

FUNDAMENTOS DE MECÂNICA

Grandezas Físicas, Medidas,
Algarismos Significativos e
Incertezas

O que é a Ciência ?

philosophia= amor ao saber

Filosofia

- Investigação das causas e princípios do universo
- Estudo de problemas gerais e fundamentais; mente, razão, existência, natureza, conhecimento, linguagem

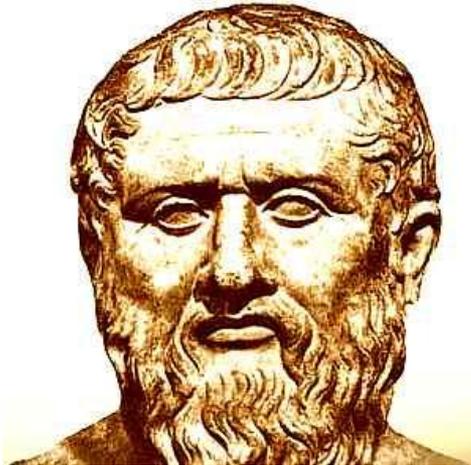


Grécia (sec. 6 AC)

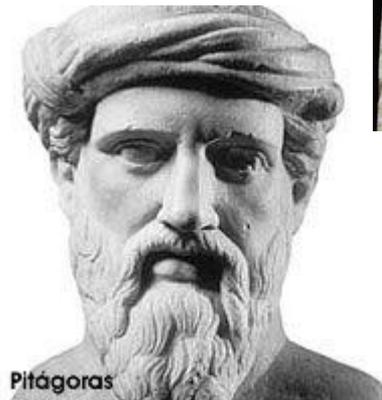
Filosofia- estudo baseado na razão, (racionalidade) e não na mitologia,

- Grande influência na civilização ocidental

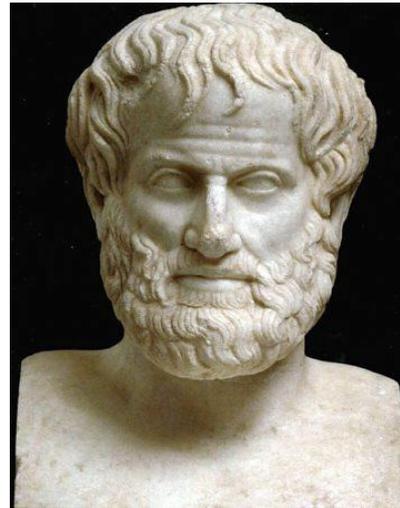
- Conceito de justiça, modelos políticos
- Lógica, Matemática



