

Introdução à Física

Aula 1 - Introdução

Página da disciplina: <http://stoa.usp.br>

Prof. Valmir A. Chitta

e-mail: vchitta@if.usp.br

tel: 3091-7099

Ed. Mário Schenberg, sala 209

3 de Março de 2011

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

- Ciência experimental.

- Ciência experimental.
- Observar os fenômenos naturais e tentar achar padrões e princípios que relacionam esses fenômenos.

- Ciência experimental.
- Observar os fenômenos naturais e tentar achar padrões e princípios que relacionam esses fenômenos.
- Esses padrões denominam-se teorias físicas ou, quando bem estabelecidas e de largo uso, leis e princípios físicos.

- Ciência experimental.
- Observar os fenômenos naturais e tentar achar padrões e princípios que relacionam esses fenômenos.
- Esses padrões denominam-se teorias físicas ou, quando bem estabelecidas e de largo uso, leis e princípios físicos.
- O físico deve aprender a fazer perguntas pertinentes, projetar experimentos para tentar responder a essas perguntas e tirar conclusões apropriadas dos resultados.

- O desenvolvimento de uma teoria física normalmente segue caminhos indiretos, com becos sem saída, suposições erradas e o abandono de teorias mal-sucedidas em favor de teorias mais promissoras.

- O desenvolvimento de uma teoria física normalmente segue caminhos indiretos, com becos sem saída, suposições erradas e o abandono de teorias mal-sucedidas em favor de teorias mais promissoras.
- A física não é simplesmente uma coleção de fatos e de princípios; é também o processo pelo qual chegamos a princípios gerais que descrevem como o universo físico se comporta.

- O desenvolvimento de uma teoria física normalmente segue caminhos indiretos, com becos sem saída, suposições erradas e o abandono de teorias mal-sucedidas em favor de teorias mais promissoras.
- A física não é simplesmente uma coleção de fatos e de princípios; é também o processo pelo qual chegamos a princípios gerais que descrevem como o universo físico se comporta.
- Nunca se encara uma teoria como uma verdade final e acabada.

- O desenvolvimento de uma teoria física normalmente segue caminhos indiretos, com becos sem saída, suposições erradas e o abandono de teorias mal-sucedidas em favor de teorias mais promissoras.
- A física não é simplesmente uma coleção de fatos e de princípios; é também o processo pelo qual chegamos a princípios gerais que descrevem como o universo físico se comporta.
- Nunca se encara uma teoria como uma verdade final e acabada.
- Existe sempre a possibilidade de novas observações exigirem a revisão ou o abandono de uma teoria.

- O desenvolvimento de uma teoria física normalmente segue caminhos indiretos, com becos sem saída, suposições erradas e o abandono de teorias mal-sucedidas em favor de teorias mais promissoras.
- A física não é simplesmente uma coleção de fatos e de princípios; é também o processo pelo qual chegamos a princípios gerais que descrevem como o universo físico se comporta.
- Nunca se encara uma teoria como uma verdade final e acabada.
- Existe sempre a possibilidade de novas observações exigirem a revisão ou o abandono de uma teoria.
- Uma teoria é desaprovada quando encontramos um comportamento que não seja coerente com ela.

- O desenvolvimento de uma teoria física normalmente segue caminhos indiretos, com becos sem saída, suposições erradas e o abandono de teorias mal-sucedidas em favor de teorias mais promissoras.
- A física não é simplesmente uma coleção de fatos e de princípios; é também o processo pelo qual chegamos a princípios gerais que descrevem como o universo físico se comporta.
- Nunca se encara uma teoria como uma verdade final e acabada.
- Existe sempre a possibilidade de novas observações exigirem a revisão ou o abandono de uma teoria.
- Uma teoria é desaprovada quando encontramos um comportamento que não seja coerente com ela.
- Nunca podemos provar que uma teoria seja sempre correta.

- Queda livre de uma bala de canhão e uma pena
 - ▶ Mesma aceleração?

- Queda livre de uma bala de canhão e uma pena
 - ▶ Mesma aceleração?
- Toda teoria física possui um limite de validade fora do qual ela não pode ser aplicada.

