

KUVVET • NEWTON'IN HAREKET YASALARI • SÜRTÜNME KUVVETİ

KUVVET

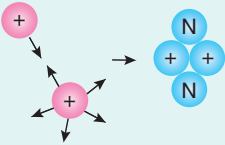
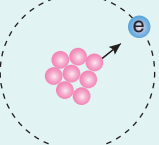
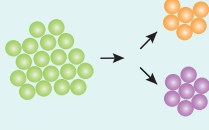
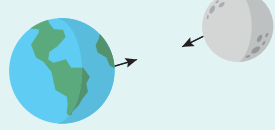
Kuvvet, bir cisme uygulanan itme ya da çekme etkisidir. Bu etki sonucunda cisim hareket hâlindeyse cismin hızı, yönü ve doğrultusu değişebilir ya da cisim durabilir; duruyorsa harekete geçebilir ve cismin biçimi değişebilir. Kuvvet vektörel bir büyüklüktür, yönü ve büyüklüğü vardır. $\vec{F}$ sembolü ile gösterilir. SI'da birimi newton'dır (N).

Temas Gerektiren Kuvvetler

Cismin biçiminde, hızında, yön ve doğrultusunda değişiklik meydana getirmek için iki cisim arasında fiziksel temas sonucu ortaya çıkan kuvvetlerdir. Yolda yürürken ayağın yola uyguladığı kuvvet ve rüzgârlı havada ağaç yaprak ve dallarının sallanmasını sağlayan kuvvet, temas gerektiren kuvvettir.

Temas Gerektirmeyen Kuvvetler

Cismin biçiminde, hızında, yön ve doğrultusunda değişiklik meydana getirmek için iki cisim arasında fiziksel temas olmaksızın ortaya çıkan kuvvetlerdir. Plastik tarakla taranan saçların tarağa yapışmasına neden olan elektriksel kuvvet ve mıknatısın demir çivileri çekmesini sağlayan kuvvet, temas gerektirmeyen kuvvettir.

Doğadaki Temel Kuvvetler			
Güçlü Nükleer Kuvvet	Elektromanyetik Kuvvet	Zayıf Nükleer Kuvvet	Kütle Çekim Kuvveti
Çekirdeği oluşturan parçacıkların bir arada bulunmasından sorumludur.	Manyetik kuvvet ile elektrik yüküne sahip cisimler arasında olan elektriksel kuvvettir.	Çekirdekteki kararsızlığı üretmeye meyilli, radyoaktif bozunmalardan sorumludur.	Maddelerin kütlelerinden kaynaklanan çekim kuvvetidir.
Menzili 10^{-15} metre civarındadır. Atom çapı boyutlarında etkilidir.	Menzili sonsuzdur.	Menzili 10^{-18} metre civarındadır. Çekirdek çapı boyutlarında etkilidir.	Menzili sonsuzdur.
			
Güçlü nükleer kuvvet > Elektromanyetik kuvvet > Zayıf nükleer kuvvet > Kütle çekim kuvveti			

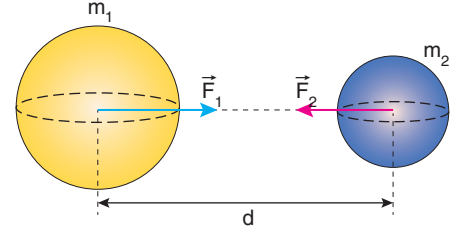
Kütle Çekim Kuvveti

Bu kuvvet, canlıları Dünya yüzeyinde tutan ve aynı zamanda uyduların Dünya çevresinde dolanmasını sağlayan kuvvettir. Kütle çekim kuvveti, maddenin olduğu her yerde etkisini gösterir. Maddelerin kütlelerinden dolayı ortaya çıkan bu kuvvete **kütle çekim kuvveti** denir. Sadece çekme özelliği gösteren bu kuvvetin etki alanı sonsuzdur. Temel kuvvetler içerisinde şiddeti en küçük olan kuvvettir.

Kütleleri m_1 ve m_2 olan iki cisim, birbirinden d kadar uzakta iken kütle çekim kuvveti (F); cisimlerin kütlelerinin çarpımları ile doğru orantılı, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. İki cisim arasındaki bu kütle çekim kuvvetleri birbirine zıt yönde ve eşit büyüklüktedir.

$$F_1 = F_2 = F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \quad \vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Bağıntıdaki G , evrensel çekim sabiti olup değeri $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ dir.



ÖRNEK-1

Bir yapay uydunun Dünya'nın etrafında dolarken Dünya ile arasında oluşan kuvvet aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Adezyon kuvveti B) Güçlü nükleer kuvvet
C) Elektromanyetik kuvvet D) Kütle çekim kuvveti
E) Zayıf nükleer kuvvet



ÖRNEK-2

- I. Bir gezinti balonuna etki eden hava kaldırma kuvveti, temas gerektirmeyen kuvvettir.
II. Kütle çekim kuvveti, sadece çekme etkisi biçimindedir.
III. Atom çekirdeğini bir arada tutan kuvvetin menzili sonsuzdur.

Yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

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



ÖRNEK-3

Aralarında d uzaklığı bulunan, sırasıyla $4m$ ve m kütleli K , L cisimleri, birbirlerine F büyüklüğünde çekim kuvvetleri uyguluyor.

Bu cisimlerin arasındaki uzaklık kaç d olursa çekim kuvvetinin büyüklüğü $9F$ olur?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{1}{9}$

(2015-LYS)



ÖRNEK-4

F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri aşağıdaki gibi isimlendirilmiştir.

F_1 : Kütle çekim kuvveti

F_2 : Güçlü nükleer kuvvet

F_3 : Elektromanyetik kuvvet

Buna göre kuvvetlerin büyüklükleri arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

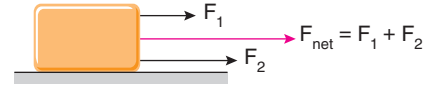
- A) $F_2 > F_3 > F_1$ B) $F_1 > F_3 > F_2$ C) $F_1 = F_2 = F_3$
D) $F_3 > F_1 > F_2$ E) $F_2 > F_1 > F_3$

Dengelenmemiş ve Dengelenmiş Kuvvetler

Bir cisme, birden fazla kuvvet etki edebilir. Bu kuvvetlerin yerine geçecek tek bir kuvvete **bileşke kuvvet** denir. Bileşke kuvvete **net kuvvet** adı da verilir. Net kuvvetin büyüklüğü bulunurken kuvvetlerin yönleri de dikkate alınır.

