

# FZM111 Fizik 1 - FİZİK ve ÖLÇME

- a) Uzunluk, kütle ve zaman birimleri
- b) Madde ve özellikleri
- c) Yoğunluk
- d) Fiziksel birimlerin birbirine dönüştürülmesi
- e) Yaklaşık değerler ve büyüklükler
- f) Anlamlı sayılar

# Fiziğin konuları

Fizik, evreni basit ilkeleri ile daha iyi anlamımızı sağlayan temel bilimlerden birisidir. Astronomi, biyoloji, kimya ve jeoloji gibi çeşitli bilim dallarının da temelini oluşturur.

Fizik ile çevremizde gelişen fiziksel olaylar basit kavramlar, teoriler ve matematiksel eşitliklerle verilebilir.

# Fiziğin konuları

- 1. Klasik mekanik**, atoma göre çok büyük boyutlarda ve ışık hızına göre çok yavaş hareket eden cisimlerin hareketi ile ilgilenir.
- 2. Görelilik**, herhangi bir yere göre cisimlerin hareketini inceler.
- 3. Termodinamik**, birçok parçacıktan oluşan bir sistemin ısı, iş, sıcaklık ve istatistiksel davranışlarını inceler.
- 4. Elektromagnetizma**, elektrik, magnetizma ve elektromagnetik alanları inceler.
- 5. Optik**, ışığın madde ile etkileşmesini inceler.
- 6. Kuantum mekaniği**, alt mikroskobik düzeyden makroskopik düzeye kadar malzemelerin davranışlarını inceler.

# Fiziğin konuları

- (1) Uyduların hareketleri,
- (2) Çok hızlı bilgisayarlar,
- (3) Sağlık, iletişim alanlarında görüntüleme teknikleri,
- (4) Genetik mühendisliği,

# Uzunluk, kütle ve zaman birimleri

- Alış-verişte kavga etmeden, anlaşmazlıklar çıkarmadan devam edebilmesi için bazı standartları kabul edilir.
- Uluslararası standartlar hazırlanmıştır.
- SI birim sistemi genel kabul gören birim sistemidir. Uzunluk, kütle ve zaman için *metre*, *kilogram* ve *saniye* kullanılır. Sıcaklık için (*kelvin*), elektrik akımı için (*amper*), ışık şiddeti için (*candela*) ve madde miktarı için (*mole*).

# Uzunluk

kripton-86 atomunun dalga boyunun 1 650 763.73 katı 1 metre olarak alınmıştır.

Bir ışık yılı  $9.46 \times 10^{15}$  metre

Dünyanın güneş etrafındaki yörüngesinin yarıçapı  $1.50 \times 10^{11}$  metre

Dünya ile ay arasındaki uzaklık  $3.84 \times 10^8$  metre

Dünyanın yarıçapı  $6.37 \times 10^6$  metre

Uyduların yerden yüksekliği  $2 \times 10^5$  metre

Hidrojen atomunun çapı  $10^{-10}$  metre

Atom çekirdeğinin çapı  $10^{-14}$  metre

Protonun çapı  $10^{-15}$  metre

# Kütle

- SI-birim sisteminde kütle için birim olarak kilogram (kg)'dır. Platinyum–iridyum alaşımından silindirik şeklindeki ağırlıktır.

# Çeşitli zaman değerleri (saniye)

- Evrenin yaşı  $5 \times 10^{17}$
- Dünyanın yaşı  $1.3 \times 10^{17}$
- Kolej öğrencisinin yaşı  $6.3 \times 10^8$
- 1 yıl  $3.2 \times 10^7$
- 1 gün  $8.6 \times 10^4$
- Bir ders saati  $3.0 \times 10^3$
- İki kalp atışı arasındaki zaman  $8 \times 10^{-1}$
- Ses dalgaları arasındaki zaman  $10^{-3}$
- Radyo dalgaları arasındaki zaman  $10^{-6}$
- Bir katıdaki atom titreşimlerinin periyodu  $10^{-13}$
- Görünen ışığın periyodu  $10^{-15}$
- Nükleer çarpışmalar arası süre  $10^{-22}$
- Işığın bir protonu geçme süresi  $10^{-24}$



