

Fizik 101-Fizik I 2013-2014

Hareket Kanunları

Nurdan Demirci Sankır

Ofis: 325, Tel:4331

Enerji Araştırmaları Laboratuvarı (YDB-
Bodrum Kat)

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



İçerik

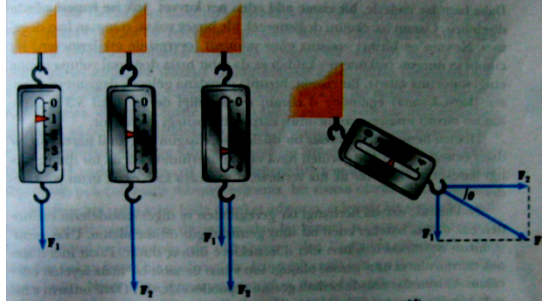
- Kuvvet Kavramı
- Newton'un Birinci Yasası ve Eylemsizlik Sistemleri
- Kütle
- Newton'un İkinci Yasası
- Kütle Çekim Kuvveti ve Ağırlık
- Newton'un Üçüncü Yasası
- Newton Yasalarının Bazı Uygulamaları
- Sürtünme Kuvveti

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Kuvvet

- Bir cismin hızındaki değişim ancak o cisme bir kuvvet uygulanması ile mümkündür. O halde cismin üzerine uygulanan kuvvet ile cismin ivmesi arasında bir ilişki vardır.
- Kuvvetler temas kuvvetleri ve alan kuvvetleri olmak üzere ikiye ayrılabilir.

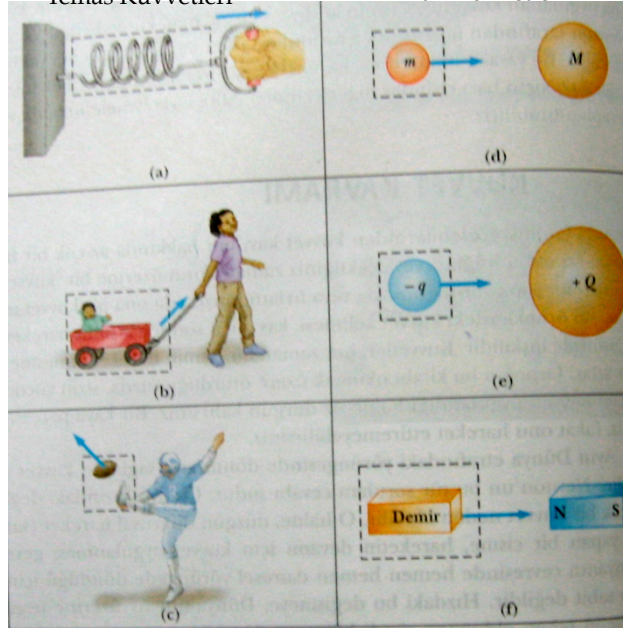


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Temas Kuvvetleri

Alan Kuvvetleri



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



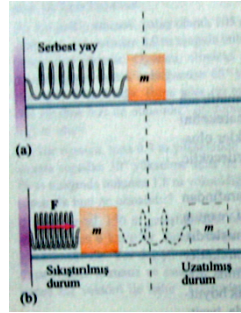
- Kuvvet F büyüklüğü ve yönü belirlenen *vektörel* bir büyüklüktür.
- Durağan bir cisim üzerine etki eden bileşke (net) kuvvet sıfır ise bu cisim hareketsiz kalır.
- Bir cisme uygulanan net kuvvet, ayrı ayrı itme ve çekmelerden oluşan toplam itme ya da çekmeyi ifade eder.

$$\vec{F}_{net} = \sum_i \vec{F}_i$$

$$1\text{N} = 1 \text{ kg.m/s}^2$$



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

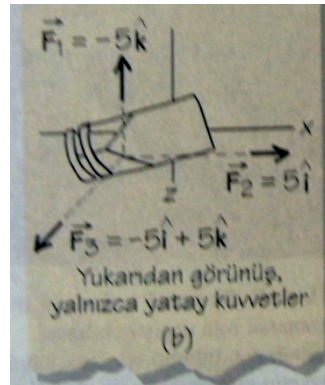
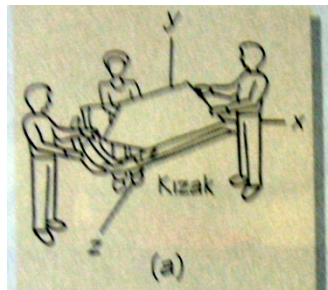


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Üç çocuk, bir kızığı kendilerine doğru çekmektedirler. Kızığa uygulanan bu üç kuvvet $\vec{F}_1 = -5\hat{k}$ birim, $\vec{F}_2 = 5\hat{i}$ birim ve $\vec{F}_3 = (-5\hat{i} + 5\hat{k})$ birim şeklinde verilmiştir. Kızığa uygulanan net kuvvet nedir?



