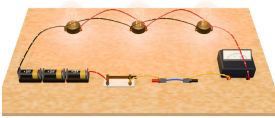


Lumo

Sanal Laboratuvar

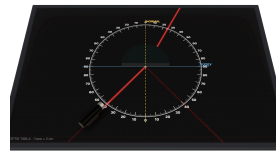
Ortaokul fen dersleri için
üç boyutlu deney istasyonları



1 Elektrik Devreleri



2 Yoğunluk: Yüzme ve Batma



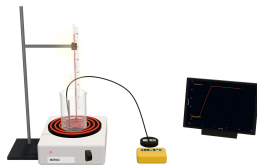
3 Işığın Yansıması ve Kırılması



4 Mikroskopta Hücre Gözlemi



5 Asitler ve Bazlar



6 Isı, Sıcaklık ve Hal Değişimi



7 Karışımların Ayrılması



8 Basit Makineler

Laboratuvarı olmayan bir okulda da her öğrenci deneyi kendisi yapsın.

Lumo, öğrencilerin bilgisayarda bir okul laboratuvarında birinci şahıs bakışla dolaştığı, hazır deney düzeneklerinde değişkenleri kendisi değiştirip ölçüm yaptığı üç boyutlu bir fen laboratuvarıdır. Her istasyon Fen Bilimleri programındaki bir konuya ayrılmıştır. Ölçümler veri tablosuna kaydedilir ve rapor öğretmene gönderilir.



Tek dosya

Kurulum ve hesap gerekmez.
Yaklaşık 1 MB'lık dosya çift tıklanınca tarayıcıda açılır.



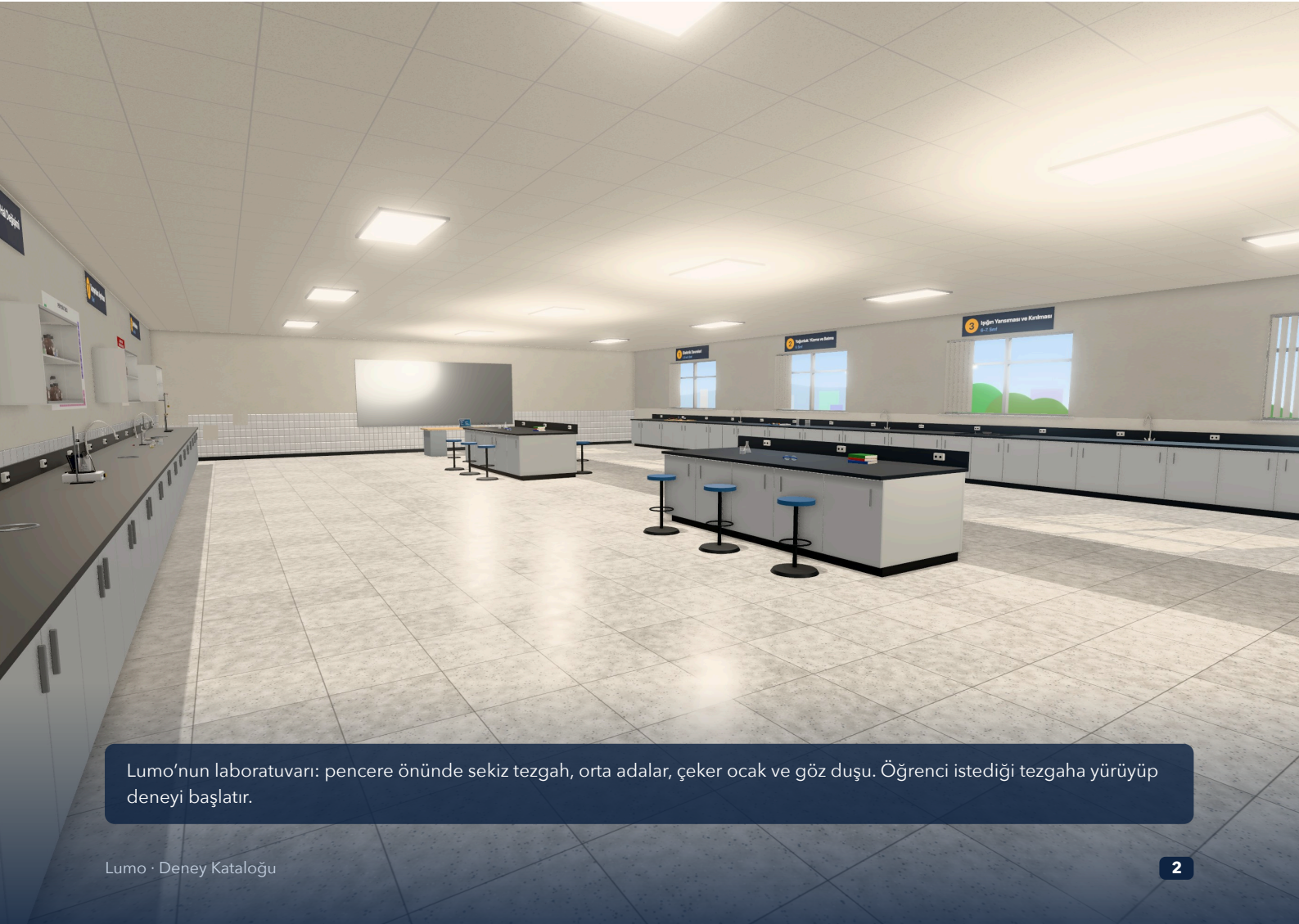
Sekiz istasyon

Elektrikten mikroskoba, asit-bazdan basit makinelere 5-8. sınıfların temel deneyleri.



Öğretmene rapor

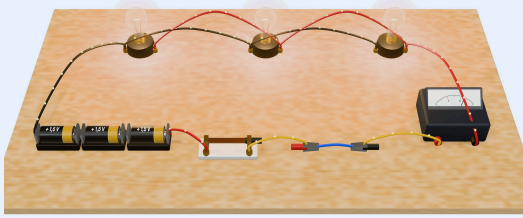
Öğrenci raporunu tek düğmeyle gönderir. Öğretmen portalı raporları yapay zeka ile değerlendirir.



Lumo'nun laboratuvarı: pencere önünde sekiz tezgah, orta adalar, çeker ocak ve göz duşu. Öğrenci istediği tezgaha yürüyüp deneyi başlatır.

Sekiz deney istasyonu

Her istasyon, gerçek bir okul laboratuvarındaki düzeneğin üç boyutlu karşılığıdır. Renkler öğrenme alanını gösterir: ● fiziksel olaylar, ● madde ve doğası, ● canlılar ve yaşam.



1 Elektrik Devreleri

5, 6 ve 8. sınıf

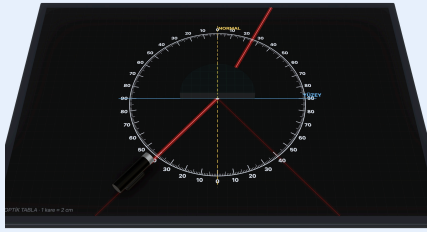
s. 7



2 Yoğunluk: Yüzme ve Batma

6. sınıf

s. 9



3 Işığın Yansıması ve Kırılması

6 ve 7. sınıf

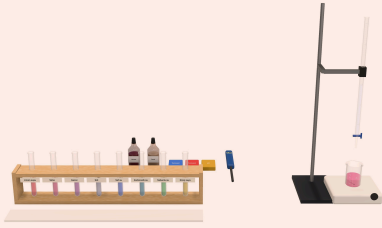
s. 11



4 Mikroskopla Hücre Gözlemi

5. sınıf

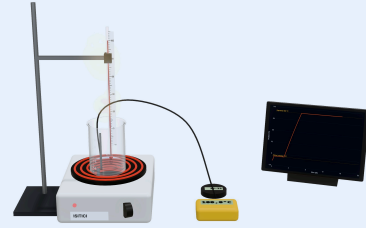
s. 13



5 Asitler ve Bazlar

8. sınıf

s. 16



6 Isı, Sıcaklık ve Hal Değişimi

5 ve 6. sınıf

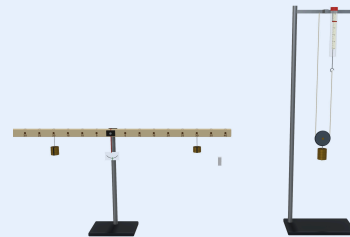
s. 18



7 Karışımların Ayrılması

7. sınıf

s. 20



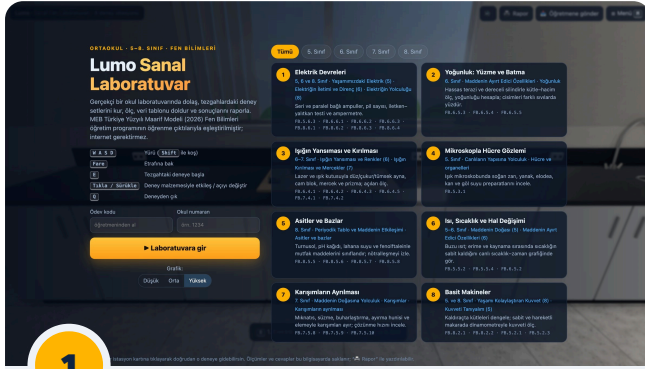
8 Basit Makineler

5 ve 8. sınıf

s. 22

Lumo ile bir ders

Bir istasyon bir ders saatine (40 dakika) göre tasarlandı. Hazırlık gerekmez: dosya açılır, öğrenciler bireysel ya da ikışerli çalışır. Etkileşimli tahtada deney sınıfça da yapılabilir.



