

TYT - 9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

2.Ünite : Madde ve Özellikleri

1.Bölüm : Madde ve Özkütle

9.2.1.1. Özkütle, Kütle ve Hacim İlişkisi

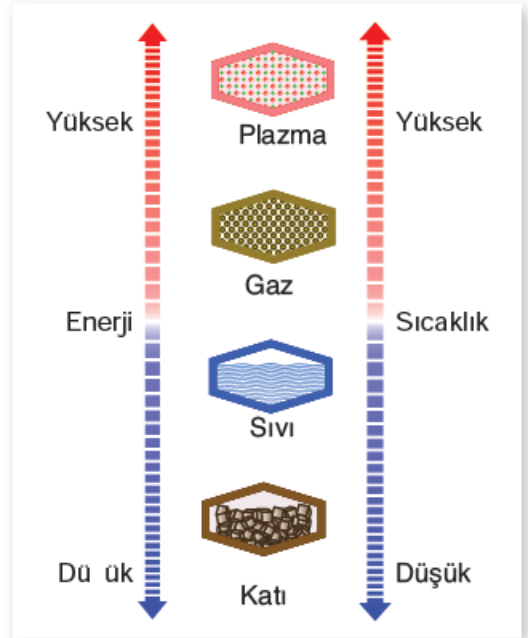
Amaç: Özkütleyi, kütle ve hacimle ilişkilendirerek açıklamak.

Kütlesi ve hacmi olan her şeye madde denir. Madde dört hâlde bulunur. Görsel 2.1’de katı, sıvı, gaz ve plazma hâlleri temsilî olarak gösterilmiştir. Katı hâlden plazma hâline doğru gidildikçe maddenin sıcaklığı ve enerjisi artar. Maddeler atomlardan ya da moleküllerden oluşur.

Çevrenizi incelediğinizde farklı birçok maddeyle karşılaşacaksınız. Bu maddelerin çoğunun yapısında Tablo 2.1’de görülen farklı elementlerin atomları vardır. Maddeye demir, cam, su, toprak vb. örnekler verilebilir. Maddenin şekillendirilmesine de cisim denir. Demir tel, demir merdiven, demir kapı, demirin şekillendirilmesiyle elde edilmiş cisimlerdir.

Madde ve cisimler	Yapısındaki atomlar
Tuz	Sodyum ve klor atomları
Su	Hidrojen ve oksijen atomları
Demir tel	Demir atomu
Çamaşır suyu	Sodyum, klor ve oksijen atomları

Tablo 2 1: Bazı maddelerin yapısındaki atomlar



Görsel 2.1: Maddenin dört hâlinin sıcaklık ve enerji ilişkisi

Maddelerin yapıları farklı olsa da ortak özellikleri vardır. Bu özelliklere; kütle, hacim, eylemsizlik, tanecikli yapı, sıcaklık, ağırlık vb. örnekler verilebilir. Maddelerin ortak özelliklerinden kütle, hacim, eylemsizlik ve tanecikli yapı aynı zamanda temel özelliktir.

Kütle

Madde miktarı ile ilgili büyüklüğe kütle denir. Kütle eşit kollu terazi ile ölçülür. Görsel 2.2’de bazı terazi örnekleri görülmektedir. Kütle skaler büyüklük olup m sembolü ile gösterilir.

SI birim sisteminde birimi kilogramdır (kg). Günlük yaşantınızda kütle birimi olarak miligram (mg), gram (g) ve ton (t) birimleri de sıkça kullanılır. Kütle birimleri birbiri cinsinden ifade edilebilir. Bu birimlerin birbirine dönüşümü Tablo 2.2’de verilmiştir.

Birimi	Sembolü	Birimler arası ilişki
Ton	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$
Kilogram	kg	1 kg
Gram	g	$1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$
Miligram	mg	$1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$

Tablo 2.2: Bazı kütle birimleri

Örnek - 1

Taşıdığı yük ile birlikte 3 t 600 kg olan kamyonun kütlesini g cinsinden ifade ediniz.

Çözüm

$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$ eşitliğinden yararlanarak

$$3 \text{ t} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} = 3 \cdot \frac{1000}{1} = 3000 \text{ kg yazılır.}$$

Kamyonun toplam kütlesi 3600 kg’dır.

$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ eşitliğinden

$$3600 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 3600 \cdot \frac{1000}{1} = 3600000 \text{ g elde edilir.}$$

Hacim

Maddenin uzayda kapladığı yere **hacim** denir. Skaler büyüklük olup V sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi m³ tür. Yaygın olarak günlük yaşantınızda sıvılar için hacim birimi litre (L) kullanıldığını biliyorsunuz.

Hacim, madde miktarının yanı sıra basınç, sıcaklık gibi etkenlerden de etkilenebilir. Örneğin Görsel 2.3’te Gravzant halkası olarak isimlendirilen düzeneğe yardımıyla hacim değişimi açıklanabilir. Metal küre başlangıçta halkadan geçiyorken ısıtıldığında halkadan geçememektedir. Metal küre ısının etkisiyle genişler ve hacmi artar. Eğer küre soğutulursa ya da halka ısıtılırsa küre halkadan yine geçer. Hacim birimleri birbiri cinsinden ifade edilebilir.

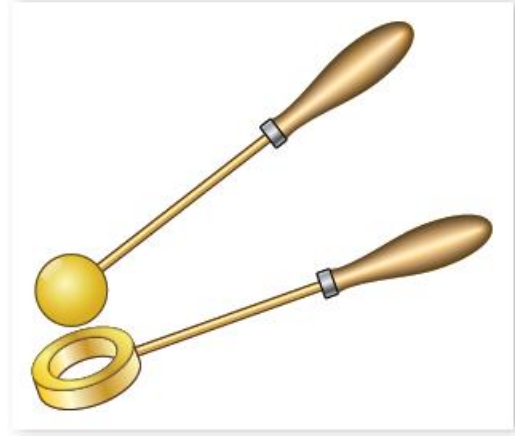
Tablo 2.3’te bazı hacim birimleri ve bu birimler arasındaki dönüşümleri inceleyebiliriz. Tablo 2.3’te genellikle sıvı ve gazların hacim ölçülerinde kullanılan litre ile ilgili bazı birim ve dönüşümleri verilmiştir.



Görsel 2.2: Çeşitli teraziler

Birimi	Sembölü	Birimler arası ilişki
Metreküp	m ³	1 m ³
Desimetreküp	dm ³	1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
Santimetreküp	cm ³	1 cm ³ = 10 ⁻⁶ m ³
Milimetreküp	mm ³	1 mm ³ = 10 ⁻⁹ m ³
Litre	L	1 L = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³
Desilitre	dL	1 dL = 10 ⁻¹ L = 100 cm ³
Santilitre	cL	1 cL = 10 ⁻² L = 10 cm ³
Mililitre	mL	1 mL = 10 ⁻³ L = 1 cm ³

Tablo 2.3: Bazı hacim ve litre birimleri



Görsel 2.3: Gravzant halkası

- cm³ biriminin kullanımına günlük yaşamda cc olarak da rastlayabilirsiniz.