# 10 nun katları, okunuşu ve harfi

$10^{-24}$	yocto	y
$10^{-21}$	zepto	z
$10^{-18}$	atto	a
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-12}$	pico	p
<b><math>10^{-9}</math></b>	<b>nano</b>	<b>n</b>
<b><math>10^{-6}</math></b>	<b>micro</b>	<b>µ</b>
<b><math>10^{-3}</math></b>	<b>milli</b>	<b>m</b>
<b><math>10^{-2}</math></b>	<b>centi</b>	<b>c</b>
<b><math>10^1</math></b>	<b>deci</b>	<b>d</b>
<b><math>10^3</math></b>	<b>kilo</b>	<b>k</b>
<b><math>10^6</math></b>	<b>mega</b>	<b>M</b>
<b><math>10^9</math></b>	<b>giga</b>	<b>G</b>
$10^{12}$	tera	T
$10^{15}$	peta	P
$10^{18}$	exa	E
$10^{21}$	zetta	Z
$10^{24}$	yotta	Y

# Madde ve özellikleri

- Fiziksel sistemler hakkında fikir yürütülebilir, teori geliştirilebilir. Gözlenebilen özelliklerden bu teoriler daha sağlam temellere oturtmaya çalışılır.

# Madde ve özellikleri

Yunanlılar parçalanamayan en küçük maddeye atomos demişlerdi. 19.yy'da J.J. Thomson'un yaptığı deneylerle atomun elektronlarının da olduğu gösterildi. Daha sonraki yıllarda atomun çekirdeği de parçalanarak alt parçacıklar (kuarklar) ortaya çıkarıldı.

## Soru

1 kg alüminyum ve 1 kg demirden üretilmiş bir cisimdeki kütleler hakkında ne söylenebilir?

- (a) Alüminyumun kütlesi daha büyüktür
- (b) Demirin kütlesi daha büyüktür
- (c) Her ikisi de aynıdır.

# Yoğunluk

- Yoğunluk birim hacimdeki kütle miktarı olarak verilir:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Denklemdaki

m-kütleyi (mass),

V-hacimi (Volume)

Maddelerin değişik yoğunluklara sahip olması onların fiziksel özelliklerini ayırt etmek için kullanılabilir bir özelliktir. Örneğin alüminyum  $2.70 \text{ gr/cm}^3$ , kurşun  $11.3 \text{ g/cm}^3$  yoğunluklarına sahiptir.

# Yoğunluk ve atomik kütle

Kurşunun atomik kütlesi 207 birim ve alüminyumun ise 27.0 birimdir. Atomik kütleleri oranı

$207 \text{ birim} / 27.0 \text{ birim} = \mathbf{7.67}$  değeri bu atomların yoğunlukları oranı olan

$$(11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) / (2.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) = \mathbf{4.19}$$

değerine eşit değildir. Bu farklılık nereden gelir? Tabii ki kristal yapıdaki (katı haldeki) atomlar arası boşluklardan.

## 0.200 cm<sup>3</sup>'lik bir küpte ne kadar atom var?

- Alüminyumdan oluşmuş katı bir küpün (yoğunluğu 2.70 g/cm<sup>3</sup>) hacmi 0.200 cm<sup>3</sup> olarak verilmiştir. 27.0 gram alüminyum (atomik kütle birimi) 6.02 x 10<sup>23</sup> kadar atom içermektedir. Küpte ne kadar atom vardır?
- **Çözüm** Yoğunluk kütlenin hacime oranı şeklinde veriliyorsa, bu küp içindeki atomların toplam kütlesi bulunur. Kütle  $m = \rho V = (2.70 \text{ g/cm}^3)(0.200 \text{ cm}^3) = 0.540 \text{ g}$  veya  $m = kN$  şeklinde yazılabilir.

Denklemdaki  $m$  örneğin kütlesi,  $N$  örnekteki atomların sayısı ve  $k$  bilinmeyen orantı sabitidir.