- Queda livre de uma bala de canhão e uma pena
 - ▶ Mesma aceleração?
- Toda teoria física possui um limite de validade fora do qual ela não pode ser aplicada.
- Frequentemente um novo desenvolvimento na física estende o limite de validade de um princípio.

- Um modelo é uma versão simplificada de um sistema físico que seria muito complicado se fosse analisado com todos os detalhes.

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

- A bola não é esférica nem perfeitamente rígida.

- A bola não é esférica nem perfeitamente rígida.
- Ela possui saliências e gira durante o seu movimento.

- A bola não é esférica nem perfeitamente rígida.
- Ela possui saliências e gira durante o seu movimento.
- O vento e a resistência do ar influenciam seu movimento.

- A bola não é esférica nem perfeitamente rígida.
- Ela possui saliências e gira durante o seu movimento.
- O vento e a resistência do ar influenciam seu movimento.
- A Terra gira embaixo dela.

- A bola não é esférica nem perfeitamente rígida.
- Ela possui saliências e gira durante o seu movimento.
- O vento e a resistência do ar influenciam seu movimento.
- A Terra gira embaixo dela.
- O peso da bola varia com a variação da distância entre a bola e o centro da Terra.

- A bola não é esférica nem perfeitamente rígida.
- Ela possui saliências e gira durante o seu movimento.
- O vento e a resistência do ar influenciam seu movimento.
- A Terra gira embaixo dela.
- O peso da bola varia com a variação da distância entre a bola e o centro da Terra.
- etc.

- Desprezamos a forma e o tamanho da bola considerando-a um objeto puntiforme, ou partícula.

- Desprezamos a forma e o tamanho da bola considerando-a um objeto puntiforme, ou partícula.
- Desprezamos a resistência do ar supondo que ela se desloca no vácuo.

- Desprezamos a forma e o tamanho da bola considerando-a um objeto puntiforme, ou partícula.
- Desprezamos a resistência do ar supondo que ela se desloca no vácuo.
- Desprezamos a rotação da Terra.

- Desprezamos a forma e o tamanho da bola considerando-a um objeto puntiforme, ou partícula.
- Desprezamos a resistência do ar supondo que ela se desloca no vácuo.
- Desprezamos a rotação da Terra.
- Consideramos o peso constante.

- É necessário usar certa criatividade e ponderação ao construirmos um modelo que simplifique bastante o problema, mantendo, contudo, suas características essenciais.

- É necessário usar certa criatividade e ponderação ao construirmos um modelo que simplifique bastante o problema, mantendo, contudo, suas características essenciais.
- Quando usamos um modelo para antever o comportamento de um sistema, a validade de nossa previsão é limitada pela validade do modelo.

- É necessário usar certa criatividade e ponderação ao construirmos um modelo que simplifique bastante o problema, mantendo, contudo, suas características essenciais.
- Quando usamos um modelo para antever o comportamento de um sistema, a validade de nossa previsão é limitada pela validade do modelo.
- O conceito de modelo idealizado é extremamente importante em toda ciência física e na tecnologia. Quando aplicamos princípios físicos a sistemas complexos, sempre usamos modelos idealizados, e devemos estar cientes das hipóteses feitas.

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas**
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

- Grandeza física: qualquer número usado para descrever quantitativamente um fenômeno físico.

$$x = \lambda u$$

- ▶ x - grandeza
- ▶ λ - valor numérico
- ▶ u - unidade

Exemplo

$$\Delta t = 0,5 h$$

$$\Delta t = 1800 s$$

- Escalares: tempo, temperatura, massa, carga elétrica, etc.

Tipos de grandezas

- Escalares: tempo, temperatura, massa, carga elétrica, etc.
- Vetoriais: velocidade, força, aceleração, campo elétrico, etc.

Tipos de grandezas

- Escalares: tempo, temperatura, massa, carga elétrica, etc.
- Vetoriais: velocidade, força, aceleração, campo elétrico, etc.
- Tensoriais: condutividade, deformação, etc.

Tipos de grandezas

- Escalares: tempo, temperatura, massa, carga elétrica, etc.
- Vetoriais: velocidade, força, aceleração, campo elétrico, etc.
- Tensoriais: condutividade, deformação, etc.
- ...