Katıların ve sıvıların hacimleri farklı yöntemlerle ölçülür. Katıların hacimleri düzgün geometrik şekle sahip olup olmadığına göre hesaplama yoluyla dolaylı ya da doğrudan ölçülebilir.

Geometrik Şekilleri Düzgün Olan Cisimlerin Hacimleri

Geometrik şekilleri düzgün olan cisimlerin hacimleri matematiksel modelleme yardımıyla dolaylı olarak hesaplanır. Tablo 2.4'te bazı düzgün geometrik şekle sahip katı cisimlerin hacim formülleri verilmiştir.

Cisim	Elemanlar	Hacim Formülü
Küp	a: Kenar uzunluğu	$V = a^3$
Kare prizma	a: Kenar uzunluğu h: Yükseklik	$V = a^2 \cdot h$

Örnek - 4

Bir apartman yöneticisinin; yarıçapı 1 m, yüksekliği 2 m olan silindir şeklinde su deposu yaptırması durumunda deponun kapasitesi kaç L olur? ($\pi = 3$)

Çözüm

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = 3 \cdot 1^2 \cdot 2 = 6 \text{ m}^3$$

1 m³ = 1000 dm³ eşitliği yardımıyla

$$6 \text{ m}^3 \cdot \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} = 6000 \text{ dm}^3 \text{ ve}$$

1 L = 1 dm³ eşitliği kullanılarak da su deposunun kapasitesinin 6000 L olduğu bulunur.

Dikdörtgen prizma	a, b, c: Kenar uzunlukları	$V = a \cdot b \cdot c$
Silindir	r: Taban yarıçapı h: Yükseklik	$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$
Küre	r: Yarıçap	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

Tablo 2.4: Şekilleri düzgün geometrik cisimlerden bazılarının hacim formülleri

Şekli Düzgün Olmayan Cisimlerin Hacimleri

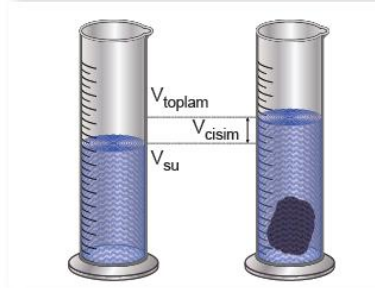
Geometrik şekilleri düzgün olmayan katıların hacmi Görsel 2.4'teki gibi dereceli kaplar veya evreka kabı olarak da bilinen taşıma kabı (Görsel 2.6) yardımıyla bulunur. Katı bir cisim sıvı içine bırakıldığında sıvıya batan kısmının hacmine eşit miktarda sıvının yerini değiştirir. Bu ifadenin matematiksel modellemesini göstermek için dereceli silindire bir miktar su dolduralım.

Doldurulan suyun hacmini V_{su} olarak isimlendirelim. Cisim dereceli silindirin içine bırakıldığında su seviyesi yükselir (Görsel 2.5). Bu seviyeye V_{toplam} diyelim. Bu durumda cismin hacmi için

$$V_{cisim} = V_{toplam} - V_{su} \quad \text{bağıntısı yazılır.}$$



Görsel 2.4: Beherglas ve dereceli silindir



Görsel 2.5: Dereceli silindirde katı bir cismin hacminin ölçülmesi



Görsel 2.6: Taşıma kabı

1. Bu yöntemle şekli düzgün olmayan katının hacmi bulunurken bazı noktalara dikkat etmek gerekir. Katı dereceli silindire sığabilecek büyüklükte olmalıdır; katı cisim, sıvıda çözünmemelidir ve katı cisim sıvıya tamamen batmalıdır. Katı cisim, dereceli silindire sığmayacak kadar büyük olursa hacmini bulmak için Görsel 2.6'daki taşıma kabı kullanılabilir.

2. Taşıma kabına, taşıma çizgisine kadar sıvı doldurulur. Cisim sıvıya bırakıldığında kendi hacmi kadar sıvı taşır. Taşan sıvı Görsel 2.6'daki gibi doğrudan dereceli silindirde ya da başka bir kapta toplanır. Başka kapta toplanan sıvı dereceli silindire boşaltılarak hacmi bulunabilir. Taşıma kabına veya dereceli silindire bırakılan cismin suya batan kısmının hacmi kadar suyun yerini değiştireceği gözden kaçırılmamalıdır. Bu durumda

$$V_{cismin\ batan\ kısmı} = V_{taşan\ su} \quad \text{yazılır.}$$

Örnek - 6

Görsel 2.7.a'da dereceli silindirdeki su seviyesi 80 cm³ tür. Bir taş parçası dereceli silindirin içine bırakıldığında su seviyesi 100 cm³'e yükseliyor.

Bu durumda taş parçasının hacmi kaç mL olur?

Çözüm

Görsel 2.7.a.b'den yararlanarak verilenleri yazalım.

$$V_{su} = 80 \text{ cm}^3$$

$$V_{su} + V_{taş} \text{ veya } V_{toplam} = 100 \text{ cm}^3$$

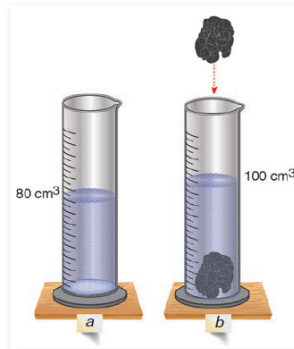
$$V_{taş} = V_{toplam} - V_{su} \text{ bağıntısı yardımıyla}$$

$$V_{taş} = 100 \text{ cm}^3 - 80 \text{ cm}^3$$

$$V_{taş} = 20 \text{ cm}^3 \text{ bulunur.}$$

Fakat istenen, taşın hacminin mililitre cinsinden değeridir.

1 mL = 1 cm³ olduğundan taşın hacmi 20 mL olarak bulunur.



Görsel 2.7.a.b

Örnek - 7 >

Taşıma kabı ağız düzeyinde 30 cm^3 boşluk kalacak biçimde su ile doludur (Görsel 2.8.a).

Hacmi 110 cm^3 olan ve suda çözünmeyen bir X cismi, kaba bırakıldığında kaptan kaç cm^3 su taşar?

Çözüm

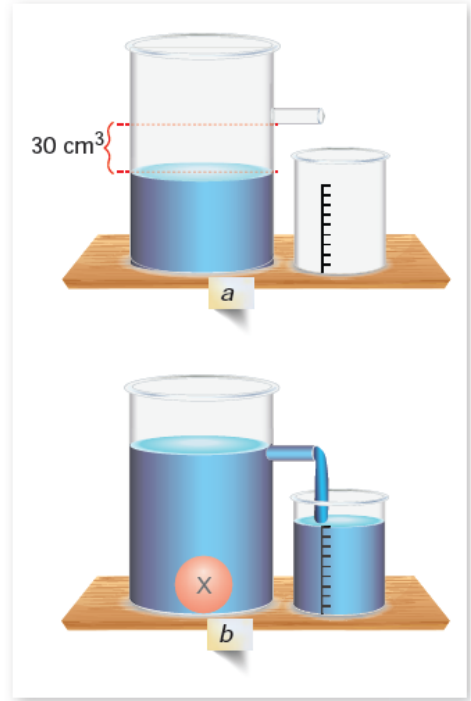
X cisminin, kaba bırakıldığında hacmi kadar suyun yerini değiştireceğini biliyorsunuz (Görsel 2.8.b).

