

ORTAÖĞRETİM

FEN LİSESİ

FİZİK

9

Ders Kitabı

YAZARLAR

Abdullah AYDIN
Ayşegül ÇELİK
İsa YILMAZ
Kamil SOYARSLAN
Murat ERAT
Şeyda BOZARSLAN



DEVLET KİTAPLARI

BİRİNCİ BASKI

....., 2019

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI: 6664
DERS KİTAPLARI DİZİSİ: 1739

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

EDİTÖR

Prof. Dr. Mustafa YILMAZLAR

DİL UZMANI

Kevser Gülşah AKTÜRK

REHBERLİK VE GELİŞİM UZMANI

Günay ERDEM ÖZKAN

Mehmet ATASAYAR

GÖRSEL TASARIM UZMANI

Kübra BASMAZ

ISBN 978-975-11-4143-9

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 28.05.2018 gün ve 78 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 28.05.2019 gün ve 10443977 sayılı yazısı ile ikinci defa 85.509 adet basılmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

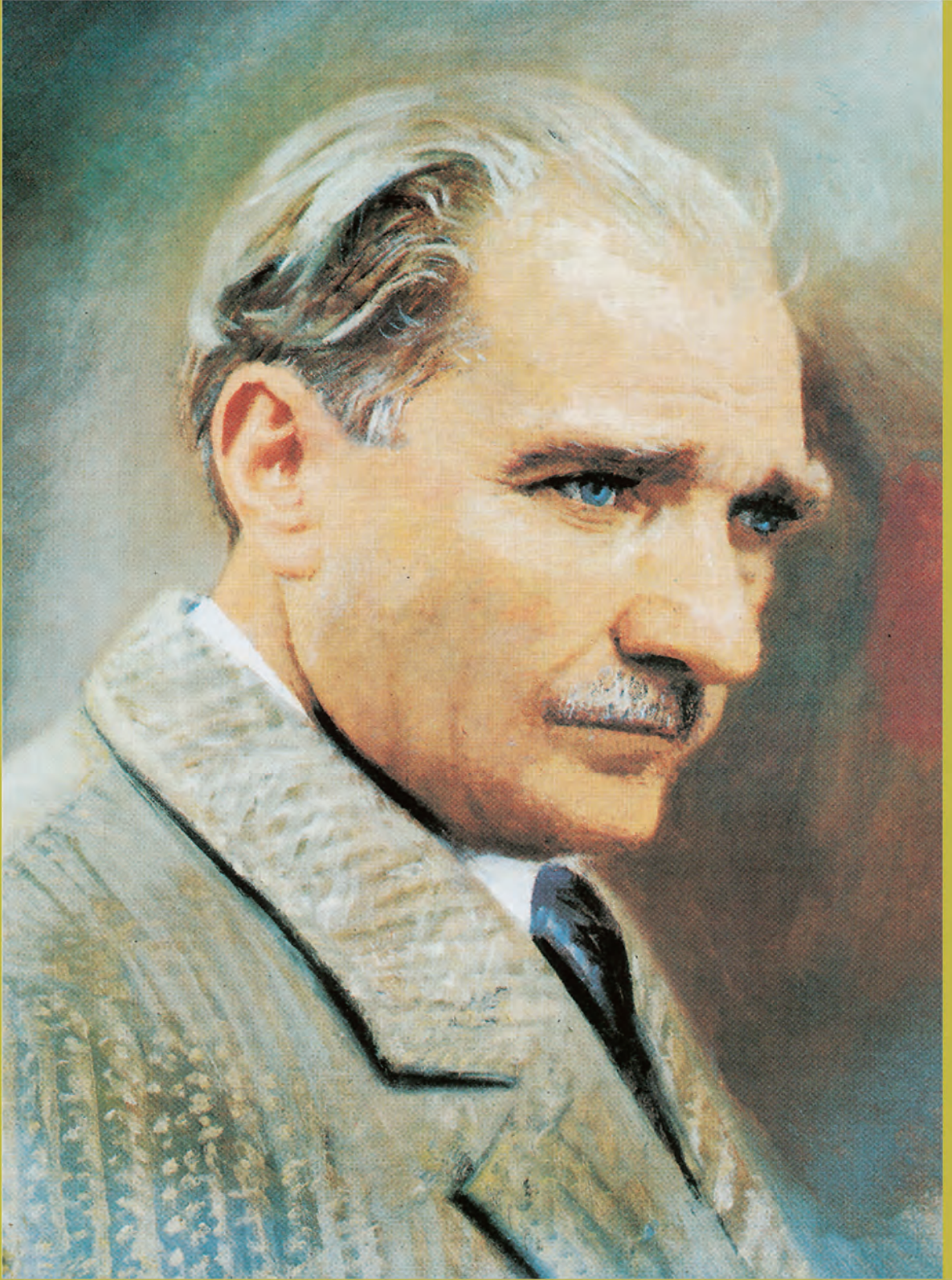
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İçindekiler

Kitabımızı Tanıyalım	9
Güvenlik İşaretleri	11

1. ÜNİTE FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ

1. 1. Fizik Biliminin Önemi	14
1. 1. 1. Fizik Bilimi ve Evren	14
1. 2. Fiziğin Uygulama Alanları	15
1. 2. 1. Fiziğin Alt Dalları	15
1. 2. 2. Fiziğin Diğer Disiplinlerle İlişkisi	18
1. 3. Fiziksel Niceliklerin Sınıflandırılması	21
1. 4. Bilim Araştırma Merkezleri	25
1. 4. 1. Bilim Araştırma Merkezleri ve Fizik Bilimi İçin Önemi	25
Ünite Özeti	30
1. Ünite Ölçme ve Değerlendirme	31

2. ÜNİTE MADDE VE ÖZELLİKLERİ

2. 1. Madde ve Özkütle	36
2. 1. 1. Özkütle, Kütle ve Hacim İlişkisi	36
2. 1. 2. Özkütlenin Hayatımızdaki Yeri	45
2. 2. Dayanıklılık	46
2. 2. 1. Dayanıklılık Nedir?	46
2. 3. Yapışma ve Birbirini Tutma	48
2. 3. 1. Adezyon ve Kohezyon Olayları	48
Ünite Özeti	52
2. Ünite Ölçme ve Değerlendirme	53

3. ÜNİTE HAREKET VE KUVVET

3. 1. Bir Boyutta Hareket	58
3. 1. 1. Hareket Çeşitleri	58
3. 1. 2. Hareketle İlgili Kavramlar	59
3. 1. 3. Düzgün Doğrusal Hareket İçin Konum, Hız ve Zaman Grafikleri	62
3. 1. 4. Ortalama Hız	66
3. 1. 5. Sabit İvmeli Hareket	67
3. 1. 6. Farklı Referans Noktalarına Göre Hareket	68
3. 2. Kuvvet	69
3. 2. 1. Kuvvet Nedir?	67
3. 3. Newton'ın Hareket Yasaları	70
3. 3. 1. Kuvvetler Etkisinde Hareket	71
3. 3. 2. Kuvvet, İvme ve Kütle Arasındaki İlişki	72
3. 3. 3. Etki ve Tepki Kuvvetleri	74
3. 4. Sürtünme Kuvveti ve Değişkenleri	77
Ünite Özeti	82
3. Ünite Ölçme ve Değerlendirme	83

4. ÜNİTE ENERJİ

4. 1. İş, Enerji ve Güç	90
4. 1. 1. İş, Enerji ve Güç İlişkisi	90

4. 1. 2. Mekanik İş ve Mekanik Güç ile İlgili Hesaplamalar	92
4. 2. Mekanik Enerji	93
4. 2. 1. Öteleme Kinetik Enerjisi, Yer Çekimi Potansiyel Enerjisi ve Esneklik Potansiyel Enerjisi	93
4. 3. Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümü	100
4. 3. 1. Enerji Döngüsü ve Korunumu	101
4. 3. 2. Canlılar ve Enerji	101
4. 4. Verim	102
4. 4. 1. Verim Nedir?	103
4. 4. 2. Verimi Artıracak Öneriler	103
4. 5. Enerji Kaynakları	104
4. 5. 1. Enerji Kaynaklarının Avantaj ve Dezavantajları	105
Ünite Özeti	106
4. Ünite Değerlendirme	108

5. ÜNİTE ISI VE SICAKLIK

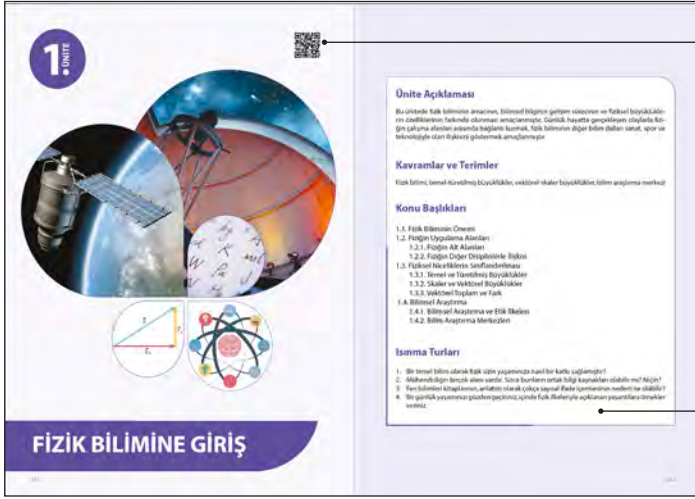
5. 1. Isı ve Sıcaklık	116
5. 1. 1. İç Enerji, Sıcaklık ve Isı	116
5. 1. 2. Termometre ve Sıcaklık Ölçümü	117
5. 1. 3. Sıcaklık Birimleri ile İlgili Hesaplamalar	119
5. 1. 4. Öz Isı ve Isı Sığası	120
5. 1. 5. Maddenin Sıcaklığında Meydana Gelen Değişim	121
5. 2. Hâl Değişimi	122
5. 2. 1. Hâl Değişiminde Isı Miktarı	123
5. 3. Isıl Denge	124
5. 3. 1. Isıl Dengenin Sıcaklık Farkı ve Isı İle Olan İlişkisi	124
5. 4. Enerji İletim Yolları ve İletim Hızı	126
5. 4. 1. Enerji İletim Yolları	126
5. 4. 2. Katı Maddelerde Enerji İletim Hızı	127
5. 4. 3. Yaşam Alanlarında Enerji Tasarrufu	129
5. 4. 4. Hissedilen ve Gerçek Sıcaklık	132
5. 4. 5. Küresel Isınma	132
5. 5. Genleşme	135
5. 5. 1. Katı ve Sıvı Maddelerde Genleşme ve Büzülme	135
Ünite Özeti	137
5. Ünite Değerlendirme	138

6. ÜNİTE ELEKTROSTATİK

6. 1. Yük Kavramı	144
6. 1. 1. Elektrikle Yüklenme	144
6. 1. 2. Yük Dağılımı	148
6. 1. 3. Elektriksel Kuvvet	150
6. 1. 4. Elektrik Alan	153
Ünite Özeti	157
6. Ünite Değerlendirme	158

Çalışma Köşesi Cevap Anahtarı	161
Ünite Değerlendirme Cevap Anahtarı	162
Sözlük	167
Kaynakça	170
Dizin	178

Kitabımızı Tanıyalım

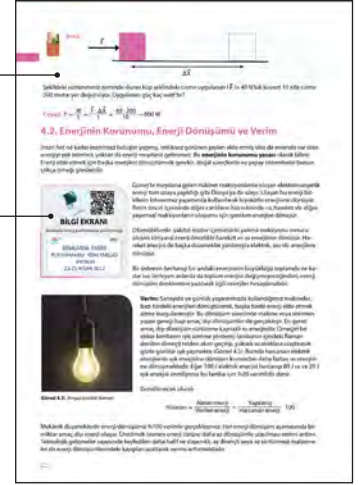


Karekod okuyucu ile taratarak resim, video, animasyon, soru ve çözümleri vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz barkod.

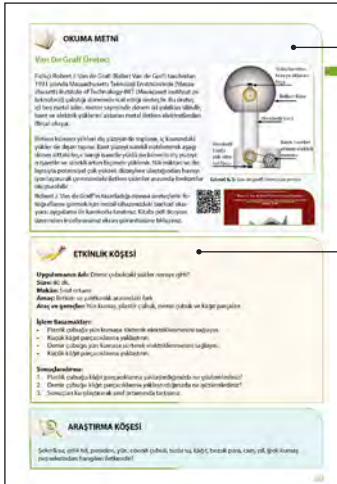
Ünite giriş sayfaları; ünite kapağı, ünite açıklaması, üniteyle ilgili kavramlar ve terimler, konu başlıkları ve ısınma turları bölümlerinden oluşur.

Konuyla ilgili soru ve cevapların verildiği bölüm

Mobil cihazınızdaki karekod okuyucuyu kullanıp veriye ulaşabileceğiniz bölüm



Konuyla ilgili ilave metin

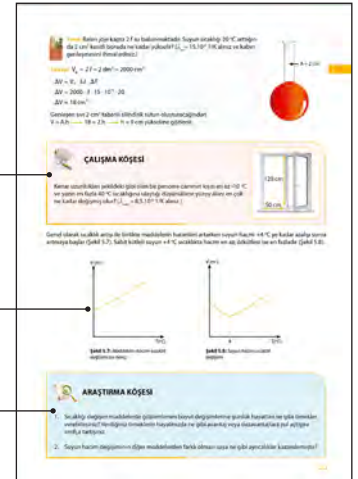


Kazanımların yapılandırıldığı öğrenci merkezli çalışmalar

Kazanımları pekiştirmek için hazırlanan ve cevapları cevap anahtarında mevcut olan bölüm

Konuyla ilgili şekiller ve çizimler

Konuyla ilgili araştırma önerilerinin yer aldığı bölüm





Ünlü bilim insanlarının sözlerinin verildiği bölüm

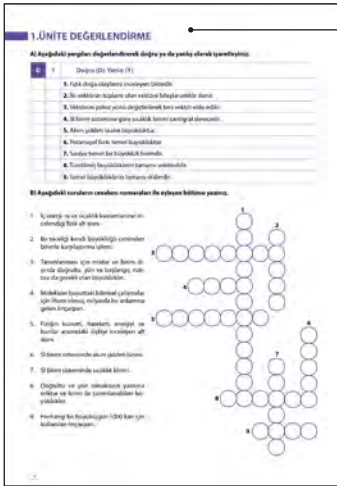
Anlatımı destekleyen görseller

Konuyla ilgili farklı bilgi ve uygulamaların yer aldığı bölüm

Üniteye dair öz bilgi

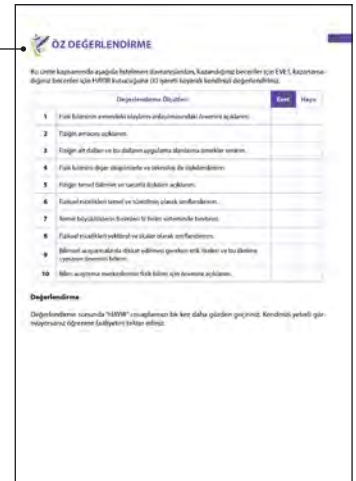
Üniteyle ilgili yanlış bilinen kavramlar

Yararlanılan bir kaynaktan aktarılan bölüm



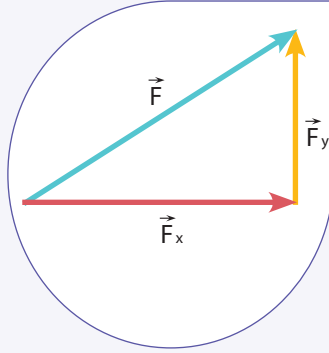
Kazanımlara ulaşma düzeyini değerlendirme amaçlı sorular

Kazanımlarla ilgili öz değerlendirme



GÜVENLİK İŞARETLERİ

ISI GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, yapılacak işlemden çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven vb. koruyucular kullanılmalıdır.	ELEKTRİK GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini; güç kaynağı kullanılırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.
GÖZ GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, deneye başlamadan önce gözlük takmak gerektiğini belirtir. Gözlüksüz çalışmak göz sağlığı için zarar vericidir.	ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK)  Zararlı atıklar, Su ve doğadaki canlılara zarar vericidir. Su ve doğaya kontrolsüz atılmamalıdır.
ELBİSE GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin elbiselere sıçrayarak aşındırıcı etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olacağını gösterir.	KOROZİF (AŞINDIRICI)  Metalleri ve canlı dokuları aşındırabilen maddelerdir. Deriye ve göze hasar verirler. Göz ve deriyi korumak için önlemler alınmalıdır.
KESİCİ/DELİCİ CİSİM GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve bu işlemler sırasında yaralanmalara yol açabileceğini belirtir.	TOKSİK (ZEHİRLİ)  Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Vücut ile temas ettirilmemelidir. Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.
SICAK CİSİM GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, yapılacak işlemden bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.	RADYOAKTİF  Radyasyona neden olur. Canlı dokularına kalıcı hasar veren kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.
KIRILABİLİR CAM GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılmaması ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.	OKSİTLEYİCİ, YAKICI MADDE  Havasız ortamda bile yanabilir. Yanabilen maddelerle karıştırılırsa patlayabilir. Tutuşturucularla teması önlenmelidir.
YANGIN GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, yapılacak işlemlerde yangın çıkarmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini ifade eder.	PATLAYICI  Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır.
TOKSİK (ZEHİRLİ) MADDE GÜVENLİĞİ  Bu piktogram, uygulanacak işlemlerde zehirli kimyasal maddenin kullanıldığını belirtir.	TAHRİŞ EDİCİ  Alerjik deri reaksiyonlarına neden olur. Ozon tabakasına zarar verebilir. Vücuda ve göze temasından kaçınılmalıdır. Koruyucu giysi giyilmelidir.



FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ

Ünite Açıklaması

Bu ünite de fizik biliminin amacı, bilimsel bilginin gelişim süreci ve fiziksel büyüklüklerin farkında olunması beklenmektedir. Günlük hayatta gerçekleşen olaylarla fiziğin çalışma alanları arasında bağlantı kurularak, fizik biliminin diğer bilim dalları, sanat, spor ve teknolojiyle olan ilişkisi üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kavramlar

Fizik bilimi, temel-türetilmiş büyüklükler, vektörel-skaler büyüklükler, bilim araştırma merkezi

Konu Başlıkları

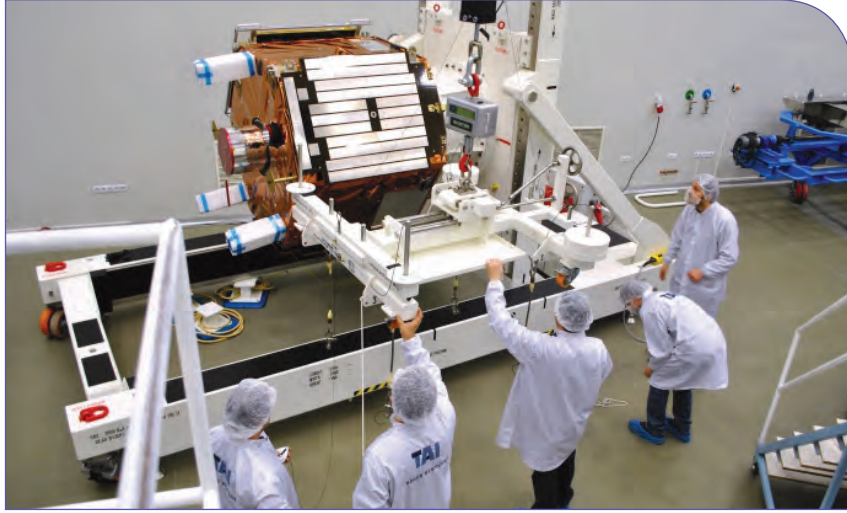
1. Fizik Biliminin Önemi
 1. 1. Fizik Bilimi ve Evren
1. 2. Fiziğin Uygulama Alanları
 1. 2. 1. Fiziğin Alt Dalları
 1. 2. 2. Fiziğin Diğer Disiplinlerle İlişkisi
1. 3. Fiziksel Niceliklerin Sınıflandırılması
1. 4. Bilim Araştırma Merkezleri
 1. 4. 1. Bilim Araştırma Merkezleri ve Fizik Bilimi İçin Önemi

Isınma Turları

1. Bir temel bilim olarak fizik, günlük hayata nasıl bir katkı sağlamıştır?
2. Mühendisliğin birçok alanı vardır. Bunların ortak bilgi kaynakları olabilir mi? Niçin?
3. Fen bilimleri kitaplarının anlatım olarak çokça sayısal ifade içermesinin nedeni ne olabilir?

1. 1. Fizik Biliminin Önemi

Temel bilimler, doğa ile ilgili neden sonuç ilişkisini açıklarken hayatı kolaylaştıracak ürün veya metotların gelişmesine de yol açar. Fizik, evreni keşfetme yolunda ilerlerken teknolojiyi geliştirmiş ve hayatı kolaylaştırmıştır. Birincil amaç ürün geliştirmek olmasa da elde edilen bilgiler mühendislik bilimi aracılığıyla ürüne dönüştürülmüştür. Örneğin yıldız ve gezegen hareketlerini açıklayan yasaların keşfi, iletişim veya askerî amaçlarla uyduların dünya yörüngesine yerleştirilmesinin yolunu açmıştır. Türk mühendislerince tasarlanan ve 2012 yılında gerçekleştirilen fırlatma operasyonu ile görev yörüngesine yerleştirilmiş olan Göktürk-2, ülkemizde özgün olarak geliştirilen ilk yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydusudur (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Göktürk-2 uydusu üretim aşamasında

1. 1. 1. Fizik Bilimi ve Evren

Bilim insanları, bir taraftan evrenin oluşumunun ilk bir saniyesinde olanları anlamaya çalışırken diğer taraftan Dünya'dan milyonlarca ışık yılı uzaktaki galaksileri izlemişlerdir. Dünya ile ilgili deneyler düzenlemiş, atomu oluşturan alt parçacıkların yapısını ve bir araya gelme ilkelerini anlamaya çalışmışlardır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalara fizik bilimi bilimsel olarak sağladığı desteklerle ışık tutmuştur.

Temel bilimlerden biri olan fizik, deneysel ve nicel gözleme dayanır. Fiziğin amacı; evrendeki olayları açıklığa kavuşturmak, madde ile enerji arasındaki ilişkiyi bağıntılarla ifade etmektir. Bu bağıntılar fizikte "kanunlar" olarak ifade edilir. Bu sayede fizik bilimi, doğada gerçekleşen bir çok olayı temel yasalarla açıklamaya çalışır. İlerleyen zamanda yapılacak deney ve gözlemler için teoriler oluşturur. Fizik biliminin, ortaya koyduğu kanunlar matematik dili ile ifade edilir.



OKUMA METNİ

Neden Fizik?

Fizik, en eski akademik disiplinlerden birisidir, hatta astronominin de fiziğe dâhil olmasıyla en eskisi denebilir. Tarihi gelişimi boyunca felsefe, kimya, matematik ve biyolojinin bazı dalları ile aynı anlamda kullanılan fizik, son birkaç yüzyıldır kendi çerçevesini belirleyen modern bir bilim hâlini almıştır.

Fizik alanındaki çalışmalar hem önemli hem de toplumu etkileyen çalışmalardır. Bunun sebebi, bu çalışmaların hızlı bir şekilde yeni teknolojilerde yer bulabilmesinin yanında; geliştirilen fikirlerin matematik, kimya, biyoloji, felsefe gibi birçok bilim dalında da etki unsuru olabilmesinde yatar.

Örneğin elektromanyetizmanın keşfi ve anlaşılması sayesinde geliştirilen teknolojiler, şu anda üyesi olduğumuz modern toplumun inşasında büyük rol aldı. Aynı şekilde termodinamik ilkelerinin anlaşılması, şu anda kullandığımız motorlu araçların geliştirilmesi için büyük bir basamak teşkil etti.

Günümüzde fizik, atom altı parçacıklardan evrenin bütününe kadar açılabilen çok geniş bir konu yelpazesine sahiptir. İncelenen parçacıklar bildiğimiz maddenin temel yapı taşlarını oluşturduğu için bazen fiziğe bilimlerin temeli dendiği de olur.

Fiziğin amacı doğada olup biten karmaşık olayları daha basit temel olaylarla açıklamaya çalışmaktır. Örneğin eski zamanlarda Çinliler, bazı taşların birbirini görünmeyen bir kuvvetle çektiğini gözlemlemişti. Bu etkiye manyetizma denmiş ve 17. yüzyıldan bu yana derinlemesine araştırılan bir konu hâline geldi. Çinlilerden daha öncesinde de eski Yunanlılar kehribar parçalarının yüne sürtünmesi sonucunda benzer bir çekim kuvvetinin oluştuğunu fark etmişlerdi. Yine 17. yüzyıldan bu yana derinlemesine çalışılan bu konu da elektriktir.

Fiziğin zaman ve mekân bağımsızlığı için sadece tarihten örnekler vermeye gerek yok. Şu anda keşfedilen fiziğin, evrenin öbür ucundaki galaksilerde de aynı şekilde işlemesinden dolayı bizden milyonlarca ışık yılı uzaklıktaki galaksilerde var olan maddelerin sınıflandırmasını çok rahat yapabilmekteyiz. Hatta bazı ince ölçümlerle maddelerin üzerindeki basıncı bile ölçebilmekteyiz [1.1].

1. 2. Fiziğin Uygulama Alanları

Fizikte geçmişten bugüne her yeni keşif ve icat bir sonrakinin zeminini oluşturmuştur. Newton'ın (Nivtin) Hareket Yasaları, Maxwell'in (Meksvel) elektrik ve manyetizma birleştirme çalışması, termodinamik üzerine yapılan çalışmalar, birçok olayı açıklamak için 1900'lü yıllara kadar yeterli görülmüştür.

1900'lü yıllara gelindiğinde teoriler, kavramlar, kanunlar artık belirgin şekilde ifade edilmiş; fizikçiler, bilinmesi gerekenlerin bir çoğunu bildiğine inanmaya başlamışlardır. Fakat 20. yüzyılın başlarında fizik dünyasında büyük gelişmeler yaşanmış, yayınlanan çalışmalar bilim dünyasını sarsmıştır. Planck (Plenk), 1900'lü yıllarda fizik dünyasını kuantum kuramına götüren temel düşünceleri ortaya atmış; Einstein (Aynştayn) 1905'te özel göreliliği formüle etmiştir. Einstein, o günlerin heyecanını şu sözcüklerle ifade etmiştir: "Yaşamak için olağanüstü bir zamandı."

19. yüzyıla kadar yapılan çalışmalar **klasik fizik** adıyla ifade edilmiştir. Ancak, klasik fiziğin pek çok fiziksel olayı açıklamakta yetersiz kalması nedeniyle 19. yüzyılın sonlarına doğru fizikte yeni bir dönem başlamış ve bu döneme **modern fizik** adı verilmiştir.

1. 2. 1. Fiziğin Alt Dalları

Fizik biliminin ele aldığı konu çeşitliliğinin zamanla artması alt alanlara ayrılmasını zorunlu hâle getirmiştir. Bu alanlar değişebilir olmakla birlikte sekiz başlıkta toplanmıştır. Bu alt dallar:

1. Optik,
2. Termodinamik,
3. Katıhâl fiziği,
4. Nükleer fizik,
5. Yüksek enerji ve plazma fiziği,
6. Mekanik,
7. Atom fiziği,
8. Elektromanyetizma şeklinde sıralanır.

Bu alt dalların içerikleri Tablo 1.1'de sunulmuştur.



NE DEMİŞTİR?

"Evrenin en anlaşılmas yanı, anlaşılabilir olmasıdır."

Albert Einstein



MERAKLISINA

Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test
Merkezinin Sanal Turu



Tablo 1.1: Fiziğin Alt Dalları ve Bilgi Ürettiği Uygulamalı Bilimler

KAYBOLAN BARDAK
Su altını daha net görebilmek için deniz gözlüğüne neden ihtiyaç duyulur?



Uygulama Alanları

Fizik mühendisliği
Elektrik mühendisliği
Bilgisayar mühendisliği
Mühendislik ve doğa bilimleri programları



Optik

Işığın yapısı, kırılma, yansıma, aydınlanma, gölge, kırınım ve girişim olaylarını inceler. Görünen ışık (gün ışığı), LED teknolojisi, tedarik video kullanılan ışık teknolojisi, lazer, fotoğraf makinesi, bilgisayar teknolojilerinde kullanılan lazer okuyucular gibi birçok alan optiğin inceleme konularıdır.

METAL ÇİFTİ



Uygulama Alanları

Fizik mühendisliği
Makine mühendisliği
Elektrik mühendisliği
Mühendislik ve doğa bilimleri programları
Havacılık ve uçak mühendisliği



Termodinamik

Isı enerjisi, ısı denge, enerji değişimi, hâl değişimi, ısı aktarımı (iletim, konveksiyon, radyasyon) olaylarını inceler. Bina yalıtımı, termal kamera, sanayi sistemlerindeki ısıtma soğutma gibi tüm uygulamalar termodinamiğin hayata yansımalarıdır.

Molekül Şekilleri



Uygulama Alanları

Fizik mühendisliği
Otomasyon mühendisliği
Bilgisayar mühendisliği
Metalurji ve malzeme mühendisliği



Katıhâl Fiziği

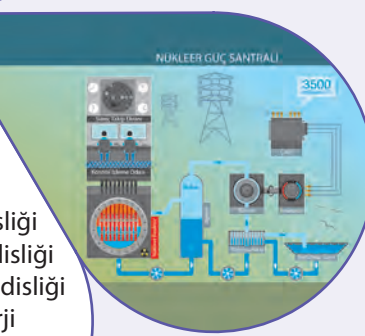
Kristal örgüye sahip katı ve sıvıların; manyetik, optik, esneklik ve elektriksel özelliklerini inceler. Manyetik kaydedici ortamlar (flaş bellek, CD), LCD, şarj edilebilir piller, güneş panelleri, tren, otomobil vb.nin üretiminde katıhâl fiziği kullanılır.

T.C. ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI



Uygulama Alanları

Fizik mühendisliği
Elektrik mühendisliği
Bilgisayar mühendisliği
Nükleer enerji mühendisliği
Mühendislik ve doğa bilimleri programları
Tıp



Nükleer Fizik

Atom çekirdeği ve temel taneciklerin etkileşimi ile ilgilenir. Nükleer fiziğe **çekirdek fiziği** de denilebilir. Dünyanın geçmişe dönük sıcaklık değişimlerini ölçmek amacıyla buzulların oksijen izotop yüzdelerine bakılarak analiz edilmesinde, nükleer güç santralleri kurularak enerji ihtiyacının karşılanmasında nükleer fizik öncüdür.

Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği

Atom ve Atom altı parçacıkların incelenmesini amaçlar. Diğer adı parçacık fiziğidir. Maddenin en küçük yapı taşının atom olduğu inancı artık yerini atom altı parçacıkların keşfine bırakmıştır. Parçacık fiziğine dair bilinen en önemli çalışmalar CERN (Sörn) laboratuvarında yapılmaktadır. Ayrıca yüksek enerji ve plazma fiziği maddenin dördüncü hâli olarak ifade edilen plazmayı da inceler.



Mekanik

Kuvvet, hareket ve enerji arasındaki ilişkiyi inceler. Nesnelerin neden ve nasıl hareket ettiğini açıklar. Mekânîğin birkaç temel ilkesi ile yıldız ve gezegen hareketleri açıklanabilir. Gökdenler ve köprüler, uçaklar ve istenen amaca uygun makineler üretilmektedir.



Atom Fiziği

Atomun ve moleküllerin yapısını, enerji düzeylerini, moleküller arası bağlar ve elektronik geçiş spektrumu gibi olayları inceler. Atomlar çok küçük yapıda olduğundan özellikleri dolaylı teknikler aracılığıyla ölçülür. Atomun yaptığı ışımlar aracılığıyla özellikleri tanımlanır. Bu ışımların ölçümünü gerçekleştiren araçlara **spektrometre** denir.



Elektromanyetizma

Mıknatısları ve yüklü parçacıkların hareketi sonucu oluşan manyetik alan ve kuvvetini inceler. Buzdolabı kapıları yapılması, hoparlörler, bilgisayar harddiskleri, manyetik etiketler, gelişen teknoloji ile birlikte ulaşım amaçlı MAGLEV (Manyetik Levitasyon) trenlerinde manyetizma etkilerinden yararlanır.





Soru: Cep telefonları iletişimi sağlamanın yanında diğer bazı faydalarıyla da neredeyse “kişisel asistan” rolüne bürünmüştür. Mesela telefon kameraları, görüntülerden gelen ışığı, mercekten geçirip görüntü sensörüne odaklar. Yarı iletken malzemeden üretilmiş sensörler, üzerine düşen ışığı elektrik sinyallerine dönüştürür. Bu sinyaller fotoğraf olarak çeşitli yazılımlarla hafıza birimleri üzerinde uzun süreler saklanabilir.

Yukarıdaki metinde fiziğin hangi alt alanlarına ait teknoloji kullanımından bahsedilmiştir?

Cevap: Mercekler, optik alt alanına; yarı iletken içerikli görüntü sensörleri ise elektromanyetizma, atom fiziği alt alanlarına aittir.

1. 2. 2. Fiziğin Diğer Disiplinlerle İlişkisi

Bilim dünyasını birbirinden ayrı düşünmek zordur. Doğanın düzenini açıklayan her bir yasa fizik biliminin temelini oluşturur. Bu işleyişi açıklarken fizik tek başına çalışmaz. Diğer temel bilimlerle de sürekli iletişim hâlinindedir. Temel bilimler; fizik, matematik, kimya ve biyolojidir. Diğer bilim dalları bu dört temel bilim dalının üzerinde yükselir.

Fizik bilimi; kimya ile çalışırken fizikokimya, biyoloji ile çalışırken biyofizik adı altında çalışır. Fizik bilimiyle birlikte gelişen teknoloji, biyoloji ile birleştiğinde canlı organizmaların görüntülenmesine ve yapısının açıklanmasına dair her türlü araştırmaya zemin sağlar. Ayrıca, termal kameralarla insan vücut sıcaklığına dayalı kontrollerin yapılması, hastanelerdeki biyokimyasal analizler, göz ameliyatlarında lazer kullanılması gibi birçok işlemde fizik ile diğer disiplinler arasında ilişki kurulur (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Lazer yöntemiyle göz ameliyatı

Fiziğin alt dallarında bahsedilen termodinamik alanının, ısı kavramıyla ilgili olan ve maddenin katı, sıvı, gaz hâllerini detaylı şekilde inceleyen kimyayla olan ilişkisi de fizikokimya başlığı altında incelenir.

Matematik ise fizik biliminin dilidir. Fizik, doğada gerçekleşen olayların nasılını matematik ile ifade eder ve bağıntıların ifadesinde matematiksel terimleri kullanır.

Fizik, mühendislik, tıp vb. birçok araştırma alanı teknolojinin alt yapısını kullanır. Fizik de teknolojinin ana taşlarından biri olarak birçok alanda kendini gösterir. Havacılık ve uzay alanında yaşanan gelişmeler, uyduların yörüngeye yerleşmesi, astronomi alanındaki keşifler, evrenin oluşumu ve geçirdiği süreçler, uzay, galaksiler ve kara delikler fiziğin etkin olduğu çalışmalardır. Tıpta kullanılan Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) görüntüleme tekniği fizik araştırma çalışmalarının ürüne dönüşmüş hâlidir. Adli tıp alanında delillerin analiz yöntemleri geliştirilirken fizik ilkelerinden yararlanır. Gürültü ve hava kirliliğinin giderilmesinde, iletişim sistemlerinin geliştirilmesinde ve daha birçok alanda fizik, başta temel bilimler olmak üzere teknoloji ve diğer disiplinlerle ortak çalışır.



OKUMA METNİ

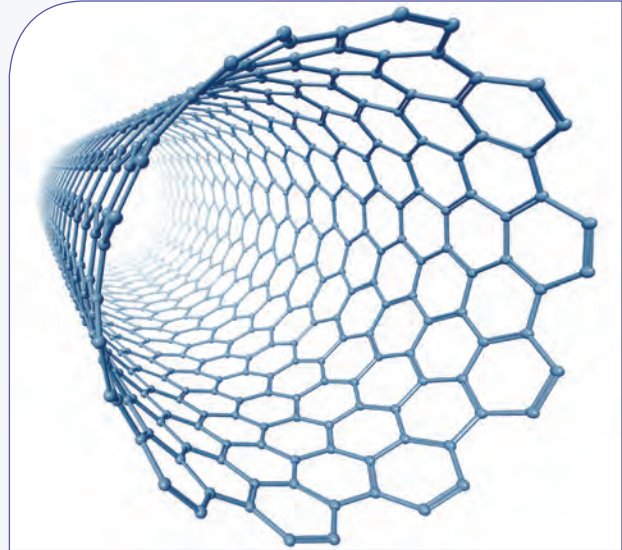
Çok Küçük Şeylerin Bilimi Nanoteknoloji

Ünlü fizikçi Richard Feynman (Rıçırd Faynmın) 1959 yılında “Neden Britannica Ansiklopedisi’nin yirmi dört cildinin içindekilerin tamamını bir toplu iğnenin başına yazamayalım?” demişti. O zamanlar için böyle bir şey ancak hayallerde olabilirdi. Oysa günümüzde bunu yapmak artık mümkün. Nasıl mı? Nanoteknoloji sayesinde...

Nanoteknoloji araştırmaların atom ve molekül boyutunda yapıldığı bir çalışma alanı. Bu alanda kimya, biyoloji, fizik, tıp ve mühendislik gibi farklı alanlardan bilim insanları birlikte çalışır. “Nano” Yunancada cüce anlamına gelir. Nano bir ölçü biriminin önüne ek olarak geliyorsa o ölçünün milyarda birini ifade eder. Örneğin bir nanometre bir metrenin milyarda birine karşılık gelir. Nanoteknoloji alanındaki araştırmalar 1 ile 100 nanometre arasındaki boyutlarda gerçekleştirilir. Bu araştırmalar sırasında elektron mikroskobu ve atomik kuvvet mikroskobu gibi özel mikroskoplar kullanılır. Nanoteknoloji alanında çalışan bilim insanları moleküllerin yapılarını değiştirerek malzemelere hafiflik, esneklik, dayanıklılık gibi farklı ve yeni özellikler kazandırmaya çalışırlar (Görsel 1.3 ve Görsel 1.4). Bu malzemeler de yeni ürünlerin geliştirilmesinde kullanılabilir [1.2].



Görsel 1.3: Nanoteknoloji sayesinde üretilen esnek ekran



Görsel 1.4: Atom boyutunda yapılan işlemlerle üretilen özel moleküller (Atom çapı yaklaşık 10^{-10} m)

Müzik ve fizik kelime olarak her ne kadar uyumlu görünse de içerik olarak birbirinden farklıdır. Müzik ve fizik aslında çok sıkı bir ilişki içerisinde. Bu sebeple müzisyenin, müziğin fiziksel temellerine dair bilgisi önemlidir. Müzik deyince aklınıza gelmesi gereken ilk şey, ses kavramıdır. **Ses**, madde moleküllerinin titreşimiyle oluşan bir dalga hareketidir. Ses, fiziksel olarak canlı sesi ve enstrüman sesi olmak üzere iki başlıkta toplanabilir. Canlı sesi, diyafram ve akciğerlerdeki havanın ses tellerine iletilmesi ve buradaki ses tellerinin titreşmesiyle oluşur. Enstrüman sesi ise cisimlerin titreşmesinden oluşur.

Sesi inceleyen bilim dalına **akustik** adı verilir. Akustik, fizik biliminin bir dalıdır. Seslerin ne şekilde, hangi ortamlarda yayıldığı, etkisi, soğurulması gibi nitelikleriyle ilgilenir. Tiyatro, sinema ya da konser için gittiğiniz salonların mimari yapısı ses akışını etkiler (Görsel 1.5). Seyir esnasında sesin kalitesi, ortamın gürültüsü gibi birçok değişkenin ayarlanmış olması gerekir.



Görsel 1.5: Akustiğe uygun olarak yapılmış Zorlu Performans Sanatları Merkezi

Salonda arka plandaki gürültüler (trafik gürültüsü vb.) müziğin sesini bastırıyorsa hava kanallarının ses soğurucu maddelerle astarlanması gerekir. Bazı salonlarda duvarların perde, halı vb. ile kaplandığını görmüşsünüzdür. Gereğinden fazla yankılanma durumu olduğunda bu çözüme başvurulur ya da tavan alçaltılabilir. Salondaki sesler yeterli gürültüde duyulmuyorsa da sesi soğuran perde vb. gibi eşyalar kaldırılıp yerine yansıtıcı yüzeyler konulmalıdır.



OKUMA METNİ

Süleymaniye Camii ve Külliyesi

Süleymaniye’de taş yapı teknolojisine hâkim olma isteği yapının ana kütlelerinde görüldüğü gibi bu hacmi örten kubbelerde ustaca kullanılmış bir tuğla örgü teknolojisi de dikkati çeker. Çok eski zamanlardan beri Ege-Akdeniz çevrelerinde kullanılan kubbeler dış mimariyi etkili kıldığı kadar iç mekân bütünlüğünü de sağlar. 27,40 m çapındaki ana kubbe, ağırlığını dört büyük destekle toprağa verirken bu örtünün açılma kuvveti dıştaki pilastır ve payanda kemerleriyle dengelenmiştir. Bu kubbenin taban döşemesinden kilit taşına kadar yüksekliği 50 metreyi biraz geçer. Kubbenin iç yüzeyi XIX. yüzyılda yapılan restorasyonlar sonucu Avrupa dekorasyonunu yansıtır. Ana kubbe ile aynı çapta iki yarım kubbe, büyük kemer çizgileriyle çakıştırılarak daha geniş ve ferah bir üst örtüyü tamamlarlar.

Kubbe, bir yandan geniş açıklıkları örtmenin tek yolu olarak uygulanırken öte yandan sesleri toplayarak akustik konusunda bazı sorunları da beraberinde getireceğinden diğer büyük camilerde olduğu gibi Süleymaniye’de de özel bir uygulamaya başvurulmuştur. Kubbe çeperi içine yerleştirilen küpler Şehzade, Kadirga Sokullu Mehmed Paşa ve Sultan Ahmed kubbelerinde görüldüğü gibi Süleymaniye’de de uygulanarak etkili bir ses düzeni sağlanmıştır. Ağız kısımları iç mekâna dönük olmak üzere daha kubbe örülürken belirli seviyelerde sıralanan altmış dört adet küp (testi) homojen ses dağılımı ile istenen akustiği temin etmektedir. Küplerin içi boş olduğundan kubbe çeperi hem sağlamlaştırmakta hem de yük hafifletmektedir (Görsel 1.6) [1.3].



Görsel 1.6: Süleymaniye Camii iç görünüşü

(Kısaltılmıştır.)

Fiziğin hareketle olan ilişkisine bakıldığında sportif faaliyetlerin temelini oluşturduğu görülür. Zihinsel ve teknik çabalarla birlikte; yarışma, eğlenme vb. amaçlarla yapılan sporun her aşamasında fiziğin etkilerini görmek mümkündür. Spor aleti ve kıyafetlerinin tasarımında, sporcunun hareketlerinde, yapılan faaliyetin başarıya ulaşmasında gereken mekanik hesaplamalarda fizik kavramları kullanılır. Sporcuların giydiği kıyafetlerin teri çekmesi için kılcallık etkisinden faydalanılır. Futbolcuların giydiği kramponların tabanları basıncı arttırarak kaymayı önleyecek şekilde tasarlanmıştır. Kayakla atlama yapan sporcuların uzak mesafelere atlayabilmesi, bir eğik düzlemde kayarak potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürmesi esasına dayanır. Bazı sporlarda topun döndürülerek atılmasıyla iki yanında oluşan farklı basınç, topun eğrisel yörünge izlemesine olanak sağlar.

Cevapları merak edilen aranan birçok doğa olayı, felsefe ve fiziğin ortak ilgi alanındadır. Evrenin varoluşu ve temel bileşenleri, maddenin yapısı, zaman vb. her iki disiplinin de açıklama getirdiği sorulardır. Felsefe; evrendeki her şeyin incelenmesine, yorumlanmasına ve eleştirilmesine olanak sağlayan bir düşünce sistemidir. Bu düşünce biçimi, bilimin gelişmesinde bilim insanlarına yol göstermiştir. Thales (Teyls), Descartes (Decart), Aristoteles (Aristoteles), birçok filozof, felsefe alanı ile birlikte matematik ve doğa bilimi alanlarında da görüşlerini ifade etmişlerdir.

1. 3. Fiziksel Niceliklerin Sınıflandırılması

Bilim insanları doğayı araştırma sürecinde ulaştığı bilgileri tanımlamak, karşılaştırmak ve ifade etmek için ortak bir dil kullanmak zorundadır. Bu anlayışla bilimde doğa yasaları ifade edilirken fiziksel nicelikler (büyüklükler) kullanılır. 1971 yılında kurulan Uluslararası Birim Sistemi-SI (Système International d'Unités), uzunluk, kütle, zaman, sıcaklık, hız, ivme, enerji ve daha birçok niceliğin herkes tarafından anlaşılması ve ortak kullanılması amacıyla temel büyüklükleri standartlaştırmıştır. Birçok fiziksel nicelik isimlerinin genellikle İngilizce karşılığının baş harfi ile sembolleştirilmiştir. Örneğin kütle İngilizce'de **mass** diye söylenir, sembol olarak da **m** ile gösterilir. Buna benzer olarak zaman **time**, sembolü ise **t**'dir.

Fizikte büyüklükler, temel ve türetilmiş olarak ikiye ayrılır. Ayrıca türetilmiş büyüklükler yönlü olup olmamasına göre de ikiye ayrılır.

Temel ve Türetilmiş Büyüklükler: Bir ölçme aracı ile doğrudan ölçülebilen bir büyüklük **temel büyüklük** olarak ifade edilir. Fizikteki temel büyüklükler yedi tanedir (Tablo 1.2). Bir cismin kütle değerini bulmak için ölçüm aleti olarak terazi kullanılır. Kütle değeri için cebirsel işleme ihtiyaç duyulmaz. Ancak düzgün geometrik bir cismin hacmi bulunmak istenirse önce o cismin her üç boyutunun uzunluğu ölçülür. Bu uzunluk değerleri ile uygun işlemler yapılarak hacmi hesaplanır. Temel büyüklükler arasında cebirsel işlem yapılarak ifade edilebilen niceliklere **türetilmiş büyüklük** denir. Hız, ivme, özkütle, basınç, elektriksel direnç, ısı vb. büyüklükler türetilmiş büyüklüklere örnektir.

Tablo 1.2: Temel Büyüklükler ve Birimleri

Fiziksel Büyüklük	Sembol	Birim	Birimin Kısaltması	Ölçüm Aleti
uzunluk	ℓ	metre	m	metre
kütle	m	kilogram	kg	terazi
zaman	t	saniye	s	kronometre
akım şiddeti	I	Amper	A	Ampermetre
sıcaklık	T	Kelvin	K	termometre
madde miktarı	n	mol	mol	-
ışık şiddeti	I	Candela	cd	fotometre



ÇALIŞMA KÖŞESİ 1

Aşağıda verilen büyüklükleri birimleri ile eşleştiriniz.

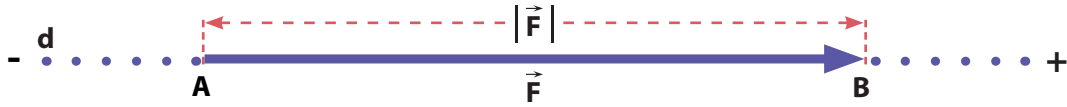
Büyüklük	Birim
1. kütle (m)	a. mol
2. zaman (t)	b. Amper (A)
3. madde miktarı (n)	c. kilogram (kg)
4. ışık şiddeti (I)	d. Kelvin (K)
5. akım şiddeti (I)	e. Candela (cd)
6. uzunluk (ℓ)	f. metre (m)
7. sıcaklık (T)	g. saniye (s)

Aşağıdaki fiziksel nicelikleri **temel** ve **türetilmiş** olarak sınıflandırınız.

		Temel	Türetilmiş
1	uzunluk		
2	kütle		
3	enerji		
4	kuvvet		
5	zaman		
6	sıcaklık		
7	hız		
8	madde miktarı		
9	akım şiddeti		
10	ısı		

Skaler ve Vektörel Büyüklükler: Fiziksel büyüklükler miktar ve birimle tanımlanabiliyorsa **skaler büyüklük** tür. Ayrıca bazı büyüklüklerin tam olarak tanımlanması için doğrultu, yön ve başlangıç noktası da gereklidir. Miktar ve birime ek olarak doğrultu ve yön de varsa bu büyüklüklere **vektörel büyüklük** adı verilir. Temel büyüklüklerin tamamı skaler iken türetilmiş büyüklüklerin bir kısmı vektörel, bir kısmı ise skaler büyüklüklerden oluşur. Vektörel büyüklükleri skaler büyüklüklerden ayırt etmek için sembollerini üzerine $\rightarrow$ işareti konur. Kütle (m), hacim (V), özkütle (d), sıcaklık (T), basınç (P) gibi büyüklükler skaler; hız ($\vec{v}$), yer değiştirme ($\Delta\vec{x}$), ivme ($\vec{a}$) ve kuvvet ($\vec{F}$) gibi büyüklükler vektörel büyüklüklerdir.

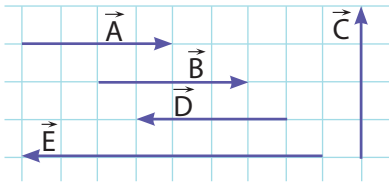
Altının kütlesi için hangi yönde sorusu anlamsızken rüzgârın hızı için anlamlıdır. Çünkü kütle skaler bir büyüklük iken hız vektörel bir büyüklüktür. Ele alınan bir büyüklüğün yön, doğrultu ve uygulama noktası sorgulandığında mantıklı cevaplar alınabiliyorsa büyüklük vektörel, alınamıyorsa büyüklük skalerdir. Matematiksel bir terim olan vektörler yönlendirilmiş doğru parçasıyla gösterilir. İki ya da daha çok vektör, aynı düzlem üzerinde gösterilirken uzunlukları büyüklükleri ile orantılı olarak çizilmelidir. Bir vektörün yön, doğrultu, büyüklük ve uygulama noktası aşağıdaki gibi gösterilebilir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Bir vektörün gösterimi

- **d** : Vektörün doğrultusu
- **A** : Vektörün başlangıç noktası
- **B** : Vektörün bitiş noktası (yön)
- $\vec{F}$: F vektörü
- $|\vec{F}|$: F vektörünün büyüklüğü

Vektörlerle ilgili bazı özellikler Şekil 1.2'de verilen vektörler kullanılarak şöyle sıralanabilir:



Şekil 1.2: $\vec{A}$, $\vec{B}$, $\vec{C}$, $\vec{D}$, $\vec{E}$ vektörleri

- $\vec{E} = 2\vec{D}$, A ve B vektörleri eşit vektörlerdir. Çünkü doğrultu, yön ve büyüklükleri aynı; yalnız başlangıç noktaları farklıdır. Vektörün doğrultu yön ve miktarı değiştirilmeden taşınmasında sakınca yoktur.

$$\vec{A} = \vec{B} \neq \vec{C} \neq \vec{D}$$

- A, B, C, D vektörlerinin her birinin uzunluğu ölçekli çizim üzerindeki 4 kare kenarı kadardır. Bu yüzden "A, B, C, D vektörlerinin büyüklükleri eşittir."

$$|\vec{A}| = |\vec{B}| = |\vec{C}| = |\vec{D}|$$

- Bir vektörün doğrultu ve miktarı değiştirilmeden yönü ters çevrilerek vektörün "tersi" elde edilir. D vektörü A vektörünün tersi, A vektörü de D vektörünün tersidir.

$$\vec{A} = -\vec{D}, -\vec{A} = \vec{D}$$

- Bir vektör skaler sayı ile çarpıldığında, doğrultusu değişmeden büyüklüğü değişir. E vektörü D vektörünün iki katıdır.

$$\vec{E} = 2\vec{D}$$

- Bir vektör skaler bir büyüklüğe bölündüğünde doğrultusu değişmeden büyüklüğü değişir. D vektörü E vektörünün yarısı kadardır.

$$\vec{D} = \frac{1}{2}\vec{E}$$

Vektörel Toplam: Skaler büyüklüklerin toplanması basit bir şekilde cebirsel yöntemlerle yapılabilirken vektörel büyüklüklerde yön ve doğrultusuna dikkat edilerek özel yöntemler kullanılır. 2 kg kütle ile 3 kg kütle- nin toplamı 5 kg iken 2 N büyüklüğündeki bir kuvvet ile 3 N büyüklüğündeki kuvvetlerin toplamı uygulama yönleri ve doğrultuları sebebiyle 1 N ve 5 N değerlerini alabileceği gibi 1 N ile 5 N arasında herhangi bir değer de alabilir.

Bir vektör yönü, doğrultusu ve büyüklüğü değiştirilmeden taşınıp diğer vektörün bittiği noktaya başlangıcı gelecek şekilde çizilir. İlk vektörün başlangıcından, son vektörün bitişine **toplam vektörü** çizilir. Toplam vektörüne **bileşke vektör** de denir ve $\vec{R}$ ile gösterilir (Şekil 1.3).

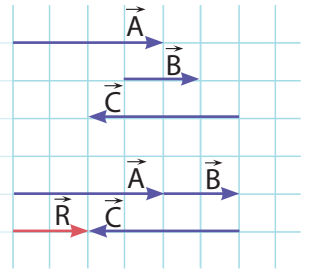


Şekil 1.3: Toplam vektörün bulunuşu

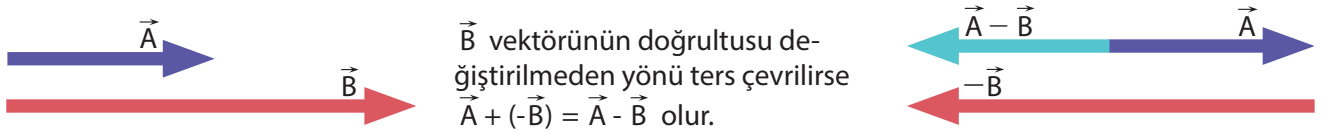


Soru: $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = \vec{R}$ vektörünü bulunuz.

Cevap: Bileşke vektör yatay doğrultuda ve sağa doğru 2 kare kenarı uzunluğundadır.



Vektörlerde fark işleminin yapılabilmesi için, çıkarılacak vektör ters çevrilerek toplama işlemi yapılır. Vektör ters çevrilirken büyüklüğü ve doğrultusu değiştirilmez (Şekil 1.4).

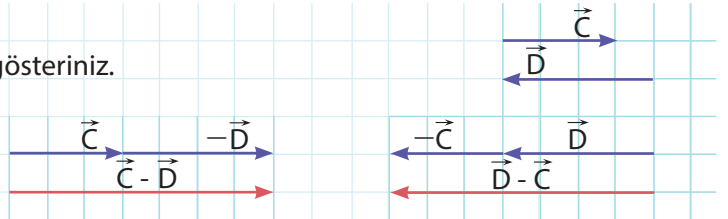


Şekil 1.4: Fark vektörün bulunuşu



Soru: $\vec{C} - \vec{D}$ ile $\vec{D} - \vec{C}$ vektörlerini çizerek gösteriniz.

Cevap: $\vec{C} - \vec{D}$ ile $\vec{D} - \vec{C}$ vektörleri birbirinin tersidir.



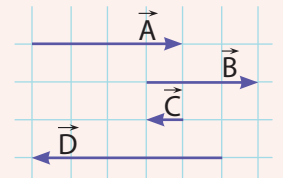
ÇALIŞMA KÖŞESİ 2

A) Şekildeki dört vektörün bileşkesinin büyüklüğü, A vektörünün büyüklüğünün kaç katıdır?

B) Ertuğrul Bey evin ihtiyaçlarını gidermek üzere 150 m uzaklıktaki mahalle manavına gitmektedir. Manavdan 2,5 kg elma ve 3,5 kg portakal aldıktan sonra eve dönüşte manavdan 75 m uzaklıkta ve aynı yol üzerindeki gazete bayisinden günlük gazetesini almaktadır.

a) Metinde geçen skaler ve vektörel nicelikler hangileridir?

b) Skaler niceliklerin toplamı ve vektörel niceliklerin toplamı kaçtır?





ÇALIŞMA KÖŞESİ 3

Yatağını toplamakta olan oğluna "Ahmet oğlum! Kahvaltı hazır acele etmelisin, okula geç kalacaksın." diye seslendi. Saatine bakan Ahmet "Evet, acele etmeliyim." diyerek elini ve yüzünü yıkadıktan sonra hemen mutfağa geçti, kendisine tost yapmakta olan annesine sıcak süt içmek istediğini söyledi.

Annesi tostı daha kısa sürede yapabilmek için tost makinesinin güç düğmesini çevirdikten sonra, buzdolabından süt kutusunu alarak ocakta ısıtmaya başladı. Kahvaltısını bitiren Ahmet, annesine teşekkür ederek hazırlanıp evden ayrıldı.

Okul yolu biraz uzun olduğundan hızlı adımlarla okula vaktinde yetişmeye çalışan Ahmet, trafik ışıklarında yeşil ışığın yanmasını beklerken okul arkadaşı Ömer ile karşılaştı. Ahmet, "Günaydın Ömer sanki biraz kilo vermişsin, rahatsız mısın?" dedikten sonra okula doğru yürümeye devam ettiler.

Bir süre sonra okuluna ulaşan Ahmet sınıfının kapısını çalarak içeriye girer. Öğretmenine "Dersi böl-düğüm için özür dilerim." diyerek sırasına oturur. Her zaman derslerine vaktinde gelen Ahmet'in neden geciktiğini soran öğretmeni, Ahmet'in sabah okula gelirken yaşlı bir kadını yolda karşıdan karşıya geçirdiğini öğrenir ve öğrencisiyle bir kez daha gurur duyar.

Sınıf yoklamasını tamamlayan öğretmen, öğrencilerine "Bir metrelik cetvel neden şimdiki uzunluğundan daha uzun veya daha kısa değildir?" sorusunu sorar.

1. Metinde fizikte kullanılan hangi temel fiziksel büyüklüklere vurgu yapılmıştır? Tartışınız.

2. Temel büyüklükleri fizikte kullanılan diğer büyüklüklerden ayıran temel fark nedir?

3. Kuvvet, neden temel büyüklük değildir?

4. Hem vektörel hem de temel büyüklük var mıdır?

5. Temel büyüklükler kaç tanedir? Sayısı artırılabilir mi?

1. 4. Bilim Araştırma Merkezleri

Belirlenen bir problemi çözerek sonuçlandırmak için yapılan faaliyetlerin tamamına **bilimsel araştırma** denir. Bilimsel bilgilerin üretiminde genellikle bilimsel araştırma metotları kullanılır. Bilimsel araştırma; problem tespiti, verilerin toplanması, hipotez geliştirme, hipotezi sorgulayacak deneyler kurgulama ve deney sonuçlarının hipotezi desteklemesi durumunda teori oluşturma basamaklarından oluşur. Bu basamakların oluşturulmasında katkı sağlayan ve destekleyen ülkede kurulmuş bilim araştırma merkezlerinin önde gelenlerinden bazıları TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) ve ASELSAN'dır (Askeri Elektronik Sanayii).

1. 4. 1. Bilim Araştırma Merkezleri ve Fizik Bilimi İçin Önemi

Ülke kalkınması ve gelişimi için bilim ve teknolojinin önemi büyüktür. Bilimdeki gelişmelerin sonucu olan ürünler hayatı kolaylaştırır. Bu çalışmalar ekonomik kalkınma ve toplumun refah seviyesini de yükseltir. Bilimin bu gelişimi için en temel duygu, hayal gücüdür. Hayal etmeden ürüne ulaşmak imkânsızdır. Hayal eden bireyin bu çalışmayı gerçekleştirebilmesi için de gerekli alt yapı ve desteğe ulaşması gerekmektedir. Fizik biliminin gelişmesinde gerekli olan bu alt yapı ve desteği bilim araştırma merkezleri sağlar.

TÜBİTAK: 1963 yılında kurulan TÜBİTAK, devlet politikalarına bilimsel bakış açısı ve teknik destek ile danışmanlık yapmak için kurulmuştur. Günümüzde kapsamı büyük oranda genişlemiştir. TÜBİTAK danışmanlık rolünün yanı sıra "Fatih Projesi" gibi kamu yararına her türlü projeye destek veren, bilim insanlarına maddi ve alt yapısal imkân sunan, yenilikçi projeleri teşvik eden, bilim kültürü ve merakının gelişimi için her yaş grubuna hitap eden kitap arşivi ile ülkemizde önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'nin Bilim, Teknoloji ve Yenilik (BTY) politikalarının belirlenmesi, akademik çalışmaların desteklenmesi, kamu araştırmaları, bilim insanı yetiştirme programları, bilim ve araştırmaya yönelik kitap, dergi, materyal ve bilim olimpiyatları organizasyonu gibi birçok alanda görev üstlenmiştir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: TÜBİTAK laboratuvarları

TÜBİTAK ülkemizdeki işlevini şu şekilde ifade etmektedir:

"Toplumumuzun yaşam kalitesinin artmasına ve ülkemizin sürdürülebilir gelişmesine hizmet eden, bilim ve teknoloji alanlarında yenilikçi, yönlendirici, katılımcı ve paylaşımcı bir kurum olma vizyonunu benimseyen TÜBİTAK, akademik ve endüstriyel araştırma geliştirme çalışmalarını ve yenilikleri desteklemek, ulusal öncelikler doğrultusunda Araştırma-Teknoloji-Geliştirme çalışması yürüten Ar-Ge enstitülerini işletme işlevlerinin yanı sıra, ülkemizin Bilim ve Teknoloji politikalarını belirlemekte ve toplumun her kesiminde bu farkındalığı artırmak üzere kitaplar ve dergiler yayımlamaktadır. Bilim insanlarının yurt içi ve yurt dışı akademik faaliyetleri burs ve ödüller ile desteklenmekte, özendirilmekte, üniversitelerimizin, kamu kurumlarımızın ve sanayimizin projeleri fonlanarak, ülkemizin rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir [1.4]."

TAEK: Türkiye'nin radyasyon ve nükleer enerji politikalarına yön veren bir kurumdur. 1956 yılında Başbakanlığa bağlı olarak Ankara'da "Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği" adıyla kurulmuş, 1982 yılında "Türkiye Atom Enerjisi Kurumu" olarak yeniden yapılanmıştır. Ülkemizin bilimsel, teknik ve ekonomik kalkınmasında atom enerjisinden yararlanılmasını mümkün kılacak her türlü araştırma, geliştirme, inceleme ve çalışmayı yapmak ve yaptırmak, bu alanda yapılacak çalışmaları koordine ve teşvik etmek görevleri arasındadır. Ayrıca nükleer alanda görev yapacak personeli yetiştirmek veya gerektiğinde bunların yetiştirilmesine yardım etmek ve bu amaçla çalışan kuruluşlar ve yüksek öğretim kurumları ile iş birliği yapmak, nükleer konulardaki iç kaynaklı bursların dağıtımında önerilerde bulunmak, yabancı kaynaklı bursların dağıtımını yapmak, yurt içinde kurslar açmak ve açılmasına yardımcı olmak, yabancı ülkelere öğrenci ve personel göndermek, bunların yapacakları öğrenim ve çalışmaları planlamak ve izlemek görevleri arasındadır (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Nükleer enerji santrali

ASELSAN: TSK'nin (Türk Silahlı Kuvvetleri) haberleşme ihtiyacını karşılamak amacıyla 1975 yılında Ankara'da kurulmuştur. ASELSAN, Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfının bir kuruluşudur. Küresel pazarda ürettiği değerler ile sürdürülebilir büyümesini koruyan, rekabet gücü ile tercih edilen, stratejik bir ortak gibi güven duyulan, çevreye ve insana duyarlı, millî bir teknoloji firmasıdır. ASELSAN, Ar-Ge çalışmaları ile mühendislerin temel bilimleri teknolojiye dönüştürme faaliyetleri yanında doktora burs programlarıyla akademisyenlere bilimsel araştırmalar için imkân sağlamaktadır (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: ASELSAN Genel Müdürlüğü

Bilim araştırma merkezleri içeriğine, kuruluş amacına, aldığı desteğe, hedeflerine göre çeşitlilik göstermektedir. Bu merkezler yerel, ulusal ve uluslararası birçok alanda faaliyetlerini sürdürmektedir. Küreselleşen Dünya düzeni içinde bilim çalışmaları merkezleşmeye doğru gitmektedir. Bu bağlamda tüm bilim insanlarının erişimi ve iş birlikli çalışması amacıyla bilim araştırma merkezlerine ihtiyaç doğmuştur.

Benzer çalışmaları yürüten ve aynı soruları soran pek çok araştırmacının fikirlerini tartışabileceği, ortak çalışmalar yürütebileceği bu alanlardan en önemlileri; Uluslararası Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA-National Aeronautics and Space Administration), Avrupa Uzay Ajansı (ESA-European Space Agency) ve Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezi'dir (CERN (Sörn)-Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire).

NASA: NASA'nın öncü kuruluşu olan Havacılık Alanında Ulusal Danışma Komitesi (National Advisory Committee for Aeronautics-NACA) uçaklar ve uçak kanatlarının hava ile etkileşimi üzerine çalışmaktaydı. 1957'de Sovyet Rusya'nın ilk insan yapımı uydusu olan Sputnik 1'i uzaya göndermesi uzay ve havacılık alanında rekabetin başlangıç noktası olmuştur. ABD bu gelişmenin üzerine 1958 yılında NACA'yı da bünyesine alıp geliştirerek NASA'yı kurmuştur (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Uluslararası Havacılık ve Uzay Dairesi

NASA'nın kuruluş amaçları; evreni araştırmak, yeni bilimsel çalışmalara öncü olmak, hayatı kolaylaştıracak icat ve keşifler yapmak, dünya dışı yaşam olasılığını araştırmak, Güneş sistemini çözmek ve diğer gezenerlere insanlı/insansız yolculuk şeklinde sıralanabilir. NASA günümüzde birçok araştırmacıyı bünyesinde toplamış ve uluslararası bir araştırma merkezi misyonu kazanmıştır. Uluslararası Uzay İstasyonu (UUI) bunun en bilinen örneğidir. Beş uzay ajansı (NASA, RKA, ESA, CSA, JAXA) tarafından on beş farklı ülkeyi temsil eden UUI alçak dünya yörüngesinde birçok modülün birleştirilmesi ile oluşan, üzerinde insan yaşamına olanak sağlayan yapay bir uydudur. Ayrıca fizik, kimya, biyoloji ve daha birçok alanda deneyler yapmaya imkân veren bir laboratuvarıdır. Uzay teknolojilerinin en gelişmiş bilim ve mühendislik projelerinden biridir.

NASA çalışmalarını sadece uzay alanı ile sınırlamak yanlış olur. NASA; kanser dedektörü, kablosuz aletler, ormanlık alanların azlığına tespiti, Hubble Uzay Teleskobu için geliştiren algoritmaların mamografi alanında kullanımı, dondurulmuş gıdalar, kulak termometresi, şarjlı el süpürgesi, zenginleştirilmiş bebek maması, acil durum battaniyesi, UV filtreli güneş gözlüğü gibi birçok keşfe imza atmıştır.

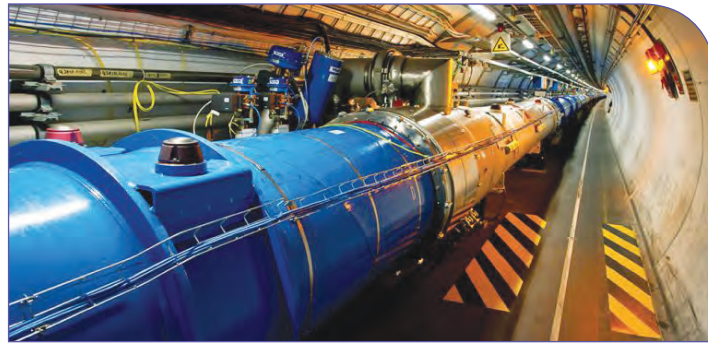
ESA: 22 üye ülkenin katılımıyla Paris merkezli olarak kurulan ESA temel amacı Avrupa uzay programını hazırlamak ve yürütmektir. ESA, Güneş sistemi ve evren üzerine bilgi toplamak ve uydu tabanlı teknoloji ve hizmetleri geliştirme alanlarında çalışmaktadır.

Uzay yolculuklarında birçok amaçla kullanılan fırlatma araçlarından ESA'nın ürettiği Ariane 5, en bilinenidir (Görsel 1.11). Ülkelerin taleplerine göre yılda beş altı kez uzaya gönderilen Ariane 5, otuz yıldan fazla bir süredir ESA tarafından güncellenerek yürütülen bir projedir.



Görsel 1.11: Ariane 5 fırlatma aracı

CERN: Bilim araştırma merkezlerinden bir diğeri de Fransızca kısaltılmış hâli CERN olan Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezidir (Görsel 1.12). 1954 yılında on iki üye ülke ile kurulan CERN günümüzde yirmi üye ülkeye ulaşmıştır. Türkiye, adaylığı kabul edilmiş gözlemci statüsündedir. Dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısına ev sahipliği yapan CERN, maddenin yapısını ve maddeyi bir arada tutan kuvvetleri araştırmaktadır. Parçacık hızlandırıcıları ve dedektör teknolojileri ile çok yüksek enerjilerde çarpışmalar gerçekleştirmek ve bu çarpışmaların sonucunda çok sayıda parçacığa erişmek CERN'ün temel amaçlarından biridir. Fiziğin alt alanı yüksek enerji ve plazma fiziğinin laboratuvarı da olan CERN temel bilim araştırmalarının da merkezi hâline gelmiştir.



Görsel 1.12: Atom altı parçacıkları hızlandırmak için Fransa-İsviçre sınırında yeraltında yapılmış 26,7 km uzunluğundaki çember şeklindeki tünelden bir kesit (CERN)

Yapılan deneyler ve geliştirilen süper iletken teknolojisi ile temiz enerji kaynaklarına erişim, reaktör sistemlerinin gelişimi, bilişim teknolojileri, tıpta tanı ve tedavi uygulamaları, yeni elementlerin bulunması gibi birçok yenilik de CERN sayesinde hayatımıza girmektedir. CERN laboratuvarlarında parçacık hızlandırıcıları ve çarpıştırıcıları bulunur. Dünyadaki en büyük çarpıştırıcı olan büyük hadron çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider-LHC) 26,7 km uzunluğunda bir çemberdir. Bu düzenek sayesinde atomaltı parçacıklarla ilgili henüz bilinmeyen bazı özelliklerin açıklanması amaçlanmaktadır. Bilginin sınırlarını zorlayan, evreni anlamaya çalışan ve yarının bilim insanlarını yetiştirmeyi hedefleyen CERN'de yapılan deneylerde farklı kültür ve milletlerden sayıları 3000'e yaklaşan fizikçi ve mühendis çalışmaktadır.

Bilimsel Araştırma ve Etik İlkeleri: Herkes tarafından kabul gören güzel davranışlara etik davranışlar denir. Yalan söylememe, adaletli olma, saygılı olma gibi davranışlar etik davranışlar arasındadır. Bu davranışlar sadece günlük hayatta geçerli olmayıp bilimsel çalışmaları tüm aşamalarında da uyulması gereken güzel davranışlardır. Bilim çevresinde bu davranışlar etik kurallar olarak adlandırılır. Örneğin bir araştırmacı problemi tarafsız olarak araştırırken araştırma sonuçlarını dünyada kabul görmüş etik kurallar çerçevesinde duyurur. Aksi durumda araştırmacı bilimsel bilginin felsefesine aykırı davrandığını ve o bilimsel çalışmasının değersiz hâle geleceğini bilmektedir.

TÜBİTAK tarafından yayınlanan “Bilimsel Dergilere Gönderilen Makalelerde Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar” bildirisinde etik ilke ihlalleri aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

1. Uydurma (Fabrication): Araştırmada bulunmayan verileri üretmek, bunları rapor etmek veya yayımlamak.
2. Çarpıtma (Falsification): Değişik sonuç verebilecek şekilde araştırma materyalleri, cihazlar, işlemler ve araştırma kayıtlarında değişiklik yapmak veya sonuçları değiştirmek.
3. Aşırma = İntihal (Plagiarism): Başkalarının fikirlerini, metodlarını, verilerini, yazılarını ve şekillerini sahiplerine atıf yapmadan kullanmak.
4. Duplikasyon (Duplication): Aynı araştırma sonuçlarını birden fazla dergiye yayım için göndermek veya yayımlamak.
5. Dilimleme (Least Publishable Units): Bir araştırmacının sonuçlarını, araştırmacının bütünlüğünü bozacak şekilde ve uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak çok sayıda yayın yapmak.
6. Desteklenerek yürütülen araştırmaların sonuçlarını içeren sunum ve yayınlarda destek veren kurum veya kuruluş desteğini belirtmemek.
7. Araştırma ve makalede ortak araştırmacı ve yazarların yazılı görüş birliği olmadan, araştırmada ve makalede aktif katkısı bulunanların isimlerini çıkartmak veya yazarlıkla bağdaşamayacak katkı nedeniyle yeni yazar(lar) eklemek veya yazar sıralamasını değiştirmek.
8. Araştırma ve yayın etiği ilkeleriyle bağdaşmayan diğer davranışlarda bulunmak [1.5].



OKUMA METNİ

İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi

İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi, Gülhane Parkı içerisinde Saray sur duvarına bitişik Has Ahırlar Binası'nda yer almaktadır (Görsel 1.13). Has Ahır (İstabl-ı amire); Osmanlı Dönemi'nde, padişahın ve yakın hizmetinde bulunan kimselerin atlarının bulunduğu ahırlara denilmiştir.



Görsel 1.13: İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi giriş bahçesinde yer alan yerküre

İslam Bilim Tarihçisi Prof. Dr. Fuat Sezgin tarafından hazırlanan ve 24 Mayıs 2008 yılında açılan müze; Kültür ve Turizm Bakanlığı, Frankfurt Üniversitesi Arap İslam Bilimleri Tarihi Enstitüsü, Prof. Dr. Fuat Sezgin, Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK) arasında 16.01.2007 tarihinde imzalanan protokole göre faaliyet göstermektedir.

3500 m²'yi kapsayan sergi alanı ve toplam 570 adet alet, cihaz kopyaları, maket ve model koleksiyonu ile alanında Türkiye'de ilk, Frankfurt'tan sonra dünya da ikinci örnek teşkil eden müze olması açısından önem arz etmektedir.

Müze iki kattan oluşmaktadır. Üst katta; müze ile ilgili çeşitli görsellerin izlenebildiği sinevizyon salonu, astronomi, saat teknolojisi, denizcilik, savaş teknolojisi ve tıp bölümü bulunmaktadır. Alt katta ise madenler, fizik, matematik-geometri, şehircilik ve mimari, optik, kimya ve son olarak da coğrafya ile ilgili harita ve çeşitli harita çizimlerinin sergilendiği bölüm bulunmaktadır.

Sergi salonlarının tamamında İslam bilim insanlarının ortaya koydukları eserlerin model ve maketleri sergilenmektedir.

Müzenin bahçe kısmında ise üzerinde Hâlife el-Me'mun'un 9. yüzyılda yaptırdığı Dünya haritasının kopyası olan yerküre ile 22 Haziran 2013 tarihinde açılan İbn-i Sina'nın "el-Kanun fi't-Tıbb" kitabının ikinci cildinde bahsedilen, tıbbi bitkilerden 26'sının bulunduğu İbn-i Sina Botanik Bahçesi yer almaktadır.