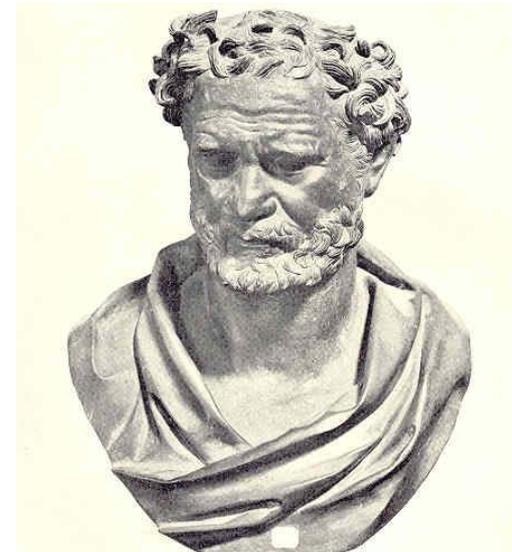
Platão



Pitágoras

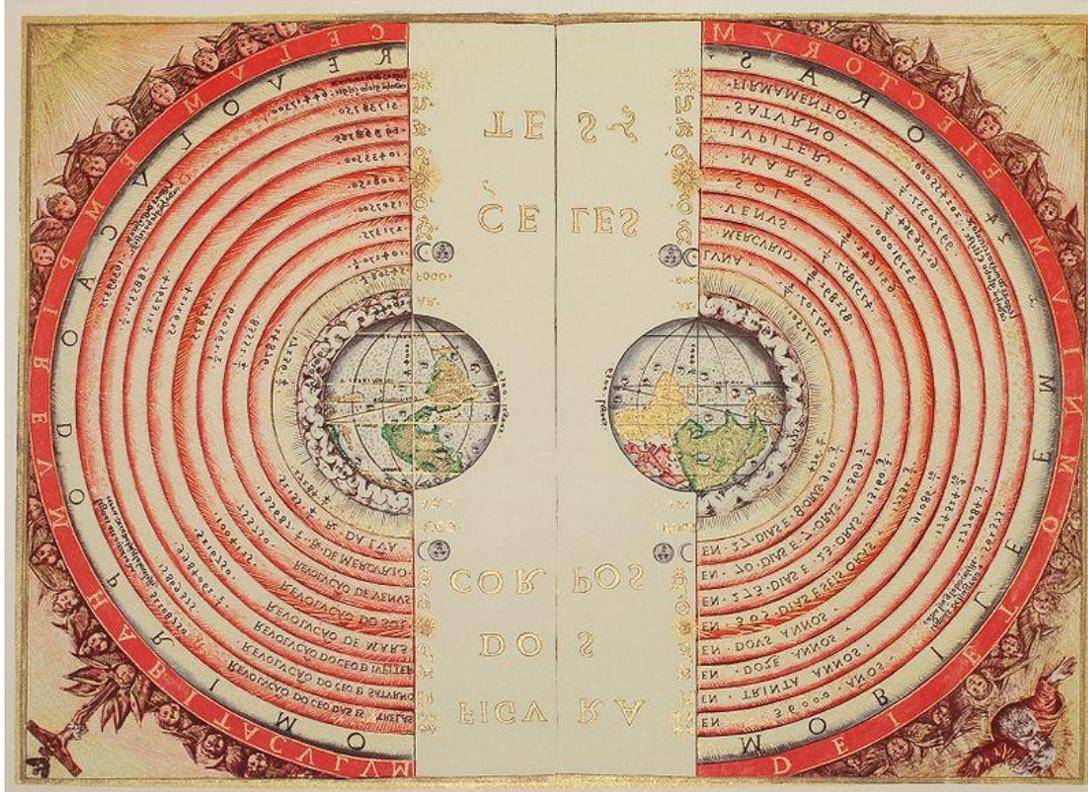


Aristotéles



Demócrito

O universo geocêntrico



Modelos baseado apenas na reflexão

Figura corpos celestes — Ilustração do sistema geocêntrico de Ptolomeu, pelo cosmógrafo e cartógrafo português Bartolomeu Velho em 1568 (Bibliothèque Nationale, Paris)

Ciência experimental

Idade Média

Experimentos = bruxaria

Adormecimento da ciência



Ciência experimental

Alquimia

- Combina elementos da química, física, medicina, astrologia e arte
- Atividade clandestina
 - transformar metais em ouro
 - Descobrir um remédio para tratar todos os males



Grande contribuição para a química e metalurgia

Renascimento - século XVII

- *Grandes navegações, descoberta de novos mundos*

Galileu -

nova era científica, experimentação

1604

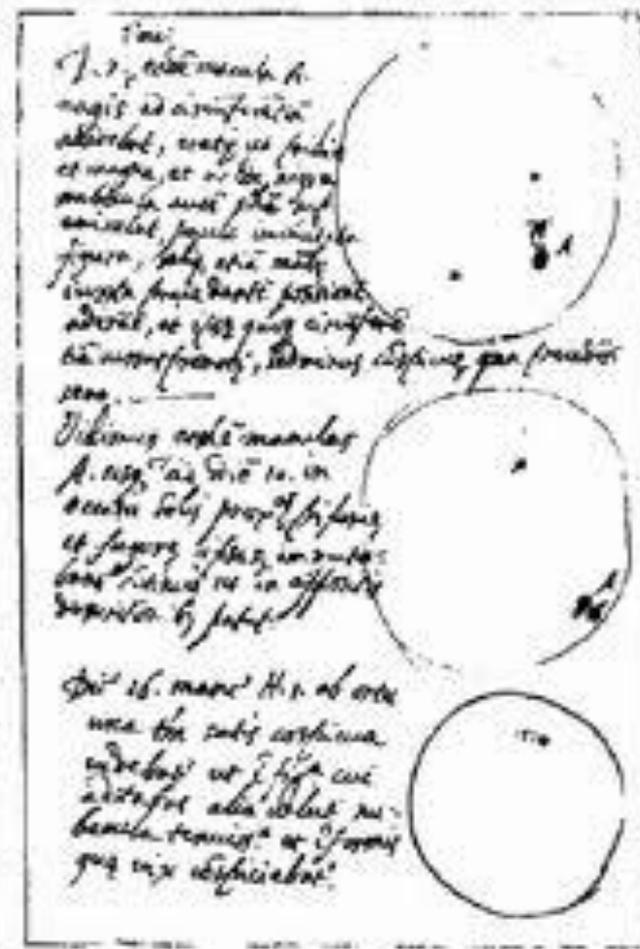
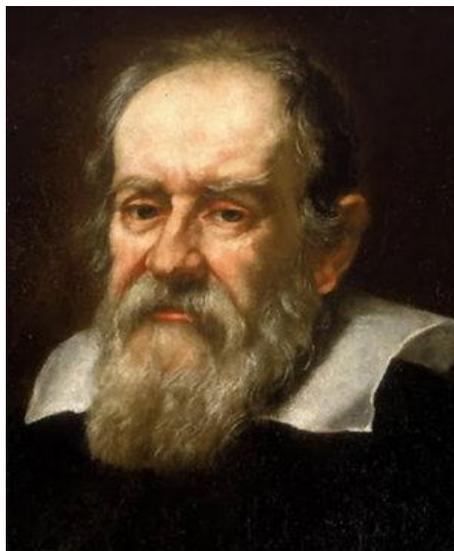
- experimentos na Torre Inclinada de Pisa
- formulou a lei da queda livre dos corpos
- Formulou o princípio da Inércia