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

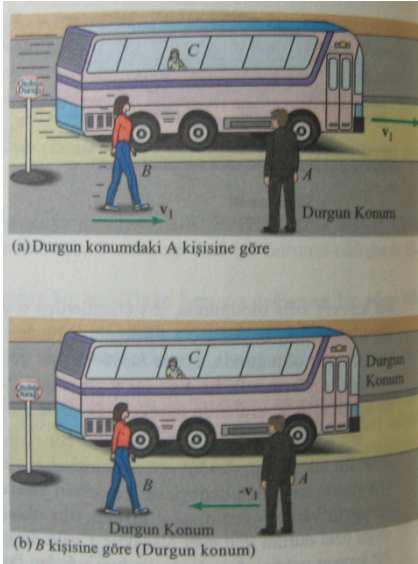


Newton'nun Birinci Yasası

Bir cisim üzerine, hiçbir kuvvet etki etmez ise ya hareketsiz kalır veya düzgün doğru hareket etme halini korur!!!

- Kuvvet F büyüklüğü ve yönü ile belirlenen vektörel bir büyüklüktür.
- Net kuvvet cisme etki eden bütün farklı kuvvetlerin vektörel toplamıdır. Cisim kendine etki eden net kuvvet sıfır olduğunda dış etkenlerden soyutlanmış olur.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Newton'nun birinci kanunun geçerli olduğu referans sistemlerine *eylemsiz referans sistemleri* denir.

Başka bir deyişle, bir eylemsiz referans sistemi ivmesiz bir referans sistemidir.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Kütle

- Eylemsizlik bir cismin dış kuvvete nasıl karşı koyacağını (direneceğini) bir ölçüsüdür.
- Kütle, bir cismin sahip olduğu eylemsizliğin bir ölçüsüdür. SI birim sistemine göre birimi kilogramdır.
- Kütlenin sayısal ölçümü, farklı cisimler üzerine belli bir kuvvet uygulandığında kazanılan ivmelerin karşılaştırılmasıyla yapılır.

$$\frac{m_1}{m_2} \equiv \frac{a_2}{a_1}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Kütle ve Ağırlık

- Kütle, cismin değişmeyen bir özelliğidir ve cismin çevresinden ve kütleyi ölçmek için kullanılan yöntemlerden bağımsızdır.
- Kütle skaler bir büyüklüktür
- Bir cismin ağırlığı ise ona etki eden yerçekimi kuvvetinin büyüklüğüdür ve cismin konumuna göre değişir.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Newton'nun İkinci Yasası

Bir cismin ivmesi, ona etki eden bileşke kuvvet ile doğru orantılı ve kütlesi ile ters orantılıdır!!!

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

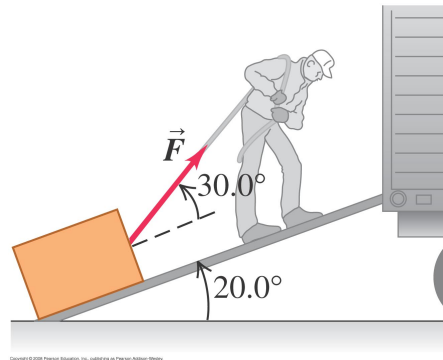
$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Bir adam bir kutuyu kamyonun yükleme rampasında yukarı doğru sürüklemektedir. Rampanın eğim açısı 20° dir ve adam kutuyu rampa ile 30° açı yapan bir F kuvvetiyle yukarı doğru çekmektedir. a) Rampaya paralel olan F_x bileşeninin 60.0 N olması için F kuvvetinin büyüklüğü ne olmalıdır? b) Bu durumda rampaya dik bileşen F_y ne kadar olur?



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



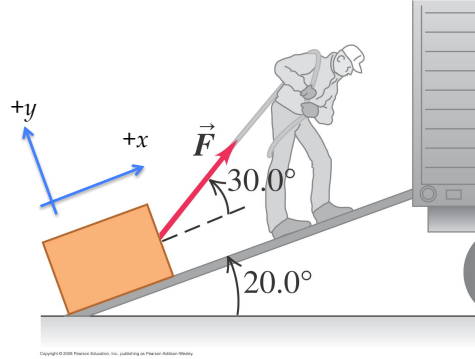
Örnek (devam)

a) Rampaya paralel olan F_x bileşeninin 60.0 N olması için F kuvvetinin büyüklüğü ne olmalıdır?

$$F_x = F \cos \theta, F_y = F \sin \theta$$

$$\theta = 30.0^\circ$$

$$(a) F = \frac{F_x}{\cos \theta} = \frac{60.0 \text{ N}}{\cos 30^\circ} = 69.3 \text{ N}$$