Müze teşhir salonlarında El-İdrisi'nin, Hâlife el-Me'mun'un haritasını temel alarak çizdiği Dünya haritasının kopyası, Takiyeddin'in 1559 yılında yaptığı Mekanik Saati, el-Cezeri'nin (1200'lü yıllar) kitabından Fil Saati ve Hacamatı, Ebu Said Es-Siczi'nin Planetaryum'u, Abdurrahman eş-Sufi'nin gök küresi, Hıdr el-Hucendi'nin Usturlabı, 12. yüzyılda Abdurrahman el-Hazini tarafından yapılan su ve ağırlık prensibine göre çalışan Dakika Terazisi, İbn-i Sina'nın "el-Kanun fi't Tıp" kitabı gibi daha birçok önemli bilim insanlarının İslam medeniyetinin 9. ve 16. yüzyıllar arasındaki yaratıcılık döneminde gerçekleştirdiği bazı icatların kopyalarının örneklerini görmek mümkündür.

Bu kopyaların büyük bir kısmı, Frankfurt'taki Johann Wolfgang Goethe Üniversitesine bağlı Arap-İslam Bilimleri Tarihi Enstitüsü tarafından, yazılı kaynaklardaki tarif ve resimlere göre, çok küçük bir kısmı ise günümüze ulaşan eserlerin orijinallerine dayanılarak yaptırılmıştır.

Elli yılı aşkın bir süredir araştırmalar yaparak hayatını İslam bilim ve teknoloji tarihini tanıtmaya adanmış ve İslam Bilim ve Teknoloji Müzesi'nin kurucusu Prof. Dr. Fuat Sezgin; orijinal kaynaklar üzerinde yaptığı araştırma ve çalışmalarıyla bilim ve medeniyet tarihindeki gelişmelerin birbirinden kopuk olmadığını, aksine bir bütünlük arz ettiği görüşünü taşır.

İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi, bir taraftan bilimsel eserlerin estetik ve öğreticiliği, diğer yandan bıraktığı intiba ve kazandırdığı bilgi ile özel bir etkileyici güce sahip olmaktadır.

Geçmişteki İslam dünyasının bilimler tarihindeki süreci de eserleri ve belgeleriyle ortaya koyarak bugüne ve geleceğe ışık tutmaktadır. Ayrıca, bilim tarihi açısından doğu-batı ilim kültürünü birleştiren bir köprü niteliği taşıması bakımından da gelecek kuşaklar için önem teşkil etmektedir [1.6].

(Düzenlenmiştir.)

Ünite Özeti

Fizik, evrenin işleyişini inceleyen bilimdir. Günümüzde teknolojik ürüne veya bir metoda dönüşmüş hemen hemen her şeyde bir şekilde fizik biliminin katkısı bulunmaktadır. Günümüz bilim dünyasının ulaştığı bilgi düzeyi sonucunda yeni uzmanlık alanları doğmuş, fizik de kendi içinde bölünerek fizik “alt dallarını” oluşturmuştur. Bunlar; mekanik, termodinamik, optik, elektromanyetizma, atom fiziği, katıhâl fiziği, nükleer fizik, yüksek enerji ve plazma fiziğidir.

Fizik diğer temel bilimlerle bilgi üretme ve kullanma bakımından ilişki içerisindedir. Ayrıca fizikte üretilen bilgiler sanat dallarında yeni yöntemler ve metotların doğmasını sağlamıştır.

Fiziksel büyüklükler tarih boyunca aşamalı olarak tanımlanmıştır. Günümüze gelindiğinde büyüklükler temel ve türetilmiş büyüklükler olarak iki grupta toplanmaktadır. Fizikteki büyüklükleri ayrıca skaler ve vektörel büyüklükler olarak da gruplandırılmıştır.

Yüksek teknoloji içeren bu çalışmalar büyük bütçelerle yürütülmekte ve süreklilik gerektirmektedir. Bu amaçla bilim araştırma merkezleri kurulmuştur ve bu merkezlerde çok uluslu organizasyonlarla bilim üretilmektedir. Bu araştırma merkezlerinden bazılarını bu ünite de değinilmiştir.



KAVRAM YANILGISI

Bu ünite de ki konularla ilgili en sık rastlanılan kavram yanlışları şöyle sıralanabilir:

- Tüm araştırmalarda tek bir bilimsel yöntem kullanılır.
- Bilim her soruya cevap verir.
- Bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu deney yapmaktır.
- Bilim, yaratıcılıktan daha çok yöntemseldir [1.7].

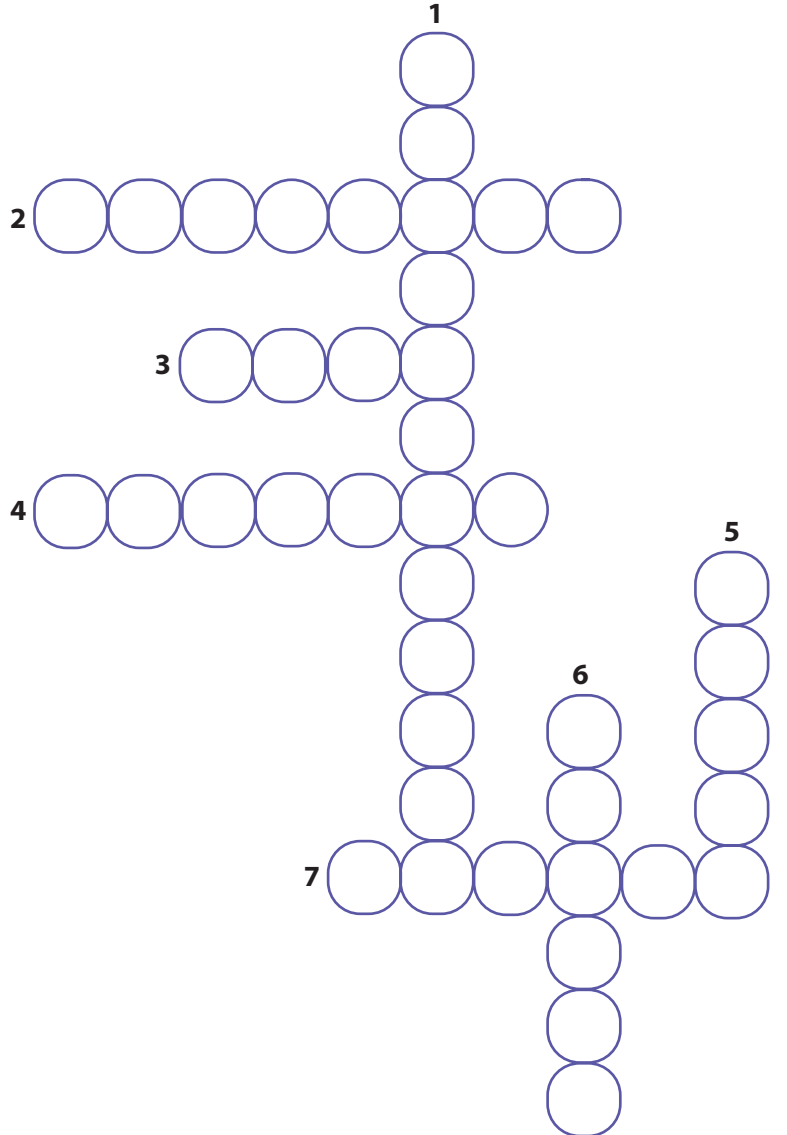
1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki yargıları değerlendirerek doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

D	Y	Doğru (D), Yanlış (Y)
		1. Fizik doğa olaylarını inceleyen bilimdir.
		2. İki vektörün toplamı olan vektöre bileşke vektör denir.
		3. Vektörün yalnız yönü değiştirilerek ters vektör elde edilir.
		4. SI birim sistemine göre sıcaklık birimi santigrat derecedir.
		5. Akım şiddeti skaler büyüklüktür.
		6. Saniye temel bir büyüklük birimdir.
		7. Türetilmiş büyüklüklerin tamamı vektörelidir.
		8. Temel büyüklüklerin tamamı skalerdir.

B) Aşağıdaki soruların cevabını numaraları ile eşleşen bölüme yazınız.

1. Isı ve sıcaklık kavramlarının incelendiği fizik alt alanı.
2. Tanımlanması için miktar ve birim dışında doğrultu, yön ve başlangıç noktası da gerekli olan büyüklükler.
3. Moleküler boyuttaki bilimsel çalışmalar için ilham olmuş, milyarda bir anlamına gelen önçarpan.
4. Fizik biliminin kuvveti, hareketi, enerjiyi ve bunlar arasındaki ilişkiyi inceleyen alt dalı.
5. SI birim sisteminde akım şiddeti birimi.
6. SI birim sisteminde sıcaklık birimi.
7. Doğrultu ve yön olmaksızın yalnızca miktar ve birim ile tanımlanabilen büyüklükler.



C) Aşağıda verilen çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

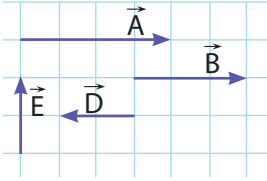
1. Kuvvet, zaman, sürat, konum, sıcaklık, hacim niceliklerinden kaç tanesi skaler büyüklüktür?

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

2. Türetilmiş büyüklüklerin birimleri, temel büyüklüklerin birimleri cinsinden yazılır. Bir cismin hacmi bulunurken genişlik, derinlik ve yüksekliğe dair üç farklı uzunluk ve bunların birimleri çarpıldığından hacim birimi m^3 olmaktadır. Bu durumda birim hacmin kütlesi anlamına gelen özkütle birimi ne olabilir?

- A) cm^2/g B) kg/m^3 C) N/m^3 D) m^3/N E) kg/cm

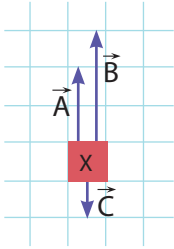
3. Eşit bölmelendirilmiş düzlem üzerinde gösterilen vektörler için aşağıdaki eşitliklerden hangisi ya da hangileri doğrudur?



- I. $3\vec{A} = 4\vec{B}$
II. $\vec{D} = \vec{E}$
III. $\vec{A} = \vec{B} - \frac{\vec{D}}{2}$

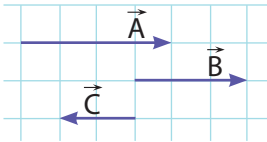
- A) I-II-III B) I-III C) II-III D) Yalnız I E) Yalnız II

4. Eşit kare bölmeli şekildeki düzlem üzerinde X cismine uygulanan vektörler $\vec{A}$, $\vec{B}$ ve $\vec{C}$ ile gösterilmiştir. $|\vec{A}| = 10$ br olduğuna göre cisme uygulanan bileşke vektörün uzunluğu kaç br'dir?



- A) 5 B) 10 C) 15 D) 20 E) 30

5. Ölçekli çizim üzerinde gösterilen vektörlerle ilgili $k(\vec{A} - \vec{B}) = (\vec{B} - \vec{C})$ denkleminde k kaçtır?



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

D) Aşağıdaki açık uçlu soruları cevaplayınız.

1. Uluslararası birim sisteminde (SI), birimlerin tanımı yıllar içerisinde neden güncellenmiş, değiştirilmiştir?
2. Fizik alt dallarının her biri için günlük hayatta kullanılan bir ürün örneği veriniz.
3. Küresel yer belirleme sistemi (GPS) sayesinde yolculuklarımızı kaybolmadan gerçekleştirmekteyiz. Uydular ile kullanıcı cihazlar arasında gönderilen sinyallerin ulaşma süresi ve ışık hızı karşılaştırılarak uydu ile alıcı cihazın uzaklığı belirlenebilmektedir. Ancak yerin belirlenmesinde tek uydu uzaklığının bilgisi yeterli olmamaktadır. Bu durumun yer belirlemede vektörel büyüklüğe ihtiyaç duyulmasının sebebi nedir?

E) Aşağıdaki soruları ön metinlerine göre cevaplayınız.

1-3. soruları aşağıdaki parçaya göre cevaplandırınız.

Akrebin Silahı: Fizik

Çölde yaşayan kum akrepleri, küçük hayvanlar için en tehlikeli düşmanlardır. Peki ama, son derece ilkel sayılabilecek gözlere sahip bu yaratık nasıl oluyor da gece, avının yerini büyük bir ustalıkla belirleyebiliyor? Biyologlar, daha önce bu beceriyle akrebin sekiz bacağında da bulunan yarık biçimli bir algılayıcı arasında bağ kurmuşlardı. Bu algılayıcılar 0.1 nanometreden bile küçük hareketleri saptayabilmektedir (1 nanometre, metrenin milyarda biri demektir.). Şimdiyse Münih Teknik Üniversite-sindeki fizikçiler, akrebin bu algılayıcılardan gelen sinyalleri işleyerek avlarının yerini nasıl belirlediklerini ortaya koymuş bulunuyorlar.



Akrebin yakınlarında bir yere bir kelebeğin konduğunu düşünün. Kelebek yere konduğunda iki tür dalga yayacaktır: Birincisi, saniyede 150 m hızla ilerleyen hacim dalgaları; ikincisiyse yüzeye paralel olarak saniyede 50 m hızla yol alan Rayleigh dalgaları. Ava olan mesafe, bu iki dalganın akrebe ulaşma süreleri arasındaki farktan belirleniyor [1.8].

1. Akreplerin avına nasıl ulaştığını araştıran bilim insanlarının izlediği yola ne ad verilir?
2. Akrebin avına nasıl ulaştığı belirlenirken kullanılan bilim dalları nelerdir ve bu bilim dallarının birbiriyle olan ilişkisi nasıldır?
3. Büyüklüğü ifade ederken neden nanometre tercih edilmiştir? Açıklayınız.

4-5. soruları aşağıdaki parçaya göre cevaplandırınız.

Bilimler Arasındaki İlişki

Doğadaki bir sistemi incelerken biyolojide, jeolojide ya da kimyada olsun, en sık sorulan en temel sorular şunlardır:

“Hangi maddeden oluşuyor?”

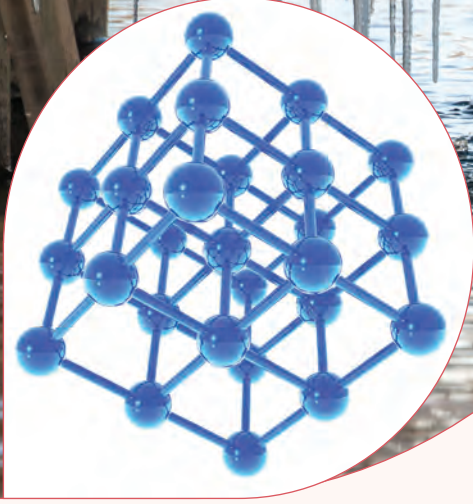
“Nasıl işliyor?”

“Neden?": Yani “Hangi nedenler bu etkileri yaratıyor?” anlamında; yoksa “Ne için, hangi amaçla?” anlamında değil; “Ne için, hangi amaçla?” sorusu bilimin sorusu değildir [1.9].

4. Fizik bilimi doğa ve evrene dair sorular sormaktadır. Hangisi fiziğin sorduğu sorulardan değildir?

- A) Evren nasıl oluştu?
- B) Dünyanın hızını neden hissetmeyiz?
- C) Güneş nelerden oluşmuştur?
- D) Dünyanın manyetik alan değişiminin insan psikolojisi üzerindeki etkileri nelerdir?

5. Doğayı inceleyen bilim dallarının arasındaki benzerlikler nelerdir? Açıklayınız.



MADDE ve ÖZELLİKLERİ

Ünite Açıklaması

Bu ünite de madde kavramı üzerinde durularak kütle, hacim ve özkütlenin ölçülmesi ve hesaplanması ile ilgili bilgiler verilecektir. Özkütleden kaynaklanan özel durumlara ve teknolojide yararlanma şekillerine değinilecektir. Maddenin katı, sıvı ve gaz hâllerinde gözlemlenen özel durumlardan bahsedilecek, doğadaki örnekleri gösterilecektir.

Kavramlar ve Terimler

Kütle, hacim, özkütle, dayanıklılık, yapışma (adezyon), birbirini tutma (kohezyon), yüzey gerilimi, kılcallık

Konu Başlıkları

2. 1. Madde ve Özkütle
 2. 1. 1. Özkütle, Kütle ve Hacim İlişkisi
 2. 1. 2. Özkütlenin Hayatımızdaki Yeri
2. 2. Dayanıklılık
 2. 2. 1. Dayanıklılık Nedir?
2. 3. Yapışma ve Birbirini Tutma
 2. 3. 1. Adezyon ve Kohezyon Olayları

Isınma Turları

1. Duyu organlarımız ile algıladığımız her şey madde midir?
2. Maddelerin iç yapılarında hangi değişiklik olduğunda katı, sıvı veya gaz olmaktadır?
3. “Zeytinyağı gibi üste çıkmak” deyimini, hangi fizik ilkesi ile ilişkilidir?
4. Bazı kumaşlar su emerken bazıları bizi yağmurdan nasıl korumaktadır?

2. 1. Madde ve Özkütle



Görsel 2.1: Demir minerali ve demirden yapılmış cisimler

Madde; boşlukta yer kaplayan, hacmi, kütlesi ve eylemsizliği olan tanecikli yapıdır. Kitap, sıra, taş vb. maddedir; ışık, ses, TV dalgaları, fikirler, akıl vb. ise madde değildir. Bütün maddeler atomlardan oluşur, bu sebeple tüm maddeler tanecikli ve boşluklu bir yapıdadır. Katı maddenin şekil almış hâline ise **cisim** denir. Demir, altın madde iken altın bilezik, demir çekiç, bakır tel vb. cisimdir (Görsel 2.1).

2. 1. 1. Özkütle, Kütle ve Hacim İlişkisi



Görsel 2.2: Eşit kollu terazi

Kütle: Maddeyi oluşturan taneciklerin sayısı ile ilgili ölçülebilir bir niceliktir. Maddenin eylemsizliğinin bir ölçüsü olarak da ifade edilir. Eşit kollu terazi ile ölçülür, **m** sembolü ile gösterilir, kütle- nin SI birimi **kg**'dır (Görsel 2.2). Ancak kütle- nin çok büyük ya da çok küçük olması durumunda katları veya askatları kullanılabilir (Tablo 2.1). Bu dönüşümler yapılırken cep telefonlarındaki birim dönüştürücü uygulamalar veya arama motorla-

rından ulaşabilecek siteler kullanılabilir. Tablo 2.1`de verilen birimlerin dışında da Kental (q) ve ton (t) kütle birimleri de kullanılır.

$$1 \text{ q} = 100 \text{ kg} \quad 1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

Örnekler: $7800 \text{ hg} = 78 \cdot 10^2 \text{ hg} = 78 \cdot 10^7 \text{ mg}$

$$10 \text{ q} = 10^3 \text{ kg}$$

$$0,046 \text{ cg} = 46 \cdot 10^{-3} \text{ cg} = 46 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$$

$$1305 \text{ kg} = 1305 \cdot 10^{-3} \text{ t}$$

$$1,5 \text{ t} = 1500000 \text{ g}$$

$$0,091 \text{ q} = 91 \cdot 10^{-4} \text{ t}$$

Tablo 2.1: Kütle Ölçü Birimleri

Katları ↑	kilogram (kg)	10^{-3}
	hektogram (hg)	10^{-2}
	dekagram (dag)	10^{-1}
	gram (g)	10^0
Askatları ↓	desigram (dg)	10^1
	santigram (cg)	10^2
	miligram (mg)	10^3



OKUMA METNİ

1 Kilogram

Temel kütle birimi olan kilogram metre ve saniyenin aksine hâlâ fiziksel bir nesne üzerinden tanımlanıyor. Golf topu büyüklüğünde, platin ve iridyumdan oluşan, 127 yaşındaki silindirik biçimli bu nesne



Görsel 2.3: Le Grand K (Büyük K)

Paris'in dışında Ağırlıklar ve Ölçüler Uluslararası Bürosu'na ait özel bir mahzende tutuluyor. Büyük K (Le Grand K) olarak da adlandırılan temel ağırlık birimi o kadar önemli ki iç içe üç tane hava geçirmez cam kavanozun içinde, sabit sıcaklık altında kilitli tutuluyor (Görsel 2.3). Çünkü toz, nem ya da başka etkenler silindirin kütlesinin değişmesine sebep olabilir. Dünya genelinde bir ağırlık standardı oluşturabilmek için Büyük K'nın çok sayıda kopyası yapılmış. Her 40 yılda bir Büyük K dikkatli bir biçimde saklandığı kavanozlardan çıkarılıyor ve kütlesi dünya genelindeki benzerleriyle karşılaştırılıyor. Ancak karşılaştırmalar sırasında gözlemlenen farkların Büyük K'dan mı yoksa kopyalarından mı kaynaklandığını söylemenin imkânı yok. En son yapılan 1996-1998 kalibrasyonlarında da görece büyük farklılıklar gözlemlendi. Günümüzde pek çok teknoloji ve ticaret açısından kütle- nin hassas bir biçimde ölçülmesi önemli olduğu için, onlarca yıldır bilim insanları temel kütle birimini doğada bulunan bir sabit üzerinden yeniden tanımlamak istiyor [2.1].

Hacim: Maddenin uzayda kapladığı yerdir. Hacim, **V** sembolü ile gösterilir ve SI birimi **m³** tür. Hacmin çok büyük veya çok küçük olması durumunda katları veya askatları kullanılabilir (Tablo 2.2). Bu dönüşümler yapılırken cep telefonlarındaki birim dönüştürücü uygulamalar veya arama motorlarından ulaşabilecek belirli siteler kullanılabilir.

Tablo 2.2: Hacim Ölçü Birimleri

Üskatları ↑	kilometre küp (km ³)	10 ⁻⁹
	hektometre küp (hm ³)	10 ⁻⁶
	dekametre küp (dam ³)	10 ⁻³
	metre küp (m ³)	10 ⁰
Askatları ↓	desimetre küp (dm ³)	10 ³
	santimetre küp (cm ³)	10 ⁶
	milimetre küp (mm ³)	10 ⁹

Sıvılarda hacim ölçüsü birimi olarak litre (ℓ) de kullanılabilir.

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ ℓ}, \quad 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$$

Örnekler:

$$0,061 \text{ dm}^3 = 61 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$430 \text{ dam}^3 = 43 \cdot 10^{10} \text{ cm}^3$$



Soru: Hacmi 0,5 ℓ olan pet suyun hacmini dm³ cinsinden bulunuz.

Cevap: 0,5 ℓ = 0,5 dm³

Bazen dönüşümlerde sayıların kendisi çok büyük veya çok küçük olabilir. (270000000 veya 0,00000000054 gibi) bu durumda hata yapma ihtimalimiz artacağından, sayıları ön çarpanlı yazarak hata oranımızı azaltabiliriz. Sık kullanılan bazı ön çarpanlar ve değerleri Tablo 2.3 de verilmiştir.

Örnekler:

$$0,002 \text{ metre} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ metre} = 2 \text{ milimetre} = 2 \text{ mm}$$

$$0,000005 \text{ gram} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ gram} = 5 \text{ mikrogram} = 5 \text{ } \mu\text{g}$$

Birimlerin üsleri aynı zamanda ön çarpanların da üssü durumundadır. Bu sebeple uzunluk ölçüleri 10'un katlarıyla, alan ölçüleri 100'ün katlarıyla, hacim ölçüleri 1000'in katlarıyla değişir.

Tablo 2.3: Ön Çarpanlar Ve Değerleri

İsim	Sembol	Değer
tera	T	10 ¹²
giga	G	10 ⁹
mega	M	10 ⁶
kilo	k	10 ³
hekto	h	10 ²
deka	da	10 ¹
desi	d	10 ⁻¹
santi	c	10 ⁻²
mili	m	10 ⁻³
mikro	μ	10 ⁻⁶
nano	n	10 ⁻⁹
piko	p	10 ⁻¹²



ÇALIŞMA KÖŞESİ 1

Aşağıdaki kütle değerlerinin dönüşümünü yapınız.

0,5 t =kg	200 kg =t	200 mg =g
2,5 dg =cg	0,012 kg =dg	17 mg =dg



ÇALIŞMA KÖŞESİ 2

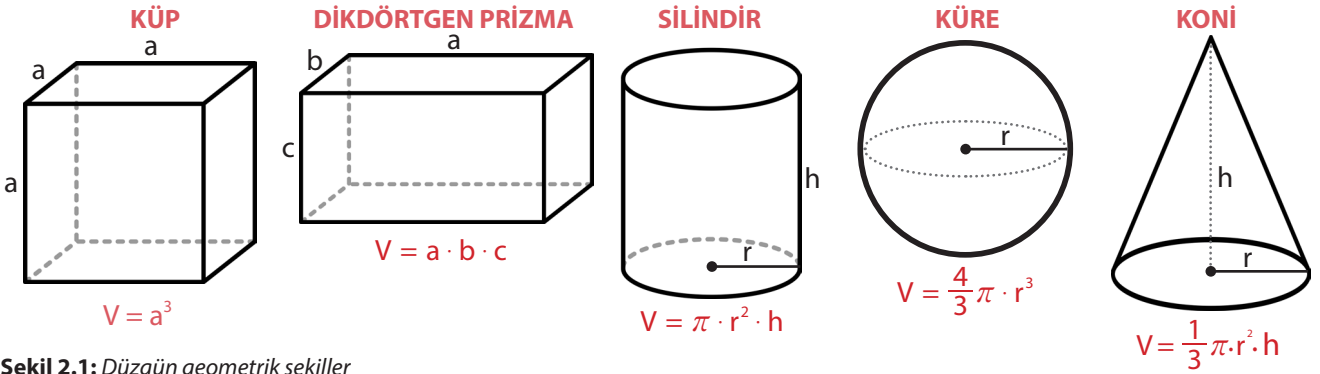
Aşağıdaki hacim değerlerinin dönüşümünü yapınız.

$1 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \ell$	$2 \ell = \dots\dots\dots \text{cm}^3$	$1 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \ell$
$0,5 \text{ dm}^3 = \dots\dots \text{cm}^3$	$4 \text{ cm}^3 = \dots\dots\dots \text{mm}^3$	$5 \text{ cm}^3 = \dots\dots \text{m}^3$

Maddelerin hacimleri bulunurken çeşitli yollar izlenir. Akışkanların hacmini bulmak için kabın hacmini bilmek yeterlidir fakat katıların hacmi bulunurken katının şekline göre belli yöntemler kullanılır.

Katı cisimler düzgün geometrik şekil deyse hacim formülleri ile cismin hacmi bulunur; düzgün geometrik şekle sahip değilse içinde çözünmeyen bir sıvıya atılarak katı cismin hacmi ölçülür. Sıvıların hacmi, ölçeklendirilmiş kaplar yardımıyla ölçülür.

Düzgün Geometrik Cisimlerin Hacimlerinin Ölçülmesi: Düzgün geometrik şekle sahip katıların hacim hesaplamaları için formüller kullanılır. Hacim; cismin enine, boyuna ve yüksekliğine bağlıdır. Hacmi bulmak için cismin kendine has olarak belirlenen bu üç boyutu birbiri ile çarpılır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Düzgün geometrik şekiller



Soru: Şekildeki kap, yarı yüksekliğine kadar su ile doldurulursa kaç litre su alır?

Cevap: Kaptaki suyun hacmi $V = a \cdot b \cdot \frac{c}{2}$ ile bulunur.

$$V_{\text{su}} = 30 \cdot 40 \cdot 25 = 30000 \text{ cm}^3 = 30 \text{ dm}^3 = 30 \ell \text{ su alır.}$$



ÇALIŞMA KÖŞESİ 3

Bir kenarı 50 cm olan küp içine 30 ℓ su dökülmektedir.

Küp içerisindeki suyun yüksekliği kaç cm olur?



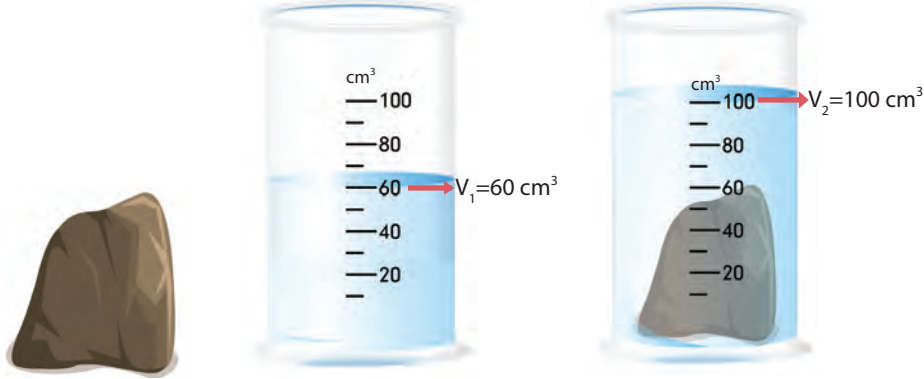
Şekli Düzgün Olmayan Cisimlerin Hacimlerinin Ölçülmesi: Bu tür cisimlerin hacimleri bulunurken sıvıların akışkanlık özelliğinden yararlanılarak, dereceli silindir veya taşıma kabı kullanılır. Bu metotla kullanılan sıvı içinde çözünmeyen katı hacmi ölçülebilir.

Dereceli silindir: Sıvıların hacimlerini ölçmeye yarayan, eşit bölmeli, cam veya plastik şeffaf kaptır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Dereceli silindir

Örnek: Dereceli silindire koyulan suyun hacmi $V_1 = 60 \text{ cm}^3$ olarak ölçülmektedir. Cisim dereceli silindire bırakıldığında toplam hacim $V_2 = 100 \text{ cm}^3$ olarak bulunmaktadır.

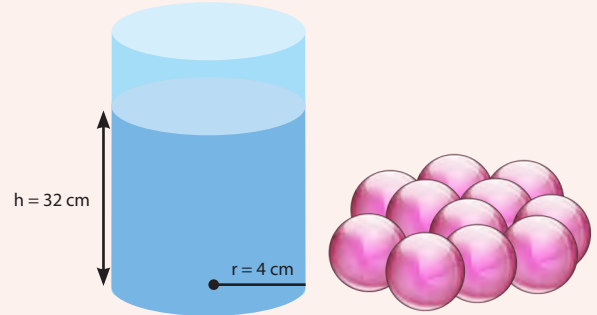


Cismin hacmi: $V_{\text{cisim}} = V_2 - V_1 = 100 - 60 = 40 \text{ cm}^3$ olarak bulunur.



ÇALIŞMA KÖŞESİ 4

Silindir şeklindeki kabın içinde 32 cm yüksekliğinde su varken kaba yarıçapı 1 cm olan özdeş bilyelerden kaç tane atılırsa suyun yüksekliği ilk durumdakinden % 50 daha fazla olur?



Taşıma kabı: Akma seviyesine kadar sıvı alabilen kaptır.

Taş parçası suya atıldığında hacmine eşit hacimde su taşırır. Taşan suyun hacmi ölçülüp taşın hacmi bulunur (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Taşıma kabı ile hacim ölçümü

Kum gibi boşluklu maddelerin önce kuru hâlde dereceli silindir kullanarak hacmi ölçülür. Hacmi bilinen sıvı kumun üzerine eklenir, silindirdeki hacim okunur. Bulunan hacimler farkı, kumun içindeki boşluğun hacmine eşit olur.

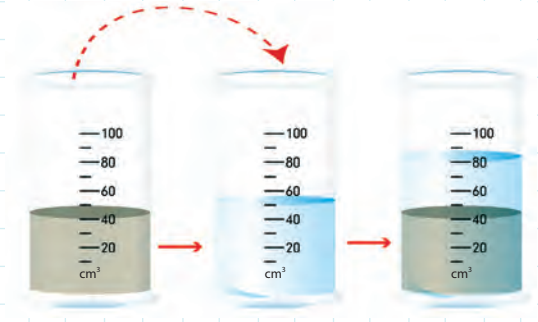


Soru: 40 cm³ hacmindeki kum 50 cm³ çizgisine kadar su dolu dereceli silindirin içine dökülünce suyun üst çizgisi 80 cm³ değerine yükseliyor. Buna göre başlangıçta kumun içinde kaç cm³ hava boşluğu bulunmaktadır?

Cevap:

$$\begin{array}{rcl} V_{\text{kum}} + V_{\text{su}} & = & 80 \text{ cm}^3 \\ - V_{\text{su}} & = & 50 \text{ cm}^3 \\ \hline V_{\text{kum}} & = & 30 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} V_{\text{kum}} + V_{\text{hava}} & = & 40 \text{ cm}^3 \\ - V_{\text{kum}} & = & 30 \text{ cm}^3 \\ \hline V_{\text{hava}} & = & 10 \text{ cm}^3 \end{array}$$



Özkütle: Aşağıdaki etkinlikte özkütlenin kütle ve hacim ile ilişkisini inceleyerek matematiksel modelini çıkarınız.



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Cisimlerin özkütle değerlerini bulduracak model nasıldır?

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Çeşitli madde örneklerinin kütle ve hacim ölçümlerini, uygun yöntemlerle yapmayı öğrenmek. Bulunan kütle ve hacim değerlerinden yararlanarak özkütle büyüklüğünü hesaplamak. Bu üç büyüklük arasındaki ilişkileri grafik üzerinde yorumlayıp matematiksel model oluşturmak

Araç ve gereçler: Eşit kollu terazi, dereceli silindir, kütle takımı, cetvel, kumpas, kalem, kullanılmamış silindir şeklindeki 3 adet tebeşir, süt ve kepçe

İşlem Basamakları:

Tebeşir için:

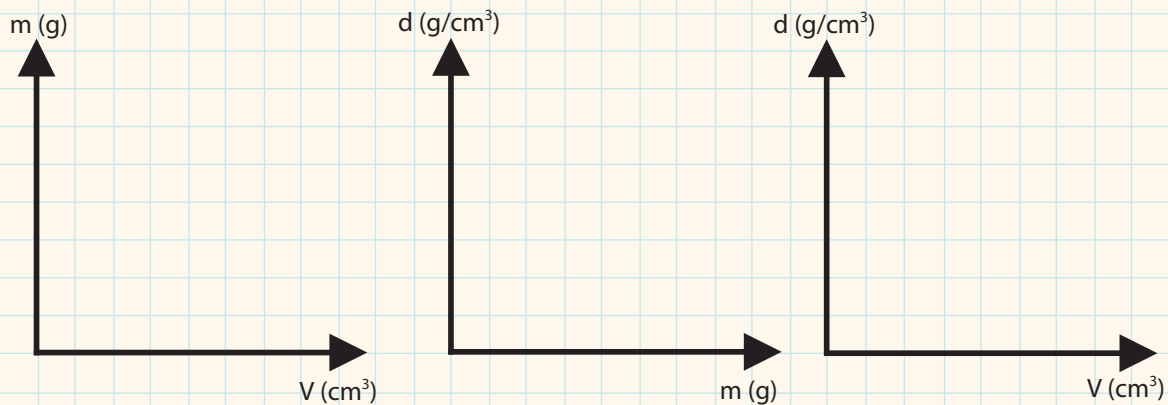
- Tebeşirin kütle büyüklüğünü eşit kollu terazi kullanarak bulup Tablo-1'e işleyiniz.
- Tebeşirin çapını ve yüksekliğini kumpas ile ölçünüz. Silindirin hacim formülünü kullanarak hacmini hesaplayıp Tablo-1'e işleyiniz.
- Kütle ve hacim değerlerini kullanarak özkütle değerini hesaplayınız ve Tablo-1'e işleyiniz.
- Aynı işlemleri tebeşir sayısını arttırarak tekrarlayınız.

Tablo-1

Tebeşir Sayısı	m (g)	V (cm ³)	d (g/cm ³)
1			
2			
3			

- Şekil-1'deki grafiklere kütle, hacim, özkütle değerlerini işleyip grafikleri çiziniz. En büyük değer o eksenin sonuna yakın olmasına ve diğer değerlerin de bununla orantılı olmasına dikkat ediniz.

Şekil-1



Süt için:

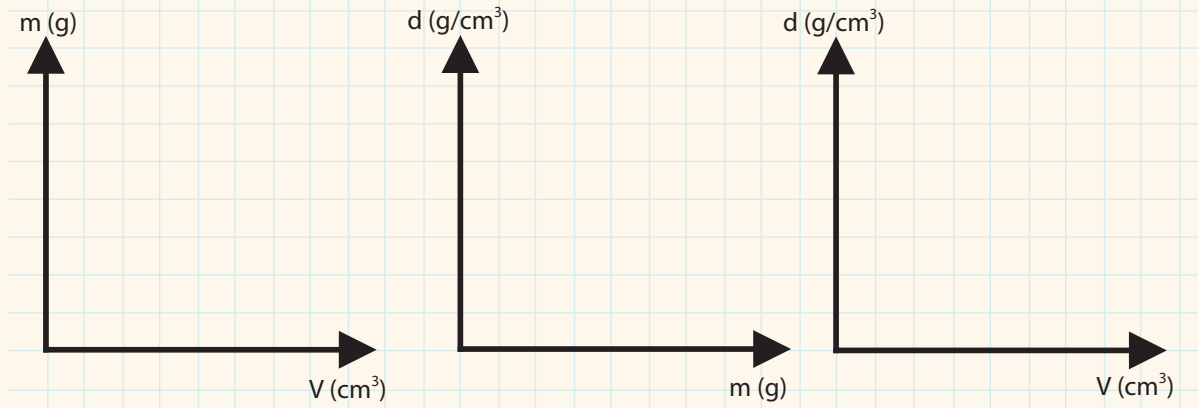
- Sütün kütlesi, dereceli silindirin boş hâldeki kütlesi ile dolu hâldeki kütlesinin farkıdır. Buna göre bir kepçe sütün kütle değerini bulunuz ve Tablo-2'ye işleyiniz.
- Bir kepçe sütün hacim değerini dereceli silindir üzerinden okuyarak Tablo-2'ye işleyiniz.
- Kütle ve hacim değerlerini kullanarak özkütle değerini hesaplayınız ve Tablo-2'e işleyiniz.
- Aynı işlemleri 3 kepçe süte kadar artırarak tekrarlayınız.

Tablo-2

Kepçe Sayısı	m (g)	V (cm ³)	d (g/cm ³)
1			
2			
3			

- Şekil-2'deki grafiklere kütle, hacim, özkütle değerlerini işleyip grafikleri çiziniz. En büyük değer, o eksenin sonuna yakın olmasına ve diğer değerlerin de bununla orantılı olmasına dikkat ediniz.

Şekil-2



Sonuçlandırma:

1. Cisimlerin kütle ve hacimleri nasıl orantılıdır?
2. Cisimlerin özkütle ve kütleleri nasıl orantılıdır?
3. Cisimlerin özkütle ve hacimleri nasıl orantılıdır?
4. İlk üç sorunun cevapları ışığında cisimlerin özkütlesini veren matematiksel modeli oluşturunuz.
5. Cisimlerin özkütlelerinin birbirinden farklı olmasını nasıl yorumluyorsunuz?
6. Yorumlarınızı sınıfta tartışınız.

Sabit sıcaklık ve basınç altında, birim hacimde değişmeyen madde miktarına **özkütle** denir. Özkütle **d** sembolü ile gösterilir ve SI birim sistemindeki birimi **kg/m³** tür.

$$\text{Özkütle} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}} \rightarrow d = \frac{m}{V}$$

Özkütle birimleri çeşitlenebilir. Örneğin kütlenin temel birimi kilogram olmasına rağmen günlük hayatta bazen gram da kullanılabilir. Hacim birimi olarak günlük hayatta ℓ , $\text{m}\ell$, cm^3 gibi birimlerin de kullanılması gerekebilir. Bunun sonucu olarak özkütle birimleri; g/cm^3 , $\text{g/m}\ell$, $\text{kg/\ell}$ şeklinde de kullanılabilir. Bazı maddelerin özkütle değeri Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

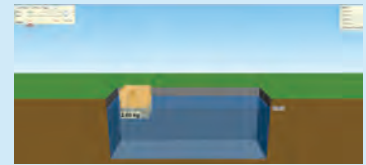
Tablo 2.4: Katı, Sıvı ve Gaz Maddelerin Özkütle Değerleri

Madde	Özkütle (kg/m ³)	Madde	Özkütle		Madde	(kg/m ³)
			(kg/m ³)	(g/cm ³)		
altın	19300	aseton	792	0,792	hava	1,28220
buz	917	bitkisel yağ	920	0,920	helyum	0,17847
patates	670	etil alkol	791	0,791	karbondioksit	1,97680
şeker	1590	su	1000	1,000	oksijen	1,42900
uranyum	18700	süt	1030	1,030	su buharı	0,00500



MERAKLISINA

Özkütle konulu simülasyon

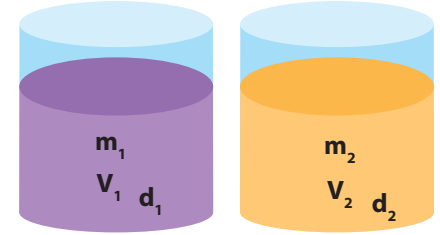


Karışımın Özkütlesi: Sabit basınç ve sıcaklıkta iki ya da daha fazla maddenin kimyasal özelliklerini kaybetmeden bir araya gelmesiyle elde edilen yeni maddeye **karışım** denir. Karışımında kullanılan maddeler birbiri içinde çözünüyorsa elde edilen karışım homojen bir karışım olur. Homojen karışımların özkütlesi $d_{\text{karışım}}$ (d_{ka}) şeklinde gösterilir.

Şekil 2.3'deki kaplarda homojen karışabilen iki farklı sıvı verilmiştir. Verilen sıvıların kütleleri m_1, m_2 hacimleri V_1, V_2 özkütleleri d_1, d_2 olsun. Bu sıvıların tamamı boş bir kaba dökülürse elde edilen karışımın özkütlesi

$$d_{\text{ka}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

işlemi yapılarak hesaplanır.



Şekil 2.3: İki farklı sıvı bulunan kaplar

Bu şekilde homojen karıştırılan daha fazla sayıda madde için

$$d_{\text{ka}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}$$
 işlemi yapılarak hesaplanır.

- Eşit kütle alınarak elde edilen karışımın özkütlesi $d_{\text{ka}} = \frac{2 \cdot d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}$ ile bulunabilir.
- Eşit hacim alınarak elde edilen karışımın özkütlesi $d_{\text{ka}} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}$ ile bulunabilir.
- Kaplardaki sıvıların tamamı alınarak elde edilen karışımın özkütlesi $d_1 < d_2$ ise $d_1 < d_{\text{ka}} < d_2$ olur.
- Birbirlerine karışmayan sıvılar aynı kaba bırakıldıklarında özkütlesi büyük olan sıvı kabın dibinde birikir.



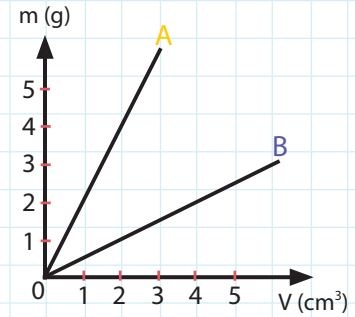
Soru: A ve B maddelerine ait kütle ve hacim miktarları grafikteki gibidir.

a) Bu değerlerden yararlanarak maddelerin özkütleleri olan d_A ve d_B değerlerini bulunuz.

b) A ve B maddelerinden eşit hacimde alınarak homojen bir karışım oluşturulsa karışımın özkütlesi kaç g/cm^3 olur?

c) A ve B maddelerinden ikişer g kütleinde alınarak bir homojen karışım oluşturulsa karışımın özkütlesi kaç g/cm^3 olur?

ç) Karışımın özkütlesinin 1 g/cm^3 olabilmesi için karıştırılması gereken maddelerin hacimleri oranı V_A/V_B kaç olmalıdır?

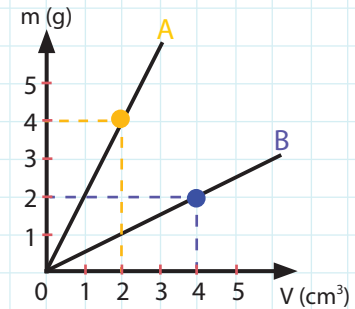


Cevap:

a)

$$d_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{4}{2} = 2 \text{ g/cm}^3$$

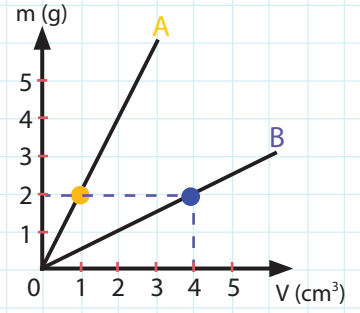
$$d_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ g/cm}^3$$



b) $d_{\text{karışım}} = \frac{d_A + d_B}{2} = \frac{2 + 0,5}{2} = 1,25 \text{ g/cm}^3$

c)

$$d_{\text{karışım}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{2 + 2}{1 + 4} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ g/cm}^3$$



ç)

$$d_{\text{karışım}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{d_A \cdot V_A + d_B \cdot V_B}{V_A + V_B}$$

$$1 = \frac{2 \cdot V_A + 0,5 \cdot V_B}{V_A + V_B}$$

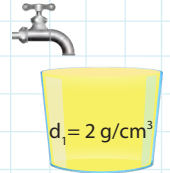
$$V_A + V_B = 2 \cdot V_A + 0,5 \cdot V_B$$

$$0,5 \cdot V_B = V_A$$

$$\frac{V_A}{V_B} = 0,5 = \frac{1}{2}$$



Soru: 500 g kütleli boş kap, taşma düzeyine kadar $d_1 = 2 \text{ g/cm}^3$ özkütleli sıvı ile doluyken toplam kütlesi 1500 g ölçülmektedir. Musluk açılarak $d_2 = 3 \text{ g/cm}^3$ özkütleli ve kaptaki sıvıyla karışmayan sıvıdan kabın hacminin $1/5$ 'ini dolduracak kadar akıtıldığında toplam kütle kaç g olur?



Cevap: Boş kabın kütlesi m_{kap} , 2 g/cm^3 özkütleli sıvının kütlesi m_1 ise kabın toplam kütlesi yazılarak içindeki sıvının kütlesi bulunabilir. Buna göre

$$m_1 + m_{\text{kap}} = 1500 \text{ g}, m_1 = 1000 \text{ g'dır. Kabın hacmine } V_1 \text{ denirse}$$

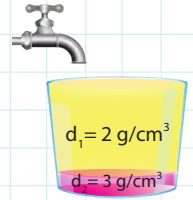
$$V_1 = m_1/d_1 = 1000/2 = 500 \text{ cm}^3 \text{ olarak bulunur.}$$

İkinci durumda taşan sıvı 2 g/cm^3 tür.

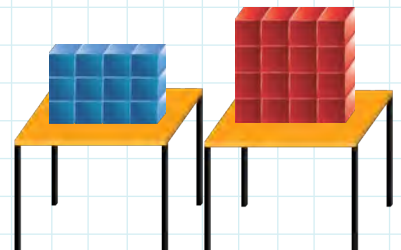
Hacmin $1/5$ 'i $500 \cdot 1/5 = 100 \text{ cm}^3$ yapar. 100 cm^3 hacminde 3 g/cm^3 özkütleli sıvı ve 400 cm^3 hacminde 2 g/cm^3 özkütleli sıvı bulunur.

m_2 özkütlesi d_2 olan sıvının kütlesi ise toplam kütle m_t

$$m_t = m_{\text{kap}} + m_1 + m_2 = 500 + 2 \cdot 400 + 3 \cdot 100 = 1600 \text{ g olur.}$$



Soru: Masalardaki 12 mavi ve 16 kırmızı küpün her birinin hacmi birbirine eşit olup kırmızı olanların özkütlesi mavi olanların iki katıdır. Kırmızı küplerden kaç tanesi mavi küplerin üzerine konulursa masalar üzerindeki kütlelerin toplamı eşit olur?



Cevap: Birinci masadaki toplam kütle m_1 , ikinci masadaki toplam kütle m_2 , aktarılan küp sayısı da n olsun.

$$m_1 = m_2$$

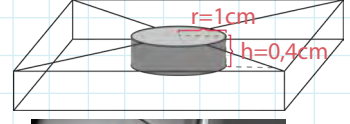
$$d \cdot 12V + n \cdot 2d \cdot V = 2d \cdot 16V - n \cdot 2d \cdot V$$

$$n \cdot 4 \cdot dV = 20 dV$$

$$n = 5$$



Soru: Şekildeki plastik buzdolabı süslerinin her birinin toplam kütlesi 50 g'dır. Metal dolaplara tutunması için plastik süsün içine silindirik şekilde oyuk açılarak mıknatıs yerleştirilmiştir.



Plastiğin özkütlesi 1 g/cm^3 ve mıknatısın özkütlesi 3 g/cm^3 ise dolap süsünün yalnız plastik kısmının kütlesi kaç g'dır? ($\pi = 3$ alınız)



Cevap: $V_{\text{mıknatıs}} = \pi \cdot r^2 \cdot h$ olduğundan $V_{\text{mıknatıs}} = 3 \cdot 1^2 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ cm}^3$ silindirik şeklindeki oyuğun ya da mıknatısın hacmidir. Mıknatısın kütlesi $m = d \cdot V = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ g}$ olur. Bu durumda $m_{\text{plastik}} + 3,6 = 50 \text{ g}$ olmalıdır. $m_{\text{plastik}} = 50 - 3,6 = 46,4 \text{ g}$ 'dır.



Soru: Zeytinyağı ile tam dolu teneke kap toplam 4,6 kg kütlesindedir. Aynı kap yağ bittikten sonra su ile tam doldurulunca toplam kütle 5,6 kg olmaktadır. Suyun özkütlesi $d_{\text{su}} = 1 \text{ g/cm}^3$, zeytinyağının özkütlesi $d_z = 0,8 \text{ g/cm}^3$ olduğuna göre boş teneke kabın kütlesi kaç gramdır?

Cevap:

I. yol

$$m_{\text{kap}} + m_{\text{su}} = 5600 \text{ g}$$

$$m_{\text{kap}} + m_{\text{z.yağ}} = 4600 \text{ g}$$

$$m_{\text{su}} - m_{\text{z.yağ}} = 1000 \text{ g}$$

$$m = d \cdot V \text{ olduğundan}$$

$$d_{\text{su}} \cdot V_{\text{kap}} - d_{\text{z.yağ}} \cdot V_{\text{kap}} = 1000$$

$$V_{\text{kap}} (d_{\text{su}} - d_{\text{z.yağ}}) = 1000$$

$$V_{\text{kap}} (1 - 0,8) = 1000$$

$$V_{\text{kap}} = 5000 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{su}} = 5000 \text{ g (özkütlesi } 1 \text{ g/cm}^3 \text{ olduğundan)}$$

$$m_{\text{kap}} + m_{\text{su}} = 5600 \text{ g}$$

$$m_{\text{kap}} = 600 \text{ g olur.}$$

II. yol

Özkütle ile kütle doğru orantılıdır. Bu durumda iki farklı sıvının özkütle değişimini dikkate alarak bir doğru orantı kurulursa

$$d = 1 \text{ g/cm}^3 \text{ iken } m_{\text{toplam}} = 5600 \text{ g}$$

$$d = 0,8 \text{ g/cm}^3 \text{ iken } m_{\text{toplam}} = 4600 \text{ g}$$

$$d = 0 \text{ g/cm}^3 \text{ olsa } m_{\text{toplam}} = ?$$

özkütle (1-0,8) yani $0,2 \text{ g/cm}^3$ değiştiğinde kütle 1000 g değişiyorsa özkütle 1 g/cm^3 değiştiğinde (yani kapta sıvı kalmadığında) ne kadar değişir şeklinde orantı kurulur.

Özkütle değişim oranı 5 kat olduğuna göre kaptaki kütle 5000 g daha azdır.

$$5600 - 5000 = 600 \text{ g boş kap kütlesi olmalıdır.}$$



ÇALIŞMA KÖŞESİ 5

Bir kaba özkütlesi d_A ve özkütlesi d_B olan iki sıvı dökülmektedir. A ve B sıvılarının özkütleleri sırasıyla $0,3 \text{ kg/m}^3$ ve $0,5 \text{ kg/m}^3$ tür.

a) Kaba dökülen sıvıların kütlelerinin eşit olması durumunda,

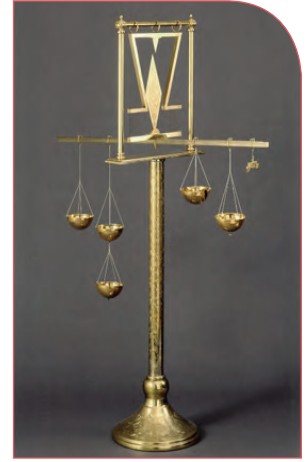
b) Kaba dökülen sıvıların hacimlerinin eşit olması durumunda
kaptaki karışımın özkütlesi kaç kg/m^3 olur?

Arşimet ve el-Hazini'nin Özkütle ile İlgili Çalışmaları: Maddenin nicel olarak tanımlanabilmesi için geçmiştenden bugüne oldukça özgün çalışmalar vardır. Örnek olarak Arşimet ve el-Hazini'nin özkütle hakkındaki çalışmalarına değinilecektir.

Arşimet MÖ 287-212 yılları arasında yaşamış, Sicilya'nın Siraküz kenti doğumlu, Yunan matematikçi, astronom, filozof ve mühendistir. Geometri, cebir, trigonometri, astronomi, astroloji, mekanik ve simya üzerinde çalışmalar yapmıştır. Arşimet'in özkütle ile ilgili yaptığı çalışmalarla ilgili birkaç rivayet vardır. Bir hikâyeye göre Yunan Kralı Hiero (Hiyero), saray kuyumcusuna yeni bir taç hazırlamasını emreder. Kral, kuyumcunun altının bir kısmını çaldığından ve onun yerine daha ucuz olan gümüş kullandığından şüphelenir. Arşimet'ten de gerçeği ortaya çıkarmasını ister. Madenlerin değişik ağırlıkları olduğunu bilen Arşimet, taç üzerinde yapacağı işlemlerle onu bozmak istemez. Bu nedenle Arşimet başka bir çözüm bulmak zorunda kalır.

Küçük bir altın küpü, boyutları aynı olan gümüş bir küpten daha ağırdır bilgisinden yararlanmak ister. Bir su kabına tacın ağırlığına eşit miktarda altın, başka bir kaba tacın ağırlığına eşit miktarda gümüş, üçüncü bir kaba da tacın kendini koyar. Yaptığı deneyde, tacın altından daha fazla ve gümüşten daha az su kütlesiyle yer değiştirdiğini ortaya çıkarır. Bu sonuca göre tacın saf altından değil, altın ve gümüş karışımından yapıldığı sonucuna ulaşır.

Asıl adı Abdurrahman Hazini olan el-Hazini, XI. yüzyıl sonları ile XII. yüzyılın başlarında Horasan'da yaşamıştır. el-Hazini, maddelerin öz kütlesini ölçmek için günümüz teknolojisinde kullanılan modern hidrostatik teraziyi icat etmiştir. el-Hazini "Mizanü'l-Hikme" adını verdiği hassas terazi ile metallerin ve taşların saf olup olmadıkları, iki elemetten meydana gelen alaşımlarda metallerin karışma oranları bulunabiliyordu. Bu terazi daha önce yapılanlardan çok üstündü. Kütle ölçümü için kullanılan teraziyle özkütleyle ulaşılmış olması el-Hazini'nin büyük bir başarısı olarak kabul edilebilir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: el-Hazini tarafından icat edilen "Hikmet terazi"

2. 1. 2. Özkütlenin Hayatımızdaki Yeri

Maddeler sınıflandırılırken saf maddeler ve karışımlar olarak ikiye ayrılır. Aynı cins atom ya da moleküllerden oluşan maddeler, **saf maddeler** olarak tanımlanır ve sabit sıcaklıkta sabit bir özkütleleri vardır. Tuz, su, altın, oksijen vb. saf maddelerdir.

Her türlü oranda bir araya gelip kimyasal özelliklerini kaybetmeden oluşan maddelere ise **karışım** denir. Karışımlar homojen veya heterojen olabilir, bunların sabit bir özkütlesi yoktur ve fiziksel yolla ayrıştırılabilir. Örneğin katı-katı karışımlarda özkütlesi küçük olan madde, özkütlesi büyük olan maddeden **savurma yöntemi** ile ayrılır. Fıstıkları kabuklarından rüzgârlı bir ortamda savurarak ayırabilirsiniz (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Rüzgârda savrulan fıstıkların kabuklarından ayrılması

Özkütleleri farklı olan ve suda çözünmeyen iki katı maddeyi ayırmak için **özkütle farkından** yararlanılır. Örneğin özkütlesi büyük olan kum dibe çöker, küçük olan talaş su üzerinde yüzer.

Sıvı-sıvı maddelerin oluşturduğu karışımlarda da özkütle farkından yararlanılır. Ayırma hunisi kullanılarak yapılan ayırma işleminde özkütlesi büyük olan, huninin alt kısmında; özkütlesi küçük olan, üst kısmında toplanır. Su musluktan akıtılarak ayırım gerçekleşir. Zeytinyağı-su, mazot-su vb. karışımlar bu şekilde ayrılır.

Özkütle kavramı, hayatın birçok alanında kolaylık sağlar. Özkütleden; kuyumculuk, porselen yapımı, ebru sanatı, hastanelerde yapılan tahlil işlemleri vb. alanlarında faydalanılır. Örneğin nehirlerin yavaş aktığı geniş bölümlerinde, taş ve kayaların çevresinde biriken altınları ulaşmak için altın içeren karışım, eğik bir düzlemde akıtılır (Görsel 2.7). Altının özkütlesi sudan 19 kat daha büyük olduğu için eğik yüzeyden kaymaz. Diğer kırıntılar ise düzlemde aşağıya doğru sürüklenir. Bu sayede altın kırıntıları ayrılmış olur. Biriken altını toprak ve diğer kırıntılardan ayırmak için kullanılan altın tavaşı ve leğeninde sallama ve yıkama işlemleri uygulanır. Bu işlemlerin her biri, altının özkütlesinin büyük olmasına dayanır.



Görsel 2.7: Altın arama işlemi

Günlük hayatta kullanılan porselenler de özkütlenin belli bir değerinde olması sonucu üretilir. Porselen üretiminde kullanılan doğal ham maddeler; kil, kuvars ve feldispattır (bir mineral grubunun genel adı). Bu maddeler belirli oranlarda karıştırılır (Görsel 2.8). Porselenin su geçirmezliği, kalitesi, dayanıklılığı için karışımın özkütlesinin belirli bir değerinde olması gerekir. İdeal özkütle değeri 2,5 g/cm³ civarındadır. Ardından karışım öğütülerek toz hâline getirilir ve yoğurularak porselen hamuru elde edilir. Elde edilen hamur, kaplara dökülüp şekil verildikten sonra fırınlanır. Tasarımı yapılan ürüne ulaşılmış olur.



Görsel 2.8: Kilden çömlek yapımı



Görsel 2.9: Ebru, Türk kâğıt süsleme sanatı, 2014 yılı itibarıyla ülkemiz adına UNESCO İnsanlığın Somut Olmayan Kültürel Mirası Temsili Listesi'ne kaydedilmiştir.

Özkütlenin bir diğer kullanım alanı ise Türk kâğıt süsleme sanatı olan ebru sanatıdır (Görsel 2.9). Kendine has teknik ve malzeme ile yapılan ebru sanatı, teknedeki suyun üzerinde boyalarla yapılan desenin kağıda aktarılmasıdır. Saf su çok hareketli olduğu için teknede kullanılacak suyun özkütlesinin artırılması gerekir. Bu durum boyanın yüzeyde tutunmasını ve dibe çökmemesini sağlamaktadır. Suyun, özkütlesini arttırmak için kitre (ülkemizin güney ve güneydoğu bölgelerinde kırlarda yetişen yabani bir dikenin özsuğu) gibi doğal maddelerle karıştırılır.



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Sıvı kalayın özkütlesi, camın özkütlesinden büyüktür. Pencere camı üretiminde sıcak hâldeki sıvı cam, yine sıvı kalay dolu tanklara dökülerek soğumaya bırakılır. Özkütlesi daha küçük olan cam, suya dökülen zeytinyağı gibi kalayın üzerinde ince, pürüzsüz bir tabaka hâlinde soğuyarak bildiğimiz şeklini alır. Bu üretim tarzına benzer özkütle farkının kullanıldığı üretim yöntemlerini araştırınız.

2. 2. Dayanıklılık



Görsel 2.10: İstanbul Fatih Sultan Mehmet Köprüsü

Bir makine ya da yapı tasarlanırken birçok test yapılır, buradaki amaç ideal olana ulaşmaktır. Bu süreçte; modeller test edilir, malzeme kalitesi incelenir, boyutlar belirlenir.

Bir tasarımda az malzeme ile en dayanıklı yapı elde edilmek istenir. Burada kullanılan belirli ölçekler vardır. Örneğin büyük bir yapı inşa ederken küçük bir yapıda kullanılan ölçek baz alınamaz. Yapının oluşabilmesi için ölçeği değiştirmek gerekir. Örneğin Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nün maketi için gereken taşıyıcılar ile gerçeğinin taşıyıcıları aynı değildir. Maketi için tutkal ve karton yeteriyken gerçeğinde çelik halatlar ve beton kullanılır (Görsel 2.10).

Canlıların yapısında ve hareketlerinde de dayanıklılık önemli bir yer tutar. Bilim insanlarının yaptığı çalışmalar sonucunda canlı yapısının, dayanıklılık problemlerine karşı en uygun yapıda olduğu deneylerle doğrulanmıştır. Kemiklerin, sürekli ivmeli bir harekete maruz kaldıkları için, dayanıklı olmalarının yanında hafif olmaları da gerekir. Canlıların kemiklerinin minimum ağırlıkta ve maksimum dayanıklılıkta olması bunun bir göstergesi olarak kabul edilir.

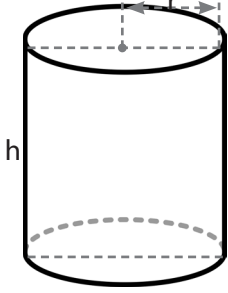
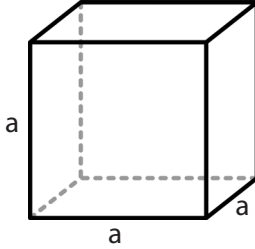
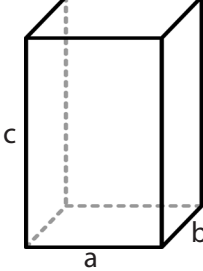
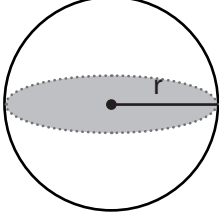
2. 2. 1. Dayanıklılık Nedir?

Katıların belirli bir şekli ve hacmi vardır. Katı bir cismin üzerine uygulanan çekme ya da germe kuvvetlerine karşı gösterdiği direnç kuvvetine **dayanıklılık** denir. Ancak burada maddelerin kendi ağırlıklarına karşı sahip oldukları dayanıklılığından bahsedilecektir. Katı maddelerin boyutları aynı oranda büyütüldüğünde, hacimlerdeki artış kesit alanındaki artışından daha fazla olacağından, ağırlığına karşı olan dayanıklılığı azalacaktır. Örneğin silindirik bir konserve kutusu tasarlanırken, en az miktarda malzeme kullanarak, en büyük hacimde ürün elde etmek için matematiksel bağıntılarla işlem yapmak yeterlidir. Konserve kutusunun çapı ve yüksekliği birbirine eşit olarak alınırsa en küçük alan ile, en büyük hacim elde edilmiş olur. Konserve kutusunun dayanıklılığı içinse malzeme kalitesi ve kesit alanının uygunluğu gerekir.

Tüm bu durumlar incelendiğinde; katıların boyutları, kesitleri, yüzey alanları, hacimleri ve bunlar arasındaki ilişkiler ile dayanıklılığının nelere bağlı olduğunu bilmek gerekir. Katı maddelerin dayanıklılığı kesit alanı ile doğru orantılı, hacmi ile ters orantılıdır.

Prizma şeklindeki katılarda Dayanıklılık $\propto \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$ ya da Dayanıklılık $\propto \frac{1}{\text{Yükseklik}}$ şeklinde gösterilir. Bazı düzgün cisimlerin dayanıklılıkları Tablo 2.5'te gösterilmiştir.

Tablo 2.5: Bazı düzgün cisimlerin dayanıklılıkları

	Silindir Taban Alanı = $\pi \cdot r^2$ Yüzey Alanı = $2\pi \cdot r^2 + 2\pi \cdot r \cdot h$ Hacmi = $\pi \cdot r^2 \cdot h$ DAYANIKLILIK $\propto \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{\pi \cdot r^2}{\pi \cdot r^2 \cdot h} = \frac{1}{h}$
	Küp Kesit Alanı = a^2 Yüzey Alanı = $6 \cdot a^2$ Hacmi = a^3 DAYANIKLILIK $\propto \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{a^2}{a^3} = \frac{1}{a}$
	Dikdörtgen Prizma Kesit Alanı = $a \cdot b$ Yüzey Alanı = $2(a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$ Hacmi = $a \cdot b \cdot c$ DAYANIKLILIK $\propto \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{a \cdot b}{a \cdot b \cdot c} = \frac{1}{c}$
	Küre En Büyük Kesit Alanı = $\pi \cdot r^2$ Yüzey Alanı = $4 \cdot \pi \cdot r^2$ Hacmi = $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ DAYANIKLILIK $\propto \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{\pi \cdot r^2}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3} = \frac{3}{4r}$



Soru: Yarıçapları r ve $2r$ olan aynı maddeden yapılmış iki kürenin;

a) Yüzey alanları

b) Hacimleri

c) Dayanıklılıkları oranlarını bulunuz.

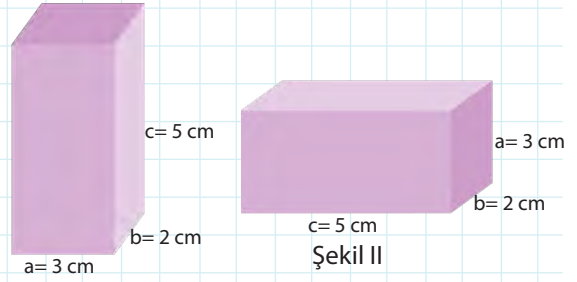
Cevap: a) $\frac{A_1}{A_2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot r_1^2}{4 \cdot \pi \cdot r_2^2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^2}{4 \cdot \pi \cdot (2r)^2} = \frac{r^2}{4 \cdot r^2} = \frac{1}{4}$

b) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_1^3}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_2^3} = \frac{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (2r)^3} = \frac{1}{8}$

c) $\frac{\text{Dayanıklılık}_1}{\text{Dayanıklılık}_2} \propto \frac{\frac{3}{4r_1}}{\frac{3}{4r_2}} \propto \frac{\frac{3}{4r}}{\frac{3}{4 \cdot 2r}} = 2$



Soru: Dikdörtgen prizma şeklindeki cisim, Şekil I ve Şekil II'deki gibi zemine konulduğunda dayanıklılık durumlarını karşılaştırınız.



Cevap: Dayanıklılık, cismin kesit alanının hacmine oranıdır.

$$\text{Dayanıklılık} \propto \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$$

Buna göre 1. durumdaki dayanıklılık

2. durumdaki dayanıklılık

$$D_I \propto \frac{a \cdot b}{a \cdot b \cdot c}$$

$$D_{II} \propto \frac{c \cdot b}{a \cdot b \cdot c}$$

$$D_I \propto \frac{3 \cdot 2}{3 \cdot 2 \cdot 5} \propto \frac{1}{5}$$

$$D_{II} \propto \frac{5 \cdot 2}{5 \cdot 2 \cdot 3} \propto \frac{1}{3}$$

2. durumdaki dayanıklılık daha fazladır denilir.



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

İzlediğimiz bazı bilim kurgu filmleri gerçek olabilir mi? Hulk, King Kong gibi kahramanlar için ne dersiniz?

2. 3. Yapışma ve Birbirini Tutma

Molekülleri bir arada tutan en önemli faktör moleküller arası çekim kuvvetidir. Örneğin sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvveti zayıf olduğundan moleküller birbirleri üzerinden kayar. Sıvı molekülleri ile diğer maddelerin molekülleri arasında da çekim kuvveti oluşur. Aynı tür moleküller arasındaki çekim kuvveti-ne **birbirini tutma (kohezyon)** kuvveti denir. Farklı tür moleküller arasındaki çekme kuvvetine **yapışma (adezyon)** kuvveti denir.

2. 3. 1. Adezyon ve Kohezyon Olayları



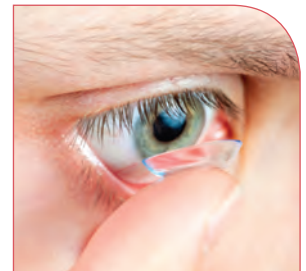
Görsel 2.11: Su damlası

Kohezyon kuvveti sıvı moleküllerinin birbirini tutmasını sağlar. Su damlası buna örnek verilebilir. Bir su damlasını oluşturan her bir taneciğe diğer tanecikler tarafından kohezyon kuvveti uygulanır. Tanecikler öteleme hareketi yapabildikleri için kohezyon kuvveti sebebiyle birbirlerine yaklaşıp yüzey alanlarını küçültmüş olurlar. Böylelikle damlayı oluşturan tanecikler birbirlerine çok yakın şekilde toplanarak bir şekil oluşturur ve bu şekil en küçük yüzey alanına sahip olan küredir (Görsel 2.11).



Görsel 2.12: Çay bardağının çay tabağına yapışması

Adezyon kuvveti ise farklı iki madde arasındaki çekim kuvvetidir. Sıvı moleküllerinin başka yüzeylere tutunmasını sağlar. Örneğin çay tabağı ile çay bardağı arasında bir miktar su ya da çay tabakası olduğunda adezyon kuvveti sebebiyle tabak ve bardak birbirine yapışır (Görsel 2.12). Adezyon kuvveti tabağın ağırlığından daha büyük olduğu için tabak bardakla birlikte hareket eder. Kontakt lenslerin göz küresinde düşmeden durabilmesinin sebebi de adezyon kuvvetidir. Gözyaşı sıvısı kontakt lensi kuvvetlice çekerek yapışmasını sağlar (Görsel 2.13).

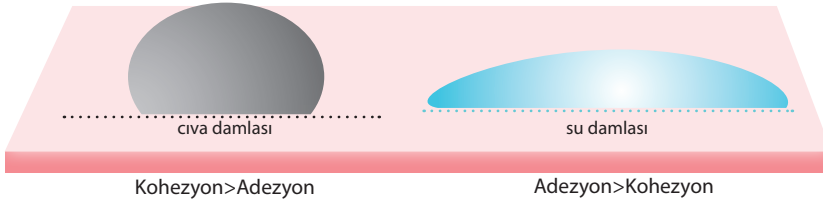


Görsel 2.13: Kontakt lensin göz küresine yapışması

Adezyon kuvvetine yaprakta tutunan su damlası, yağmur damlalarının cama yapışması gibi birçok örnek verilebilir. Bazı durumlarda adezyon ve kohezyon kuvvetlerinden biri diğerinden büyük olabilir.

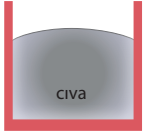
Adezyon kuvveti kohezyondan büyük olduğunda, sıvı molekülleri kabın kenarlarına daha fazla yapışacağı için içbükey şeklini alır. Kohezyon kuvveti adezyondan büyük olduğunda sıvı molekülleri arasında çekim kuvveti fazla olacağından kaptaki sıvı dışbükey şeklini alır (Şekil 2.4).

Kohezyon kuvveti adezyon kuvvetinden büyük olursa sıvı molekülleri birbirini sıkıca tutar ve sıvı yüzeye yayılamaz, bu durumda yüzey ıslanmaz. Eğer adezyon kuvveti kohezyon kuvvetinden büyükse sıvı molekülleri yüzeye daha çok tutunacağından yüzeye yayılır ve yüzey ıslanmış olur (Şekil 2.5).

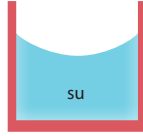


Şekil 2.5: Cıva ve su damlasının kohezyon ve adezyon kuvvetleri arasındaki ilişki

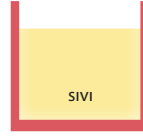
Adezyon ve kohezyon kuvvetleri sıvının, içinde bulunduğu kaptaki davranışını belirler. Kohezyon kuvveti adezyon kuvvetinden büyükse sıvı yüzeyi dışbükeydir (Şekil 2.6). Adezyon kuvveti kohezyon kuvvetinden büyükse sıvı yüzeyi içbükeydir (Şekil 2.7). Kohezyon kuvveti adezyon kuvvetine eşitse sıvı yüzeyi düzdür (Şekil 2.8).



Şekil 2.6: Dışbükey sıvı yüzeyi



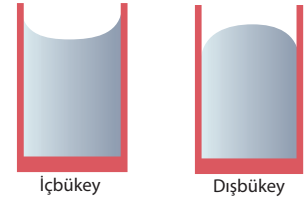
Şekil 2.7: İçbükey sıvı yüzeyi



Şekil 2.8: Düz sıvı yüzeyi

Yüzey gerilimi: Sulu boya fırçasının tüyleri suyun içerisinde dağınık durduğu hâlde sudan çıktığında toplanmış şekildedir. Su içinde yüzerken saçlar dağınık durumdadır. Sudan çıkıldığında ise saçlar aşağıya doğru bir bütün hâldedir. Bu olaylarda sıvıların birbirine uyguladığı çekim kuvvetinin yani kohezyonun etkisi vardır. Sıvı içindeki moleküller etrafındaki diğer moleküller tarafından her yöne ortalama aynı kuvvetle çekilir. Bu da birçok molekülün suyun içine doğru gitmesine sebep olur. Sonucunda sıvı yüzeyinde az sayıda molekül kalır. Yüzeydeki sıvı molekülleri ise sadece iç kısımdaki moleküller tarafından çekilir. Bu durum yüzeyin gergin bir zar gibi davranmasına sebep olur ve bu olaya **yüzey gerilimi** denir (Şekil 2.9). Yüzey gerilimi katsayısının birimi SI birim sisteminde N/m veya J/m²dir.

Yüzey gerilimi her sıvının yüzeyinde oluşan bir özelliktir. Her sıvının yüzey gerilimi aynı değildir. Yüzey geriliminin büyüklüğü; sıvının saflığına, cinsine ve sıcaklığına bağlıdır. Sıvıyı oluşturan moleküllerin cinsi yüzey geriliminde değişikliğe sebep olur. Tablo 2.6'da bazı sıvıların yüzey gerilim katsayıları gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Kıvrımlı sıvı yüzeyi



MERAKLISINA

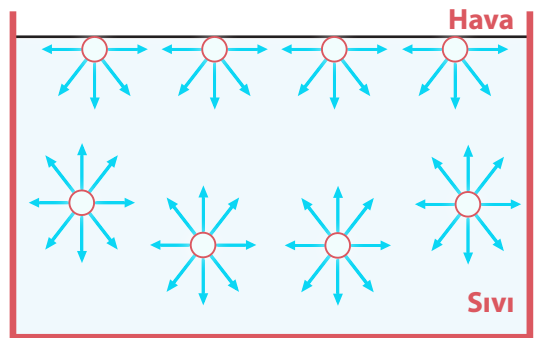


Damlaların küresel bir biçimde birbirini tutması kohezyon kuvveti sayesinde. Damlanın muslukta asılı durması adezyon kuvveti ile gerçekleşir. Damlanın ağırlığı adezyondan büyük ise damla düşecektir.



MERAKLISINA

Adezyon ve kohezyon kuvveti, moleküller arası bir çekim kuvvetidir. Bu kuvvetler elektriksel kuvvetleridir. Moleküller arasında kütle çekim kuvveti de vardır. Fakat elektriksel çekim kuvveti kütle çekim kuvvetinden 10²⁷ kat daha büyüktür.