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI**
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

- Unidades de base: o metro, o quilograma, o segundo, o ampère, o kelvin, o mol e a candela.

- Unidades de base: o metro, o quilograma, o segundo, o ampère, o kelvin, o mol e a candela.
- Unidades derivadas: unidades que podem ser formadas combinando-se unidades de base segundo relações algébricas que interligam as grandezas correspondentes.

Unidades básicas

Grandeza	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	<i>m</i>
Tempo	segundo	<i>s</i>
Massa	quilograma	<i>kg</i>
Corrente elétrica	ampère	<i>A</i>
Temperatura termodinâmica	kelvin	<i>K</i>
Quantidade de matéria	mol	<i>mol</i>
Intensidade luminosa	candela	<i>cd</i>

Algumas unidades derivadas

Grandeza	Nome	Símbolo
Volume	metro cúbico	m^3
Velocidade	metro por segundo	m/s
Aceleração	metro por segundo ao quadrado	m/s^2
Massa específica	quilograma por metro cúbico	kg/m^3
Densidade de corrente	ampère por metro quadrado	A/m^2
Campo magnético	ampère por metro	A/m
Luminância	candela por metro quadrado	cd/m^2

Algumas unidades derivadas com nomes e símbolos especiais

Grandeza	Nome	Símbolo	Unidade SI	Unidade de base
Frequência	hertz	Hz		$1/s$
Força	newton	N		$m \cdot kg/s^2$
Pressão	pascal	Pa	N/m^2	$kg/m \cdot s^2$
Energia	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg/s^2$
Potência	watt	W	J/s	$m^2 \cdot kg/s^3$
Diferença de potencial elétrico	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg/s^3 \cdot A$
resistência elétrica	ohm	Ω	V/A	$m^2/kg \cdot s^3 \cdot A^2$

- Sistema métrico
 - ▶ Estabelecido em 1791 pela Academia de Ciências da França
 - ▶ metro: Um décimo de milionésimo da distância entre o Pólo Norte e o Equador
 - ▶ segundo: Tempo necessário para que um pêndulo de um metro de comprimento oscilasse de um lado para outro.
- Difícil reprodução.

- BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas

- BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas
- CGPM - Conferência Geral de Pesos e Medidas

- BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas
- CGPM - Conferência Geral de Pesos e Medidas
- 1889 - primeira versão

- BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas
- CGPM - Conferência Geral de Pesos e Medidas
- 1889 - primeira versão
- Definições modificadas periodicamente

- De 1889 a 1967: fração do dia solar médio

- De 1889 a 1967: fração do dia solar médio
- 1967
 - ▶ segundo: duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.

- De 1889 a 1967: fração do dia solar médio
- 1967
 - ▶ segundo: duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.
- 1997
 - ▶ Essa definição se refere a um átomo de césio em repouso, a uma temperatura de 0 K.

- De 1889 a 1967: fração do dia solar médio
- 1967
 - ▶ segundo: duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.
- 1997
 - ▶ Essa definição se refere a um átomo de césio em repouso, a uma temperatura de 0 K.
- Relógio atômico

Alguns intervalos de tempo

Tempos	segundos
Tempo de Planck	10^{-43}
Tempo para a luz atravessar um núcleo	10^{-23}
Período de oscilação da luz visível	10^{-15}
Período de oscilação de um rádio FM	10^{-8}
Período do motor de um carro veloz	10^{-2}
Período do batimento cardíaco	10^0
Duração do dia	10^5
Duração do ano	10^7
Duração da vida humana	10^9
Tempo desde o surgimento da escrita	10^{11}
Tempo desde o surgimento do homem	10^{13}
Idade da Terra	10^{17}
Idade do Universo	10^{18}

- De 1791 a 1960
 - ▶ metro: Um décimo de milionésimo da distância entre o Pólo Norte e o Equador

Unidade de comprimento

- De 1791 a 1960
 - ▶ metro: Um décimo de milionésimo da distância entre o Pólo Norte e o Equador
- 1960
 - ▶ 1.650.763,73 comprimentos de onda da luz vermelho-laranja emitida pelos átomos de criptônio (^{86}Kr)

Unidade de comprimento

- De 1791 a 1960
 - ▶ metro: Um décimo de milionésimo da distância entre o Pólo Norte e o Equador
- 1960
 - ▶ 1.650.763,73 comprimentos de onda da luz vermelho-laranja emitida pelos átomos de criptônio (^{86}Kr)
- 1983
 - ▶ Comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de $1/299.792.458$ de segundo.