Aynı yönlü kuvvetler için net kuvvetin büyüklüğü, bütün kuvvetlerin büyüklüklerinin toplamıdır.

Zıt yöndeki kuvvetler için net kuvvetin büyüklüğü, kuvvetlerin büyüklüklerinin farkına eşittir. Yönü, büyük olan kuvvet yönündedir.



Dengelenmemiş Kuvvetler

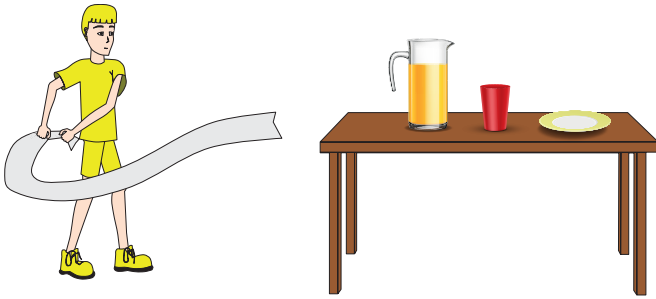
Bir cisme etki eden ve bileşkesi sıfır olmayan kuvvetlerdir.

Dengelenmiş Kuvvetler

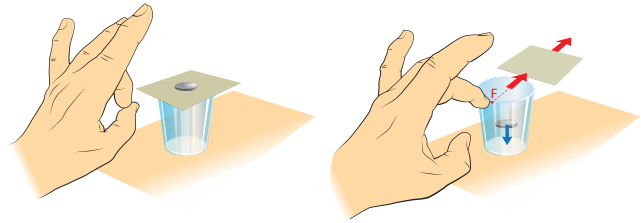
Bir cisme etki eden net kuvvet sıfır ise cisme etki eden kuvvetlere **dengelenmiş kuvvetler** denir.

Kütlenin Davranışı: Eylemsizlik

Duran bir cismin durmaya devam etmek istemesine, hareket eden bir cismin ise hareketini devam ettirmek istemesine **eylemsizlik** denir. Buradaki anahtar sözcük "devam ettirmek istemesi"dir.



Üzerinde eşyalar bulunan masa örtüsü tek bir hamlede hızlı bir şekilde çekildiğinde eşyaların konumunu değiştirmedeği görülür.



Karta parmakla hızlı bir şekilde vurulduğunda kartın üzerindeki para bardağa düşmektedir.



Ok yönünde sallanan şişe aniden durdurulduğunda sos, hareketine devam etmek isteyip şişenin dışına çıkar.



Bisikletli, yolda bulunan bir arabaya çarptığında hızını devam ettirmek istediği yöne doğru fırlar.

DİFnot

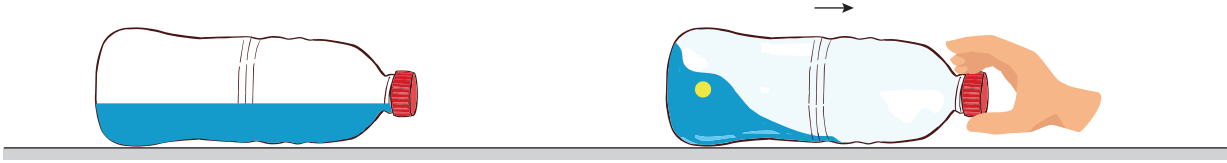
Eylemsizliğin ölçüsü kütledir. Kütle büyüdükçe eylemsizlik de büyür. Kütlesi büyük olan cisimler hareket değişikliğine karşı daha çok direnç gösterir. Büyük kütleli cisimlere hız değişikliği yaptırmak, küçük kütleli cisimlere hız değişimi yaptırmaktan daha zordur. Kütle, madde miktarından ziyade eylemsizliğin ölçüsü olarak tanımlanır.



- ✓ Kasası yük dolu olan durgun hâldeki kamyonu hareket ettirmek, kasası boş olan kamyonu hareket ettirmekten daha zordur.
- ✓ Kasası yük dolu olan hareket hâlindeki kamyonu durdurmak, kasası boş olan kamyonu durdurmaktan daha zordur.

DİFnot

Eylemsizlik sadece katı maddeler için değil; sıvı, gaz ve plazma maddeler için de geçerlidir.



- ✓ Su dolu şişe aniden çekildiğinde su, şişenin gerisinde kalır.

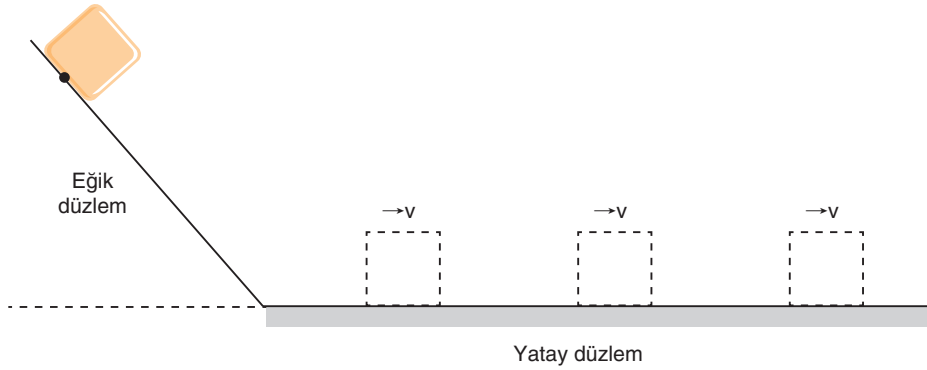


NEWTON'IN HAREKET YASALARI

Newton'ın Hareket Yasaları		
1. Yasa	2. Yasa	3. Yasa
Eylemsizlik Yasası	Temel Yasa	Etki-Tepki Yasası
$\vec{F}_{\text{net}} = 0$ olduğu durum	$\vec{F}_{\text{net}} \neq 0$ olduğu durum	$\vec{F}_{\text{etki}} = -\vec{F}_{\text{tepki}}$

Eylemsizlik Yasası

Bir cisme etki eden net kuvvet sıfır olduğunda cisim duruyorsa durmaya devam eder, hareketliyse sabit hızla hareketine devam eder.



