Talim Noktası.

5. Sınıf

Fen Bilimleri

Sürtünme Kuvveti

2. Ünite: Kuvveti Tanıyalım · Konu 03 · Konu Anlatımı



Sürtünme kuvveti

Kuvveti Tanıyalım · Konu 03

Bu konuda neler var?

1 Hareketi Zorlaştıran Kuvvet 4
2 Sürtünme Kuvvetinin Özellikleri 7
3 Suda ve Havada Sürtünme 9
4 Sürtünme: Dost mu, Düşman mı? 11
★ Konu Testi 14
★ Cevap Anahtarı 16

Kışın buz tutmuş bir yolda yürümek neden bu kadar zordur? Aynı yola biraz kum serpildiğinde neden daha kolay yürünür? Halının üzerinde ittiklediğiniz oyuncak araba neden hemen durur da parlak bir zeminde uzun süre gider? Bu soruların hepsinin cevabı aynı kuvvette saklıdır: **sürtünme kuvveti**. Bu konuda hareketi zorlaştıran ve kolaylaştıran etkileri günlük yaşamdan örneklerle inceleyecek, bu örneklerden genel bir sonuca ulaşacaksınız.

Bu bölümde

- Günlük yaşamdan örnekler vererek sürtünme kuvveti ile ilgili bir örüntü oluşturacaksınız.
- Pürüzlü ve az pürüzlü yüzeylerin harekete etkisini karşılaştıracaksınız.
- Su direncini ve hava direncini sürtünme kuvvetiyle ilişkilendireceksiniz.
- Sürtünme kuvvetinin katı, sıvı ve gaz ortamlardaki olumlu ve olumsuz etkileri hakkında genelleme yapacaksınız.

Anahtar kavramlar

sürtünme kuvveti | pürüzlü yüzey | az pürüzlü yüzey | temas | su direnci | hava direnci

Etkinlik 1

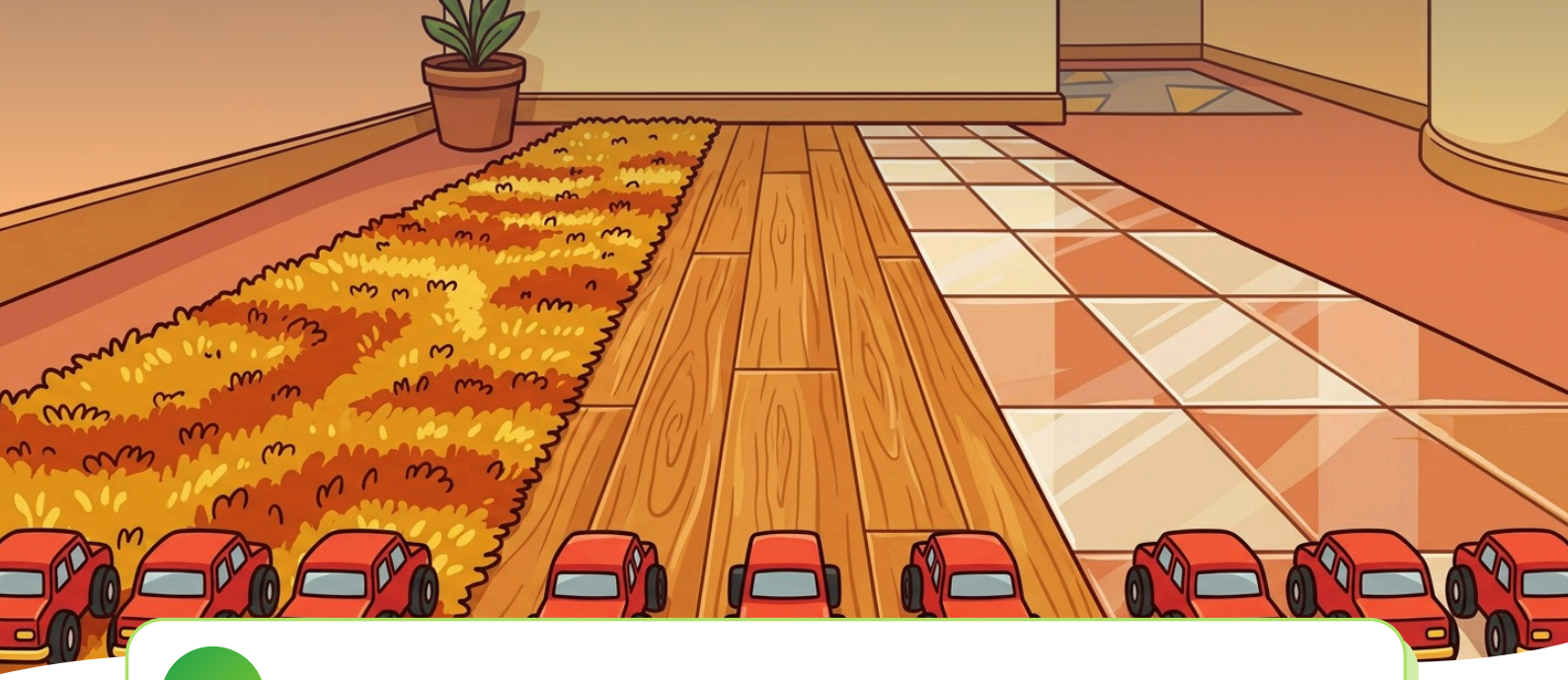
Ön değerlendirme: Ne düşünüyorsunuz?