# Atom sayısı?

$$m_{\text{örnek}} = kN_{\text{örnek}}$$

$m_{27.0 \text{ g}} = N_{27.0 \text{ g}}$  bu denklemler oranlanırsa  
bilinmeyen  $k$  orantı sabiti sadeleşir

$$\frac{m_{\text{örnek}}}{m_{27.0 \text{ g}}} = \frac{kN_{\text{örnek}}}{kN_{27.0 \text{ g}}}$$

$$\frac{0.540}{27.0} = \frac{N_{\text{örnek}}}{6.02 \times 10^{23}}$$

bulunur.

$$27.0 \quad 6.02 \times 10^{23}$$

buradan  $N_{\text{örnek}} = 1.22 \times 10^{22}$  atom olarak



# Günlük hayatımızda da yaygın olarak kullanılan fiziksel nicelikler ve birimleri

Nicelik	Sembol	Boyut	İngiliz birimi	SI
Uzunluk	L	L	feet,ft	metre, in
Kütle	m	M	Slug	kilogram, kg
Zaman	T	T	saniye,s	saniye,s
Çizgisel hız	v	L/T	ft/s	m/s
Açısal hız	w	radyan/T	radyan/s	radyan/s
İvme-çizgisel	a	L/T <sup>2</sup>	ft/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
İvme-açısal	$\alpha$	radyan/T <sup>2</sup>	radyan/s <sup>2</sup>	radyan/s <sup>2</sup>
Yoğunluk	$\rho$	ML <sup>3</sup>	slug/ftkg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Kuvvet (Newton)	F	M(L/T <sup>2</sup> )	pound, lb	newton, N
Kinematik akışkanlık	v	L <sup>2</sup> /T	ft <sup>2</sup> /s	m <sup>2</sup> /s
Moment (tork)	M	M(L <sup>2</sup> /T)	ft-lb	N-m
Eylemsizlik momenti kütlesi	I	ML <sup>2</sup>	Ib ft-s <sup>2</sup>	kg-m <sup>2</sup>
Basınç (bar)	P	M/(L <sup>2</sup> T)	Ib/ft <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup> 17

# Birimlerin birbirine çevrilmesi

Bazen bir ülkenin kullandığı birim sisteminden diğer ülkenin kullandığı birim sistemine geçiş yapmak gerekebilir:

- $1 \text{ mil} = 1\,609 \text{ metre (m)} = 1.609 \text{ kilometre (km)}$
- $1 \text{ ft} = 0.304\,8 \text{ m} = 30.48 \text{ santimetre (cm)}$
- $1 \text{ m} = 39.37 \text{ in.} = 3.281 \text{ ft}$
- $1 \text{ in.} = 0.025\,4 \text{ m} = 2.54 \text{ cm (tam olarak)}$

Örnek :

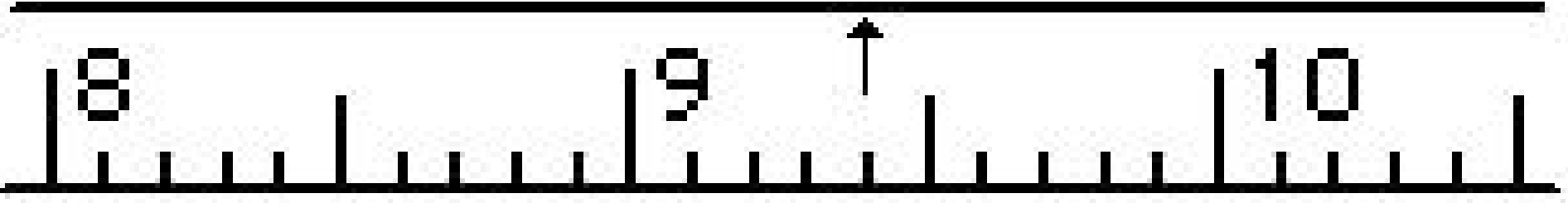
- $15.0 \text{ in.} = (15.0 \text{ in.}) ( 2.54 \text{ cm} / 1 \text{ in.}) = 38.1 \text{ cm}$

# Yaklaşık değerler ve büyüklükler

Miktarlar veya sayılar hakkında konuşurken ve bunlarla işlemler yapılırken tahmini/yaklaşık değerlerden bahsedilir. Yani sayısını tam olarak sayamayacağımız miktarlar için yaklaşık değerlerden bahsedilir. Örneğin bir müzik konserindeki veya mitingdeki insanların sayısı, bir ormandaki ağaçların sayısı, günde aldığımız nefes sayısı verilebilir. Bu tür yaklaşık değerleri  $\sim$  simgesi ile gösteririz.