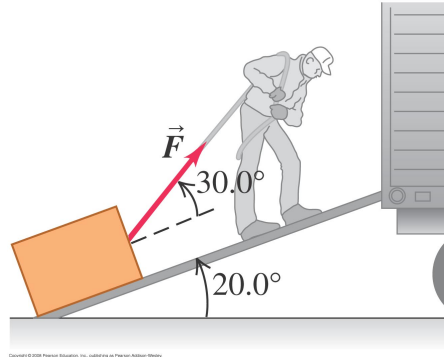
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek (devam)

b) Bu durumda rampaya dik bileşen F_y ne kadar olur?

$$(b) F_y = F \sin \theta = F_x \tan \theta = 34.6 \text{ N.}$$

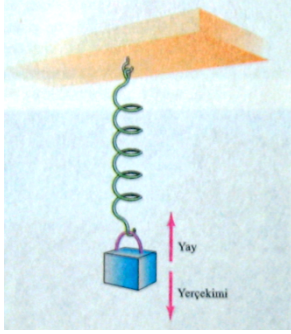


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Ağırlık ve Çekim Kuvveti

- Bir cisme dünyanın uyguladığı kuvvet, çekim kuvveti olarak adlandırılır ve F_g ile gösterilir.
- Bir cismin ağırlığı F_g nin büyüklüğü olarak tanımlanır ve mg dir.



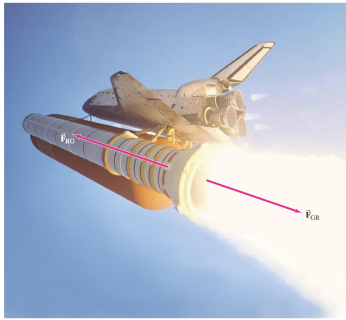
Newton'nun birinci kanun ile gerilmiş bir yayın uyguladığı kuvvet gibi bilinen bir kuvvet kullanılarak diğer kuvvetler ölçülebilir. Bu sistemde ölçülen kuvvet yerçekimi kuvvetidir.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Newton'nun Üçüncü Yasası

Bir B cismi bir A cismine kuvvet uyguluyorsa A'da B'ye bir kuvvet uygular. Bu iki kuvvetin büyüklükleri birbirine eşittir ve yönleri terstir.



B cisminin A cismine uyguladığı kuvvet F_{AB} ,
A cisminin B cismine uyguladığı F_{BA}
kuvvetine eşit ve zıt yöndedir.

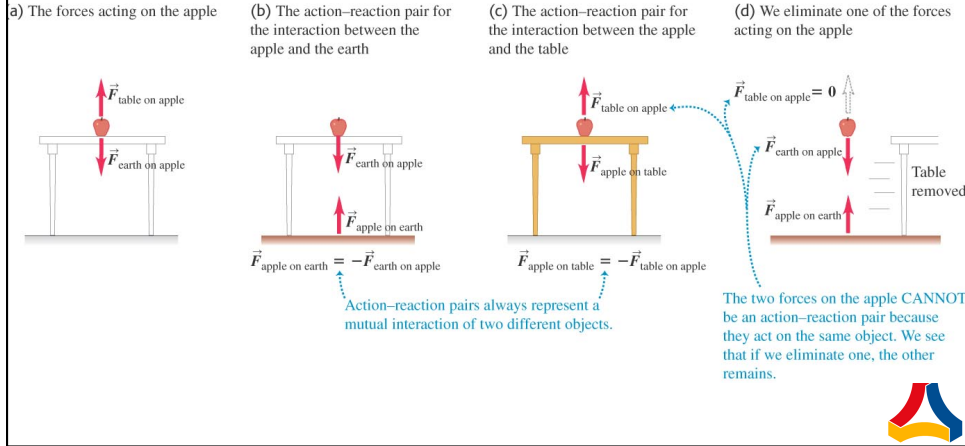
$$F_{BA} = -F_{AB}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Newton's Third Law – Objects at rest

- An apple on a table or a person in a chair—there will be the weight (mass pulled downward by gravity) and the normal force (the table or chair's response).



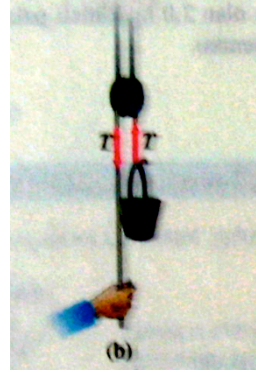
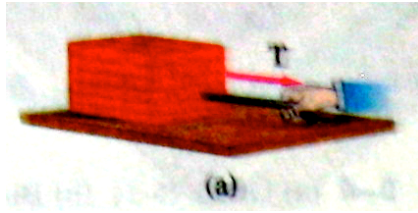
Örnek

Elinizde 4 N ağırlığında bir kitap tuttuğunuzu hayal edin. Aşağıdaki cümleleri tamamlayınız.