1

Dosyayı açın

Açılış ekranında sınıf düzeyi seçilir. Öğrenci öğretmeninden aldığı ödev kodunu ve okul numarasını yazar.



2

Laboratuvarda dolaşın

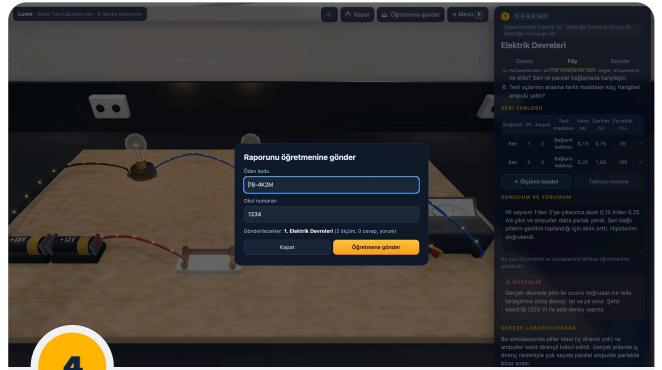
W, A, S, D tuşlarıyla yürünür, fareyle bakılır. Bir tezgaha yaklaşıp E tuşuna basınca düzeneğin başına geçilir.



3

Deneyi yapın

Sağdaki panelde düzenek ayarlanır ve ölçülür. Föy sekmesinde amaç, değişkenler, adımlar ve veri tablosu vardır.



4

Raporu gönderin

"Öğretmene gönder" düğmesi ölçümleri, cevapları ve öğrencinin yorumunu öğretmen portalına iletir.

Gerekler

Chrome, Edge, Firefox ya da Safari yüklü bir bilgisayar veya etkileşimli tahta (WebGL 2), internet bağlantısı (rapor göndermek için).

Grafik arayı

Düşük, orta ve yüksek kalite seçilebilir. Bilgisayar yavaşsa kalite kendiliğinden düşer.

Kayıtlar

Ölçümler tarayıcıda saklanır ve "Öğretmene gönder" ile portala iletir. Yazdırılabilir rapor da alınabilir.

Öğretim programıyla eşleşme

İstasyonlar, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (2026) ünite-lerine ve öğrenme çıktılarına göre hazırlandı. Çıktıların resmi metni her istasyonun deney fö-yünde yer alır.

İstasyon	5	6	7	8	Ünite ve öğrenme çıktıları
1 Elektrik Devreleri	●	●		●	Yaşamımızdaki Elektrik (5) · Elektriğin İletimi ve Direnç (6) · Elektriğin Yolculuğu (8) FB.5.6.3 FB.6.6.1 FB.6.6.2 FB.6.6.3 FB.8.6.1 FB.8.6.2-4
2 Yoğunluk: Yüzme ve Batma		●			Maddenin Ayırt Edici Özellikleri FB.6.5.3 FB.6.5.4 FB.6.5.5
3 Işığın Yansıması ve Kırılması		●	●		Işığın Yansıması ve Renkler (6) · Işığın Kırılması ve Mercekler (7) FB.6.4.1 FB.6.4.2 FB.6.4.3 FB.6.4.5 FB.7.4.1 FB.7.4.2
4 Mikroskopla Hücre Gözlemi	●				Canlıların Yapısına Yolculuk FB.5.3.1
5 Asitler ve Bazlar				●	Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi FB.8.5.5 FB.8.5.6 FB.8.5.7 FB.8.5.8
6 Isı, Sıcaklık ve Hal Değişimi	●	●			Maddenin Doğası (5) · Maddenin Ayırt Edici Özellikleri (6) FB.5.5.2 FB.5.5.4 FB.6.5.2
7 Karışımların Ayrılması			●		Maddenin Doğasına Yolculuk FB.7.5.8 FB.7.5.9 FB.7.5.10
8 Basit Makineler	●			●	Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet (8) · Kuvveti Tanıyalım (5) FB.8.2.1 FB.8.2.2 FB.5.2.1 FB.5.2.3

FB.8.2.2 Çizgili çerçeveli kodlar kısmen karşılanır ve öğretmenin ek bir etkinliğiyle tamamlanır. Kaynak: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, tymm.meb.gov.tr.

Raporlama ve yapay zeka ile değerlendirme

Öğrenci deneyini bitirince raporunu tek düğmeyle öğretmen portalına gönderir. Portal raporları yapay zeka ile değerlendirir ve öğretmene sınıfın tamamını özetler. Son karar her zaman öğretmendir.



Öğrencinin adı istenmez, ödev kodu ve okul numarası yeterlidir.

"Sonuçum ve yorumum" alanı, yapay zeka değerlendirmesinin ana girdisidir.

Dereceli puanlama anahtarı

Veri	Ölçüm sayısı yeterli mi, değerler simülasyon modeliyle tutarlı mı?
Değişken kontrolü	Bir seferde tek bir değişken mi değiştirilmiş?
Sonuç ve yorum	Yorum ölçümlere dayanıyor mu, araştırma sorusunu cevaplıyor mu?
Kavram yanlışları	Sık görülen yanlışlar (ör. "akım ampulde harcanır") aranır.
Öğrenme çıktıları	Her değerlendirme ilgili MEB öğrenme çıktısına bağlanır.

Öğretmene sunulan rapor

Örnek görünüm · portal geliştirme aşamasında

7-B · Elektrik Devreleri

28 öğrenciden 26'sı gönderdi

Öğrenme çıktısına göre başarı

FB.5.6.3		%88
FB.6.6.1		%92
FB.6.6.3		%71
FB.8.6.1		%64

Sık görülen kavram yanlışları

"Akım ampulde harcanır"	7
Paralelde parlaklık azalır sanmak	5

Dikkat gerektiren raporlar

Modelle uyuşmayan ölçüm	2
Yorumu boş	3

Öğrenci 1234 Veri tutarlı

Pil sayısının etkisini tek değişkeni değiştirerek incelemiştir. "seri bağlı pillerin gerilimi toplanır" açıklaması doğru. Öneri: deneyi paralel bağlı ampullerle tekrarlar.

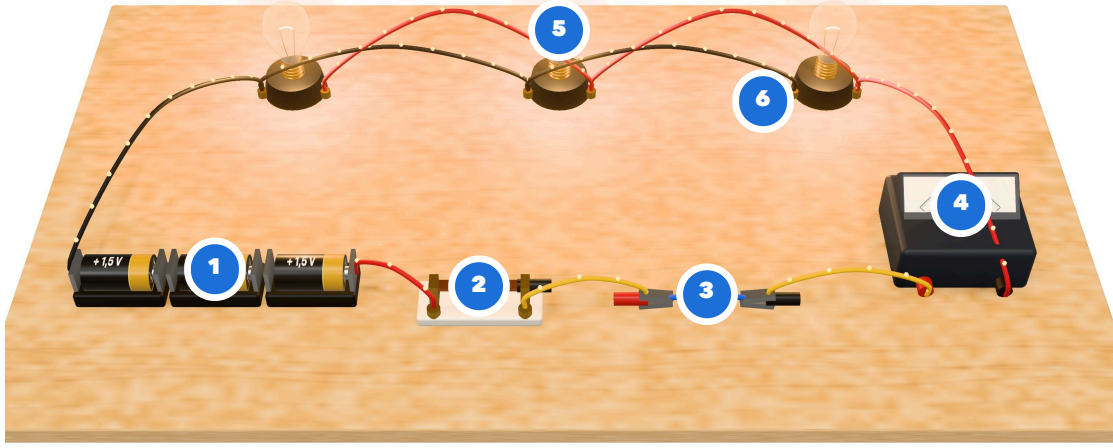
Önerilen değerlendirme **4 / 5**

Onayla
Düzenle

1

Elektrik Devreleri

5, 6 ve 8. sınıf · Yaşamımızdaki Elektrik (5) · Elektrik'in İletimi ve Direnç (6) · Elektrik'in Yolculuğu (8)



1 Pil yatağı (3 × 1,5 V)

2 Bıçaklı anahtar

3 Test uçları

4 Ampermetre

5 Duyulu ampuller

6 Bağlantı kabloları

Öğrenci pil yatağı, duylu ampuller, bıçaklı anahtar, ampermetre ve timsah uçlu test kablolarından oluşan bir devre tahtasıyla çalışır. Devre elemanları yer değiştirmeden pil ve ampul sayısı, bağlama şekli ve test edilen madde değiştirilebilir. Ampermetre ve voltmetre değerleri anında okunur.

Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Basit bir elektrik devresinin elemanlarını ve görevlerini tanımak
- ✓ Pil ve ampul sayısının ampul parlaklığına etkisini deneyle bulmak
- ✓ Seri ve paralel bağlı ampullerin parlaklığını ve bir ampul söküldüğünde diğerlerine ne olduğunu karşılaştırmak
- ✓ Maddeleri elektrik'i iletme durumlarına göre sınıflandırmak
- ✓ Reosta ve nikrom tel ile direncin akıma etkisini gözlemek
- ✓ Ampermetre ve voltmetreyle akım ve gerilim ölçmek. Gerilim-akım ilişkisini (Ohm yasası) keşfetmek



Sınıf
5, 6 ve 8. sınıf



Süre
1 ders saati (40 dk)



Çalışma
Bireysel ya da ikili, etkileşimli tahtada sınıfça



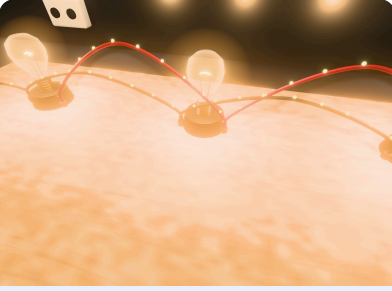
Zorluk
Kolay (5. sınıf) - orta (8. sınıf)



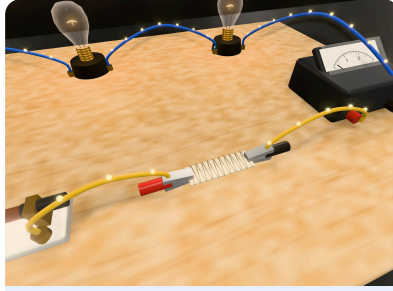
Ön bilgi
Devre elemanları ve sembolleri, 8. sınıfta akım ve gerilim

Deneyin yapılışı

- 1 Anahtar açıkken bir pil ve bir ampulle devreyi kurun. Anahtarı kapatıp ampermetreyi okuyun.
- 2 Pil sayısını 2'ye ve 3'e çıkarın. Akım ve parlaklık nasıl değişiyor?
- 3 Ampul sayısını artırın, önce seri, sonra paralel bağlamayı deneyin.
- 4 Bir ampulün üzerine tıklayarak sökün. Seri ve paralel bağlamada diğer ampullere ne olduğunu karşılaştırın.
- 5 Test uçları arasına sırayla farklı maddeler koyun. Ampulü yakanları iletken olarak sınıflandırın.
- 6 Reostayı ya da nikrom teli bağlayın. Direnci (veya telin uzunluğunu) değiştirerek akımı ölçün.



Paralel bağlı ampuller. Her ampulün uçları pilin uçlarına bağlı olduğundan üçü de aynı parlaklıkta yanar.



Test uçları arasına bağlanmış nikrom tel. Telin boyu uzadıkça direnç artar, ampul sönükleşir.

Örnek ölçüm sonuçları

Bağlantı	Pil	Ampul	Akım (A)	Ampul gerilimi (V)	Parlaklık (%)
Seri	1	1	0,25	1,50	100
Seri	1	2	0,13	0,75	25
Seri	1	3	0,08	0,50	11
Paralel	1	2	0,50	1,50	100
Paralel	1	3	0,75	1,50	100
Seri	2	1	0,50	3,00	400
Seri	3	1	0,75	4,50	900

Parlaklık, 1 pil-1 ampul durumuna göre ampulün harcadığı güç olarak verilmiştir. Paralel bağlamada her ampulün parlaklığı değişmez, pilden çekilen toplam akım artar.

Deneyin dayandığı ilke

Seri bağlı pillerin gerilimleri toplanır: $U = n \cdot 1,5 \text{ V}$. Bir devrede akım $I = U / R_{\text{eş}}$ ile bulunur. Seri bağlı özdeş ampullerde eşdeğer direnç $R_{\text{eş}} = k \cdot R$, paralel bağlılarda $R_{\text{eş}} = R / k$ olur. Ampulün parlaklığı harcadığı güçle ($P = U_{\text{ampul}}^2 / R$) artar. Simülasyonda piller iç dirençsiz, ampuller 6Ω sabit dirençli kabul edilir.

Simülasyondaki araç-gereçler

1,5 V alkalın pil ve pil yatağı	3
Duyulu özdeş ampul (6Ω)	3
Bıçaklı anahtar	1
Analog ampermetre (0-3 A)	1
Bağlantı kabloları	-
Timsah uçlu test kabloları	2
Test maddeleri: bakır, demir, alüminyum, grafit, tahta, plastik, cam, silgi	8
Reosta (0-20 Ω)	1
Nikrom tel (10-50 cm, ince/kalın)	1

Öğrenme çıktıları

FB.5.6.3	FB.6.6.1	FB.6.6.2
FB.6.6.3	FB.8.6.1	FB.8.6.2-4

Gerçek laboratuvarıda güvenlik

Gerçek devrede pilin iki ucunu doğrudan bir telle birleştirme (kısa devre): tel ve pil ısınır. Şehir elektriği (220 V) ile asla deney yapma.

Öğretmene öneriler

- "Akım ampulde harcanır" kavram yanılığı: seri devrede ampermetreyi ampulün önüne ve arkasına bağlamak aynı değeri verir.
- Paralel bağlamada parlaklığın değişmemesi ideal pil varsayımına dayanır. Gerçek pillerde iç direnç nedeniyle çok sayıda paralel ampulde parlaklık bir miktar düşer. Bu fark derste tartışılabilir.
- Kurşun kalem ucunun (grafit) iletken olması öğrencileri şaşırtır. Metallerden daha dirençli olduğu için ampul daha sönük yanar.

2

Yoğunluk: Yüzme ve Batma

6. sınıf · Maddenin Ayırt Edici Özellikleri



1 Cisim tepsi

2 Hassas terazi

3 Dereceli silindir (500 mL)

4 Beherglas (1 L)

Tepside sekiz cisim var: tahta, buz, mum, pinpon topu, alüminyum ve demir küp, yumurta ve düzensiz biçimli bir taş. Öğrenci kütleyi terazide, hacmi dereceli silindirde yer değiştirme yöntemiyle ölçer ve yoğunluğu hesaplar. Ardından cisimleri beş farklı sıvıya bırakarak yüzme-batma durumunu yoğunluklarla açıklar.

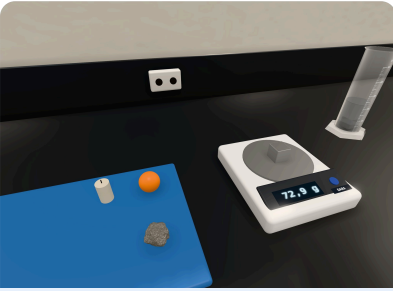
Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Kütle ve hacim ölçümünden yoğunluğu hesaplamak ($d = m / V$)
- ✓ Düzensiz biçimli cisimlerin hacmini yer değiştirme yöntemiyle bulmak
- ✓ Yoğunluğun maddenin ayırt edici bir özelliği olduğunu fark etmek
- ✓ Bir cismin sıvıda yüzmesini ya da batmasını yoğunluklarını karşılaştırarak açıklamak
- ✓ Buzun suda yüzmesinin canlılar için önemini tartışmak

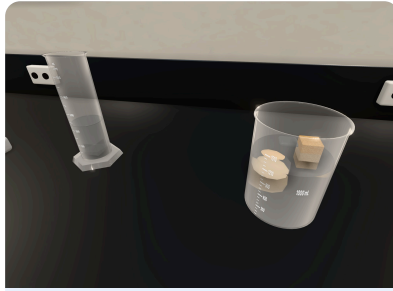
Sınıf
6. sınıfSüre
1 ders saati (40 dk)Çalışma
Bireysel ya da ikiliZorluk
OrtaÖn bilgi
Kütle ve hacim ölçme, bölme işlemi

Deneyin yapılışı

- 1 Tepsiden bir cisim seçip teraziye koyun, kütesini okuyun.
- 2 Aynı cismi 200 mL su bulunan dereceli silindire bırakın. Su seviyesindeki artış cismin hacmidir. Yüzen cisimler ince telle tamamen batırılır.
- 3 Yoğunluğu hesaplayıp "Ölçümü kaydet" ile tabloya ekleyin.
- 4 Cismi behere bırakın, yüzüyor mu, batıyor mu?
- 5 Sıvıyı değiştirin. Yumurta batırıp tuz oranını yavaşça artırın: yumurta hangi oranda yüzmeye başlıyor?



Alüminyum küp terazide: 72,9 g.



Kütlece %18 tuzlu suda yumurta yüzüyor (sıvının yoğunluğu $\approx 1,13 \text{ g/cm}^3$).

Örnek ölçüm sonuçları

Cisim	Kütle (g)	Hacim (cm ³)	Yoğunluk (g/cm ³)	Suda
Pinpon topu	2,7	33,5	0,08	Yüzer
Tahta küp	13,5	27,0	0,50	Yüzer
Mum	16,3	18,1	0,90	Yüzer
Buz küpü	24,8	27,0	0,92	Yüzer
Yumurta	59,4	55,0	1,08	Batar
Taş (granit)	53,0	20,0	2,65	Batar
Alüminyum küp	72,9	27,0	2,70	Batar
Demir küp	212,5	27,0	7,87	Batar

Buz suda ($1,00 \text{ g/cm}^3$) yüzer, etil alkolde ($0,79 \text{ g/cm}^3$) batar. Yumurta suda batar, tuz oranı yaklaşık %11'i geçince yüzer.