Unidade de comprimento

- De 1791 a 1960
 - ▶ metro: Um décimo de milionésimo da distância entre o Pólo Norte e o Equador
- 1960
 - ▶ 1.650.763,73 comprimentos de onda da luz vermelho-laranja emitida pelos átomos de criptônio (^{86}Kr)
- 1983
 - ▶ Comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de $1/299.792.458$ de segundo.
- Velocidade da luz: $299.792.458 \text{ m/s}$

Alguns comprimentos

Comprimentos	metros
Comprimento de Planck	10^{-35}
Dimensão do núcleo atômico	10^{-15}
Dimensão do átomo	10^{-10}
Dimensão de um vírus	10^{-7}
Dimensão de uma bactéria	10^{-5}
Comprimento de onda da luz visível	10^{-6}
Altura do homem	10^0
Diâmetro da Terra	10^7
Distância até o Sol	10^{11}
Distância até a estrela mais próxima	10^{16}
Dimensão da Via Láctea	10^{21}
Dimensão do Universo	10^{26}

- 1889 (1901)
- quilograma: unidade de massa (e não de peso, nem força); ele é igual à massa do protótipo internacional do quilograma.

Algumas massas

Massas	quilogramas
Massa do elétron	10^{-30}
Massa do próton	10^{-27}
Massa de um vírus	10^{-21}
Massa de uma bactéria	10^{-12}
Massa de uma pulga	10^{-7}
Massa do homem	10^2
Pão de açúcar (RJ)	10^{10}
Massa da atmosfera	10^{19}
Massa dos oceanos	10^{21}
Massa da Terra	10^{25}
Massa do Sol	10^{30}
Massa da Via Láctea	10^{41} a 10^{42}
Massa do Universo	10^{53} a 10^{54}

Jornal o Estado de São Paulo - 15 de fevereiro de 2011

Busca do 'quilo perfeito' mobiliza cientistas

Pesquisadores não conseguem criar padrão preciso para substituir o protótipo de 1889, que "emagreceu" 0,000005 g

15 de fevereiro de 2011 | 0h 00

Unidade de massa - nova definição

- O Estado de S.Paulo

SÈVRES, FRANÇA



Bureau International Des Poids Et Mesure

Mais magro. Protótipo do kg perdeu 50 microgramas

Ninguém sabe ao certo por que o protótipo internacional do quilograma - o pedaço de platina e irídio mais mimado de todos os tempos - parece hoje pesar menos do que na época de sua fabricação, no fim do século 19.

"Seu palpite vale tanto quanto o meu", disse Terry Quinn, diretor do Bureau International de Pesos e Medidas, localizado em Sèvres, nos arredores de Paris. É aqui que o quilograma - o padrão internacional usado para medir todos os demais quilogramas - reside em condições controladas estabelecidas em 1889, num cofre subterrâneo que só pode ser aberto com três

chaves diferentes em posse de três pessoas distintas.

A alteração, descoberta quando o protótipo foi comparado às suas cópias oficiais, em 2007, corresponde a 50 microgramas - a massa de um grão de areia. Mas mostra que o protótipo fracassou na sua função primordial: servir como marco da estabilidade num mundo de incertezas.

E também significa, de acordo com os cientistas, que chegou a hora de descobrir uma nova maneira de calcular o peso de 1 kg, definido de maneira deliciosamente frustrante: "Unidade de massa equivalente à massa do protótipo internacional do quilograma".

A ideia seria atrelar o futuro conceito de quilograma a uma constante física fundamental e não a um objeto inconstante. O quilograma é a última unidade básica de medida a ser expressada em termos de um artefato fabricado. As outras seis que compõem o Sistema Internacional de Unidades - o metro, o segundo, o ampère, o kelvin, o mol e a candela - não têm mais como referência um objeto físico.