Doğru ifadelerin yanına **D**, yanlış ifadelerin yanına **Y** yazınız. Yanlış bulduğunuz ifadeyi düzelterek yeniden yazınız.

1. Kuvvet duran bir cismi hareket ettirebilir, hareket eden bir cismi durdurabilir.
2. Buzlu yolda yürümek, kuru asfaltta yürümekten daha kolaydır.
3. Havuzda yürümek, havuzun kenarında yürümekten daha zordur.
4. Parlak görünen bir yüzeyde hiç girinti çıkıntı yoktur.
5. Sürtünme her zaman zararlıdır.

Zorlandıysanız: Önceki konularda kuvvetin cisimlere neler yapabildiğini öğrendiniz: Kuvvet cisimleri hareket ettirir, durdurur, yönünü ve biçimini değiştirebilir. Yuvarladığınız bir top, siz dokunmasanız da bir süre sonra durur. Onu durduran kuvvetin adını bu konuda öğreneceksiniz.

Notlarım



1 Hareketi Zorlaştıran Kuvvet

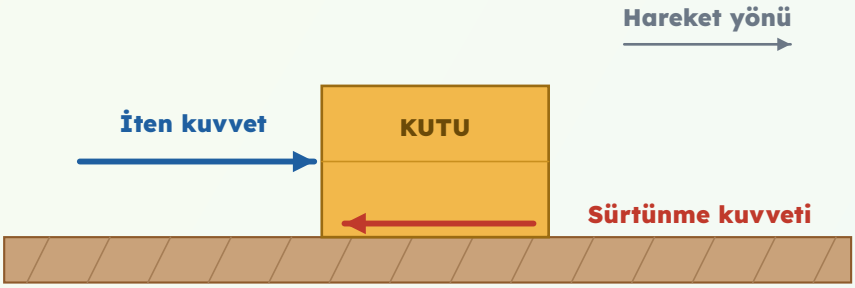
Masanın üzerindeki bir kitabı hafifçe itin. Kitap biraz kayar, sonra durur. Siz kitabı durdurmadınız ama bir şey onun hareketini engelledi. Kitabın alt yüzeyi ile masanın yüzeyi birbirine dokunuyordu. Bu dokunmaya **temas** denir. Birbirine temas eden iki yüzey kaymaya karşı koyar.

Tanım Sürtünme kuvveti

İki yüzey birbirine temas ederken birinin öteki üzerinde kaymasına ya da yuvarlanmasına karşı koyan kuvvete sürtünme kuvveti denir. Sürtünme kuvveti çoğunlukla hareketin tersi yönünde etki eder.

İten kuvvet ve sürtünme kuvveti

Kutu sağa doğru itiliyor. Zeminle kutunun temas ettiği yüzeyde sola doğru bir sürtünme kuvveti oluşuyor.