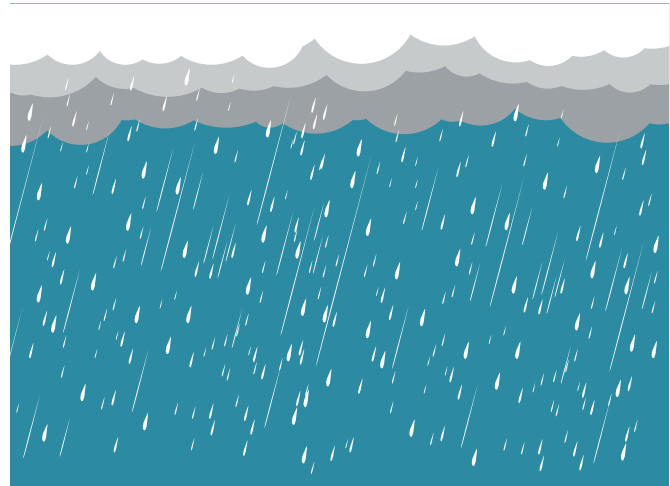
Sürtünmelerin önemsenmediği bir düzende düşey kesiti verilen eğik düzlem üzerinden serbest bırakılan kutu, yatay düzleme ulaştığında bir hıza sahip olur. Yatay düzlemde kutuya etki eden net kuvvet sıfır olduğundan yani kutunun hareketini değiştirecek herhangi bir eylemde bulunulmadığından kutu, sabit hızla hareketine devam eder.

DİFnot

Cisim, düzgün doğrusal hareket yani sabit hızlı hareket yapıyorsa cisme etki eden net kuvvet sıfırdır yani cisim, dengelenmiş kuvvetler etkisindedir.



Otomobildeki sürat sabitleyici, otomobile etki eden net kuvvetin otomatik olarak sıfır olmasını sağlar.



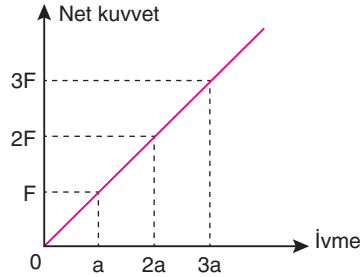
Limit hıza ulaşan yağmur damlalarına etki eden net kuvvet sıfırdır.

Dinamiğin Temel Yasası

- ✓ Bir cisme etki eden net kuvvet sıfırdan farklı ise cisim, ivmeli hareket yapar. İvmeye neden olan, net kuvettir.
- ✓ Bir cismin ivmesi; o cisme etki eden net kuvvetle doğru, cismin kütlesiyle ters orantılıdır.

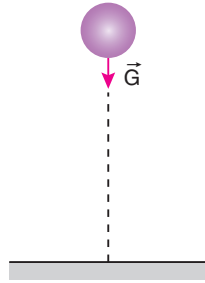
$$\vec{F}_{\text{net}} = m \cdot \vec{a} \quad \text{Newton} = \text{Kilogram} \cdot \frac{\text{Metre}}{(\text{Saniye})^2}$$

- ✓ Kuvvet ve ivme, vektörel bir büyüklüktür. Kütle ise pozitif bir skalerdir. Dolayısıyla $\vec{F}_{\text{net}}$ ile $\vec{a}$ aynı yöndedir.
- ✓ Net kuvvet ile ivme doğru orantılıdır.



$$\frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a} = m$$

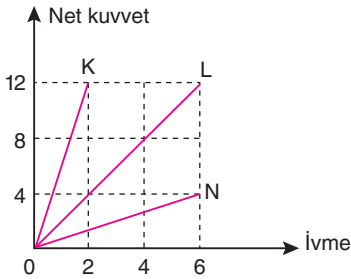
- ✓ Serbest bırakılan cisimler, serbest düşme denilen hareket yapar.



Ağırlık = Kütle · çekim ivmesi
 $\vec{G}$: Ağırlık (Newton), $\vec{g}$: Yer çekimi ivmesi $\left(\frac{\text{N}}{\text{kg}}\right)$

ÖRNEK-5

K, L ve N cisimlerine uygulanan net kuvvet ile cisimlerin kazandıkları ivmeler arasındaki kuvvet-ivme grafiği şekildeki gibidir.



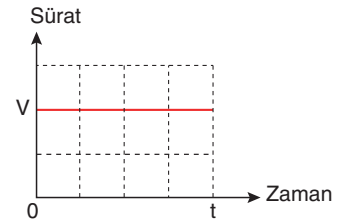
K, L, N nin kütleleri sırasıyla m_K , m_L , m_N olduğuna göre bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $m_L < m_N < m_K$ B) $m_K < m_N < m_L$
 C) $m_K < m_L < m_N$ D) $m_N < m_L < m_K$
 E) $m_N < m_K < m_L$

(2015-YGS)

ÖRNEK-6

Bir çocuğun hareketine ait sürat-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, çocuk 0-t aralığında;

- sürekli aynı yönde koşma,
- daire şeklindeki bir havuzun etrafında yürüme,
- sürtünmesiz ve sabit eğim açılı eğik düzlem şeklindeki bir kaydıraftan kayma

eylemlerinden hangilerini yapıyor olabilir?

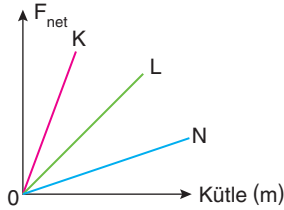
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

(2018-MSÜ)



ÖRNEK-7

Sürtünmelerin önemsenmediği doğrusal bir yolda hareket etmekte olan K, L ve N cisimlerine ait net kuvvet (F_{net})-kütle (m) grafiği şekilde gibidir.



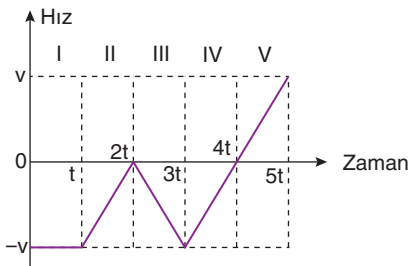
Cisimlerin net kuvvet yönünde kazandıkları ivmeler sırasıyla a_K , a_L ve a_N olduğuna göre bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $a_K = a_L = a_N$ B) $a_K > a_L = a_N$ C) $a_K > a_L > a_N$
 D) $a_N > a_L > a_K$ E) $a_N > a_K > a_L$



ÖRNEK-8

Sürtünmelerin önemsenmediği düz bir yörüngede hareket eden bir cisme ait hız-zaman grafiği şekilde verilmiştir.