1610

- Aperfeiçoou o telescópio refrator
- deu início às suas observações astronômicas
- Observou manchas solares, anéis de Saturno, luas de Jupiter → risco para o modelo da perfeição dos corpos celestes
- Defendeu o modelo heliocêntrico

Galileu (sec. XVI)



O que é a mecânica?

Estudo do movimento e da interação de partículas, corpos extensos, rígidos ou deformáveis, e também fluidos, no espaço e tempo.

Mecânica Clássica

- há uma relação fundamental entre movimento e interação (causa e efeito)
- Descrição precisa do movimento de objetos no mundo macroscópico (determinismo)

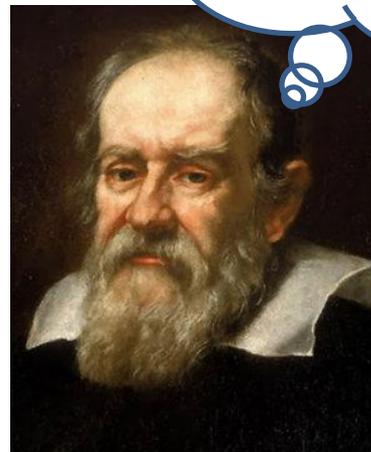
Grandezas físicas e medidas

- Grandezas importantes para descrever o movimento de um objeto,
 - Posição
 - Tempo
 - Massa



Como fazer medidas?

Tempo?



Padrões de medida

Comprimento?

Polegadas, metro, milha, pés?

Como comparar
medidas feitas com
diferentes padrões?



Padrões de medida

Estabelecer padrões para medidas



Sistema Internacional (SI)

Metro (m)

Segundo (s)

Quilograma (kg)

Padrões de medida -SI

- **Massa**
 - Baseado em um objeto que é usado como padrão e pelo qual as balanças são calibradas



Objeto usado como padrão do quilograma, feita de iridium e platina, guardado no Escritório Internacional de Pesos e Medidas, Sévres-França.

Padrões de medida -SI

Tempo:

- Inicialmente baseado na duração do dia solar, que é dividido em 24h e cada hora dividida em 60 s , igual a $1/86400$ do dia solar
- Duração do dia solar está mudando!
- Necessidade de novas definições baseadas em grandezas físicas fundamentais.

- Desde 1967, baseado no relógio atômico = duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre dois níveis hiperfino do estado fundamental do átomo de Césio 133.

Padrões de medida

Comprimento:

- Inicialmente baseado em uma barra de platina e iridium pelo qual os padrões de outros países eram aferidos.
- Desde 1983, é definido como a distancia percorrida pela luz no vácuo em um $1/299.792.458$ de segundo*.



Barra usada como padrão para o metro, platina entre 1889 e 1960, feita de Iridium e platina

**17th General Conference on Weights and Measures (1983), Resolution 1.*

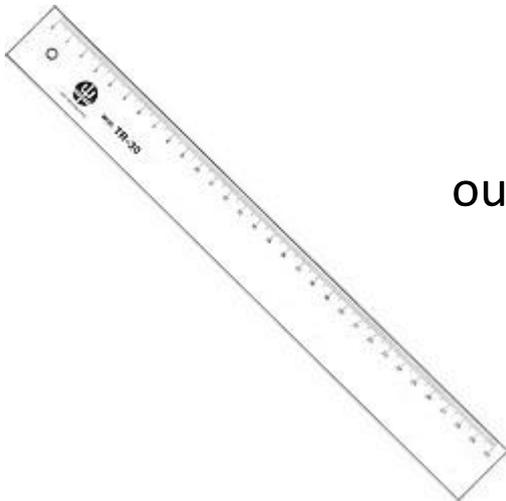
Como escolher o instrumento adequado para fazer medidas?



ou



ou



ou



ou



Como escolher o instrumento adequado para fazer medidas?



