ERTAN SİNAN ŞAHİN

GENEL FİZİK 1

Mekanik

Ders Defteri

Bu defter video derslerle birlikte kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Her ünitenin başındaki karekod o ünitenin videosuna götürür; sayfadaki boşluklar ders sırasında doldurulur.

ertansinansahin.com

Online Eğitim Seti
ertansinansahin.com
Sürüm 2026-11-06

İÇİNDEKİLER

Ek Matematik: İntegralle Hesaplamalar 1

İntegralle Hesaplamalar 1

Cevaplar 3

Bilimsel Ölçümün Temelleri 5

Anlamlı Rakamlar (Significant Figures) 5

Belirsizlik (Uncertainty) 6

Boyut Analizi (Dimensional Analysis) 7

Cevaplar 7

1 Vektörler 9

Vektörler ve Vektörlerin Toplanması 9

Vektörlerin Bileşenlerine Ayrılması 9

Birim Vektörler 10

Vektörlerde Çarpma İşlemleri 12

Vektörlerde Sayısal Problemler 14

Alıştırmalar ve Problemler 15

Cevaplar 17

2 Bir Boyutta Hareket 19

Konum, Yer Değiştirme ve Ortalama Hız 19

Anlık Hız ve Anlık Sürat 20

İvme 21

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket 23

Serbest Düşme Hareketi 25

İntegral ile Hız ve Konum Elde Etme 27

Alıştırmalar ve Problemler 28

Cevaplar 32

3 İki veya Üç Boyutta Hareket 35

Konum ve Hız Vektörleri . . . 35
İvme Vektörü . . . 36
Atış Hareketi . . . 37
Çembersel Hareket . . . 39
Bağıl Hız . . . 39
Alıştırmalar ve Problemler . . . 41
Cevaplar . . . 43

4 Newton'un Hareket Yasaları 45

Kuvvet ve Etkileşimler . . . 45
Newton'un Birinci Yasası . . . 45
Newton'un İkinci Yasası . . . 46
Kütle ve Ağırlık . . . 46
Newton'un Üçüncü Yasası . . . 47
Serbest Cisim Diyagramları . . . 47
Alıştırmalar ve Problemler . . . 48
Cevaplar . . . 48

5 Newton'un Hareket Yasalarının Uygulamaları 49

Newton'un Birinci Yasasının Kullanımı: Dengedeki Cisimler . . . 49
Newton'un İkinci Yasasının Kullanımı: Cisimlerin Dinamiği . . . 49
İvmeli Referans Sistemlerinde Hareket . . . 50
Sürtünme Kuvvetleri . . . 51
Çembersel Hareketin Dinamiği . . . 53
Alıştırmalar ve Problemler . . . 54
Cevaplar . . . 57

6 İş ve Kinetik Enerji 59

İş . . . 59
Kinetik Enerji ve İş-Kinetik Enerji Teoremi . . . 59
Değişken Kuvvetlerle Yapılan İş ve Enerji . . . 60
Güç . . . 61
Alıştırmalar ve Problemler . . . 62
Cevaplar . . . 63

7 Potansiyel Enerji ve Enerji Korunumu 65

Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi . . . 65
Esneklik Potansiyel Enerjisi . . . 67
Korunumlu ve Korunumsuz Kuvvetler . . . 67
Kuvvet ve Potansiyel Enerji . . . 68
Enerji Diyagramları . . . 68
Alıştırmalar ve Problemler . . . 69
Cevaplar . . . 71

8 İtme ve Çizgisel Momentum 73

Momentum ve İtme . . . 73
Momentum Korunumu . . . 74
Momentum Korunumu ve Çarpışmalar . . . 75
Esnek Çarpışmalar . . . 76
Kütle Merkezi . . . 78
Roket Hareketi . . . 80
Alıştırmalar ve Problemler . . . 81
Cevaplar . . . 83

9 Dönme Hareketi 85

Dönme Hareketinin Değişkenleri . . . 85
Sabit Açısal İvmeli Dönme Hareketi . . . 85
Çizgisel ve Açısal Kinematiğin İlişkisi . . . 86
Dönme Hareketinde Enerji . . . 86
Paralel Eksen Teoremi . . . 87
Eylemsizlik Momenti Hesaplamaları . . . 88
Alıştırmalar ve Problemler . . . 89
Cevaplar . . . 91

10 Dönme Hareketinin Dinamiği 93

Tork . . . 93
Tork ve Açısal İvme . . . 94
Rijit Bir Cismin Hareketli Bir Eksen Etrafında Dönüşü . . . 95
Dönme Hareketinde İş ve Güç . . . 97
Açısal Momentum . . . 97
Açısal Momentum Korunumu . . . 99

Jiroskop ve Presesyon . . . 101
Alıştırmalar ve Problemler . . . 101
Cevaplar . . . 106

11 Kütle Çekimi 107

Newton'un Kütle Çekim Yasası . . . 107
Ağırlık . . . 107
Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi . . . 108
Küresel Kütle Dağılımları . . . 109
Dünya'nın Yüzeyinde Kütle Çekim . . . 110
Uyduların Hareketi . . . 111
Kepler Yasaları ve Gezegenlerin Hareketi . . . 111
Alıştırmalar ve Problemler . . . 113
Cevaplar . . . 116

12 Periyodik Hareket 117

Salınım Hareketi . . . 117
Basit Harmonik Hareket . . . 117
Basit Harmonik Harekette Enerji . . . 119
Basit Harmonik Hareket Uygulamaları . . . 119
Basit Sarkaç . . . 120
Fiziksel Sarkaç . . . 121
Sönümlü Salınım . . . 121
Uyarımlı Salınım ve Rezonans . . . 122
Alıştırmalar ve Problemler . . . 122
Cevaplar . . . 125

Türkçe–İngilizce Terim Karşılıkları 127

EK İÇERİK

GENEL FİZİK İÇİN EK MATEMATİK

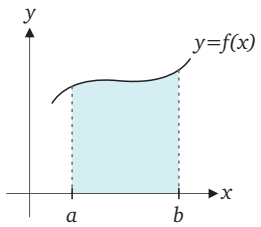
video izle

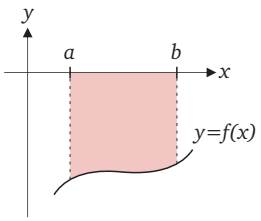
İntegralle Hesaplamalar

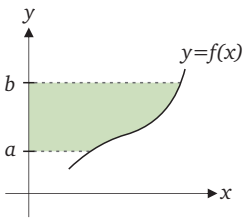
ÖRNEK 1: Şekildeki çubuğun boyunu integral kullanarak bulalım.

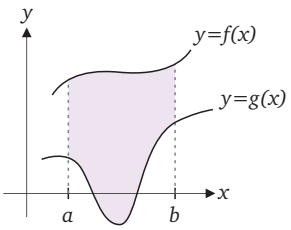


ÖRNEK 2: Şekillerde gösterilen alanları veren integralleri yazalım.

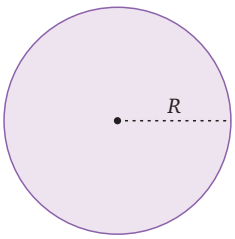




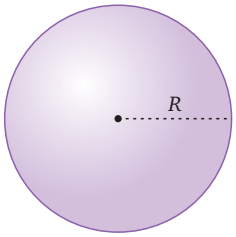




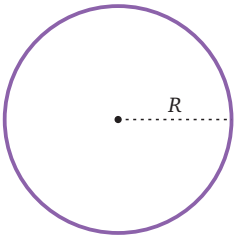
ÖRNEK 3: R yarıçaplı bir dairenin alanını sonsuz küçüklükteki halkaların integraliyle bulalım.



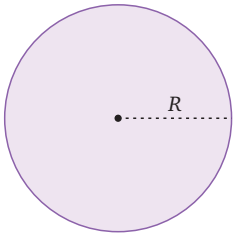
ÖRNEK 4: R yarıçaplı bir kürenin hacmini integral kullanarak bulalım.



ÖRNEK 5: R yarıçaplı bir çemberin çevresini integral kullanarak bulalım.

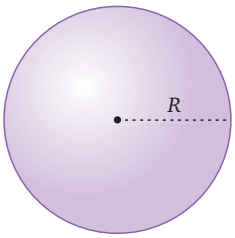


ÖRNEK 6: R yarıçaplı bir dairenin alanını sonsuz küçüklükteli dilimlerin integraliyle bulalım.

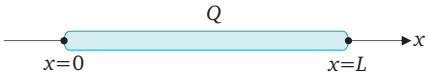


ertansinansahin.com

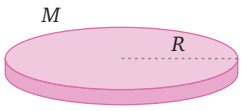
ÖRNEK 7: R yarıçaplı bir kürenin yüzey alanını integral kullanarak bulalım.



ÖRNEK 8: Şekildeki L uzunluklu ve Q yüklü çubuğun üzerindeki çizgisel yük yoğunluğu $\lambda(x) = Ax^2$ şeklindedir. Buna göre A sabitini verilenler cinsinden bulalım.



ÖRNEK 9: Şekildeki diskin kalınlığı önemsizdir. R yarıçaplı ve M kütleli bu diskin yüzeysel kütle yoğunluğu merkezden uzaklığa bağlı olarak $\sigma(r) = \dfrac{A}{r}$ şeklindedir. Buna göre A sabitini verilenler cinsinden bulalım.



ÖRNEK 10: Şekildeki M kütleli L boyundaki homojen çubuğun m kütleli cisme uyguladığı kütle çekim kuvvetini bulalım.

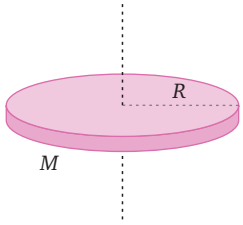


ÖRNEK 11: Şekildeki M kütleli L boyundaki homojen bir çubuğun uç noktasına ve merkezine göre eylemsizlik momentlerini bulalım.



ertansinansahin.com

ÖRNEK 12: M kütleli R yarıçaplı homojen diskin merkezinden geçen eksen şekilde verilmiştir. Diskin bu eksene göre eylemsizlik momentini bulalım.



Cevaplar

1	$L = \int_a^b dx = b - a$
2	a. $A = \int_a^b f(x)\,dx$ b. $A = -\int_a^b f(x)\,dx$ c. $A = \int_a^b f^{-1}(y)\,dy$ d. $A = \int_a^b [f(x) - g(x)]\,dx$
3	$A = \int_0^R 2\pi r\,dr = \pi R^2$
4	$V = \frac{4}{3}\pi R^3$
5	Çevre $= 2\pi R$
6	$A = \int_0^R 2\pi r\,dr = \pi R^2$
7	$A = 4\pi R^2$
8	$A = \frac{3Q}{L^3}$
9	$A = \frac{M}{2.0\pi R}$
10	$F = \frac{GMm}{d(d+L)}$
11	a. $I_{\text{uç}} = \frac{1}{3}ML^2$ b. $I_{\text{merkez}} = \frac{1}{12}ML^2$
12	$I = \frac{1}{2}MR^{2.0}$

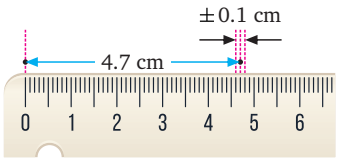
ertansinansahin.com

0. ÜNİTE
BİLİMSEL ÖLÇÜMÜN TEMELLERİ

video izle

Anlamlı Rakamlar (Significant Figures)

Anlamlı rakamların ne anlama geldiğini ve buna neden ihtiyaç duyduğumuzu tartışalım.



NOT: Bazı sayılarda anlamlı rakam sayısı aranmaz.

Dünya'nın kütlesinin ve yoğunluğunun deneylerle elde edilen değerini inceleyerek bu değerler için anlamlı rakam sayısını elde edelim.

$$m_{\oplus} = (5.9722 \pm 0.0006) \times 10^{24}\ \text{kg}$$

$$\rho_{\oplus} = (5.5140 \pm 0.0001)\ \text{g/cm}^3$$

ÖRNEK 1: Verilen değerler için anlamlı rakam sayısını bulalım.

	Değer	Anlamlı Rakam Sayısı
a.	2.20	
b.	30.20	
c.	0.045	
d.	14.00	
e.	3 200	
f.	16 005	
g.	1.2×10^3	
h.	0.010	

ertansinansahin.com

Anlamlı rakamlarla dört işlem

Çarpma ve bölme

Kural: Sonucun anlamlı basamak sayısı, işleme giren sayılardan en az anlamlı basamağa sahip olanınki kadar olmalıdır.

ÖRNEK 2: Bir dikdörtgenin kenar uzunlukları 12.7 cm ve 4.7 cm'dir. Dikdörtgenin alanını anlamlı basamak kuralına göre hesaplayınız.

ÖRNEK 3: Bir cismin kütlesi 0.08250 kg ve hacmi 0.0031 m^3'tür. Cismin yoğunluğunu anlamlı basamak kuralına göre hesaplayınız.

Toplama ve çıkarma

Kural: Toplama ve çıkarma işlemlerinde sonucun duyarlılığı en az kesin basamağa sahip sayıya göre belirlenir.

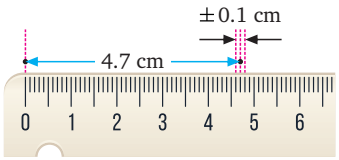
ÖRNEK 4: Aşağıdaki işlemleri anlamlı basamak kuralına göre yapınız:

$$12.11 + 18.0 + 1.013 =$$

$$254 - 8.63 =$$

Belirsizlik (Uncertainty)

İlk ele aldığımız örnek üzerinden ölçümlerdeki belirsizlik kavramını ele alalım.



Belirsizlik ve dört işlem

Toplama ve çıkarma

Kural: Toplama ve çıkarma işlemlerinde, belirsizlikler doğrudan toplanır.

Bu kuralı matematiksel olarak ifade edelim.

ÖRNEK 5: Bir telin iki parçasının uzunlukları aşağıdaki gibi ölçülmüştür:

$$L_1 = (12.4 \pm 0.1)\,\text{cm}, \quad L_2 = (8.3 \pm 0.1)\,\text{cm}.$$

Telin toplam uzunluğunu ve belirsizliğini bulunuz.

Çarpma ve bölme

Kural: Çarpma ve bölme işlemlerinde, göreli belirsizlikler toplanır ve sonuçtaki mutlak belirsizlik bu toplamdan hesaplanır. Bu kuralı matematiksel olarak ifade edelim.

> **NOT:** *Kesin sayı*larla çarpma yapılırken belirsizlik bu sayıyla doğrudan çarpılır.

ÖRNEK 6: Bir metal levhanın boyu ve genişliği aşağıdaki gibi ölçülmüştür:

$$L = (12.4 \pm 0.2)\,\text{cm}, \qquad W = (8.2 \pm 0.1)\,\text{cm}.$$

Levhanın alanını ve belirsizliğini bulunuz.

> **NOT:** Belirsizlik genellikle bir anlamlı basamakla yazılır. Sonuç ise belirsizlikle aynı basamağa yuvarlanır.

ÖRNEK 7: Bir metal bloğun kütlesi ve hacmi aşağıdaki gibi ölçülmüştür:

$$m = (24.5 \pm 0.2)\,\text{g}, \quad V = (3.2 \pm 0.1)\,\text{cm}^3.$$

Bloğun yoğunluğunu ve belirsizliğini bulunuz.

ertansinansahin.com

ÖRNEK 8: Aşağıdaki ölçümleri en uygun biçimde yeniden yazınız:

a. $v = 6.21385 \pm 0.0312$ m/s

b. $x = 2.6294 \times 10^3 \pm 2$ m

c. $m = 5.8189 \times 10^{-5} \pm 3 \times 10^{-7}$ kg

Boyut Analizi (Dimensional Analysis)

Bir niceliğin boyutunun ne anlama geldiğini tartışalım. Temel büyüklüklerin boyut sembollerini veren aşağıdaki tabloyu inceleyelim.

Nicelik	SI Birimi	Boyut Sembolü
Uzunluk	metre (m)	[L]
Kütle	kilogram (kg)	[M]
Zaman	saniye (s)	[T]
Elektrik akımı	amper (A)	[I]
Sıcaklık	kelvin (K)	[Θ]
Madde miktarı	mol (mol)	[N]
Işık şiddeti	kandela (cd)	[J]

Türetilmiş büyüklüklerden bazılarının boyutlarını inceleyelim.

Nicelik	SI Birimi	Boyut Sembolü
Alan	m^2	$[L^2]$
Hacim	m^3	$[L^3]$
Hız	m/s	$[L\ T^{-1}]$
Kuvvet	$N = kg{\cdot}m/s^2$	$[M\ L\ T^{-2}]$
Enerji (İş)	$J = N{\cdot}m$	$[M\ L^2\ T^{-2}]$
Güç	$W = J/s$	$[M\ L^2\ T^{-3}]$
Yoğunluk	kg/m^3	$[M\ L^{-3}]$
Elektrik yükü	$C = A{\cdot}s$	$[I\ T]$
Öz ısı	$J/(kg{\cdot}K)$	$[L^2\ T^{-2}\ \Theta^{-1}]$
Mol kütlesi	kg/mol	$[M\ N^{-1}]$
Aydınlanma şiddeti	$lx = lm/m^2$	$[J\ L^{-2}]$

Aşağıdaki denklemlerin tutarlılığını boyut analizi yöntemiyle inceleyelim.

- $v = v_0 + at$
- $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$
- $W = \Delta KE$
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
- $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$
- $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$
- $Q(t) = Q_0\, e^{-t/(RC)}$
- $\frac{d}{dt}\sin(\omega t) = \omega\cos(\omega t)$

ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1	a. 3 b. 4 c. 2 d. 4 e. 2, 3 veya 4 f. 5 g. 2 h. 2
2	$A = 6.0 \times 10^1$ cm^2
3	$\rho = 27$ kg/m^3
4	31.1 245
5	$L = (20.7 \pm 0.2)$ cm
6	$A = (102 \pm 3)$ cm^2
7	$\rho = (7.7 \pm 0.3)$ g/cm^3
8	a. $v = (6.21 \pm 0.03)$ m/s b. $x = (2629 \pm 2)$ m c. $m = (5.82 \pm 0.03) \times 10^{-5}$ kg

1. ÜNİTE
VEKTÖRLER

video izle

Vektörler ve Vektörlerin Toplanması

Skaler ve vektörel nicelikler arasındaki farkları örnekler üzerinden tartışalım.

NOT: Bir $\vec{A}$ vektörünün büyüklüğü $|\vec{A}|$ ya da A şeklinde gösterilebilir.

ÖRNEK 1: Vektörlerle ilgili aşağıda verilen eşitliklerden hangileri doğru olabilir?

I. $\vec{A} = 2$ m/s

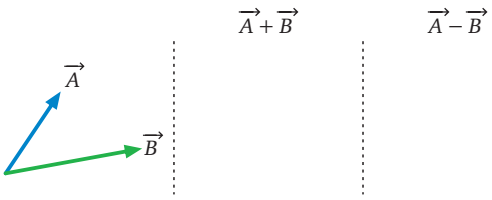
II. $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$

III. $K = \vec{L} + \vec{M}$

Vektörlerin toplanması ve çıkarılması

Vektörlerde toplama ve çıkarma işlemlerine neden ihtiyaç duyduğumuzu tartışalım.

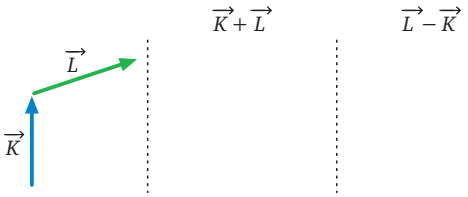
Şekilde verilen $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörlerinin toplanması ve çıkarılması işlemlerini yapalım.



NOT: Bir veya birden fazla vektörün toplanmasıyla **bileşke vektör** elde edilir.

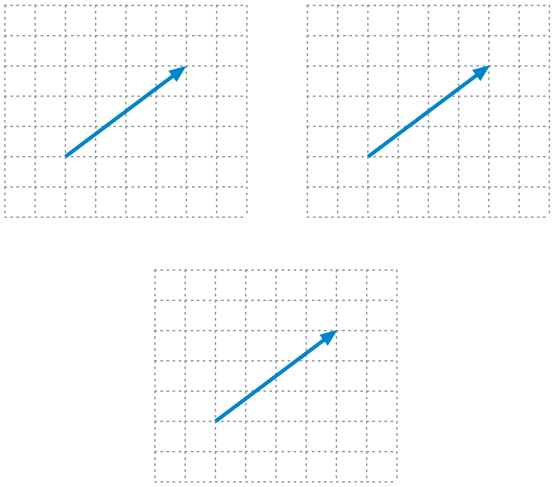
Sıra sende

1. Şekilde verilen $\vec{K}$ ve $\vec{L}$ vektörleri için istenen vektörleri bulunuz.

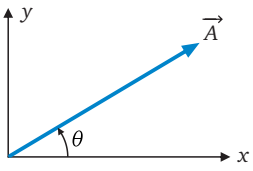


Vektörlerin Bileşenlerine Ayrılması

Aşağıda eş birim kareler üzerinde verilen vektörleri farklı koordinat sistemlerinde gösterelim. Vektörlerin bileşenlerini bulalım ve vektörleri bileşenleri cinsinden ifade edelim.

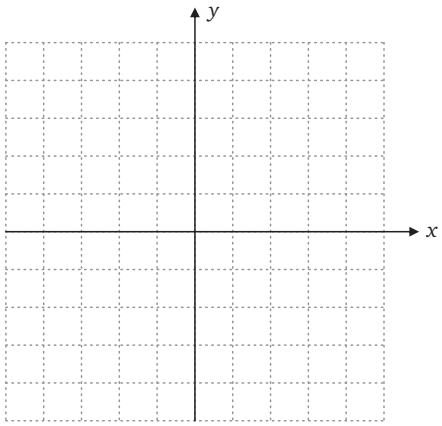


Kartezyen koordinat sistemi üzerinde gösterilen bir vektörün bileşenlerini bulalım ve vektörü bileşenleri cinsinden ifade edelim. Vektörün büyüklüğünü bileşenler cinsinden ifade edelim.



ertansinansahin.com

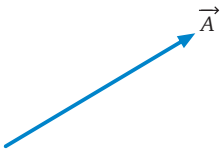
ÖRNEK 2: $\vec{A} = (3,2)$, $\vec{B} = (-2,2)$ ve $\vec{C} = (-1,-4)$ vektörlerini şekildeki koordinat sisteminde çiziniz.



Vektör bileşenleriyle işlem yapılması

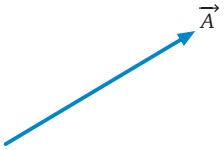
1. Bir vektörün büyüklüğünün ve yönünün bulunması

Bir vektörün büyüklüğünün ve yönünün nasıl bulunduğunu inceleyelim.



2. Bir vektörün bir skalerle çarpılması

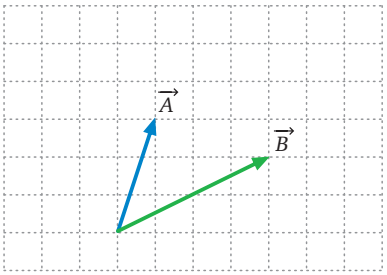
Bir vektörün bir skalerle çarpılmasını inceleyelim.



NOT: Bir vektörün sıfırdan farklı bir skalerle çarpılması bu vektörün doğrultusunu değiştirmez.

3. Vektörlerin toplanması

Vektörel toplamın nasıl yapıldığını inceleyelim.



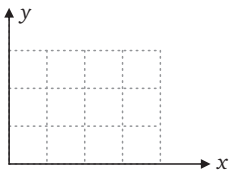
ertansinansahin.com

Sıra sende

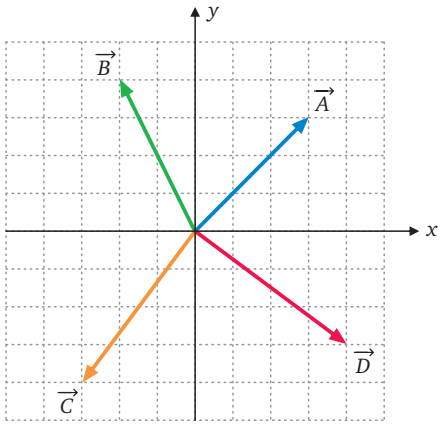
2. $\vec{A} = (1,-2)$ ve $\vec{B} = (3,1)$ olmak üzere $|\vec{A}|$, $2\vec{B}$, $\vec{A} + \vec{B}$ ve $2\vec{B} - \vec{A}$ niceliklerini bulunuz.

Birim Vektörler

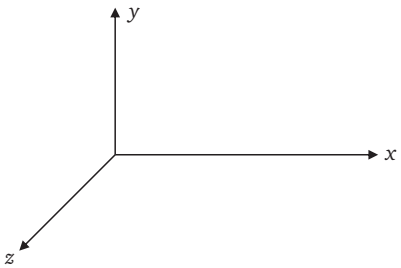
İki boyutta kartezyen koordinat sisteminin birim vektörlerini inceleyelim. Bu vektörleri bileşenleri cinsinden ifade edelim.



Eş birim karelerden oluşan şekildeki kartezyen koordinat sisteminde gösterilen $\overrightarrow{A}$, $\overrightarrow{B}$, $\overrightarrow{C}$, $\overrightarrow{D}$ vektörlerini birim vektörlerle ifade edelim.

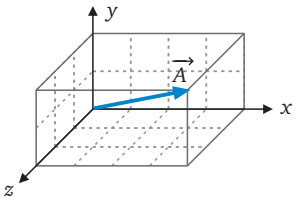


Üç boyutta kartezyen koordinat sisteminin birim vektörlerini inceleyelim. Bu vektörleri bileşenleri cinsinden ifade edelim.



NOT: Kartezyen koordinat sisteminde x, y ve z eksenleri yönündeki birim vektörler birçok kaynakta sırasıyla $\hat{\imath}$, $\hat{\jmath}$ ve $\hat{k}$ şeklinde gösterilir. Bu vektörler bazı kaynaklarda $\hat{x}$, $\hat{y}$ ve $\hat{z}$ şeklinde de gösterilebilir.

ÖRNEK 3: Eş birim karelerden oluşan şekildeki kartezyen koordinat sisteminde gösterilen $\overrightarrow{A}$ vektörünü birim vektörlerle ifade ediniz.



NOT: Herhangi bir $\overrightarrow{A}$ vektörü $\overrightarrow{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath} + A_z\hat{k}$ şeklinde ifade edilebilir.

ÖRNEK 4: $\overrightarrow{v_1} = (\hat{\imath} + \hat{\jmath} - 2\hat{k})$ m/s ve $\overrightarrow{v_2} = (-2\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} + 3\hat{k})$ m/s olmak üzere $2\overrightarrow{v_1} + \overrightarrow{v_2}$ vektörünü elde ediniz.

NOT: Fizikte vektörel nicelikler genellikle birimlerle belirtilir. Örneğin yerçekimi ivmesi $\overrightarrow{g} = -9,81\hat{\jmath}$ m/s^2 şeklinde ifade edilebilir.

Sıra sende

3. $\overrightarrow{M} = 2\hat{\imath} - \hat{\jmath} + 4\hat{k}$ olmak üzere $-\overrightarrow{M}$ ve $2\overrightarrow{M}$ vektörlerini bulunuz.

4. $\overrightarrow{F_1} = (\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} + 2\hat{k})$ N ve $\overrightarrow{F_2} = (-\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} - 2\hat{k})$ N olmak üzere $\overrightarrow{F_T} = \overrightarrow{F_1} - \overrightarrow{F_2}$ vektörünü bulunuz.

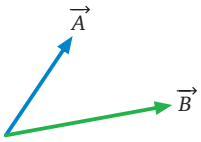
ertansinansahin.com

5. $\vec{A} = 3\hat{\imath} - 4\hat{\jmath} + 5\hat{k}$ olmak üzere $|\vec{A}|$ değerini bulunuz.

Vektörlerde Çarpma İşlemleri

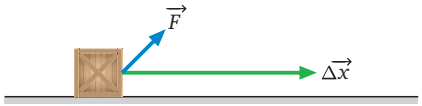
Skaler çarpım

Şekildeki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörleri için skaler çarpımın ne anlama geldiğini tartışalım ve skaler çarpımın tanımını yapalım.

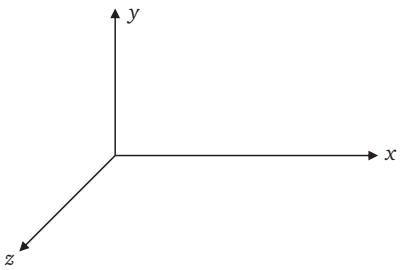


NOT: Skaler çarpımın diğer bir adı nokta çarpımıdır. $\vec{A} \cdot \vec{B}$ işlemi $\vec{A}\vec{B}$ şeklinde ifade edilemez. Herhangi iki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörü için $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$ olur.

Skaler çarpımın fizikteki karşılığını "yapılan iş" örneği üzerinden inceleyelim.



$\hat{\imath}$, $\hat{\jmath}$ ve $\hat{k}$ birim vektörlerinin birbirleriyle skaler çarpımlarını inceleyelim.



Herhangi iki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörü için birim vektörlerin skaler çarpımlarından faydalanarak $\vec{A} \cdot \vec{B}$ işleminin sonucunu yazalım.

ÖRNEK 5: $\vec{A} = 2\hat{\imath} - \hat{\jmath} + 2\hat{k}$ ve $\vec{B} = -\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} + 3\hat{k}$ olmak üzere $\vec{A} \cdot \vec{B}$ skaler çarpımını bulunuz.

ÖRNEK 6: Aşağıdaki skaler çarpım işlemlerini farklı şekillerde ifade ediniz.

I. $\vec{A} \cdot \vec{A} =$

II. $\vec{A} \cdot (k\vec{B}) =$

III. $\vec{A} \cdot (\vec{B} + \vec{C}) =$

NOT: İki vektörün skaler çarpımından yararlanarak vektörler arasındaki açıyı bulabiliriz.

ÖRNEK 7: $\vec{A} = \hat{\imath} + 2\hat{\jmath} + \hat{k}$ ve $\vec{B} = 2\hat{\imath} + \hat{\jmath} - \hat{k}$ olmak üzere $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörleri arasındaki açıyı bulunuz.

NOT: Sıfırdan farklı herhangi iki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörü için $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ ise bu vektörler birbirine diktir.

ertansinansahin.com

Sıra sende

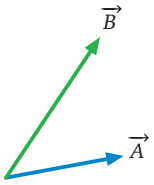
6. $\vec{A} = \hat{\imath} + \hat{\jmath} + 2\hat{k}$ ve $\vec{B} = -\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} - 2\hat{k}$ olmak üzere $\vec{A} \cdot \vec{B}$ skaler çarpımını bulunuz.

7. $\vec{M} = (\hat{\imath} - 2\hat{k})$ N ve $\vec{N} = (-2\hat{\jmath} - \hat{k})$ m olmak üzere $\vec{M} \cdot (2\vec{N})$ skaler çarpımını bulunuz.

8. $\vec{A} = \hat{\imath} - \hat{\jmath} + 2\hat{k}$ ve $\vec{B} = 2\hat{\imath} + \hat{\jmath} + \hat{k}$ vektörleri arasındaki açıyı bulunuz.

Vektörel çarpım

Şekildeki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörleri için vektörel çarpımın ne anlama geldiğini tartışalım ve vektörel çarpımın tanımını verelim.

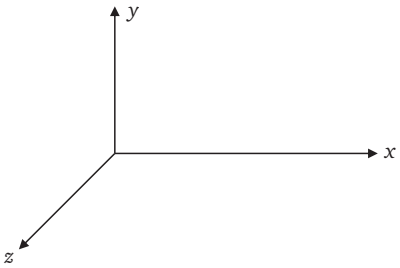


NOT: Herhangi iki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörü için $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$ olur.

Vektörel çarpımın fizikteki karşılığını "tork" örneği üzerinden inceleyelim.



$\hat{\imath}$, $\hat{\jmath}$ ve $\hat{k}$ birim vektörlerinin birbirleriyle vektörel çarpımlarını inceleyelim.



NOT: Yukarıda verilen koordinat sistemi sağ el kuralına uygun bir koordinat sistemidir. Bu koordinat sisteminin x, y ve z eksenleri çizilirken $\hat{\imath} \times \hat{\jmath} = \hat{k}$ eşitliğinden yararlanılır.

Herhangi iki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörü için birim vektörlerin vektörel çarpımlarından faydalanarak $\vec{A} \times \vec{B}$ işleminin sonucunu yazalım.

$\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörlerinin vektörel çarpımını bir de determinant işleminden yararlanarak ifade edelim.

ertansinansahin.com

ÖRNEK 8: Aşağıdaki vektörel çarpım işlemlerini farklı şekillerde ifade ediniz.

I. $\vec{A} \times \vec{A} =$

II. $\vec{A} \times (k\vec{B}) =$

III. $\vec{A} \times (\vec{B} + \vec{C}) =$

ÖRNEK 9: $\vec{A} = 2\hat{\imath} + \hat{\jmath} - \hat{k}$ ve $\vec{B} = -\hat{\imath} - \hat{\jmath} + 3\hat{k}$ olmak üzere $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ vektörünü bulunuz.

