 D) 12 E) 15

2.



K, L, M cisimlerinden K nın yol-zaman, L nin hız-zaman M nin kuvvet-zaman grafikleri verilmiştir.

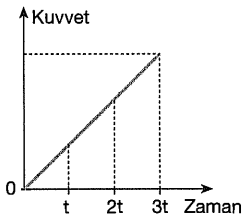
Bu cisimlerden hangilerinin momentumu (0–t) arasında artmıştır?

A) K ve L nin B) Yalnız L nin

C) Yalnız M nin D) L ve M nin

E) K, L ve M nin

3. Hareketli bir cisme etkiyen kuvvetin zamanla değişim grafiği verilmiştir.



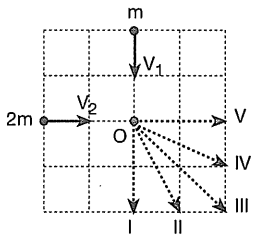
Bu cismin 0–t, t–2t, 2t–3t zaman aralıklarındaki ΔP_1, ΔP_2, ΔP_3 momentum değişimleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

A) $\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3$ B) $\Delta P_1 > \Delta P_2 > \Delta P_3$

C) $\Delta P_3 > \Delta P_2 > \Delta P_1$ D) $\Delta P_1 = \Delta P_2 > \Delta P_3$

E) $\Delta P_3 > \Delta P_1 > \Delta P_2$

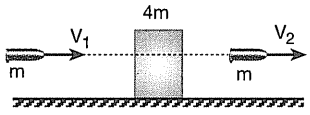
4. Şekildeki konumlardan eşit büyüklükte V_1 ve V_2 hızlarıyla geçen m ve 2m kütleli cisimler O noktasında çarpışarak yapışıyorlar.



Çarpışmadan sonra toplam kütle hangi yönde hareket eder?

A) I B) II C) III D) IV E) V

5.



Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 4m kütleli cisme m kütleli bir mermi V_1 hızıyla çarpıyor ve V_2 hızıyla uzaklaşıyor.

V_1 = 60 m/s, V_2 = 20 m/s ise 4m kütleli cismin hızı kaç m/s olur?

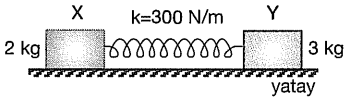
A) 0 B) 10 C) 20 D) 40 E) 60

6. Durmakta olan 4 kg lık bir cisim iç patlama ile kütleleri 1 kg, 2 kg, 1 kg olan üç parçaya ayrılıyor.

1 kg lık parçalardan biri doğu yönünde 3 m/s hızla, 2 kg lık parça kuzey yönünde 2 m/s hızla gittiğine göre, 1 kg lık üçüncü parçanın hızı kaç m/s dir?

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

7.



Esneklik sabiti k = 300 N/m olan şekildeki yay 50 cm sıkıştırılarak uçlarına kütleleri 2 kg, 3 kg olan X, Y cisimleri konuluyor.

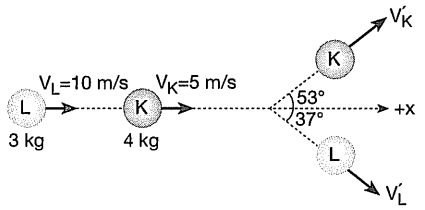
Cisimler aynı anda yaydan kurtulduğuna göre, X cisminin hızı kaç m/s olur?

(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) $3\sqrt{2}$ B) $3\sqrt{3}$ C) $3\sqrt{\frac{5}{2}}$

D) $3\sqrt{6}$ E) $15\sqrt{3}$

8.



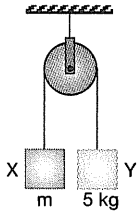
Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde 5 m/s ve 10 m/s sabit hızlarıyla gitmekte olan 4 kg ve 3 kg kütleli K, L cisimleri çarpıştıktan sonra aynı düzlemde şekilde belirtilen doğrultularda hareket ediyorlar.

Buna göre, çarpışmadan sonra L cisminin hızı kaç m/s olur?

(sin 37° = cos 53° = 0,6, cos 37° = sin 53° = 0,8)

A) $\frac{20}{7}$ B) $\frac{20}{3}$ C) $\frac{40}{3}$ D) 17 E) 20

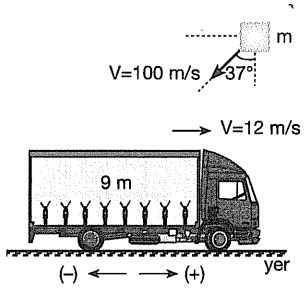
9. m kütleli X cismi ve 5 kg kütleli Y cismi ile oluşturulan şekildeki düzenek verilen konumdan serbest bırakıldığında X cismi 3s de 36 m aşağı iniyor.



Sürtünmeler önemsiz olduğuna göre, 3s sonunda X cisminin momentum değişimi kaç kg m/s dir? (g = 10 m/s²)

A) 1000 B) 1050 C) 1080 D) 1100 E) 1250

10.



Şekildeki 9m kütleli araba 12 m/s sabit hızla ilerlerken 100 m/s sabit hızla ilerleyen m kütleli bir cisim verilen doğrultuda arabaya saplanıp arabayla birlikte hareket ediyor.

Arabanın bundan sonraki hızı kaç m/s dir?

(sin 37° = 0,6 ; cos 37° = 0,8)

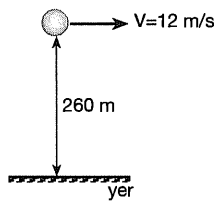
A) 6 B) 5,2 C) 5 D) 4,8 E) 4,5

fdd yayınları

11. 2 kg kütleli bir cisim sürtünmesiz yatay düzlemde 12 m/s sabit hızla hareket etmekteyken cisme F büyüklüğünde sabit bir kuvvet uygulanıyor ve cismin 4s sonraki hızı başlangıçla ters yönde 4 m/s oluyor.

Buna göre, 4s sonunda cismin yerdeğiştirmesi kaç m büyüklüğündedir? (Sürtünmeler önemsizdir.)

A) 20 B) 16 C) 15 D) 12 E) 10

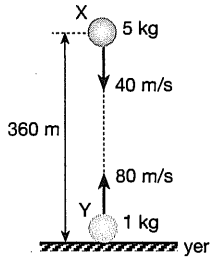
12. 

Şekildeki cisim yerden 260 m yüksekten 12 m/s yatay hızla fırlatılıyor. Cisim 4s sonra iki özdeş parçaya ayrılıyor ve parçalardan biri ilk atılma hızıyla ters yönde olacak şekilde 4 m/s hızla yatay atış hareketi yapıyor.

Sürtünmeler önemsenmediğine göre parçalar yere düştüğünde aralarındaki uzaklık kaç m olur? ($g = 10\ m/s^2$)

A) 50 B) 56 C) 60 D) 72 E) 80

13.



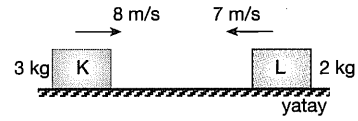
Aralarında 360 m uzaklık bulunan şekildeki cisimlerden X cismi 40 m/s hızla aşağı, Y cismi ise 80 m/s hızla yukarı doğru aynı anda fırlatılıyor.

Cisimler esnek olmayan çarpışma yapıp yere düşeceklerine göre fırlatılma anından kaç saniye sonra yere düşerler?

(Sürtünmeler önemsiz olup, $g = 10\ m/s^2$ dir.)

A) $\frac{5}{2}$ B) 3 C) $\frac{9}{2}$ D) 5 E) 6

14.

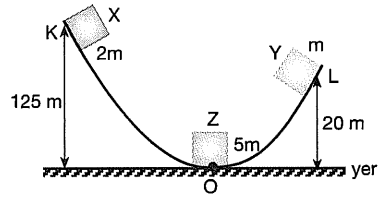


Kütleleri 3 kg, 2 kg olan K ve L cisimleri şekilde belirtilen hızlarla birbirlerine yaklaşmaktadır.

Sürtünmeler önemsiz olup cisimler esnek olarak çarpışacağına göre çarpışmadan sonra K ve L cisimlerinin hızları hangi seçenekte doğru verilmiştir?

	K nin	L nin
A)	4 m/s ←	→ 11 m/s
B)	→ 4 m/s	→ 11 m/s
C)	11 m/s ←	4 m/s ←
D)	→ 5 m/s	5 m/s ←
E)	→ 15 m/s	5 m/s ←

15.



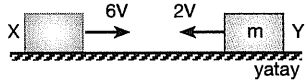
Kütleleri 2m, m, 5m olan X, Y, Z cisimleri şekildeki konumlardayken X ve Y cisimleri Z ye aynı anda çarpacak şekilde serbest bırakılıyorlar.

Cisimler Z ye yapıştığına göre, ortak kütle yerden en fazla kaç metre yükselir?

(Zemindeki sürtünmeler önemsiz olup, $g = 10\ m/s^2$ dir.)

A) 12 B) 10 C) 7 D) 5 E) 3

16.



Hızları 6V, 2V olan şekildeki X, Y cisimleri esnek olmayan çarpışma yapıyor.

m kütleli Y cisminin çarpışmadan sonra kinetik enerjisi 4 katına çıktığına göre, X cisminin kütlesi kaç m dir? (Sürtünmeler önemsizdir.)

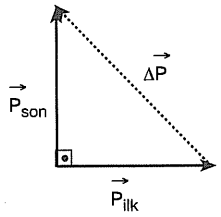
A) $\frac{2}{3}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 3 E) $\frac{7}{2}$

fdd yayınları

TEST - 2 (ÇÖZÜMLER)

1. $P_{ilk} = 3.3 = 9$ kg m/s

$P_{son} = 3.4 = 12$ kg m/s dir.



$(\Delta P)^2 = (P_{ilk})^2 + (P_{son})^2$

$(\Delta P)^2 = 81 + 144$

$\Delta P = 15$ kg m/s bulunur.

$I = \Delta P = 15$ N.s

Doğru cevap (**E**) seçeneğidir.

2. Yol-zaman grafiklerinde eğim hızı verir.

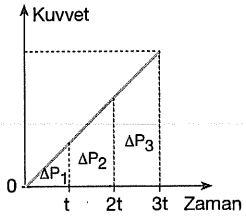
Buna göre, K nın eğimi sabit olduğundan hızı da sabittir. K nın momentumu da sabittir.

L nin hızı arttığı için L nin momentumu da artar.

Kuvvet-zaman grafiklerinde alan momentum değişimini verir. Alan (+) olduğundan M nin de momentumu artar.

Doğru cevap (**D**) seçeneğidir.

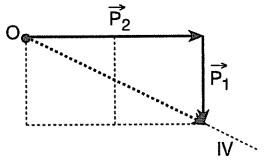
3. Kuvvet-zaman grafiklerinde alan itmeyi veya momentum değişimini verir. Grafikte de görüldüğü gibi 0–t arasındaki alan en küçük, 2t–3t arasındaki alan en büyüktür.



Buna göre, $\Delta P_1 < \Delta P_2 < \Delta P_3$ olur.

Doğru cevap (**C**) seçeneğidir.

4.



Cisimlerin hızları eşit ve $V_1 = V_2 = V$ olsun.

Buna göre, $P_1 = m.V$, $P_2 = 2m.V$, $P_2 = 2P_1$ dir.

Toplam kütle şekilde görüldüğü gibi IV yönünde hareket eder.

Doğru cevap (**D**) seçeneğidir.

5. Merminin momentum değişimi;

$\Delta P = m\,(V_1 - V_2)$

$\Delta P = m\,(60 - 20) = 40$ m dir.

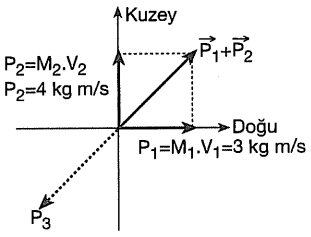
Merminin momentum değişimi 4m kütleli cismin momentum değişimine eşit olacağından, 4m kütleli cismin hızı;

$4m.V = 40$ m

$V = 10$ m/s olur.

Doğru cevap (**B**) seçeneğidir.

6.



P_1 vektörü P_2 ye dik olduğundan

$\vec{P_1} + \vec{P_2}$ vektörü $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5$ kg m/s olur.

Patlamadan önce cisim durgun olduğundan ilk momentum sıfırdır. Momentumun korunumuna göre son momentum da sıfır olacağından

$\vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} = 0$ olmalıdır. Buna göre $\vec{P_3}$ vektörünün büyüklüğü $P_1 + P_2$ vekötrünün büyüklüğüne eşittir.

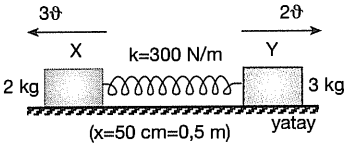
$m_3V_3 = 5$

$1.V_3 = 5$

$V_3 = 5$ m/s

Doğru cevap (**E**) seçeneğidir.

7.



Cisimler serbest bırakılmadan önce momentum sıfırdır. Cisimler serbest bırakıldığında momentumun korunması için X ve Y nin hızlarının yukarıdaki gibi olması gerekir.

$E_{kin(X)} = \frac{1}{2} m_X (\vartheta_X)^2 = \frac{1}{2} . 2 . (3\vartheta)^2$

fdd yayınları

$E_{kin(X)} = 9\vartheta^2$

$E_{kin(Y)} = \frac{1}{2} m_Y (\vartheta_Y)^2 = \frac{1}{2} . 3 (2\vartheta)^2$

$E_{kin(Y)} = 6\vartheta^2$

Cisimlerdeki toplam kinetik enerji = Başlangıçta yayda depolanan pot. enerji

$9\vartheta^2 + 6\vartheta^2 = \frac{1}{2} kx^2$

$15\vartheta^2 = \frac{1}{2} 300 (0,5)^2$

$\vartheta^2 = \frac{5}{2} \rightarrow \vartheta = \sqrt{\frac{5}{2}}$ m/s olur.

X cisminin son hızı

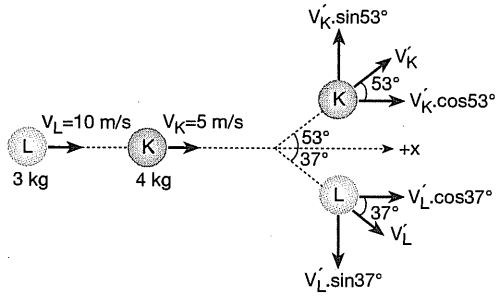
$\vartheta_X = 3\vartheta = 3 . \left(\sqrt{\frac{5}{2}}\right)$

$\vartheta_X = 3\sqrt{\frac{5}{2}}$ m/s bulunur.

Doğru cevap (**C**) seçeneğidir.

8. Çarpışmalar sırasında momentum korunur.

$(\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra})$



Yataydaki momentum korunumu

$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$

$m_K.V_K + m_L.V_L = m_K.V'_K.\cos 53° + m_L.V'_L.\cos 37°$

$4.5 + 3.10 = 4.V'_K . 0,6 + 3.V'_L . 0,8$

$50 = 2,4\ V'_K + 2,4\ V'_L$

$\frac{500}{24} = V'_K + V'_L$

$\boxed{\frac{125}{6} = V'_K + V'_L}$ (I)

Düşeydeki momentum korunumu

$\vec{P}_{önce} = 0$ olduğu için $\vec{P}_{sonra} = 0$ olmalıdır.

Yani cisimlerin düşey momentumları eşit büyüklükte fakat ters yönde olmalıdır.

$m_K.V'_K . \sin 53 = m_L.V'_L . \sin 37°$

$4.V'_K . 0,8 = 3.V'_L . 0,6$

$\boxed{V'_K = \frac{9}{16} V'_L}$ (II)

I ve II nolu eşitlikler birleştirilirse

$\frac{125}{6} = \frac{9}{16} V'_L + V'_L$

$V'_L = \frac{40}{3}$ m/s olur.

Doğru cevap (**C**) seçeneğidir.

9. $h = \frac{1}{2} at^2$ den cisimlerin hareket ivmesi

$36 = \frac{1}{2} a.(3)^2$

$a = 8$ m/s^2 olarak bulunur.

Sistemin hareket ivmesi

$a = \frac{F_{net}}{\Sigma m} = \frac{mg - 50}{m + 5}$

$8 = \frac{m.10 - 50}{m + 5}$

$10m - 50 = 8m + 40$

$2m = 90$

$m = 45$ kg bulunur.

X cismi 8 m/s^2 lik ivmeyle 3 saniye hızlanacağından son hızı,

$\vartheta_{son(X)} = \vartheta_{0(X)} + a.t$

$\vartheta_{son(X)} = 0 + 8.3 = 24$ m/s olur.

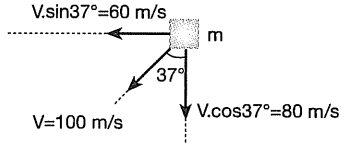
X cisminin momentum değişimi

$\Delta\vec{P} = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk} = m.(\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk})$

$\Delta P = 45.(24 - 0) = 1080$

Doğru cevap (**C**) seçeneğidir.

10. Araba düşey doğrultuda hareket edemeyeceği için sadece yatayda momentum korunur.



fdd yayınları

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

$m_1.\vec{V_1} + m_2.\vec{V_2} = (m_1 + m_2) . \vec{V_{ort}}$

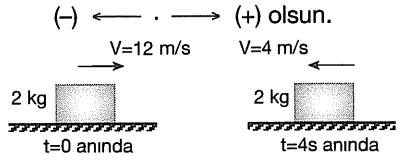
$9m.12 + m.(-60) = (9m + m) . V_{ort}$

$48m = 10m . V_{ort}$

$V_{ort} = 4,8$ m/s

Doğru cevap (**D**) seçeneğidir.

11.



İtme = momentum değişimi

$F.\Delta t = m.\Delta V$

$F.4 = 2\left(\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}\right)$

$F.4 = 2\,(-4 - 12)$

$4F = -32$

$F = -8$N olur.

Kuvvetin (–) çıkması kuvvetin yönünün (–) olduğunu anlatır.

Cismin bu kuvvet etkisindeyken ivmesi

$F_{net} = m.a$, $8 = 2.a$, $\boxed{a = 4\ m/s^2}$ olur.

Cismin yerdeğiştirmesi (kuvvet, ilk hareket yönüyle ters yönde olduğu için)

$x = V_o.t - \frac{1}{2}at^2$ den hesaplanır.

$x = 12.4 - \frac{1}{2} . 4 . (4)^2 = 48 - 32$

$x = 16$ m olur.

Doğru cevap (**B**) seçeneğidir.

12. Cisim 4s sonra, yatayda sabit hızlı hareket yapacağından

$V_X = 12$ m/s lik yatay hıza,

düşeyde hızlanan hareket yapacağından

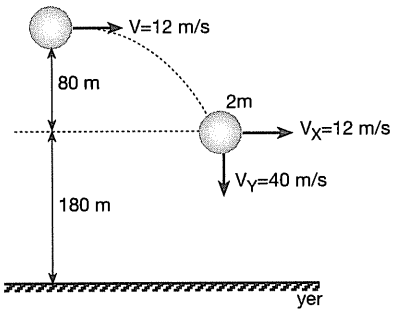
$V_Y = g.t = 10.4 = 40$ m/s düşey hıza sahiptir.

Ayrıca cisim düşeyde

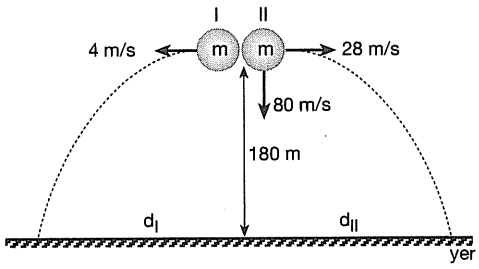
$h = \frac{1}{2}gt^2$ den

$h = \frac{1}{2} . 10.(4)^2$

$h = 80$ m yol almıştır.



Cisim özdeş iki parçaya ayrılacak ve parçalanma sırasında momentum korunacaktır. Parçalanmadan sonra



I. Parçacık soruda istenildiği gibi 4 m/s hızla yatay atış hareketi yapmaktadır.

II. Parçacık ise momentumun korunabilmesi için yatayda 28 m/s düşeyde 80 m/s hıza sahiptir.

I. parçacık için

Yere düşme süresi $h = \frac{1}{2}gt^2$ den

$180 = \frac{1}{2} . 10.t^2$

$t = 6$s olur.

Yatayda aldığı yol $d_I = V.t = 4.6 = 24$ m

II. parçacık için

Yere düşme süresi $h = V_{0y} . t + \frac{1}{2}gt^2$ den

$180 = 80.t + 5t^2$

$t^2 + 16t - 36 = 0$

$(t + 18) . (t - 2) = 0$

$t = 2$s olur.

Yatayda aldığı yol $d_{II} = V.t = 28.2 = 56$ m

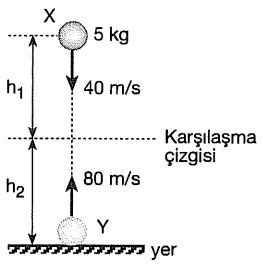
Parçacıklar arasındaki uzaklık

$d_I + d_{II} = 24 + 56 = 80$ m olur.

Doğru cevap (**E**) seçeneğidir.

fdd yayınları

13.



Karşılaşma anına kadar

X cisminin aldığı yol $h_1 = \vartheta_0.t + \frac{1}{2} gt^2$ den

$h_1 = 40.t + 5t^2$ olur.

Y cisminin aldığı yol $h_2 = \vartheta_0.t - \frac{1}{2} gt^2$

$h_2 = 80.t - 5t^2$ olur.

$h_1 + h_2 = 360$ m

$40t + 5t^2 + 80t - 5t^2 = 360$

$120t = 360$

$\boxed{t = 3s}$ (cisimlerin karşılaşma süresi)

$h_2 = 80.t - 5t^2$ idi.

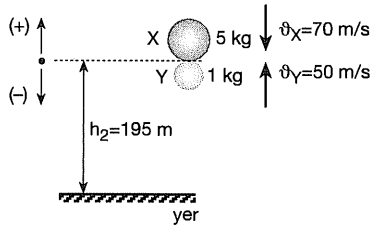
$h_2 = 80.3 - 5.9 = 195$ m olur.

3s sonra X için son hız

$\vartheta = \vartheta_0 + g.t = 40 + 10.3 = 70$ m/s

3s sonra Y için son hız

$\vartheta = \vartheta_0 - g.t = 80 - 10.3 = 50$ m/s olur.



Çarpışma sırasında momentum korunacaktır. Cisimler esnek olmayan çarpışma yaptıklarından çarpışmadan sonra birlikte ortak hızla hareket ederler.

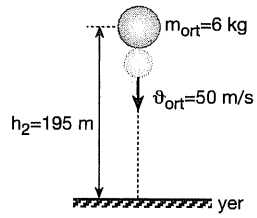
$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$

$m_X.(-\vartheta_X) + m_Y.\vartheta_Y = (m_X + m_Y).\vartheta_{ort}$

$5.(-70) + 1.50 = (5 + 1).\vartheta_{ort}$

$-300 = 6\vartheta_{ort}$

$\boxed{\vartheta_{ort} = -50 \text{ m/s}}$ olur.



Çarpışmadan sonra cismin yere düşmesi için geçen süre

$h_2 = \vartheta.t + \frac{1}{2} gt^2$

$195 = 50.t + 5.t^2$

$\boxed{t = 3 \text{ s}}$ çıkar.

Cisimler karşılaşıncaya kadar 3s geçmişti. Çarpışmadan sonra yapışık kütle sisteminin yere düşmesi için 3s geçti.

Dolayısıyla cisimler fırlatılma anından 6s sonra yere düşerler.

Doğru cevap (**E**) seçeneğidir.

14. Esnek çarpışmalarda momentum, enerji ve hız korunur.

(–) ⟵ ⟶ (+) kabul edilirse

Momentum korunumundan

$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$

$m_K.\vartheta_K + m_L.(-\vartheta_L) = m_K.\vartheta'_K + m_L.\vartheta'_L$

$3.8 + 2.(-7) = 3.\vartheta'_K + 2.\vartheta'_L$

$\boxed{10 = 3\vartheta'_K + 2\vartheta'_L}$ (I)

Hızların korunumundan

$\vec{\vartheta}_K + \vec{\vartheta'}_K = \vec{\vartheta}_L + \vec{\vartheta'}_L$

$8 + \vartheta'_K = (-7) + \vartheta'_L$

$\boxed{15 + \vartheta'_K = \vartheta'_L}$ (II)

I ve II nolu eşitlikler birleştirilirse

$10 = 3\vartheta'_K + 2.(15 + \vartheta'_K)$

$10 = 3\vartheta'_K + 30 + 2\vartheta'_K$

$-20 = 5\vartheta'_K$ $\boxed{\vartheta'_K = -4 \text{ m/s}}$

$15 + \vartheta'_K = \vartheta'_L$ idi.

$15 + (-4) = \vartheta'_L$ $\boxed{\vartheta'_L = 11 \text{ m/s}}$

Doğru cevap (**A**) seçeneğidir.

fdd yayınları

15. X in yere vardığı andaki hızı enerji dönüşümünden

$$m.g.h = \frac{1}{2} m\vartheta^2$$

$$g.h = \frac{1}{2} \vartheta_X^2$$

$$10.125 = \frac{1}{2} \vartheta_X^2$$

$\boxed{\vartheta_X = 50 \text{ m/s}}$ olur.

Y nin yere vardığı andaki hızı enerji dönüşümünden

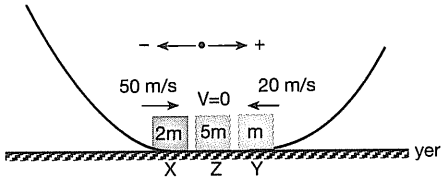
$$m.g.h = \frac{1}{2} m\vartheta^2$$

$$g.h = \frac{1}{2} \vartheta_Y^2$$

$$10.20 = \frac{1}{2} \vartheta_Y^2$$

$\boxed{\vartheta_Y = 20 \text{ m/s}}$ olur.

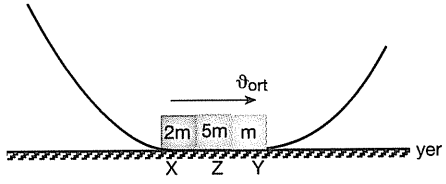
Çarpışmadan önce



$P_{önce} = +2m.50 + 0 + m\,(-20)$

$P_{önce} = 80\ m$

Çarpışmadan sonra



Cisimler yapışacak ve kazanacakları ortak hızları ϑ_{ortak} olacaktır.

$P_{sonra} = m_T.\vartheta_{ortak}$

$P_{sonra} = 8m.\vartheta_{ortak}$

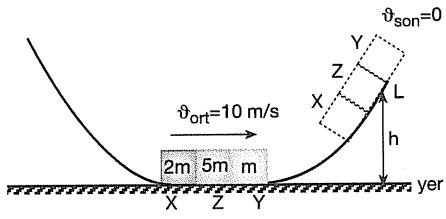
Çarpışmalarda momentum korunacağı için

$P_{önce} = P_{sonra}$

$80m = 8m.\vartheta_{ortak}$

$\vartheta_{ortak} = 10$ m/s olur.

Yapışık olan kütlelerin sahip olduğu kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşecektir.



Yapışık kütle sisteminin yerden h kadar yükselebileceği düşünülürse

$$\frac{1}{2} m_T.(\vartheta_{ortak})^2 = m_T.g.h$$

$$\frac{1}{2} (10)^2 = 10.h$$

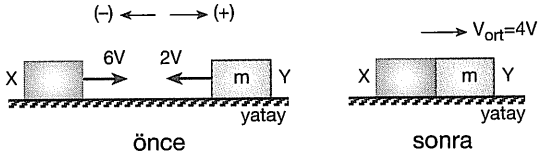
$\boxed{h = 5 \text{ m}}$ olur.

Doğru cevap (D) seçeneğidir.

16. Y cisminin kinetik enerjisinin dört katına çıkması,

$E_k = \frac{1}{2} mV^2$ ifadesine göre hızının iki katına çıkması ile olur.

O zaman son durumda yapışık kütle sistemi 4V hızına sahiptir.



Momentumun korunumundan

$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$

$m_X.6V - m_Y.2V = (m_X + m_Y).4V$

$6m_X - m.2 = 4m_X + 4m$

$2m_X = 6m$

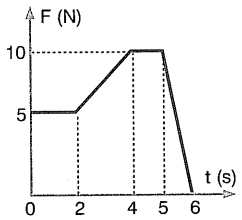
$m_X = 3m$

Doğru cevap (D) seçeneğidir.

fdd yayınları

Soru .. 1

t = 0 anındaki ilk hızı 5 m/s ve kütlesi 2 kg olan bir cisme etki eden kuvvetin zamana göre değişim grafiği şekildeki gibidir.