A nova definição proposta para o quilograma toma como base uma quantidade física conhecida como constante de Planck - uma constante adorada pelos físicos quânticos, mas cuja expressão deixa a desejar em termos de precisão. Faz anos que meia dúzia de equipes em todo o mundo tenta medir a constante de Planck, chegando a um nível de incerteza suficientemente baixo. Uma resolução poderia levar outros cinco ou dez anos, disse Michael Kühne, diretor do bureau de medidas. "Apesar de todos esperarem que os experimentos produzam resultados excelentes, não posso bola de cristal."

Enquanto não chegam a um consenso, os cientistas planejam redefinir também outras unidades de medida. O rascunho de uma resolução que deve ser avaliada pela Conferência Geral sobre Pesos e Medidas em outubro inclui novas e melhoradas definições do ampère, do mol e da candela. "Essa seria a maior alteração desde a apresentação do sistema métrico durante a Revolução Francesa", disse Quinn. / NYT. TRADUÇÃO DE AUGUSTO CALIL

Prefixos SI

Fator	Prefixo	Símbolo	Fator	Prefixo	Símbolo
10^{24}	yotta	<i>Y</i>	10^{-1}	deci	<i>d</i>
10^{21}	zetta	<i>Z</i>	10^{-2}	centi	<i>c</i>
10^{18}	exa	<i>E</i>	10^{-3}	mili	<i>m</i>
10^{15}	peta	<i>P</i>	10^{-6}	micro	μ
10^{12}	tera	<i>T</i>	10^{-9}	nano	<i>n</i>
10^9	giga	<i>G</i>	10^{-12}	pico	<i>p</i>
10^6	mega	<i>M</i>	10^{-15}	femto	<i>f</i>
10^3	quilo	<i>k</i>	10^{-18}	atto	<i>a</i>
10^2	hecto	<i>h</i>	10^{-21}	zepto	<i>z</i>
10^1	deca	<i>da</i>	10^{-24}	yocto	<i>y</i>

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional**
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

Equações dimensionalmente homogêneas

$$A + B + C = D$$

Equações dimensionalmente homogêneas

$$A + B + C = D$$

- Essa equação só será dimensionalmente homogênea se A , B , C e D tiverem a mesma dimensão.

Equações dimensionalmente homogêneas

$$A + B + C = D$$

- Essa equação só será dimensionalmente homogênea se A , B , C e D tiverem a mesma dimensão.
- Se uma equação está dimensionalmente incorreta a equação é incorreta.

Equações dimensionalmente homogêneas

$$A + B + C = D$$

- Essa equação só será dimensionalmente homogênea se A , B , C e D tiverem a mesma dimensão.
- Se uma equação está dimensionalmente incorreta a equação é incorreta.
- Se uma equação está dimensionalmente correta isso não garante que a equação seja correta.

Equações dimensionalmente homogêneas

$$A + B + C = D$$

- Essa equação só será dimensionalmente homogênea se A , B , C e D tiverem a mesma dimensão.
- Se uma equação está dimensionalmente incorreta a equação é incorreta.
- Se uma equação está dimensionalmente correta isso não garante que a equação seja correta.

$$x = x_0 + v_0 t + at$$

Equações dimensionalmente homogêneas

$$A + B + C = D$$

- Essa equação só será dimensionalmente homogênea se A , B , C e D tiverem a mesma dimensão.
- Se uma equação está dimensionalmente incorreta a equação é incorreta.
- Se uma equação está dimensionalmente correta isso não garante que a equação seja correta.

$$x = x_0 + v_0 t + at^2$$

Equações dimensionalmente homogêneas

$$A + B + C = D$$

- Essa equação só será dimensionalmente homogênea se A , B , C e D tiverem a mesma dimensão.
- Se uma equação está dimensionalmente incorreta a equação é incorreta.
- Se uma equação está dimensionalmente correta isso não garante que a equação seja correta.