ÖRNEK 10: $\vec{M} = 2\hat{\imath} + \hat{\jmath} + \hat{k}$ ve $\vec{N} = 4\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} + 2\hat{k}$ olmak üzere $\vec{L} = \vec{M} \times \vec{N}$ vektörünü bulunuz.

NOT: Sıfır vektöründen farklı herhangi iki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörü için $\vec{A} \times \vec{B} = 0$ ise bu vektörler aynı doğrultudadır.

Sıra sende

9. $\vec{A} = \hat{\imath} + \hat{\jmath} + 2\hat{k}$ ve $\vec{B} = -\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} - 2\hat{k}$ olmak üzere $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ vektörünü bulunuz.

10. $\vec{M} = \hat{\imath} - 2\hat{k}$ ve $\vec{N} = -2\hat{\jmath} - \hat{k}$ olmak üzere;

I. $\vec{P} = \vec{M} \times \vec{N}$ vektörünü bulunuz.

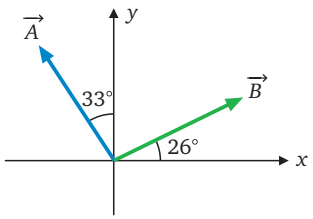
II. $\vec{P}$ vektörünün $\vec{M}$ ve $\vec{N}$ vektörlerine dik olduğunu gösteriniz. (İpucu: birbirine dik vektörlerin skaler çarpımı sıfırdır.)

ertansinansahin.com

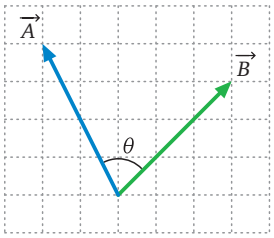
Vektörlerde Sayısal Problemler

NOT: Üniversite düzeyinde karşımıza çıkan problemlerde bazen hesap makinesi kullanmamız gerekir.

ÖRNEK 11: $A = 4$ N ve $B = 5$ N olmak üzere $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ vektörünü $\hat{\imath}$ ve $\hat{\jmath}$ birim vektörleri cinsinden yazalım.

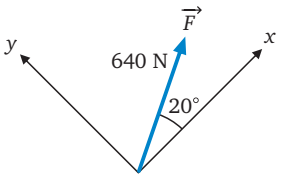


ÖRNEK 12: Şekildeki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörleri arasındaki açıyı bulunuz.

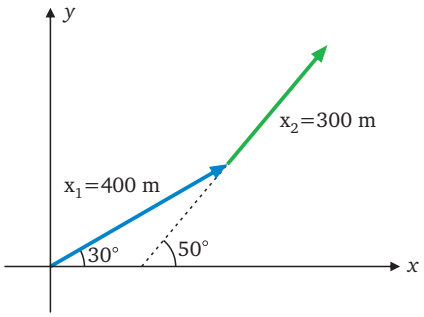


Sıra sende

11. Şekildeki $\vec{F}$ vektörünü $\hat{\imath}$ ve $\hat{\jmath}$ birim vektörleri cinsinden yazınız.



12. Bir aracın iki aşamada gerçekleştirdiği yer değiştirme şekildeki koordinat sisteminde gösterilmiştir. Buna göre cismin toplam yer değiştirmesi $\Delta\vec{x}$ nedir?



Alıştırmalar ve Problemler

1. $\vec{A}=(1,0,1)$ ve $\vec{B}=(1,-1,2)$ olmak üzere $|\vec{A}|$, $2\vec{B}$, $\vec{A}-\vec{B}$ ve $\vec{B}-2\vec{A}$ niceliklerini bulunuz.

2. $\vec{A}=-\hat{\imath}+4\hat{\jmath}+3\hat{k}$ ve $\vec{B}=2\hat{\imath}-2\hat{\jmath}-3\hat{k}$ olmak üzere;

I. $|\vec{A}|$

II. $|\vec{A}+\vec{B}|$

III. $-2\vec{A}$

IV. $\vec{A}-2\vec{B}$

niceliklerini bulunuz.

3. $\vec{A}=(2,3,1)$ ve $\vec{B}=(1,-1,a)$ vektörleri birbirine dik olduğuna göre a kaçtır?

4. $\vec{K}=2\hat{\imath}+\hat{\jmath}-\hat{k}$ ve $\vec{L}=2\hat{\imath}+\hat{\jmath}+3\hat{k}$ vektörleri arasındaki açı θ olduğuna göre $\cos\theta$ kaçtır?

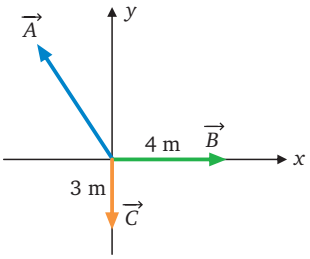
5. $\vec{A}=-\hat{\imath}+2\hat{\jmath}+2\hat{k}$ ve $\vec{B}=\hat{\imath}-2\hat{\jmath}$ olmak üzere;

I. $\vec{C}=\vec{A}\times\vec{B}$

II. $\vec{D}=\vec{B}\times\vec{A}$

vektörlerini bulunuz.

6. Şekilde gösterilen vektörler için $\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}=(\hat{\imath}+\hat{\jmath})$ m olduğuna göre $\vec{A}$ vektörünü bulunuz.



7. Bir parçacık $\vec{v_1}=(2\hat{\imath}-\hat{\jmath}-2\hat{k})$ m/s hızıyla hareket etmektedir. Bir süre sonra parçacığın hızı $\vec{v_2}=(-\hat{\imath}+\hat{\jmath}+\hat{k})$ m/s oluyor. Buna göre parçacığın hız değişim vektörü $\Delta\vec{v}$ nedir?

ertansinansahin.com

8. $\vec{A}$, $\vec{B}$ ve $\vec{C}$ vektörleriyle tanımlanan

I. $(\vec{A}+\vec{B})\cdot\vec{C}$

II. $(\vec{A}-\vec{B})\times\vec{C}$

III. $(\vec{A}\cdot\vec{B})\times\vec{C}$

IV. $(\vec{A}\times\vec{B})\times\vec{C}$

işlemlerinden hangileri matematiksel olarak tanımlıdır.

9. $\vec{A}=\hat{\imath}-\hat{\jmath}+2\hat{k}$ ve $\vec{B}=3\hat{\imath}-\hat{\jmath}-2\hat{k}$ olmak üzere $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörlerinin birbirine dik olduğunu vektörel çarpımı kullanarak gösteriniz.

10. $\vec{F}=\hat{\imath}+\hat{\jmath}+\hat{k}$ vektörünün x ekseni ile arasındaki açının kosinüsü kaçtır? (İpucu: x ekseniyle aynı yöndeki birim vektörden yararlanılabilir.)

11. $\vec{a}=\hat{\imath}-\hat{\jmath}+2\hat{k}$ vektörüyle aynı yöndeki birim vektörü bulunuz.

12. Herhangi bir $\vec{A}$ vektörü için;

I. $\vec{A}\cdot\vec{A}=A^2$

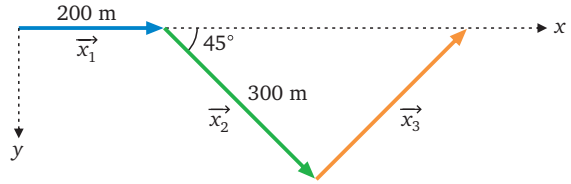
II. $\vec{A}\times\vec{A}=0$

eşitliklerini gösteriniz.

13. Herhangi iki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörü için $\vec{A}\cdot(\vec{A}\times\vec{B})=0$ eşitliğini gösteriniz.

14. Bir cisim xy düzleminde $\vec{v}$ hızıyla hareket etmektedir. $v=50$ m/s ve $v_x=-30$ m/s olduğuna göre v_y hangi değerleri alabilir?

15. Bir hareketlinin üç aşamada gerçekleştirdiği yer değiştirmeler şekilde gösterilmiştir. Hareketlinin 700 m yer değiştirdiği bilindiğine göre $\vec{x_3}$ vektörünü bulunuz.

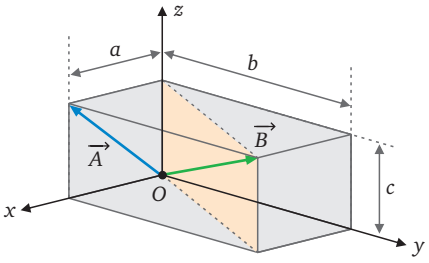


ertansinansahin.com

16. Şekildeki dik koordinat sisteminde $\overrightarrow{A}$ ve $\overrightarrow{B}$ vektörleri gösterilmiştir. Bu vektörler için aşağıdaki çarpımları bulunuz.

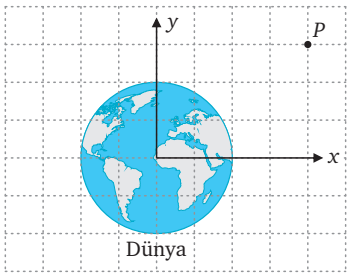
I. $\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B}$

II. $\overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B}$

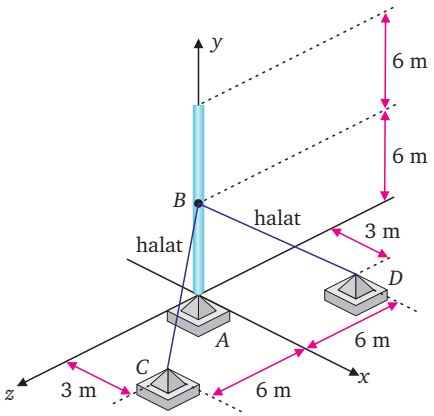


17. Bir parçacığın belirli bir andaki konumu $\overrightarrow{r} = 2\hat{\imath}$ m ve momentumu $\overrightarrow{p} = 15\hat{\jmath}$ N · s olarak veriliyor. Cismin orijine göre açısal momentumu $\overrightarrow{L} = \overrightarrow{r} \times \overrightarrow{p}$ olduğuna göre $\overrightarrow{L}$ vektörünü bulunuz.

18. Eş birim kareler üzerinde verilen P noktasından Dünya'nın merkezine doğru olan birim vektörü bulunuz.



19. Şekilde bir direğin devrilmesini engellemek amacıyla kullanılan ve B noktasına bağlanmış iki halat verilmiştir. Bu iki halat arasında kalan dar açının ölçüsü kaç derecedir? (İpucu: [BD] ve [BC] doğru parçalarıyla aynı doğrultuda vektörler tanımlanıp bu iki vektörün arasındaki açı bulunabilir.)



ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1	Yalnız II
2	Videoya gidiniz.
3	$\vec{A} = 4.0\hat{\imath} + 2.0\hat{\jmath} + 3.0\hat{k}$
4	$2\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = -1.0\hat{k}$ m/s
5	$\vec{A} \cdot \vec{B} = 6.0$
6	I. A^2 II. $k(\vec{A} \cdot \vec{B})$ III. $\vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \vec{C}$
7	$\theta = 60°$
8	I. $\vec{0}$ II. $k(\vec{A} \times \vec{B})$ III. $(\vec{A} \times \vec{B}) + (\vec{A} \times \vec{C})$

9	$\vec{C} = 2.0\hat{\imath} - 5.0\hat{\jmath} - 1.0\hat{k}$
10	$\vec{L} = 0$
11	$\vec{C} = (2.32\hat{\imath} + 5.55\hat{\jmath})$ N
12	$\theta \approx 71.6°$

Sıra sende soruları

1	Videoya gidiniz.
2	$\lvert\overrightarrow{A}\rvert = \sqrt{5}$ $2\overrightarrow{B} = (6, 2)$ $\overrightarrow{A} + \overrightarrow{B} = (4, -1)$ $2\overrightarrow{B} - \overrightarrow{A} = (5, 4)$
3	$-\overrightarrow{M} = -2\hat{\imath} + \hat{\jmath} - 4\hat{k}$ $2\overrightarrow{M} = 4\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} + 8\hat{k}$
4	$\overrightarrow{F_T} = (2\hat{\imath} + 4\hat{k})$ N
5	$\lvert\overrightarrow{A}\rvert = 5\sqrt{2}$
6	$\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} = -7$
7	$\overrightarrow{M} \cdot (2\overrightarrow{N}) = 4$ Nm
8	$\theta = 60°$
9	$\overrightarrow{C} = 2\hat{\imath} - \hat{k}$
10	$\overrightarrow{P} = -4\hat{\imath} + \hat{\jmath} - 2\hat{k}$ Videoya gidiniz.
11	$\overrightarrow{F} = (601.4\hat{\imath} + 218.9\hat{\jmath})$ N
12	$\Delta\overrightarrow{x} = (539.2\hat{\imath} + 429.8\hat{\jmath})$ m

Alıştırmalar ve problemler

1	$\lvert\overrightarrow{A}\rvert = \sqrt{2}$ $2\overrightarrow{B} = (2, -2, 4)$ $\overrightarrow{A} - \overrightarrow{B} = (0, 1, -1)$ $\overrightarrow{B} - 2\overrightarrow{A} = (-1, -1, 0)$
2	$\lvert\overrightarrow{A}\rvert = \sqrt{26}$ $\lvert\overrightarrow{A} + \overrightarrow{B}\rvert = \sqrt{5}$ $-2\overrightarrow{A} = 2\hat{\imath} - 8\hat{\jmath} - 6\hat{k}$ $\overrightarrow{A} - 2\overrightarrow{B} = -5\hat{\imath} + 8\hat{\jmath} + 9\hat{k}$
3	$a = 1$
4	$\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{21}}$
5	$\overrightarrow{C} = 4\hat{\imath} + 2\hat{\jmath}$ $\overrightarrow{D} = -4\hat{\imath} - 2\hat{\jmath}$
6	$\overrightarrow{A} = -3\hat{\imath} + 4\hat{\jmath}$
7	$\Delta\overrightarrow{v} = (-3\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} + 3\hat{k})$ m/s
8	I, II ve IV
9	Videoya gidiniz.
10	$\cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$
11	$\hat{a} = \frac{1}{\sqrt{6}}(\hat{\imath} - \hat{\jmath} + 2\hat{k})$
12	Videoya gidiniz. Videoya gidiniz.
13	Videoya gidiniz.
14	$v_y = \pm 40$ m/s
15	$\overrightarrow{x_3} = (287.87\hat{\imath} - 212.13\hat{\jmath})$ m
16	$\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} = a^2 + c^2$ $\overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} = -bc\hat{\imath} + ab\hat{k}$
17	$\overrightarrow{L} = 30\hat{k}$ N · m · s
18	$\hat{u} = -\frac{4}{5}\hat{\imath} - \frac{3}{5}\hat{\jmath}$
19	$\theta = 83.62°$

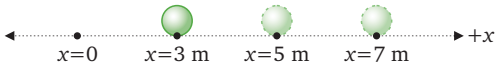
ertansinansahin.com

2. ÜNİTE
BİR BOYUTTA HAREKET

video izle

Konum, Yer Değiştirme ve Ortalama Hız

Bir cisim şekilde gösterilen eksen üzerinden $x = 3$ m noktasından başlayarak önce $x = 7$ m noktasına ardından $x = 5$ m noktasına getiriliyor. Cismin hareketinden yararlanarak konum, yer değiştirme ve alınan yol kavramlarını tartışalım.

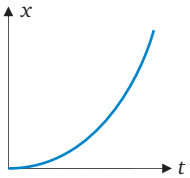


Bir boyuttaki hareketler için konum, yer değiştirme ve alınan yol kavramlarını tanımlayalım.

Bir boyuttaki hareketler için ortalama hız ve ortalama sürat kavramlarını tanımlayalım.

NOT: Bir boyutta harekette alınan yol ve ortalama sürat her zaman yer değiştirme ve ortalama hız vektörlerinin büyüklüklerine eşit olmayabilir.

Durgun halden harekete geçen bir hareketlinin konum - zaman grafiğinden yararlanarak belirli bir zaman aralığındaki ortalama hızını elde edelim.



ÖRNEK 1: Şekildeki cisim $t = 0$ anında $x = 3$ m konumunda, $t = 2$ s anında $x = 7$ m konumunda ve $t = 4$ s anında $x = 5$ m konumunda bulunmaktadır. $0 - 2$ s, $2 - 4$ s ve $0 - 4$ s zaman aralıkları için;

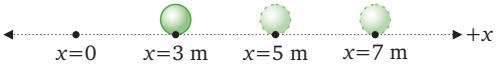
a. cismin yer değiştirmelerini,

b. cismin aldığı yolları,

c. cismin ortalama hızlarını,

d. cismin ortalama sürat değerlerini

bulalım.



ÖRNEK 2: Şekilde bir boyutta hareket eden bir cisme ait konum - zaman grafiği verilmiştir. Cisim için $0 - 3$ s zaman aralığında,

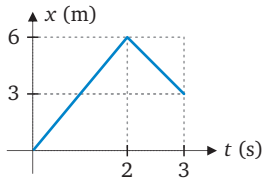
a. yer değiştirme miktarını,

b. aldığı yolu,

c. ortalama hızın büyüklüğünü,

d. ortalama süratin büyüklüğünü

bulalım.



ertansinansahin.com

Sıra sende

1. Selin, bir parkta kuzey-güney istikametinde uzanmakta olan doğrusal bir pistte yürümeye başlıyor. Yürümeye başladığı andan itibaren 5 dakika boyunca kuzey yönünde 300 metre yürüyor. Ardından geri dönerek 10 dakika boyunca güney yönünde 600 metre yürüyor. Buna göre Selin'in 15 dakikalık yürüyüşünde;

a. aldığı yolu,

b. yer değiştirmesini,

c. ortalama süratini,

d. ortalama hızını

bulunuz.

2. Bir araç doğu-batı istikametinde uzanan bir yolda bir boyutta hareket etmektedir. Araç A noktasından başlayarak B noktasına kadar sabit 72 km/h'lik bir hızla hareket ediyor. Ardından B noktasından 54 km/h'lik sabit bir hızla batı yönünde harekete başlayarak 10 saniye sonra C noktasına varıyor. Buna göre aracın A-B-C yolundaki;

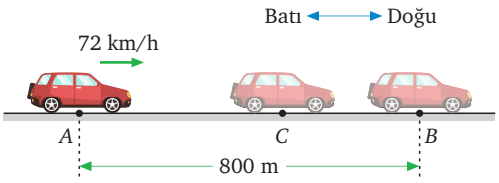
a. yer değiştirmesini,

b. aldığı yolu,

c. ortalama süratini

d. ortalama hızını

bulunuz.



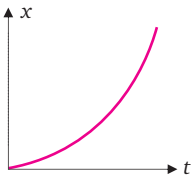
ertansinansahin.com

Anlık Hız ve Anlık Sürat

Belirli bir zaman aralığında A durağından B durağına bir boyutta seyahat eden bir otobüsün hareketinden yararlanarak anlık hızın ne olduğunu tartışalım.



Şekildeki konum - zaman grafiğinden yararlanarak anlık hızın nasıl elde edileceğini inceleyelim.



Anlık hızın x-bileşenini türev kullanarak tanımlayalım.

ÖRNEK 3: Bir oyuncak aracın zamana bağlı konum denklemi $x(t) = 15\text{ cm} + \left(10\text{ cm/s}^2\right) t^2$ olarak veriliyor.

a. Aracın $t = 0$ ve $t = 2$ s anlarındaki konumlarını bulalım.

b. Aracın $t = 0$ ve $t = 2$ s aralığındaki yer değiştirmesini bulalım.

c. Aracın $t = 0$ ve $t = 2$ s aralığındaki ortalama hızını bulalım.

d. Aracın hızını zamana bağlı bir fonksiyon olarak elde edelim.

e. Aracın $t = 0$ ve $t = 2$ s anlarındaki hızlarını bulalım.

f. Aracın hızının zamana bağlı grafiğini çizelim.

Sıra sende

3. Bir parçacık $y(t) = 30\text{ m} - (6.0\text{ m/s})\,t - \left(1.0\text{ m/s}^2\right) t^2$ konum fonksiyonuna göre hareket etmektedir. Buna göre parçacığın;

a. $t = 0$ ve $t = 9$ s anlarındaki konumlarını,

b. $0 - 9$ s aralığındaki ortalama hızını,

c. $0 - 9$ s aralığındaki ortalama süratini,

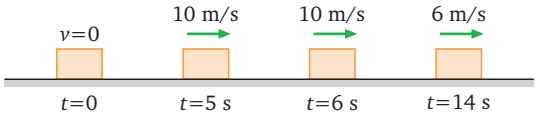
d. $t = 4$ s anıdanki hızını

bulalım.

ertansinansahin.com

İvme

İvmenin fiziksel anlamda ne olduğunu şekildeki aracın hareketinden yararlanarak tartışalım.



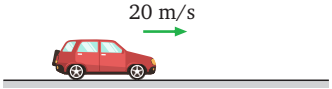
Ortalama ivme

Ortalama ivmenin x-bileşenini tanımlayalım.

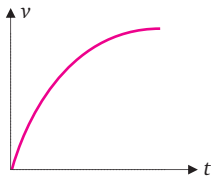
Yukarıda verilen hareketlinin hareketi için $0 - 5$ s, $5 - 6$ s, $6 - 14$ s ve $0 - 14$ s zaman aralıkları için ortalama ivmeyi hesaplayalım.

Anlık ivme

Şekildeki araç 20 m/s'lik bir hızla hareket ederken, şoför önce ayağını gazdan çekiyor, bir süre sonra da frene basıyor. Bu aracın hareketinden yararlanarak anlık ivmenin ne olduğunu tartışalım.



Şekildeki hız - zaman grafiğinden yararlanarak anlık ivmenin nasıl elde edilebileceğini inceleyelim.



Anlık ivmenin x-bileşenini türev kullanarak tanımlayalım. Anlık ivmenin konumdan nasıl elde edildiğini inceleyelim.

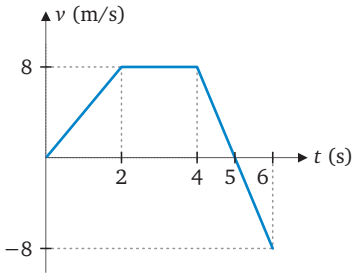
ÖRNEK 4: Şekilde bir cismin hız - zaman grafiği verilmiştir. Cismin;

a. 0 — 2 s aralığında,

b. 2 — 4 s aralığında,

c. 4 — 5 s aralığında,

d. 5 — 6 s aralığında



ÖRNEK 5: Bir boyutta hareket eden bir parçacığın zamana bağlı hız denklemi $v(t) = -3\ \text{m/s} + \left(2\ \text{m/s}^3\right) t^2$ olarak veriliyor.

a. Aracın $t = 1$ s ve $t = 3$ s anlarındaki hızlarını bulalım.

b. Aracın $t = 1$ s ve $t = 3$ s aralığındaki hız değişimini bulalım.

c. Aracın $t = 1$ s ve $t = 3$ s aralığındaki ortalama ivmesini bulalım.

d. Aracın ivmesini zamana bağlı bir fonksiyon olarak elde edelim.

e. Aracın $t = 1$ s ve $t = 3$ s anlarındaki ivmelerini bulalım.

f. Aracın ivmesinin zamana bağlı grafiğini çizelim.

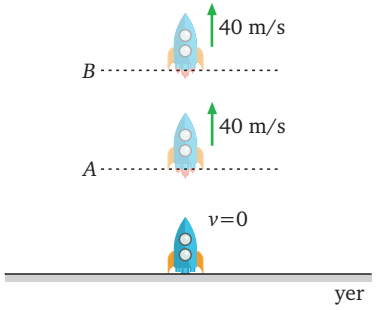
ertansinansahin.com

Sıra sende

4. Bir grup öğrencinin proje dersinde hazırladığı şekildeki roket prototipi yer seviyesindeyken durgun halden harekete başlıyor ve sürekli düşey hareket ediyor. Roket, sabit bir ivmeyle A seviyesine kadar 5 saniyede ulaşıyor ve bu seviyedeki sürati 40 m/s oluyor. A seviyesinden sonra 40 m/s'lik hızını değiştirmeden 5 saniye daha hareket ederek B seviyesine ulaşıyor. Buna göre roketin;

a. ilk 5 saniyedeki ortalama ivmesini,

b. 10 saniyelik hareketindeki ortalama ivmesini



5. Bir boyutta hareket eden bir aracın hızının zamana bağlı denklemi $v(t) = 3.5\ \text{m/s} + \left(0.70\ \text{m/s}^3\right) t^2$ olarak veriliyor. Bu denklemin belirli bir zaman aralığında geçerli olduğu biliniyor. Bu zaman aralığı için;

a. aracın ivmesinin zamana bağlı denklemini,

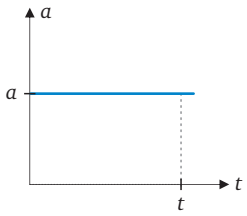
b. aracın $t = 3.0$ s anındaki süratini ve ivmesini,

c. aracın süratinin 21 m/s olduğundaki ivmesini

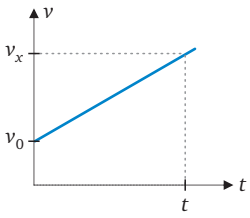
bulunuz.

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

İvmemin tanımından yararlanarak ivme-zaman grafiği verilen hareketli için t süredeki hız değişimini bulalım. Ardından hareketlinin hızının zamana bağlı denklemini elde edelim.



Aynı hareketlinin hız-zaman grafiğinden yararlanarak hareketlinin ortalama hızını v_0, a ve t cinsinden elde edelim. Daha sonra bunu kullanarak hareketlinin t süredeki yer değiştirmesini ve ardından konumunun zamana bağlı denklemini elde edelim.



Konumun ve hızın zamana bağlı denkleminden yararlanarak zaman içermeyen kinematik denklemini elde edelim.

ertansinansahin.com

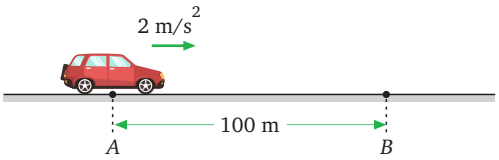
ÖRNEK 6: Şekildeki araç doğrusal bir pistte tek yönde hareket etmektedir. Başlangıçta durgun olan araç 2 m/s^2'lik sabit bir ivmeyle hızlanarak bir süre sonra 100 metre ilerideki B noktasına ulaşıyor. Araç noktasal kabul edilirse,

a. Aracın B noktasına ulaşması kaç saniye sürer?

b. Araç B noktasında ulaştığında sürati kaç m/s olur?

c. Araç A noktasından itibaren 5 s sonra kaç metre ileride olur?

d. Aracın 5 saniye sonundaki sürati kaç m/s olur?



ÖRNEK 7: Şekildeki motosiklet doğrusal bir yolda hareket etmekte olup A noktasından 54 km/h'lik bir hızla ilerkerlen bu noktadan itibaren 5 s boyunca 2 m/s^2'lik bir ivmeyle hızlanarak B noktasına varıyor. Ardından, B noktasından itibaren sabit bir hızla 10 s ilerleyerek C noktasına ulaşıyor. Motosikleti kullanan kişi C noktasında trafik ışığını fark ederek frene basıyor ve sabit bir ivme ile yavaşlamaya başlıyor.

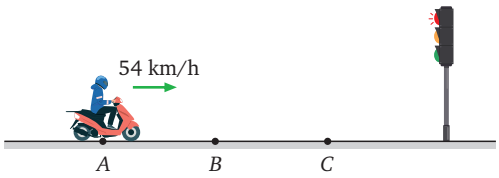
a. A ile B noktaları arasındaki mesafe kaç metredir?

b. Motosikletin B noktasındaki sürati kaçtır?

c. B ve C noktaları arasındaki mesafe kaç metredir?

d. C noktası ile trafik ışığı arasındaki mesafe 125 m olduğuna göre motosikletin trafik ışığına gelmeden durabilmesi için gereken minimum ivme kaçtır?

e. Minimum ivme durumunda motosikletin C noktasından trafik ışığına varması için geçen süre ne olur?



ertansinansahin.com

ÖRNEK 8: Şekildeki cisimlerden X sabit biz hızla Y cismine doğru ilerliyor. Cisimlerin arasındaki mesafe 48 m olduğunda Y cismi durgun halden 4 m/s^2'lik sabit bir ivmeyle X cismine doğru hareket etmeye başlıyor.

a. Cisimler kaç saniye sonra karşılaşır?

b. Karşılaştıklarında Y cisminin sürati kaç m/s olur?



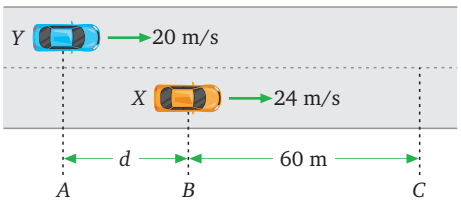
Sıra sende

6. Şekildeki X ve Y cisimleri bir boyutta ve birbirlerine paralel olarak şekilde, bir yolun iki farklı şeridinde hareket etmektedir. X aracı sabit 24 m/s'lik bir hızla hareket ederken, Y aracı 20 m/s'lik bir hızla hareket ettiği A hizasından itibaren sabit 6 m/s^2'lik bir ivmeyle hızlanmaya başlıyor ve Y'yi C hizasında yakalıyor. Araçların boyutları önemsiz olduğuna göre,

a. Y aracının X aracını kaç saniye sonra yakalar?

b. d mesafesi kaç metredir?

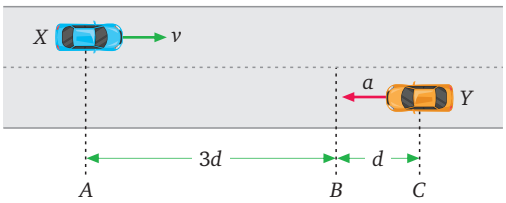
c. Y aracının X aracını yakaladığında sürati ne olur?



7. Şekildeki X ve Y araçları bir boyutta ve birbirlerine paralel olarak şekilde, bir yolun iki farklı şeridinde hareket etmektedir. X aracı A hizasından v büyüklüğündeki sabit bir hızla Y'ye doğru harekete başladığı anda Y aracı da durgun halden a büyüklüğünde bir ivme ile C hizasından X'e doğru hareket etmeye başlıyor. Araçlar t kadarlık bir sürede B hizasında karşılaşıyor.

a. a'yı; v ve d türünden bulunuz.

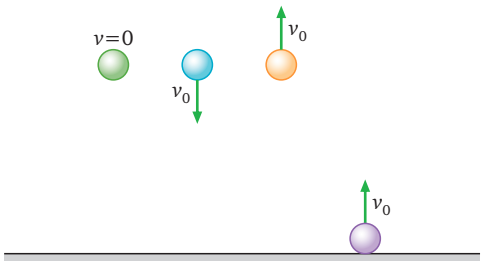
b. Araçlar karşılaştıkları anda Y aracının sürati kaç v olur?



ertansinansahin.com

Serbest Düşme Hareketi

Şekildeki noktasal cisimlerin hareketini inceleyelim.



Serbest düşme hareketin gerçekleşmesi için gerekli olan koşulları inceleyip bu hareketi tanımlayalım.

Serbest düşme hareketi için kinematik denklemlerini yazalım.

ÖRNEK 9: Şekildeki ağaçtaki bir meyve, ağacın dalında yerden 30 m yükseklikte bulunmaktadır. Meyve dalından koparak yere doğru düşmeye başlıyor. Sürtünmeler önemsenmediğine göre aşağıdaki soruları yanıtlayalım.

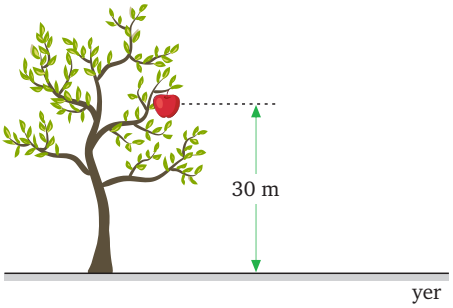
a. Meyvenin yere düşmesi kaç saniye sürer?

b. Meyvenin 1.5 s sonra yerden yüksekliği kaç m'dir?

c. Meyvenin 1.5 s sonraki sürati kaç m/s'dir?

d. Meyve'nin yerden yüksekliği 20 m olduğundaki sürati kaç m/s'dir?

e. Meyve 1 s — 2 s zaman aralığında kaç metre düşer?



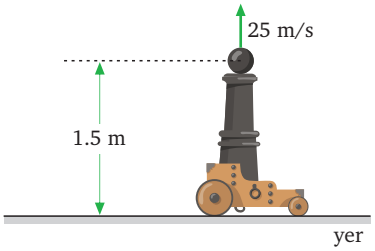
ÖRNEK 10: Şekildeki top bir mermiyi düşey yukarı yönde 25 m/s'lik bir hızla ateşliyor. Ortamdaki hava sürtünmesi ihmal edildiğine göre aşağıdaki soruları yanıtlayalım.

a. Merminin çıkabileceği maksimum yükseklik kaç m'dir?

b. Mermi maksimum yüksekliğe kaç saniyede ulaşır?

c. Merminin 3.5 s sonunda yerden yüksekliği kaç m olur?

d. Merminin yere çarpma sürati kaç m/s'dir?



ertansinansahin.com

Sıra sende

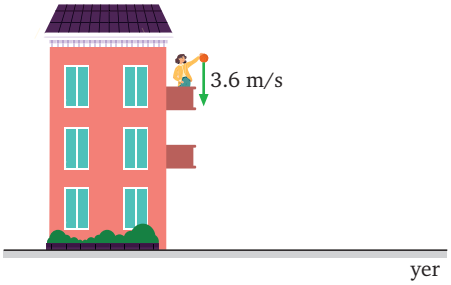
8. Şekildeki binanın balkonunda bulunan çocuk 3.6 m/s'lik bir süratle elindeki boyutları önemsiz topu düşey aşağı yönde fırlatıyor. Hava sürtünmesinin önemsiz olduğu ortamda, top 2.8 s sonra yere çarpıyor. Buna göre,

a. Topun fırlatıldığı anda yerden yüksekliği nedir?

b. Topun yere çarpma sürati nedir?