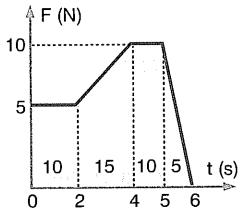


Buna göre, cismin 6 saniye sonundaki hızı kaç m/s olur?

A) 10,5 B) 16 C) 18 D) 20 E) 25

Çözüm

Kuvvet - zaman grafiğinin altında kalan alan cismin momentumundaki değişme miktarını verir.



Grafik parçaları ile zaman ekseni arasında kalan alan şekilde belirtildiği gibi,

$\Delta P_{Top} = 10 + 15 + 10 + 5 = 40$ kg m/s dir.

$\Delta P = m \cdot (v_2 - v_1)$

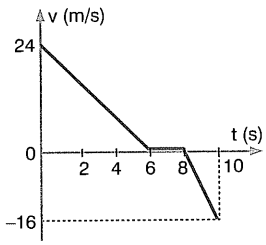
$40 = 2 \cdot (v_2 - 5)$

$v_2 = 25$ m/s olur.

Cevap E

Soru .. 2

m = 5 kg kütleli bir cisme ait hız - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Bu cismin 0 ile 10 saniye aralığındaki momentum değişiminin büyüklüğü kaç kg.m/s dir?

A) 20 B) 40 C) 100 D) 200 E) 400

Çözüm

Cismin momentum değişimi,

$\Delta P = m(v_2 - v_1)$

$\Delta P = 5[-16 - (24)]$

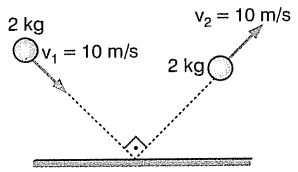
$\Delta P = 5(-40)$

$\Delta P = -200$ kg m/s dir.

Cevap D

Soru .. 3

2 kg kütleli bir cisim 10 m/s hızla duvara çarparak, duvardan tekrar 10 m/s hızla ayrılmaktadır.



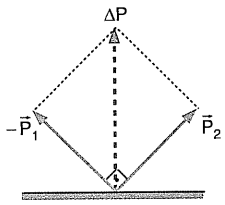
Cisme duvar tarafından verilen itme kaç kg.m/s dir?

A) $10\sqrt{2}$ B) 20 C) $20\sqrt{2}$ D) 30 E) 40

Çözüm

Duvarın cisme uyguladığı itme, cismin momentum değişimine eşittir.

İtme $= \Delta\vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$



Bu bağıntıya göre, P_2 vektörü aynen alınıp P_1 vektörü ters çevrilip bileşke alındığında itme ya da momentum değişimi bulunur.

İtmenin büyüklüğü,

$P_1 = P_2 = m \cdot v = 2 \cdot 10$

$P_1 = 20 \text{ kg} \cdot \frac{m}{s}$

$\Delta P^2 = P_1^2 + P_2^2$ den

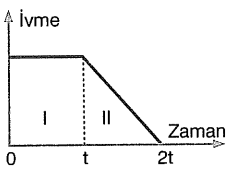
$\Delta P^2 = (20)^2 + (20)^2$

$\Delta P = 20\sqrt{2}$ kg.m/s olur.

Cevap C

Soru .. 4

t = 0 anında hareketsiz duran bir cismin ivme - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Bu cismin momentumunun I ve II aralıktaki değişimi için ne söylenebilir?

	I	II
A)	Sıfır	Azalır
B)	Artar	Artar
C)	Sıfır	Sabit
D)	Artar	Azalır
E)	Sabit	Azalır

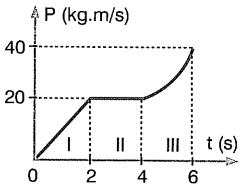
Çözüm

İvme - zaman grafiğinin altında kalan alan hız değişimini vermektedir. Cismin hızı hem I. aralıkta hem de II. aralıkta arttığına göre, momentumuda I. ve II. aralıklarda artmaktadır. Fakat I. aralıkta momentum düzgün artarken II. aralıkta artış miktarı azalmaktadır. Yani düzgün artmamaktadır.

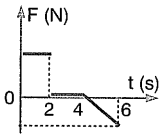
Cevap B

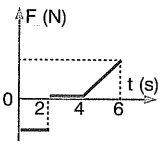
Soru .. 5

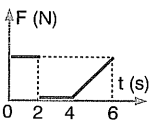
Şekilde 2 kg kütleli cismin momentum - zaman grafiği verilmiştir.

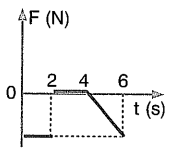


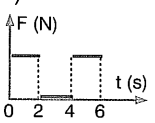
Buna göre, cisme etkiyen kuvvetin zamana göre değişim grafiği aşağıdakilerden hangisi gibidir?

A)


B)


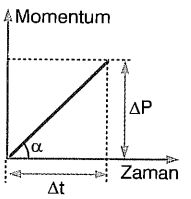
C)


D)


E)


Çözüm

Momentum - zaman grafiğinin eğimi kuvveti verir.



$$\tan\alpha = \frac{\Delta P}{\Delta t} = F \text{ dir.}$$

O halde eğimin değişimi nasılsa kuvvetin değişimi de o şekildedir.

I. aralıkta eğim sabit ve işareti de pozitif olduğundan, kuvvette sabit ve pozitiftir.

II. aralıkta eğim sıfır olduğundan kuvvette sıfırdır.

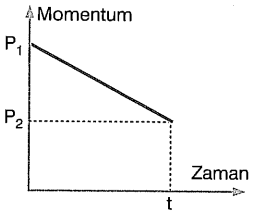
III. aralıkta eğim artmakta ve işareti de pozitif olduğundan, kuvvet de pozitif yönde artmaktadır.

Bu duruma göre, cisme uygulanan kuvvetin zamana göre değişim grafiği C seçeneğindeki gibi olur.

Cevap C

Soru .. 6

Bir cismin momentumunun zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



Yalnız P_1, P_2 ve t bilinenleriyle,

a, cismin ivmesi

v, cismin t anındaki hızı

F, cisme etki eden kuvvet

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

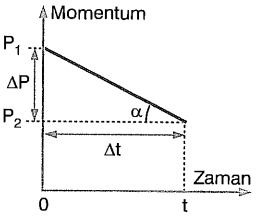
A) Yalnız a B) Yalnız v C) Yalnız F

D) a ve v E) a, F ve v

Çözüm

Şekilde grafiğin eğimi,

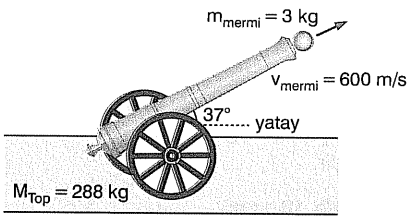
$$\tan\alpha = \frac{\Delta P}{\Delta t} = F \text{ dir.}$$



ΔP ve Δt bilindiğine göre F kuvveti bulunur. Cismin kütlesi bilinmediği için ivme ve hız değerleri bulunamaz.

Cevap C

Soru .. 7



288 kg kütleli bir top, şekildeki gibi 3 kg kütleli bir mermiyi 600 m/s hızla fırlattığına göre, topun geri tepme hızı kaç m/s olur? (cos 37° = sin 53° = 0,8)

A) 3,75 B) 5 C) 8 D) 8,25 E) 10,25

Çözüm

Momentumun korunumuna göre, ilk momentum sıfır olduğundan son momentum da sıfır olmalıdır. Yani merminin momentumunun yatay bileşeni topun aksi yönde kazanacağı momentuma eşittir.

$$M \cdot v_{Top} = m \cdot v \cdot \cos 37°$$

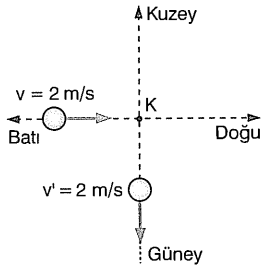
$$288 \cdot v_{Top} = 3 \cdot 600 \cdot 0{,}8$$

$$v_{Top} = 5 \text{ m/s dir.}$$

Cevap B

Soru .. 8

Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde 2 m/s hızla doğuya doğru giden 1 kg kütleli cisim şekildeki K noktasına geldiği an aniden güneye yön değiştirmektedir.



Hızının büyüklüğü değişmediğine göre, K noktasında cisme etkiyen itmenin yönü ve büyüklüğü nedir?

A) Güneye, $\sqrt{2}$ N · s B) Güneybatıya, $\sqrt{2}$ N · s

C) Batıya, $\sqrt{2}$ N · s D) Güneybatıya, $2\sqrt{2}$ N · s

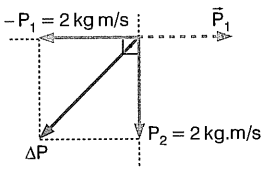
E) Güneye, $2\sqrt{3}$ N · s

Çözüm

K noktasında cisme verilen itme, cismin momentum değişimine eşittir.

İtme = $\Delta\vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$ dir.

Bu bağıntıya göre, P_2 aynen alınıp P_1 ters çevrilip bileşkesi alınırsa momentum değişimi bulunmuş olur. Bu değişim itmeyi verir. Vektörün yönü ise itmenin yönünü belirler.



$\Delta P^2 = (-P_1)^2 + P_2^2$ den

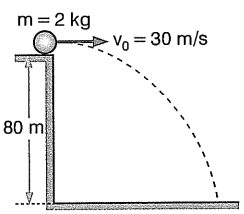
$\Delta P^2 = 4 + 4$

İtme = $\Delta P = 2\sqrt{2}$ N · s olur.

Cevap D

Soru .. 9

80 metre yükseklikten 2 kg kütleli cisim 30 m/s hızla yatay olarak atılıyor.



Cismin uçuş süresi boyunca momentum değişimi kaç kg m/s olur?
(Sürtünmeler önemsenmeyecektir ; g = 10 m/s²)

A) 20 B) 40 C) 60 D) 80 E) 160

Çözüm

Yatay atış hareketi yapan cismin yatay hızı zamanla değişmediğinden, cismin yatay doğrultudaki momentumu da değişmez. O halde momentumdaki değişim düşey hızın değişmesinden kaynaklanmaktadır.

Cismin uçuş süresi,

$h = \frac{1}{2}gt^2$ den

$80 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$

$t = 4$ s

Yere çarptığı andaki düşey hızı,

$v_ç = g \cdot t_{uçuş}$

$v_ç = 10 \cdot 4 = 40$ m/s dir.

Düşey doğrultudaki ilk hız sıfırdır.

Momentum değişimi,

$\Delta P = m(v_2 - v_1)$

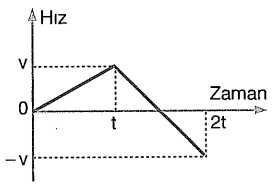
$\Delta P = 2 \cdot [40 - (0)]$

$\Delta P = 80$ kg.m/s dir.

Cevap D

Soru .. 10

Düz bir yolda hareket eden bir cismin hız - zaman grafiği şekildeki gibidir.



0 - t aralığında cisme verilen itme I ise, t - 2t aralığında verilen itme kaç I olur?

A) 0 B) $-\frac{1}{2}$ C) 1 D) −2 E) 2

Çözüm

Cisme verilen itme, momentumundaki değişmeye eşittir.

Momentum değişimi ise hız değişimi ile orantılıdır.

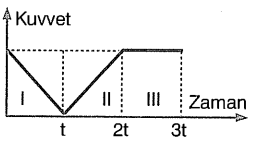
I = $\Delta P = m \cdot \Delta v$ dir.

(0 - t) aralığındaki hız değişimi v kadar ve buna karşılık itme I ise, (t - 2t) aralığında hız değişimi − 2v olduğuna göre itme − 2I olacaktır. İtme vektörel bir büyüklüktür.

Cevap D

Soru .. 11

v_0 ilk hızı ile gitmekte olan bir cisme t = 0 anından itibaren uygulanan kuvvetin zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



Cismin I, II ve III zaman aralıklarındaki momentum değişimi için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	I	II	III
A)	Artmıştır	Artmıştır	Artmıştır
B)	Azalmıştır	Artmıştır	Sabittir
C)	Azalmıştır	Artmıştır	Artmıştır
D)	Azalmıştır	Artmıştır	Azalmıştır
E)	Artmıştır	Artmıştır	Sabittir

Çözüm

Kuvvet zaman grafiğinin altında kalan alan momentum değişimini verdiğinden, alttaki alanın değişimi nasılsa momentum değişimi o şekildedir.

I. aralıkta altta kalan alan zamanla azaldığından momentum değişimi de azalmaktadır.

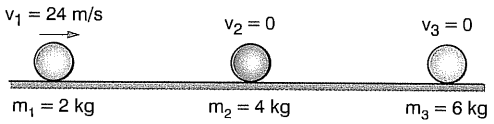
II. aralıkta altta kalan alan zamanla arttığından momentum değişimi de artmaktadır.

III. aralıkta altta kalan alan zamanla değişmediğinden momentum değişimi de değişmez ve sabittir.

Not: Burada momentumun nasıl değiştiği sorulmuyor. Momentum değişiminin nasıl değiştiği soruluyor. Eğer momentum sorulsa idi, ilk hız pozitif ve alanlarda pozitif olduğundan her üç aralıkta da momentum artıyor denilirdi.

Cevap B

Soru .. 12



m kütleli cisim v_1 = 24 m/s hızla hareket ederek önce şekildeki gibi durmakta olan m_2 kütleli cisme çarpıp yapışıyor. Daha sonra bu kenetlenmiş iki cisim m_3 kütleli cisme çarpıp yapışıyor.

Bu çarpışmalardan sonra yapışmış cisimlerin ortak hızı kaç m/s dir?
(Sürtünmeler önemsenmeyecektir.)

A) 0 B) 1 C) 2 D) 4 E) 5

Çözüm

Esnek olmayan bu çarpışmalar sonunda momentum korunur. Ortak hız momentumun korunumundan bulunur.

$$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$$

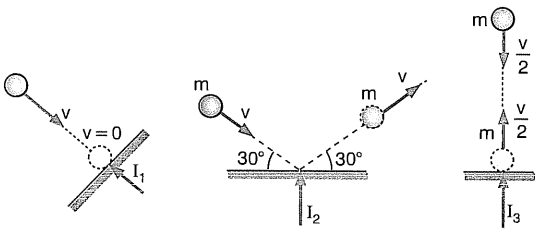
$$m_1v_1 = (m_1 + m_2 + m_3) \cdot v_{ort}$$

$$2 \cdot 24 = (2 + 4 + 6)\, v_{ort}$$

$$v_{ort} = 4 \text{ m/s dir.}$$

Cevap D

Soru .. 13



Şekil - I, II ve III te eşit kütleli cisimler belirtilen hız ve yönlerde yüzeylere çarpmıştır. Çarpmadan sonra birinci cisim durmuş diğerleri verilen yönlerde yüzeyden ayrılmıştır.

Buna göre, cisimlere aynı sürede yüzeylerin uyguladıkları itmelerin büyüklükleri I_1, I_2 ve I_3 olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

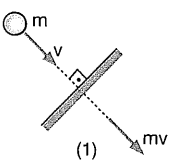
A) $I_1 > I_2 > I_3$ B) $I_2 > I_1 = I_3$

C) $I_2 > I_1 > I_3$ D) $I_2 > I_3 > I_1$

E) $I_1 = I_2 = I_3$

Çözüm

Aynı süredeki itmeler momentum değişmelerine eşittir.



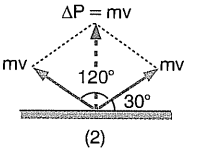
Buna göre, 1 durumunda son hız sıfırdır, dolayısıyla itme

$$\Delta P = I_1 = mv$$

kadar olmalıdır.

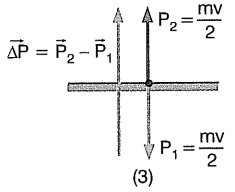
2 durumda itme ve momentum değişimi,

$$\Delta P = I_2 = mv \text{ dir.}$$



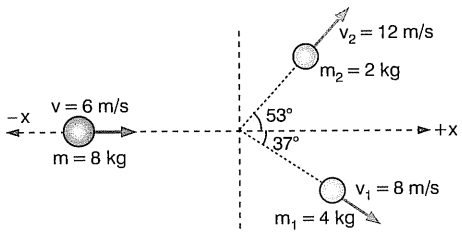
3 durumunda itme ve momentum değişimi,

$\Delta P = I_3 = mv$ dir.



Cevap E

Soru .. 14



m = 8 kg kütleli bir cisim, v = 6 m/s hızla hareket ederken bir iç patlama sonucu 3 parçaya ayrılmaktadır.

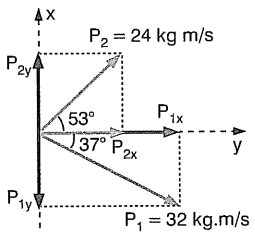
Parçalardan ikisinin hareketi şekildeki gibi olduğuna göre, üçüncü parçanın hızı ve hareket doğrultusu aşağıdakilerden hangisidir?
(sin 37° = 0,6 ; sin 53° = 0,8)

A) +x, 8 B) +x, 4 C) − x, 8

D) − x, 4 E) 0

Çözüm

Momentum vektörel bir büyüklük olduğundan patlamadan önceki momentum patladıktan sonraki momentuma hem büyüklük hem de yönce eşit olmalıdır.



$\vec{P}_{ilk} = m \cdot v = 8 \cdot 6 = 48$ kg m/s

$P_{1y} = P_1 \cdot \sin 37° = 32 \cdot 0,6 = 19,2$ kg m/s

$P_{2y} = P_2 \cdot \sin 53° = 24 \cdot 0,8 = 19,2$ kg m/s

$P_{1x} = P_1 \cdot \cos 37° = 32 \cdot 0,8 = 25,6$ kg m/s

$P_{2x} = P_2 \cdot \cos 53° = 24 \cdot 0,6 = 14,4$ kg m/s

Düşey doğrultuda önceki ve sonraki momentumlar sıfır olduğuna göre, üçüncü parça x ekseni doğrultusunda hareket etmiştir. Çünkü patlamadan sonraki yatay momentumların bileşkesi öncekine eşit olmak zorundadır.

$\vec{P}_{ilkx} = \vec{P}_{sonx}$

$\vec{P}_{ilkx} = \vec{P}_{1x} + \vec{P}_{2x} + \vec{P}_3$

$48 = 25,6 + 14,4 + P_3$

$P_3 = 8$ kg m/s

$P_3 = m_3 \cdot v_3$

$8 = 2 \cdot v_3$

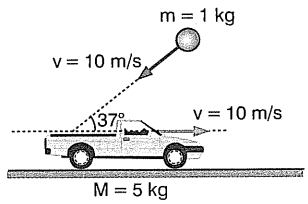
$v_3 = 4$ m/s dir.

Üçüncü parçanın momentumu pozitif olduğuna göre, +x yönünde hareket etmektedir.

Cevap B

Soru .. 15

Kütlesi 5 kg olan araba şekildeki gibi 10 m/s hızla ilerlerken 1 kg kütleli bir cisim 10 m/s hızla yatayla 37° açı yapacak şekilde arabaya çarpıp yapışıyor.



Buna göre, arabanın son hızının yönü ve büyüklüğü nedir? (sin 37° = 0,6 ; cos 37° = 0,8)

A) İlk yönünde, 7 m/s
B) İlk yönüne zıt yönde, 7 m/s
C) İlk yönünde, 8 m/s
D) İlk yönüne zıt yönde, 8 m/s
E) Sıfır

Çözüm

Bu tip sorularda yatay doğrultudaki momentumlar korunmaktadır. Cismin düşey momentumu zemin tarafından dengelendiğinden düşey momentum korunmaz. Cismin yatay momentumu,

$P_x = m \cdot v_0 \cos 37°$ dir.

Arabanın hareket yönünü pozitif alırsak aksi yön negatif alınır. Bilinmeyen değerler ise pozitif alınarak, çıkan sonuca göre yorum yapılır.

$P_{ilk} = P_{son}$

$M \cdot v - mv_0 \cos 37° = (M + m) \cdot v_{ortak}$

$5 \cdot 10 - 1 \cdot 10 \cdot 0,8 = (5 + 1) \cdot v_{ortak}$

$42 = 6 \cdot v_{ort}$

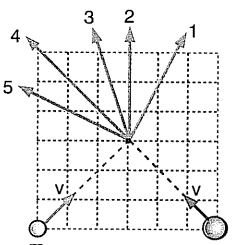
$v_{ortak} = 7$ m/s olur.

Sonuç (+) olduğundan arabanın son hızı önceki yönünde ve 7 m/s dir.

Cevap A

Soru .. 16

Yatay ve sürtünmesi önemsiz bir düzlemde, m ve 2m kütleli iki cisim, şekildeki gibi $\vec{v}$ hızlarıyla aynı anda harekete başlıyor ve esnek olmayan çarpışma yaparak birbirine yapışıyor.

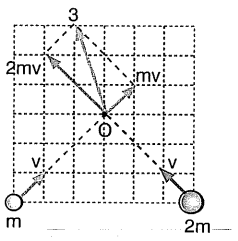


Bu cisimlerin çarpışmadan sonraki hareket yönü şekilde belirtilenlerden hangisi gibi olur? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

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

Çözüm

Çarpışmadan önceki ve sonraki momentumlar korunduğuna göre, önceki momentum vektörleri O noktasına taşınarak bileşkesi alındığında, ayrıca bu bileşke çarpışmadan sonraki momentum vektörüne eşittir. Dolayısıyla çarpışan cisimlerin hareketi 3 yönünde olur.



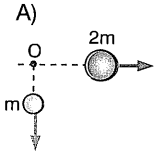
Cevap C

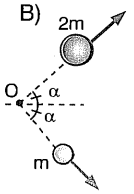
Soru .. 17

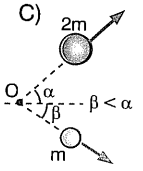
Kütleleri m ve 2m olan iki sporcu, buz üzerinde doğrusal bir yolda, yan yana değişmeyen bir hızla kayıyor. Bunlar, şekildeki O noktasına geldiğinde, kütlesi 2m olan, ötekini ansızın yola dik doğrultuda itiyor.

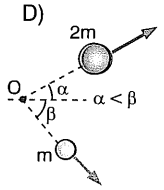


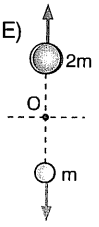
Sporcular düşmeden ve başka bir eylem yapmadan hareketlerini sürdürdüklerine göre, O noktasından sonra hareket yönleri aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A)


B)


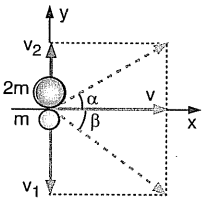
C)


D)


E)


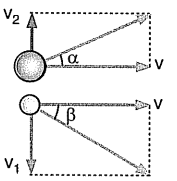
Çözüm

2m kütleli sporcu diğerine ne kadar itme vermiş ise, etki tepki prensibine göre diğeri de ona aynı miktarda ve zıt yönde itme vermiştir.



İtmeler eşitse yola dik doğrultuda kazandıkları momentumlar da eşit olacaktır.

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= m \cdot v_1 \\ P_2 &= 2m \cdot v_2 \end{aligned}\right\} \; v_1 = 2v_2$$

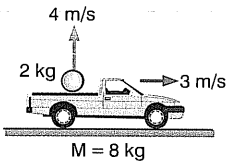


Bu sporcular x doğrultusunda önceki hızları ile y doğrultusunda itmeden dolayı kazandıkları v_1 ve v_2 hızlarıyla hareket eder ve bu durumda $\alpha < \beta$ olur.

Cevap D

Soru .. 18

8 kg kütleli bir araba 3 m/s hızla giderken arabanın içinden arabaya göre düşey olarak 2 kg kütleli bir cisim 4 m/s hızla atılıyor.

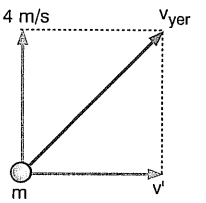


Cisim atıldıktan sonra arabanın hızı kaç m/s olur?

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

Çözüm

Arabadan atılan cisimler için yatay doğrultudaki momentumun korunumu yazılırken, atılan cismin mutlaka yere göre hızının yatay bileşeni kullanılır. Cisim arabaya göre 4 m/s lik hızla atıldığında arabanın hızını da alır. Cisim atıldıktan sonra arabanın hızı v' ise, cismin yere göre hızının yatay bileşeni v', düşey bileşeni 4 m/s olur.



Yatay doğrultudaki momentumun korunumundan,

$$\vec{P}_{ö} = \vec{P}_{s}$$

$$(m + M) \cdot v_{araba} = m \cdot v' + M \cdot v'$$

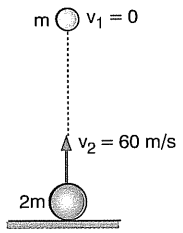
$$(2 + 8) \cdot 3 = 10 \cdot v' \Rightarrow v' = 3 \text{ m/s} \quad \text{olur.}$$

Not: *Araba içinden, arabaya göre düşey doğrultuda atılan cisimler arabının hızını değiştirmez. Çünkü, cisim yukarı atılırken uygulanan kuvvetin tepkisi aşağı yönde olur. Bu kuvvet arabanın hareket yönüne dik olduğu için hızı değişmez.*

Cevap C

Soru .. 19

Şekilde 2m kütleli cisim düşey olarak 60 m/s hızla atıldığı anda, m kütleli cisim serbest bırakılıyor. Cisimler 3 saniye sonra çarpışıp yapışıyor.



Bundan sonra cisimler birlikte hangi hareketi yapar?
($g = 10$ m/s^2)

A) Aşağı doğru düşey atış
B) Yukarı doğru düşey atış
C) Serbest düşme
D) Yatay atış
E) Eğik atış

Çözüm

Atış hareketlerinden hatırlanacağı gibi serbest bırakılan cismin her saniye hızı yer çekimi ivmesi kadar atarak hızlanır ve 3 s sonra $v_1' = 30$ m/s olur. Aşağıdan yukarı atılan cisim ise her saniye yer çekimi ivmesi kadar hızı azalır ve 3 s sonra hızı $v_2' = 60 - 30 = 30$ m/s olur.

Yukarı yön pozitif seçilirse çarpışma anı için momentumun korunumundan,

$$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$$

$$2m \cdot v_2' - m \cdot v_1' = (2m + m) \cdot v_{ort}$$

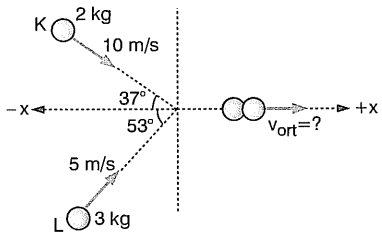
$$2m \cdot 30 - m \cdot 30 = 3m \cdot v_{ort}$$

$$v_{ort} = 10 \text{ m/s}$$

Sonuç pozitif olduğundan yapışan cisimler pozitif kabul edilen yönde yani yukarı doğru düşey atış hareketi yapar.

Cevap B

Soru .. 20



Şekilde görüldüğü gibi yatay düzlemde K ve L cisimleri çarpışarak birbirlerine yapışıyorlar.

Buna göre, cisimlerin ortak hızları kaç m/s olur?
(Sürtünmeler önemsenmeyecektir.)

A) 2 B) 3 C) 5 D) 7 E) 10

Çözüm

Ortak hız, x ekseni doğrultusundaki momentum korunumundan bulunur.

$$P_{ilk\,x} = \vec{P}_{son\,x}$$

$$m_k v_k \cdot \cos 37° + m_L \cdot v_L \cdot \cos 53° = (m_K + m_L) \cdot v_{ort}$$

$$2 \cdot 10 \cdot 0{,}8 + 3 \cdot 5 \cdot 0{,}6 = (2 + 3) \cdot v_{ort}$$

$$25 = 5 \cdot v_{ort}$$

$$v_{ort} = 5 \text{ m/s}$$

Not: *Çarpışmadan sonra kütleler x ekseninde hareket eder. Çünkü y eksenindeki momentumun korunumundan,* $\vec{P}_{ilk\,y} = \vec{P}_{son\,y}$

İlk toplam momentum sıfır olduğu için son momentumda sıfır olur. Yani kenetlendikten sonra y doğrultusunda hareket olmaz. y eksenindeki önceki momentumların vektörel toplamı, sonraki momentumların vektörel toplamına eşittir.

Cevap C

Soru .. 21

3 kg kütleli bir cisim aşağıdan yukarıya düşey olarak v_0 ilk hızıyla atılıyor. Cisim h_m yükseklikte iken aniden patlayarak 1 ve 2 kg kütleli iki parçaya ayrılıyor. 2 kg kütleli parça 20 m/s lik yatay hızla hareket ederek atıldığı noktadan 80 metre yatay uzaklığa düşüyor.