$0.04 \sim 10^{-2}$  veya  $0.0002 \sim 10^{-4}$  gibi.

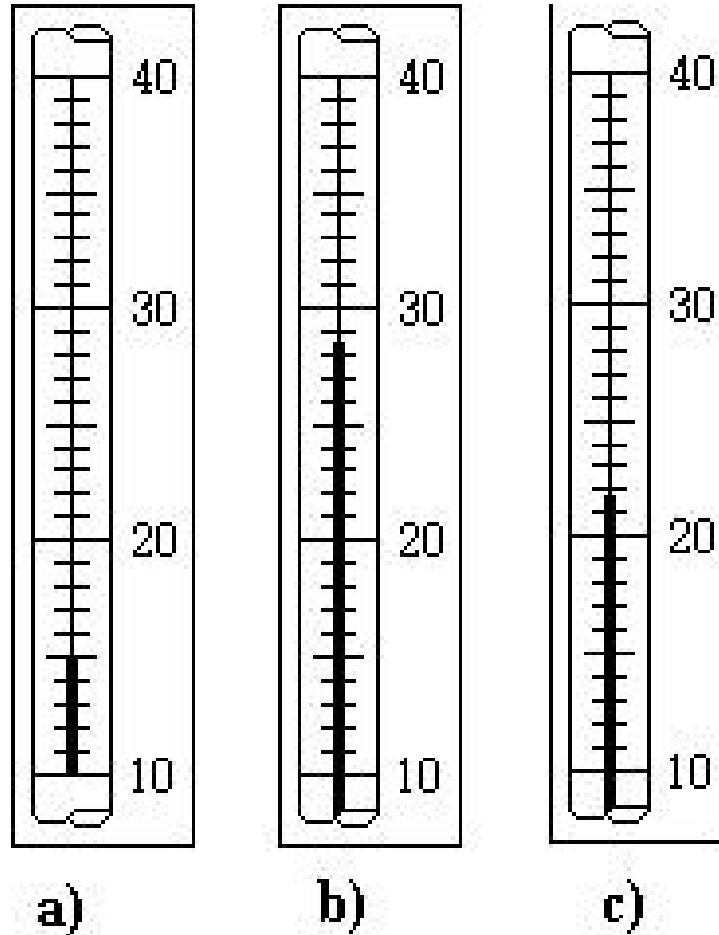
# Uzunluk ölçümü



Uzunluğu ne olarak ölçersiniz?