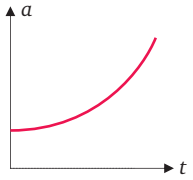
c. Top fırlatıldığı andan itibaren 15 m düştüğünde sürati ne olur?

d. Top fırlatıldığı andan itibaren 15 m düşünceye kadar geçen süre nedir?

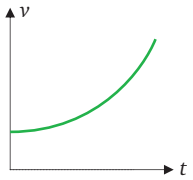


İntegral ile Hız ve Konum Elde Etme

Bir cismin ivme-zaman grafiğini kullanarak cismin belirli bir andaki hızını nasıl elde edeceğimizi tartışalım.



Bir cismin hız-zaman grafiğini kullanarak cismin belirli bir andaki konumunu nasıl elde edeceğimizi tartışalım.



Başlangıç konumu x_0, ilk hızı v_0 olan ve a_0'lık sabit bir ivmeyle hareket eden bir hareketlinin kinematik denklemlerini elde edelim.

ertansinansahin.com

ÖRNEK 11: Başlangıçta durgun bir roket yerden dikey doğrultuda harekete başlıyor. İlk 8.0 s boyunca roketin düşey ivmesi $a_y(t) = \left(3.0\ \text{m/s}^3\right) t$ şeklindedir. $+y$ yukarı yönü göstermektedir.

a. $t = 8.0$ s anında roketin yerden yüksekliğini bulunuz.

b. Roket yerden 108 m yüksekteyken roketin hızını bulunuz.

Sıra sende

9. Bir arabanın x doğrultusundaki ivmesi $a_x(t) = At - Bt^2$ şeklindedir. Burada $A = 3.0\ \text{m/s}^3$ ve $B = 0.25\ \text{m/s}^4$ değerindedir. Araba $t = 0$ anında orijinde ve durgundur.

a. Araba için konum $x(t)$ ve hız $v_x(t)$ fonksiyonlarını bulunuz.

b. Arabanın ulaştığı maksimum hızın büyüklüğünü ve bu hıza ulaştığı zamanı bulunuz.

ertansinansahin.com

Alıştırmalar ve Problemler

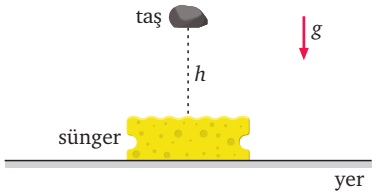
1. Şekildeki taş sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda süngerin üst tarafından h kadarlık bir mesafeden serbest bırakılıyor. Taş, serbest bırakıldıktan sonra süngere çarpıyor ve süngeri $h/3$ kadar itip duruyor. Taşın serbest bırakılmasından süngere çarptığı ana geçen süre t_1 ve taşın süngere çarptıktan durmasına kadar geçen süre t_2'dir. Taşın süngerle teması sırasında sabit ivmeli olduğu varsayılırsa,

a. taşın süngere çarpma sürati,

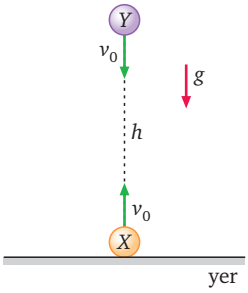
b. sünger tarafından durdurulurken taşın ivme büyüklüğü,

c. t_1/t_2 oranı

değerlerini verilenler ve yerçekimi ivmesi türünden bulunuz.



2. Şekildeki X ve Y noktasal cisimleri arasındaki mesafe h kadardır. Cisimler hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda v_0 süratleriyle düşey olarak birbirlerine doğru fırlatılıyor. Cisimlerin çarpışma süresini verilenler türünden bulunuz.



3. Bir parçacığın zamana bağlı konum fonksiyonu $y(t) = \left(6.0\ \text{m/s}^2\right) t^2 - \left(1.0\ \text{m/s}^3\right) t^3$ olarak veriliyor. Buna göre;

a. parçacığın durgun olduğu anları,

b. y'nin alabileceği maksimum değeri,

c. parçacığın ivmesinin sıfır olduğu anı,

d. parçacığın hızının alabileceği en büyük değeri

bulunuz.

4. $t = 0$ anında harekete başlayan ve bir boyutta hareket eden iki parçacığın zamana bağlı konum fonksiyonları $x_1(t) = 5.0\ \text{m} - \left(1.0\ \text{m/s}^2\right) t^2$ ve $x_2(t) = (2.1\ \text{m/s})\, t + \left(1.5\ \text{m/s}^2\right) t^2$ olarak veriliyor. Buna göre parçacıklar,

a. Hangi anda aynı konumda olurlar?

b. Aynı konumda olduklarındaki konum değeri nedir?

c. Bu iki parçacığın hızları herhangi bir anda eşit olabilir mi?

ertansinansahin.com

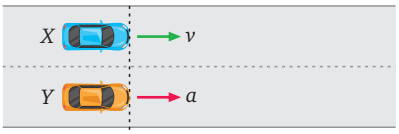
5. Şekildeki araçlardan X, sabit v büyüklüğündeki bir hızla bir boyutta hareket ediyor. X, Y'nin hizasına geldiğinde Y aracı durgun halden a büyüklüğündeki sabit bir ivme ile harekete başlıyor. Araçlar aynı hizada oldukları ilk andan t süre sonra tekrar aynı hizaya geliyorlar. Buna göre,

a. a ivmesini v ve t cinsinden,

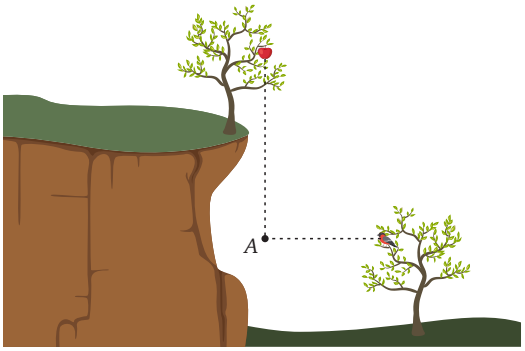
b. Y'nin ortalama süratini v cinsinden,

c. araçlar tekrar yan yana geldiği anda Y'nin süratini,

bulunuz.



6. Şekildeki kayalık üzerinde büyümüş ağaç üzerindeki meyve dalından koparak düşmeye başlıyor. Meyve düşmeye başladığı anda yerdeki bir ağaç üzerinde bulunan bir kuş meyveyi yakalamak üzere yatay olarak $a = 2.5\ \text{m/s}^2$'lik sabit bir ivmeyle uçmaya başlıyor ve meyveyi A noktasında yakalıyor. A noktasının meyvenin ilk bulunduğu konuma olan uzaklığı 40 m olduğuna göre kuşun A noktasına olan uzaklığı kaç metredir?



7. Yerde durmakta olan bir drononun belirli bir yükseltiye kadarki konum fonksiyonu $y(t) = \left(0.8\ \text{m/s}^2\right) t^2$ olarak veriliyor. $+y$ ekseni düşey yukarı ekseni göstermekte olup dron $t = 0$ s anında yer seviyesindedir. Buna göre,

a. Dronun $t = 1$ s anındaki konumunu bulunuz.

b. Dronun $t = 2$ s anındaki konumunu bulunuz.

c. Dronun $0 - 2$ s zaman aralığındaki ortalama süratini bulunuz.

d. Dronun 2 s anındaki süratini bulunuz.

e. 2 s anında dron üzerinden çok küçük bir parçacık drona göre durgun bir halde serbest kalırsa bu parçacığın yere çarpma sürati ne olur?

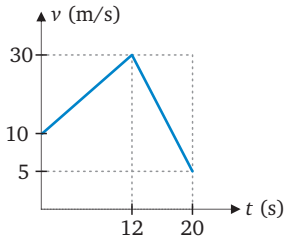
8. Şekilde bir boyutta hareket eden bir aracın hızının zamana bağlı grafiği verilmiştir. Grafiğe göre,

a. Aracın $t = 10$ s ve $t = 15$ s anlarındaki ivmeleri nedir?

b. Araç $t = 0$ s anında $x = 40$ m konumunda olduğuna göre aracın $t = 12$ s anındaki konumu nedir?

c. Aracın $0 - 20$ s aralığındaki yer değiştirmesi nedir?

d. Aracın $0 - 20$ s aralığındaki ortalama sürati nedir?



ertansinansahin.com

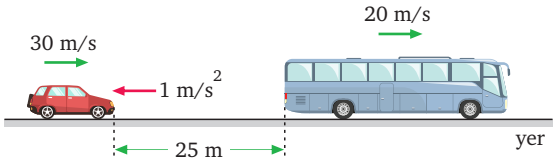
9. Şekildeki otomobil ve otobüs bir boyutta ve aynı doğrultuda hareket etmektedir. Sisli bir ortamda, otobüs 20 m/s'lik sabit bir hızla ilerlerken otomobil 30 m/s'lik sabit bir süratle ilerliyor. Otomobilin şoförü otobüse 25 m mesafe kaldığında frene basıyor ve 1.0 m/s^2'lik sabit bir ivmeyle yavaşlıyor. Buna göre,

a. Otomobil yavaşlamaya başladıktan kaç saniye sonra otobüse çarpar?

b. Otomobil, yavaşlamaya başladığı andan otobüse çarptığı ana kadar kaç metre yol alır?

c. Otomobilin otobüse çarpma sürati nedir?

d. Otomobil 1.0 m/s^2'lik ivmeyle yavaşladığında otobüse çarpmaması için aralarındaki minimum mesafe ne olmalıdır?

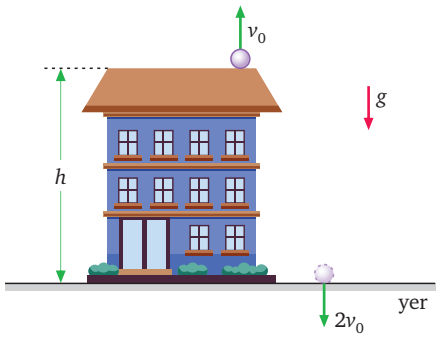


10. Şekildeki binanın üst kısmından v_0 süratiyle düşey olarak yukarı doğru fırlatılan noktasal bir cisim yere $2v_0$ süratiyle çarpıyor. Ortamdaki hava sürtünmesi önemsizdir.

a. Bina yüksekliği h'yi v_0 ve g türünden bulunuz.

b. Cisim atıldığı konuma göre kaç h yukarıya çıkar?

c. Cisim atıldığı andan maksimum yüksekliğine t sürede çıkıyorsa cismin toplam uçuş süresi nedir?

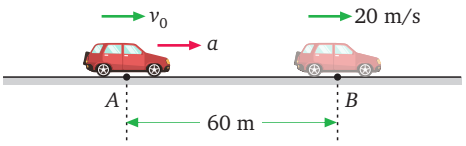


ertansinansahin.com

11. Bir boyutta hareket eden şekildeki araç A noktasından v_0 süratiyle geçerken sabit a ivmesiyle hızlanmaya başlıyor. Aracın A noktasından B noktasına gelmesi 4.0 s sürüyor ve B noktasındaki sürati 20 m/s oluyor. Buna göre,

a. v_0 değerini bulunuz.

b. a değerini bulunuz.

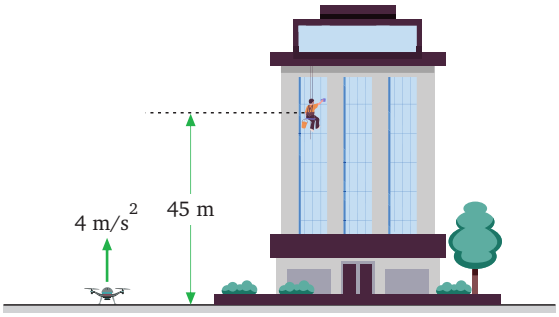


12. Bir temizlik işçisi şekildeki binanın dış cephesinde emniyetli bir sistemle temizlik yapıyor. İşçi temizlik yaparken onun videosunu çekmek için bir dron 4.0 m/s^2'lik sabit bir ivmeyle yerdeki durgun halden düşey olarak hızlanmaya başlıyor. Dron yerden kalktığı anda işçi elindeki fırçayı düşürüyor. İşçi, dron ve fırça noktasal kabul edilecek olup ortamdaki hava sürtünmesi önemsenmeyecektir.

a. Dron ve fırçanın aynı hizaya gelmesi kaç saniye sürer?

b. Aynı hizaya geldiklerinde dronun yerden yüksekliği ne olur?

c. Fırça yere düştüğünde dronun ile işçi arasındaki yükseklik farkı ne olur?



ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1

a. $\Delta x_1 = 4.0$ m, $\Delta x_2 = -2.0$ m, $\Delta x_3 = 2.0$ m

b. $d_1 = 4.0$ m, $d_2 = 2.0$ m, $d_3 = 6.0$ m

c. $v_1 = 2.0$ m/s; $v_2 = -1.0$ m/s, $v_3 = 0.50$ m/s

d. $s_1 = 2.0$ m/s, $s_2 = 1.0$ m/s, $s_3 = 1.5$ m/s

2

a. 3.0 m

b. 9.0 m

c. 1.0 m/s

d. 3.0 m/s

3

a. $x(0) = 15$ cm, $x(2.0) = 55$ cm

b. $\Delta x = 40$ cm

c. $v_{ort} = 20$ cm/s

d. $v(t) = (20 \text{ cm/s}^2)t$

e. $v(0) = 0$ cm/s, $v(2.0) = 40$ cm/s

f. Videoya gidiniz.

4

a. 4.0 m/s^2

b. 0 m/s^2

c. -8.0 m/s^2

d. -8.0 m/s^2

5

a. $v(1.0) = -1.0$ m/s, $v(3.0) = 15$ m/s

b. $\Delta v = 16$ m/s

c. $a_{ort} = 8.0$ m/s^2

d. $a(t) = (4.0 \text{ m/s}^3)t$

e. $a(1.0) = 4.0$ m/s^2, $a(3.0) = 12$ m/s^2

f. Videoya gidiniz.

6

a. 10 s

b. 20 m/s

c. 25 m

d. 10 m/s

7
a. $x_{AB} = 100$ m
b. $v_B = 25$ m/s
c. $x_{BC} = 250$ m
d. $a = 2.5$ m/s^2
e. $t = 10$ s

8
a. $t = 2.0$ s
b. $v = 8.0$ m/s

9
a. $t = \sqrt{6}$ s
b. $h = 18.75$ m
c. $v = 15$ m/s
d. $v = 10\sqrt{2}$ m/s
e. $\Delta h = 15$ m

10
a. $h = 32.75$ m
b. $t = 2.5$ s
c. $h = 27.75$ m
d. $v = 25.6$ m/s

11
a. $y = 256$ m
b. $\vec{v} = 54$ m/s, yukarı yönde

Sıra sende soruları

1
a. 900 m
b. 300 m, güney yönünde
c. 60 m/dk
d. 20 m/dk, güney yönünde

2
a. 650 m, doğu yönünde
b. 950 m
c. 19 m/s
d. 13 m/s, doğu yönünde

3
a. 30 m ve −105 m
b. −15 m/s
c. 15 m/s
d. −14 m/s

4
a. 8 m/s^2, yukarı yönde
b. 4 m/s^2, yukarı yönde

5
a. $a(t) = (1.4\ \text{m/s}^3)t$
b. $v = 9.8$ m/s, $a = 4.2$ m/s^2
c. 7.0 m/s^2

6
a. 2.5 s
b. 8.75 m
c. 35 m/s

7
a. $a = \dfrac{2v^2}{9d}$
b. $\dfrac{2v}{3}$

8
a. 49.3 m
b. 31.6 m/s
c. 17.6 m/s
d. 1.4 s

9
a. $x(t) = \left(\frac{1}{2}\ \text{m/s}^3\right)t^3 - \left(\frac{1}{48}\ \text{m/s}^4\right)t^4$
$v_x(t) = \left(\frac{3}{2}\ \text{m/s}^3\right)t^2 - \left(\frac{1}{12}\ \text{m/s}^4\right)t^3$
b. $v_{maks} = 72$ m/s ve $t = 12$ s

ertansinansahin.com

Alıştırmalar ve problemler

1
a. $\sqrt{2gh}$
b. $3g$
c. 3

2
$t = \dfrac{h}{2v_0}$

3
a. $t = 0$ s ve $t = 4$ s
b. 32 m
c. $t = 2$ s
d. 12 m/s

4
a. 1.1 s
b. 3.9 m
c. Olamaz

5	a. $\frac{2v}{t}$ b. v c. $2v$
6	10 m
7	a. 0.8 m b. 3.2 m c. 1.6 m/s d. 3.2 m/s e. 8.6 m/s
8	a. 1.67 m/s^2 ve -3.13 m/s^2 b. 280 m c. 380 m d. 19 m/s
9	a. 2.9 s b. 82.8 m c. 27.1 m/s d. 50.0 m
10	a. $\frac{3v_0^2}{2g}$ b. $h/3$ c. $3t$
11	a. 10 m/s b. 2.5 m/s^2
12	a. 2.5 s b. 12.5 m c. 27 m

ertansinansahin.com

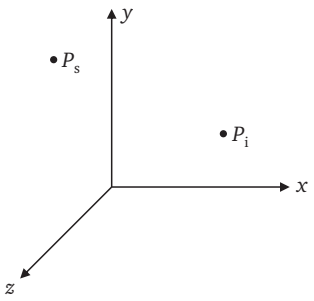
3. ÜNİTE
İKİ VEYA ÜÇ BOYUTTA HAREKET

video izle

Konum ve Hız Vektörleri

P_i noktasından P_s noktasına hareket eden bir parçacığı inceleyerek;

- parçacığın P_i ve P_s noktalarındaki konum vektörünü tanımlayalım,
- iki nokta arasındaki yerdeğiştirme vektörünü yazalım,
- iki nokta arasındaki hareketi için ortalama hız vektörünü yazalım,
- hareketi esnasındaki herhangi bir an için anlık hız vektörünü yazalım,
- anlık hız vektörünün bileşenlerini ayrı ayrı gösterelim.



ertansinansahin.com

ÖRNEK 1: İki boyutta hareket eden noktasal bir parçacığın konumunun zamana bağlı x ve y koordinatları

$x(t) = 5.0\ \text{m} + \left(1.0\ \text{m/s}^3\right) t^3$

$y(t) = (1.0\ \text{m/s})\, t + \left(2.0\ \text{m/s}^2\right) t^2$

olarak verilmiştir. Buna göre, parçacığın;

a. $t = 0$ ve $t = 2$ s anlarındaki konumlarını,

b. zamana bağlı konum ve hız vektörlerini,

c. $t = 2$ s anındaki anlık hızını,

d. $0 - 2$ s zaman aralığındaki ortalama hızını

bulalım.

Sıra sende

1. Dijital bir ekrandaki bir noktanın konumu

$$\vec{r}(t) = \left(\left(2.5\ \text{cm/s}^2\right) t^2\right)\hat{\imath} + (2.0\ \text{cm} + (4.0\ \text{cm/s})\ t)\,\hat{\jmath}$$

şeklindedir. Buna göre, noktanın;

a. $t = 0$ ile $t = 2$ s arasında ortalama hız vektörünü bulunuz

b. $t = 1$ s anındaki anlık hız vektörünü bulunuz.

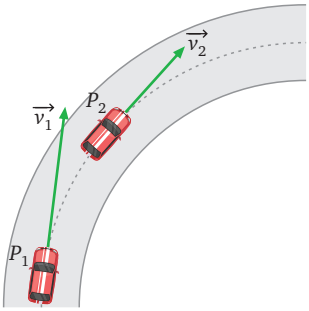
c. $0 - 2$ s zaman aralığı için yörüngesini çiziniz.

İvme Vektörü

Bir arabanın hareketini inceleyerek;

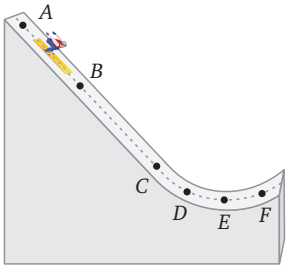
- hızındaki değişimi,
- ortalama ivmesini,
- anlık ivmesini,
- anlık ivme vektörünün bileşenlerini

gösterelim.



NOT: İvmenin hareketlinin yörüngesine paralel ve dik olan bileşenlerinden bahsedebiliriz.

Sürtünmelerin ihmal edildiği bir zeminde yokuş aşağı kaymakta olan bir sporcunun farklı noktalardaki ivmesini tartışalım.



Eğri bir yolun tepesinden geçmekte olan bir arabanın ivmesinin hangi yönlerde olabileceğini inceleyelim.



ÖRNEK 2: İki boyutta hareket eden noktasal bir parçacığın konumunun zamana bağlı x ve y koordinatları
$x(t) = 5.0\ \text{m} + \left(1.0\ \text{m/s}^3\right) t^3$
$y(t) = (1.0\ \text{m/s})\, t + \left(2.0\ \text{m/s}^2\right) t^2$
olarak verilmiştir. Buna göre, parçacığın;

a. zamana bağlı ivme vektörünü,

b. $t = 2$ s anındaki anlık ivmesini,

c. $0 - 2$ s zaman aralığındaki ortalama ivmesini

bulalım.

ertansinansahin.com

Sıra sende

2. Dijital bir ekrandaki bir noktanın konumu

$$\vec{r}(t) = \left(\left(2.5\ \text{cm/s}^2\right) t^2\right)\hat{\imath} + (\,2.0\ \text{cm} + (4.0\ \text{cm/s})\ t\,)\,\hat{\jmath}$$

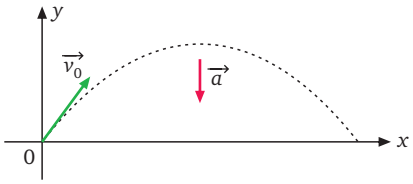
şeklindedir. Buna göre, noktanın;

a. $t = 0$ ile $t = 2$ s arasında ortalama ivme vektörünü bulunuz

b. $t = 1$ s anındaki anlık ivme vektörünü bulunuz.

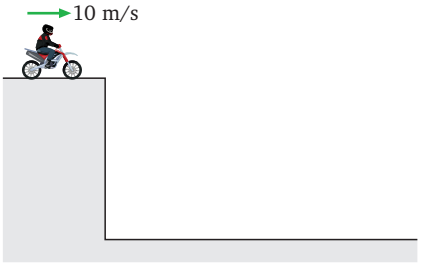
Atış Hareketi

Atış hareketini ve özelliklerini verilen şekil üzerinden inceleyelim.



Atış hareketi için konum, hız ve ivme için denklemler yazalım.

Şekilde verilen ve $t = 0$ s anında bulunduğu zeminden ayrılan hareketlinin yatay atış hareketini inceleyelim. Hareketlinin $t = 1$ s ve $t = 2$ s anlarındaki konumunu, hızını ve ivmesini elde edelim.



ertansinansahin.com

ÖRNEK 3: Bir futbolcu zemindeki topa vurarak topu $v = 20$ m/s'lik hızla ve yatayla $\alpha = 37°$ açı yapacak şekilde atıyor. Hava direnci ihmal edilmektedir.

a. Topun $t = 2$ s anındaki konumunu ve hızını bulunuz.

b. Topun maksimum yüksekliğe ulaşma süresini ve bu andaki yüksekliğini bulunuz.

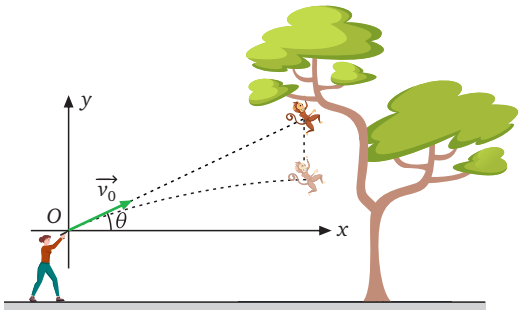
c. Topun menzilini ve yere çarpmadan hemen önceki hızını bulunuz.

ÖRNEK 4: Bir öğrenci yerden 12 m yükseklikteki bir pencereden bir topu $v = 15$ m/s'lik hızla, yatayın $\alpha = 30°$ altına doğru fırlatıyor. Hava direnci ihmal edilmektedir.

a. Topun yere çarpma süresini bulunuz.

b. Topun yere çarpana kadar yatayda ne kadar yol alacağını bulunuz.

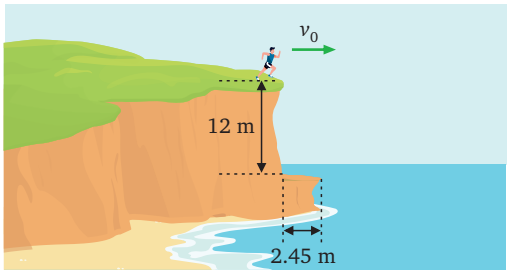
Ağaçtan atlayan bir maymunu sakinleştirici bir iğne ile vurmak isteyen hayvanat bahçesi çalışanının nasıl hedef alması gerektiğini tartışalım.



ertansinansahin.com

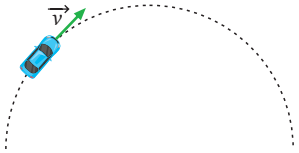
Sıra sende

3. Bir sporcu, bir uçurumun kenarından koşarak yatay bir şekilde suya doğru atlıyor. Uçurumun dibinde, uçurumun tepesinden 12.0 m aşağıda bulunan ve genişliği 2.45 m olan bir çıkıntı vardır. Yüzücünün, bu çıkıntıya çarpmadan geçebilmesi için uçurumun tepesini terk ettiği anda sahip olması gereken en küçük yatay sürati bulunuz.



Çembersel Hareket

Dairesel bir yolda ilerleyen bir araba için çembersel hareketi inceleyelim. **Düzgün çembersel hareket** kavramını tanımlayalım.



Düzgün çembersel hareket yapan bir hareketlinin ivmesini hesaplayalım.



Düzgün olmayan çembersel hareket yapan bir hareketlinin ivmesini tartışalım.



ÖRNEK 5: Bir dönme dolapta yolcular sabit bir süratle bir çember üzerinde hareket etmektedir. Çemberin yarıçapı $R = 12$ m olup, bir tam tur süresi $T = 20$ s'dir. Buna göre, yolcuların ivmesini bulunuz.

Sıra sende

4. Merkür'ün Güneş etrafındaki yörüngesinin yarıçapı 5.79×10^7 km olup, Merkür bu yörüngeyi 88 günde tamamlamaktadır.

a. Merkür'ün Güneş etrafındaki ortalama yörünge hızının büyüklüğünü hesaplayınız.

b. Merkür'ün merkezcil ivmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.

ertansinansahin.com

Bağıl Hız

Aşağıdaki görseller üzerinden hareketin göreli bir kavram olmasını inceleyelim.





Bir boyutta bağıl hız

Bir örnek üzerinden inceleyelim:

- Bir çocuk bir platformun üzerinde, platforma göre +1.0 m/s hızla hareket ediyor.
- Platform yere göre +2.0 m/s hızla hareket ediyor.

Buna göre, çocuğun yere göre hızını bulalım.

Çocuğun yere göre hızını veren ifadeyi matematiksel olarak türetelim. Bunun için çocuğun yere göre konumunu elde ederek başlayalım. Elde ettiğimiz sonucu lisede öğrendiğimiz bilgilerle kıyaslayalım.

İki ya da üç boyutta bağıl hız

Bir boyutta elde ettiğimiz sonuçları iki ve üç boyutta da türetelim.

ÖRNEK 6: Yatay hareket etmekte olan bir uçağın pusulası, uçağın doğuya doğru uçtuğunu göstermektedir. Uçağın hava hız göstergesi, havaya göre hızını 300 km/h olarak ölçmektedir. Güneyden kuzeye doğru esen 80 km/h hızında bir rüzgâr vardır. Uçağın yere göre hızını bulalım.

ertansinansahin.com

Sıra sende

5. Bir gemi tam doğu yönünde $v_1 = 20$ km/h süratle seyrediyor. İkinci bir gemi, rotası kuzeyden doğuya doğru 30° sapmış şekilde ilerliyor. İkinci geminin birincinin her zaman tam kuzeyinde kalması için sürati ne olmalıdır?

Alıştırmalar ve Problemler

1. Bir bombardıman uçağı yatayda, $+x$ yönünde $v_U = 60$ m/s süratle ve yerden $h = 125$ m yükseklikte ilerlemektedir. Uçak tam O noktasının üzerinden geçmekteyken bir bomba bırakıyor. Yerde, $+x$ yönünde sabit hızla hareket eden bir kamyon bulunmaktadır. Bırakma anında kamyonun konumu O noktasından $+x$ yönünde 200 m ötededir. Hava direncini ve kamyon yüksekliğini ihmal ediniz, $g = 10$ m/s^2 alınız. Bombanın kamyona isabet ettiği bilinmektedir.

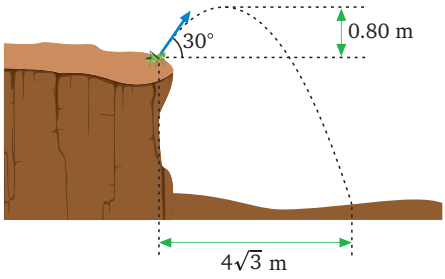
a. Kamyonun sürati v_K kaç m/s olmalıdır?

b. Bombanın uçuş süresi t kaç saniyedir?

2. Bir çekirge, dik bir uçurumun kenarından yatayla 30° açı yaparak sıçrıyor. İzlediği yolun tepe noktası, çıkış noktasının 0.80 m üzerindedir. Çekirge, uçurumun tabanından yatayda $4\sqrt{3}$ m uzağa düşüyor. Buna göre,

a. Çekirgenin ilk hızının büyüklüğünü bulunuz.

b. Uçurumun yüksekliğini bulunuz.

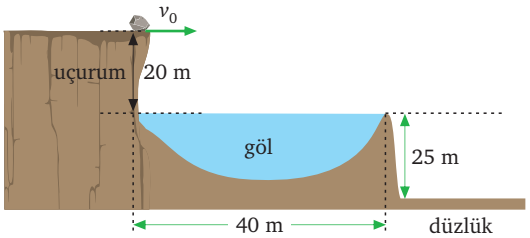


ertansinansahin.com

3. Bir taş, göl yüzeyinin 20 m üzerindeki dik bir uçurumun tepesinden yatay doğrultuda atılmaktadır. Gölün genişliği 40 m olup gölün devamında 25 m aşağıda yer alan bir düzlük bulunmaktadır. Buna göre,

a. Taşın gölü aşarak düzlüğe ulaşması için en küçük hız büyüklüğü ne olmalıdır?

b. Kaya düzlükte kaç metre ileri düşer?



4. Yataydan α kadar aşağı eğimli düz bir rampanın tepesindeki yükleme platformunda duruyorsunuz. Küçük bir kutuyu platformdan yatay doğrultuda, hızı v_0 olacak şekilde itip rampanın üzerine düşecek biçimde gönderiyorsunuz. Kutu, rampaya çarpmadan önce düşey doğrultuda ne kadar yer değiştirir? Bu mesafeyi verilenler ve yerçekimi ivmesi büyüklüğü g cinsinden elde ediniz.

ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1
a. $\vec{r}_0 = 5.0\hat{\imath}$ m, $\vec{r}_2 = (13\hat{\imath} + 10\hat{\jmath})$ m
b. $\vec{r}(t) = (5.0 + 1.0t^3)\hat{\imath} + (1.0t + 2.0t^2)\hat{\jmath}$ m
$\vec{v}(t) = (3.0t^2)\hat{\imath} + (1.0 + 4.0t)\hat{\jmath}$ m/s
c. $\vec{v}_2 = (12\hat{\imath} + 9.0\hat{\jmath})$ m/s
d. $\vec{v}_{\text{ort}} = (4.0\hat{\imath} + 5.0\hat{\jmath})$ m/s

2
a. $\vec{a}(t) = (6.0t)\hat{\imath} + (4.0)\hat{\jmath}$ m/s^2
b. $\vec{a} = (12)\hat{\imath} + (4.0)\hat{\jmath}$ m/s^2
c. $\vec{a}_{\text{ort}} = (6.0)\hat{\imath} + (4.0)\hat{\jmath}$ m/s^2

3
a. $\vec{r} = (32\hat{\imath} + 4.0\hat{\jmath})$ m, $\vec{v} = (16\hat{\imath} - 8.0\hat{\jmath})$ m/s
b. $t = 1.2$ s, $h = 7.2$ m
c. $R = 38.4$ m, $\vec{v} = (16\hat{\imath} - 12\hat{\jmath})$ m/s

4
a. $t = 0.97$ s
b. $x = 12.6$ m

5 $a = 1.18$ m/s^2

6 $\vec{v} = (300\hat{\imath} + 80\hat{\jmath})$ km/h

Sıra sende soruları

1
a. $\vec{v}_{\text{ort}} = (5.0\hat{\imath} + 4.0\hat{\jmath})$ cm/s
b. $\vec{v} = (5.0\hat{\imath} + 4.0\hat{\jmath})$ cm/s
c. Videoya gidiniz

2
a. $\vec{a}_{\text{ort}} = (5.0\hat{\imath})$ cm/s^2
b. $\vec{a} = (5.0\hat{\imath})$ cm/s^2

3 1.58 m/s

4
a. $v = 4.79 \times 10^4$ m/s
b. $a = 3.95 \times 10^{-2}$ m/s^2

5 $v_2 = 40$ km/h

Alıştırmalar ve problemler

1
a. $v_K = 20$ m/s
b. $t = 5$ s

2
a. $v_0 = 8$ m/s
b. $h = 1.0$ m

3
a. $v_0 = 20$ m/s
b. $d = 20$ m

4 $\dfrac{2v_0^2}{g}\tan^2\alpha$

ertansinansahin.com

4. ÜNİTE

NEWTON'UN HAREKET YASALARI

video izle

Kuvvet ve Etkileşimler

Kuvvet kavramının tanımını yapalım. Aşağıdaki kavramları açıklayalım:

- Normal kuvvet ve sürtünme kuvveti
- Gerilme kuvveti
- Temas gerektiren kuvvet ve temas gerektirmeyen kuvvet
- Ağırlık

Sıra sende

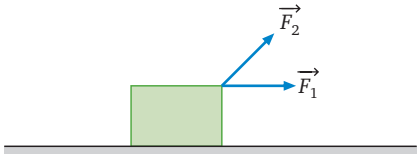
1. Yatay bir düzlemde, aynı direğe bağlanmış iki ipi çeken iki oyuncak araba vardır. İpler arasındaki açı 32.0°'dir. Birinci araba 124 N, ikinci araba 176 N büyüklüğünde yatay kuvvet uygulamaktadır.

a. Bileşke kuvvetin büyüklüğünü bulunuz.

b. Bileşke kuvvetin, birinci arabanın ipiyle yaptığı açıyı bulunuz.

Bileşke kuvvet

Bir cisme etki eden birden fazla kuvvet olması durumunda ne olacağını inceleyelim. **Süperpozisyon ilkesi**ni açıklayalım.



Bir cisme etki eden **net kuvveti** bir toplam şeklinde ifade edelim.

Net kuvvetin x ve y-bileşenlerini yazalım.

ertansinansahin.com

Newton'un Birinci Yasası

1. Yasa: Üzerine net bir kuvvet etki etmeyen bir cisim, sabit bir hıza (bu hız sıfır da olabilir) ve sıfır ivmeye sahiptir.

Yasanın ne ifade ettiğini detaylı bir şekilde tartışalım.

> **NOT:** Bu yasaya *eylemsizlik yasası* adı da verilir.

Bir cismin **denge** durumunda olmasının ne anlama geldiğini ifade edelim.

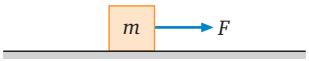
Eylemsiz referans çerçevesi kavramının ne olduğunu inceleyelim. Bizim için önemini tartışalım.

Newton'un İkinci Yasası

2. Yasa: Bir cisme net bir dış kuvvet etki ederse cisim ivmelenir. İvmenin yönü, net kuvvetin yönüyle aynıdır. Cismin kütlesi ile ivme vektörünün çarpımı, net kuvvet vektörüne eşittir.

Yasanın ne ifade ettiğini detaylı bir şekilde tartışalım.

Kütle kavramını eylemsizliğin bir ölçüsü olarak ele alalım. 1 N değerini tanımlayalım.



Newton'un ikinci yasasının üç boyuttaki kullanımını inceleyelim.

NOT: $m\vec{a}$ bir kuvvet değildir.

ÖRNEK 1: Bir patenci, pürüzlü yatay buz üzerinde 2.0 m/s hızla kaymaktadır. Patenci sürtünme nedeniyle 4.0 s sonra tamamen duruyor. Patencinin kütlesi 60 kg olduğuna göre sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü bulunuz.

Sıra sende

2. Bir adam yatay ve sürtünmesiz bir zeminde duran buz bloğuna 60.0 N büyüklüğünde sabit yatay bir kuvvet uyguluyor. Buz bloğu durgun hâlden başlayarak 4.0 s içinde 12.0 m yol alıyor.

a. Buz bloğunun kütlesi nedir?

b. Adam 4.0 s sonunda itmeye son verirse buz bloğu sonraki 4.0 s içinde ne kadar yol alır?

Kütle ve Ağırlık

Kütle ve **ağırlık** kavramları arasındaki farkı ele alalım. Yeryüzündeki bir cismin ağırlığını yazalım.



NOT: Mekanik problemlerinde bir cismin kütlesi verildiğinde hem ağırlık hem de eylemsizlik kütlesi hakkında bilgi verilmiş olur.

ertansinansahin.com

Sıra sende

3. Ay'da kullanılacak bir el kamerası Dünya'dayken 21.4 N ağırlığındadır. Kamera Ay'ın yüzeyindeyken 3.53 N gelmektedir. Dünya'nın yerçekimi ivmesini 9.8 m/s^2 alınız.

a. Ay'daki yerçekimi ivmesi nedir?

b. Kameranın bu uydudaki kütlesi nedir?

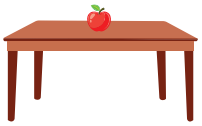
Newton'un Üçüncü Yasası

3. Yasa: Eğer bir A cismi, bir B cismine bir kuvvet uygularsa (etki), bu durumda B cismi de A cismine eşit büyüklükte fakat zıt yönde bir kuvvet uygular (tepki). Bu iki kuvvetin büyüklükleri aynıdır, yönleri zıttır. Bu kuvvetler farklı cisimlere etki eder.

Yasanın ne ifade ettiğini detaylı bir şekilde tartışalım.

> **NOT:** Her gerçek kuvvet etki-tepki çifti olarak var olur.

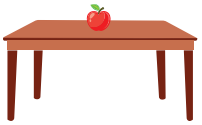
Şekildeki cisimler üzerindeki kuvvetleri ve etki-tepki çiftlerini gösterelim.



ertansinansahin.com

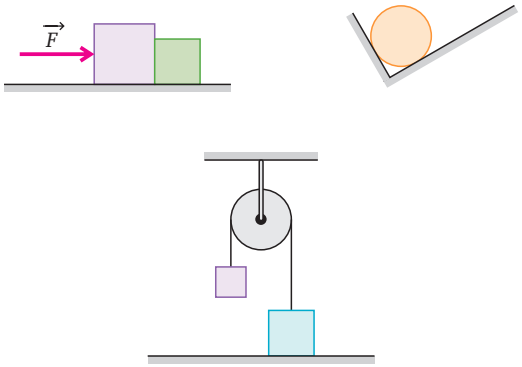
Serbest Cisim Diyagramları

Bir örnek üzerinden cisimlerin serbest cisim diyagramlarını oluşturalım.



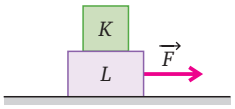
> **NOT:** Bir cismin üzerindeki bir kuvveti gösterirken bu kuvvetin hangi cisim tarafından uygulandığı sorusuna yanıt verilmesi yararlı olur.

Şekillerdeki cisimlerin serbest cisim diyagramlarını çizelim.



Sıra sende

4. Şekilde verilen cisimlerin serbest cisim diyagramlarını çiziniz. Tüm yüzeyler sürtünmelidir.



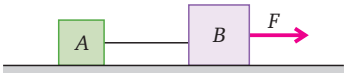
Alıştırmalar ve Problemler

1. Üst üste konmuş iki blok arasında sürtünme olup alttaki cisim ve zemin arasında yoktur. Üstteki cismin kütlesi $m_A = 2$ kg iken alttakinin kütlesi $m_B = 8$ kg'dır. Alttaki kütle 16 N büyüklüğünde yatay bir kuvvetle çekildiğinde cismin ivmesinin büyüklüğü $a_B = 1.8\ \text{m/s}^2$ olmaktadır. Buna göre üstteki cismin ivmesinin büyüklüğü nedir?

2. Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, ağırlığı önemsiz bir ip ile bağlanmış iki blok şekildeki gibi durmaktadır. B bloğunun kütlesi 12.0 kg, A bloğunun kütlesi m'dir. B bloğuna sabit $F = 50.0$ N'luk yatay bir kuvvet şekildeki gibi uygulanıyor. Kuvvet uygulanmaya başladıktan sonraki ilk 4.00 s içinde B bloğu 20.0 m yer değiştiriyor.

a. Bloklar birlikte hareket ederken iki bloğu birleştiren ipteki gerilme T nedir?

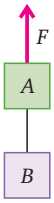
b. A bloğunun kütlesi m nedir?



3. A ve B kutuları ağırlığı önemsiz bir iple şekildeki gibi bağlanmıştır. A kutusuna yukarı yönde ve $F = 56.0$ N büyüklüğünde sabit bir kuvvet uygulanıyor. Sistem durgun halden serbest bırakılıyor ve B kutusu 3.00 s sonra 9.00 m aşağı iniyor. İpteki gerilme $T = 32.0$ N olduğuna göre;

a. B kutusunun kütlesi nedir?

b. A kutusunun kütlesi nedir?



ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1	$f = 30$ N

Sıra sende soruları

1	a. 2.89×10^2 N b. 18.9°
2	a. 40.0 kg b. 24.0 m
3	a. $g_{Ay} = 1.62\ \text{m/s}^2$ b. $m = 2.18$ kg
4	Videoya gidiniz.

Alıştırmalar ve problemler

1	$a_A = 0.80\ \text{m/s}^2$
2	a. $T = 20.0$ N b. $m = 8.00$ kg
3	a. $m_B = 4.00$ kg b. $m_A = 3.00$ kg

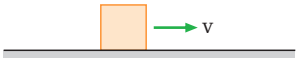
5. ÜNİTE

NEWTON'UN HAREKET YASALARININ UYGULAMALARI

video izle

Newton'un Birinci Yasasının Kullanımı: Dengedeki Cisimler

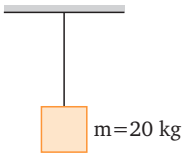
Bir cismin dengede olmasının ne anlama geldiğini tartışalım. Dengede olan bir cismin hareket durumunu yorumlayalım.



ÖRNEK 1: 20.0 kg kütleli bir cisim bir ip yardımıyla tavana asılıp dengede tutuluyor.

a. İpin kütlesi önemsenmediğinde ipin cisme uyguladığı kuvvet ne olur?

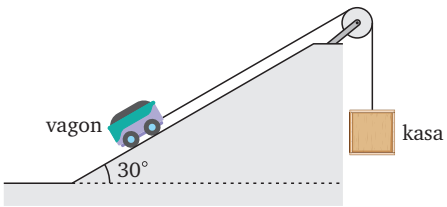
b. İpin kütlesi 2.0 kg ise ipin alt ve üst ucundaki gerilmeler ne kadardır?



ÖRNEK 2: Rampadaki bir vagon ve 100 kg kütleli bir kasa, kütlesi önemsiz bir halat yardımıyla şekildeki gibi dengededir. Sürtünmeler önemsizdir.

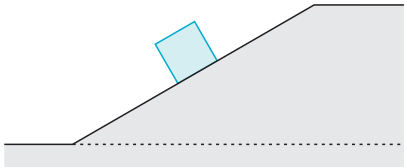
a. Halattaki gerilme ne kadardır?

b. Vagonun kütlesi ne kadardır?

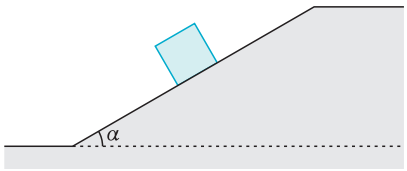


Newton'un İkinci Yasasının Kullanımı: Cisimlerin Dinamiği

Üzerinde net kuvvet olan bir cismin nasıl ele alınacağını tartışalım.



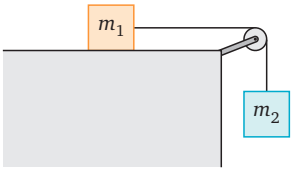
ÖRNEK 3: Sürtünmesiz bir eğik düzlem üzerine bırakılan şekildeki cismin ivmesinin $g \sin\alpha$ büyüklüğünde olduğunu gösteriniz.



ertansinansahin.com

İvme büyüklükleri aynı olan cisimler

Sürtünmelerin ihmal edildiği şekildeki sistemde cisimlerin ivmelerini elde edelim.

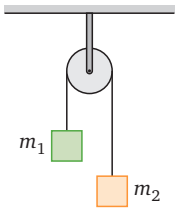


Sıra sende

1. m_1 ve m_2 kütleli cisimler sürtünmelerin önemsenmediği şekildeki sistemde serbest bırakılıyor. $m_1 > m_2$ olduğu bilindiğine göre;

a. Cisimlerin ivme büyüklüklerini g, m_1 ve m_2 cinsinden bulunuz.

b. İpteki gerilmeyi g, m_1 ve m_2 cinsinden bulunuz.



İvmeli Referans Sistemlerinde Hareket

İvmeli referans sistemlerindeki gözlemcilerin eylemsiz referans sistemindekilere göre ne gibi farklılıklar gözlemleyeceğini inceleyelim.

İvmelenmekte olan bir asansör içindeyken ya da viraj almakta olan bir arabadayken neler hissettiğimizi tartışalım.

ertansinansahin.com

ÖRNEK 4: Yukarı yönde 2 m/s^2 ivmeyle hızlanmakta olan bir asansör içindeki $m = 70$ kg kütleli bir insan bu esnada tartılmaktadır. Bu durumda tartının göstereceği değer nedir?

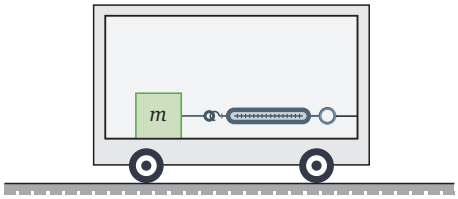
Sıra sende

2. Kütlesi $m = 50.0$ kg olan bir cisim, sürtünmesiz bir vagonun içinde şekildeki gibi kütlesi önemsiz bir dinamometreye bağlanmıştır. Vagon yatay doğrultuda sabit bir ivme ile hareket etmektedir. Cisim vagona göre durgun kalırken dinamometre $T = 150$ N değerini göstermektedir.

a. Vagonun ivmesinin büyüklüğünü bulunuz.

b. Vagon sabit ivme ile hareket ederken cisme etki eden kuvvetleri gösteren serbest cisim diyagramını çiziniz.

c. Cismi dinamometreye bağlayan ip aniden koparsa cismin hareketi için ne söylenebilir?



Sürtünme Kuvvetleri

Kinetik ve *statik* sürtünme kuvvetlerini tartışalım. Aşağıdaki tabloyu inceleyelim.

Yüzey Çifti	Statik Sürtünme Katsayısı (μ_s)	Kinetik Sürtünme Katsayısı (μ_k)
Kauçuk - Beton	1.0	0.8
Ahşap - Ahşap	0.4	0.3
Çelik - Buz	0.03	0.02
Alüminyum - Çelik	0.61	0.47
Cam - Cam	0.9	0.4
Lastik - Kuru Asfalt	1.2	1.0

Kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün bağlı olduğu parametreleri inceleyelim ve bunu matematiksel olarak ifade edelim.

Sürtünmeli bir zeminde duran bir cisme uygulanan kuvvetin büyüklüğüne göre cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü veren bir grafik çizelim.



ÖRNEK 5: 30 kg kütleli bir kasa, yatayla 37° açı yapan bir ip yardımıyla çekilerek sabit hızla hareket ettirilmektedir. Kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.75$ olduğuna göre kasayı sabit hızla hareket ettirebilmek için uygulanması gereken çekme kuvvetinin büyüklüğünü bulunuz.

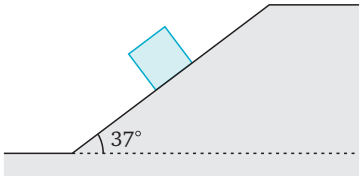
Yuvarlanma sürtünme katsayısı kavramını açıklayalım.

> **NOT:** Sürtünme kuvveti ile normal kuvvet her zaman birbirine diktir.

ertansinansahin.com

Sıra sende

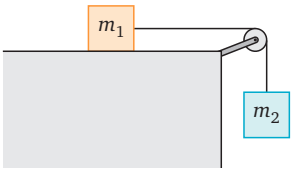
3. 37° eğimli bir rampada duran m kütleli bir cisim serbest bırakılıyor. Cisim ile yüzey arasındaki kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.20$'dir. Sürtünmenin hareketi yavaşlattığı bilindiğine göre cismin eğik düzlem üzerindeki ivmesinin büyüklüğünü bulunuz. $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.



4. $m_1 = 2$ kg ve $m_2 = 4$ kg kütleli cisimler yalnızca yatay düzlemin sürtünmeli olduğu şekildeki sistemde serbest bırakılıyor. Sistemin harekete geçtiği ve zemin ile cisim arasındaki kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.20$ olduğu bilinmektedir. $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.

a. Cisimlerin ivme büyüklüklerini bulunuz.

b. İpteki gerilmeyi bulunuz.



Akışkan direnci ve limit hız

Hava ortamında serbest bırakılan bir cismin hareketini inceleyelim ve **limit hız** kavramını tartışalım.

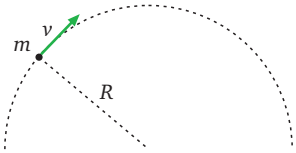
Hava direncinin cismin süratinin karesiyle doğru orantılı olduğunu varsayarak cismin limit hızını elde edelim. Cismin kütlesi m, yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g, havanın yoğunluğu ρ, cismin kesit alanı A ve hava direnci katsayısı D olsun.

Akışkan direncinin süratle doğru orantılı olduğunu varsayarak serbest bırakılan bir cismin hızının ve ivmesinin zamana bağlı denklemini elde edelim.

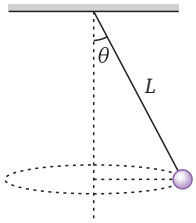
ertansinansahin.com

Çembersel Hareketin Dinamiği

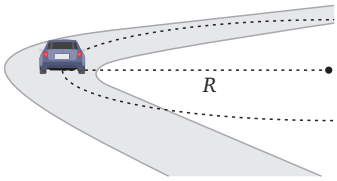
Kütlesi m, sürati v olan bir cisme R yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yaptırmak için gereken net kuvveti bulalım.



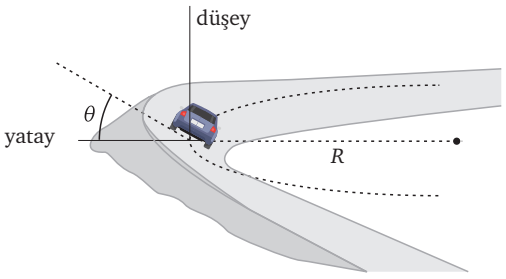
ÖRNEK 6: Tavana bağlanmış bir ipin ucuna bir cisim asılarak konik bir sarkaç elde ediliyor. Sarkacın ipi düşeyle θ açısı yapıp ipin boyu L'dir. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g olduğuna göre sarkacın şekildeki gibi döndürülmesi durumunda bir tur için periyodunu verilenler cinsinden elde ediniz.



ÖRNEK 7: Bir araba, yarıçapı R olan yatay bir virajı şekildeki gibi dönmektedir. Lastikler ile yol arasındaki statik sürtünme katsayısı μ_s ise sürücünün kaymadan bu virajı alabileceği en büyük sürat v_{maks} verilenler ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g cinsinden nedir?



ÖRNEK 8: Bir araba, sürati v olacak şekilde bir virajı dönecektir. Viraj, sürtünmeye gerek kalmadan bu hızda güvenli bir dönüş yapılabilecek şekilde eğimli yapılmak istenmektedir. Virajın yarıçapı R olduğuna göre, sürtünme kuvveti olmadan aracın güvenli bir şekilde dönebilmesi için virajın eğim açısı θ verilenler ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g cinsinden ne olmalıdır?



ertansinansahin.com

ÖRNEK 9: Bir dönme dolapta bulunan m kütleli bir yolcu, yarıçapı R olan düşey bir daire boyunca sabit v süratle hareket etmektedir. Koltuk, hareket süresince dik konumda kalmaktadır. Koltuk tarafından yolcuya uygulanan kuvveti, dairenin tepe noktası ve alt noktası için bulunuz.

Sıra sende

5. Ağırlığı 70 N büyüklüğünde olan bir bowling topu, uzunluğu 4.0 m olan bir iple tavana asılmıştır. Top yana çekilip serbest bırakılıyor ve bir sarkaç gibi salınıyor. İp düşey konumdan geçerken topun sürati 4.0 m/s ölçülüyor. Bu an için;

a. Bowling topunun ivmesinin büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.

b. İpteki gerilme kuvvetini bulunuz.

ertansinansahin.com

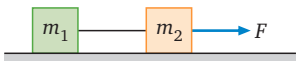
6. Kütlesi 1.2 kg olan oyuncak bir araba, yarıçapı 4.0 m olan düşey bir daire biçimindeki pistin iç yüzeyinde sabit süratle hareket etmektedir. Pist tarafından arabaya uygulanan normal kuvvet, pistin tepe noktasında 8.0 N büyüklüğünde olduğuna göre, alt noktada arabaya etkiyen normal kuvvetin büyüklüğü ne olur?

Alıştırmalar ve Problemler

1. Yatay bir yüzey üzerinde birbirine ip ile bağlı iki cisim bulunmaktadır. Cisimlerin kütleleri sırasıyla $m_1 = 3.0$ kg ve $m_2 = 2.0$ kg'dır. Yüzey, her iki cisim için de sürtünmelidir. Statik sürtünme katsayısı $\mu_s = 0.40$, kinetik sürtünme katsayısı ise $\mu_k = 0.30$ olarak verilmiştir. Cisimler başlangıçta durmaktadır ve F büyüklüğündeki kuvvet yatay doğrultuda m_2 kütleli cisme uygulanmaktadır. $g = 10$ m/s^2 alınız.

a. Sistemin harekete geçmesi için uygulanması gereken minimum kuvvet büyüklüğü F_{min} değerini bulunuz.

b. Sistem harekete geçirildiğinde bu minimum kuvvetin etkisiyle cisimlerin ivmesinin büyüklüğünü ve ipteki gerilmeyi bulunuz.

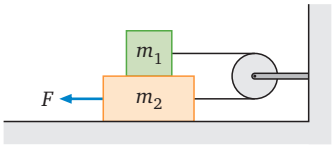


2. Şekildeki düzenekte $m_1 = 2.0$ kg kütleli cisim, $m_2 = 4.0$ kg kütleli cismin üzerinde durmaktadır. Cisimler bir ip yardımıyla makaradan geçirilip birbirine bağlanmıştır. Makaradan geçen ip, sürtünmesiz ve kütlesizdir. Sistemin tüm yüzeylerinde sürtünme vardır. m_1 ile m_2 arasındaki kinetik sürtünme katsayısı $\mu_{k1} = 0.30$, m_2 ile yatay zemin arasındaki kinetik sürtünme katsayısı ise $\mu_{k2} = 0.20$'dir. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız. Alttaki cisim $F = 30.0$ N büyüklüğünde bir kuvvetle harekete geçiriliyor.

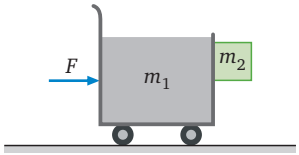
a. Cisimlerin serbest cisim diyagramlarını çiziniz.

b. Cisimler için Newton'un ikinci yasasını yazınız.

c. Cisimlerin ivmesinin büyüklüğünü ve ipteki gerilmeyi bulunuz.

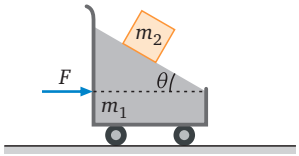


3. m_2 kütleli bir blok, yatay doğrultuda F büyüklüğünde bir kuvvetle itilen ve kütlesi m_1 olan bir arabanın düşey ön yüzeyine yerleştirilmiştir. Bloğun düşmeden kalabilmesi için F en az ne kadar olmalıdır? Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir ve blokla arabanın yüzeyi arasındaki statik sürtünme katsayısı μ_s'dir. Araba ile zemin arasındaki sürtünmeler önemsizdir.



ertansinansahin.com

4. m_2 kütleli bir blok, yatay doğrultuda F büyüklüğünde bir kuvvetle itilen ve kütlesi m_1 olan bir arabanın sürtünmesiz eğik üst yüzeyine yerleştirilmiştir. Bloğun düşmeden kalabilmesi için F ne kadar olmalıdır? Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir ve araba ile zemin arasındaki sürtünmeler önemsizdir.

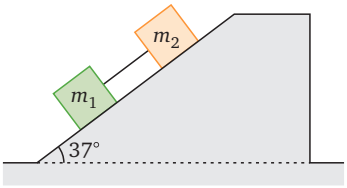


5. Bir ip ile birbirine bağlanmış $m_1 = 2.0$ kg ve $m_2 = 3.0$ kg kütleli iki cisim, 37° eğimli bir düzlem üzerinde aşağı doğru kaymaktadır. 2.0 kg kütleli cisim ile eğik düzlem arasındaki kinetik sürtünme katsayısı $\mu_{k1} = 0.10$, 3.0 kg kütleli cisim ile eğik düzlem arasındaki kinetik sürtünme katsayısı ise $\mu_{k2} = 0.35$'dir. $g = 10$ m/s^2 alınız.

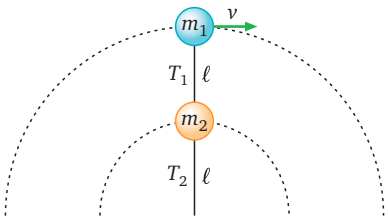
a. Her iki cismin ivmelerinin büyüklüğünü bulunuz.

b. İpteki gerilmeyi hesaplayınız.

c. Cisimlerin konumları kendi aralarında yer değiştirirse önceki duruma göre ne gibi değişiklikler olur? Yorumlayınız.



6. Kütlesi $m_1 = 2.0$ kg olan bir cisim, uzunluğu $\ell = 0.50$ m olan bir iple kütlesi $m_2 = 2.0$ kg olan ikinci bir cisme bağlanmıştır. Bu iki cisim, şekildeki gibi düşey bir daire düzlemi içinde, ikinci bir ipin ucuna bağlanarak döndürülmektedir. İkinci ipin uzunluğu da $\ell = 0.50$ m'dir. Hareket boyunca iki ip aynı doğrultuda kalmaktadır. Cisimlerden m_2, dairesel yolun tepe noktasından geçerken hızı $v = 8.0$ m/s'dir. Bu anda T_1 ve T_2 gerilmeleri ne kadardır? $g = 10$ m/s^2 alınız.



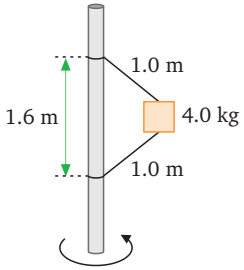
7. Kütlesi 4.0 kg olan bir cisim, şekilde görüldüğü gibi bir düşey çubuğa bağlı iki ip yardımıyla döndürülmektedir. Sistem, çubuğun ekseni etrafında dönerken ipler gerilidir. Üst ipteki gerilme $T_{\text{üst}} = 75.0$ N olarak ölçülmektedir.

a. Bu durumda alt ipteki gerilme kuvveti T_{alt} kaç newtondur?

b. Cismin çizgisel sürati nedir?

c. Alt ipin gerginliğini kaybetmeden kalabileceği en küçük sürat nedir?

d. Eğer sistem bu hızdan daha yavaş dönerse ne olur? Açıklayınız.

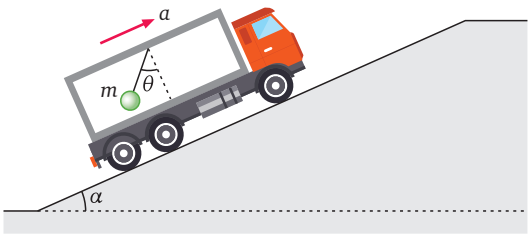


ertansinansahin.com

8. Bir araç yatayla α açısı yapan bir yokuş üzerinde sabit ve a büyüklüğünde ivme ile yukarı doğru hızlanmaktadır. Araç tavanına, kütlesi m olan küçük bir cisim kütlesi önemsiz bir ip yardımıyla asılmıştır. Kamyon hızlanırken cisim, kamyonun tavanının normali ile θ açısı yapacak biçimde dengede kalmaktadır. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir.

a. Cismin serbest cisim diyagramını çiziniz.

b. Aracın ivmesinin büyüklüğü a verlenler cinsinden nedir?



Cevaplar

Örnek sorular

1
a. $T = 2.0 \times 10^2$ N
b. $T_{alt} = 2.0 \times 10^2$ N, $T_{üst} = 2.2 \times 10^2$ N

2
a. $T = 9.8 \times 10^2$ N
b. $m = 2.0 \times 10^2$ kg

3 Videoya gidiniz.

4 $N = 826$ N

5 $F = 1.8 \times 10^2$ N

6 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L\cos\theta}{g}}$

7 $v_{maks} = \sqrt{\mu_s g R}$

8 $\theta = \arctan\left(\frac{v^2}{gR}\right)$

9 $N_{üst} = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)$, $N_{alt} = m\left(g + \frac{v^2}{R}\right)$

Sıra sende soruları

1
a. $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$
b. $T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$

2
a. $a = 3.0$ m/s^2
b. Videoya gidiniz.
c. Videoya gidiniz.

3 $a = 4.4$ m/s^2

4
a. $a = 6$ m/s^2
b. $T = 16$ N

5
a. $a = 4.0$ m/s^2, yukarı yönde
b. $T = 98$ N

6 $N_{alt} = 32$ N

Alıştırmalar ve problemler

1
a. $F_{min} = 20$ N
b. $a = 1.0$ m/s^2, $T = 12$N.

2
a. Videoya gidiniz.
b. Videoya gidiniz.
c. $a = 1.0$ m/s^2, $T = 8$N.

3 $F_{min} = (m_1 + m_2)\frac{g}{\mu_s}$

4 $F_{min} = (m_1 + m_2) g \tan\theta$

5
a. $a = 4.0$ m/s^2
b. $T = 2.4$ N
c. Videoya gidiniz.

6 a. $T_1 = 108$ N, $T_2 = 152$ N.

7
a. $T_{alt} = 25$ N
b. $v = 3.0$ m/s
c. $v_{min} = 2.12$ m/s
d. Videoya gidiniz.

8
a. Videoya gidiniz.
b. $a = g(\tan\theta\cos\alpha - \sin\alpha) = g\frac{\sin(\theta - \alpha)}{\cos\theta}$

ertansinansahin.com

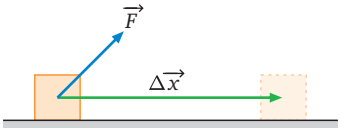
6. ÜNİTE
İŞ VE KİNETİK ENERJİ

video izle

İş

İş kavramının tanımı yapalım ve işi matematiksel olarak ifade edelim. İşin boyut analizini yaparak SI birimini elde edelim.

Kuvvet ve yer değiştirmenin aynı yönde olmadığı durumlarda yapılan işi nasıl elde edeceğimizi inceleyelim.



Yapılan işin pozitif, negatif ya da sıfır olmasının ne anlama geldiğini tartışalım.

Bir örnek üzerinden yapılan işin pozitif, negatif ya da sıfır olmasının ne anlama geldiğini inceleyelim.

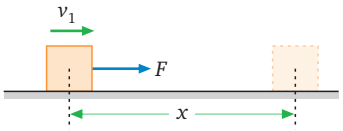


Yapılan toplam iş ve **yapılan net iş** kavramlarını tanımlayalım.

Kinetik Enerji ve İş-Kinetik Enerji Teoremi

Üzerinde net olarak pozitif ya da negatif iş yapılan bir cismin süratinin nasıl değişeceğini tartışalım.

F büyüklüğündeki net bir kuvvetle x mesafesi boyunca çekilen ve ilk sürati v_1 olan m kütleli cismin süratindeki değişimi inceleyelim. Ardından **kinetik enerji** kavramını tanımlayarak **iş-kinetik enerji teoremini** açıklayalım.



ertansinansahin.com

ÖRNEK 1: Bir cisim, yerden 15 m yükseklikten 10.0 m/s süratle yere doğru atılıyor. Cismin kütlesi $m = 2.0$ kg ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğü $g = 10$ m/s^2'dir.

a. Cisim yere çarpana kadar yerçekimi kuvvetinin yaptığı iş nedir?

b. Hareketi boyunca cismin kinetik enerjisindeki değişim nedir?

c. Cismin yere çarpma sürati nedir?

Sıra sende

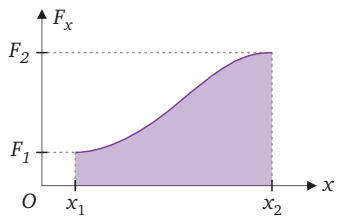
1. Kütlesi $m = 3.0$ kg olan bir cisim sürtünmesiz yatay bir düzlem üzerinde hareket etmektedir. Başlangıçta sürati $v_i = 4.0$ m/s olan cisme yatay doğrultuda sabit bir kuvvet uygulanıyor. Cisim kuvvet etkisinde 10.0 m yol aldığında sürati $v_s = 6.0$ m/s oluyor.

a. Cismin kinetik enerjisindeki değişimi bulunuz.