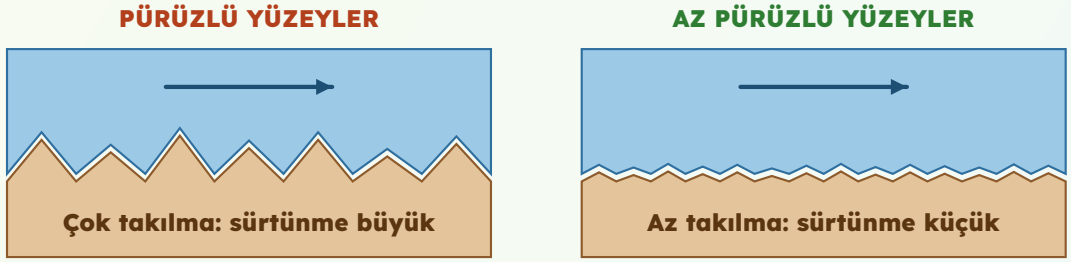
Pürüzlü ve az pürüzlü yüzeyler

Bir zımpara kâğıdına parmağınızla dokunduğunuzda girinti çıkıntıları hissedersiniz. Böyle yüzeylere **pürüzlü yüzey** denir. Cam, buz ya da cilalı bir masa ise dokunduğunuzda kaygan gelir. Bu yüzeylere **az pürüzlü yüzey** denir.

Peki parlak bir cam tamamen düz müdür? Hayır. Çok güçlü mikroskoplarla incelendiğinde en parlak yüzeyde bile küçücük girinti çıkıntılar görülür. Bu yüzden "pürüzsüz" yerine **az pürüzlü** demek daha doğrudur. İki yüzey birbirine temas ettiğinde bu girinti çıkıntılar birbirine takılır. Takılma ne kadar fazlaysa kayma o kadar zorlaşır.

Yakından bakınca yüzeyler

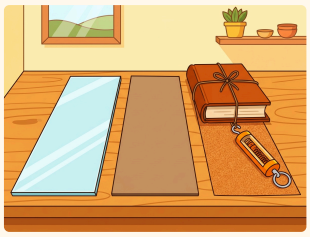
Kutularda yüzeyler çok büyütülerek gösterilmiştir. Gerçekte bu girinti çıkıntılar gözle görülemeyecek kadar küçüktür.



Etkinlik 2

Hangi yüzeyde daha zor?

Malzemeler: Bir kalın kitap, ip, dinamometre, cam bir levha (ya da cilalı bir masa), bir karton, bir zımpara kâğıdı.



1. İpi kitaba bağlayınız ve ipin ucunu dinamometrenin kancasına takınız.
2. Kitabı cam levhanın üzerine koyunuz. Dinamometreyi yere paralel tutarak kitabı yavaşça ve sabit hızla çekiniz. Dinamometrenin gösterdiği değeri okuyunuz.
3. Aynı işlemi karton ve zımpara kâğıdı üzerinde tekrarlayınız.
4. Ölçümlerinizi tabloya yazınız.

Yüzey	Pürüzlülük	Kitabı çekmek için gereken kuvvet (N)
Cam levha	Az pürüzlü	
Karton	Orta	
Zımpara kâğıdı	Pürüzlü	

1 Hangi yüzeyde kitabı çekmek için daha büyük kuvvet gerekti?
Bu sonucu yüzeyin pürüzlülüğüyle nasıl açıklarsınız?

Örnek 1: Ölçümlerden örüntüye

Soru: Bir öğrenci aynı oyuncak arabayı aynı rampadan üç farklı zemine bıraktı. Arabanın rampanın bitişinden sonra aldığı yollar şöyle oldu: halı 40 cm, ahşap parke 120 cm, seramik 210 cm. Bu verilerden nasıl bir örüntü çıkar?

Çözüm: Araba en kısa yolu halıda, en uzun yolu seramikte almıştır. Halı en pürüzlü, seramik en az pürüzlü zemindir. Örüntü şöyledir: **Yüzey pürüzlüleştikçe sürtünme kuvveti artar ve araba daha kısa yol alarak durur.** Yüzey az pürüzlü oldukça araba daha uzun süre hareket eder.

Ne öğrendik?

1 Sürtünme kuvveti hangi durumda oluşur?

2 Buzlu bir yolda yürümenin zor olmasını yüzeyin pürüzlülüğüyle açıklayınız.

3 Parlak bir cam için neden “pürüzsüz” yerine “az pürüzlü” denir?

4 Aynı kutu aşağıdaki yüzeylerin hangisinde itilirse en büyük sürtünme kuvvetiyle karşılaşır?

A) Buz pisti
B) Cilalı masa
C) Çakıllı yol
D) Cam levha

Notlarım



2 Sürtünme Kuvvetinin Özellikleri

Önceki etkinlik ve örneklerden sürtünme kuvveti hakkında bazı ortak özellikler çıkarabiliriz. Bir kavramın özelliklerini tek tek işaretleyerek düzenlediğimiz tabloya **anlam çözümleme tablosu** denir. Aşağıdaki tablo, sürtünme kuvvetinin özelliklerini örneklerle birlikte gösteriyor.