Şekil 2.9: Yüzey gerilimi

Tablo 2.6: Bazı Sıvıların 20 °C Sıcaklıktaki Yüzey Gerilimi

Sıvı (20°C)	Yüzey Gerilimi (N/m)
etanol	0,022
aseton	0,023
gliserol	0,063
su	0,072

Bir sıvının sıcaklığı arttığında kinetik enerjisi de artar. Buna bağlı olarak tanecikler daha hızlı hareket eder. Bu da tanecikler arasındaki çekim kuvvetinin azalmasına sebep olur. Çekim kuvvetinin azalmasıyla birlikte yüzeydeki taneciklerin yüzey gerilimi azalır. Örneğin suyun sıcaklığı arttıkça yüzey gerilimi azalır (Tablo 2.7).

Tablo 2.7: Farklı Sıcaklıklarda Suyun Yüzey Gerilimi

Sıcaklık (°C)	Yüzey Gerilimi (N/m)
0	0,075
20	0,072
25	0,071
50	0,067
100	0,058

Sıvı içerisine bir başka madde eklendiğinde sıvının saflığı bozulur. Bu da yüzey gerilimini etkiler. Örneğin suyun içerisine tuz eklendiğinde suyun yüzey gerilimi artar, temizlik amaçlı kullanılan şampuan, deterjan, sabun vb. maddeler ise yüzey gerilimini azaltır. Böylelikle su molekülleri kirlere daha kolay erişir. Ayrıca temizlik yapılırken sıcak su kullanılması daha etkili bir sonuç sağlar. Bunun sebebi suyun sıcaklığının artmasıyla yüzey geriliminin azalmasıdır. Sıvıya çözünmeyen bir başka madde eklendiğinde de yüzey gerilimi genellikle azalır. Sıvı ve madde molekülleri arasında etkileşim olacağından dolayı bu azalma meydana gelir. Bazı çözelti ve karışımlarda ise değişme gözlenmeyebilir.

- Bazı böcekler su üzerinde batmadan durabilir mi?
- Ebru sanatında su yüzeyine bırakılan boyalar su üzerinde kalabilir mi?
- Atış ya da toplu iğne suyun üzerine yavaş şekilde bırakılırsa batar mı?
- Plastik ya da tel çerçevelerin sabunlu su ile doldurulup üflenmesi ile oluşan köpük baloncukları elde edilebilir mi?

Kılcallık: Ucu çaya dokundurulan küp şekerin çayı hızlıca çekmesi ve çayın şekeri ıslatması, gaz lambasında fitilin üst ucuna hazneden gaz yağı taşınması, spor malzemelerinde kullanılan kumaşların teri çekmesi, bitkilerde suyun köklerden yapraklara taşınması gibi olayların temelinde adezyon kuvveti etkilidir (Görsel 2.14 ve Görsel 2.15 ve Görsel 2.16). Sıvıların adezyon kuvvetiyle bir tüp ya da oyuk içerisinde gösterdiği yayılma hareketine **kılcallık** denir. Kılcallığı gözlemlemek için en pratik düzenek kılcal borulardır. İçerisinde sıvı bulunan bir cam kılcal boru daldırılmasıyla oluşturulan bu düzeneklerde sıvı belli bir seviyeye kadar yükselir. Kesitleri farklı olan kılcal borularda sıvının yükselme miktarı kesit alanıyla ters orantılıdır (Şekil 2.10).



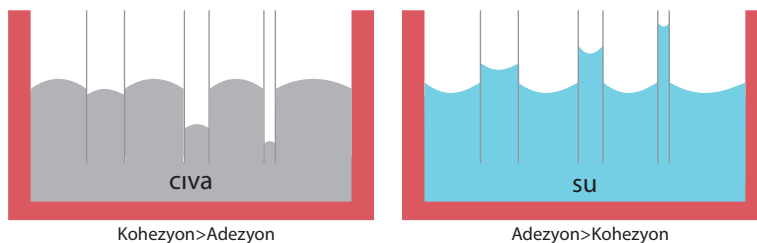
Görsel 2.14: Kılcallık etkisiyle kahvenin şeker içinde yayılması



Görsel 2.15: Gaz lambasında gaz yağının fitilin üst ucuna taşınması



Görsel 2.16: Spor malzemeleri



Şekil 2.10: Kılcal borularda kohezyon-adezyon kuvveti



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Su damlalarının yuvarlak bir şekilde olduğunu görmüşsünüzdür. Bunun sebebi ne olabilir?



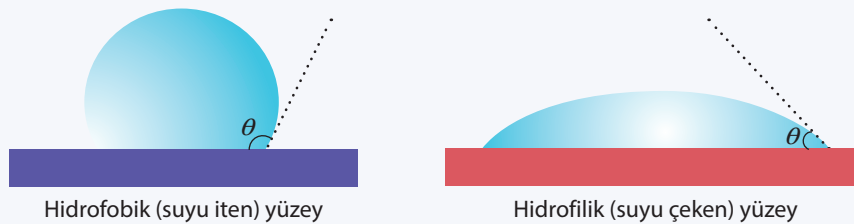
OKUMA METNİ

Hidrofobik ve Hidrofilik Yüzey Nedir?

Yunancada "hydro" 'su', "phobos" 'korku', "philia" ise 'arkadaşlık' anlamına gelir. Bunları sırası ile birleştirirsek hidrofobik sudan korkan yani suyu sevmeyen; hidrofilik ise suyla arkadaş yani suyu seven anlamına geliyor. Süperhidrofobik ve süperhidrofilik ise sudan nefret eden ve suyu çok seven demektir. Bu yüzeyler suyla yaptıkları değme açısına göre adlandırılırlar. Değme açısı bir katının bir sıvı tarafından ıslatılma miktarının nicel ölçümüdür. Değme açısı, (θ), 90 dereceden küçükse sıvı yüzeyi ıslatıyor, 90 dereceden büyükse ıslatmıyor denir (Görsel 2.17). Su damlası yüzeyde yayılma eğilimi gösteriyorsa buna hidrofilik yüzey, damla yayılmak yerine küresel bir şekilde durma eğilimi gösteriyorsa hidrofobik yüzey adı verilir. Eğer yüzeyler bu eğilimleri çok fazla gösteriyorsa, yani su damlası tamamen yayılıyor ve yüzeyle yaptığı açı 5 dereceden küçükse (0 dereceye yaklaşıyorsa) buna süperhidrofilik; damla neredeyse küresel bir şekilde duruyorsa ve yüzeyle yaptığı açı 150 dereceden büyükse (180 dereceye yaklaşıyorsa) süperhidrofobik yüzeyler denir (Şekil 2.11).



Görsel 2.17: Kumaş yüzeyinde su damlası



Şekil 2.11: Su damlasının farklı yüzeylerdeki durumu

Değme açısını etkileyen en önemli faktörler katının yüzey enerjisi ve pürüzlülüğüdür. Yüzey enerjisi, yüzey gerilimi sonucu ortaya çıkar. Bir kristal yapısı düşünürsek, bu kristalin içindeki bir atom her yönden çekme kuvvetine maruz kaldığı için kararlı bir şekilde yerini koruyabilir. Yüzey atomları için aynı durum söz konusu değildir. Yüzey atomu, içerideki bir atoma uygulanan çekme kuvvetinin yarısını hisseder ve bu yüzden yüzeyden kopma eğilimi gösterir bu da yüzey gerilimi yaratır. Yüzey gerilimi düştükçe temas açısı da düşer. Yüzey pürüzlülüğünün artması ise hem hidrofilik hem hidrofobik özelliklerin artmasına neden olur. Hatta pürüzlülük olmadan ulaşılabilecek maksimum değme açısı hidrofobik bir yüzey için 120 dereceyi geçemez. Pürüzlülük yüzeyle su damlası arasında hava sıkışmasını sağladığı için aradaki etkileşme miktarını da düşürür, dolayısıyla değme açısı hidrofobik yüzeylerde artar [2.2].

Ünite Özeti

Kütle (m), hacim (V) ve eylemsizliği olan her şey maddedir. Maddeler fiziksel olarak katı, sıvı veya gaz hâllerinde bulunabilir.

Bir maddenin sabit sıcaklık ve basınçta kütlesiyle hacmi oranlanınca bulunan değere, o maddenin özkütlesi (d) denir. Saf maddeler karıştırılarak karışımlar elde edilir; bir karışımın özkütlesi kendini oluşturan maddelerin özkütlelerinden farklıdır. Karışımın özkütle değeri karışanların oranları hakkında bilgi verir. Karışık hâldeki farklı özkütleli bazı sıvılar bir süre beklenince birbirinden ayrılır böylece de büyük özkütleli olanın dipte biriktiği bir ayırım gözlenir. Özkütleyle dair bu bilgiler günlük yaşamda, sanatta veya endüstriyel üretimde çokça kullanılan pratik yöntemlere dönüşmüş olarak karşımıza çıkar.

Katı maddeler dış etki olmadığı takdirde sabit şekle sahiptir. Katının şeklini koruma kabiliyeti onun dayanıklılığının göstergesidir. Dayanıklılık katının kesit alanıyla doğru; hacmi ile ters orantılıdır.

Sıvı moleküllerinin birbirleriyle tutunma (kohezyon) ve konuldukları kabın molekülleriyle yapışma (adezyon) kuvvetleri vardır. Bu kuvvetlerin birbirine göre miktarları sıvılara dair yüzey gerilimi, kılcallık, ıslatma gibi olaylarda belirleyicidir.



KAVRAM YANILGISI

Bu ünitedeki konularla ilgili en sık rastlanılan kavram yanılgıları şöyle sıralanabilir:

- Kilo, kütle birimi; santi, uzunluk birimidir.
- Demir, gaz; oksijen, katı hâlde bulunmaz.

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki yargıları değerlendirerek doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

D	Y	Doğru (D), Yanlış (Y)
		1. Tüm katı cisimlerin hacmi, taban alanı ile yüksekliklerinin çarpımı yoluyla bulunur.
		2. Sabit sıcaklık ve basınçta kütle-hacim grafiğinin eğimi sabittir.
		3. İki maddenin karışımının özkütlesi, karışanların herhangi birinin özkütlesiyle aynı olamaz.
		4. Aynı maddeden yapılmış, aynı geometrik şekle sahip iki cisimden boyu daha kısa olanın dayanıklılığı daha fazladır.
		5. Kaptaki sıvının kenar kısımları orta bölgesinden yüksekte ise adezyon kuvveti kohezyon kuvvetinden fazladır.
		6. Sabit sıcaklık ve basınçta maddenin kütle-hacim oranına özkütle denir.
		7. Bir kürenin yarıçapı iki katına çıkarsa hacmi sekiz katına çıkar.
		8. Kütlenin birimi g/cm^3 tür.
		9. Sıcaklığın artması suyun yüzey gerilimini azaltır.

B) Aşağıdaki soruların cevabını numaraları ile eşleşen bölüme yazınız.

1

2

3

4

5

6

1. Maddenin kütlesi sabitken sıcaklığı arttığında azalan fiziksel özelliği.

2. Maddenin üç boyutlu uzayda kapladığı yer.

3. Sıvı ve gazların fiziksel hâlini ifade etmek için kullanılan kavram.

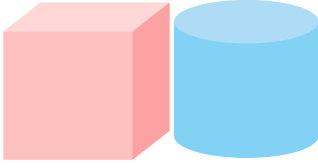
4. Bitkilerin, köklerinden yapraklarına kadar su ulaştırabilmelerini sağlayan adezyon etkisi.

5. Su damlasının aşağı akmayıp camda yapışmasını sağlayan kuvvet.

6. Sıvı yüzeyinde yüzey gerilimini oluşturan moleküller arası çekim kuvveti.

C) Aşağıda verilen çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

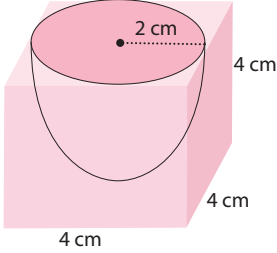
1.



Şekildeki küp ve silindirin kütleleri eşittir. Küpün bir kenarı silindirin yüksekliğine eşit ve yarıçapının iki katıdır. Buna göre özkütleleri oranı $(\frac{d_{\text{küp}}}{d_{\text{silindir}}})$ kaçtır? ($\pi = 3$ alınız)

- A) 1/2 B) 3/4 C) 1 D) 4/3 E) 2

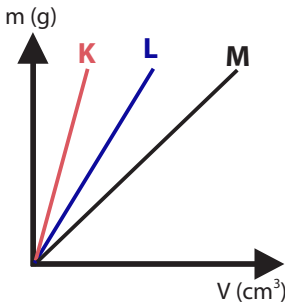
2.



4 cm kenar uzunluklu küpün içinden 2 cm yarıçaplı yarım küre oyulup çıkarılıyor. Bu boşluk su ile tamamen doldurulunca toplam kütle kaç g olur? ($d_{\text{küp}} = 2 \text{ g/cm}^3$, $d_{\text{su}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $\pi = 3$ alınız)

- A) 96 B) 112 C) 128 D) 144 E) 160

3.



Sabit sıcaklık ve basınç altında K, L, M maddelerinin (m-V) grafiğine göre özkütlelerinin büyüklük sıralaması nasıl olur?

- A) $d_K = d_L = d_M$ B) $d_K > d_L > d_M$ C) $d_K = d_L < d_M$ D) $d_K < d_L = d_M$ E) $d_K < d_L < d_M$

4.



K ve L muslukları birim zamanda eşit hacimde sıvı akıtmaktadırlar. K musluğu kabın $\frac{1}{3}$ 'ünü tek başına doldurmuşken L musluğu da açılarak kalan kısmı birlikte doldurmaları sağlanıyor. $d_K = 1 \text{ g/cm}^3$, $d_L = 2,5 \text{ g/cm}^3$ olduğuna göre oluşan karışımın özkütlesi kaç g/cm^3 olur?

- A) 1 B) 1,25 C) 1,5 D) 1,75 E) 2

5. Özkütleleri sırasıyla d ve $5d$ olan A ve B sıvılarından homojen karışım hazırlanacaktır. Kaba önce A sıvısı konup kalan kısım B sıvısı ile tamamlanınca oluşan karışımın özkütlesi $2d$ olmaktadır. Buna göre yalnız A sıvısının hacmi, kabın hacminin yüzde (%) kaçıdır?

- A) 20 B) 25 C) 50 D) 75 E) 80

6. Özkütlesi $1,4 \text{ g/cm}^3$ olan sıvıdan 30 cm^3 , özkütlesi $1,5 \text{ g/cm}^3$ olan sıvıdan 30 g alınarak bir karışım hazırlanıyor elde edilen karışımın özkütlesi kaç g/cm^3 tür? (Sıvılar karışabilmektedir.)

- A) 1,40 B) 1,42 C) 1,43 D) 1,44 E) 1,45

7. 60 cm^3 kuru kum üzerine 70 cm^3 su eklendiğinde oluşan karışımın hacmi 110 cm^3 olarak ölçülüyor. Karışımın kütlesi 150 g olarak ölçüldüğüne göre kumun yoğunluğu kaç g/cm^3 tür?

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

D) Aşağıdaki açık uçlu soruları cevaplayınız.

1. Televizyon ekranlarının büyüklüğü söz konusu olduğunda inch (inç), uçakların yerden yüksekliği söz konusu olduğunda feet (fit) gibi ölçü birimlerini duymuşsunuzdur. Bu birimler, sizce hangi amaçla kullanılmaktadır?
2. Sudaki buz yüzerken başka cins sıvıların katı hâli kendi sıvısında batar. Mesela katı hâldeki demir, erimiş hâldeki demir de batar. Bu farklılık neden kaynaklanmaktadır?
3. Altında "ayar" kavramı sayesinde ürünün içindeki altın yüzdesini anlamamız sağlanmaktadır. Örneğin 24 ayar külçede; neredeyse %100 altın, %0 diğer maddeler kullanıldığı; anlamına gelirken; 12 ayar külçede %50 altın, %50 diğer maddeler bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu da üretilecek eşyanın fiyatında önemli rol oynar. Buna göre saf altının özkütle değerini biliyor olsanız bu bilgi, kütle ve hacmini ölçerek altının saflığı hakkında karar vermek için yeterli olur mu? Başka hangi özellikleri de bilmek gerekir?
4. Birkaç karış büyüklüğünde, araba maketi şeklinde yaş pastaları yapılmaktadır. Aynı malzemelerle, yani kek ve krema kullanarak, arabanın gerçek büyüklüğünde pasta yapılmak istenseydi, maliyet dışında hangi sorunlarla karşılaşılırdı?
5. Şemsiye, yağmurluk gibi eşyalarda suyun kumaşa yapışmaması; havlularda ise suyun adeta mıknaş gibi tutunması nasıl açıklanabilir?
6. Özkütlesi $0,6 \text{ g/cm}^3$ olan küre şeklindeki tahtanın kütlesi 400 g'dır. Tahtanın içinde bir oyuk açılarak cıva ile doldurulduğunda toplam kütle 465 g oluyor. Açılan oyukun hacmi kaç cm^3 tür [2.3]? ($d_{\text{cıva}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$)

E) Aşağıdaki soruları tablo ve metne göre cevaplayınız.

Plastik birçok farklı kimyasal formüle sahip özel bir molekül grubunun adıdır. Bu moleküller, kimyasal özelliklerine ve kullanılma amaçlarına göre kodlanmıştır. Bir ürün hangi ham madde ile üretilmişse onun kodu üzerine yazılır. Plastik maddeler teknolojide çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Ancak doğal olarak geri dönüşümü genellikle yüzyıllar sürdüğünden mutlaka teknolojik süreçlerle dönüşümleri gerekmektedir. Günümüzde yaşadığımız toprak ve su kirliliğinin önemli bir kısmı plastik kaynaklıdır. Bazı plastik moleküllerin özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Plastik kodu	Özkütlesi (g/cm^3)	Üretiminde kullanıldığı ürünler
 PET	1.30 – 1.33	çeşitli boyutlarda içme suyu, gazlı içme suyu, meyve suyu ve bitkisel yağ şişeleri
 PE-HD	0.94 – 0.96	plastik tüpler, atık torbaları, kaseler, kablo yalıtımları, kovalar, ince taşıyıcı torbalar ile süt, su, meyve suları, sıvı deterjanlar, motor yağları, çamaşır suları, şampuanlar, parfüm ve losyon kapları
 PVC	1.32 – 1.42	bitkisel yağlar ve şampuan şişeleri, çamaşır suyu ve şeffaf sıvı deterjan kapları, sıvı motor yağı şişeleri, yapay deriler, pencere temizleme ürünleri, taze et kapları, ketçap şişeleri, yumuşak oyuncaklar, elektriksel yalıtımlar, çatı malzemeleri, borular ve pencere çerçevesi malzemeleri
 LDPE	0.91 – 0.93	çuval, büzgü ve germe şalı, film torbası, çöp torbası, ekmek ve sandviç torbası, çeşitli yiyecek torbaları, gıda kutusu, derin dondurucu torbası, ucuz mutfak malzemesi, bakkal torbaları, margarin tüpleri, çeşitli kavanozların esnek kapakları
 PP	0.90 – 0.92	margarin tüpleri, ketçap şişeleri, çubuk, başlıklar, cips ve bisküvi için poşetler, mikrodalgalı yiyecek tepsileri, ilaç şişeleri, yoğurt kapları, sandalyeler, bavullar, halı yapma, halatlar
 PS	1.03 – 1.06	soğutucular, tepsiler, kahve kapları, cd-dvd kapları, çatal ve bıçak takımı, su bardağı, kapaklar, küçük botlar, fast-food paketleme kapları [2.4]

1. Deniz, göl, nehir yüzeylerinde görülen plastikler hangi kod grubunda bulunur?
2. Su kaynaklarının derinlerinde hangi grup plastik kirleticiler bulunabilir?



HAREKET VE KUVVET

Ünite Açıklaması

Bu ünite de hareket ve çeşitleri, hareketin göreceliliğinden bahsedilecektir. Hareketin temel kavramları olan konum, yer değiştirme, hız, sürat ve ivme arasındaki ilişki etkinliklerle sunulacaktır. Hareket tek boyutta incelenecektir. Kuvvet ve çeşitleri, doğadaki temel kuvvetlerin özellikleri günlük hayat örnekleriyle anlatılacaktır. Newton'ın hareket yasaları veriler üzerinden matematiksel modeller oluşturularak sunulacaktır.

Kavramlar ve Terimler

Öteleme hareketi, dönme hareketi, titreşim hareketi, referans noktası, konum, alınan yol, yer değiştirme, sürat, hız, anlık hız, ortalama hız, ivme, kuvvet, kütle çekim kuvveti, dengelenmiş kuvvet, dengelenmemiş kuvvet, net kuvvet, yer çekimi ivmesi, ağırlık, sürtünme kuvveti, eylemsizlik, etki-tepki kuvvetleri

Konu Başlıkları

3. 1. Bir Boyutta Hareket
 3. 1. 1. Hareket Çeşitleri
 3. 1. 2. Hareketle İlgili Kavramlar
 3. 1. 3. Düzgün Doğrusal Hareket İçin Konum, Hız ve Zaman Grafikleri
 3. 1. 4. Ortalama Hız
 3. 1. 5. Sabit İvmeli Hareket
 3. 1. 6. Farklı Referans Noktalarına Göre Hareket
3. 2. Kuvvet
 3. 2. 1. Kuvvet Nedir?
3. 3. Newton'ın Hareket Yasaları
 3. 3. 1. Kuvvetler Etkisinde Hareket
 3. 3. 2. Kuvvet, İvme ve Kütle Arasındaki İlişki
 3. 3. 3. Etki ve Tepki Kuvvetleri
3. 4. Sürtünme Kuvveti ve Değişkenleri

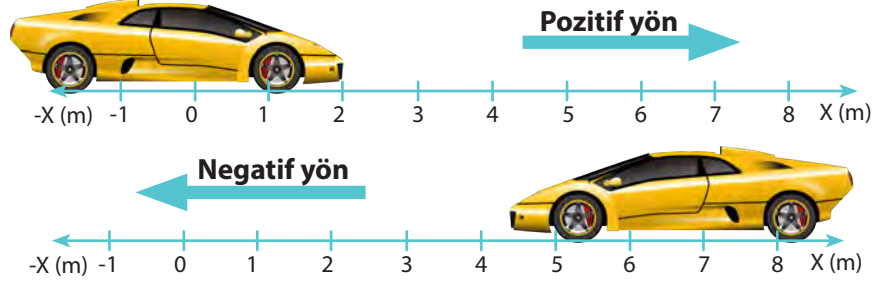
Isınma Turları

1. Cisimleri durgun ya da hareketli yapan etken nedir?
2. Hareket eden otobüsün camından bakıldığında ağaçlar niçin gidilen yönün tersine hareket ediyormuş gibi görünür?
3. Uzayda arkadaşınızla berabersiniz, arkadaşınızın hareket edip etmediğini nasıl anlarsınız?
4. Bir cisme kuvvet uygulanırken cismin hareketi ters yönde olabilir mi?

3. 1. Bir Boyutta Hareket

Evrendeki her şey hareket hâlinindedir. Durgun görünen dağlar bile dünyanın günlük ve yıllık hareketleri nedeniyle aslında hareket hâlinindedir. Hareket eden nesnelerin hızlarını hesaplamak ve yönlerini belirtmek için hareket etmediği kabul edilen bir nokta belirlenir, bu noktaya **referans noktası** denir.

Bir cisim, referans noktasına göre zamanla yerini değiştiriyorsa bu cisim hareket ediyor denir. Matematikte kullanılan sayı doğrusunun sıfır noktası referans olarak seçildiğinde $+x$ tarafına doğru giden hareketlilere **pozitif**, $-x$ tarafına doğru giden hareketlilere de **negatif** yönlü denir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Pozitif-negatif yönde hareket eden otomobil

3. 1. 1. Hareket Çeşitleri



MERAKLISINA

Öteleme hareketi konulu simülasyon



Cismi oluşturan parçacıklar birlikte aynı yönde hareket ediyorsa öteleme hareketi yapmaktadır. Örneğin doğrusal yoldaki otomobil ve trenin hareketi öteleme hareketidir (Görsel 3.1 ve Görsel 3.2). Bu ünite- de bir boyutlu öteleme hareketleri incelenecektir.



Görsel 3.1: Otomobil hareketi



Görsel 3.2: Tren hareketi

Parçacıklar sabit bir nokta etrafında çember çizerek hareket ediyorsa dönme hareketi yapmaktadır. Örneğin vantilatörün ve dönme dolabın hareketi dönme hareketidir (Görsel 3.3 ve Görsel 3.4).



Görsel 3.3: Tavan vantilatörünün hareketi



Görsel 3.4: Dönme dolabın hareketi

Parçacıklar sabit zaman aralıklarında sabit mesafeler arasında gidip gelme hareketi yapıyorsa titreşim hareketi yapmaktadır. Örneğin saat sarkacının ve metronomun hareketi titreşim hareketidir (Görsel 3.5 ve Görsel 3.6).



Görsel 3.5: Saat sarkacının hareketi



Görsel 3.6: Metronomun hareketi



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Hareketi keşfet

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Öteleme, dönme ve titreşim hareketlerini kavramak

Araç ve gereçler: Bozuk para, topaç, esnek en az 20 cm'lik cetvel, ip, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- İpi topacın ince kısmından başlayarak düzgünce sarınız.
- Sarılan ipin diğer ucundan tutup, ince kısmı alta getirip, sert zemine paralel olacak şekilde geri çekerek atınız. Olabildiğince uzun bir süre hareket etmesini sağlayınız ve topacın hareketini gözlemleyiniz.
- Bozuk parayı yatay olarak sıra üzerinde kaydırarak düşmeden en uzak noktada durmasını sağlayınız. Bozuk paranın hareketini gözlemleyiniz.
- Esnek cetvelin bir ucunu bir elinizle bastırarak sıra üzerinde sabitleyiniz.
- Diğer elinizle cetvelin öteki ucunu düşey doğrultuda bir miktar gerdirip serbest bırakınız.
- Aynı işlemi cetvelin sıradaki mesafesini arttırıp azaltarak tekrarlayınız. Cetvelin hareketini gözlemleyiniz.

Not: Topacın dönme süresi, bozuk paranın durana kadar gittiği mesafe, cetvelin hareket süresi karşılaştırılarak etkinlik yarışma formatında yapılabilir.

Sonuçlandırma: Topaç, bozuk para ve cetvel hangi hareket çeşitlerini yapmaktadır? Açıklayınız.

3. 1. 2. Hareketle İlgili Kavramlar

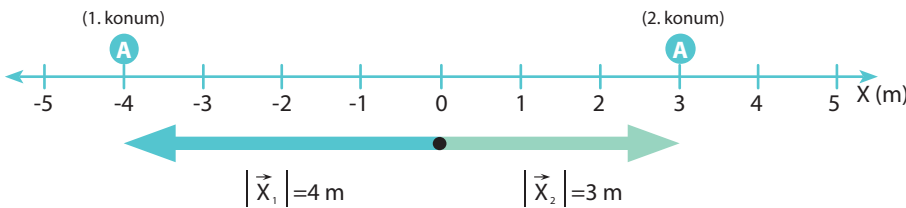
Hareket tek boyutlu ele alınacağından, cisimleri sayı doğrusu üzerinde kabul ederek bu kavramlar açıklanacaktır (Şekil 3.2).

Konum: Cismin herhangi bir anda bulunduğu yere konum denir ve vektörel bir büyüklük olup $\vec{X}$ ile gösterilir. Konum için SI birimi olan **metre (m)** ya da diğer uzunluk birimleri de kullanılabilir.

Referans noktasından başlayıp cismin bulunduğu konuma kadar çizilen vektöre **konum vektörü** denir. A cisminin ilk konumunu $\vec{X}_1$, ikinci durumdaki konumunu $\vec{X}_2$ vektörü ifade eder (Şekil 3.3).



Şekil 3.2: Hareketle ilgili kavramlar



Şekil 3.3: Bir cismin farklı zamanlarda bulunduğu iki farklı konum




MERAKLISINA

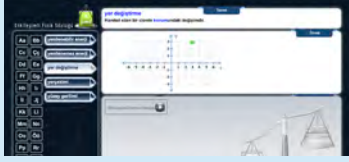
Konum konulu simülasyon





MERAKLISINA

Yer değiştirme konulu simülasyon



Yer Değiştirme: Bir cismin başlangış konumu $\vec{X}_1$ ve son konumu $\vec{X}_2$ arasındaki farka ($\vec{X}_2 - \vec{X}_1$) **yer değiştirme** denir. $\Delta\vec{X}$ ile gösterilir ve vektörel bir büyüklüktür.

$$\Delta\vec{X} = \vec{X}_2 - \vec{X}_1$$

Bir nicelikteki değişimi ifade ederken Yunan alfabesindeki Δ (delta) simgesi kullanılır. Yer değiştirmenin birimi **metre**dir, metrenin katları ve askatları da gerektiğinde kullanılır.



ARAşTIRMA KÖşESİ

Geriye dönük 24 saatlik süreyi dikkate alarak sizin Dünya üzerindeki yer değiştirmenizi ve Dünya'nın Güneş yörüngesindeki yer değiştirmesinin nasıl bulunacağını araştırınız.



Soru:

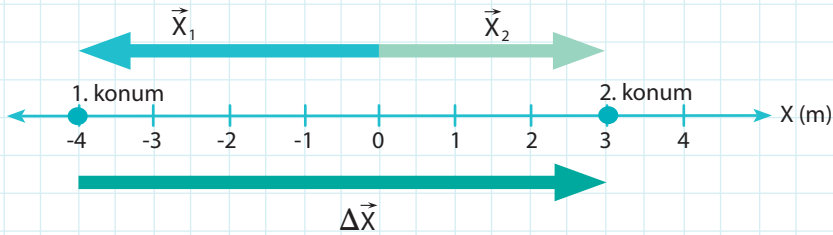


–4 m konumunda bulunan cisim doğrusal yörüngeyi izleyerek +3 m konumuna geldiğinde ne kadar yerdeğiştirmiş olur?

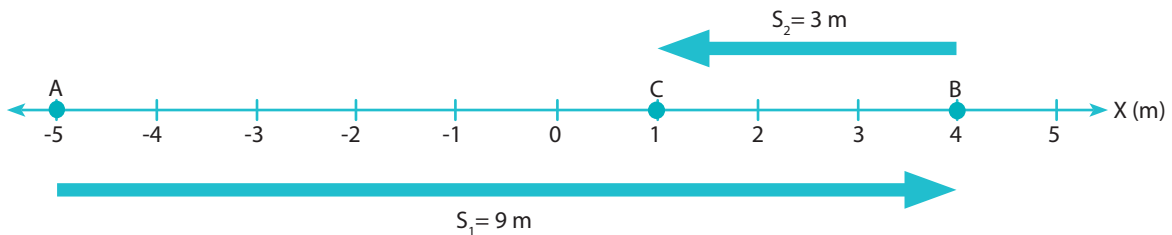
Cevap: İlk durumdaki konum vektörü $\vec{X}_1$, son durumdaki konum vektörü $\vec{X}_2$ olur. Yer değiştirme vektörü ise ilk konumdan başlayıp son konuma çizilen vektördür. Vektörün büyüklüğü son konum ile ilk konumun farkı ile bulunur.

$$\Delta\vec{X} = \vec{X}_2 - \vec{X}_1$$

$\Delta\vec{X}$ vektörünün büyüklüğü sayı doğrusu üzerindeki –4 ve 3 sayıları arasındaki uzaklık kadardır. Yani $|\Delta\vec{X}| = 3 - (-4) = 7$ m olacaktır.



Alınan Yol: Cismin hareketi boyunca çizdiği yörünge'nin uzunluğuna denir. Mesela, hareketli cisim önce A noktasından B'ye 9 m ardından da B'den C noktasına 3 m gitmiş olsa $9 + 3 = 12$ m yol gitmiş olur. Alınan yol S ile gösterilir ve birimi metredir. Metrenin katları ve askatları da gerektiğinde kullanılır (şekil 3.4).



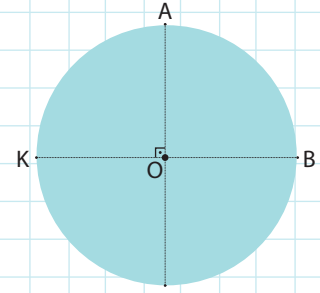
şekil 3.4: Bir cismin aldığı yol



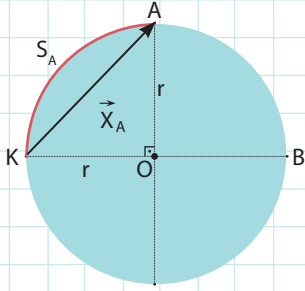
Soru: K noktasından harekete başlayan bir hareketlinin 5 m yarıçaplı çembersel yörüngedeki hareketinde

a) A noktasına ulaştığında,

b) B noktasına ulaştığında alacağı yol ve yer değiştirme değerlerini bulunuz? ($\pi = 3$ alınız.)



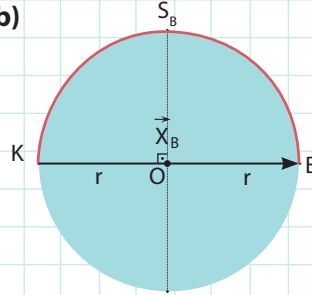
Cevap: a)



$$S_A = \frac{\text{çevre}}{4} = \frac{2\pi r}{4} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 5}{4} = 7,5 \text{ m}$$

$$|\vec{X}_A| = r\sqrt{2} = 5\sqrt{2} \text{ m}$$

b)



$$S_B = \frac{\text{çevre}}{2} = \frac{2\pi r}{2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 5}{2} = 15 \text{ m}$$

$$|\vec{X}_B| = 2r = 2 \cdot 5 = 10 \text{ m}$$

Sürat: Bir hareketlinin birim zamanda aldığı yoldur. Skaler bir büyüklüktür. Bir hareketlinin Δt zaman aralığında aldığı yol S ise sürati

$$\text{Sürat} = \frac{S}{\Delta t} \text{ olur.}$$

Süratin SI birimi m/s'dir. Bunun yanında km/h veya cm/s gibi birimler de kullanılır.

Hız: Bir hareketlinin birim zamanda yaptığı yer değiştirmedir. Vektörel bir büyüklük olup $\vec{v}$ ile gösterilir. Bir hareketlinin Δt zaman aralığında yaptığı yer değiştirme $\Delta \vec{X}$ ise hızı

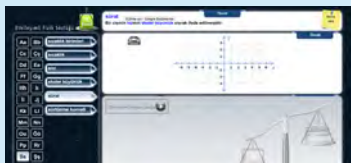
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{X}}{\Delta t} \text{ olur.}$$

Hızın SI birimi m/s'dir. Bunun yanında km/h veya cm/s gibi birimler de kullanılabilir.



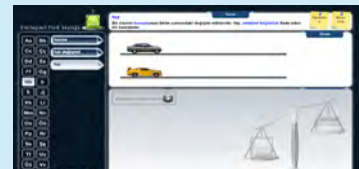
MERAKLISINA

Sürat konulu simülasyon



MERAKLISINA

Hız konulu simülasyon



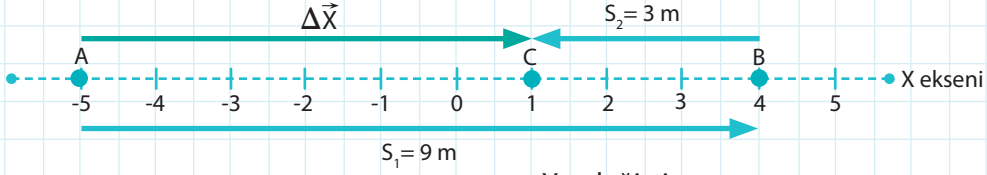


Soru:



Bir hareketli 3 saniyede, A noktasından B noktasına gidip, durmadan C noktasına gitmektedir. Buna göre hareketlinin süratini ve hızının büyüklüğünü bulunuz.

Cevap:



Alınan yol:

$$S = S_1 + S_2 = 9 + 3 = 12 \text{ m}$$

$$\text{Sürat} = \frac{S}{t} = \frac{12}{3} = 4 \text{ m/s}$$

Yer değiştirme:

$$|\Delta \vec{X}| = |\vec{X}_2| - |\vec{X}_1| = 9 - 3 = 6 \text{ m}$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{X}}{\Delta t} \text{ ise } |\vec{v}| = \frac{6}{3} = 2 \text{ m/s}$$



Soru:



A konumundaki araba, doğrusal yörünge üzerinde toplam 2 saatte C'ye kadar gidip B'ye dönerek durmaktadır. AB yolu 30 km, BC yolu 10 km'dir.

Buna göre

a) Aldığı yolu (S)

b) Yer değiştirmesinin büyüklüğünü $|\Delta \vec{X}|$

c) Süratini

d) Hızının büyüklüğünü $|\vec{v}|$ bulunuz.

Cevap: a) AC ve CB yollarının toplam uzunluğu $S = 40 + 10 = 50 \text{ km}$ 'dir.

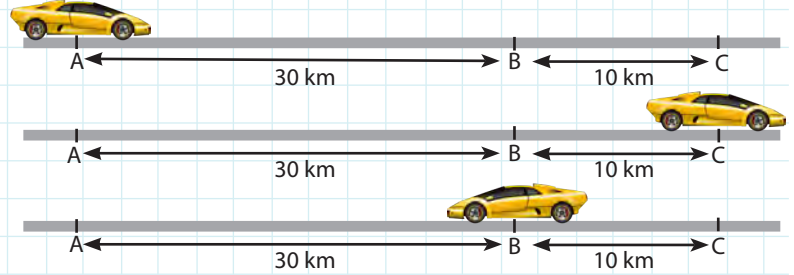
b) A referans noktası kabul edilirse

$$X_B = 30 \text{ km}, X_C = 40 \text{ km}$$

$$|\Delta \vec{X}| = 30 - 0 = 30 \text{ km olur.}$$

$$\text{c) Sürat} = \frac{50}{2} = 25 \text{ km/h}$$

$$\text{d) } \vec{v} = \frac{\Delta \vec{X}}{\Delta t} \text{ } |\vec{v}| = \frac{|\Delta \vec{X}|}{|\Delta t|} = \frac{30}{2} = 15 \text{ km/h}$$



3. 1. 3. Düzgün Doğrusal Hareket İçin Konum, Hız ve Zaman Grafikleri

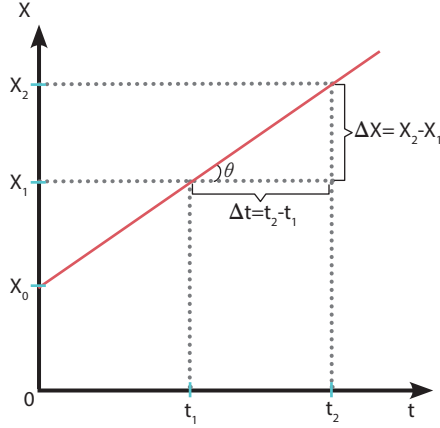
Hareket grafiklerinin çiziminde hareketle ilgili nicel gözlemler yapılır ve veriler toplanır. Elde edilen verilerle hareketlinin konum-zaman, hız-zaman grafikleri çizilebilir.

Konum-zaman grafiğinin t eksenine ile yaptığı açının eğimi hareketlinin hızının büyüklüğünü verir. Hızın büyüklüğü

$$\text{Eğim} = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_s - X_i}{t_s - t_i} = v$$

şeklinde bulunur.

Konum-zaman grafiğinin çiziminde elde edilen bu eğim her an için aynı değere sahiptir. Bu sonuç hareketlinin hızının sabit (değişmeyen) olduğu anlamına gelir. Hızın sabit olduğu bu hareket çeşidine **düzgün doğrusal hareket** denir (Şekil 3.5).

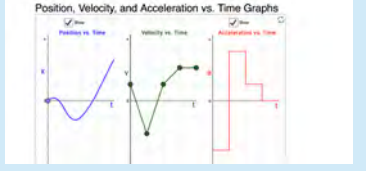


Şekil 3.5: Konum-zaman grafiği



MERAKLISINA

v-t grafiği değiştirilince X-t ve a-t grafiklerindeki değişimi gösteren simülasyon

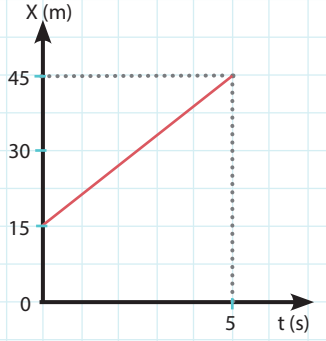




Soru: Konum-zaman grafiği yanda verilen hareketlinin ilk 5 s'deki;

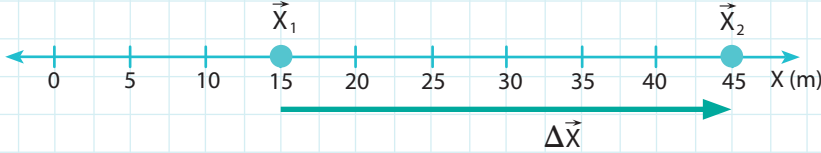
a) Yer değiştirmesi kaç m'dir?

b) Hızı kaç m/s dir?



Cevap: Grafikte orijin referans alındığında;

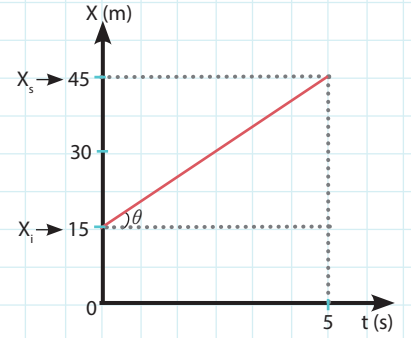
a) $|\vec{X}_1| = 15 \text{ m}$
 $|\vec{X}_5| = 45 \text{ m}$ olur. Bu durumda yer değiştirmesi;



$$\Delta \vec{X} = \vec{X}_5 - \vec{X}_1 \text{ ise } |\Delta \vec{X}| = 45 - 15 = 30 \text{ m}$$

b) Hız, X-t grafiğinin eğimi olduğundan;

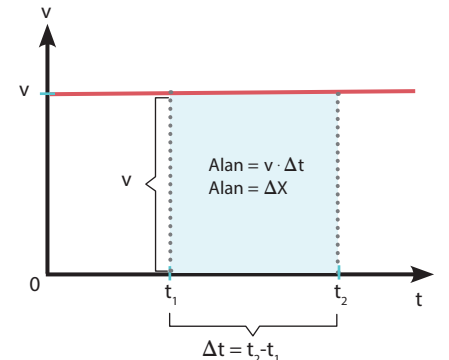
$$\text{Eğim} = |\vec{v}| = \frac{|\Delta \vec{X}|}{\Delta t} = \frac{30}{5} = 6 \text{ m/s} \text{ olarak bulunur.}$$



X-t grafiği Şekil 3.5'teki gibi olan aracın v-t grafiği çizildiğinde bir sabit değer grafiği elde edilir (Şekil 3.6).

Buna göre v-t grafiğinin yatay eksen ile arasındaki alan o zaman aralığında yapılan yer değiştirmenin büyüklüğünü verir.

Düzgün doğrusal harekette hız sabit olduğundan hareketli, eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmeler yapar. Hareketlilerin hareket süreleri için örneğin 2. s'de ve ilk 2 s'deki gibi zaman aralıkları ifadeleri kullanılır. 2. s'de, 1 s ve 2 s aralığı yani 1 s'lik süre anlatılmak istenir. İlk 2 s'de ise (0-2) s aralığı yani ilk 2 s'lik süre anlatılmak istenir.

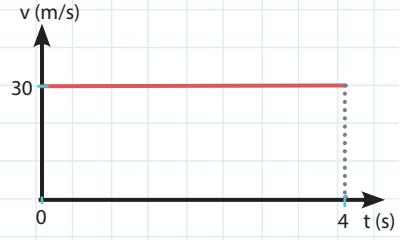


Şekil 3.6: Hız-zaman grafiği



Soru: Doğrusal yörüngede hareket eden aracın hız-zaman grafiği şekilde verilmiştir. Buna göre

- (0-4) s'deki yer değiştirmesini bularak konum-zaman grafiğini çiziniz.
2. s'deki yer değiştirmesini bulunuz.
4. s'deki yer değiştirmesini bulunuz.

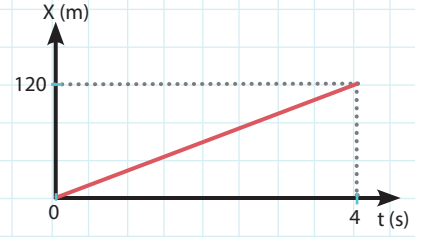


Cevap:

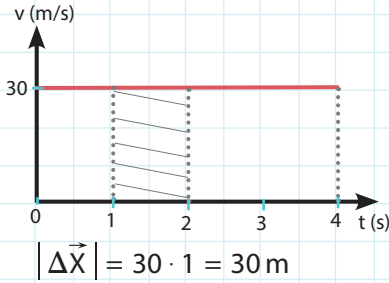
a) Hız-zaman grafiğinin altında kalan alan yer değiştirmeyi vereceğinden;

$$|\Delta \vec{X}| = 30 \cdot 4 = 120 \text{ m}$$

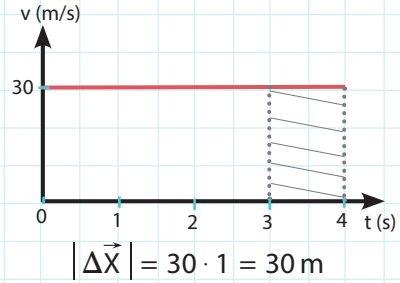
Sayı doğrusu üzerindeki sıfır hareketin başlangıç noktası olarak kabul edilirse konum-zaman grafiği yandaki gibi çizilebilir.



b) 2. s'deki yer değiştirmesi v-t grafiği üzerinde gösterilecek olursa

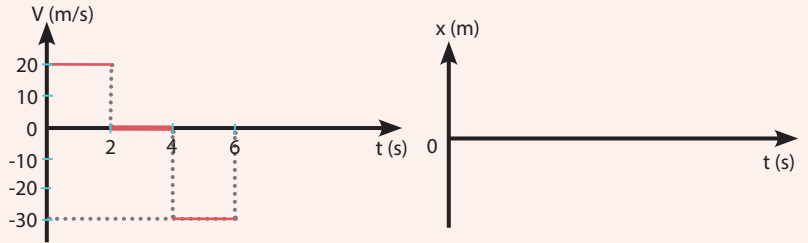


c) 4 s'deki yer değiştirmesi v-t grafiği üzerinde gösterilecek olursa

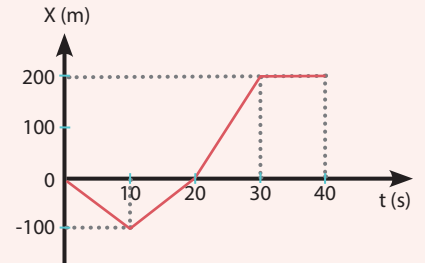


ÇALIŞMA KÖŞESİ 1

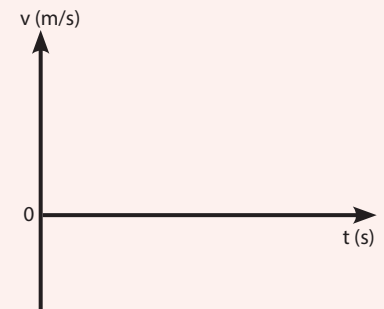
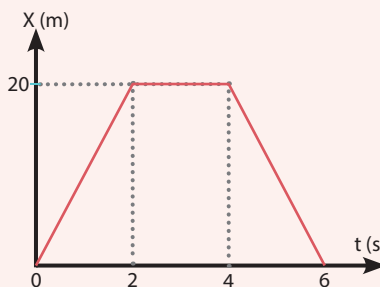
A) Sayı doğrusu üzerindeki sıfır noktasından harekete başlayan hareketlinin v-t grafiği verilmiştir. Hareketlinin x-t grafiğini çiziniz.



B) Doğrusal yörüngede hareket eden cismin konum-zaman grafiği şekilde gibidir. (0-10) s, (10-20) s, (20-30) s, (30-40) s zaman aralıklarındaki hız değerlerini bulunuz.



C) Konum-zaman grafiği verilen aracın hız-zaman grafiğini ayrılan alana çiziniz.





ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Hareketli Nerede?

Süre: 40 dk.

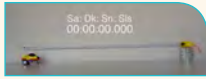
Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Hareketlinin farklı zamanlarda bulunduğu konumları tespit ederek hareket grafiklerini çizmek ve grafik eğrilerinden matematiksel modelleri elde etmek

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

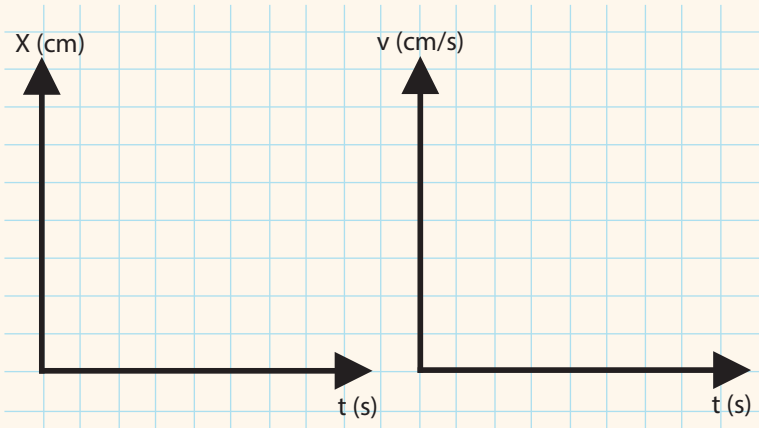
- Hareket konulu videoya ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



- Videoyu 6 farklı zamanda durdurarak cetvel üzerinden okuduğunuz konum değerlerini ve kronometre üzerinden okuduğunuz zaman değerlerini aşağıdaki tabloya işleyiniz.
- Konum değerlerini X-t grafiğindeki dikey eksene, zaman değerlerini de yatay eksene işaretleyiniz.
- İşaretlediğiniz noktaları birleştirerek konum-zaman grafiğini oluşturunuz.
- Ardışık ölçümlerdeki fark değerlerini (ΔX , Δt) aşağıdaki tabloda ilgili yerlere işleyiniz.
- $\frac{\Delta X}{\Delta t}$ değerlerini de hesaplayarak aşağıdaki tabloya işleyiniz. $\frac{\Delta X}{\Delta t}$ değeri hareketlinin hızı anlamına gelmektedir. Burada tek yönlü doğrusal hareketten bahsedildiğinden sürat olarak da kullanılabilir.

X (cm)	t (s)	$\Delta X (X_s - X_i)$	$\Delta t (t_s - t_i)$	$v = \frac{\Delta X}{\Delta t}$

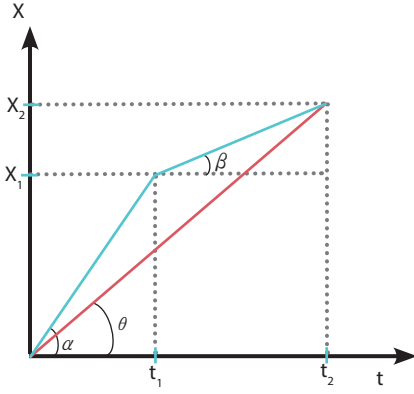
- Hız ya da sürat değerlerini v-t grafiğindeki dikey eksene, zaman değerlerini de yatay eksene işaretleyiniz.
- İşaretlediğiniz noktaları birleştirerek hız-zaman grafiğini oluşturunuz.



Sonuçlandırma:

- Konum-zaman ve hız-zaman grafikleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.
- Grafikleri çizerken nelere dikkat ettiniz?
- Yorumlarınızı sınıfça tartışınız.

3. 1. 4. Ortalama Hız



Şekil 3.7: Hızı değişen aracın X-t grafiği

Bir hareketlinin konum zaman grafiğinde seçilen, iki andaki konum değerlerini birleştiren doğrunun eğimi ortalama hızı verir. Konum zaman grafiği Şekil 3.7'de verilen hareketlinin $(0-t_1)$ zaman aralığındaki hızı $|\vec{v}_1|$, (t_1-t_2) zaman aralığındaki hızı $|\vec{v}_2|$, $(0-t_2)$ zaman aralığındaki ortalama hızı $|\vec{v}_{ort}|$ 'tur. Bu hızlar sırasıyla α , β ve θ açılarının eğim değerlerine göre

$$|\vec{v}_1| > |\vec{v}_{ort}| > |\vec{v}_2| \text{ olacaktır.}$$

Ortalama hızın hesaplanması için yapılan işlem, hareket boyunca yapılan toplam yer değiştirmenin geçen zamana oranıdır.

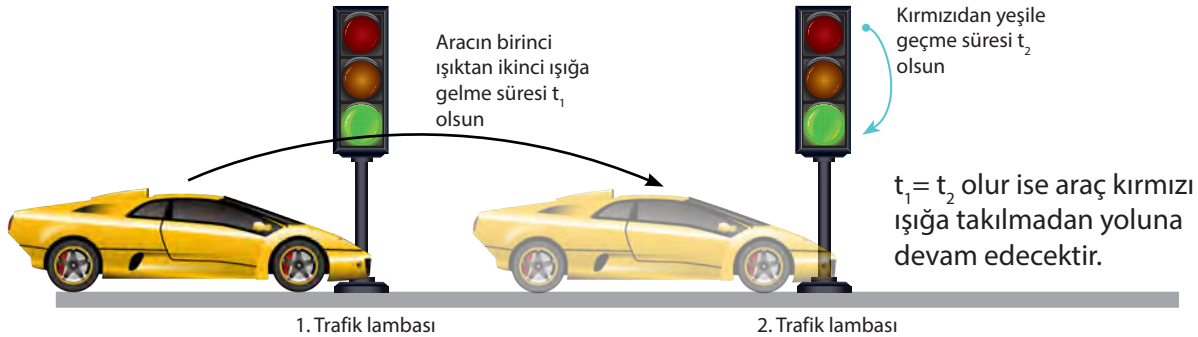
Yukarıda bahsedilen yer değiştirmenin yapıldığı zamandaki alınan yol dikkate alınırsa ortalama sürat ve anlık sürat değerlerine ulaşılır.

Hareket hâlindeki otomobilin sürat göstergesinde okunan değer anlık süratin büyüklüğüdür (Görsel 3.7).



Görsel 3.7: Sürat göstergesi

Günlük hayatta hızın büyüklüğü, ortalaması vb. durumlar trafik akışı ve güvenliği için önemlidir. Trafikteki akışın güvenli, hızlı ve düşük yakıt maliyetiyle gerçekleşmesi için kullanımı gittikçe yaygınlaşan **yeşil dalga** sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem trafiğin yoğun olduğu yerlerde birbirini takip eden sinyalize kavşaklardaki kırmızı ışıklara yakalanmadan geçebilmeyi sağlar. Levhada bulunan hız değerine bağlı kalarak gidildiğinde sinyalize kavşaklardaki ışıklar yeşile döner (Şekil 3.8). Yeşil dalga sistemi ülkemizde de kullanılmaya başlamıştır.



Şekil 3.8: Yeşil dalga sistemi



Soru: X-t grafiği şekildeki gibi olan aracın $(0-4)$ s aralığındaki hızı $|\vec{v}_1|$, $(4-16)$ s aralığındaki hızı $|\vec{v}_2|$, $(0-16)$ s aralığındaki ortalama hızı olan $|\vec{v}_{ort}|$ değerlerini bulunuz.

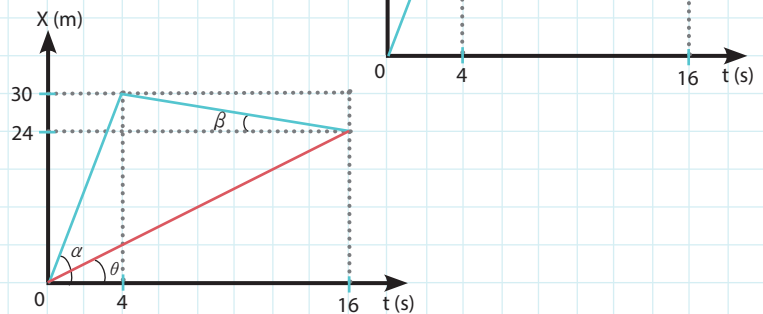
Cevap:

$$|\vec{v}_1| = \frac{30 - 0}{4 - 0} = 7,5 \text{ m/s}$$

$$|\vec{v}_2| = \frac{24 - 30}{16 - 4} = -0,5 \text{ m/s}$$

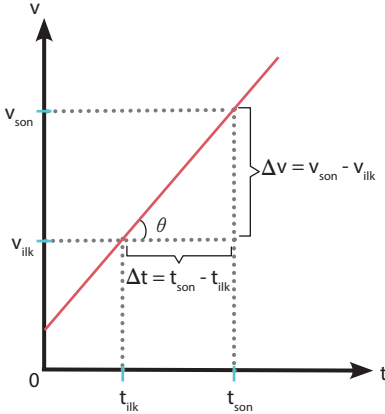
(Sonucun "-" çıkması hareketlinin 4.s de yön değiştirdiğini ifade eder)

$$|\vec{v}_{ort}| = \frac{24 - 0}{16 - 0} = 1,5 \text{ m/s}$$



3. 1. 5. Sabit İvmeli Hareket

Bir hareketlinin birim zamandaki hız değişimine **ivme** denir. İvme vektörel bir nicelik olup $\vec{a}$ ile gösterilir. Hızın birimi m/s, zaman birimi s alınmışsa ivmenin birimi **m/s²** olacaktır.



Şekil 3.9: Hız-zaman grafiği

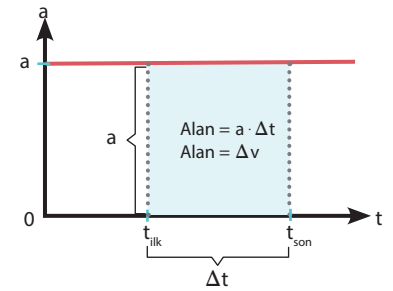
Hızın değişmediği durumlarda hız-zaman grafiğinin eğimi sıfır olduğunda ivme de sıfırdır. Hızın değiştiği harekete ait hız-zaman grafiği incelenirse eğiminin sıfır olmadığı anlaşılır (Şekil 3.9). Dolayısıyla v-t grafiğinin eğiminden yararlanarak ivmenin matematiksel modeli elde edilebilir. Buna göre

$$\text{eğim} = \tan \alpha = \frac{\text{Karşı kenar}}{\text{Komşu kenar}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{\text{son}} - \vec{v}_{\text{ilk}}}{t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}} = \vec{a} \text{ olur.}$$

Bu grafikte, v_{son} değeri v_{ilk} değerinden büyük olduğundan ivme değeri pozitif (+) olur. Bu da hareketin ileri yönde hızlanan olduğu anlamına gelir.

Hareketli, eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmeler yapmıyorsa hızı değişiyor, ivmesi ise sıfırdan farklı bir değer alıyor demektir. Hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda değişiyorsa bu tür harekete **sabit ivmeli hareket** denir.

v-t grafiği Şekil 3.9'daki gibi olan aracın a-t grafiği çizildiğinde bir sabit değer grafiği elde edilir (Şekil 3.10). Buna göre a-t grafiğinin yatay eksen ile arasındaki alan o zaman aralığındaki hız değişiminin büyüklüğünü verir.



Şekil 3.10: İvme-zaman grafiği

Sabit ivmeli harekette;

- $|\vec{v}_{\text{ilk}}| < |\vec{v}_{\text{son}}|$ ise hareket düzgün hızlanan doğrusal hareket adını alır. Hareketli pozitif yönde ilerliyorsa (hız artışından dolayı) ivme pozitif değer, hareketli negatif yönde ilerliyorsa (hareket yönünden dolayı) ivme negatif değer alır.
- $|\vec{v}_{\text{ilk}}| > |\vec{v}_{\text{son}}|$ ise hareket düzgün yavaşlayan doğrusal hareket adını alır. Hareketli pozitif yönde ilerliyorsa (hız azalışından dolayı) ivme negatif değer, hareketli negatif yönde ilerliyorsa (hareket yönünden dolayı) ivme pozitif değer alır.

Düzgün doğrusal harekete ait hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri Tablo 3.1'deki gibidir.

Tablo 3.1: Düzgün Doğrusal Hareket Grafikleri

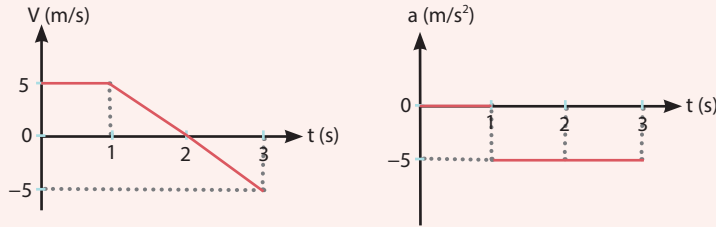
		Pozitif Yön	Negatif Yön			Pozitif Yön	Negatif Yön
Düzgün Hızlanan	Hız-Zaman Grafiği			Düzgün Yavaşlayan	Hız-Zaman Grafiği		
	İvme-Zaman Grafiği				İvme-Zaman Grafiği		

Hareketi boyunca farklı değerlerde hıza sahip olan hareketlinin herhangi andaki hızına **anlık hız** denir. Bu tanıma göre, sabit hızla doğrusal yörüngede hareket eden hareketlinin anlık hızı ile ortalama hızı birbirine eşit olur.



ÇALIŞMA KÖŞESİ 2

A) Aşağıda verilen hız-zaman ve ivme-zaman grafiklerinin aynı hareketliye ait olup olmadığını belirtiniz.



B) Durgun hâlden harekete başlayan bir araç düzgün doğrusal hareket yapmaktadır. Bu araca ait (0-5) s, (5-10) s (10-15) s ve (15-20) s zaman aralıklarındaki hız ve ivme değerleri tabloda verilmiştir.

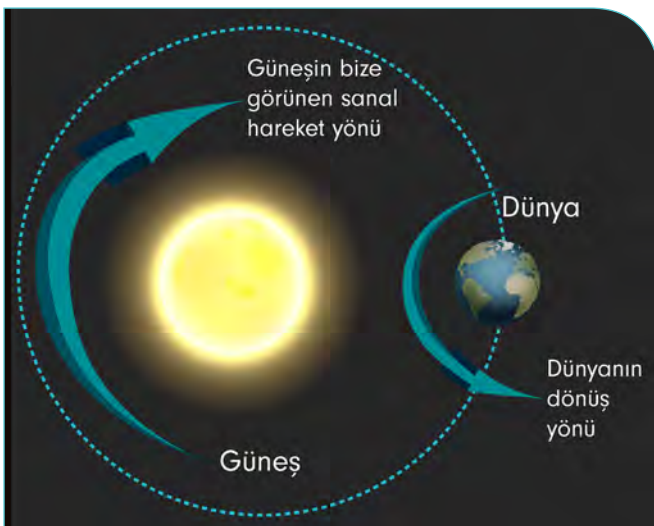
Zaman Aralığı (s)	0-5		5-10		10-15		15-20	
Hız (m/s)	0	10	10	10	10	0	0	-10
İvme (m/s²)	2		0		-2		-2	

Tablodaki verilere göre hareketlinin (hız-zaman) ve (ivme-zaman) grafiğini çizerek yorumlayınız.

3. 1. 6. Farklı Referans Noktalarına Göre Hareket

Dünya 24 saatte kendi etrafında bir tur döner. Ekvatorun uzunluğu 40 Mm olduğuna göre ekvatorunda Dünya'ya göre duran bir cisim bile Dünya ile birlikte saatte yaklaşık 1667 km hızla dönmektedir. Dünyanın diğer periyotlu hareketleri dikkate alındığında çok daha büyük sonuçlar da ortaya çıkacaktır. Ancak günlük yaşamda bu hız hissedilmez.

Güneşin sabahları doğudan doğup bir yay çizerek öğle vakti tepede olduğu, akşam batıdan kaybolup gittiği gözlenir. Aslında bu hareketin nedeni Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönüşüdür (Şekil 3.11). Eğer Dünya şimdikininki tersi yönde dönüyor olsaydı Güneş batıdan doğup doğudan batıyor olacaktı.



Şekil 3.11: Dünya ve Güneşin dönme hareketi modellenmesi



MERAKLISINA

Göreceli hareket konulu simülasyon





ÇALIŞMA KÖŞESİ 3

Gözlemcinin hareketi, gözlemlediği nesnenin hızıyla ilgili farklı yargılar üretmesine neden olmaktadır. Mesela “yere göre hız” denildiğinde kastedilen, Dünya'yı durgunmuş gibi kabul ederek yapılan hız gözlemidir. Hız için göreceli olma durumu, gözlemcinin yaptığı hareketin yapılan gözlemi etkilemesi nedeniyledir. Dolayısıyla referans alınan gözlemciye göre gözlenenin hareket yönü ve hız büyüklüğü değişir.

Bu durumla ilgili aşağıda hareketin göreceli olması ile açıklanabilen bazı durumlar verilmiştir. Belirtilen durumlarda seçilen referans noktasını değiştirerek bu referans noktasına göre göreceli durumu açıklayınız.

1. Kuzeye doğru gitmekte olan bir aracın sürücüsü, aynı hızla doğuya gitmekte olan bir aracı güney doğuya gidiyor görür.
2. Hareketli bir trende bulunan bir kişi istasyonda duran bir kişiye baktığında onu geriye gidiyormuş gibi görür.

3. 2. Kuvvet

Temas (dokunarak) ile kuvvet uygulamanın yanında hiç temas olmadan uzaktan kuvvet uygulamak da mümkündür. Bu yönüyle kuvvetler temas gerektirmeyen (alan) kuvvetleri ve temas gerektiren kuvvetler olarak ikiye ayrılır. Temas kuvvetleri maddelerin yan yana gelen moleküllerinin birbirine uyguladığı itme kuvvetleri nedeniyle oluşur. Örneğin titreşen gaz moleküllerinin kabın iç yüzeyine uyguladığı basınç kuvveti, tekneyi su yüzeyinde tutan kaldırma kuvveti masa üzerindeki kitaplara masanın uyguladığı tepki kuvveti temas gerektiren kuvvetlerdir. İki cismin birbirine dokunmadan etkileşmesine mıknatısın bir toplu iğneyi çekmesi, serbest bırakılan bir cismin yere düşmesi, yüklü iki cismin birbirini çekmesi ya da itmesi temas gerektirmeyen kuvvetler ile gerçekleşmektedir.

3. 2 . 1. Kuvvet Nedir?

Bir cismin şeklini, hareketinin doğrultusunu, yönünü ve hızını değiştirebilen etkiye **kuvvet** denir. Kuvvetin cisimler üzerindeki bu etkisini, düz telin eğilmesi, süngerin sıkıştırılması, bilardo topunun banttan doğrultu ve yön değiştirerek hareketini sürdürmesi gibi birçok olay örnek olarak verilebilir. Kuvvet, vektörel bir büyüklük olup $\vec{F}$ ile gösterilir. Dinamometre ile ölçülür (Görsel 3.8). Kuvvetin SI birimi **Newton**'dır (**N**).



Görsel 3.8: Dinamometre



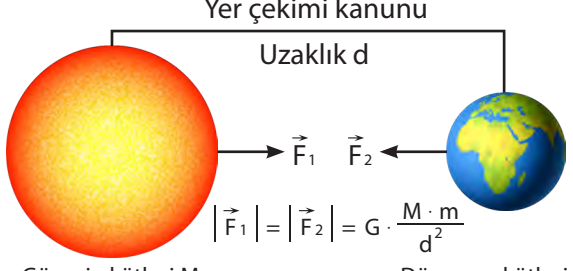
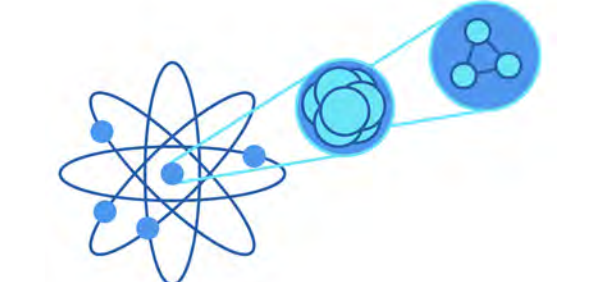
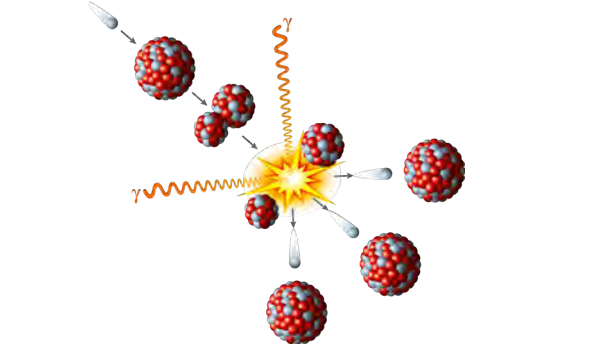
ÇALIŞMA KÖŞESİ 4

Günlük hayatta birçok fiziksel olay temas gerektiren kuvvet içeriklidir. Kapı açmak, yazı yazmak gibi işler en az iki nesnenin teması sırasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetler sayesinde yapılabilmektedir. Buna karşılık saça sürtülen plastik bir kalemin küçük kâğıt parçalarını çekmesi için nesnelerin temas etmesi gerekmez.

Sizlerde günlük hayatta karşılaştığınız temas gerektiren ve gerektirmeyen kuvvetler sonucu gerçekleşen olaylara üçer örnek veriniz.

Evrende kütle çekimi kuvveti, elektriksel kuvvet, güçlü nükleer kuvvet (çekirdek kuvveti) ve zayıf nükleer kuvvet olmak üzere dört temel kuvvet vardır (Tablo 3.2). Suyun kaldırma kuvveti, sürtünme kuvveti, basınç kuvveti gibi diğer tüm kuvvetler temel kuvvetlerin sayesinde oluşur.

Tablo 3.2: Evrendeki Temel Kuvvetler

Kütle çekim kuvveti: İki kütlenin birbirine uyguladıkları eşit büyüklükte ancak zıt yönlü olan çekim kuvvetidir. Genel çekim kanunu olarak bilinir. Genel çekim yasasıyla bu kuvvetin büyüklüğü, kütlelerin çarpımı ile doğru aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır şeklinde tanımlanmıştır. Doğadaki en zayıf kuvvettir. Eşitlikte kullanılan G; gravitasyon sabiti olarak bilinir ve değeri $6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ olarak alınır.	Yer çekimi kanunu Uzaklık d  Güneşin kütlesi M Dünyanın kütlesi m
Elektromanyetik kuvvet: Elektrik yüklü cisimlerin birbirine uyguladıkları kuvvettir. Kuvvetin büyüklüğü; yük miktarları ve yüklü cisimlerin aralarındaki uzaklığa bağlıdır.	
Güçlü nükleer kuvvet (Çekirdek kuvveti): Atom çekirdeğinde bulunan proton ve nötronları (nükleonları) bir arada tutan kuvvettir. Etki alanı atom çekirdeği boyutlarında olup doğadaki en güçlü kuvvettir. Yeğün kuvveti olarak da adlandırılır.	
Zayıf nükleer kuvvet: Atom çekirdeklerinin kararsız olmasına sebep olan çok kısa menzilli kuvvettir. Etki ettiği parçacıklar bozunarak kendisine yakın başka bir parçacığa dönüşür.	

3. 3. Newton'ın Hareket Yasaları

Isaac Newton, 1687 yılında yayımladığı "Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri" olarak Türkçe'ye çevrilmiş kitabında kuvvet-hareket ilişkilerini üç yasayla açıklamıştır.

Newton'ın Birinci Yasası (Eylemsizlik Yasası): Birinci yasa, cisimlerin üzerine etki eden $\vec{F}_{\text{net}}$ kuvvetin sıfır olduğu denge durumunu açıklar. Bu yasaya göre bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi ($\vec{F}_{\text{net}}$) sıfır ise cisim ya durur ya da sabit hızla hareket eder (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: Cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi

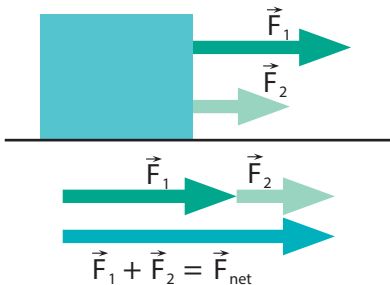
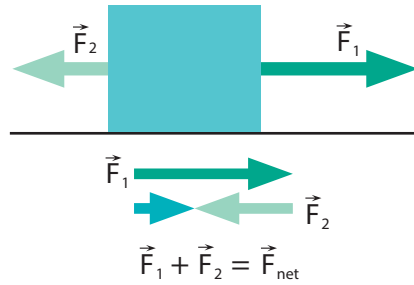
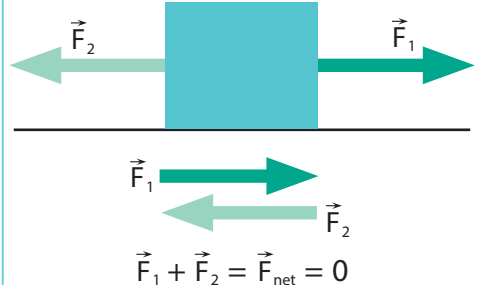
3.3.1. Kuvvetler Etkisinde Hareket

Bir cismin hareketi o cisme uygulanan kuvvetlerin büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir. Bu yüzden bir ya da birden daha fazla kuvvetin etkisi altındaki cismin hareketi, kuvvetlerin toplanmasıyla elde edilen bileşke kuvvet üzerinden değerlendirilir. Bileşke kuvvet bulunurken vektörel bir büyüklükle işlem yapıldığı akıldan çıkarılmamalıdır.

Bileşke kuvvetin sıfır olması ($\vec{F}_{\text{net}} = 0$) durumuna **dengelenmiş kuvvetler** denir. Başka bir deyişle kuvvetler birbirinin etkisini ortadan kaldırmıştır. Kuvvetler toplamının sıfırdan farklı bir değere ($\vec{F}_{\text{net}} \neq 0$) sahip olması, yani net bir kuvvetin bulunması hâline de **dengelenmemiş kuvvetler** denir.

Kuvvet; duran cismi hareket ettirebilir, hareket eden cismin doğrultusunu ya da yönünü de değiştirebilir. Ancak üzerine kuvvet uygulanan her cisim harekete geçmeyebilir. Aynı doğrultu ve yönde uygulanan kuvvetler birbirinin etkisini artırırken, zıt yönde uygulananlar birbirinin etkisini azaltır. Hatta iki kuvvet aynı doğrultu ve büyüklükte ancak zıt yönlü olduğunda $\vec{F}_{\text{net}} = 0$ olacaktır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Kuvvet Uygulanmış Cisim

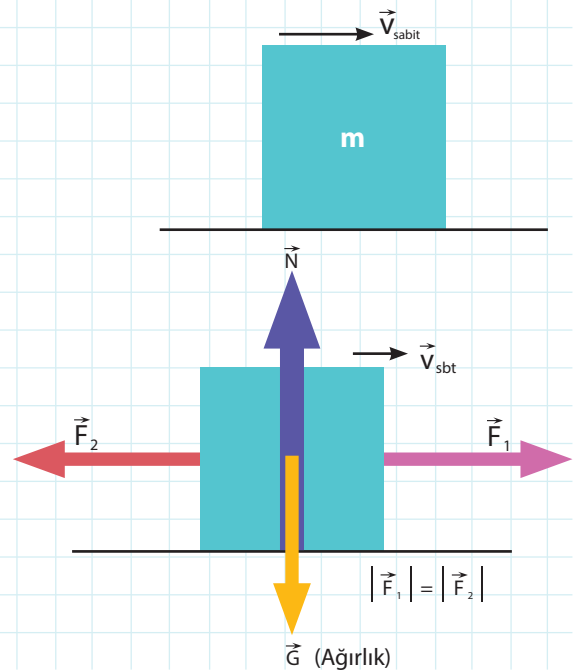
		
Aynı doğrultu ve yönde uygulanan kuvvetler birbirinin etkisini artırır.	Aynı doğrultulu ancak ters yönde uygulanan kuvvetler birbirinin etkisini azaltır.	Aynı doğrultu ve büyüklükte ancak ters yönde uygulanan kuvvetler birbirinin etkisini yok eder.