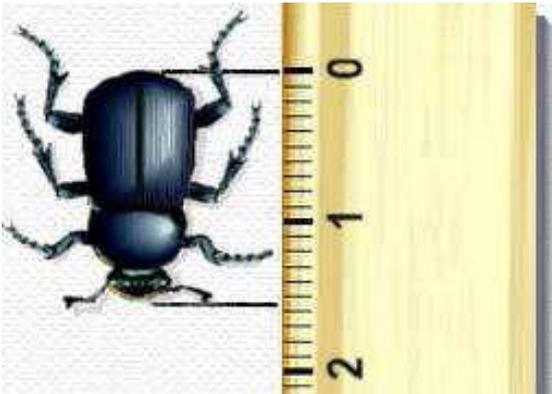
Como medir?

Como representar o resultado da medida?

Qual é a precisão da medida?

Como medir?

Estabelecer um procedimento



Uma vez decidido o que caracteriza o tamanho do besouro, qual das alternativas abaixo melhor caracteriza a medida do tamanho do besouro?

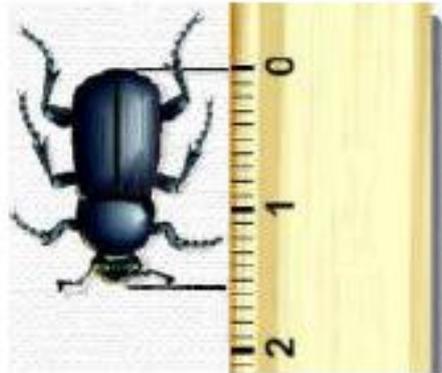
- a) Entre 0 e 1 cm
- b) Entre 1 e 2 cm
- c) Entre 1,5 e 1,6 cm
- d) Entre 1,54 e 1,56 cm ←
- e) Entre 1,546 e 1,547 cm



Qual o diâmetro da moeda?

- a) Entre 0 e 2 cm
- b) Entre 1 e 2 cm
- c) Entre 1,9 e 2,0 cm
- d) Entre 1,92 e 1,94 cm ←
- e) Entre 1,935 e 1,945 cm

Como expressar o resultado da medida?



$$1,55 \pm 0,05 \text{ cm}$$

↑ ↑ ↘ ↑
Exato Exato Duvidoso Estimado



$$1,93 \pm 0,05 \text{ cm}$$

Algarismos significativos

Denomina-se algarismo significativo o número de algarismos que compõe o valor de uma grandeza, **excluindo eventuais os zeros à esquerda** usados para acerto de unidades.

Mas atenção: **ZEROS À DIREITA SÃO SIGNIFICATIVOS**. Na tabela a seguir um mesmo valor do raio de uma roda é escrito com diferente número de algarismos significativos.

raio (mm)	significativos
57,896	5
$5,79 \times 10^1$	3
$5,789600 \times 10^1$	7
$0,6 \times 10^2$	1

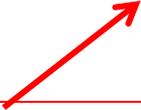
O número de algarismos significativos de uma grandeza depende de sua incerteza.

Números significativos e operações

Ao multiplicar ou dividir, o número de algarismos significativos no produto, ou quociente, não deve ser maior do que o número de algarismos significativos do fator com menor precisão.

Exemplo : $4,81 \times 5,67839 = 27,31306$

3 algarismos
significativos



6 algarismos
significativos



O resultado deve ser expresso com apenas 3 algarismos significativos fazendo o arredondamento necessário.

Resultado = 23,1

Números significativos e operações

2) Ao somar ou subtrair, o dígito menos significativo da soma ou da diferença, deve ocupar a mesma posição relativa associada ao dígito menos significativo das grandezas que estão sendo somadas ou subtraídas.

Exemplo :

$$\begin{array}{r} 152,4 \\ + 6,86 \\ \hline 1,320 \\ \hline 160,580 \end{array} \rightarrow 160,6 \text{ (arredondamento)}$$

Embora as duas últimas grandezas tenham mais algarismos significativos do que o primeiro, a Incerteza já está na casa decimal, e o resultado deve se limitar a essa casa.

