

1ª Aula (06/08/2019)

INTRODUÇÃO ÀS MEDIDAS EM FÍSICA

Prof. Cristiano L. P. Oliveira
Ed. Basilio Jafet, sala 202, r. 917164
crislp@if.usp.br

Divisão de turmas

Alunos turma 2019201
53 inscritos + 5 Pendentes

Divisão
15 - 20 alunos por sala – Máximo 8 grupos/ sala

A divisão é feita, em geral, por ordem alfabética. Em alguns casos a troca de turma é possível, preferencialmente pela ida e vinda de um estudante de cada turma

Programa da disciplina

Papel da experimentação no método científico

Introdução aos conceitos da física experimental

Noção de medida e incerteza

Incerteza instrumental + Medidas diretas

Incerteza estatística, Introdução à Teoria dos Erros

Aplicação: o Pêndulo simples

Propagação de incertezas e média ponderada

Aplicação: densidade de sólidos

Aplicação: medida da distância focal de uma lente

Análise de dados experimentais + modelos

Gravitação Universal e Movimento de Queda

Lei de Ohm

Leis empíricas + Escalas Logarítmicas

Lei de resfriamento de Newton

O monocórdio e as cordas vibrantes

Atividades

Experimentos

7 experiências

Atividades

Exercícios – individual (sala/casa)

Guias/relat - grupo (casa)

Provas

2 provas

Individualizar notas

Prova 1 – 4 primeiras experiências

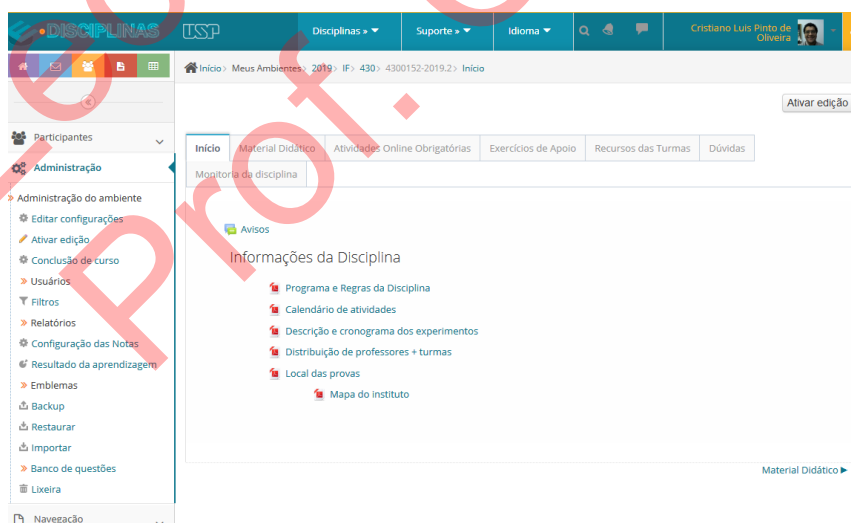
Prova 2 – Todos os experimentos

Agosto	5 e 6	Pendulo 1
	12 e 13	Pendulo 2
	19 e 20	densidade 1
	26 e 27	densidade 2
Setembro	2 e 3	Não tem aula (Sem. Pátria)
	9 e 10	lentes
	16 e 17	queda livre 1
	23 e 24	queda livre 2
	30 e 1	Prova 1
Outubro	7 e 8	circuitos 1
	14 e 15	Não tem aula (Sem. Lic.)
	21 e 22	circuitos 2
	28 e 29	Não tem aula (Func. Público)
Novembro	4 e 5	Resfriamento
	11 e 12	Cordas Vib. 1
	18 e 19	Cordas Vib. 2
	25 e 26	Prova 2
Dezembro	2 e 3	Sub (??)