Genellenecek olursa bir cisme etkiyen kuvvetlerin vektörel toplamı sıfır ($\vec{F}_{\text{net}} = 0$) ise cisim dengelenmiş kuvvetlerin etkisinde, sıfırdan farklı ise ($\vec{F}_{\text{net}} \neq 0$) ise dengelenmemiş kuvvetler etkisinde kalır.



Soru: Yatay sürtünmesiz düzlemde m kütleli cisme x doğrultusunda iki farklı kuvvet uygulandığında sabit hızla hareket etmektedir. Cisme uygulanan kuvvetlerin diyagramını çiziniz.

Cevap: Yatay kuvvetler eşit büyüklükte olduğundan $\vec{F}_{\text{net}} = 0$ olur. Cisim başlangıç durumundaki hızını korur. Hareket eğer sağa doğru ise bu harekete devam eder.



Eylemsizlik, bir cismin hareketteki değişime karşı koyma eğilimidir. Bu yüzden durgun bir aracı harekete geçirmek için de hareket eden bir cismi durdurmak için de kuvvet uygulamak gerekir. Eylemsizlik cismin kütlesi ile doğru orantılıdır. İçinde bulunan otomobil ileriye doğru hızlandığında oturuşan koltuğa (geri) doğru; frenleme yapıldığında cama (ileri) doğru hamle yapılmasının nedeni eylemsizliktir.

Sıvı dolu bir bardak veya tencereyi dikkatsiz bir biçimde sarsarak taşıdığımızda çalkalanıp dökülmesi, sıvının eylemsizliği nedeniyle. Oda içindeki durgun havayı hareket ettirerek yapay rüzgar oluşturmak için kullanılan vantilatör durduktan sonra, rüzgarın kısa bir süre daha devam etmesi hava moleküllerinin eylemsizliği nedeniyle.

Demek ki eylemsizlik yalnızca katı hâldeki maddeler için değil maddenin tüm hâlleri için geçerlidir.

Hareket konusu ile ilgili İbn-i Sina'nın yaptığı çalışmalar yaşadığı döneme göre oldukça ufuk açııcıdır. İbn-i Sina (MS 980-1037) El-Şifâ, El-Necât, El-İşârât ve El-Tenbîhât adlı kitaplarında mekanik ile ilgili kendinden sonra gelenlerin düşüncelerine yön verecek prensipler ortaya koymuştur. Meyl-i kasri (zorunlu meyil) kavramı ile uygulanan kuvvetler sayesinde cisimlerin doğal konumundan uzaklaştırılabileceğini ve meyil-i tabii (doğal meyil) kavramı ile de kuvvet ortadan kalktığında cismin doğal konumuna geri döneceğini ifade etmiştir. Ayrıca ortam dirençsiz ise cismin hareketinin sürekli olacağını ifade ederek eylemsizlik kavramını tanımlamıştır.

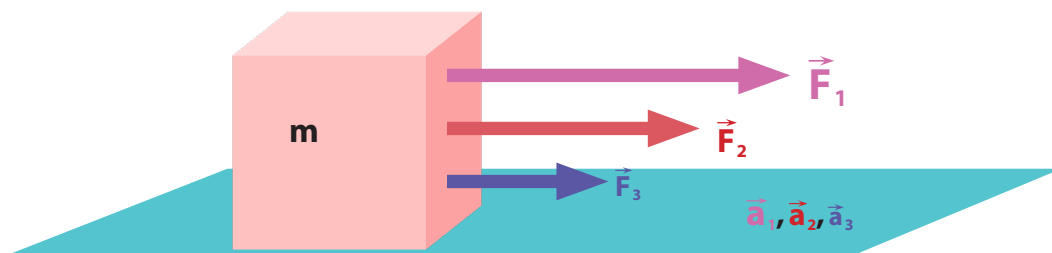
Dengelenmemiş kuvvetler etkisindeki cismin hareketi ivmelidir. Süratlenmesiz ortamda düşen cisimler, kalkış anındaki roket, yere çarpıp zıplayan top dengelenmemiş kuvvetler etkisindedir.

3. 3. 2. Kuvvet, İvme ve Kütle Arasındaki İlişki

Newton'ın ikinci yasası (Dinamiğin temel prensibi): İkinci yasa cisimlerin üzerine etki eden $\vec{F}_{net}$ kuvvetinin sıfır olmadığı durumu açıklar. Bu yasaya göre bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi ($\vec{F}_{net}$) sıfır değilse cisim ivmeli hareket eder. Cismin ivmesi, cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi ($\vec{F}_{net}$) ile doğru, kütle ile ters orantılıdır. Bir cisme bir kuvvet ($\vec{F}_1$) uygulandığında ortaya ivme ($\vec{a}_1$) çıkar, aynı cisme farklı bir kuvvet ($\vec{F}_2$) uygulandığında ortaya farklı bir ivme ($\vec{a}_2$) çıkar, bu işlem tekrarlandığında her defasında uygulanan kuvvete göre ivme ortaya çıkar. Uygulanan kuvvetlerin ortaya çıkardığı ivmelere oranı sabittir (Şekil 3.12).

$$\frac{|\vec{F}_1|}{|\vec{a}_1|} = \frac{|\vec{F}_2|}{|\vec{a}_2|} = \frac{|\vec{F}_3|}{|\vec{a}_3|} = \text{sabit}$$

Bu sabite **kütle** denir. Newton'ın 2. yasası $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ ile ifade edilir. Bu dinamiğin temel yasası olarak bilinir. Dinamiğin temel yasasının bir uygulama alanı da kütlesi bilinen cisimlerin ağırlıklarının hesaplanmasıdır.



Şekil 3.12: Bir cisme etkiyen farklı kuvvetlerin neden olduğu ivmeler



MERAKLISINA

İbn-i Sina ve Yeni Mekanîğin Doğuşu
konulu makale (Sayfa 69)





MERAKLISINA

Newton'ın hareket yasaları konulu
simülasyon



Yer Çekimi İvmesi ($\vec{g}$): Bir gezegenin çekim alanı içinde herhangi bir noktada bulunan cismin birim kareye uyguladığı çekim kuvvetine **yer çekimi ivmesi** denir. Vektörel bir büyüklük olup $\vec{g}$ ile gösterilir. Yer çekimi ivmesinin birimi N/kg ve Dünya üzerindeki değeri yaklaşık olarak 10 m/s^2 veya 10 N/kg 'dır. Ağırlık ise cismin kütlesi (m) ile yer çekimi ivmesinin ($\vec{g}$) çarpımı ile bulunur.

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

Örneğin kütlesi 2 kg olan bir cismin ağırlığı,

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

$$|\vec{G}| = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N olur.}$$



Soru: 4 kg'lık kütleye düşey doğrultuda yukarı yönlü 50 N büyüklüğünde kuvvet uygulandığında hareketi nasıl olur?

Cevap: $|\vec{G}| = m \cdot |\vec{g}| = 4 \cdot 10 = 40 \text{ N}$

Cisme uygulanan kuvvetlerin diyagramına bakıldığında net kuvvet ve cismin hareket yönü $\vec{F} > \vec{G}$ olduğundan yukarı doğrudur.

$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F} + \vec{G}$$

$$|\vec{F}_{\text{net}}| = 50 - 40 = 10 \text{ N}$$

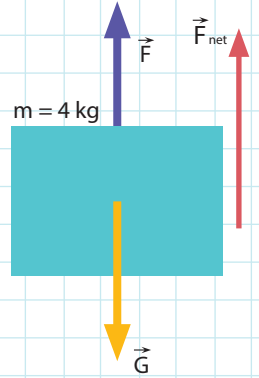
$$\vec{F}_{\text{net}} = m \cdot \vec{a}$$

$$10 = 4 \cdot |\vec{a}|$$

$$|\vec{a}| = 2,5 \text{ m/s}^2$$

Net kuvvet yukarı yönlü olduğundan cismin ivmesi yukarı yönde $|\vec{a}| = 2,5 \text{ m/s}^2$ dir.

Buna göre başlangıç şartlarına göre durgun ise yukarı yönde hızlanır. Aşağı düşmekteyken bu kuvvet uygulanmışsa önce aşağı yönde yavaşlayıp durduktan sonra yukarı yönde hızlanıyordu.



ÇALIŞMA KÖŞESİ 5

Venüs, Jüpiter ve Satürn gezegenlerindeki yer çekimi ivmeleri sırasıyla $8,87 \text{ m/s}^2$, $25,8 \text{ m/s}^2$ ve $10,44 \text{ m/s}^2$ olduğuna göre kütlesi 8 kg olan bir cismin ağırlığı bu gezegenlerde kaç N olarak ölçülür?

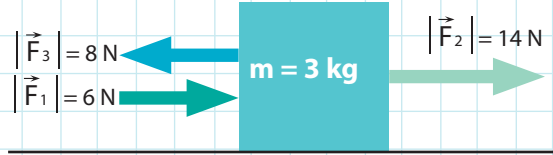


ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Kuvvetin birimini temel birimler cinsinden ifade edebilir miyiz? Açıklayınız.



Soru: Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde kütlesi 3 kg olan cisme şekildeki kuvvetler etki etmektedir. Cismın ivmesi kaç m/s^2 dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



Cevap: Cisme etkiyen kuvvetlerin tamamı gösterilecek olursa ağırlık ($\vec{G}$) ve zeminin uyguladığı tepki ($\vec{N}$) kuvvetlerini de saymak gerekir. Ancak hareket doğrultusuna dik olduklarından hem de düşey doğrultudaki bileşke sıfır olduğundan cismin hareketini etkilemez.

$$|\vec{G}| = m \cdot |\vec{g}| = 3 \cdot 10 = 30 \text{ N}$$

$$|\vec{G}| = |\vec{N}| \text{ olur.}$$

3 kg'lık kütle şekildeki üç kuvvetin etkisinde olduğundan;

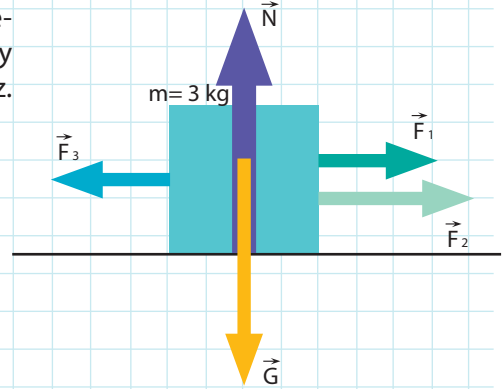
$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

$$|\vec{F}_{\text{net}}| = 14 + 6 - 8 = 12 \text{ N}$$

$$\vec{F}_{\text{net}} = m \cdot \vec{a}$$

$$12 = 3 \cdot |\vec{a}|$$

$$|\vec{a}| = 4 \text{ m/s}^2$$

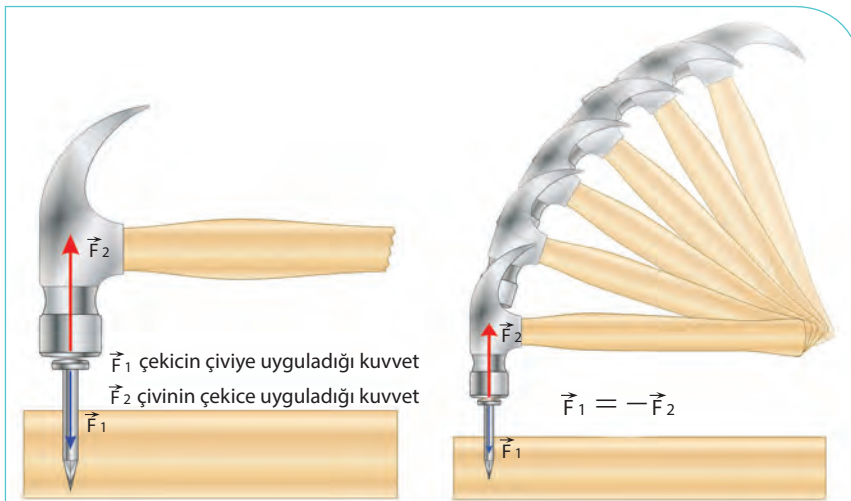


Newton'ın Üçüncü Yasası (Etki-Tepki Yasası): Üçüncü yasa, birbiri ile etkileşim hâlinde bulunan cisimlerin durumunu açıklar. Bu yasaya göre iki cisim etkileşiyorsa birbirine etkiyen kuvvetlerin büyüklükleri eşit ve zıt yönlüdür. Etki ve tepki kuvvetleri aynı cisim üzerinde değildir. Bu yüzden etki tepki kuvvetlerinin bileşkesi alınamaz.

3. 3. 3. Etki ve Tepki Kuvvetleri

İki cisim birbiriyle etkileştiğinde birbirlerine kuvvet uygular. Çekiç, çiviye tahtaya çakacak şekilde etki kuvveti uygularken çivi de çekici geri zıplatacak şekilde tepki kuvveti uygular (Görsel 3.10).

Topa tekme attığınızda, duvara yaslandığınızda, bir ipi çektiğinizde, market arabasını ittiğinizde hissettiğiniz kuvvetler tepki kuvvetleridir. Etki kuvvetleri ise temas hâlindeki diğer cisme uygulanır.



Görsel 3.10: Çekiç ile çivi arasındaki kuvvetler



MERAKLISINA

"İsaac Newton ve Bilim Devrimi" konulu makale (S. 86)

Isaac Newton ve Bilim Devrimi



Konu: Bilim Devrimi

Yazar: Bilim Devrimi

Yayın: Bilim Devrimi

Yayın: Bilim Devrimi

Yayın: Bilim Devrimi

Yayın: Bilim Devrimi



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Günlük yaşamınızdan etki-tepki kuvvetlerine örnekler veriniz.

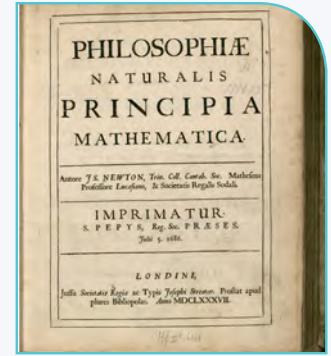
Bir cismin Dünya üzerindeki Kutup ve Ekvator bölgelerinde yere bırakıldığı düşünülürse bu bölgelerde cisme etki eden tepki kuvvetlerini karşılaştırınız.



OKUMA METNİ

Isaac Newton

25 Aralık 1642'de Woolsthorpe'ta (Vuilsintorb) (Lincolnshire (Linkinşayr)) doğan Isaac Newton, Grant-ham'da King School'da (Grentim King Skul) okula başlamış, eğitimini 1661'den itibaren Cambridge Trinity College'da (Kembriç Trinity Kalıç) sürdürmüştür. Trinity College'dayken Isaac Barrow (Ayzek Barrov) adında seçkin bir matematik profesöründen ders almış, öğrencisinin çok yetenekli olduğunu anlayan Barrow, kürsüsünü ona bırakmak için görevinden istifa etmiş ve böylece Newton'un öğretim üyesi olmasına ve henüz yirmi altı yaşındayken Lucasian (Lukejyan) Matematik Kürsüsü'ne seçilmesine olanak tanımıştır. Üniversitenin 1665'teki büyük veba salgını nedeniyle kapanmasından dolayı, annesinin Woolsthorpe'taki evine çekilen Newton burada evrensel çekim yasasını keşfetmiş, ışığın özellikleri ve doğası üzerine çok sayıda deney yapmış, Galileo'nun (Galileyo) yer bilimiyle; Kepler'in gök kuramını birleştiren evrensel mekânîğin ilkelerini geliştirmiştir. Newton, temel düşüncelerini ve matematiksel kanıtlarını geliştirdiği deneysel araştırma ürünü olan bu çalışmalarının sonuçlarını iki temel yapıtında kaleme almıştır. Önce mekânîğin ve kozmolojinin sorunlarını tartıştığı büyük yapıtı Philosophiae Naturalis Principia Mathematica'yı (Filozofiya Naturali Prinsipiya Meysömetikö) (Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri, 1687), ardından da gün ışığının bize beyaz görünmesine karşın, aslında pek çok rengin karışımından oluştuğunu belirten buluşunun yer aldığı Opticks (Optik, 1704) adlı kitabını yayımlamıştır (Görsel 3.11). Bu iki kitap 17. yüzyıl biliminin gelişimini doğrudan etkileyen temel bilim eserleridir. Öyle ki Newton bu kitaplarında hem fizik bilimine doğrudan katkı getirmiş, hem de bilimin ne tür bir araştırma süreciyle ilerleyebileceği konusunda yetkin örnekler vermiştir. Yaşamının sonlarına doğru teoloji ve simya konularına da ilgi göstermiş olan Newton, hiçbir bilim insanına nasip olmayan bir üne sahip olarak 1727'de ölmüştür [3.1].



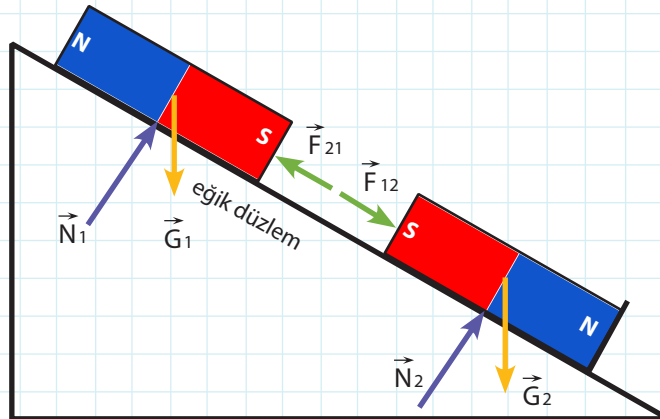
Görsel 3.11: Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri) kitap kapağı

(Düzenlenmiştir.)



Soru: Aynı işaretli kutupları birbirine dönük olacak şekilde eğik düzlem üzerine bırakılan mıknatıslar dengededir. Serbest cisim diyagramı üzerinde cisme etki eden kuvvetleri çiziniz.

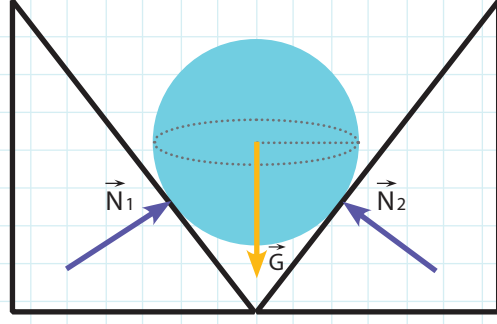
Cevap:





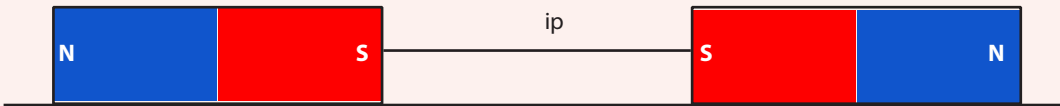
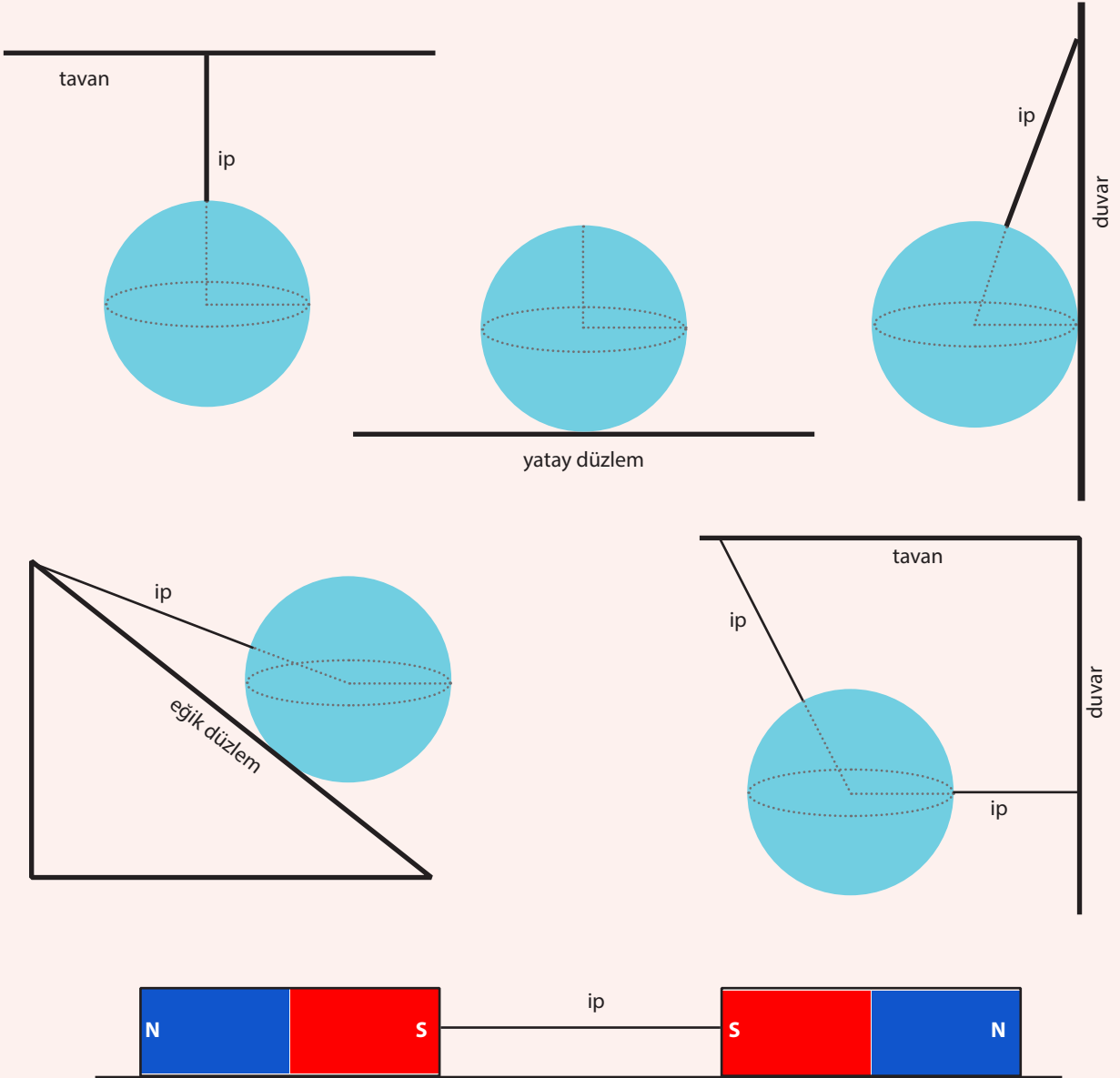
Soru: İki eğik düzlem yüzeyi arasına bırakılan küre dengededir. Serbest cisim diyagramı üzerinde cisme etki eden kuvvetleri çiziniz.

Cevap:



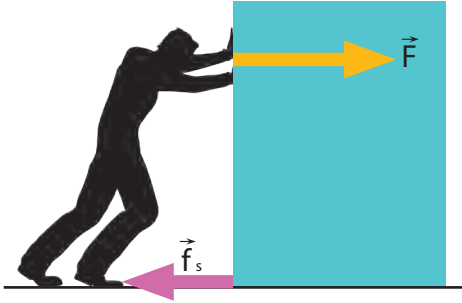
ÇALIŞMA KÖŞESİ 6

Aşağıdaki küre şeklindeki cisimlerin ve mıknatısların her olay için kuvvet diyagramlarını çiziniz.



3. 4. Sürtünme Kuvveti ve Değişkenleri

Temas eden yüzeyler birbiri üzerinden kayarak hareket ettirilmeye çalışıldığında ortaya çıkan kuvvete **sürtünme kuvveti** denir. Sürtünme kuvveti vektörel bir büyüklüktür, $\vec{f}_s$ ile gösterilir ve birimi Newton (N)'dur. Sürtünme kuvvetinin yönü genellikle hareketin veya hareket ihtimalinin olduğu yönün tersidir.



Şekil 3.13: Sürtünme kuvveti

Sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü yüzeyleri birbirine bastıran kuvvet ile yüzeyin cinsi belirler. Bir taşın buz üzerindeki hareketi ile beton üzerindeki hareketinin farklılığı yüzeyin cinsinden kaynaklanır. Üzerinde mobilya olan bir halıyı hareket ettirmek için gereken kuvvetle, üzeri boş bir halıyı hareket ettirmek için gereken kuvvetin farklı olması da halıyı zemine bastıran kuvvetin farklılığındandır.

Şekil 3.13'deki kişi sandığı hareket ettirmek için kuvvet uyguladığında zemin de sandığın hareketini engellemek için zıt yönde kuvvet uygulamaktadır $\vec{F} > \vec{f}_s$ şartı sağlanmadan cisim hareket edemez. (Kuvvet diyagramında tüm kuvvetler gösterilmemiştir.)



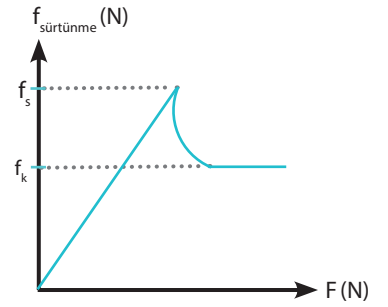
MERAKLISINA

Ayrılmayan Kitaplar konulu video

İç içe geçmiş iki kitabı
ayırabilişek için
ne kadar kuvvet gerekir?

Durgun cisme uygulanan sürtünme kuvveti ile hareketli cisme uygulanan sürtünme kuvveti aynı değildir. Cisim harekete başlamadan önceki sürtünme kuvvetine **statik sürtünme kuvveti** ($\vec{f}_s$); hareket başladıktan sonraki sürtünme kuvvetine ise **kinetik sürtünme kuvveti** ($\vec{f}_k$) denir. Kinetik sürtünme kuvveti statik sürtünme kuvvetinden daima daha küçüktür ($\vec{f}_k < \vec{f}_s$).

Uygulanan kuvvet arttıkça sürtünme kuvveti de artmakta, hareket başladıktan sonra azalıp $\vec{f}_k$ değerinde sabitlenmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Sürtünme kuvveti grafiği



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Statik mi? Kinetik mi?

Süre: 40 dk.

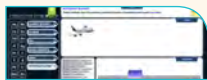
Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri analiz etmek. Statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerini karşılaştırmak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Sürtünme kuvveti konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



- Simülasyonda sürtünmeli bir yüzeyde hareket edebilen kütle görünmektedir. Kütleye dışarıdan uygulanan kuvvet ($\vec{F}$), statik sürtünme kuvveti ($\vec{f}_s$) ve kinetik sürtünme kuvveti ($\vec{f}_k$) olarak gösterilmektedir.
- Simülasyonun "Uygulama" başlığını inceleyiniz.
- Etkinlikte kütle, statik sürtünme katsayısı, kinetik sürtünme katsayısı değerlerini değiştirip elde edilen veriler tablolara kaydedilerek ilerlenecektir.

- Sırasıyla Tablo-1, Tablo-2 ve Tablo-3 için aşağıdaki yönergeleri takip ediniz.

Tablo-1 için:

- Statik ve kinetik sürtünme katsayı değerlerini 0.5 olarak giriniz. Değiştirmeyiniz.
- Kütle değerini öncelikle 10 kg olarak giriniz.
- "Kuvveti başlat" butonu ile simülasyonu çalıştırınız.
- Ardından sırasıyla kütle değerlerini 15 kg ve 20 kg olarak değiştirip aynı işlemi tekrarlayınız.
- $\vec{f}_s$ 'nin $\vec{f}_k$ 'ya dönüşmesine ve ekrandaki sayı değerlerine dikkat ediniz.
- Elde ettiğiniz $\vec{f}_s$ ve $\vec{f}_k$ değerlerini tabloya işleyiniz.

Tablo-1

m (kg)	Statik sürtünme katsayısı	Kinetik sürtünme katsayısı	$ \vec{f}_s $	$ \vec{f}_k $
10	0.5	0.5		
15	0.5	0.5		
20	0.5	0.5		

Tablo-2 için:

- Kütle değerini 20 kg olarak seçiniz. Değiştirmeyiniz.
- Statik sürtünme katsayısı ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerini öncelikle 0.5 olarak giriniz.
- "Kuvveti başlat" butonu ile simülasyonu çalıştırınız.
- Ardından sırasıyla statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerini 0.6 ve 0.7 olarak değiştirip aynı işlemi tekrarlayınız.
- $\vec{f}_s$ 'nin $\vec{f}_k$ 'ya dönüşmesine ve ekrandaki sayı değerlerine dikkat ediniz.
- Elde ettiğiniz $\vec{f}_s$ ve $\vec{f}_k$ değerlerini tabloya işleyiniz.

Tablo-2

m (kg)	Statik Sürtünme Katsayısı	Kinetik Sürtünme Katsayısı	$ \vec{f}_s $	$ \vec{f}_k $
20	0.5	0.5		
20	0.6	0.6		
20	0.7	0.7		

Tablo-3 için:

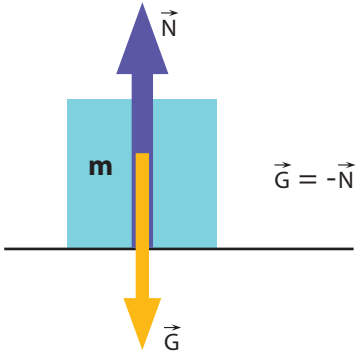
- Kütle değerini 20 kg olarak seçiniz. Değiştirmeyiniz.
- Statik sürtünme katsayısı değerini 0.8 olarak seçiniz. Değiştirmeyiniz.
- Kinetik sürtünme katsayısı değerini öncelikle 0.8 olarak giriniz.
- "Kuvveti başlat" butonu ile simülasyonu çalıştırınız.
- Ardından sırasıyla kinetik sürtünme katsayısı değerlerini 0.7 ve 0.6 olarak değiştirip aynı işlemi tekrarlayınız.
- $\vec{f}_s$ 'nin $\vec{f}_k$ 'ya dönüşmesine ve ekrandaki sayı değerlerine dikkat ediniz.
- Elde ettiğiniz $\vec{f}_s$ ve $\vec{f}_k$ değerlerini tabloya işleyiniz.

Tablo -3

m (kg)	Statik Sürtünme Katsayısı	Kinetik Sürtünme Katsayısı	$ \vec{f}_s $	$ \vec{f}_k $
10	0.8	0.8		
15	0.8	0.7		
20	0.8	0.6		

Sonuçlandırma:

- $\vec{f}_s$ 'nin $\vec{f}_k$ 'ya dönüşmesinin hangi anda gerçekleştiğini yorumlayınız.
- Statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerini karşılaştırınız.



Şekil 3.15: Etki-tepki kuvvetleri

Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü $|\vec{f}_s|$ cisimle zeminin birbirine sıkıştırılması- nı sağlayan yüzey tepki kuvveti $|\vec{N}|$ ile doğru orantılıdır. Tepki kuvveti “nor- mal” gibi yüzeye her zaman dik doğrultudadır. Bu yüzden $\vec{N}$ ile gösterilir ve kuvvet birimi olan N ile karıştırılmamalıdır. Sürtünme kuvvetini belirleyen diğer değişken ise sürtünme katsayısıdır. Sürtünme katsayısı birimsiz bir niceliktir ve yüzeyin cinsine göre değişir. Sürtünme katsayısı cisim durgun- ken **statik** (k_s), hareketli iken **kinetik** (k_k) **sürtünme katsayısı** ismini alır (Tablo 3.4). İşlemlerde bu durum dikkate alınarak kullanılır (Şekil 3.15).

Sürtünme kuvveti yüzeyin tepki kuvveti $\vec{N}$ ve sürtünme katsayısı k ile doğru orantılı olacağından matematiksel modeli,

$$\vec{f}_s = k \cdot \vec{N} \text{ olur.}$$

Tablo 3.4: Bazı Maddeler Arasındaki Sürtünme Katsayıları [3.2]

Yüzeylerin Cinsi	k_s	k_k
kuru beton üzerinde plastik	0,90	0,70
ıslak beton üzerinde plastik	0,70	0,50
kar üzerinde tahta	0,08	0,06
teflon üzerinde çelik	0,04	0,04
çelik üzerinde çelik	0,75	0,57
buz üzerinde çelik	0,02	0,01
tahta üzerinde tahta	0,70	0,40
metal üzerinde metal (yağlı)	0,10	0,07
cam üzerinde cam	0,90	0,40



Soru: $k_s = 0,6$ ve $k_k = 0,4$ olan bir yatay düzlemde 100 kg kütleli cismi harekete başlatmak ve hareketi sürdürmek için gereken en küçük kuvvetleri bulunuz. ($|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

Cevap:

Cisim ağırlığı	Statik sürtünme kuvveti	Kinetik sürtünme kuvveti
$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$	$\vec{f}_s = k_s \cdot \vec{N}$	$\vec{f}_s = k_k \cdot \vec{N}$
$ \vec{G} = 100 \cdot 10$	$ \vec{f}_s = 0,6 \cdot 1000$	$ \vec{f}_s = 0,4 \cdot 1000$
$ \vec{G} = 1000 \text{ N}$	$ \vec{f}_s = 600 \text{ N}$	$ \vec{f}_s = 400 \text{ N}$

Cismi harekete başlatmak için 600 N, hareketi devam ettirmek için en az 400 N kuvvet gereklidir.

Yeryüzündeki olağan hareketlerimiz sürtünme kuvveti sayesinde yapılabilir. Mesela yürürken zemin yatay doğrultuda sürtünme kuvveti uygulamasa ayakta bile durulamaz. Sürtünme kuvveti olmadan elinize bir cismi almak isteseniz elinizden kayıp düşer, tutamazsınız. Özetle tutma, çekme, bastırma, taşıma gibi tüm etkinlikler sürtünme kuvveti sayesinde amacına ulaşabilmektedir. Bu sayılanlar sürtünme kuvvetinin günlük hayattaki kolaylaştırıcı etkileridir.

Sürtünme kuvvetinin çalışan makine parçalarının aşınması gibi sorun olduğu durumlar da vardır. Bunu engellemek için rulman, yağlama ve parça değişimi maliyetleri oluşur. Kıyafetler kullanıldıkça aşınır ve eskir, araçların yol ve hava ile sürtünmeleri enerji kaybına neden olur. Öyle ya da böyle sürtünme kuvveti evrenin vazgeçilmezidir. Amaca göre özel malzemeler üreterek bazen yüksek sürtünmeli bazen neredeyse sürtünmesiz yüzeyler üretilmektedir.

Birbiri üzerinde kayarak hareket eden nesnelere etkiyen sürtünme kuvvetine değinilmiştir. Yuvarlanan cisimler, örneğin bir otomobilin lastiği dönerek ilerlerken yola temas noktasına etki eden sürtünme kuvveti, aracın ivme vektörünün yönüne göre değişmektedir. Otomobilin ileri yönde hızlanabilmesi için lastiklerin yeri, geri yönde itmesi gerekir. Yol tarafından otomobilin lastiğine ileri yönde kuvvet uygulanır (Görsel 3.12).



Görsel 3.12: İleri yönde hızlanmakta olan aracın lastiklerine etkiyen sürtünme kuvveti

Otomobilin ileri giderken yavaşlayabilmesi için yeri ileri itmesi gerekir. Yerde lastiğin yere değen yüzeyine, geri yönde kuvvet uygulamalıdır (Görsel 3.13).



Görsel 3.13: İleri yönde kayarak yavaşlamakta olan aracın lastiklerine etkiyen sürtünme kuvveti



ÇALIŞMA KÖŞESİ 7

A) Kütlesi 4 kg olan bir cisim şekildeki kuvvetlerin etkisi ile 5 m/s^2 ivmeyle harekete başlıyor.



Buna göre yer ile cisim arasındaki sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü hesaplayarak serbest cisim diyagramı üzerinde gösteriniz.

B) Sürtünme kuvvetinin Dünya atmosferi içine giren göktaşlarının eriyip yok olması, araç lastiklerinin yıpranması gibi avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Sizlerde günlük hayatta karşılaştığınız sürtünme kuvvetinin avantaj ve dezavantajlarını değerlendirerek beşer örnek veriniz.



OKUMA METNİ

Dört Temel Kuvvet

Evrendeki tüm madde 4 temel kuvvetin etkisi altındadır: Kütleçekim kuvveti, elektromanyetik kuvvet, zayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetleri. Kütleçekim kuvveti bizleri Dünya üzerinde, gezegenleri de Güneş çevresinde tutar. Elektronları atomda tutan kuvvet ise elektromanyetik kuvvettir ve kütleçekim kuvvetinden çok daha şiddetlidir. Elektromanyetik kuvvetten yüz milyonlarca kez daha zayıf olan zayıf çekirdek kuvveti, radyoaktivite ve nükleer füzyondan sorumludur. Elektromanyetik kuvvetten yüz kez daha şiddetli olan şiddetli nükleer kuvvet de kuarkları birarada tutar. Protonlar, nötronlar ve diğer parçacıklar kuark çiftlerinden ya da kuark üçlülerinden (tripletlerinden) oluşmuşlardır. Elektromanyetik kuvvet “taşıyıcı”ları fotonlardır; zayıf çekirdek kuvvetinin taşıyıcıları W ve Z parçacıkları, şiddetli çekirdek kuvvetinin taşıyıcıları ise gluonlardır.

Kütleçekim kuvveti için de taşıyıcı parçacıklar olduğu sanılmaktadır, henüz gözlenmemekle birlikte bu parçacıklar da “graviton” olarak adlandırılmaktadır. Elektrik ve manyetizma “birleşik”tir; hareketli elektrik yükleri manyetik alan üretir ve değişen manyetik alan da elektriksel gerilim üretir. Elektromanyetizma da zayıf çekirdek kuvvetiyle birleştirilebilir; çünkü çok yüksek enerjilerde ve çok yüksek sıcaklıklarda tek bir “elektro-zayıf” kuvvete indirgenebilir. Bununla ilgili en önemli kanıt Büyük Patlama’nın ilk anları hakkındaki fikirlerden ve hızlandırıcılardaki parçacık deneylerinden gelmektedir (Görsel 3.14). Fizikçiler şimdi bu dört temel kuvveti tek bir “süper kuvvet”te birleştirecek bir teori geliştirmeye çalışmaktadırlar [3.3].



Görsel 3.14: Parçacık çarpıştırıcısı hazırlık aşamasındayken

Ünite Özeti

Cisimler; **dönme**, **titreşme** ya da **öteleme** yaparak hareket edebilir. Öteleme hareketleri, doğrultu üzerinde bir boyutlu; düzlemde iki boyutlu veya üç boyutlu uzayda gerçekleşebilir. Hareketin yörüngesi doğru şeklindeyse buna, **bir boyutlu hareket** denir. Bir boyutlu hareketlinin hızı sabit ise buna ayrıca **düzgün doğrusal hareket** denir. Hareketlinin hızının değişimi için ivme kavramı kullanılır.

Hareketli cismi gözlemleyenlerin de hareket hâlinde olması farklı gözlem sonuçları doğurur. Hareketin göreceli olduğu unutulmamalıdır.

Hareket olaylarını daha iyi kavramak için grafiklerden yararlanılır. Konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri hem grafik üzerindeki değerler hem de alan ve eğim hesapları ile, hareketi tüm detayları ile ifade ederler. Grafik oluşturma ve mevcut grafiği yorumlama becerisi kazanan bir öğrenci ilerleyen yıllarda mekanik konusunun diğer bileşenlerini kavramak için de önemli bir altyapı sağlamış olur.

Hareketi başlatan, durduran ya da değiştiren etki **kuvvettir**. Kuvvet, kütle ve ivme arasındaki ilişki **Newton yasaları**yla ifade edilmiştir. Tabiki Newton'ın sistemli hâle getirdiği bu ilkeler, Aristoteles'dan Platon'a, ibn-i Sina'dan Galileo'ya ve daha birçok bilim insanının da zamanla gelişimine katkıda bulundukları bilgiler bütünüdür. Cisme etkiyen kuvvetlerin bileşkesi anlamına gelen F_{net} sıfır ise cismin ivmesiz, sıfır değilse ivmeli hareketi söz konusudur. Bu ünite de hızın doğrultusu değişmeden yalnız büyüklüğünün değişmesiyle ivme oluşumu işlenmiştir. İlerleyen yıllarda büyüklüğü değişmeden de hızın doğrultu ya da yön değişimi ile oluşacak ivme durumlarından bahsedilecektir.

Evrende dört **temel kuvvet** vardır ve hepsi alan kuvvetleridir. Temel kuvvetlerin neden olduğu itme, çekme, burma gibi kuvvetlerse **temas kuvvetleridir**. Temas hâlindeki cisimlerden biri etki kuvveti uygularken diğeri aynı anda etkiyi uygulayan cisme, eşit büyüklükte ancak zıt yönde tepki kuvveti uygular.

Temas hâlindeki yüzeyler birbirine göre paralel doğrultuda hareket etmeye kalkarlarsa **sürtünme kuvveti** ortaya çıkar ve bu kuvvetin büyüklüğü yüzeyleri birbirine bastıran kuvvete ve yüzeylerin cinsine bağlıdır. Sürtünme kuvvetinin günlük hayatı kolaylaştırdığı durumlar olduğu gibi sorunlara yol açtığı da olmaktadır. Günlük hayatta hareketin veya hareket ihtimalinin olduğu her yerde Newton yasaları ile yorum yapmak mümkündür.



KAVRAM YANILGISI

Bu ünite de karşılaşılabilecek muhtemel kavram yanılgıları şöyle sıralanabilir:

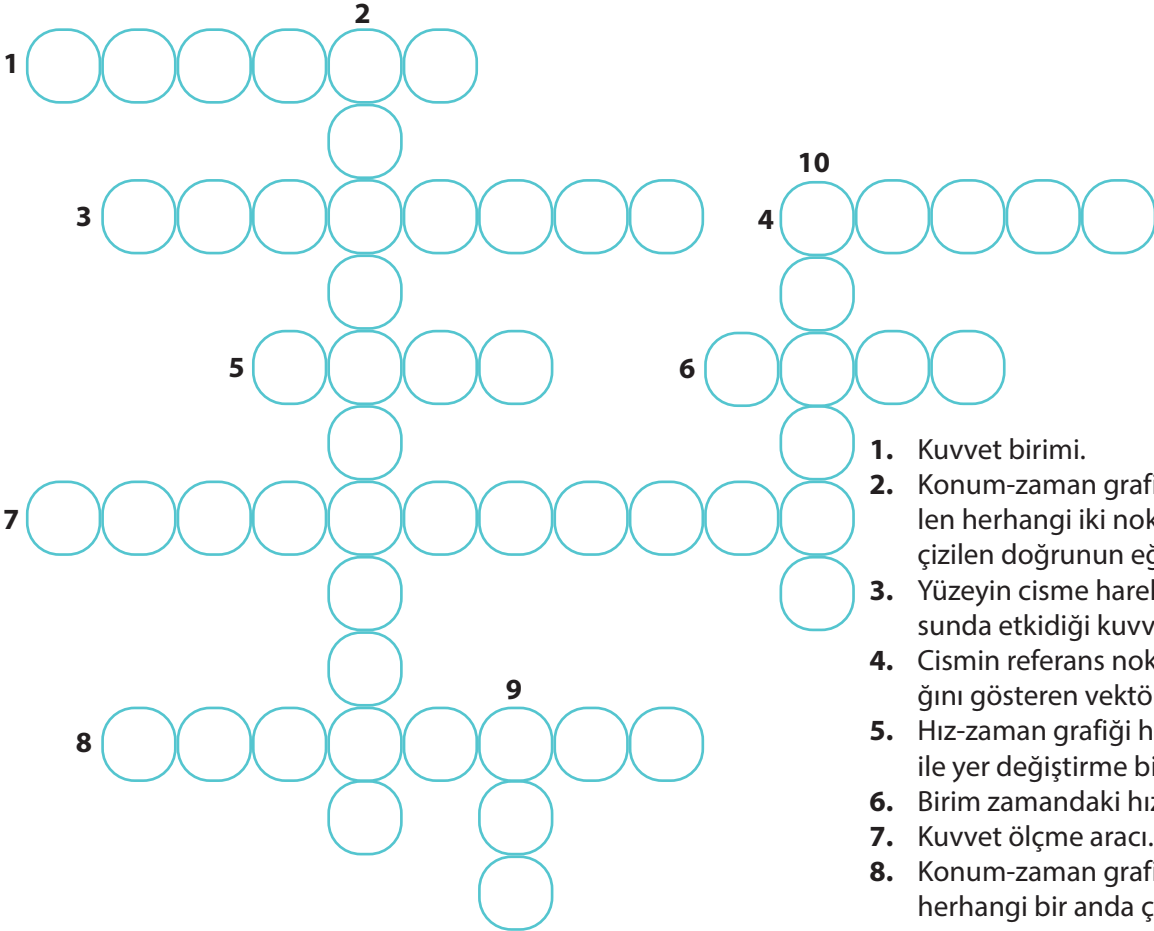
- Yan yana duran iki cisim aynı hıza sahiptir.
- İki cisimden önde bulunan daha hızlıdır.
- Eğer hız sıfır ise ivme de sıfırdır.
- Sabit hızla hareket eden cisimlere kuvvet etki eder.
- Hareket hâlindeki cisimlerin eylemsizliği vardır.
- Hareket hâlindeki cisimlere etkiyen kuvvet kaldırıldığında cisim hızını azaltarak duracaktır.
- Eylemsizlik cisimleri hareket hâlinde tutan kuvvettir.
- Durmakta olan iki cisim aynı eylemsizlik değerine sahiptir.
- Hız mutlak ve gözlem çerçevesine göre değişmez.
- Etki ve tepki kuvvetleri aynı cisme etki eder.
- Newton'ın üçüncü yasasında, bir cisme etki eden normal kuvvet daima cismin ağırlığına eşittir.
- El ile bir cisme uygulanan bir kuvvet cisim eli terk ettikten sonra da etki etmeye devam eder.
- Sürtünme kuvveti, daima cismin hareket yönü ile zıt yönlü bir kuvvettir.
- Sürtünme kuvvetinin kaynağı yüzeylerin pürüzlülüğüdür [3.4].

3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki yargıları değerlendirerek doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

D	Y	Doğru (D), Yanlış (Y)
		1. Hareket göreceli bir olgudur.
		2. Yer değiştirme, cismin son konum vektörü ile ilk konum vektörü arasındaki farktır.
		3. Yer değiştirme vektörel bir büyüklüktür.
		4. Hızın birimi m/s'dir.
		5. Sürat ve hız aynı kavramdır.
		6. Konum-zaman grafiğinin eğimi, hız-zaman grafiğini verir.
		7. Birim zamandaki yer değiştirme ivmeyi verir.
		8. Doğada dört temel kuvvet vardır.
		9. Kuvvet, cismin ivmesi ile ağırlığının çarpımıdır.
		10. Sürtünme kuvveti yüzeyin cinsine bağlıdır.

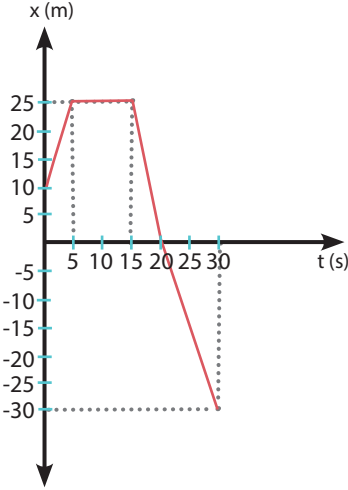
B) Aşağıdaki soruların cevabını numaraları ile eşleşen bölüme yazınız.



1. Kuvvet birimi.
2. Konum-zaman grafiğinde seçilen herhangi iki nokta arasına çizilen doğrunun eğimi.
3. Yüzeyin cisme hareket doğrultusunda etkidiği kuvvetin adı.
4. Cismin referans noktasına uzaklığını gösteren vektör.
5. Hız-zaman grafiği hangi özelliği ile yer değiştirme bilgisi verir?
6. Birim zamandaki hız değişimi.
7. Kuvvet ölçme aracı.
8. Konum-zaman grafiği eğrisine herhangi bir anda çizilen teğetin eğimi.
9. Birim zamandaki yer değiştirme miktarı.
10. Hareketlinin doğrultusunu, hızını, yönünü değiştirebilen etki.

C) Aşağıdaki açık uçlu soruları cevaplayınız.

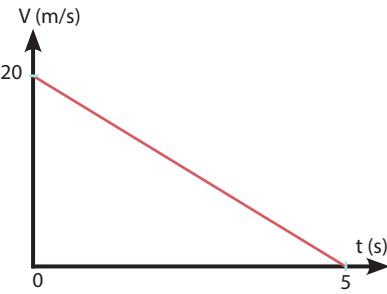
1.



Doğrusal yörünge üzerinde hareket eden bir aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibi olduğuna göre

- Hareketlinin ilk konumu kaç m'dir?
- Hangi saniyelerde ileri, hangi saniyelerde geri gitmektedir?
30. s'de başlangıç konumuna göre kaç m yer değiştirmiştir?
- Hızının en büyük değeri kaç m/s'dir?
- En yavaş olduğunda hızının büyüklüğü kaç m/s'dir?
- (0-20) s aralığında ortalama sürati kaç m/s'dir?
- (0-20) s aralığında ortalama hızının büyüklüğü kaç m/s'dir?
- Konum zaman grafiğindeki verileri kullanarak aracın hız-zaman grafiğini çizin.

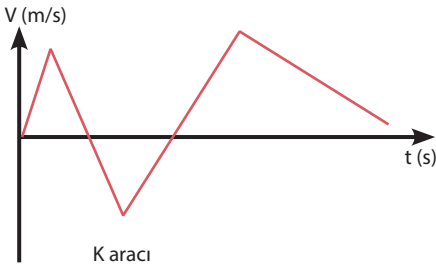
2.



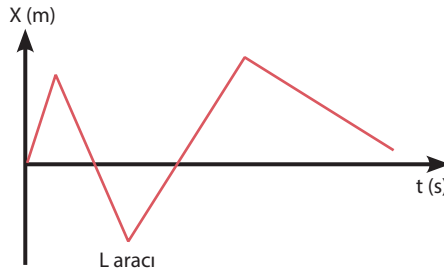
Doğrusal yörüngede 20 m/s hızla gitmekteyken düzgün yavaşlayıp 5 saniyede duruyor. Bu aracın hız-zaman grafiği şekilde verilmiştir. Buna göre aracın;

- Duruncaya kadar aldığı yol kaç m'dir?
- Yavaşlama ivmesi kaç m/s^2 'dir?

3.



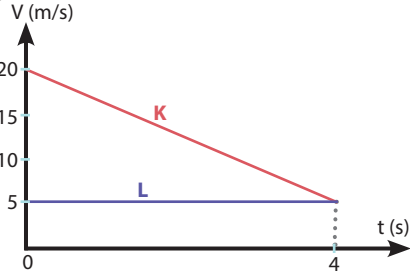
K aracı



L aracı

Doğrusal yörüngede hareket eden K aracının hız-zaman grafiği, L aracının konum-zaman grafiği verilmiştir. Buna göre K ve L araçları kaç kez yön değiştirmiştir?

4.



Doğrusal yörüngede hareket eden K ve L araçlarının hız-zaman değişimleri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. 4. s'de araçlar yan yana olduklarına göre başlangıçta aralarındaki uzaklık kaç m'dir?

5.

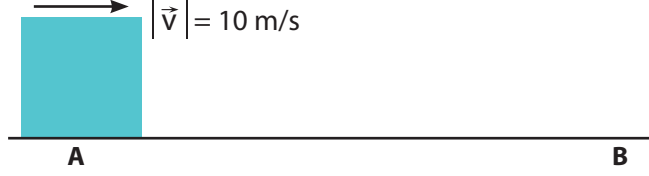


A ve B konumlarında durmakta olan araçlar birbirlerine doğru düzgün hızlanarak harekete geçiyorlar. B konumundan geçerlerken hızları eşit büyüklükte olduğuna göre

- Araçların hız-zaman grafiklerini çizin.
- Araçların ivmelerinin büyüklükleri oranı a_1/a_2 kaçtır?

6. 1 Mg kütleli bir otomobil durgun hâlden 108 km/h hıza 12 s'de ulaşmaktadır. Motorun arabaya uyguladığı kuvvet kaç N'dur? (Uygulanan kuvvetin sabit olduğunu varsayınız.)

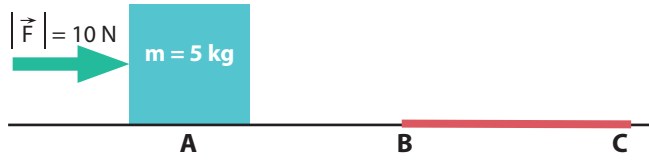
7.



A noktasından 10 m/s hızla geçen 2 kg kütleli cisim düzgün yavaşlayıp 20 m uzaktaki B noktasında durmaktadır. Sürtünmeli IABI yolundaki cismin;

- a) Durana kadar hareketi kaç s sürmüştür?
b) İvmesinin büyüklüğü kaç m/s'dir?
c) Durmasını sağlayan sürtünme kuvveti kaç N'dur?

8.



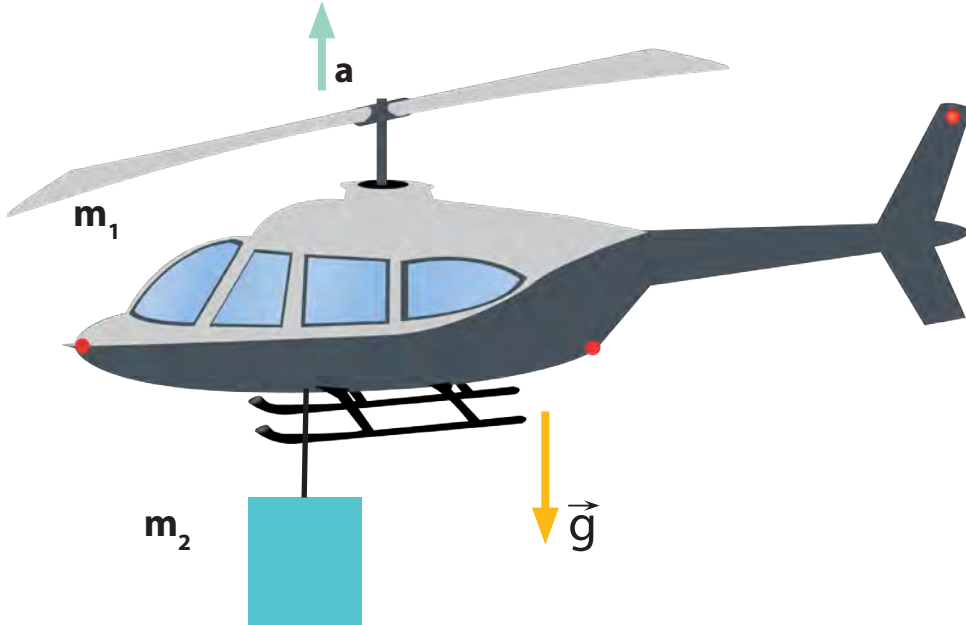
AB yolu sürtünmesiz BC yolu sürtünmelidir. 10 N' luk kuvvet cisme AC yolu boyunca uygulandığında cisim eşit uzunluktaki AB ve BC yollarını eşit sürede almaktadır. Buna göre BC yolunun kinetik sürtünme katsayısı kaçtır?

D) Aşağıdaki verilen çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Masa üzerindeki 28 kg'lık bir cisim, masanın bir kenarından aşağı sarkan ve kütlesi 1 kg olan boş bir kovaya, sürtünmesiz makaradan geçirilen ipe bağlanmıştır. Masa ile cisim arasında statik sürtünme katsayısı 0,450 kinetik sürtünme katsayısı ise 0,320'dir. Cisim masa üzerinde harekete başlayana kadar kovaya yavaş yavaş kum doldurulmaktadır. Kovaya konan kum kaç kilogramdır ve sistemin ivmesi kaç m/s²'dir? (g = 10 N/kg)

A) 8,60; 0,64 B) 8,60; 1,24 C) 6,40; 0,42 D) 12,4; 0,64 E) 11,6; 0,89 [3.5]

2.



Kütlesi $m_1 = 6$ ton olan bir helikopter kütlesi $m_2 = 1$ ton yük ile dikey yukarıya doğru $a = 2 \text{ m/s}^2$ ivmeyle yerden harekete geçmektedir. Hareketin başlamasından 10 s sonra yükü helikoptere bağlayan halat kopmaktadır.

Hareketin başlamasından 20 s sonra helikopter yerden kaç metre yüksekte bulunur? (g = 10 N/kg)

A) 464 B) 500 C) 540 D) 600 E) 660 [3.6]

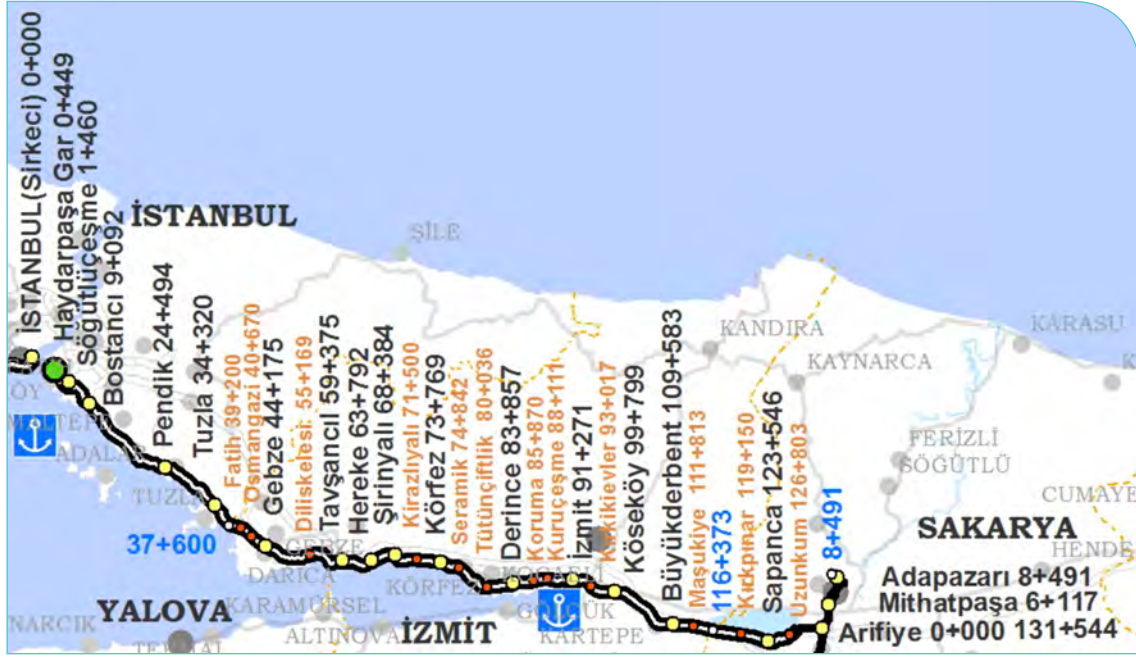
E) Aşağıdaki soruları metne göre cevaplayınız.

1-9 arasındaki soruları aşağıdaki metin ve görsellere göre cevaplandırınız.

Yandaki görselde TCDD tarafından işletilen Adapazarı-Pendik bölgesel treninin istasyonlarda bulunma saatleri verilmiştir [3.7].

ADAPAZARI-PENDİK Sefer Tarihi : 06.05.2017

İstasyon	Trenler				İstasyon
	11604	11606	11612	11616	
İstanbul (Pendik)	08:00	10:20	16:30	20:15	İstanbul (Pendik)
Gebze	08:18	10:38	16:48	20:33	Gebze
İzmit YHT	08:50	11:10	17:20	21:05	İzmit YHT
Sapanca	09:12	11:32	17:42	21:27	Sapanca
Arifiye	09:17	11:37	17:47	21:32	Arifiye



Yukarıdaki görselde tren istasyonları arası mesafeler gösterilmiştir. İstasyonların yanında yer alan 44 + 175 gibi ifadeler istasyonun sirkeci istasyonuna olan uzaklığını ifade eder. Sirkeci-Pendik mesafesi: 44,175 km gibi [3.8].

1. Bu verileri kullanarak trenin konum, yer değiştirme, yol, sürat, hız, ortalama hız, anlık hız, ivme değerlerinden hangileri hesaplanamaz?
2. Arifiye-Pendik arasında görsel üzerinde belirtilen mesafe kaç km'dir? Bu uzunluk Arifiye-Pendik konumları arasındaki yer değiştirme midir?
3. Ardışık istasyonlar arası mesafelerden hangileri birbirine en uzaktır?
4. Ardışık istasyonlar arasındaki yolculuk sürelerinden hangisi en fazladır?
5. Pendik-Arifiye yolculuğu kaç dakika sürmektedir?
6. Pendik-Arifiye yolculuğunda ortalama hız kaç km/h olur?
7. İstasyonlar arası ortalama süratleri karşılaştırınız. Bu farklılık neden kaynaklanıyor olabilir?
8. Arifiye-Pendik yolculuğunun yol-zaman grafiğini çiziniz.
9. Tren yolu hattının doğru şeklinde yapılmayıp yörüngein uzatılmasının gerekçeleri neler olabilir?

10. soruyu aşağıdaki parçaya göre cevaplandırınız.



ULTRASON

Birçok ülkede, ultrason görüntüsü ile bir ceni- nin (gelişmekte olan bebek) resimleri çekilebilir (ekografi). Ultrasonların hem anne hem de cenin için güvenli olduğu düşünülmektedir [3.9].

Doktor elinde bir sonda tutar ve annenin karnı boyunca hareket ettirir. Ultrason ses dalgaları karın bölgesine aktarılır. Karnın içinde ceninın yüzeyi tarafından yansıtılır. Bu yansıtılan dalgalar, sonda tarafından geri alınır ve bir görüntü oluşturabilen makineye yansıtılır.

10. Ultrason makinesi bir görüntü oluşturmak için cenin ve alet arasındaki mesafeyi hesaplamalıdır.

Ultrason dalgaları karın boyunca 1540 m/s hızıyla hareket eder. Makinenin mesafeyi hesaplayabilmesi için hangi (niceliğe dair) ly alması gerekmektedir?

4

• ÜNİTE



ENERJİ

Ünite Açıklaması

Bu ünite “hareket ve kuvvet” ünitesinde anlatılan yer değiştirme, hız ve kuvvet gibi fiziksel ifadelerinden yararlanılarak iş, enerji, güç ve verim kavramları açıklanacaktır. Bu kavramlardan yola çıkarak fiziği yaşamla ilişkilendirmek, günümüz toplumları için enerjinin önemini vurgulamak, enerji tasarrufu ve farklı enerji kaynakları hakkında farkındalık oluşturmak amaçlanmaktadır.

Kavramlar ve Terimler

İş, enerji, güç, öteleme kinetik enerji, yer çekimi potansiyel enerjisi, esneklik potansiyel enerjisi, mekanik enerji, enerji korunumu, enerji dönüşümü, verim, yenilenebilir enerji, yenilenemez enerji

Konu Başlıkları

- 4. 1. İş, Enerji ve Güç
 - 4. 1. 1. İş, Enerji ve Güç İlişkisi
 - 4. 1. 2. Mekanik İş ve Mekanik Güç ile İlgili Hesaplamalar
- 4. 2. Mekanik Enerji
 - 4. 2. 1. Öteleme Kinetik Enerjisi, Yer çekimi Potansiyel Enerjisi ve Esneklik Potansiyel Enerjisi
- 4. 3. Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümü
 - 4. 3. 1. Enerji Döngüsü ve Korunumu
 - 4. 3. 2. Canlılar ve Enerji
- 4. 4. Verim
 - 4. 4. 1. Verim Nedir?
 - 4. 4. 2. Verimi Artıracak Öneriler
- 4. 5. Enerji Kaynakları
 - 4. 5. 1. Enerji Kaynaklarının Avantaj ve Dezavantajları

Isınma Turları

1. “Güçlü kuvvetli çocuk” tabirindeki güç ve kuvvet kavramları fizikte aynı anlamda kullanılabilir mi?
2. Bir topa tekme atıp, top kendi hâline bırakıldığında bir süre sonra durmaktadır. Topun hareketli iken sahip olduğu enerji top durduğunda nereye gitmiştir?
3. Durgun cisimler enerjiye sahip midir?
4. Genellikle elektrikli araçların üzerinde yer alan enerji verimlilik etiketlerindeki “A, B, C, D, E, F, G” harfleri ne anlam ifade etmektedir?
5. Beslenme yalnızca enerji ihtiyacını karşılamak için midir? Nedeniyle birlikte açıklayınız.
6. Yenilenebilir enerji kullanımının çevreye avantajları ya da dezavantajları nelerdir?

4. 1. İş, Enerji ve Güç

4. 1. 1. İş, Enerji ve Güç İlişkisi

Günlük hayatta “iş” kelimesine yüklenen anlam ile fizikte kullanılan “iş” kavramı aynı değildir. Meslekler ya da bir efor için iş kelimesi kullanılmaktadır. Örneğin bir işçinin bir yükü ücret karşılığında, yatay yolda yerden sabit yükseklikte ve sabit hızla taşıması günlük hayatta iş olarak değerlendirilse bile fizik biliminde iş kabul edilmez.

Kuvvet, bir cismin yerini uygulandığı doğrultuda değiştirirse iş yapmış olur. Cismin içinde olduğu düzenerğin izin verdiği harekete göre kuvvetin yaptığı iş farklı sonuçlara neden olabilir. Örneğin cismin hızının ya da yüksekliğinin değişmesi, bir esnek cisme kuvvetin uygulanmasıyla boyunun kısalması ya da uzaması bu sonuçlardan bazılarıdır.

Yatay düzlemde hızlanan cismin öteleme kinetik enerjisi artar (Görsel 4.1). Sabit hızla yükselen cismin yer çekim potansiyel enerjisi artar (Görsel 4.2). Uygulanan kuvvet etkisiyle uzunluğu değişen esnek cisimlerin esneklik sınırları aşılmamak koşuluyla esneklik potansiyel enerjisi artar (Görsel 4.3).



Görsel 4.1: Kalkış esnasındaki yarış otomobili

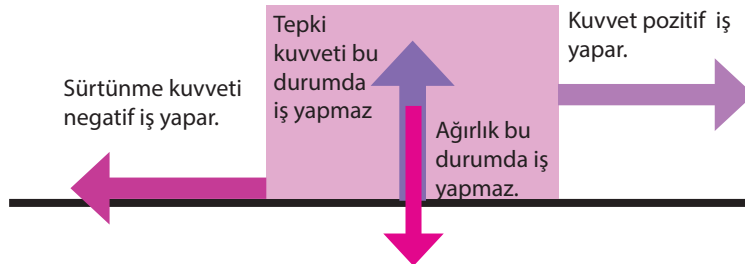


Görsel 4.2: Kaldırıcı (lift) yardımıyla yüksektirilmiş otomobil



Görsel 4.3: Yay geren geleneksel Türk okçusu

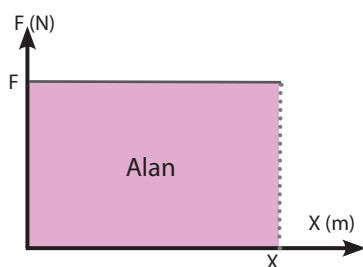
Yatay düzlemdeki cisme uygulanan hareketle aynı yöndeki itme kuvveti cismi hızlandırırken hareketle zıt yöndeki sürtünme kuvveti yavaşlatır. Bu kuvvetlerin doğrultusu hareket doğrultusunda olduğundan her ikisi de iş yapmış olur. Ancak cisim yatay yolda giderken ağırlık kuvveti hareket doğrultusuna dik olduğundan iş yapmamış olur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Cisme etki eden kuvvetlerin iş yapma durumları

Cisim, dikey doğrultuda hareket ediyor olsaydı cismin ağırlığı iş yapmış olurdu. Örneğin çatılarda biriken kar kütlesi; bir kuvvet uygulanmadığı hâlde kendiliğinden kayarak harekete geçer.

İş, uygulanan kuvvet ile yer değiştirmenin çarpımıdır aynı zamanda mekanik iş olarak tanımlanır. Mekanik iş skaler bir nicelik olup “W” ile gösterilir. $\vec{F}$ kuvveti etkisinde yapılan yer değiştirme $\Delta\vec{X}$ ise yapılan iş;



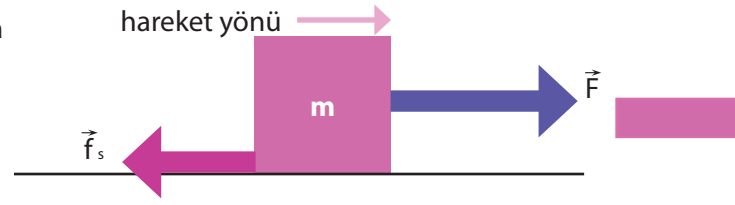
Şekil 4.2: F-X grafiği

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{X}$$

formülüyle hesaplanır. İş birimi Joule’dür (Jul).

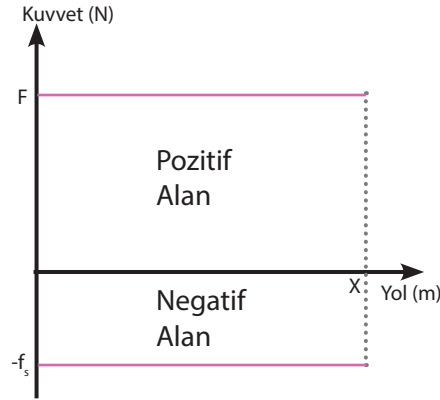
Kuvvet-yer değiştirme (F-X) grafiği ile yatay eksen arasında kalan alan işin büyüklüğü kadardır (Şekil 4.2).

Sürtünmeli bir yüzey üzerinde $\vec{F}$ kuvvetinin etkisinde sağa doğru hızlanmakta olan m kütleli cisme, zemin tarafından $\vec{f}_s$ kuvveti uygulanmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Cisme uygulanan $\vec{F}$ ve $\vec{f}_s$ kuvvetleri

Cisim hareket yönünün de yerdeğiştirirken $\vec{F}$ kuvveti pozitif, $\vec{f}_s$ kuvveti negatif iş yapar (Şekil 4.4). Kuvvetler F-X grafiği üzerinde gösterilirse



Şekil 4.4: Kuvvet-yol grafiği

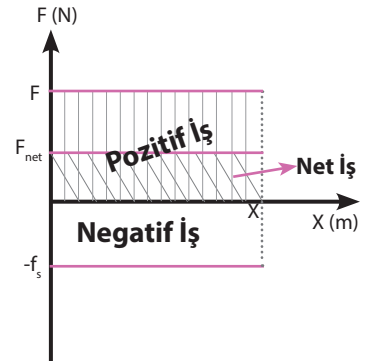
Net kuvvetin yaptığı işe de **net iş** denir (W_{net}).

$$W_{net} = \vec{F}_{net} \cdot \Delta\vec{X}$$

Bu durumda yatay doğrultudaki m kütleli cisim için net kuvvet pozitif olduğundan cisim hareket yönüne doğru ivmeli hareket yapar. Net iş, cismin öteleme kinetik enerjisi kazanmasını sağlarken sürtünme kuvvetinin yaptığı iş de ısı enerjisine dönüşür.

Hareket yönüne doğru uygulanan kuvvet sürtünme kuvvetinden büyük olduğunda,

$$\vec{F}_{net} > 0 \text{ ise } W_{net} > 0 \text{ olur (Şekil 4.5).}$$



Şekil 4.5: F-X grafiği ($|\vec{F}| > |\vec{f}_s|$)

Hareket yönüne doğru uygulanan kuvvet sürtünme kuvveti ile eşit büyüklükte olduğunda,

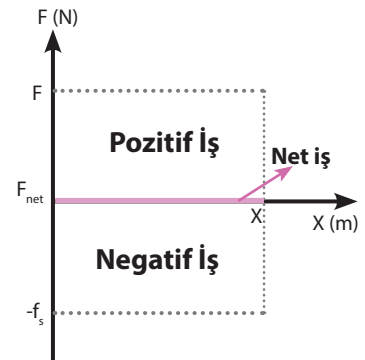
$\vec{F}_{net}$, $\vec{F}$ ile $\vec{f}_s$ 'nin farkı ile bulunduğundan

$$\vec{F}_{net} = 0 \text{ olur (Şekil 4.6).}$$

$$W = \vec{F}_{net} \cdot \Delta\vec{X}$$

$$W_{net} = 0$$

yani kuvvet ve yer değiştirme olmasına rağmen net iş sıfır olur.



Şekil 4.6: F-X grafiği ($|\vec{F}| = |\vec{f}_s|$)

Güç: İş kavramında olduğu gibi günlük hayatta "güç" kelimesine yüklenen anlam, fizikte kullanılan "güç" kavramıyla aynı değildir.

Birim zamanda yapılan işe ya da üretilen-tüketilen enerjiye **güç** denir. Bir başka ifadeyle güç bir işin tamamlanması için gerekli olan enerjinin hangi hızda harcadığını gösterir. Mekanik güç, mekanik iş hızını karakterize eden fiziksel bir niceliktir. Mekanik güç, **P** ile gösterilir, matematiksel modeli:

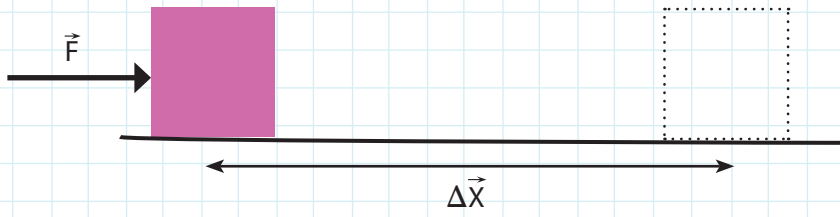
$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t} \text{ dir.}$$

Formulde kullanılan niceliklerin birimleri şöyledir:

$$W: J \quad t: s \quad P: \frac{J}{s} = \text{Watt (W)}$$



Soru:



Şekildeki sürtünmesiz zeminde duran küp şeklindeki cisme uygulanan $|\vec{F}| = 40 \text{ N}$ 'luk kuvvet 10 s'de cisme 200 metre yer değiştiriyor. Uygulanan güç kaç watt'tır?

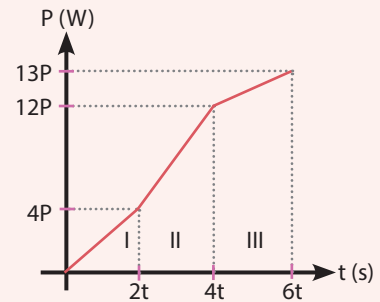
Cevap: $P = \frac{W}{t} = \frac{|\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{X}|}{t} = \frac{40 \cdot 200}{10} = 800 \text{ W}$

4. 1. 2. Mekanik İş ve Mekanik Güç ile İlgili Hesaplamalar



ÇALIŞMA KÖŞESİ 1

- A) Sürtünmesiz yatay bir yolda hareket eden cisme ait (P-t) grafiği şekildeki gibidir. I, II ve III aralıklarında kuvvetin yaptığı iş sırasıyla W_1 , W_2 ve W_3 ise aralarındaki ilişki nasıldır?



- B) Bir elektrik motoru sürtünmesiz yatay yol üzerinde yola paralel uygulanan 50 N'lık kuvvetle bir cismi 8 m hareket ettiriyor. Cisim sabit hızla 10 s hareket ettiğine göre elektrik motorunun gücü kaç W'tır?