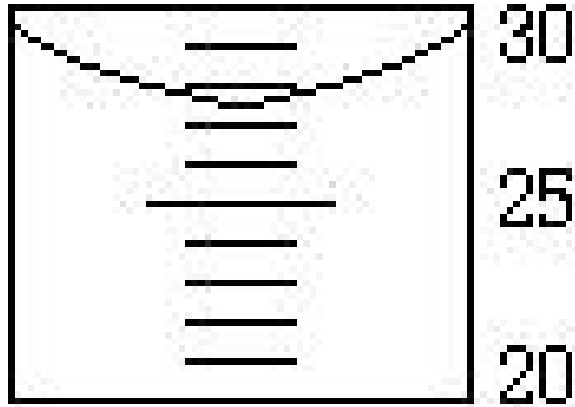
9.40 cm

# Termometreden sıcaklık ölçümü



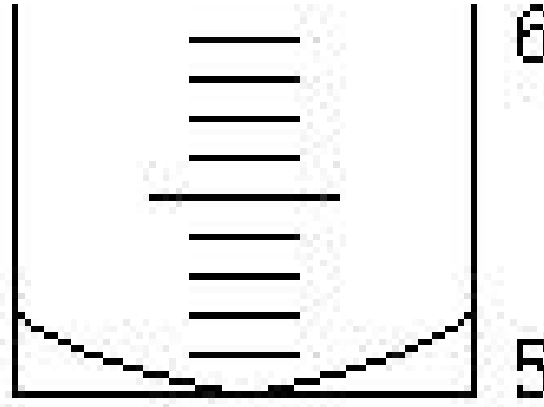
**a) 15.0 °C, b) 28.5 °C, c) 21.9 °C**

# Sıvının seviye ölçümü



**a)**

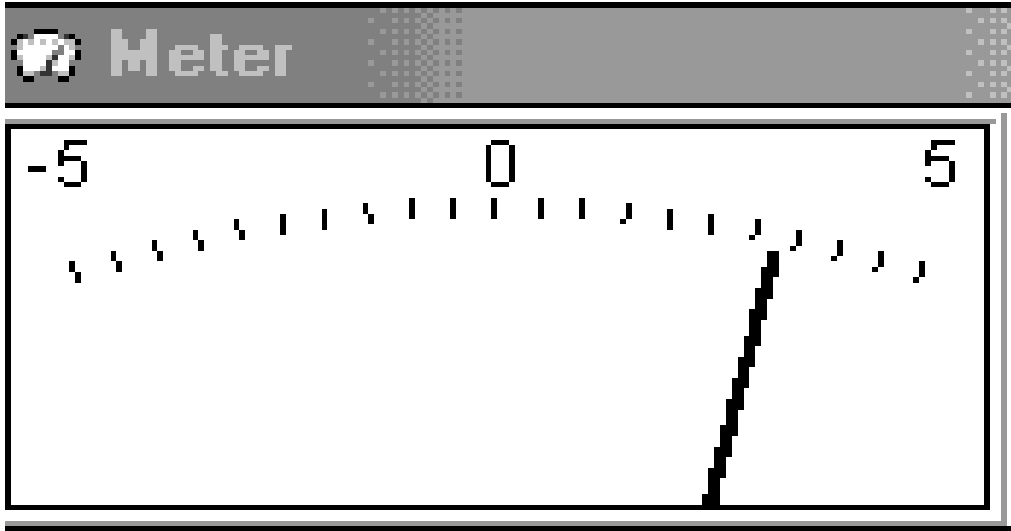
a) 27.5 mL ,



**b)**

b) 5.00 mL

# Okuma hatasının yuvarlatılması



Analog ölçü aleti – hata ibrenin bulunduğu yerde 3.25V ve ibrenin kalınlığı 0.1V ise okunan değer  $(3.3 \pm 0.1)V$  olarak verilir.

# Anlamlı sayılar

- Herhangi bir ölçüm yapılırken bulunan değer üzerinde çeşitli hatalar eklenerek sonuç yazılır. Genel olarak bu tür değerleri anlamlı sayılarla ifade ederken sol taraftaki sıfırları dikkate almazız. Sıfırdan farklı rakamların anlamlı olduğunu ve en sağdaki sıfırların aynı şekilde bir anlam içermediğini kabul ederiz.

**İki sayı çarpılıyorsa elde edilen sonuç en düşük anlamlı sayıya sahip değer rakam hanesi dikkate alınarak yazılır. Aynı kural bölme içinde geçerlidir.**



# Anlamlı sayılar

Aşağıdaki rakamların anlamlı hane sayıları ne kadardır?

(a) 78.9 = 3

(b)  $3.788 \times 10^9$  = 4

(c)  $2.46 \times 10^{-6}$  = 3

(d) 0.0053 = 2

Aşağıdaki sayıların anlamlı hane sayılarını belirleyiniz.

		Anlamlı hane sayısı		Anlamlı hane sayısı	
3	2.03		967000		6
2	1.0		5.10		3
3	2.00		0.000065		2
3	0.00860		0.005		1
5	1.0030		0.005670		4
3	0.00872		780		3
5	78000		780.000		6

# Anlamalı sayılarla aritmetik işlemler

Tamsayıların ve evrensel sabitlerin anlamalı hane sayıları belirsizdir.

