

IFUSP/P 589  
B.L.F. - USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA  
CAIXA POSTAL 20516  
01498 - SÃO PAULO - SP  
BRASIL

# PUBLICAÇÕES

IFUSP/P-589

O LABORATÓRIO DE PROJETOS  
I CATÁLOGO DE EXPERIMENTOS

Anos de 1985 e 1986

Organização de  
Normando Celso Fernandes

Instituto de Física, Universidade de São Paulo



11 JUL 1986

FORA DE  
CIRCULAÇÃO

Junho/1986

O LABORATÓRIO DE PROJETOS  
I CATÁLOGO DE EXPERIMENTOS

Organização de NORMANDO CELSO FERNANDES

Anos de 1985 e 1986

INSTITUTO DE FÍSICA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Apresentação

Este catálogo é um trabalho coletivo. Nele se encontram resumidas as principais idéias e realizações de alguns projetos de alunos e alunas do 1º ano do Curso de Física do ano de 1985. Vários professores do IFUSP colaboraram na orientação desses trabalhos. O nome dos alunos e dos orientadoras aparecem sempre no início de cada resumo. Também o pessoal técnico do IFUSP forneceu a infraestrutura necessária para a execução dos trabalhos.

De um modo geral, os trabalhos aqui selecionados não representam a imposição de uma escolha propositada. Foi dada liberdade aos alunos para que pudessem inscrever seus projetos no catálogo. Por um motivo ou por outro, se um trabalho não foi inscrito aqui, poderá sê-lo em outro catálogo futuro. Nossa intenção é continuar a completar essa coleção de resumos de projetos de Física Básica. Acreditamos firmemente que essa é uma maneira de registrar a atividade criadora de nossos alunos. Além do mais, alguns desses trabalhos poderão vir a ser incorporados ao rol das experiências didáticas usuais desenvolvidas durante o curso normal de laboratório de Física Básica. Cumpre-nos ressaltar que alguns experimentos aqui inscritos não estão ainda completos. Entretanto, as idéias fundamentais envolvidas estão explícitas.

Para o leitor que à primeira vista não entender plenamente o significado desse catálogo, recomendamos a leitura do trabalho " O laboratório de projetos : inúmeras variações sobre o mesmo tema " , de Normando Celso Fernandes, Pré-print IFUSP P/564 de janeiro de 1986.

São Paulo, junho de 1986

Normando Celso Fernandes.

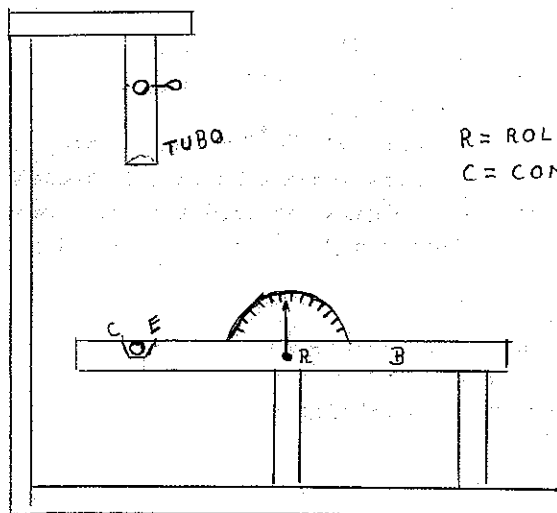
### PROJETO 1

Nome - Conservação do momento linear

Autores - Sérgio da Silva e Fernando Mitsuo Koike

Professor - Normando Ceiso Fernandes

Resumo - Uma esfera E é deixada cair de uma altura h. Ao colidir com uma barra horizontal B na qual há um orifício cônico que se ajusta à esfera, esta fica anexada à barra de modo a caracterizar uma colisão inelástica. No instante do impacto o momento linear da esfera em relação ao eixo de oscilação da barra será igual ao momento angular da barra. A deflexão da barra B é medida por meio de um ponteiro solidário a ela que se move sobre um transferidor fixo na montagem. Determina-se o momento de inércia total do sistema barra + esfera, descontando-se desse momento a contribuição do cone vazado na barra para encaixar a esfera. Compara-se as velocidades e consequentes momentos lineares. Verifica-se a conservação a menos de 1,6%.



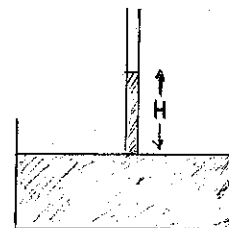
### PROJETO 2

Nome - Capilaridade

Autores - Hamilton Perez S. Corrêa e João Francisco Justo Filho

Professores - Ivan Cunha Nascimento e Normando Ceiso Fernandes

Resumo - Quando os fluidos são introduzidos em tubos de pequeno diâmetro - por isso chamados de capilares - pode ser feita uma série de observações e experiências com respeito à atração molecular que se exerce no líquido pelo sólido que está em contacto com ele. São os chamados fenômenos de capilaridade. A observação dos fenômenos de capilaridade mostra que, quando se emerge um tubo de pequeno diâmetro num líquido que molhe sua superfície (um tubo de vidro em água), a água sobe no interior do tubo a um nível superior ao da água onde está imerso. A ascensão é tanto maior quanto menor for o diâmetro do capilar. A essa propriedade dá-se o nome de lei de Jurin, segundo a qual a ascensão é inversamente proporcional ao raio do capilar. Lei de Jurin  $H = k / r$ , onde H é a altura de desnível, r é o raio do capilar, k é uma constante que depende da natureza do líquido, dada por  $k = 2t / g d$ , onde t é a tensão superficial, g é a constante de gravidade e d é a densidade do líquido. O fenômeno observado tem por causa uma força chamada tensão superficial e por outra força de atração ou de repulsão que atua no contacto do líquido com as paredes do recipiente.