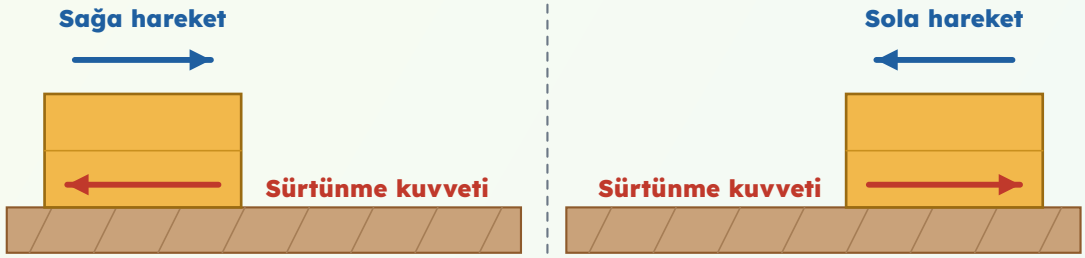
Özellik	Günlük yaşamdan örnek
Temas eden yüzeyler arasında oluşur.	Bisikletin lastiği ile yol arasında
Hareketi zorlaştırır, yavaşlatır ve durdurabilir.	Yuvarlanan top bir süre sonra durur.
Çoğunlukla hareketin tersi yönünde etki eder.	Sağa itilen kutuya sola doğru etki eder.
Pürüzlü yüzeylerde daha büyüktür.	Kum serpilen buzlu yolda ayak kolay kaymaz.
Isı açığa çıkarır.	Ellerimizi ovuşturunca ısınır.
Yüzeylerde aşınmaya yol açar.	Ayakkabının tabanı zamanla incelir.

Sürtünme kuvveti yalnız katı yüzeyler arasında oluşmaz. Bir cisim su ya da hava içinde hareket ederken de sürtünme kuvvetiyle karşılaşır. Bunu bir sonraki bölümde inceleyeceksiniz.

Tanım Aşınma

Sürtünen yüzeylerden çok küçük parçacıkların kopması sonucu cismin zamanla incelmesine ya da küçülmesine aşınma denir. Aşınma, sürtünme kuvvetinin yüzeylerde bıraktığı bir etkidir.

Sürtünme kuvveti hareketin tersi yönündedir



Örnek 2: Ellerimizi neden ovuştururuz?

Soru: Soğuk bir kış gününde ellerimizi birbirine ovuşturunca ellerimiz ısınır. Bu durumu sürtünme kuvvetiyle açıklayınız.

Çözüm: Ellerimizi ovuştururken avuçlarımızın yüzeyleri birbirine temas ederek kayar. Bu sırada yüzeyler arasında sürtünme kuvveti oluşur. Sürtünme kuvveti **ısı açığa çıkarır**, bu yüzden ellerimiz ısınır. Kibritin kutunun pürüzlü yan yüzeyine sürtülünce tutuşması da aynı özellikle açıklanır.

Ne öğrendik?

1. Sürtünme kuvvetinin üç özelliğini yazınız.

2. Uzun süre kullanılan bir silginin küçülmesini sürtünme kuvvetinin hangi özelliğiyle açıklarsınız?

3. Bir kutuyu doğuya doğru ittiğinizde sürtünme kuvveti hangi yönde etki eder?

4. Aşağıdakilerden hangisi sürtünme kuvvetinin ısı açığa çıkarmasıyla ilgilidir?
   A) Kızağın karda kayması
   B) Kibritin kutuya sürtülünce tutuşması
   C) Balonun havada süzülmesi
   D) Topun yokuş aşağı yuvarlanması