Deneyin dayandığı ilke

Yoğunluk birim hacimdeki kütledir: $d = m / V (\text{g/cm}^3)$. Cisim, yoğunluğu sıvınınkinden küçükse yüzer, büyükse batar. Yüzen bir cismin sıvıya batan hacminin toplam hacmine oranı $d_{\text{cisim}} / d_{\text{sıvı}}$ kadardır. Tuz çözündükçe suyun yoğunluğu artar (kütlece %26'da $1,197 \text{ g/cm}^3$). Simülasyondaki hareket, cisme etki eden ağırlık ve kaldırma kuvvetinden hesaplanır.

Simülasyondaki araç-gereçler

Hassas terazi (0,1 g, dara düğmeli)	1
Dereceli silindir, 500 mL	1
Beherglas, 1000 mL	1
Cisimler: tahta, buz, mum, pinpon, alüminyum, demir, yumurta, taş	8
Sıvılar: su, tuzlu su, sıvı yağ, etil alkol, gliserin	5
İnce tel (yüzen cisimleri batırmak için)	1

Öğrenme çıktıları

FB.6.5.3 FB.6.5.4 FB.6.5.5

Gerçek laboratuvarıda güvenlik

Alkol yanıcıdır, ateşten uzak tut. Cam malzemeleri dikkatle taşı, dökülen sıvıyı hemen sil.

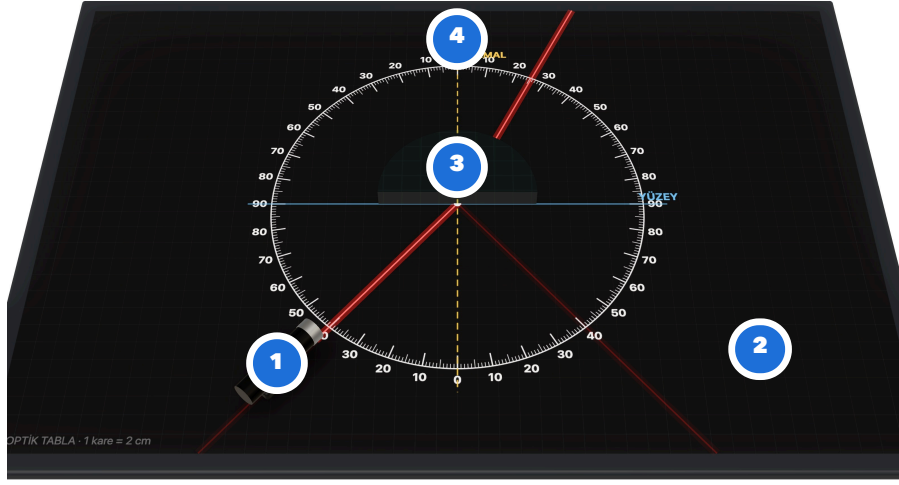
Öğretmene öneriler

- "Ağır cisimler batar, hafifler yüzer" yanlışlığı: 212 g'lık demir küp batar, ama gemiler de demirdendir. Tartışmayı yoğunluğa ve hacme yönlendirin.
- Aynı maddeden büyük ve küçük iki parçanın yoğunluğunun eşit olduğunu vurgulayın.
- Yer değiştirme yönteminde silindirdeki ilk su seviyesinin 200 mL olduğu ekranda yazılıdır. Öğrencilerin farkı kendileri hesaplaması istenebilir.

3

Işığın Yansımaları ve Kırılması

6 ve 7. sınıf · Işığın Yansımaları ve Renkler (6) · Işığın Kırılması ve Mercekler (7)



1 Lazer ışık kaynağı

2 Açı ölçerli optik tabla

3 Yarım daire akrilik blok

4 Normal çizgisi

Üzerinde açı ölçer basılı bir optik tabla, döndürülebilir lazer, beş ışınlı ışık kutusu ve beyaz ışık kaynağı var. Tablaya düz, çukur ve tümsek ayna, pürüzlü yüzey. Yarım daire ve dikdörtgen blok. İnce ve kalın kenarlı mercek ve üçgen prizma yerleştirilebilir. Işının yolu yansıma ve kırılma yasalarıyla gerçek zamanlı hesaplanır.

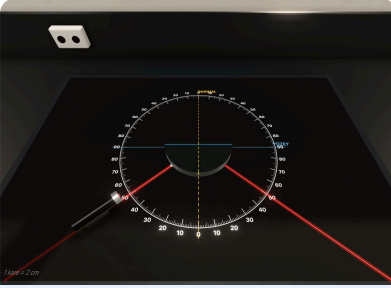
Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Gelme ve yansıma açılarının normalden ölçüldüğünü ve eşit olduğunu deneyle göstermek
- ✓ Düzgün ve dağınık yansımayı karşılaştırmak
- ✓ Düz, çukur ve tümsek aynada ışığın yolunu incelemek
- ✓ Işığın ortam değiştirirken kırıldığını, az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken normale yaklaştığını gözlemlemek
- ✓ Tam yansımayı ve sınır açısını bulmak
- ✓ İnce ve kalın kenarlı merceklerin ışınları toplama ve dağıtma özelliklerini karşılaştırmak
- ✓ Beyaz ışığın prizma ile renklerine ayrıldığını göstermek

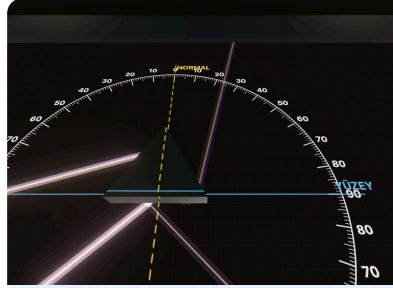
Sınıf
6 ve 7. sınıfSüre
1-2 ders saatiÇalışma
İkili, tahtada sınıfça tartışmaZorluk
OrtaÖn bilgi
Işığın doğrusal yayılması, açı ölçme

Deneyin yapılışı

- 1 Düz aynayı seçin. Lazerin gelme açısını 10°'lik adımlarla değiştirip yansıma açısını kaydedin.
- 2 Pürüzlü yüzeye paralel ışın gönderin: ışınlar neden her yöne dağılıyor?
- 3 Yarım daire bloğu seçin, gelme açısını 0°'den 75°'ye kadar değiştirerek kırılma açısını ölçün.
- 4 "Bloğu çevir" ile ışığı bloğun içinden havaya gönderin. Gelme açısını artırarak tam yansımanın başladığı açıyı bulun.
- 5 Mercekleri ve küresel aynaları paralel ışınlarla deneyin. Odak uzaklığını tabladaki 2 cm'lik karelerden okuyun.
- 6 Prizmaya beyaz ışık gönderin ve renklerin sırasını not edin.



Blok ters çevrildiğinde 50°'lik gelme açısı sınır açısını (42,2°) aştığı için ışık tamamen yansır.



Prizmada renklere ayrılma: kırmızıdan mora doğru artan sapma.

Örnek ölçüm sonuçları

Gelme açısı (°)	0	15	30	45	60	75
Kırılma açısı (°)	0,0	10,0	19,6	28,3	35,5	40,4

Hava → akrilik ($n = 1,49$). Dik gelişte (0°) ışık kırılmadan geçer, diğer bütün açılarda kırılma açısı gelme açısından küçüktür, ışık normale yaklaşır. Ters yönde sınır açısı 42,2°'dir.

Yansıma (düz ayna)

Gelme açısı (°)	10	20	35	50	70
Yansıma açısı (°)	10	20	35	50	70

Odak uzaklıkları

Araç	Odak uzaklığı	Işınlar
İnce kenarlı mercek	10 cm	Odakta toplanır
Kalın kenarlı mercek	10 cm (sanal)	Dağılır
Çukur ayna	12 cm	Odakta toplanır
Tümsek ayna	12 cm (sanal)	Dağılır

Deneyin dayandığı ilke

Yansıma kanunu: gelme açısı yansıma açısına eşittir. Kırılma, Snell yasasına uyar: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$. Akrilik için $n \approx 1,49$, sınır açısı $\theta_s = \sin^{-1}(1/n) \approx 42,2^\circ$. Her kırılmada ışığın bir kısmı Fresnel denklemlerine göre yansır. Prizmadaki camın kırıcılık indisi dalga boyuna bağlıdır. Mor ışık en çok, kırmızı en az kırılır.

Simülasyondaki araç-gereçler

Optik tabla (iletkenli, 2 cm kareli)	1
Lazer ışık kaynağı (kırmızı / yeşil)	1
Beş ışınlı ışık kutusu	1
Beyaz ışık kaynağı	1
Düz, çukur ve tümsek ayna	3
Pürüzlü yüzey (buruşuk folyo)	1
Yarım daire akrilik blok, dikdörtgen cam blok	2
İnce ve kalın kenarlı mercek	2
Üçgen prizma (flint cam)	1

Öğrenme çıktıları

FB.6.4.1	FB.6.4.2	FB.6.4.3
FB.6.4.5	FB.7.4.1	FB.7.4.2

Gerçek laboratuvarlarda güvenlik

Lazer ışığını asla kimsenin gözüne tutma ve doğrudan lazere bakma. Cam bloklar ve aynalar kırılabilir. Kenarları keskin olabilir.