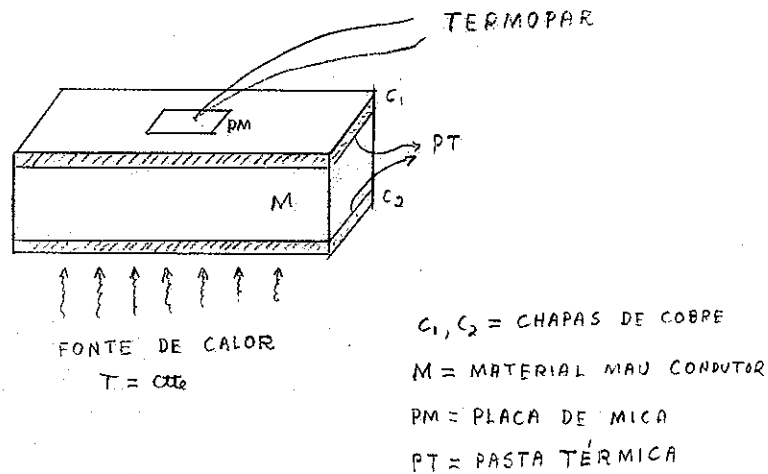
PROJETO 3

Nome - Condução de calor por maus condutores térmicos

Autor - Celso de Araújo Duarte

Professor - Ivan Cunha Nascimento

Resumo - O objetivo do trabalho é a determinação do coeficiente de condutibilidade térmica para sólidos maus condutores. No experimento, uma chapa de cobre ajuda a distribuir uniformemente o fluxo de calor da fonte mantida à temperatura constante sobre a superfície de um material mau condutor térmico. Uma outra chapa de cobre é presa à outra face da chapa de material isolante com a finalidade de distribuir o calor que atravessa a chapa isolante a cada instante, facilitando uma medição mais precisa da temperatura. Usa-se um par termoeletrico para as medidas. Coloca-se pasta térmica como sanduíche entre as placas. Foram medidas as condutibilidades térmicas da fórmica, do nylon, da baquelite e do papelão. Para todos os sólidos confirma-se a lei de Fourier da dependência linear do fluxo de calor com o gradiente de temperatura.



PROJETO 4

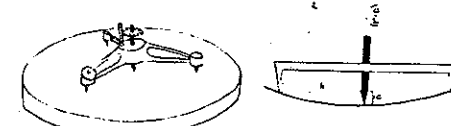
Nome - Construção e verificação da qualidade de uma superfície refletora esférica côncava

Autores - André Cavalcanti Rocha Martins, André Bonadio Becker e Edison Puig Maldonado

Professor - Normando Celso Fernandes

Resumo - Os objetivos desse projeto são a construção de um espelho esférico côncavo a partir de dois vidros planos, a determinação da qualidade desse espelho através do método de Foucault e a determinação da distância focal. Observando-se os dados vê-se que o espelho adquire a forma desejada. O foco, quando testado ao sol não é exatamente um ponto o que significa que a superfície certamente apresenta alguns erros que podem ser identificados pelo teste de Foucault. A distância focal tende a cair com o trabalho, tendo em vista que ela deve ser trazida do infinito (distância focal de um plano) até o valor desejado de 1,30 m. A diminuição no erro da distância focal mostra-se decrescente.

- Utilização de um esferômetro :



$$R^2 + (r - a)^2 = r^2$$

$$r = \frac{R^2}{2a} + \frac{a}{2} \Rightarrow f = \frac{R^2}{4a} + \frac{a}{2}$$

Modo de proceder:

1. Determinar a circunferência em que os três pés do esferômetro se assentam.
2. Calibrar o esferômetro sobre uma superfície plana, colocando o ponteiro a zero.
3. Apoiando o esferômetro sobre o espelho, verificar a diferença de leituras (concavidade do espelho), calcular em seguida a distância focal correspondente, por intermédio da fórmula 1

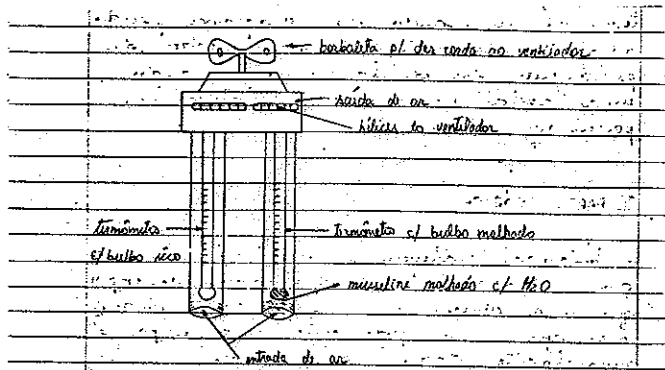
PROJETO 5

Nome - Umidade relativa do ar

Autores - Eduardo Makoto Sato, Érika de Melo Dias, Jójhy Sakuragi, Meiry Sayuri Sakamoto e Mônica Frangioni Perez