Kabın içine bırakılan cismin yer değiştireceği su öncelikle kabın ağız kısmına kadar yükselir. Bu seviyeyi geçen su ise taşıp diğer kaptan birikir.

$$V_{\text{taşan su}} = V_{\text{cisim}} - V_{\text{kaptan kalan}}$$

$$V_{\text{taşan su}} = 110 \text{ cm}^3 - 30 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{taşan su}} = 80 \text{ cm}^3 \text{ bulunur.}$$



Görsel 2.8.a.b

Örnek - 8 >

Görsel 2.9'daki gibi bir taşıma kabı 70 cm^3 seviyesine kadar su ile doludur. Kaba atılan taş parçası kaptan 25 cm^3 su taşımaktadır.

Buna göre taş parçasının hacmi kaç mL'dir?

Çözüm

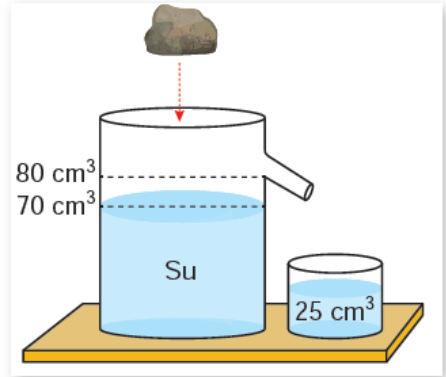
Taş atıldığında 80 cm^3 seviyesine kadar su yükselir ve bu seviyeyi geçen su diğer kaptan birikir.

$$V_{\text{taşan su}} = 25 \text{ cm}^3$$

Taşıma kabının ağız kısmına kadar yükselen su miktarı

$$80 \text{ cm}^3 - 70 \text{ cm}^3 = 10 \text{ cm}^3 \text{ tür.}$$

Bu durumda taşın hacmi $25 \text{ cm}^3 + 10 \text{ cm}^3 = 35 \text{ cm}^3$ tür. Buradan da taşın hacminin 35 mL olması gerektiği bulunur.



Görsel 2.9

Örnek - 9 >

Kenar uzunlukları 5 cm x 2 cm x 2 cm olan dikdörtgen prizma şeklindeki sünger, Görsel 2.10'daki kaba batırıldığında su seviyesi 30 cm³ ten 37 cm³ seviyesine çıkıyor.

Buna göre süngerin içindeki hava boşluğu ne kadardır?

Çözüm

Süngerin hacmi

$$V_{\text{sünger}} = a \cdot b \cdot c$$

$$V_{\text{sünger}} = 5 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 20 \text{ cm}^3 \text{ olur.}$$

Sünger kaba batırıldığında beklenen, su seviyesinin

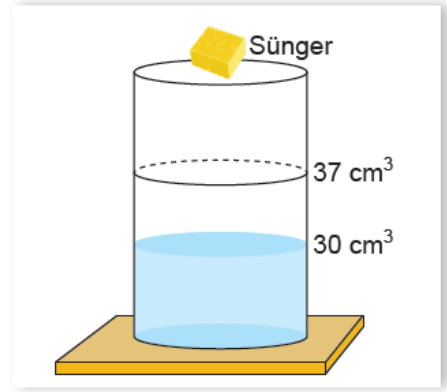
$$30 \text{ cm}^3 + 20 \text{ cm}^3 \text{ ten } 50 \text{ cm}^3 \text{ olmasıdır.}$$

Fakat su seviyesinin 37 cm³ olduğu verilmiştir. Hava boşluklarının yerini su dolduracağından süngerin gerçek hacminin

$$37 \text{ cm}^3 - 30 \text{ cm}^3 = 7 \text{ cm}^3$$

olduğu belirlenir. O hâlde süngerin içindeki hava boşluğu

$$20 \text{ cm}^3 - 7 \text{ cm}^3 = 13 \text{ cm}^3 \text{ bulunur.}$$



Görsel 2.10

Özkütle

Çevrenizi incelediğinizde un, nişasta, şeker, tuz gibi katı maddelerin ve tuz ruhu, limon suyu gibi bazı sıvıların görünümlerinin birbirine çok benzediğini fark edersiniz.

Bu maddelerin bazılarını günlük tecrübelerinizden yararlanarak ayırt edebilirken birçoğunu ise ayırt edemezsiniz.

Saf maddeleri birbirinden ayırt etmek için kullanılan özelliklere ayırt edici özellikler denir. Sabit sıcaklık ve basınçta ayırt edici özellikler her saf madde için farklı değerler aldığından maddeler birbirleriyle karşılaştırılabilir.

Bir maddenin birim hacminin kütesine oranına özkütle (yoğunluk) denir.

Aynı maddeden yapılmış iki cismin kütle ve hacimleri farklı olsa bile özkütlesi aynıdır. Çünkü kütle hacme oranı her iki cisim için de aynıdır.

Görsel 2.11'deki mutfak gereçlerinin yapıları ve büyüklükleri farklıdır. Ancak bu gereçler aynı maddeden üretildikleri için özkütlesi hesaplanırsa aynı çıkar.

Özkütle skaler bir nicelik olup d sembolüyle gösterilir.

SI birim sisteminde birimi kg/m³ olmasına karşın günlük yaşamda g/cm³ yaygın olarak kullanılır.



Görsel 2.11: Aynı maddeden yapılmış farklı mutfak gereçleri

Özkütle aynı sıcaklık ve basınç altındaki maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Özkütlesi aynı olan maddeler aynı olabilir ama kesinlikle aynıdır diyebilmek için karşılaştırılan maddelerin başka ayırt edici özelliklerine de bakılmalıdır.

Etkinlikte elde ettiğiniz matematiksel model,

m, kütle (g)

V, hacim (cm³)

d, özkütle ($\frac{g}{cm^3}$)

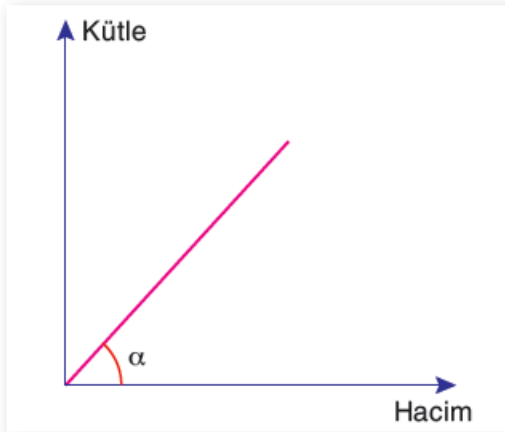
$$d = \frac{m}{V} \text{ olarak yazılır.}$$

Sabit sıcaklık ve basınçta hacim kütle ile doğru orantılıdır. Herhangi biri artırıldığında diğeri de aynı oranda artar. Buna göre kütle-hacim grafiği Grafik 2.1'deki gibi olur. Grafiğin, yaptığınız etkinlikte çizdiğiniz kütle-hacim grafiği ile benzer olduğuna dikkat ediniz.