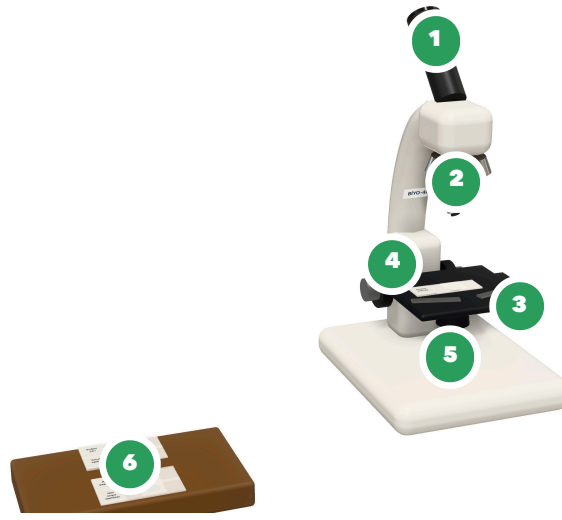
Öğretmene öneriler

- Öğrenciler açıları çoğunlukla yüzeyden ölçer. Tabladaki sarı kesikli çizginin "normal" olduğunu ilk derste vurgulayın.
- Kırılmada her zaman soluk bir yansıyan ışın da oluşur. Ekrandaki "Yansıyan ışık %" değeri bunu gösterir.
- Tam yansımanın fiber optik kablolarındaki kullanımına değinilebilir.

4

Mikroskopla Hücre Gözlemi

5. sınıf · Canlıların Yapısına Yolculuk



1 Göz merceği (10×)

4 Kaba ve ince ayar vidaları

2 Revolver ve objektifler

5 Işık kaynağı

3 Tabla ve preparat

6 Preparat kutusu

Tezgahta revolverli bir ışık mikroskobu ve beş hazır preparat bulunur: iyotla boyanmış soğan zarı, metilen mavisiyle boyanmış yanak epiteli, canlı elodea yaprağı, kan yayması ve göl suyu damlası. Öğrenci preparatı tablaya koyar, ışığı ayarlar, kaba ve ince ayar vidalarıyla netleştirir ve göz merceğinden bakar. Gördüğü yapıları kendisi işaretler, kayıt sırasında eksik ya da yanlış işaretler söylenir.

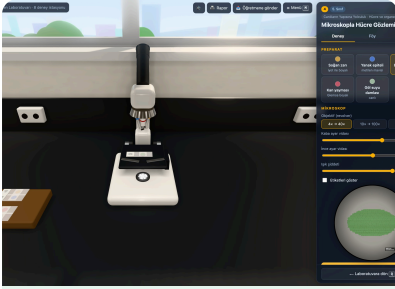
Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Işık mikroskobunun bölümlerini ve doğru kullanım sırasını öğrenmek
- ✓ Toplam büyütmeyi hesaplamak, büyütme arttıkça görüş alanının daraldığını görmek
- ✓ Bitki ve hayvan hücrelerini temel kısımlarına göre karşılaştırmak
- ✓ Hücre duvarı, hücre zarı, sitoplazma, çekirdek ve kloroplastı tanımak
- ✓ Canlı preparatta sitoplazma akıntısını ve tek hücreli bir canlının hareketini gözlemek

Sınıf
5. sınıfSüre
1 ders saati (40 dk)Çalışma
BireyselZorluk
KolayÖn bilgi
Hücrenin temel kısımları

Deneyin yapılışı

- 1 Preparat kutusundan bir preparat seçin. Tablaya yerleştir.
- 2 En küçük büyütmeyle (40×) başlayın, ışığı açın.
- 3 Kaba ayar vidasıyla görüntüyü bulun, ince ayarla netleştirin.
- 4 İncelemek istediğiniz bölgeyi ortaya getirip 100× ve 400×'e geçin. Yalnızca ince ayarla yeniden netleştirin.
- 5 "Gözlemlerim" listesinde gördüğünüz yapıları işaretleyip kaydedin.
- 6 Soğan zarı ile yanak epitelini karşılaştırın: hangi yapı yalnızca bitki hücresinde var?



Mikroskop paneli: preparat, objektif, ışık ve ayar vidaları tek yerde.



Netleşmemiş görüntü. Etiketler ancak görüntü netleşince gösterilir.

Örnek ölçüm sonuçları

Objektif	Toplam büyütme	Görüş alanı çapı	Görülebilirler
4x	40x	4,5 mm	Soğan zarının tamamı, hücre dizileri
10x	100x	1,8 mm	Tek tek hücreler, çekirdekler
40x	400x	0,45 mm	Kloroplastlar, kan hücreleri, ayrıntılar

Soğan hücreleri yaklaşık 200-330 µm × 60-85 µm, yanak hücreleri yaklaşık 60 µm, alyuvarlar 7,5 µm çaplıdır.

Deneyin dayandığı ilke

Toplam büyütme = göz merceği büyütmesi × objektif büyütmesi. 10× göz merceğiyle 4×, 10× ve 40× objektifler sırasıyla 40×, 100× ve 400× büyütme ve yaklaşık 4,5 mm, 1,8 mm ve 0,45 mm çaplı görüş alanı verir. Netlik derinliği büyütme arttıkça azalır. 40× objektifte yalnızca ince ayar kullanılır. Görüntüler gerçek boyut oranlarına uygun şematik çizimlerdir.

Simülasyondaki araç-gereçler

Işık mikroskobu (10× oküler, 4×, 10×, 40× objektif)	1
Hazır preparat: soğan zarı (iyot)	1
Hazır preparat: yanak epitel (metilen mavisi)	1
Hazır preparat: elodea yaprağı (canlı)	1
Hazır preparat: kan yayması (Giemsa)	1
Hazır preparat: göl suyu damlası (canlı)	1

Öğrenme çıktıları

FB.5.3.1

Gerçek laboratuvarda güvenlik

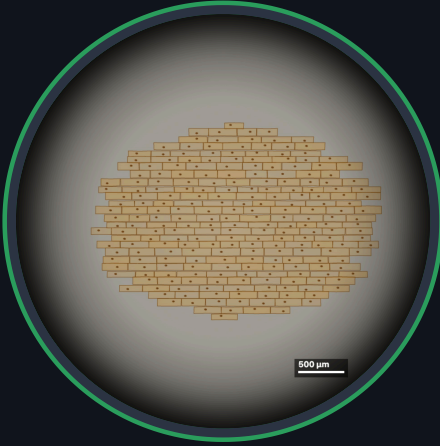
Lam ve lamel camdır, kırılabilir. Mikroskobu iki elinle (kolundan ve tabanından) taşı. 40× objektifle kaba ayar kullanma: objektif preparata çarpabilir.

Öğretmene öneriler

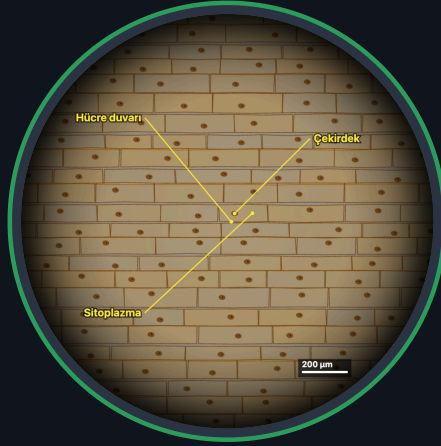
- Gerçek mikroskopta görüntü ters ve sağ-sol yer değiştirmiş görünür. Simülasyonda kaydırma kolaylık için düz yöndedir.
- Büyük büyütmede kaba ayar kullanılmamasının nedeni (objektifin lamele çarpması) derste mutlaka vurgulanmalıdır.
- Elodea'da çekirdek boyasız preparatta zor görülür. Öğrencilerin "göremedim" demesi doğru bir gözlemdir.

Mikroskopta görülenler

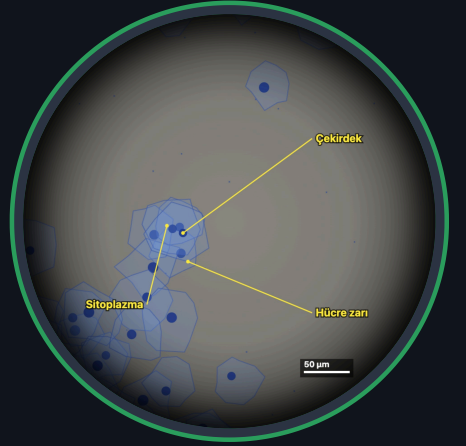
Beş hazır preparat, üç objektif ve açılıp kapanan etiketler. Görüntüler gerçek boyut oranlarına uygun şematik çizimlerdir. Görüntü bulanıkken etiket gösterilmez.



Soğan zarı, 40×: preparattaki zar parçasının tamamı görüş alanında.