Professora - Viviani M. S. Gomes

Resumo - Para a determinação da umidade relativa do ar partimos da simulação de um psicrômetro : medimos a temperatura do ar e a temperatura de um bulbo úmido. Com esses dados medimos a umidade relativa do ar usando um diagrama pseudo-adiabático. Fazemos uma tabela de correção do psicrômetro sem ventilação ou então usamos uma tabela de umidade relativa em porcentagem. Outros fatores corretivos para a umidade relativa são levados em consideração como a presença de várias pessoas no recinto. A discrepância máxima entre os valores medidos e os tabelados usualmente não passa de 3,8 %.



- Temperatura do ponto de orvalho (Td) : a temperatura na qual o ar resulta saturado isto é, se abriremos um pouco esta temperatura haverá condensação

- Razão de Mistura (w) : este é um parâmetro que indica a quantidade de vapor de água no ar. A razão de mistura é a quantidade em gramas de vapor de água presente em cada kg de ar seco

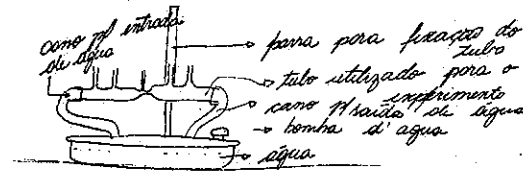
PROJETO 6

Nome - Tubo de Venturi

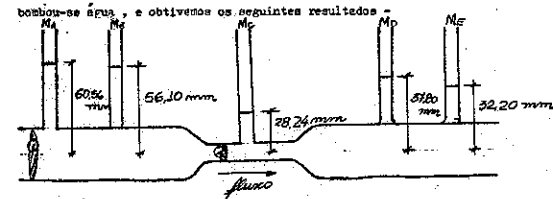
Autores - Cristina Kanaciro e Roberto Hiroki Miwa

Professor - Ivan Cunha Nascimento

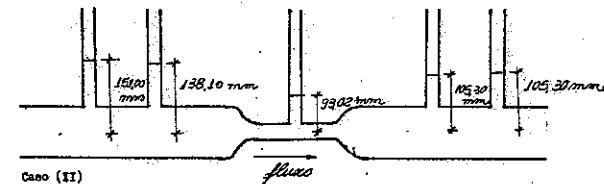
Resumo - A experiência realizada tem por objetivo verificar a equação de Bernoulli através do fenômeno de Venturi. A montagem exibida abaixo permite uma série de medidas razoáveis, embora um perfeito acordo com a equação de Bernoulli seja problemático.



bobinas de água, e obtivemos os seguintes resultados -



Caso I



Caso II

## PROJETO 7

Nome - Efeito Doppler da luz

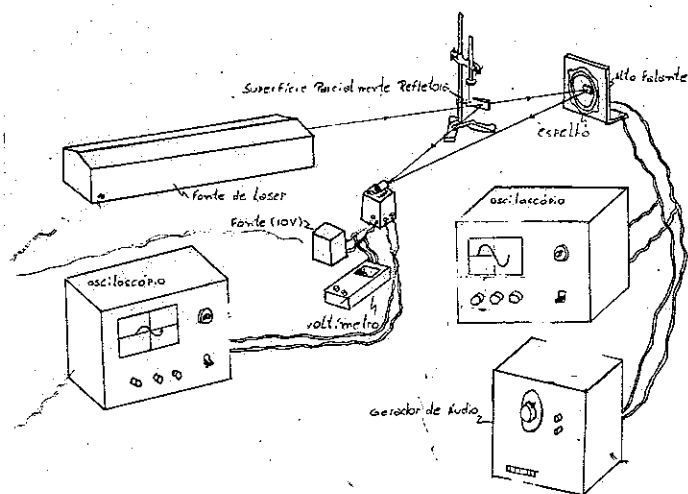
Autores - Andréa Silva Bindei, Cláudio Malagrino, Érica Regina Takano e Luiz Carlos K. Marasco Ferrari

Professora - Viviani M. S. Gomes

Resumo - O projeto tem duas finalidades : ( a ) qualitativamente o efeito luminoso é transformado em efeito sonoro, podendo ser ouvido. ( b ) Quantitativamente fazemos com que dois feixes de laser de frequências ligeiramente diferentes interfiram, criando um batimento e ampliamos o efeito. Medimos a frequência do batimento. No caso ( a ) o objetivo é facilmente alcançado, mas no caso ( b ) é difícil chegar a um resultado satisfatório. O interesse do experimento está em sua própria realização, na procura das causas dos erros e conseqüente aprimoramento em sua execução.