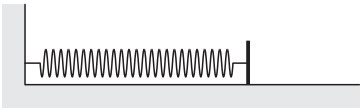
b. Etki eden kuvvetin büyüklüğünü bulunuz.

Değişken Kuvvetlerle Yapılan İş ve Enerji

Bir boyuttaki bir hareket için, yol boyunca değişen bir kuvvetin yaptığı işi gösterelim.



Bir yay sıkıştırılırken yayın üzerinde yapılan işi inceleyelim.



NOT: Yayın üzerinde yapılan iş ile yayın yaptığı iş aynı şey değildir.

Değişken bir kuvvetin yaptığı iş için iş-kinetik enerji teoremini gösterelim.

ÖRNEK 2: Özel türdeki bir yayın ucu $x = 0$ konumunda doğal uzunluğundadır. Yay x kadar sıkıştırıldığında yayın cisme uyguladığı kuvvet $F(x) = -kx - bx^2$ olarak bulunuyor. $k = 100$ N/m ve $b = 1500$ N/m^2 olarak verilmiştir. Yay, $x = 0$ konumundan $x = 0.10$ m kadar sıkıştırılmaktadır. Sıkıştırma sırasında dış kuvvetin yaptığı işi bulunuz.

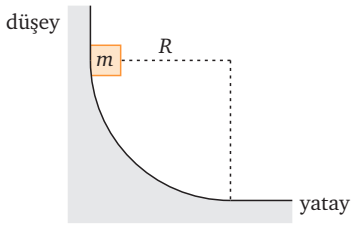
ertansinansahin.com

Bir eğri boyunca yapılan iş

Bir eğri boyunca yapılan toplam işi nasıl elde edeceğimizi inceleyelim.

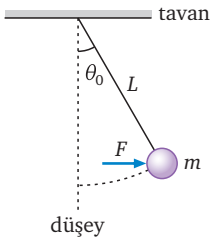


ÖRNEK 3: Bir cisim şekildeki R yarıçaplı çeyrek çember şeklindeki yolun en üst noktasından bırakılıyor. Cismin kütlesi m ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir. Yerçekimi kuvvetinin cismin üzerinde yolun sadece bu kısmında yaptığı iş ne kadardır?



Sıra sende

2. Kütlesi m olan bir cisim L uzunluğundaki iple tavana asılmıştır. Cisme daima yatay kalan ve cismi hızlandırmayan bir kuvvet uygulanıyor. Bu kuvvet sayesinde cisim düşeyle θ_0 açısı yaptığı şekildeki konumuna getiriliyor. Bu hareket boyunca kuvvetin yaptığı iş ne kadardır?



ertansinansahin.com

Güç

Güç kavramının tanımını yapalım. Matematiksel olarak ifade edip SI birimini inceleyelim.

Ortalama güç ve anlık güç kavramlarını açıklayalım. Anlık gücün anlık hızla olan ilişkisini inceleyelim.

ÖRNEK 4: Bir oyuncak arabaya bağlı küçük bir motor, arabayı ileri doğru iten sabit bir itme kuvveti üretmektedir. Motorun ürettiği itme kuvvetinin büyüklüğü $F = 5.0$ N'dur. Oyuncak araba sürtünmelerin de etkisiyle sabit $v = 2.0$ m/s süratle hareket etmektedir. Bu esnada motorun gücü ne kadar olur?

Sıra sende

3. Kütlesi 60.0 kg olan bir dağcı, 450 m yüksekliğindeki bir zirveye 30.0 dakika içinde tırmanıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.

a. Dağcının tırmanışı sırasında kendi üzerinde yaptığı net işi bulunuz.

b. Dağcının ortalama mekanik gücünü hesaplayınız.

Alıştırmalar ve Problemler

1. Kütlesi $m = 2.0$ kg olan bir cisim, eğimi 37° olan sürtünmeli bir rampanın tepesinden serbest bırakılıyor. Cisim rampa boyunca aşağı doğru 6.0 m ilerliyor. Kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.10$ ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğü $g = 10\ \text{m/s}^2$'dir.

a. Bu yol boyunca sürtünme kuvvetinin yaptığı işi bulunuz.

b. Bu yol boyunca yerçekimi kuvvetinin yaptığı işi bulunuz.

c. Cismin 6.0 m ilerlediğindeki süratini bulunuz.

ertansinansahin.com

2. Kütlesi m olan bir blok, yatayla θ açısı yapan bir eğik düzlemin tepesinden serbest bırakılıyor. Blok ile eğik düzlem arasındaki kinetik sürtünme katsayısı μ_k'dır. Eğik düzlemin tepe noktası, taban noktasından düşey olarak h kadar yüksektedir. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir.

a. Blok, eğik düzlemin tepesinden tabanına kadar hareket ederken sürtünme kuvvetinin yaptığı işi verilenler cinsinden bulunuz.

b. θ açısı artırılırsa, sürtünme kuvvetinin yaptığı işin büyüklüğü artar mı yoksa azalır mı? Açıklayınız.

3. Bir otopark duvarı için yaylı tampon tasarlamanız isteniyor. Kütlesi 1000 kg olan bir araba, 0.80 m/s hızla çarptığında yayı en fazla 0.10 m sıkıştırdıktan sonra durmalıdır. Bunun için kütlesi ihmal edilen yayın yay sabiti k ne olmalıdır?

4. Yatay zemin üzerindeki bir sandığa yatay bir kuvvet uygulanmaktadır. Kuvvet $\vec{F} = (-6.00\ \text{N})\,\hat{\imath} + (4.00\ \text{N})\,\hat{\jmath}$ şeklindedir. Belirli bir anda sandığın hızı $\vec{v} = (2.50\ \text{m/s})\,\hat{\imath} + (1.50\ \text{m/s})\,\hat{\jmath}$ olarak ölçülüyor. Belirtilen anda kuvvetin sandığa sağladığı anlık gücü bulunuz.

5. Yatay bir düzlemde kayan bir kutu, $x = 0$ noktasından itibaren sürtünmeli bir bölgeye giriyor. Kutunun $x = 0$ noktasındaki hızının büyüklüğü $v_0 = 5.0\ \text{m/s}$'dir. Bu bölgedeki kinetik sürtünme katsayısı sabit değildir; $x = 0$ noktasında $\mu_k = 0.20$ değerinden başlar ve sürtünme katsayısı x ile doğrusal olarak artar. $x = 10.0\ \text{m}$ konumunda $\mu_k = 0.40$ değerine ulaşır. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.

a. İş–kinetik enerji teoremini kullanarak kutunun duruncaya kadar kaç metre ilerlediğini bulunuz.

b. Durma noktasında sürtünme katsayısının değeri nedir?

ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1	a. $W = 300\ \text{J}$ b. $\Delta K = 300\ \text{J}$ c. $v = 20\ \text{m/s}$
2	$W = 1.0\ \text{J}$
3	mgR
4	10 W

Sıra sende soruları

1	a. $\Delta K = 30\ \text{J}$ b. $F = 3\ \text{N}$
2	$W_F = mgL(1 - \cos\theta_0)$
3	a. $W = 2.7 \times 10^5\ \text{J}$ b. $P_{\text{ort}} = 150\ \text{W}$

Alıştırmalar ve problemler

1	a. $W_s = -9.6\ \text{J}$ b. $W_g = 72.0\ \text{J}$ c. $v = 7.9\ \text{m/s}$
2	a. $W_s = -\mu_k mgh\cot\theta$ b. Videoya gidiniz.
3	$k = 6.4 \times 10^4\ \text{N/m}$
4	$P = -9.0\ \text{W}$
5	a. $x_s = 5.0\ \text{m}$ b. $\mu_k(x_s) = 0.30$

7. ÜNİTE

POTANSİYEL ENERJİ VE ENERJİ KORUNUMU

video izle

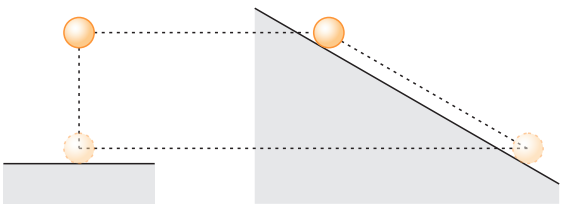
Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi

Potansiyel enerji kavramını tanımlama motivasyonumuzu tartışalım. **Kütle çekim potansiyel enerjisi** kavramının tanımını yapalım. Bir cisme etki eden kütle çekim kuvvetinin yaptığı işle cismin potansiyel enerjisindeki değişim arasındaki ilişkiyi kuralım.

> **NOT:** Bir cismin kütle çekim potansiyel enerjisi yalnızca o cisme ait değildir.

Üzerinde yalnızca kütle çekim kuvvetinin iş yaptığı bir cisim için **mekanik enerji** kavramını tanımlayalım. Bu cisim için mekanik enerji korunumunu gösterelim.

> **NOT:** Potansiyel enerjiyi tanımlarken herhangi bir yüksekliği sıfır seviyesi seçebiliriz.

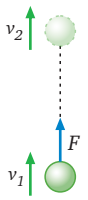


ertansinansahin.com

ÖRNEK 1: Yatayla θ açısı yapacak şekilde v_0 süratiyle eğik atılan bir cismin çıkabileceği maksimum yüksekliği mekanik enerji korunumunu kullanarak hesaplayınız.

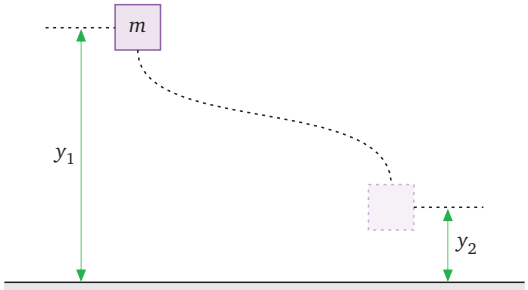
Bir cismin üzerinde kütle çekim kuvveti dışında bir kuvvetin de iş yapması durumunda olayı nasıl ele alacağımızı inceleyelim.

> **NOT:** Potansiyel enerjisini tanımladığımız kuvvetler dışındaki kuvvetlerin yaptığı işler cismin mekanik enerjisini değiştirecektir.



ÖRNEK 2: Kütlesi 3.0 kg olan bir cisim, düşey doğrultuda aşağı yönde hareket etmektedir. Cisme ağırlığına ek olarak aşağı yönde sabit ve 33 N büyüklüğünde bir kuvvet etki ediyor. Başlangıçta cismin sürati $v_0 = 2.0$ m/s'dir. Cisim, bu kuvvetin etkisinde 6.0 m daha yol aldığında hızının büyüklüğü ne olur? Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.

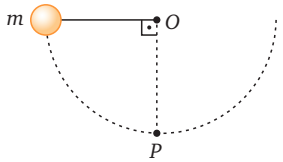
Bir cismin üzerinde yerçekimi kuvvetinin yaptığı işin, yoldan bağımsız olarak cismin yüksekliğindeki değişime bağlı olduğunu gösteriniz.



ÖRNEK 3: Şekildeki düşey düzlemdeki m kütleli cisim, O noktasına kütlesi önemsiz ve esnemeyen bir iple bağlanmıştır. Cisim, O noktasıyla aynı hizadan serbest bırakıldığında hızlanarak P noktasından geçiyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir.

a. Cisim P noktasından geçerken cismin merkezcil ivmesinin büyüklüğü ne kadardır?

b. Cisim P noktasından geçerken ipteki gerilme ne kadardır?



ertansinansahin.com

Sıra sende

1. $m = 10.0$ kg kütleli bir sandık, eğim açısı 37° olan ve yeterince uzun bir rampanın dip kısmından yukarı yönde $v_0 = 6.0$ m/s süratle atılıyor. Sandık rampada 2.0 m yukarı yönde ilerledikten sonra duruyor ve ardından aşağı kayarak rampanın dibine geri dönüyor. Sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün hareket boyunca sabit olduğunu kabul ediniz. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.

a. Sandığa etkiyen sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü bulunuz.

b. Sandığın tekrar rampanın dibine ulaştığındaki hızının büyüklüğünü bulunuz.

Esneklik Potansiyel Enerjisi

Esneklik potansiyel enerjisi kavramının tanımını yapalım. Bir yayın yaptığı işle esneklik potansiyel enerjisindeki değişim arasındaki ilişkiyi kuralım.

Kütle çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisinin birlikte etkin olduğu durumları inceleyelim.

ÖRNEK 4: An 800 kg kütleli bir asansör, düşey doğrultuda aşağıya doğru 4.0 m/s hızla hareket ederken, zeminde bulunan bir yayın üzerine düşüyor. Yay 2.0 m kadar sıkıştığında asansör duruyor. Yayın sıkışması boyunca asansöre etki eden yukarı yönde sabit 2.0 kN büyüklüğünde bir sürtünme kuvveti vardır. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız. Buna göre yay sabiti k kaç N/m olmalıdır?

ertansinansahin.com

Korunumlu ve Korunumsuz Kuvvetler

Korunumlu ve korunumsuz kuvvet kavramlarını açıklayalım. Bu kuvvetlere örnekler verelim.

ÖRNEK 5: İki boyutta tanımlı bir kuvvet alanı $\vec{F}(x, y) = Ay\hat{\imath}$ şeklindedir; burada $A = 5$ N/m'dir. Bir parçacık xy düzleminde dikdörtgen şeklindeki bir yörünge üzerinde hareket ediyor. Parçacık sırasıyla $(0,0)$, $(3,0)$, $(3,2)$, $(0,2)$ noktalarından geçerek $(0,0)$ noktasına geri dönüyor.

a. Verilen kuvvetin dikdörtgenin her bir kenarı boyunca parçacığın üzerinde yaptığı işi bulunuz.

b. Bu kuvvetin parçacık üzerinde yaptığı toplam işi bulunuz.

c. Bu kuvvet alanının korunumlu olup olmadığını tartışınız.

Bir sistem için enerji korunumu ilkesinin ne anlama geldiğini tartışalım.

Kuvvet ve Potansiyel Enerji

Tek boyutlu problemler için bir cisme etki eden kuvvetin potansiyel enerjiden nasıl elde edileceğini inceleyelim.

Kütle çekim ve esneklik potansiyel enerjileri üzerinden bir cisme etki eden kuvvetleri elde edelim.

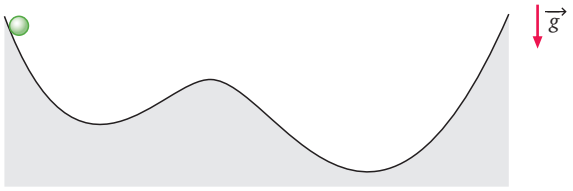
ÖRNEK 6: Elektrik yükü q_1 olan bir parçacık $x = 0$ konumuna sabitleniyor. İkinci bir q_2 yükü ise x-ekseni boyunca serbestçe hareket edebilmektedir. Bu sistemin elektrik potansiyel enerjisi $U(x) = k\frac{q_1 q_2}{x}$ olduğuna göre ikinci parçacığa etki eden kuvvetin konuma bağlı fonksiyonunu elde ediniz.

Üç boyutlu problemler için bir cisme etki eden kuvvetin potansiyel enerjiden nasıl elde edileceğini inceleyelim.

ÖRNEK 7: Bir cisim xy düzleminde hareket etmektedir. Bir yayın ucuna bağlı bu cismin ve yayın sahip olduğu potansiyel enerji $U(x, y) = \frac{1}{2}k(x^2 + y^2)$ olarak veriliyor. Buna göre, yayın cisme uyguladığı kuvveti konuma bağlı olarak elde ediniz.

Enerji Diyagramları

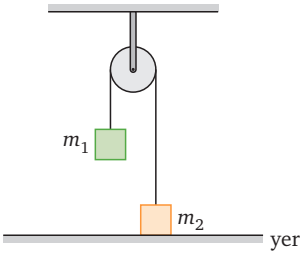
Şekildeki konumdan serbest bırakılan ve sürtünmesiz ortamda hareket eden bir cisim için enerji diyagramı çizelim. Kararlı ve kararsız denge noktalarını gösterelim. Aynı cisim için bir de kuvvetin konuma bağlı değerini veren bir grafik çizelim.



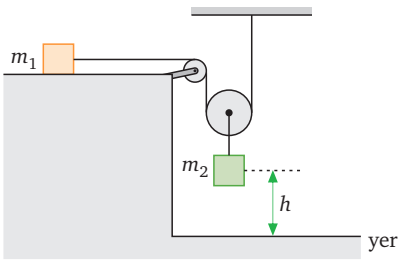
ertansinansahin.com

Alıştırmalar ve Problemler

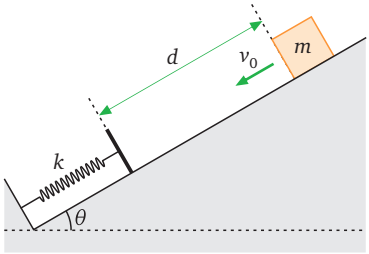
1. Şekildeki sistemde $m_1 = 6.0$ kg ve $m_2 = 4.0$ kg olarak verilmiştir. m_1 kütleli cismin yerden yüksekliği 4.0 m'dir. Tüm sürtünmeler önemsizdir ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğü $g = 10$ m/s^2'dir. Sistem serbest bırakıldığında m_2 kütleli cisim en fazla ne kadar yükselir?



2. Şekildeki sistemde $m_1 = 6.0$ kg kütleli cisim yatay düzlem üzerindedir. Cisim ile zemin arasındaki kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.20$'dir. $m_2 = 4.0$ kg kütleli cisim, şekildeki gibi hareketli makara sistemine asılmıştır. Sistem serbest bırakıldığında m_2 kütleli cisim aşağı yönde hareket etmektedir. m_2 cismi yerden $h = 2.0$ m yükseklikteyken serbest bırakılıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü $g = 10$ m/s^2'dir. Makaraların ağırlığı ve sürtünmeleri önemsiz olduğuna göre, m_2 kütleli cismin yere çarpma hızının büyüklüğünü hesaplayınız.



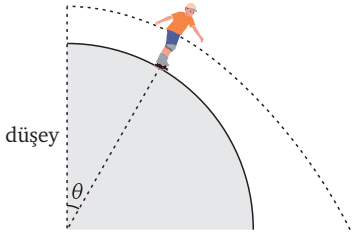
3. Şekildeki m kütleli cisim eğik bir düzlemde v_0 süratiyle atılıyor ve rampa aşağı hareket ederek rampanın alt kısmında yer alan bir yayı en fazla x kadar sıkıştırarak duruyor. İlk durumunda cismin yaya uzaklığı d'dir. Yay sabit k, zemindeki kinetik sürtünme katsayısı μ_k ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g olduğuna göre cismin ilk sürati v_0 verilenler cinsinden nedir?



4. Kütlesi m olan küçük bir cisim, yarıçapı R olan düşey bir dairesel pistin iç yüzeyinde sürtünmesiz olarak kaymaktadır. Bloğun bu yörüngeyi pistten ayrılmadan tamamlaması istenmektedir. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir. Bunun için cismin pistin en alt noktasındaki süratinin en küçük değeri verilenler cinsinden ne olmalıdır?

ertansinansahin.com

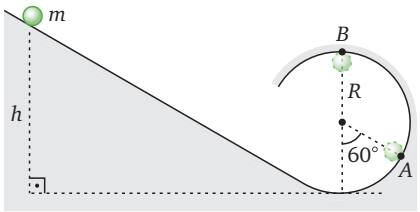
5. Bir patenci, oldukça büyük sürtünmesiz bir küresel yüzeyin tepesinden aşağı doğru kaymaktadır. Patencinin zeminden ayrıldığı noktanın düşeyle yaptığı açı θ'nın kosinüs değeri kaçtır?



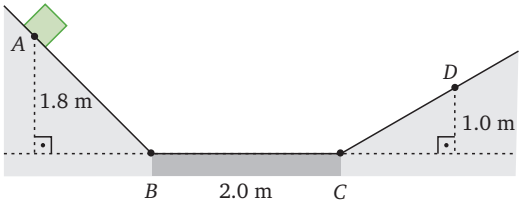
6. Kütlesi m olan noktasal bir cisim düşey kesiti şekildeki gibi verilen sürtünmesiz yoldan aşağı kaymaktadır. Cisim h yüksekliğindeyken hızı sıfırdır. Cisim yolun R yarıçaplı çembersel kısmının B noktasından düşmeden geçebileceği en küçük süratle geçmektedir. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir. Buna göre

a. h yüksekliği R cinsinden nedir?

b. Cisim A noktasından geçerken zeminin cisme uyguladığı normal kuvvetin büyüklüğü verilenler cinsinden nedir?



7. Bir cisim, düşey kesiti şekildeki gibi verilen yolun A noktasından serbest bırakıldığında en çok D noktasına kadar yükselebiliyor. Yolun yalnızca B ve C noktaları arasında sürtünme olduğuna göre bu bölgedeki kinetik sürtünme katsayısı μ_k nedir?



8. Hooke yasasına uymayan bir yayın uyguladığı kuvvetin konuma bağlı ifadesi $F_x(x) = -kx - \lambda x^2$ şeklindedir. Burada $k = 50.0\ \text{N/m}$ ve $\lambda = 12.0\ \text{N/m}^2$ değerindedir.

a. Bu yay için potansiyel enerji fonksiyonunu $U(x)$ yazınız. Potansiyel enerjiyi $x = 0$ konumunda $U = 0$ olacak şekilde tanımlayınız.

b. Kütlesi $m = 1.00$ kg olan bir cisim, sürtünmesiz yatay bir düzlem üzerinde bu yaya bağlıdır. Yay $x = 0$ denge konumundan 2.00 m kadar çekilip bırakılıyor. Cisim $x = 1.00$ m konumundan geçerken cismin süratini bulunuz.

ertansinansahin.com

9. Bir parçacık x-ekseninde korunumlu ve x-eksenine paralel bir kuvvet etkisinde hareket etmektedir. Parçacığın bu sistemde sahip olduğu potansiyel enerjinin grafiği şekilde verilmiştir. Parçacığın sahip olduğu toplam enerji E ile gösterilmektedir. Parçacıkla ilgili;

a. Hangi noktalar arasında hareket etmektedir?

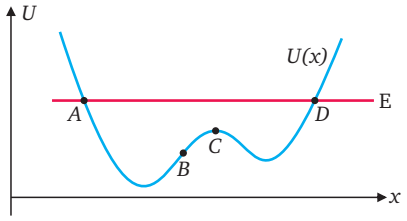
b. Kinetik enerjisinin en büyük olduğu yer neresidir?

c. B noktasında etki eden kuvvet hangi yöndedir?

d. C noktasında etki eden kuvvet nedir?

e. Kararlı denge noktaları hangileridir?

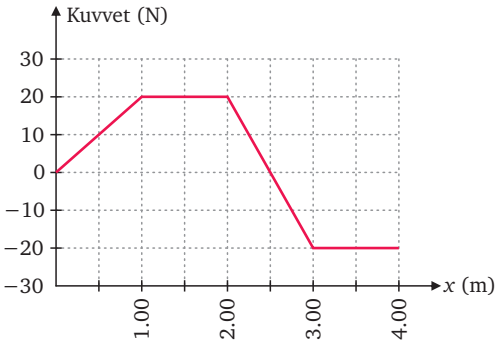
f. Kararsız denge noktaları hangileridir?



10. Bir parçacık x-ekseninde ve x-eksenine paralel bir kuvvet etkisinde hareket etmektedir. Parçacığa etki eden kuvvetin konuma bağlı grafiği şekilde verilmiştir. Başlangıçta $x = 0$ konumunda olan ve ilk hızı olmayan parçacıkla ilgili;

a. Kinetik enerjisinin en büyük değeri nedir?

b. $0 - 4$ m aralığında üzerinde yapılan net iş nedir?



ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1	$h = \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g}$
2	$v = 16$ m/s
3	a. $2g$ b. $3mg$
4	$k = 9.2 \times 10^3$ N/m
5	a. $W_{(0,0)\to(3,0)} = 0$ J, $W_{(3,0)\to(3,2)} = 0$ J, $W_{(3,2)\to(0,2)} = -30$ J, $W_{(0,2)\to(0,0)} = 0$ J b. $W_{\text{net}} = -30$ J c. Korunumsuzdur
6	$\vec{F}(x) = \frac{kq_1q_2}{x^2}\hat{\imath}$
7	$\vec{F} = -kx\hat{\imath} - ky\hat{\jmath}$

Sıra sende soruları

1	a. $F = 30$ N b. $v = 3.46$ m/s

Alıştırmalar ve problemler

1	$h_{\text{maks}} = 4.8$ m
2	$v_ç = 1.51$ m/s
3	$v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}x^2 + 2g(\mu_k \cos\theta - \sin\theta)(d + x)}$
4	$v_0 = \sqrt{5gR}$
5	$\cos\theta = \frac{2}{3}$
6	a. $h = \frac{5}{2}R$ b. $N_A = \frac{9}{2}mg$
7	$\mu_k = 0.40$
8	a. $U(x) = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{3}\lambda x^3$ b. $v = 14.4$ m/s
9	Videoya gidiniz.
10	a. $K_{\text{maks}} = 35$ J b. $W = 10$ J

8. ÜNİTE
İTME VE ÇİZGİSEL MOMENTUM

video izle

Momentum ve İtme

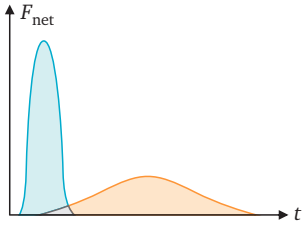
Sabit kütleli bir cisim için Newton'ın ikinci hareket yasasını matematiksel olarak momentum türünden ifade edelim. **Momentum** kavramının tanımını yapalım ve SI birimini inceleyelim.

> **NOT:** Bir cismin momentumu vektörel bir nicelik olduğu için bileşenleriyle gösterilir.

Newton'ın ikinci hareket yasasından yararlanarak **itme** kavramını tanımlayalım. İtmenin vektörel bir nicelik olduğunun altını çizelim ve birimini inceleyelim.

İtme-momentum teoremini açıklayalım.

Bir boyut için verilen net kuvvet-zaman grafiklerinin altında kalan alanları inceleyerek yorumlayalım.



Momentum ve kinetik enerji arasındaki benzerlikleri ve farkları tartışalım. İtme-momentum teoremi ile iş-kinetik enerji teoremlerini kıyaslayalım.

ertansinansahin.com

ÖRNEK 1: Kütlesi 2.0 kg olan bir top, başlangıçta 3.0 m/s hızla batı yönünde hareket etmektedir. Başlangıçtan itibaren topa 4.0 N büyüklüğünde sabit bir kuvvet 2.0 s boyunca doğu yönünde uygulanıyor.

a. Topun başlangıçtaki momentumunu bulunuz.

b. 2.0 s boyunca topa uygulanan itmeyi bulunuz.

c. $t = 2.0$ s anında topun yeni momentumunu ve hızını bulunuz.

Sıra sende

1. Kütlesi 0.50 kg olan bir top, yatay doğrultuda $+x$ yönünde 25 m/s hızla hareket ederken sert bir duvara çarpıyor. Çarpışmadan sonra top $-x$ yönünde 15 m/s hızla geri dönüyor.

a. Çarpışma sırasında topun momentumundaki değişimi bulunuz.

b. Çarpışma süresi 0.080 s ise duvarın topa uyguladığı ortalama kuvvetin büyüklüğünü hesaplayınız.

2. Bir uzay aracı $t = 0$ anında motorunu çalıştırıyor. Motor, uzay aracına $+x$ yönünde zamanla artan bir kuvvet uyguluyor. Bu kuvvet $F_x(t) = At^2$ bağıntısı ile veriliyor. Kuvvetin büyüklüğü $t = 2.0$ s anında 60 N olmaktadır.

a. A katsayısının değerini bulunuz.

b. Motorun $t = 1.0$ s ile $t = 3.0$ s arasındaki 2.0 s süre boyunca uzay aracına uyguladığı toplam itmeyi hesaplayınız.

c. Kütlesi $m = 200$ kg olan uzay aracının bu süre boyunca hızındaki değişimi bulunuz.

ertansinansahin.com

Momentum Korunumu

Basit bir sistem için momentum korunumunu tartışalım. İki cismin üzerindeki kuvvetleri göstererek momentum korunumunu matematiksel olarak ifade edelim.



NOT: Bir sisteme etki eden dış kuvvetlerin vektörel toplamı sıfırsa sistemin toplam momentumu sabittir.

NOT: Momentum korunumu, momentum bileşenlerinin korunumudur.

ÖRNEK 2: Kütlesi 4.0 kg olan bir tüfek, kütlesi 9.0 g olan bir mermiyi yatay doğrultuda 600 m/s hızla fırlatıyor.

a. Merminin fırlatılmasından hemen sonra tüfeğin geri tepme hızını bulunuz.

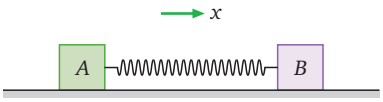
b. Merminin ve tüfeğin momentumlarını ayrı ayrı hesaplayınız ve toplam momentumun korunduğunu gösteriniz.

Sıra sende

3. Kütleleri $m_A = 2.0$ kg ve $m_B = 4.0$ kg olan iki cisim aralarına yerleştirilmiş bir yay sıkıştırılarak yan yana tutuluyor. Sistem, sürtünmesiz yatay bir yüzeyde hareketsiz durumdayken serbest bırakılıyor. Yayın kütlesi ihmal ediliyor ve yay serbest kaldığında bloklardan ayrılıyor. B cismi serbest kaldıktan sonra $+x$ yönünde 2.0 m/s hızla hareket ediyor.

a. A cisminin son hızını bulunuz.

b. Başlangıçta yayda depolanmış potansiyel enerjiyi bulunuz.



ertansinansahin.com

Momentum Korunumu ve Çarpışmalar

Esnek, **esnek olmayan** ve **tamamen esnek olmayan** çarpışma türlerini tartışalım. Bu çarpışmaları momentum ve enerji korunumu açısından inceleyelim.

Tamamen esnek olmayan çarpışmalar

Biri durgun diğeri hareketli olan iki cismin tamamen esnek olmayan çarpışmasında kinetik enerjinin değişimini inceleyelim.



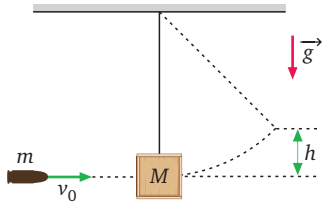
ÖRNEK 3: Kütlesi 1500 kg olan bir otomobil, kuzeye doğru 20 m/s hızla giderken; kütlesi 2500 kg olan bir kamyon, doğuya doğru 12 m/s hızla seyretmektedir. İki araç kavşakta çarpışır ve birbirine yapışarak hareket eder.

a. Çarpışmadan hemen sonra enkazın hızının büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.

b. Çarpışmadan önceki ve sonraki toplam kinetik enerjiyi karşılaştırınız.

Sıra sende

4. Bir balistik sarkaç düzeneğinde, kütlesi m olan bir mermi, kütlesi M olan ve bir sarkaç gibi asılmış bulunan ahşap bloğa saplanır. Çarpışmadan sonra mermi–blok sistemi birlikte yukarı doğru salınarak en fazla h yüksekliğine kadar çıkar. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir. Merminin ilk hızının büyüklüğü v_0 değerini h, g, m ve M cinsinden ifade ediniz.



ertansinansahin.com

Esnek Çarpışmalar

Bir boyutta esnek çarpışma için bir örneği inceleyelim.

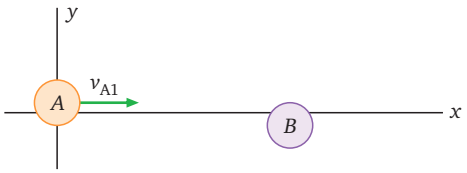


ÖRNEK 4: Bir laboratuvarda yapılan bir deneyde düz bir hava rayı üzerinde sürtünmesiz olarak hareket eden iki kızak bulunmaktadır. Kızaklardan birinin kütlesi $m_A = 0.40$ kg, diğerinin kütlesi ise $m_B = 0.60$ kg'dir. Kızak A, $+x$ yönünde $v_{A1x} = 4.0$ m/s hızla, kızak B ise $-x$ yönünde $v_{B1x} = -1.0$ m/s hızla hareket etmektedir. Kızaklar birbirleriyle esnek olarak çarpışmaktadır. Çarpışma sonrası için kızakların hızlarını (v_{A2x} ve v_{B2x}) bulalım.

ÖRNEK 5: Bir hava hokeyi masasının üzerinde sürtünmesiz olarak hareket edebilen iki disk bulunmaktadır. Disklerin kütleleri sırasıyla $m_A = 1.00$ kg ve $m_B = 0.60$ kg'dır. A diski başlangıçta $+x$ yönünde 4.0 m/s hızla hareket etmektedir; B diski ise başlangıçta durmaktadır. Diskler esnek (tamamen elastik) bir çarpışma yapmaktadır. Çarpışmadan sonra A diskinin hızı büyüklük olarak 2.0 m/s olmakta ve x ekseniyle α açısı yapacak şekilde hareket etmektedir. B diski ise v_{B2} büyüklüğünde bir hızla ve x ekseniyle β açısı yapacak yönde hareket etmektedir.

a. B diskinin çarpışma sonrası hızının büyüklüğü v_{B2} değerini bulunuz.