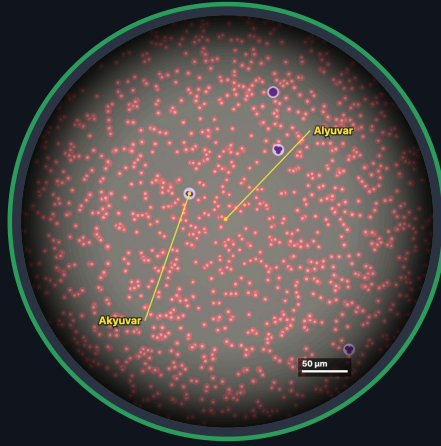
Soğan zarı, 100×, etiketli: hücre duvarı, sitoplazma, çekirdek.



Yanak epiteli, 400×: hücre zarı, sitoplazma, çekirdek.



Elodea yaprağı, 400×: hücre duvarı, kloroplastlar, koful.



Kan yayması, 400×: alyuvarlar ve akyuvarlar.



Göl suyu, 100×: paramesyum ve yeşil alg.

5

Asitler ve Bazlar

8. sınıf · Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi



1 Tüplük ve 8 madde

4 Dijital pH metre

2 Turnusol ve pH kağıtları

5 Büret (NaOH)

3 Lahana suyu ve fenolftalein

6 Manyetik karıştırıcı

Tüplükte limon suyu, sirke, gazoz, süt, saf su, karbonatlı su, sabunlu su ve kireç suyu bulunur. Öğrenci mavi ve kırmızı turnusol kağıdı, pH kağıdı, kırmızı lahana suyu, fenolftalein ve dijital pH metre ile maddeleri sınıflandırır. Aynı bir düzenekte büretten damlatılan NaOH ile HCl çözeltisinin nötrleşmesi pH eğrisiyle izlenir.

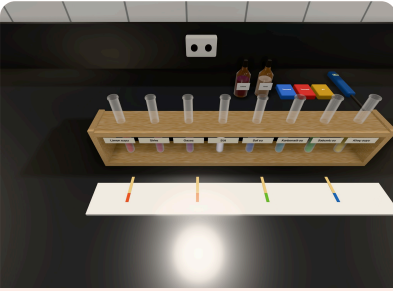
Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Asit ve bazların genel özelliklerini karşılaştırmak
- ✓ Ayraçların renk değişiminden maddenin asit, baz ya da nötr olduğunu tahmin etmek
- ✓ Bir ayracın renk değiştirmemesinin yalnızca kısmi bilgi verdiğini fark etmek
- ✓ Maddeleri pH değerlerine göre sıralamak
- ✓ Asit ile bazın tepkimesinde pH'nin değişimini izlemek

Sınıf
8. sınıfSüre
1-2 ders saatiÇalışma
İkiliZorluk
OrtaÖn bilgi
Asit ve bazların günlük
hayattaki örnekleri

Deneyin yapılışı

- 1 Bir ayraç seçin, sonra bir test tüpüne tıklayın. Renk değişimini gözleyin.
- 2 Aynı maddeyi farklı ayraçlarla test edin. Sonuçlar tutarlı mı?
- 3 pH metreyle sekiz maddenin pH değerini ölçün ve maddeleri sıralayın.
- 4 Nötrleşme düzeneğinde beherdeki asidin üzerine 1 mL'lik adımlarla baz ekleyin.
- 5 Eşdeğerlik noktasına yaklaşıncaya damla damla ekleyin. Rengin değiştiği hacmi kaydedin.



pH kağıtları beyaz tabla üzerinde: limon suyu, gazoz, saf su ve sabunlu su.

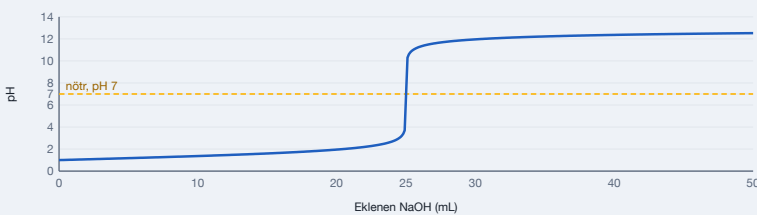


Fenolftaleinli HCl çözeltisine NaOH eklenince çözelti pembeleşti.

Örnek ölçüm sonuçları

Madde	pH	Mavi turnusol	Lahana suyu	Sonuç
Limon suyu	2,2	Kırmızı	Kırmızı	Asit
Sirke	2,8	Kırmızı	Pembe	Asit
Gazoz	3,6	Kırmızı	Pembe	Asit
Süt	6,6	Değişmez	Mor	Asidik (nötre yakın)
Saf su	7,0	Değişmez	Mor	Nötr
Karbonatlı su	8,3	Değişmez	Mavi	Baz
Sabunlu su	10,0	Değişmez	Yeşil	Baz
Kireç suyu	12,4	Değişmez	Sarı	Baz

Nötrleşme: 0 mL'de pH 1,00. 24 mL'de 2,69. 24,9 mL'de 3,70. 25 mL'de 7,00. 25,1 mL'de 10,30. 30 mL'de 11,96.



25 mL 0,1 M HCl çözeltisine 0,1 M NaOH eklenirken pH değişimi.

Deneyin dayandığı ilke

pH < 7 asidik, pH = 7 nötr, pH > 7 baziktir. Mavi turnusol asitte kırmızıya, kırmızı turnusol bazda maviye döner. Fenolftalein pH ≈ 8,2'nin üzerinde pembeleşir. Kırmızı lahana suyundaki antosiyaninler her pH'de farklı renk alır. Nötrleşmede (25 mL 0,1 M HCl + 0,1 M NaOH) eşdeğerlik noktası 25 mL'dedir. Bu noktanın çevresinde pH birkaç damlayla 4'ten 10'a sıçrar.

Simülasyondaki araç-gereçler

Test tüpü ve tüplük	8
Limon suyu, sirke, gazoz, süt, saf su, karbonatlı su, sabunlu su, kireç suyu	8
Mavi ve kırmızı turnusol kağıdı	–
pH kağıdı ve renk skalası	–
Kırmızı lahana suyu, fenolftalein (damlalıklı)	2
Dijital pH metre	1
Büret (50 mL), beherglas, manyetik karıştırıcı	1
0,1 M HCl ve 0,1 M NaOH çözeltisi	–

Öğrenme çıktıları

FB.8.5.5

FB.8.5.6

FB.8.5.7

FB.8.5.8

Gerçek laboratuvarıda güvenlik

Laboratuvarıda maddelerin tadına bakılmaz, koklanmaz. Kireç suyu, HCl ve NaOH tahriş edicidir: gözlük ve eldiven kullan. Göze sıçarsa bol suyla yıka.

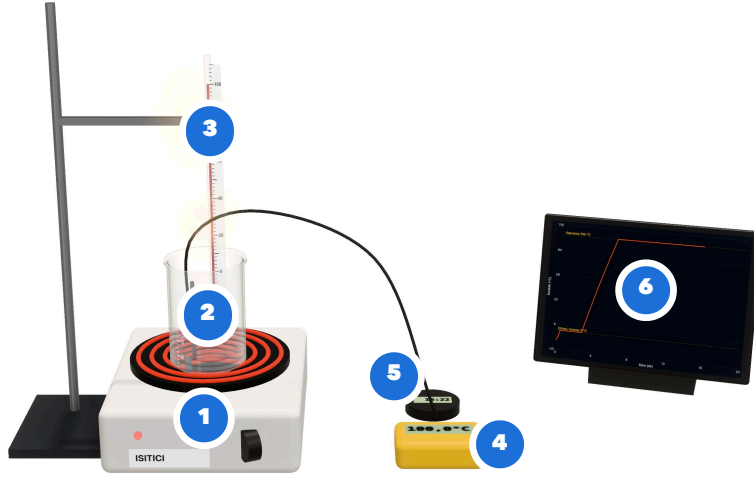
Öğretmene öneriler

- Laboratuvarıda maddelerin tadına bakılmaz, mutfak maddeleri seçilse bile bu kural vurgulanmalıdır.
- Mavi turnusolün değişmemesi maddenin baz olduğunu kanıtlamaz. Simülasyon bu durumu "belirsiz" olarak gösterir.
- FB.8.5.8 (asit ve bazların çeşitli maddeler üzerindeki etkileri) kısmen karşılanır. Mermer, metal ve kumaş üzerindeki etkiler için gerçek ya da video destekli bir etkinlik eklenmelidir.

6

Isı, Sıcaklık ve Hal Değişimi

5 ve 6. sınıf · Maddenin Doğası (5) · Maddenin Ayırt Edici Özellikleri (6)



1 Elektrikli ısıtıcı

2 Beherglas ve buz/su

3 Sıvılı termometre

4 Dijital termometre

5 Kronometre

6 Grafik tableti

Elektrikli ısıtıcı üzerindeki beherde -10°C 'de 150 g buz vardır. Sıvılı ve dijital termometre aynı anda okunur, kronometre işler ve masadaki tablet sıcaklık-zaman grafiğini deney sürerken çizer. Soğutma deneyinde beher tuz-buz banyosuna konur ve suyun donması izlenir. Hesaplarda suyun gerçek öz ısı ve hal değişim ısıları kullanılır.