Material Didático e muitas informações

- STOA – Moodle
- <https://edisciplinas.usp.br/>
- Apostila, tópicos do curso, manuais
- Exercícios obrigatórios, exercícios de apoio
- Área dos grupos com arquivos importantes
- Ambiente de discussão/comunicação
- **Importante:** Todo informe aos alunos será feito nesse ambiente

Moodle



The screenshot displays the Moodle LMS interface for a course. The top navigation bar includes the course name 'DISCIPLINAS USP', a search bar, and user information for 'Cristiano Luis Pinto de Oliveira'. The main content area is titled 'Monitoria da disciplina' and features a sidebar with navigation options like 'Participantes', 'Administração', and 'Administração do ambiente'. The central panel shows 'Informações da Disciplina' with links to 'Programa e Regras da Disciplina', 'Calendário de atividades', 'Descrição e cronograma dos experimentos', 'Distribuição de professores + turmas', and 'Local das provas'. A 'Material Didático' link is visible at the bottom right of the content area.

Objetivos do Curso

- Vivenciar a atividade experimental (medida de dados):
 - técnicas e instrumentos de medida;
 - teoria de erros (estatística);
 - criatividade - use e abuse;
- Aprender a interpretar os resultados de medidas;
 - senso crítico - use e abuse;
- Aprender a se comunicar com a comunidade científica e em geral;

Cálculo da média

- Média das provas: $P = (P_1 + 2*P_2)/3$
- Média dos atividades: $R = (\sum R_i - R_{\min})/6$
 - Nota atividade – exercícios + guias/relatórios (casa)
- Se $P \geq 3$ e $R \geq 5$: $M = (4*P + 6*R)/10$
- Se $P < 3$ ou $R < 5$: $M = \min\{P, R\}$
- Se $P < 3$ e $R < 5$: $M = P$
- Se $M \geq 5$: **Aprovado**

Gravíssimo

- Artigos duplicados, “clonados”, cópias artigos anteriores.....
- Consequência: **Nota Zero** nesta situação....
- Sem direito a substituição

Frequência

- Faltas podem ser no máximo 3
 - Alunos com falta não são elegíveis para receber a nota integral do relatório
 - 1 falta em exper de 2 dias - 50% nota relatório
 - 2 faltas em exper de 2 dias - 0% nota relatório
 - 1 falta em exper de 1 dia - 0% nota relatório
 - Não há aula de reposição

Monitoria

•Monitor: A SER CONFIRMADO!!!

OBJETIVOS DA DISCIPLINA

Principal

Fornecer ao aluno uma iniciação nas atividades experimentais. Esse objetivo não se resume apenas a aprender a medir as grandezas, mas também em compreender o contexto e o significado das medidas.

Como ?

- Compreender a necessidade de se efetuar medidas na área de conhecimento chamada Física;
- Compreender os cuidados necessários para uma tomada de dados;
- Ser capaz de escolher e utilizar os equipamentos e procedimentos adequados;
- Ser capaz de elaborar e testar modelos teóricos;
- Estimar incertezas de medidas e avaliar a propagação das mesmas;
- Sistematizar o armazenamento de dados através de tabelas;
- Analisar dados experimentais através da utilização de gráficos;
- Discutir criticamente os resultados obtidos

AULAS

❑ EXPERIMENTOS

Realizados no laboratório em grupo 2 - 3 alunos
Alunos devem assistir aulas nas turmas designadas
Trocas com a permissão da coordenação

Segurança - Cuidados necessários com equipamentos, manuseio, sandálias, cabelos soltos

❑ SEMANALMENTE

Falta significa perda de experimento. Reposição só com autorização

❑ ATRASO: TOLERÂNCIA DE 15 MINUTOS

Acima deste valor o professor pode ou não autorizar a presença do aluno na aula

MATERIAL

❑ CADERNO DE DADOS

É aconselhável que cada aluno possua um caderno para anotar todos os resultados das medidas, cálculos, observações, referências, etc...

❑ MATERIAL DA EXPERIÊNCIA

O material e instrumentos necessários na experiência, deverão estar na bancada do laboratório,
Senão deverão ser retirados pelo próprio aluno no balcão da sala 123, através da identificação e depósito de um documento.
Ao final da aula, o aluno deverá devolver o material no mesmo local.

❑ PAPÉIS

Folhas de papel milimetrado, de papel mono-log e di-log devem ser providenciadas pelos alunos.

MATERIAL

OUTROS MATERIAIS:

Calculadora Científica
Régua, etc....