- a) Kitaba aşağı doğru 4 N büyüklüğünde bir kuvvet **yerçekimi** tarafından uygulanır.
- b) Yukarı doğru **4 N** büyüklüğünde bir kuvvet **kitap** üzerine eliniz tarafından uygulanır.
- c) b'deki yukarı doğru kuvvet a'daki aşağı doğru kuvvete bir tepki midir?
- Hayır! Bu iki kuvvet aynı cisim üzerine etki eder.**
- d) a'daki kuvvete tepki **4 N** büyüklüğünde, **dünya** tarafından **kitaba** uygulanan bir kuvvettir. Yönü **Yukarıya doğrudur.**

Gerilme Kuvveti

- T ile gösterilen gerilme, esnek halat (ya da tel, kablo veya ip) tarafından cisme uygulanan bir kuvvettir.
- Gerilme, (ihmal edilebilir kütleli) ince iplerde, ip boyunca her noktada aynıdır.

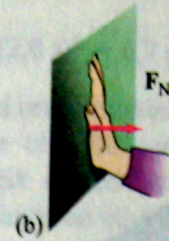
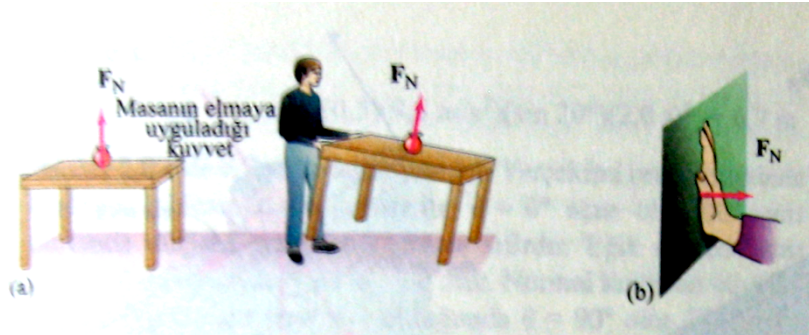


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Normal Kuvveti

- Yerçekimi kuvvetini dengeleyen, yüzeye dik ve dışarıya doğru yönelmiş olan kuvvete normal kuvvet denir ve F_N veya F_N ile gösterilir.



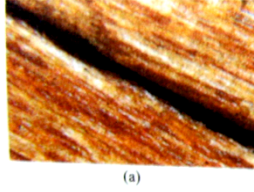
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



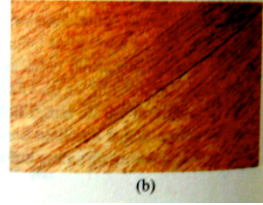
Sürtünme Kuvveti

➤ Bir cisim, pürüzlü bir yüzeyde yahut hava veya su gibi viskoz bir ortam içinde hareket ediyorsa, çevresi ile arasındaki etkileşmeden dolayı harekete karşı bir direnme doğar. Böyle bir direnme sürtünme kuvveti olarak adlandırılır.

- Sürtünme kuvvetleri üç büyük etki sonucu ortaya çıkar;
- Yüzeydeki düzensiz yapının birbirine kenetlenmesi
 - Temas noktaları arasındaki moleküller arası kuvvetlerden kaynaklanan çekim ("yapışkan" cisimler)
 - Yumuşak maddelere, daha sert olanların saplanması



(a)



(b)

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



- Birbiriyle temas halinde olan iki yüzey arasındaki statik sürtünme kuvveti uygulanan kuvvete zıt yönlüdür ve normal kuvveti ile orantılıdır;

$$f_s \leq \mu_s n$$

burada f_s statik sürtünme kuvveti, μ_s statik sürtünme katsayısı ve n normal kuvvetidir.

- Hareket eden bir cisme etki eden kinetik sürtünme kuvveti, daima cismin hareketinin zıt yönündedir ve normal kuvveti ile orantılıdır;