Buna göre cisme hangi zaman aralıklarında hareketi yönünde net kuvvet etki etmiştir?

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



ÖRNEK-9

Hareket hâlindeki bir otomobil, tren ve uçağın sahip oldukları hızlar ve bu araçlara hareketleri süresince etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri ile ilgili bilgiler aşağıda belirtildiği gibidir:

- Sabit 100 km/h hız ile hareket eden otomobile etki eden net kuvvetin büyüklüğü F_1 dir.
- Hızı, durgun hâlden 200 km/h'e yükselen trene etki eden net kuvvetin büyüklüğü F_2 dir.
- Pist boyunca sabit 250 km/h hız ile hareket eden uçağa etki eden net kuvvetin büyüklüğü F_3 tür.

Buna göre F_1 , F_2 ve F_3 net kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

(2021-TYT)



ÖRNEK-10

Otomobillerde bulunan;

- gaz pedalı,
- fren pedalı,
- direksiyon

aygıtlarından hangilerinin yardımıyla otomobil ivmelendirilebilir?

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

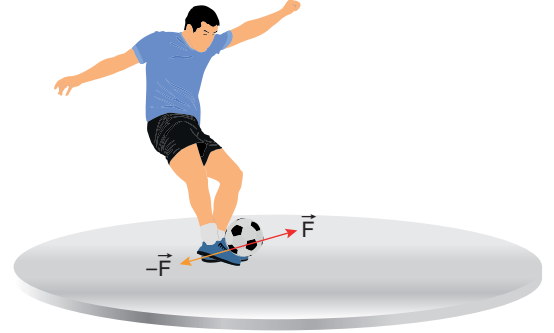
(2023-MSÜ)

Etki-Tepki Yasası

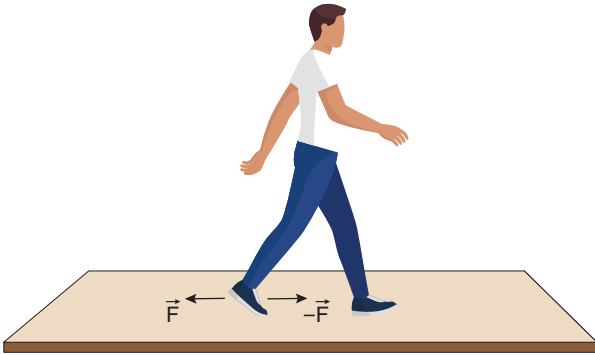
- ✓ Bir cisim, ikinci bir cisim üzerine kuvvet uygularsa ikinci cisim de birinci cisim üzerine eşit büyüklükte ve zıt yönde kuvvet uygular. Bu kuvvetlerden birini **etki kuvveti** diğerini de **tepki kuvveti** olarak adlandırabiliriz. Hangisinin etki hangisinin tepki olacağını söylemek tamamen keyfidir. Yani bize bağlıdır. Sadece yaşayan varlıklar değil, cansız varlıklar da bir şeyi itebilir veya çekebilir.
- ✓ Doğada tek başına kuvvet bulunmaz. Kuvvetlerden hiçbiri, diğeri olmadan var olmaz.
- ✓ Etki-tepki kuvvetleri farklı cisimler üzerindedir.



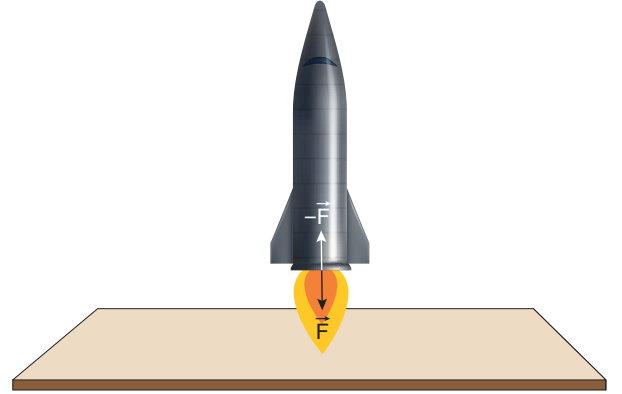
Çocuk, masaya kuvvet uyguladığında masa da çocuğa kuvvet uygular ve çocuk geriye doğru gider.



Sporcu, topa kuvvet uyguladığında top da sporcunun ayağına kuvvet uygular.



İnsanlar yürürken yeri iter, yer de insanı iter.



Roket hareket ederken gazı iter, gaz da roketi iter.

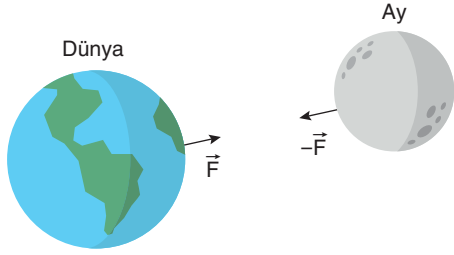


Kürek ile su itilirken su da küreği iter.

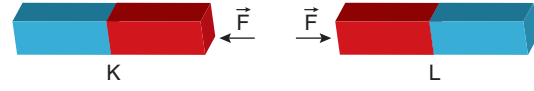


Duvara yumrukla vurulduğunda duvar da ele vurur ve elde acı hissedilir.

- ✓ Etki-tepki kuvvetleri için cisimlerin birbirine temas etmesi gerekmez.

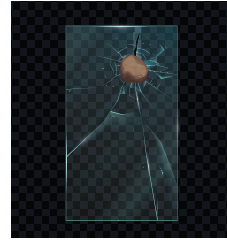
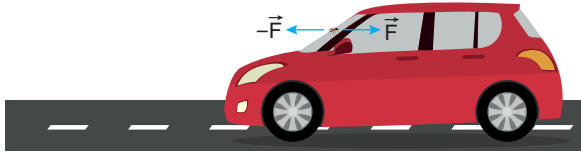


Dünya, Ay'a kuvvet uygularken
Ay da Dünya'ya kuvvet uygular.