### 2. PARTE EXPERIMENTAL

O aparato experimental consiste em:



## PROJETO 8

Nome - Determinação do calor específico da glicerina

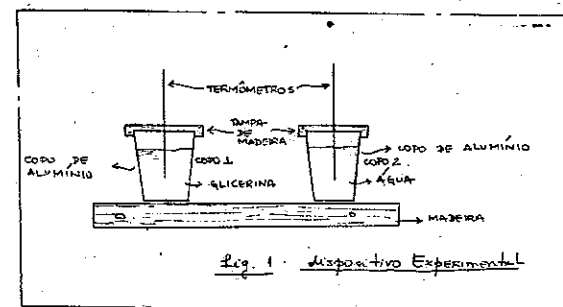
Autores - Marcos Duarte, Patrícia Palmieri e Ronaldo Fumio Hashimoto

Professora - Viviani M. S. Gomes

Resumo - Seguindo o esquema abaixo, usamos o procedimento : (a) com uma balança determinamos a massa dos dois copos de alumínio. A capacidade térmica do termômetro pode ser determinada, assumindo-se terem tanto o vidro como o mercúrio a mesma capacidade térmica por unidade de volume. (b) Medimos as massas dos copos com os respectivos líquidos, sendo as massas dos líquidos determinadas por diferença de pesagem. (c) Aquecemos os líquidos até uma temperatura de aproximadamente  $70^{\circ}\text{C}$ . (d) A seguir colocamos as tampas com os respectivos termômetros. (e) Esperamos o sistema resfriar protegido de correntes de ar. (f) Decorridos aproximadamente 2 minutos, iniciamos as leituras das temperaturas nos dois termômetros a intervalos regulares de tempo. (g) Com esses dados organizamos uma tabela e traçamos as curvas de resfriamento. Encontramos o calor específico a pressão constante com um valor bastante razoável.

### 2- Parte Experimental

#### 2.1. Dispositivo Experimental



Nesta experiência utilizamos dois copos de alumínio (poucos de térmicas); duas tampas de madeira (material mau condutor de calor) dois termômetros, e os líquidos: água e glicerina.

Utilizamos ainda um cronômetro e bico Bunsen para aquecer os líquidos.

PROJETO 9

Nome - Tubo de Kundt

Autores - Cláudia Regina Patti, José Vinhoti e Rogério Privitera

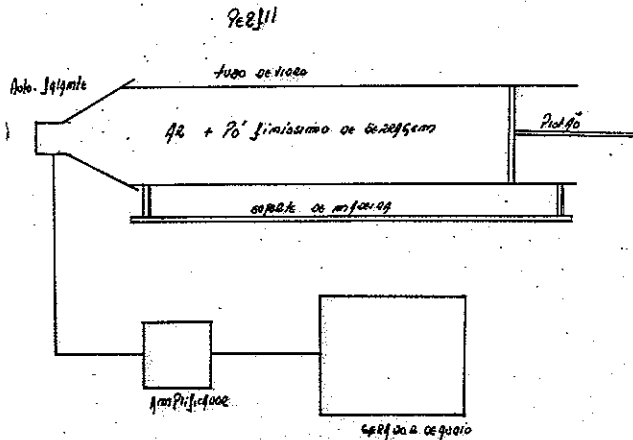
Professora - Vivili M. S. Gomes

Resumo - Este trabalho visa determinar experimentalmente a velocidade de propagação do som no ar e, principalmente, discutir a otimização acústica utilizada em nossa vida prática. Tentamos neste pequeno trabalho, dar uma noção de quão longe e quão profundo pode e deve ser o estudo das ondas sonoras. A parte experimental deste projeto é, no entanto, muito simples pois não consideramos estudos acústicos (estes estudos seriam complexos em função do nível de aprendizado do atual semestre). O conjunto, entretanto, serve como introdução à acústica. Chegamos ao valor de  $v_{\text{som}} = (332,0 \pm 0,8) \text{ m/s}$  a  $26^\circ$ .

PARTE EXPERIMENTAL

Material Utilizado:

- tubo de vidro (diâmetro=4,00cm, comprimento=125 cm)
- alto-falante (impedância=8 ohms)
- gerador de áudio (impedância compatível= 10 ohms) Philips
- amplificador de bancada (sem controle de leitura)
- trena
- suporte de madeira
- pistão (o qual não visa a variação de pressão dentro do tubo de vidro, apenas a variação do comprimento para o tratamento dos harmônicos de ressonância)
- pó finíssimo de serragem
- corrente=110 V (com frequência=60 hertz, corrente alternada)



PROJETO 10

Nome - Determinação da constante elástica de molas

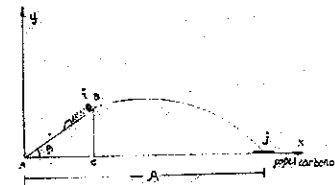
Autores - Sílvio Castanheira Pereira da Silva e Ademar Marcolino Fo.

Professora - Vivili M. S. Gomes

Resumo - Apesar de ser um tema bastante explorado, a determinação da constante de uma mola ainda apresenta aspectos interessantes. Neste projeto são exibidos alguns arranjos visando o valor mais provável da constante da mola  $k$ . Inicialmente traça-se o gráfico força  $\times$  alongação e calcula-se o valor de  $k$  graficamente. O segundo arranjo consiste em efetuar o lançamento de um projétil usando a mola. Mede-se os parâmetros correspondentes e calcula-se  $k$ . Por fim têm-se o método hidrostático clássico de Arquimedes. Uma comparação cuidadosa é feita e um bom acordo do valor de  $k$  é encontrado.