3 Suda ve Havada Sürtünme

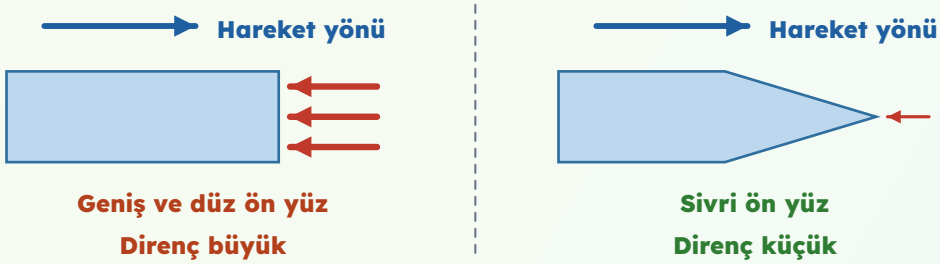
Havuzda yürümeyi denediyseniz bunun karada yürümekten çok daha zor olduğunu bilirsiniz. Su, içinde hareket eden vücudunuza karşı koyar. Rüzgârlı bir günde rüzgâra karşı bisiklet sürmek de çok yorucudur. Hava da içinde hareket eden cisimlere karşı koyar.

Tanım **Su direnci ve hava direnci**

Su içinde hareket eden bir cismin hareketini zorlaştıran etkiye su direnci, hava içinde hareket eden bir cismin hareketini zorlaştıran etkiye hava direnci denir. Su direnci ve hava direnci, sıvı ve gaz ortamlarda oluşan birer sürtünme kuvvetidir.

Cismin biçimi su ve hava direncini etkiler. Ön tarafı geniş ve düz olan cisimler suyu ya da havayı yarmakta zorlanır, daha çok dirençle karşılaşır. Ön tarafı sivri ve gövdesi uzun olan cisimler suyu ya da havayı kolayca yarar, daha az dirençle karşılaşır. Bu yüzden balıkların ön kısmı sivri, gövdesi uzundur; hızlı trenlerin ve uçakların burnu da sivri yapılır. Paraşüt ise tam tersini yapar: Geniş yüzeyiyle çok hava direnci oluşturur ve yükün yavaşça inmesini sağlar.

Biçim ve direnç



Geniş ve düz ön yüz
Direnç büyük

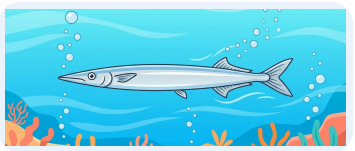
Sivri ön yüz
Direnç küçük

PARAŞÜT



Geniş yüzeyi çok hava direnci oluşturur. Yük yavaşça ve güvenle iner.

BALIK



Sivri ve uzun gövdesi suyu kolayca yarar. Su direnci azalır, hızlı yüzer.

HIZLI TREN



Sivri burnu havayı kolayca yarar. Hava direnci azalır, daha az enerjiyle hızlı gider.

Örnek 3: İki kâğıt, iki farklı düşüş

Soru: Aynı büyüklükte iki kâğıttan biri düz bırakılıyor, öteki sıkıca buruşturulup top hâline getiriliyor. İkisi aynı yükseklikten aynı anda bırakılıyor. Hangisi yere önce düşer? Neden?

Çözüm: Buruşturulmuş kâğıt yere önce düşer. İki kâğıdın madde miktarı aynıdır. Ancak düz kâğıt düşerken önündeki havayı çok geniş bir yüzeyle karşılar. Bu geniş yüzey daha çok **hava direnci** oluşturur ve düz kâğıt sallanarak yavaş düşer. Top hâlindeki kâğıdın havayı karşılayan yüzeyi küçüldüğü için hava direnci azalır ve kâğıt hızlı düşer.

✓ Ne öğrendik?

1. Havuzda yürümenin karada yürümekten zor olmasının nedeni nedir?

2. Su direnci ve hava direnci neden birer sürtünme kuvveti olarak kabul edilir?

3. Bir paraşüt kapalıyken mi, açıkken mi daha çok hava direnci oluşturur? Açıklayınız.

4. Aşağıdakilerden hangisinde cismin biçimi su direncini azaltacak şekildedir?

A) Geniş ve düz önlü bir kayık
B) Sivri burunlu bir yarış teknesi
C) Açık bir şemsiye
D) Kubbe biçimli bir paraşüt



4 Sürtünme: Dost mu, Düşman mı?

Sürtünme kuvveti olmasaydı ne olurdu? Yürümeye çalıştığınızda ayağınız yerinde kayar, bir adım bile atamazdınız. Bisikletin freni çalışmaz, kalemle kâğıda yazı yazamazdınız. Elinizdeki bardak kayıp düşerdi. Demek ki sürtünme kuvveti günlük yaşamımızda çok işimize yarar. Öte yandan sürtünme ayakkabılarımızı, araba lastiklerini ve makine parçalarını aşındırır; hareketi zorlaştırarak fazladan enerji harcamamıza neden olur.