4. 2. Mekanik Enerji

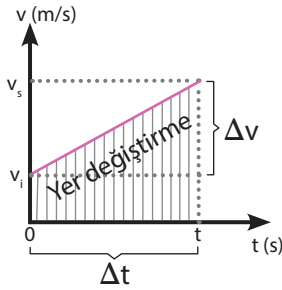
Sürtünmesiz ortamda belli bir yükseklikten bırakılan esnek top durmaksızın bırakıldığı yükseklikle yer arasında zıplamaya devam ederken sürtünmeli bir ortamda aynı esnek top giderek azalan yükselmeler sonunda durur. Sürtünmesiz ortamda esnek topun durmaksızın hareketi mekanik enerjisinin değişmemesinden kaynaklanır. **Mekanik enerji** kinetik ve potansiyel enerjinin toplamına denir.

$$E_M = E_k + E_p$$

4. 2. 1. Öteleme Kinetik Enerjisi, Yer Çekimi Potansiyel Enerjisi ve Esneklik Potansiyel Enerjisi



Şekil 4.7: Cisme uygulanan $\vec{F}$ kuvveti



Şekil 4.8: v-t grafiği

Cisim başlangıçta durursa $v_i = 0$ olduğundan herhangi bir andaki v hızında kinetik enerjisi,

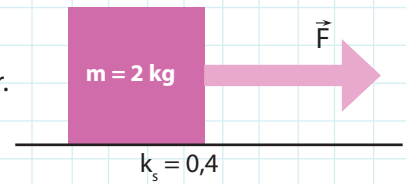
$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \text{ ile bulunur.}$$

Öteleme Kinetik Enerjisi: Yatay sürtünmesiz düzlemde m kütlesi cisme uygulanan sabit F kuvveti, cismin sabit ivme ile düzgün hızlanmasını sağlar (Şekil 4.7). Bu durumda cisim v_i ilk hızıyla harekete başlayıp v_s son hızına ulaşır. Grafikte de görüldüğü gibi cismin hız-zaman grafiğinin altında kalan alan yer değiştirmeyi verir (Şekil 4.8). İşlemler yapıldığında, **iş-enerji teoremine** göre net kuvvetin yaptığı iş kinetik enerjideki değişime eşit olacağından kinetik enerji değişimi (ΔE_k) ve iş arasındaki bağlantı şu şekilde kurulur:

$$\begin{aligned} W &= \Delta E_k = \vec{F} \cdot \Delta \vec{X} = m \cdot a \cdot \Delta X \\ &= m \cdot \frac{(v_s - v_i)}{\Delta t} \cdot \left[\frac{(v_s + v_i)}{2} \cdot \Delta t \right] \\ &= \frac{m}{2} \cdot (v_s - v_i) \cdot (v_s + v_i) \\ &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_s^2 - v_i^2) \end{aligned}$$



Soru: 10 N' luk kuvvet başlangıçta durmakta olan 2 kg'lık cismin sürtünmeli yatay düzlemde 4 s'de 8 m yer değiştirmesini sağlıyor. Buna göre



- F kuvvetinin yaptığı iş kaç J'dür?
- Sürtünme kuvvetine karşı yapılan iş kaç J olur?
- Yapılan net iş ya da cismin kazandığı kinetik enerji kaç J olur?
- 8 metrelik yolun sonunda cismin hızı kaç m/s olur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

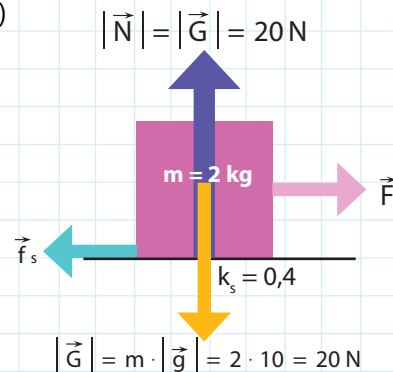
Cevap:

a) $W = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{X}| = 10 \cdot 8 = 80 \text{ Joule}$

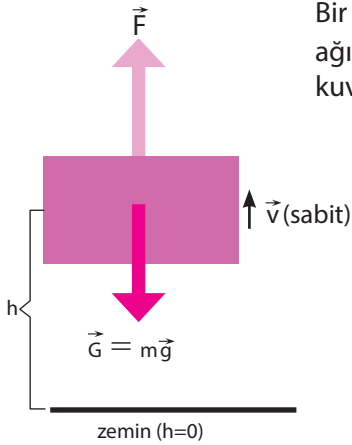
b) $\vec{f}_s = k_s \cdot \vec{N}$ ise $|\vec{f}_s| = 0,4 \cdot 20 = 8 \text{ N}$ $W_s = |\vec{f}_s| \cdot |\Delta \vec{X}| = 8 \cdot 8 = 64 \text{ J}$

c) $W_{\text{net}} = W - W_s = 80 - 64 = 16 \text{ J'dür}$

ç) $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ değerler yerine konulursa,
 $16 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2$ burdan $|\vec{v}| = 4 \text{ m/s'dir.}$

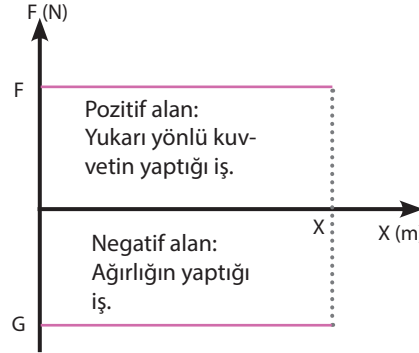


Yer çekimi Potansiyel Enerjisi: Seçilen referans noktasına göre yüksekliği artan cisimlerin kazandığı enerjiye **yer çekimi potansiyel enerjisi** denir. Ağırlık kuvvetine karşı yapılan iş cismin kazandığı yer çekimi potansiyel enerjisine eşittir.



Şekil 4.9: Cisme etkiyen kuvvetler

Bir cismin sabit hızla, yukarı yönde hareket edebilmesi için, cisme yukarı yönde ağırlığına eşit büyüklükte $\vec{F}$ kuvveti uygulanması gerekir (Şekil 4.9). Bu cisim için kuvvetlerin yaptığı işler grafikte gösterilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: F-X grafiği

$$W = \Delta E$$

eşitliği bu durum için düzenlenirse:

$$W = F \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

elde edilir.



Soru: $\vec{F}$ kuvvetinin etkisinde 2 kg kütleli cisim zeminden sabit hızla 5 m yükseltirse cismin kazanacağı potansiyel enerji kaç J olur? ($g=10 \text{ m/s}^2$)

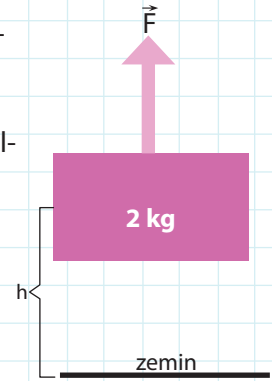
Cevap: Cismin sabit hızla yükselebilmesi için $\vec{F}$ kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olması gerekir.

$$|\vec{F}| = m \cdot |\vec{g}| = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$$

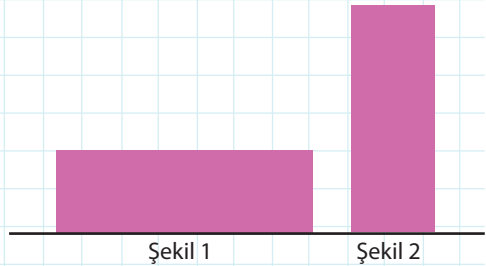
$$W = F \cdot h = 20 \cdot 5 = 100 \text{ J veya}$$

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot h = 2 \cdot 10 \cdot 5 = 100 \text{ J olur.}$$

$$W = \Delta E_p \text{ eşitliği burada da görülebilir.}$$

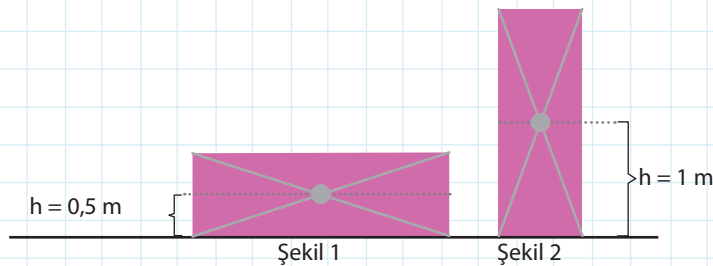


Soru: Genişliği 2 m, yüksekliği 1 m olan 2 kg kütleli cisim 1. şekildeki gibi duruyorken 2. şekildeki duruma getiriliyor. Buna göre yapılan iş kaç J'dür? ($g=10 \text{ m/s}^2$)



Cevap: Cisimlerin yerden yüksekliği hesaplanırken ağırlık merkezi dikkate alınır. Düzgün homojen cisimlerin ağırlık merkezi aynı zamanda geometrik merkezidir.

$W = \Delta E_p$ eşitliği dikkate alındığında kuvvet ya da yer değiştirme bilgisi olmamasına rağmen yer çekimi potansiyel enerjisindeki değişim hesaplanarak yapılan iş bulunabilir.



$$\Delta E_p = E_{ps} - E_{pi}$$

$$= m \cdot g \cdot h_s - m \cdot g \cdot h_i$$

$$= m \cdot g \cdot (h_s - h_i)$$

$$= 2 \cdot 10 \cdot (1 - 0,5) = 10 \text{ J olacaktır.}$$

E_{ps} : Son durumdaki potansiyel enerji

E_{pi} : İlk durumdaki potansiyel enerji



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Kaykaycının enerjisi

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Yer çekimi potansiyel enerjisinin (E_p) veriler yardımıyla matematiksel modelini çıkarmak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Potansiyel enerji konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



Simülasyonun kullanım kılavuzu:



- Kullanım kılavuzunu inceleyiniz.
- Simülasyonun sağ tarafındaki menüden “ızgarayı göster”, “potansiyel enerji refransı”, “diyagramı göster” butonlarını aktif konuma getiriniz.
- Simülasyonun sağ tarafındaki menüden “sıcaklığı sıfırla” butonu aktifse sıfırlayınız.
- Simülasyonun sağ tarafındaki menüden “enerji-zaman” grafiğine tıklayınız.
- Bu ayarlamaları yaptıktan sonra aşağıdaki tabloda verilen sayı değerlerini m , h ve g için sırasıyla simülasyona giriniz.
- m , g , h değerlerini girip “enerji-zaman” grafiğinden E_p için gösterilen enerji değerini tabloya giriniz.

Deneme	m (kg)	g (N/kg)	h (m)	E_p (J)
1	20	2	4	
2	20	4	4	
3	20	2	4	
4	60	2	4	
5	20	2	4	
6	20	2	2	

Sonuçlandırma:

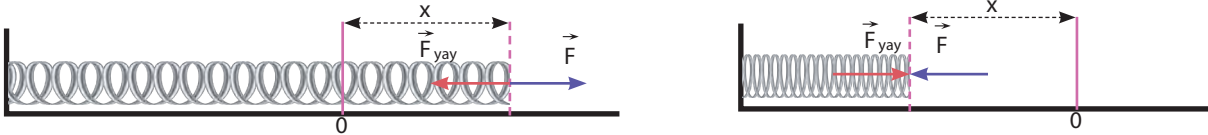
- Yer çekimi potansiyel enerji değeri kütleinin değişimine bağlı mıdır? Açıklayınız.
- Yer çekimi potansiyel enerji değeri yer çekimi değerine bağlı mıdır? Açıklayınız.
- Yer çekimi potansiyel enerji değeri cismin bulunduğu yüksekliğin değişimine bağlı mıdır? Açıklayınız.
- Yer çekimi potansiyel enerjisinin matematiksel modeli nasıl olmalıdır?

Esneklik Potansiyel Enerjisi: Bir ucundan sabitlenen yay kuvvet yardımıyla sıkıştırıldığında ya da uzatıldığında esneklik potansiyel enerjisi kazanır. Denge konumundaki yay $\vec{F}$ kuvveti uygulanarak sıkıştırıldığında veya uzatıldığında yayda $\vec{F}$ kuvvetine zıt yönde bir gerilme kuvveti ($\vec{F}_{\text{yay}}$) oluşur.

Şekil 4.11'de verilen denge durumundaki yaya uygulanan kuvvet ile yayın boyundaki değişim miktarı (uzanım) arasındaki ilişki

$$\vec{F} = -k \cdot \vec{x}$$

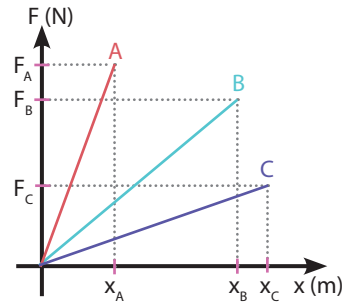
şeklinde olup eksi (-) işareti yay kuvveti ile yayın uzama yönünün zıt olduğunu gösterir. Burada k yayın esneklik sabitini (yay sabiti) ifade eder. Birimi N/m'dir (kg/s²).



Şekil 4.11: Kuvvet etkisiyle yayın uzanımı

A, B, C esnek yaylarına uygulanan kuvvet ile yayların uzunluğundaki değişim oranlandığında o yayın esneklik sabiti bulunur (Şekil 4.12). Belli bir değerden sonra cisim esnekliğini kaybedeceğinden grafiğin eğimi sabit kalmaz.

İşin büyüklüğü, kuvvet uzanım grafiği ile yatay eksen arasındaki alan kadar olduğundan, bir yayın boyunda x kadar değişime neden olan $\vec{F}$ kuvveti, üçgen şeklindeki alanın büyüklüğü kadar iş yapmış olur (Şekil 4.13).

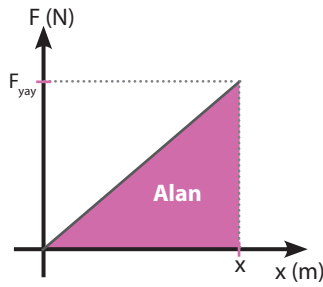


Şekil 4.12: Kuvvet-uzanım grafiği

$$W = \Delta E_{\text{yay}}$$

$$W = \frac{(k \cdot x) \cdot x}{2} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \text{ dolayısıyla}$$

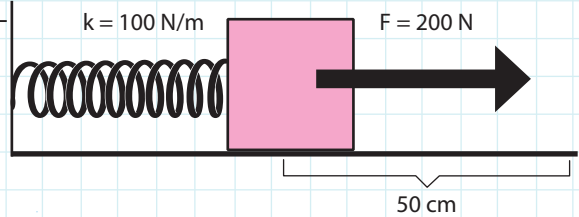
$$\Delta E_{\text{yay}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \text{ olur.}$$



Şekil 4.13: Kuvvet-uzanım grafiği



Soru: 200 N büyüklüğündeki kuvvet, yaya bağlı kütlenin yatay doğrultuda 50 cm ötelemesini sağlarsa yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi (E_{yay}) kaç J olur?



Cevap: $x = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$

$$E_{\text{yay}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

$$E_{\text{yay}} = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot (0,5)^2$$

$$E_{\text{yay}} = 12,5 \text{ J}$$



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Enerjik yay

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Esneklik potansiyel enerjisinin (E_{yay}) veriler yardımıyla matematiksel modelini çıkarmak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Esneklik potansiyel enerji konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



Simülasyonun kullanım kılavuzu:



- Kullanım kılavuzunu inceleyiniz.
- Simülasyonun sağ tarafındaki menüden “kuvvet eğrisi”, “uygulanan kuvvet”, “uzanım”, “denge konumu”, “enerji” ve “değerler” butonlarını aktif konuma getiriniz.
- Bu ayarlamaları yaptıktan sonra aşağıda verilen sayı değerlerini esneklik katsayısı (k) ve uzanım (x) için sırasıyla simülasyona giriniz.
- k ve x değerlerini girip “enerji-uzanım” grafiğinden E_{yay} için gösterilen enerji değerini tabloya giriniz.

Deneme	k (N/m)	x (m)	E_{yay}
1	200	0,200	
2	200	0,400	
3	200	0,600	
4	400	0,600	

Sonuçlandırma:

- Esneklik potansiyel enerji değeri esneklik katsayısı değişimine bağlı mıdır? Açıklayınız.
- Esneklik potansiyel enerji değeri uzanım değerine bağlı mıdır? Açıklayınız.
- Esneklik potansiyel enerjisinin matematiksel modeli nasıl olmalıdır?



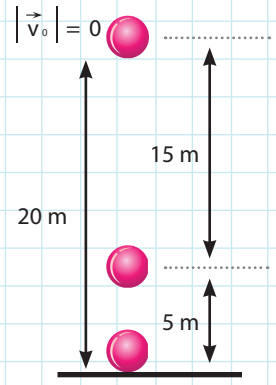
ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Esneklik katsayısının birimini temel büyüklükler cinsinden ifade ediniz.



Soru: Sürtünmesiz ortamda yerden 20 m yüksekten serbest bırakılan 1 kg kütleli bir topun yere çarpmasına 5 m kala aşağıdaki nicelikleri bulunuz. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- Mekanik enerjisi kaç J olur?
- Yer çekimi potansiyel enerjisi kaç J olur?
- Kinetik enerjisi kaç J olur?
- Hızı kaç m/s olur?



Cevap:

- Serbest bırakıldığı anda hızı 0, kinetik enerjisi de 0'dır. Yer çekimi potansiyel enerjisi ise

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 1 \cdot 10 \cdot 20 = 200 \text{ J}$$

$$E_M = E_p + E_k$$

$$E_M = 200 + 0$$

$$E_M = 200 \text{ J}$$

Mekanik enerji korunacağından yerden 5 m yüksekte de 200 J'dür.

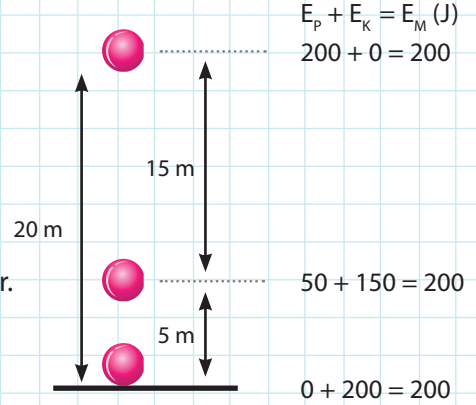
- Yerden 5 m yüksekte olduğundan

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 1 \cdot 10 \cdot 5 = 50 \text{ J}$$

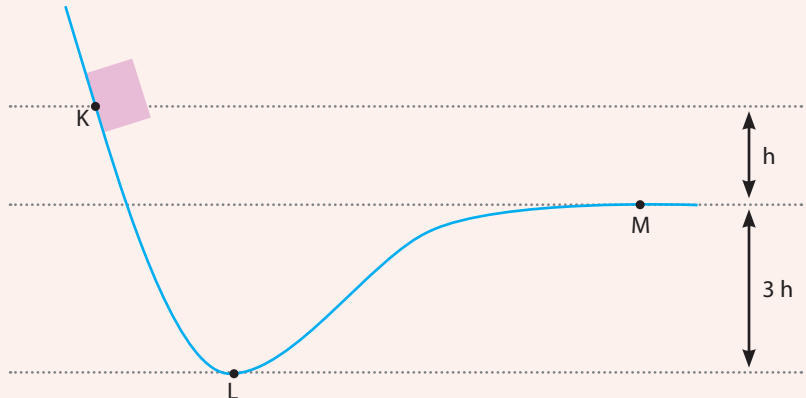
- Toplam mekanik enerji 200 J ve bu yükseklikteki yer çekimi potansiyel enerjisi 50 J olduğundan kinetik enerjisi 150 J olacaktır.

$$d) E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \text{ ise } 150 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot v^2$$

$$v^2 = 300 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \quad v = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$$



ÇALIŞMA KÖŞESİ 2



Sürtünmesiz rayın K noktasından serbest bırakılan m kütleli kübik bir cismin L noktasından v_L hızıyla, M noktasında v_M hızıyla geçmektedir. Buna göre

- Cismin L noktasındaki kinetik enerjisi M noktasındaki kinetik enerjisinin kaç katıdır?
- Cismin L noktasındaki hızı M noktasındaki hızının kaç katıdır?
- Cismin L noktasındaki mekanik enerjisi M noktasındaki mekanik enerjisinin kaç katıdır?
- Cismin K noktasındaki potansiyel enerjisi L noktasındaki kinetik enerjisinin kaç katıdır?
- Cismin K noktasındaki potansiyel enerjisi M noktasındaki kinetik enerjisinin kaç katıdır?



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Azalarak bitsin

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Mekanik enerjinin hangi şartlarda korunduğunu, korunumlu ve korunumsuz olduğu durumlarda kinetik ve potansiyel enerjilerin dönüşümünü kavramak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Mekanik enerji konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



Simülasyonun kullanım kılavuzu:



- Kullanım kılavuzunu inceleyiniz.

1. Uygulama:

- Simülasyonun sağ tarafındaki menüden “potansiyel enerji referansı”, “izgarayı göster”, “çubuk diyagramı” butonlarını aktif konuma getiriniz.
- Kaykaycının yolunu potansiyel enerji referansı hizasına getiriniz.
- Bu ayarlamaları yaptıktan sonra kaykaycının hareketini ve çubuk diyagramını inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketini alt menüden yavaşlatarak diyagramı yeniden inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketi sırasında çıkabileceği en üst noktadayken diyagramı inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketi sırasında potansiyel enerji referansından geçerken diyagramı inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketi sırasında herhangi bir konumdan geçerken diyagramı inceleyiniz.
- Bu adımları kaykaycayı istediğiniz noktadan harekete başlatarak tekrarlayınız.

2. Uygulama:

- Simülasyonun sağ tarafındaki menüden “potansiyel enerji referansı”, “izgarayı göster”, “çubuk diyagramı” ve “sürtünme izi” butonlarını aktif konuma getiriniz.
- Kaykaycının yolunu potansiyel enerji referansı hizasına getiriniz.
- “Sürtünme izi” butonundan sürtünmeyi herhangi bir seviyeye getiriniz.
- Bu ayarlamaları yaptıktan sonra kaykaycının hareketini ve çubuk diyagramını inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketini alt menüden yavaşlatarak diyagramı yeniden inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketi sırasında çıkabileceği en üst noktadayken diyagramı inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketi sırasında potansiyel enerji referansından geçerken diyagramı inceleyiniz.
- Kaykaycının hareketi sırasında herhangi bir konumdan geçerken diyagramı inceleyiniz.
- Bu adımları sürtünmeyi değiştirerek ve kaykaycayı istediğiniz noktadan harekete başlatarak tekrarlayınız.

Sonuçlandırma:

- Kaykaycı 1. uygulamada referans noktasından geçerken kinetik enerji diyagramı ne durumdaydı?
- Kaykaycı 1. uygulamada çıkabileceği en üst noktadayken potansiyel enerji diyagramı ne durumdaydı?
- Toplam diyagramı 1. uygulamada ne durumdaydı?
- Kaykaycı 2. uygulamada referans noktasından geçerken kinetik enerji diyagramı ne durumdaydı?
- Kaykaycı 2. uygulamada çıkabileceği en üst noktadayken potansiyel enerji diyagramı ne durumdaydı?
- Kaykaycı 2. uygulamada çıkabileceği en üst noktadayken ısı enerji diyagramı ne durumdaydı?
- Kaykaycı 2. uygulamada referans noktasından geçerken ısı enerji diyagramı ne durumdaydı?
- Toplam diyagramı 2. uygulamada ne durumdaydı?



OKUMA METNİ

Enerjinin Çok Yüzü

Enerji, değişik yollarla depolanabilen birçok farklı türüyle kendini gösterir. Sıkıştırılmış bir yay, gerektiğinde serbest bırakabileceği esnek enerjiyi depolayabilir. Isı enerjisi sıcak bir maddedeki atomların ve moleküllerin titreşimini artırır. Örneğin ocaktaki metal tavanın atomları, enerji verildiği için daha hızlı titreşir. Enerji ışık veya radyo dalgaları hâlinde elektrik ve manyetik dalgalar olarak da iletilebilir. Ayrıca sindirim sistemimizde olduğu gibi, birtakım kimyasal tepkimelerle serbest bırakılan kimyasal enerji olarak da depolanabilir. Einstein, kütlenin de madde yok edilirken serbest kalan bir enerji olarak ifade edilebileceğini göstermiştir. Yani kütle ve enerji eş değerdir. Bu onun ünlü $E = mc^2$ eşitliğidir. Bir m kütlesinin yok edilmesiyle açığa çıkan enerji, kütle (m) ile ışık hızının (c) karesinin çarpımına eşittir. Bu enerji, nükleer patlamalarda ya da Güneş'imize gücünü sağlayan füzyon tepkimelerinde açığa çıkar. Çok büyük olan ışık hızıyla çarpıldığı için (ışık boşlukta saniyede 300 milyon metre hızla ilerler), birkaç atomun yok edilmesiyle bile ortaya muazzam bir enerji çıkar.

Evlerimize ve endüstriye güç sağlamak için enerji kullanırız. Enerjinin üretilmesinden söz etsek de aslında enerji bir türden diğerine dönüştürülür. Kömür ve doğal gazdaki kimyasal enerjiyi alıp türbinleri döndürerek elektrik üreten ısıya dönüştürürüz. Aslında kömür ve gazdaki kimyasal enerji bile Güneş'ten gelir, dolayısıyla Dünya'da işleyen hemen hemen her şeyin kaynağı güneş enerjisidir. Dünya'daki enerji kaynaklarının sınırlı olmasından endişelensek de, yararlanabildiğimiz takdirde Güneş'ten doğrudan alabileceğimiz enerji miktarı bile ihtiyacımız olan güç için fazlasıyla yeterlidir [4.1].



4. 3. Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümü



BİLGİ EKRANI

Binalarda enerji performansı yönetmeliği



İnsan her ne kadar inanılmaz buluşlar yapmış, imkânsız görünen şeyleri elde etmiş olsa da evrende var olan enerjiyi yok edemez, yoktan da enerji meydana getiremez. Bu **enerjinin korunumu yasası** olarak bilinir. Enerji elde etmek için başka enerjileri dönüştürmek gerekir, doğal süreçlerde ve yapay sistemlerde bunun çokça örneği görülebilir.

Güneş'te meydana gelen nükleer reaksiyonlarda oluşan elektromanyetik enerji tüm uzaya yayıldığı gibi Dünya'ya da ulaşır. Ulaşan bu enerji bitkilerin fotosentez yapımında kullanılarak biyokütle enerjisine dönüşür. Besin zinciri içerisinde diğer canlıların hücrelerinde ısı, hareket vb. diğer yaşamsal reaksiyonların oluşumu için gereken enerjiye dönüşür.

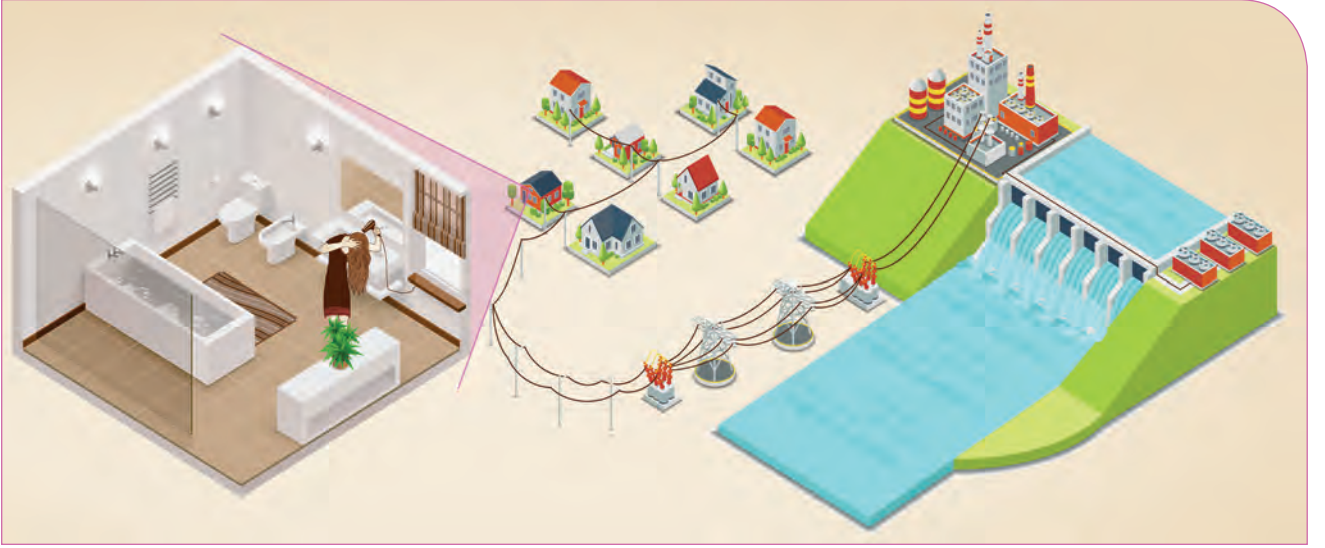
4.3.1. Enerji Döngüsü ve Korunumu

Otomobillerde, yakıtın motor içerisindeki yanma reaksiyonu sonucu oluşan kimyasal enerji öncelikle hareket ve ısı enerjisine dönüşür. Hareket enerjisi de başka düzenekler yardımıyla elektrik, ses vb. enerjilere dönüşür.

Bir sistemin herhangi bir andaki enerjisinin büyüklüğü toplamda ne kadar ise, ilerleyen anlarda da toplam enerjisi değişmeyeceğinden, enerji dönüşüm denklemleri yazılarak ilgili enerjiler hesaplanabilir.

Basit bir enerji dönüşümü örneği olarak barajda üretilen elektrik enerjisinin saç kurutma makinesine kadar olan yolculuğu verilebilir. Nehrin önüne yapılan baraj seti ile suyun yükseltilmesi yer çekimi potansiyel enerjisinin artması sağlanır. Yüksekten akıtılan suyun kinetik enerjisiyle elektrik türbini döndürülür ve elektrik enerjisi üretilir. Elektrik enerjisi iletken hatlarla evlere dağıtılır, duvardaki prize takılan fiş ile saç kurutma makinesine alınan elektrik enerjisi kızdırıcı direnç tellerinde ısı enerjisi ve pervanede hareket enerjisine dönüşür (Görsel 4.4).

(Yer çekimi potansiyel enerjisi → Kinetik enerji → Elektrik enerjisi → Isı+Kinetik enerji)



Görsel 4.4: Barajdan saç kurutma makinesine enerji dönüşümü

4.3.2. Canlılar ve Enerji

Tablo 4.1: Yaşlara Göre Günlük Ortalama Enerji İhtiyacı

Yaş	Erkek (cal/gün)	Kız (cal/gün)
2	1360	1250
4	1720	1670
6	2010	1900
8	2260	2110
10	2500	2300
12	2700	2400
14	2900	2500
16	3050	2420
18	3100	2270
yetişkin	3000	2200

Canlılığın sürmesi solunum olayı ile mümkündür, uzun süre solunum yapmayan bir canlı, canlı olmaktan çıkacaktır. Solunum olayı da hücre içinde gerçekleşen enerji üretme reaksiyonudur. Besinlerin molekül yapısındaki kimyasal bağ enerjisi hücre içi reaksiyonlarla ısı, hareket gibi diğer ihtiyaç duyulan enerjilere dönüştürülür.

Bir canlı hiç hareket etmese bile hücre faaliyetlerini sürdürmek, dokuların kasılıp gevşemesini sağlamak ya da vücut sıcaklığını belli bir düzeyde tutmak için enerjiye ihtiyaç duyar. Mutlak dinlenme anında uyanık olarak harcanan enerji anlamına gelen "bazal metabolizma" bunu ifade etmektedir. Efor gerektiren durumlarda hareket enerjisini karşılamak için tüketilmesi gereken besin miktarı da artar. Besinlerden alınan enerji miktarını belirtirken kullanılan birim **kaloridir**. Yaşlara ve cinsiyete göre günlük ortalama enerji ihtiyacı değişiklik gösterir (Tablo 4.1).

Yaş, cinsiyet, aktivite vb. faktörler günlük gereken enerji miktarını belirlemede etkilidirler. Tablo 4.2’de bazı besinlerin enerji değerleri ile bu besin enerjilerinin verilen aktivite seçeneklerinde ne kadarlık bir sürede tüketilebileceği belirtilmiştir. Besinlerin kalori değerini bilerek dengeli bir beslenme programı oluşturulabilir ve fiziksel aktiviteler planlanabilir.



Tablo 4.2: Bazı Besinlerin Enerjilerinin Aktivitelerle Harcanma Süreleri [4.2]

Besin Adı	Miktar	Enerji Değeri (kalori)	Yavaş Yürüyüş (dk)	Hızlı Yürüyüş (dk)	Futbol (dk)	Bisiklet (dk)	Yüzme (dk)
hamburger	ekstra büyük boy	660	118	81	73	141	71
patates kızartması	büyük boy kutu	410	73	50	45	88	44
mısır cips	büyük boy (88 g)	436	50	34	31	60	30
kola	kutu (300 ml)	149	27	18	16	32	16
gazlı portakal içeceği	kutu (330 ml)	112	20	14	12	24	12
poğaça (peynirli)	1 adet (50 g)	185	33	23	20	40	20
kaşarlı tost	2 orta boy tost ekmeği ile	240	43	29	26	51	26
profiterol	1 porsiyon (200 g)	416	74	51	46	89	45
yaş pasta	1 orta boy dilim	395	71	48	43	85	42
sebze çorbası	orta boy kepçe (210 g)	90	16	11	10	19	10
şehriye çorbası	orta boy kepçe (200 g)	115	21	14	13	25	12
ayran	1 bardak (200 ml)	70	13	9	8	15	8
çay (2 şekerli)	küçük çay bardağı	20	4	2	2	4	2
haşlanmış yumurta	1 tam	70	13	9	8	15	8
pekmez	1 tatlı kaşığı (5 g)	20	4	2	2	4	2
baklava	1/2 porsiyon (80 g)	240	43	29	26	51	26
komposto	1 orta boy kase (230 g)	200	36	24	22	43	21

4. 4. Verim

Sanayide ve günlük yaşantımızda kullandığımız makineler, bazı türdeki enerjileri dönüştürerek, başka türde enerji elde etmek üzere kurgulanmıştır. Bu dönüşüm sürecinde makine veya sistemin yapısı gereği bazı amaç dışı dönüşümler de gerçekleşir. En genel amaç dışı dönüşüm sürtünme kaynaklı ısı enerjisidir. Örneğin bir akkor lambanın ışık üretme yöntemi; lambanın içindeki flaman denilen dirençli telden akım geçirip, yüksek sıcaklıklara ulaştırarak gözle görülür ışık yaymaktır (Görsel 4.5). Burada harcanan elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşen kısmından daha fazlası ısı enerjisine dönüşmektedir. Eğer 100 J elektrik enerjisi harcanıp 80 J ısı ve 20 J ışık enerjisi üretiliyorsa bu lamba için %20 verimlidir denir.



Görsel 4.5: Ampul içindeki flaman

4. 4. 1. Verim Nedir?

Genellenecek olursa verim

$$\% \text{Verim} = \frac{\text{Alınan enerji}}{\text{Verilen enerji}} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}} \cdot 100 \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

Mekanik düzeneklerde enerji dönüşümü %100 verimle gerçekleşmez. Her enerji dönüşüm aşamasında bir miktar amaç dışı enerji oluşur. Üretilmek istenen enerji türüne daha az dönüşümle ulaşılması verimi artırır. Teknolojik gelişmeler sayesinde keşfedilen daha hafif ve dayanıklı, az dirençli veya az sürtünmeli malzemeler de enerji dönüşümlerindeki kayıpları azaltarak verimi arttırmaktadır.

Amaç dışı enerji azaltıldıkça verim yükselmiş olur. Daha verimli araçlar kullanarak ihtiyaçlar daha az enerjiyle giderilebilir. Dünya da enerji dönüşümü yapan tüm araçlarda verim düzeyini gösteren enerji kimlik belgeleri kullanılmaktadır (Görsel 4.6).



Görsel 4.6: Enerji kimlik belgesi

4. 4. 2. Verimi Artıracak Öneriler

Osmanlı ordusu tarafından fetih için İstanbul kuşatıldığında zincirle kapatılan Haliç'e gemilerin girmesi mümkün değildi. Fatih Sultan Mehmet'in gemileri kara yolu ile Haliç'e indirme düşüncesi çok parlak bir fikirdi. Gece boyunca ve gün doğana kadar Haliç'e en fazla sayıda gemiyi, mevcut insan gücü ile çekmek gerekiyordu. İnsan gücünü daha verimli kullanmak için gemi geçiş güzergâhına yerleştirilen ağaç kızakların üzerine içyağı ve zeytinyağı sürülerek gemilerin çekilmesine direnç gösteren sürtünme kuvveti en az seviyeye indirildi. Dönemin mevcut imkânları içinde insan gücü en verimli şekilde kullanıldı. Tarihsel süreçte olduğu gibi bugünün sistemlerinde de enerji kaybını en aza indirerek verimliliği en üst düzeye çıkarmak amacıyla yapılan bilimsel çalışmalar hızla devam etmektedir.



ÇALIŞMA KÖŞESİ 3

4 kişilik ailenin yaşadığı bir evde kullanılan elektrikli cihazların enerji tüketim oranları, buzdolabı % 30, aydınlatma %28, elektrikli fırınlar %10, televizyon %10, çamaşır makinesi %7, bulaşık makinesi %6, ütü %4, elektrikli süpürge %3, saç kurutma makinesi %2'dir.

Bu ailenin bireyleri her bir elektrikli cihazı tükettiği enerji açısından daha verimli kullanmak için neler yapabilir?



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Şehir yaşamında yaya ve araç trafiği trafik ışıklarının yönlendirmesiyle düzenlenir. Trafik ışıklarında beklemek durumunda olan araçların enerji tüketimleri devam etmektedir. Bu durum hem egzoz gazlarının çevreyi kirletmesine hemde enerjinin verimsiz tüketilmesine sebep olmaktadır. Maliyet ve fayda durumunu dikkate alarak şehirde trafik akışını araçların beklemesine gerek kalmadan düzenleyen bir sistem tasarlayınız.



OKUMA METNİ

Con Ahmet'in Makineleri

Eskiden öyle derlerdi devridaim makinelerine. Şimdilerde adları değişse de, bedavadan enerji sağlayacak düzeneğe meraklılarının sayısıyla, bunları elbet günün birinde çalıştıracakları konusundaki inanç ve azimleri aynen yerinde duruyor. (ABD) Lock Haven Üniversitesi'nin hazırladığı sanal Çalışmaz Makineler Müzesi, böyle makinelerle dolu. Ama hiçbirisi çalışmıyor. Çünkü makinelerin mucitleri, bazı temel fizik ilkelerini unutmuşlar ya da dikkate almamışlar. Siteyi yöneten emekli fizik profesörü Donald Simanek, (Danıld Simanek) düzeneplerden birçoğunu tarih kitaplarından aktarmış. Ötekileri de siteyi ziyaret edenler göndermişler. Prof. Simanek, fiziğin temel kurallarından yararlanarak müzedeki her parçayı tek tek inceliyor ve neden çalışmayacağını açıklıyor. Bazılarını açıklamadan önce de ziyaretçileri tasarımıdaki ve arkasında yatan düşüncedeki hataları bulma konusunda kendilerini sınamaya çağırıyor. Sitedeki köşelerden birinde de devridaim makinelerine itki sağlayan yanlış bilgiler sıralanarak düzeltiliyor [4.3].

Kitabı pdf dosyası üzerinden inceliyorsanız ekran görüntüsüne tıklayınız (Sayfa 46).

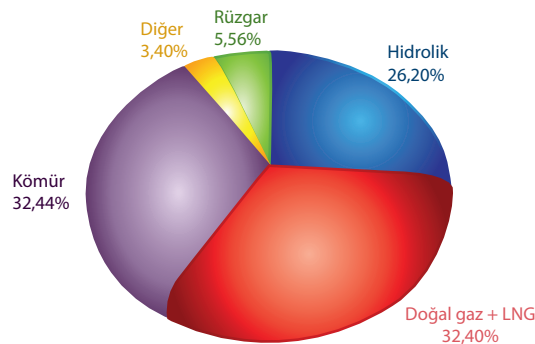


4. 5. Enerji Kaynakları

Günlük hayatın parçası hâline gelmiş eylemlerin neredeyse tamamında enerji dönüştürülmektedir. Isınmak, serinlemek, araçla seyahat etmek, müzik dinlemek, televizyon izlemek vb. gibi faaliyetlerle farkında bile olmadan enerji harcanır. Toprakta besinleri üretmek, işlemek ve nakletmek için de enerji gerekir. Milyonlarca konutta ve endüstriyel amaçlarla kullanılan enerji de dikkate alındığında enerjinin önemi hakkında fikir oluşacaktır.

Enerji, dünya siyasetinin belirleyici faktörlerinden biridir. Bu stratejik güce sahip olmak, üretimine yön vermek amacıyla büyük acılara yol açan savaşlar yaşanmaktadır. Devletler gelecekteki tahmini nüfus değerlerine ve enerji ihtiyaçlarına göre enerji politikalarını belirler ve strateji planlarını oluşturur.

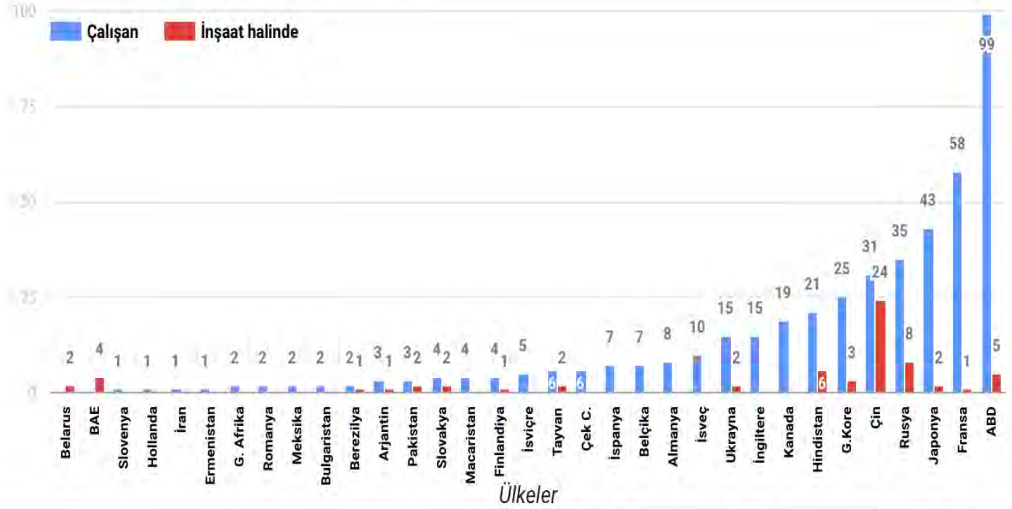
Ülkemizde 2016 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre 261,7 TWh elektrik enerjisi üretilmiştir (Şekil 4.14). Bu üretimin kaynaklara göre dağılımı grafikte gösterilmiştir. Bu, dünya üretiminin %1.1'ine ve 17. üretim sırasına denk gelmektedir [4.4].



Şekil 4.14: 2016 yılı enerji kaynakları dağılım grafiği

Gelişmiş ülkelerin çoğunda enerji üretiminin önemli kısmı nükleer enerji santrallerinden sağlanmaktadır. Nükleer enerji için yüksek teknoloji gerekir. Enerji kaynaklarının tür ve rezervinin yetersizliği, toplum ve sanayinin yüksek enerji talebi ülkeleri nükleer enerji kullanımına zorlamaktadır. Dünya genelinde 33 ülkede 442 çalışan nükleer enerji santrali varken 66 santral daha inşa edilmektedir (Şekil 4.15).

Ülkelere göre nükleer santraller 2



Şekil 4.15: Nükleer enerji santrallerinin ülkelere göre dağılımı

4. 5. 1. Enerji Kaynaklarının Avantaj ve Dezavantajları

Enerji kaynakları, doğal süreçlerle yerine konulabilmesi özelliğine bakarak yenilenebilir ve yenilenemez olarak ikiye ayrılır. Güneş, rüzgâr, biyokütle, hidrolik, jeotermal enerjiler **yenilenebilir kaynaklardır**. Fosil yakıtlar denilen petrol, doğal gaz, kömür kaynakları, nükleer enerji, nükleer madde **yenilenemez kaynaklardır**. Tüketilmesi kısa süreli olan bu kaynakların yeniden doğal süreçlerle üretilmesi milyon yıl seviyesindedir.

Enerji kaynaklarının kullanılabilir hâle getirilme maliyetleri farklı olabilir. Örneğin fosil yakıtların birim enerji başına üretimi daha ucuz ve kolaydır. Rüzgâr, güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların üretimi ise daha pahalıdır ve genellikle yüksek teknoloji gerektirir.



Bölgesel olarak bazı bölgelerin enerji kaynağı açısından zengin olması diğer bölgelere bu enerjilerin taşınması faaliyetlerine neden olur. Elektrik iletim hatları, petrol boru hatları ve kömür taşımacılığı için demir yolları bu ihtiyaçtan doğmuştur.

Enerji üretiminin çevresel ve toplumsal etkileri de söz konusudur. Petrol üretim ve taşımasında aksaklık yaşandığında çevreye sızan petrol canlı yaşamını tehdit etmektedir. Fosil yakıtların tüketimiyle açığa çıkan gazlar atmosferde birikerek küresel ısınma hızını artırır. Bu sebeple çevre sorununa yol açarak toplum sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Enerji kullanımı bir gereksinim olmakla birlikte hayatımıza kolaylık ve konfor da sağlar. Soba kullanımından merkezi ısıtma sistemlerine geçilmesi, sonrasında ise doğal gaz kullanılmaya başlanması örnek olarak verilebilir. Ulaşım araçlarında kullanılan yakıtın, teknolojinin gelişmesiyle ve taleplerin değişmesiyle birden fazla türü bulunmaktadır. İnsan nüfusunun ve faaliyet alanlarının artmasıyla enerji tüketimi de artmıştır. Var olan fosil yakıtlar hızla tükenmektedir. Bu durum insanlığı yeni enerji kaynakları bulmaya zorlamıştır. Enerji kaynaklarının verimli kullanılması, enerjinin akıllıca kullanılması anlamına gelir. Evde, iş yerinde küçük de olsa yapılabilecek tasarruf, ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayacaktır.



ÇALIŞMA KÖŞESİ 4

Enerji türleri ile ilgili kontrol listesi tablosunu doldurunuz.

Enerji Türleri	Yenilenebilir enerji kaynakları	Çevreci enerji kaynakları	Üretim maliyeti ekonomik olan enerji kaynakları	Üretimi için yüksek teknoloji gerektiren enerji kaynakları	Kolay erişile-bilen enerji kaynakları
petrol					
kömür					
nükleer					
doğal gaz					
hidrolik					
rüzgar					
güneş					



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Siz de evinizde, okulunuzda ve ulaşım araçlarında hangi davranış değişiklikleri ile tasarruf sağlayacağınızı belirtiniz.

Ünite Özeti

Cisme etki eden kuvvetler kendi doğrultusunda yer değiştirmesini sağlarsa iş yapmış olur. Eğer doğrultu aynı, yön zıt olursa yapılan iş negatif olur. Net kuvvetin yaptığı işe **net iş** denir. Pozitif net iş cismin mekanik enerjisini arttırırken negatif net iş azaltır.

Kuvvet-yol grafiği ile yatay eksen arasında kalan alan, yapılan işin büyüklüğünü ya da cismin kazanacağı enerji türünün büyüklüğünü verecektir. Referans noktasına göre yüksekliği artan cisimler **yer çekimi potansiyel enerjisi**, hızlanan cisimlerse **öteleme kinetik enerjisi** kazanırlar. Esnek yay, serbest hâldeki boyundan daha uzun veya kısa hâlde getirilirse **esneklik potansiyel enerjisi** kazanmış olur.

Enerji korunumu kanununa göre evrende var olan bir enerji yok olmaz veya yoktan enerji üretilemez. Bir sistemin herhangi bir andaki enerjisinin miktarı biliniyorsa başka zamanlarda da toplam enerjisinin aynı miktarda olacağı anlaşılır. Bilinen enerji değerleri toplamdan çıkarılarak bilinmeyen enerji değerleri bulunabilir.

Bir hareketlinin öteleme kinetik enerjisi ile yer çekimi potansiyel enerjisi veya esneklik potansiyel enerjisi toplamına **mekanik enerji** denir. Sürtünmesiz sistemlerde mekanik enerji toplamı sabit kalır. Sürtünmeli sistemlerde ise mekanik enerji ısı enerjisine dönüşür bu yüzden cisim en sonunda durgun hâle gelir.

Birim zamanda harcanan enerjiye **güç** denir. Güç büyük değerde olursa birim zamanda yapılan iş (veya enerji değişimi) fazla olur ya da aynı iş daha kısa zamanda yapılır.

Enerji türleri uygun sistemler aracılığı ile birbirine dönüştürülebilir. Dönüşüm sürecinde sistemin yapısı gereği bazen amaç dışı enerji türleri de üretiliyor olabilir. Dönüşümün yüzde olarak amaç doğrultusunda gerçekleşen kısmına **verim** denir.

Enerji, canlıların var olabilmelerini ve hayatlarını sürdürebilmelerini sağlayan önemli bileşenlerden biridir. İnsan hiç hareket etmese bile bünyeyi oluşturan sistemlerin çalışabilmesi için enerji harcar, aktivitesi arttıkça enerji ihtiyacı da artar. Besinler enerji ihtiyacını karşılarken vücut için gerekli olan protein, vitamin ve mineral gibi başka ihtiyaçları da karşılar. Bu sebeple besin grupları yaşa, cinsiyete ve aktivite durumlarına göre dengeli oranlarda tüketilmelidir.

Enerji kaynakları, yerine konulma süreleri dikkate alınarak yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar olarak sınıflandırılmıştır. Sürdürülebilir bir çevre için yenilenebilir kaynaklar çeşitlendirilmeli ve çoğaltılmalıdır.



KAVRAM YANILGISI

Bu üniteadaki konularla ilgili en sık rastlanılan kavram yanlışları şöyle sıralanabilir:

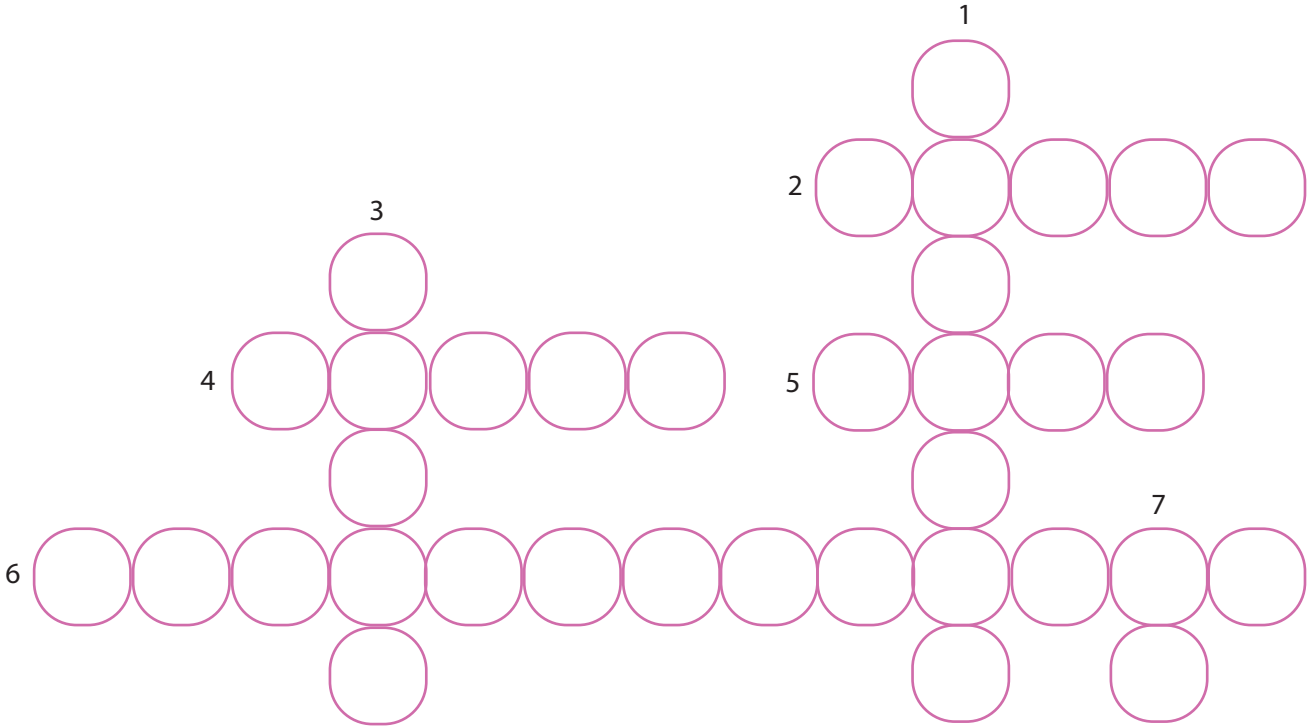
- Enerji kullanılır, azalır veya tükenir.
- Hareket etmeyen hiçbir cisim enerjiye sahip değildir.
- Bir cisme etki eden kuvvet cisim hareket etmese de iş yapar.
- Enerji, bir türden diğer türe dönüşürken kaybolur.
- Yer çekimi potansiyel enerjisi, potansiyel enerjinin tek türüdür.
- Bir cisim düşmeye bırakıldığında yer çekimi potansiyel enerjisinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür.
- Enerji bir kuvvettir [4.5].

4. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki yargıları değerlendirerek doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

D	Y	Doğru (D), Yanlış (Y)
		1. Yatay doğrultuda sabit hızla giden cisim üzerinde ağırlık kuvveti iş yapmaz.
		2. İş negatif olabilir.
		3. Sürtünmeli sistemlerde toplam enerji korunmaz.
		4. Yeryüzünde yukarı yönde atılan cisimlerin yer çekimi potansiyel enerjisi sürekli artar.
		5. Yayda depolanan enerji, esneklik potansiyel enerjisidir.
		6. Birim zamanda yapılan işin birimi Watt'tır.
		7. Yüksek verimli cihazlar daha az amaç dışı enerji üretir.
		8. İnsan uyurken bile enerji tüketir.
		9. Sürdürülebilir çevre daha çok yenilenebilir enerji ile mümkündür.

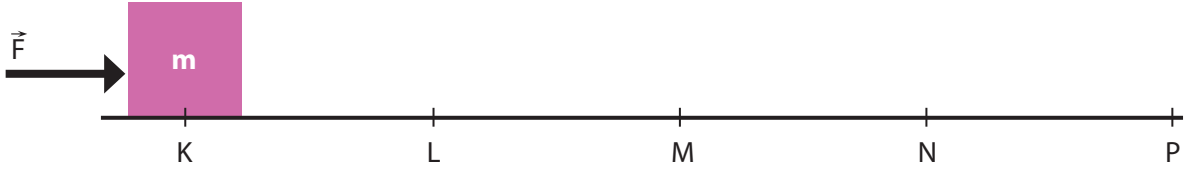
B) Aşağıdaki soruların cevabını numaraları ile eşleşen bölüme yazınız.



1. Öteleme kinetik ve yer çekimi potansiyel enerjilerinin toplamı olan enerji.
2. Faydalı türde enerji ile toplam enerjinin oranı.
3. Kömür, petrol, doğal gaz gibi yenilenemez kaynakların ortak adı. (.....yakıt)
4. Newton.metre eş değeri olan birim.
5. Newton.metre/saniye eş değeri olan birim.
6. Güneş, rüzgâr, hidrolik enerjiler için kullanılan genel ifade.
7. Kuvvet-yer değiştirme grafiği ile yatay eksen arasındaki alanın büyüklüğü ile eş değer olan fiziksel büyüklük.

C) Aşağıdaki problemleri çözünüz.

1.

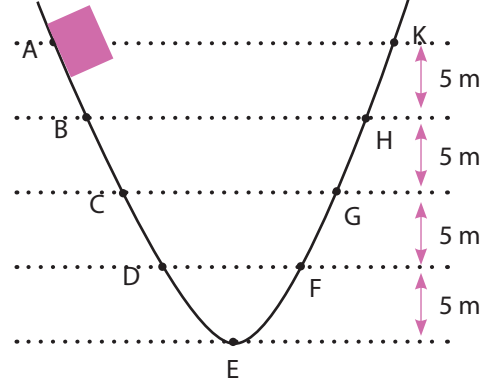


Yatay sürtünmesiz zeminde sabit F kuvveti K noktasındaki küp şeklindeki cismi P noktasına kadar itmektedir. Cismın L noktasındaki öteleme kinetik enerjisi E_L hızı v_L , P noktasındaki öteleme kinetik enerjisi E_P hızı v_P 'dir. (Noktalar arası eşit uzunluktur.)

a) $\frac{E_L}{E_P} = ?$

b) $\frac{v_L}{v_P} = ?$

2.



Şekilde belirtilen sürtünmesiz yolda A noktasından serbest bırakılan 2 kg kütleli cismın;

a) Mekanik enerjisi kaç J olur?

b) E noktasından geçerken öteleme kinetik enerjisi kaç J olur?

c) E noktasından geçerken hızı kaç m/s olur?

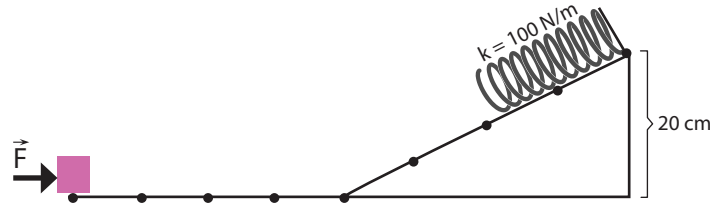
ç) H noktasından geçerken öteleme kinetik enerjisi kaç J olur?

d) H noktasından geçerken hızı kaç m/s olur?

e) Çıkabileceği en yüksek nokta hangisidir?

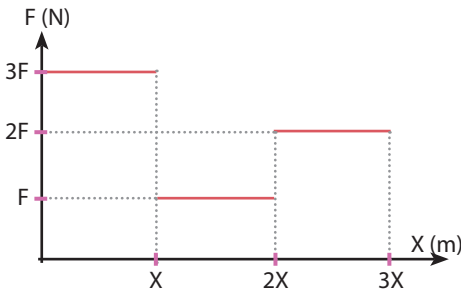
($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

3.



İki nokta arasının 10 cm olduğu eşit bölmeli düzenekte 2 kg kütleli cisme sürtünmesiz yatay düzlemde F kuvveti 20 cm yol boyunca uygulanıp bırakılıyor. Cism eğik düzlemde yükselerek esnek yayı 10 cm sıkıştırıp durduktan sonra geri dönmeye başlıyor. Başlangıçta uygulanan kuvvet kaç N büyüklüğündedir?

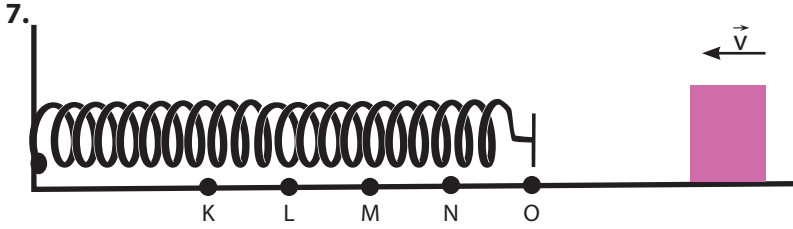
4.



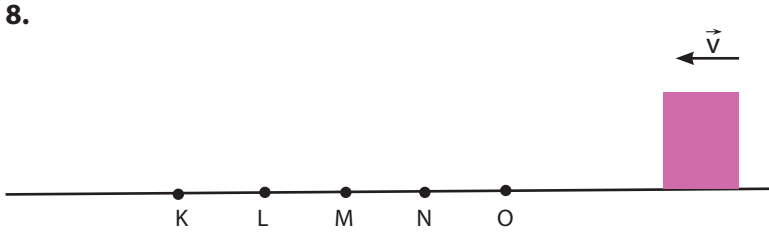
Grafik, yatay sürtünmesiz düzlemde durmakta olan cisme uygulanan kuvvet-yer değiştirme ilişkisini göstermektedir. Cism X kadar yer değiştirdiğinde öteleme kinetik enerjisi E kadar olduğuna $2X$ ve $3X$ konumlarından geçerken öteleme kinetik enerjileri kaç E olur?

5. Boşken 5 kg gelen bir kova 20 kg su almaktadır. Böyle bir kova ile h derinliğindeki bir kuyudan su çıkarma işlemi % kaç verimli olur?

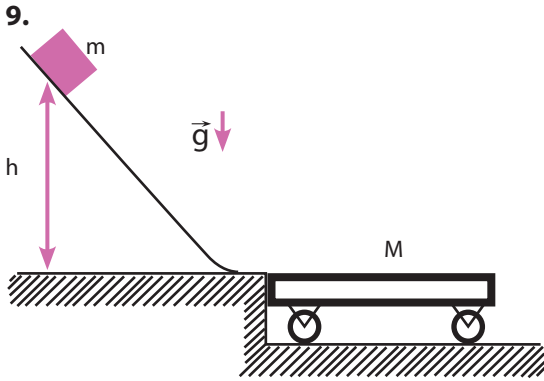
6. Bir vinç 100 kg kütleli yükü 1 dakikada kat yüksekliği 3 m olan 12 katlı binanın üzerine kadar sabit hızla çıkarmaktadır. Sürtünmeler ihmal edildiğinde vincin gücü kaç kW bulunur?



Sürtünmesiz düzlemde v hızıyla ilerleyen cisim, serbest hâlde bekleyen esnek yayı O noktasından K noktasına kadar sıkıştırıyor ve geri dönüyor. Cisim L noktasından kaç $\vec{v}$ hızla geçer?



Yatay düzlemin yalnız K-O bölümü sürtünmeli ve sürtünme kuvveti sabittir. O noktasından v hızıyla geçen cisim, K noktasında duruyorsa L noktasından kaç $\vec{v}$ hızıyla geçmiştir?



Bir eğik düzlemin alt ucuna üst yüzü düzlem olan m kütleli bir araba şekilde gösterildiği gibi konulmuştur. Kütle ile eğik düzlem arasında ve araba tekerlekleri ile zemin arasında sürtünme yoktur. m kütleli bir cisim eğik düzlem üzerinde h yüksekliğinden serbest bırakıldığında arabanın orta noktasına gelip durmaktadır cisim eğik düzlem üzerinde hangi yükseklikten bırakılırsa arabanın en sağ ucuna kadar gidip orada durur [4.6]?

A) $\frac{4Mh}{M+m}$

B) $\frac{2Mh}{M+m}$

C) $2h$

D) $4h$

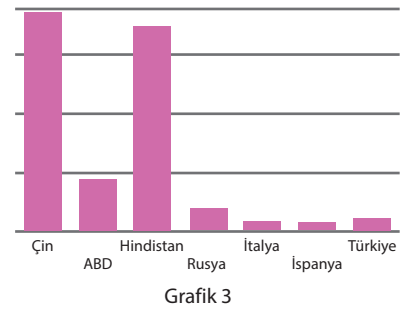
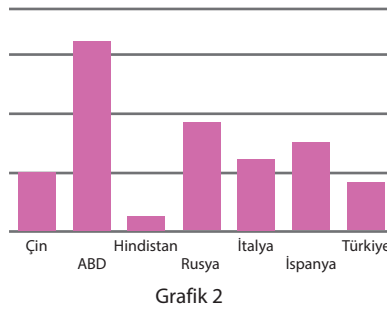
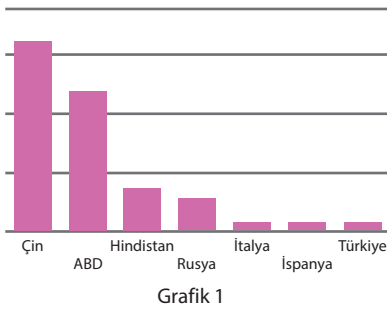
E) Hiçbiri

D) Aşağıda verilen ön metinli soruları cevaplayınız.

1-3. soruları aşağıdaki tablo ve grafiklere göre cevaplayınız.

Tablo 4.3: Bazı ülkelerin 2015 yılı elektrik üretim ve nüfus yüzdeleri

Ülke	Dünya Toplamındaki Elektrik Üretim Yüzde Oranı	Ülke Nüfusunun Dünya Nüfusuna Yüzde Oranı
Çin	24,1	18,80
ABD	17,9	4,43
Hindistan	5,4	17,60
Rusya	4,4	1,91
İtalya	1,2	0,79
İspanya	1,2	0,64
Türkiye	1,1	1,06



Yukarıdaki tabloda ülkelerin elektrik üretim değerleri ve nüfus yüzde değerleri verilmiştir [4.7]. Bu tablodaki bazı değerleri referans alan 3 farklı grafik çizilmiştir. Verilen bilgiler doğrultusunda;

1. Grafik 1, tablodaki hangi veriyi yansıtmaktadır?
2. Grafik 2, tablodaki hangi veriyi yansıtmaktadır?
3. Grafik 3, tablodaki hangi veriyi yansıtmaktadır?

4-6. soruları aşağıdaki tabloya göre cevaplayınız.

Tablo 4.4: Türkiye elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı

	2014	2015	2016 Eylül Sonu
Birincil Enerji Kaynağı	Toplam Üretim İçindeki Payı (%)	Toplam Üretim İçindeki Payı (%)	Toplam Üretim İçindeki Payı (%)
termik	79,50	68,52	66,23
hidroelektrik	16,10	25,60	26,20
rüzgar	3,40	4,45	5,56
jeotermal	0,90	1,31	1,72
güneş	0,01	0,07	0,29

Yukarıdaki tabloda Türkiye'nin yaklaşık son üç yıl için elektrik enerjisi üretmek için kullandığı farklı enerji kaynaklarının toplam içindeki yüzde payı verilmiştir [4.8].

4. Kaynak kullanımı payı hangi enerji türünde en fazla artış göstermiştir?
5. Hangi kaynak türü yıllar içerisinde yüzde payı olarak azalmıştır?
6. Yenilenebilir kaynakların toplam kaynaklar içindeki payı en fazla yüzde kaç olabilmıştır?

7-13. soruları aşağıdaki tabloya göre cevaplayınız.

Tablo 4.5: Yerli ve ithal kaynak bazında ülkemiz kurulu gücü

	Yerli Kaynaklar		İthal Kaynaklar	
yıl	MW	%	MW	%
2002	19.143	60,1	12.703	39,9
2003	19.414	54,6	16.173	45,4
2004	19.493	52,9	17.331	47,1
2005	20.442	52,7	18.378	47,3
2006	21.732	53,7	18.770	46,3
2007	22.053	54,0	18.783	46,0
2008	22.726	54,3	19.091	45,7
2009	23.948	53,5	20.813	46,5
2010	25.817	52,1	23.707	47,9
2011	27.570	52,1	25.341	47,9
2012	30.684	53,8	26.388	46,2
2013	34.234	53,5	29.773	46,5
2014	36.715	52,8	32.805	47,2
2015	41.025	56,1	32.122	43,9

Yukarıdaki tabloda Türkiye'nin 2002-2015 yılları arasında yerli ve ithal enerji kaynaklarının kullanım yüzdeleri verilmiştir [4.9].

7. Yerli kaynak kullanımının en az olduğu yıl hangi yıldır?
8. Yerli kaynak kullanımının en fazla olduğu yıl hangi yıldır?
9. İthal kaynak kullanımının en az olduğu yıl hangi yıldır?
10. İthal kaynak kullanımının en fazla olduğu yıl hangi yıldır?
11. Yerli kaynak kullanımı hangi yıllar arasında en fazla artış göstermiştir?
12. İthal kaynak kullanımı hangi yıllar arasında en fazla artış göstermiştir?
13. Yerli kaynak ve ithal kaynak kullanımı arasındaki farkın en fazla olduğu yıl hangi yıldır?

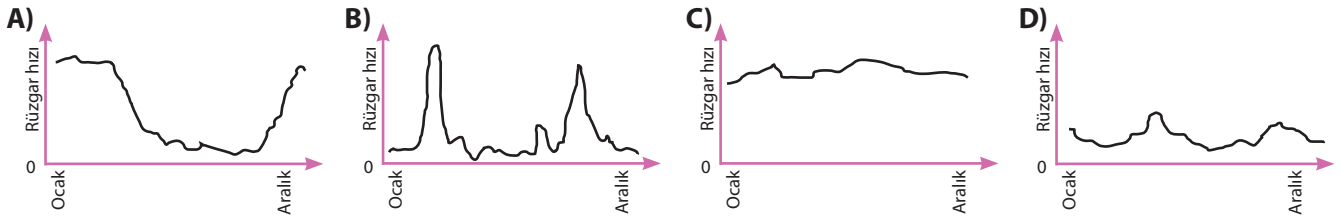
14-17. soruları aşağıdaki grafik ve metne göre cevaplayınız.

Rüzgâr Gücüyle Üretim

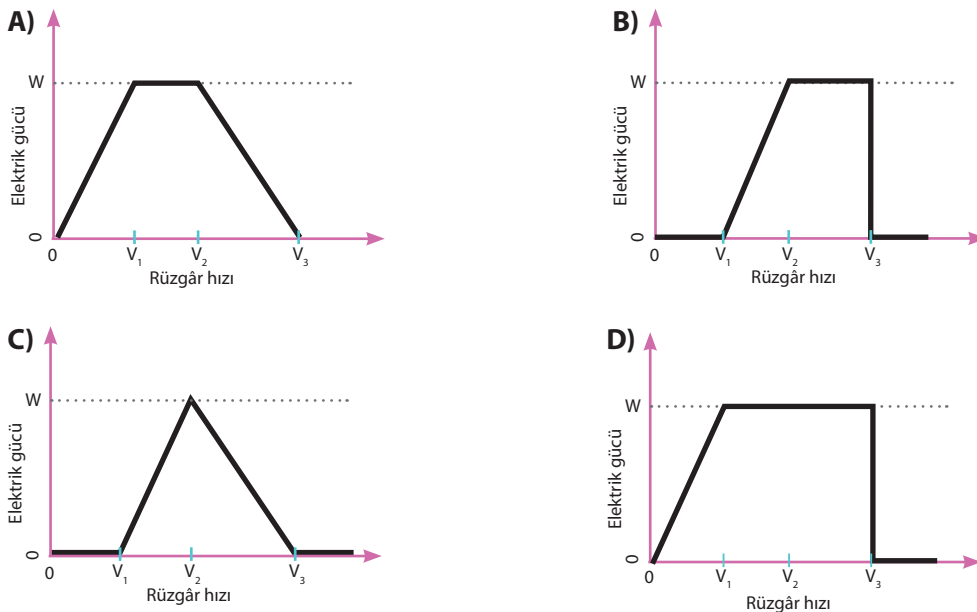
Rüzgâr gücüyle üretim büyük ölçüde petrol ve kömür yakan elektrik üreticilerinin yerini alabilecek bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Resimdeki yapılar rüzgârla dönen pervaneli yel değirmenleridir. Bu dönmeler, yel değirmeni tarafından çevrilen jeneratörlerin elektrik enerjisi üretmesini sağlar [4.10].



14. Aşağıdaki grafik bir yıl içerisinde dört farklı yerdeki ortalama rüzgâr hızını göstermektedir. Grafiklerden hangisi rüzgâr gücüyle üretim oluşturmak için en uygun yeri belirtmektedir?



15. Rüzgâr ne kadar güçlüyse yel değirmeni pervaneleri de o kadar hızlı döner ve böylece daha fazla elektrik enerjisi üretilir. Bununla birlikte, gerçek ortamda rüzgâr hızı ve elektrik gücü arasında direkt bir ilişki yoktur. Aşağıda gerçek bir ortamda rüzgâr gücüyle üretimin dört çalışma koşulu verilmektedir. Pervaneler, rüzgâr hızı v_1 olduğunda dönmeye başlayacaktır. Güvenlik sebeplerinden dolayı pervanelerin dönüşü, rüzgâr hızı v_2 'den fazla olduğunda artmayacaktır. Rüzgârın hızı v_2 olduğunda elektrik gücü en üst düzeydedir. Pervaneler, rüzgâr hızı v_3 'e ulaştığında dönmeyi durduracaktır. Aşağıdaki grafiklerden hangisi rüzgâr hızı ile bu çalışma koşulları altında üretilen elektrik gücü arasındaki ilişkiyi en iyi temsil etmektedir?



16. Rakım yükseldikçe, yel değirmenleri aynı rüzgâr hızı için daha da yavaş dönmektedir. Aşağıdakilerden hangisi yel değirmeni pervanelerinin aynı rüzgâr hızında yüksek yerlerde niçin daha yavaş döndüğünün en iyi sebebidir?

- A)** Rakım arttıkça hava daha da az yoğundur.
- B)** Rakım arttıkça sıcaklık düşer.
- C)** Rakım arttıkça yer çekimi azalır.
- D)** Rakım arttıkça daha sık yağmur yağar.

17. Kömür ve petrol gibi yakıtları kullanan güç tüketimiyle karşılaştırıldığında, RÜZGÂR gücüyle üretimin bir özel avantajı bir de özel dezavantajını açıklayınız.

Bir avantaj

Bir dezavantaj

.....
.....



ISI VE SICAKLIK

Ünite Açıklaması

Bu ünite de ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarının enerji kavramı ile ilişkilendirilmesi ve yapılandırılması amaçlanmıştır. Maddelerin ısı iletim hızının günlük yaşamdaki olaylarla ilişkilendirilerek yalıtım, ısıtma sistemleri ve enerji tasarrufu gibi konulara dair çıkarımlar yapılabilmesi, enerji tasarrufunun sağlanabilmesi için yaşam alanlarının yalıtımına yönelik çözüm fikirlerinin geliştirebilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte küresel ısınmanın sonuçları hakkında farkındalık oluşturmak da bu ünitenin amaçlarındandır.

Kavramlar ve Terimler

Isı, sıcaklık, iç enerji, öz ısı, ısı sığası, hâl değişimi, ısı denge, enerji iletim hızı, genleşme, büzülme, ısı yalıtımı, hissedilen sıcaklık, küresel ısınma

Konu Başlıkları

- 5. 1. Isı ve Sıcaklık
 - 5. 1. 1. İç Enerji, Sıcaklık ve Isı
 - 5. 1. 2. Termometre ve Sıcaklık Ölçümü
 - 5. 1. 3. Sıcaklık Birimleri ile İlgili Hesaplamalar
 - 5. 1. 4. Öz Isı ve Isı Sığası
 - 5. 1. 5. Maddenin Sıcaklığında Meydana Gelen Değişim
- 5. 2. Hâl Değişimi
 - 5. 2. 1. Hâl Değişiminde Isı Miktarı
- 5. 3. Isıl Denge
 - 5. 3. 1. Isıl Dengenin Sıcaklık Farkı ve Isı İle Olan İlişkisi
- 5. 4. Enerji İletim Yolları ve İletim Hızı
 - 5. 4. 1. Enerji İletim Yolları
 - 5. 4. 2. Enerji İletim Hızı
 - 5. 4. 3. Yaşam Alanlarında Enerji Tasarrufu
 - 5. 4. 4. Hissedilen ve Gerçek Sıcaklık
 - 5. 4. 5. Küresel Isınma
- 5. 5. Genleşme
 - 5. 5. 1. Katı ve Sıvı Maddelerde Genleşme ve Büzülme

Isınma Turları

1. Vücut sıcaklığının “100 derece” olması mümkün müdür? Açıklayınız?
2. Termos içeceklerin sıcaklığının değişme süresini nasıl uzatabilmektedir?
3. Sıcak su torbasına başka sıvılar (yağ, gliserin vb) ısıtılarak koyulsa aynı fayda sağlanabilir miydi? Neden?
4. Karasal bölgelerdeki gece-gündüz sıcaklık farklarının, sahillere göre fazla olmasının nedeni ne olabilir?
5. Bilgisayar işlemcilerinin soğutma birimlerinin yapısında bakır elementinin tercih edilmesinin nedeni ne olabilir?