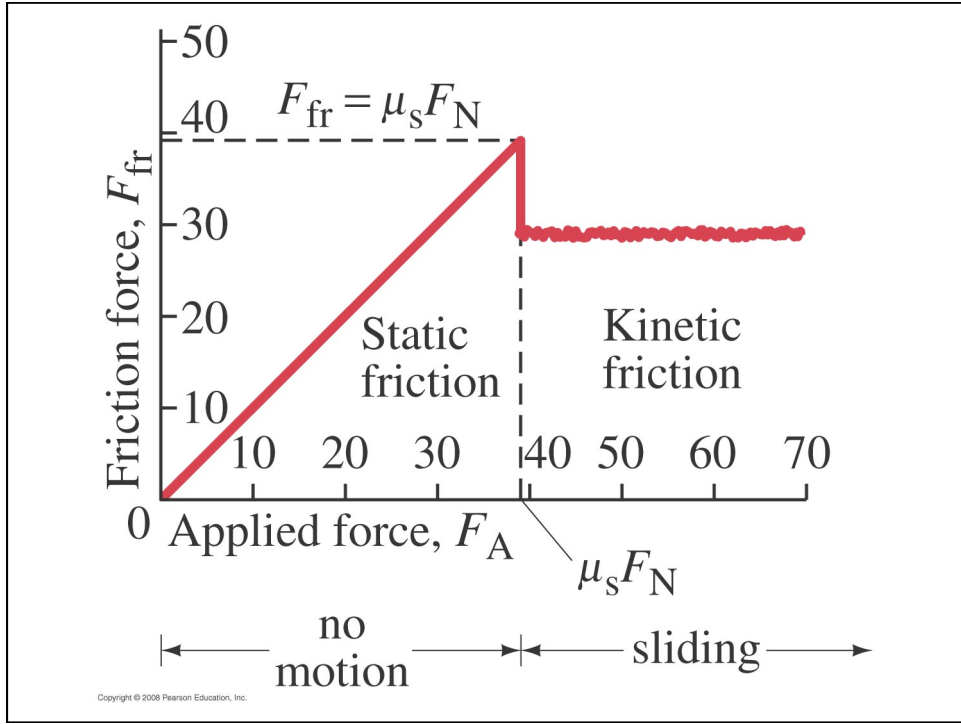
$$f_k = \mu_k n$$

burada μ_k kinetik sürtünme katsayısıdır.

- μ_s ve μ_k değerleri yüzey özelliklerine bağlıdır ve $\mu_s > \mu_k$ dir

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



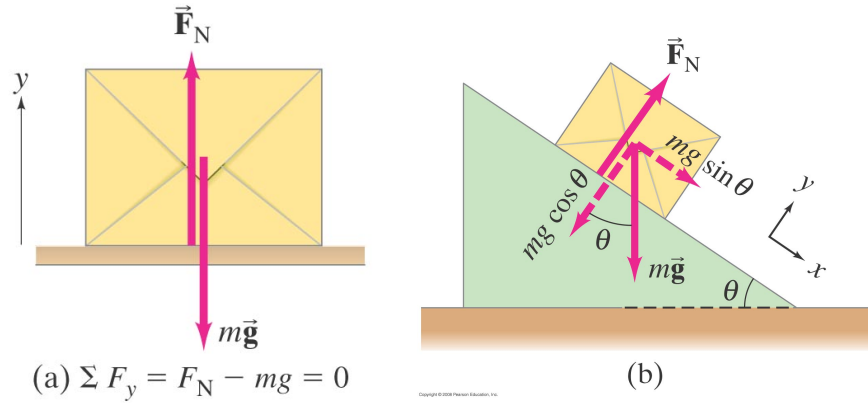


	μ_s	μ_k
Çelik üzerinde Çelik	0,74	0,57
Çelik üzerinde alüminyum	0,61	0,47
Çelik üzerinde bakır	0,53	0,36
Beton üzerinde lastik	1	0,8
Tahta üzerinde tahta	0,25 – 0,5	0,2
Cam üzerinde cam	0,94	0,4
Islak kar üzerinde cilalı tahta	0,14	0,1
Kuru kar üzerinde cilalı tahta	—	0,04
Metal üzerinde metal (yağlanmış)	0,15	0,06
Buz üzerinde buz	0,1	0,03
Teflon üzerinde teflon	0,04	0,04
İnsanda eklem bağlantıları	0,01	0,003

^a Hepsisi yaklaşık değerlerdir. Bazı hallerde sürtünme katsayısı 1 den büyük olabilir.



Kuvvet Şemaları (serbest cisim diyagramları)

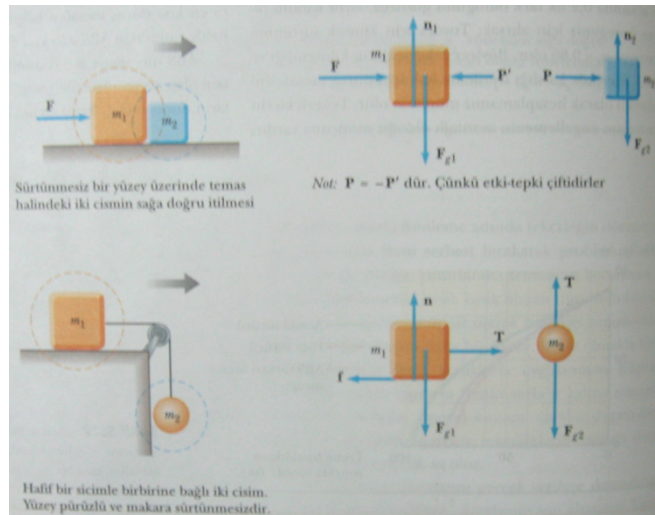


Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Kuvvet Şemaları (serbest cisim diyagramları)