Tanım **Olumlu ve olumsuz etki**

Sürtünme kuvvetinin işimize yarayan etkisine **olumlu etki**, bize zarar veren ya da fazladan enerji harcatan etkisine **olumsuz etki** denir.

Sürtünmenin olumlu ve olumsuz etkileri

	Olumlu etkileri	Olumsuz etkileri
Katı ortam	Yürüyebiliriz, frenler çalışır, kalemle yazı yazarız.	Ayakkabı tabanı, lastik ve makine parçaları aşınır.
Sıvı ortam	Kürek çekerek kayıkla ilerleyebiliriz.	Gemiler ve yüzücüler suyu yarmak için fazladan enerji harcar.
Gaz ortam	Paraşüt yükü yavaşça ve güvenle indirir.	Rüzgâra karşı bisiklet sürmek zorlaşır, araçlar daha çok yakıt harcar.

İnsanlar sürtünmeyi gerektiğinde artırmanın, gerektiğinde azaltmanın yollarını bulmuştur:

- **Artırmak için:** Ayakkabı tabanlarına ve araba lastiklerine tırtıl açılır. Buzlu yollara kum serpilir. Kışın araçlara zincir takılır.

- **Azaltmak için:** Kapı menteşeleri ve bisiklet zinciri yağlanır. Ağır yükler tekerlekli araçlarla taşınır. Kayak ve kızak altları cilalanır.

Sürtünme sanatta da işe yarar. Karakalem ya da pastel boya ile resim yapan ressamlar pürüzlü yüzeyli resim kâğıtlarını tercih eder. Pürüzlü kâğıt kalemin ucunu daha çok aşındırır ve kâğıtta daha belirgin bir iz kalır. Parlak bir cam üzerine kurşun kalemle çizim yapmayı denerseniz kalemin neredeyse hiç iz bırakmadığını görürsünüz.

Bağlantı: Karadan yürüyen gemiler

İstanbul 1453 yılında kuşatılırken Haliç'in girişi kalın bir zincirle kapatılmıştı. Fatih Sultan Mehmed bu engeli aşmak için gemilerini Boğaz kıyısında karaya çıkarttı ve karadan Haliç'e taşıttı. Gemiler, tepelerin üzerine döşenen ve yağlanan ahşap kalaslar ile yuvarlak kütükler üzerinden kaydırılarak bir gecede Haliç'e ulaştırıldı. Yağ kalaslarla gemilerin arasındaki **sürtünmeyi azalttı**, yuvarlak kütükler ise kaymayı yuvarlanmaya çevirerek hareketi kolaylaştırdı.



Sürtünme kuvveti: Genel bir bakış



Tuzağa düşme!

Yanılgı avı: Sürtünme kuvveti

- ✗ "Sürtünme her zaman zararlıdır." → ✓ Sürtünme sayesinde yürür, fren yapar, yazı yazarız. Sürtünmenin **olumlu ve olumsuz** etkileri vardır.
- ✗ "Parlak yüzeylerde hiç sürtünme yoktur." → ✓ Parlak yüzeyler **az pürüzlüdür**; sürtünme azdır ama yine de vardır.
- ✗ "Sürtünme yalnız katı cisimler arasında olur." → ✓ Su ve hava içinde hareket eden cisimler de **su direnci** ve **hava direnci** ile karşılaşır.
- ✗ "Sürtünme kuvveti hareketle aynı yönde etki eder." → ✓ Sürtünme kuvveti çoğunlukla hareketin **tersi yönünde** etki eder.

Ne öğrendik?

1. Sürtünme kuvveti olmasaydı günlük yaşamda karşılaşacağımız iki sorunu yazınız.

2. Sürtünmenin iki olumsuz etkisini yazınız.

3. Kışın buzlu yollara kum serpilmesinin amacı nedir?

4. Kapı menteşesi gıcırdıyorsa ne yapılmalıdır? Bu işlem sürtünmeyi nasıl etkiler?

5. Aşağıdakilerden hangisi sürtünmeyi azaltmak için yapılır?
   A) Ayakkabı tabanına tırtıl açılması
   B) Kışın araç lastiklerine zincir takılması
   C) Bisiklet zincirinin yağlanması
   D) Buzlu yola kum serpilmesi

Notlarım

Konu Testi

✓ Ne öğrendik?