Kütle-hacim grafiğinin eğimini aldığınızda,

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{m}{V} = d \text{ olduğu görülür.}$$

Dolayısıyla grafiğin eğimi özkütleyi verir.



Grafik 2.1: Sabit sıcaklık ve basınç altında saf bir maddenin kütle-hacim grafiği

Maddelerin ayırt edici özellikleri madde miktarına bağlı değildir. Bu nedenle sabit sıcaklık ve basınçta saf bir maddenin özkütle-hacim ve özkütle-kütle grafikleri Grafik 2.2.a.b'deki gibi olur.

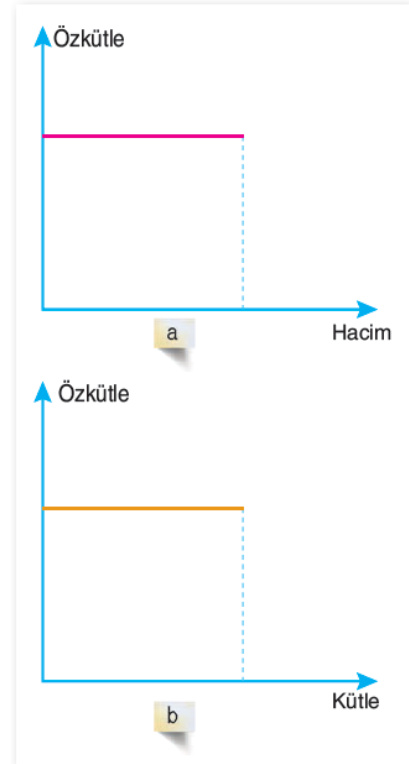
Dikkat edilirse maddenin hacmi ve kütlesi artsa da özkütlesi sabit kalmaktadır.

Sıcaklığı artırılan maddeler genleştiklerinden genellikle hacimlerinde artış olurken kütlelerinde bir değişiklik olmaz. Bu durum maddenin özkütlesinin küçülmesine neden olur. Benzer şekilde basınç ile maddeler sıkıştırılırsa hacimlerinde bir azalma meydana gelir. Kütle sabitken hacimde oluşan azalma maddenin özkütlesinin artmasına neden olur. Bu nedenle maddelerin özkütlesi sabit sıcaklık ve basınçta yani aynı koşullarda karşılaştırılmalıdır.

Tablo 2.5'te bazı maddelerin özkütlerini inceleyebilirsiniz.

Madde	Özkütle (g/cm ³)	Özkütle (kg/m ³)
Alüminyum	2,70	2,70 · 10 ³
Demir	7,80	7,80 · 10 ³
Bakır	8,90	8,90 · 10 ³
Buz	0,92	0,92 · 10 ³
Su (+4 °C)	1,00	1 · 10 ³
Cıva	13,60	13,60 · 10 ³
Benzin	0,68	0,68 · 10 ³
Etil alkol	0,79	0,79 · 10 ³
Hava	1,21 · 10 ⁻³	1,21
Karbondioksit	1,98 · 10 ⁻³	1,98
Su buharı (100 °C)	0,59 · 10 ⁻³	0,59

Tablo 2.5: Bazı maddelerin 0 °C'ta ve 1 atm basınçtaki yaklaşık özkütle değerleri



Grafik 2.2.a.b: Sabit sıcaklık ve basınçta saf bir maddenin özkütle-hacim ve özkütle-kütle grafikleri

Örnek - 11

K ve L saf maddelerine ait sabit sıcaklık ve basınçta kütle-hacim grafiği Grafik 2.3'teki gibidir.

Buna göre maddelerin özkütleleri oranını bulunuz.

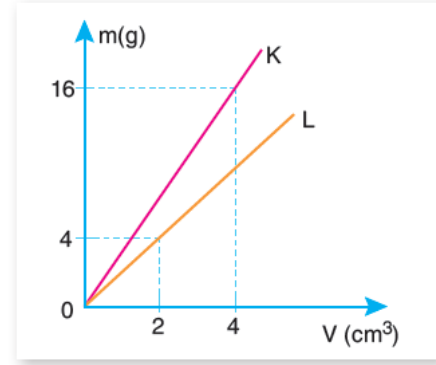
Çözüm

Kütle-hacim grafiğinin eğiminin özkütleyi verdiği hatırlanıp kütle ve hacim değerleri grafikten okunursa

$$d_K = \frac{m_K}{V_K} = \frac{16 \text{ g}}{4 \text{ cm}^3} = 4 \text{ g/cm}^3$$

$$d_L = \frac{m_L}{V_L} = \frac{4 \text{ g}}{2 \text{ cm}^3} = 2 \text{ g/cm}^3 \text{ hesaplanır.}$$

$$\text{Buradan } \frac{d_K}{d_L} \text{ oranı ise } \frac{d_K}{d_L} = \frac{4}{2} = 2 \text{ bulunur.}$$



Grafik 2.3

Karışımların Özkütlesi

Günlük yaşamımızda kullandığımız maddelerin tamamı saf değildir. Karışım olarak adlandırılan çeşitli maddeleri de kullanırız. Saf maddelerin özkütleleri belirli sıcaklık ve basınç altında ayırt edici bir özelliğe sahiptir. Karışımların ise durumu daha farklıdır. İki ya da daha fazla saf maddenin özelliklerini kaybetmeden bir araya gelmesiyle oluşan maddelere **karışım** denir. Karışımların bazı özelliklerini hatırlayalım.

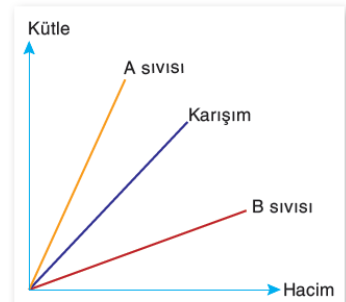
- ✓ Saf olmayan maddelerdir.
- ✓ Oluşumları fizikseldir.
- ✓ Fiziksel yöntemlerle bileşenlerine ayrıştırılabilir.
- ✓ Bileşenleri arasında belirli bir oran yoktur.
- ✓ Formül veya sembolleri yoktur.
- ✓ Özkütle, erime noktası gibi belirli ayırt edici özellikleri yoktur.

Karışımlar, homojen ve heterojen olarak sınıflandırılır. Görünümü ve özellikleri her yerinde aynı olmayan karışımlara **heterojen**, görüntüsü ve özellikleri her yerinde aynı olan karışımlara da **homojen karışımlar** denir.

Homojen karışımlarda karışıma giren maddelerin miktarına göre özkütle değişir. Bu nedenle homojen karışımlar için özkütle ayırt edici bir özellik değildir.

Grafik 2.4'te aynı sıcaklıktaki A ve B sıvıları homojen olarak karıştırılsın. Oluşan karışımın özkütlesi, daima karışıma giren sıvıların özkütleleri arasında bir değer alır. Bu durum matematiksel olarak

$$d_B < d_{\text{Karışım}} < d_A \text{ şeklinde modellenir.}$$



Grafik 2.4: Karışımın kütle hacim grafiği

Bununla birlikte yapılan deneylerden,

- ✓ Eşit hacimli iki sıvı birbiriyle karıştırıldığında elde edilen karışımın özkütlesi, bu iki sıvının özkütlelerinin aritmetik ortalamasına eşittir.