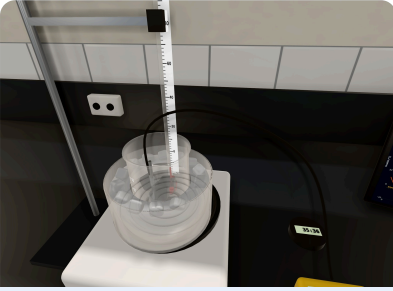
Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Isı ile sıcaklık kavramlarını ayırt etmek
- ✓ Maddenin ısı alıp verdiğinde hal değiştirdiğini gözlemek
- ✓ Erime, donma ve kaynama noktalarını deneyle bulmak
- ✓ Hal değişimi sırasında sıcaklığın sabit kaldığını grafikte göstermek
- ✓ Isıtıcı gücü ve kütlenin hal değişimi süresine etkisini incelemek

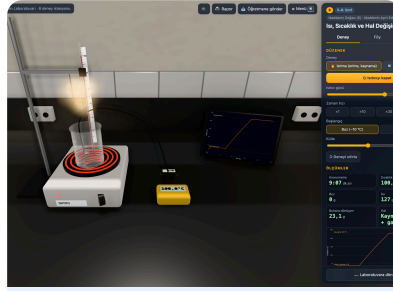
Sınıf
5 ve 6. sınıfSüre
1 ders saati (40 dk)Çalışma
Bireysel ya da ikili, grafik
tahtada yorumlanabilirZorluk
Kolay (5. sınıf) - orta (6. sınıf)Ön bilgi
Termometre okuma,
maddenin halleri

Deneyin yapılışı

- 1 Buzun ilk sıcaklığını okuyun ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- 2 Isıtıcıyı açın, her dakika sıcaklığı "Ölçümü kaydet" ile tabloya ekleyin.
- 3 Buz erirken ve su kaynarken sıcaklık nasıl değişiyor? Grafiğe bakın.
- 4 Isıtıcı gücünü ya da kütleyi değiştirip deneyi tekrarlayın. Erime noktası değişti mi?
- 5 Soğutma deneyine geçin: $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ suyu banyoya koyun ve donma noktasını bulun.



Soğutma banyosu: su $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de donar, donma bitince sıcaklık yeniden düşer.

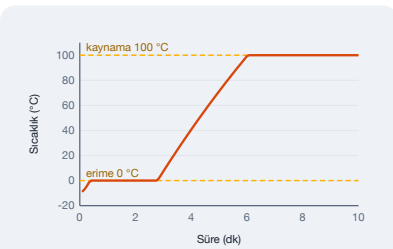


Isı paneli: ısıtıcı gücü, kütle ve deney sürerken çizilen sıcaklık-zaman grafiği.

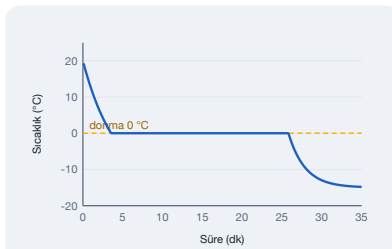
Örnek ölçüm sonuçları

Süre (dk)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	-10	0	0	7,4	40,7	71,3	99,3	100	100
Hal	Katı	Katı+sıvı	Katı+sıvı	Sıvı	Sıvı	Sıvı	Sıvı	Sıvı+gaz	Sıvı+gaz

Erime yaklaşık 22. saniyede başlar, 167. saniyede biter, kaynama 6. dakikada başlar (150 g, 500 W).



150 g buz, 500 W ısıtıcı: $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de erime, $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de kaynama.



150 g su, tuz-buz banyosu: $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de donma.

Deneyin dayandığı ilke

Sıcaklık değişimi için gereken ısı $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ (buz için $c = 2,09$, su için $4,18\text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$). Erime için $Q = m \cdot 334\text{ J/g}$, kaynama için $Q = m \cdot 2257\text{ J/g}$ gerekir. Bu sırada alınan ısı tanecikler arasındaki etkileşimleri zayıflatmak için kullanılır, sıcaklık değişmez. Isıtıcı verimi %70, çevreye ısı kaybı $0,9\text{ W}/^{\circ}\text{C}$ alınmıştır.

Simülasyondaki araç-gereçler

Elektrikli ısıtıcı (100-800 W)	1
Beherglas, 400 mL	1
Buz (150 g, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)	-
Sıvı termometre ($-20\ldots110\text{ }^{\circ}\text{C}$)	1
Dijital termometre	1
Kronometre	1
Bağlama çubuğu ve kısıkaç	1
Tuz-buz soğutma banyosu ($-15\text{ }^{\circ}\text{C}$)	1

Öğrenme çıktıları

FB.5.5.2

FB.5.5.4

FB.6.5.2

Gerçek laboratuvarıda güvenlik

Isıtıcı ve beher çok ısınır: maşa ya da ısıya dayanıklı eldiven kullan. Kaynayan suyun buharı ciddi yanıklara yol açar. Yüzünü beherin üzerine eğme.

Öğretmene öneriler

- Isı ile sıcaklık en sık karıştırılan kavramlardır: "Kaynayan suya ısı veriyoruz ama sıcaklığı artmıyor, ısı nereye gidiyor?" sorusu iyi bir başlangıçtır.
- Isıtıcı gücü artırıldığında erime noktası değişmez, yalnızca süre kısalmır, bu ayırt edici özellik vurgusu için kullanılabilir.
- Kaynama noktasının deniz seviyesinde $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğunu, yükseklikle değiştiğini hatırlatın.

7

Karışımların Ayrılması

7. sınıf · Maddenin Doğasına Yolculuk



1 Beş karışım

4 Buharlaştırma kapsülü

2 Mıknatıs ve saat camı

5 Ayırma hunisi

3 Süzme düzeneği

6 Elek

Öğrencinin önünde beş karışım vardır: demir tozu ile kükürt, kum ile su, tuzlu su, zeytinyağı ile su ve nohut ile kum. Her biri için bir yöntem seçer. Yöntem uygunsa ayırma işlemi adım adım canlandırılır. Uygun değilse nedeni açıklanır. Ayrıca şekerin çözünme hızına sıcaklığın, karıştırmanın ve tanecik boyutunun etkisi denir.

Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Karışımları homojen ve heterojen olarak sınıflandırmak
- ✓ Bileşenlerin hangi özelliğinden yararlanılarak ayrıldığını açıklamak
- ✓ Mıknatısla ayırma, süzme, buharlaştırma, ayırma hunisi ve eleme yöntemlerini uygulamak
- ✓ Çözünme hızını etkileyen değişkenleri tek tek değiştirerek incelemek

Sınıf
7. sınıfSüre
1 ders saati (40 dk)Çalışma
İkiliZorluk
KolayÖn bilgi
Saf madde ve karışım kavramları

Deneyin yapılışı

- 1 Bir karışım seçin, homojen mi heterojen mi, tahmin edin.
- 2 Uygun olduğunu düşündüğünüz ayırma yöntemini seçin.
- 3 Yöntem uygun değilse açıklamayı okuyun ve başka bir yöntem deneyin.
- 4 Her karışım için yöntemi ve yararlanılan özelliği tabloya kaydedin.
- 5 Çözünme bölümünde bir seferde yalnızca bir değişkeni değiştirerek çözünme süresini ölçün.



Buharlaştırma: su buharlaştınca kaptaki beyaz tuz kristalleri kalır.



Ayırma hunisi: alttaki su akıtılır, yağ hunide kalır.

Örnek ölçüm sonuçları

Karışım	Tür	Yöntem	Yararlanılan özellik
Demir tozu + kükürt	Heterojen	Mıknatısla ayırma	Manyetik özellik
Kum + su	Heterojen	Süzme	Tanecik boyutu, çözünmeme
Tuzlu su	Homojen	Buharlaştırma	Suyun buharlaşması, tuzun kalması
Zeytinyağı + su	Heterojen	Ayırma hunisi	Yoğunluk farkı, karışmama
Nohut + kum	Heterojen	Eleme	Tanecik boyutu

Örnek yanlış seçim: tuzlu su süzülme istendiğinde "Tuz suda çözündüğü için tanecikleri süzgeç kağıdından geçer" açıklaması gelir.

Çözünme süresi (küp şeker, temsili)

Koşul	Süre (s)
20 °C, karıştırmadan	180
50 °C, karıştırmadan	45
20 °C, karıştırarak	63
20 °C, toz şeker	27

Deneyin dayandığı ilke

Karışımlar, bileşenlerinin farklı fiziksel özelliklerinden yararlanılarak ayrılır: manyetik özellik (demir), tanecik boyutu (kum-su, nohut-kum), kaynama noktası (tuzlu su) ve yoğunluk ile birbiri içinde çözünmeme (yağ-su). Ayırma fiziksel bir işlemdir, maddelerin kimliği değişmez. Çözünme süresi sıcaklık arttıkça, karıştırıldıkça ve tanecik boyutu küçüldükçe kısalır (süreler temsildir).