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x(t) = A e^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = A e^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos(\omega t + \varphi)$$

- $A = [m]$

$$x(t) = A e^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos(\omega t + \varphi)$$

- $A = [m]$
- $\gamma = [s^{-1}]$

$$x(t) = A e^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos(\omega t + \varphi)$$

- $A = [m]$
- $\gamma = [s^{-1}]$
- $\omega = [s^{-1}]$

$$x(t) = A e^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos(\omega t + \varphi)$$

- $A = [m]$
- $\gamma = [s^{-1}]$
- $\omega = [s^{-1}]$
- $\varphi = \text{adimensional}$

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos**
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

- Para expressar adequadamente o valor de uma grandeza é conveniente o uso da notação científica.

- Para expressar adequadamente o valor de uma grandeza é conveniente o uso da notação científica.
- Valor com um dígito antes da vírgula, seguido dos algarismos decimais necessários (eventualmente truncando e arredondando o valor em alguma casa decimal) e multiplicado pela potência de dez adequada.

- Para expressar adequadamente o valor de uma grandeza é conveniente o uso da notação científica.
- Valor com um dígito antes da vírgula, seguido dos algarismos decimais necessários (eventualmente truncando e arredondando o valor em alguma casa decimal) e multiplicado pela potência de dez adequada.
- Exemplo: 14269513 mm
 - ▶ Sem truncar: $1,4269513 \times 10^7$ mm
 - ▶ Arredondando: $1,43 \times 10^7$ mm

- Para expressar adequadamente o valor de uma grandeza é conveniente o uso da notação científica.
- Valor com um dígito antes da vírgula, seguido dos algarismos decimais necessários (eventualmente truncando e arredondando o valor em alguma casa decimal) e multiplicado pela potência de dez adequada.
- Exemplo: 14269513 mm
 - ▶ Sem truncar: $1,4269513 \times 10^7$ mm
 - ▶ Arredondando: $1,43 \times 10^7$ mm
- Critério de arredondamento: Arredonda-se o último dígito para “cima” caso o dígito seguinte seja ≥ 5 , mantendo-o caso contrário.

Algarismos significativos

- Número de algarismos que compõe o valor de uma grandeza, excluindo-se os zeros a esquerda, mas os zeros a direita são significativos.

Algarismos significativos

- Número de algarismos que compõe o valor de uma grandeza, excluindo-se os zeros a esquerda, mas os zeros a direita são significativos.
- Raio de uma moeda

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

Algarismos significativos

- Número de algarismos que compõe o valor de uma grandeza, excluindo-se os zeros a esquerda, mas os zeros a direita são significativos.
- Raio de uma moeda

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 é determinado pela sua incerteza.

Operações matemáticas com algarismos significativos

- Adição ou subtração: determinado pelo valor com o menor número de dígitos à direita do ponto decimal

$$27,153 + 138,2 - 11,74 =$$

Operações matemáticas com algarismos significativos

- Adição ou subtração: determinado pelo valor com o menor número de dígitos à direita do ponto decimal

$$27,153 + 138,2 - 11,74 = 153,6$$

Operações matemáticas com algarismos significativos

- Adição ou subtração: determinado pelo valor com o menor número de dígitos à direita do ponto decimal

$$27,153 + 138,2 - 11,74 = 153,6$$

- Multiplicação ou divisão: mesmo número de algarismos significativos do valor com o menor número deles

$$\frac{(0,745 \times 2,2)}{3,885} =$$

Operações matemáticas com algarismos significativos

- Adição ou subtração: determinado pelo valor com o menor número de dígitos à direita do ponto decimal

$$27,153 + 138,2 - 11,74 = 153,6$$

- Multiplicação ou divisão: mesmo número de algarismos significativos do valor com o menor número deles

$$\frac{(0,745 \times 2,2)}{3,885} = 0,42$$

$$(1,32578 \times 10^7) \times (4,11 \times 10^{-3}) =$$

Operações matemáticas com algarismos significativos

- Adição ou subtração: determinado pelo valor com o menor número de dígitos à direita do ponto decimal

$$27,153 + 138,2 - 11,74 = 153,6$$

- Multiplicação ou divisão: mesmo número de algarismos significativos do valor com o menor número deles