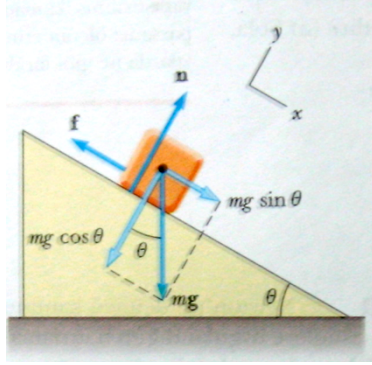


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



μ_s ve μ_k 'nin Deneysel Olarak Belirlenmesi

Küçük bir cisim şekilde görüldüğü gibi bir eğik düzlem üzerine yerleştiriyor. Eğik düzlemin eğim açısı, blok kaymaya başlayıncaya kadar artırılıyor. Tam kaymanın başladığı θ_c açısı ölçülerek μ_s doğrudan bulunabilir.

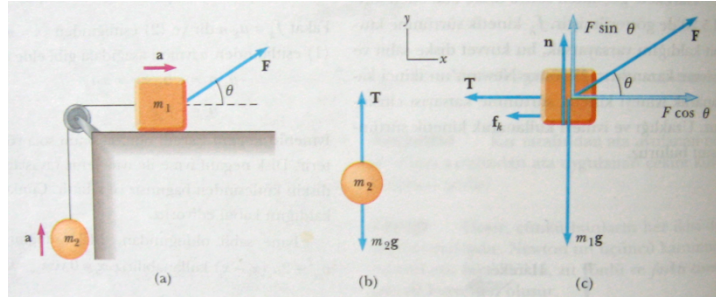


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Sürtünmeli Ortamlarda İki Bağlı Cismin İvmesi

Şekilde görüldüğü gibi, m_1 kütleli bir blok yatay pürüzlü bir masa üzerinde ağırlıksız bir ipe sürtünmesiz bir makaradan geçirildikten sonra m_2 kütesine bağlanmıştır. F büyüklüğünde bir kuvvet m_1 kütesine uygulanmıştır. m_1 ile yüzey arasındaki kinetik sürtünme kat sayısı μ_k dır. Her iki cismin ivmesinin büyüklüğünü bulunuz.



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Bir asansördeki 650 N ağırlığındaki yolcuya tabanın uyguladığı yukarı doğru normal kuvvet 620 N'dur. Bu iki kuvvete tepki kuvvetleri nelerdir? Yolcu ivmelenmekte midir? Öyle ise ivmenin büyüklüğü ve yönü nedir?

Newton'un üçüncü yasasında tanımlanan etki-tepki kuvveleri daima iki cisim arasında görülür!
İkinci yasasındaki kuvvetler ise tek bir cisme etki eden kuvvetlerdir!

$$\frac{\sum F_y}{m} = a_y \Rightarrow a_y = \frac{650 \text{ N} - 620 \text{ N}}{(650 \text{ N})/(9.80 \text{ m/s}^2)} = 0.452 \text{ m/s}^2$$

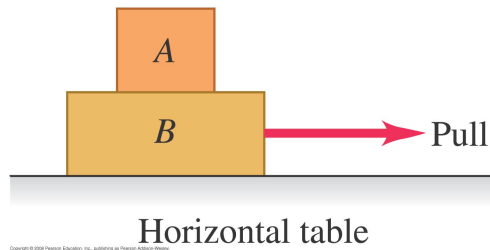
Aşağıya doğru !



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Örnek

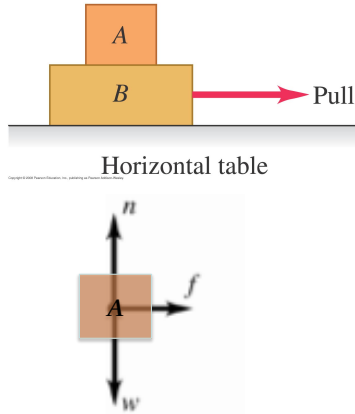
Bir kişi şekilde masa üzerinde gösterilen B bloğunu, iki blok bütün halinde hareket edecek şekilde yatay olarak çekmektedir. Bu sistem hareket ederken, blok A için net şekilde tanımlanmış serbest-cisim diyagramını a) masa sürtünmesizken b) blok B ile masa arasında sürtünme varken ve çekme kuvveti masanın uyguladığı sürtünme kuvvetine eşitken çiziniz.