Procedimento

Montamos o arranjo representado na seguinte figura.



Dados experimentalmente obtidos:

$AB = (0,3410 \pm 0,0005) \text{ m}$

$AC = (0,2850 \pm 0,0005) \text{ m}$

$BC = (0,1730 \pm 0,0005) \text{ m}$

Mola comprimida =  $(0,0500 \pm 0,0005) \text{ m}$

A mola comprimida encontra-se numa posição polida, de modo que reduza ao máximo o atrito existente entre estes dois materiais. Medimos a deformação  $x$  da mola  $(0,1530 \pm 0,0005) \text{ m}$ , saltamos então o resíduo que se localizava sobre o madeira, na extremidade superior da mola cuja massa é  $(0,04700 \pm 0,00005) \text{ kg}$ .

Medimos o seno do ângulo  $\alpha$  com o auxílio das medidas  $BC, AC$  e  $AB$ . A linha vai cair a um ponto que dista  $A$  da origem de coordenadas adotada. O papel carbono auxilia na marcação deste ponto.

Fazemos vários lançamentos com o objetivo de chegarmos mais precisamente ao resultado teórico.

Na página seguinte vem cartado os diversos medidas  $A$  do lançamento da mola de cortiça, em o respectivo estado padrão.

PROJETO 11

Nome - Determinação da pressão de vapor saturado

Autores - Ciláine Verônica Teixeira, Ernesto Alberto de Souza

Paiser e Zélia Soares Macedo

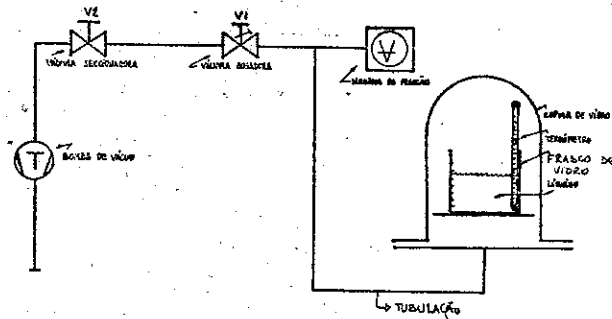
Professora - Viviani M. S. Gomes

Resumo - Lembramos que a pressão de vapor de um líquido é a pressão que o vapor exerce quando em equilíbrio com o líquido correspondente e que a ebulição é uma vaporização turbulenta, na qual a passagem da fase líquida para a gasosa pode ocorrer em qualquer ponto do líquido e não apenas na superfície. Esse tipo de vaporização apresenta uma característica formação de bolhas, isto é, de porções de vapor cercadas por uma película do líquido. As bolhas só podem existir se a pressão de seu vapor for igual ou maior que a pressão externa. Montando o esquema abaixo, primeiramente usamos a bomba de vácuo. Em seguida fazemos o líquido entrar em ebulição e fechamos a válvula dosadora. A temperatura e a pressão se estabilizam. A pressão assim medida vai corresponder à máxima pressão de vapor para a temperatura medida.

1- MATERIAL UTILIZADO E ARRANJO EXPERIMENTAL:

- 1 válvula dosadora
- 1 válvula seccionadora
- conexões para vácuo
- anéis de vedação
- o-ring
- abraçadeiras LH
- 1 medidor de vácuo (de membrana) Leybold-Heraeus
- 1 tubo de vidro
- 1 bomba de vácuo Leybold-Heraeus tipo 54A
- 1 termômetro de mercúrio
- 1 suporte metálico
- 1 frasco aberto de vidro
- flanges diversas
- tubulações para vácuo
- Água destilada
- Óleo
- Isopropanol
- etc.

O sistema foi montado de acordo com o esquema abaixo:



PROJETO 12

Nome - Similaridade entre a luz visível e a radiação térmica

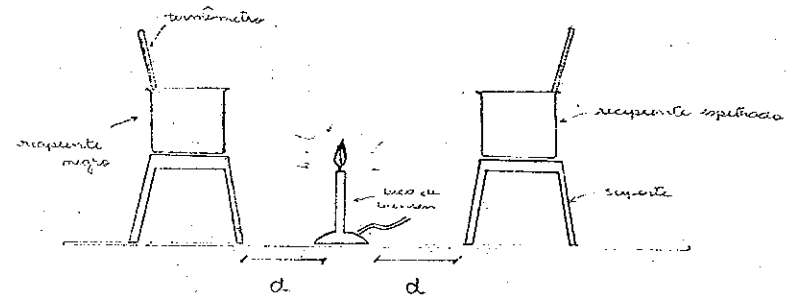
Autores - Alexandre Luís Mello, Ana Rosa de Andrade Grise, Ciro

Biderman e Cláudia Mayumi Harada

Professora - Viviani M. S. Gomes

Resumo - Verifica-se que a radiação térmica obedece à lei da reflexão da luz: o índice de reflexão é grande para uma superfície polida e clara enquanto é quase nulo para uma superfície não polida e preta. Toma-se dois recipientes iguais. Escurece-se um dos recipientes por meio de um bico de Bunsen que também vai servir de fonte de calor para a parte posterior do experimento. Coloca-se quantidades iguais de água em cada recipiente. Põe-se a fonte de calor numa posição que seja a mesma em relação aos dois recipientes. Por meio de termômetros em cada recipiente verifica-se o acréscimo de temperaturas após a ligação da fonte. Para o recipiente polido a temperatura quase não aumenta. O mesmo não se dá para a face escurecida. Uma análise gráfica quantitativa permite determinar o índice de reflexão da radiação térmica.