Unidades de grandezas físicas básicas

<u>Grandeza</u>	<u>Unidade</u>	<u>Símbolo</u>
<u>Comprimento</u>	<u>metro</u>	<u>m</u>
<u>Massa</u>	<u>quilograma</u>	<u>kg</u>
<u>Tempo</u>	<u>segundo</u>	<u>s</u>
<u>Corrente elétrica</u>	<u>ampère</u>	<u>A</u>
<u>Temperatura termodinâmica</u>	<u>kelvin</u>	<u>K</u>
<u>Quantidade de matéria</u>	<u>mol</u>	<u>mol^[8]</u>
<u>Intensidade luminosa</u>	<u>candela</u>	<u>cd</u>

Unidades de grandezas físicas derivadas

<u>Grandeza</u>	<u>Unidade</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Dimensional analítica</u>	<u>Dimensional sintética</u>
<u>Ângulo plano</u>	<u>radiano</u>	<u>rad</u>	<u>1</u>	<u>m/m</u>
<u>Ângulo sólido</u>	<u>esferorradiano</u> ¹	<u>sr</u>	<u>1</u>	<u>m²/m²</u>
<u>Freqüência</u>	<u>hertz</u>	<u>Hz</u>	<u>1/s</u>	---
<u>Força</u>	<u>newton</u>	<u>N</u>	<u>kg·m/s²</u>	---
<u>Pressão</u>	<u>pascal</u>	<u>Pa</u>	<u>kg/(m·s²)</u>	<u>N/m²</u>
<u>Energia</u>	<u>joule</u>	<u>J</u>	<u>kg·m²/s²</u>	<u>N·m</u>
<u>Potência</u>	<u>watt</u>	<u>W</u>	<u>kg·m²/s³</u>	<u>J/s</u>
<u>Carga elétrica</u>	<u>coulomb</u>	<u>C</u>	<u>A·s</u>	---
<u>Tensão elétrica</u>	<u>volt</u>	<u>V</u>	<u>kg·m²/(s³·A)</u>	<u>W/A</u>
<u>Resistência elétrica</u>	<u>ohm</u>	<u>Ω</u>	<u>kg·m²/(s³·A²)</u>	<u>V/A</u>
<u>Capacitância</u>	<u>farad</u>	<u>F</u>	<u>A²·s²/(kg·m²)</u>	<u>A·s/V</u>
<u>Condutância</u>	<u>siemens</u>	<u>S</u>	<u>A²·s³/(kg·m²)</u>	<u>A/V</u>
<u>Indutância</u>	<u>henry</u>	<u>H</u>	<u>kg·m²/(s²·A²)</u>	<u>Wb/A</u>
<u>Fluxo magnético</u>	<u>weber</u>	<u>Wb</u>	<u>kg·m²/(s²·A)</u>	<u>V·s</u>
<u>Densidade de fluxo magnético</u>	<u>tesla</u>	<u>T</u>	<u>kg/(s²·A)</u>	<u>Wb/m²</u>
<u>Temperatura em Celsius</u>	<u>grau Celsius</u>	<u>°C</u>	---	---
<u>Fluxo luminoso</u>	<u>lúmen</u>	<u>lm</u>	<u>cd</u>	<u>cd·sr</u>
<u>Luminosidade</u>	<u>lux</u>	<u>lx</u>	<u>cd/m²</u>	<u>lm/m²</u>
<u>Atividade radioativa</u>	<u>becquerel</u>	<u>Bq</u>	<u>1/s</u>	---
<u>Dose absorvida</u>	<u>gray</u>	<u>Gy</u>	<u>m²/s²</u>	<u>J/kg</u>
<u>Dose equivalente</u>	<u>sievert</u>	<u>Sv</u>	<u>m²/s²</u>	<u>J/kg</u>
<u>Atividade catalítica</u>	<u>katal</u>	<u>kat</u>	<u>mol/s</u>	---

Ordem de grandeza

Arthur Eddington (astrônomo inglês) – O número total de elétrons no Universo é igual

15.747.724.136.275.002.577.605.653.961.181.555.4
68.044.717.914.527.116.709.366.231.425.076.185.6
31.031.296.

Usando uma notação de potências o número de Eddington é igual a $NE=1,6 \times 10^{79}$

Isto mostra, em primeiro lugar, a vantagem de se utilizar a **notação de potências**, e em segundo lugar, nos remete a refletir sobre o número de algarismos significativos de uma grandeza física.

		Símbolo
Pico	10^{-12}	p
Nano	10^{-9}	n
micro	10^{-6}	μ
Kilo	10^3	k
Mega	10^6	M
Giga	10^9	G
Tera	10^{12}	T

<http://www.powersof10.com/film>