FOLHA DE DADOS

Ao final de cada aula, em que foram realizadas medições, o grupo deve preencher uma planilha online cujo link é fornecido pelo professor

Além dos dados medidos o aluno deve anotar todos os dados relevantes ao experimento como, por exemplo, o número do equipamento utilizado, as incertezas instrumentais, alturas, comprimentos, etc..

Se possível o professor irá verificar imediatamente se os dados são satisfatórios, apontando eventuais falhas graves nas medições.

MATERIAL

COMPUTADOR:

PLANILHA ELETRÔNICA - " CALC " - OPENOFFICE



The screenshot shows an OpenOffice Calc spreadsheet with the following data tables:

Dados Sítio				Dados Parâmetros				
Mês	Fachadas	Parâmetros	Medidas	Sítio	Parâmetros	Medidas	Parâmetros	
Mar-05	95	47	416	180	377	22270	499	1703
Fev-05	76	67	436	195	399	24450	615	1697
Jan-05	72	64	200	192	290	13070	430	1681
Out-04	96	96	446	176	234	14700	364	1380
Set-04	77	44	146	180	341	12140	314	1243
Ago-04	42	46	40	162	120	1200	220	1200

Top 20 de Países - Janeiro			
#	Fachadas	Parâmetros	País
1	845	26.47%	774
2	590	26.20%	514
3	496	19.02%	489
4	197	8.73%	174
5	46	2.10%	45
6	33	1.50%	32
7	32	1.50%	31
8	22	1.00%	19
9	11	0.51%	9
10	8	0.40%	8
11	7	0.33%	7
12	7	0.33%	6
13	4	0.20%	4
14	4	0.20%	4
15	3	0.15%	3
16	3	0.15%	3
17	3	0.15%	3
18	2	0.10%	2

<http://www.openoffice.org/pt/about/calc.htm>

Cronograma

Aula	Semana	Experiência	Conceitos Principais
1	5-6 Ago	1a) Pêndulo 1	instrumentos, unidades
2	12-13 Ago	1b) Pêndulo 2	variação (estimativa e representação)
3	19-20 Ago	2a) Densidade 1	propagação de incertezas
4	26-27 Ago	2b) Densidade 2	combinação de incertezas, média ponderada.
	2-3 Set	Semana Santa	Não tem aula
5	9-10 Set	3a) Lentes	organizar dados, graficos
6	16-17 Set	4a) Queda Livre 1	análise de dados, linearização
7	23-24 Set	4b) Queda Livre 2	dados vs modelo
	30 abr-1 Out	Prova 1	Exp 1 – 4
8	7-8 Out	5a) Circuitos 1	medidas elétricas, instrumentos não-ideais
	14-15 Out	Semana Licenciatura	Não tem aula
9	21-22 Out	5b) Circuitos 2	modelos, nem tudo é linear
	28-29 Out	Funcionário Público	Não tem aula
10	4-5 Nov	6) Resfriamento	escala log, linearização de funções exponenciais
11	11-12 Nov	7a) Cordas 1	escala log, linearização de funções de potencia
12	18-19 Nov	7b) Cordas 2	dados vs modelo
	25-25 Nov	Prova 2	Exp 1 – 7
	2-3 Dez	Sub	

EXPERIMENTOS

Haverá um total de 7 experimentos:

- Pêndulo simples, aulas 1 e 2.
- Distância focal de uma lente, aula 3.
- Densidade de sólidos, aulas 4 e 5.
- Queda livre, aulas 6 e 7.
- Curvas características, aulas 8 e 9.
- Resfriamento de um líquido, aula 10.
- Cordas vibrantes, aulas 11 e 12.