Esquema da experiência





PROJETO 13

Nome - Movimento planetário

Autor - João Francisco Justo Filho

Professor - Ivan Cunha Nascimento

Resumo - Observa-se um fato muito curioso. Os planetas em suas órbitas ao redor do Sol efetuam um movimento elíptico. A partir das leis de Kepler os planetas, nesse movimento elíptico, varrem áreas iguais em tempos iguais e conservam seu momento angular  $\vec{p}$ . A fig. 1 mostra um planeta varrendo áreas iguais num intervalo de tempo  $\Delta t$  e o significado de  $\vec{p}$ .

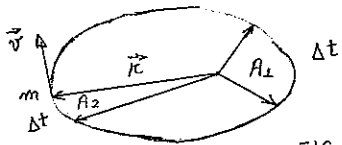
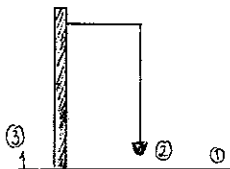


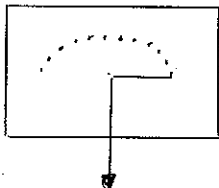
FIG 1

$m$  = massa do planeta  
 $\vec{r}$  = posição do planeta  
 $\vec{v}$  = velocidade do planeta.  
 $\vec{p} = m \vec{r} \wedge \vec{v}$

O aparato experimental consiste no seguinte : toma-se um pêndulo ligado por um fio condutor e uma chapa de alumínio colocada sob o pêndulo. Liga-se um dos polos de um fischador na chapa e o outro na extremidade do fio do pêndulo. Admite-se uma inclinação inicial para o pêndulo. Soltando-o com uma velocidade inicial, este efetuará um movimento elíptico ( em relação à origem ) sobre a chapa de alumínio. Com um papel encerado colocado sobre a chapa será possível efetuar a tomada de dados. Durante o movimento do pêndulo liga-se o fischador e este marcará no papel encerado a posição do corpo em cada intervalo de tempo. Na fig. 2 temos o aparato experimental e a descrição do movimento.



VISTO DE CIMA



- ① CHAPA
- ② CORPO
- ③ POLOS DE LIGAÇÃO

FIG 2

PROJETO 14

Nome: EOLIPILA

Autores: Angélica de Oliveira Costa

João Paulo Bottecchia

Paula Lev

Sonia Maria Martins Rodrigues

Professora: Suzana Salém Vasconcelos

Resumo: Envolvendo conceitos básicos de física é apresentada uma reconstrução da "Eolipila" projetada por Herón o velho (Alexandria, 155a.C.), que dirigiu na Grécia um instituto de ciências (não filosófico) semelhante aos politécnicos modernos.

A Eolipila é um aparato pouco útil mas muito engenhoso. Trata-se de uma esfera oca que deve seu movimento giratório à reação da atmosfera sobre os jatos de vapor que saem do seu centro em direções opostas. Precursora da máquina a vapor, utiliza este para produzir movimento e trabalho. Com este invento Herón demonstrou que o ar é matéria, e não "espírito" como pensavam seus contemporâneos, uma vez que o ar é dilatado pelo calor e ao sair dos tubos provoca rotação da esfera.

Pelo princípio de Pascal (PASCAL 1623-1662), a pressão interna da esfera e de seus tubos laterais é a mesma. Entretanto, a pressão na saída dos tubos é a atmosférica. Assim, pelo princípio da ação e reação (NEWTON 1642-1727), a resultante das forças no eixo é oposta à saída de vapor no tubo, causando momento e fazendo com que a esfera entre em rotação.

Herón observou ainda que um jato de água arrasta o ar por onde passa, propriedade esta utilizada em 1865 quando SPRENGEL inventou a bomba.

A partir da massa de água utilizada, da variação de temperatura e do tempo necessário para esta variação pode mos determinar a energia fornecida pela fonte térmica por unidade de tempo (potência da fonte):

$$P_f = \frac{E_f}{t} = \frac{m C \Delta T}{t}$$

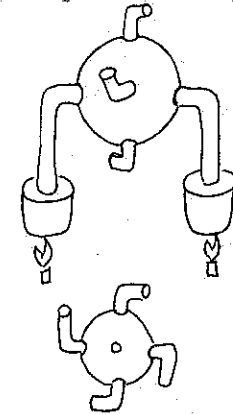
onde: P é a potência fornecida.  
 E é a energia fornecida  
 $\Delta T$  é a variação de temperatura.  
 m é a massa de água  
 C é a capacidade calorífica da água  $C = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .

A energia cinética de rotação obtida pode ser determinada medindo-se o número de voltas do cilindro para cada tempo - frequência angular - e a massa inercial do aparelho:

$$E_u = \frac{1}{2} \omega^2$$

onde:  $E_u$  é a energia útil  
 $i$  é a massa inercial  
 $\omega$  é a frequência angular.

Devido à dissipação de calor nas paredes dos recipientes e do cilindro, à condensação do vapor nas mangueiras e tubos e ao escape de vapor pelo encaixe no eixo, atrito, etc... o rendimento do aparelho é de cerca de 0,1 %.



NOME : LASER ART

AUTORES : RITA DE CÁSSIA CESTA

FÁTIMA FERNANDES DELLA ROCCA

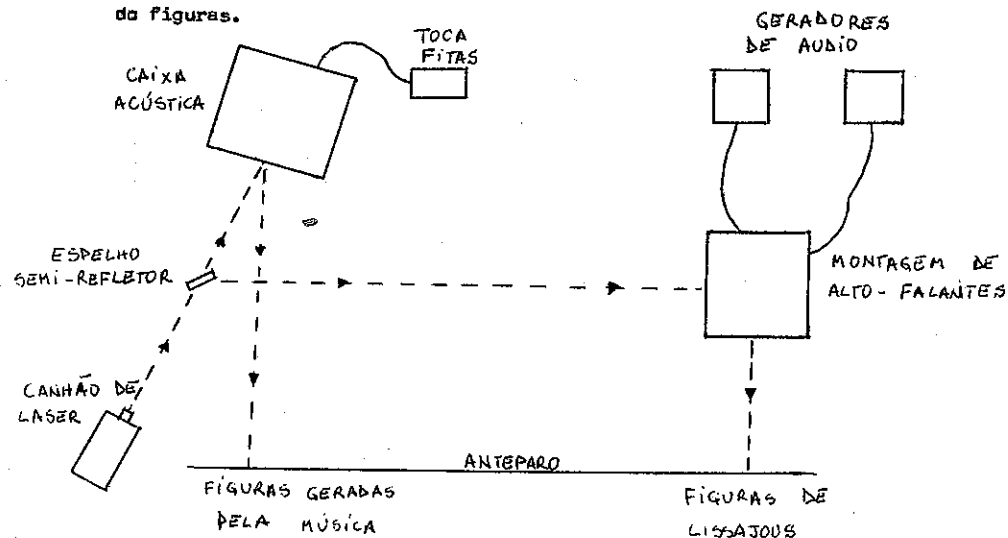
PROFESSOR : NELSON CARLIN

RESUMO :

A arte do laser foi inventada quase simultaneamente com o laser. Devido à emissão de luz coerente do laser, este pode ser empregado em efeitos de interferência, espetáculos visuais que não poderiam ser conseguidos com lâmpadas comuns. Descreveremos uma das técnicas dessa arte que pode/ser usada em shows públicos, que é baseada em oscilações mecânicas que redirecionam o feixe do laser.

Primeiramente, teremos dois osciladores de audio ligados/ a dois alto-falantes, com dois espelhos colados um em cada diafragma. Os / alto-falantes são montados de modo que formem quarenta e cinco graus com a / horizontal. O laser atinge cada um dos espelhos e é refletido num anteparo. Conforme a frequência que imprimimos a cada alto-falante, teremos, formadas no anteparo, figuras de Lissajous.

Teremos também um pequeno espelho colado ao diafragma de/ um alto-falante que deve vibrar conforme a música tocada. Uma luz de laser é apontada para o espelho, refletindo segundo a oscilação mecânica do diafragma. O laser é projetado num anteparo, onde percebemos um ponto brilhante desenhan das figuras.



Nome - Determinação dos parâmetros de difusão do Oxigênio em Tântalo através da técnica de medida do atrito interno

Autores - Roberto de Lima Rodrigues, Rosana Asche de Paula e Tanimara Soares da Silva

Professores - Sadamu Koshimizu ( IPEN-CNEN-SP ) e Nelson Canzian

Resumo - As impurezas intersticiais tais como Oxigênio, Nitrogênio ou Carbono em metais cúbicos de corpo centrado podem dar origem a um fenômeno de anelasticidade que é traduzido por um pico de atrito interno em função da temperatura. Este pico é conhecido como pico de Snoek. O mecanismo deste efeito é a reorientação preferencial dos intersticiais sob a ação de uma tensão aplicada.

O objetivo deste trabalho experimental é a determinação de alguns parâmetros de difusão do Oxigênio em Tântalo através da medida de atrito interno em função da temperatura. A variação desse atrito em função da temperatura foi obtida utilizando um pêndulo de torção invertido, com frequência baixa ( ordem de Hertz ).

A partir do resultado obtido,  $Q^{-1}(T)$ , supondo que o fenômeno de relaxação é simples, foram calculados os seguintes parâmetros de difusão do Oxigênio em Tântalo : energia de ativação do processo, fator de frequência e coeficiente de difusão. Os valores encontrados são  $H = ( 1,165 \pm 0,005 ) \text{ eV}$ ,  $\tau_0^{-1} = ( 2,41 \pm 0,02 ) \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$  e  $D_0 = ( 7,29 \pm 0,06 ) \times 10^{-3} \text{ cm}^2 / \text{s}$ , respectivamente.