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Örnek (devam)

a) masa sürtünmesizken



b) blok B ile masa arasında sürtünme varken ve çekme kuvveti masanın uyguladığı sürtünme kuvvetine eşitken

Masa ile blok B arasındaki sürtünme kuvveti uygulana kuvvete eşit ise toplamları sıfır olur. Bloklar aynı sabit hızla hareket ederler ve B, A üzerine sürtünme kuvveti etki ettirmez.



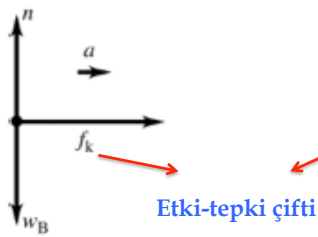
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



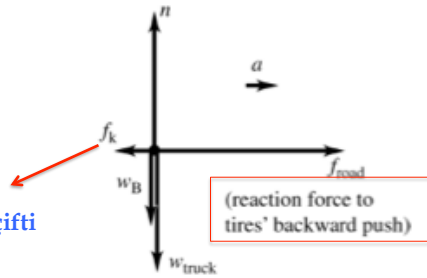
Örnek

İçinde yeni bilgisayarınızın olduğu büyük kutu kamyonetinizin kasasında durmaktadır. Kırmızı ışıktan sonra, yeşil yanınca gaz pedalına yüklenirsiniz ve araba ivmelenmeye başlar. Kutu kamyonetin arkasına doğru kayar. Kamyonet ve kutu için net bir şekilde tanımlanmış serbest-cisim diyagramını çizin Varsa, üçüncü yasanın etki-tepki çiftleri oluşturan kuvvet çiftlerini belirtiniz.

Kutu için serbest-cisim diyagramı



Kamyonet için serbest-cisim diyagramı

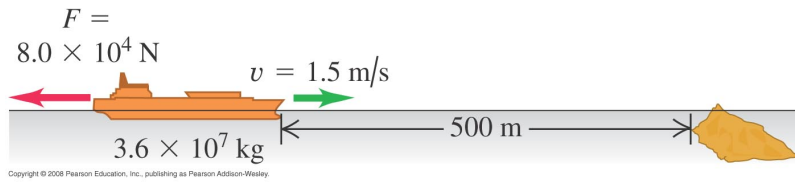


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Bir petrol tankerinin motoru bozulmuştur ve rüzgar tankeri kayalıklara doğru 1.5 m/s süratle sürüklemektedir. Tanker kayalıklara 500 m uzaklıktayken rüzgar kesilir ve motor da tekrar çalışmaya başlar. Dümen kilitlenmiştir ve tek yol tankeri kayalıkların ters yönünde ivmelendirmektir. Yükle birlikte tankerin kütlesi 3.6×10^7 kg'dır ve motorlar da tanker üzerine 8.0×10^4 N'luk yatay kuvvet uygulamaktadır. Gemi kayalıklara çarpacak mı? Çarparsa petrol güvende olacak mıdır? Tankerin gövdesi 0.2 m/s ve daha düşük süratle çarpmaya dayınlıdır. Suyun tankerin gövdesi üzerindeki yavaşlatıcı etkisini ihmal edebilirsiniz.

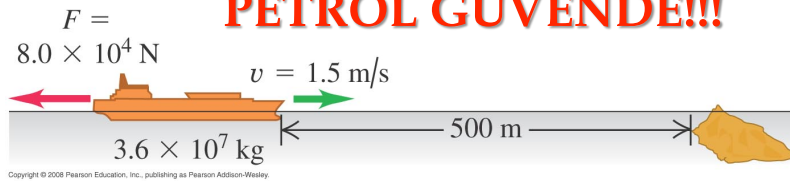


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek (devam)

PETROL GÜVENDE!!!



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$a_x = -F/m$$

$$\longrightarrow +x$$

$$v_x^2 = v_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0)$$

$$x - x_0 = -\frac{v_{0x}^2}{2a_x} = \frac{v_0^2}{2(F/m)} = \frac{mv_0^2}{2F}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - (2Fx/m)} = \sqrt{(1.5 \text{ m/s})^2 - \frac{2(8.0 \times 10^4 \text{ N})(500 \text{ m})}{(3.6 \times 10^7 \text{ kg})}} = 0.17 \text{ m/s}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Test edilmekte olan 2.75×10^5 N'luk bir helikopterin konumu,

$$\vec{r} = (0.020 \text{ m/s}^3)t^3\hat{i} + (2.2 \text{ m/s})t\hat{j} - (0.060 \text{ m/s}^2)t^2\hat{k}$$

olarak verilmiştir. Helikopter üzerindeki net kuvveti $t=0.5$ s anında bulun.