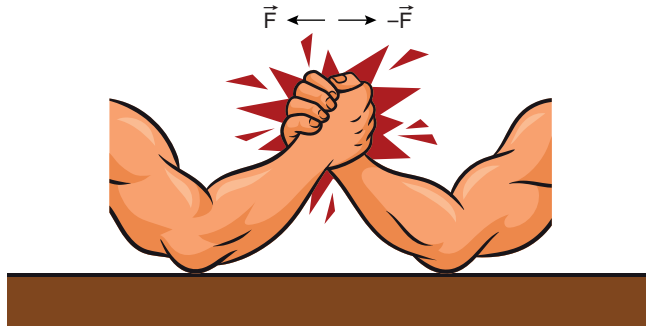


K mıknatısı, L mıknatısına itme kuvveti uygularken
L mıknatısı da K mıknatısına kuvvet uygular.

- ✓ Hızla hareket eden aracın camına çarpan sineğin cama uyguladığı kuvvet ile camın sineğe uyguladığı kuvvet eşit büyüklüktedir. Camın zarar görmeyip sineğin ölmesi aynı dayanıklılıkta olmamaları sebebiyledir. Aynı şekilde cama atılan bir taş camı kırabilir. Bu durumda camın taşa uyguladığı kuvvet ile taşın cama uyguladığı kuvvet eşit büyüklüktedir. Camın kırılması, dayanıklılığının az olmasındandır.



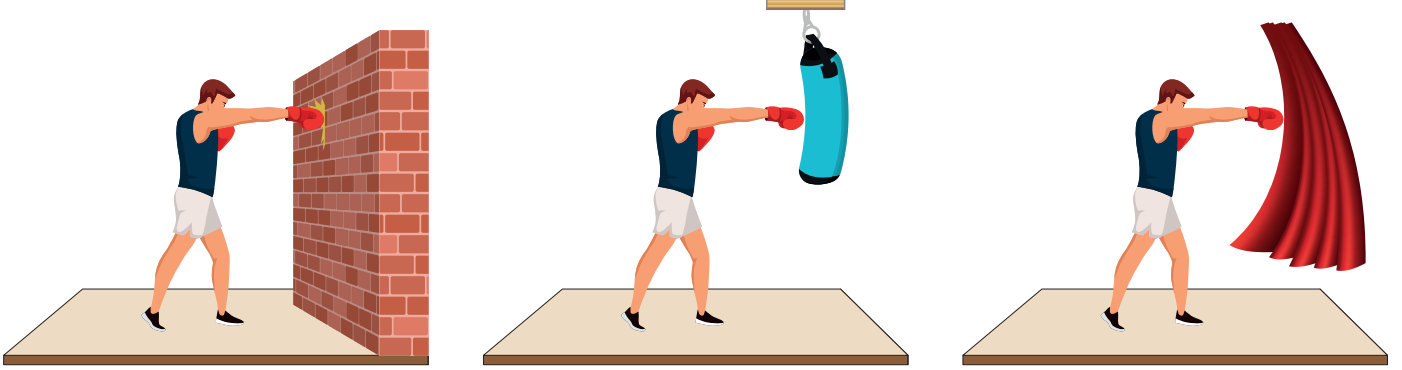
- ✓ Bilek güreşinde kazanan kişi ile kaybeden kişi birbirine eşit büyüklükte ve zıt yönde kuvvet uygulamıştır. Kaybeden kişi, dirseği ile zemin arasında oluşturması gereken döndürme etkisini beceremediği için kaybetmiştir.



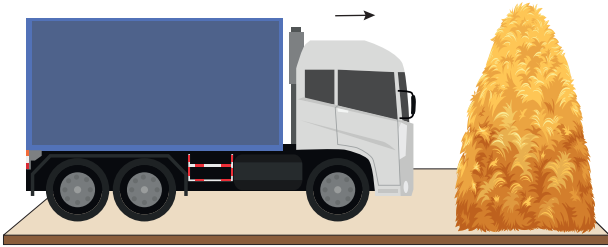
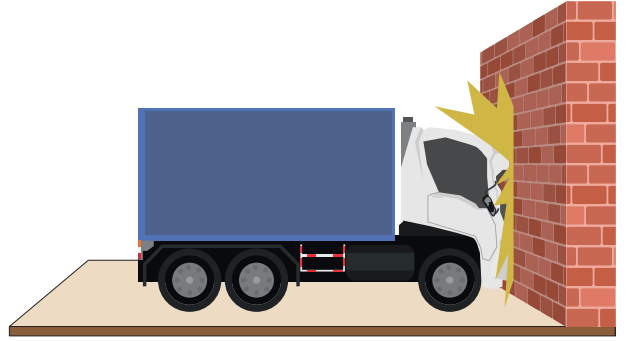
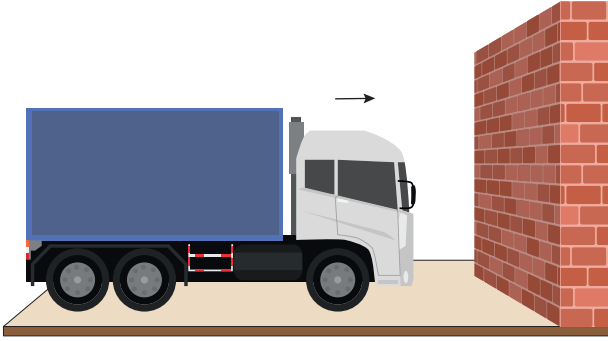
- ✓ Buz pateninde durgun hâldeki Furkan, Betül'ü F büyüklüğünde kuvvetle iterse Betül de Furkan'a F büyüklüğünde kuvvet uygular. Betül'ün kütlesi, Furkan'inkinden daha küçük olduğu için Betül, Furkan'dan daha büyük ivme kazanır.



- ✓ Etki-tepki kuvveti, her zaman bir çift hâlinindedir ve tek bir etkileşim oluşturur. Bir duvarı ittiğiniz zaman duvarın da sizi geri ittiğini hissedersiniz. Aslında duvar sizi geri itmeden siz duvarı itemezsiniz.
- ✓ Bir boksör, kum torbasına oldukça büyük bir kuvvetle vurabilir. Fakat kumaş perdeye küçük bir kuvvet uygulayabilir.