PROJETO 17

Nome - Maçarico de plasma

Autores - Hamilton Perez S. Corrêa, João Francisco Justo Filho e Francisco Lozano

Professores - Aluísio Neves Fagundes, Fuad Daher Saad e Normando Celso Fernandes

Resumo - O princípio de funcionamento de um maçarico de plasma fundamenta-se na ionização de um gás a partir de um gerador de ondas de rádio-freqüência ( em torno de 1 MHz ). O gerador é um oscilador que funciona em alta potência e, na saída deste, é colocado um cabo coaxial que conduz a onda até uma extremidade oca de cobre, onde entrará em contacto com o gás.

É de grande importância o uso deste aparato em diversos setores. Ele é aplicado como dispositivo de polimento de materiais metálicos também no processo de fixação de substâncias sobre superfícies e também como ativador de reações químicas. Ultimamente está sendo usado em vários setores da sociedade, como no aquecimento de fornos industriais e como dispositivo de corte de chapas metálicas.

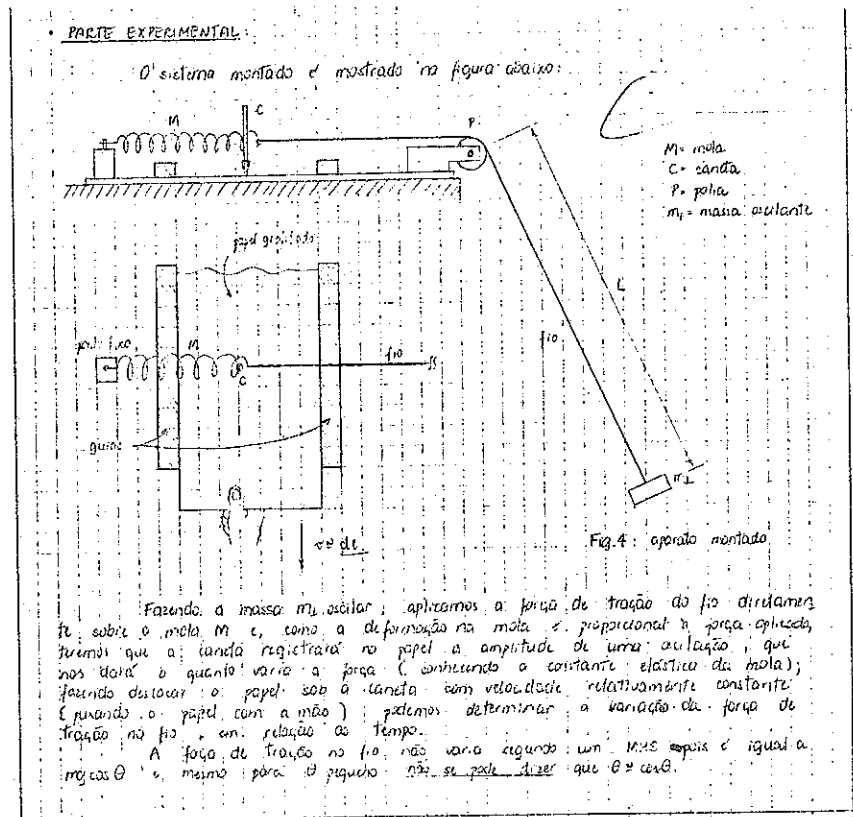
PROJETO 18

Nome - O movimento harmônico simples

Autores - Mário Minami, Rinaldo de Oliveira e Ronny Shimazaki

Professores - Normando Celso Fernandes e Viviani M. S. Gomes

Resumo Utilizando um sistema com um pêndulo simples verificamos os valores dos parâmetros que regem um MHS.



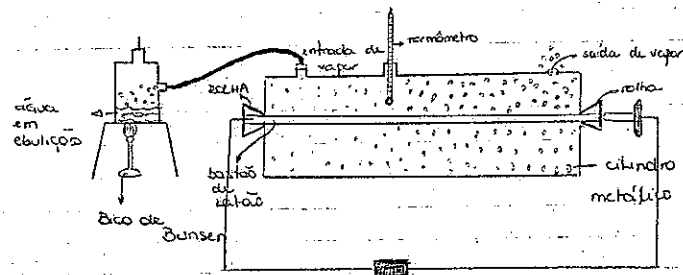
PROJETO 19

Nome - Dilatação linear de sólidos

Autores - Izabela Maurício Kimura e Edemilson de Oliveira

Professora - Viviani M. S. Gomes

Resumo - Para determinar o coeficiente de dilatação linear do aço e a consequente comparação entre o valor obtido experimentalmente e o valor tabelado, usamos o seguinte esquema auto-explicativo:



PROJETO 20

Nome - Dependência da constante elástica  $k$  de uma mola com a temperatura

Autor - Sidnei de Camargo Freitas

Professora - Viviani M. S. Gomes

Resumo - Procuramos determinar uma eventual variação da constante elástica  $k$  de uma mola helicoidal com a temperatura. Graficamente determinamos uma variação aproximadamente exponencial.