Buna göre, cismin v_0 ilk atış hızı kaç m/s dir?
($g = 10$ m/s^2)

A) 20 B) 30 C) 40 D) 60 E) 80

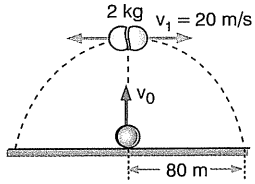
Çözüm

2 kg kütleli parçanın menzil uzaklığından faydalanarak uçuş süresini bulalım.

$$x = v_1 \cdot t_{uçuş}$$

$$80 = 20 \cdot t_{uçuş}$$

$$t_{uçuş} = 4 \text{ s}$$



Yatay atış yapan cismin uçuş süresi aşağıdan yukarı atılan cismin çıkış süresine eşittir.

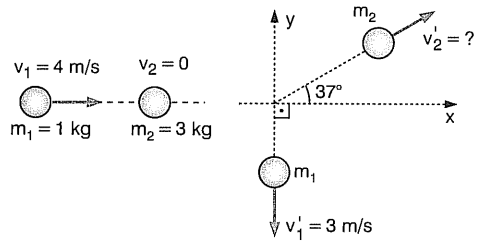
$$t_{çıkış} = \frac{v_0}{g} \text{ den}$$

$$4 = \frac{v_0}{10}$$

$$v_0 = 40 \text{ m/s dir.}$$

Cevap C

Soru .. 22



1 kg kütleli cisim durmakta olan 3 kg kütleli cisme 4 m/s hızla merkezi olmayan esnek çarpışma yapıyor.

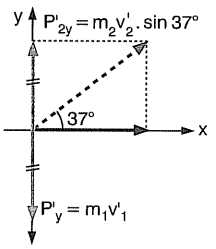
Çarpışmadan sonra cisimler şekildeki gibi hareket ettiklerine göre, m_2 kütleli cismin hızı kaç m/s dir?
(Sürtünmeler önemsenmeyecektir.
sin 37° = 0,6; cos 37° = 0,8)

A) $\frac{5}{2}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{5}{3}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{2}{5}$

Çözüm

Çarpışmadan önce yalnız x doğrultusunda moment olup, y doğrultusunda olmadığına göre, çarpışmadan sonra da y doğrultusundaki bileşke momentum sıfır olmalıdır.

y doğrultusundaki momentum eşitliğinden;



$$P'_{1y} = P'_{2y}$$

$$m_1 v_1' = m_2 v_2' \cdot \sin 37°$$

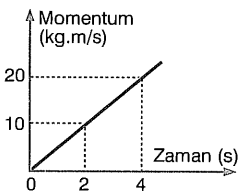
$$1 \cdot 3 = 3 \cdot v_2' \cdot 0{,}6$$

$$v_2' = \frac{5}{3} \text{ m/s dir.}$$

Cevap C

Soru .. 23

Şekilde sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde bulunan 2 kg kütleli bir cismin momentum - zaman grafiği verilmiştir.



t = 0 anında duran bu cisim, 20 metre yol aldığında hızı kaç m/s olur?

A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

Çözüm

Momentum - zaman grafiğinde eğim kuvveti verir.

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{10}{2} = 5 \text{ N dur.}$$

Cisim üzerine yapılan iş kinetik enerji değişimine eşittir.

$$\Delta E_K = F \cdot x$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = F \cdot x$$

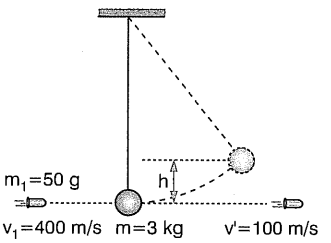
$$\frac{1}{2} \cdot 2v^2 = 5 \cdot 20$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

Cevap A

Soru .. 24

50 gram kütleli mermi 400 m/s hızla 3 kg kütleli kum torbasına giriyor ve 100 m/s hızla çıkıyor.



Buna göre, kum torbasının çıkabileceği h yüksekliği kaç metredir? (Kütle kaybı göz önüne alınmayacaktır.)

A) 1 B) 1,25 C) 1,5 D) 2,25 E) 12,5

Çözüm

Önce momentumun korunumundan kum torbasının kazanacağı hızı daha sonra da enerjinin korunumundan çıkabileceği yüksekliği bulalım.

$$\vec{P}_{ö} = \vec{P}_s$$

$$m_1 \cdot v_1 + 0 = m_1 \cdot v_1' + M \cdot v$$

$$0{,}05 \cdot 400 = 0{,}05 \cdot 100 + 3 \cdot v$$

$$20 = 5 + 3v$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

Enerjinin korunumuna göre, kum torbasının kinetik enerjisi tamamen potansiyel enerjiye dönüşünceye kadar torba yükselecektir.

$$\frac{1}{2} m v^2 = mgh$$

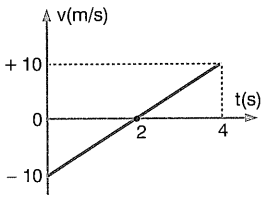
$$\frac{1}{2} \cdot 25 = 10 \cdot h$$

$$h = 1{,}25 \text{ m}$$

Cevap B

Soru .. 1

Şekilde hız - zaman grafiği verilen 4 kg kütleli bir cismin 4 s sonundaki momentum değişimi kaç kg.m/s dir?



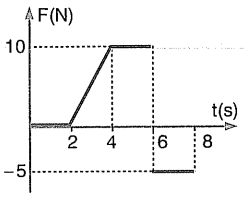
(80)

Çözüm

Soru .. 2

Kütlesi 2 kg ve ilk hızı 5 m/s olan bir cisme etki eden kuvvetin zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, cisme 8 saniye süreyle etki eden itme kaç N.s dir?



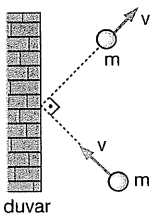
(20)

Çözüm

Soru .. 3

Şekildeki m kütleli cisim duvara v hızı ile esnek çarparak aynı hızla duvardan ayrılmaktadır.

Duvarın cisme uyguladığı itme nedir?



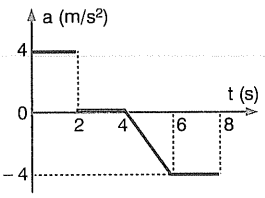
($mv\sqrt{2}$)

Çözüm

Soru .. 4

t = 0 anındaki hızı 10 m/s olan 2 kg kütleli cismin ivme - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, 8 saniye sonunda cismin momentumu kaç kg.m/s olur?

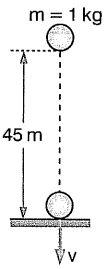


(12)

Çözüm

Soru .. 5

45 m yükseklikten serbest bırakılan 1 kg kütleli cisim yere düşünceye kadar üzerine etki eden itme kaç N.s dir? (g = 10 m/s^2 ; Sürtünmeler önemsenmeyecektir.)



(30)

Çözüm

Soru .. 6

Saniyede 100 g yakıt harcayan bir roket 8.10^4 m/s hızla gaz fırlatarak yerden yukarı yönde uzaklaşmaktadır.

Rokete bu hareketi süresince etki eden ortalama kuvvet kaç N olur?

(8000)

Çözüm

Soru .. 7

Yatay düzlemde birbirine dik doğrultuda hareket eden, 3 kg kütleli X cismi 2 m/s hızla, 2 kg kütleli Y cismide 4 m/s hızla çarpışarak yapışıyor.

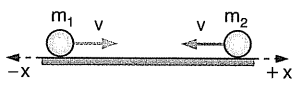
Çarpışmadan sonra cisimlerin ortak hızı kaç m/s olur? (Sürtünmeler önemsizdir.)

(2)

Çözüm

Soru .. 8

Kütleleri m_1 ve m_2 olan iki cisim şekildeki gibi birbirine doğru eşit hızlarla çarpışıp yapışıyor.



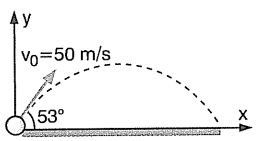
Cisimler – x yönünde $\frac{v}{2}$ hızıyla hareket ettiğine göre, $\frac{m_2}{m_1}$ oranı kaçtır?

(3)

Çözüm

Soru .. 9

2 kg kütleli bir cisim yatayla 53° lik açı yapacak şekilde eğik olarak atılmaktadır.



Cisim atıldıktan yere düşünceye kadar geçen sürede, yer çekiminin cisme uyguladığı itmenin büyüklüğü kaç N.s dir?

(Sürtünmeler önemsiz ; sin 53° = 0,8 ; g = 10 m/s^2)

(160)

Çözüm

Soru .. 10

Durmakta olan 4m kütleli bomba patlayarak 3m ve m kütleli olmak üzere iki parçaya ayrılıyor.

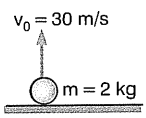
Parçaların kinetik enerjilerinin oranı kaçtır?

(3)

Çözüm

Soru .. 11

30 m/s hızla düşey olarak atılan bir cismin 4 saniye sonunda momentum değişimi kaç kg.m/s olur?



(g = 10 m/s^2, sürtünmeler önemsenmeyecektir.)

(– 80)

Çözüm

Soru .. 12

2 kg kütleli bir cisim yatay sürtünmesiz yolda 10 m/s hızla giderken, 3 kg kütelli durgun haldeki başka bir cisme çarpıp yapışarak birlikte harekete devam ediyor.

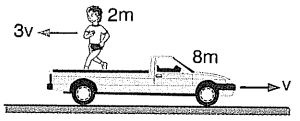
Buna göre, kaybolan enerji kaç Joule dir?

(60)

Çözüm

Soru .. 13

Şekildeki gibi v hızı ile giden 8m kütleli arabadan, 2m kütleli bir çocuk arabaya göre 3v hızı ile arabanın hareketine ters yönde atlıyor.

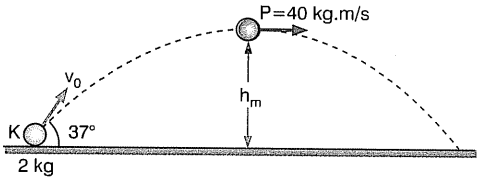


Çocuk atladıktan sonra arabanın hızı kaç v olur?

$(\frac{8}{5})$

Çözüm

Soru .. 14



K noktasından eğik olarak atılan 2 kg kütleli cismin maksimum yükseklikteki momentumu 40 kg.m/s dir.

Buna göre,

I. Cisim atıldığı noktadan 60 m ileri düşer.

II. Uçuş süresince momentumundaki değişim 60 kg.m/s dir.

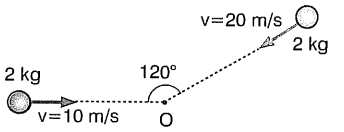
III. Cismin yataydaki momentum değişimi sıfırdır.

yargılarından hangisi doğrudur?

(I, II ve III)

Çözüm

Soru .. 15



Şekildeki gibi 10 m/s hızlarla gelen eşit kütleli cisimler O noktasında esnek olmayan çarpışma yapıp yapışarak birlikte hareket ediyor.

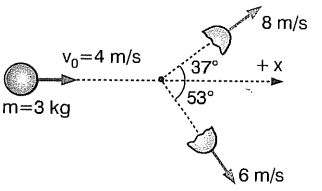
Buna göre, çarpışma sırasında kaybolan enerji kaç joule dür?

(350)

Çözüm

Soru .. 16

Kütlesi 3 kg olan bir cisim 4 m/s hızla doğrusal hareket yapıyor. Cisim üç eşit parçaya ayrıldığında parçalardan iki tanesinin hareket yönü ve hızları şekildeki gibidir.



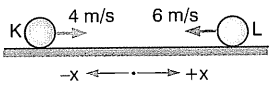
Buna göre, üçüncü parçanın hareket yönü ve hızının büyüklüğü kaç m/s dir?

(+x yönünde ; 2)

Çözüm

Soru .. 17

Özdeş K ve L cisimleri 4 m/s ve 6 m/s hızlarla birbirlerine doğru gelip merkezi esnek çarpışma yapıyor.



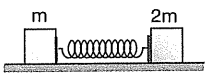
Çarpışmadan sonra cisimlerin hızları ve hareket yönleri ne olur?

(K, –x yönünde, 6 m/s)
(L, +x yönünde, 4 m/s)

Çözüm

Soru .. 18

Şekildeki yatay ve sürtünmesiz masada kütleler arasına sıkıştırılmış yayda depolanan enerji 90 J dür.



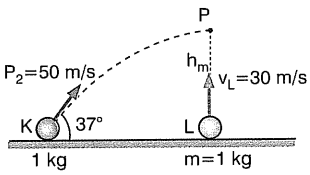
Sistem serbest bırakılırsa m kütleli cismin kinetik enerjisi kaç J olur?

(60)

Çözüm

Soru .. 19

1 kg kütleli K cismi 50 m/s lik hızla eğik atıldığı anda L cismi de 30 m/s lik hızla aşağıdan yukarıya doğru düşey olarak atılıyor.



Bu cisimler P noktasında çarpışıp yapıştıktan sonra yatay doğrultuda kaç metre ileri düşer?
($g = 10\ m/s^2$)

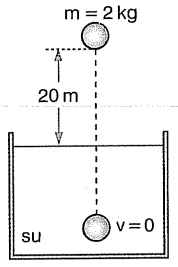
(60)

Çözüm

Soru .. 20

2 kg kütleli bir cisim, 20 m yükseklikten serbest bırakılıyor.

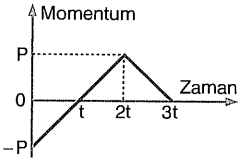
Cisim suya girdikten sonra duruncaya kadar geçen süre içerisinde cisme uygulanan net itme kaç N.s dir?



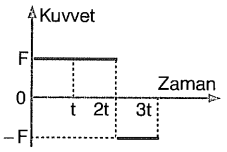
(40)

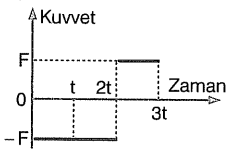
Çözüm

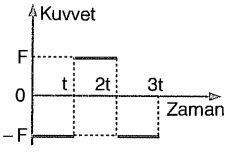
1. m kütleli bir cismin momentum - zaman grafiği şekildeki gibidir.

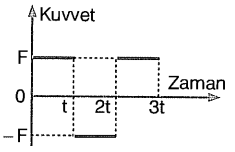


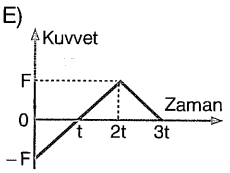
Cisme etkiyen kuvvetin - zamana bağlı değişimini gösteren grafik aşağıdakilerden hangisi gibidir?

A)


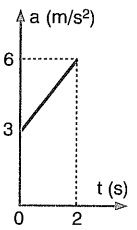
B)


C)


D)


E)


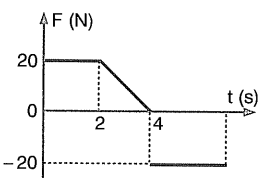
2. 2 kg kütleli bir cismin ivme - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Cismin ilk hızı 6 m/s olduğuna göre, 2 s sonraki momentumu kaç kg.m/s dir?

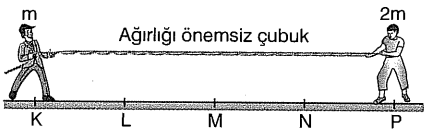
A) 3 B) 6 C) 15 D) 30 E) 45

3. **İlk hızı 10 m/s ve kütlesi 2 kg olan bir cisme uygulanan kuvvetin zamanla değişim grafiği şekildeki gibi olduğuna göre, cismin hızı hareket başladıktan kaç saniye sonra sıfır olur?**



A) 8 B) 10 C) 15 D) 16 E) 20

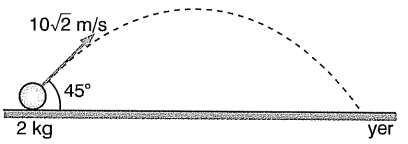
4.



Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde ellerinde ağırlığı önemsiz bir çubukla birbirini çeken m ve 2m kütleli oyuncular dengelerini bozmadan nerede yan yana gelirler?

A) L de B) M de C) L - M arasında
D) N de E) M - N arasında

5.

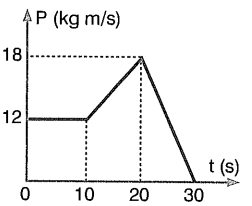


2 kg kütleli bir cisim $10\sqrt{2}$ m/s hızla 45° açı ile eğik olarak atılmıştır.

Cismin uçuş süresince yer çekiminin uygulandığı itme kaç N.s dir? (g = 10 m/s² ; Sürtünmeler önemsenmeyecektir ; sin 45° = $\sqrt{2}/2$)

A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 80

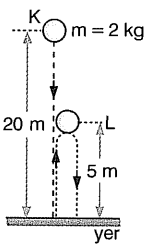
6. Kütlesi 3 kg olan bir cismin momentumunun, zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cismin (0 - 30) s zaman aralığındaki yer değiştirmesi kaç metredir?

A) 100 B) 120 C) 140 D) 160 E) 200

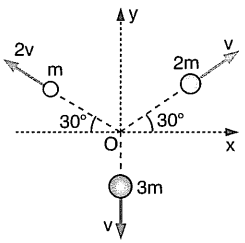
7. Şekildeki gibi 2 kg kütleli cisim 20 m yüksekten serbest düşmeye bırakılıyor. Yere çarptıktan sonra 5 m yükseliyor.



Buna göre K den bırakılıp L ye gelinceye kadar geçen süre içerisinde cisme etkiyen itme kaç N.s olur?

A) 10 B) 20 C) 30 D) 50 E) 60

8. Hareket halindeki 6m kütleli bir cisim O noktasında bir iç patlama ile m, 2m ve 3m kütleli parçalara ayrılmıştır.



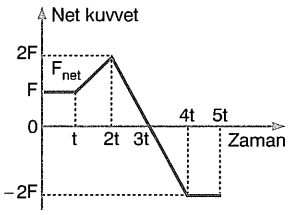
Parçaların hızları ve yönleri şekildeki gibi olduğuna göre, 6m kütleli cisim parçalanmadan önce hangi yönde gidiyordur?

A) + y yönünde B) – y yönünde

C) + x yönünde D) – x yönünde

E) m kütleli parçanın yönünde

9. t = 0 anında hızı sıfır olan bir cismin kuvvet - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cismin hızı kaç t süre sonra en büyük değerindedir?

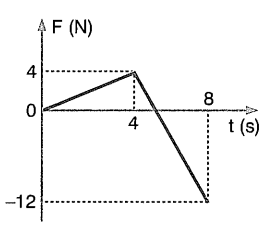
A) t B) 2t C) 3t D) 4t E) 5t

10. Birinin kütlesi diğerinin iki katı olan iki cisim, hava sürtünmesinin olmadığı ortamda farklı yüksekliklerden bırakıldığında, cisimlerin yere çarpma anında momentumları eşit oluyor.

Cisimler kendi arasında yer değiştirseydi, yere çarpma anında momentumlarının oranı kaç olabilirdi?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 8

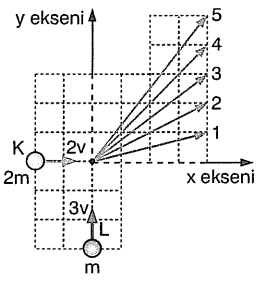
11. Durgun halden harekete başlayan 5 kg kütleli bir cismin kuvvet - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cismin hızının en büyük olduğu anda enerjisi kaç Joule dür?

A) 4 B) 5 C) 6 D) 10 E) 12

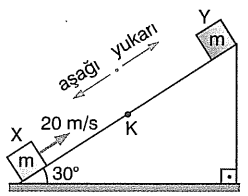
12. Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde aynı anda atılan K ve L cisimleri O noktasında çarpışarak yapışıyor.



Buna göre, cisimlerin ortak hareket yönü hangisidir? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

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

13. Şekildeki m kütleli özdeş X ve Y cisimlerinden X cismi 20 m/s hızla atılmış, Y ise serbest bırakılmıştır.



Cisimler 2 s sonra K noktasında çarpışıp yapıştıklarında ortak hız hangi yönde kaç m/s olur?
(Sürtünmeler önemsenmeyecektir.)

A) 0 B) 5, aşağı C) 5, yukarı

D) 10, aşağı E) 10, yukarı

14.

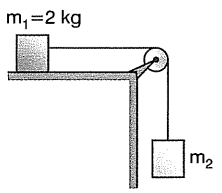


Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde v hızı ile gitmekte olan m kütleli K cismi, aynı yönde v/2 hızı ile gitmekte olan 2m küleli L cismine çarparak yapışıyor.

Yapışan cisimlerin kinetik enerjisinin, cisimlerin çarpışma öncesi toplam kinetik enerjilerine oranı kaçtır?

A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{4}{9}$ C) $\frac{8}{9}$ D) 1 E) $\frac{4}{3}$

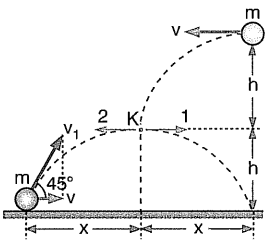
15. Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda, şekildeki düzenekte cisimler serbest bırakıldığında m_2 kütleli cisim 2 s de 4 metre düşüyor.



Bu sürede m_1 kütleli cisme verilen itme kaç N.s dir?

A) 1 B) 2 C) 4 D) 6 E) 8

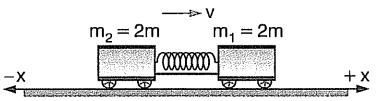
16. Eşit kütleli iki cisim, aynı anda şekildeki gibi atılıyor ve K noktasında esnek olmayan çarpışma yapıyor ve yapışıyor.



Cisimlerin bundan sonraki hareketinin yönü ve hızın büyüklüğü için ne söylenebilir?

A) Aşağı v/2 hızı ile düşey atış
B) Serbest düşme
C) 1 yönünde v/2 hızı ile yatay atış
D) 2 yönünde v/2 hızı ile yatay atış
E) Aşağı v ile pike atış

17.

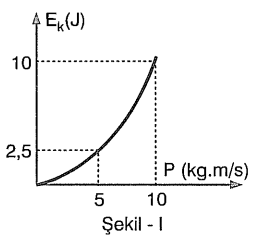


Şekildeki 2m ve m kütleli cisimler iple birbirlerine bağlanarak aralarına sıkıştırılmış yay konuluyor. Bu halde sistem v hızı ile + x yönünde giderken ip koptuğu anda m kütleli cismin hızı + x yönünde 3v olmaktadır.

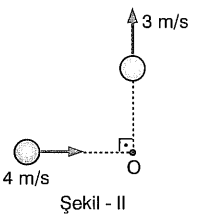
Buna göre, 2m kütleli cismin bu andaki hızı ve hareket yönü aşağıdakilerden hangisi gibidir?

A) Cisim durur
B) − x yönünde, v
C) + x yönünde, v
D) − x yönünde, 3v
E) − x yönünde, 2v

18.



Şekil - I



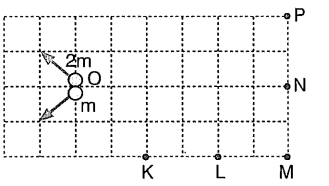
Şekil - II

Kinetik enerji - momentum grafiği Şekil - I deki gibi olan bir cisim 4 m/s hızla giderken, O noktasında uygulanan bir itme sonucu dik doğrultuya sapmış ve 3 m/s hızla uzaklaşmıştır.

Buna göre, O noktasında cisme verilen itme kaç N.s dir?

A) 5 B) 10 C) 15 D) 20 E) 25

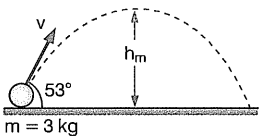
19. Yatay ve sürtünmesi önemsiz düzlemde ilerlemekte olan cisim O noktasına geldiğinde içten patlama ile m ve 2m kütleli iki parçaya ayrılarak şekildeki hız vektörleri ile hareketine devam ediyor.



Buna göre, cisim O noktasına, verilen noktaların hangisinden geçerek gelmiştir?
(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

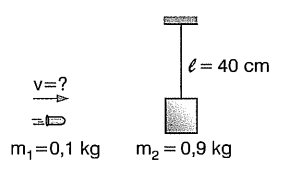
A) K B) L C) M D) N E) P

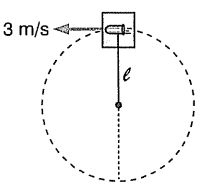
20. **v hızıyla eğik atılan 3 kg kütleli bir cismin yörüngesinin tepe noktasındaki momentumu 45 kg.m/s ise, cismin yatayda aldığı yol kaç metredir?** (Sürtünmeler önemsenmeyecektir ; g = 10 m/s² ; sin 53° = 0,8 ; cos 53° = 0,6)



A) 30 B) 45 C) 60 D) 75 E) 90

21.



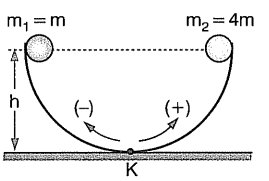


Şekildeki mermi takoza saplanarak takozun düşey düzlemde dairesel hareket yapmasına neden oluyor.

Takozun en üst noktadaki hızı 3 m/s ise, merminin takoza çarpma hızı kaç m/s dir?
(g = 10 m/s² ; mermi takozun içinde kalıyor.)

A) 30 B) 50 C) 80 D) 100 E) 120

22. Şekildeki gibi aynı yükseklikten bırakılan m ve 4m kütleli cisimler K noktasında esnek olmayan çarpışma yaparak yapışıyor.



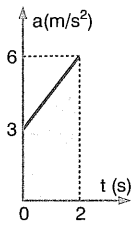
Ortak kütle yapıştıktan sonra kaç h yüksekliğe kadar çıkabilir? (Sürtünmeler önemsenmeyecektir.)

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{9}{4}$ C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{9}{25}$ E) $\frac{9}{5}$

1. Momentum - zaman grafiğinde eğim kuvveti verir. 0 - 2t aralığında eğim pozitif ve sabittir. Dolayısıyla kuvvette pozitif ve sabittir. 2t - 3t aralığında eğim dolayısıyla kuvvet negatif ve sabittir.

Cevap A

2. İvme - zaman grafiğinde taralı alan hız değişimini verir. Cismin hızındaki değişme miktarı yamuğun alanından;



$$\Delta v = \frac{(6+3)\cdot 2}{2}$$

$\Delta v = 9$ m/s dir.

2 saniye sonraki hız

$v = v_0 + \Delta v$

$v = 6 + 9 = 15$ m/s olur.

2 saniye sonraki momentumu ise,

$P = m \cdot v = 2 \cdot 15$

$P = 30$ kg.m/s olur.

Cevap D

3. Kuvvet - zaman grafiğinde alan momentum değişimi verir.

(0 - 4) saniye zaman aralığındaki momentum değişimi,

$$\Delta P = \frac{(4+2)\cdot 20}{2}$$

$\Delta P = 60$ kg.m/s dir.

Buna karşılık gelen hız değişimi ise,

$\Delta P = m \cdot \Delta v$ den

$60 = 2 \cdot \Delta v \Rightarrow \Delta v = 30$ m/s

Cismin 4 saniye sonundaki hızı,

$v = v_0 + \Delta v$

$v = 10 + 30 = 40$ m/s

Momentumu ise,

$P = 2 \cdot 40$

$P = 80$ kg.m/s olur.

Negatif alan – 80 olduğunda cismin momentumu ve hızı sıfır olur. Alt bölgedeki alandan,

$-80 = -20 \cdot \Delta t$

$\Delta t = 4$ s olur.

Başlangıçtan itibaren, $t = 4 + 4 = 8$ saniye sonra cismin hızı sıfır olur.

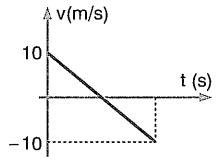
Cevap A

4. Momentumun korunumuna göre, oyuncular ancak kütle merkezlerinde buluşabilirler. Sistemin kütle merkezi ise MN aralığındadır veya momentumun korunumuna göre, 2m kütleli cismin kazanacağı hız v ise m kütleli cismin kazandığı hız 2v dir. Aldıkları yollarda hızlarla doğru orantılı olduğundan MN arasında karşılaşırlar.

Cevap E

5. I. Yol

Eğik atılan bir cismin hareketi süresince hızının yatay bileşeni değişmediğinden, yatay momentumu da değişmez. O halde momentum değişimi düşey hızın değişmesinden olur. Düşey hızın zamana göre değişim grafiği şekildeki gibi olduğuna göre, momentum değişimi,



$\Delta P = m(v_2 - v_1)$

$\Delta P = 2[-10 - (+10)]$

$\Delta P = 2(-20)$

$\Delta P = -40$ N.s olur.