Eğer iki sayı çarpılıyorsa elde edilen sonuç en düşük anlamalı sayıya sahip değer rakam hanesi dikkate alınarak yazılır. Aynı kural bölme içinde geçerlidir.

Eğer iki değer toplanıyorsa elde edilen sonuç en düşük anlamalı değer rakam hanesi ile verilir. Aynı kural çıkarma içinde geçerlidir.

# Dikdörtgenin çevresi

Kenarları  $a = (5.5 \pm 0.1)$  cm ve  $b = (6.4 \pm 0.1)$  cm olan bir dikdörtgenin çevresi ne olmalıdır?

$$\begin{aligned}\text{Çevre} &= 2(a + b) \\ &= 2(5.5 \text{ cm} + 6.4 \text{ cm}) \\ &= 2(11.9 \text{ cm}) \text{ dir.}\end{aligned}$$

Anlamlı sayı olarak bu değer

$$\text{Çevre} = 2(12) = 24 \text{ cm olarak yazılır.}$$

# Anlamlı sayılarla çarpım

Aşağıdaki çarpımın sonucu ne olmalıdır?

16.3456 (6 anlamlı rakam haneli sayı)

x 3.43 (en düşük anlamlı rakam hanesine sahip sayı-3 anlamlı rakam)

-----

56.065408

veya

**56.1** Sonuç en az anlamlı haneye sahip 3 anlamlı haneye sahip sayıya göre yazılır.

# Dikdörtgen alanı.

Kenar uzunlukları  $a = (5.5 \pm 0.1)$  cm ve  $b = (6.4 \pm 0.1)$  cm olan bir dörtgenin alanı ne olmalıdır?

**Dikdörtgen Alanı** =  $a \cdot b = 5.5 \text{ cm} \times 6.4 \text{ cm} = 35.2 \text{ cm}^2$  dir.

Sonuç, kenar değerlerindeki ölçüm hata değerleri kullanılarak anlamlı sayılar şeklinde aşağıdaki gibi yazılabilir:

Alan =  $35 \text{ cm}^2$  olarak yazılır.

Sonuç neden bu şekilde yazılmıştır (Cevap için fareyi tıklayınız)?

Kenar uzunlukları ölçülürken 2 (iki) anlamlı haneye kadar ölçülebilmişlerdir. Sonuç 2 (iki) haneli olarak yazılabilir.

## Örnek 1.14 Odanın alanı.

Duvardan duvara halı yerleştirilecek olan bir odanın uzunluğu 12.71 m ve genişliği 3.46 m olarak ölçülmüştür. Odanın alanını hesaplayınız (Cevap için fareyi tıklayınız)?

En düşük anlamlı haneye sahip sayı 3.46 dır. Buna göre sonuç yani alan 3 haneli olmalıdır: 44.0

# Anlamlı sayılar (significant figures)

Bir dörtgen levhanın kenar uzunlukları  $(21.3 \pm 0.2)$  cm ve  $(9.8 \pm 0.1)$  cm olarak verilmektedir. Dörtgen levhanın alanını ve çevresini anlamlı sayılarla belirtiniz.

$$\text{Alan} = (21.3 \pm 0.2) \text{ cm} \times (9.8 \pm 0.1) \text{ cm}$$

$$= 21.3 \times 9.8 \pm 21.3 \times 0.1 \pm 0.2 \times 9.8 \pm 0.1 \times 0.2$$

$$= 208.74 \pm 2.13 \pm 1.96 \pm 0.02$$

$$= 208.74 \pm 4.11 = \text{Çarpmada en düşük anlamlı haneye sahip sayı (yani 9.8)}$$

dikkate alınırsa sonuç

$$= \mathbf{209 \pm 4}$$
 şeklinde tam sayı olarak yazılmalıdır.

$$\text{Çevre} = 2(a + b) = 2(21.3 + 9.8) \pm 0.2 \pm 0.1 = 2(31.1) \pm 0.3 = \text{toplamada en düşük anlamlı haneye sahip sayı dikkate alınır (yani 9.8 iki hanesi anlamlı olan sayı)}$$

$$= \mathbf{62 \pm 1}$$



# Anlamlı sayılar

$$[(561.0) (34,908) (23.0)] \div [(21.888) (75.2) (120.00)]$$

sonucunu yazınız.