$$\frac{(0,745 \times 2,2)}{3,885} = 0,42$$

$$(1,32578 \times 10^7) \times (4,11 \times 10^{-3}) = 5,45 \times 10^4$$

O valor de π

O valor de π

$$\pi = \frac{\text{perímetro}}{\text{diâmetro}}$$

- Perímetro da circunferência: 424 mm
- Diâmetro da circunferência: 135 mm
- Valor calculado de π

$$\pi = \frac{424}{135} =$$

O valor de π

$$\pi = \frac{\text{perímetro}}{\text{diâmetro}}$$

- Perímetro da circunferência: 424 mm
- Diâmetro da circunferência: 135 mm
- Valor calculado de π

$$\pi = \frac{424}{135} = 3,140740741$$

O valor de π

$$\pi = \frac{\text{perímetro}}{\text{diâmetro}}$$

- Perímetro da circunferência: 424 mm
- Diâmetro da circunferência: 135 mm
- Valor calculado de π

$$\pi = \frac{424}{135} = 3,140740741$$

- Valor verdadeiro de π com dez dígitos: 3,141592654
- Discrepância?

O valor de π

$$\pi = \frac{\text{perímetro}}{\text{diâmetro}}$$

- Perímetro da circunferência: 424 mm
- Diâmetro da circunferência: 135 mm
- Valor calculado de π

$$\pi = \frac{424}{135} = 3,140740741$$

- Valor verdadeiro de π com dez dígitos: 3,141592654
- Discrepância?
 - ▶ Respeitando o número de algarismos significativos: $\pi = 3,14$

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

- Mesmo a estimativa mais grosseira de uma grandeza geralmente nos fornece uma informação útil.

Estimativas e ordens de grandeza

- Mesmo a estimativa mais grosseira de uma grandeza geralmente nos fornece uma informação útil.
- Às vezes, sabemos como calcular certa grandeza, mas precisamos fazer hipóteses sobre os dados necessários para os cálculos.

- Mesmo a estimativa mais grosseira de uma grandeza geralmente nos fornece uma informação útil.
- Às vezes, sabemos como calcular certa grandeza, mas precisamos fazer hipóteses sobre os dados necessários para os cálculos.
- Ou os cálculos exatos podem ser tão complicados que fazemos algumas aproximações grosseiras.

- Mesmo a estimativa mais grosseira de uma grandeza geralmente nos fornece uma informação útil.
- Às vezes, sabemos como calcular certa grandeza, mas precisamos fazer hipóteses sobre os dados necessários para os cálculos.
- Ou os cálculos exatos podem ser tão complicados que fazemos algumas aproximações grosseiras.
- Em qualquer dos dois casos, nosso resultado será uma suposição, mas tal suposição pode ser útil mesmo quando a incerteza possuir um fator de dois, dez ou ainda maior.

Sumário

- 1 Física
- 2 Lançamento de uma bola de tênis
- 3 Grandezas físicas
- 4 Sistema Internacional de Unidades - SI
- 5 Análise dimensional
- 6 Algarismos significativos
- 7 Estimativas e ordens de grandeza
- 8 Exercícios

1. Você está escrevendo um conto de aventuras no qual o herói foge pela fronteira transportando em sua mala barras de ouro estimadas em um bilhão de reais. Seria possível? Poderia esta quantidade de ouro caber na mala? Esta quantidade seria pesada demais para carregar?

2. Estime o número de células no cérebro humano.

3. Estime o número de notas de um real, empilhadas umas sobre as outras, necessário para cobrir a distância Terra-Lua.

4. A maior distância observável no Universo é da ordem de 10 bilhões de anos luz, e existem 14 galáxias no nosso grupo local, distante 2 milhões de anos luz do próximo grupo, estime o número de galáxias no Universo observável.

5. Estima-se que a densidade média de matéria no Universo corresponde a da ordem de 3 átomos de hidrogênio por m^3 .
- (a) Estime a massa total contida dentro do raio do Universo;
 - (b) Estime o número total de núcleons (nêutrons e prótons) contido nesse volume;
 - (c) Compare a densidade média de matéria no Universo com a densidade típica no interior do núcleo atômico.