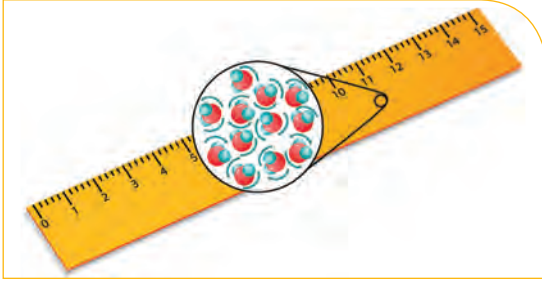
5. 1. Isı ve Sıcaklık

Termodinamik iç enerji, ısı, ısıl denge, sıcaklık, hâl değişimi, genleşme-büzülme, ısı aktarımı olaylarını inceler.

5. 1. 1. İç Enerji, Sıcaklık ve Isı

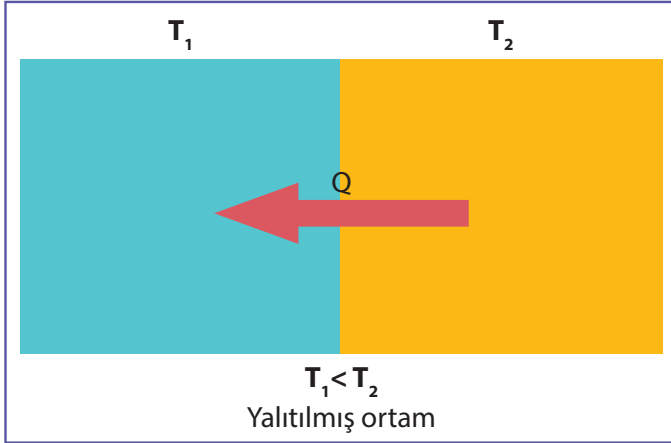
Günlük yaşamda ısı ve sıcaklık kavramları çoğu zaman birbirini yerine kullanılarak karıştırılır. Bu kavramlar birbirleriyle ilişkili ancak eş anlamlı değildir.

İç enerji: Maddeyi meydana getiren moleküllerin titreşimlerinden kaynaklanan kinetik enerjilerinin ve moleküller arası çekim kuvvetleri dolayısıyla sahip oldukları potansiyel enerjileri toplamına **iç enerji** denir. **U** ile gösterilir ve birim olarak Joule, kalori veya diğer enerji birimleri kullanılabilir.



Görsel 5.1: "Moleküler boyutta sıcaklık" modeli

Sıcaklık: Ortalama bir molekülün titreşme etkinliğinin nicel görüntüsüdür. Maddelerin molekül boyutunda gerçekleşen titreşim artışı fiziksel değişimlere neden olur (Görsel 5.1). Bu değişim bazı maddelerde gözle görülür boyutlarda gerçekleşebilir. Sıcaklık ölçümü yapılırken genleşme, basınç veya elektrik direncindeki artış gibi fiziksel değişimler ölçeklendirilir ve nicel olarak gözlemlenir. Sıcaklık **T** ile gösterilir. Temel büyüklerden biri olup birimi SI'da Kelvin'dir, günlük yaşamda Celsius, Fahrenheit veya başka sistemlerle ölçeklenmiş sıcaklık ölçerler de kullanılmaktadır.



Şekil 5.1: Cisimler arasında enerji aktarımı modeli

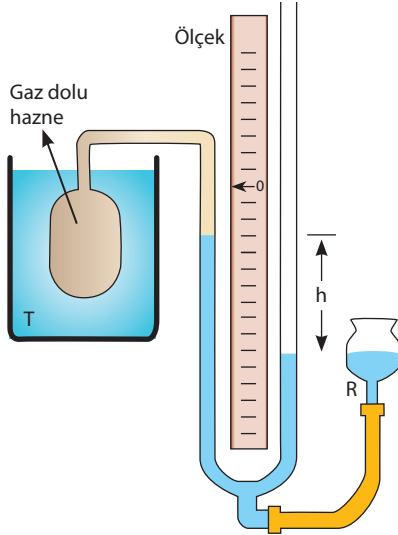
Isı: Yalıtılmış bir ortamda farklı sıcaklıkta iki madde bulunursa sıcaklığı yüksek olan düşük olana enerji verir (Şekil 5.1). Enerji aktarımı, sıcaklıkları eşitleninceye kadar devam eder. İç enerjinin aktarılan kısmına **ısı** denir. **Q** ile gösterilir ve birim olarak SI'da Joule, kalori veya diğer enerji birimleri kullanılabilir. Aktarılan ısı enerjisini hesaplamak için **kalorimetre kabı** kullanılır.

Calori (kalori) 1 gram saf suyun sıcaklığını 14,5 °C den 15,5 °C'ye yükselten enerji miktarıdır. Ancak ısıнын mekanik sistemlerle daha sağlıklı bağlantısının kurulabilmesi için mekanikte olduğu gibi birim olarak Joule kullanılması daha yerinde olacaktır. (1 cal = 4,18 J)

120. ve 121. sayfalarda birbirini takip eden şeritte Dünya üzerinde ölçülebilmüş sıcaklıklar gösterilmiştir.

73 K (-200 °C, -328 °F): Hava sıvılaşır	234 K (-39 °C, -38,2 °F): Cıvanın donma noktası	331 K (58 °C, 136 °F): Dünya'daki en yüksek sıcaklık	457 K (184 °C, 363°F): Kâğıt alev alır
0 K (-273,15 °C, -459,67 °F): Mutlak sıfır	180 K (-89 °C, -128 °F): Dünya'daki en düşük sıcaklık	273,15 K (0 °C, 32 °F): Suyun donma noktası	373,15 K (100 °C, 212 °F): Suyun kaynama noktası

5. 1. 2. Termometre ve Sıcaklık Ölçümü



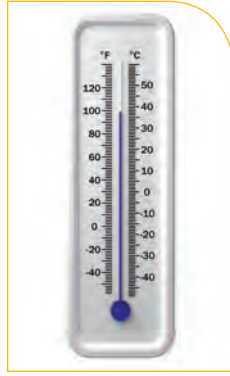
Şekil 5.2: Gaz içerikli termometre

Sıcaklık ölçen araçlara **termometre** denir. Ölçülecek sıcaklık aralığına göre katı sıvı veya gaz içerikli olabilirler. Katı içerikli termometreler metalin uzunluğundaki değişimin, sıvı içerikli termometreler sıvı hacmindeki değişimin, gaz içerikli termometreler ise gaz basıncının değişiminin gözlendiği araçlardır (Şekil 5.2, Görsel 5.2 ve Görsel 5.3).

Gaz içerikli termometre çok düşük sıcaklıklarda, sıvılı termometreler oda sıcaklığı civarında, metal termometreler ise daha yüksek sıcaklıklarda kullanılabilir (Görsel 5.4 ve Görsel 5.5).



Görsel 5.2: Bimetalik tip termometre



Görsel 5.3: Sıvı içerikli termometre



Görsel 5.4: İnfrared (Kızılötesi) termometre



Görsel 5.5: Dijital termometre

Fiziksel değişimler bir gösterge paneliyle nicel olarak gözlenebilir hâle getirilir. Örneğin bir sıvılı termometre yapmak için cam sütununa donma noktasındaki su ile aynı sıcaklıktayken bir işaret, kaynama noktasındaki su ile aynı sıcaklıktayken yeni bir işaret konup işaretler arası eşit parçalara bölünürse bir termometre yapılmış olur. Suyun donma sıcaklığı 0°, kaynama sıcaklığı 100° işaretlenirse Celcius (°C) ölçeğine göre düzenlenmiş olur. Suyun donma sıcaklıklarından daha düşük sıcaklıklar negatif olarak belirtilir.

600 K
(327 °C, 620 °F):
Kurşunun erime noktası

1808 K
(1535 °C, 2795 °F):
Demirin erime noktası

30.000 K
(30.000 °C,
54.000 °F):
Orta şiddette bir yıldırım



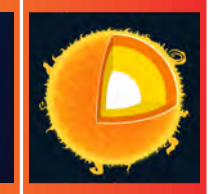
523 K
(250 °C, 428 °F):
Odun yanar



933 K
(600 °C, 1220 °F):
Doğal gaz alevi



5800 K
(5530 °C, 10.000 °F):
Güneş yüzeyi



Yaklaşık 14 milyon K
(1 milyon °C,
25 milyon °F):
Güneş'in merkezi

Kelvin (K) ölçeğinde sıfır noktası Celcius ölçeğinden farklı olarak, bu değere ulaşamadığından, dolaylı olarak belirlenmiştir. Teorik olarak evrende mümkün olan en düşük sıcaklık 0 K'dir. Suyun üçlü noktası denilen 1 atm basınçta buz, su ve su buharının bir arada bulunduğu sıcaklık 273,16 K = 0,01 °C olarak belirlenir ve Kelvin termometresi ölçeklenir.

0 K'den daha düşük sıcaklık olmadığından Kelvin ölçeği oranlı ölçek, Celcius ölçeği ise mutlak sıfırdan başlamadığı için sıralı ölçektir. Sıcaklık 10 °C'den 20 °C'ye yükseldiğinde sıcaklık iki katına çıktı denemez ancak 10 °C arttı denebilir. 10 K'den 20 K sıcaklığına yükseldiğinde ise hem sıcaklık iki katına çıktı hem de 10 K arttı denir.

Gerçekte Kelvin termometresi dönüşüm değeri 273,15 olmasına rağmen işlem kolaylığı olması için 273 kullanılır.

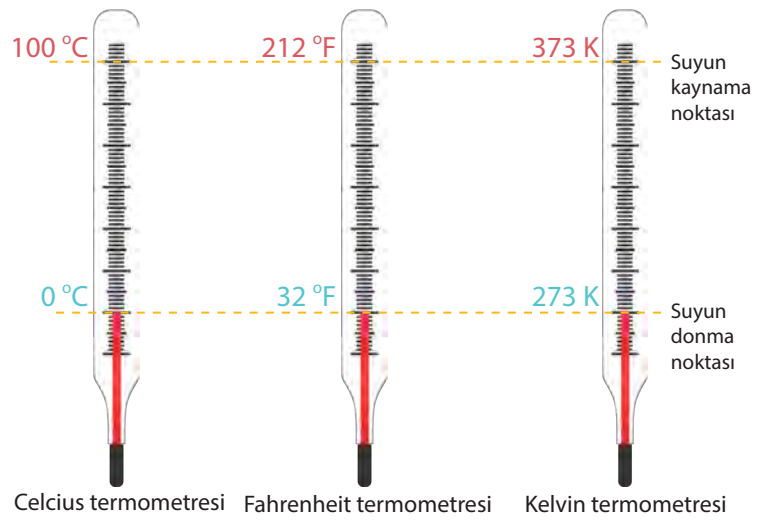
Aşağıdaki şekilde farklı termometrelerin 1 atm basınçta saf suyun donma ve kaynama noktalarında birbiriyle karşılaştırılması görülebilir (Şekil 5.3).

Bu değerlerin diğer termometrelere göre dönüşümü,

$$\frac{T_C - 0}{100} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_K - 273}{100} \text{ ya da}$$

$$T_C = T_K - 273 = \frac{T_F - 32}{1,8}$$

eşitlikleri ile yapılabilir.



Şekil 5.3: Farklı termometreler



ÇALIŞMA KÖŞESİ 1

Termometreler çoğunlukla hava sıcaklığının ölçümünde kullanılsa da pek çok alanda sıkça kullanılan aletlerden biridir. Termometre ile ölçüm yapmak için seçilen iki referans noktası 1 atmosfer basınç altındaki suyun donarken ve kaynarken sıcaklığının değişmediği noktalar. Gazlı, sıvı ve metal termometrelerin dışında cisimlerden yayılan elektromanyetik dalgaların frekanslarının analizi ile çalışan kızıl ötesi termometreler ve direnç değişiminin analizi ile çalışan dijital termometreler de kullanılmaktadır.

Bu kadar çeşit termometrenin bulunması kullanım amaçlarının farklılık göstermesidir. Örneğin cıvalı hasta termometreleri ağır metal zehirlenmesine yol açma ihtimali nedeniyle evlerde ve okullarda kullanılsa da hastanelerde 33 °C ile 45 °C arasında ölçüm için tasarlanmıştır.

Sizlerde termometre çeşitlerini araştırarak kullanım amaçları açısından karşılaştırınız.

5. 1. 3. Sıcaklık Birimleri ile İlgili Hesaplamalar



Soru: Celcius termometresinde sıcaklık 20 °C okunurken aynı yerde Kelvin ve Fahrenheit ölçekli termometrelerde hangi sayı okunur?

Cevap:

$$T_C = T_K - 273$$

$$20 = T_K - 273$$

$$T_K = 20 + 273 = 293$$

$$T_K = 293 K$$

$$\text{yani } 20^\circ C = 293 K$$

$$T_C = \frac{T_F - 32}{1,8}$$

$$20,1,8 = T_F - 32$$

$$36 + 32 = T_F$$

$$68^\circ F = T_F$$

$$\text{yani } 20^\circ C = 68^\circ F$$

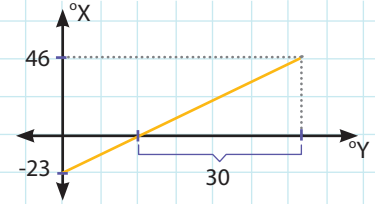


Soru: Celsius ve Fahrenheit termometreleri aynı ortamda bulunmaktadır. Fahrenheit termometresinde 36 °F sıcaklık artışı, Celsius termometresinde kaç derece olarak ölçülür?

Cevap: Celsius ve Fahrenheit termometrelerindeki ölçeklendirmeler oranlandığında Fahrenheit termometresinde 180 °F'lık değişim, Celsius termometresinde 100 °C'lik değişime karşılık gelmektedir. Oranlandığında 36 °F sıcaklık artışı 20 °C'ye karşılık gelir.



Soru: Yandaki grafikde aynı ortamda bulunan X ve Y termometreleri arasındaki ilişki verilmiştir. Buna göre 0 °X kaç °Y olarak okunur?



Cevap: Termometrelerin karşılaştırılması için verilen grafikte üçgenlerde benzerlik özelliği kullanılabilir.

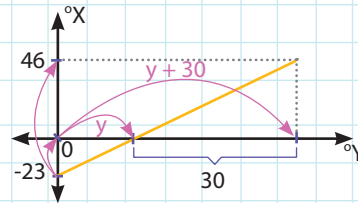
$$\frac{23}{69} = \frac{y}{y + 30}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{y}{y + 30}$$

$$y + 30 = 3y$$

$$30 = 2y$$

$$y = 15^\circ Y$$



ÇALIŞMA KÖŞESİ 2

- A)** Bir X termometresi deniz seviyesinde ölçeklenirken buzun erime noktasını 10 °X, suyun kaynama noktasını 250 °X olarak işaretlenmiştir. Isıya yalıtılmış bir kapta bulunan saf bir sıvı aynı anda X ve Fahrenheit termometreleri kullanılarak sıcaklığı ölçülmek isteniyor. Ölçülen sıcaklık X termometresinde 90 °X olduğuna göre Fahrenheit termometresinde okunan sıcaklık değeri kaç °F'dir?
- B)** Oksijenin, etil alkolün, kurşunun kaynama sıcaklıkları sırasıyla -183 °C, 78 °C ve 1744 °C'dir. Bu sıcaklık değerlerinde gözlem yapabilmek için hangi tür termometreler kullanılmalıdır?

5. 1. 4. Öz Isı ve Isı Sığası

Öz ısı: Saf bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C değiştiren ısı miktarına denir. Maddeler için ayırt edici özelliktir, "c" ile gösterilir, SI birimi J/kg.K pratikte ise Cal/g.°C' dir. Bazı maddelerin öz ısı değerleri Tablo 5.1 'de verilmiştir.

Tablo 5.1: Bazı Maddelerin Oda Sıcaklığında Öz Isıları

Madde		Öz Isı	
		cal/g.K	J/g.K
katılar	kurşun	0,0305	0,128
	tungsten	0,0321	0,134
	gümüş	0,0564	0,236
	bakır	0,0923	0,386
	alüminyum	0,215	0,900
	pirinç	0,092	0,380
	granit	0,19	0,790
	cam	0,20	0,840
	buz (-10 °C)	0,530	2,220
sıvılar	cıva	0,033	0,140
	etil alkol	0,58	2,430
	deniz suyu	0,93	3,900
	su	1,00	4,187

Isı sığası: Maddenin sıcaklığını 1 °C değiştiren ısı miktarına denir ve birimi cal/°C veya J/K'dir. Maddenin öz ısı ve kütle değerlerinin çarpımıdır (m.c).

Deniz ve karaların öz ısı değerleri aynı değildir. Suyun öz ısı toprağı oluşturan bileşenlerin öz ısısından fazladır. Gündüz güneş altında sıcaklığı fazla artan karaların üzerinde alçak basınç olduğundan rüzgârlar denizden karaya eser. Gece de yine toprağın sıcaklığı daha kısa sürede düştüğünden karada yüksek basınç oluşur, rüzgâr karadan denize eser (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Rüzgârların hareket yönü

Aynı kütle ve sıcaklık değerine sahip, ısı alışverişi yapan iki sıvıdan biri su ise ısı enerjisi aktarımı aynı olmasına rağmen sıcaklık değişimi suyun öz ısı değeri yüksek olduğundan diğer sıvıya göre daha azdır. Bu da suyu soğuk algınlığı olan hastaların destek tedavisinde sıcak su torbasını etkili bir madde yapmaktadır (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Soğuk algınlığına destek tedavisi: sıcak su torbası

5. 1. 5. Maddenin Sıcaklığında Meydana Gelen Değişim



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Aynı ısı, farklı sıcaklık değişimi

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Isı alışverişi yapan saf maddelerin sıcaklıklarında meydana gelen değişimin bağlı olduğu değişkenleri belirlemek

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

1. Uygulama:

- Öz ısı konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



- Simülasyonda ocakla ısıtılabilen ayrı kaplarda, eşit kütleye sahip yağ ve su bulunmaktadır.
- Suyun ve yağın öz ısılarının farklı değerlerde olduğuna dikkat ediniz.
- Yağ ve suyun başlangıçta aynı sıcaklıkta olduğuna dikkat ediniz.
- Sudaki tuz miktarını sıfır olarak bırakınız, değiştirmeyiniz.
- Başlat butonunu kullanarak ocakların eşit sürede yanmasını, dolayısıyla kaplara eşit ısı vermesini sağlayınız.
- Oluşan sıcaklık-zaman ve ısı-sıcaklık grafiklerini inceleyiniz.
- Isı-sıcaklık grafiğinde su ve yağın eşit ısıdayken ulaştıkları sıcaklıkları bir kâğıda not ediniz.

2. Uygulama:

- Isı konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



- Simülasyonda ocakla ısıtılabilen bir su kabı, ısıyı iyi ileten bir malzeme kullanılarak iki ayrı su kabına bağlanmış olarak bulunmaktadır.
- Bu iki su kabı izole edilmiştir. Bu sayede başka bir kaynakla ısı alışverişi yapması engellenmiştir.
- Bu iki kaptaki su miktarlarına dikkat ediniz. Biri diğerinden daha az su barındırmaktadır. Kütle değerlerinin 1,2 kg ve 0,6 kg olduğuna dikkat ediniz.
- Tüm kaplarda su olduğu için öz ısının aynı olduğuna dikkat ediniz.
- Isıtıcı seviyesi butonuna tıklayarak ocağın yanmasını sağlayınız.
- Ocağın sıcaklık ayarını değiştirerek kaplardaki ısı değerini inceleyiniz ve bir kâğıda not ediniz.

Sonuçlandırma:

- Isı-sıcaklık grafiğinde su ve yağın eşit ısıdayken ulaştıkları sıcaklıkları karşılaştırınız.
- Öz ısı ile ısı arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.
- Kaptaki su miktarı ile ısı arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.
- Not aldığınız değerler üzerinden ısı alışverişi yapan saf maddelerin sıcaklıklarında meydana gelen değişimin bağlı olduğu değişkenleri belirleyiniz. Matematiksel modelini çıkarınız.

Maddeye verilen ısı miktarını, maddenin kütlesi, öz ısı ve sıcaklık değişimini yaptığınız etkinlik sayesinde ilişkilendirilince

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

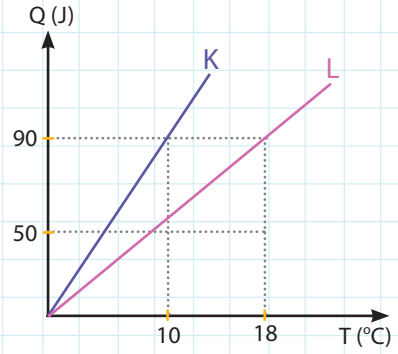
matematiksel modeli elde edilir.



Soru: Her ikisi de 10 g kütleli K ve L maddelerine ait alınan ısı ve sıcaklık değişimlerini gösteren grafiğe göre maddelerin öz ısı değerlerinin oranlarını bulunuz.

Cevap:

$$\frac{c_K}{c_L} = \frac{\frac{Q_K}{m_K \cdot \Delta T_K}}{\frac{Q_L}{m_L \cdot \Delta T_L}} = \frac{\frac{90}{10 \cdot 10}}{\frac{90}{10 \cdot 18}} = \frac{0,9}{0,5} = \frac{9}{5}$$



5. 2. Hâl Değişimi

Maddeler katı, sıvı ya da gaz hâllerinden birinde bulunabilir. Hâl değiştiren madde bir hâlden diğerine dönüşmektedir. Katının sıvıya dönüşümüne **erime**, tersi duruma **donma** denir (Görsel 5.8 ve Görsel 5.9). Sıvının gaza dönüşümüne buharlaşma, tersi duruma yoğunlaşma denir (Görsel 5.10. ve Görsel 5.11). Sıvının her sıcaklığında buharlaşma oluşur, sıcaklık artışı buharlaşmayı artırır, gözle görülebilir duruma ise **kaynama** denir.



Görsel 5.8: Erimekte olan buz



Görsel 5.9: Donmuş göl yüzünde kayan patenciler



Görsel 5.10: Kaynamakta olan su



Görsel 5.11: Havadaki nemin yoğunlaşması

Her saf maddenin belirli basınç değerleri için sabit erime-donma ve kaynama-yoğunlaşma sıcaklıkları vardır ve ayırt edicidir.

Saf maddeler hâl değişimleri tamamlanıncaya kadar sıcaklıkları değişmez.

Belli bir basınçta saf bir maddenin 1 gramının hâl değişiminde aldığı veya yaydığı ısıya **hâl değiştirme ısı** denir. L ile gösterilir, SI birimi J/kg dır. Pratikte Cal/g kullanılır. Maddeler için ayırt edicidir. Maddenin hâl değiştirme ısıları şu şekilde isimlendirilir:

L_B : Buharlaşma Isısı, L_Y : Yoğunlaşma Isısı, L_E : Erime Isısı, L_D : Donma Isısı olarak kısaltılabilir.

Maddenin ısı alırken erime ısı değeri ile ısı verirken donma ısı değeri birbirine eşittir ($L_E = L_D$). Aynı şekilde madde ısı alırken buharlaşma ısı değeri ile ısı verirken yoğunlaşma ısı değeri birbirine eşittir ($L_B = L_Y$).

Hal değiştirme sıcaklığın da saf bir maddenin tamamının veya bir kısmının hâl değişimi için gereken ısı miktarının hesaplanması için gereken matematiksel model

$$Q = m \cdot L$$

şeklinde dir.



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Hâl değişimi

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Ortamdan enerji alınması veya ortama enerji verilmesi ile hâl değişimi arasındaki ilişkiyi açıklamak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Hâl değişimi konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.

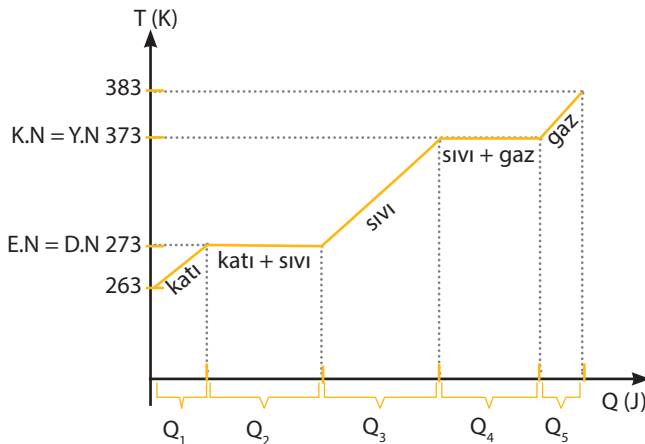


- Simülasyonda kapalı bir kaptaki, kabın hacmine göre az miktarda su ve kabın altında da ocak bulunmaktadır.
- Termometrenin başlangıç sıcaklığından otomatik olarak 0 °C'ye gelirken sıcaklık-zaman grafiğini inceleyiniz.
- 0 °C'deyken sıcaklık-zaman grafiğinin nasıl bir şekilde ilerlediğini gözlemleyiniz. Bir süre bekleyiniz.
- Soğutucunun devreye girip termometrenin -20 °C ile -30 °C arasındaki herhangi bir değere geldiğinde ısıtıcı seviyesini artırarak ocağı yakınız. Bu işlemi yaparken grafiği gözlemlemeye devam ediniz.
- Sıcaklık değerinizi 0 °C'ye gelirken ve 0 °C olduğunda grafiğin nasıl ilerlediğine dikkat ediniz.
- Sıcaklık değerinizi 100 °C'ye gelirken ve 100 °C olduğunda grafiğin nasıl ilerlediğine dikkat ediniz.
- Bu süreçlerde kabın içindeki temsili su moleküllerinin hareketini gözlemleyiniz.

Sonuçlandırma:

- Ortama enerji verildiğinde sıcaklık-zaman grafiği nasıl değişmektedir?
- Ortamdan enerji alındığında sıcaklık-zaman grafiği nasıl değişmektedir?
- Madde hâl değiştirirken sıcaklık-zaman grafiği nasıl değişmektedir?

5. 2. 2. Hâl Değişiminde Isı Miktarı



Şekil 5.4: Suyun hâl değişim grafiği

Maddelerin hâl değişim sıcaklık noktaları için;

Kaynama noktası: K.N.

Yoğuşma noktası: Y.N.

Erime noktası: E.N.

Donma noktası: D.N.

kısaltmaları yapılabilir.

Maddeler ısı alarak kaynar veya erir. Isı vererek donar veya yoğuşur. Hangi sıcaklıkta eriyorsa aynı sıcaklıkta donar (E.N = D.N). Hangi sıcaklıkta kaynıyorsa aynı sıcaklıkta yoğuşur (K.N = Y.N). Sıcaklığı 263 K olan m kütleli buz parçasının 383 K sıcaklığında buhar hâline gelene kadar hâl değişimini gösteren grafik yandaki gibidir (Şekil 5.4).

- Buzun sıcaklığının artması için gerekli ısı miktarı
 $Q_1 = m \cdot c_{\text{buz}} \cdot \Delta T$
- Buzun erimesi için gerekli ısı miktarı
 $Q_2 = m \cdot L_{\text{erime}}$
- Suyun sıcaklığının artması için gerekli ısı miktarı
 $Q_3 = m \cdot c_{\text{su}} \cdot \Delta T$
- Suyun buhar haline gelmesi için gerekli ısı miktarı
 $Q_4 = m \cdot L_{\text{buhar}}$
- Gazın sıcaklığının artması için gerekli ısı miktarı
 $Q_5 = m \cdot c_{\text{buhar}} \cdot \Delta T$

matematiksel modelleriyle hesaplanır.

**Soru:**

c_{buz} (J/g.K)	c_{su} (J/g.K)	c_{buhar} (J/g.K)	L_D (J/g)	333 K'de saf su- yun buharlaşma ısı L_B (J/g)
2,22	4,18	1,85	333	2256

Tablodaki verilerden yararlanarak -10°C (263 K) sıcaklığındaki 10 g kütleli buz 110 $^\circ\text{C}$ (383 K) sıcaklığındaki su buharına dönüştürmek için verilmesi gereken toplam ısı enerjisini bularak hâl değişim grafiğini çizin.

Cevap: $Q_1 = m \cdot c_{\text{buz}} \cdot \Delta T = 10 \cdot 2,22 \cdot (273 - 263) = 222 \text{ J}$

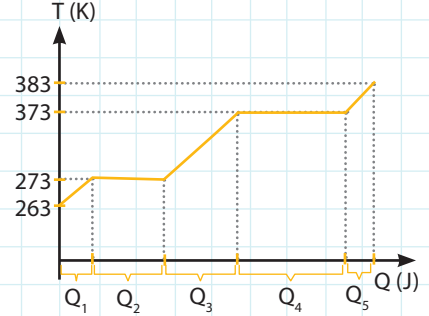
$$Q_2 = m \cdot L_E = 10 \cdot 333 = 3330 \text{ J}$$

$$Q_3 = m \cdot c_{\text{su}} \cdot \Delta T = 10 \cdot 4,18 \cdot (373 - 273) = 4180 \text{ J}$$

$$Q_4 = m \cdot L_B = 10 \cdot 2256 = 22560 \text{ J}$$

$$Q_5 = m \cdot c_{\text{buhar}} \cdot \Delta T = 10 \cdot 1,85 \cdot (383 - 373) = 185 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 30477 \text{ J}$$



ÇALIŞMA KÖŞESİ 3

150 $^\circ\text{C}$ (423 K) sıcaklığındaki 100 g buhar 0 $^\circ\text{C}$ (273 K) sıcaklığında buza dönüşürse çevresine kaç kJ ısı verir? Sıcaklık-ısı grafiğini çizerek problemi çözünüz.

5. 3. Isıl Denge

Farklı sıcaklıktaki maddeler bir arada bulunduklarında sıcak maddeden soğuk maddeye enerji aktarıldığına değinilmişti. Enerji aktarım süreci sıcaklıkların eşitlenmesine kadar sürer. Sıcaklığın eşitlenerek ısı aktarımının durmasına **ısıl denge** denir.

5. 3. 1. Isıl Dengenin Sıcaklık Farkı ve Isı İle Olan İlişkisi

Bir madde ısıl dengeye ulaştığında;

$$Q_{\text{Toplam}} = Q_{\text{Alınan}} + Q_{\text{Verilen}} = 0$$

olmaktadır. 20 $^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki yalıtılmış bir odaya içinde 100 $^\circ\text{C}$ sıcaklığında su dolu çaydanlık bırakılmış olsa denge sıcaklığı 20 $^\circ\text{C}$ 'den fazla 100 $^\circ\text{C}$ 'den az olacaktır. Çaydanlık soğumuş odanın sıcaklığı ise artmış gibi düşünülebilir.

$T_1 < T_2$ başlangıç sıcaklıklarına sahip iki madde yalıtılmış ortamda etkilşmeye bırakılırlarsa ısıl dengeye ulaştıklarında denge sıcaklığı (T_d) için şöyle bir genelleme yapılabilir.

$$T_1 \leq T_d \leq T_2$$

Eşitlik hâli ancak en az bir maddenin başlangıçta hâl değişimi sıcaklığında olması hâlinde gerçekleşir. Örneğin yalıtılmış ortamda erime sıcaklığındaki buz (0 $^\circ\text{C}$), sıcaklığı 10 $^\circ\text{C}$ olan suya bırakılırsa denge sıcaklıkları 0 $^\circ\text{C}$ olabilir. Buzu eritmek için gereken ısı suyun 0 $^\circ\text{C}$ sıcaklığa kadar soğumasını sağlayabilir.



MERAKLISINA

Katıların Isı İletimi konulu video





ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Isıl denge

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Isıl denge kavramının sıcaklık farkı ve ısı kavramı ile olan ilişkisini belirlemek

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Isıl denge konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



- Simülasyonda üç ayrı kapta sarı, yeşil ve mor olarak renklendirilmiş sular bulunmaktadır. Kaplardan bir tanesi ocakla ısıtılmaktadır. Metal aracılığı ile ısı aktarımı gerçekleşir.
- Simülasyonda görünen “ocağı yak, metali indir” butonuna tıklayarak sağdaki kabın ısınmasını ve diğer kaplardan ayrılmasını sağlayınız.
- Sıcaklık değeri 50 °C dolaylarına gelene kadar grafikteki sarı ve yeşil çizgilerin nasıl değiştiğini gözlemleyiniz.
- Kabın sıcaklığı yaklaşık 50 °C olduğunda “metali indir, ocağı söndür” butonuna tıklayarak ısı alışverişini başlatınız.
- Metali indirdikten sonra grafikte görünen mor çizgiye dikkat ediniz.
- Mor, yeşil ve sarı çizgilerin grafikte nasıl ilerlediğini gözlemleyiniz.
- Kaplarda ölçülen sıcaklık değerlerini karşılaştırınız.

Sonuçlandırma:

- Ocağı yakıp, metali kaldırdığınızda kabınız ısınmıştır. Diğer kaplar bundan etkilenmemiştir. Sebebinin açıklayınız.
- Metali indirdiğinizde grafikte üçüncü bir çizginin görülmesinin sebebi nedir? Açıklayınız.
- Kaplardaki sıcaklık değerleri ilk duruma göre nasıl değişmiştir? Açıklayınız.
- Kaplardaki son sıcaklık değerleri ile kaplar arasındaki etkileşimi yorumlayınız.



Soru: Yalıtılmış bir ortamda bir kabın 1/3'ü 20 °C sıcaklığındaki su ile doludur. Kabın kalan kısmı 50 °C su ile doldurulursa denge sıcaklığı kaç °C olur?

Cevap: Kaptaki suyun kütlesi m, üzerine eklenen suyun kütlesi 2 m olsun.

$$Q_{\text{Alınan}} + Q_{\text{Verilen}} = 0$$

$$m \cdot c \cdot \Delta T_1 + 2m \cdot c \cdot \Delta T = 0$$

$$m \cdot c \cdot (T_d - 20) + 2m \cdot c \cdot (T_d - 50) = 0$$

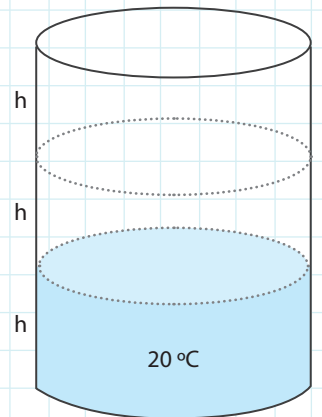
$$m \cdot c \cdot (T_d - 20) = -2m \cdot c \cdot (T_d - 50)$$

$$(T_d - 20) = -2T_d + 100$$

$$3 T_d = 120$$

$$T_d = 40 \text{ °C}$$

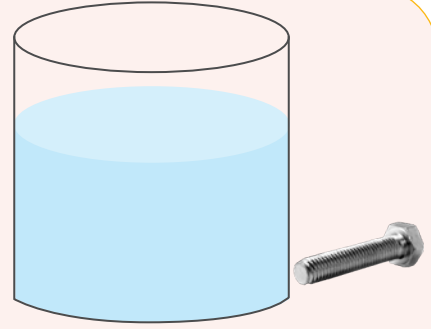
$T_1 < T_d < T_2$ olduğu görülür.





ÇALIŞMA KÖŞESİ 4

Yalıtılmış bir ortamda 293 K sıcaklığındaki 100 g suyun üzerine 10 g kütleli 1000 K sıcaklıktaki metal civata bırakılıyor. $c_{su} = 10 c_{metal}$ olduğuna göre denge sıcaklığı kaç K olur? (Kabın ısı almadığı varsayılacaktır.)



5. 4. Enerji İletim Yolları ve İletim Hızı

Moleküllerin birbirlerine çarparak zincirleme olarak enerjiyi aktarmalarına iletim yoluyla **ısı transferi** denir. Isı tranferi sıcaklık farkı bulunan iki madde arasında gerçekleşiyorsa sıcak maddeden soğuk maddeye doğru gerçekleşir. İletimde transfer edilen ısının hızı önemli bir değişkendir. Eğer ısı geçişi maddeler arasında hızlı oluyorsa bu maddeler ısı dengeye daha kısa sürede ulaşır.

5. 4. 1. Enerji İletim Yolları

Yemek karıştırırken metal kaşığın sapının sıcaklığının artması **iletim yoluyla** ısı aktarımından kaynaklanır. Isı iletkenliği kötü olan maddeler ısı yalıtkanı olarak adlandırılır. Soğutma-ısıtma sistemlerinde ısı iletkenlikleri iyi olan maddeler kullanılırken binaların ısı izolasyonu gibi işlemlerde kötü ısı iletkeni (iyi yalıtkan) özellikli maddeler kullanılır (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Yalıtım uygulaması

Katı maddelerde daha çok iletim yoluyla ısı transferi gerçekleşirken akışkanlarda daha baskın olarak konveksiyon gözlenir. **Konveksiyon**; sıcaklığı yükselen maddenin, aldığı ısıyı, özkütle farkı nedeniyle madde akışı yoluyla taşıması olayıdır. Atmosferdeki havanın alttan yukarı doğru ısınması, kalorifer radyatöründe yukarı yönlü sıcak hava akımı oluşması, ısıtılan su içinde döngü oluşması konveksiyon yoluyla ısı taşınması nedeniyledir (Görsel 5.13)



Görsel 5.13: Isınan sudaki düşey akış

Sıcak cisimlerden elektromanyetik dalga yayılması yoluyla enerji aktarımına **ışınma** denir. Yayılan elektromanyetik dalgaların bazıları insan gözünün görebileceği dalga boyundadır. Işınma ile ısı transferi için madde ortamı olması şart değildir. Güneşten gelen elektromanyetik dalgalar önce milyonlarca kilometre maddesiz ortamdan geçip atmosferi aşıp yerküreye kadar varmaktadır. Güneşten yere ulaşan ışınlarının yıllık ortalama gücü metrekareye 1kW' dan fazladır. Bu enerji günümüzde su ısıtma ve elektrik üretme amaçlı kullanılmaktadır.

Yanan mumun üstüne tutulan elde hissedilen, sıcaklığın nedeni konveksiyon yoluyla aktarılan ısı enerjisi-ken; yanda tutulan, elde hissedilen sıcaklık ışıma yoluyla aktarılan ısıdır (Görsel 5.14).



Görsel 5.14: Isının ışıma ve konveksiyon yoluyla transferi



ÇALIŞMA KÖŞESİ 5

Kışın bir kazak yerine iki ince kazak daha sıcak tutar. Pişen yemeği karıştırmak için tahta kaşık tercih edilir. Güneşli günlerde evlerin içi ısınırken pencere camları soğuk kalır. Kışın çay döktüğümüz bardağın çatlamaması için içine metal kaşık bırakılır. Bahsi geçen olaylarda enerjinin iletim yolları örneklenmiştir.

Sizlerde enerjinin iletim yollarını araştırarak her iletim yolu için beşer örnek vererek açıklayınız.

5. 4. 2. Katı Maddelerde Enerji İletim Hızı

Isı iletim hızı ya da enerji iletim hızı bir madde de birim zamanda aktarılan ısı miktarıdır. Aynı oda içinde ısı dengede olan metal kapı kolu ve haliya dokunulduğunda halının sıcaklığının kapı kolundan daha sıcak olduğu hissedilir. Bunun sebebi ısıyı metal kapı kolunun haliya göre daha hızlı iletmesi nedeniyle metal kapı koluna dokunan elin sıcaklığının daha hızlı düşmesidir. Isı iletkenliği ya da ısı iletim katsayısı maddenin ısıyı ne kadar iyi iletebildiğini gösteren bir özelliktir. Isı iletim hızını etkiler.

Tablo 5.2’de bazı maddelerin ısı iletim katsayıları verilmiştir. Tablo incelendiğinde metallerin ısı iletim katsayılarının yüksek olduğu görülür. Bu durum neden kalorifer peteklerinde veya tencerelerde metal kullanıldığını açıklar.

Tablo 5.2: Bazı Maddelerin Isı İletim Katsayıları

Madde		k (W/m-K)
metaller	paslanmaz çelik	14
	kurşun	35
	demir	67
	pirinç	109
	alüminyum	235
	bakır	401
	gümüş	428
gazlar	hava (kuru)	0,026
	helyum	0,15
	hidrojen	0,18
yapı malzemeleri	poliüretan köpük	0,024
	taş yünü	0,043
	fiberglas	0,048
	beyaz çam	0,11
	pencere camı	1,0



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Isının hızı var mı?

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Isı iletim hızının bağlı olduğu değişkenleri belirlemek

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Isı iletim hızının bağlı olduğu değişkenler konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve buraya tıklayıp dosyayı indiriniz.



- Bilgisayarınızda java oynatıcı yüklü değilse aşağıdaki ekran görüntüsüne tıklayarak yükleyiniz.



- Simülasyon 4 adıma bölünmüştür. Adımları takip ediniz.

1. Adım:

- Dosyadaki "calistir" adlı dosyayı çift tıklayınız.
- "file" > "open" adımlarını uygulayıp "iletim1" adlı dosyayı açınız.
- "Hangi malzemeden yapılmış tava sapı ısıyı daha iyi iletir?" sorusuna cevap arayan simülasyondasınız.
- Simülasyonu "run" butonu ile çalıştırınız.
- Isı iletim hızını gözlemleyiniz.
- Termometre göstergelerini ve grafik butonu ile sıcaklık-zaman grafiğini inceleyiniz.

2. Adım:

- Dosyadaki "calistir" adlı dosyayı çift tıklayınız.
- "file" > "open" adımlarını uygulayıp "iletim2" adlı dosyayı açınız.
- "Kesit alanı artışı ısı iletimini etkiler mi?" sorusuna cevap arayan simülasyondasınız.
- Simülasyonu "run" butonu ile çalıştırınız.
- Isı iletim hızını gözlemleyiniz.
- Termometre göstergelerini ve grafik butonu ile sıcaklık-zaman grafiğini inceleyiniz.

3. Adım:

- Dosyadaki "calistir" adlı dosyayı çift tıklayınız.
- "file" > "open" adımlarını uygulayıp "iletim3" adlı dosyayı açınız.
- "Özdeş tavalarda sıcaklıkları farklı olduğunda ısıyı aynı iletir mi?" sorusuna cevap arayan simülasyondasınız.
- Simülasyonu "run" butonu ile çalıştırınız.
- Isı iletim hızını gözlemleyiniz.
- Termometre göstergelerini ve grafik butonu ile sıcaklık-zaman grafiğini inceleyiniz.

4. Adım:

- Dosyadaki "calistir" adlı dosyayı çift tıklayınız.
- "file" > "open" adımlarını uygulayıp "iletim4" adlı dosyayı açınız.
- "Sapın ucu mu yoksa tavaya yakın tarafı mı daha sıcaktır?" sorusuna cevap arayan simülasyondasınız.
- Simülasyonu "run" butonu ile çalıştırınız.
- Isı iletim hızını gözlemleyiniz.
- Termometre göstergelerini ve grafik butonu ile sıcaklık-zaman grafiğini inceleyiniz.

Sonuçlandırma: Isı iletim hızının malzeme cinsi, maddenin kesit alanı, sıcaklığı, uzunluğu arasındaki ilişki nasıldır? .

Isı iletim hızının matematiksel modeli etkinlikten elde ettiğiniz sonuçlara göre

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \left| -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} \right| \text{ olmalıdır.}$$

A: İletim doğrultusuna dik kesit alanını (m²)

ΔT : Ortamlar arası sıcaklık farkını (K)

Δt : Süreyi (s)

L: İletim doğrultusundaki mesafeyi (m)

ΔQ : Aktarılan ısı enerjisi miktarını (J)

k: Maddenin ısı iletim katsayısını (W/m.K) ifade eder.

5. 4. 3. Yaşam Alanlarında Enerji Tasarrufu

Maddenin özü olan enerji, modern insan için, güzel evler ve yaşamı konforlu hale getiren, binlerce kilometre uzaklara gidebilmenin bir yoludur. Başka bir ifadeyle Dünya'da olan biteni anlamanın, bir bakıma var olmanın aracıdır. Aynı zamanda enerji, insanlığın temel ihtiyaçlarının karşılanmasında, insanın ortalama ömür süresinin uzatılması ve hayat standartlarının yükseltilmesinde birincil derecede bir gereksinim olarak kabul edilmektedir. Türkiye'nin tükettiği temel enerji kaynakları, doğalgaz, kömür, petrol ve hidrolik enerjidir. %87'si fosil yakıtlardan, %13'ü yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır. Enerji kaynaklarından sağlanan bu enerji, genel olarak bina sektöründe, sanayide, ulaşımda ve güç üretim sektöründe kullanılmaktadır.

Ne yazık ki; enerji kaynakları sonsuz değildir. Bu nedenle enerji tasarrufu kullanım alanları düşünüldüğünde enerji tasarrufu önem kazanmaktadır.

Enerji tasarrufu, üretimde, konforda ve iş gücünde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi verimli kullanmak ve israf etmemektir. Enerji tasarrufu enerji ihtiyacının azaltılması şeklinde değil gereksiz enerji tüketimi ve kayıpların azaltılması, aynı işi daha az enerji ile yapmak olarak düşünülmelidir.

Yakın zamana kadar ülkelerin gelişmişliğinde en önemli kriterlerden biri enerji tüketimiydi. Bir ülke ne kadar fazla enerji tüketiyorsa o kadar fazla üretim yaptığı ve refah düzeyinin yüksek olduğu kabul edilirdi. Bugün ise bu değerlendirme geçerliğini yitirmiş durumdadır. Artık gelişmişlik, ülkelerin ne kadar çok enerji tükettiğiyle değil, ne kadar az enerji harcayarak ne kadar çok ürettiğiyle ölçülmektedir. Yani enerji yoğunluğu düşük ülkeler gelişmiş ülke olarak kabul edilmektedir. Bu durum enerji yoğunluğu yüksek olan ülkeler düşük olan ülkelere göre çok daha pahalı yaşıyor, çok daha pahalı üretim yapmak zorunda kalıyor demektir.

Türkiye'de enerjinin yaklaşık %33'ü binalarda kullanılmaktadır. Binalarda tüketilen enerjinin büyük kısmı (%70-90) ısıtma ve soğutma amaçlı, geriye kalan kısım (%20-30) ise aydınlatma ve elektrikli cihazlarda kullanılmaktadır. Dolayısıyla enerjinin büyük kısmının binalarda tüketildiği düşünüldüğünde bu alanda yapılacak basit enerji tasarrufu önlemleri, aile ve ülke ekonomisine, ülkenin enerji bağımlılığının azaltılmasına, çevre ve hava kirliliğinin önlenmesine, Dünya fosil yakıtlarının korunmasına, küresel ısınmanın yavaşlatılmasına katkı sağlayacaktır.

Konutlarda enerjinin verimli kullanılabilmesi için ısı kayıplarının azaltılması, yani ısı yalıtımının yapılması gerekir. Binaların yalıtımına yönelik öneriler aşağıda maddelendirilmiştir.

- Isı yalıtımı, binayı kışın sıcak, yazın soğuk tutar. Bu nedenle binalarda yalıtımla %25'ten %50'ye varan oranlarda yakıt tasarrufu sağlanabilir.
- Çatı ve duvar yalıtımının (izolasyonun) yapılması, çift cam veya ısıcam olan pencerelerde ısı kaybı yarı yarıya azaltılabilir.
- Evlerde kapı ve pencerelerin hava ve nem sızdırmazlığı yalıtım süngerli, plastik bant, pencere contası vb. malzemelerle sağlanması yaklaşık % 15-20 oranında bir enerji tasarrufu sağlayabilir [5.1].

Enerji kaybının büyük bir kısmının yaşam alanlarında tüketilmesi üzerine bir takım projeler ve tasarımlar yapılmaktadır. Bu projelerin hayata geçirilmesinde etkili olan faktörler arasında projelerin işlevselliğinin yanı sıra finansal açıdan ülke ekonomisini zora sokmayacak düzeyde olması beklenmektedir. Finansal açıdan düşük bütçeli tasarlanmış projelerin uygulamaya geçirilmesi olasılığı, yüksek bütçeli projelere göre daha fazladır. Bunu yapabilmek için finans bilincinin geliştirilmesi gerekir.



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Isı Yalıtım Projesi

Amaç	Enerji tasarrufu için yaşam alanlarının yalıtımına yönelik bir proje tasarlamak.
Süre	2 hafta
Beceriler	Araştırma, kavrama, analiz edebilme, yaratıcı düşünme, etkili iletişim, iş birliği
Beklenen Performans	Araştırma sonucu elde edilen bilgileri analiz edebilme, tasarlama, tasarımla ilgili sunum yapma, tasarım sürecini rapor haline getirebilme
Değerlendirme	Dereceli puanlama anahtarı

Sizler de günlük yaşamınızdan bir problem alanı belirleyiniz. Belirlediğiniz konuyla ilgili bir araştırma yapınız ve yaşam alanlarının yalıtımı ile ilgili bir proje tasarlayınız. Projenizin aile bütçesine ve ülke ekonomisine katkısını araştırınız. Hazırladığınız projeyle ilgili bir sunu hazırlayıp projenizi sınıfınızda arkadaşlarınızla paylaşınız. Proje sürecinizi bir rapor haline getirip, raporunuzu belirlenen tarihte öğretmeninize teslim ediniz.

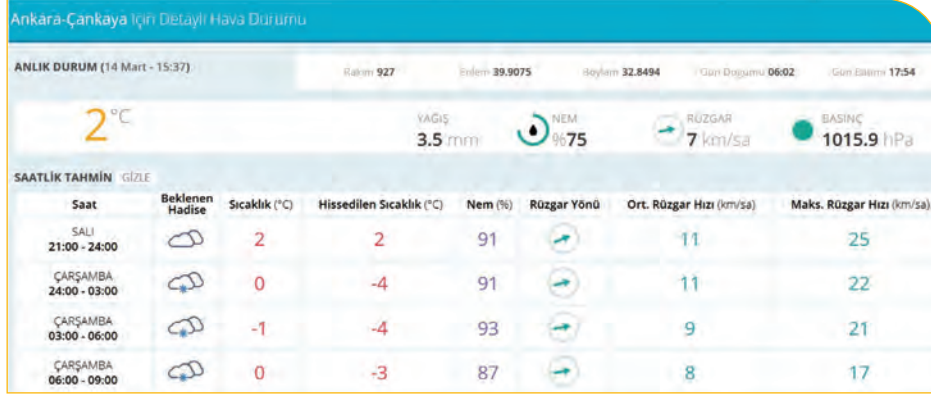
Aşağıda çalışmanızın planlamasında sizlere yardımcı olabilecek birtakım öneriler yer almaktadır. Bu önerileri takip etmeniz, proje tasarım sürecinizi kolaylaştıracaktır:

1. Sınıf mevcuduna göre dörder, beşer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Çalışmanız dört ana aşamadan meydana gelmektedir: araştırma; proje tasarımı; sunum; raporlama. Yapacağınız projeyle ilgili herkesin her aşamada eşit şekilde görev alacağı bir görev paylaşımı yapınız.
3. Araştırma aşamasında en az üç kaynaktan (genel ağ, kitap, dergi vb.), belirlediğiniz problem alanına ilişkin bilgi toplayınız. Araştırma sürecinde topladığınız bilgileri paylaşp tartışmak amacıyla toplantı günleri ve saatleri belirleyiniz.
4. Tasarımınızın yaratıcı ve özgün olması gerekmektedir. Bu ölçütleri göz önünde bulundurarak projenizi tasarlayınız ve zamanınızı verimli kullanmaya özen gösteriniz.
5. Bir projenin hayata geçirilmesinde, projenin işlevselliği kadar bütçe çalışmaları da etkilidir. Projenizin etkili bir bütçe planının yapılması gerekmektedir.
6. Sunumunuzda tasarım sürecinizi özetlerken sürecin tamamına ilişkin başlıklara yer veriniz.
7. Rapor hazırlama sürecinde, tasarım sürecine ait bütün başlıklara yer vererek tasarım sürecini özetleyiniz ve raporunuzu zamanında teslim ediniz.

Puanlama Anahtarı				
Ölçüt Kategorileri	Ölçütler	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilebilir
Araştırma Yapma	1. En az üç kaynaktan yararlanılmıştır.			
	2. Olabildiğince farklı türde kaynaklardan yararlanılmıştır (Genel Ağ, kitap, dergi vs.).			
	3. Araştırmada toplanan bilgiler konuyla ilişkilidir.			
Proje Tasarım Süreci	1. Enerji tasarrufu için yaşam alanlarının yalıtımına yönelik bir proje hazırlanmıştır.			
	2. Tasarlanan proje yaratıcıdır.			
	3. Tasarlanan proje özgündür.			
	4. Projenin bütçe planlaması yapılmıştır.			
	5. Proje tasarımı belirlenen süre içerisinde bitirilmiştir.			
Grup Çalışması	1. Grup üyeleri sorumluluklarını eksiksiz yerine getirmiştir.			
	2. Grup üyeleri çalışmalarını işbirlikli bir şekilde yürütmüşlerdir.			
Sunum	1. Proje sürecinin tamamına yönelik başlıklara yer verilmiştir (araştırma, bilgilerin analizi, tasarlama vb.).			
	2. Tasarım süreci açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmiştir.			
Rapor Hazırlama	1. Raporda proje tasarımının tamamıyla ilgili başlıklara yer verilmiştir.			
	2. Tasarım süreci anlaşılır bir şekilde özetlenmiştir.			
	3. Yazım ve imlâ kurallarına dikkat edilmiştir.			
	4. Rapor belirlenen tarihte teslim edilmiştir.			

5. 4. 4. Hissedilen ve Gerçek Sıcaklık

Sıcakkanlı canlıların metabolizmaları gereği vücutlarının belirli bir sıcaklıkta bulunması gerekir. Örneğin sağlıklı bir insanın vücut sıcaklığı yaklaşık 36 °C'dir. Ancak hava sıcaklığının 0 °C olduğu bir günde vücut yüzeyi ile hava arasındaki sıcaklık farkı 36 °C olur ve bu yüzden sürekli ısı kaybı yaşanır. Hava kötü bir iletken olduğundan bu sıcaklık farkı basit tedbirlerle sorun olmaktan çıkar. Rüzgar, vücudumuza temas ederek ısınan havayı alıp yerine soğuk havayı getirdiğinden üşümek için tedbirleri arttırmak gerekir. Havadaki nemin artması havanın ısı iletkenliğini arttıracığından ısı kaybı da artacaktır. Meteoroloji programlarında sıcaklık ve hissedilen sıcaklık diye iki farklı başlık görülmesinin nedeni de budur (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Hava tahmininde sıcaklık ve hissedilen sıcaklık ayrımı

5. 4. 5. Küresel Isınma

Kara, deniz ve havada atmosfere salınan gazların neden olduğu düşünülen ve yıl boyunca sıcaklık ortalamalarındaki artış küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır. Küresel ısınmanın nedenleri Güneş'in etkisi, Dünya'nın Güneş çevresindeki yörüngesinde meydana gelen basılaşma, tropik doğu Pasifik Okyanusu'nda yüzey sıcaklıklarının normalden yüksek olması doğal nedenler; fosil yakıtlar ve sera gazları yapay nedenler olarak sınıflandırılmaktadır. Küresel ısınmanın bazı bölgelerde meydana gelen taşkınlar, kasırgalar, kuraklık, çölleşme, temiz su kaynaklarının denize karışması ve yangınlar gibi sorunların kaynağı olarak görülmektedir.



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Küresel Isınmaya Karşı Alınacak Tedbirlere Yönelik Proje Tasarımı

Amaç	Küresel ısınmaya karşı alınacak tedbirlere yönelik proje tasarlamak.
Süre	2 hafta
Beklenen Performans	Araştırma, kavrama, analiz edebilme, yaratıcı düşünme, etkili iletişim, iş birliği
Değerlendirme	Araştırma sonucu elde edilen bilgileri analiz edebilme, tasarımla ilgili sunum yapma, tasarım sürecini rapor haline getirebilme
Ölçüt Kategorileri	Dereceli puanlama anahtarı

Sizler de küresel ısınmaya karşı alınacak tedbirlere yönelik bir proje tasarlayınız. Tasarladığınız projeye ilgili bir elektronik sunu, broşür veya poster hazırlayıp, projenizi sınıfınızda arkadaşlarınızla paylaşınız. Sunum sonrası, proje sürecinizi bir rapor haline getirip, raporunuzu belirlenen tarihte öğretmeninize teslim ediniz.

Aşağıda çalışmanızın planlamasında sizlere yardımcı olabilecek birtakım öneriler yer almaktadır. Bu önerileri takip etmeniz, proje tasarım sürecinizi kolaylaştıracaktır:

1. Sınıf mevcuduna göre dörder, beşer kişilik gruplar oluşturunuz.

2. Çalışmanız dört ana aşamadan meydana gelmektedir: araştırma; proje tasarımı; elektronik sunu, poster veya broşür hazırlama; raporlama. Yapacağınız projeye ilgili herkesin her aşamada eşit şekilde görev alacağı bir görev paylaşımı yapınız.
3. Araştırma aşamasında en az üç kaynaktan (genel ağ, kitap, dergi vb.) bilgi toplayınız.
4. Araştırma sürecinde topladığınız bilgileri paylaşp tartışmak amacıyla toplantı günleri ve saatleri belirleyiniz. Bu çalışmalar sonucunda alınacak ortak kararlar, tasarlayacağınız projeyi kararlaştırınız.
5. Tasarımınızın yaratıcı ve özgün olması gerekmektedir. Bu ölçütleri göz önünde bulundurarak projenizi tasarlayınız ve zamanınızı verimli kullanmaya özen gösteriniz.
6. Tasarım sürecinizi sınıftaki arkadaşlarınızla paylaşmak için bir elektronik sunu, broşür veya poster hazırlayınız.
7. Rapor hazırlama sürecinde, tasarım sürecine ait bütün başlıklara yer vererek tasarım sürecini özetleyiniz ve raporunuzu zamanında teslim ediniz.
- Aşağıda poster, broşür ve elektronik sunu için gereken ön bilgiler verilmiştir. Karar verdiğiniz sunum aracını daha detaylı araştırınız.

Elektronik Sunu: Küresel ısınmaya karşı alınacak tedbirler ile ilgili bilimsel kaynakları genel ağdan araştırarak fotoğraf ve videolar ile zenginleştirilmiş bir sunum hazırlayınız. Sunumlarınızı (eba.gov.tr) eğitim bilişim ağı üzerindeki içerik geliştirme araçlarından biri olan EBA sunum uygulaması ile de yapabilirsiniz. Bu sayede dosya saklama ortamına ihtiyacınız kalmayacaktır. Hazırladığınız sunumu sınıfınızda etkileşimli tahta üzerinden sunabilirsiniz.

Poster: Projenin özeti olan ve projenin yapılış aşamalarını anlatan poster, projenin başarılı olup olmadığının da göstergesidir. Aşağıda bir poster örneği verilmiştir. Poster bütün projeyi tanıttığı için iyi düzenlenmeli, görenleri projeyi okumaya teşvik edici özelliklere sahip olmalıdır. Karışık ve özen gösterilmemiş izlenimi veren posterler, projenin de anlaşılmasına neden olacaktır. Projenin izleyiciler tarafından beğenilmesi posterin düzenine ve anlaşılabilirliğine bağlıdır.

Yazılar, posterin önünde duracak herkesin okuyabileceği şekilde olmalıdır. Posterde fotoğraflar kullanılacaksa boyutlarının 20cm x 25cm ile 12cm x 18cm olmasına daha büyük veya daha küçük olmamasına dikkat edilmelidir [5.2].

Broşür: El notu olarak da isimlendirilir. A4 veya daha farklı boyutlarda olabilir. Kullanım kolaylığı açısından genelde A4 boyutları ve katlamalı olarak tercih edilir. İçeriği poster ile aynıdır. Boyutun postere göre daha küçük olması sebebiyle izleyicilere dağıtma imkanı sunar. Kısa zaman içinde etkili bir sunum sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Küresel ısınmaya karşı alınacak tedbirler ile ilgili hazırlanan ve uygulanan projeler ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Bu projelere gün geçtikçe daha da ihtiyaç duyulmaktadır. Projenizi, ilgili kurumlarla paylaşarak ülke ekonomisine katkı sağlayabileceğinizi unutmayınız.

NOT: TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB) tarafından düzenlenen Ortaöğretim Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması her yıl düzenlenmektedir. Düzenlenen ve düzenlenecek yarışmalar hakkında detaylı bilgi almak için aşağıda paylaşılan sayfayı inceleyiniz.

- Bir projeye başlamadan önce belli süreçlerden geçmeniz gerektiğini bilmelisiniz. Bu süreçler doğru soruları sormakla başlar. Bilimsel araştırmalar sorulan sorulara bilimsel yöntemlerle cevap aranarak ilerler. Yukarıda paylaşılan basamaklar TÜBİTAK proje rehberinden alınmıştır. Proje rehberi, proje özeti şablonu, proje planı şablonu, proje raporu şablonu, ve “Fizik Alanı İle İlgili Açıklamalar ve Örnek Proje Raporu” dokümanlarını TÜBİTAK sitesinden inceleyebilirsiniz.

Puanlama Anahtarı

Ölçüt Kategorileri	Ölçütler	3 Beklenen Seviyenin Üstünde	2 Beklenen Seviyede	1 Beklenen Seviyenin Altında
Araştırma Yapma	1. En az üç kaynaktan yararlanılmıştır.			
	2. Olabildiğince farklı türde kaynaklardan yararlanılmıştır (Genel Ağ, kitap, dergi vs.).			
	3. Araştırmada toplanan bilgiler konuyla ilişkilidir.			
Proje Tasarım Süreci	1. Küresel ısınmaya karşı alınacak tedbirlere yönelik proje hazırlanmıştır.			
	2. Tasarlanan ürün yaratıcıdır.			
	3. Tasarlanan ürün özgündür.			
	4. Proje tasarımı belirlenen süre içerisinde bitirilmiştir.			
Grup Çalışması	1. Grup üyeleri sorumluluklarını eksiksiz yerine getirmiştir.			
	2. Grup üyeleri çalışmalarını işbirlikli bir şekilde yürütmüşlerdir.			
Sunum, Broşür veya Poster	1. Proje sürecinin tamamına yönelik başlıklara sunumda yer verilmiştir (araştırma, bilgilerin analizi, ürün tasarımı vb.).			
	2. Tasarım süreci açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmiştir.			
Rapor Hazırlama	1. Raporda proje tasarımının tamamıyla ilgili başlıklara yer verilmiştir.			
	2. Tasarım süreci anlaşılır bir şekilde özetlenmiştir.			
	3. Yazım ve imlâ kurallarına dikkat edilmiştir.			
	4. Proje tasarımı ve raporlama için verilen süre etkili kullanılmıştır			
	5. Rapor belirlenen tarihte teslim edilmiştir.			



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Bireysel olarak yapılabilecek katkılar ve çevreye karşı duyarlı olmanın gerekliliği küresel ısınmanın sebepleri ve sonuçları göz önüne alındığında son derece önem kazanmaktadır.

Sizlerde küresel ısınmanın etkilerinin azaltılmasına yönelik bireysel olarak yapılabilecek katkıları sınıf mevcuduna göre dörder beşer kişilik gruplar halinde araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı ve çevreye karşı duyarlı olmanın gerekliliği ile ilgili fikirlerinizi sınıfta tartışınız.

5. 5. Genleşme

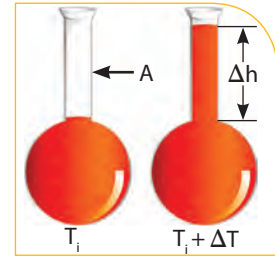
Genleşme sıcaklığı değişen maddelerde görülen fiziksel değişimlerdenidir. Örneğin gözlük çerçevesine, gözlük camlarını tutturmak ve cam kavanozun kapağını açmak amacıyla yapılan ısıtma işlemi maddede fiziksel değişim elde etmek için yapılır. Bu fiziksel değişim madde hacminin ısı aldığı anda artması, ısı verdiği anda azalması şeklindedir. Maddenin ısı yoluyla hacminin artmasına **genleşme**, azalmasına **büzülme** denir. Genleşme ve büzülme birbirinin tersi olaylardır. Yani bir madde ne kadar çok genleşiyorsa aynı sıcaklık değişimiyle o kadar büzülür.

5. 5. 1. Katı ve Sıvılarda Genleşme ve Büzülme

Sıcaklığı artan maddelerin genellikle uzunluğu, yüzey alanı ve hacmi artar. Tel gibi ince uzun cisimlerde uzunluk değişimi önemsenirken levha türü cisimlerde yüzey değişimi önemsenir. Prizma gibi üç boyutu da birbirine yaklaşık olan cisimlerde ise uzunluk ve yüzey değişimi ile birlikte hacim değişimi de anlamlı olur (Şekil 5.5). Sıvıların genleşmesi yalnız hacim değişimi şeklinde gözlemlenir, genleşmesi önemsiz kaplarda genleşen sıvı kapta yükselir (Şekil 5.6).



Şekil 5.5: Katıların genleşmesi



Şekil 5.6: Sıvıların genleşmesi

$$\Delta L = L_0 \cdot \lambda \cdot \Delta T$$

$$\Delta A = A_0 \cdot 2\lambda \cdot \Delta T$$

$$\Delta V = V_0 \cdot 3\lambda \cdot \Delta T$$

ΔL : Uzunluk değişimi (m)

L_0 : İlk uzunluk (m)

λ : Uzunluk değişim katsayısı (1/K)

ΔT : Sıcaklık değişimi (K)

ΔA : Yüzey değişimi (m²)

A_0 : İlk yüzey (m²)

2λ : Yüzey değişim katsayısı (1/K)

ΔT : Sıcaklık değişimi (K)

ΔV : Hacim değişimi (m³)

V_0 : İlk hacim (m³)

3λ : Hacim değişim katsayısı (1/K)

ΔT : Sıcaklık değişimi (K)

Maddelerin boyut değişim miktarı başlangıçtaki uzunluk, yüzey ve hacminin büyüklüğüne, sıcaklık değişiminin büyüklüğüne ve maddeye has değişim katsayısına bağlıdır.



ÇALIŞMA KÖŞESİ 6

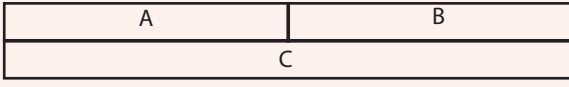
Oda sıcaklığında L halkası az bir sürtünme ile K ve M silindirlerinden ancak geçmektedir.

Genleşme katsayıları arasında $\lambda_K > \lambda_L > \lambda_M$ ilişkisi olduğuna göre ortam soğutulduğunda L halkası K ve M silindirlerinin hangisinden rahatça geçebilir?

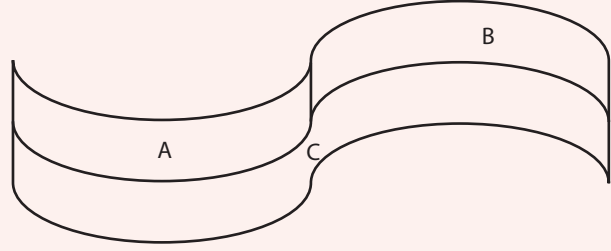




ÇALIŞMA KÖŞESİ 7

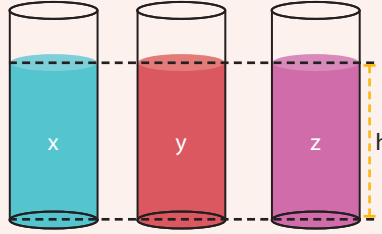


Şekil I



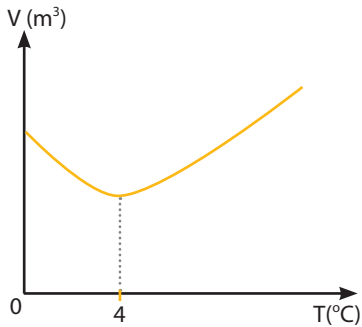
Şekil II

- A) Birbirine perçinli A, B ve C metal çubukları Şekil I'deki gibi oda sıcaklığındadır. Sıcaklıkları eşit miktar arttırılan çubuklar Şekil II'deki gibi bükülüyorlar. A, B ve C çubuklarının uzama katsayıları arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?
- B) Özdeş silindirik kaplarda h yüksekliğinde x, y ve z sıvıları vardır. Sıvıların sıcaklıkları eş zamanda eşit miktar arttırılmaktadır. Silindirik kaptan ilk önce y sıvısı en son z sıvısı taşıdığına göre sıvıların genleşme katsayıları arasındaki ilişki nedir?



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

Sıcaklığı değişen maddelerde gözlemlenen boyut değişimlerine günlük hayattan ne gibi örnekler verebilirsiniz? Verdiğiniz örneklerin hayatınızda ne gibi avantaj veya dezavantajlara yol açtığını sınıfta tartışınız.



Şekil 5.7: Suyun hacim-sıcaklık değişimi

Genel olarak ısıtılan bir maddenin hacmi artarsa özkütlesi aynı oranda azalır (Şekil 5.7). Ancak suyun genleşmesi diğer maddelerle karşılaştırıldığında bu özelliğin dışında kalır. Suyun deniz seviyesinde hacmi +4 °C nin altındaki ve üstündeki sıcaklıklarda artış gösterir. Bu durum ise suyun +4 °C de özkütlesinin en büyük değere ulaştığı anlamına gelir. Deniz seviyesinde +4 °C deki su ısı vererek 0 °C ye ulaştığında hal değiştirerek buz olur. Oluşan buzun özkütlesi su halindeki özkütlesine göre küçüktür. Örneğin 10 cm³ hacim artışı gerçekleşen suyun özkütlesi 1 g/cm³ iken yaklaşık 0,9 g/cm³ olur. Bu durumun nedeni hidrojen moleküllerinin birbirleriyle bağlanma şekli ile donma sırasındaki kristalleşmenin moleküller arasında boşluk oluşturmalarıdır.

Kütleleri eşit buz ve suda eşit sıcaklık artışı için gereken ısı miktarı da farklıdır. Bu da su ve buzun öz ısılarının farklı değerler almasının bir sonucudur. Deniz seviyesinde +4 °C deki suyun öz ısı 1 cal/g.K iken 0 °C deki buz için yaklaşık 0,5 cal/g.K'dir.

Suyun genleşmesi bir çok sıvının genleşmesinden farklılık göstermesi doğadaki yaşam dengesi bakımından önemlidir. Buzun özkütlesinin suyun özkütlesinden küçük olması deniz ve göllerde yaşamın devam etmesine olanak sağlarken kapalı boru içinde donan su bu borunun zarar görmesine sebep olur.

Ünite Özeti

Maddelerin moleküllerinin hareketi ve bağ kuvvetleri nedeniyle sahip oldukları enerjilerin toplamına **iç enerji** denir. Ortalama bir molekülün titreşme etkinliğinin nicel ölçüsüne ise **sıcaklık** denir. Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında aktarılan enerji ise **ısı**dır. Bu yüzden sıcaklık farkı olmadığı durumlarda enerji aktarımı da olmayacağından ısı gözlenmez.

Sıcaklık **termometre** ile ölçülür ve farklı birimlerle gösterilebilir. Sık kullanılan birimlerden biri olan Celcius ölçeğinde 1 atm basınçta suyun üçlü noktası 0° , kaynama noktası 100° kabul edilir. Bilimsel hesaplarda kullanılan Kelvin ölçeğindeyse suyun üçlü noktası $273,16^{\circ}$, kaynama noktası $373,15^{\circ}$ kabul edilerek 0 K sıcaklığı matematiksel olarak bulunur. 0 K teorikte evrende mümkün olan en düşük sıcaklıktır. Farklı termometrelerin gösterdiği değerler belli katsayı formülleri ile birbirine çevrilebilir. Farklı maddelerin birbirine aktardığı ısı enerjisi kalorimetre kabında gerekli ölçümler yapıldıktan sonra hesaplanabilir.

Maddelere aynı ısı verilse bile sıcaklıkları eşit miktarda değişmez farkın nedeni **ısı sığası** veya eşit kütleli olma durumunda **öz ısı**dır.

Maddeler katı, sıvı veya gaz hâllerinde bulunabilir, bir hâlden diğerine dönüşmesine hâl değişimi denir. Hâl değişimi sıcaklıkları saf maddelerin belli basınç değerleri için sabit değerlerdir ve ayırt edicidir. Maddenin 1 gramının hâl değiştirmesi için gereken ısıya **hâl değiştirme ısı**sı denir ve bu da ayırt edicidir.

Farklı sıcaklıktaki maddelerin birbirine ısı aktarımının durması hâline **ısı denge** denir. İki madde yalıtılmış ortamda hâl değiştirmeden yalnız birbirleri ile ısı alışverişi yaptıklarında denge sıcaklığı ısı sığası büyük olana daha yakın olacaktır.

Maddelerin ısıyı transfer etme kabiliyeti anlamında kullanılabilecek **ısı iletim katsayısı** da ayırt edicidir. Kötü ısı iletkenleri yalıtıcı olarak günlük hayatta kullanılırlar. Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında aktarılan enerjiyi belirleyen ısı iletim katsayısı dışında diğer değişkenler sıcaklık farkı, yüzey alanı, uzaklık ve süredir.

Isı enerjisinin kaybını önleyecek tedbirler alarak hem aile bütçesine ve ülke ekonomisine anlamlı katkılar sağlanır hem de sürdürülebilir çevre için adım atılmış olur.

Maddelerin sıcaklık değişiminin bir başka sonucu uzunluk, yüzey ve hacim değişimleridir. Mühendislik hesaplarında bu değişim ile ilgili planlama yapılmaması korkunç sonuçlara neden olabilir.



KAVRAM YANILGISI

Bu ünitedeki konularla ilgili en sık rastlanılan kavram yanılgıları şöyle sıralanabilir:

- Isı maddenin toplam enerjisidir.
- Isı iç enerji ile aynıdır.
- Maddeler ısıya sahip olur.
- Soğuk cismin sıcaklığı yoktur.
- Enerji alan (veren) maddenin ısısı artar (azalır).
- Sıcaklık bir sistemdeki rastgele hareket eden moleküllerin ortalama kinetik enerjisidir.
- 40°C sıcaklık, 20°C sıcaklığın iki katıdır.
- Düşük sıcaklık için bir limit yoktur.
- Mutlak sıfır sıcaklığında cismin tüm taneciklerinin hareketi durur.
- Mutlak sıfır sıcaklığında bir cisim kütleye sahip değildir.
- Mutlak sıfır sıcaklığının altına inilebilir.
- Mutlak sıfır sıcaklığı deneysel olarak ulaşılan minimum sıcaklık değeridir.
- Kazaklar insanları ısıtır.
- Isı ve sıcaklık aynı şeydir.
- Soğuk bir kış günü, uzun süre dışarıda kalmış araç kapı kolunun (plastik) sıcaklığı, araç kaportasının (metal) sıcaklığından yüksektir [5.3].

5. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki yargıları doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

D	Y	Doğru (D), Yanlış (Y)
		1. Kütleleri aynı olan iki kaptaki sudan, sıcaklığı fazla olanın ısı enerjisi daha fazladır.
		2. Sıcaklıkları aynı olan iki kaptaki sudan, kütlesi fazla olanın ısı enerjisi daha fazladır.
		3. Isı sığası maddenin kütlesi ve öz ısı ile doğru orantılıdır.
		4. Kalori bir enerji birimidir.
		5. Kelvin bir enerji birimidir.
		6. Isı enerjisi alan maddelerin her zaman sıcaklığı artar.
		7. Hâl değiştiren maddelerin sıcaklığı değişir.
		8. Yüksek verimli kombiler daha az amaç dışı ısı enerjisi harcar.
		9. Isı enerjisi kalorimetre kabı ile ölçülür.
		10. Akışkanlar daha çok konveksiyon yolu ile ısı aktarırlar.