Hesaplama sonucunda 2280.3972 elde edilir. Bu değer 3 anlamlı sayı olarak 2280 yuvarlatılır veya bilimsel gösterimi  $2.28 \times 10^3$  olarak yazılabilir.

# Alanları $\text{cm}^2$ cinsinden yazınız.

uzunluk (cm)	genişlik (cm)	alan ( $\text{cm}^2$ )
a. 27.81	20.49	$569.8269 = 569.8$ (4 haneli)
b. 27.93	20.36	$568.6547 = 568.7$ (4 haneli)

Aşağıda verilen değerlere göre hacimleri  $\text{cm}^3$  cinsinden yeniden yazınız.

Kalınlık (cm)    hacim ( $\text{cm}^3$ )

a. 0.710             $404.57709 = \mathbf{405}$

b. 0.690             $392.37181 = \mathbf{392}$

Kübün veya cismin diğer kenar değerleri burada verilmemiş.  
Ama hacmin anlamlı olarak yazılması için kalınlıktaki hane sayıları ile belirlenmiştir.

# Deneysel verilerin işlenmesi ve dağılım hesabı

Fizikteki deneylerin hemen hepsinde sonuç sayısal olarak ve yanılığası ile birlikte verilir. Fiziksel ölçümlerde temelde iki tip dağılım söz konusudur. **SİSTEMATİK YANILGILAR**, adından da anlaşılacağı gibi, deneyin yapısında bulunan yanılığlardır. Sıfır ayarı tam yapılmamış bir voltmetre, ısısız genleşme nedeniyle doğru ölçmeyen bir cetvel gibi araçlar bunlara basit birer örnektir. Bu tip yanılığlarla uğraşmak ve önlemeye çalışmak oldukça güçtür. Ancak deneyimli bir fizikçi sistematik yanılığları önleyici bir takım deneyler düzenleyebilir ve onları su yüzüne çıkartıp düzeltebilir.

# Deneysel hatalar

- Rasgele ve sistematik (hassasiyet ve doğruluk)
- Hataları yuvarlamak
- Sonuçlar ve hatalar
- Hataların formülleştirilmesi
- Rasgele ve sistematik hataların birleştirilmesi
- Hataların istatistiksel doğası