$$\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad \vec{a} = (0.120 \text{ m/s}^3)t\hat{i} - (0.12 \text{ m/s}^2)\hat{k}$$

$$t = 5.0 \text{ s} \quad \vec{a} = (0.60 \text{ m/s}^2)\hat{i} - (0.12 \text{ m/s}^2)\hat{k}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = \frac{w}{g}\vec{a} = \frac{(2.75 \times 10^5 \text{ N})}{(9.80 \text{ m/s}^2)} \left[(0.60 \text{ m/s}^2)\hat{i} - (0.12 \text{ m/s}^2)\hat{k} \right] = (1.7 \times 10^4 \text{ N})\hat{i} - (3.4 \times 10^3 \text{ N})\hat{k}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Başlangıçta durağan olan m kütleli bir nesneye, k_1 ve k_2 sabit olmak üzere $\vec{F} = k_1\hat{i} + k_2t^3\hat{j}$ kuvveti etkimektedir. Nesnenin hızı $\vec{v}(t)$ yi zamanın fonksiyonu olarak hesaplayın.

$$\vec{a} = \vec{F} / m \quad F \text{ zamanla değiştiği için } a \text{ da değişir}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \int_0^t \vec{a} dt$$

Nesne başlangıçta durağandır $\vec{v}_0 = 0$

$$\vec{v}(t) = \frac{1}{m} \int_0^t \vec{F} dt = \frac{1}{m} \left(k_1 t \hat{i} + \frac{k_2}{4} t^4 \hat{j} \right)$$

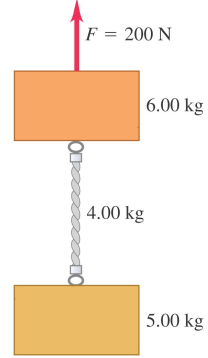
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Şekildeki iki blok birbirlerine 4.00 kg olan bir halatla bağlanmıştır. Yukarı doğru 200 N'luk bir kuvvet gösterildiği gibi uygulanmıştır.

- Bloklar ve halat için üç tane serbest cisim diyagramı çiziniz.
- Sistemin ivmesi nedir?
- Halatın üst noktasındaki gerilim nedir?
- Halatın ortasındaki gerilim nedir?

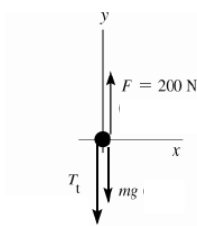


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

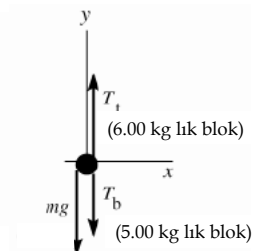


Örnek (devam)

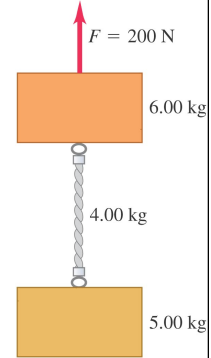
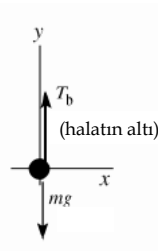
6.00 kg lık blok



Halat



5.00 kg lık blok

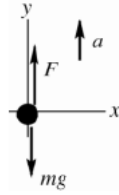


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek (devam)

$$m = 6.00 \text{ kg} + 4.00 \text{ kg} + 5.00 \text{ kg} = 15.0 \text{ kg}$$

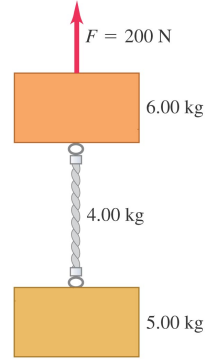


$$\sum F_y = ma_y$$

$$F - mg = ma$$

$$a = \frac{F - mg}{m}$$

$$a = \frac{200 \text{ N} - (15.0 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}{15.0 \text{ kg}} = 3.53 \text{ m/s}^2$$

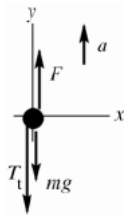


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek (devam)

c) Halatın üstü için



$$\sum F_y = ma_y$$

$$F - mg - T_t = ma$$

$$T_t = F - m(g + a)$$

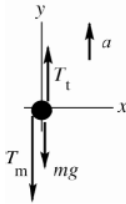
$$T = 200 \text{ N} - (6.00 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2 + 3.53 \text{ m/s}^2) = 120 \text{ N}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek (devam)

d) Halatın ortası için



$$\sum F_y = ma_y$$

$$T_t - T_m - mg = ma$$

$$T_m = T_t - m(g + a) = 120 \text{ N} - 2.00 \text{ kg}(9.80 \text{ m/s}^2 + 3.53 \text{ m/s}^2) = 93.3 \text{ N}$$