Simülasyondaki araç-gereçler

Demir tozu, kükürt tozu, kum, nohut, tuz, zeytinyağı	–
Mıknatıs ve saat camı	1
Huni, süzgeç kağıdı, erlenmayer	1
Buharlaştırma kapsülü ve ısıtıcı	1
Ayırma hunisi ve bağlama düzeneği	1
Elek ve kase	1
Şeker (küp ve toz), baget, termometre	–

Öğrenme çıktıları

FB.7.5.8

FB.7.5.9

FB.7.5.10

Gerçek laboratuvarında güvenlik

Kükürt tozunu solumamak için maske kullan. Buharlaştırma kapsülü çok ısınır, maşayla tut. Isıtırken gözlük tak.

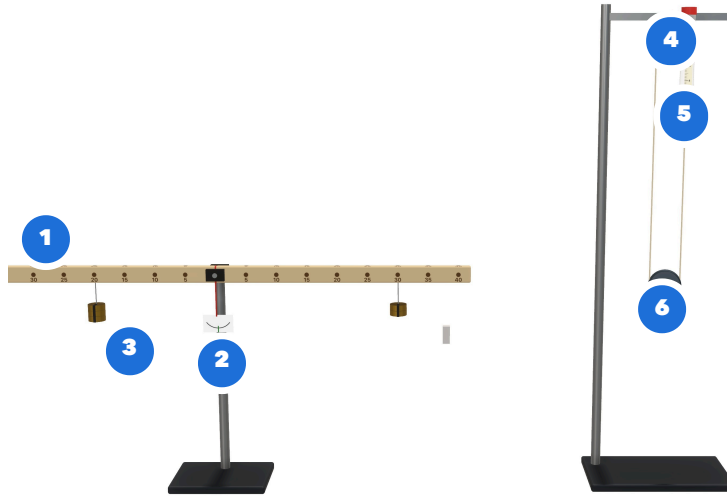
Öğretmene öneriler

- "Tuz suda kayboldu" yanılgısı: buharlaştırma sonunda kalan kristaller tuzun çözeltide var olduğunu gösterir.
- Yanlış yöntem denemeleri de kaydedilir. Bunlar sınıf tartışması için iyi bir veri kaynağıdır.
- Çözünme deneyinde süreler temsildir, değişkenlerin etkisinin yönü gerçek deneyle aynıdır.

8

Basit Makineler

5 ve 8. sınıf · Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet (8) · Kuvveti Tanıyalım (5)



1 Kaldıraç çubuğu

2 Destek

3 Kütleler (50 g)

4 Makara

5 Dinamometre

6 Yük

Tezgahta 5 cm aralıklı delikli bir kaldıraç çubuğu, 50 g'lık kütle takımı ve makara düzeneği bulunur. Öğrenci kütleleri farklı uzaklıklara asarak denge şartını bulur. Makara düzeneğinde aynı yükü doğrudan, sabit makarayla, hareketli makarayla ve palangayla kaldırırken gereken kuvveti dinamometreden okur. İpi çektiği uzunlukla yükün yükselmesini karşılaştırır.

Bu deneyde neler öğrenilir?

- ✓ Kuvveti dinamometreyle ölçmek, kütle ile ağırlık arasındaki ilişkiyi görmek
- ✓ Kaldıraçta denge şartını deneye bulmak
- ✓ Sabit ve hareketli makaranın kuvvet ve yön üzerindeki etkisini karşılaştırmak
- ✓ İş prensibini (kuvvetten kazanç = yoldan kayıp) gözlemlemek

Sınıf
5 ve 8. sınıfSüre
1 ders saati (40 dk)Çalışma
İkiliZorluk
OrtaÖn bilgi
Kuvvet ve ağırlık, çarpma işlemi

Deneyin yapılışı

- 1 Kaldıraçta sol tarafa bir kütle asın (çubuğa tıklayarak ya da paneldeki delik listesinden).
- 2 Sağ tarafta hangi uzaklığa kaç kütle asarsanız denge sağlanır? Bulup kaydedin.
- 3 Makaralar bölümüne geçin, önce yükü doğrudan dinamometreye asın.
- 4 Sabit makara, hareketli makara ve palangayla aynı yükü kaldırın. Dinamometreyi okuyun.
- 5 İpin çekildiği uzunluk ile yükün yükselmesini karşılaştırın.



Hareketli makara: ip 12 cm çekildiğinde yük 6 cm yükselir.



Sabit makara: kuvvetin yönü değişir. Büyüklüğü ideal durumda değişmez, sürtünme nedeniyle biraz artar.

Örnek ölçüm sonuçları

Düzenek	Yük (N)	Dinamometre (N)	Kuvvet kazancı	İp / yük yolu
Doğrudan	1,96	1,96	1,00	–
Sabit makara	1,96	2,00	0,98	1 : 1
Hareketli makara	1,96	1,10	1,78	2 : 1
Palanga	1,96	1,10	1,78	2 : 1

Yükün kütlesi 200 g (ağırlığı 1,96 N). Dinamometre değerleri sürtünmeyi ve makaranın ağırlığını içerir.

Kaldıraçta denge örnekleri

Sol	Sağ	Durum
150 g × 20 cm	100 g × 30 cm	Dengede
200 g × 20 cm	100 g × 40 cm	Dengede
100 g × 25 cm	50 g × 40 cm	Sağ taraf ağır

Deneyin dayandığı ilke

Kaldıraçta denge şartı: $F \cdot x_F = Y \cdot x_Y$.
Ağırlık $G = m \cdot g$ ($g \approx 9,8 \text{ N/kg}$). İdeal sabit makarada $F = Y$ (yalnızca yön değişir), ideal hareketli makarada $F = (Y + G_{\text{makara}}) / 2$ olur ve ip, yükün iki katı kadar çekilir. Simülasyonda sürtünme de vardır: sabit makarada $F = 1,02 Y$, hareketli makarada $F = 1,02 (Y + G_{\text{makara}}) / 2$, makaranın kütlesi 20 g'dır.

Simülasyondaki araç-gereçler

Kaldıraç çubuğu (84 cm, 5 cm aralıklı delikli) ve destek	1
Kütle takımı (50 g'lık)	10
Sabit ve hareketli makara	2
İp	–
Dinamometre (0-5 N)	1
Cetvel	1

Öğrenme çıktıları

FB.8.2.1

FB.8.2.2

FB.5.2.1

FB.5.2.3

Gerçek laboratuvarında güvenlik

Kütleleri asarken kaldıraç elinle tut. Düşen kütleler ayağını incitebilir. Dinamometreyi ölçüm sınırının (5 N) üzerinde zorlama.

Öğretmene öneriler

- Basit makineler işten kazanç sağlamaz. Hareketli makarada kuvvet yarıya inerken ipin iki kat çekildiğini öğrencilerin kendilerinin bulması hedeflenir.
- Dinamometrenin gösterdiği değerler makara ağırlığı ve sürtünme nedeniyle ideal değerden biraz büyük olması gerçek ölçümlerle uyumludur.
- FB.8.2.2 (iş kolaylığı sağlayan model tasarlama) kısmen karşılanır. Öğrencilerin basit bir model tasarlayıp sunduğu bir etkinlik eklenmelidir.



Çalışma alanları

Deneyel yüksek enerji fiziği
(CERN CMS Deneyi)

Parçacık hızlandırıcıları

Parçacık dedektörleri ve
kalorimetreler

Kuantum renk dinamiği (QCD) jet
ölçümleri ve egzotik parçacık
aramaları

Fizikte yapay öğrenme ve derin
öğrenme uygulamaları

İletişim

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-
Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü
bora.isildak@yildiz.edu.tr
avsis.yildiz.edu.tr/17406

Hazırlayan

Prof. Dr. Bora Işıldak

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

Bora Işıldak, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nde profesördür. Lisans (2005) ve doktora (2011) derecelerini Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü'nden aldı. Doktorasını yüksek enerji deneysel parçacık fiziği alanında tamamladı ve son iki yılını (2009-2011) CERN'deki CMS (Compact Muon Solenoid) Deneyi'nde geçirdi.

2023 yılına kadar Özyeğin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde öğretim üyesi olarak çalıştı. 2023'ten bu yana Yıldız Teknik Üniversitesi'ndedir. CMS Deneyi'nde proton-proton çarpışmalarında jet üretimi ölçümleri, egzotik parçacık aramaları ve yapay öğrenme tekniklerinin yüksek enerji fiziğindeki uygulamaları üzerine çalışmaktadır.



Lumo

Sanal Laboratuvar

Ortaokul fen dersleri için üç boyutlu deney istasyonları

1 Elektrik Devreleri

2 Yoğunluk: Yüzme ve Batma

3 Işığın Yansıması ve Kırılması

4 Mikroskopla Hücre Gözlemi

5 Asitler ve Bazlar

6 Isı, Sıcaklık ve Hal Değişimi

7 Karışımların Ayrılması

8 Basit Makineler

Lumo'daki bütün görüntüler uygulamanın kendisinden alınmıştır. Simülasyondaki değerler fizik ve kimya yasalarına dayanan modellerle hesaplanır. Modelin varsayımları her deneyin "Deneyin dayandığı ilke" bölümünde belirtilmiştir. MEB ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli adları yalnızca öğretim programına uyumu belirtmek için kullanılmıştır. Lumo MEB tarafından hazırlanmamıştır.

Sürüm 1.0 · Ekim 2026 · Prof. Dr. Bora Işıldak