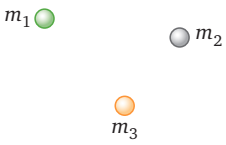
b. Çarpışma sonrası için α ve β açılarını bulunuz.



ertansinansahin.com

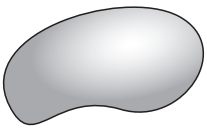
Kütle Merkezi

Bir sistemin kütle merkezini nasıl elde ettiğimizi iki boyutta inceleyelim. Kütle merkezinin konumu olan $\vec{r}_{km}$ vektörünü matematiksel olarak elde edelim.

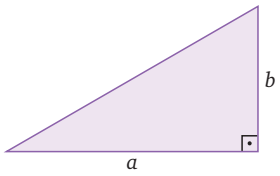


ÖRNEK 6: Kütlesi 0.60 kg ve hacmi 0.0080 m^3 olan düzgün bir küp zeminin üzerinde durmaktadır. Yarıçapı 0.30 m ve kütlesi 1.20 kg olan düzgün bir küre, küpün üst yüzeyinin tam ortasında durmaktadır. Bu iki cisimden oluşan sistemin kütle merkezinin yerden yüksekliğini bulunuz.

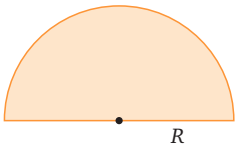
Kütle dağılımı sürekli olan bir cismin kütle merkezini nasıl elde ettiğimizi üç boyutta inceleyelim.



Dik üçgen şeklindeki, ince ve homojen bir levhanın kütle merkezinin yerini elde edelim.



ÖRNEK 7: Homojen ve yarım daire şeklindeki ince bir levhanın kütle merkezinin yerini elde ediniz.



ertansinansahin.com

Kütle merkezinin hareketi

Bir sistemin kütle merkezinin hareketini iki boyutta inceleyelim. Kütle merkezinin hızı olan $\vec{v}_{\text{km}}$ vektörünü matematiksel olarak elde edelim.

Kütle merkezinin hızı ve toplam momentum arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak elde edelim.

ÖRNEK 8: Ali ve Banu sürtünmesiz yatay bir yüzey üzerinde duruyorlar. Ali'nin kütlesi $m_A = 80$ kg, Banu'nun kütlesi $m_B = 50$ kg'dır. Başlangıçta Ali, $x_{A1} = -8.0$ m konumunda, Banu ise $x_{B1} = 8.0$ m konumundadır. Birbirlerini kütlesi önemsiz bir halat yardımıyla çeken Ali ve Banu harekete geçiyorlar.

a. Sistemin kütle merkezinin başlangıçtaki konumunu bulunuz.

b. Ali 4.0 m hareket ettiğinde, Banu'nun ne kadar yol alacağını bulunuz.

c. Ali 4.0 m hareket ettiğinde kütle merkezi ne kadar yer değiştirir?

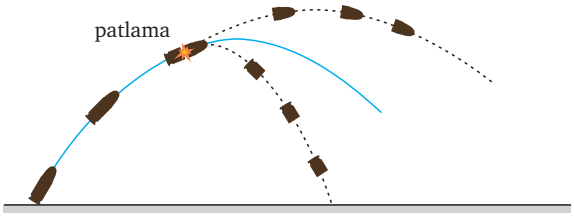
ertansinansahin.com

Dış kuvvetler ve kütle merkezinin hareketi

Dış kuvvetlerin etki ettiği bir sistemin kütle merkezinin nasıl hareket edeceğini tartışalım.

NOT: Newton'un üçüncü yasası gereği, tüm iç kuvvetler ikili olarak birbirini yok eder ve $\sum \vec{F}_{\text{iç}} = 0$ olur.

Hava sürtünmesinin olmadığı bir ortamda havada parçalanan bir top mermisinin parçalarının ve kütle merkezinin yörüngelerini inceleyelim.



Sıra sende

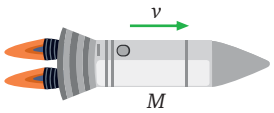
5. Kütlesi $m = 4.0$ kg olan bir cisim, yatayla 37° açı yapacak şekilde 50.0 m/s hızla atılmaktadır. Cisim, yörüngesinin en yüksek noktasına geldiğinde patlayarak eşit kütleli iki parçaya ayrılıyor. Parçalardan biri, patlama anından sonra ilk hızı sıfır olacak biçimde yalnızca düşey doğrultuda aşağıya doğru düşmektedir. Hava direncini ihmal ediniz ve yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız.

a. Zeminin düz olduğu düşünülürse diğer parça atış noktasından yatayda ne kadar uzakta yere düşer?

b. Patlama sırasında açığa çıkan enerji ne kadardır?

Roket Hareketi

Boş uzayda ve bir yönde ivmelenen bir rokete etki eden kuvveti, roketin anlık ivmesini ve son hızını elde edelim.



ertansinansahin.com

Sıra sende

6. Uzayda, diğer tüm cisimlerden çok uzakta hareket eden bir roketin Dünya'ya göre sürati 6.0×10^3 m/s değerindedir. Roketin motorları çalıştırılıyor ve yakıt, roketin hareket yönüne zıt yönde ve rokete göre 4.0×10^3 m/s hızla dışarı atılıyor.

a. Roketin kütlesi ilk değerinin yarısına düştüğünde, Dünya'ya göre sürati ne olur?

b. Roket yakıtının tükenme hızı 50 kg/s olduğuna göre rokete etki eden itme kuvveti nedir?

Alıştırmalar ve Problemler

1. Bir cisme $t = 0$ anından itibaren, net bir kuvvet uygulanmıştır. Uygulanan kuvvetin zaman bağlı denklemi

$$\vec{F}(t) = ((0.20\ \text{N/s})\,t)\,\hat{\imath} + \left((-0.30\ \text{N/s}^2)\,t^2\right)\hat{\jmath}$$

olarak veriliyor. Başlangıçta cismin momentumu $\vec{p}_0 = (-3.0\hat{\imath} + 4.0\hat{\jmath})$ kg · m/s olduğuna göre $t = 2.0$ s anında cismin momentumu nedir?

2. Bir cismin momentumu

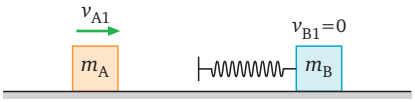
$$\left((0.50\ \text{kg}\cdot\text{m/s}^3)t^2 - (4.0\ \text{kg}\cdot\text{m/s})\right)\hat{\imath} + \left(0.50\ \text{kg}\cdot\text{m/s}^2\right)t\,\hat{\jmath}$$

şeklinde verilmektedir. Cisme etki eden net dış kuvveti bulunuz.

3. Kütlesi $m_A = 2.0$ kg olan bir blok, sürtünmesiz yatay bir ray üzerinde başlangıçta $+x$ yönünde 6.0 m/s hızla hareket etmektedir. Bu blok, kütlesi $m_B = 1.0$ kg olan ve ikinci bir bloğa bağlı kütlesi önemsiz bir yaya çarpmaktadır. Çarpışma tek boyutta gerçekleşmektedir ve ikinci blok başlangıçta durgundur. Yay sabiti $k = 600$ N/m'dir.

a. Çarpışmadan sonra bloklar birbirlerinden ayrılıp ayrı ayrı hareket etmeye başladıklarındaki hızlarını bulunuz.

b. Çarpışma esnasında yaydaki maksimum sıkışma miktarını bulunuz.

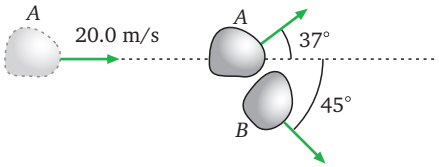


ertansinansahin.com

4. Asteroit kuşağında bulunan eşit kütleli iki asteroit şekildeki gibi birbirine çarpmaktadır. A asteroiti başlangıçta $v_{A1} = 20.0$ m/s süratle hareket etmektedir ve çarpışmadan sonra 37° yön değiştirmektedir. B asteroiti ise çarpışmadan sonra A'nın ilk hızıyla 45° derecelik açı yapacak şekilde ilerlemektedir. Asteroitlerin noktasal olduğu düşünülebilir.

a. Asteroitlerin çarpışmadan sonraki süratlerini bulunuz.

b. Çarpışma esnasında kaybedilen toplam kinetik enerji yüzdesini bulunuz.

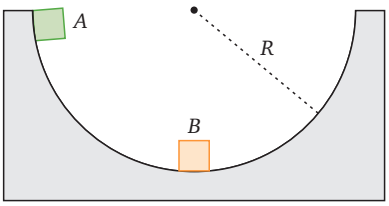


5. Noktasal A ve B cisimleri, düşey kesiti şekilde verilen sürtünmesiz ve R yarıçaplı çembersel yolda serbest bırakılıyor. Aşağıda verilen farklı kütle değerleri ve çarpışma durumları için cisimlerin çarpışma sonrası yükselme miktarlarını bulunuz.

a. $m_A = 2.0$ kg ve $m_B = 2.0$ kg, tamamen esnek olmayan çarpışma.

b. $m_A = 2.0$ kg ve $m_B = 1.0$ kg, tamamen esnek olmayan çarpışma.

c. $m_A = 2.0$ kg ve $m_B = 2.0$ kg, esnek çarpışma.

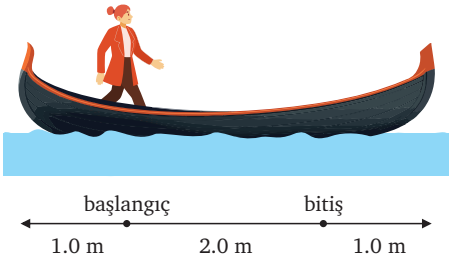


ertansinansahin.com

6. 60.0 kg kütleli bir kadın, 90.0 kg kütleli ve 4.00 m uzunluğunda bir kayıkta ayakta durmaktadır. Kadın, kayığın bir ucundan 1.0 m uzaktaki bir noktadan, diğer ucundan 1.0 m uzaktaki bir noktaya yürümektedir. Kayığın hareketine karşı suyun direnci ihmal edilecektir.

a. Bu süreçte kayık ne kadar yer değiştirir?

b. Kadın yere göre ne kadar yer değiştirir?



7. Sürtünmesiz yatay bir düzlemde durmakta olan 5.0 kg kütleli bir cisim, bir iç patlama sonucu üç parçaya ayrılıyor. Patlamadan hemen sonra, parçalardan birincisi ($m_1 = 1.0$ kg) $+x$ yönünde 10 m/s süratle, ikinci parça ($m_2 = 2.0$ kg) ise $+y$ yönünde 8.0 m/s süratle hareket ediyor. Sistemin geri kalan kütlesi üçüncü parçayı oluşturmaktadır.

a. Üçüncü parçanın hız vektörünü birim vektörler cinsinden bulunuz.

b. Bu patlama sırasında açığa çıkan toplam mekanik enerjiyi bulunuz.

ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1

a. $\vec{p}_i = -6.0\hat{i}$ kg · m/s

b. $\vec{I} = 8.0\hat{i}$ N · s

c. $\vec{p}_f = 2.0\hat{i}$ kg · m/s, $\vec{v}_f = 1.0\hat{i}$ m/s

2

a. $v_{\text{t}} = -1.35$ m/s

b. $P_{\text{m}} = 5.4$ kg · m/s, $P_{\text{t}} = -5.4$ kg · m/s, $P_{\text{ilk}} = P_{\text{son}} = 0$

3

a. $v = 10.6$ m/s, kuzeydoğu yönünde

b. $K_{\text{ilk}} = 4.8 \times 10^5$ J, $K_{\text{son}} = 2.25 \times 10^5$ J

$\Delta K = -2.55 \times 10^5$ J

4

$v_{A2x} = -2.0$ m/s

$v_{B2x} = 3.0$ m/s

5

a. $v_{B2} = 4.47$ m/s

b. $\alpha = 36.8°$, $\beta = 26.6°$

6 0.37 m

7 $x_{\text{km}} = 0$, $y_{\text{km}} = \frac{4R}{3\pi}$

8

a. $x_{\text{km}} = -1.85$ m

b. $d_B = 6.41$ m

c. $\Delta x_{\text{km}} = 0$ m

Sıra sende soruları

1

a. $\Delta\vec{p} = -20\hat{i}$ kg·m/s

b. $F_{\text{ort}} = 250$ N

2

a. $A = 15$ N/s^2

b. $\vec{J} = 130\hat{i}$ N·s

c. $\Delta\vec{v} = 0.65\hat{i}$ m/s

3

a. $\vec{v}_A = -4.0\hat{i}$ m/s

b. $U_{\text{yay}} = 24$ J

4 $v_0 = \frac{m+M}{m}\sqrt{2gh}$

5

a. $x = 360$ m

b. $\Delta E = 3.20 \times 10^3$ J

6

a. $v_s = 8.77 \times 10^3$ m/s

b. $F = 2.0 \times 10^5$ N

Alıştırmalar ve problemler

1	$\vec{p}(t = 2.0\ \text{s}) = (-2.6\hat{\imath} + 3.2\hat{\jmath})\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$
2	a. $\vec{F}_{\text{net}}(t) = (1.0\ \text{N/s})t\hat{\imath} + 0.50\ \text{N}\hat{\jmath}$
3	a. $v_{A2} = 2.0\hat{\imath}\ \text{m/s}, \quad v_{B2} = 8.0\hat{\imath}\ \text{m/s}$ b. $x_{\text{maks}} = 0.20\ \text{m}$
4	a. $v_{A2} = 14.3\ \text{m/s}, \quad v_{B2} = 12.1\ \text{m/s}$ b. %12.3
5	a. $h_s = R/4$ b. $h_s = 4R/9$ c. $h_A = 0, \quad h_B = R$
6	a. $\Delta x_{\text{kayık}} = 0.80\ \text{m}$, yön için videoya gidiniz b. $\Delta x_{\text{kadın}} = 1.20\ \text{m}$, yön için videoya gidiniz
7	a. $\vec{v}_3 = (-5.0\hat{\imath} - 8.0\hat{\jmath})\ \text{m/s}$ b. $\Delta E = 203\ \text{J}$

ertansinansahin.com

9. ÜNİTE
DÖNME HAREKETİ

video izle

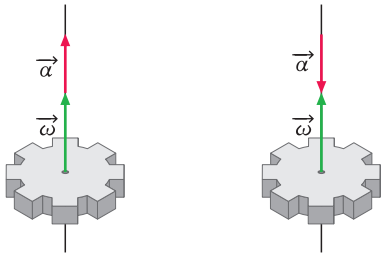
Dönme Hareketinin Değişkenleri

Açısal konum ve **açısal yer değiştirme** kavramlarını tanımlayalım.

Açısal hız kavramını tanımlayalım. Ortalama açısal hızı ve anlık açısal hızı matematiksel olarak ifade edelim.

Açısal ivme kavramını tanımlayalım. Ortalama açısal ivmeyi ve anlık açısal ivmeyi matematiksel olarak ifade edelim.

Açısal hız ve açısal ivme kavramlarını daha iyi anlamak için aşağıdaki görseli inceleyelim.



ÖRNEK 1: Bir diskin açısal hızı $\omega_z(t) = A + Bt^2$ bağıntısına göre değişmektedir. Burada t saniye cinsinden olup, A ve B sabitleri sırasıyla 4.0 ve 2.0 sayısal değerlerine sahiptir.

a. ω_z niceliğinin birimi rad/s olduğuna göre A ve B sabitlerinin birimlerini bulunuz.

b. Diskin $t = 0$ ve $t = 3.0$ s anlarındaki açısal ivmesini hesaplayınız.

ertansinansahin.com

Sabit Açısal İvmeli Dönme Hareketi

Bir boyutta sabit ivmeli hareket için elde ettiğimiz denklemlerin dönme hareketine uyarlanmış hallerini yazalım ve bu denklemleri inceleyelim.

ÖRNEK 2: Durgun halden harekete geçen bir tekerlek sabit açısal ivme ile dönmektedir. Tekerlek hareketinin ilk 2.0 s'lik süresi içerisinde 5 devir yapmaktadır. Buna göre tekerlek, bu süreyi takip eden 6.0 s içerisinde kaç devir daha yapar?

Çizgisel ve Açısal Kinematiğin İlişkisi

r yarıçaplı bir çember üzerinde hareket eden bir hareketli için çizgisel sürat ile açısal sürat arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak elde edelim.

r yarıçaplı bir çember üzerinde hareket eden bir hareketli için çizgisel ivmenin çembere teğet bileşeni ile açısal ivme arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak elde edelim. Daha önce elde ettiğimiz merkezcil ivmeyi bir kere daha yazalım.

ÖRNEK 3: Yarıçapı $r = 20$ cm olan bir zımpara taşı, merkezinden geçen sabit bir eksen etrafında dönmektedir. Belirli bir anda taşın açısal sürati $\omega = 5$ rad/s ve açısal ivmesi $\alpha = 15$ rad/s^2 olarak ölçülmüştür.

a. Taşın dış kenarındaki bir noktanın teğetsel (a_t) ve merkezcil (a_m) ivme bileşenlerini bulunuz.

b. Bu noktadaki toplam doğrusal ivmenin büyüklüğünü hesaplayınız.

Dönme Hareketinde Enerji

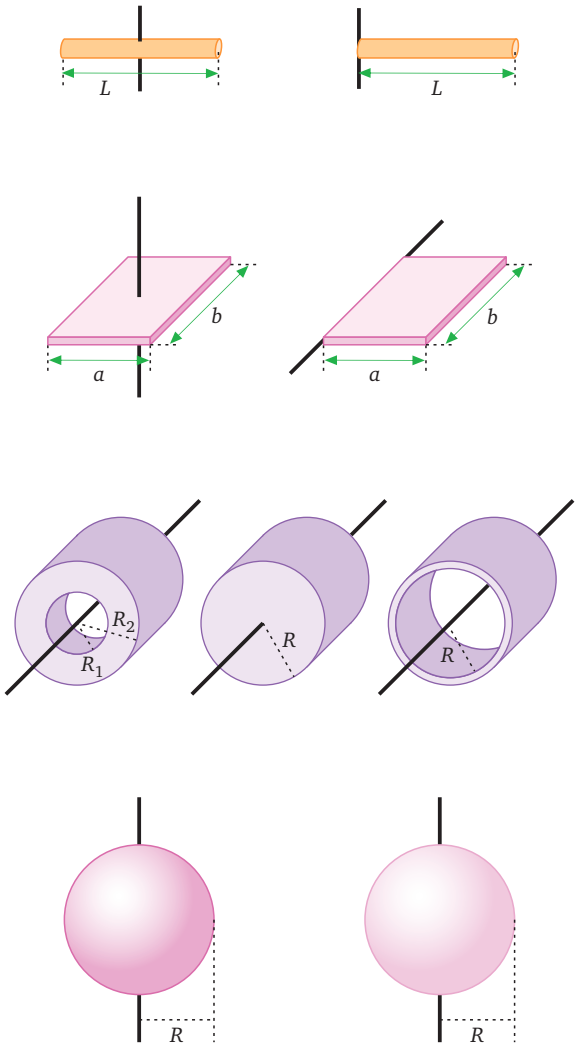
Bir parçacığın dönme kinetik enerjisinin nasıl elde edileceğini tartışalım.

Birden fazla parçacıktan oluşan bir rijit bir cismin dönme kinetik enerjisini yazalım. Ardından **eylemsizlik momenti** kavramını tanımlayalım. Cismin kinetik enerjisi bir de eylemsizlik momentini kullanarak yazalım.

> **NOT:** Bir cismin eylemsizlik momenti seçilen eksene bağlıdır.

ertansinansahin.com

Farklı cisimlerin farklı eksenlere göre eylemsizlik momentlerini yazalım.



ÖRNEK 4: Kütlesi $M = 50$ kg ve yarıçapı $R = 20$ cm olan içi dolu homojen bir silindir, merkezinden geçen sürtünmesiz yatay bir eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Silindirin üzerine sarılmış kütlesi önemsiz bir ipin ucuna, büyüklüğü $F = 20$ N olan sabit bir kuvvet uygulanıyor. İp, silindir üzerinden kaymadan $x = 2.5$ m boyunca çekiliyor. Silindir başlangıçta durgun olduğuna göre;

a. Silindirin bu hareket sonunda kazandığı açısal sürati hesaplayınız.

b. İpin 2.5 m çekildiği andaki çizgisel sürati nedir?

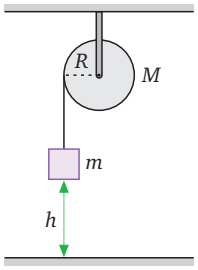
ertansinansahin.com

Sıra sende

1. Kütlesi $M = 4.0$ kg ve yarıçapı $R = 10$ cm olan içi dolu homojen bir silindir, merkezinden geçen sürtünmesiz yatay bir eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Silindirin üzerine sarılmış, kütlesi önemsiz bir ipin ucuna $m = 2.0$ kg kütleli bir blok bağlanmıştır. Blok, zeminden $h = 2.5$ m yükseklikten durgun halden serbest bırakılıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız. İp silindir üzerinden kaymadan açıldığına göre;

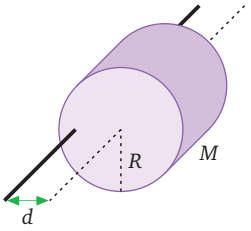
a. Blok yere çarptığı anda sürati kaç m/s olur?

b. Blok yere çarptığı anda silindirin açısal sürati kaç rad/s olur?



Paralel Eksen Teoremi

Şekildeki örnek üzerinden paralel eksen teoremini açıklayalım.



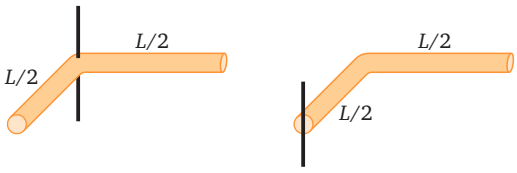
İnce bir çubuğun kütle merkezinden geçen eksene göre eylemsizlik momentini kullanarak bir ucundan geçen eksene göre eylemsizlik momentini elde edelim. Ardından çubuğun bir ucundan geçen eksene göre göre elde edilen eylemsizlik momentini kullanarak merkezinden geçen eksene göre eylemsizlik momentini elde edelim.



ÖRNEK 5: Kütlesi M ve uzunluğu L olan homojen ince bir çubuk, tam orta noktasından bükülerek iki parçasının birbirine dik olması sağlanıyor. Oluşan bu cismin;

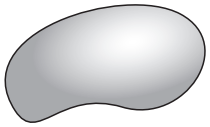
a. İki parçanın birleştiği köşeden geçen ve cismin düzlemine dik olan eksene göre,

b. Çubuğun bir ucundan geçen ve cismin düzlemine dik olan eksene göre eylemsizlik momentini hesaplayınız.

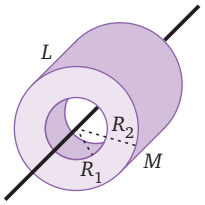


Eylemsizlik Momenti Hesaplamaları

Herhangi bir cismin eylemsizlik momentinin nasıl hesaplanacağını tartışalım.

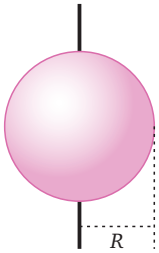


ÖRNEK 6: Kütlesi M, uzunluğu L, iç yarıçapı R_1 ve dış yarıçapı R_2 olan, düzgün kütle yoğunluğuna sahip içi boş bir silindir veriliyor. İntegral yöntemini kullanarak, bu silindirin merkezinden geçen simetri eksenine göre eylemsizlik momentini hesaplayınız.



ertansinansahin.com

ÖRNEK 7: Kütlesi M ve yarıçapı R olan düzgün kütle yoğunluğuna sahip bir kürenin merkezinden geçen eksene göre eylemsizlik momentini hesaplayınız.

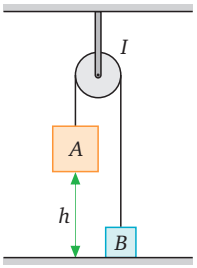


Alıştırmalar ve Problemler

1. Şekildeki sistemde $m_A = 4.0$ kg ve $m_B = 2.0$ kg kütleli bloklar, kütlesi $M = 4.0$ kg ve yarıçapı $R = 20$ cm olan içi dolu homojen bir silindir şeklindeki makara üzerinden geçirilen kütlesi önemsiz bir iple birbirine bağlanmıştır. İp makara üzerinde kaymamaktadır. Sistem, A bloğu zeminden $h = 5.0$ m yükseklikteyken durgun halden serbest bırakılıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız. Makara ekseni sürtünmesiz olduğuna göre;

a. A bloğunun yere çarpma sürati nedir?

b. A bloğunun yere çarptığı anda makaranın açısal sürati nedir?

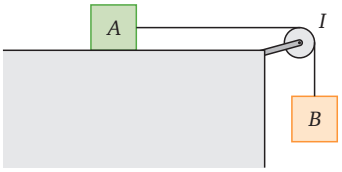


ertansinansahin.com

2. Yatayla arasında kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.25$ olan bir masa üzerinde duran $m_A = 4.0$ kg kütleli A bloğu, yarıçapı $R = 10$ cm olan bir makara üzerinden geçirilen iple $m_B = 6.0$ kg kütleli B bloğuna bağlanmıştır. Makaranın dönme eksenine göre eylemsizlik momenti $I = 0.02\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$ olarak verilmiştir. Sistem serbest bırakıldığında B bloğu aşağı yönde harekete geçiyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız. İp makara üzerinde kaymadığına ve makara ekseni sürtünmesiz olduğuna göre;

a. B bloğunun $h = 3.0$ m aşağı indiği andaki sürati nedir?

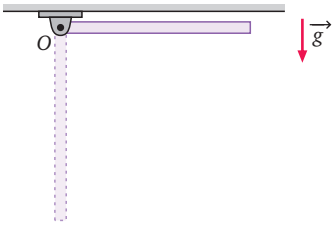
b. Bu anda makaranın açısal sürati nedir?



3. Uzunluğu $L = 1.2$ m ve kütlesi $M = 3.0$ kg olan türdeş bir çubuk, O ucundan geçen sürtünmesiz bir eksen etrafında düşey düzlemde serbestçe dönebilmektedir. Çubuk, şekilde gösterildiği gibi yatay konumdayken durgun halden serbest bırakılıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız. Buna göre;

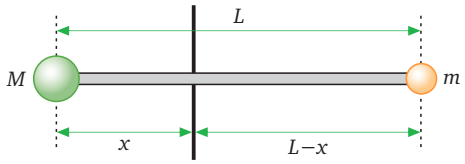
a. Çubuk düşey konuma geldiği anda açısal sürati ne olur?

b. Çubuk düşey konuma geldiği anda, çubuğun en alt ucunun çizgisel sürati ne olur?

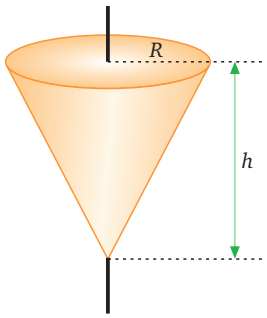


ertansinansahin.com

4. Uzunluğu L ve kütlesi $m_ç$ olan türdeş ince bir çubuğun uçlarına, boyutları önemsenmeyen M ve m kütleli cisimler şekildeki gibi sabitlenmiştir. Sistem, M kütleli cismin bulunduğu uçtan x uzaklıktaki, çubuğa dik bir eksen etrafında dönmektedir. Sistemin bu eksene göre toplam eylemsizlik momentini verilen nicelikler cinsinden bulunuz.



5. Kütlesi M, yüksekliği h ve dairesel yüzeyinin yarıçapı R olan homojen ve içi dolu bir koninin, merkezinden geçen düşey simetri eksenine göre eylemsizlik momentini integral yöntemini kullanarak hesaplayınız. Sonucu verilenler cinsinden elde ediniz.



ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1	a. $A = 4.0\ \text{rad/s}$, $B = 2.0\ \text{rad/s}^3$ b. $\alpha_z(0) = 0.0\ \text{rad/s}^2$, $\alpha_z(3.0) = 12\ \text{rad/s}^2$
2	75
3	a. $a_t = 3.0\ \text{m/s}^2$, $a_m = 5.0\ \text{m/s}^2$ b. $a = 5.8\ \text{m/s}^2$
4	a. $\omega = 10\ \text{rad/s}$ b. $v = 2.0\ \text{m/s}$
5	a. $I = \frac{1}{12}ML^2$ b. $I = \frac{5}{24}ML^2$
6	$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$
7	$I = \frac{2}{5}MR^2$

Sıra sende soruları

1	a. $v = 5\ \text{m/s}$ b. $\omega = 50\ \text{rad/s}$

Alıştırmalar ve problemler

1	a. $v = 5.0\ \text{m/s}$ b. $\omega = 25\ \text{rad/s}$
2	a. $v = 5.0\ \text{m/s}$ b. $\omega = 50\ \text{rad/s}$
3	a. $\omega = 5.0\ \text{rad/s}$ b. $v = 6.0\ \text{m/s}$
4	$I = Mx^2 + m(L-x)^2 + m_ç\left(\frac{1}{12}L^2 + \left(\frac{L}{2} - x\right)^2\right)$
5	$I = \frac{3}{10}MR^2$

10. ÜNİTE
DÖNME HAREKETİNİN DİNAMİĞİ

video izle

Tork

Tork kavramının tanımını yapalım ve torkun büyüklüğünün nelere bağlı olduğunu inceleyelim. Torkun birimini yazalım.

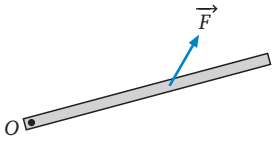


NOT: Tork her zaman bir referans noktasına göre tanımlanır.

Torkun pozitif ya da negatif olmasının ne anlama geldiğini inceleyelim.



Bir çubuğa etki eden bir kuvvetin oluşturduğu torkun büyüklüğünü matematiksel olarak ifade edelim. Ardından torku bir vektör olarak tanımlayalım.



ÖRNEK 1: Bir bisikletçi, yokuş yukarı çıkarken sağ pedalına düşey doğrultuda aşağıya doğru $F = 500$ N büyüklüğünde bir kuvvet uygulamaktadır. Pedal kolunun uzunluğu $r = 20$ cm olup, kuvvetin uygulandığı anda pedal kolu yatay düzlemle 37° açı yapmaktadır. Bisikletçinin bu anda pedal dişlisinin merkezine göre oluşturduğu torkun büyüklüğü kaç N · m olur?

ÖRNEK 2: xy düzleminde bulunan bir cisme etki eden kuvvet $\vec{F} = (3.0\hat{\imath} + 6.0\hat{\jmath})$ N olarak verilmiştir. Kuvvetin uygulandığı noktanın orijine göre konum vektörü ise $\vec{r} = (2.0\hat{\imath} - 4.0\hat{\jmath})$ m şeklindedir.

a. $\vec{r}$, $\vec{F}$ vektörlerini ve orijini gösteren taslak bir çizim yapınız.

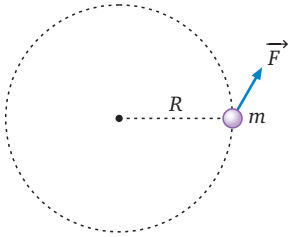
b. Sağ el kuralını kullanarak torkun yönünü tahmin ediniz.

c. Kuvvetin orijine göre oluşturduğu tork vektörü $\vec{\tau}$'yu hesaplayınız ve (b) şıkkındaki tahmininizle uyumlu olup olmadığını kontrol ediniz.

ertansinansahin.com

Tork ve Açısal İvme

Bir parçacığa etki eden kuvvetin oluşturduğu torku ve bu torkun parçacığın açısal ivmeyle ilişkisini elde edelim.



Rijit bir cismin üzerindeki net torkun cismin açısal ivmesiyle ilişkisini elde edelim.

ÖRNEK 3: Kütlesi $M = 4.0$ kg ve yarıçapı $R = 50$ cm olan içi dolu homojen bir disk, merkezinden geçen sürtünmesiz sabit bir yatay eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Diskin çevresine sarılı ip yatay doğrultuda sabit $F = 10$ N büyüklüğünde bir kuvvetle çekiliyor.

a. Kuvvetin dönme eksenine göre oluşturduğu torkun büyüklüğü kaç N · m olur?

b. Diskin açısal ivmesi kaç rad/s^2 olur?

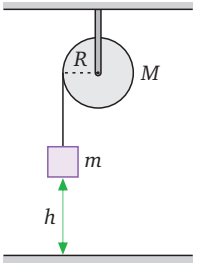
c. İpin çekilme ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2 olur?

ÖRNEK 4: Kütlesi $M = 4.0$ kg ve yarıçapı $R = 10$ cm olan içi dolu homojen bir silindir, merkezinden geçen sürtünmesiz yatay bir eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Silindirin üzerine sarılmış, kütlesi önemsiz bir ipin ucuna $m = 2.0$ kg kütleli bir blok bağlanmıştır. Blok, zeminden $h = 2.5$ m yükseklikten durgun halden serbest bırakılıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız. İp silindir üzerinden kaymadan açıldığına göre;

a. Bloğun aşağı yöndeki ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2 olur?

b. Silindirin açısal ivmesinin büyüklüğü kaç rad/s^2 olur?

c. Blok yere çarptığı anda sürati kaç m/s olur?