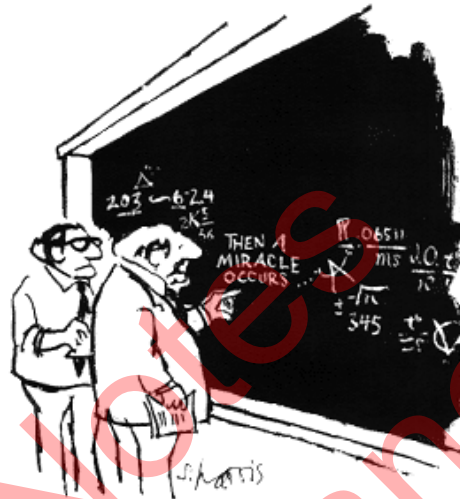
Atividades / Relatórios

- ❑ Durante as aulas serão requisitadas atividades individuais ou em grupo aos alunos. Em alguns casos estas atividades deverão ser entregues na próxima aula
- ❑ Clareza e objetividade reduzem o esforço de leitura do relatório ao mínimo sem prejuízo da perfeita compreensão.
- ❑ Esta disciplina também serve como um treinamento para escrever textos científicos e ajudar a articular idéias.
- ❑ Quando for pedido relatórios, o mesmo deve ser um texto completo, dirigido a um leitor com conhecimentos suficientes para entender as experiências da disciplina, mas que nunca tenha visto nada sobre tais experiências.

IMPORTANTE APOSTILA DO CURSO

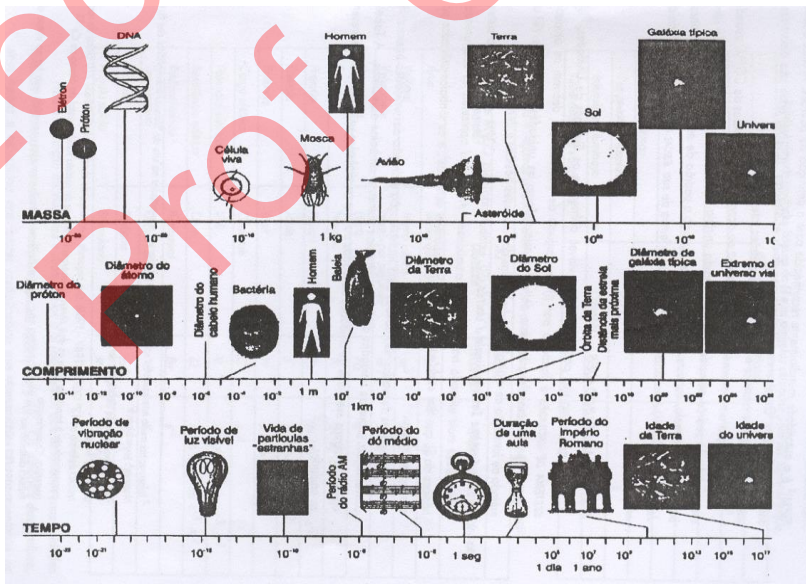
- Ler as informações da apostila;
- Ler o texto da apostila, referente a cada experimento, antes da aula.

Experimentos



"I think you should be more explicit here in step two."

Escalas



Medir: comparar uma dada grandeza com um padrão

SI – Unidades básicas		
Dimensão	Unidade	Símbolo
Tempo	Segundo	s
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Corrente elétrica	Ampère	A
Temperatura absoluta	Kelvin	K
Intensidade luminosa	Candela	cd
Quantidade de substância	Mol	mol

SI – Unidades derivadas			
Dimensão	Unidade	Símbolo	Expressão em unidades básicas
Área	Metro quadrado	m ²	m·m
Volume	Metro cúbico	m ³	m·m·m
Velocidade	Metro por segundo	m/s	m·s ⁻¹
Frequência	Hertz	Hz	s ⁻¹
Força	Newton	N	m·kg·s ⁻²
Pressão	Pascal	Pa	N/m ² = m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
Energia	Joule	J	N·m = m ² ·kg·s ⁻²
Potência	Watt	W	J/s = m ² ·kg·s ⁻³
Carga elétrica	Coulomb	C	s·A
Potencial elétrico	Volt	V	W/A = m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
Resistência elétrica	Ohm	Ω	V/A = m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
Radioatividade	Becquerel	Bq	s ⁻¹
Temperatura	Graus Celsius	°C	K
Ângulo	Radiano	rad	m·m ⁻¹ = 1 (adimensional)
Ângulo sólido	Sferoradiano	sr	m ² ·m ⁻² = 1 (adimensional)