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyunuz. Her sorunun doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Elif aynı oyuncak arabayı aynı kuvvetle iterek K, L ve M zeminlerinde hareket ettiriyor. Araba K zemininde 30 cm, L zemininde 90 cm, M zemininde 60 cm yol alıp duruyor. Buna göre zeminlerin pürüzlülüğü için aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

A) K > M > L
B) L > M > K
C) M > K > L
D) K > L > M

2. Bir öğrenci sürtünme kuvvetiyle ilgili üç gözlemini not ediyor:
I. Karlı yokuştan aşağı kayan kızağı yavaşlatan kuvvet yokuş yukarı doğrudur.
II. Doğuya doğru yuvarlanan bilyeyi zemin batıya doğru zorlar.
III. Kuzeye doğru çekilen sandığa zemin güneye doğru karşı koyar.
Bu gözlemlerden ulaşılabilecek genelleme aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sürtünme kuvveti her zaman batıya doğrudur.
B) Sürtünme kuvveti, cismin hareket ettiği yönün tersine doğru etki eder.
C) Sürtünme kuvveti yalnız yokuşta kayan cisimlerde oluşur.
D) Sürtünme kuvveti, cismin hareket ettiği yönle aynı yönde etki eder.

3. Bir kamp etkinliğinde kuru bir çubuğun ucu, odun parçasındaki küçük bir çukura bastırılıp hızla döndürülüyor. Bir süre sonra çukurun içi ısınıyor ve hafif duman çıkıyor. Çukurun ısınmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Odun parçasının kütlesinin artması
B) Rüzgârın odun parçasını ısıtması
C) Çubuğun yer çekimi kuvvetinden kurtulması
D) Çubuk ile odun arasında oluşan sürtünme kuvveti

4. Fen kulübünde aynı yükü taşıyan iki oyuncak paraşütün kumaşları farklı büyüklüktedir. Balkondan birlikte salıverildiklerinde geniş kumaşlı olanın daha geç yere indiği gözleniyor. Bu gözlem aşağıdakilerden hangisiyle açıklanır?

A) Geniş kumaşlı paraşüte yer çekimi kuvveti daha az etki eder.
B) Geniş kumaş havayı daha büyük bir yüzeyle karşılar ve daha çok hava direnci oluşur.
C) Küçük kumaşlı paraşütün taşıdığı yük daha ağırdır.
D) Geniş kumaşlı paraşüt hava yerine su içinde hareket eder.

5 Aşağıdakilerin hangisinde sürtünme kuvvetinin olumsuz bir etkisinden söz edilmektedir?

A) Bisikletin frenine basınca durması
B) Kalemle kâğıda yazı yazılabilmesi
C) Araba lastiklerinin zamanla aşınması
D) Buzlu yolda kum serpilen yerde kaymadan yürünmesi

6 Penguenler karada yavaş yürür ama suda çok hızlı yüzer. Gövdelerinin ön tarafı sivri, gövdeleri uzundur. Bu gövde yapısının penguene suda sağladığı yarar aşağıdakilerden hangisidir?

A) Su direnci tamamen ortadan kalkar, penguen hiç zorlanmadan yüzer.
B) Suyu geniş bir yüzeyle karşılar ve su direnci artar.
C) Suyu kolayca yarar ve karşılaştığı su direnci azalır.
D) Suda penguenin kütlesi azalır ve hızlanır.

KENDİME NOT

Bu konuda	Evet	Kısmen	Henüz değil
Sürtünme kuvvetinin ne olduğunu açıklayabiliyorum.			
Pürüzlü ve az pürüzlü yüzeylerin harekete etkisini karşılaştırabiliyorum.			
Su direncini ve hava direncini sürtünmeyle ilişkilendirebiliyorum.			
Sürtünmenin olumlu ve olumsuz etkilerine örnek verebiliyorum.			
Sürtünmeyi artırma ve azaltma yollarını söyleyebiliyorum.			