✓ Eşit kütleli iki sıvı birbiriyle karıştırıldığında elde edilen karışımın özkütlesi, bu iki sıvıdan özkütlesi küçük olana daha yakındır.

sonuçları elde edilmiştir.

Birbiriyle homojen olarak karışmayan sıvılar bir kapta toplanırsa özkütlesi büyük olan sıvı altta kalacak şekilde kap içinde sıralanır.

Örnek - 13

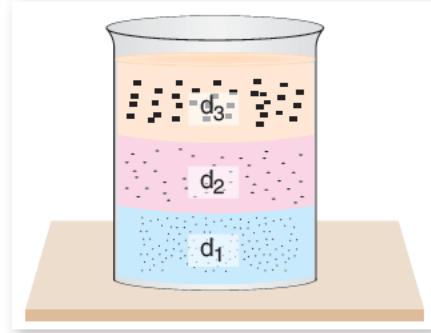
Bir kaba konan sıvılar Görsel 2.14'teki gibi görülmektedir.

Bu sıvıların sıcaklıkları eşit olduğuna göre özkütleleri arasındaki ilişki nasıldır?

Çözüm

Kap içindeki sıvılar özkütlelerine göre sıralanır. Özkütlesi büyük olan, kabın alt kısmına yerleşir.

Buna göre sıvıların özkütleleri arasındaki ilişki $d_1 > d_2 > d_3$ olarak belirlenir.



Görsel 2.14

Tarihten Notlar

Günümüze ve sonrasına uzanacak olan bilimsel araştırmalar insanlığın merakı ile gelişerek devam edecektir. Araştırmalar ile elde edilen bilgiler günümüzde ulaşılan bilgi seviyesine kaynaklık etmiştir. Özkütle ile ilgili yapılan çalışmalar da bu çalışmalardan yalnızca biridir. El-Hazini genç yaşına rağmen astronomi, fizik, kimya, matematik, felsefe gibi birçok alanda çalışma yapmıştır. Çalışmalarını sıvıların ve havanın yoğunlukları üzerinde yoğunlaştırmıştır.

El-Hazini'nin en önemli icadı aerometre olarak isimlendirilen, havanın ve sıvıların özgül ağırlıklarını ölçen aleti icat etmesi ve kullanması olmuştur. Bunun yanında sıvı maddelerin yoğunluklarını hesaplama metodunu ve cisimlerin hava içindeki ağırlıklarını hesaplamak için kullanılan hikmet terazisi denilen teraziyi de geliştirmiştir (Görsel 2.15). Altın, bakır, demir, inci, kalay, kuvars, yakut ve zümrüt başta olmak üzere birçok katı ve sıvı cismin yoğunluklarını günümüzde modern aletlerle yapılan ölçüm sonuçlarına yakın bir şekilde tespit etmiştir.



Görsel 2.15: El-Hazini terazisi

Arşimet (MÖ 287-212) yılları arasında yaşamış kendi döneminin en büyük matematikçisi olarak bilinir. Kralın tacının hileli olup olmadığını belirleyen yöntemi keşfedince "eureka eureka" (buldum buldum) diyerek banyodan çıkışıyla anılır.

Kaldıraç kanunlarını ve bunlar arasındaki bağılıkları keşfetmiştir. Sıvıların basıncı ve sıvıların kaldırma kuvveti ile ilgili önemli çalışmalar yapmıştır. Maddenin kütesini ve maddenin taşıdığı suyun hacmini birbirine oranlayarak maddelerin özkütlesini bulmuştur. Bu yöntemle kralın tacının



Görsel 2.16: Arşimet burgusu

saf altın olmadığını belirleyerek krala hediye edilen tacın hileli olduğunu bulmuştur. Arşimet yaşamımızı kolaylaştıran ve günümüzde hâlâ kullanılan araçlar yapmıştır. Bunlardan biri denizcilerin hâlâ kullandığı Arşimet burgusudur (Görsel 2.16).

9.2.1.2 Yaşamımızdaki Özkütle

Amaç : Günlük hayatta saf maddelerin ve karışımların özkütlelerinden faydalanan durumlara örnekler vermek.

Özkütle ölçümü günlük yaşamımızda önemlidir. Farklı meslek dallarında özkütleden yararlanılmaktadır. Özkütlenin kullanıldığı mesleklere birkaç örnek verelim. Kışın akü kontrolü araç bakımı açısından önemlidir. Otomobil aküsünün doluluğunu akü sıvısı olarak bilinen sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisi elektrolitinin özkütlesi ölçülerek belirlenir (Görsel 2.17).



Görsel 2.17: Otomobil aküsünün ölçümü

Akü kullanıldıkça sülfürik asit akü içindeki kurşun plakalarla tepkimeye girerek kurşun sülfata ($PbSO_4$) dönüşür. Bu durum akü sıvısının özkütlesinin azalmasına neden olur. Dolu bir aküde yaklaşık $1,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ olan özkütle boşalmış aküde $1,15 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ seviyesine kadar iner. Benzer biçimde arabaların radyatörlerinde antifriz kullanılır. Antifriz, su ve etilen glikol (etandiol) çözeltisidir. Antifriz, radyatörü ve soğutma sistemini pas, korozyon ve donmaya karşı korumak için kullanılır. Çözeltinin donma noktası glikol derişimine bağlıdır. Bu nedenle antifrizin donma noktası hidrometre denen bir aygıt yardımıyla özkütlesi ölçülerek bulunur. Böylece iklim koşullarına göre araçlara konulacak antifrizin donma noktası ayarlanır. Toplumumuzun sanatsal faaliyetleri içinde önemli yer tutan ebru sanatının yapılmasında da özkütleden yararlanır. Kâğıt bezeme sanatlarının en önemli dallarından biri olan ebru sanatının ne zaman ve hangi ülkede ortaya çıktığı bugün itibarıyla tam olarak saptanamamıştır. Ancak doğu ülkelerine özgü bir süsleme sanatı olduğu bilinmektedir.

Orta Asya kökenli en eski sanatlarımızdan olan ebru sanatı, birtakım malzemelerle yoğunluğu artırılmış su üzerine doğadan elde edilen boyaların serpilmesi ve sonrasında ya olduğu gibi ya da birtakım aletler yardımıyla oluşturulan desenlerin kâğıda alınmasıyla yapılır. Herhangi bir suyla ebru yapılamaz. Yapışkanlık ve kıvam veren bir malzemeyle suyun yoğunluğunun artırılması gerekir. Daha sonra su üzerine serpilenden boyalarla desen oluşturulur. Boyalara şekil verilebildikten sonra su üzerinde ortaya çıkan resim kâğıda aktarılır.