Notação científica: Potências de 10

$$1000 = 10^3$$

$$230000 = 2.3 \times 10^5$$

$$0.000827 = 8.27 \times 10^{-4}$$

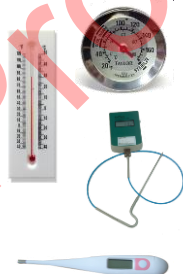
Nome	Símbolo	Valor	Nome	Símbolo	Valor
Exa	E	10^{18}	Deci	d	10^{-1}
Peta	P	10^{15}	Centi	c	10^{-2}
Tera	T	10^{12}	Mili	m	10^{-3}
Giga	G	10^9	Micro	μ	10^{-6}
Mega	M	10^6	Nano	n	10^{-9}
Quilo	k	10^3	Pico	p	10^{-12}
Hecto	h	10^2	Femto	f	10^{-15}
Deca	da	10	Atto	a	10^{-18}

Como Medir?? → Instrumento de Medida

Tamanho



Temperatura



Tempo



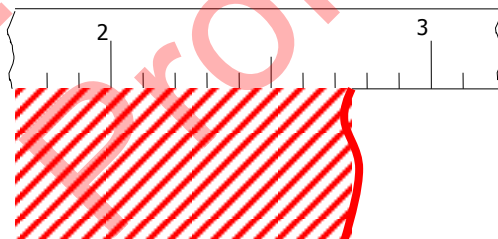
Peso



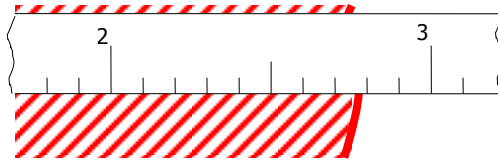
Algumas medidas requerem equipamentos especiais...



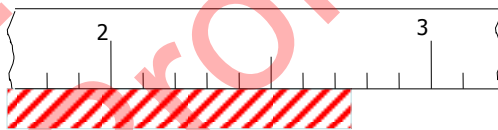
Características de uma medida



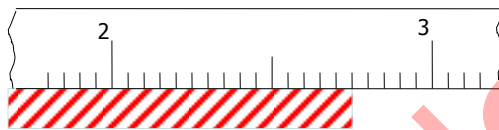
Características de uma medida



Características de uma medida



Características de uma medida



Características de uma medida

- A cada medida repetida, ou cada experimentador diferente que realizar a medida ou cada instrumento diferente que usarmos, o resultado da medida pode ser diferente !
- Mas, o que isso significa?

Conceitos envolvidos em uma medida experimental

- Supondo que existe um valor verdadeiro associado à grandeza que está sendo medida, nunca iremos obter esse valor em nossas medições.
- Isso ocorre devido a características da própria grandeza sendo medida ou limitações intrínsecas e inevitáveis dos nossos instrumentos e técnicas de medida.

Conceitos envolvidos em uma medida experimental

Definindo:

- **Erro = *valor verdadeiro - valor medido***
pode-se afirmar que toda medida experimental apresenta um erro, que precisa ser estimado e compreendido.
- **Incerteza = *estimativa estatística do valor do erro***

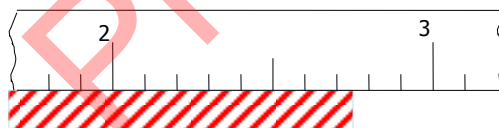
Representação Numérica

- Se toda medida tem uma incerteza, como representá-la?
 - (Valor \pm incerteza)

Representação Numérica

Se toda medida tem uma incerteza, como representá-la?

(Valor \pm incerteza)



(2,7○) cm

tenho “certeza”

estou em “dúvida”

Representação Numérica

Se toda medida tem uma incerteza, como representá-la?

(Valor \pm incerteza)



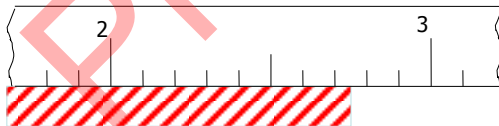
(2,74 \pm ?) cm

↑ tenho “certeza” ↑ Avalia o melhor possível ↑ E incerteza?

Representação Numérica

Como avaliar a incerteza?

Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento



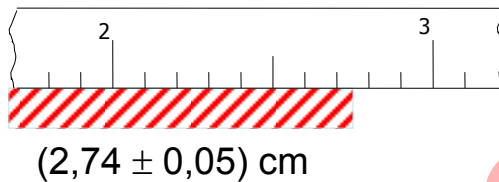
(2,74 \pm ?) cm

↑ tenho “certeza” ↑ Avalia o melhor possível ↑ E incerteza?

Representação Numérica

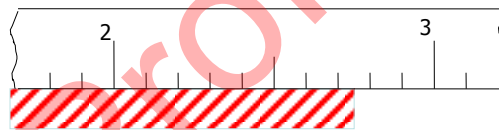
- **Como avaliar a incerteza?**

- Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento



↑
metade da menor divisão ($1 \text{ mm} \div 2 = 0,5 \text{ mm} = 0,05 \text{ cm}$)

Algarismos significativos



- (2,74 ± 0,05) cm
- Dizemos que os algarismos 2, 7 e 4 são os algarismos significativos do valor da medida, sendo 4 o algarismo duvidoso;
- E 5 é o único algarismo significativo da incerteza.

Algarismos significativos

- Regra geral:
 - Só faz sentido colocar um (em alguns casos dois) algarismo significativo na incerteza.
 - E a incerteza é que determina o número de algarismos significativos da medida.
 - Forma correta: $(2,74 \pm 0,05)$ cm
 - Faz sentido dizer que o resultado da medida foi $(2,746 \pm 0,050)$ cm ? Ou seja, estimar mais um algarismo significativo no valor da medida ?

Como realizar medidas

Análise do instrumento de medida

identificação do tipo e funcionamento

Fundo de escala e unidade

seleção conveniente

Precisão e incerteza da medida

Escala simples

Duas escalas: principal e auxiliar (nônio ou vernier)



- Régua - mede distâncias
- Fundo de escala = 10 cm
- Precisão = menor divisão/2 = 0,1 cm ou 1 mm
- Para realizar a medida:

$$\text{Comp} = (6,5 \pm 0,1) \text{ cm}$$

←
duvidoso

Cálculo com algarismos significativos

- Soma ou diferença:
 - Resultado final deve ser escrito até a posição correspondente a posição do algarismo duvidoso de maior valor absoluto

$$\begin{array}{r}
 2,5 \times 10^4 + 1234 = \quad 25 \text{ IIII} \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1234 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 26 \text{ IIII}
 \end{array}$$

Multiplicação ou divisão:

Resultado final deve ser escrito com o mesmo número de significativos do componente com menos significativos

$$\begin{array}{r}
 2,5 \times 10^4 \times 1234 = 25000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1234 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 30850000 \rightarrow 3,1 \times 10^7
 \end{array}$$

Atividade

- Exercícios sobre Algarismos Significativos
- Devem ser feitos individualmente
- Entregar na próxima aula!

Medidas experimentais

- Medir as dimensões necessárias para obter a área da sala e da lousa, primeiramente sem usar régua ou trena e depois usando um desses dois instrumentos
- Calcular as respectivas áreas escrevendo o resultado final com o número correto de significativos
- Medir o tempo para dez oscilações de um pêndulo simples, primeiramente usando o número de batimentos cardíacos e depois usando um cronômetro

Introdução às medidas físicas (4300152)
Experiência 1. Aula 1
Guia e folha de dados
 (preencher em sala de aula, responder perguntas em casa
 e devolver na aula seguinte)

Grupo:
 Aluno 1:
 Aluno 2:
 Aluno 3:

Instrumentos usados
 Trena, resolução (menor divisão) =
 Régua, resolução (menor divisão) =
 Cronometro, resolução (menor divisão) =

Áreas da sala e lousa

Sala (em pés) (use o número correto de algarismos significativos):

Aluno	Comp (pés)	Larg (pés)	Área (pés ²)
1			
2			
3			

Lousa (em palmos):

Aluno	Comp (palmo)	Larg (palmo)	Área (palmo ²)
1			
2			

Mãos a obra!!!



Link para planilha

<https://bit.ly/2KxX0rN>

Lecture Notes
Prof. Cristiano