II. Yol

Cisim havada iken ağırlığı kadar bir kuvvetin etkisindedir. Cismin ağırlığı ise,

$F = mg = 2 \cdot 10 = 20$ N dur.

$$t_{uçuş} = 2 \cdot \frac{v_{0y}}{g}$$

$v_{0y} = 10$ m/s

olduğundan havada kalma süresi,

$$t_{uçuş} = 2 \cdot \frac{10}{10} = 2\,s$$

İtme $= F \cdot \Delta t$

$I = 20 \cdot 2 = 40$ N.s olur.

Cevap D

6. Cismin (0 - 30) saniye aralığındaki yer değiştirme miktarı hız - zaman grafiğinin altında kalan alandan bulunur. O halde önce hız - zaman grafiği çizilmelidir. Momentum - zamanla, hız - zaman grafiği şekilce özdeştir.

$P = m \cdot v$ den

$P = 12$ kg.m/s iken

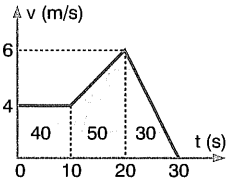
$12 = 3 \cdot v \Rightarrow v = 4$ m/s dir.

P = 18 kg.m/s iken

18 = 3 · v'

v' = 6 m/s dir.

Buna göre, hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.



Taralı alanlar toplamı yer değiştirmeyi verdiğinden,

Alan = Δx = 40 + 50 + 30

Δx = 120 m dir.

Cevap B

7. İtme = F · Δt dir.

Cisme etki eden kuvvet yer çekim kuvveti, yani cismin ağırlık kuvvetidir.

Ağırlık = m · g

G = 2 · 10 = 20 N dur.

Cismin havada kalma süresi düşme süresi ile yükselme süresinin toplamına eşittir.

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$20 = \frac{1}{2}\cdot 10 \cdot t^2$$

$$t^2 = 4 \Rightarrow t_{iniş} = 2\,s$$

5 m çıkan cismin çıkma süresi 5 m den serbest düşme süresine eşit olur.

$$h = \frac{1}{2}g\,t_ç^2$$

$$5 = \frac{1}{2}10\,t_ç^2 \Rightarrow t_ç = 1s$$

K den serbest bırakılan cismin yere çarpıp L ye gelinceye kadar geçen süre,

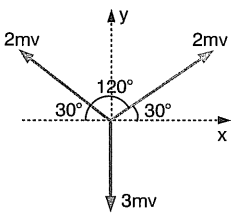
t_{top} = 2 + 1 = 3 saniye dir.

İtme = F · Δt den

I = 20 · 3 ⇒ I = 60 N.s olur.

Cevap E

8. Momentumun korunumuna göre, parçalanmadan önce 6m kütleli cismin momentumu ile parçaların toplam momentumları eşit olur. Parçaların momentumları şekildeki gibidir.



Üç parçanın momentumlarının bileşkesi – y yönünde olduğundan, cisimde parçalanmadan önce – y yönünde hareket ediyordur.

Cevap B

9. Kuvvet - zaman grafiğinde alan momentum değişimini verir.

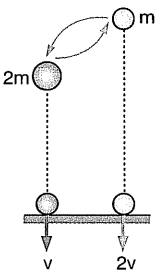
Momentum değişiminin en büyük olduğu yerde hız değişimi de en büyüktür. Buna göre,

3t anına kadar hep momentum artışı olmuştur.

3t den sonra ise momentum azalmaya başlamıştır. Buna göre, 3t anında cismin hızı en büyük değerindedir.

Cevap C

10. Cisimlerin yere vardığı anda eşit momentumlarının büyüklüğünün eşit olması için 2m kütleli cismin hızı, m kütleli cismin hızının yarısı olmalıdır.



Cisimler yer değiştirdiklerinde yere çarpma hızı kütleye bağlı olmadığından 2m kütleli cisim 2v hızı ile çarparken, m kütleli cisim v hızı ile yere çarpar.

Buna göre, momentumlarının oranı,

$$\frac{P_{(2m)}}{P_{(m)}} = \frac{2m \cdot 2v}{mv}$$

$$\frac{P_{(2m)}}{P_{(m)}} = 4 \text{ olur.}$$

Cevap D

11. Kuvvet - zaman grafiğinde alan momentum değişimini verir. Pozitif alan 5 s devam etmektedir. (Benzer üçgenlerden)

Momentum değişimi, üçgenin alanından,

$$\Delta P = \frac{5.4}{2} = 10\,kg\,m/s \text{ olur.}$$

Hız değişimi,

ΔP = m · Δv

10 = 5 · Δv

Δv = 2 m/s dir.

Bu aynı zamanda cismin 5 s sonundaki hızıdır. Bu hız cismin en büyük hızıdır. 5 s ile 8 s arasında kuvvet negatif yönde uygulandığından cismin hızı azalır. 5 saniye sonundaki cismin kinetik enerjisi,

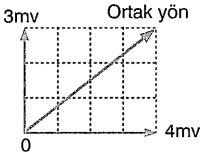
$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \text{ den}$$

$$E_K = \frac{1}{2}\cdot 5 \cdot 2^2$$

E_K = 10 Joule olur.

Cevap D

12. Momentumun korunumuna göre, çarpışmadan sonraki momentum, önceki momentumların vektörel toplamına eşittir. Öyleyse paralel kenar metodu ile cevabın 3 nolu vektör olduğu görülür.



Cevap C

13. Her iki cismin ivmesi eşit olup,

$a = g \cdot \sin 30° = 5\ m/s^2$ dir.

X cisminin 2 s sonraki hızı;

$v_x = v_{0x} - a \cdot t$ den

$v_x = 20 - 5 \cdot 2 = 10\ m/s$ olur.

y cisminin 2 s sonraki hızı ise,

$v_y = a \cdot t = 5 \cdot 2 = 10\ m/s$ olur.

Bu iki cisim çarpışıp yapıştığına göre, momentumun korunumundan,

$$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$$

$$m \cdot 10 - m \cdot 10 = 2m \cdot v_{ort}$$

$$v_{ort} = 0 \text{ dır.}$$

Ortak hız sıfır olduğundan ilk hızsız aşağı yönde harekete geçer.

Cevap A

14. Önce momentumun korunumundan faydalanarak yapıştıktan sonraki ortak hızlarını bulalım.

$$\vec{P}_{ö} = \vec{P}_s$$

$$m \cdot v + 2m\frac{v}{2} = (m+2m) \cdot v_{ort}$$

$$2mv = 3m \cdot v_{ort} \text{ dir.}$$

$$v_{ort} = \frac{2}{3}v \text{ dir.}$$

Yapışan cisimlerin kinetik enerjisine E_K, önceki toplam kinetik enerjisine $E_ö$ denilirse,

$$\frac{E_K}{E_ö} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3m(\frac{2}{3}v)^2}{\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}2m(\frac{v}{2})^2}$$

$$\frac{E_K}{E_ö} = \frac{\frac{2}{3}mv^2}{\frac{3}{4}mv^2}$$

$$\frac{E_K}{E_ö} = \frac{8}{9} \text{ olur.}$$

Cevap C

15. Düzenekteki cisimlerin ivmesi,

$x = \frac{1}{2}a \cdot t^2$ den

$4 = \frac{1}{2}a \cdot 2^2$

$a = 2\ m/s^2$ dir.

İpteki gerilme kuvveti,

$T = m_1 \cdot a$ dan

$T = 2 \cdot 2 = 4\ N$ dir.

m_1 kütleli cisme verilen itme,

İtme $= T \cdot \Delta t$

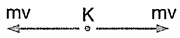
$I = 4 \cdot 2 = 8\ N.s$ olur.

Cevap E

http://www.etkinlikpaylas.com/

16. Momentumun korunumuna göre, cisimlerin K noktasında çarpışmadan önceki vektörel momentum, çarpışmadan hemen sonraki momentuma eşit olur.

K noktasında cisimlerin yatay hızları eşit, kütleleri de aynı olduğudan yatay momentumlar birbirlerini yok eder.



Düşey momentumlar için ise, eğik atılan cismin K deki düşey hızı sıfır, 2h den yatay atılanın ise v kadar düşey hızı vardır.

Çünkü yatay atılan h kadar aşağı inerken, 45° ile eğik atılan cisim ise h kadar yukarı çıkmıştır. Düşey hızları eşittir. Buna göre, düşey doğrultudaki momentum korunumundan,

$0 + m \cdot v = 2m \cdot v_{ort}$

$v_{ort} = \frac{v}{2}$ dir. (↓ aşağı)

Cevap A

17. İp kopmadan önceki momentum, ip koptuktan sonraki toplam momentumu eşittir. 2m kütleli cismin hızı bilinmediğinden denklemde pozitif alınır.

$3mv = m3v + 2\ mv_2$

$0 = 2m \cdot v_2$

$v_2 = 0$ dır.

Yani cisim durur.

Cevap A

18. $P = m.v$

$E_K = \frac{1}{2} mv^2$ dir.

Enerjinin her iki yanını 2m ile çarpalım.

$2m \cdot E_K = m^2v^2$ dir.

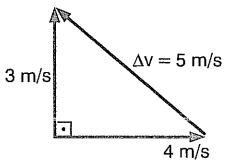
$2m \cdot E_K = P^2$

Buna göre, grafikteki değerler kullanılırsa,

$2m \;\; 2{,}5 = 25$

$m = 5$ kg bulunur.

İtme momentum değişimine eşittir.



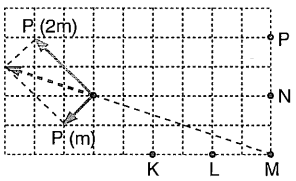
İtme $= m \cdot \Delta v$

İtme $= 5 \cdot 5 = 25$ N.s

bulunur.

Cevap E

19.



Cismin patlamadan sonraki parçaların momentum vektörleri şekilde görüldüğü gibidir. Momentum korunumuna göre, cismin patlamadan önceki momentumunun doğrultusu ile patlamadan sonraki bileşke momentumun doğrultusu aynı olmak zorundadır. Buna göre, cisim M noktasından gelmiş olabilir.

Cevap C

20. h_m tepe noktasında cismin hızı

$P = m \cdot v$

$45 = 3 \cdot v$

$v = 15$ m/s dir.

Yatay hız bileşeni yörünge boyunca sabit olduğundan atış hızının düşey bileşeni 20 m/s dir ve cismin uçuş süresi,

$$t_{uçuş} = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2 \cdot 20}{10} = 4 \text{ s}$$

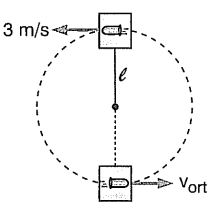
Cismin yatayda aldığı yol,

$x = v_{0x} \cdot t_{uçuş}$

$x = 15 \cdot 4 = 60$ m dir.

Cevap C

21. Beraber dairesel hareket yaparken tepeden 3 m/s hızla geçmişse enerji korunumu yazılıp, çarpmadan sonraki ortak hız hesaplanır.



$$\frac{1}{2} m_T \cdot v_{ort}^2 = m_T \cdot g \cdot 2\ell + \frac{1}{2} m_T \cdot v^2$$

$$\frac{v_{ort}^2}{2} = 10 \cdot 2 \cdot 0{,}4 + \frac{3^2}{2}$$

$v_{ort}^2 = 25 \Rightarrow v_{ort} = 5$ m/s olur.

Momentum korunumuna göre ise,

$m_1 \cdot v + m_2 \cdot 0 = (m_1 + m_2) \cdot v_{ort}$ olur.

Değerler yerine yazıldığında,

$0{,}1 \cdot v = (0{,}1 + 0{,}9) \cdot 5$

$v = \frac{5}{0{,}1} = 50$ m/s bulunur.

Cevap B

22. Önce enerjinin korunumundan faydalanarak cisimlerin çarpışmadan önceki K noktasındaki hızlarını bulalım.

$$mgh = \frac{1}{2} mv_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{2gh}$$

$$4mgh = \frac{1}{2} 4m \cdot v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh}$$

Momentumun korunumundan ortak hız bulunur.

$$\vec{P}_ö = \vec{P}_s$$

$$m_1v_1 - m_2v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_{ort}$$

$$m \cdot \sqrt{2gh} - 4m \cdot \sqrt{2gh} = 5m \cdot v_{ort}$$

$$v_{ort} = -\frac{3}{5}\sqrt{2gh} \text{ m/s dir.}$$

Ortak kütlenin sahip olduğu kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşünceye kadar yükselir.

$$\frac{1}{2} m_T \cdot v_{ort}^2 = m_T \cdot g \cdot h'$$

$$\frac{1}{2} \cdot (\frac{3}{5}\sqrt{2gh})^2 = g \cdot h'$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{9}{25} \cdot 2gh = g \cdot h'$$

$h' = \frac{9}{25}$ metredir.

Cevap D

İtme ve Momentum

2. BÖLÜM

MOMENTUM (LİNEER MOMENTUM)

Bir cismin kütlesiyle hızının çarpımına lineer momentum (çizgisel momentum) veya kısaca **momentum** denir. Momentum;

$$\boxed{\vec{P} = m.\vec{V}}$$

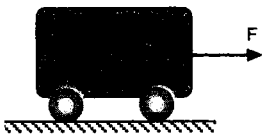
şeklinde ifade edilir. Momentum, cismin hangi yönde hareket ettiğini, cismi harekete geçirmek için veya hareket halindeki cismi durdurmak için gerekli olan itmelerin büyüklüğünü tanımlar.

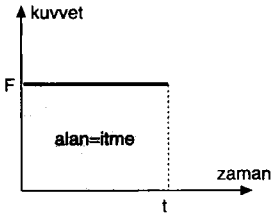
Momentumun büyüklüğünü veya yönünü değiştirmek için kuvvete ihtiyaç vardır.

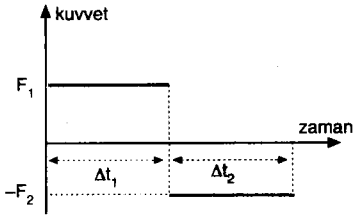
Bir cismin ivmesi, $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ eşitliğinden bulunur. Bu ifadeyi dinamiğin temel prensibi olan, $\vec{F} = m.\vec{a}$ formülünde yerine yazacak olursak,

$$\vec{F} = m.\vec{a} = m.\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\vec{F}.\Delta t = m.\Delta \vec{V}}$$ eşitliğini elde ederiz.

Denklemdeki $\vec{F}.\Delta t$ ifadesine **impuls (itme)**, $m.\Delta \vec{V}$ ifadesine **momentum değişimi** denir. Bu durumda bir cisme etki eden net kuvvet ile net kuvvetin etki etme süresinin çarpımı itmeyi verir. Kuvvet vektörel bir büyüklük olduğuna göre itme de vektörel bir büyüklüktür.

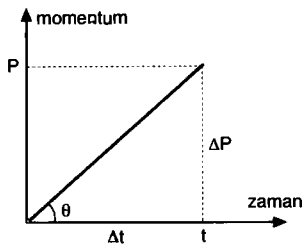






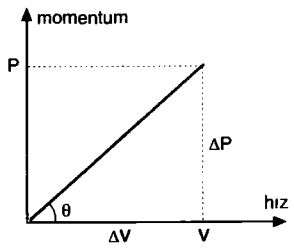
Şekildeki cisme uygulanan kuvvet sabit olup kuvvet-zaman grafiğinin altındaki alan itmeyi verir.

Cisme uygulanan kuvvet, farklı yönlerde uygulandığında, itme = $\Sigma\vec{F}.\Delta t = (F_1.\Delta t_1) - (F_2.\Delta t_2)$ olur.



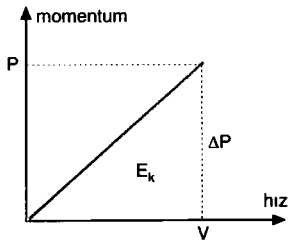
Momentum-zaman grafiğindeki doğrunun eğimi kuvveti verir.

$$\tan\theta = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{F.\Delta t}{\Delta t} = F$$



Momentum-hız grafiğindeki doğrunun eğimi kütleyi verir.

$$\tan\theta = \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{m.\Delta V}{\Delta V} = m$$

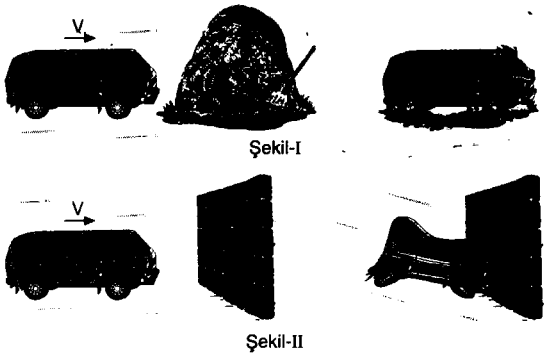


Momentum-hız grafiğindeki doğrunun altında kalan alan kinetik enerjiyi verir.

$$\text{Alan} = \frac{V.\Delta P}{2} = \frac{V.m.V}{2} = \frac{1}{2}.mV^2 = E_k$$

İTME (İMPULS)

Şekil-I de görülen kamyon küçük bir kuvvetle girdiği saman yığınında, uzun süre dururken, Şekil-II de ise aynı kamyon büyük bir kuvvetle çarptığı duvarda daha kısa süre durmaktadır. Buna göre, cisimlerin hareketliliğini artırmak veya azaltmak için gerekli olan kuvvet; cismin kütlesi ve hız değişimi ile doğru; uygulama süresi ile ters orantılıdır.

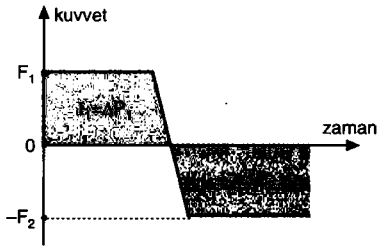


Kısaca bir cisme etkiyen kuvvet ile kuvvetin etki süresinin çarpımından oluşan vektörel değere itme (impuls) denir. "I" ile gösterilen itme,

$\vec{I} = \vec{F}.\Delta t = \Delta\vec{P}$ ile ifade edilir.

Bir cisme ait kuvvet-zaman grafiğinde, eğrinin altında kalan alan itmeyi dolayısıyla momentum değişimini verir.

Alan = I = ΔP



Kuvvet-zaman grafiğinde zaman ekseninin üzerindeki alan pozitif (+) yöndeki itme veya momentum değişimini; zaman ekseninin altındaki alan ise negatif (–) yöndeki itmeyi veya momentum değişimini verir.

$\Sigma Alan = \Sigma I = \Sigma \Delta P = \Delta P_1 - \Delta P_2$

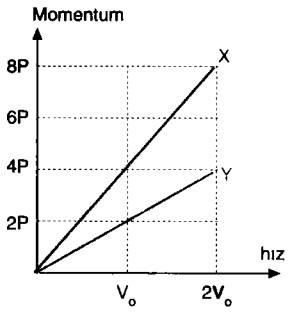
İtme, momentum değişimine eşit olduğundan itme birimleriyle momentum birimleri aynıdır.

	MKS	CGS
	$N.s = kg.\frac{m}{s}$	$dyn.s = g.\frac{cm}{s}$

ÖRNEK 1

X ve Y cisimlerinin momentum - hız grafikleri şekildeki gibidir.

Buna göre, cisimlerin kütleleri oranı, $\frac{m_X}{m_Y}$ kaçtır?



ÇÖZÜM

Momentum-hız grafiğinin eğimi cismin kütlesini verir. Buna göre,

$m_X = \frac{4P}{V_o}$

$m_Y = \frac{2P}{V_o}$ olur.

Kütleleri oranlarsak,

$\frac{m_X}{m_Y} = \frac{\frac{4P}{V_o}}{\frac{2P}{V_o}} = 2$ olur.

ÖRNEK 2

Kütlesi 2 kg olan bir cismin üzerine 20 N luk bir kuvvet, 10 s süre ile uygulanıyor.

Cismin ilk hızı sıfır olduğuna göre,

a) Cisim üzerine uygulanan itme kaç N.s dir?

b) Cismin 10. saniyede hızı kaç m/s dir?

c) Cismin 10. saniyedeki kinetik enerjisi kaç J dür?

ÇÖZÜM

a) Cismin üzerine uygulanan itme,

$I = \vec{F}.\Delta t = 20.10 = 200$ N.s dir.

b) Cismin üzerine uygulanan itme, momentum değişimine eşit olduğuna göre, cismin 10. saniyedeki hızı,

$\vec{I} = \Delta\vec{P}$

$\vec{I} = m.(\vec{V}_s - \vec{V}_i)$

$200 = 2.(V_s - 0) \Rightarrow V_s = 100$ m/s olur.

c) Cismin 10. saniyedeki kinetik enerjisi,

$E = \frac{1}{2}.m.V_s^2$

$= \frac{1}{2}.2.(100)^2$

$= 10^4$ J olur.

ÖRNEK 3

Sürtünmesiz ortamda kütlesi 4 kg olan bir cismin hızı 6 saniyede 4 m/s den 10 m/s ye çıkıyor. Buna göre,

a) Cismin üzerine uygulanan kuvvet kaç N dur?

b) Cismin ivmesi kaç m/s^2 dir?

ÇÖZÜM

a) Momentum değişimi itmeye eşit olduğundan cisme uygulanan kuvvet,

$\vec{F}.\Delta t = \Delta\vec{P}$

$\vec{F}.\Delta t = m.(\vec{V}_s - \vec{V}_i)$

$F.6 = 4.(10 - 4)$

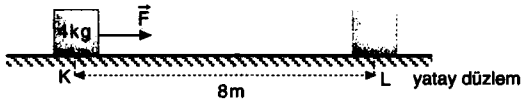
$F.6 = 4.6 \Rightarrow F = 4$ N olur.

b) Cismin ivmesi dinamiğin temel prensibinden,

$F = m.a$

$4 = 4.a \Rightarrow a = 1\ m/s^2$ olur.

ÖRNEK 4



Sürtünmesiz ortamda, K noktasında durmakta olan 4 kg kütleli cisme, $\vec{F}$ kuvveti 2 saniye uygulandığında, L noktasına geliyor. IKLI uzunluğu 8m olduğuna göre,

a) Cisme uygulanan $\vec{F}$ kuvveti kaç N dur?

b) Cisme 2 saniyede uygulanan itme kaç N.s dir?

ÇÖZÜM

a) İvmeli hareket yapan cismin ivmesi,

$$x = \frac{1}{2}a.t^2$$

$$8 = \frac{1}{2}a.(2)^2 \Rightarrow a = 4m/s^2 \text{ dir.}$$

Dinamiğin temel prensibinden cisme uygulanan kuvvet,

$\vec{F} = m.\vec{a}$

$= 4.4$

$= 16$ N olur.

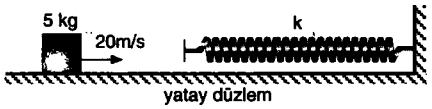
b) Cisme uygulanan itme,

$I = \vec{F}.\Delta t$

$= 16.2$

$= 32$ N.s olur.

ÖRNEK 5



Sürtünmesiz ortamda duran, esneklik sabiti k olan yaya, 5 kg lık cisim 20 m/s hızla çarpıp, aynı hızla geri dönüyor. Yay ile cisim arasındaki etkileşme süresi 0,4 s dir. Buna göre,

a) Cismin yaya uyguladığı itme kaç kg.m/s dir?

b) Yayın cisme uyguladığı ortalama kuvvet kaç N dur?

ÇÖZÜM

a) Cisim yaya çarpıp, aynı hızla geri döndüğüne göre itme,

$\Delta P = m.(V_s - V_i)$

$= 5.(-20 - 20)$

$= -200$ kg.m/s olur.

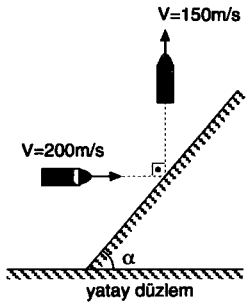
b) Ortalama kuvvetin büyüklüğü,

$\Delta\vec{P} = \vec{F}.\Delta t$

$200 = F.0,4 \Rightarrow F = 500$ N bulunur.

ÖRNEK 6

Kütlesi 20 g olan bir mermi 200 m/s hızla şekildeki yüzeye çarpıp, yüzeyden 150 m/s hızla ayrılıyor. Yüzeyle merminin etkileşme süresi 0,05 s olduğuna göre,



a) Yüzeyin mermiye uyguladığı itme kaç N.s dir?

b) Yüzeyin mermiye uyguladığı ortalama kuvvet kaç N dur?

ÇÖZÜM

a) Yüzeyin mermiye uyguladığı itme, momentum değişimine eşittir.

$\vec{P}_{ilk} = m.\vec{V}_{ilk}$ $\qquad$ $\vec{P}_{son} = m.\vec{V}_{son}$

$= \frac{20}{1000} \cdot 200$ $\qquad$ $= \frac{20}{1000} .150$

$= 4$ kg.m/s $\qquad$ $= 3$ kg.m/s

$\Delta P^2 = P_s^2 + P_i^2$

$= (3)^2 + (4)^2 \Rightarrow \Delta P = 5$ kg.m/s

$\vec{F}.\Delta t = \Delta\vec{P} = 5$ N.s olur.

b) Yüzeyin mermiye uyguladığı kuvvet,

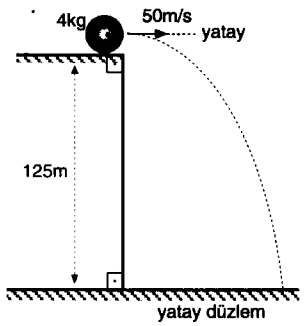
$\Delta\vec{P} = \vec{F}.\Delta t$

$5 = F.0,05 \Rightarrow F = 100$ N olur.

ESEN YAYINLARI

ÖRNEK 7

Sürtünmesiz ortamda, kütlesi 4 kg olan bir cisim 125 m yükseklikteki bir kalenin tepesinden 50 m/s hızla yatay olarak atılıyor. Buna göre,



a) Cisim kaç s de yere düşer?

b) Cisim yere düşene kadar, cisme etkiyen itmenin büyüklüğü kaç N.s dir?

c) Cismin yere çarpma hızı kaç m/s dir?

($g = 10\ m/s^2$)

ÇÖZÜM

a) Cismin yere düşme süresi sadece yüksekliğe bağlıdır, yatay hıza bağlı değildir.

$$h = \frac{1}{2}.gt^2$$

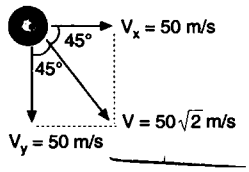
$$125 = \frac{1}{2}.10.t^2 \Rightarrow t = 5\ s\ olur.$$

b) Cisme etkiyen kuvvet, yerin çekim kuvvetidir.

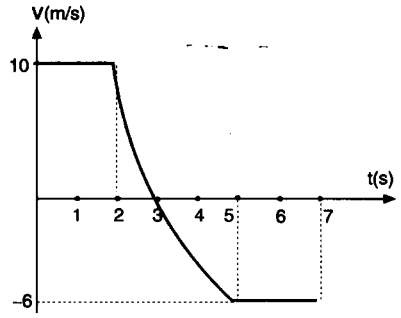
$$|\vec{I}| = F.\Delta t$$
$$= m.g.\Delta t$$
$$= 4.10.5$$
$$= 200\ N.s\ olur.$$

c) Cisim 5 s de yere düştüğünden,

$$V_y = g.t$$
$$= 10.5$$
$$= 50\ m/s$$
$$V^2 = V_x^2 + V_y^2$$
$$V = 50\sqrt{2}\ m/s\ olur.$$



ÖRNEK 8



Kütlesi 2 kg olan bir cismin hız - zaman grafiği şekildeki gibidir. Buna göre,

a) Cismin 0-7 s aralığındaki momentum değişimi kaç kg.m/s'dir?

b) Cisme 0-7 s aralığında etkiyen itmenin büyüklüğü kaç N.s dir?

ÇÖZÜM

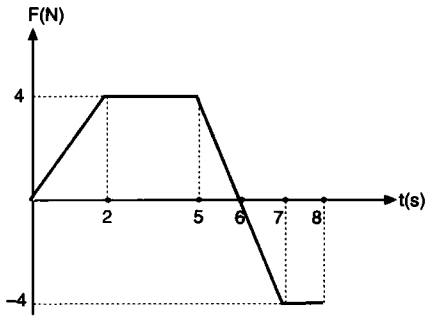
a) Cismin momentum değişimi,

$$\Delta\vec{P} = m.\Delta\vec{V}$$
$$= m.(\vec{V_s} - \vec{V_i})$$
$$= 2.(-6 - 10)$$
$$= -32\ kg.m/s\ olur.$$

b) Cismin üzerine uygulanan itme (I), cismin momentum değişimine eşittir.

$$|\vec{I}| = |\Delta\vec{P}|$$
$$= 32\ N.s\ olur.$$

ÖRNEK 9



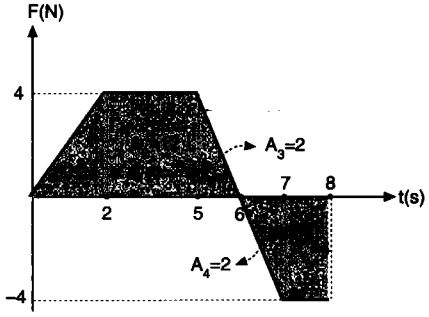
Sürtünmesiz yüzeyde durmakta olan 2 kg kütleli cisme uygulanan kuvvetin zamana göre değişimi, grafikteki gibidir. Buna göre,

a) Cisme 8 s içinde uygulanan itme kaç N.s dir?

b) Cismin 8 s sonundaki hızı kaç m/s dir?