Kuyumculukta, küçük altın parçacıklarının yabancı maddelerden ayrılmasında özkütle farkından yararlanır. Altın ve diğer maddelerden oluşan karışım eğik yüzeyden akıtılır. Özkütlesi büyük olan altın parçacıkları eğik yüzeyin üst kısmında kalır ve böylece altın parçacıkları ile diğer madde parçacıkları ayrıştırılmış olur. Özkütle porselen yapımında da önemli yer tutar. Porseleni meydana getiren maddeler öğütülerek çok küçük parçacıklar hâline getirilir. Bu parçacıkların küçüklüğü porselenin kalitesini belirler. Eğer oluşan karışımın özkütlesi yaklaşık $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ise porselenin istenilen madde karışımı elde edilmiş olur.

9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

2.Ünite : Madde ve Özellikleri

2.Bölüm : Dayanıklılık

9.2.2.1. Dayanıklılık Kavramı

Amaç: Dayanıklılık kavramını açıklamak.

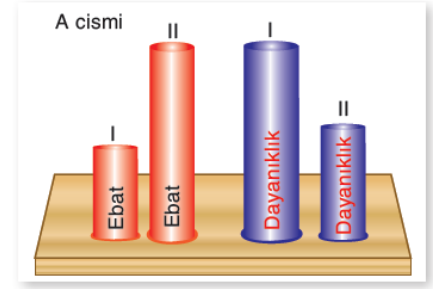
Dayanıklılık, katı bir cismin germe veya sıkıştırma kuvvetlerine karşı özelliğini kaybetmeden gösterdiği dirence denir. Dayanıklılığın bağlı olduğu etmenlerden birisi de maddenin cinsidir. Dayanıklılık, kesit alanının hacme oranıyla orantılıdır. Yani dayanıklılığın cisimlerin boyutlarıyla orantılı olduğu söylenebilir.

$$\text{Dayanıklılık} \propto \frac{\text{kesit alanı}}{\text{hacim}}$$

şeklinde ifade edilebilir.

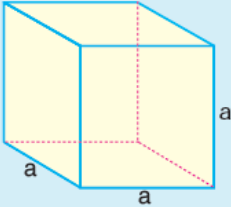
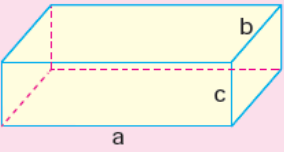
Buna göre bir cismin boyutları orantılı olarak artırılırsa cismin dayanıklılığı azalır, boyutları orantılı olarak azaltılırsa da dayanıklılığı artar. Görsel 2.25'te cismin boyutlarıyla dayanıklılığı arasındaki ilişki görülmektedir.

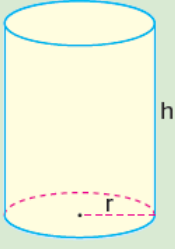
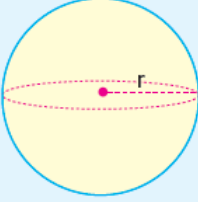
A cisminin ebatlarına göre I. durumdaki dayanıklılığı II. Durumuna göre daha fazladır.



Görsel 2.25 : Cismin boyutlarıyla dayanıklılığı arasındaki ilişki

Tablo 2.7'de bazı geometrik cisimlerin dayanıklılıklarının matematiksel modellemesi verilmiştir.

Cisim	Kesit alanı	Hacim	Dayanıklılık $\propto \frac{\text{Kesit alanı}}{\text{Hacim}}$
 Küp 	a^2	a^3	$\frac{1}{a}$
 Dikdörtgen prizma 	$a \cdot b$	$a \cdot b \cdot c$	$\frac{1}{c}$

 Silindir	$\pi \cdot r^2$	$\pi \cdot r^2 \cdot h$	$\frac{1}{h}$
 Küre	$\pi \cdot r^2$	$\frac{4}{3} \pi \cdot r^3$	$\frac{3}{4 \cdot r}$

Tablo 2.7: Bazı katı maddelerin kesit alanı / hacim oranları

Örnek - 15

Eni, boyu ve yüksekliği $a \times 2a \times 3a$ olan dikdörtgen prizma şeklindeki katı bir cismin boyutları iki katına çıkarılıyor.

Dayanıklılıklarını karşılaştırınız.

Çözüm

İlk Durum:

$$\text{Kesit alanı} = a \cdot b = a \cdot 2a = 2a^2$$

$$\text{Hacmi} = a \cdot b \cdot c = a \cdot 2a \cdot 3a = 6a^3$$

$$\text{Dayanıklılık (ilk durum)} \propto \frac{\text{kesit alanı}}{\text{hacim}}$$

$$\text{Dayanıklılık (ilk durum)} \propto \frac{2a^2}{6a^3}$$

$$\text{Dayanıklılık (ilk durum)} \propto \frac{1}{3a} \text{ bulunur.}$$

İkinci Durum:

$$\text{Kesit alanı} = a \cdot b = 2a \cdot 4a = 8a^2$$

$$\text{Hacmi} = a \cdot b \cdot c = 2a \cdot 4a \cdot 6a = 48a^3$$

$$\text{Dayanıklılık (ikinci durum)} \propto \frac{\text{kesit alanı}}{\text{hacim}}$$

$$\text{Dayanıklılık (ikinci durum)} \propto \frac{8a^2}{48a^3}$$

$$\text{Dayanıklılık (ikinci durum)} \propto \frac{1}{6a} \text{ bulunur.}$$

$\frac{1}{3a} > \frac{1}{6a}$ olduğundan ilk durumdaki prizma ikinci durumdakine göre daha dayanıklıdır. Cismin boyutları arttıkça dayanıklılığı da azalmaktadır. Düzgün cisimlerin boyutları iki katına çıkarılırsa dayanıklılığı yarıya düşer diyebiliriz.

Hesaplamalar incelendiğinde cisimlerin boyutları orantılı bir şekilde artırıldığında kesit alanı ile yüzey alanı 4 kat artarken hacmi ise 8 kat artar. Dolayısıyla cisimlerin boyutlarındaki artış, yüzey alanlarına göre hacimlerinde daha fazla olur.

Bir cismin veya canlının $\frac{\text{Yüzey alanı}}{\text{Hacim}}$ oranı cisimlerin yapılarını ve canlıların yaşamsal faaliyetlerini etkiler. Bu durumu bazı canlılar üzerinden örneklerle açıklayalım.

Canlılık faaliyetlerinin yerine getirilebilmesi için enerji gereksinim vardır. Bu enerjinin vücutta düzenlenmesi gerekir. Canlılar vücut sıcaklıklarını belirli düzeyde tutmak zorundadır.

Örneğin yüzey $\frac{\text{Yüzey alanı}}{\text{Hacim}}$ oranı küçük olan fil ve maymunların metabolizmaları yavaş çalışır. Enerji kayıpları az olur. Bu nedenle vücut sıcaklıklarını dengede tutmak için yüzey alanlarını artıracak fiziksel özelliklere gereksinimleri vardır. Bu gereksinimlerini filler vücutlarına oranla daha büyük olan kulaklarıyla, maymunlar ise kuyruklarıyla karşılar.