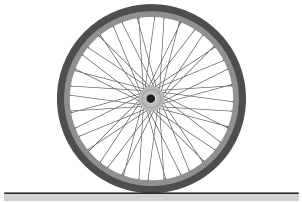


ertansinansahin.com

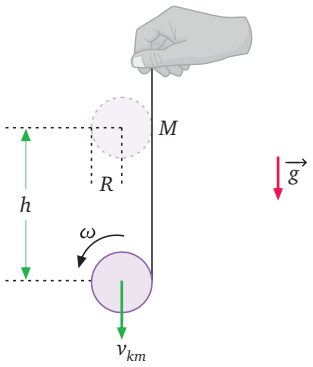
Rijit Bir Cismin Hareketli Bir Eksen Etrafında Dönüşü

Hem dönme hem de öteleme hareketi yapan bir cismin kinetik enerjisinin nasıl elde edileceğini inceleyelim.

Kaymadan yuvarlanma hareketinin koşulunu inceleyelim. Bu hareketi yapan bir tekerin farklı noktalarının yere göre anlık hızını inceleyelim.



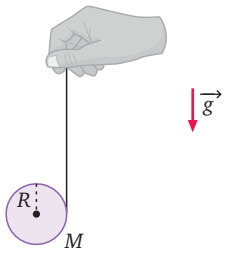
ÖRNEK 5: Kütlesi M ve yarıçapı R olan içi dolu homojen bir disk, etrafına sarılı ipin ucu el ile sabit tutularak durgun halden serbest bırakılıyor. Disk, ip üzerinde kaymadan dönerek aşağı doğru inmektedir. Enerji korunumu ilkesini kullanarak, diskin kütle merkezi düşeyde h kadar aşağı indiği andaki çizgisel süratini v_{km} yerçekimi ivmesi g ve h cinsinden bulunuz.



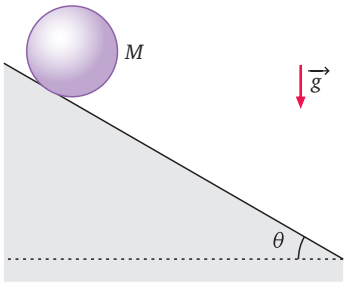
Öteleme ve dönme hareketlerini bir arada yapan cisimler için bu hareketlerin dinamiğini nasıl bir arada ele alabileceğimizi tartışalım.

ertansinansahin.com

Enerji konusu üzerinden ele aldığımız yo-yo örneğinin dinamik incelemesini yapalım. Elde ettiğimiz sonuçları kıyaslayalım.



Eğik bir düzlemden aşağı kaymadan yuvarlanan ve ilk hızı olmayan M kütleli ve R yarıçaplı bir kürenin hareketinin detaylı incelemesini yapalım.



ertansinansahin.com

Sıra sende

1. Kütlesi $M = 5.0$ kg olan içi boş ince bir küresel kabuk, yatayla $\alpha = 37°$ açı yapan bir eğik düzlem üzerinde yukarı yönde kaymadan yuvarlanmaktadır. Küre eğik düzlemin alt ucundan yukarı yönde $v_0 = 6$ m/s büyüklüğünde bir ilk hızla fırlatılıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız.

a. Küreye etki eden statik sürtünme kuvvetinin yönünü belirleyiniz.

b. Kürenin kütle merkezinin yavaşlama ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2 olur?

c. Kaymadan yuvarlanma hareketinin bozulmaması için zemin ile küre arasındaki statik sürtünme katsayısı μ_s'in alabileceği en küçük değer nedir?

d. Küre, fırlatıldığı düşey seviyenin en fazla kaç metre yukarısına çıkabilir?

Dönme Hareketinde İş ve Güç

Dönme hareketi yapan bir cismin üzerindeki bir kuvvetin yaptığı işin torkla olan ilişkisini elde edelim.

İş-kinetik enerji teoremini dönme hareketine uyarlayalım.

Dönme hareketi için anlık gücü matematiksel olarak ifade edelim.

ÖRNEK 6: Kütlesi $M = 4.0$ kg ve yarıçapı $R = 50$ cm olan içi dolu homojen bir disk, merkezinden geçen sürtünmesiz sabit bir eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Durgun haldeki diske, dış çemberine teğet olacak şekilde, büyüklüğü sabit ve $F = 10$ N olan bir kuvvet uygulanıyor. Disk bu kuvvetin etkisiyle $\Delta\theta = 20$ rad döndüğü anda;

a. Kuvvetin disk üzerinde yaptığı iş kaç J olur?

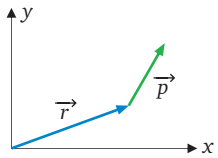
b. İş-kinetik enerji teoremini kullanarak diskin bu andaki açısal süratini bulunuz.

c. Bu anda kuvvetin diske aktardığı anlık güç kaç W olur?

ertansinansahin.com

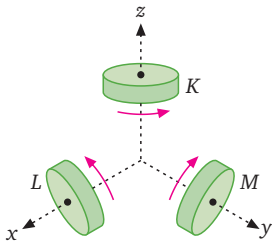
Açısal Momentum

Bir parçacık için açısal momentum kavramını tanımlayalım. Açısal momentumun birimini inceleyelim.



Açısal momentumun zamana göre türevini inceleyelim.

Açısal momentumun vektörel bir nicelik olmasının ne anlama geldiğini tartışalım.



Rijit bir cismin açısal momentumunu elde edelim.

ÖRNEK 7: Bir laboratuvarda kullanılan santrifüj cihazının dönen kısmının dönme eksenine göre eylemsizlik momenti $I = 4.0\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$ olarak verilmiştir. Cihaz durgun halden çalışmaya başladığında, açısal hızı $\omega_z = (1.5\ \text{rad/s}^3)t^2$ bağıntısına göre artmaktadır.

a. Cihazın açısal momentumu L_z için zamana bağlı bir fonksiyon yazınız ve $t = 4.0$ s anındaki değerini hesaplayınız.

b. Cihaza etki eden net tork τ_z için zamana bağlı bir fonksiyon yazınız ve $t = 4.0$ s anındaki değerini bulunuz.

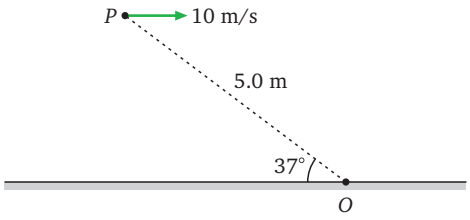
ertansinansahin.com

Rijit bir cismin üzerindeki net tork ile açısal momentumun zamana bağlı değişimini inceleyelim.

ÖRNEK 8: Şekildeki P noktasında bulunan $m = 4.0$ kg kütleli bir taş, yatay doğrultuda $v = 10$ m/s büyüklüğünde bir hıza sahiptir. Taşın bu anda O noktasına uzaklığı $r = 5.0$ m'dir. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız.

a. Bu anda taşın O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü ve yönü nedir?

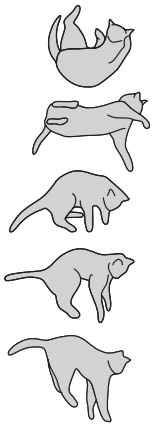
b. Taşa etki eden tek kuvvet ağırlığı ise, bu anda taşın açısal momentumunun değişim hızı büyüklük ve yön olarak nedir?



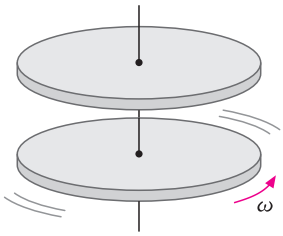
Açısal Momentum Korunumu

Açısal momentum korunumunun ne anlama geldiğini inceleyelim. Hangi durumlarda bir sistemin açısal momentumunun korunmayacağını tartışalım.

Sırtüstü düşmeye bırakılan kedilerin kendilerini nasıl dört ayak üzerine düşürdüklerini tartışalım.



Biri durgun ve diğeri dönmekte olan iki diskin birbiriyle teması sonucunda ne olacağını tartışalım.



Döner koltukta serbestçe dönmekte olan birinin elindeki ağırlıkları vücudundan uzaklaştırdığında neler olacağını tartışalım.



ertansinansahin.com

ÖRNEK 9: Kütlesi $M = 1.0 \times 10^2$ kg ve yarıçapı $R = 2.0$ m olan içi dolu homojen disk şeklindeki bir platform, merkezinden geçen sürtünmesiz düşey bir eksen etrafında $\omega_1 = 2.0$ rad/s açısal süratiyle dönmektedir. Platformun en dış kenarında durmakta olan $m = 50$ kg kütleli bir öğrenci, dönmekte olan platform üzerinde yürüyerek dönme eksenine $r = 1.0$ m uzaklıktaki bir noktaya geliyor. Öğrenciyi noktasal bir cisim olarak kabul ediniz.

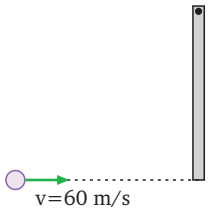
a. Öğrenci son konumuna geldiğinde sistemin açısal sürati kaç rad/s olur?

b. Bu süreçte sistemin dönme kinetik enerjisi ne kadar değişmiştir?

ÖRNEK 10: Kütlesi $M = 3.0$ kg ve uzunluğu $L = 2.0$ m olan türdeş bir çubuk, bir ucundan geçen sürtünmesiz düşey bir eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Çubuk başlangıçta durgundur. Kütlesi $m = 0.50$ kg olan bir macun parçası, yatay düzlemde çubuğa dik doğrultuda $v = 60$ m/s süratle fırlatılıyor. Macun sürtünmesiz yatay düzlemde ilerleyerek çubuğun serbest ucuna çarpıp yapışıyor.

a. Çarpışmadan hemen sonra sistemin ortak açısal sürati kaç rad/s olur?

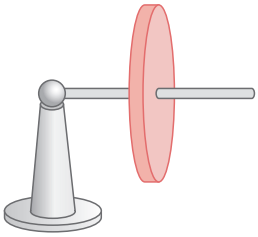
b. Bu çarpışmada kinetik enerji korunmuş mudur?



ertansinansahin.com

Jiroskop ve Presesyon

Jiroskopların çalışma prensibini inceleyelim ve presesyon olayını açıklayalım.



ÖRNEK 11: Yarıçapı $R = 40$ cm ve kütlesi $M = 2.0$ kg olan içi dolu homojen bir disk (jiroskop tekerleği), merkezinden geçen yatay bir milin ucuna takılmıştır. Disk, mil ekseni etrafında $\omega = 25$ rad/s sabit açısal süratiyle dönmektedir. Milin diğer ucu, diskten $r = 20$ cm uzaktaki bir destek noktası üzerine yerleştirilmiştir. Sistem serbest bırakıldığında, yerçekimi torku nedeniyle yatay düzlemde bir presesyon hareketi yapmaktadır. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.

a. Diskin kendi ekseni etrafındaki açısal momentumunun büyüklüğü kaç $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ olur?

b. Sistemin presesyon açısal sürati Ω kaç rad/s olur?

ertansinansahin.com

Alıştırmalar ve Problemler

1. Kütlesi $M = 6.0$ kg ve uzunluğu $L = 2.0$ m olan türdeş ince bir çubuk, tam orta noktasından geçen sürtünmesiz yatay bir mil üzerinde yatay dengede durmaktadır. Çubuğun her iki ucuna, boyutları önemsiz $m = 2.0$ kg kütleli macun parçaları yapıştırılmıştır. Aniden sağ uçtaki macun parçası kopup düşüyor, ancak sol uçtaki macun çubuğa yapışık kalıyor. Sistem serbest bırakıldığında sol taraftaki kütlenin ağırlığı nedeniyle dönmeye başlıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız.

a. Sağdaki kütle düştüğü andan hemen sonra çubuğun açısal ivmesinin büyüklüğü kaç rad/s^2 olur?

b. Çubuk düşey konuma geldiği anda çubuğun açısal sürati kaç rad/s olur?

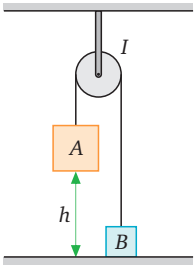
c. Çubuk yatay konumdan düşey konuma gelirken çubuğun açısal ivmesi nasıl değişir? Açıklayınız.



2. Şekildeki sistemde $m_A = 4.0$ kg ve $m_B = 2.0$ kg kütleli bloklar, kütlesi $M = 4.0$ kg ve yarıçapı $R = 20$ cm olan içi dolu homojen bir silindir şeklindeki makara üzerinden geçirilen kütlesi önemsiz bir iple birbirine bağlanmıştır. İp makara üzerinde kaymamaktadır. Sistem, A bloğu zeminden $h = 5.0$ m yükseklikteyken durgun halden serbest bırakılıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız. Makara ekseni sürtünmesiz olduğuna göre;

a. A bloğunun ivmesinin büyüklüğü nedir?

b. A bloğunun yere çarptığı anda makaranın açısal sürati nedir?

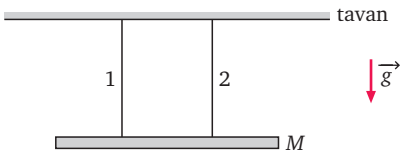


3. Kütlesi $M = 4.0$ kg ve uzunluğu $L = 3.0$ m olan türdeş bir çubuk, her iki ucundan $d = 1.0$ m içerideki noktalardan bağlanan düşey ve kütlesi önemsiz iki ip yardımıyla tavana bağlanmış ve yatay olarak hizalanmıştır. Aniden 2 numaralı ip kopuyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10$ m/s^2 alınız.

a. İp koptuğu andan hemen sonra çubuğun açısal ivmesinin büyüklüğü kaç rad/s^2 olur?

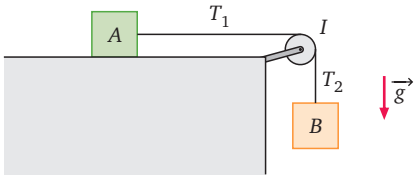
b. İp koptuğu andan hemen sonra çubuğun kütle merkezinin çizgisel ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2 olur?

c. İp koptuğu andan hemen sonra anlık olarak 1 numaralı ipte oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç N olur?



ertansinansahin.com

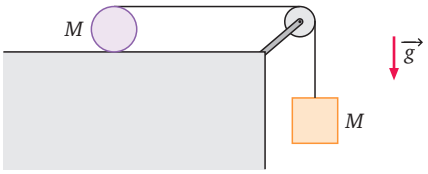
4. Yatayla arasında kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.25$ olan bir masa üzerinde duran $m_A = 4.0$ kg kütleli A bloğu, yarıçapı $R = 10$ cm olan bir makara üzerinden geçirilen iple $m_B = 6.0$ kg kütleli B bloğuna bağlanmıştır. Makaranın dönme eksenine göre eylemsizlik momenti $I = 0.025\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$ olarak verilmiştir. Sistem serbest bırakıldığında B bloğu aşağı yönde harekete geçiyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 10\ \text{m/s}^2$ alınız. İp makara üzerinde kaymadığına ve makara ekseni sürtünmesiz olduğuna göre T_1 ve T_2 ip gerilmeleri nedir?



5. Yatay düzlem üzerinde bulunan M kütleli ve R yarıçaplı içi dolu homojen bir disk etrafına sarılan ip, ağırlıksız ve sürtünmesiz bir makara üzerinden geçirilerek M kütleli bir bloğa bağlanmıştır. Sistem serbest bırakıldığında, blok aşağı yönde hareket ederken disk yatay düzlem üzerinde kaymadan yuvarlanmaktadır. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir.

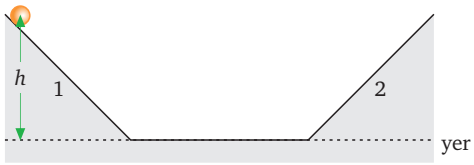
a. Bloğun ivmesinin büyüklüğü a'yı verilenler cinsinden bulunuz.

b. İpteki gerilme T'yi bulunuz.



ertansinansahin.com

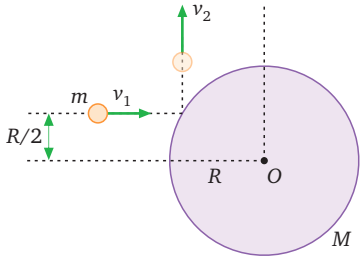
6. Kütlesi M ve yarıçapı R olan içi dolu homojen bir küre bir rampanın tepesinden, yerden h kadar yüksekteki bir noktadan durgun halden serbest bırakılıyor. Düşey kesiti şekildeki gibi verilen rampanın 1 numaralı kısmı sürtünmeli, 2 numaralı kısmı sürtünmesizdir. Kürenin hareketi boyunca mekanik enerji korunmaktadır. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir. Kürenin 2 numaralı rampada çıkabileceği maksimum yükseklik ne kadardır?



7. Kütlesi M ve yarıçapı R olan homojen bir disk, O noktasından geçen sürtünmesiz düşey bir eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Disk başlangıçta durgundur. Kütlesi m olan bir parçacık, şekilde gösterildiği gibi diskin merkezinden $R/2$ uzaklıktaki bir doğrultuda v_1 süratiyle diske yaklaşmaktadır. Parçacık diske çarptıktan sonra geliş doğrultusuna dik yönde $v_2 = \frac{\sqrt{3}}{5} v_1$ süratiyle sekiyor.

a. Çarpışmadan hemen sonra diskin açısal sürati ω'yı verilenler (m, M, R, v_1) cinsinden bulunuz.

b. Eğer parçacık diske yapışsaydı sistemin ortak açısal sürati ω_{ortak} ne olurdu?

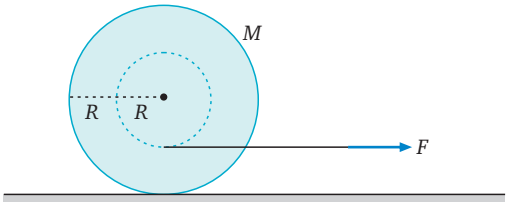


ertansinansahin.com

8. Kütlesi $M = 10$ kg, dış yarıçapı $2R = 0.40$ m ve iç yarıçapı $R = 0.20$ m olan homojen bir makara, yatay bir düzlem üzerinde durmaktadır. Makaranın iç silindirine sarılı bir ip, makaranın alt noktasından teğet geçecek şekilde yatay ve sağa doğru $F = 12$ N büyüklüğünde sabit bir kuvvetle çekilmektedir. Makara ile zemin arasındaki sürtünme yeterince büyüktür ve makara kaymadan yuvarlanma hareketi yapmaktadır. Makarayı, kütle merkezinden geçen eksene göre eylemsizlik momenti $I_{km} = \frac{1}{2}M(2R)^2$ olan bir silindir olarak modelleyiniz.

a. Zeminin makaraya uyguladığı statik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü ve yönü nedir?

b. Makaranın kütle merkezinin ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2'dir?

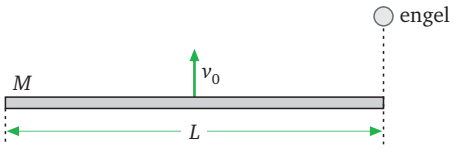


9. Sürtünmesiz yatay düzlemde dönmeden ilerleyen, kütlesi M ve uzunluğu L olan homojen ince bir çubuk şekilde verilmiştir. Çubuğun kütle merkezi v_0 büyüklüğünde bir hızla ilerlemektedir. Çubuğun sağ ucu sabit bir engele çarpıyor. Çarpışma çok kısa sürmekte ve çarpışmanın hemen ardından çubuğun kütle merkezinin hızının yönü değişmemekle birlikte büyüklüğü yarıya düşmektedir.

a. Çarpışmadan hemen sonra çubuğun kütle merkezi etrafındaki açısal sürati ω nedir?

b. Çarpışma sırasında sistemin toplam kinetik enerjisindeki değişim ΔK nedir?

c. Çarpışmadan hemen sonra çubuğun sol ve sağ uçlarının yere göre anlık çizgisel süratleri v_{sol} ve $v_{sağ}$ nedir?



ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1	$80\ \text{N}\cdot\text{m}$
2	a. Videoya gidiniz b. $+\hat{z}$, $\odot$ c. $\vec{\tau} = 24\hat{k}\ \text{N}\cdot\text{m}$
3	a. $\tau = 5.0\ \text{N}\cdot\text{m}$ b. $\alpha = 10\ \text{rad/s}^2$ c. $a = 5.0\ \text{m/s}^2$
4	a. $a = 5.0\ \text{m/s}^2$ b. $\alpha = 50\ \text{rad/s}^2$ c. $v = 5.0\ \text{m/s}$
5	$v_{\text{km}} = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$
6	a. $W = 100\ \text{J}$ b. $\omega = 20\ \text{rad/s}$ c. $P = 100\ \text{W}$
7	a. $L_z(t) = (6.0\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^3)t^2$, $L_z(4.0) = 96\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ b. $\tau_z(t) = (12\ \text{N}\cdot\text{m/s})t$, $\tau_z(4.0) = 48\ \text{N}\cdot\text{m}$
8	a. $120\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$, $\otimes$ b. $160\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$, $\odot$
9	a. $\omega_2 = 3.2\ \text{rad/s}$ b. $\Delta K = 4.8\times10^2\ \text{J}$
10	a. $\omega = 10\ \text{rad/s}$ b. Korunmamıştır.
11	a. $L = 4.0\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ b. $\Omega = 1.0\ \text{rad/s}$

Sıra sende soruları

1	a. Yokuş yukarı yöndedir. b. $a = 3.6\ \text{m/s}^2$ c. $\mu_s = 0.30$ d. $h_{\text{maks}} = 3.0\ \text{m}$

Alıştırmalar ve problemler

1	a. $\alpha = 5.0\ \text{rad/s}^2$ b. $\omega = 3.2\ \text{rad/s}$ c. Azalır
2	a. $a = 2.5\ \text{m/s}^2$ b. $\omega = 25\ \text{rad/s}$
3	a. $\alpha = 5.0\ \text{rad/s}^2$ b. $a_{\text{km}} = 2.5\ \text{m/s}^2$ c. $T_1 = 30\ \text{N}$
4	$T_1 = 26\ \text{N}$, $T_2 = 36\ \text{N}$
5	a. $a_{\text{blok}} = \frac{8}{11}g$ b. $T = \frac{3}{11}Mg$
6	$h_{\text{son}} = \frac{5}{7}h$
7	a. $\omega = \frac{2mv_1}{5MR}$ b. $\omega_{\text{ortak}} = \frac{mv_1}{R(M+2m)}$
8	a. $f_s = 8.0\ \text{N}$ (sola doğru) b. $a = 0.40\ \text{m/s}^2$
9	a. $\omega = \frac{3v_0}{L}$ b. $\Delta K = 0$ c. $v_{\text{sol}} = 2v_0$, $v_{\text{sağ}} = v_0$

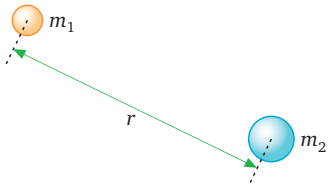
ertansinansahin.com

11. ÜNİTE
KÜTLE ÇEKİMİ

video izle

Newton'un Kütle Çekim Yasası

Newton'un kütle çekim yasasını açıklayalım. Yasayı matematiksel olarak ifade edelim.



Küresel simetrisi olan cisimlerle olmayan cisimlerin kütle çekimlerinin ne gibi farklarının olacağını tartışalım.



Şekil I Şekil II

Kütle çekim kuvvetinin evrendeki önemini tartışalım.

Sıra sende

1. Bir Cavendish terazisindeki küçük kürelerden birinin kütlesi $m_1 = 0.010$ kg, ona en yakın büyük kürenin kütlesi ise $m_2 = 0.50$ kg'dır. Kürelerin merkezleri arasındaki mesafe $r = 0.050$ m olarak ölçülmüştür. Evrensel çekim sabitini $G = 6.7 \times 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ alınız.

a. Kürelerin birbirine uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü F_g kaç Newton'dur?

b. Küçük kürenin (m_1), kütle çekim kuvveti etkisiyle büyük küreye doğru kazandığı anlık ivmenin büyüklüğü a_1 kaç m/s^2'dir?

c. Büyük kürenin (m_2), kütle çekim kuvveti etkisiyle küçük küreye doğru kazandığı anlık ivmenin büyüklüğü a_2 kaç m/s^2'dir?

ertansinansahin.com

Ağırlık

Ağırlık kavramını açıklayalım ve Dünya'nın yüzeyindeki kütle çekim ivmesini elde edelim.

Sıra sende

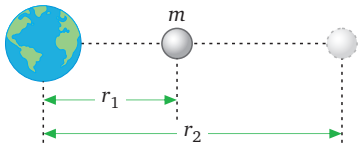
2. Dünya yüzeyindeki ağırlığı $W_D = 588$ N olan bir jeolojik numune, kütlesi $M_X = 3.00 \times 10^{24}$ kg ve yarıçapı $R_X = 4.00 \times 10^6$ m olan, yeni keşfedilmiş X gezegenine götürülüyor. Dünya yüzeyindeki yerçekimi ivmesinin büyüklüğünü $g = 9.80\ \text{m/s}^2$ ve evrensel çekim sabitini $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ alınız.

a. X gezegeninin yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğü g_X kaç m/s^2'dir?

b. Bu numunenin X gezegeninin yüzeyindeki ağırlığının büyüklüğü W_X kaç Newton'dur?

Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi

m kütleli bir cismin, Dünya'nın merkezine uzaklığı r_1 olan bir noktadan r_2 olan bir noktaya götürülmesi durumunda kütle çekim kuvvetinin yaptığı işi hesaplayalım. Ardından bu işi kullanarak cismin kütle çekim potansiyel enerjisini tanımlayalım.



Kütle çekim potansiyel enerjisi ve kütle çekim kuvveti arasındaki ilişkiyi inceleyelim.

Bir gezegenin etrafında hareket eden bir cismin üzerinde kütle çekim kuvveti tarafından yapılan işin yoldan bağımsız olduğunu gösterelim.

> **NOT:** Korunumlu kuvvetlerin yaptığı iş yoldan bağımsızdır.

ÖRNEK 1: Kütlesi $M = 5.0 \times 10^{24}$ kg ve yarıçapı $R = 6.0 \times 10^{6}$ m olan atmosferi olmayan bir gezegenin yüzeyinden, dikey doğrultuda yukarıya doğru bir sonda fırlatılıyor. Gezegenin dönme etkisini ve diğer gök cisimlerinin çekimini ihmal ediniz. Evrensel çekim sabitini $G = 6.7 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$ alınız.

a. Sondanın, gezegen yüzeyinden $h = R$ (bir yarıçap kadar) yüksekliğe çıkabilmesi için sahip olması gereken minimum ilk fırlatılma sürati v_1 kaç m/s olmalıdır?

b. Sondanın gezegene tekrar geri dönmemesi için gereken minimum ilk fırlatılma sürati $v_{\text{kaçış}}$ kaç m/s olmalıdır?

ertansinansahin.com

Kaçış sürati kavramını tartışalım ve Dünya'nın yüzeyinden fırlatılacak bir cisim için kaçış süratini elde edelim.

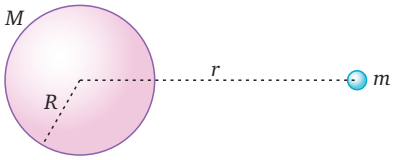


Daha önce Dünya'nın yüzeyine yakın noktalar için elde ettiğimiz $U = mgy$ potansiyel enerji değerini bir de yeni elde ettiğimiz sonuçlar üzerinden tartışalım.

Kütle çekim için **süperpozisyon ilkesi**nin ne anlama geldiğini açıklayalım.

Küresel Kütle Dağılımları

İki küresel kütle dağılımı arasındaki kütle çekim kuvvetinin, sanki tüm kütleleri merkezlerinde toplanmış gibi hesaplanabileceğini ispatsız olarak kabul etmiştik. Şimdi bunun ispatını yapalım.



ertansinansahin.com

Homojen küresel bir kabuğun, iç kısmında yer alan bir kütleye uyguladığı kütle çekim kuvvetinin sıfır olduğunu gösterelim.

Küresel simetrik bir kütle dağılımı olan bir cismin noktasal bir cisim üzerindeki kütle çekim kuvvetini en genel haliyle ifade edelim.

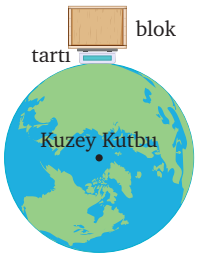
ertansinansahin.com

Dünya'nın homojen bir kütle dağılımına sahip olduğunu varsayarak Dünya'nın, iç kısmında yer alan noktasal bir kütleye uyguladığı kütle çekim kuvvetini elde edelim.

Dünya'nın Yüzeyinde Kütle Çekim

Bir cismin ağırlığının büyüklüğünün, neden Dünya yüzeyinin her yerinde aynı olmadığını tartışalım.

- Dünya'nın kütlesi düzgün (homojen) dağılmamıştır.
- Dünya bir küre değildir.
- Dünya dönmektedir.



Uyduların Hareketi

Dünya etrafında dolanan uyduların yörüngelerini inceleyelim.



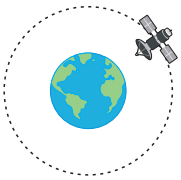
Dünya etrafında çembersel bir yörüngede dolanan bir uyduyu inceleyelim.

a. Uydunun yörüngedeki süratini elde edelim.

b. Uydunun dolanma periyodunu elde edelim.

c. Periyot ve çembersel yörüngenin yarıçapı arasındaki ilişkiyi inceleyelim.

d. Uydunun kinetik, potansiyel ve mekanik enerjilerini elde edelim.



ÖRNEK 2: Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS), Dünya yüzeyinden $h = 420$ km yükseklikteki çembersel bir yörüngede dolanmaktadır. Dünya'nın kütlesini $M_D = 5.97 \times 10^{24}$ kg ve yarıçapını $R_D = 6.37 \times 10^6$ m ve evrensel çekim sabitini $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ alınız.

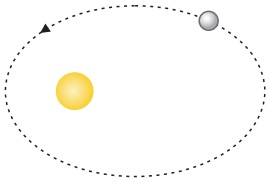
a. İstasyonun yörüngedeki dolanma sürati v kaç m/s'dir?

b. İstasyonun Dünya etrafındaki bir tam turunu tamamlaması için geçen süre T kaç dakikadır?

Kepler Yasaları ve Gezegenlerin Hareketi

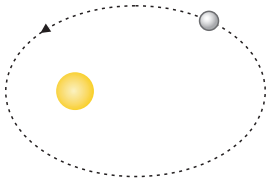
Kepler'in üç yasasını ayrı ayrı inceleyelim.

1. Yasa: Her gezegen, odaklarından birinde Güneş'in bulunduğu eliptik bir yörüngede hareket eder.

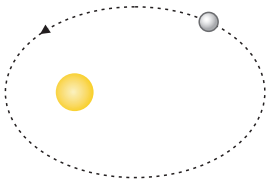


ertansinansahin.com

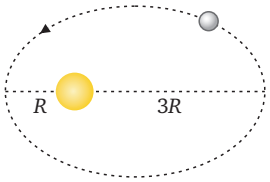
2. Yasa: Güneş'ten herhangi bir gezegene çekilen çizgi, eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar.



3. Yasa: Güneş etrafında dolanan bütün gezegenlerin yörünge periyotlarının karesi, yörüngelerinin yarı büyük eksen uzunluklarının küpü ile doğru orantılıdır.



Eliptik yörüngedeki bir gezegenin bazı özel noktalardaki durumları için detaylı bir analiz yapalım.



ertansinansahin.com

ÖRNEK 3: Halley Kuyruklu Yıldızı, Güneş etrafında basık eliptik bir yörüngede hareket etmektedir. Kuyruklu yıldızın yörüngesi üzerindeki Güneş'e en yakın ve en uzak mesafeleri sırasıyla $r_y = 8.8 \times 10^7$ km ve $r_u = 5.3 \times 10^9$ km olarak verilmiştir. Ayrıca Güneş'in kütlesi $M = 2.0 \times 10^{30}$ kg ve evrensel çekim sabiti $G = 6.7 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$ olarak verilmiştir.

a. Yörüngenin yarı büyük eksen uzunluğu a'yı hesaplayınız.

b. Yörüngenin eksantrisite e değerini hesaplayınız.

c. Kuyruklu yıldızın periyodu T'yi yıl cinsinden hesaplayınız.

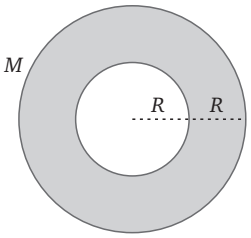
Alıştırmalar ve Problemler

1. İç yarıçapı R ve dış yarıçapı $2R$ olan, toplam M kütlesine sahip homojen (sabit yoğunluklu) bir küresel kabuk uzayda bulunmaktadır. m kütleli noktasal bir cisim, kürenin merkezinden r kadar uzaklıktaki çeşitli noktalara yerleştiriliyor. Aşağıdaki bölgelerin her biri için cisme etki eden kütle çekim kuvvetinin büyüklüğünü, verilenler (M, m, R, r) ve evrensel çekim sabiti G cinsinden bulunuz.