B) Aşağıdaki soruların cevabını numaraları ile eşleşen bölüme yazınız.

1. Moleküllerin titreşme miktarlarının fiziksel değişimlerle gözlenmesi.
2. Farklı sıcaklıktaki iki madde arasında aktarılan ısı enerjisini hesaplamaya yarayan düzenek. (.....kabı)
3. Fosil yakıtlardan oluşan atık gazların atmosferde birikimiyle meydana gelen olağan dışı sıcaklık artışı. (..... etkisi)
4. Sıcaklığı değişen maddenin molekülleri arasındaki uzaklık artışının fiziksel olarak gözlenmesi.
5. Isı enerji kaybını azaltmak için yapılara uygulanması gereken işlem.
6. Maddenin gaz hâlden sıvı hâle dönüşümü.
7. Başlangıç değeri mutlak 0 olan sıcaklık ölçeği.
8. Isı enerjisinin maddenin yer değiştirmesi yoluyla aktarılması.
9. Sıcaklık ölçer.
10. Madde ortamı olmasa bile ısı enerjisinin aktarılabilirdiği yöntem.
11. Bir gram suyun sıcaklığını 1 °C arttıran ısı enerjisi miktarı.

10

7

5

8

4

2

3

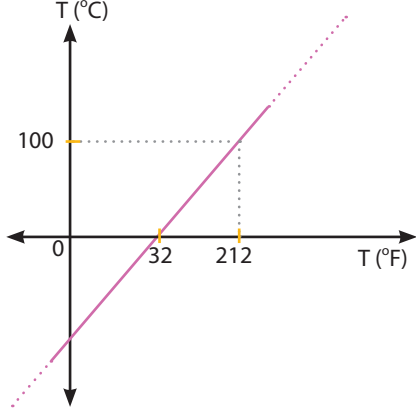
6

9

11

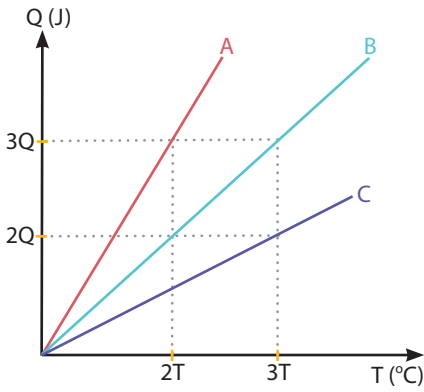
C) Aşağıdaki problemleri çözünüz.

1.



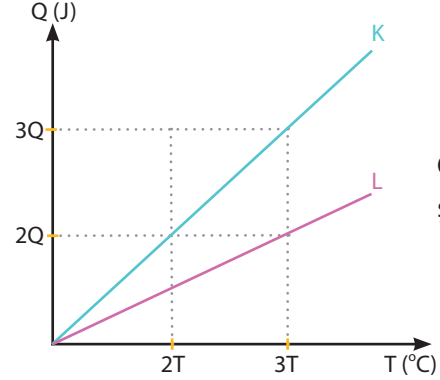
Fahrenheit ölçekli termometrede suyun donma noktası 32 °F, kaynama noktası 212 °F ölçülür. İki termometre arasındaki fonksiyon grafiği de şekildeki gibidir. Buna göre hava sıcaklığı 20 °C olduğu bir günde Fahrenheit termometresi kaç °F gösterir?

2.



Demirden yapılmış A, B ve C cisimlerinin yalıtılmış ortamda ısı sıcaklık değişimleri grafikte gösterilmiştir. Buna göre cisimlerin kütleleri (m_A, m_B, m_C) arasındaki büyüklük ilişkisi nasıldır?

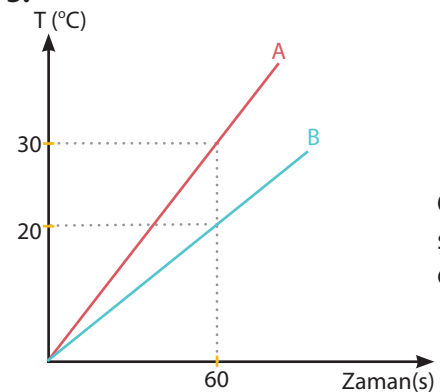
3.



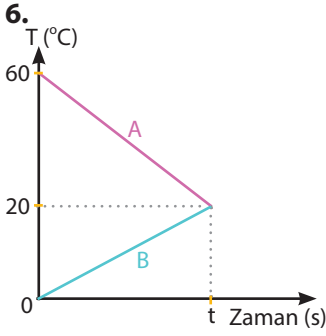
Ortamdan yalıtılmış eşit kütleli K ve L cisimlerinin ısı sıcaklık değişimleri şekildeki gibidir. Buna göre özısılarının oranı olan $\frac{c_K}{c_L}$ kaçtır?

4. Yalıtılmış ortamda 0 °C sıcaklığındaki 1 kg suyun içine 1100 °C sıcaklığında demir konulunca su kaynamaya başladığına göre demirin kütlesi en az kaç g olmalıdır? ($c_{\text{demir}} = 0,1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ alınız.)

5.



Özdeş ısıtıcılarla ısıtılan A ve B maddeleri sıcaklık-zaman değişimleri şekildeki gibidir. Bu maddeler yalıtılmış ortamda bir araya konup ısı dengeye ulaştıklarında sıcaklıkları kaç °C olur?



Yalıtılmış ortamda bir araya getirilen A ve B maddeleri 20 °C sıcaklığında ısı dengeye ulaşmıştır. Isı sığalarının oranı $(\frac{m_A \cdot c_A}{m_B \cdot c_B})$ kaçtır?

7. -10 °C sıcaklığındaki 10 g buz üzerine +10 °C sıcaklığında su eklenip ısı dengeye ulaşıldığında kaptaki yalnız 0 °C sıcaklığında su olduğu gözleniyor. Buna göre buzun üzerine eklenen suyun kütlesi kaç g'dır? Isı sıcaklık grafiğini çizerek hesaplayınız. ($c_{\text{buz}} = 2,22 \text{ J/g.K}$, $c_{\text{su}} = 4,18 \text{ J/g.K}$, $L_D = 333 \text{ J/g}$)

- 8.
-
- Elektrik devresi mor ve sarı ışık yayan lambalar ile K ve L metal çiftleri ile kurulmuştur. Ortam sıcaklığı azaltıldığında sarı lambanın yandığı görülmektedir. Buna göre metallerin genleşme katsayıları arasındaki büyüklük ilişkisini yazınız.

- 9.
-
- K, L ve M telleri bir eşkenar üçgen oluşturacak şekilde birbirine perçinlenmiştir. Çubukların yapıldığı maddelerin uzama katsayıları $\lambda_M > \lambda_L = \lambda_K$ olduğuna göre sistem bir miktar ısıtıldığında x açısı için ne söylenebilir?

- 10.
-
- Uzunlukları 2 L ve 3 L olan aynı maddeden yapılmış K ve M çubukları ile genişmeleri önemsiz, yarıçapları eşit A, B, C ve D silindirleri ile şekildeki sistem kuruluyor. Çubukların sıcaklıkları eşit miktar artırıldığında A, B, C ve D silindirlerinin tur sayıları arasındaki ilişkiyi yazınız.

- 11.
-
- Şekildeki gibi bükülmüş metal tel ısıtıldığında X, Y, Z ve T uzunluklarından hangileri artar?

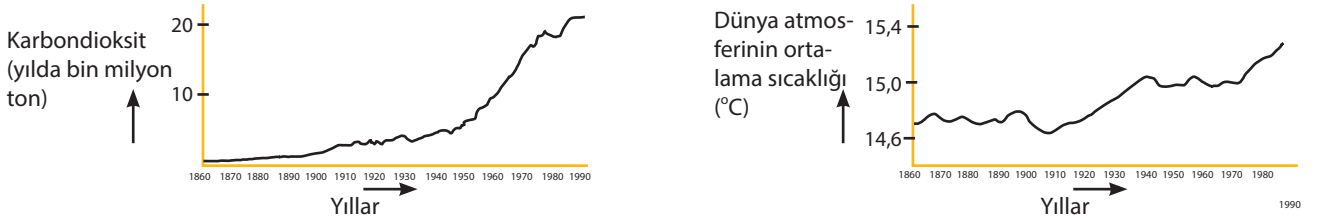
12. Sıcaklığı 0 °C, kütlesi m olan katı cisimle aynı maddenin eşit kütleli 50 °C'deki sıvı hâli kapalı bir kabın içinde bulunmaktadır. Bu maddenin sıvı hâlinin öz ısı kapasitesi 2c, katı hâlinin ise c'dir. Bu durumda katı cismin hemen hemen tamamı erimektedir. Aynı maddenin 0 °C deki katı hâlden 3m kadar kütle, 50 °C deki sıvı hâlden 2m kadar kütle ile birlikte kapalı bir kabın içine konulursa; sistem dengeye geldiğinde kaptaki kütlece %30 katı ve %70 sıvı olduğu gözlenmektedir. Bu maddenin erime sıcaklığı kaç °C'dir [5.4]?

D) Aşağıda verilen ön metinli soruları cevaplayınız.

1-3. arasındaki soruları aşağıdaki metin ve grafiklere göre cevaplandırınız.

SERA ETKİSİ: GERÇEK Mİ YOKSA DÜŞSEL Mİ?

Canlılar yaşamak için enerjiye gereksinim duyar. Dünya üzerinde yaşamın devamını sağlayan enerji, çok sıcak olduğu için enerjisini uzaya yayan Güneş'ten gelir. Bu enerjinin çok küçük bir oranı Dünya'ya ulaşır. Dünya'nın atmosferi, gezegenimizin üzerinde koruyucu bir örtü etkisi yaratır, havasız bir ortamda olabilecek sıcaklık değişimlerini engeller. Güneş'ten gelen, ışınlar hâlinde yayılan enerjinin çoğu Dünya'nın atmosferinden geçer. Dünya bu enerjinin bir bölümünü emer, bir bölümü de Dünya yüzeyinden tekrar yansıtılır. Bu yansıtılan enerjinin bir bölümü atmosfer tarafından emilir. Bunun sonucunda Dünya yüzeyi üstündeki ortalama sıcaklık, atmosferin yokluğu durumunda olabilecek sıcaklıktan daha yüksektir. Dünya'nın atmosferi bir sera ile aynı etkiye sahiptir, bundan dolayı sera etkisi terimi kullanılmaktadır. Yirminci yüzyılda sera etkisinden daha çok bahsedildiği söylenmektedir. Dünya atmosferinin ortalama sıcaklığının arttığı bir gerçektir. Karbondioksit yayılımındaki artışın, yirminci yüzyıldaki sıcaklık artışının temel kaynağı olduğu gazete ve dergilerde sıklıkla söylenmektedir. Ali adında bir öğrenci, Dünya atmosferinin ortalama sıcaklığı ve Dünya üzerinde karbondioksit yayılımındaki artış arasındaki olası ilişkiye ilgi duyar. O, bir kitaplıkta aşağıdaki iki grafiğe rastlar [5.5].



Ali, bu iki grafikten şu sonuca varır: Dünya atmosferinin ortalama sıcaklık artışının, karbondioksit yayılımındaki artışa bağlı olduğu kesindir.

1. Grafiklerde Ali'nin ulaştığı sonucu destekleyen nedir?
2. Ceren adında başka bir öğrenci, Ali'nin varmış olduğu sonuca katılmamaktadır. O, iki grafiği karşılaştırır ve grafiğin bazı bölümlerinin Ali'nin sonucunu desteklemediğini söyler. Grafiklerin, Ali'nin sonucunu desteklemeyen bölümlerine bir örnek veriniz. Yanıtınızı açıklayınız.
3. Ali, Dünya atmosferinin ortalama sıcaklığındaki artışın, karbondioksit yayılımındaki artıştan kaynaklandığı konusunda vardığı sonuçlarda ısrar etmektedir. Ama Ceren, onun sonuca varması için henüz erken olduğunu düşünmektedir. Ceren, şöyle söylemektedir: "Bu sonucu kabul etmeden önce, sera etkisine neden olabilecek diğer etkenlerin sabit olduğundan emin olmalısın." Ceren'in söylemek istediği etkenlerden birini belirtiniz.

4-8. arasındaki soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız.

SICAKTA ÇALIŞMA

Murat, eski bir evin tamir işinde çalışmaktadır. Arabasının bagajında bir şişe su, biraz metal çivi ve bir parça kereste bırakmıştır. Araba güneşte üç saat durduktan sonra içindeki sıcaklık yaklaşık 40 dereceye ulaşır. Arabanın içindeki nesnelere ne olur? Her ifade için "Evet" ya da "Hayır" ı daire içersine alın [5.6].

- | | |
|--|--------------|
| 4. Bu, nesnelerin başına gelir mi? | Evet / Hayır |
| 5. Hepsi aynı sıcaklığa ulaşır | Evet / Hayır |
| 6. Bir süre sonra su kaynamaya başlar. | Evet / Hayır |
| 7. Bir süre sonra metal çiviler kızarmaya başlar. | Evet / Hayır |
| 8. Metal çivilerin sıcaklığı suyun sıcaklığından fazladır. | Evet / Hayır |



ELEKTROSTATİK

Ünite Açıklaması

Bu ünite de durgun elektrikle ilgili temel kavramların yapılandırılması, matematiksel modellerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu süreçte, günlük hayatta karşılaşılan fotokopi makinesi, baca filtresi, metal boya tabancası, paratoner gibi düzeneklere, elektriğin taşınması, yıldırım, şimşek gibi olaylara açıklık getirilmeye çalışılacaktır.

Kavramlar ve Terimler

Elektrik yükü, birim yük, elektrikle yüklenme, yük korunumu, elektroskop, iletken madde, yalıtkan madde, yük dağılımı, Faraday kafesi, topraklama, elektriksel kuvvet, Coulomb Yasası, elektrik alan

Konu Başlıkları

- 6. 1. Yük Kavramı
 - 6. 1. 1. Elektrikle Yüklenme
 - 6. 1. 2. Yük Dağılımı
 - 6. 1. 3. Elektriksel Kuvvet
 - 6. 1. 4. Elektrik Alan

Isınma Turları

1. Yün bir kazağı karanlık bir ortamda çıkarırken ışık ve ses oluşmasının sebebi nedir? Açıklayınız.
2. Kimlere “Toprağa basmalısın” denir? Açıklayınız.
3. Kötü hava koşullarında seyahat eden uçak yolcuları çoğunlukla neden yıldırımlardan etkilenmez? Açıklayınız .
4. Yakıt taşıyan tankerlerden yere temas edecek uzunlukta bir zincir sarkıtılmasının nedeni nedir? Açıklayınız.
5. Binalar inşa edilirken elektrik tesisatına ek olarak toprağa 1-1,5 m uzunluğunda bakır bir çubuk çakılmasının nedeni nedir? Açıklayınız.
6. Birbirine temas eden iletken cisimler neden yüklerini paylaşırlar? Açıklayınız.

6. 1. Yük Kavramı

Maddelerin elektrikle yüklü olmasını sağlayan neden, atomun yapısında bulunan negatif (-) yüklü elektron ve pozitif (+) yüklü protonlardır. Modern atom teorisine göre, atomun çekirdeğinde "+" yüklü protonlarla elektrik yükü olmayan nötronlar; çekirdek çevresinde ise "-" yüklü elektronlar bulunur (Görsel 6.1).



Görsel 6.1: Atom modeli

Atom; proton, elektron ve nötronlardan oluşur. Proton ve elektronun kütle değerleri çok farklı olup, yükleri eşit büyüklükte ve zıt işaretlidir. Bu yüzden bir atomun proton ve elektron sayılarına bakılarak yük durumu belirlenir. Sayılar arasındaki fark **elektrik yükü** olarak adlandırılır. Proton sayısı n_p ile elektron sayısı n_e ile gösterildiğinde;

$n_p = n_e$ ise atom **nötr**, $n_p > n_e$ ise atom **+** yüklü, $n_p < n_e$ ise atom **-** yüklü denir.

Nötr durumunda madde dışarıya karşı hiçbir elektriksel etki göstermez. Elektrikle yüklü cisim ise elektron alarak ya da vererek yük dengesi (proton ve elektron eşitliği) bozulmuş cisim olduklarından dışarıya karşı elektriksel etki gösterirler. Elektron alarak ya da vererek yük dengesinin bozulması olayına **elektrikle yüklenme** denir.

Elektron ve proton sayıları tam sayılarla ifade edilebileceğinden atomun sahip olabileceği yük miktarı da bunların farkı olan tam sayı kadardır. Elektron veya protonun yükü bölünemeyeceğinden en küçük yük bir elektron veya proton yükü kadardır. Bu yüzden bir elektron ya da proton yükü **birim yük** (elementer yük) olarak kabul edilir.

1 e.y (elementer yük) = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C (Coulomb)

Atomlar arasında serbest elektronlar aktarılabilir ancak protonlar ve nötronlar için böyle bir şey mümkün değildir. Elektrikle yüklenmenin tek yolu elektron alışverişidir. Nötr madde elektron kazanarak "-" yükle, elektron kaybederek "+" yükle yüklenmiş olur.

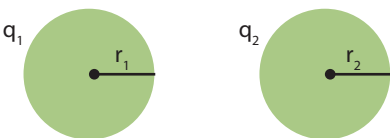
Çevresinden elektriksel olarak yalıtılmış ortamdaki iki nötr maddeden biri diğerinden elektron alarak "-" yüklendiğinde diğer madde elektron kaybettiğinden "+" yüklenmiş olur. Sistemin toplam yükü değişmeyeceğine, bir bölgedeki "-" yük artışı geri kalanında "+" yük artışına neden olacağına göre yük korunumludur. Bu duruma **elektrik yükünün korunumu** denir. Elektronların serbestçe atomdan atoma iletebildiği maddelere **iletken**, iletmeye zorluk gösteren maddelere **yalıtkan** denir.

6. 1. 1. Elektrikle Yüklenme

Elektrikle yüklenme; sürtünme, dokunma veya etki yoluyla gerçekleşebilir.

Sürtünme ile elektriklelenme: Nötr hâldeki iki yalıtkan madde birbirine sürtülerek birinin elektronlarının diğerine geçmesiyle gerçekleşen elektriklelenme çeşididir. Sürtünen cisimler eşit miktarda zıt işaretli yükle yüklenir. Yün kumaşa sürtülen ebonit çubuk negatif yükle yüklenirken ipek kumaşa sürtülen cam çubuk pozitif yükle yüklenir. Çünkü ebonit çubuk yün kumaştan elektron almış, cam çubuk ise ipek kumaşa elektron vermiştir.

Dokunma ile elektriklelenme: Yüklü iletken bir cismin nötr veya yüklü iletken başka bir cisme dokundurulması sonucu, yük paylaşımıyla gerçekleşen elektriklelenme çeşididir. Dokunma ile elektriklelenmede yük paylaşımı söz konusu olduğundan elektriklelenme sonucunda, ya her iki cisim de aynı cins yükle yüklenmiş ya da nötr olur. Yük paylaşımı dokundurulanan cisimlerin büyüklükleri ile doğru orantılı olarak gerçekleşir. Örneğin yarıçapları r_1 ve r_2 , yükleri q_1 ve q_2 olan küreler birbirine dokundurulduğunda yük paylaşımları yarıçapları ile doğru orantılı olarak gerçekleşir (Şekil 6.1).



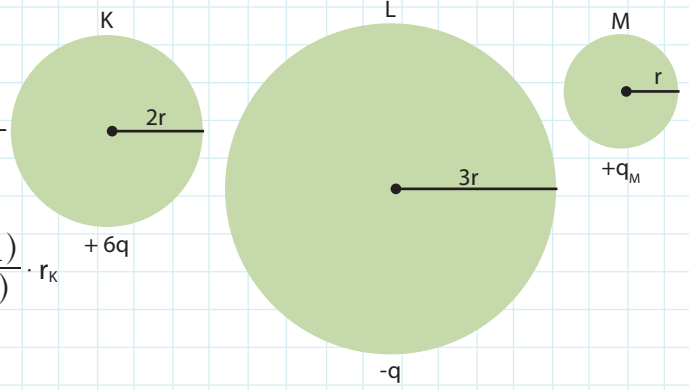
Şekil 6.1: Yüklü iletken küreler

Yük paylaşımından sonraki yükleri q'_1 , ikinci küreninki q'_2 diye ifade edilirse

$$q'_1 = \frac{q_T}{r_T} \cdot r_1 = \frac{(q_1 + q_2)}{(r_1 + r_2)} \cdot r_1 \text{ ile bulunur.}$$



Soru: İletken ve yüklü K, L ve M cisimlerinden K cismi önce L cisimine dokunup ayrılıyor. Ardından M cisimine dokunuyor. K cisminin son yükü $-4q$ olduğuna göre M cisminin dokunmadan önceki yükü kaç q 'dur?



Cevap: K - L arasında $\rightarrow q'_K = \frac{q_T}{r_T} \cdot r_K = \frac{(q_K + q_L)}{(r_K + r_L)} \cdot r_K$

$$q'_K = \frac{(+6q) + (-q)}{(2r + 3r)} \cdot 2r$$

$$q'_K = \frac{+5q}{5r} \cdot 2r$$

$$q'_K = +2q$$

K - M arasında $\rightarrow q''_K = \frac{q_T}{r_T} \cdot r_K = \frac{(q'_K + q_M)}{(r_K + r_M)} \cdot r_K$

$$-4q = \frac{(+2q) + (q_M)}{(2r + r)} \cdot 2r$$

$$-4q = \frac{(+2q) + (q_M)}{3r} \cdot 2r$$

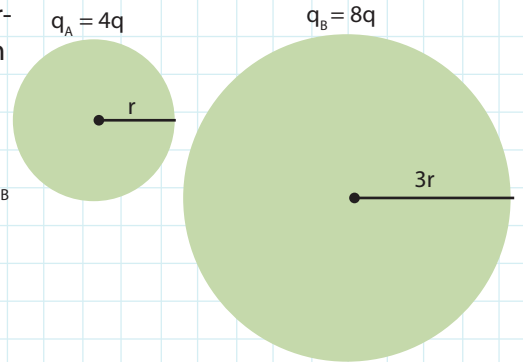
$$-4q = \frac{(+2q) + (q_M)}{3} \cdot 2$$

$$-6q = (+2q) + (q_M)$$

$$q_M = -8q$$



Soru: Yarıçapları ve yükleri verilen iletken A ve B cismi birbirine dokunduruluyor. Dokunma sonrası hangi cisimden diğerine kaç q yük geçişi olmuştur?



Cevap:

$$q'_A = \frac{q_T}{r_T} \cdot r_A = \frac{(q_A + q_B)}{(r_A + r_B)} \cdot r_A \quad q'_B = \frac{q_T}{r_T} \cdot r_B = \frac{(q_A + q_B)}{(r_A + r_B)} \cdot r_B$$

$$q'_A = \frac{(+4q) + (8q)}{(r + 3r)} \cdot r \quad q'_B = \frac{(+4q) + (8q)}{(r + 3r)} \cdot 3r$$

$$q'_A = \frac{+12q}{4r} \cdot r \quad q'_B = \frac{+12q}{4r} \cdot 3r$$

$$q'_A = +3q \quad q'_B = +9q$$

A cisminin başlangıçtaki yükü ile dokunduktan sonraki yükü karşılaştırıldığında; yükünün $+4q$ iken $+3q$ olduğu görülmektedir.

A cisminin aldığı veya verdiği yük miktarına a denirse

$$(+4q) + (a) = +3q$$

$$a = +3q - (+4q)$$

$$a = -q \text{ olarak bulunur.}$$

A cismi B cisiminden $-q$ yük almıştır ya da B cisiminden A cisimine $-q$ yük geçmiştir.



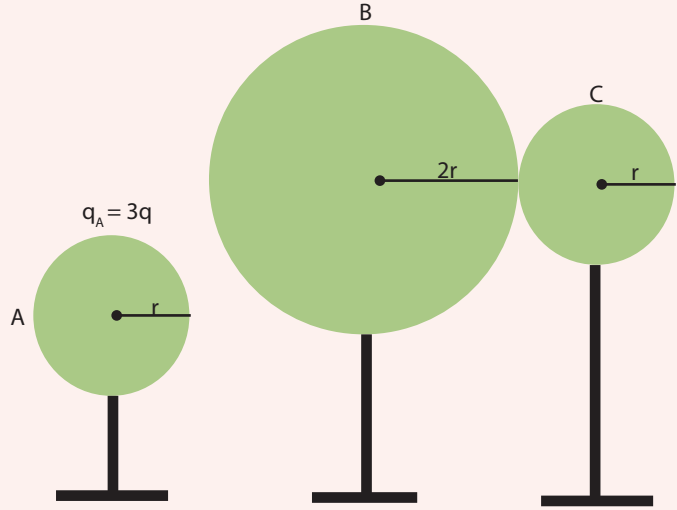
Soru: Yüklü iletken A ve B cisimlerinin birbirine dokunduktan sonra toplam yükleri $-5q$ oluyor. Cisimlerin dokunmadan önceki toplam yükleri kaç q 'dur?

Cevap: Dokunma ile elektriklenmede yük kaybı yoktur. Cisimlerin dokunmadan önceki ve sonraki toplam yükleri korunur. Bu sebeple dokunduktan sonraki toplam yükü $-5q$ olan A ve B cisimlerinin dokunmadan önceki yükleri $-5q$ olacaktır.

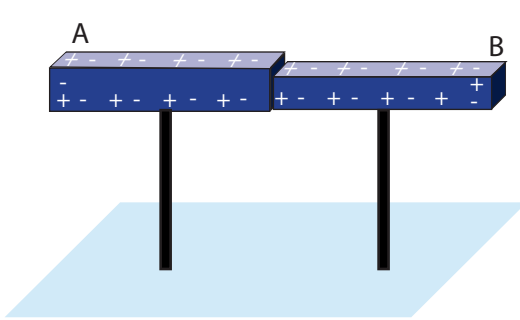


ÇALIŞMA KÖŞESİ 1

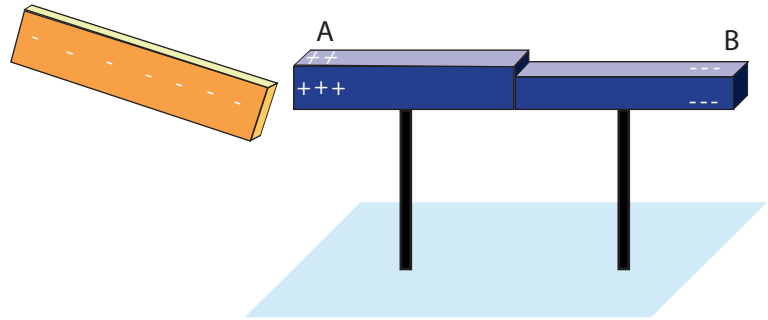
İletken cisimlerin yarıçapları sırasıyla r , $2r$ ve r 'dir. A cisminin yükü $+3q$ olup B, C cisimleri şekildeki gibi bitişik ve yüklüdür. Cisimler bu durumda iken $+3q$ yüklü A cismi B ve C cisimlerine dokundurulduktan sonra nötr oluyor. B ve C cisimleri yalıtkan saplarından tutulup birbirinden ayrılıyor. Son durumda B ve C cisimlerinin yük dağılımı nasıldır?



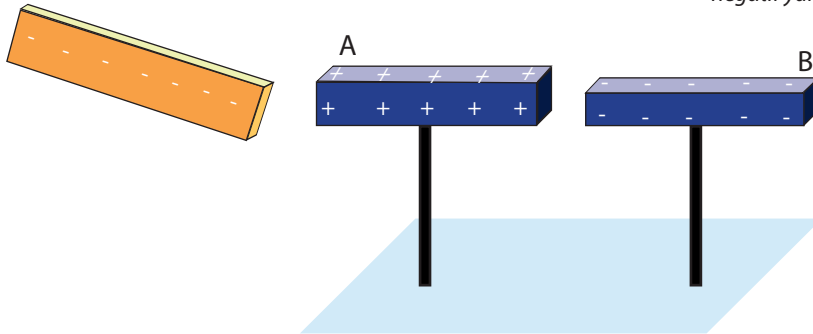
Etki ile elektriklenme: Yüklü bir cismi nötr durumdaki iletken maddeye dokundurmadan, yüklerini etkileyecek kadar yaklaştırdığımızda nötr cismin üzerindeki yüklerin yer değiştirmesi olan kutuplaşma gözlenir. Bu durumdan yararlanarak gerçekleştirilen elektriklenme çeşidine **etki ile elektriklenme** denir. Örneğin birbirine temas eden yalıtkan ayaklar üzerindeki A ve B cisimlerine $-$ yüklü bir cismi yaklaştırsak aşağıdaki gibi olur (Şekil 6.2, Şekil 6.3 ve Şekil 6.4).



Şekil 6.2: Yalıtkan ayaklar üzerindeki iletken cisimler



Şekil 6.3: İletken cisimlere yaklaştırılan negatif yüklü çubuk



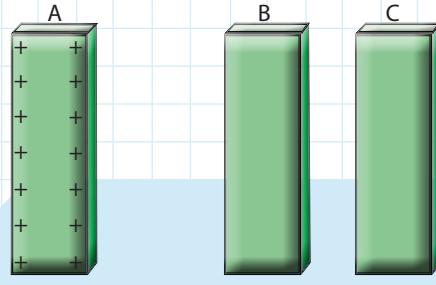
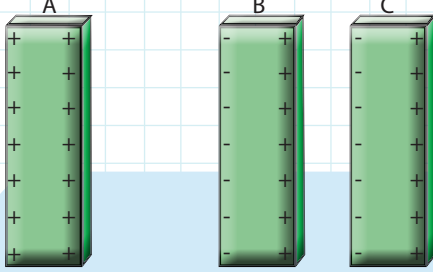
Şekil 6.4: Negatif yüklü cismin etkisi altındayken ayrılan iletken cisimler

Etki ile elektriklenme sonucunda cisimler eşit miktarda zıt işaretli yüklerle yüklenir. Yaklaştırılan yüklü cisme dokundurulmadığı sürece nötr hâldeki cisimlere yük akışı olmaz.

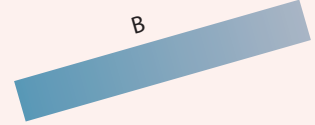
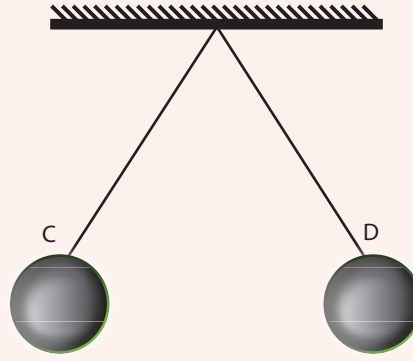
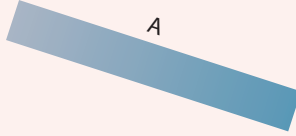


Soru: Nötr B ve C cisimlerine "+" yüklü A cismi yaklaştırılıyor. B ve C cisimlerindeki yük dağılımı nasıldır?

Cevap:



ÇALIŞMA KÖŞESİ 2

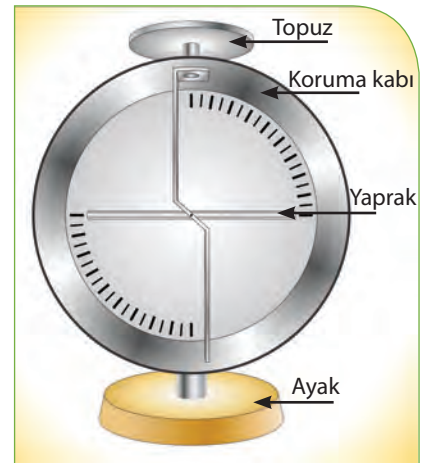


Aynı cins yükle yüklü A ve B cisimleri, şekildeki gibi C ve D cisimlerine yaklaştırılıyor. C ve D cisimleri şekildeki konumları aldığına göre aşağıdaki öncüllerden hangileri doğru olabilir? (B ve C cismi iletkendir.)

- I. C ve D aynı cins yüklüdür.
- II. D ve B aynı cins yüklüdür.
- III. B ve C zıt cins yüklüdür.

Elektroskop: Cisimlerin yüklü olup olmadığını, eğer yüklüyse hangi cins yükle yüklü olduğunu belirlemeyi sağlayan bir araçtır. Elektroskop; topuz, yaprak, ayak ve koruma kabı kısımlarından oluşur. Koruma kabı yaprakların dış ortamdan etkilenmemesini ve hareketin gözlenebilmesini sağlar. Yapraklar bir iletken yardımıyla topuza bağlanmıştır ve rahatça hareket eder. (Şekil 6.5).

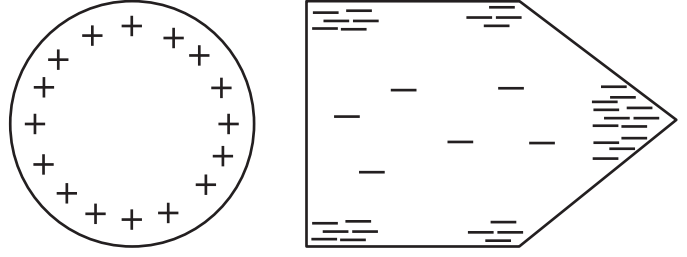
Bir cismin yüklü olup olmadığını anlamak için nötr hâldeki elektroskopa yaklaştırmak yeterlidir. Cisim yaklaştırıldığında yapraklar açılıyorsa yüklü demektir. Cismin yük cinsini belirlemek için ise hangi cins yükle yüklü olduğunu bildiğimiz yüklü bir elektroskop kullanılır. Örneğin ipek kumaşa sürterek "+" yüklenen cam çubuk nötr durumdaki elektroskopa dokundurularak elektroskopun "+" yükle yüklenmesi sağlanır. Yük cinsi bilinmeyen herhangi bir cisim elektroskopa yaklaştırıldığında elektroskopun yaprakları etki ile kutuplanarak biraz daha açılırsa cisim "+" yüklü, kapanırsa "-" yüklüdür.



Şekil 6.5: Elektroskopun kısımları

6. 1. 2. Yük Dağılımı

Yalıtkanlarda yükler yalnızca maddenin yüklen-
diği bölgelerinde bulunabilirken iletkenlerde
maddenin tüm dış yüzeyine dağılır. İletken
cisimlerde aynı cins yüklerin birbirini itmesi
sonucu yük gidebildiği en uzak bölgeye yerleşir.
Bu sebeple küresel iletkenlerin yük dağılımı dü-
zenlidir. Küresel olmayan veya çıkıntılı cisimlerde
dağılım düzenli olmaz. Böyle cisimlerde çıkıntılı
kısımlarda daha fazla yük bulunur (Şekil 6.6).



Şekil 6.6: Küresel yüzeylerde ve sivri kısımlarda yük dağılımları modelleri

Elektromanyetik etkileşim istenmediği sürece yük dağılım özelliğinden yararlanılır. Nesneleri bu riskli du-
rumdan koruma amacıyla iletken bir kafes ile tamamen sarılır. Böylelikle elektrik akımı ya da elektromanye-
tik dalgaların dışarıdan içeriye ya da içeriden dışarıya iletimi engellenmiş olur. Bu yöntem **Faraday kafesi**
denir. Uçak veya otomobillerin dış yüzeylerinin metal olması yolcuların dış elektromanyetik etkilerden
korunmasını da sağlamış olur (Görsel 6.2).



Yanıcı parlayıcı mad-
delerin depolandığı
yapılarda, radyo frekans
yayan cihazlarda, telsizle
haberleşmenin yapıldığı
istasyonlarda, elektronik
kartlarda bulunan radyo
frekans modüllerde bu
yöntem kullanılır.



Görsel 6.2: Yıldırımlı gökyüzünde uçak



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Yüklerin serüveni

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: İletken ve yalıtkanlarda yük dağılımını karşılaştırmayı sağlamak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- İletken yalıtkan konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



- Yük toplamayı sağlayan çubuğu yün kumaş parçasına sürtünüz.
- Çubuğun elektriksel yük toplamasını sağlayınız.
- Çubuğu ayrı ayrı iletken ve yalıtkan kürelere temas ettiriniz.

Sonuçlandırma:

- Çubuk iletken küreye temas ettiğinde yük dağılımı nasıldır? Açıklayınız.
- Çubuk yalıtkan küreye temas ettiğinde yük dağılımı nasıldır? Açıklayınız.
- İki küredeki yük dağılımlarını karşılaştırınız.



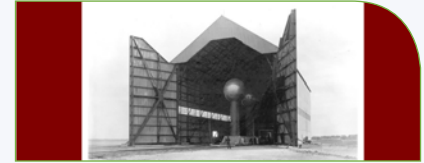
OKUMA METNİ

Van De Graff Üreteci

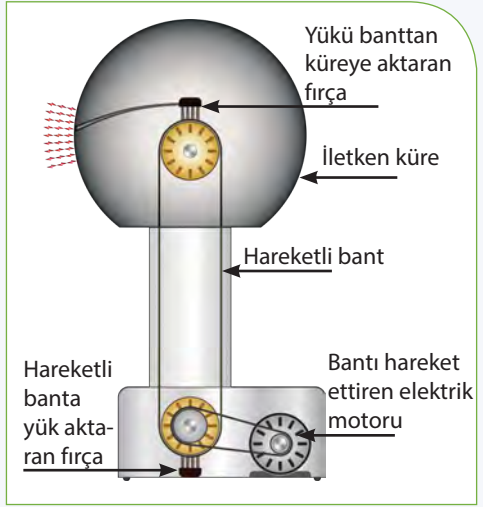
Fizikçi Robert J. Van de Graff (Rabirt Van de Graf) tarafından 1931 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde [Massachusetts Institute of Technology-MIT (Masaçuset instityut ov teknoloji)] çalıştığı dönemde icat ettiği üreteçtir (Görsel 6.3). Bu üreteç içi boş metal küre, motor sayesinde dönen iki yalıtkan silindir, bant ve elektrik yüklerini aktaran metal iletken elektrotlardan (fırça) oluşur.

İletken kürenin yükleri dış yüzeyinde toplanır, iç kısmındaki yükler de dışarı taşınır. Bant yüzeyi sürekli nötrlenerek aşağı döner alttaki fırça hangi işaretle yüklü ise kürenin dış yüzeyi o işaretle ve sürekli artan biçimde yüklenir. Yük miktarı ve dolayısıyla potansiyel çok yüksek düzeylere ulaştığından havayı iyonlaştırarak çevresindeki iletken cisimler arasında kıvılcımlar oluşturabilir.

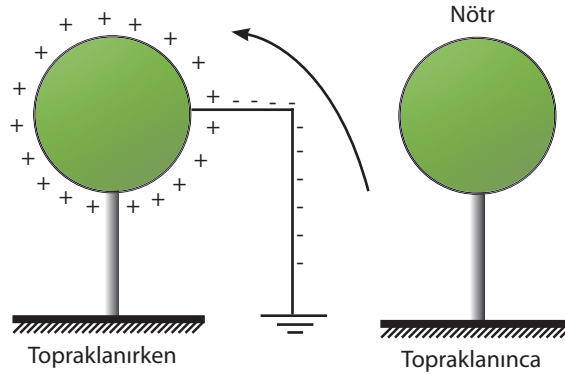
Robert J. Van de Graff'ın tasarladığı devasa üreteçlerin fotoğraflarını görmek için mobil cihazınızdaki barkod okuyucu uygulama ile karekodu taratınız. Kitabı pdf dosyası üzerinden inceliyorsanız ekran görüntüsüne tıklayınız.



Görsel 6.3: Van de graff üretecinin şeması

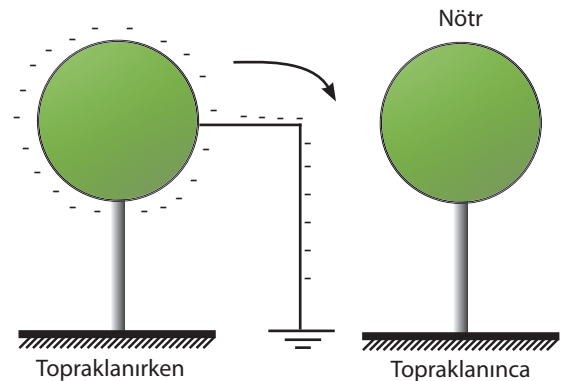


Topraklanma: Yüklü cisimler daima nötr hâle geçmek ister. Pozitif yüklü cisimler, bir iletken yardımıyla toprağa dokundurulduğunda nötr hâle geçer, çünkü toprak iletken ve çok sayıda serbest elektrona sahip olduğundan cisme yeterince elektron verir (Şekil 6.7).



Şekil 6.7: Pozitif yüklerin topraklanması

Negatif yüklü cisimler bir iletken yardımıyla toprağa dokundurulduğunda ise Dünya'nın büyüklüğü cismin büyüklüğüne göre karşılaştıramayacak kadar büyük olduğundan, fazla olan negatif yük toprağa akar ve cisim nötrleşir (Şekil 6.8). Bu duruma **topraklanma** denir. Elektrik devrelerinde topraklanma  şeklinde gösterilir.



Şekil 6.8: Negatif yüklerin topraklanması

Uygulaması kolay, maliyeti düşük olan topraklanma sayesinde elektriğin olumsuz etkilerinden korunmak mümkündür. Yıldırım düşmesine karşı kullanılan paratonerler, kaçak elektrik için kullanılan ve akaryakıt istasyonlarında hareketi sırasında yüklenen araçlara yakıt ikmali sırasında bağlanan toprak hatları, zararlı olabilecek elektrik yüklerinin toprağa akıtılarak zararsız hâle getirilmesi içindir (Görsel 6.4 ve Görsel 6.5). Mevcut topraklamaya zarar verilmemesi için uyarı levhası kullanılır (Görsel 6.6).



Görsel 6.4: Topraklama priz



Görsel 6.5: Toprak hattı



Görsel 6.6: Uyarı levhası



ARAŞTIRMA KÖŞESİ

1. Çamaşır makinesi, ütü, saç kurutma makinesi gibi evlerde kullanılan cihazların fişlerinin yanlarında metal çubuklar bulunur. Bu metal çubukların görevi nedir? Açıklayınız.
2. Yüksek binalarda bulunan paratonerin kullanım amacı nedir? Açıklayınız.

6. 1. 3. Elektriksel Kuvvet

Aynı işaretli yükler birbirini iterken zıt işaretli yükler birbirini çekmektedir. Yüklü cisimler arasında oluşan itme ya da çekme kuvveti, Fransız bilim insanı Charles Augustin de Coulomb (Çarls Ogustin dö Kulom) tarafından ifade edilmiştir ve **Coulomb Yasası** olarak da bilinmektedir.



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Kuvvetli yükler

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Yüklü cisimler arasındaki etkileşimin açıklanması ve matematiksel modelin çıkarılması sağlamak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Elektrik kuvveti (Coulomb Yasası) konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



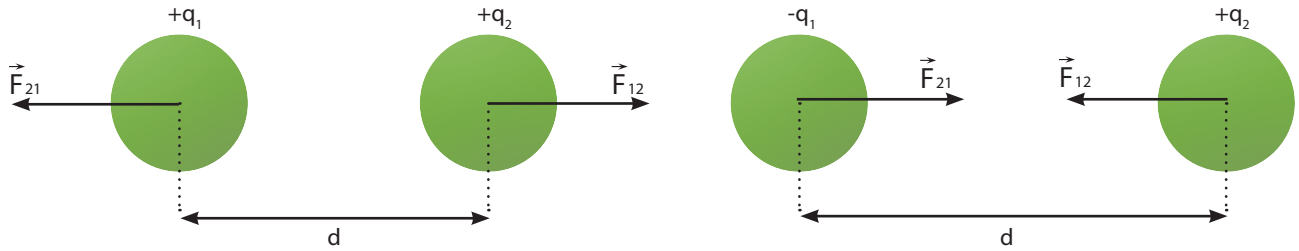
- Simülasyonda elektrik kuvvet (F), A cisminin yükü (q_A), B cisminin yükü q_B ve yükler arası uzaklık r ile gösterilmektedir.
- Yüklerin büyüklüklerini yük skalasını hareket veya yük butonuna değeri girerek değiştirebilirsiniz.
- Yükler arasındaki uzaklığı yükleri taşıyarak değiştirebilirsiniz.
- Aşağıdaki tabloda verilen değerleri giriniz ve elde ettiğiniz F değerlerini tabloya işleyiniz.

$q_A (10^{-4}C)$	$q_B (10^{-4}C)$	$r (m)$	$F (N)$
10	-10	10	
10	-6	10	
10	-6	8	
6	-6	8	
6	-6	4	
-6	-6	4	
-6	-6	8	
-6	6	8	
-6	10	8	

Sonuçlandırma:

1. Çubuk iletken küreye temas ettiğinde yük dağılımı nasıldır? Açıklayınız.
2. Çubuk yalıtkan küreye temas ettiğinde yük dağılımı nasıldır? Açıklayınız.
3. İki küredeki yük dağılımlarını karşılaştırınız.

Coulomb yaptığı çalışmalar neticesinde, Şekil 6.9'da verildiği gibi aralarında d kadar uzaklık bulunan q_1 ve q_2 yükleri arasındaki etkileşme kuvvetinin; yüklerin çarpımıyla doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile de ters orantılı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Cisimler üzerinde oluşan elektriksel kuvvetler eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.



Şekil 6.9: Yüklü cisimlerin birbirlerine uyguladığı kuvvetler

Coulomb yasasının matematiksel ifadesi;

$$\vec{F} \propto \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

$$|\vec{F}| = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{d^2}$$

eşitliği ile verilir. Eşitlikte kullanılan nicelikler:

q_1 : Birinci cismin yükü (C)

q_2 : İkinci cismin yükü (C)

d : Yükler arasındaki uzaklık (m)

F : Yükler arasında oluşan elektrik kuvveti (N)

k : Coulomb sabiti olup değeri $9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ dir.



Soru: Aralarında 20 cm uzaklık bulunan $2 \mu\text{C}$ ve $4 \mu\text{C}$ değerindeki yüklerin etkileşme kuvveti kaç N olur? ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

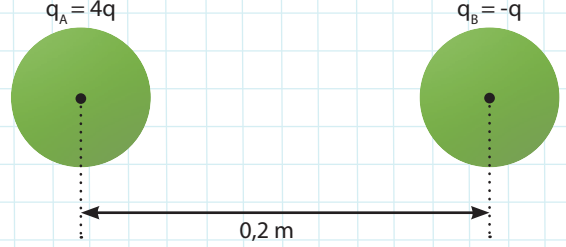
Cevap: $|\vec{F}| = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{d^2}$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 10^{-1})^2}$$

$$|\vec{F}| = 1,8 \text{ N}$$



Soru: $+4q$ yüklü A iletken cismi ile $-q$ yüklü B iletken cismi aralarında 0,2 m olacak şekilde yerleştirilmiştir. Cisimlerin yükleri değiştirilmeden aralarındaki mesafe 4 katına çıkarılırsa elektrik kuvveti nasıl değişir?

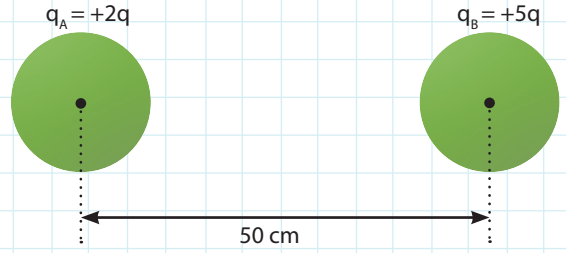


Cevap: Elektrik kuvveti yüklü cisimlerin arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılıdır.

4 katına çıkan mesafenin karesi alındığında 16 katına çıkmış olur. Ters orantılı olan elektrik kuvveti de 1/16 olacak şekilde değişir.



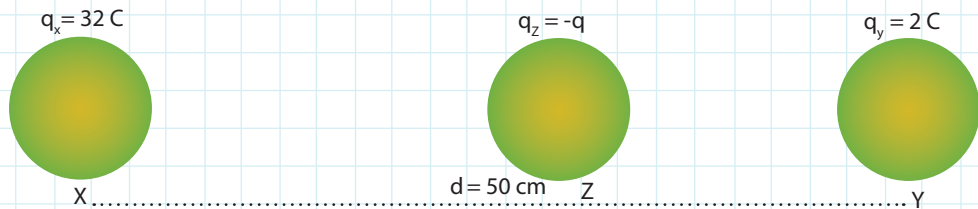
Soru: Yüklü A ve B iletken cisimleri aralarında 50 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Cisimler arasındaki mesafe değiştirilmeden her birinin yükü 2 katına çıkartılırsa elektrik kuvvet nasıl değişir?



Cevap: Elektrik kuvveti, yüklü cisimlerin yüklerinin çarpımı ile doğru orantılıdır. Cisimlerin her birinin yükleri 2 kat arttığı için yük çarpımları 4 kat artmış olur. Böylelikle kuvvet büyüklüğü de 4 kat artmış olur.

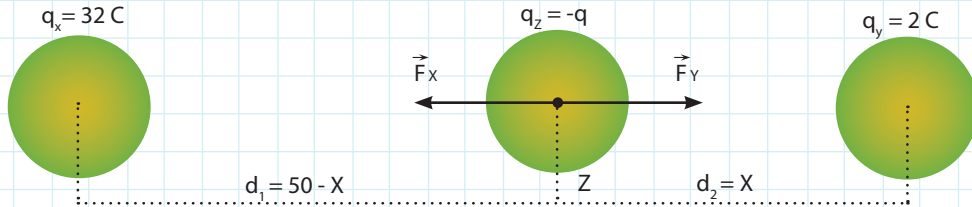


Soru:



Yatay sürtünmesiz düzlemde aynı doğrultu üzerindeki yüklü X ve Y iletken küreleri sabitlenmiş $-q$ yüklü Z iletken küresi ise serbestçe hareket edebilmektedir. Z küresi Y küresinden kaç cm uzakta dengede kalır?

Cevap:



Cismin dengede kalabilmesi için üzerine etki eden net kuvvetin sıfır olması gerekir. Kuvvetlerin eşitliğinden;

$$|\vec{F}_x| = |\vec{F}_y|$$

$$k \cdot \frac{q_x \cdot q}{(d_1)^2} = k \cdot \frac{q_y \cdot q}{(d_2)^2}$$

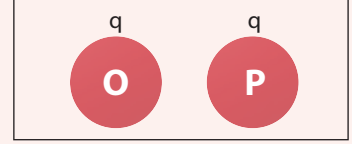
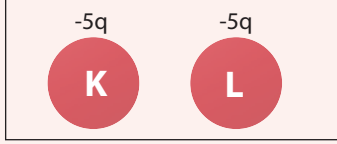
$$\frac{32}{(50 - X)^2} = \frac{2}{(X)^2}$$

$$X = 10 \text{ cm} \quad \text{olarak bulunur.}$$

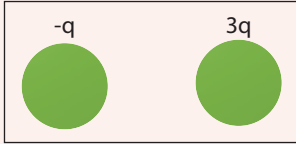


ÇALIŞMA KÖŞESİ 3

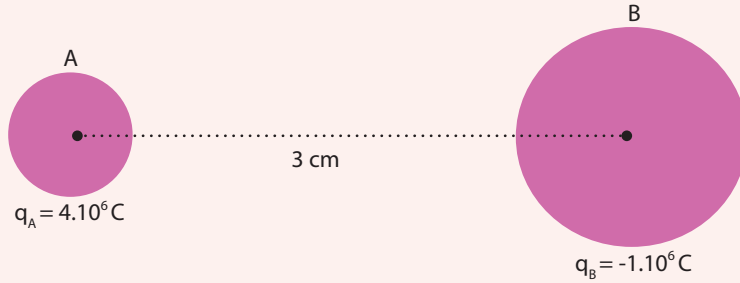
1. Aşağıda verilen yüklü cisimlerin aralarında oluşan elektrik kuvvetinin yönlerini, cisim üzerinde gösteriniz.



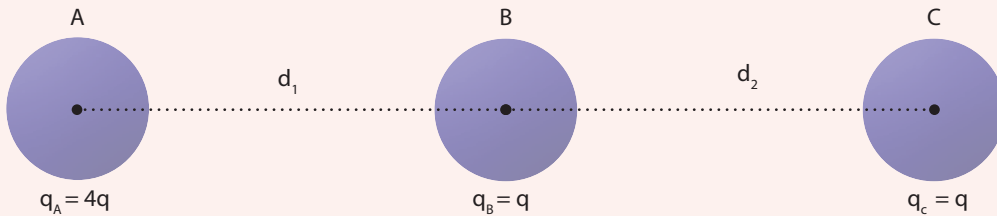
2. Aşağıdaki yüklü iletken cisimler aralarında eşit mesafe olacak şekilde yerleştirilmiştir. Yüklü cisimlerin arasında sırasıyla $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ ve $\vec{F}_4$ kuvvetleri oluşmaktadır. Oluşan bu kuvvetlerin büyüklük sıralaması nasıldır?



3. Yarıçapları sırasıyla r ve $2r$ olan A ve B cisimleri aralarında 3 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Aralarındaki elektriksel kuvvet $\vec{F}$ olarak hesaplanır. Cisimler birbirlerine dokundurulup tekrar aynı yerlerine bırakılıyor. Bu durumda aralarındaki elektriksel kuvvetin büyüklüğü kaç $\vec{F}$ olur? ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$)



4. Aynı doğrultu üzerindeki A, B, C kürelerinden, A ve C bulundukları noktada sabitlenmiştir. Yüklere arasına bırakılan B küresinin hareketsiz kalabilmesi için d_1 ve d_2 arasındaki büyüklük ilişkisi ne olmalıdır?



6. 1. 4. Elektrik Alan

Pozitif birim yük başına düşen elektriksel kuvvete **elektrik alan** denir. Vektörel büyüklük olup $\vec{E}$ ile gösterilir. Birimi N/C veya V/m'dir.



ETKİNLİK KÖŞESİ

Uygulamanın Adı: Dikkat elektrik alan var!

Süre: 40 dk.

Mekân: Sınıf ortamı

Amaç: Yüklü cisimler arasındaki etkileşimin açıklanması ve matematiksel modelini çıkartmak

Araç ve gereçler: İnternet bağlantılı bilgisayar, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları:

- Yükler ve alanlar konulu simülasyona ulaşmak için kitabınızı pdf dosyası üzerinden açınız ve ekran görüntüsüne tıklayınız.



- Simülasyon 3 adımda ilerleyecektir. Adımları sırasıyla uygulayınız.

1. Adım:

- +1 nC yükünü seçiniz ve siyah zemine taşıyınız.
- Okların yönünü gözlemleyiniz.
- +1 nC yükünü kaldırıp, geriye taşıyınız.
- 1 nC yükünü seçiniz ve siyah zemine taşıyınız.
- Okların yönünü gözlemleyiniz.
- +1 nC yükünü de seçiniz ve siyah zemine taşıyınız.
- İki yük de siyah zemindeyken okların yönünü gözlemleyiniz.
- Sol alttaki  (yenile) butonu ile verileri sıfırlayınız.

2. Adım:

- Sağ menüden values (değerler), grid (ızgara) butonlarını aktif konuma getiriniz. İki nokta arasındaki uzaklığın 1 metre olduğuna dikkat ediniz.
- Ayarlamaları yaptıktan sonra +1 nC yükünü seçip ızgarada herhangi kare bir zeminin orta noktasına yerleştiriniz.
- Sensors (sensör) seçip 1 metre uzağına (2 birim kare) yerleştiriniz. Elektrik alan değerini (E) Tablo-1'e işleyiniz.
- Ardından alt menüden +1 nC yük daha seçip ızgaradaki yükün üzerine koyunuz.
- Aynı işlemi yük miktarı +4 nC olana kadar yük miktarını +1 kadar arttırıp tekrarlayınız. E değerlerini Tablo-1'e işleyiniz.
- Sol alttaki  (yenile) butonu ile verileri sıfırlayınız.

Tablo-1

q (nC)	d (m)	E (V/m)	Elektrik Alan Yönü
+1	1		
+2	1		
+3	1		
+4	1		

3. Adım:

- Sağ menüden values (değerler), grid (ızgara) butonlarını aktif konuma getiriniz. İki nokta arasındaki uzaklığın 1 metre olduğuna dikkat ediniz.
- Ayarlamaları yaptıktan sonra +1 nC yükünü seçip ızgarada herhangi kare bir zeminin orta noktasına yerleştiriniz.
- Sensors (sensör) seçip 1 metre uzağına (2 birim kare) yerleştiriniz. Elektrik alan değerini (E) Tablo-2'ye işleyiniz.
- Ardından sensörü 2 m uzağına (4 birim kare) yerleştiriniz.
- Aynı işlemi uzaklık 4 m (8 birim kare) olana kadar uzaklığı 1 m kadar arttırıp tekrarlayınız. E değerlerini Tablo-2'ye işleyiniz.
- Sol alttaki (yenile) butonu ile verileri sıfırlayınız.

Tablo-2

q (nC)	d (m)	E (V/m)	Elektrik alan yönü
+1	1		
+1	2		
+1	3		
+1	4		

Sonuçlandırma:

1. Pozitif bir yükün etrafındaki elektrik alan çizgilerinin yönünü belirtiniz.
2. Negatif bir yükün etrafındaki elektrik alan çizgilerinin yönünü belirtiniz.
3. Elektrik alan ile yük miktarı arasındaki ilişki nasıldır? Açıklayınız.
4. Elektrik alan ile uzaklık arasındaki ilişki nasıldır? Açıklayınız.
5. Uzaklık değiştikçe elektrik alan vektörü (sensördeki kırmızı ok) neden değişmektedir?
6. Aynı adımları negatif yükü denediğinizde elde ettiğiniz sonuçlar aynı mı farklı mı olacaktır?
7. Negatif yükü denediğinizde elektrik alan yönü değişti mi? Açıklayınız.

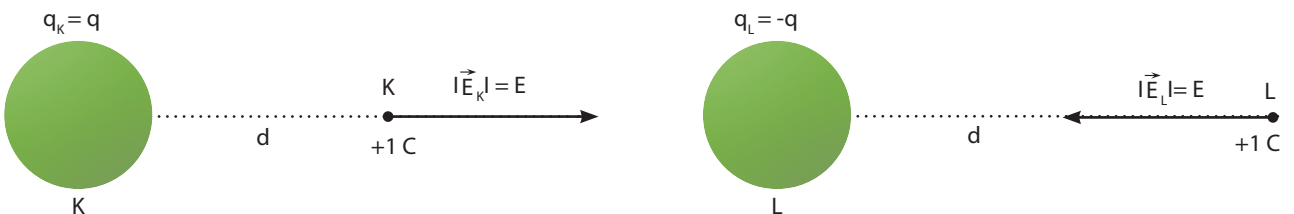


Noktasal yüklerin elektrik alanı yük ile doğru, uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Pozitif ve negatif q yüklerinin d kadar uzağındaki elektrik alanları eşit ancak zıt yönlüdür (Şekil 6.10).

Bu durumda $\vec{E}$ için

$$\begin{aligned}\vec{E} &= \frac{\vec{F}}{q} \\ &= k \cdot \frac{q \cdot q'}{d^2} \text{ ise} \\ |\vec{E}| &= k \cdot \frac{q}{d^2}\end{aligned}$$

eşitliği elde edilir. Elektrik alan bulunacak noktaya +1 C (q') yük varmış gibi işlem yapılır. Bu elektrik alanının yönünü gösterebilmemizi sağlar.



Şekil 6.10: +1 C değerindeki deneme yükü

Üç boyutlu uzayda +1 C değerindeki test yükü; +q yüküne yaklaştırıldığında itilirken -q yüküne yaklaştırıldığında çekilir. Bu yüzden elektrik alan kuvvet çizgileri pozitif (+) yüklerde yük merkezinden dışa, negatif (-) yüklerde ise yük merkezine doğrudur.

Elektrik alan çizgilerinin özellikleri

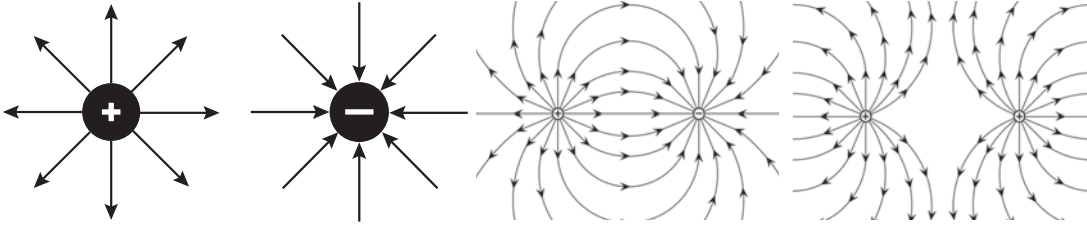
- Sonsuz sayıda olup birbirini kesmez.
- Şiddetin büyük olduğu yerde sık, küçük olduğu yerde daha seyrek.
- Üç boyutlu uzayda, negatif yüklerde yük merkezine, pozitif yüklerde yük merkezinden dışa doğrudur.
- Pozitif ve negatif yükler yaklaştırıldığında yönü pozitiften negatife doğrudur (Şekil 6.11).



MERAKLISINA

Elektromanyetik alanları sürekli izleme sistemi konulu bağlantı



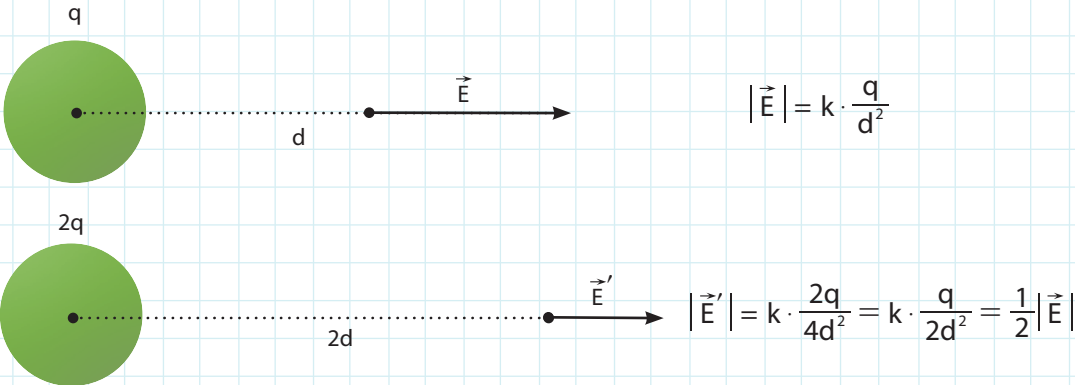


Şekil 6.11: Yüklü ve iletken cisimlerde elektrik alan kuvvet çizgileri

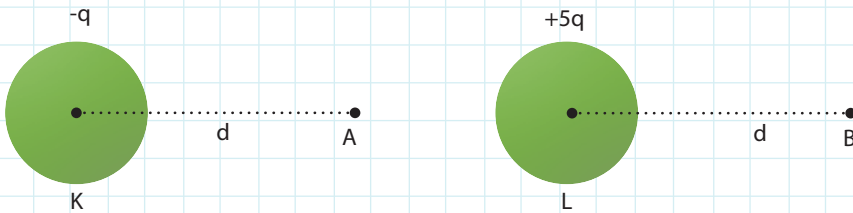


Soru: q yükünün d kadar uzağındaki elektrik alan E olduğuna göre 2q yükünün 2d uzaklığındaki elektrik alanı kaç E olur.

Cevap:

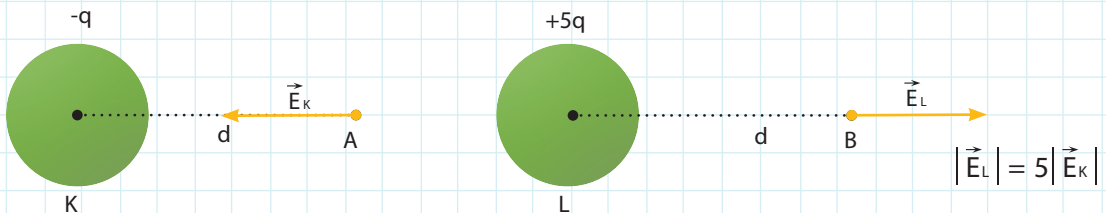


Soru:



Yukarıda verilen K ve L iletken kürelerinin sırasıyla A ve B noktalarında oluşturdukları elektriksel alanın yönlerini çizerek büyüklüklerini karşılaştırınız.

Cevap:



Ünite Özeti

Atomların yapısındaki elektron ve protonun yük değerleri, temel elektrik yükü kaynaklarıdır. Elektron ve proton miktar olarak eşit, işaretçe zıttır. Atomun ve dolayısıyla maddenin toplam yükü bu ikisinin farkı ile belirlenir. Elektron sayısı fazla ise negatif yüklü, proton sayısı fazla ise pozitif yüklüdür. Proton ve elektronların eşit olması hâlinde atom veya maddeye nötr denir.

Birim yük ifadesi en küçük elektrik yükü olan bir elektron veya protonun yüküdür.

Bir maddenin yük değerinin veya işaretinin değişimine **elektrikle yüklenme** denir. Maddeler sürtünme, dokunma veya etki ile yüklenebilir.

Yüklenme serbest elektronların yer değiştirmesi ile sağlanır. Protonlar nükleer reaksiyonlar dışında değişmez. Nötr madde elektron alarak negatif, elektron vererek pozitif yüklenmiş olur.

Maddelerin yük alışverişi yapabilmeleri için cisim üzerinde elektronların rahat hareket etmesi gerekir. Bu tür maddelere **iletken madde** denir. Yüklerin rahat hareket edemediği maddelere ise **yalıtkan madde** denir.

Maddeler elektrik yüklü olduklarında bile iç kısımları nötr, dış kısımları yüklü olur. Böylece iletken bir cismin içinde elektrik alanı oluşmaz. Küre şeklindeki cisimlerin yük dağılımları düzenli olurken köşeli ya da sivri uçlu olan cisimlerde yükler çıkıntılı bölümlerde daha fazla toplanır.

Elektrik yüklü cisimler birbirlerine kuvvet uygular. Uygulanan kuvvetin büyüklüğü yük miktarlarının çarpımı ile doğru; aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Kuvvetin yönü yüklerin işaretine bağlıdır, aynı işaretli yükler birbirini iterken zıt işaretliler birbirini çeker.

Yüklü bir cismin başka cisimlere kuvvet uygulayabileceği bölgeye **elektrik alanı** denir. Yüklü cismin dışındaki bir noktadaki elektrik alanının büyüklüğü, yükün büyüklüğü ile doğru; noktanın cisme uzaklığı ile ters orantılıdır.



KAVRAM YANILGISI

Bu ünitedeki konularla ilgili en sık rastlanılan kavram yanılgıları şöyle sıralanabilir:

- Statik elektrik, durgun elektriktir.
- Statik elektrik sürtünme ile oluşur.
- Statik elektrik elektronlardan oluşur.
- Nötr cisimlerde yük yoktur.
- Bulutlar birbirlerine sürtünerek yüklenir.
- Yükler; "pozitif yük" ve "negatif yük" olarak adlandırılır.
- Elektrik, fiziksel bir büyüklüktür.
- Elektrik bir enerji türüdür.
- İletkenler, içerisinde yüklü parçacıkların geçmesine izin verir.
- Atomlar, eşit sayıda proton ve elektrona sahiptir.
- Yüklü bir cisim sadece tek tip yüke (pozitif veya negatif) sahiptir.
- Elektriksel alan ve kuvvet aynıdır.
- Alan çizgileri gerçektir.
- Alan çizgileri bir yerde başlayıp başka bir yerde bitebilir.
- Elektriksel kuvvet yer çekimi kuvveti ile aynıdır.
- Alan çizgileri tam olarak pozitif yüklü cisimden negatif yüklü cisme doğrudur.
- Alan çizgileri sadece iki boyutlu çizilir [6.1].

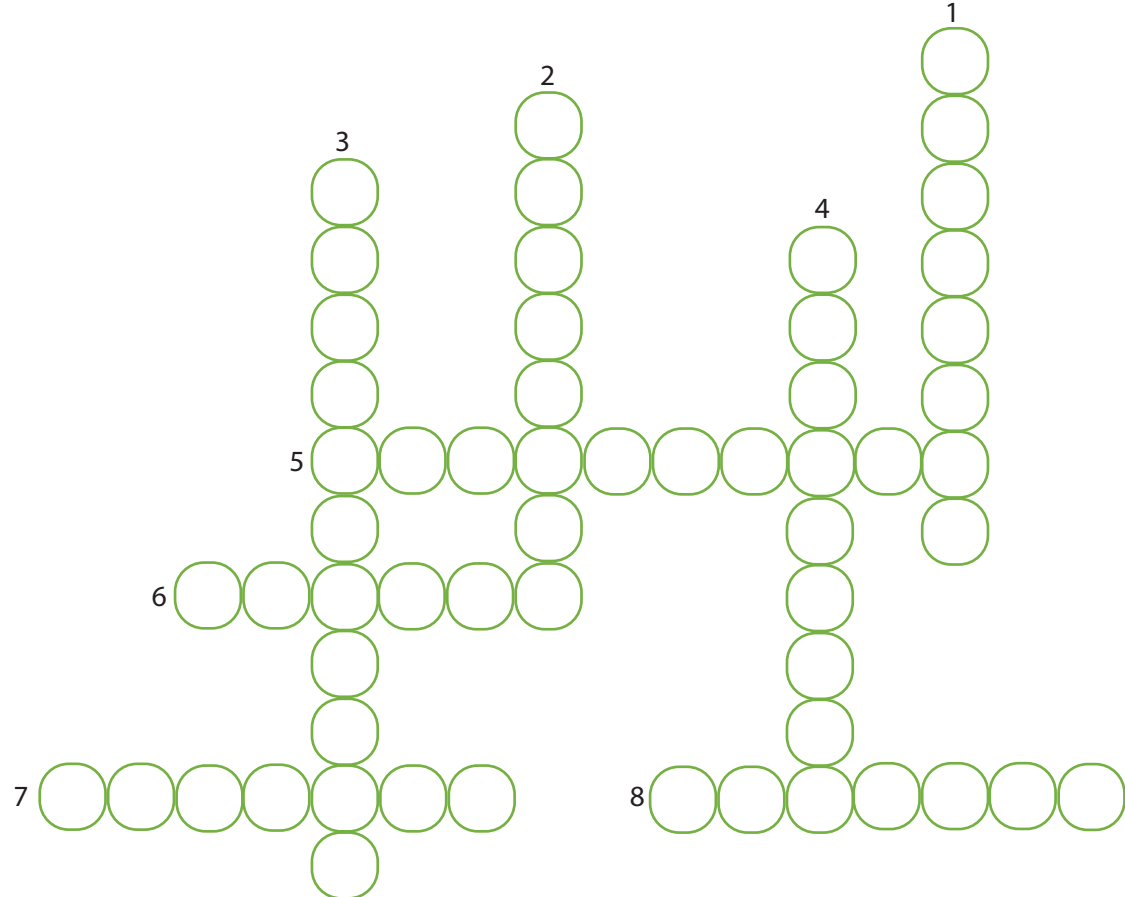
6. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki yargıları değerlendirerek doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

D	Y	Doğru (D), Yanlış (Y)
		1. Bir elektron veya protonun yüküne birim yük denir.
		2. Proton ve nötron sayıları eşit olan maddelere nötr denir.
		3. Elektron kaybeden nötr madde negatif yükle yüklenir.
		4. Elektron kazanan nötr madde pozitif yükle yüklenir.
		5. Elektrik yükleri korunumludur.
		6. Aynı işaretli yükler birbirini iter.
		7. Zıt işaretli yükler birbirini iter.
		8. Yüklü elektroskop topraklandığında yaprakları kapanır.
		9. Yüklü cisimlerin çevrelerinde kuvvet uygulayabildikleri bölgeye elektrik alanı denir.
		10. Birbirine sürtünme yolu ile yüklenmiş cisimler zıt işaretli yükle yüklenir.

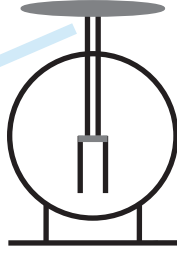
B) Aşağıdaki soruların cevabını numaraları ile eşleşen bölüme yazınız.

1. İletken olmayan cisimler.
2. Atomun yapısındaki eksi yüklü parçacık.
3. Elektrik yükünün türünü ve miktarını gözlemlemeye yarayan araç.
4. Yıldırımsavar.
5. Yüklü cisimlerin yer küreye dokundurularak nötr hâle getirilme işlemi.
6. Atomun yapısındaki artı yüklü parçacık.
7. Elektrik yükü birimi.
8. İletken kafes içine alınarak elektrik alandan korunmuş ortam. (..... kafesi).



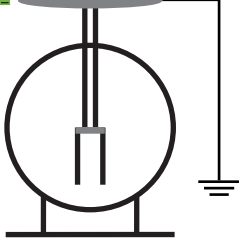
C) Aşağıdaki problemleri çözünüz.

1.



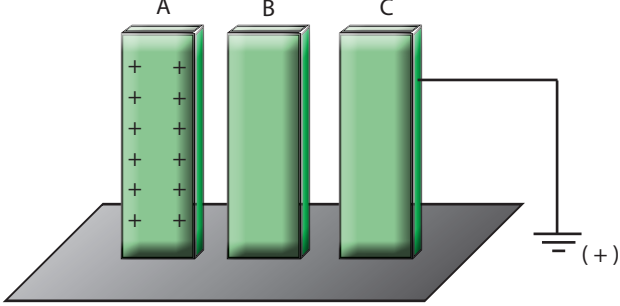
Şekildeki gibi ipek kumaş ile cam çubuk sürtünme sonucu elektrik yüküyle yükleniyor. Cam çubuk nötr elektroskoba yaklaştırılıyor. Bu işlem sonucunda elektroskop üzerindeki yük dağılımı nasıldır?

2.



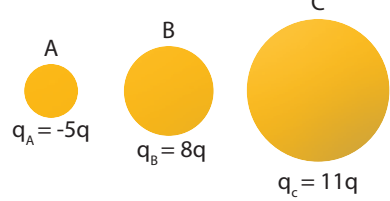
(-) yüklü iletken cisim nötr elektroskoba yaklaştırılıyor. Bir süre sonra toprak bağlantısı kesilerek cisim uzaklaştırılıyor. Bu durumda yapraklarda bulunan yük cinsi nedir?

3.



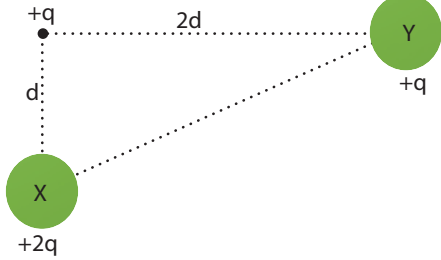
(+) yüklü A cismi, nötr B ve topraklanmış durumda olan C cisminde şekildeki gibi yaklaştırılıyor. Toprak bağlantısı kesilmeden cisimler üzerindeki yük dağılımı nasıldır? (Cisimler iletkendir.)

4.



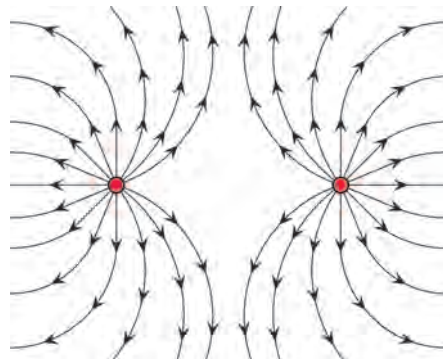
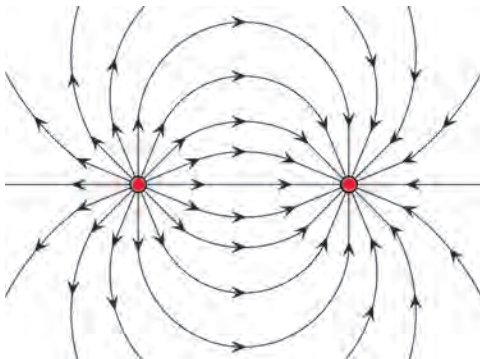
Yarıçapları sırasıyla r , $2r$, $3r$ olan A, B ve C küresel cisimlerinin yükleri şekilde gösterilmiştir. A önce B'ye sonra B'den ayrılıp C'ye dokunduruluyor. Her cismin son durumdaki yüklerini bulunuz.