Yine benzer biçimde $\frac{\text{Yüzey alanı}}{\text{Hacim}}$ oranı fil ve maymun gibi canlılara göre büyük olan farelerin enerji kaybı daha fazla olur. Kaybettikleri enerji vücut sıcaklıklarını düşürür. Fareler, vücut sıcaklıklarını koruyabilmek için metabolizmaları fillere göre çok daha hızlı çalışır. Bu nedenle canlılar vücut sıcaklıklarını dengede tutabilmek için kendi ağırlıklarının yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'i ile $\frac{1}{2}$ 'i kadar günlük yiyecek tüketmek zorundadır.

9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

2.Ünite : Madde ve Özellikleri
3.Bölüm : Yapışma ve Birbirini Tutma

9.2.3.1. Yapışma (Adezyon) ve Birbirini Tutma (Kohezyon) Kavramları

Amaç: Yapışma (adezyon), birbirini tutma (kohezyon), yüzey gerilimi ve kılcallık olaylarını örneklerle açıklamak.

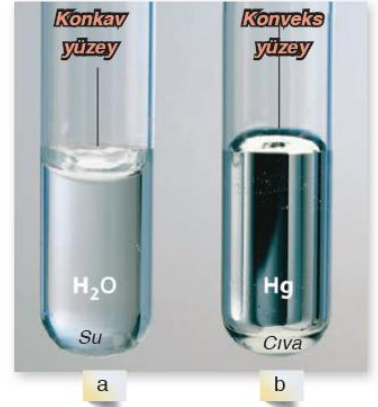
Çevrenizi gözlediğinizde katı, sıvı ve gaz olarak sınıflandırdığımız birçok maddeyle karşılaşsınız. Katı maddelerin atomları düzenli bir dizilişe sahiptir. Katılarda atomlara uygulanan iç kuvvetler, her bir atomu belirli bir konumda tutar. Atomlar birbirlerine göre hareket edecek şekilde serbest olmadıklarından dolayı bulundukları konumdan ayrılamaz. Bu nedenle katılar belirli bir şekle sahiptir.

Sıvıları ve gazları oluşturan atom ve moleküllere etki eden kuvvetler katılara göre daha zayıftır. Sıvılar ve gazlar çok küçük bir etki ile yer değiştirir. Bu nedenle sıvılar ve gazlar akışkan olarak bilinir.

Akışkanlar, akma ve şekil değiştirmelerinden dolayı katılara göre farklı özelliklere sahiptir.

Adezyon ve Kohezyon Kuvvetleri

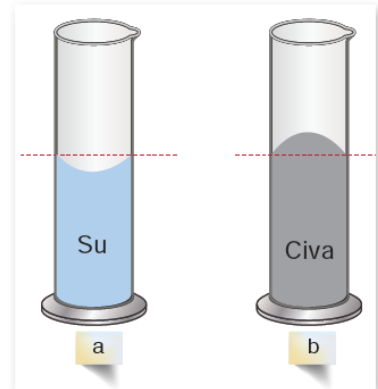
Bir sıvı, katı bir yüzeyle temas ettirildiğinde iki farklı durumla karşılaşılır. Bu farklılıklar temas hâlindeki maddelerin atom veya molekülleri arasındaki çekim kuvvetinden kaynaklanır. Örneğin bir cam tüpe su konulduğunda Görsel 2.28.a'da görüldüğü gibi cam tüpün çeperlerine doğru bir yükselme olurken su yüzeyi çukurlaşır. Buna karşın cam tüpe Görsel 2.28.b'deki gibi su yerine cıva konulursa cıva yüzeyi tümsekleşir. Karşılaşılan bu durumlar, aynı ve farklı atom veya moleküller arasındaki kuvvetlere bağlı olarak açıklanabilir.



Görsel 2.28.a.b: a. Su, cam yüzeyi ıslatır. b. Cıva, cam yüzeyi ıslatmaz.

Görsel 2.29.a'da cam tüpe konan su, çeperlere doğru yükselerek orta kısmı çukurlaşmıştır. Bu durum cam tüpün çeperleri ile su molekülleri arasında meydana gelen adezyon kuvvetinin, su moleküllerinin kendi aralarında birbirine uyguladığı kohezyon kuvvetinden daha büyük olmasından kaynaklanır.

Cam tüp ve su örneğinde olduğu gibi farklı tür maddelerin molekülleri arasındaki çekme kuvvetine adezyon (yapışma) kuvveti denir. Cıvanın Görsel 2.29.b'de de gösterildiği gibi cam tüp içinde yüzeyinin tümsekleşmesi, aynı tür moleküller arasındaki çekme kuvveti olan kohezyon (birbirini tutma) kuvvetinden kaynaklanır.



Görsel 2.29.a.b: a. Suyun cam tüpün çeperleriyle teması b. Cıvanın cam tüpün çeperleriyle teması

Bu durum cıva atomları arasında oluşan kohezyon kuvvetinin, cıva atomlarıyla cam tüpün çeperleri arasında oluşan adezyon kuvvetinden büyük olmasından kaynaklanır.

Son yıllarda özellikle spor kıyafetleri yapımında kullanılan kumaşlar ıslanmaz özellikli olarak üretilmektedir. Bir sıvının katı bir yüzeyi ıslatıp ıslatmayacağı adezyon ve kohezyon kuvvetlerinin birbirlerine göre büyüklükleri ile belirlenir. Kohezyon kuvveti adezyon kuvvetinden daha büyükse sıvı madde katı maddeyi ıslatmaz.

Yüzey Gerilimi

Özellikle sabahleyin veya yağmur yağdığında yapraklara, dallara asılı su damlalarını Görsel 2.30.a.b'deki gibi görebilirsiniz. Hatta bir bardağa su doldururken bardak seviyesinin aşılabileceğine tanık olmuşsunuzdur (Görsel 2.31). Yine benzer biçimde otomobil camlarının üzerine düşen yağmur damlaları yüzeyle dağılmayıp küresel şekil alır. Görsel 2.32'de bir yüzeyle dökülen cıvanın küreye benzer küçük topaklar şeklinde kümelendiğini görebilirsiniz.



Görsel 2.30.a,b: Su damlalarının yaprak ve dalda görünümü



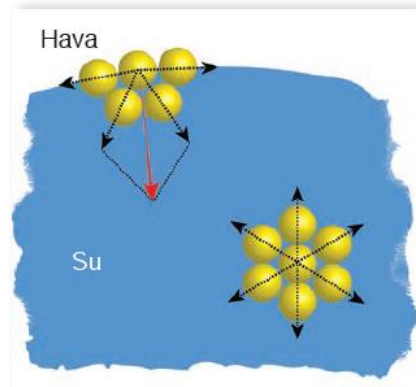
Görsel 2.31: Bardak seviyesinden fazla su



Görsel 2.32: Cıva damlacıkları topaklar h linde toplanır.

Verilen bu örnekler sıvı yüzeyinin sanki esnek bir zar gibi davranmasıyla mümkün olur. Sıvı moleküllerinin birbirlerine uyguladığı çekme kuvveti, gergin bir yüzey oluşturur. Oluşan bu gerilmeye **yüzey gerilimi** denir.