ÇÖZÜM

a) Kuvvet-zaman grafiğinin altındaki alan, cisme uygulanan itmeyi verir.



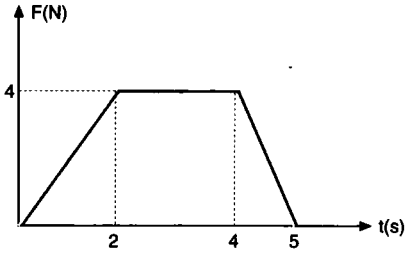
$$\Sigma Alan = İtme = 4 + 12 + 2 - 2 - 4 = 12\ N.s\ olur.$$

b) Cisme uygulanan itme, momentum değişimine eşit olacağından cismin hızı,

$$İtme = \Delta P$$
$$I = m.(V_{son} - V_{ilk})$$
$$12 = 2.(V_{son} - 0) \Rightarrow V_{son} = 6\ m/s\ olur.$$

ESEN YAYINLARI

ÖRNEK 10



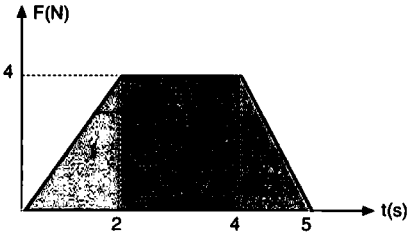
İlk hızı 4 m/s olan 7 kg kütleli bir cismin üzerine uygulanan kuvvetin zamana göre değişim grafiği şekildeki gibidir. Buna göre,

a) (0-5) saniyeleri arasında, cisme uygulanan itme kaç N.s dir?

b) (0-5) saniyeleri arasında, cismin momentum değişimi kaç kg.m/s dir?

c) Cismin 5 saniye sonundaki hızı kaç m/s dir?

ÇÖZÜM



a) Kuvvet - zaman grafiğinin altında kalan alan itme ya da momentum değişimini verir.

I. bölgenin alanı $= \frac{2.4}{2} = 4$ N.s

II. bölgenin alanı $= 2.4 = 8$ N.s

III. bölgenin alanı $= \frac{1.4}{2} = 2$ N.s

ΣAlan = itme = 4 + 8 + 2 = 14 N.s olur.

b) Bir cismin üzerine uygulanan itme, momentum değişimine eşittir. Bu durumda,

$\vec{F}.\Delta t = \Delta\vec{P} = 14$ kg.m/s olur.

c) Cismin 5. saniyedeki hızı, momentum değişiminden bulunabilir. Buna göre hız,

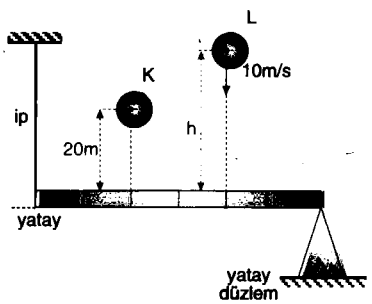
$\Delta\vec{P} = m.(\vec{V_s} - \vec{V_i})$

$14 = 7.(V_s - 4)$

$2 = V_s - 4 \Rightarrow V_s = 6$ m/s olur.

ÖRNEK 11

Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamda 40 N ağırlığındaki eşit bölmeli çubuk şekildeki gibi dengededir. Kütleleri eşit ve 1 kg olan K ve L cisimlerinden K, 20 m yükseklikten serbest bırakıldığı anda, L de h kadar yükseklikten 10 m/s hızla düşey atılıyor. Cisimler aynı anda çubuğa çarpıp, çarptıkları hızlarla geldikleri doğrultularda geri sıçrıyorlar. Çubukla cisimlerin etkileşme süreleri eşit ve 0,8 s olduğuna göre,



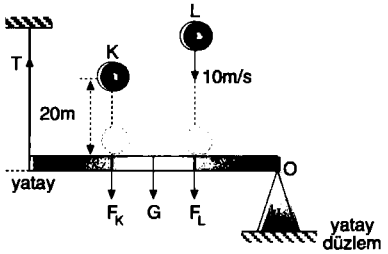
a) İpte meydana gelen gerilme maksimum kaç N dur?

b) L cisminin atıldığı h yüksekliği kaç m dir?

($g = 10$ m/s^2)

ÇÖZÜM

a)



$h = \frac{1}{2}.gt^2 \Rightarrow 20 = \frac{1}{2}.10t^2 \Rightarrow t = 2$ s dir.

Cisimlerin çubuğa çarptıkları andaki hızları,

$V_K = g.t = 10.2 = 20$ m/s

$V_L = V_o + gt = 10 + 10.2 = 30$ m/s olur.

Cisimlerin çubuğa çarptıklarında çubuğa uygulayacakları kuvvetler;

K cismi için,

$$F_K = \frac{\Delta P_K}{\Delta t} = \frac{P_s - P_i}{\Delta t} = \frac{20.1 - (-20.1)}{0,8} = \frac{40}{0,8} = 50\,N$$

L cismi için,

$$F_L = \frac{\Delta P_L}{\Delta t} = \frac{30.1 - (-30).1}{0,8} = \frac{60}{0,8} = 75\,N \text{ olur.}$$

Desteğin olduğu noktaya göre moment alırsak,

$2F_L + 3.G + 4.F_K = 6.T$

$2.75 + 3.40 + 4.50 = 6T \Rightarrow T = \frac{470}{6} = \frac{235}{3}$ N olur.

b) L cismi 2 saniyede çubuğun üzerine düştüğüne göre atıldığı yükseklik,

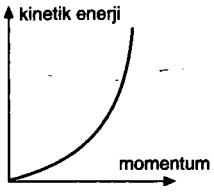
$h = V_o.t + \frac{1}{2}.gt^2 = 10.2 + \frac{1}{2}.10.(2)^2 = 40$ m olur.

ESEN YAYINLARI

MOMENTUM İLE KİNETİK ENERJİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

V hızıyla hareket eden bir cismin kinetik enerjisinin $E_k = \frac{1}{2}mV^2$ olduğunu biliyoruz. Bu eşitliğin sağ tarafı kütle (m) ile çarpılıp bölünürse eşitlik bozulmayacağından,

$$E_k = \frac{1}{2}mV^2.\frac{m}{m} = \frac{1}{2}.\frac{m^2V^2}{m} \text{ olur.}$$



P = m.V olduğuna göre, kinetik enerji ile momentum arasındaki ilişki,

$E_k = \frac{P^2}{2m}$ ifadesi ile bulunur.

Bu ifadeye göre, kinetik enerji ile momentum arasındaki grafik şekildeki gibi olur. Bir cismin kütlesi sabitken kinetik enerjisi, momentumun karesi ile orantılıdır. Momentum 2 kat artarsa, kinetik enerji 4 kat artar. Cisim bir başka bir cisme çarptığında, çarpışmanın cinsi ne olursa olsun momentum korunur. Ancak çarpışma esnek çarpışma değilse, enerji korunmaz. Momentum korunumu, fizikteki en temel korunum kanunlarından biridir.

ÖRNEK 12

Hızı V_o olan bir cismin momentumu P_o, kinetik enerjisi E_o dır. Cismin hızı $3V_o$ olursa,

a) Cismin momentumu kaç P_o olur?

b) Cismin kinetik enerjisi kaç E_o olur?

c) Cismin momentumundaki değişim kaç P_o olur?

ÇÖZÜM

a) Cismin hızı V_o iken momentumu,

$P_o = m.V_o$ dır.

Cismin hızı $3V_o$ olursa momentumu,

$P = m.3V_o$

$= 3.mV_o$

$= 3P_o$ olur.

b) Cismin momentumu P_o iken kinetik enerjisi,

$E_o = \frac{P_o^2}{2m}$ dir.

Cismin hızı $3V_o$ olursa momentumu $3P_o$ olacağından cismin kinetik enerjisi,

$E = \frac{(3P_o)^2}{2m}$

$= 9.\left(\frac{P_o^2}{2m}\right)$

$= 9.E_o$ olur.

c) Cismin momentumundaki değişim,

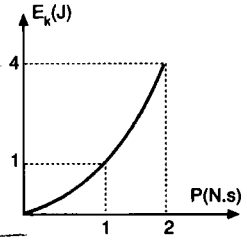
$\Delta P = P_{son} - P_{ilk}$

$= 3P_o - P_o$

$= 2P_o$ olur.

ÖRNEK 13

Yatay sürtünmesiz bir yolda hareket eden cismin kinetik enerji-momentum grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre,

a) Cismin kütlesi kaç kg dır?

b) Cismin kinetik enerjisi 9 J olduğunda üzerine uygulanan itme kaç N.s olur?

ÇÖZÜM

a) Grafiğe bakıldığında, E_k = 1 J iken P = 1 N.s veya E_k = 4 J iken P = 2 N.s olduğu görülür. Bu verileri formülde yerlerine yazacak olursak,

$E_k = \frac{P^2}{2m}$

$1 = \frac{(1)^2}{2m}$

$m = \frac{1}{2}$ kg bulunur.

b) Cismin enerjisi 9J iken momentumu,

$E_k = \frac{P^2}{2m}$

$9 = \frac{P^2}{2.\frac{1}{2}}$

P = 3 kg.m/s olur.

Cismin üzerine uygulanan itme, momentum değişimine eşit olacağından,

$I = \Delta P$

$= P_s - P_i$

$= 3 - 0$

$= 3$ N.s dir.

ÇARPIŞMALAR



Çarpışma kavramını genellikle cisimlerin hızla gelip birbiriyle temas etmesi olarak algılarız. Örneğin bir golf sopası ile topa vurulduğunda çarpışmanın başlangıcı ile bitişi hassas bir şekilde saptanır. Sopanın topa değme süresi topun hareket süresine göre çok kısadır. Top ve sopa çarpışma anında şekil değiştirirler. Çarpışma anında sopa topa büyük bir kuvvet uygular. Bu kuvvet zaman içinde karmaşık biçimde değişim gösterir ve ölçümü oldukça zordur.

Çarpışmalar, merkezi çarpışmalar ve merkezi olmayan çarpışmalar olmak üzere ikiye ayrılır:

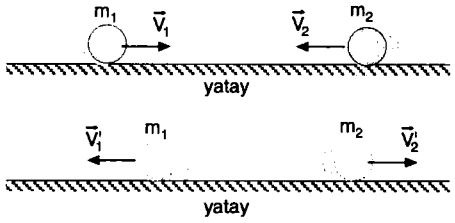
1. Merkezi Çarpışma

Cisimler çarpışma öncesi ve sonrasında merkezleri bir doğru üzerinde olacak şekilde hareket ediyorlarsa, bu tür çarpışmalara merkezi çarpışma denir. Çarpışma enerjinin korunumuna göre de ikiye ayrılır. Kinetik enerji korunuyorsa bu çarpışmalar esnek çarpışma, korunmuyorsa esnek olmayan çarpışma adını alır.

a) Esnek Çarpışma

Bu tür çarpışmalarda cisimler çarpıştıktan sonra birbirine yapışmadan hareket ederler.

Şekilde $\vec{V}_1$ ve $\vec{V}_2$ hızlarıyla hareket eden cisimlerin çarpışmadan sonraki hızları $\vec{V}'_1$ ve $\vec{V}'_2$ olsun. Bu çarpışma üç temel ilke üzerine gerçekleşir.



1) Momentumun korunumu: Çarpışmadan önceki momentum vektörlerinin toplamı, çarpışmadan sonraki momentum vektörlerinin toplamına eşittir.

$$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$$

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

$$\boxed{m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = m_1\vec{V}'_1 + m_2\vec{V}'_2}$$

2) Enerjinin korunumu: Cisimlerin çarpışmadan önceki kinetik enerjilerinin toplamı, çarpışmadan sonraki kinetik enerjilerinin toplamına eşittir.

$$\Sigma E_{ilk} = \Sigma E_{son}$$

$$E_1 + E_2 = E'_1 + E'_2$$

$$\boxed{\frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2 = \frac{1}{2}m_1V_1'^2 + \frac{1}{2}m_2V_2'^2}$$

3) Hızların korunumu: Bir cismin çarpışmadan önceki hızı ile çarpıştıktan sonraki hızının vektörel toplamı, diğer cismin çarpışmadan önceki hızı ile çarpıştıktan sonraki hızının vektörel toplamına eşittir.

$$\boxed{\vec{V}_1 + \vec{V}'_1 = \vec{V}_2 + \vec{V}'_2}$$

Çarpışan cisimlerin kütlelerine bağlı olarak V_1 ve V_2 aynı yönde de olabilir.

Cisimler çarpıştıktan sonra, momentumun korunumundan ortak kütlelerin hızı,

$$\boxed{m_1.\vec{V}_1 + m_2.\vec{V}_2 = (m_1 + m_2).\vec{V}_{ort}}$$ **eşitliği ile bulunur.**

Merkezi esnek çarpışmalarda cisimlerin son hızlarını aşağıdaki bağıntılardan da bulabiliriz.

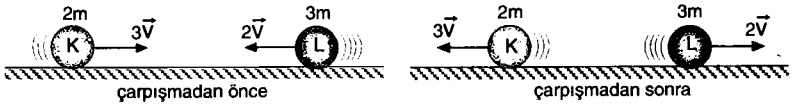
$$\boxed{\vec{V}'_1 = 2\vec{V}_{ort} - \vec{V}_1}$$

$$\boxed{\vec{V}'_2 = 2\vec{V}_{ort} - \vec{V}_2}$$

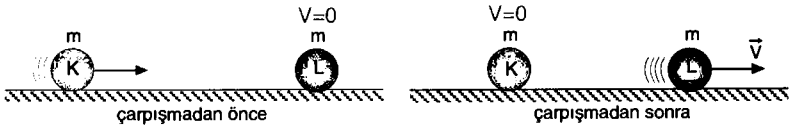


Merkezi esnek çarpışmalarda,

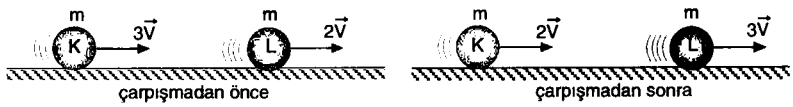
✯ Çarpışmadan önce cisimlerin momentumlarının büyüklükleri eşit ve zıt yönlü ise cisimler çarpışmadan sonra aynı hızlarla geri dönerler.



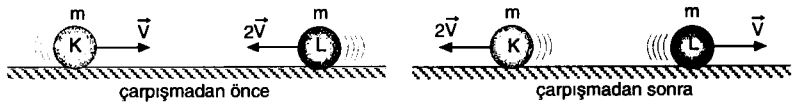
✯ Cisimler özdeş ise cisimler çarpışmadan sonra hızlarını değiştirirler. Şekilde görüldüğü gibi, cisimler çarpışmadan sonra hızlarını birbirine aktarırlar. Durmakta olan L cismine K cismi V hızıyla çarptığında, L cismi V hızıyla hareket eder, K cismi durur.

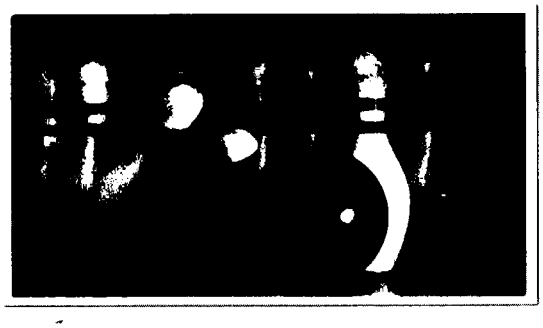


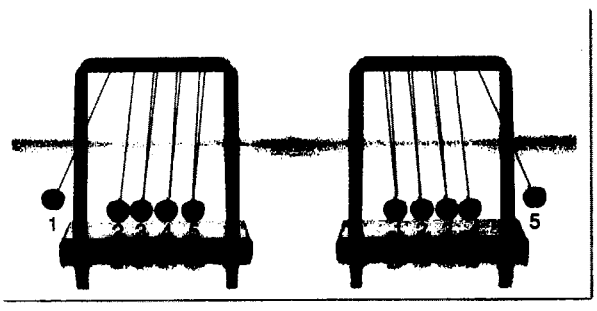
✯ 2V hızıyla hareket eden L cismine, aynı yönde gitmekte olan K cismi 3V hızıyla çarptığında, L cisminin hızı 3V, K cisminin hızı 2V olmak üzere aynı yönde hareket ederler.



✯ Zıt yönlerde V ve 2V hızlarıyla hareket eden K ve L cisimleri çarpıştıklarında hızlarını değiştirerek zıt yönlerde hareketlerine devam ederler.







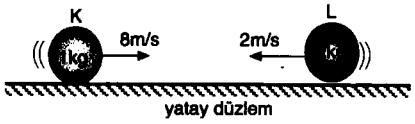
Merkezi esnek çarpışmalara günlük hayattan birçok örnek vermek mümkündür: Örneğin bowling topu lobuta çarptığında topun sahip olduğu momentum ve kinetik enerji lobuta aktarılmış olur. Topun kaybettiği momentum ve kinetik enerjiyi lobut kazanır. Merkezi esnek olarak çarpışan bu sistemin toplam momentumu sabit kalır.

Özdeş küreleri çarpıştırarak momentumun korunduğunu rahatlıkla görebiliriz. Şekildeki gibi eşit uzunlukta iplere bağlı beş bilye denge durumundayken 1 numaralı bilye biraz çekilip bırakılırsa enerji ve momentum sırasıyla 2, 3, 4 ve 5 numaralı bilyelere aktarılır. Bu durumda 5 numaralı bilye bir ilk hızla sistemden ayrılır.

Sistemden kaç tane küreyi çekip bırakırsanız o kadar küre hareket ederek sistemden ayrılır. Eğer 1 ve 2 numaralı bilyeler sistem dengedeyken birlikte çekilip bırakılırsa bu sefer 4 ve 5 numaralı bilyeler bir ilk hızla sistemden ayrılır. Böylece her iki durumda momentum ve kinetik enerjinin korunduğu görülür.



ÖRNEK 14



Sürtünmesiz düzlemde bulunan 1 kg kütleli K cismi ile 2 kg kütleli L cismi merkezi esnek çarpışma yapıyor. Çarpışmadan sonra,

a) L nin hızı kaç m/s olur?

b) K nin hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

a)



Çarpışma esnek olduğundan momentum, enerji ve hız korunur.

I. yol

Momentumun korunumundan,

$$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$$

$$\vec{P}_K + \vec{P}_L = \vec{P}'_K + \vec{P}'_L$$

$$m_K.V_K + m_L.V_L = m_K.V'_K + m_L.V'_L$$

$$1.8 + 2.(-2) = 1.V'_K + 2.V'_L$$

$$4 = V'_K + 2V'_L \quad \text{...} \ ❶$$

Hızın korunumundan,

$$V_K + V'_K = V_L + V'_L$$

$$8 + V'_K = -2 + V'_L$$

$$10 = V'_L - V'_K \quad \text{...} \ ❷$$

❶ ve ❷ denklemlerini taraf tarafa toplarsak,

$$V'_K + 2V'_L = 4$$

$$+ \quad V'_L - V'_K = 10$$

$$3V'_L = 14 \Rightarrow V'_L = \frac{14}{3} \text{ m/s olur.}$$

b) Denklem ❶ de V'_L değerini yerine koyarsak,

$$V'_K + 2V'_L = 4$$

$$V'_K + 2.\frac{14}{3} = 4$$

$$V'_K = 4 - \frac{28}{3} \Rightarrow V'_K = -\frac{16}{3} \text{ m/s olur.}$$

Buradaki (–), K nin –x yönünde hareket ettiği anlamına gelmektedir.

II. yol

a) $m_K.\vec{V}_K + m_L.\vec{V}_L = (m_K + m_L).\vec{V}_{ort}$

$$1.8 - 2.2 = 3.V_{ort}$$

$$V_{ort} = \frac{4}{3} \text{ m/s olur.}$$

$$\vec{V}'_L = 2\vec{V}_{ort} - \vec{V}_L$$

$$V'_L = 2.\frac{4}{3} + 2 = \frac{8+6}{3} = \frac{14}{3} \text{ m/s olur.}$$

b) $\vec{V}'_K = 2\vec{V}_{ort} - \vec{V}_K$

$$V'_K = 2.\frac{4}{3} - 8$$

$$= \frac{8-24}{3}$$

$$= -\frac{16}{3} \text{ m/s olur.}$$

ÖRNEK 15

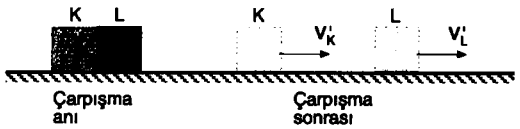


Sürtünmesiz düzlemde, aynı yönde 4 m/s ve 2 m/s hızlarla hareket eden K ve L cisimleri merkezi esnek çarpışma yapmaktadır. Çarpışmadan sonra,

a) K nin hızı kaç m/s olur?

b) L nin hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM



a) $m_K.\vec{V}_K + m_L.\vec{V}_L = (m_K + m_L).\vec{V}_{ort}$

$$2.4 + 3.2 = 5.V_{ort}$$

$$14 = 5.V_{ort}$$

$$V_{ort} = \frac{14}{5} \text{ m/s olur.}$$

$$\vec{V}'_K = 2.\vec{V}_{ort} - \vec{V}_K$$

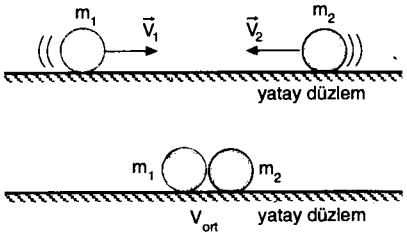
$$= 2.\frac{14}{5} - 4$$

$$= \frac{8}{5} \text{ m/s olur.}$$

b) $\vec{V}'_L = 2\vec{V}_{ort} - \vec{V}_L = 2.\frac{14}{5} - 2 = \frac{18}{5}$ m/s olur.

ESEN YAYINLARI

b) Esnek Olmayan Çarpışma



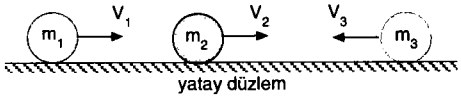
Cisimler çarpıştıktan sonra birlikte hareket ediyorsa, bu tür çarpışmalara esnek olmayan çarpışma denir. Esnek olmayan çarpışmalarda enerji korunmaz. Bu tür sorular momentumun korunumundan yararlanılarak çözülür. Çarpışmadan sonra cisimler yapışıyorsa ortak kütlenin hızı,

$$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$$

$$m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = (m_1 + m_2)\vec{V}_{ort}$$ eşitliği ile bulunur.

Kütle Merkezinin Hızı

Birden fazla parçacığın oluşturduğu sistemde kütle merkezinin hızı,



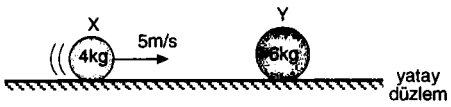
$$V_{KM} = \frac{m_1V_1 + m_2V_2 + m_3V_3 + \ldots}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots} = \frac{\Sigma m_iV_i}{\Sigma m_i}$$

eşitliği ile bulunur. Bu da bize sistemin toplam doğrusal momentumunun, kütle merkezinin hızı ile toplam kütlenin çarpımına eşit olduğunu gösterir. Bu durumda,

$$m_t.V_{KM} = \Sigma m_iV_i = P_{toplam}$$

olur. Sistemin toplam doğrusal momentumu, V_{KM} hızı ile hareket eden m kütleli tek bir parçacığın momentumuna eşittir.

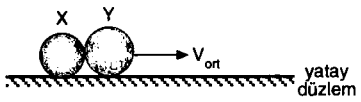
ÖRNEK 16



Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 6 kg kütleli Y cismi ile, 5 m/s hızla hareket eden 4 kg kütleli X cismi merkezi esnek olmayan çarpışma yapıyor.

Çarpışmadan sonra cisimlerin ortak hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM



Esnek olmayan çarpışmalarda sadece momentum korunur. Önce cisimlerin çarpışmadan önceki ve sonraki momentumlarını bulalım.

$\vec{P}_X = m_X.\vec{V}_X = 4.5 = 20$ kg.m/s

$\vec{P}_Y = m_Y.\vec{V}_Y = 6.0 = 0$

Bu durumda çarpışmadan önceki momentum, $P_{ilk} = 20$ kg.m/s olur.

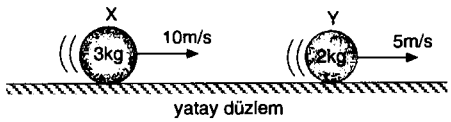
Çarpıştıktan sonra cisimler ortak hareket ettiklerinden,

$\vec{P}_{son} = (m_X + m_Y).\vec{V}_{ort} = (4 + 6).V_{ort} = 10.V_{ort}$

$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$

$20 = 10.V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 2$ m/s olur.

ÖRNEK 17

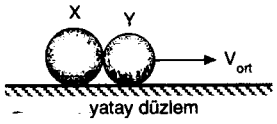


Sürtünmesiz yatay düzlemde 10 m/s hızla hareket eden 3 kg kütleli X cismi ile 2 kg kütleli Y cismi merkezi esnek olmayan çarpışma yapıyor.

Çarpışmadan sonra ortak kütlenin hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

Esnek olmayan çarpışmada momentum korunacağından, cisimlerin çarpışmadan önceki ve sonraki momentumlarını bulalım.



$\vec{P}_X = m_X.\vec{V}_X = 3.10 = 30$ kg.m/s

$\vec{P}_Y = m_Y.\vec{V}_Y = 2.5 = 10$ kg.m/s

$\vec{P}_{son} = (m_X + m_Y).\vec{V}_{ort} = (3 + 2).V_{ort} = 5.V_{ort}$

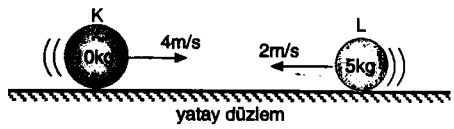
$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$

$\vec{P}_X + \vec{P}_Y = \vec{P}_{son}$

$30 + 10 = 5.V_{ort}$

$40 = 5.V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 8$ m/s olur.

ÖRNEK 18



Sürtünmesiz yatay bir düzlemde 4 m/s hızla hareket eden 10 kg kütleli K cismi, 2 m/s hızla hareket eden 5 kg kütleli L cismiyle merkezi esnek olmayan çarpışma yapıyor.

Çarpışmadan sonra ortak kütlenin hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

$\vec{P}_K = m_K.\vec{V}_K$ $\quad$ $\vec{P}_L = m_L.\vec{V}_L$

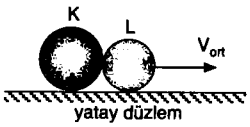
$= 10.4$ $\quad$ $= 5.(-2)$

$= 40$ kg.m/s $\quad$ $= -10$ kg.m/s

$\vec{P}_{son} = (m_X + m_Y).\vec{V}_{ort}$

$= (10 + 5).V_{ort}$

$= 15.V_{ort}$



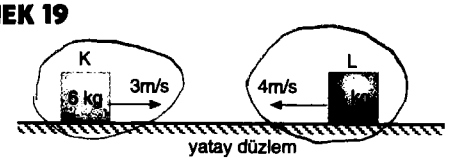
$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$

$\vec{P}_K + \vec{P}_L = \vec{P}_{son}$

$40 + (-10) = 15.V_{ort}$

$30 = 15.V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = 2$ m/s olur.

ÖRNEK 19



Sürtünmesiz yatay düzlemde 3 m/s hızla hareket eden 6 kg kütleli K cismi ile, 4 m/s hızla hareket eden 2 kg kütleli L cismi merkezi esnek olmayan çarpışma yapıyor.

Çarpışmadan sonra ortak kütlenin hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

Momentum korunacağından,

$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$

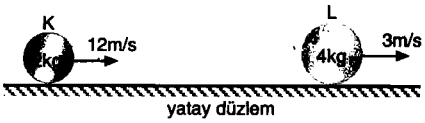
$\vec{P}_K + \vec{P}_L = \vec{P}_{son}$

$m_K.\vec{V}_K + m_L.\vec{V}_L = (m_K + m_L).\vec{V}_{ort}$

$6.3 + 2.(-4) = (6 + 2).V_{ort}$

$10 = 8.V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = \frac{5}{4}$ m/s olur.