Notlarım

Cevap Anahtarı

Ön Değerlendirme

1. **D.** Kuvvet duran cismi hareket ettirebilir, hareket eden cismi durdurabilir.
2. **Y.** Buzlu yolda yürümek, kuru asfaltta yürümekten daha zordur; buz az pürüzlü olduğu için ayak kayar.
3. **D.** Su, içinde hareket eden vücuda karşı koyar; bu yüzden havuzda yürümek daha zordur.
4. **Y.** En parlak görünen yüzeyde bile çok küçük girinti çıkıntılar vardır.
5. **Y.** Sürtünme zararlı olduğu kadar yararlıdır; yürümemizi ve fren yapmamızı da sağlar.

1. Hareketi Zorlaştıran Kuvvet

1. Birbirine temas eden iki yüzeyden biri öteki üzerinde kaymaya ya da yuvarlanmaya çalıştığında oluşur.
2. Buz az pürüzlü bir yüzeydir. Ayakkabının tabanı ile buz arasındaki girinti çıkıntılar az takılır, sürtünme kuvveti küçük olur. Bu yüzden ayak kolayca kayar.
3. Çok güçlü mikroskoplarla incelendiğinde en parlak yüzeyde bile küçük girinti çıkıntılar görülür.
4. **C.** Çakıllı yol seçenekler içindeki en pürüzlü yüzeydir; sürtünme kuvveti en büyük olur.

2. Sürtünme Kuvvetinin Özellikleri

1. Örnek: Temas eden yüzeyler arasında oluşur. Hareketi zorlaştırır. Pürüzlü yüzeylerde daha büyüktür. (Isı açığa çıkarması ve aşınmaya yol açması da yazılabilir.)
2. Silgi kâğıda sürtündükçe aşınır. Sürtünme kuvveti yüzeylerde aşınmaya yol açar.
3. Batıya doğru, yani hareketin tersi yönünde etki eder.
4. **B.** Kibritin ucu kutunun pürüzlü yüzeyine sürtülünce ısınır ve tutuşur.

3. Suda ve Havada Sürtünme

1. Su, içinde hareket eden vücuda karşı koyar. Su direnci hareketi zorlaştırır.
2. Çünkü su ve hava da içinde hareket eden cisimlere temas eder ve hareketi zorlaştırır; bu etki sıvı ve gaz ortamlardaki sürtünmedir.
3. Açıkken. Açık paraşüt aşağı inerken havayı çok geniş bir yüzeyle karşılar; bu geniş yüzey daha çok hava direnci oluşturur.
4. **B.** Sivri burun suyu kolayca yarar, su direncini azaltır.

4. Sürtünme: Dost mu, Düşman mı?

1. Örnek: Yürürken ayağımız kayar, yürüyemezdik. Araçların frenleri çalışmazdı. (Kalemle yazı yazamamak, eşyaları tutamamak da yazılabilir.)
2. Ayakkabı tabanlarını ve lastikleri aşındırır. Hareketi zorlaştırdığı için fazladan enerji harcatır.
3. Kum yolu pürüzlü hâle getirir, sürtünmeyi artırır. Böylece ayaklar ve araç lastikleri kaymaz.
4. Menteşe yağlanmalıdır. Yağ yüzeyler arasındaki sürtünmeyi azaltır, kapı kolay ve sessiz açılır.
5. **C.** Yağlama sürtünmeyi azaltır. Diğer seçeneklerde sürtünme artırılmaktadır.

Konu Testi

1. **A.** Pürüzlü zeminde sürtünme büyük olur ve araba kısa yol alır. En kısa yol K'de, en uzun yol L'dedir: K > M > L.
2. **B.** Üç gözlemde de sürtünme kuvveti cismin hareket yönünün tersine etki ediyor. Bu örüntüden sürtünme kuvvetinin hareketin tersi yönünde olduğu genellemesine ulaşılır.
3. **D.** Temas eden çubuk ile odun birbirine sürtünür; sürtünme kuvveti ısı açığa çıkardığı için çukur ısınır.
4. **B.** Geniş kumaş daha çok hava direnci oluşturur ve paraşütü yavaşlatır. Yükler eşittir ve iki paraşüte de yer çekimi kuvveti etki eder.
5. **C.** Aşınma sürtünmenin olumsuz bir etkisidir. Diğerleri olumlu etkilerdir.
6. **C.** Sivri ön taraf ve uzun gövde suyu kolayca yarar, su direncini azaltır. Su direnci azalır ama tamamen ortadan kalkmaz; penguenin kütlesi de değişmez.

Notlarım