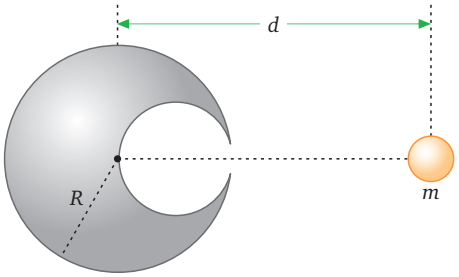
a. $r < R$ (Boşluktaki bölge)

b. $R < r < 2R$ (Kabuğun içindeki bölge)

c. $r > 2R$ (Kabuğun dışındaki bölge)



2. M kütleli ve R yarıçaplı düzgün, içi dolu bir küreden; çapı bu kürenin yarıçapına eşit olan küresel bir parça şekildeki gibi çıkarılıyor. Çıkarılan parçanın merkezi ile ana kürenin merkezi ve m noktasal kütlesi aynı eksen üzerindedir. Kürenin merkezinden d uzaklığındaki m noktasal kütlesine etki eden kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü nedir?

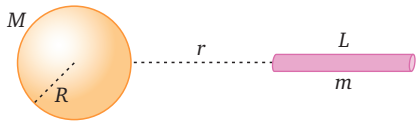


ertansinansahin.com

3. Kütlesi M ve yarıçapı R olan homojen bir küre ile uzunluğu L ve kütlesi m olan homojen ince bir çubuk şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Cisimlerin arasında r kadar mesafe vardır.

a. Sistemin kütle çekim potansiyel enerjisini integrasyon yöntemiyle r'ye bağlı bir fonksiyon olarak yazınız.

b. Elde edilen potansiyel enerji fonksiyonunu kullanarak, m kütleli cisme etki eden kütle çekim kuvvetinin büyüklüğünü bulunuz.



4. Bir telekomünikasyon uydusu, Dünya'nın ekvator düzlemi üzerinde, dönme periyodu Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönme periyoduna eşit olacak şekilde ($T = 24$ saat) çembersel bir yörüngeye yerleştirilmiştir. Dünya'nın kütlesini $M_D = 5.97 \times 10^{24}$ kg ve evrensel çekim sabitini $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$ alınız.

a. Uydunun yörünge yarıçapı r (Dünya'nın merkezine olan uzaklığı) kaç metredir?

b. Uydunun yörüngedeki çizgisel sürati v kaç m/s'dir?

ertansinansahin.com

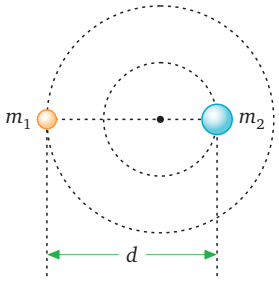
5. Atmosferi olmayan küresel simetrik iki gezegen aynı ortalama yoğunluğa sahiptir, ancak B gezegeninin yarıçapı A gezegeninin yarıçapının iki katıdır. m_A kütleli küçük bir uydu A gezegeninin yüzeyinin hemen üzerinde dairesel bir yörüngede v_A süratiyle dolanmaktadır. m_B kütleli küçük bir uydu ise B gezegeninin yüzeyinin hemen üzerinde dairesel bir yörüngede v_B süratiyle dolanmaktadır. Bu iki uydunun yörünge süratleri arasındaki ilişki nedir?

6. M_D kütleli ve R_D yarıçaplı Dünya'nın yüzeyinde durmakta olan m kütleli bir haberleşme uydusu, Dünya'nın yüzeyinden d kadar yüksekteki dairesel bir yörüngeye yerleştirilmek isteniyor. Uyduyu bu yörüngeye oturtmak için yapılması gereken minimum iş verilenler cinsinden nedir? Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönüşü ve atmosferdeki sürtünme kuvvetleri ihmal edilecektir.

7. Kütleleri sırasıyla $m_1 = m$ ve $m_2 = 2m$ olan iki yıldız, aralarındaki uzaklık d olacak şekilde, kütle çekimi etkisinde ortak kütle merkezleri etrafında dairesel yörüngelerde dolanmaktadır. Yıldızlar noktasal kabul edilecektir. Sistem diğer gök cisimlerinden yalıtılmıştır.

a. Yıldızların yörünge periyodunu verilen nicelikler cinsinden bulunuz.

b. Sistemin kütle merkezine göre toplam açısal momentumunun büyüklüğünü verilen nicelikler cinsinden bulunuz.



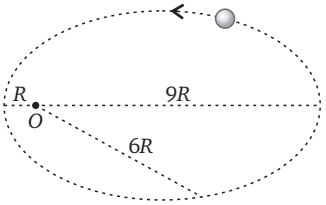
ertansinansahin.com

8. M kütleli bir karadelik (O noktası) etrafında eliptik yörüngede dolanan m kütleli bir gezegenin yörüngesi şekildeki gibidir. Gezegenin karadeliğe en yakın olduğu mesafe (günberi) R, en uzak olduğu mesafe (günöte) $9R$'dir. Sistemin diğer gök cisimlerinden yalıtılmış olduğunu varsayınız. Evrensel çekim sabiti G'dir.

a. Yörüngenin yarı büyük eksen uzunluğu a kaç R'dir?

b. Gezegenin yörüngedeki maksimum süratinin minimum süratine oranı (v_{max}/v_{min}) nedir?

c. Gezegenin karadeliğe olan uzaklığının $r = 6R$ olduğu andaki çizgisel süratini G, M ve R cinsinden bulunuz.



Cevaplar

Örnek sorular

1
a. $v_1 = 7.47 \times 10^3$ m/s
b. $v_{kaçış} = 1.06 \times 10^4$ m/s

2
a. $v = 7.66 \times 10^3$ m/s
b. $T = 93$ dk

3
a. $a = 2.7 \times 10^9$ km
b. $e = 0.97$
c. $T = 76$ yıl

Sıra sende soruları

1
a. $F_g = 1.3 \times 10^{-10}$ N
b. $a_1 = 1.3 \times 10^{-8}$ m/s^2
c. $a_2 = 2.7 \times 10^{-10}$ m/s^2

2
a. $g_X = 12.5$ m/s^2
b. $W_X = 750$ N

Alıştırmalar ve problemler

1
a. $F = 0$
b. $F = \frac{GMm(r^3 - R^3)}{7r^2R^3}$
c. $F = \frac{GMm}{r^2}$

2 $F = GMm\left(\frac{1}{d^2} - \frac{1}{8(d-R/2)^2}\right)$

3
a. $U(r) = -\frac{GMm}{L}\ln\left(\frac{R+r+L}{R+r}\right)$
b. $F = -\frac{GMm}{(R+r)(R+r+L)}$

4
a. $r = 4.2 \times 10^7$ m
b. $v = 3.05 \times 10^3$ m/s

5 $v_B = 2v_A$

6 $W = GM_Dm\left(\frac{1}{R_D} - \frac{1}{2(R_D+d)}\right)$

7
a. $T = 2\pi\frac{d^{3/2}}{\sqrt{3Gm}}$
b. $L_{sistem} = 2m\sqrt{\frac{Gmd}{3}}$

8
a. $a = 5R$
b. $\frac{v_{max}}{v_{min}} = 9$
c. $v = \sqrt{\frac{2GM}{15R}}$

ertansinansahin.com

12. ÜNİTE
PERİYODİK HAREKET

video izle

Salınım Hareketi

Salınım hareketini inceleyelim. *Genlik*, *periyot*, *frekans* ve *açısal frekans* kavramlarının tanımını yapalım. Bunlar arasındaki matematiksel ilişkiyi yazalım.

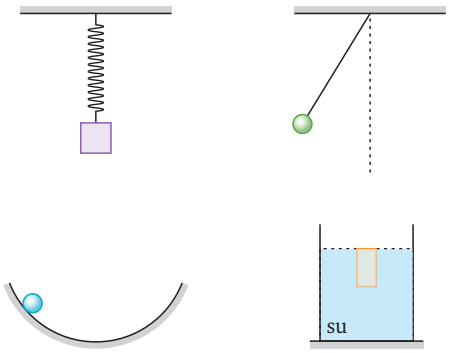
ÖRNEK 1: Bir otomobilin park sensöründe kullanılan ultrasonik verici, çevresindeki engelleri algılamak için $f = 4.0 \times 10^4$ Hz frekansında ses dalgaları yayarak titreşmektedir.

a. Vericinin yaptığı her bir titreşim ne kadar sürer (hareketin periyodu nedir)?

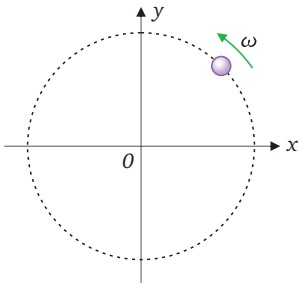
b. Bu titreşimin açısal frekansı (ω) nedir?

Basit Harmonik Hareket

Basit harmonik hareketin tanımını yapalım. Bu hareket için ivmenin konuma bağlı değerini elde edelim.



Basit harmonik hareketle düzgün çembersel hareket arasındaki ilişkiyi gösterelim. Basit harmonik hareket için periyodu ve frekansı matematiksel olarak ifade edelim.



NOT: Basit harmonik harekette periyot genliğe bağlı değildir.

ertansinansahin.com

ÖRNEK 2: Sürtünmesiz yatay bir hava masası üzerinde duran bir yayın esneklik özelliğini belirlemek için yapılan deneyde, yaya uygulanan 15 N büyüklüğündeki kuvvetin yayı 0.050 m uzattığı tespit edilmiştir. Deneyin devamında bu yayın ucuna 0.30 kg kütleli bir blok bağlanıyor. Sistem denge konumundayken blok sağa doğru 0.12 m çekilip durgun halden serbest bırakılarak basit harmonik hareket yapması sağlanıyor.

a. Yayın kuvvet sabitini (k) hesaplayınız.

b. Sistemin açısal frekansını (ω), frekansını (f) ve periyodunu (T) bulunuz.

Basit harmonik hareket için konumun zamana bağlı denklemini yazalım. Elde ettiğimiz denklemin grafiğini çizelim.

Konumun zamana bağlı denklemini kullanarak hızı ve ivmeyi elde edelim.

Bilinen başlangıç koşulları için faz açısının ve genliğin nasıl elde edileceğini inceleyelim.

ÖRNEK 3: Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, yay sabiti $k = 50$ N/m olan ideal bir yayın ucuna bağlı $m = 0.50$ kg kütleli bir blok basit harmonik hareket yapmaktadır. Blok, $t = 0$ anında denge noktasından $x_0 = 0.060$ m uzaklıkta bulunmakta ve $v_{0x} = -0.80$ m/s hızla (denge noktasına doğru) hareket etmektedir.

a. Hareketin periyodunu (T), açısal frekansını (ω) ve genliğini (A) bulunuz.

b. Bloğun zamana bağlı konum fonksiyonunu, $x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$ formunda, sayısal değerleri yerleştirerek yazınız.

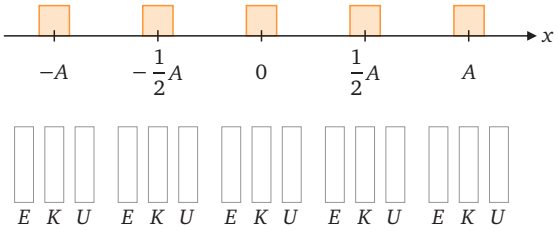
ertansinansahin.com

Basit Harmonik Harekette Enerji

Basit harmonik hareket için enerji korunumunu inceleyelim. Sistemin toplam mekanik enerjisini elde edelim.

Basit harmonik harekette mekanik enerji korunumundan yararlanarak cismin belirli bir konumdaki süratini elde edelim.

Hareketlinin farklı noktalardaki enerji grafiklerini dolduralım.



ÖRNEK 4: Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, yay sabiti 8.0×10^2 N/m olan ideal bir yaya bağlı 2.0 kg kütleli bir blok basit harmonik hareket yapmaktadır. Hareketin genliği 0.20 m olarak ölçülmüştür.

a. Bloğun sahip olduğu maksimum hızın (v_{max}) ve maksimum ivmenin (a_{max}) büyüklüklerini bulunuz.

b. Blok, denge konumundan 0.10 m uzaklıktayken hızının (v) ve ivmesinin (a) büyüklüğünü bulunuz.

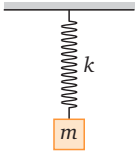
c. Blok bu konumdayken ($x = 0.10$ m), sistemin toplam mekanik enerjisini (E), potansiyel enerjisini (U) ve kinetik enerjisini (K) bulunuz.

ertansinansahin.com

Basit Harmonik Hareket Uygulamaları

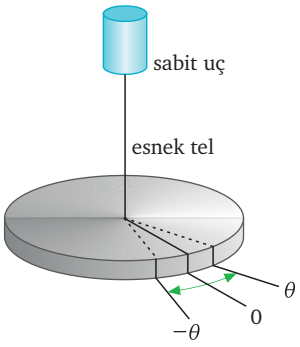
Düşey yay sarkacı

Düşey eksende hareket eden bir yay sarkacının özelliklerini inceleyelim.



Açısal basit harmonik hareket

Açısal basit harmonik hareket yapan bir sistemi ve özelliklerini inceleyelim.



ÖRNEK 5: Kütlesi 4.0 kg ve yarıçapı 0.10 m olan ince, homojen metal bir disk, merkezinden geçen uzun bir telin ucuna asılmıştır. Disk, tel ekseni etrafında bir miktar döndürülüp serbest bırakıldığında, periyodu 0.50 s olan basit harmonik hareket yapmaktadır.

a. Diskin dönme eksenine göre eylemsizlik momentini hesaplayınız.

b. Teli oluşturan malzemenin burulma sabitini bulunuz.

Moleküllerin titreşimi

Bir örnek olarak atomlar arası van der Waals etkileşimini inceleyelim. Bu etkileşimin potansiyel enerji fonksiyonu deneysel olarak

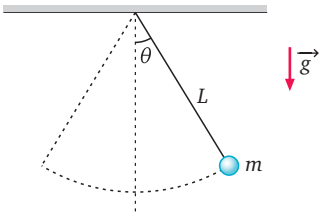
$$U(r) = U_0\left[\left(\frac{R_0}{r}\right)^{12} - 2\left(\frac{R_0}{r}\right)^{6}\right]$$

şeklinde elde edilmiştir.

ertansinansahin.com

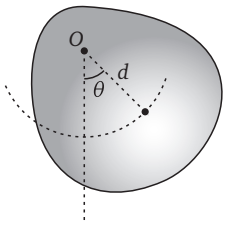
Basit Sarkaç

Basit sarkacı inceleyelim ve hangi durumlarda basit harmonik hareket yapacağını tartışalım. Basit sarkacın basit harmonik hareketi için periyodu elde edelim.



Fiziksel Sarkaç

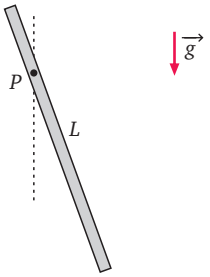
Fiziksel sarkacın basit harmonik hareketini inceleyelim.



ÖRNEK 6: Kütlesi M ve uzunluğu L olan homojen, ince bir çubuk, bir ucundan $L/4$ uzaklıktaki P noktasından geçen sürtünmesiz bir mil etrafında düşey düzlemde serbestçe dönebilmektedir. Çubuk, denge konumundan küçük bir açı kadar saptırılıp serbest bırakılarak basit harmonik hareket yapması sağlanıyor. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir.

a. Çubuğun verilen dönme ekseni etrafındaki eylemsizlik momentini verilenler cinsinden bulunuz.

b. Küçük açılarda gerçekleşecek salınım hareketi için periyodu verilenler cinsinden bulunuz.



Sönümlü Salınım

Sönümlenme kuvvetinin hızla doğru orantılı olduğu sönümlü salınım hareketini inceleyelim.

Kritik sönümlenme, *aşırı sönümlenme* ve *eksik sönümlenme* kavramlarını açıklayalım.

Sönümlü salınım için mekanik enerjinin değişimini inceleyelim.

ertansinansahin.com

ÖRNEK 7: Bir laboratuvar deneyinde, $m = 0.50$ kg kütleli bir blok, yay sabiti $k = 50$ N/m olan bir yaya bağlanmıştır. Blok bir sıvı içinde salınım yapmaktadır ve sönüm sabiti $b = 0.10$ kg/s olarak ölçülmüştür.

a. Bu hareketin periyodu nedir?

b. Salınım genliğinin başlangıç değerinin yarısına düşmesi ne kadar zaman alır?

c. Mekanik enerjinin başlangıç değerinin yarısına düşmesi ne kadar zaman alır?

Uyarımlı Salınım ve Rezonans

Salınım hareketinde sisteme periyodik bir kuvvet etki ettiğinde neler olacağını tartışalım. Böyle bir salınım için rezonans durumunu açıklayalım.

ÖRNEK 8: Yay sabiti k, kütlesi m ve sönüm sabiti b olan sönümlü bir yay-kütle sistemine, $F(t) = F_m \cos(\omega_d t)$ şeklinde periyodik bir dış kuvvet uygulanmaktadır. Bu uyarımlı salınım hareketi için genlik (A) ifadesi şu şekilde verilmiştir:

$$A = \frac{F_m}{\sqrt{(k - m\omega_d^2)^2 + b^2\omega_d^2}}$$

Burada F_m cisme etki eden dış salınım kuvvetinin sabit genliğidir. ω_d sürücü frekansıdır.

Rezonans durumunda (sönümlenmenin küçük olduğu ve sürücü frekansın sistemin doğal frekansına eşit olduğu kabul edildiğinde);

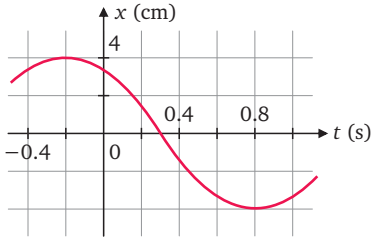
a. Salınım yapan cismin genliği (A) nedir?

b. Salınım yapan cismin hız genliği (v_m) nedir?

ertansinansahin.com

Alıştırmalar ve Problemler

1. Basit harmonik hareket yapan bir parçacığın konumunun zamana bağlı değişim grafiği şekilde verilmiştir. Hareket için konumun zamana bağlı denklemini $x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$ formunda tüm sabitleri SI birimlerine uygun sayısal değerleriyle yazınız.

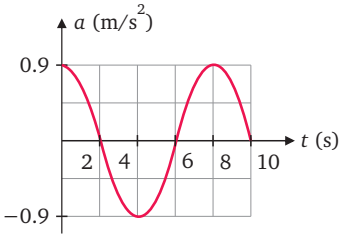


2. Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, yay sabiti $k = 5.0$ N/m olan ideal bir yayın ucuna bağlı bir cisim basit harmonik hareket yapmaktadır. Cismin ivmesinin zamana bağlı değişim grafiği şekilde verilmiştir.

a. Cismin kütlesini bulunuz.

b. Hareketin genliğini bulunuz.

c. Yayın cisme uyguladığı maksimum kuvvetin büyüklüğünü bulunuz.



3. Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, ideal bir yayın ucuna bağlı 2.0 kg kütleli bir cisim basit harmonik hareket yapmaktadır. Cismin hızı

$$v(t) = -(6.0\ \text{m/s})\sin[(3.0\ \text{rad/s})t + \pi/3]$$

fonksiyonu ile verilmiştir.

a. Hareketin periyodunu bulunuz.

b. Hareketin genliğini bulunuz.

c. Cismin ivmesinin büyüklüğünün alacağı en büyük değeri bulunuz.

d. Yayın kuvvet sabitini bulunuz.

4. Sürtünmesiz yatay bir düzlemde basit harmonik hareket yapan bir cismin hareket genliği $A = 0.20$ m olarak ölçülmüştür.

a. Cisim, denge konumundan $x = 0.12$ m uzaktayken; sistemin potansiyel enerjisinin toplam mekanik enerjiye oranı (U/E) nedir?

b. Cisim bu konumdayken $(x = 0.12\ \text{m})$; kinetik enerjisinin toplam mekanik enerjiye oranı (K/E) nedir?

c. Sistemin kinetik enerjisinin potansiyel enerjisine eşit olduğu konumun denge noktasına olan uzaklığı kaç metredir?

ertansinansahin.com

5. Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, ideal bir yayın ucunda basit harmonik hareket yapan 0.50 kg kütleli bir cismin frekansı 2.0 Hz olarak belirlenmiştir. Cisim, denge konumundan $x = 0.050$ m uzaklıktayken hızının büyüklüğü $v = 0.40$ m/s olarak ölçülmüştür.

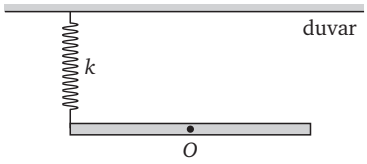
a. Sistemin toplam mekanik enerjisini bulunuz.

b. Hareketin genliğini bulunuz.

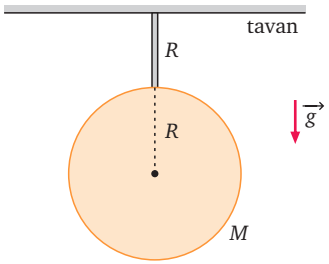
6. Kütlesi M ve uzunluğu L olan homojen bir çubuk, kütle merkezinden (O noktasından) geçen düşey ve sürtünmesiz bir eksen etrafında sürtünmesiz yatay düzlemde serbestçe dönebilmektedir. Çubuğun bir ucu ile sabit bir duvar arasına, yay sabiti k olan bir yay yatay olarak bağlanmıştır. Çubuk denge konumundayken duvara paraleldir. Çubuk denge konumundan küçük bir miktar döndürülüp serbest bırakıldığında basit harmonik hareket yapmaktadır.

a. Çubuk denge konumundan çok küçük bir θ açısı kadar döndürüldüğünde, sisteme etki eden geri çağırıcı torkun büyüklüğünü θ, k ve L cinsinden yazınız.

b. Bu salınım hareketinin periyodunu verilenler cinsinden bulunuz.



7. Kütlesi M ve yarıçapı R olan homojen bir disk, uzunluğu R olan kütlesiz, rijit bir çubuğun ucuna şekildeki gibi sabitlenmiştir. Çubuğun diğer ucu tavana asılmış olup, sistem bu nokta etrafında düşey düzlemde sürtünmesiz salınım yapabilmektedir. Yerçekimi ivmesinin büyüklüğü g'dir. Sistem denge konumundan küçük bir miktar saptırılıp serbest bırakıldığında yapacağı salınım hareketinin periyodunu verilenler cinsinden bulunuz.



8. Yay sabiti $k = 1.0 \times 10^2$ N/m olan bir yayın ucuna asılmış 2.0 kg kütleli bir blok, viskoz bir sıvı içerisinde salınım yapmaktadır. Sıvının bloğa uyguladığı sönümlenme kuvvetinin büyüklüğü hız ile orantılıdır ($F = -bv$) ve sönüm sabiti $b = 6.0$ kg/s olarak verilmiştir. Blok denge konumundan bir miktar çekilip serbest bırakılıyor.

a. Sönümsüz doğal açısal frekansı (ω_0) ve sönümlü durumdaki açısal frekansı (ω') hesaplayınız.

b. Salınım genliğinin, başlangıç değerinin onda birine düşmesi için geçen süreyi bulunuz.

ertansinansahin.com

Cevaplar

Örnek sorular

1
a. $T = 2.5 \times 10^{-5}$ s
b. $\omega = 2.5 \times 10^{5}$ rad/s

2
a. $k = 3.0 \times 10^{2}$ N/m
b. $\omega = 32$ rad/s, $f = 5.0$ Hz, $T = 0.20$ s

3
a. $T = 0.63$ s, $\omega = 10$ rad/s, $A = 0.10$ m
b. $x(t) = (0.10\text{ m})\cos[(10\text{ rad/s})t + 0.93]$

4
a. $v_{\max} = 4.0$ m/s, $a_{\max} = 80$ m/s^2
b. $v = 3.5$ m/s, $a = 40$ m/s^2
c. $E = 16$ J, $U = 4.0$ J, $K = 12$ J

5
a. $I = 0.020\text{ kg}\cdot\text{m}^2$
b. $\kappa = 3.2\text{ N}\cdot\text{m/rad}$

6
a. $I = \frac{7}{48}ML^2$
b. $T = 2\pi\sqrt{\frac{7L}{12g}}$

7
a. $T = 0.63$ s
b. $t = 6.9$ s
c. $t = 3.5$ s

8
a. $A = \frac{F_m}{b\omega_d}$
b. $v_m = \frac{F_m}{b}$

Alıştırmalar ve problemler

1 $x(t) = (0.04\text{ m})\cos[(\pi\text{ rad/s})\,t + \pi/5]$

2
a. $m = 8.1$ kg
b. $A = 1.5$ m
c. $F_{max} = 7.3$ N

3
a. $T = 2.1$ s
b. $A = 2.0$ m
c. $a_{max} = 18$ m/s^2
d. $k = 18$ N/m

4
a. 0.36
b. 0.64
c. $x = 0.14$ m

5
a. $E = 0.14$ J
b. $A = 0.059$ m

6
a. $\tau = \frac{kL^2}{4}\theta$
b. $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{3k}}$

7 $T = 3\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

8
a. $\omega_0 = 7.1$ rad/s, $\omega' = 6.9$ rad/s
b. $t = 1.5$ s

ertansinansahin.com

GENEL FİZİK 1

TÜRKÇE-İNGİLİZCE TERİM KARŞILIKLARI

1. Ünite: Vektörler

Vektör Vector

Skaler Scalar

Büyüklük Magnitude

Yön Direction

Bileşen Component

Birim vektör Unit vector

Konum vektörü Position vector

Yer değiştirme Displacement

Bileşke vektör Resultant vector

Vektör toplamı Vector sum

Paralelkenar yöntemi Parallelogram method

Uç uca ekleme yöntemi Head-to-tail method

Negatif vektör Negative vector

Kartezyen (dik) koordinat sistemi Cartesian coordinate system

Skaler (iç) çarpım Scalar product

Nokta çarpımı Dot product

Vektörel (dış) çarpım Vector product

Çapraz çarpım Cross product

Sağ el kuralı Right-hand rule

Diklik Orthogonality

İzdüşüm Projection

2. Ünite: Bir Boyutta Hareket

Kinematik Kinematics

Konum Position

Mesafe (uzaklık) Distance

Ortalama hız Average velocity

Anlık hız Instantaneous velocity

Sürat Speed

Ortalama ivme Average acceleration

Anlık ivme Instantaneous acceleration

Sabit ivmeli hareket Motion with constant acceleration

Düzgün doğrusal hareket Uniform linear motion

Serbest düşme Free fall

Yerçekimi ivmesi Acceleration due to gravity

Konum-zaman grafiği Position-time graph

Hız-zaman grafiği Velocity-time graph

Eğim Slope

Eğrinin altındaki alan Area under the curve

Başlangıç hızı Initial velocity

Son hız Final velocity

ertansinansahin.com

3. Ünite: İki veya Üç Boyutta Hareket

Hız vektörü Velocity vector

İvme vektörü Acceleration vector

Yörünge (gezinge) Trajectory

Eğik atış Projectile motion

Atış açısı Launch angle

Menzil Range

Maksimum yükseklik Maximum height

Uçuş süresi Time of flight

Yatay atış Horizontal projectile

Düzgün çembersel hareket Uniform circular motion

Merkezcil ivme Centripetal acceleration

Teğetsel ivme Tangential acceleration

Periyot Period

Bağıl (göreli) hız Relative velocity

Referans çerçevesi Frame of reference

4. Ünite: Newton'un Hareket Yasaları

Kuvvet Force

Net kuvvet Net force

Temas kuvveti Contact force

Uzun menzilli kuvvet Long-range force

Normal kuvvet Normal force

Sürtünme kuvveti Friction force

Gerilme (çekme) kuvveti Tension force

Ağırlık Weight

Kütle Mass

Eylemsizlik Inertia

Newton'un birinci yasası Newton's first law

Newton'un ikinci yasası Newton's second law

Newton'un üçüncü yasası Newton's third law

Etki-tepki çifti Action-reaction pair

Eylemsiz referans çerçevesi Inertial frame of reference

Denge Equilibrium

Serbest cisim diyagramı Free-body diagram

Newton Newton

5. Ünite: Newton'un Hareket Yasalarının Uygulamaları

Statik denge Static equilibrium

Statik sürtünme Static friction

Kinetik sürtünme Kinetic friction

Sürtünme katsayısı Coefficient of friction

Eğik düzlem Inclined plane

Makara Pulley

İp Rope

Görünür ağırlık Apparent weight

Ağırlıksızlık Weightlessness

Sürükleme kuvveti Drag force

Akışkan direnci Fluid resistance

Limit hız Terminal speed

Merkezcil kuvvet Centripetal force

Yatık viraj Banked curve

Dikey çember Vertical circle

6. Ünite: İş ve Kinetik Enerji

İş Work

Joule Joule

Kinetik enerji Kinetic energy

İş-enerji teoremi Work-energy theorem

Net iş Net work

Değişken kuvvetin yaptığı iş Work done by a varying force

Yay kuvveti Spring force

Yay sabiti (katsayısı) Spring constant

Hooke yasası Hooke's law

Güç Power

Ortalama güç Average power

Anlık güç Instantaneous power

Watt Watt

Beygirgücü Horsepower

7. Ünite: Potansiyel Enerji ve Enerji Korunumu

Potansiyel enerji Potential energy

Kütle çekim potansiyel enerjisi Gravitational potential energy

Esneklik potansiyel enerjisi Elastic potential energy

Mekanik enerji Mechanical energy

Enerji korunumu Conservation of energy

Mekanik enerjinin korunumu Conservation of mechanical energy

Korunumlu kuvvet Conservative force

Korunumsuz kuvvet Nonconservative force

İç enerji Internal energy

Potansiyel enerji fonksiyonu Potential energy function

ertansinansahin.com

Kararlı denge Stable equilibrium

Kararsız denge Unstable equilibrium

Dönüm noktası Turning point

Enerji diyagramı Energy diagram

8. Ünite: İtme ve Çizgisel Momentum

Çizgisel momentum Linear momentum

Momentum Momentum

İtme Impulse

İtme-momentum teoremi Impulse-momentum theorem

Momentumun korunumu Conservation of momentum

Yalıtılmış sistem Isolated system

İç kuvvet Internal force

Dış kuvvet External force

Çarpışma Collision

Esnek (elastik) çarpışma Elastic collision

Esnek olmayan çarpışma Inelastic collision

Tamamen esnek olmayan çarpışma Completely inelastic collision

Geri sekme (esneklik) katsayısı Coefficient of restitution

Kütle merkezi Center of mass

Roket itişi Rocket propulsion

9. Ünite: Dönme Hareketi

Dönme hareketi Rotational motion

Katı (rijit) cisim Rigid body

Dönme ekseni Axis of rotation

Açısal konum Angular position

Açısal yer değiştirme Angular displacement

Radyan Radian

Açısal hız Angular velocity

Açısal ivme Angular acceleration

Sabit açısal ivmeli dönme Rotation with constant angular acceleration

Çizgisel hız Linear speed

Teğetsel hız Tangential velocity

Dönme kinetik enerjisi Rotational kinetic energy

Eylemsizlik momenti (dönme eylemsizliği) Moment of inertia

Paralel eksen teoremi Parallel-axis theorem

10. Ünite: Dönme Hareketinin Dinamiği

Tork Torque

Moment kolu Moment arm

Kuvvet kolu Lever arm

Dönme dinamiği Rotational dynamics

Yuvarlanma hareketi Rolling motion

Kaymadan yuvarlanma Rolling without slipping

Yuvarlanma sürtünmesi Rolling friction

Dönmede iş ve güç Work and power in rotational motion

Açısal momentum Angular momentum

Açısal momentumun korunumu Conservation of angular momentum

Jiroskop Gyroscope

Presesyon Precession

11. Ünite: Kütle Çekimi

Kütle çekimi Gravitation

Newton'un kütle çekim yasası Newton's law of gravitation

Kütle çekim sabiti Gravitational constant

Kütle çekim kuvveti Gravitational force

Kütle çekim alanı Gravitational field

Kütle çekim potansiyel enerjisi Gravitational potential energy

Kaçış hızı Escape speed

Uydu Satellite

Yörünge Orbit

Dairesel yörünge Circular orbit

Kepler yasaları Kepler's laws

Eliptik yörünge Elliptical orbit

ertansinansahin.com

Yarı büyük eksen Semi-major axis

Dışmerkezlik Eccentricity

Günberi Perihelion

Günöte Aphelion

Karadelik Black hole

Olay ufku Event horizon

12. Ünite: Periyodik Hareket

Periyodik hareket Periodic motion

Salınım Oscillation

Denge konumu Equilibrium position

Geri getirici kuvvet Restoring force

Genlik Amplitude

Periyot Period

Frekans Frequency

Hertz Hertz

Açısal frekans Angular frequency

Basit harmonik hareket Simple harmonic motion

Basit harmonik salınıcı Harmonic oscillator

Faz açısı Phase angle

Basit sarkaç Simple pendulum

Fiziksel sarkaç Physical pendulum

Sönümlü salınım Damped oscillation

Zorlanmış (uyarımlı) salınım Forced oscillation

Rezonans Resonance

ertansinansahin.com