ÖRNEK 20



Sürtünmesiz yatay düzlemde +x yönünde hareket eden K ve L cisimlerinin kütle merkezlerinin hızı kaç m/s dir?

ÇÖZÜM

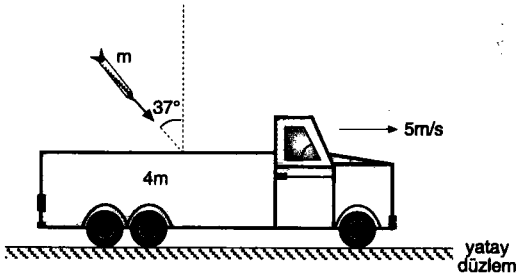
Kütle merkezinin hızı,

$V_{KM} = \frac{m_K.V_K + m_L.V_L}{m_K + m_L}$

$= \frac{2.12 + 4.3}{2 + 4}$

$= 6$ m/s olur.

ÖRNEK 21



Sürtünmesiz yatay yolda 5 m/s hızla hareket eden 4m kütleli bir arabaya m kütleli bir ok, şekildeki gibi 50 m/s hızla atılıyor.

Ok arabaya saplandıktan sonra arabanın hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

Okun, arabaya çarpmadan önceki momentumu,

$P_{ok} = m.V = m.50 = 50.m$

Arabanın ilk momentumu,

$P_{araba} = m_{araba} \cdot V_{araba} = 4m.5 = 20.m$ olur.

Araba yatay doğrultuda gittiğinden yatay momentum,

$\vec{P}_x = \vec{P}_{araba} + \vec{P}_{ok}.\sin 37°$

$= 20.m + 50.m \cdot 0,6$

$= 50.m$ dir.

Momentum korunacağından,

$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$

$50.m = (4m + m).V'$

$50.m = 5m \cdot V' \Rightarrow V' = 10$ m/s olur.

ESEN YAYINLARI

2. Merkezi Olmayan Çarpışma



Cisimler çarpışmadan sonra ilk hareket doğrultularından farklı doğrultularda hareket ediyorlarsa bu tür çarpışmalara merkezi olmayan çarpışmalar denir. Bu çarpışmalarda cisimler, kütle merkezlerini birleştiren doğru üzerinde hareket etmezler.

Merkezi olmayan çarpışmalara günlük hayattan birçok örnek verilebilir: Örneğin, golf sopasını topa vurduğumuzda sopadaki momentum tamamen topa aktarılır. Bu durumda top bir ilk hız kazanır ve vuruşa göre havada 100 m den fazla gidebilir. Top büyük bir ivme kazanacağından top üzerine uygulanan kuvvet oldukça büyük olur. Newton yasasına göre top golf sopası üzerine, sopanın kendisine uyguladığı kuvvete eşit ve ters yönde bir tepki kuvveti uygular. Bu tepki kuvveti golf sopasına bir ivme kazandırır. Fakat sopanın kütlesi topa göre daha büyük olduğundan sopadaki ivmelenme çok küçük olacaktır. Merkezi olmayan bu tür çarpışmalarda momentum korunur.

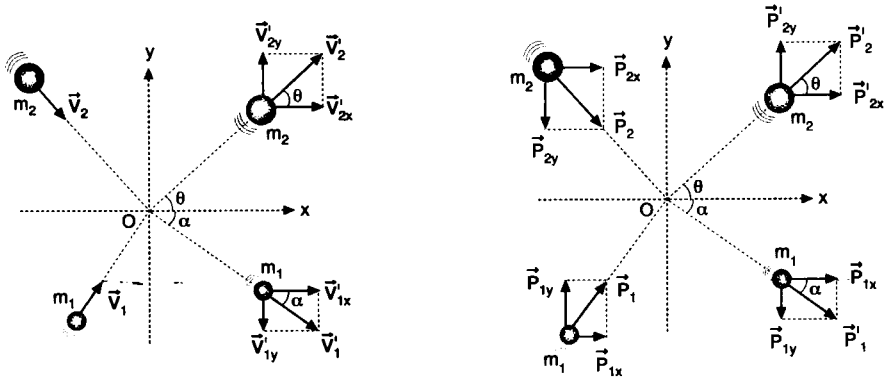


Çoğunuz bilardo oynamış veya izlemişsinizdir. Istaka ile topa vurulduğunda ıstakanın sahip olduğu momentum tamamen topa aktarılır. Top kazandığı bu momentumun tamamını veya bir kısmını çarptığı bir başka topa aktarır. Bu momentum aktarımları sonucu top, istenilen deliğe girmiş olur.

İyi bir bilardo oyuncusu olmak istiyorsanız biraz fizik bilgisine ihtiyacınız var. Çünkü hangi topa hangi açı ile ve ne kadarlık bir momentum kazandıracağınızı tahmin edebilmelisiniz. Tabiki bu da tecrübe ile olur. Özünde fizik bilgisi bulunan bilardoyu oynayan oyuncular zamanla bu tecrübeyi kazanırlar. Yoksa hiçbir oyuncu bir takım fiziksel hesaplamalar yaparak topa vurmaz.

a) Esnek Çarpışma

Bu tür çarpışma soruları çözülürken momentumun vektörel özelliği kullanılır.



m_1 ve m_2 kütleli cisimler O noktasında merkezi olmayan esnek çarpışma yaptıklarında şekildeki gibi hareket ederler.

Şekilde $\vec{V}_2$ hızıyla hareket etmekte olan m_2 kütleli cisim ile $\vec{V}_1$ hızıyla hareket etmekte olan m_1 kütleli cismin çarptıktan sonraki durumları şekildeki gibi olsun. Bu durumda yatay ve düşey eksenlerdeki momentumlar korunacağından,

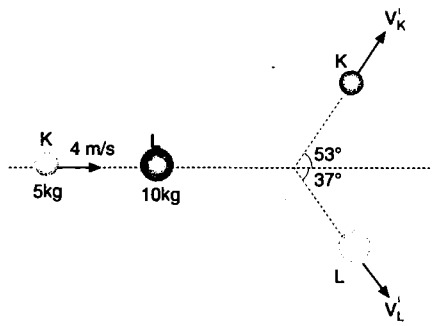
$$\Sigma\vec{P}_{ilkx} = \Sigma\vec{P}_{sonx} \qquad \Sigma\vec{P}_{ilky} = \Sigma\vec{P}_{sony}$$

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

denklemleri elde edilir.



ÖRNEK 22



Sürtünmesiz düzlemde durmakta olan 10 kg kütleli L cismi ile, aynı düzlemde bulunan ve 4m/s hızla hareket eden 5 kg kütleli K cismi merkezi olmayan çarpışma yapıyorlar. Çarpışmadan sonra cisimler aynı düzlemde şekildeki gibi farklı açılarda saçıldıklarına göre çarpışma sonrasında,

a) L nin hızı kaç m/s dir?

b) K nin hızı kaç m/s dir?

ÇÖZÜM

Çarpışma esnek olduğundan, enerji, hız ve momentum korunur.

$P_K = m_K.V_K = 5.4 = 20$ kg.m/s $\qquad P_L = m_L.V_L = 10.0 = 0$

a) Çarpışma merkezi olmayan bir çarpışma olduğundan, momentumun hem x hem de y bileşenleri korunur.

$\Sigma P_{ilkx} = \Sigma P_{sonx}$

$P_K + P_L = P'_K.\cos53° + P'_L.\cos37°$

$P_K + P_L = m_K.V'_K.\cos53° + m_L.V'_L.\cos37°$

$20 + 0 = 5.V'_K.0,6 + 10.V'_L.0,8$

$20 = 3.V'_K + 8.V'_L$ ... ❶

$\Sigma P_{ilky} = \Sigma P_{sony}$

$0 = m_K.V'_K.\sin53° + m_L.V'_L.\sin37°$

$0 = 5.V'_K.0,8 - 10.V'_L.0,6$

$0 = 4.V'_K - 6.V'_L \Rightarrow V'_K = \frac{3}{2}.V'_L$ ... ❷

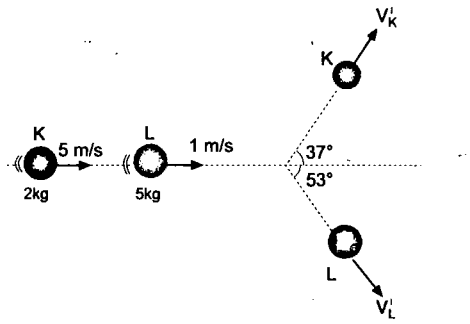
Bu eşitlik denklem ❶'de yerine yazılırsa,

$3.\left(\frac{3}{2}.V'_L\right) + 8V'_L = 20$

$\left(\frac{9}{2} + 8\right).V'_L = 20 \Rightarrow V'_L = \frac{8}{5}$ m/s olur.

b) $V'_K = \frac{3}{2}.V'_L \Rightarrow V'_K = \frac{3}{2}.\left(\frac{8}{5}\right) = \frac{12}{5}$ m/s olur.

ÖRNEK 23



Sürtünmesiz yatay düzlemde 5 m/s hızla hareket eden 2 kg kütleli K cismi, 1 m/s hızla hareket eden 5 kg kütleli L cismi ile merkezi olmayan çarpışma yapıyor. Çarpışmadan sonra K ve L cisimleri şekildeki gibi hareket etmektedir.

Buna göre, cisimlerin çarpışmadan sonraki hızları kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

$P_K = m_K.V_K = 2.5 = 10$ kg.m/s

$P_L = m_L.V_L = 5.1 = 5$ kg.m/s

Çarpışmadan önceki ve sonraki momentumun x bileşenleri,

$\Sigma\vec{P}_{ilkx} = \vec{P}_K + \vec{P}_L = 10 + 5 = 15$ kg m/s

$\Sigma\vec{P}_{sonx} = \vec{P'}_K\cos37° + \vec{P'}_L\cos53°$

$= 2V'_K.0,8 + 5V'_L.0,6$

$= 1,6V'_K + 3V'_L$

Çarpışmadan önceki ve sonraki momentumun y bileşenleri,

$\Sigma\vec{P}_{ilky} = 0$

$\Sigma\vec{P}_{sony} = \vec{P'}_K.\sin37° + \vec{P'}_L.\sin53°$

$= 2V'_K.0,6 + 5.(-V'_L).0,8$

$= 1,2V'_K - 4V'_L$

Momentumun korunumdan,

$\Sigma\vec{P}_{ilkx} = \Sigma\vec{P}_{sonx}$

$15 = 1,6V'_K + 3V'_L$ ... ❶

$\Sigma\vec{P}_{ilky} = \Sigma\vec{P}_{sony}$

$0 = 1,2V'_K - 4V'_L \Rightarrow V'_K = \frac{10}{3}V'_L$ ... ❷

Bu eşitliği ❶ nolu denklemde yerine yazacak olursak,

$15 = 1,6\left(\frac{10}{3}V'_L\right) + 3V'_L$

$15 = \frac{16}{3}V'_L + 3V'_L \Rightarrow V'_L = \frac{9}{5}$ m/s olur.

$V'_K = \frac{10}{3}V'_L = \frac{10}{3}.\frac{9}{5} = 6$ m/s olur.

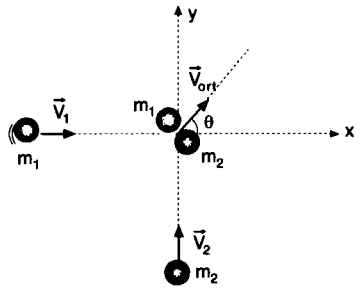
ESEN YAYINLARI

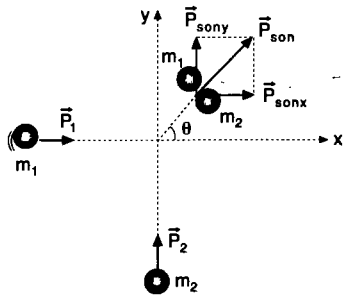
b) Esnek Olmayan Çarpışma

Farklı doğrultularda hareket eden cisimlerin çarpışarak birlikte hareket etmesine esnek olmayan çarpışma denir. Sorular çözülürken momentumun korunumu kullanılır.

$$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$$

$$m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = (m_1+m_2)\vec{V}_{ort}$$





Çarpışmada yatay momentumlar korunacağından,

$$\Sigma\vec{P}_{ilkx} = \Sigma\vec{P}_{sonx}$$

$$\vec{P}_1 = \vec{P}_{sonx} \text{ olur.}$$

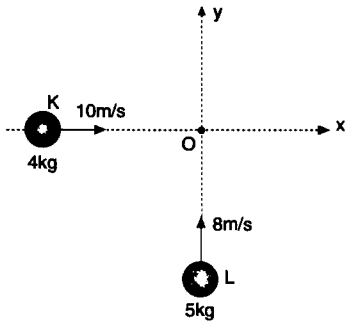
Çarpışmada düşey momentumlar korunacağından,

$$\Sigma\vec{P}_{ilky} = \Sigma\vec{P}_{sony}$$

$$\vec{P}_2 = \vec{P}_{sony} \text{ olur.}$$

ÖRNEK 24

Sürtünmesiz xy düzleminde 10 m/s hızla +x yönünde hareket eden 4 kg kütleli K cismi ile +y yönünde 8m/s hızla hareket eden 5 kg kütleli L cismi ile merkezi esnek olmayan bir çarpışma yapıyor. Buna göre,

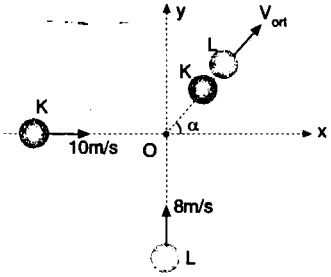


a) Ortak kütle +x ekseni ile kaç derecelik açı yapar?

b) Ortak kütlenin hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

Cisimler esnek olmayan çarpışma yaptıklarından, momentumun x ve y bileşenleri ayrı ayrı korunur.



a) $P_K = m_K . V_K$

$= 4.10$

$= 40$ kg.m/s

$P_L = m_L . V_L$

$= 5.8$

$= 40$ kg.m/s

$\Sigma P_{ilkx} = \Sigma P_{sonx}$

$P_K = (m_K + m_L) . V_{ort} . \cos\alpha$

$40 = (4 + 5) . V_{ort} . \cos\alpha$

$40 = 9 . V_{ort} \cos\alpha$ ... ❶

$\Sigma P_{ilky} = \Sigma P_{sony}$

$P_L = (m_K + m_L) . V_{ort} . \sin\alpha$

$40 = 9 . V_{ort} . \sin\alpha$ .. ❷

❶ ve ❷ denklemlerini taraf tarafa oranlarsak,

$\cot\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45°$ olur.

b) **I. yol**

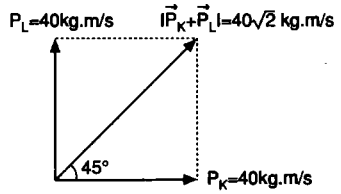
α yı denklem ❶ de yerine yazarsak,

$9 . V_{ort} . \cos\alpha = 40$

$9 . V_{ort} . \cos 45° = 40$

$9 . V_{ort} . \frac{\sqrt{2}}{2} = 40 \Rightarrow V_{ort} = \frac{40}{9}\sqrt{2}$ m/s olur.

II. yol



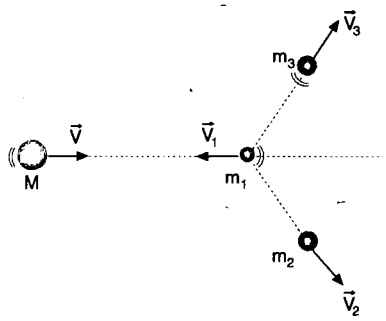
$|\vec{P}_K + \vec{P}_L| = (m_K + m_L) . \vec{V}_{ort}$

$40\sqrt{2} = (4 + 5) . V_{ort}$

$40\sqrt{2} = 9 . V_{ort} \Rightarrow V_{ort} = \frac{40\sqrt{2}}{9}$ m/s olur.

PATLAMALAR

Duran veya hareket hâlindeki bir cisim, herhangi bir dış etki olmaksızın patlayarak parçalara ayrıldığında, patlamadan önceki momentum vektörü, patlamadan sonraki parçaların momentum vektörlerinin toplamına eşittir.



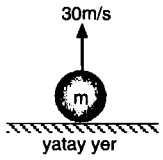
Şekildeki gibi V hızıyla hareket etmekte olan M kütleli cisim iç patlama sonunda üç parçaya ayrılsın. Bu durumda,

$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$

$M.\vec{V} = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 + m_3\vec{V}_3$ olur.

ÖRNEK 25

Sürtünmesiz ortamda, m kütleli bir cisim yerden, 30 m/s hızla yukarı doğru atıldıktan 2 s sonra bir iç patlama sonucu iki eşit parçaya ayrılıyor. Parçalardan biri serbest düştüğüne göre, diğer parçacığın,



a) Patlamadan hemen sonraki hızı kaç m/s olur?

b) Yerden maksimum yüksekliği kaç m olur?

($g = 10\ m/s^2$)

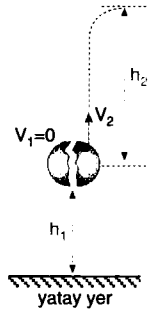
ÇÖZÜM

a) Patlama anında cismin hızı,

$V = V_o - gt$

$= 30 - 10.2$

$= 10$ m/s dir.



Momentumun korunumundan,

$\Sigma\vec{P}_{ilk} = \Sigma\vec{P}_{son}$

$m.V = \frac{m}{2}\cdot V_1 + \frac{m}{2}\cdot V_2$

$m.10 = 0 + \frac{m}{2}\cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 20$ m/s olur.

b) Cismin patladığı yükseklik,

$h_1 = V_o.t - \frac{1}{2}\cdot gt^2$

$= 30 .2 - \frac{1}{2}\cdot 10\cdot(2)^2$

$= 40$ m olur.

Hızı 20 m/s olan parçacığın çıkabileceği yükseklik,

$h_2 = \frac{V_2^2}{2g}$

$= \frac{(20)^2}{2.10}$

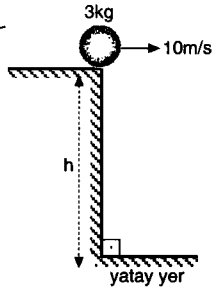
$= 20$ m olur.

Parçacığın yerden maksimum yüksekliği,

$h_{max} = h_1 + h_2 = 40 + 20 = 60$ m olur.

ÖRNEK 26

Sürtünmesiz ortamda, yerden h kadar yükseklikten, 10 m/s hızla yatay atılan 3 kg lık cisim, atıldıktan 2 s sonra bir iç patlama geçirerek 1 kg ve 2 kg kütleli 2 parçaya ayrılıyor.



1 kg kütleli parçacık serbest düşme hareketi yaptığına göre, 2 kg kütleli parçacığın patlamadan hemen sonraki hızı kaç m/s olur? ($g = 10\ m/s^2$)

ÇÖZÜM

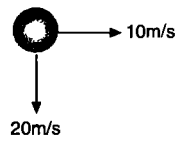
Patlama anında cismin yatay ve düşey hızları,

$V_x = V_o = 10$ m/s

$V_y = g.t$

$= 10.2$

$= 20$ m/s



Patlama anında cismin momentumu,

$P_x = m.V_x$ $\quad$ $P_y = m.V_y$

$= 3.10$ $\quad$ $= 3.20$

$= 30$ kg.m/s $\quad$ $= 60$ kg.m/s

1 kg lık parçacık serbest düştüğünden, yatay ve düşey hızı sıfırdır.

2 kg lık parçacığın yatay hızı,

$\Sigma\vec{P}_x = \vec{P}_{1x} + \vec{P}_{2x}$

$30 = 0 + 2.V_{2x} \Rightarrow V_{2x} = 15$ m/s olur.

2 kg lık parçacığın düşey hızı,

$\Sigma\vec{P}_y = \vec{P}_{1y} + \vec{P}_{2y}$

$60 = 0 + 2.V_{2y} \Rightarrow V_{2y} = 30$ m/s

Bu durumda V_2,

$V_2^2 = V_{2x}^2 + V_{2y}^2$

$V_2^2 = (15)^2 + (30)^2$

$V_2^2 = 1125 \Rightarrow V_2 = \sqrt{1125} = 15\sqrt{5}$ m/s olur.

ÖRNEK 27

Sürtünmesiz ortamda, bir cisim, h kadar yükseklikten serbest bırakıldıktan 2 s sonra bir iç patlama sonucu iki eşit parçaya ayrılıyor.

Parçalardan biri 40 m/s hızla yatay atış hareketi yaptığına göre, diğer parçacığın patlamadan hemen sonraki hızı kaç m/s dir?

ÇÖZÜM

Cismin serbest bırakıldıktan 2s sonraki hızı,

$V = g.t$

$= 10.2$

$= 20$ m/s olur.

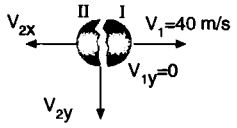
Cisim patladığında, I. parçacık 40 m/s hızla yatayda hareket ettiğinden momentumu,

$P_{1x} = m_1.V_{1x}$

$= \frac{m}{2}.40$

$= 20\ m$

$P_{1y} = 0$ olur.



II. parçacığın momentumu,

$P_{2x} = \frac{m}{2} \cdot V_{2x}$

$P_{2y} = \frac{m}{2} \cdot V_{2y}$

Patlamadan önce cismin yatay ve düşey momentumları,

$P_x = 0$

$P_y = m.V$

$= 20\ m$

Momentumun korunumundan,

$\Sigma P_{ilkx} = \Sigma P_{sonx}$

$0 = m_1.V_{1x} + m_2.V_{2x}$

$0 = \frac{m}{2}.40 + \frac{m}{2}.V_{2x} \Rightarrow V_{2x} = -40$ m/s

$\Sigma P_{ilky} = \Sigma P_{sony}$

$20.m = m_1.V_{1y} + m_2.V_{2y}$

$20.m = \frac{m}{2}.0 + \frac{m}{2}.V_{2y} \Rightarrow V_{2y} = 40$ m/s

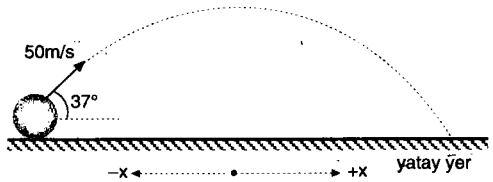
II. parçacığın hızı,

$V_2 = \sqrt{V_{2x}^2 + V_{2y}^2}$

$= \sqrt{40^2 + 40^2}$

$= 40\sqrt{2}$ m/s olur.

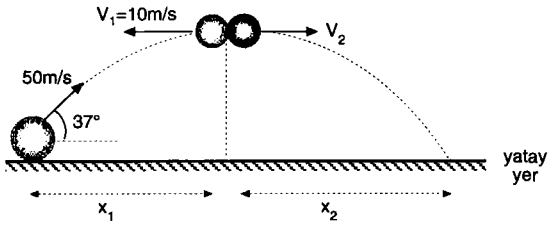
ÖRNEK 28



Sürtünmesiz ortamda, yerden yatayla 37° lik açı yapacak şekilde 50 m/s hızla eğik atılan 4 kg kütleli cisim 3s sonra bir iç patlama geçirerek iki eşit parçaya ayrılıyor.

Parçalardan biri –x yönünde 10 m/s hızla yatayda hareket ettiğine göre, diğer parçacık, 4 kg lık cismin atıldığı noktadan kaç m uzağa düşer?

ÇÖZÜM



Cisim atıldığında yatay ve düşey hızları,

$V_{ox} = V_o.\cos 37°$ $\quad V_{oy} = V.\sin 37°$

$= 50.0{,}8$ $\quad = 50.0{,}6$

$= 40$ m/s $\quad = 30$ m/s

3s sonra cisim iç patlama geçirdiğinden düşey hız,

$V_y = V_{oy} - g.t = 30 - 10.3 = 0$ olur.

Cisim patladığında sadece yatay hız vardır.

Cismin momentumu,

$P = m.V_x = 4.40 = 160$ kg.m/s olur.

Parçalardan her birinin momentumu,

$P_1 = 2.V_1$ $\quad P_2 = 2.V_2$ olur.

$= 2.(-10)$

$= -20$ kg.m/s

Momentum korunacağından,

$\Sigma \vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2}$

$160 = -20 + 2.V_2 \Rightarrow V_2 = 90$ m/s olur.

II. parçacığın atış uzaklığı,

$x_2 = V_2.t = 90.3 = 270$ m

Bize II. parçacığın cismin ilk atıldığı noktaya olan uzaklığı sorulduğuna göre,

$x = x_1 + x_2$

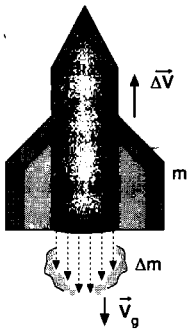
$= 40.3 + 270$

$= 120 + 270$

$= 390$ m olur.

ESEN YAYINLARI

ROKETLER



Bir balonu şişirip ağzı açıkken serbest bırakırsak balon, balondan çıkan havanın çıkış yönüyle ters yönde hareket eder. Roketler de aynı prensiple çalışır. Bir roket motoru, belli bir kapalı bölümde kolaylıkla yanabilen bir yakıttan elde edilen yüksek basınçlı gaz oluşturur ve bu gaz büyük bir hızla roketin arka kısmından dışarı atılır. Roket, gazın tepki kuvveti sayesinde ileri doğru hareket eder. Yani roketler Newton'un III. hareket kanununa göre hareket ederler.

Momentumun korunumuna göre, gaz dışarı çıktığı anda, roketin momentumu ile gazın momentumlarının toplamı sıfır olmalıdır.

$$m.\Delta\vec{V} + \Delta m.\vec{V}_g = 0$$

Bu eşitlikten ΔV yi çekersek,

$$\boxed{\Delta\vec{V} = -\frac{\Delta m}{m}.\vec{V}_g}$$ ifadesi elde edilir.

ΔV : roketin hızındaki değişim

m : gaz çıktıktan sonra roketin kütlesi

Δm : gazın kütlesi

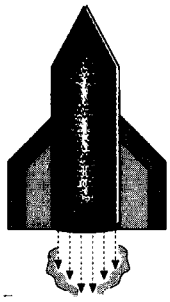
V_g : gazın çıkış hızı

$\vec{F}$ kuvveti ne kadar büyük olursa roketin hızındaki değişim $\Delta\vec{V}$ o kadar büyük olur. Bu durumda $\Delta\vec{V}$ hızını artırmak için, gaz atıldıktan sonra roketin kütlesi m küçük, $\frac{\Delta m}{m}$ oranı büyük olmalıdır. Bunu sağlamak için de birim zamanda atılan kütle miktarı çok büyük olmalıdır.

ÖRNEK 29

Sürtümesiz ortamda, bir roket fırlatılırken 200 kg lık gaz yakılarak 500 m/s hızla dışarı atıldıktan sonra roketin kütlesi 2 ton kalıyor.

Bu esnada roketin hızında meydana gelen değişim kaç m/s'dir?



ÇÖZÜM

Δm = 200 kg

m = 2000 kg

V_g = 500 m/s olduğundan roketin hızındaki değişim,

$$\Delta V = -\frac{\Delta m}{m}.V_g$$

$$= -\frac{200}{2000}.500$$

$$= -50\ m/s \text{ olur.}$$

Buradaki (–), roketin hızının, gazın hızı ile ters yönde olduğunu göstermektedir.

ÖRNEK 30

Bir roketin hızındaki değişimi (ΔV) artırmak için;

I. $\frac{\Delta m}{m}$ oranı büyültülmelidir.

II. Gazın çıkış hızı küçültülmelidir.

III. Roketin hacmi küçültülmelidir.

işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?

ÇÖZÜM

Momentumun korunumuna göre, gaz dışarı çıktığı anda, roketin momentumu ile gazın momentumu birbirine eşit olmalıdır. Bu durumda roketin hızındaki değişim,

$$\Delta\vec{V} = -\frac{\Delta m}{m}.\vec{V}_g \text{ olur.}$$

"–" işareti gazın hızı ile roketin hızının zıt yönlü olduğunu gösterir.

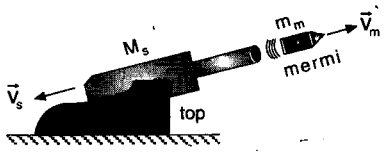
$\Delta\vec{V}$ nin büyük olması için, $\frac{\Delta m}{m}$ ve V_g büyük olmalıdır.

Roketin hızındaki değişim, roketin hacmi ile ilgili değildir. Bu durumda yalnızca I. işlem tek başına yapılmalıdır.