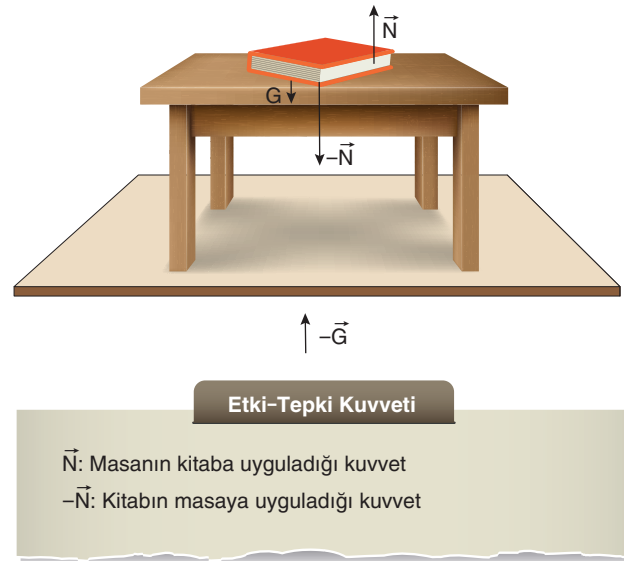
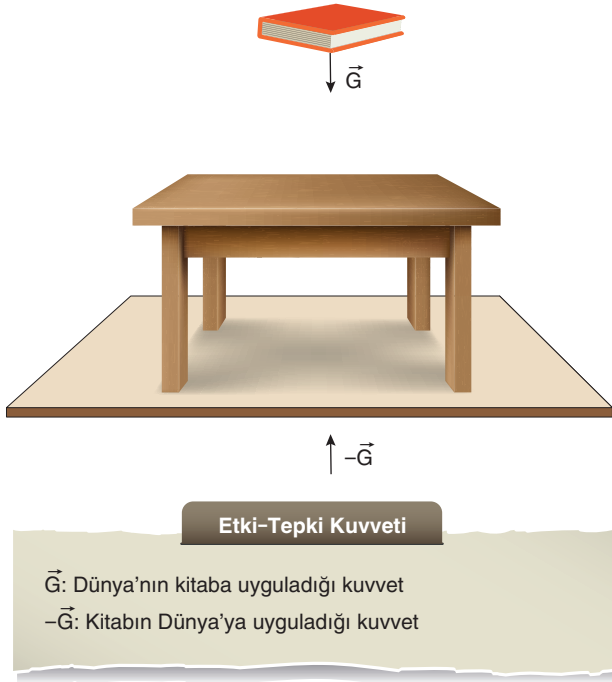


- ✓ Aynı hızlarla hareket eden özdeş iki kamyonun birinin duvara diğerinin de saman yığına çarptığını düşünelim. Kamyonlar aynı hızla gitmelerine rağmen duvara çarpan kamyon, parçalanır ama saman yığına çarpan kamyon, zarar görmez. Çünkü bir cisme yapılabilecek etki, diğer cismin gösterebileceği tepkiye bağlıdır.



DİFnot

Masanın belirli bir yüksekliğinden bir kitabın serbest bırakıldığını düşünün. Bu durumda Dünya kitabı, kitap da Dünya'yı çeker ve bu kuvvetler, etki-tepki kuvvetleridir. Kitap, bu kuvvetin etkisiyle ağırlığından ($\vec{G}$) dolayı ivmelenir ve masaya doğru hareket eder. Masaya ulaştığında ise masayla kitap arasında bir temas gerçekleşir. Masa, kitaba kuvvet uygular ($\vec{N}$) ve kitabı durdurur. Dolayısıyla kitap da masaya kuvvet uygular ($-\vec{N}$). Bu kuvvetler, etki-tepki kuvvetidir.



ÖRNEK-11

Bir öğretmen, kütlesi 1 kg olan kitabı sınıfta, yatay bir masa üzerine hareketsiz duracak şekilde bırakmıştır. Öğrencilerine kitap, masa ve Yerküre'nin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler hakkında düşüncelerini sormuştur.

Kitaba veya masaya başka bir kuvvet etki etmediğine göre aşağıdaki öğrenci ifadelerinden hangisi yukarıda verilen bilgilerden çıkarılamaz?

(Yer çekimi ivmesini $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

- A) Kitabın Yerküre'ye uyguladığı kuvvet 10 N'dir.
- B) Yerküre'nin kitaba uyguladığı kuvvet 10 N'dir.
- C) Kitabın masaya uyguladığı kuvvet 10 N'dir.
- D) Masanın kitaba uyguladığı kuvvet 10 N'dir.
- E) Yerküre'nin masaya uyguladığı kuvvet 10 N'dir.

(2022-TYT)



ÖRNEK-12

Freni bozulmuş olan bir otomobil, yatay düz bir yolda hareket ederken kütlesi kendi kütlesinden çok küçük olan bir çöp kovasına çarpmıştır. Bu sırada kaldırımda otobüs bekleyen Ahmet, Burçin ve Cevdet olaya tanık olmuş ve otomobil ile kovanın birbirlerine temas etmekte oldukları çok kısa süren çarpışma süreciyle ilgili aşağıdaki yorumları yapmışlardır.

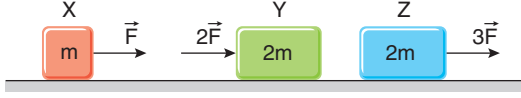
- Ahmet: Otomobilin kovaya uyguladığı kuvvet, kovanın otomobile uyguladığından büyüktür.
- Burçin: Kovanın ivmesi, otomobilinkinden büyüktür.
- Cevdet: Kovanın hızı, otomobilinkinden daha büyük değişim göstermiştir.

Buna göre; Ahmet, Burçin ve Cevdet'in yorumlarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız Ahmet
- B) Yalnız Burçin
- C) Yalnız Cevdet
- D) Ahmet ve Burçin
- E) Burçin ve Cevdet

(2020-TYT)

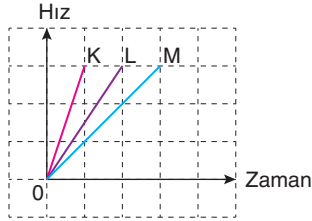
1. Kütleleri üzerlerinde belirtilen X, Y ve Z cisimleri sürtünmesiz yüzeyde sırasıyla $\vec{F}$, $2\vec{F}$ ve $3\vec{F}$ yatay kuvvetleri ile hareket ettiriliyor.