Görsel 2.33'te görüldüğü gibi sıvı içindeki moleküle etkiyen kuvvetler birbirini dengelediği için bu molekül sıvı içinde serbestçe hareket edebilir. Fakat sıvı yüzeyindeki moleküle etkiyen kuvvetlerin dengesi söz konusu değildir. Moleküller arasındaki bu kuvvet farkı sıvı yüzeyinde bir gerilmeye neden olur. İşte yağmur veya cıva damlacıkları yüzey gerilimi nedeniyle yüzey alanını en aza indirerek küre şeklini almaya yönelir.



Görsel 2.33: Sıvı moleküllerine sıvının içinde ve yüzeyinde etkiyen kuvvetler

Yüzey gerilimi nedeniyle özkütlesi sudan daha büyük olan çelik iğne, çatal iğne, ataş vb. cisimler dikkatlice su yüzeyine konulursa yüzdürülebilir (Görsel 2.34). Görsel 2.35'te görüldüğü gibi suyun yüzey gerilimi nedeniyle bazı böcekler suda yürüyebilir.



Görsel 2.34: Yüzey gerilimi ataşın su yüzeyinde yüzmesini sağlar.



Görsel 2.35: Su yüzeyi gerilmiş bir zar gibi davranarak bu böceklerin suda yürümesine olanak verir.

Akışkan her bir maddenin yüzey gerilimi moleküllerinin özelliklerine ve molekülleri arasındaki bağ kuvvetlerine bağlı olduğundan temelde değişmez. Yani yüzey gerilimi akışkanlar için ayırt edici bir özelliktir. Tablo 2.8'de hava ile temasta olan bazı sıvı maddelerin yaklaşık yüzey gerilim katsayıları verilmiştir.

Sıvı	Sıcaklık (°C)	Yüzey gerilimi (N/m)
Su	0	$7,57 \cdot 10^{-2}$
Su	20	$7,28 \cdot 10^{-2}$
Su	100	$5,89 \cdot 10^{-2}$
Alkol	20	$2,23 \cdot 10^{-2}$
Bakır	1130	1,10
Altın	1070	1,00
Cıva	20	0,47
Zeytinyağı	20	$3,20 \cdot 10^{-2}$

Tablo 2.8: Bazı sıvı maddelerin yüzey gerilimleri

Bulaşık ve çamaşır deterjanı kullanılarak temizlik yapıldığında suyun yüzey gerilimi değiştirilir. Kirli çamaşırların temizlenmesi için suyun, kumaş lifleri arasındaki çok küçük hacimlere kadar girmesi gerekir ama suyun yüzey gerilimi büyük olduğundan bu zordur. Suyun sıcaklığı artırılıp deterjan kullanıldığında suyun yüzey gerilimi azalır. Böylece suyun her yere ulaşması sağlanarak temizleme işlemi yapılmış olur.

Hepiniz sabunlu sudan baloncuklar yapmışsınızdır. Sabunlu suyun yüzey geriliminin küçük olması iri balon kabarcıklarının oluşturulmasına imkân vererek ilginç görüntülerin ortaya çıkmasını sağlar.

Günlük yaşamdan verilen bazı örneklerden hareketle yüzey gerilimini etkileyen faktörler olduğu çıkarımını yapabilirsiniz. O hâlde yüzey gerilimini etkileyen faktörleri açıklayalım.

Yüzey Gerilimini Etkileyen Faktörler

a. Sıcaklık

Sıcaklık artışı ile yüzey gerilimi azalır. Sıvının yüzey geriliminin sıfıra düştüğü sıcaklık, sıvının kritik sıcaklığı olarak adlandırılır. Fakat günlük yaşamda kritik sıcaklıkta bir sıvıya rastlayamayız. Sıcak çorbanın ısı kaybederek soğuması sonucu yüzeyinde yağ tabakasının oluşması yüzey geriliminin arttığının göstergesidir.

b. Kimyasal Katkılar

Bir sıvının yüzey gerilimini azaltan maddeler sürfaktan olarak isimlendirilir. Sıvıya kimyasal madde eklenmesi, yüzey gerilimini değiştirir. Suyun yüzey gerilimi, eklenen sabun, deterjan ve şampuan gibi maddelerle azalır. Bu durumda temizlik yapmak için neden sıcak su ve deterjan kullanıldığını anlayabilirsiniz.

c. Yoğunluk

Sıvının yoğunluğu arttıkça yüzey gerilimi de artar. Örneğin suya tuz eklenmesi su molekülleri arasındaki çekim kuvvetini artırdığından suyun yüzey gerilimi de artar. O hâlde iyonik özellikli maddelerin eklenmesi suyun yüzey gerilimini artırır. Şeker gibi iyonik olmayan maddeler ise suyun yüzey geriliminde herhangi bir değişiklik yapmaz.

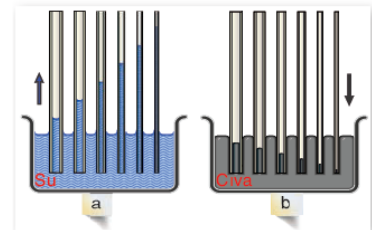
ç. Basınç ve Çözünmeyen Sıvı Eklenmesi

Sıvı üzerindeki gaz yoğunluğu çok fazla artırıldığında veya bu sıvı üzerine bu sıvıda çözünmeyen bir başka sıvı ilave edildiğinde sıvının yüzey gerilimi azalır. Örneğin suya yağ eklendiğinde suyun yüzey gerilimi azalacaktır.

Kılcallık

Görsel 2.37.a.b'de görüldüğü gibi farklı kesitteki borular su ve cıva içine batırılırsa borularda, çevresindeki sıvı yüksekliğine göre sıvının yükseldiği veya alçalıdığı görülür. Bu olaya kılcallık denir. Borulardaki sıvının yükselip yükselmeyeceği veya alçalıp alçalmayacağı adezyon ve kohezyon kuvvetlerinin birbirine göre büyüklüğüne bağlıdır. Örneğin kılcal boru içindeki su, boru çeperleri tarafından çekilerek adezyon kuvvetlerinin suyun ağırlığı ile dengelendiği noktaya kadar yükselir. Yükselmenin veya alçalmanın miktarı sıvı yüzeyinin dağılmasına engel olan yüzey gerilimine de bağlıdır. Görsel 2.37.a'da suyun kılcal boruda yükseldiği, Görsel 2.37.b'de ise cıvanın seviyesinin düştüğü görülür.

★ Yüzey geriliminin en önemli uygulaması kılcallık olayıdır. Canlıların yaşam faaliyetlerini sürdürmelerinde bu olay önemli rol oynar.



Görsel 2.37.a.b: a. Suyun, b. cıvanın farklı kesitteki borularda durumu



Görsel 2.38: Ağaçların yapraklarına kadar suyun ulaşmasında kılcallık etkilidir.

Görsel 2.38'de ağaçların metrelerce yükseklikteki dallarına suyun çıkabilmesi, dolaşım sisteminde kanın kılcal damarlara kadar ulaşabilmesinde kılcallık etkilidir. Bunun yanında kâğıt havluyla ıslak zeminin silinmesi, mumun yanarken ortasındaki fitilin sürekli yanması, kesme şekerin bir ucundan ıslatılması gibi farklı örneklerde kılcallık önemli rol oynar.