5.

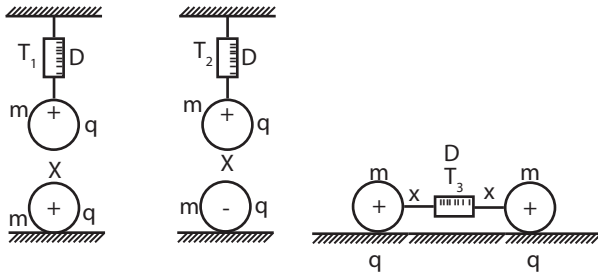


$+2q$ yüklü X cisminin $+q$ yüklü cisme uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü F ise Y cisminin aynı cisme uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü kaç F dir?

6. Elektrik alan çizgileri şekilde verilen yüklerin işaretlerini üzerine yazınız.



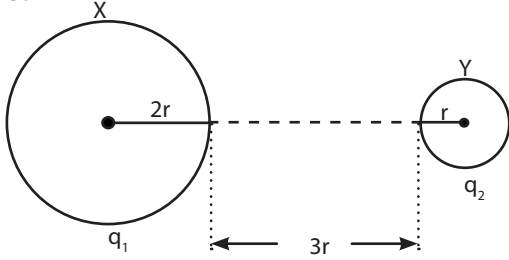
7.



İken aralarındaki uzaklık iki katına çıkarılıp, küreler yalıtkan yatay düzlem üzerine konulursa dinamometrenin gösterdiği değer kaç mg olur [6.2]?

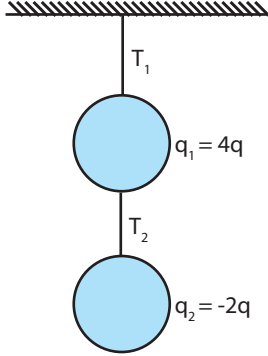
Kütleleri m ve yükleri $+q$ olan iki özdeş cisimden birisi yalıtkan bir ipe asılı, diğeri ise yalıtkan yatay düzlem üzerinde bulunmakta olup iki küre arasındaki uzaklık x 'tir. Bu durumda ipin ortasında bulunan D dinamometresi $T_1 = \frac{mg}{3}$ değerini göstermektedir. Alt küre aynı miktarda negatif $-q$ yükü ile yüklendiğinde dinamometrenin gösterdiği değer $T_2 = \frac{5mg}{3}$ oluyor. İki kürenin yükü $+q$

8.



Yarıçapları $2r$ ve r olan X ve Y küreleri yükleri $q_1 = -q$ ve $q_2 = 4q$ olup bu kürelerin yüzeyleri arasındaki uzaklık $3r$ 'dir. X küresinin Y 'ye etkidiği kuvvet vektörü $\vec{F}$ 'tir. Küreler birbirine dokundurulup aynı uzaklığa getiriliyor. Bu kuvvet kaç $\vec{F}$ olur [6.3]?

9.



Özdeş ve iletken küreler sırasıyla $+4q$ ve $-2q$ yüklüdür. Cisimler şekildeki gibi yalıtkan iplerle asılmıştır. Sistem dengede olup iplerdeki gerilmeler T_1 ve T_2 dir. Cisimler birbirine yalıtkan bir madde ile dokundurulup tekrar ilk konumlarına konuluyor. İplerdeki gerilmeler ilk durumuna göre nasıl değişir?

D) Aşağıda verilen ön metinli soruları cevaplayınız.

10-13. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Elektrik alan ve manyetik alan sadece insanları mı etkiliyor?

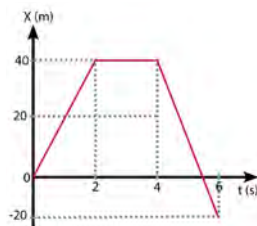
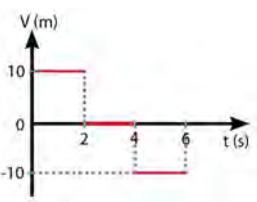
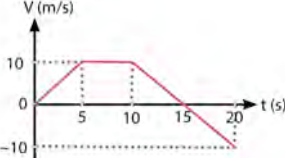
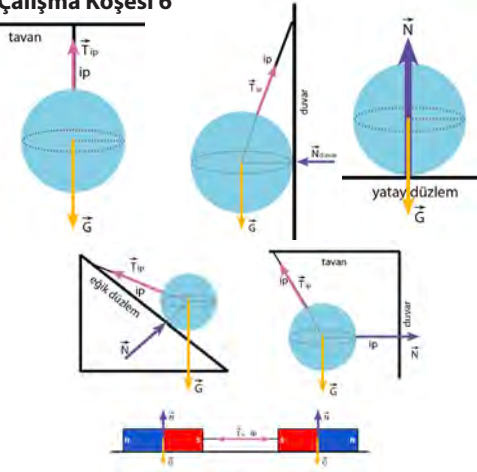
ABD, Türkiye, Yunanistan, Almanya, İspanya, Portekiz, Hırvatistan, İsviçre, Kanada ve Avustralya gibi onlarca ülkede bal arıları gizemli bir şekilde ortadan kayboluyor. Yapılan ilk araştırmalar arı ölümlerinin ardından cep telefonlarının olabileceğini gösterdi. Uzmanlar, "Cep telefonlarının ve baz istasyonlarının yaydığı radyasyon arıların navigasyon (yön bulma) yeteneklerini tamamen çökertiyor" açıklamasını yaptı. Arıların teknoloji kullanımının üst seviyelerde olduğu gelişmiş ülkelerde yüksek oranda ölmesi, cep telefonu ihtimalini güçlendiriyor.

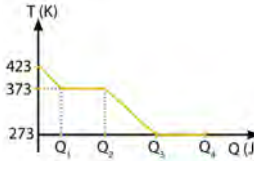
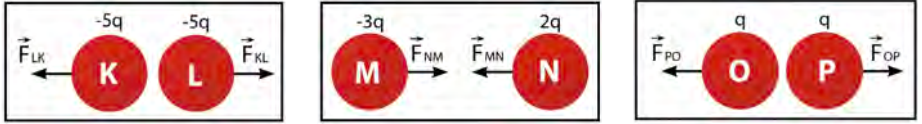
Yine aynı konudaki bir araştırma Hindistan'da yapılan bir araştırma arıların yok oluşundaki sırrı ortaya çıkardı. Araştırmaya göre arıların ölümüne cep telefonlarının sinyalleri neden oluyor. Hindistan'da çevreci zooloji profesörü Dr. Sainudeen Pattazhy'nin başlattığı araştırma, cep telefonlarının çiçeklerin özünü toplayan işçi arıların ölümünde etkili olduğunu gösterdi. Hindistan'ın Kerala eyaletinin çeşitli noktalarında yapılan arı kovanı ölçümlerinde arıların azaldığı belirlendi. Patthazhy'nin yaptığı bir deneyde, bal kovanının yanına yerleştirilen cep telefonunun koloniyi 5-10 gün içinde dağıttığı ortaya çıktı. Cep telefonunun yaydığı manyetik alan nedeniyle işçi arıların kovanı dönemedikleri gözlemlendi [6.4].

Metinde ileri sürülen savlara göre tabloda sorulan soruların her biri için "Evet" ya da "Hayır" ı işaretleyiniz

- | | |
|--|--------------|
| 10. Cep telefonu sadece hayvanları etkiler. | Evet / Hayır |
| 11. Cep telefonları arı kovanlarına yakın olmalıdır. | Evet / Hayır |
| 12. Gelişmiş ülkelerde bal üretimi yapılmamalıdır. | Evet / Hayır |
| 13. Arılar yön bulmadan da bal yapılabilir. | Evet / Hayır |

ÇALIŞMA KÖŞESİ CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE	Çalışma Köşesi 1 1-c, 2-g, 3-a, 4-e, 5-b, 6-f, 7d - Temel büyüklükler: 1, 2, 5, 6, 8, 9. - Türetilmiş büyüklükler: 3, 4, 7, 10	Çalışma Köşesi 3 - Uzunluk, zaman, kütle, ışık şiddeti, sıcaklık, madde miktarı ve akım şiddeti - Her bir temel büyüklüğün ölçümü bir ölçü aracı ile doğrudan yapılır. - Kuvvet büyüklüğü için hem kütle hem ivme bilinmesi gerektiğinden dolayı doğrudan ölçüm değildir. - Tüm temel büyüklükler skalerdir. 7 tanedir. Bilimsel gelişmelere bağlı olarak yeni temel büyüklükler tanımlanabilir.																																																	
	Çalışma Köşesi 2 A) $\vec{R} = \frac{1}{4} \vec{A}$ B) a) Uzunluk ve kütle skaler niceliklerdir. Vektörel niceklik yoktur. b) 225 m ve 6 kg																																																		
2. ÜNİTE	Çalışma Köşesi 1 0,5 t = 500 kg 2,5 dg = 25 cg 200 kg = 0,2 t 0,012 kg = 120 dg 200 mg = 0.2 g 17 mg = 0,17 dg	Çalışma Köşesi 2 1 dm³ = 1ℓ 0,5 dm³ = 500 cm³ 2 ℓ = 2000 cm³ 1 m³ = 1000 ℓ 4 cm³ = 4000 mm³ 5 cm³ = 5.10⁻⁶ m³	Çalışma Köşesi 3 h = 12 cm Çalışma Köşesi 4 192 adet bilye Çalışma Köşesi 5 a) 0,375kg/m³ b) 0,4 kg/m³																																																
3. ÜNİTE	Çalışma Köşesi 1 A)  B) Hız değerleri, (0-10) s zaman aralığında: -10 m/s, (10-20) s zaman aralığında: +10 m/s, (20-30) s zaman aralığında: +20 m/s ve (30-40) s zaman aralığında cisim hızı 0'dır. C) 	Çalışma Köşesi 2 A) Aynı hareketliye aittir. Çünkü ivmenin matematiksel modeli ile uyumludur. B)  	Çalışma Köşesi 4 Öğrencinin vereceği cevaplar. Çalışma Köşesi 5 70,96 N; 206, 40 N; 83,52 N Çalışma Köşesi 6 																																																
	Çalışma Köşesi 3 - Doğuya gitmekte olan gözlemci kuzeye gitmekte olan hareketliyi kuzey batı yönünde gidiyor görür. - Duran kişi trendeki kişiyi ileriye gidiyor görür.	Çalışma Köşesi 7 A)  $\vec{f}_s = 2 \text{ N}$ B) Öğrencinin vereceği cevaplar.																																																	
4. ÜNİTE	Çalışma Köşesi 1 A) I. 4 Pt, II. 16 Pt, III. 25 Pt B) 40 W Çalışma Köşesi 2 a) 4 b) 2 c) 1 ç) 1 d) 4	Çalışma Köşesi 3 Enerji verimliliği açısından uygun olmayan cihazlar enerji verimliliği yüksek cihazlarla değiştirilebilir. Çalışma Köşesi 4 <table><tr><th>Enerji Türleri</th><th>Yenilenebilir enerji kaynakları</th><th>Cevreci enerji kaynakları</th><th>Üretim maliyeti ekonomik olan enerji kaynakları</th><th>Üretim için yüksek teknoloji gerektiren enerji kaynakları</th><th>Kolay erişilebilen enerji kaynakları</th></tr><tr><td>petrol</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>kömür</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>nükleer</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>doğal gaz</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>hidroelektrik</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>rüzgar</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>güneş</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr></table>		Enerji Türleri	Yenilenebilir enerji kaynakları	Cevreci enerji kaynakları	Üretim maliyeti ekonomik olan enerji kaynakları	Üretim için yüksek teknoloji gerektiren enerji kaynakları	Kolay erişilebilen enerji kaynakları	petrol			X		X	kömür			X		X	nükleer				X		doğal gaz		X			X	hidroelektrik		X			X	rüzgar	X	X		X	X	güneş	X	X		X	X
	Enerji Türleri	Yenilenebilir enerji kaynakları	Cevreci enerji kaynakları	Üretim maliyeti ekonomik olan enerji kaynakları	Üretim için yüksek teknoloji gerektiren enerji kaynakları	Kolay erişilebilen enerji kaynakları																																													
petrol			X		X																																														
kömür			X		X																																														
nükleer				X																																															
doğal gaz		X			X																																														
hidroelektrik		X			X																																														
rüzgar	X	X		X	X																																														
güneş	X	X		X	X																																														

5. ÜNİTE	Çalışma Köşesi 1 Öğrencinin vereceği cevaplar.	Çalışma Köşesi 2 A) 92° F B) Oksijen için, gaz içerikli termometreler; etil alkol için, sıvılı termometreler; kurşun için metal termometreler	Çalışma Köşesi 3  309950 J yaklaşık 310 kJ Çalışma Köşesi 4 300 K	Çalışma Köşesi 5 Öğrencinin vereceği cevaplar. Çalışma Köşesi 6 K cismi L halkasından geçer. M cismi L halkasından geçemez. Çalışma Köşesi 7 A) $\lambda_B > \lambda_C > \lambda_A$ B) $\lambda_y > \lambda_x > \lambda_z$
	Çalışma Köşesi 1 Hepsi nötr hâle gelir.	Çalışma Köşesi 3 1.  2. $ \vec{F}_3 = \vec{F}_4 > \vec{F}_1 = \vec{F}_2 $ 3. $\frac{ \vec{F} }{2}$ 4. $d_1 > d_2$		
6. ÜNİTE	Çalışma Köşesi 2 I. ve III.			

ÜNİTE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE

A)

1-D, 2-D, 3-D, 4-Y, 5-D, 6-D, 7-Y, 8-D

B)



C)

1-D, 2-B, 3-B, 4-D, 5-E

D)

1. Gelişen teknoloji ile fiziğin alt alanlarının ortaya çıkması, hassas ölçüm ve daha küçük birim ihtiyacı.
2. Optik-gözlük, termodinamik-kalorifer sistemi, katıhâl fiziği-pil, nükleer fizik-nükleer santral, yüksek enerji ve plazma fiziği-hastalık teşhisi, mekanik-makinalar, atom ve molekül fiziği-nanoteknoloji, elektromanyetizma-park sensörü.
3. Yerinizin net olarak belirtilmesi için en az 3 referans noktasına olan uzaklığının bilinmesi gerekir. Daha azı ile çembersel ya da küresel bir bölge bulunabilir. Her bir uydu hedef noktaya olan uzaklığı vektörel olarak ölçer.

E)

1. **Tam puan:** Bilimsel Yöntem. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
2. **Tam puan:** Biyoloji ve fizik. İkisi de temel bilimlerdir. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
3. **Tam puan:** Büyüklüğün çok büyük veya çok küçük olması durumunda temel büyüklüğün (metre) başına ön çarpan getirilir. Nano bu küçüklüğü temsil etmek için kullanılmıştır. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
4. **Tam puan:** D) Dünyanın manyetik alan değişiminin insan psikolojisi üzerindeki etkileri nelerdir? **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
5. **Tam puan:** Doğadaki işleyişi çözmeye çalışan bilim dalları temelde benzer sorular sorarlar. Sebebi, nasıl çalıştığı, süreç boyunca etkileri ve sonuçları bilim dallarının ortak sorularıdır. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.

2. ÜNİTE

A)

1-Y, 2-D, 3-D, 4-D, 5-D, 6-D, 7-D, 8-Y, 9-D

B)



C)

1-B, 2-B, 3-B, 4-C, 5-D, 6-D, 7-B

D)

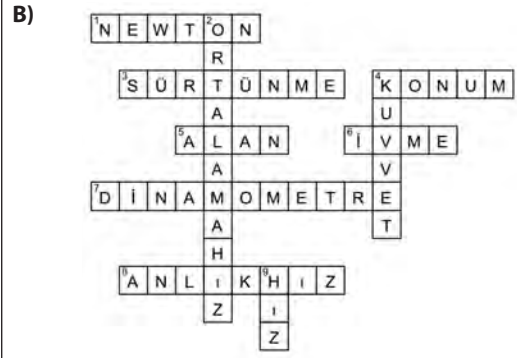
1. 1" = 2,54 cm, 1 feet = 30,48 cm, 12" = 1 feet eşitlikleri vardır. Küçük mesafeli ölçümler için genellikle inç, büyük mesafeli ölçümler için genellikle feet tercih edilmiştir.
2. Buz eridiğinde hacmi azalan ve özkütlesi artan bir maddedir. Bu sebeple buz, kendi sıvısı içinde yüzer. Demir ise eritildiğinde hacmi artan ve özkütlesi azalan bir özellik gösterir. Dolayısı ile kendi sıvısı içinde batır.
3. Saf altının özkütle değeri bilinmektedir. Herhangi bir maddenin kütle ve hacim değerleri ölçülüp oranlanarak saf altının özkütlesiyle karşılaştırılır. Bu işlem yapılırken doğru sonuç alınabilmesi için, maddenin içinde boşluk olmaması gerekir.
4. Pasta yapımında kullanılan malzemelerin dayanıklılığı küçük olduğundan, kendi ağırlığını taşıyamaz ve şeklini koruyamazdı.
5. Şemsiye ve yağmurluk gibi eşyalarda adezyon kuvvetinin küçük olması, havlularda ise kılcallık olayının gözlenmesiyle açıklanabilir.
6. V = 5cm

E)

1. **Tam puan:** 2, 4 ve 5 kodlu grup. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
2. **Tam puan:** 1, 3 ve 6 kodlu grup. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.

3. ÜNİTE

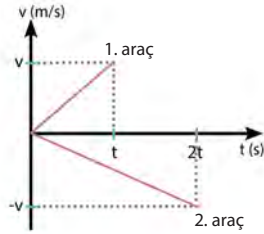
- A)
1-D, 2-D, 3-D, 4-D, 5-Y, 6-Y, 7-Y, 8-D, 9-Y, 10-D



- C)
1. a) 10. m, b) (0-5)s arası ileri-(15-30)s arası geri,
c) -40 m, ç) 5 m/s, d) 0,
e) 2 m/s, f) 0,5 m/s, g)



2. a) 50 m, b) -4 m/s²,
3. K aracı 2 kez, L aracı 3 kez
4. 30 m
5. a) b) 2

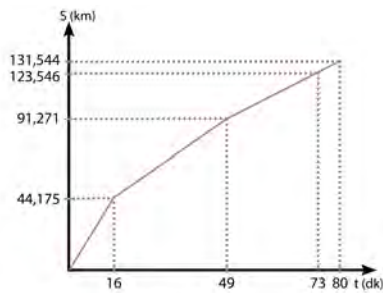


6. 2500 N
7. a) $t = 4s$, b) $a = 2,5 \text{ m/s}^2$, c) $f_s = 5N$
8. $k = 0,4$

- D)
1. E
2. B

- E)
1. **Tam puan:** Konum, yer değiştirme, hız, ortalama hız, anlık hız ve ivme. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
2. **Tam puan:** 106,46 **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.

3. **Tam puan:** İzmit-Gebze **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
4. **Tam puan:** İzmit-Gebze **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
5. **Tam puan:** 80 dk **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
6. **Tam puan:** 97,223 km/sa **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
7. **Tam puan:** Ortalama sürat değerleri: Arifiye-Sapanca 68,468 km/sa, Sapanca-İzmit 80,687km/sa, İzmit-Gebze 85,618km/sa, Gebze-Pendik 165,656 km/sa. Ortalama hız değerindeki bu farklılık nedenleri, kısa mesafelerde süre kısıtlılığı nedeniyle trenin yeterli sürata ulaşamaması, coğrafi koşullar gereği keskin viraj ve eğimin fazla olması sayılabilir. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
8. **Tam puan:** Sirkeci'den harekete geçip Arifiye'ye ulaşan trenin ortalama hız değeri kullanılarak konum zaman grafiği aşağıdaki gibi çizilebilir.



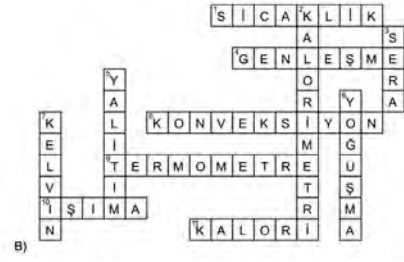
Sıfır Puan: Diğer Yanıtlar. Boş.

9. **Tam puan:** Tren yolunun yapımında çok eğimli yollar kullanılamaz. Bu yüzden coğrafi koşullar nedeniyle aşılması zor engeller yüzünden yörünge uzatılmak zorunda kalınabilir. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
10. **Tam puan:** Ultrason dalgasının, sondadan cenin yüzeyine giderken ve bunu yansıtıırkenki dolaşım süresi hesaplanmalıdır. Dalganın aletten çıkıp geri dönmesi için gereken dolaşım süresi. Dalganın dolaşım süresi. Süre. **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.

A)

1-D, 2-D, 3-Y, 4-Y, 5-D, 6-D, 7-D, 8-D, 9-D

B)



C)

3. $F = 17,5 \text{ N}$

5. %80

7. $\frac{\sqrt{7}}{4}$

9. C

1. a) $\frac{1}{4}$, b) $\frac{1}{2}$

2. a) 400 J, b) 400 J,

4. 2X konumunda $4E/3$

6. 0,6 kW

8. $\frac{v}{2}$

c) 20 m/s, ç) 100 J,

3X konumunda 2E

d) 10 m/s, e) K noktası

D)

- Tam puan:** Ülkelerin elektrik üretim yüzde oranı **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** Kişi başına düşen enerji üretim oranı **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** Ülke nüfusunun Dünya nüfusuna yüzde oranı **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** Rüzgar **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** Termik **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** %7,57 **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** 2003 **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** 2015 **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** 2002 **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** 2014 **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** 2014-2015 yılları arası **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** 2002-2003 yılları arası **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** 2015 **Sıfır Puan:** Diğer Yanıtlar. Boş.
- Tam puan:** C **Sıfır puan:** Diğer yanıtlar.Boş
- Tam puan:** B **Sıfır puan:** Diğer yanıtlar.Boş
- Tam puan:** A Rakım arttıkça hava daha da az yoğundur. **Sıfır puan:** Diğer yanıtlar. Boş
- Tam puan:** Bir avantaj ve bir dezavantaj anlatılmaktadır.

[Avantaj]Karbondiyoksit boşaltmaz (CO_2).

Fosil yakıt tüketmez.

Rüzgâr kaynağı tükenmez.

Rüzgâr üreticisi oluşturulduktan sonra, elektrik üretimi maliyeti ucuzlar.

Artık ya da zehirli madde yaymayacaklardır.

Doğal kaynakları kullanma ya da temiz enerji.

[Dezavantaj]

İstek üzerine üretim mümkün değildir (Çünkü rüzgâr hızı kontrol edilemez.).

Yel değirmenleri için iyi yerler sınırlıdır.

Yel değirmeni güçlü bir rüzgârla zarar görebilir.

Her yel değirmeni ile üretilen güç miktarı kısmen küçüktür.

Bazı durumlarda gürültü kirliliği oluşabilir.

Bazı durumlarda elektromanyetik dalgalar (TV dalgaları gibi) parazitlenebilirler.

Bazen değirmene çarpar kuşlar ölmektedir.

Doğal görünümüler değişmektedir.

Kurmak ve elde etmek pahalıdır.

Kısmi puan

Doğru bir dezavantaj ya da avantaj açıklanmaktadır (tam puan örneklerinde gösterildiği gibi) ama her ikisi birden değil.

Sıfır puan

Hiçbir doğru avantaj ya da dezavantaj açıklanmamaktadır (aşağıda belirtildiği gibi).

Çevre ya da doğa için iyidir (Bu yanıt genel bir ifadedir.).

Çevre ya da doğa için kötüdür.

Boş.

4. ÜNİTE

5. ÜNİTE

A)

1-Y, 2-Y, 3-D, 4-D, 5-Y, 6-Y, 7-Y, 8-D, 9-Y, 10-D

B)

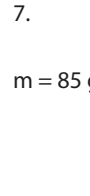


C)

1. 68 °C

4. 1000 g

7.



8. $\lambda_L > \lambda_K$

10. $D > C = B > A$

2. $m_A > m_B > m_C$

5. 24 °C

3. $\frac{c_K}{c_L} = \frac{3}{2}$

6. $\frac{m_A \cdot c_A}{m_B \cdot c_B} = \frac{1}{2}$

9. x artar.

11. X, Y, Z ve T artar.

12. 20 °C

D)

1. Tam Puan: Hem (ortalama) sıcaklık hem de karbondioksit yayılımındaki artışlara değinir. Gaz yayımları arttıkça sıcaklık arttı. Her iki grafik de artıyor. Çünkü 1910 yılında her iki grafik de artmaya başladı. CO² yayılımı oldukça sıcaklık artıyor. Grafiklerdeki bilgi çizgileri birlikte artıyor. Her şey artıyor. Daha fazla CO² yayılımı, daha yüksek sıcaklık demektir. Sıcaklık ve karbondioksit yayılımı arasındaki pozitif bir ilişkiye (genel anlamda) değinir. Toplam CO² miktarı ve Dünya'nın ortalama sıcaklığı doğru orantılıdır. Onların benzer bir şekli var, bu da bir ilişkiyi göstermektedir.

Sıfır Puan: Ya (ortalama) sıcaklık ya da karbondioksit yayılımındaki artışa değinir. Sıcaklık yukarı fırlamıştır. CO² artıyor. O, sıcaklıklardaki çarpıcı değişikliği göstermektedir. İlişkinin doğası hakkında net bir görüş bildirmeden sıcaklık ve karbondioksit yayılımına değinir. Karbondioksit yayılımının (1. grafik) Dünya'nın artan sıcaklığı (2. grafik) üzerinde bir etkisi vardır. Karbondioksit Dünya'nın sıcaklığındaki artışın esas nedenidir.

Diğer yanıtlar: Karbondioksit yayılımı, Dünya'nın ortalama sıcaklığından çok daha fazla artıyor. (Not: Bu yanıt doğru değildir çünkü CO² yayılımı ve sıcaklıktaki artış düzeyi yanıt olarak görünüyör, her ikisinin de artmakta olduğu belirtilmiyor.) CO²'in yıllar geçtikçe artışı, Dünya'nın atmosferindeki sıcaklık artışından dolayıdır. Grafiğin doğrultusu yukarıya doğrudur. Bir artış vardır. Boş.

2. Tam Puan: Grafiklerin her ikisinin birlikte azalmadığı ya da birlikte artmadığı belirli bir bölümüne değinir ve buna uygun gelen açıklamayı verir. 1900–1910 yıllarında (yaklaşık olarak), CO² artıyordu, buna karşılık sıcaklık aşağıya iniyordu. 1980–1983 yıllarında karbondioksit aşağı indi ve sıcaklık arttı. 1800'lerde sıcaklık hemen hemen aynı kaldı ama birinci grafik tırmanmaya devam etti. 1950 ve 1980 arasında sıcaklık artmadı ama CO² arttı. 1940'dan 1975'e kadar sıcaklık yaklaşık aynı kalır ama karbondioksit yayılımı keskin bir yükselme gösterir. 1860'dan 1900'e kadar karbondioksit çok az artan bir eğridir, buna karşılık sıcaklık eğrisi çok fazla dalgalanmalar gösterir. 1940'ta sıcaklık 1920'den oldukça fazladır ve onların benzer karbondioksit yayılımı vardır.

Kısmi Puan: Doğru bir zaman aralığından bahseder ama hiç açıklama vermez. 1930–1933. 1910 civarında. Belirli bir yıldan bahseder (bir zaman aralığı değildir), kabul edilebilir bir açıklama verir. 1980'de yayılım seviyesi düşüktür ama sıcaklık artmaya devam etmiştir. 1910 yılında karbondioksit arttı ve sıcaklık düştü. Ali'nin sonucunu desteklemeyen bir örnek verir ama zaman aralığından bahsederken bir hata yapar. 1950 ve 1960 arasında sıcaklık azaldı ve karbondioksit yayılımı arttı. Belirli bir zaman aralığından bahsetmeden, iki eğri arasındaki farklılıklara değinir. Gaz yayılımı azalsa da bazı yerlerde sıcaklık artar. İlk başta daha az yayılım vardı ama yine de sıcaklık yüksekti. Onlar aynı oranda artmazlar. 1. grafikte sürekli bir artış varken 2. grafikte artış yoktur, o sabit kalır. (Not: O, "tamamen" sabit kalır.). Çünkü başlangıçta karbondioksit çok düşükken sıcaklık hâlâ yüksekti. Grafiklerden birindeki bir düzensizliğe değinir. Sıcaklık düştüğünde yaklaşık olarak 1910 yılıydı ve belirli bir zaman aralığında bu şekilde devam etti. İkinci grafikte 1910 yılında Dünya atmosferinin sıcaklığında bir düşüş vardır. Grafiklerdeki farkı belirtir ama açıklama zayıftır. 1940'larda sıcaklık çok yüksekti ama karbondioksit çok düşüktü. (Not: Açıklama çok zayıftır ama belirtilen farklılık açıktır.)

Sıfır Puan: İki grafiğe özel olarak değinmeden bir eğrideki düzensizliğe değinir. O, biraz yukarı çıkar ve iner. O, 1930'da aşağıya inmiştir. Hiçbir açıklama olmaksızın zayıfça tanımlanan bir zaman aralığına ya da yıla değinir. Orta bölüm. 1910.

Diğer yanıtlar: 1940'da ortalama sıcaklık arttı ama karbondioksit yayılımı artmadı. 1910 civarında sıcaklık arttı ama gaz yayılımı artmadı. Boş.

3. Tam Puan: Güneş'ten gelen enerjiye/radyasyona değinen bir etken verir. Güneş'in ısıtması ve belki Dünya'nın konumunu değiştirmesi. Dünya'dan geri yansıyan enerji. Doğal bir bileşen ya da potansiyel bir kirlenici etkenden söz eder. Havadaki su buharı. Bulutlar. Volkanik püskürme gibi şeyler. Atmosfer kirliliği (gaz, yakıt). Egzoz gazı miktarı. CFC'ler (Kloroflorokarbonlar). Arabaların sayısı. Ozon (havanın bir bileşeni olarak).

Sıfır Puan: Karbondioksit konsantrasyonunu etkileyen bir nedene değinir. Yağmur ormanlarının temizlemesi. CO² yayılım miktarı. Fosil yakıtlar. Özel olmayan bir etkene değinir. Gübreler. Spreyler. son zamanlarda hava durumunun nasıl olduğu.

Diğer doğru olmayan etkenler ya da diğer yanıtlar: Oksijen miktarı. Azot. Ozon tabakasındaki delik de gittikçe daha büyüyor. Boş.

4-8 .Tam puan: Dördü de doğrudur: Evet, Hayır, Hayır, Hayır sırasıyla. **Sıfır puan:** Diğer yanıtlar. Boş.

6. ÜNİTE

A)

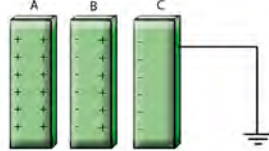
1-D, 2-Y, 3-Y, 4-Y, 5-D, 6-D, 7-Y, 8-D, 9-D, 10-D

B)



C)

3.



1. Yapraklar pozitif, topuz kısmı negatif yüklenir.

2. Yapraklar pozitif yüklenerek açılır.

4. $q'_A = +3C$
 $q'_C = +9C$

$q'_B = +2C$

7. $\frac{mg}{6}$

5. $\frac{1}{8}$

8. $-\frac{1}{2} \vec{F}$

6. +,- ve +,+

9. T_1 değişmez, T_2 artar

D)

10-13.

Tam puan: Evet, Evet ,Hayır, Hayır, sırasıyla.

Sıfır puan: Diğer yanıtlar. Boş.

SÖZLÜK

Aa

akışkanlar	: Plazma, sıvı veya gaz hâlinde bulunan maddeler.
alınan yol	: Hareket eden bir cismin katettiği toplam mesafe.
atıf	: Yönelme, çevirme, ilişkili bulma, gönderme.
avantaj	: Olay ya da gelişmelerin fayda sağlayıcı nitelikte olması.

Bb

bazal metobolizma	: Canlılarda, tam dinlenme sırasında kas hareketi yapmadan vücuttaki canlılık olaylarının sürmesi için gereken enerjiyi sağlayan metabolizma.
birim	: Bir büyüklüğe, değer verilmesinde başvurulan aynı boyuttan karşılaştırma örneği.
bulgu	: Araştırma verilerinin çözümlenmesinden sonra elde edilen bilimsel sonuç.

Dc

deney	: Bir hipotezin doğruluğunun tespit edilmesi için yapılan, yöntemi tanımlanmış işlemler bütünü.
devridaim	: Tam ve sürekli dönüş veya dolaşım.
dezavantaj	: Olay ya da gelişmelerden elde edilen yararın ortadan kalkması.
doğrultu	: Belli bir sonsuz doğrunun belirttiği tek yol.

Ee

efor	: Çaba, güç.
eğim	: Bir doğru için dikey yönde değişimin yatay yönde değişime oranı.
elektrik	: Elektriksel yük taşıyan parçacıkların yer değiştirmesi sonucunda meydana gelen enerji değişimi.
elektriksel yük	: Elektron ve proton gibi parçacıkların birbirlerini itmesini ve çekmesini sağlayan fiziksel bir özellik.
enerji	: Bir cismin veya fiziksel bir sistemin iş yapabilme kapasitesi.
enerji aktarımı	: Enerjinin bir sistemden bir başkasına geçmesi.
eşit kollu terazi	: Cisimlerin ağırlık veya kütesini ölçmek için kullanılan bir araç.
etkinlik	: Öğrencilerin yaptığı ya da öğretmenin düzenlediği her türlü çalışma ve oyun.
etki-tepki kuvvetleri	: Temas hâlindeki cisimlerin birbirlerine uyguladıkları, aynı büyüklüklü, zıt yönlü kuvvet çifti.
eylemsizlik	: Bir cismin, bulunduğu andaki hızını ve yönünü veya hareketsiz olma durumunu aynı şekilde sürdürme eğilimi.

Ff

flaman	: Lambalarda bulunan ve ısıtılınca ışık yayan metal tel.
---------------	--

Gg

gaz	: Maddenin, atomlarının birbirinden uzak durduğu ve içinde bulunduğu hacmi doldurmaya çalıştığı hâli.
genleşme	: Maddelerde, sıcaklık artışıyla gerçekleşen hacim artışı
gözlem	: Bir nesne ya da olayın özelliklerini öğrenmek ya da varsayımların doğruluğunu sınamak için yapılan inceleme.

grafik : Değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermeye yarayan çizgisel anlatım şekli.

Hh

hacamat : Vücudun herhangi bir yerini hafifçe çizip üzerine boynuz, bardak veya şişe oturarak kan alma.

Jj

joule : Uluslararası birimler sisteminde iş ve enerji birimi olup 1 ohm'luk dirençten geçen 1 amperlik akımın 1 saniyede tükettiği enerjiye eş değer ısı miktarı ya da 1 Newton'lık kuvvetin bir cismi, kendi doğrultusunda 1 metre ötelemesi ile yaptığı iş.

Kk

kavram : Nesnelerin ya da olayların ortak özelliklerini kapsayan ve bir ortak ad altında toplayan genel tasarım.

kaynak : 1. *fizik* Herhangi bir enerjinin oluşup çevreye yayıldığı yer. 2. Araştırma ve incelemede yararlanılan belge.

Kelvin : Mutlak sifıra göre ölçülen ve aralıkları santigrat derecelerinkine eşit olan sıcaklık ölçümü.

kinetik : Cisimlerin hareketlerini inceleyen bilim dalı.

Ll

limit hız : Sürtünmeli ortamlarda, dengelenmemiş kuvvet etkisinde hareket eden cismin ulaşabileceği hız sınırı.

Mm

mineral : Yaşam için gerekli olan inorganik yem elementleri.

modelleme : Tam anlaşılamamış bir mekânizmanın, bilinen başka mekânizmalara benzetilerek anlaşılmasını sağlayan mantıksal modelin geliştirilmesi.

Öö

öteleme : Bir noktanın veya bir cismin, aynı yönde ve mesafede yer değiştirmesi.

Pp

proje : Olması veya yapılması istenen bir şeyin zihinde aldığı biçim, tasarısı.

protein : Canlı hücrelerin ana maddesini oluşturan, genellikle sülfür, oksijen ve karbon ögeleri bulunan, amino asit birleşiminden oluşmuş, yumurta akı, et, süt vb. yiyeceklerde bulunan, karmaşık yapılı doğal madde.

Rr

rakım : Bir konumun deniz seviyesi ile arasındaki düşey mesafesi.

Ss

sıvı : Maddenin akışkan, bulunduğu kabın şeklini alan ve sıkıştırılamayan hâli.

simülasyon: Fiziksel ya da soyut bir sistemin belirli özelliklerinin, onun gibi davranan genellikle matematiksel ya da mantıksal bir modelle temsil edilip incelenmesi

Tt

- terim** : Özel bir bilgi ya da etkinlik alanına, bir bilim, sanat, uygulamayı ya da uzmanlık dalına özgü sözcük, sözcük öbeği.
- titreşim** : Esnek bir maddenin ya da taneciğin ortamdaki denge konumundan, göreceli az miktarda uzaklaştırılıp, bırakılmasıyla başlayıp yinelenen devrim.

Uu

- usturlab** : Güneş ve yıldızların gözerimi yüksekliklerini ölçüp buradan zaman hesabı yapmayı sağlayan eski bir gözlem aracı.

Vv

- vitamin** : Çoğunlukla bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından üretilen, organizmaların sağlıklarını korumak, büyüme ve metabolizmalarını düzenlemek üzere hayvansal ve bitkisel besinlerle alınan, düşük miktarlarda gereksinim duyulan, eksikliğinde metabolizmada çeşitli olumsuzluklara yol açan,suda ve yağda çözünebilen, çoğunlukla ışık ve sıcaklığın etkisiyle bozunabilen, düşük moleköl ağırlıklı organik bileşikler.

Yy

- yakıt** : Yanma ya da çekirdek bölünmesi sonucunda yüksek miktarda ısı enerji sağlayan madde.
- yer çekimi** : Dünya'nın kütle çekimi. Diğer bir deyişle, Dünya ile kütlesi olan diğer bir cisim arasındaki çekim kuvveti.
- yöntem** : Bir işi yapmak, bir sorunu çözmek, bir deneyi sonuçlandırmak, bir konuyu öğrenmek ya da öğretmek, belli bir sonuca ya da hedefe erişmek gibi amaçlara ulaşmak için bilinçli olarak seçilen ve izlenen yol, yordam ve düzenekler bütünü.

Zz

- zaman (süre)**: Oluştaki bütün art ardallığın içinde geçtiği düşünölen, geriye ve ileriye doğru sonsuzca uzanan akış; geçmiş, şimdi, gelecek diye bölömlenen yaşamışlık süreci.

Kaynakça

1. Ünite

Alıntılar

- [1.1] Neden Fizik? Bilkent Üniversitesi Fizik Bölümü: <http://physics.bilkent.edu.tr/tr/index.php/bilgi/neden-fizik> adresinden alınmıştır. (Erişim: 07.01.2017, 13:00)
- [1.2] Heper, S. G. (2014, Şubat). Çok Küçük Şeylerin Bilimi Nanoteknoloji . Bilim Çocuk, s. 10-11.
- [1.3] Mülayim, S. (2010). Süleymaniye Camii ve Külliyesi. TDV İslam Ansiklopedisi (s. 114-118 3.cilt). içinde İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.
- [1.4] Hakkımızda. TÜBİTAK Web Sitesi: <https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/hakkimizda/icerik-biz-kimiz> adresinden alınmıştır. (Erişim: 18.04.2017, 13:00)
- [1.5] Müdürlüğü, T. Y. Bilimsel Dergilere Gönderilen Makalelerde Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar. Academic Journals: <http://journals.tubitak.gov.tr/genel/brosur.pdf> adresinden alınmıştır. (Erişim: 18.04.2017, 13:00)
- [1.6] İstanbul İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi: <http://www.ibttm.gov.tr/TR,84340/islam-bilim-ve-teknoloji-tarihi-muzesi.html> adresinden alınmıştır. (Erişim: 18.04.2017, 14:00)
- [1.7] Yağbasan, (2005). Fizikte Sık Rastlanılan Kavram Yanılgıları. Güneş, Özdemir, Temiz, Gülçiçek, Kanlı, Ünsal, & D. T. Tunç içinde, Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu FİZİK (s. 63-70). Ankara: Gazi Kitabevi.
- [1.8] Gürdilek, R. (2000, Eylül). Akrebin Silah: Fizik. Bilim Teknik, s. 16.
- [1.9] Alpar, M. A. (2014). Bilimler Arasındaki İlişki. M. A. Alpar içinde, Doğayı Öğrenmek: Fizik (s. 9). İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Görseller

- Ünite Kapağı Görsel-1 <https://www.dreamstime.com/stock-photography-satellite-earth-14-image267462> (Erişim: 01.01.2017, 10:00)
- Ünite Kapağı Görsel-2 <https://www.dreamstime.com/stock-image-telescope-image20473151> (Erişim: 01.01.2017, 10:05)
- Ünite Kapağı Görsel-3 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-units-physics-closeup-picture-written-paper-image61486370> (Erişim: 01.01.2017, 10:10)
- Ünite Kapağı Görsel-4 Grafik tasarım uzmanı tarafından hazırlanmıştır.
- Ünite Kapağı Görsel-5 <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-science-icons-design-concept-chemistry-vector-illustration-eps-graphic-image66901540> (Erişim: 01.01.2017, 10:10)
- Görsel 1.1 https://www.tai.com.tr/content/images/large_entegrasyon1.jpg (Erişim: 13.04.2017, 09:20)
- Görsel 1.2 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-laser-vision-correction-eye-surgeon-operating-women-machine-operating-room-image81964494> (Erişim: 13.04.2017, 09:30)
- Görsel 1.3 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photography-hand-holding-transparent-future-mobile-phone-made-graphene-concept-subject-application-image32661307> (Erişim: 03.01.2017, 10:40)
- Görsel 1.4 <https://www.dreamstime.com/stock-photos-nanotube-molecule-3d-rendering-image14277973> (Erişim: 03.01.2017, 10:35)
- Görsel 1.5 <http://www.zorlupsm.com/uploads/place/gallery/gallery-1-56f419ce32b34.JPG>
- Görsel 1.6 <https://www.dreamstime.com/stock-image-suleymaniye-mosque-istanbul-turkey-image1487401> (Erişim: 03.01.2017, 10:45)
- Görsel 1.7 <http://bilgem.tubitak.gov.tr/tr/urunler/yital-yari-iletken-teknolojileri-arastirma-laboratuvari> (Erişim: 03.01.2017, 11:00)

Görsel 1.8 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-nuclear-power-plant-image2980188> (Erişim: 13.04.2017, 09:35)

Görsel 1.9 <http://www.aselsan.com.tr/tr-tr/hakkimizda/PublishingImages/Sayfalar/Yerleskelerimiz/Macunkoy.jpg> (Erişim: 13.04.2017, 09:40)

Görsel 1.10 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photography-nasa-sign-kennedy-space-center-image22906367> (Erişim: 13.04.2017, 09:50)

Görsel 1.11 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-ariane-5-spaceship-image9915190> (Erişim: 13.04.2017, 12:00)

Görsel 1.12 https://home.cern/sites/home.web.cern.ch/files/image/inline-images/old/lhc_long_1.jpg (Erişim: 07.02.2018, 12:40)

Görsel 1.13 <http://www.ibttm.gov.tr/TR,84340/islam-bilim-ve-teknoloji-tarihi-muzesi.html> (Erişim: 07.02.2018, 12:45)

2. Ünite

Alıntılar

[2.1] Ocak, M. (2017, Şubat). Kilogramın Tanımı Değişmek Üzere. Bilim Teknik, s. 80.

[2.2] Özgür, H., Gemici, Z., & Bayındır, (2007, Nisan). Hidrofobik ve Hidrofilik Yüzey Nedir? Bilim Teknik, s. 53.

[2.3] Grubu, B. A. (1999). Birinci Aşama Deneme Sınavları Sınav-IV. R. Kamer, Bilikmen, & Günel içinde, Ulusal Fizik Olimpiyadları Soru ve Cevapları 1990-1999 (s. 175). Ankara: Tübitak Matbaası.

[2.4] ÖZTÜRK, (2005). Daha İyi Bir Çevre İçin Plastikleri Geri Kazanalım. Türk Plastik Sanayicileri Araştırma Geliştirme ve Eğitim Vakfı: http://www.pagev.org.tr/admin/pics/dosyalar/plastik_geri_kazanım.pdf adresinden alınmıştır. (Erişim: 04.01.2017, 14:35)

Görseller

Ünite Kapağı Görsel-1 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-spider-web-cobweb-water-drops-rain-against-blue-sky-selective-focus-shallow-depth-field-image42914715> (Erişim: 04.01.2017, 10:30)

Ünite Kapağı Görsel-2 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-ice-cycles-boardwalk-water-as-tide-rises-image66721383> (Erişim: 04.01.2017, 10:30)

Ünite Kapağı Görsel-3 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-images-molecular-structure-image1543699> (Erişim: 04.01.2017, 10:35)

Ünite Kapağı Görsel-4 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photo-foundry-molten-metal-pour-image19043425> (Erişim: 04.01.2017, 10:35)

Ünite Kapağı Görsel-5 <https://www.dreamstime.com/stock-photography-laboratory-balance-glassware-image7779842> (Erişim: 04.01.2017, 10:40)

Görsel 2.1 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-hammer-nails-image-white-image50610568> (Erişim: 04.01.2017, 10:40)

Görsel 2.2 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-images-balance-scale-image7469109> (Erişim: 04.01.2017, 10:40)

Görsel 2.3 <http://www.bipm.org/utils/common/img/mass/prototype.jpg> (Erişim: 13.04.2017, 12:50)

Görsel 2.4 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photography-laboratory-equipment-science-research-lab-image15046977> (Erişim: 13.04.2017, 13:05)

Görsel 2.5 <http://www.ibtav.org/upload/hikmet-terazisi-89644.jpg> (Erişim: 13.04.2017, 13:10)

Görsel 2.6 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-winnow-roasted-peanuts-gray-wall-background-ingredient-image44095142> (Erişim: 04.01.2017, 10:40)

Görsel 2.7 <https://www.dreamstime.com/stock-photos-gold-digger-france-river-tarnon-heart-cevennes-department-lozere-image38788673> (Erişim: 04.01.2017, 10:45)

Görsel 2.8 <https://www.dreamstime.com/stock-images-potter-working-image3835794> (Erişim: 04.01.2017, 10:55)

Görsel 2.9 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-eburu-art-process-marbling-creation-wo->

man-hand-sprinkling-paint-over-water-colourful-paint-bottles-standing-next-to-image81392867 (Erişim: 04.01.2017, 10:55)
Görsel 2.10 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-fatih-sultan-mehmed-bridge-istanbul-turkey-image42533364> (Erişim: 04.01.2017, 12:00)
Görsel 2.11 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photo-3d-water-drop-image1093985> (Erişim: 04.01.2017, 12:10)
Görsel 2.12 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-image-turkish-tea-traditional-tea-glass-image29275736> (Erişim: 04.01.2017, 12:15)
Görsel 2.13 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-image-contact-lens-image11996206> (Erişim: 04.01.2017, 12:20)
Görsel 2.14 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-coffee-cup-image10947890> (Erişim: 04.01.2017, 12:30)
Görsel 2.15 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-old-kerosene-lantern-image-image67209535> (Erişim: 04.01.2017, 12:30)
Görsel 2.16 <https://www.dreamstime.com/editorial-stock-photo-korfbal-championship-antalya-turkey-grand-games-took-place-belek-march-week-games-held-university-teams-image43064163> (Erişim: 04.01.2017, 12:30)
Görsel 2.17 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-image-water-drops-effect-blue-textile-image34074416> (Erişim: 13.04.2017, 13:00)

3. Ünite

Alıntılar

- [3.1] Topdemir, H. G. (2010, Ekim). Isaac Newton ve Bilim Devrimi. Bilim Teknik, s. 86.
- [3.2] Bueche, F. J., & Jerde, D. A. (2003). Sürtünme Kuvvetleri. Fizik İlkeleri 1. (K. Çolakoğlu, Çev.) (s. 79). içinde Ankara: Palme Yayıncılık.
- [3.3] Buğdaycı, İ. (1999, Nisan). Dört Temel Kuvvet. Bilim Teknik, s. 48.
- [3.4] Yağbasan, (2005). Fizikte Sık Rastlanılan Kavram Yanılgıları. Güneş, Özdemir, Temiz, Gülçiçek, Kanlı, Ünsal, & D. T. Tunç içinde, Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu FİZİK (s. 63-70). Ankara: Gazi Kitabevi.
- [3.5] (2007). TÜBİTAK 2006-14. Ulusal Fizik Olimpiyatı 1. Aşama Soru ve Çözümleri. Y. Öztaş içinde, TÜBİTAK Ulusal Fizik Olimpiyatı Soru ve Çözümleri (s. 329). İzmir: Altın Nokta Basım Yayın Dağıtım.
- [3.6] (2007). TÜBİTAK 2006-14. Ulusal Fizik Olimpiyatı 1. Aşama Soru ve Çözümleri. Y. Öztaş içinde, TÜBİTAK Ulusal Fizik Olimpiyatı Soru ve Çözümleri (s. 361). İzmir: Altın Nokta Basım Yayın Dağıtım.
- [3.7] Bölgesel Seferler. (2017). TCDD TAŞIMACILIK: <https://ebilet.tcdd.gov.tr/view/eybis/tnmGenel/bolgesel-Seferler.jsf> adresinden alınmıştır. (ET:16.02.2017, 09:53)
- [3.8] Harita. (2017). TCDD TAŞIMACILIK: <http://www.tcdd.gov.tr/files/icerikresim/tcddharita.jpg> adresinden alınmıştır. (ET:16.02.2017, 09:53)
- [3.9] Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı-Örnek Fen Soruları. PISA Türkiye Resmi Web Sitesi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2015/02/pisa-ornek-sorular-fen.pdf> adresinden alınmıştır. (Erişim: 17.02.2017, 10:00)

Görseller

Ünite Kapağı Görsel-1 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-wheelchair-race-image21685320> (Erişim: 06.01.2017, 12:30)
Ünite Kapağı Görsel-2 <https://www.dreamstime.com/stock-photography-five-skydivers-image7927492> (Erişim: 06.01.2017, 12:30)
Ünite Kapağı Görsel-3 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-carousel-dusk-image9164040> (Erişim:

06.01.2017, 12:30)

Ünite Kapağı Görsel-4 <https://www.dreamstime.com/stock-photography-highline-image26216412> (Erişim: 06.01.2017, 12:30)

Ünite Kapağı Görsel-5 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-bicycle-race-image11657130> (Erişim: 06.01.2017, 12:30)

Görsel 3.1 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-luxury-car-sports-speeding-empty-highway-sunset-image44234494> (Erişim: 06.01.2017, 13:30)

Görsel 3.2 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-high-speed-train-running-which-made-china-image69445368> (Erişim: 06.01.2017, 13:30)

Görsel 3.3 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-images-ceiling-fan-image11015989> (Erişim: 06.01.2017, 13:30)

Görsel 3.4 <https://www.dreamstime.com/stock-images-ferris-wheel-image21342634> (Erişim: 06.01.2017, 13:30)

Görsel 3.5 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-cuckoo-clock-wall-image21308730> (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

Görsel 3.6 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-old-classic-metronome-isolated-white-background-image60333462> (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

Görsel 3.7 <https://www.dreamstime.com/stock-image-speedo-image317471> (Erişim: 06.01.2017, 14:10)

Görsel 3.8 <https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/isolated-gray-dynamometer-hook-result-indicator-407428960?src=YLwKxCdoliXzJYs-5gJOYQ-1-2> (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

Görsel 3.9 <https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/easy-edit-vector-illustration-newtons-first-146523512?src=cUZhHCN80ct8krBSqRcySg-1-0> (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

Görsel 3.10 https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/newtons-third-law-motion-341354405?src=8qRHtG_bZANQsL40NOViWg-1-2 (Erişim: 06.01.2017, 14:20)

Görsel 3.11 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Newton_-_Principia_\(1687\),_title,_p._5,_color.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Newton_-_Principia_(1687),_title,_p._5,_color.jpg) (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

Görsel 3.12 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-car-highway-suv-speeding-image47594034> (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

Görsel 3.13 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-abs-emergency-braking-tracks-image20787030> (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

Görsel 3.14 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-lhcb-detector-cern-geneva-buildings-experiment-switzerland-http-public-web-ch-public-en-en-image33990608> (Erişim: 06.01.2017, 14:00)

4. Ünite

Alıntılar

[4.1] Sunay, Ç. (2016). Enerjinin Korunumu. J. Baker içinde, Gerçekten Bilmeniz Gereken 50 Fizik Fikri (s. 20-22). İstanbul: Domingo Yayınevi.

[4.2] <http://anadolukuzey.gov.tr/Resimler/files/birliktesaglik3.pdf>

[4.3] Net, B. (2003, Haziran). Con Ahmet'in Makineleri. Bilim Teknik, s. 22.

[4.4] Başkanlığı, S. G. (2016). Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

[4.5] Yağbasan, (2005). Fizikte Sık Rastlanılan Kavram Yanılgıları. Güneş, Özdemir, Temiz, Gülçiçek, Kanlı, Ünsal, & D. T. Tunç içinde, Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu FİZİK (s. 63-70). Ankara: Gazi Kitabevi.

[4.6] (2007). TÜBİTAK 2006-14. Ulusal Fizik Olimpiyatı 1. Aşama Soru ve Çözümleri. Y. Öztaş içinde, TÜBİTAK Ulusal Fizik Olimpiyatı Soru ve Çözümleri (s. 366). İzmir: Altın Nokta Basım Yayın Dağıtım.

[4.7] Başkanlığı, S. G. (2016). Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

[4.8] Başkanlığı, S. G. (2016). Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

[4.9] Başkanlığı, S. G. (2016). Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

[4.10] Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı-Örnek Fen Soruları. PISA Türkiye Resmi Web Sitesi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2015/02/pisa-ornek-sorular-fen.pdf> adresinden alınmıştır. (Erişim: 04.01.2017, 15:00)

Görseller

Ünite Kapağı Görsel-1 https://www.shutterstock.com/tr/image-photo/solar-panel-on-red-roof-reflecting-72500704?src=-P1xx_TZAJcLymyeiMckxQ-1-25 (Erişim: 30.01.2018, 11:52)

Ünite Kapağı Görsel-2 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-roller-coaster-ride-breathtaking-park-image48961901> (Erişim: 09.01.2017, 09:30)

Ünite Kapağı Görsel-3 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-panoramic-view-wind-farm-turkey-sun-spring-day-image68281324> (Erişim: 09.01.2017, 09:40)

Ünite Kapağı Görsel-4 <https://www.dreamstime.com/stock-image-turkish-shish-kebab-image20515001> (Erişim: 09.01.2017, 09:40)

Ünite Kapağı Görsel-5 <http://www.dsi.gov.tr/images/dsi-foto-galeri/ataturk-baraji.jpg?sfvrsn=6> (Erişim: 09.01.2017, 09:30)

Görsel 4.1 <https://www.dreamstime.com/editorial-stock-image-camaro-wheelie-napierville-june-rear-side-view-classic-drag-car-making-track-challenger-cuda-owners-association-image56133554> (Erişim: 09.01.2017, 09:40)

Görsel 4.2 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-image-car-3-service-image4811006> (Erişim: 09.01.2017, 09:45)

Görsel 4.3 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-traditional-ottoman-archery-canakkale-turkey-september-biga-played-host-to-hundreds-archers-third-annual-osman-bey-image33528220> (Erişim: 09.01.2017, 09:45)

Görsel 4.4 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-energy-icons-colorful-set-relating-to-power-white-background-image55855605> (Erişim: 09.01.2017, 09:50)

Görsel 4.5 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-light-bulb-lamp-blackboard-background-copy-space-image49720988> (Erişim: 09.01.2017, 09:50)

Görsel 4.6 <https://www.dreamstime.com/stock-images-energy-chart-clipping-path-image23114584> (Erişim: 09.01.2017, 10:00)

5. Ünite

Alıntılar

[5.1] <http://eng.harran.edu.tr/~hbulut/EnerjiTasarrufu.pdf>

[5.2] 48. Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması. (2017). TÜBİTAK: <https://www.tubitak.gov.tr/tr/yarismalar/icerik-lise-ogrencileri-arastirma-projeleri-yarismasi> adresinden alınmıştır

[5.3] Yağbasan, (2005). Fizikte Sık Rastlanılan Kavram Yanılgıları. Güneş, Özdemir, Temiz, Gülçiçek, Kanlı, Ünsal, & D. T. Tunç içinde, Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu FİZİK (s. 63-70). Ankara: Gazi Kitabevi.

[5.4] (2007). TÜBİTAK 2006-14. Ulusal Fizik Olimpiyatı 1. Aşama Soru ve Çözümleri. Y. Öztaş içinde, TÜBİTAK Ulusal Fizik Olimpiyatı Soru ve Çözümleri (s. 369). İzmir: Altın Nokta Basım Yayın Dağıtım.

[5.5] Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı-Örnek Fen Soruları. PISA Türkiye Resmi Web Sitesi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2015/02/pisa-ornek-sorular-fen.pdf> adresinden alınmıştır. (Erişim: 04.01.2017, 15:00)

[5.6] Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı-Örnek Fen Soruları. PISA Türkiye Resmi Web Sitesi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2015/02/pisa-ornek-sorular-fen.pdf> adresinden alınmıştır. (Erişim: 04.01.2017, 15:00)

Görseller

Ünite Kapağı Görsel-1 <https://www.dreamstime.com/stock-images-natural-iceberg-polar-bear-image18878684> (Erişim: 10.01.2017, 10:00)

Ünite Kapağı Görsel-2 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-iron-blocks-image7828348> (Erişim: 10.01.2017, 11:00)

Ünite Kapağı Görsel-3 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-expansion-joint-sawtooth-modern-bridge-image55500732> (Erişim: 10.01.2017, 11:00)

Ünite Kapağı Görsel-4 <https://www.dreamstime.com/stock-photos-heating-system-boiler-room-equipments-image27593993> (Erişim: 10.01.2017, 11:00)

Ünite Kapağı Görsel-5 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-images-hot-air-balloons-colorful-over-blue-sky-image34021809> (Erişim: 10.01.2017, 11:00)

Görsel 5.1 Görsel tasarım uzmanınca hazırlanmıştır.

Görsel 5.2 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-industrial-oven-multi-level-baking-bakery-image62432120> (Erişim: 10.01.2017, 12:00)

Görsel 5.3 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photography-thermometer-isolated-white-background-image32526447> (Erişim: 10.01.2017, 12:00)

Görsel 5.4 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-body-temperature-patient-medical-doctor-checking-little-digital-thermometer-image44239723> (Erişim: 10.01.2017, 12:00)

Görsel 5.5 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-thermometer-digital-isolated-white-background-image48760191> (Erişim: 10.01.2017, 12:10)

Görsel 5.6 <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-convection-land-breeze-sea-breeze-transfer-thermal-energy-particles-moving-fluid-thermal-energy-image42169188> (Erişim: 10.01.2017, 12:10)

Görsel 5.7 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-sick-man-bed-having-headache-holding-hot-water-bottle-image67172421> (Erişim: 10.01.2017, 12:10)

Görsel 5.8 <https://www.dreamstime.com/stock-image-ice-cubes-image1950991> (Erişim: 10.01.2017, 12:10)

Görsel 5.9 <https://www.dreamstime.com/stock-photos-couple-ice-skating-pond-image23209763> (Erişim: 10.01.2017, 12:10)

Görsel 5.10 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photography-glass-saucepan-image8353337> (Erişim: 11.01.2017, 12:10)

Görsel 5.11 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-fruit-juice-image5499950> (Erişim: 11.01.2017, 12:10)

Görsel 5.12 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photo-man-installing-fiberglass-insulation-image7707225> (Erişim: 11.01.2017, 12:30)

Görsel 5.13 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-convection-current-image27506120> (Erişim: 11.01.2017, 12:30)

Görsel 5.14 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-images-candle-image3102499> (Erişim: 11.01.2017, 12:30)

Görsel 5.15 <http://www.mgm.gov.tr/?il=Ankara&ilce=Cankaya>

6. Ünite

Alıntılar

[6.1] Yağbasan, (2005). Fizikte Sık Rastlanılan Kavram Yanılgıları. Güneş, Özdemir, Temiz, Gülçiçek, Kanlı, Ünsal, & D. T. Tunç içinde, Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu FİZİK (s. 63-70). Ankara: Gazi Kitabevi.

[6.2] (2007). TÜBİTAK 2006-7. Ulusal Fizik Olimpiyatı 1. Aşama Soru ve Çözümleri. Y. Öztaş içinde, TÜBİTAK Ulusal Fizik Olimpiyatı Soru ve Çözümleri (s. 169). İzmir: Altın Nokta Basım Yayın Dağıtım.

[6.3] Grubu, B. A. (1999). Birinci Aşama Deneme Sınavları Sınav-V. R. Kamer, Bilikmen, & Günal içinde, Ulusal Fizik Olimpiyadları Soru ve Cevapları 1990-1999 (s. 182). Ankara: Tübitak Matbaası.

[6.4] Elektromanyetik Alanların Etkileri. (tarih yok). Elektrik Mühendisleri Odası: http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461_ek.pdf adresinden alınmıştır. (Erişim: 12.01.2017, 12:30)

Görseller

Ünite Kapağı Görsel-1 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-image-tesla-s-light-bulb-image4768836> (Erişim: 15.01.2017, 12:30)

Ünite Kapağı Görsel-2 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-thunder-lightning-over-city-image31877198> (Erişim: 15.01.2017, 12:30)

Ünite Kapağı Görsel-3 <https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/electric-field-lines-two-opposing-charges-474690202?src=QZNUAPRAKblrUXfjHC4LfA-1-0> (Erişim: 15.01.2017, 12:40)

Ünite Kapağı Görsel-4 <https://www.shutterstock.com/tr/image-photo/powder-coating-metal-parts-318808016?src=VrPolniuxiwkzc5c-gfyqw-1-7> (Erişim: 15.01.2017, 12:50)

Ünite Kapağı Görsel-5 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photo-xerox-printers-service-image21319435> (Erişim: 15.01.2017, 12:30)

Görsel 6.1 <https://www.dreamstime.com/stock-image-atom-nucleus-protons-image12054341> (Erişim: 15.01.2017, 12:30)

Görsel 6.2 <https://www.dreamstime.com/stock-image-airplane-flying-storm-image13199601> (Erişim: 15.01.2017, 12:30)

Görsel 6.3 <https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/van-de-graaff-generator-180521162> (Erişim: 15.01.2017, 12:50)

Görsel 6.4 <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-golden-power-plug-white-wall-concept-image34274128>

Görsel 6.5 <https://www.dreamstime.com/stock-photo-welding-copper-ground-wire-ground-rod-image82133345> (Erişim: 15.01.2017, 12:50)

Görsel 6.6 <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-electrical-grounding-sign-warning-symbol-yellow-triangle-isolated-white-text-ground-terminal-vector-illustration-image82511095> (Erişim: 15.01.2017, 13:00)

Genel

Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2016). Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

James, I. (2015). Büyük Fizikçiler. (S. Erduman, Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Challoner, j. (2000). Fizik. (G. Tanrıöver, Çev.) Ankara: Tübitak.

Kuhn, K. F. (2016). Temel Fizik. (A.G. Tanır, K. Koç, Çev.) Ankara: Nobel Yayıncılık.

Lansana, J. (2008). Genel Atlas Fizik ve Kimya. (Z. İyidoğan Babayiğit, Çev.) İstanbul: Altın Kitaplar.

Feynman, R., Leighton, R., & Sands, M. (2016). Fizik Dersleri. (Z. Aydın, Çev.) İstanbul: Alfa Bilim.

Bueche, F. J., & Jerde, D. A. (2003). Fizik İlkeleri 1. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Guillen, M. (2014). Dünyayı Değiştiren Beş Denklem. (G. Tanrıöver, Çev.) Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.

Lewin, W. (2012). Fizik Aşkına. (N. Çatlı, Çev.) İstanbul: Metis Bilim.

Halliday, Recnick, R., & Walker, J. (2013). Fiziğin Temelleri 1. Kitap. (B. G. Akınoğlu, H. M. Alev, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

MEB (2018). Ortaöğretim Fen Lisesi Fizik Dersi Öğretim Programı. Ankara.

TDK Türkçe Sözlük. (2012). Ankara : TDK Yayınları.

TDK Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara : TDK Yayınları.

Tarihçe: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. (2009, Haziran 22). Türkiye Atom Enerjisi Kurumu: <http://www.taek.gov.tr/kurumsal/tarihce.html> adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 13:00)

Hakkımızda. Aselsan: <http://www.aselsan.com.tr/tr-tr/hakkimizda/Sayfalar/Default.aspx> adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 13:30)

Hakkımızda. TÜBİTAK: <https://www.tubitak.gov.tr/tr/icerik-hakkimizda> adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 13:30)

About Nasa. (2017, Şubat 17). Nasa: <https://www.nasa.gov/about/index.html> adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 13:30)

About us: ESA. ESA: http://m.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 13:40)

About CERN. CERN: <https://home.cern/about> adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 13:45)

Müze. İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi: <http://www.ibttm.gov.tr/TR,84340/islam-bilim-ve-teknoloji-tarihi-muzesi.html> adresinden alınmıştır. (Erişim: 13.04.2017, 13:10)

Temel Birimler. Ulusal Metroloji Enstitüsü: <http://www.ume.tubitak.gov.tr/tr/icerik/temel-birimler> adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 13:45)

Ebru: Türk Kâğıt Süsleme Sanatı. T.C. KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI ARAŞTIRMA VE EĞİTİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ: <http://aregem.kulturturizm.gov.tr/TR,51002/ebru-turk-kagit-susleme-sanati.html> adresinden alınmıştır. (Erişim: 08.01.2017, 14:30)

<http://files.eba.gov.tr/MyFiles/20170315/d26d4b4fee624e15977d38c436a6a6e0f5d44053e0764acc8d273db6ef2e22ac.rar?name=%C4%B1s%C4%B1-simulasyon.rar>

<https://java.com/tr/download/>

Dizin

A

adezyon 35, 48, 49, 50, 52, 53, 162
ağırlık 29, 36, 57, 74, 90, 94, 108, 167
akışkan 168
akışkanlar 167
akustik 19, 20
alınan yol 57, 66, 167
anlık hız 57, 68, 86, 163
ASELSAN 25, 26
atıf 28, 167
atom ve molekül fiziği 162
avantaj 81, 113, 136, 164, 167
aydınlanma 16

B

bazal metobolizma 167
bilim araştırma merkezi 13
bilimsel yöntem 30
birbirini tutma 35, 48
birim 31, 32, 36, 37, 41, 49, 54, 61, 67, 73, 101, 105,
107, 108, 116, 127, 143, 144, 153, 154, 155,
158, 162, 167
biyoloji 14, 18, 19, 27
boyut 135, 136
bulgu 167

C

CERN 17, 26, 27, 177
cisim 36, 48, 58, 60, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79,
81, 82, 85, 90, 91, 93, 94, 96, 107, 108, 110, 137,
144, 147, 149, 153, 157, 159, 161, 169

D

dayanıklılık 19, 35, 46, 48
deney 14, 25, 30, 75, 167
devridaim 104, 167
dezavantaj 113, 164, 167
doğrultu 22, 31, 69, 71, 82, 106, 152, 153, 167

E

efor 90, 167
eğim 63, 66, 82, 167
elektrik 15, 18, 81, 92, 100, 101, 102, 104, 110, 111,
112, 116, 126, 143, 144, 148, 149, 150, 151,
152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 164, 167
elektrik alan 143, 153, 154, 155, 156
elektiriksel yük 148, 167
elektromanyetizma 18, 30, 162
enerji 14, 15, 16, 17, 21, 26, 27, 30, 80, 89, 93, 94, 95,
97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106,
107, 108, 111, 112, 115, 116, 123, 124, 126,

127, 129, 137, 138, 141, 157, 162, 164, 165,
167, 168, 169

enerji aktarımı 116, 137, 167
enerji değişimi 16, 93, 107, 167
enerji dönüşümü 89, 101, 103
enerji korunumu 89
ESA 26, 27, 177
esneklik 16, 19, 89, 90, 96, 97, 106, 107, 108
esneklik katsayısı 97
esneklik potansiyel enerjisi 89, 90, 96, 106, 107
eşit kollu terazi 40, 167
etkinlik 59, 121, 167, 169
etki-tepki kuvvetleri 57, 167
eylemsizlik 57, 72, 82, 167

F

Faraday kafesi 143, 148
felsefe 14, 20
fizik bilimi 14
fizikokimya 18

G

gaz 18, 35, 50, 52, 69, 104, 105, 106, 108, 117, 122,
123, 137, 138, 161, 165, 167
genleşme 115, 116, 135, 136, 140, 167
gezegen 14, 17
gölge 16
gözlem 14, 82, 119, 167, 169
grafik 40, 65, 82, 84, 110, 112, 123, 128, 165, 168
güç 11, 16, 24, 89, 92, 100, 107, 113, 129, 164, 167

H

hacim 22, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 52, 53,
135, 136, 137, 162, 167
hâl değişimi 16, 115, 116, 122, 123, 124, 137
hareket 17, 48, 50, 57, 58, 59, 63, 64, 65, 66, 67, 68,
69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 80, 82, 83, 84, 87, 89,
90, 91, 92, 94, 100, 101, 107, 120, 137, 147,
149, 150, 152, 157, 168
hız 21, 22, 57, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 82, 83, 84,
86, 89, 93, 163, 168

I

ısı 16, 18, 21, 91, 99, 100, 101, 102, 107, 115, 116,
120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128,
129, 132, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 168
Isı enerjisi 16, 100, 138
ısı 16, 115, 116, 124, 126, 127, 137, 139, 140, 169
ısı denge 16, 115, 116, 124, 137
ısı sığası 115, 137
ışık şiddeti 21

I

iletim 8, 16, 105, 115, 126, 127, 128, 129, 137
iletken 11, 18, 27, 101, 132, 143, 144, 145, 146, 147,
148, 149, 151, 152, 153, 156, 157, 159, 160, 170
iş 26, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 105, 106, 107, 108,
129, 130, 132, 167, 168
ivme 21, 22, 57, 67, 68, 72, 80, 82, 86, 93, 163
izotop 16

J

joule 168

K

katı 16, 18, 31, 35, 38, 45, 52, 53, 55, 72, 117, 122,
123, 129, 137, 140
katıhâl fiziği 16, 30, 162
kavram 30, 52, 53, 82, 107, 137, 157, 168
kaynak 111, 168
kılcallık 20, 35, 50, 52, 162
kırınım 16
kimya 14, 18, 19, 27, 29
kinetik 20, 50, 77, 78, 79, 85, 89, 90, 91, 93, 98, 99,
101, 106, 107, 108, 109, 116, 137, 168
kinetik enerji 89, 93, 98, 99
klasik fizik 15
kohezyon 35, 48, 49, 50, 52, 53
konum 32, 57, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 83, 84, 86, 163
konveksiyon 16, 126, 127, 138
kristal 51
kuvvet 19, 21, 22, 23, 53, 57, 69, 70, 71, 72, 73, 74,
76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 89, 90, 91, 92, 93,
94, 96, 97, 107, 109, 143, 150, 152, 153, 156,
157, 158, 160, 167, 168
küresel ısınma 105, 115, 132
kütle 21, 22, 23, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 49, 52,
53, 54, 55, 57, 70, 72, 74, 77, 78, 82, 100, 120,
140, 144, 162, 169

L

lazer 16, 18
limit hız 168

M

madde 14, 19, 21, 35, 36, 40, 41, 42, 45, 48, 50, 55,
81, 100, 105, 116, 120, 122, 124, 126, 127, 135,
137, 138, 143, 144, 157, 158, 160, 164, 168, 169
matematik 14, 18, 20, 29, 75
Maxwell 15
mekanik 20, 30, 44, 72, 82, 89, 98, 106, 107, 116, 162
mekanik enerji 89, 98, 107
mineral 45, 107, 168
modelleme 168
modern fizik 15

N

NASA 26, 27
Newton 7, 15, 57, 69, 70, 72, 74, 75, 77, 82, 108, 168,
172, 173
nicel 14, 44, 51, 62, 116, 117, 137
nüfus 104, 110
Nükleer fizik 15

O

optik 16, 18, 29, 30
ortalama hız 57, 86, 163
ortalama sürat 66

Ö

ölçüm 21, 118, 162
öteleme 48, 58, 82, 89, 90, 91, 106, 107, 109, 168
öz ısı 115, 120, 122, 140
özkütle 21, 22, 32, 35, 40, 41, 44, 45, 46, 52, 53, 55,
126, 162

P

proje 130, 131, 132, 133, 134, 168
protein 107, 168
proton 70, 144, 157, 167

R

radyasyon 16, 26, 160
rakım 168
referans noktası 57, 58, 62, 118

S

sıcaklık 11, 16, 21, 22, 31, 32, 36, 41, 52, 53, 54, 113,
115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123,
125, 126, 127, 128, 129, 132, 135, 136, 137,
138, 139, 140, 141, 165, 167, 168
sıvı 18, 35, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51,
52, 54, 55, 117, 119, 122, 123, 135, 137, 138,
140, 167, 168
simülasyon 41, 58, 59, 60, 61, 63, 67, 68, 72, 148, 168
spektrometre 17
statik 77, 78, 79, 85
sürat 32, 57, 65, 66, 86, 163
sürtünme kuvveti 57, 70, 77, 79, 80, 82, 85, 90, 91,
103, 110

T

TAEK 25, 26
teori 14, 25, 81
terim 22, 169
termal kamera 16
termodinamik 15, 18, 30, 162
termometre 21, 117, 118, 137, 139
titreşim 57, 58, 59, 116, 169

TÜBİTAK 25, 28, 29, 133, 170, 172, 174, 175, 176, 177

U

uydu 27, 32, 162

V

vektör 22, 23, 31, 83
vektörel büyüklük 22
verim 89, 103, 107
vitamin 107, 169

Y

yakıt 66, 108, 129, 150, 164, 165, 169
yalıtkan 126, 143, 144, 146, 148, 149, 151, 157, 160
yansıma 16
yapışma 35, 48, 52
yenilenebilir enerji 89, 108
yenilenemez enerji 89
yer çekimi 57, 73, 89, 94, 95, 98, 101, 106, 107, 108,
113, 157, 169
yer çekimi ivmesi 57, 73
yer değiştirme 22, 57, 60, 61, 83, 86, 89, 90, 91, 94,
108, 109, 163
yıldız 14, 17
yol 11, 14, 20, 23, 33, 44, 57, 60, 61, 62, 66, 80, 82, 84,
86, 91, 92, 104, 105, 106, 109, 118, 136, 167,
169
yöntem 30, 138, 148, 169
yörünge 20, 62, 84, 163
yükklü 17, 69, 70, 128, 144, 145, 146, 147, 149, 152,
153, 157, 158, 159
yüksek enerji ve plazma fiziği 17, 162
yüzey gerilimi 35, 49, 50, 51, 52

Z

zaman 3, 15, 20, 21, 24, 32, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66,
67, 68, 79, 82, 83, 84, 86, 93, 95, 116, 121, 123,
128, 133, 138, 139, 163, 165, 169