Buna göre cisimlerin kazandıkları ivmelerin büyüklükleri a_x , a_y ve a_z arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $a_x > a_z > a_y$ B) $a_z > a_x > a_y$
 C) $a_y > a_x > a_z$ D) $a_y > a_z > a_x$
 E) $a_z > a_x = a_y$

2. Kütleleri sırasıyla m, 2m ve 3m olan K, L ve M cisimlerinin hız-zaman grafikleri şekildedir.



Buna göre cisimlere etki eden F_K , F_L ve F_M net kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

(Birim kareler özdeştir.)

- A) $F_K = F_L = F_M$ B) $F_K > F_M > F_L$
 C) $F_L > F_M > F_K$ D) $F_K > F_L > F_M$
 E) $F_L = F_M > F_K$

3. Doğadaki dört temel kuvvetle ilgili,

- Güçlü nükleer kuvvetin etki alanı, atom çekirdeğinin boyutu ile sınırlıdır.
- Elektromanyetik kuvvetin ortaya çıktığı durumlardan biri, elektrik yüklü parçacıkların etkileşimidir.
- Zayıf nükleer kuvvet, atom çekirdeğinin kararsız olmasında en önemli etkidir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

4. Lastik top, h kadar yükseklikten önce beton zemine sonra da kum havuzundaki kuma bırakılıyor. Beton zeminde zıplayan topun kum havuzunda düştüğü yerde kaldığı görülüyor.

Buna göre,

- Beton zeminin topa uyguladığı kuvvetin büyüklüğü, topun beton zemine uyguladığı kuvvetin büyüklüğünden fazladır.
- Kum havuzunda kumlu yüzeyin topa uyguladığı kuvvet, topun kumlu yüzeye uyguladığı kuvvete eşittir.
- Beton zeminin topa uyguladığı kuvvetin büyüklüğü, topun beton zemine uyguladığı kuvvetin büyüklüğüne eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Sürtünmeler ihmal edilmiştir.)

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



891449

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

SÜRTÜNME KUVVETİ

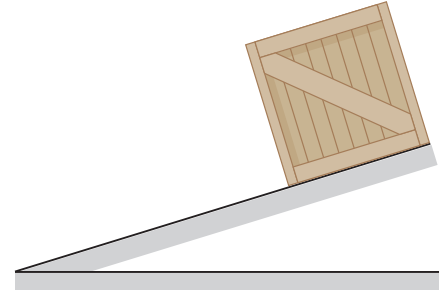
- ✓ Temas hâlinde olan yüzeylerin hareketini engellemeye çalışan bazen de hareketin bir cisimden diğerine aktarılmasını sağlayan etkiye **sürtünme kuvveti** denir. Sürtünme kuvveti f_s ile gösterilir ve SI'da birimi newtondır.



Durgun hâldeki sandığa sürtünme kuvveti etki etmez.

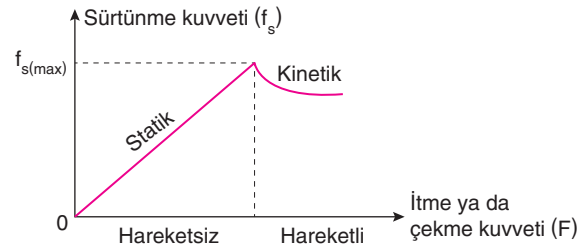
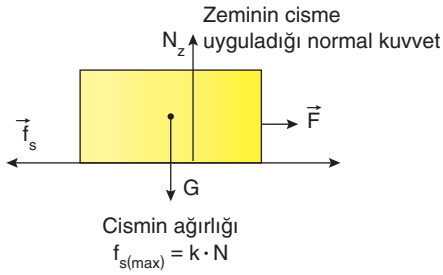


Sandığa itme kuvveti uygulanırsa sandığa sürtünme kuvveti etki eder.



Bu hâlde duran sandığa sürtünme kuvveti etki eder.

- ✓ Cisimlere durgun iken sürtünme kuvveti etki ediyorsa bu kuvvete statik sürtünme kuvveti, bir cisim zeminde kayıyorsa bu cisme etki eden sürtünme kuvveti kinetik sürtünme kuvvetidir.



N: Normal kuvvet, cisimle zemin arasındaki temas kuvveti

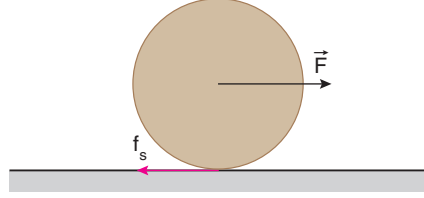
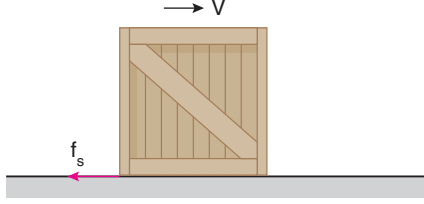
k: Sürtünme katsayısı

- ✓ Sürtünme katsayısı, sürtünen yüzeylerin her ikisinin cinsine birden bağlıdır.
- ✓ Sürtünme kuvveti, sürtünen yüzeylerin alanına bağlı değildir.
- ✓ Sürtünme kuvvetinin faydalı ve zararlı olduğu durumlar vardır. Sürtünme kuvveti olmasa kurşun kalemle yazı yazılamaz, yürümezdi. Sürtünme olmasa gök taşları Dünya'ya çarpardı. Sürtünme; yüzeylerin ısınmasına, aşınmasına ve enerji kaybına neden olur. Bunu önlemek için makinelerde yağ dolaşımı sağlanır.



Kayarak ve Dönerek İlerleyen Cisimlerde Sürtünme Kuvveti

- ✓ Kayarak ilerleyen cisme, hareketine zıt yönde sürtünme kuvveti uygulanır. Dönme sürati ile öteleme sürati eşit olan cisimler, yuvarlanma hareketi yapar.



- ✓ Bir tekerlek, merkezinden $\vec{F}$ kuvveti ile çekilirse tekerleğe etki eden sürtünme kuvveti öteleme hareketine zıt yöndedir.



ÖRNEK-13

Farklı malzemeden yapılmış m , $2m$ ve $4m$ kütleli K , L ve M blokları yatay olarak ayrı ayrı uygulanan aynı F kuvvetinin etkisi altında yatay beton zemin üzerinde hareketsiz durmaktadır. Bloklar ile beton zemin arasındaki statik sürtünme katsayısının K bloğu için 1 , L bloğu için $0,5$ ve M bloğu için ise $0,8$ olduğu bilinmektedir.