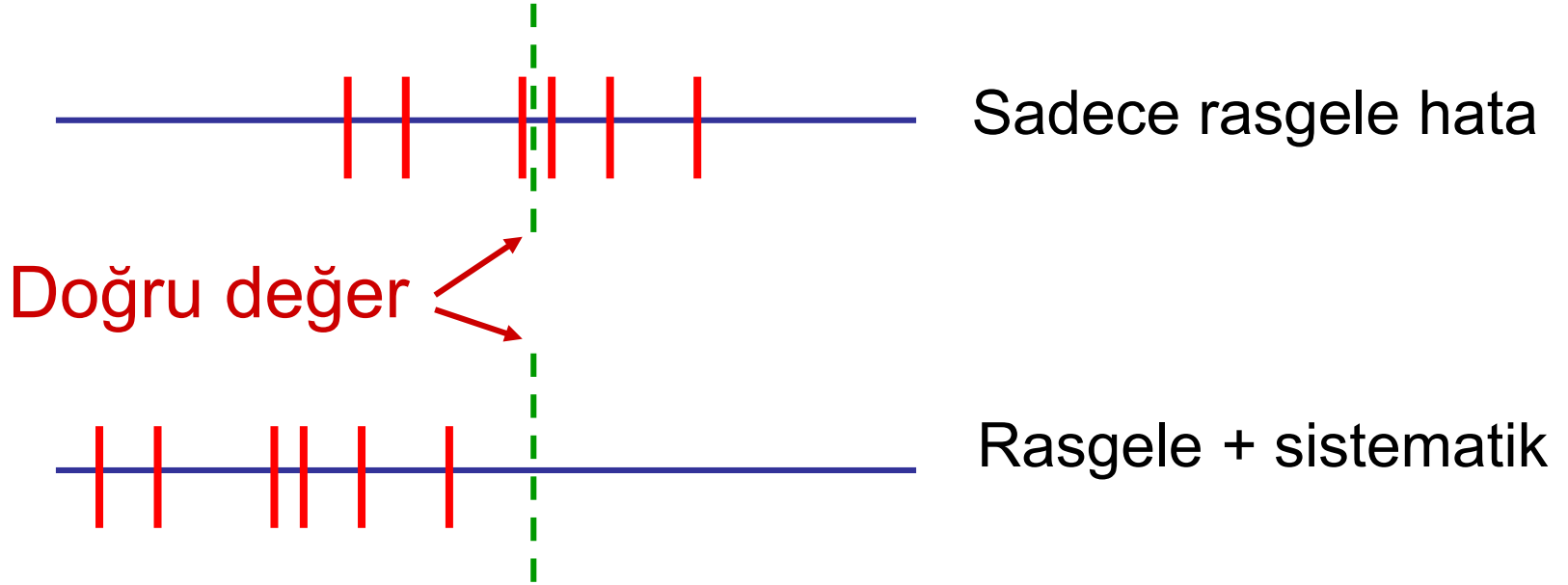
# Rasgele hatalar

- Ölçümlerdeki hataların değişken olmasından kaynaklanabilir,
- Hatanın artı veya negatif tarafta olmasından kaynaklanabilir,
- Her zaman hata yapılır,
- Hata elde edilen değerlerin dağılımından bulunabilir,
- Hata, aynı nicelik tekrar tekrar ölçülürse azaltılabilir veya bir niceliği diğer bir niceliğin fonksiyonu olarak ölçülebilir ve verileri bir çizgi şeklinde fit edilmesi ile hata daha doğru bulunabilir,
- Bazen okurken hata yapılır.

# Sistemik hatalar

- Alınan ölçümlerin aynı olmasından,
- Hatalı kalibre edilmiş cihaz kullanılması veya ölçüm yapılmasından,
- Ölçülen değerlerin ortalamasının doğru değerden uzak olmasından,
- Bir deneyde sistemik hataların varlığının tespitinin zor olmasından kaynaklanabilir.

# Rasgele vb sistematik hatalar



- Bir sonuç sistematik hatalardan arındırılmış ise doğrudur
- Bir sonuçta rasgele hatalar küçük ise sonuç hassastır denilebilir.



# Örnek 1.22 Kullanılabilir sonuçlar ve hataları

- Değer 44, hatası 5  $\Rightarrow 44 \pm 5$
- Değer 128, hatası 32  $\Rightarrow 130 \pm 30$
- Değer  $4.8 \times 10^{-3}$ , hatası  $7 \times 10^{-4}$   $\Rightarrow (4.8 \pm 0.7) \times 10^{-3}$
- Değer 1092, hatası 56 ise  $\Rightarrow 1090 \pm 60$
- Değer 1092, hatası 14 ise  $\Rightarrow 1092 \pm 14$
- Değer 12.345, hatası 0.35 ise  $\Rightarrow 12.3 \pm 0.4$

Sonucu hata değerindeki basamak sayısından daha fazla sayıda basamakla göstermeyiniz  $36.678935372 \pm 0.5$  ✘

# Sonuç

- \* Deneysel bir gözlem yapılmışsa, veriler kullanılırken sistematik (cihazdan kaynaklanan) ve rasgele (okuma) hatalarının dikkate alınması gerekmektedir – Bu kesinlik ve hassaslığı belirler,
- \* Veriler üzerinde mutlaka hatalarının yazılması gerekmektedir,
- \* Okuma hatalarının yuvarlatılması anlamlı olmaları için gereklidir,
- \* Bazen hataların kullanımı ve birleştirilmesi gerekebilir,
- \* Hataların istatistiksel doğasını mutlaka dikkate almak gerekir .

Daha fazla okuma için : Document on website or any text book on practical physics  
e.g. 'Experimental Methods' L Kirkup or 'Practical Physics' G L Squires