TOP VE SİLAHLARIN GERİ TEPME HIZLARI

Top veya tüfekler ateşlendikten sonra geri teperler.



Bu durumda merminin momentumu ile topun momentumu eşit büyüklükte ve zıt yönde olmalıdır. Şekildeki toptan çıkan merminin kütlesi küçük olduğundan, hızı topa göre büyük olur.

Başlangıçta top hareketsiz olduğundan, ateşlemeden önceki momentum sıfırdır. Bu durumda ateşlendikten sonraki momentum da sıfır olur. Topun veya silahın geri tepme hızı,

$$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra} = 0$$

$$m_m.\vec{V}_m + M_s.\vec{V}_s = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{V}_s = -\frac{m_m}{M_s}.\vec{V}_m} \text{ olur.}$$

ÖRNEK 31

Kütlesi 2 ton olan bir top arabası, 100 kg kütleli topu 50 m/s hızla attığı an, top arabasının geri tepme hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

Top ateşlendiğinde momentumun korunumu gereği top arabası topa zıt yönde hareket eder.

$$V_s = -\frac{m_m}{M_s}.V_m$$

$$= -\frac{100}{2000}.50$$

$$= -\frac{5}{2} \text{ m/s olur.}$$

ÖRNEK 32

Bir asker, kütlesi 4,5 kg olan G-3 piyade tüfeği ile bir hedefe ateş ettiğinde 400 m uzaktaki hedefi 0,5 saniyede vuruyor.

Merminin kütlesi 20 g olduğuna göre mermi ateşlendiğinde piyade tüfeğinin geri tepme hızı kaç m/s dir? (Merminin hızı sabittir.)

ÇÖZÜM

Mermi 0,5 saniyede hedefe vardığına göre silahtan çıkış hızı,

$$x = V.t$$

$$400 = V.0,5$$

$$V = 800 \text{ m/s olur.}$$

Momentumun korunumundan silahın geri tepme hızı,

$$P_{silah} = P_{mermi}$$

$$m_s.V_s = m_m.V_m$$

$$4500.V_s = 20.800$$

$$V_s = \frac{32}{9} \text{ m/s olur.}$$

ÖRNEK 33

Kütlesi 60 kg olan bir avcı, 4 kg kütleli tüfeği ile ava gidiyor. Avcı tavşanı gördüğü an, tüfeği ateşliyor. Tüfekten çıkan merminin hızı 400 m/s, kütlesi 20g olduğuna göre,

a) Avcı tüfeği gevşek tutarsa,

b) Avcı tüfeği sıkıca omzuna dayarsa, tüfeğin geri tepme hızı kaç m/s olur?

ÇÖZÜM

a) Avcı tüfeği gevşek tutarsa,

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

$$m_t.V_t = m_m.V_m$$

$$4.V_t = \left(\frac{20}{1000}\right).400 \Rightarrow V_t = 2 \text{ m/s bulunur.}$$

b) Avcı tüfeği omzuna sıkıca dayarsa,

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

$$(m_a + m_t).V_t = m_m.V_m$$

$$(60 + 4).V_t = \left(\frac{20}{1000}\right).400 \Rightarrow V_t = \frac{1}{8} \text{ m/s olur.}$$

ÖRNEK 34

15 kg kütleli bir tüfekle ateş ediliyor. Tüfekten çıkan merminin kütlesi 15 g, hızı 500 m/s dir.

Buna göre, tüfeğin geri tepme hızı kaç m/s dir?

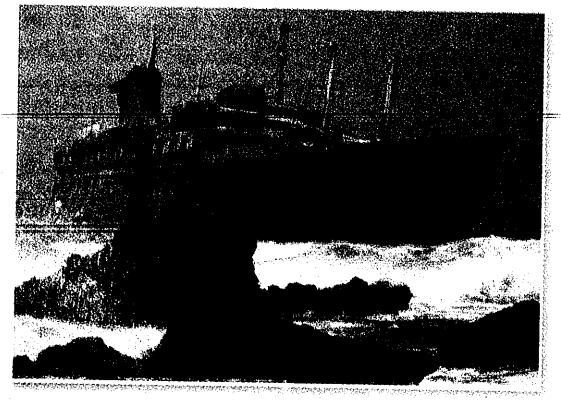
ÇÖZÜM

Ateş edilmeden önce toplam momentum 0 olduğundan, ateş edildikten sonra da 0 olmalıdır. Tüfeğin geri tepme hızı,

$$M_t.V_t + m_m.V_m = 0$$

$$V_t = -\frac{m_m.V_m}{M_t} = -\frac{15.500}{15000} = -0,5 \text{ m/s olur.}$$

Bu limit suyun yoğunluğuna ve derinliğine göre değişir. Limit değerden fazla kuvvet uygulanması durumunda dev tankerler istenilen sürede ve mesafede duramayacağından karaya oturacaktır.



Tankerler çok büyük momentuma sahip olduklarından karaya vurabilir.

Tüm bu limitler dahilinde hesap yapıldığında dev tankerlerin emniyetli bir şekilde durabilmesi için kıyıya 20 - 25 km mesafede iken motorlarını durdurup kendine özgü fren sistemiyle yavaşlaması gerekmektedir. Örneğin 5 km mesafede fren sistemini çalıştırdığında momentum sıfırlanmayacağından tanker büyük bir hızla karaya oturacaktır.

Momentum ve kinetik enerji farklı büyüklüklerdir. Kinetik enerji bir sistemin enerjisini ifade ederken, momentum herhangi bir sistemin enerjisini ifade etmez. Her ikisi de kütle ve hıza bağlı olmakla birlikte, matematiksel olarak farklı bağıntılarla ifade edilir. Kinetik enerji,

$$E_K = \frac{1}{2} m.v^2$$

dir.

Momentum ise,

$$P = m \cdot v$$

dir.

Kinetik enerji ifadesinin pay ve paydasını kütle ile çarptığımızda, kinetik enerji ile momentum arasındaki ilişkiyi gösteren bir bağıntı elde ederiz.

$$E_K = \frac{1}{2} m.v^2 \left(\frac{m}{m}\right)$$

$$E_K = \frac{1}{2m} m^2 .v^2$$

$$E_K = \frac{P^2}{2m}$$

Bu bağıntıya göre, kinetik enerji momentumun karesi ile doğru orantılıdır. Yani kütleleri eşit iki cismin momentumları P ve 2P ise kinetik enerjileri E ve 4E dir.

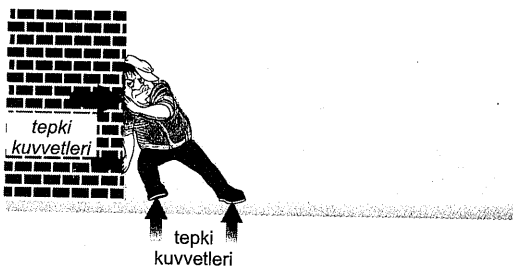
Kazanım Kutusu

Bu bölümde itme kavramı ve momentum değişimi üzerinde duracağız.

İtmenin vektörel bir büyüklük olduğunu, momentum değişimine bağlı olarak bulunabileceğini, itme ve momentum değişiminin Newton'un ikinci hareket yasasından yararlanılarak belirlendiğini öğreneceksiniz.

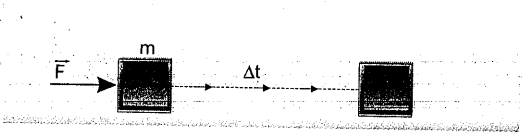
İtme – Momentum Değişimi

Aşağıdaki gibi bir kişi duvara kuvvet uyguladığında, duvar da kişiye tepki kuvveti uygular. Kişi ağırlığından dolayı yere kuvvet uygularken, yer de ağırlığa zıt yönde tepki kuvveti uygular.



Kişi kuvvet uyguladığı süre boyunca, duvarı hareket ettiremez.

Sürtünmeli ya da sürtünmesiz yüzeydeki bir cisme net bir kuvvet farklı zaman aralıklarıyla uygulandığında cisme itme verilir.



Cismin kazandığı itme,

$$I = F.\Delta t$$

dir.

Bu bağıntıda,

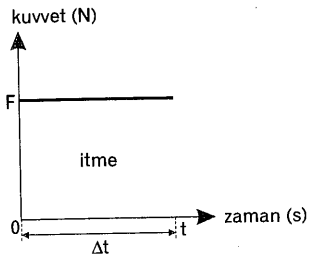
- ***I : İtme (N.s)***
- ***F : Kuvvet (N)***
- ***Δt : Zaman (s)***

dir.

Kuvvet vektörel olduğundan itme de vektörel bir niceliktir. İtmenin birimi ise N.s dir.

kuvvet	zaman	itme
F	Δt	F.Δt
Newton(N)	*Saniye(s)*	*N.s*

Ayrıca net kuvvet ile geçen süre arasındaki grafik çizildiğinde, grafiğin altındaki alan cismin itme değişimini verir.



Grafiğin üstündeki alan pozitif, altındaki alan negatif itmeyi verir.

Momentum Değişimi

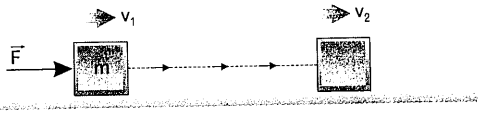
Bir tenis maçınca, gelen topa vuran sporcu, topa itme uygulayarak topun momentumunu değiştirir.





Yarışa başlayan koşuların momentumu değişir.

Aşağıdaki gibi v_1 hızıyla hareket eden cisme F kuvveti uygulayarak hızını v_2 yaptığımızı düşünelim.



Bu cismin momentum değişimi son ve ilk momentumlarının vektörel farkı ile bulunur.

➔ m kütleli cismin ilk momentumu, $\vec{P}_{ilk} = m \cdot \vec{v}_1$

➔ m kütleli cismin son momentumu, $\vec{P}_{Son} = m \cdot \vec{v}_2$

Momentum değişimi,

$$\Delta\vec{P} = \vec{P}_{Son} - \vec{P}_{ilk}$$

$$\Delta\vec{P} = m \cdot \vec{v}_2 - m \cdot \vec{v}_1 = m \cdot (\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

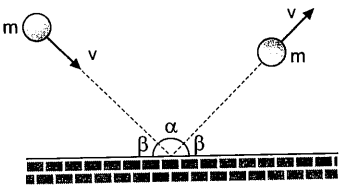
dir.

Burada dikkat edilmesi gereken husus, momentum vektörel olduğundan vektörel fark alınmasıdır.

Sonuç olarak cisme verilen itme, cismin momentum değişimi ile aynıdır.

$$\vec{I} = \Delta\vec{P} = \vec{P}_{Son} - \vec{P}_{ilk} = m \cdot (\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

İtmenin birimi ile momentumun birimi aynıdır.



Bir yüzeye v hızı ile tam esnek olarak çarpan şekildeki m kütleli cisme yüzey tarafından uygulanan itme, cismin düşeydeki momentum değişimine eşittir.

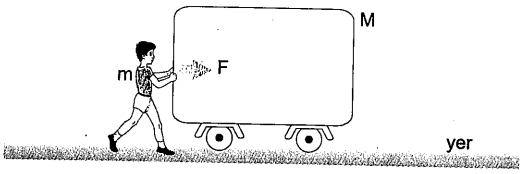
Cismin yüzeye gelirken sahip olduğu momentum vektörü ile yüzeyden yansıdığında sahip olduğu momentum vektörü birbirinden farklıdır. Bunun için cisim için bir momentum değişikliği söz konusudur.

Yüzeyin topa uyguladığı itme,

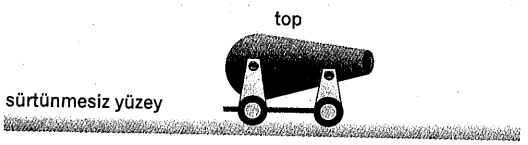
$$I = m \cdot v \cdot \sin\beta + m \cdot v \cdot \sin\beta = 2m \cdot v \cdot \sin\beta$$

dır.

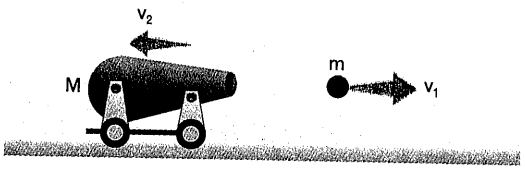
Bir cismin **momentum - zaman** grafiğine bakılarak, itme değeri ve cisme etki eden net kuvvet bulunabilir.



Aşağıdaki gibi bir top ateşlendiğinde, top mermisi hız kazanır.



Top mermisinin kütlesi m, hızı $\vec{v}_1$ olsun. Başlangıçta sisteminin momentumu sıfır olduğu için son durumda da sıfır olmalıdır. Bunun için M kütleli top, mermi ile zıt yönde $-\vec{v}_2$ hızı ile harekete başlar.



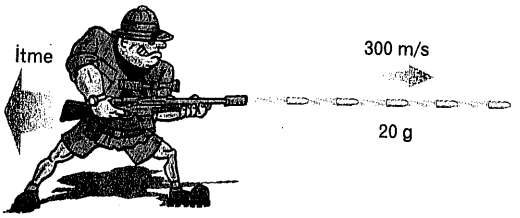
Son durumda momentum sıfır olacağından,

$$m \cdot v_1 - M \cdot v_2 = 0$$

$$m \cdot v_1 = M \cdot v_2$$

dir.

Örnek Soru



Bir askerin silahından çıkan 20 g kütleli mermiler şekildeki gibi 300 m/s hızla harekete başlıyor.

Silahtan 10 mermi çıktığında, askere uygulanan toplam itme kaç N.s olur?

Çözüm

Her bir merminin askere uyguladığı itme, momentum değişimine eşittir. Mermiler başlangıçta silah içinde durgun olduğu için ilk momentumları sıfırdır. Bu durumda momentum değişimleri, son momentumlarına eşit olur.

Merminin kütlesi, m = 20 g = 0,02 kg dır.

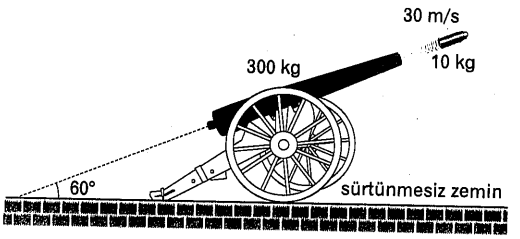
Bir merminin uyguladığı itme,

$$I = \Delta P = P_{Son} = m \cdot v = (0,02) \cdot 300 = 6 \text{ N.s}$$

dir.

On tane merminin uyguladığı itme, 10.6 = 60 N.s dir.

Örnek Soru



Şekildeki eski bir savaş topunun kütlesi 300 kg, fırlattığı bombaların kütlesi 10 kg, hızları 30 m/s dir. (cos60° = 0,5)

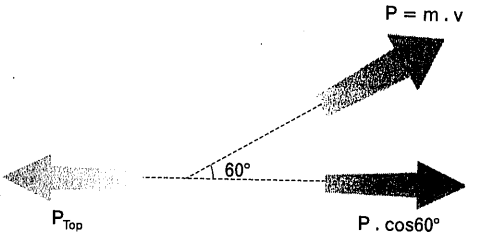
Buna göre,

- Savaş topu hangi yönde harekete başlar?
- Savaş topunun kazanacağı momentum hangi yönde kaç N.m dir?

Çözüm

Savaş topu ateşlenmeden önce toplam momentum sıfırdır. Savaş topu ateşlendiğinde de toplam momentum sıfır olmalıdır.

Bunun için savaş topunun fırlattığı bombanın yatay momentumu, topa ters yönde bir momentum kazandırır.



Bombanın momentumu : P = m.v

Bombanın momentumunun yatay bileşeni : P . cos60°

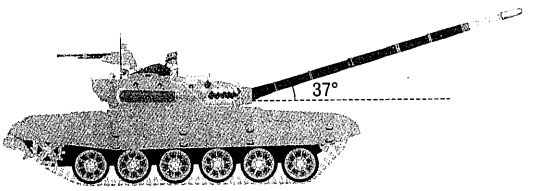
Savaş topunun kazandığı momentum : P_{Top}

$P_{Top} = P . \cos60° = m . v . \cos60° = 10 . 30 . (0,5)$

$P_{Top} = 150$ N.s

dir.

Örnek Soru



Şekildeki gibi bomba fırlatan 5 ton kütleli bir savaş tankının namlusu yatayla 37° açı yapmaktadır. Namludan çıkan bombaların kütlesi 50 kg, hızları ise 100 m/s dir.

Buna göre, bomba fırlatılış anında tank kaç m/s hız kazanır?

Çözüm

Bombanın momentum değişimi, tanka geri yönde hız kazandırır. Bombanın momentumunun yatay bileşini, tankın kandığı momentumla eşit büyüklükte olmalıdır.

Buna göre,

$M_{Tank} . v_{Tank} = m_{Bomba} . v_{Bomba} . \cos37°$

$5000 . v_{Tank} = 50 . 100 . (0,8)$

$v_{Tank} = 0,8$ m/s

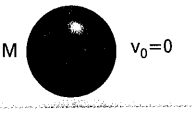
dir.

Patlamalar

Bir cisim dış etki olmaksızın iç patlamayla parçalara ayrılırsa, ilk ve son durumdaki momentumlar eşit olur. İlk durumda momentum sıfır ise son durumda da sıfırdır.

Aşağıdaki gibi yatay düzlemde durmakta olan bir cisim iç patlama ile iki parçaya ayrıldığında, parçalar zıt yönde hareket eder.

Patlamadan önce



Patlamadan sonra



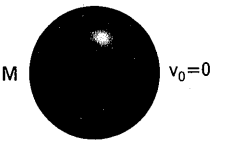
Patlamadan önce toplam momentum sıfır olduğu için patlamadan sonra da sıfır olmalıdır. Bunun için parçaların momentumları eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.

$m_1 . \vec{v_1} + m_2 . \vec{v_2} = 0$

$m_1 . v_1 = m_2 . v_2$

Aşağıdaki gibi durmakta olan cisim iç patlama ile üç parçaya ayrılmış olsun.

Patlamadan önce

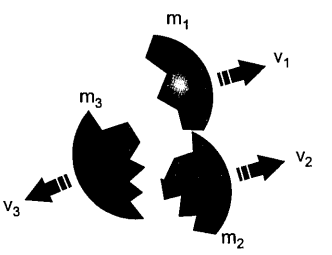


Patlama sonunda parçaların momentumları toplamı vektörel olarak sıfır olmalıdır. Bunun için herhangi iki parçanın momentumlarının bileşkesi diğer parçanın momentumu ile eşit büyüklükte ve zıt yönde olmalıdır.

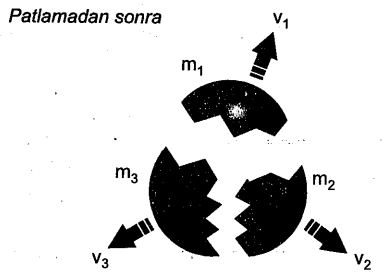
Üç parçaya ayrılan cisim için iki farklı durum söz konusudur.

Birinci durumda parçaların ikisi aynı yönde aşağıdaki gibi hareket edebilir.

Patlamadan sonra



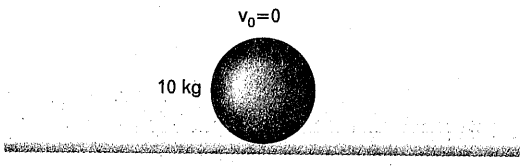
İkinci durumda ise parçalar farklı yönlerde aşağıdaki gibi hareket edebilir.



Her iki durumda da momentum korunumu aşağıdaki gibidir.

$$m_1 . \vec{v_1} + m_2 . \vec{v_2} + m_3 . \vec{v_3} = 0$$

Örnek Soru



Kütlesi 10 kg olan durgun haldeki bir cisim iç patlama sonucu iki parçaya ayrılıyor.

Parçalardan 4 kg kütleli olanı kuzeye doğru 30 m/s hızla hareket ettiğine göre, diğer parçanın hızı hangi yönde kaç m/s dir?

Çözüm

Durgun cisim iki parçaya ayrıldığı için parçalar zıt yönde hareket etmelidir. Diğer parça güneye doğru gitmiştir. Toplam kütle 10 kg ise ikinci parça 6 kg dır ve hızı,

$$m_1 . v_1 = m_2 . v_2$$

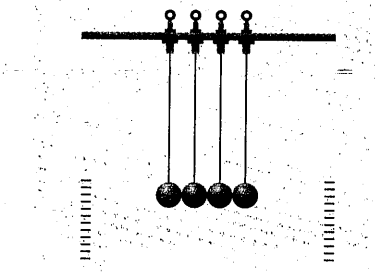
$$4 . 30 = 6 . v_2$$

$$v_2 = 20 \text{ m/s}$$

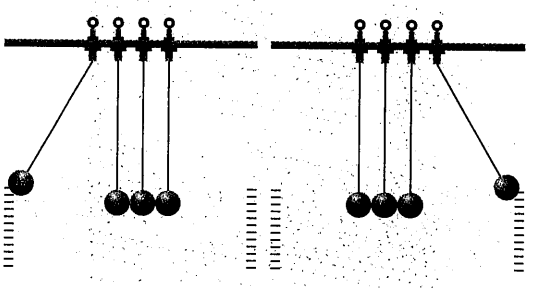
dir.

Bir Boyutta Esnek Çapışmalar

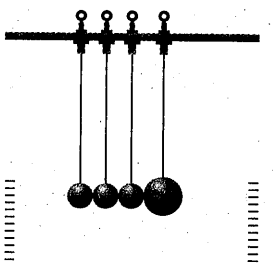
Bir boyutta esnek çarpışmayı anlamak için Newton beşiği adı verilen ve özdeş kütlelerden oluşan sistemler kullanılır.



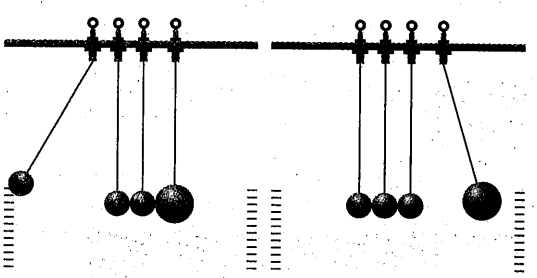
Kütlelerden birini çekip serbest bıraktığımızda, çarpışmadan sonra en sondaki kütle harekete başlar.



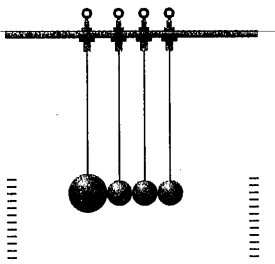
➔ Eğer sisteme farklı bir kütle eklersek, durumun nasıl değiştiğine bakalım.



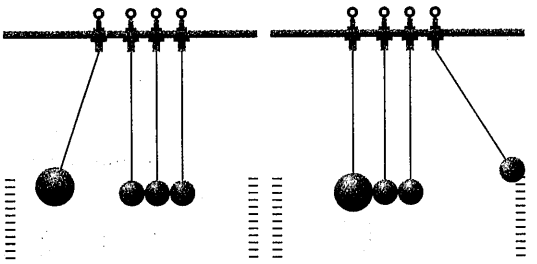
Bu durumda da çarpışmadan sonra en sondaki kütlenin harekete geçtiği gözlenir.



➔ Şimdi de farklı olan kütleyi çekip serbest bırakalım.



Bu durumda da çarpışmadan sonra en sondaki kütlenin aşağıdaki gibi harekete geçtiği gözlenir.



Bu durum enerjinin yine korunduğunu gösterir. Buradan şöyle bir sonuç çıkarabiliriz:

"Merkezi ve esnek çarpışan cisimler çarpışmadan sonra aynı doğrultuda hareket eder. Bu tür çarpışmalarda momentum, kinetik enerji ve hız korunur."

Aşağıdaki gibi v_1 hızı ile hareket eden m_1 kütleli cismin durmakta olan m_2 kütleli cisimle tek boyutta esnek çarpışma yaptığını düşünelim.



Bu durumda sistemdeki momentum, hız ve kinetik enerji korunumları aşağıdaki gibidir.

Momentum korunumu;

$$m_1 . \vec{v_1} = m_1 . \vec{v_1}' + m_2 . \vec{v_2}'$$

dir.

Hız korunumu;

$\vec{v_1} + \vec{v_1}' = \vec{v_2} + \vec{v_2}'$ ifadesinden,

$\vec{v_1} + \vec{v_1}' = \vec{v_2}'$

dir.

Kinetik enerji korunumu,

$$E_1 = E_1' + E_2'$$

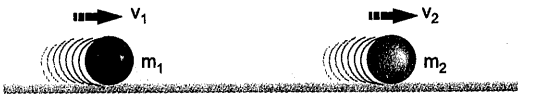
$$\frac{1}{2} m_1 . v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 . \left(v_1'\right)^2 + \frac{1}{2} m_2 . \left(v_2'\right)^2$$

dir.

Hız korumunu, her cismin ilk ve son hızlarının vektörel olarak toplamlarının birbirine eşit olması demektir.

Kinetik enerji korunumu, çarpışmadan önceki kinetik enerjilerin toplamının, çarpışmadan sonraki kinetik enerjilerin toplamına eşit olması demektir.

Aşağıdaki gibi v_1 hızı ile hareket eden m_1 kütleli cisim ile v_2 hızı ile hareket eden m_2 kütleli cisimin tek boyutta esnek çarpışma yaptığını düşünelim.



Bu durumda sistemdeki momentum, hız ve kinetik enerji korunumları aşağıdaki gibidir.

Momentum korunumu;

$$m_1 . \vec{v_1} + m_2 . \vec{v_2} = m_1 . \vec{v_1}' + m_2 . \vec{v_2}'$$

dir.

Hız korunumu;

$$\vec{v_1} + \vec{v_1}' = \vec{v_2} + \vec{v_2}'$$

dir.

Kinetik enerji korunumu,

$$E_1 + E_2 = E_1' + E_2'$$

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

dir.

Özel Durumlar

➔ Kütleleri eşit cisimler çarpıştıklarında hız vektörlerini kendi aralarında değişir.



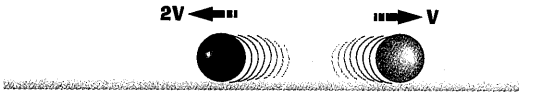
Çarpışma öncesi



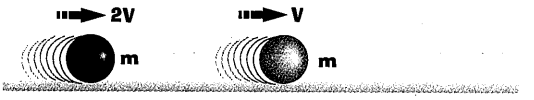
Çarpışma sonrası



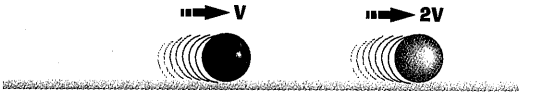
Çarpışma öncesi



Çarpışma sonrası



Çarpışma öncesi

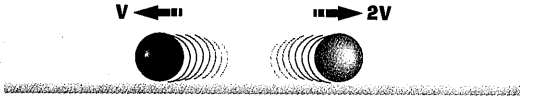


Çarpışma sonrası

➔ Momentumları eşit ve zıt yönlü cisimler çarpıştıklarında hızlarını koruyarak geri döner.

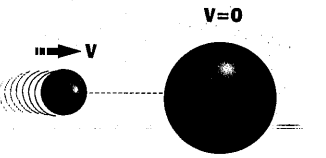


Çarpışma öncesi



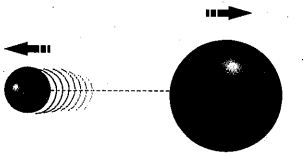
Çarpışma sonrası

➔ Kütleleri farklı cisimlerden kütlesi büyük olan cisim duruyor ise momentum aktarımı gerçekleşir ve kütlesi büyük cisim harekete başlar.



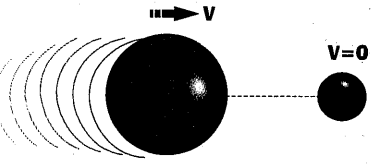
Çarpışma öncesi

Kütlesi küçük olan cisim ise daha küçük bir hızla geri döner.



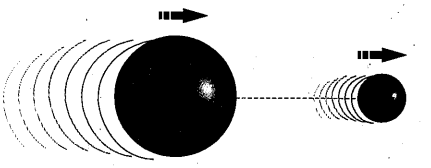
Çarpışma sonrası

➔ Kütleleri farklı cisimlerden kütlesi küçük olan aşağıdaki gibi çarpışmadan önce duruyor ise momentum aktarımı gerçekleşir ve kütlesi küçük olan cisim harekete başlar.