F kuvvetine rağmen hareket etmeyen K , L ve M blokları ile yüzey arasında oluşan statik sürtünme kuvvetleri f_K , f_L ve f_M lerin büyüklük sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?

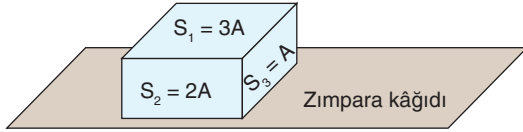
- A) $f_K = f_L = f_M$ B) $f_K > f_L > f_M$ C) $f_K < f_L < f_M$
D) $f_K = f_L < f_M$ E) $f_K = f_L > f_M$

(2024-TYT)



ÖRNEK-14

Dikdörtgenler prizması şeklindeki içi dolu bir kutunun yüzey büyüklükleri A , $2A$ ve $3A$ 'dır.



Kutu, zımpara kağıdı kaplı zeminde farklı genişlikteki yüzeylerin üzerine konulup bu zeminde zemine paralel aynı büyüklükteki kuvvetle harekete zorlanıyor.

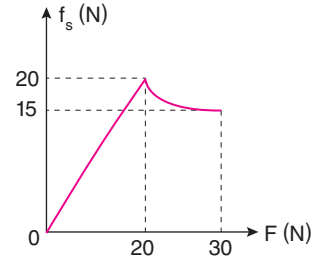
Hiçbir durumda kutu hareket etmediğine göre, kutu A_1 , A_2 ve A_3 yüzeyleri üzerinde iken kutuya etki eden sürtünme kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla f_1 , f_2 ve f_3 olduğuna göre bu kuvvetler arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $f_1 > f_3 > f_2$ B) $f_1 > f_2 > f_3$ C) $f_1 = f_2 = f_3$
D) $f_3 > f_2 > f_1$ E) $f_2 = f_3 > f_1$



ÖRNEK-15

Yatay, sürtünmeli bir yüzeyde durmakta olan 4 kilogram kütleli cisme etki eden sürtünme kuvvetinin, cisme uygulanan yatay kuvvete bağlı grafiği şekildeki gibidir.



Grafikte verilenlere göre,

- Dururken cisme 5 N büyüklüğünde kuvvet uygulandığında statik sürtünme kuvvetinin değeri 5 N olur.
- Cisimle yüzey arasındaki statik sürtünme kuvvetinin en büyük değeri 20 N olur.
- Cisme 30 N büyüklüğünde kuvvet uygulandığında cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğü 15 N olur.

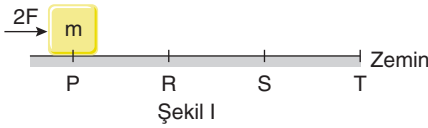
yargılarından hangileri doğrudur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

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

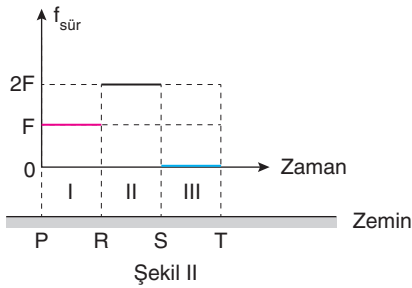


ÖRNEK-16

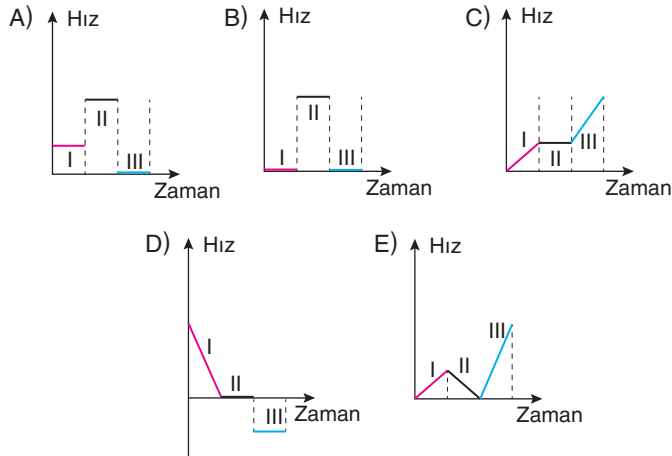
Sürtünme kuvvetinin değişken olduğu P-T yolu üzerinde m kütleli cisim durmaktayken cisim, Şekil I'deki gibi sabit $2F$ büyüklüğündeki yatay kuvvet ile T noktasına kadar itiliyor.



Cismin hareketi sırasında, zemin ve cisim arasında oluşan sürtünme kuvvetinin zamanla değişimi Şekil II'deki gibidir.

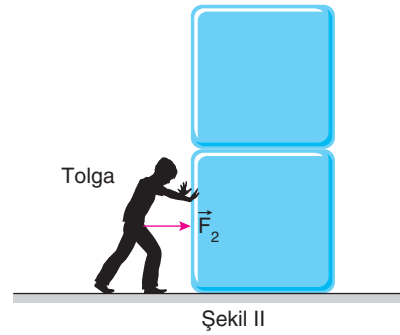
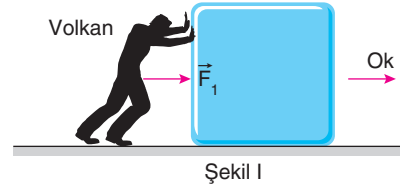


Buna göre cismin P-T arasındaki hız-zaman grafiği aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?



ÖRNEK-17

Özdeş, sürtünmeli yatay düzlemlerde bulunan özdeş kolilere Volkan ve Tolga tarafından yatay $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri Şekil I ve Şekil II'deki gibi uygulanmaktadır. Volkan, koliiye ok yönünde düzgün hızlanan hareket yaptırırken Tolga, kolileri hareket ettiremiyor. Bu durumda Şekil I ve Şekil II'de kolilere etki eden sürtünme kuvvetlerinin büyüklükleri f_{s_1} ve f_{s_2} dir.



Buna göre f_{s_1} ve f_{s_2} hakkında,

	f_{s_1}	f_{s_2}
I.	F	$2F$
II.	$2F$	F
III.	F	F

ifadelerinden hangileri tek başına doğru olabilir?

(Şekil II'deki koliler birbirine yapıştırılmıştır.)

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