Çarpışma öncesi

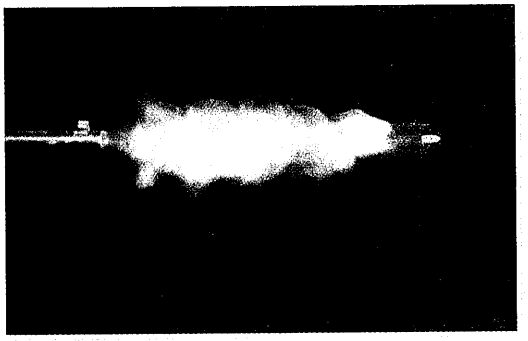
Çarpışmadan sonra her iki cisim de aynı yönde v den küçük bir hızla hareket eder.



Çarpışma sonrası

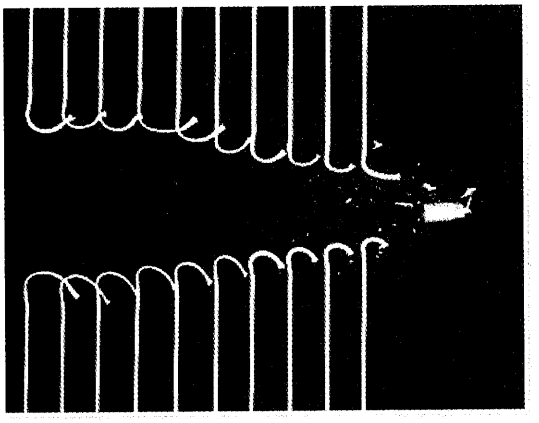
Bir Boyutta Esnek Olmayan Çarpışma

Silahların çalışma prensiplerinde itmenin büyük önemi vardır. Elimizdeki bir silahtan çıkan merminin silah tarafından uygulanan itme ile hız ve momentum kazandığını biliyor muydunuz?



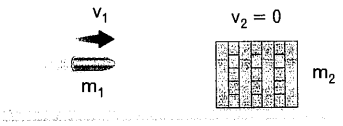
Silah, mermiye itme uygulayarak momentum kazandırır.

Silahtan çıkan mermi kazandığı momentum ile aşağıdaki gibi sabitlenmiş metal telleri koparıp geçebilir. Her çarpışmada merminin momentumu azalır. İşte bu şekildeki çarpışmalarda mermi enerji kaybeder.

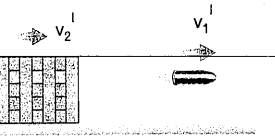


Merminin bu çarpışması bir boyutta esnek olmayan bir çarpışmadır.

Aşağıdaki gibi bir merminin yerde duran sandığı delip geçtiğini düşünelim. Bu durumda sandığın harekete geçtiği gözlenir.



(mermi sandığı delip geçmeden önce)



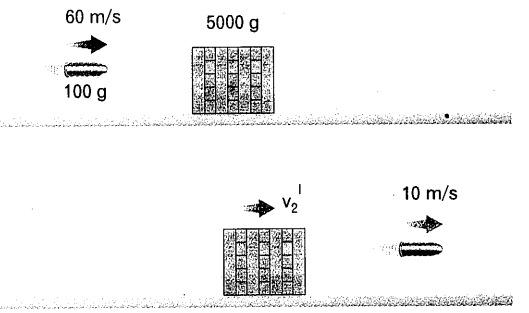
(mermi sandığı delip geçtikten sonra)

Sistemdeki momentum korunumu aşağıdaki gibidir.

$$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{Son}$$

$$m_1 . \vec{v}_1 = m_1 . \vec{v}_1' + m_2 . \vec{v}_2'$$

Örnek Soru



Şekildeki gibi 60 m/s hızla hareket eden 100 g kütleli mermi 5000 g kütleli sandığı delip geçtiğinde, merminin hızı 10 m/s oluyor ise sandığın hızı kaç m/s dir?

Çözüm

Mermi sandığı delip geçtiği için esnek olmayan bir çarpışma gerçekleşmiştir. Momentum korunurken enerji korunmaz. Momentum korunumuna göre,

$$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{Son}$$

$$m_1 . \vec{v}_1 = m_1 . \vec{v}_1' + m_2 . \vec{v}_2'$$

$$100 . 60 = 100 . 10 + 5000 . \vec{v}_2'$$

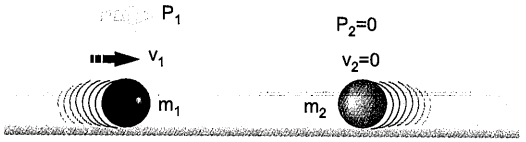
$$\vec{v}_2' = (6000 - 1000) / 5000$$

$$\vec{v}_2' = 1 \text{ m/s}$$

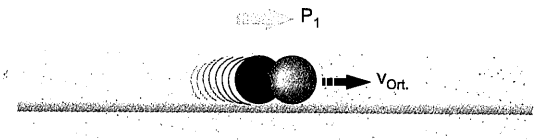
dir.

Bir Boyutta Tam Esnek Olmayan Çarpışma

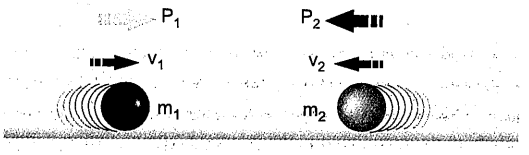
Aşağıdaki gibi biri hareketli diğeri durgun cisimlerin çarpışarak birbirlerine yapıştıklarını düşünelim.



Cisimler çarpışmadan sonra momentum korunacağından P_1 momentumu ve $v_{Ort.}$ hızı ile hareket eder.



Aynı doğrultuda çarpışıp yapışan cisimlerin her ikisi de hareketli ise toplam momentum yine korunur. Momentum korunurken kinetik enerji ise azalır.



Cisimler çarpışıp yapıştıktan sonra birlikte ortak hızla hareket eder. Cisimlerin ilk momentumları,

$$\vec{P}_1 = m_1 . \vec{v}_1$$

$$\vec{P}_2 = m_2 . \vec{v}_2$$

dir.

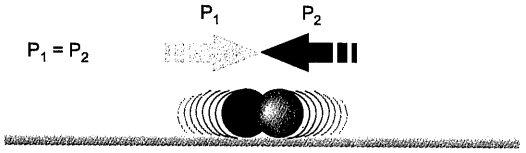
Çarpışmadan sonra cisimlerin ortak hızı $v_{Ort.}$ aşağıdaki gibi momentum korunumundan bulunur.

$$\vec{P}_{Son} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$$

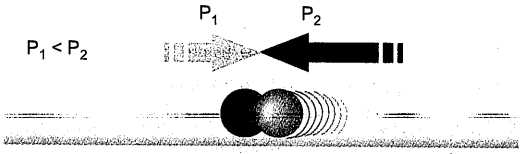
$$(m_1 + m_2) . \vec{v}_{Ort.} = m_1 . \vec{v}_1 + m_2 . \vec{v}_2$$

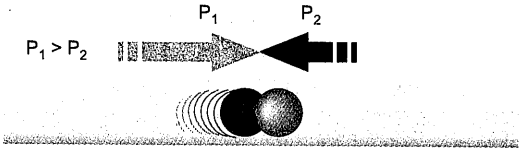
Cisimlerin yapıştıktan sonraki hareket yönlerini, momentumu büyük olan cisim belirler. Hızı büyük olduğu halde momentumu küçük olan cisim, hareket yönünü etkileyemez.

➔ Aynı doğrultuda zıt yönde hareket eden cisimler esnek olmayan çarpışma yaptıklarında, ilk momentumları eşit büyüklükte ise cisimler hareketsiz kalır.



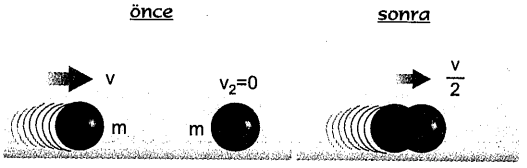
➔ Aynı doğrultuda zıt yönde hareket eden cisimler esnek olmayan çarpışma yaptıklarında, ilk momentumu büyük olan cisim diğer cismi sürükler.



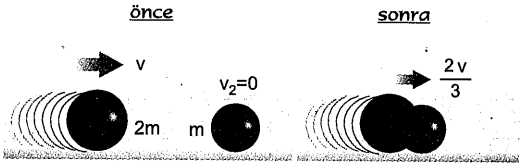


Özel Durumlar

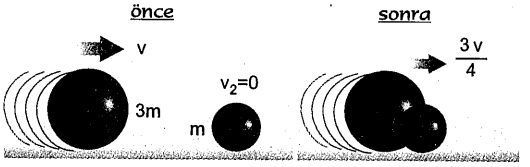
➔ Eşit kütleli cisimlerden bir duruyor, diğeri v hızı ile hareket ediyor ise, çarpışmadan sonra cisimlerin ortak hızı v/2 olur.



➔ Hareketli olan cismin kütlesi 2m ise ortak hızı 2v/3 olur.

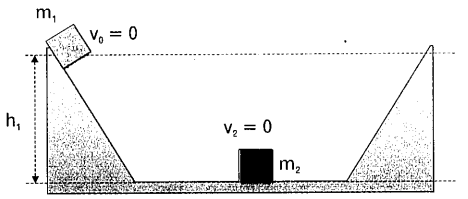


➔ Hareketli olan cismin kütlesi 3m ise ortak hızı 3v/4 olur.



Durgun olan cismin kütlesi artırıldığında, yukarıdaki durumların tersi gerçekleşir. Ortak hızda azalma gözlenir.

Sürtünmesiz ray üzerinde aşağıdaki gibi duran m_1 ve m_2 kütleli cisimlerden m_1 kütleli olan serbest bırakıldığında rayın yatay kısmına ulaşana kadar hızlanır.



Çarpışma öncesi

Enerji korunumuna göre m_1 kütleli cismin yatay düzleme ulaştığında sahip olacağı hız, aşağıdaki gibi bulunur.

$$E_P = E_K$$

$$m_1.g.h_1 = \frac{1}{2}m_1.v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{2g.h_1}$$

dir.

Cisimler yatay düzlemde çarpışıp yapıştıklarında ortak bir hızla hareket eder.

$$m_1.v_1 = (m_1 + m_2).v_{Ort.}$$

$$v_{Ort.} = \frac{m_1.v_1}{m_1 + m_2}$$

dir.

Cisimler rayın eğimli bölümünde h_2 kadar yükselir.

$$E_K = E_P$$

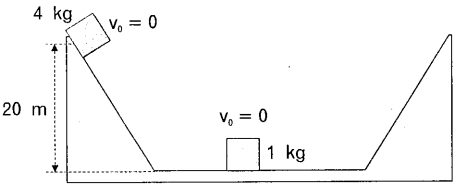
$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2).v_{Ort.}^2 = (m_1 + m_2).g.h_2$$

$$v_{Ort.} = \frac{m_1.v_1}{m_1 + m_2} = \frac{m_1.\sqrt{2g.h_1}}{m_1 + m_2}$$

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2).\left(\frac{m_1.\sqrt{2g.h_1}}{m_1 + m_2}\right)^2 = (m_1 + m_2).g.h_2$$

$$h_2 = \frac{m_1^2.h_1}{(m_1 + m_2)^2}$$

dir.



Kütlesi 4 kg olan bir cisim şekildeki sürtünmesiz rayın tepe noktasından serbest bırakılıyor. Cisim yatay yola ulaştığında kütlesi 1 kg olan cisim ile tek boyutta tam esnek olmayan çarpışma yapıyor.

Buna göre, çarpışmadan sonra cisimler rayın ikinci bölümünde <u>en fazla</u> kaç metre yükseğe çıkabilir?

Çözüm

Öncelikle enerji korunumundan 4 kg kütleli cismin yatay yola ulaştığındaki hızını bulalım.

$$E_P = E_K$$

$$m_1.g.h_1 = \frac{1}{2}m_1.v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{2g.h_1} = \sqrt{2.10.20} = 20\ \frac{m}{s}$$

4 kg kütleli cisim ile 1 kg kütleli cisim esnek olmayan çarpışma yaptıklarında momentum korunur. Bu durumda cisimlerin ortak hızı aşağıdaki bağıntıdan bulunur.

$$m_1.v_1 = (m_1 + m_2).v_{Ort.}$$

$$v_{Ort.} = \frac{4.20}{4 + 1} = 16\ \frac{m}{s}$$

Cisimler ortak hız ile rayın ikinci bölümünde yükselirken enerji korunumu geçerlidir. Enerji korunumunu aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$E_K = E_P$$

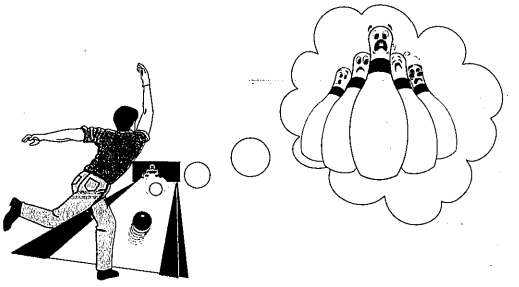
$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2).v_{Ort.}^2 = (m_1 + m_2).g.h_2$$

$$h_2 = \frac{v_{Ort.}^2}{2g} = \frac{16^2}{2.10} = \frac{256}{20} = 12{,}8\ m$$

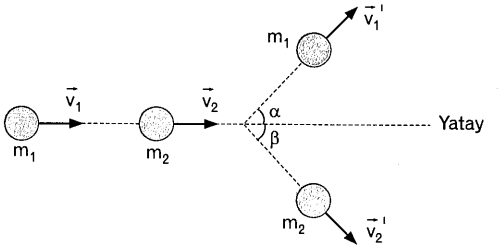
dir.

İki Boyutta Esnek Çarpışmalar

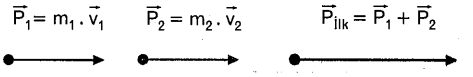
Aşağıdaki gibi bir bowling oyununda fırlatılan top, durgun haldeki labutlara çarparak, labutların farklı yönlerde devrilmelerini sağlar.



İki boyutta esnek çarpışmada cisimler çarpışmadan sonra farklı doğrultularda hareket eder. Yatay ve düşey momentum ve kinetik enerji korunur.

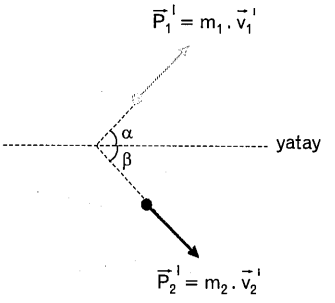


Çarpışmadan önce vektörel momentumlar aşağıdaki gibidir.



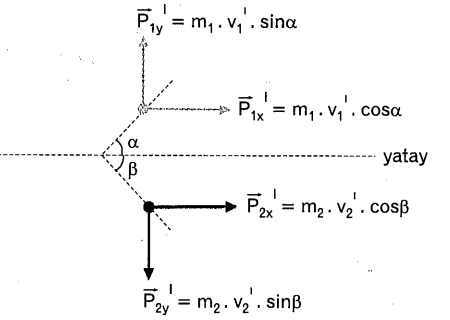
$$\vec{P}_1 = m_1 . \vec{v}_1$$
$$\vec{P}_2 = m_2 . \vec{v}_2$$
$$\vec{P}_{İlk} = m_1 . \vec{v}_1 + m_2 . \vec{v}_2$$

Çarpışmadan sonra vektörel momentumlar aşağıdaki gibidir.



$$\vec{P}_1' = m_1 . \vec{v}_1'$$
$$\vec{P}_2' = m_2 . \vec{v}_2'$$
$$\vec{P}_{Son} = m_1 . \vec{v}_1' + m_2 . \vec{v}_2'$$

Son momentumlar bileşenlerine aşağıdaki gibi ayrılabilir.



Yatay ve düşey momentumlar korunacağından, yataydaki toplam momentum, ilk toplam momentuma vektörel olarak eşittir.

$$\vec{P}_{Yatay} = \vec{P}_{İlk}$$
$$m_1 . \vec{v}_1' . \cos\alpha + m_2 . \vec{v}_2' . \cos\beta = m_1 . \vec{v}_1 + m_2 . \vec{v}_2$$

Skaler olarak ise,

$$m_1 . v_1' . \cos\alpha + m_2 . v_2' . \cos\beta = m_1 . v_1 + m_2 . v_2$$

dir.

Düşeyde toplam vektörel momentum sıfırdır.

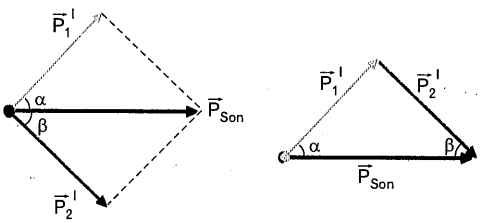
$$\vec{P}_{Düşey} = 0$$
$$m_1 . \vec{v}_1' . \sin\alpha + m_2 . \vec{v}_2' . \sin\beta = 0$$

Skaler olarak ise,

$$m_1 . v_1' . \sin\alpha = m_2 . v_2' . \sin\beta$$

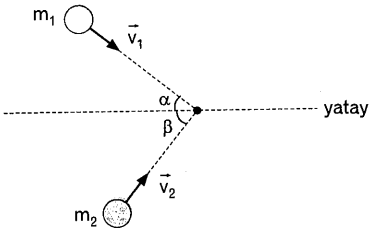
dır.

Vektörel olarak da bileşenlere ayırma işlemi yapılmadan aşağıdaki gibi son momentum bulunabilir. İlk momentumların bileşkesi, son momentumların bileşkesine eşit olur.

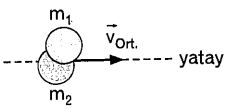


İki Boyutta Tam Esnek Olmayan Çarpışma

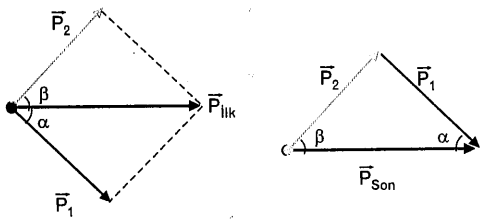
Cisimler çarpışmadan sonra hem beraber hem de geliş doğrultularından farklı bir doğrultuda hareket eder.



Cisimler birlikte hareket ettikleri için hızları eşittir. Momentum korunur. Kinetik enerji korunmaz.



Vektörel olarak da aşağıdaki gibi işlem yapılır. Son momentum, ilk momentuma eşitlenir.



Yatay ve düşey momentumlar korunacağından, yataydaki toplam momentum, son toplam momentuma vektörel olarak eşittir.

$$\vec{P}_{Yatay} = \vec{P}_{İlk}$$

$$m_1 . \vec{v}_1 . \cos\alpha + m_2 . \vec{v}_2 . \cos\beta = (m_1 + m_2) . \vec{v}_{Ort.}$$

dir.

Düşeyde toplam vektörel momentum sıfırdır.

$$\vec{P}_{Düşey} = 0$$

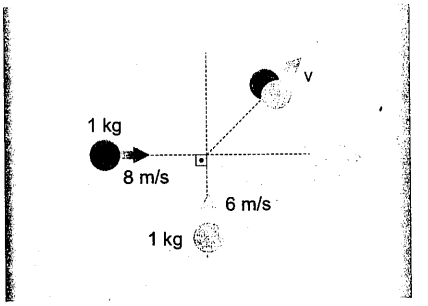
$$m_1 . \vec{v}_1 . \sin\alpha + m_2 . \vec{v}_2 . \sin\beta = 0$$

dir.

Skaler olarak ise,

$$m_1 . v_1 . \sin\alpha = m_2 . v_2 . \sin\beta$$

dır.

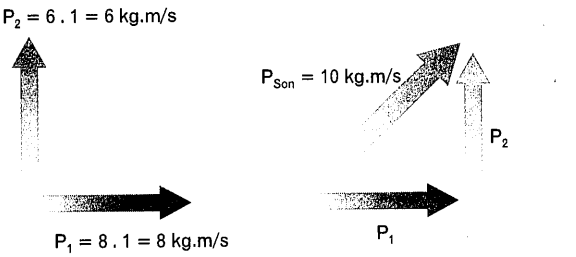


Yatay ve sürtünmesiz yüzeydeki cisimler şekildeki hızlarla birbirlerine dik doğrultularda hareket ederek yapışıyor.

Buna göre, cisimlerin ortak hızı v kaç m/s dir?



Tüm çarpışmalarda momentum korunumu geçerli olduğundan, öncelikle cisimlerin momentum vektörlerini aşağıdaki gibi göstermeliyiz.



Momentum vektörleri birbirine dik olduğundan son momentum, pisagor bağıntısı ile aşağıdaki gibi bulunur.

$$P_{Son}^2 = P_1^2 + P_2^2$$

$$P_{Son}^2 = 8^2 + 6^2$$

$$P_{Son}^2 = 100$$

$$P_{Son} = 10 \text{ kg.m/s}$$

dir.

Cisimlerin ortak hızı,

$$P_{Son} = m_{Toplam} . v_{Son}$$

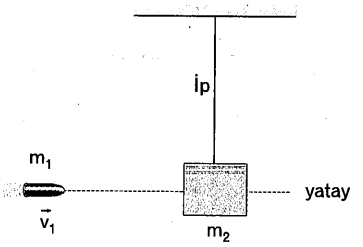
$$10 = (1 + 1) . v_{Son}$$

$$v_{Son} = 5 \text{ m/s}$$

dir.

Balistik Sarkaç

Tavana bağlı ipin ucuna asılı takozdan oluşan sisteme balistik sarkaç denir. Balsitik sarkaca mermi ile ateş edildiğinde, mermi takoza saplanır ve çarpmanın etkisi ile takoz ve mermi birlikte yükselir.

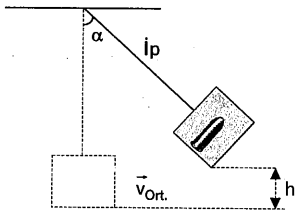


Bu sistemde çarpışma anında momentum korunumuna göre,

$$m_1 . \vec{v}_1 = (m_1 + m_2). \vec{v}_{Ort.}$$

dir.

Çarpışmadan sonra enerji korunumuna göre, h yükseliği aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

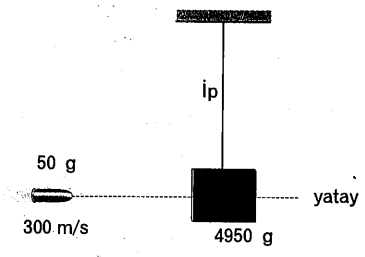


$$E_K = E_P$$

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2).v_{Ort.}^{\ 2} = (m_1 + m_2).g.h$$

$$h = \frac{v_{Ort.}^{\ 2}}{2g}$$

Örnek Soru



Şekildeki sistemde mermi takoza saplandığında birlikte en fazla kaç mm yükselirler? *(g = 10 N/kg)*

Çözüm

Momentum korunumuna göre, önce ortak hızı bulalım.

$$m_1 . \vec{v}_1 = (m_1 + m_2). \vec{v}_{Ort.}$$

$$50 . 300 = (50 + 4950). \vec{v}_{Ort.}$$

$$\vec{v}_{Ort.} = 3 \text{ m/s}$$

dir.

Şimdi de sistemin ne kadar yükseleceğini bulalım. Enerji korunumuna göre,

$$E_K = E_P$$

$$\frac{1}{2} m_{Top.} . v_{Ort.}^{\ 2} = m_{Top.} . g.h$$

$$h = \frac{v_{Ort.}^{\ 2}}{2g} = \frac{3^2}{20} = 0,45 \text{ m} = 45 \text{ cm}$$

dir.

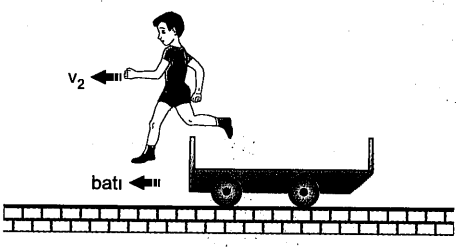
Bağıl Hareketlerde Momentum Korunumu

Bildiğimiz gibi hareket, belli bir referans sistemine göre, belli bir sürede yapılan yer değiştirmedir. Yeryüzünde, cisimler yere göre hareket edebildiği gibi hareketli herhangi bir sisteme göre de hareket edebilir. Örneğin filmlerde hareket halindeki bir arabadan atlayan oyuncuların hareketi farklı gözlem çerçevelerine göre, farklı şekilde algılanır.

- Oyuncu arabaya göre kendini serbest bıraktığında, yerde duran bir gözlemci, oyuncunun araba ile aynı yönde atladığını görür.
- Oyuncu araba ile aynı yönde arabaya göre atladığında, yerde duran durgun bir gözlemci oyuncuyu, arabadadan daha hızlı ve araba ile aynı yönde atlamış olarak görür.
- Oyuncu araba ile zıt yönde arabaya göre atladığında ise arabanın ve kendi hızına bağlı olarak, yerdeki gözlemci tarafından farklı şekillerde algılanabilir.

Hareketli Arabadan Atlama

Aşağıdaki gibi yere göre v_1 hızıyla hareket eden m_1 kütleli araba içinde duran m_2 kütleli çocuk düşünelim.



Çocuğun batı yönünde v_2 hızıyla atlasın. v_2 hızı yere göre ise arabanın yere göre hızı artar.

Arabanın son hızı, momentum korunumuna göre, aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

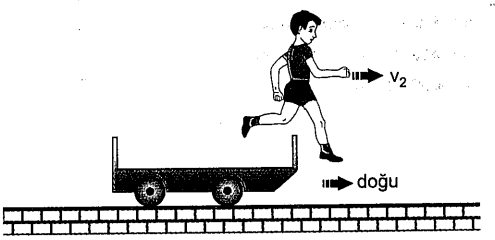
$$(m_1 + m_2).v_1 = m_1.v_1' - m_2.v_2$$

$$v_1' = \frac{m_1.v_1 + m_2.(v_1 + v_2)}{m_1}$$

dir.

Aşağıdaki gibi yere göre v_1 hızıyla hareket eden m_1 kütleli araba içinde duran m_2 kütleli çocuk düşünelim.

Çocuğun doğu yönünde v_2 hızıyla atlasın.



v_2 hızı yere göre ise arabanın yere göre hızı azalır.

Arabanın son hızı aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$(m_1 + m_2).v_1 = m_1.v_1' + m_2.v_2$$

$$v_1' = \frac{m_1.v_1 + m_2.(v_1 - v_2)}{m_1}$$

dir.

Örnek Soru

Yere göre 10 m/s hızla hareket eden 150 kg kütleli platform üzerindeki 60 kg kütleli çocuk yere göre 5 m/s hızla atlıyor.

I. Çocuk araba ile zıt yönde atladığına göre, arabanın son hızı kaç m/s dir?

II. Çocuk araba ile aynı yönde atladığına göre, arabanın son hızı kaç m/s dir?

Çözüm

I. Çocuk araba ile zıt yönde atladığında momentum korunumu,

$$(m_{Araba}+m_{Çocuk}).v_{Araba(ilk)} = m_1 \cdot v_{Araba(son)} - m_{Çocuk} \cdot v_{Çocuk}$$

$$(150 + 60) \cdot 10 = 150 \cdot v_{Araba(son)} - 60 \cdot 5$$

$$150 \cdot v_{Araba(son)} = 2400$$

$$v_{Araba(son)} = 16 \text{ m/s}$$

dir.

II. Çocuk araba ile aynı yönde atladığında momentum korunumu,

$$(m_{Araba}+m_{Çocuk}).v_{Araba(ilk)} = m_1 \cdot v_{Araba(son)} + m_{Çocuk} \cdot v_{Çocuk}$$

$$(150 + 60) \cdot 10 = 150 \cdot v_{Araba(son)} + 60 \cdot 5$$

$$150 \cdot v_{Araba(son)} = 1800$$

$$v_{Araba(son)} = 12 \text{ m/s}$$

dir.

Örnek Soru

Ormanlık bir bölgede yere göre 5 m/s hızla hareket eden 300 kg kütleli platform üzerindeki M kütleli adam yere göre 8 m/s hızla yukarı yönde atlayarak bir ağaç dalına tutunuyor.

Buna göre, adamın M kütlesi kaç kg dır?

(Sürtünmeler önemsenmiyor.)

Çözüm

Başlangıçta adam platform üzerinde olduğu için sistemin ilk momentumu,

$$P_{İlk} = (m_{Platform}+m_{Adam}) \cdot v_{Platform(İlk)}$$

dir.

Adam platformdan atladığında son momentum,

$$P_{Son} = m_{Platform} \cdot v_{Platform(Son)}$$

dir.

Momentum korunumuna göre, ilk momentum son momentuma eşit olmalıdır.

Bu durumda,

$$P_{İlk} = P_{Son}$$

$$(m_{Platform}+m_{Adam}) \cdot v_{Platform(İlk)} = m_{Platform} \cdot v_{Platform(Son)}$$

$$(300 + M) \cdot 5 = 300 \cdot 7$$

$$5M = 2100 - 1500$$

$$5M = 600$$

$$M = 120 \text{ kg}$$

dir.