



Universidade de São Paulo

Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI

Departamento de Física Experimental - IF/FEP

Comunicações em Eventos - IF/FEP

2013-10-16

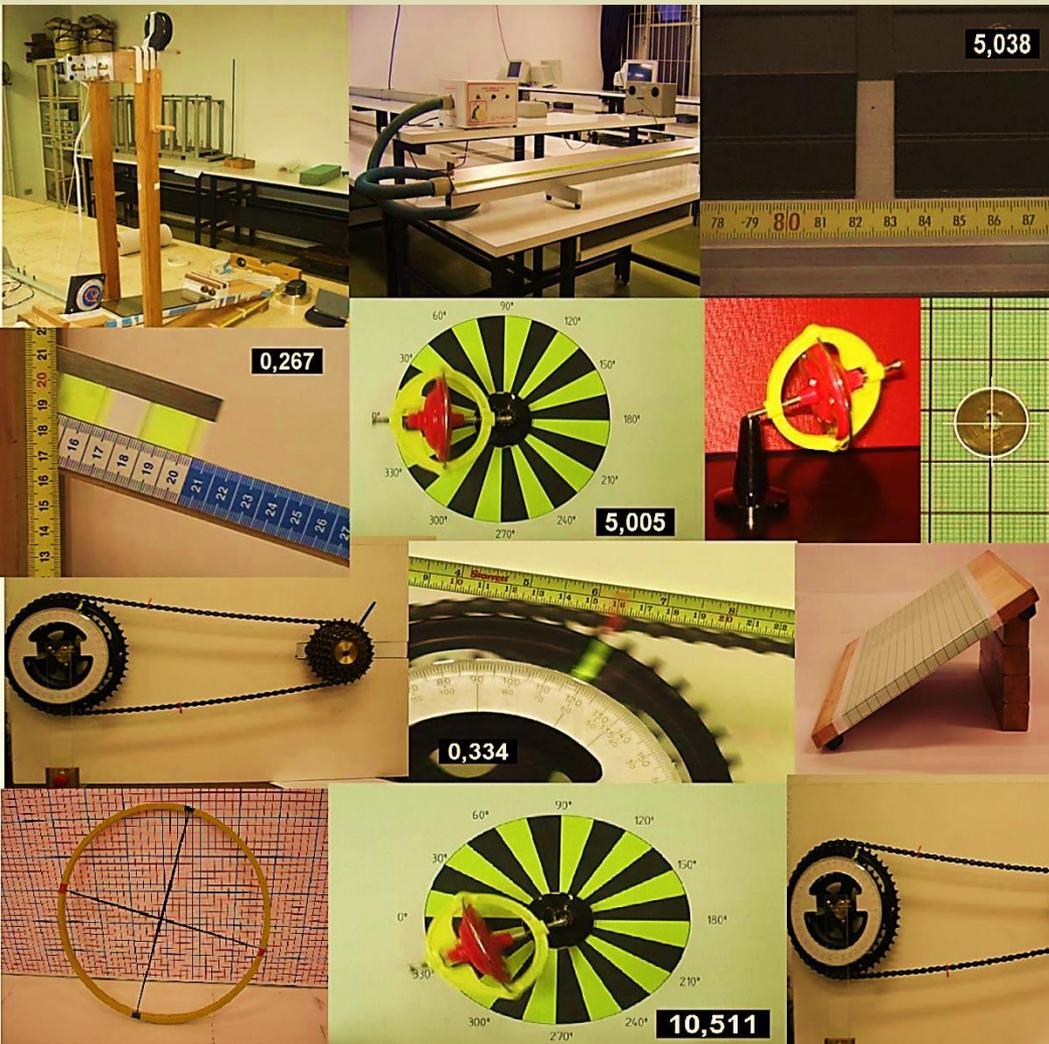
Experiencias virtuales, una herramienta para enseñar mecánica.

Reunion Nacional de Educación em la Física - REF XVIII, 2013, San Fernando del Valle de Catamarca.

<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/44566>

Downloaded from: Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI, Universidade de São Paulo

Experiencias virtuales, una herramienta para enseñar mecánica



Nora Lía Maidana,
Monaliza da Fonseca
Vito Roberto Vanin

Instituto de Física
USP
São Paulo - Brasil



REF XVIII – REUNION NACIONAL
DE EDUCACION EN LA FISICA
16/10/2013



Índice

Universidad de São Paulo

Localización y algunos números

Instituto de Física

Carreras, Departamentos, Instalaciones

Actualidad - Necesidades

Sitio “Experiencias Virtuales”

Usp - Numeros

91 mil estudantes de grado y pos-grado
16 mil funcionarios (no docentes)
5900 profesores

42 unidades
247 cursos de grado
239 programas de pos-graduación



Usp - Auxílios

BOLSAS	VINCULAÇÃO	NÚMERO	VALOR
Apoio à Pesquisa	Pró-Reitoria de Pesquisa	300	R\$ 400
Aprender com Cultura e Extensão	Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária	1.200	R\$ 400
Auxílio Complementar aos bolsistas de Iniciação Científica do CNPq	Equiparação do valor que recebem com aquele dos bolsistas da própria Universidade		
Ensinar com Pesquisa	Pró-Reitoria de Graduação	600	R\$ 400
Estímulo ao Ensino de Graduação (monitoria)	Pró-Reitoria de Graduação	1.000	R\$ 400
Iniciação Científica	Pró-Reitoria de Pesquisa	1.200	R\$ 400
Tutoria Acadêmico-Científica	Pró-Reitoria de Graduação	1.000	R\$ 400

AUXÍLIOS	NÚMERO DE AUXÍLIOS OFERECIDOS	VALOR MENSAL
Auxílio-Livros	700	R\$ 150
Auxílio-Transporte	450	R\$ 200
Auxílio-Transporte Emergencial	80	R\$ 200
Auxílio-Moradia	1.500	R\$ 350
Auxílio-Moradia Emergencial	100	R\$ 350

Carreras

CARREIRA 790

VAGAS: 455

Física / Meteorologia / Geofísica / Astronomia / Estatística / Matemática / Matemática Aplicada

Prova de 1ª fase: Conhecimentos Gerais
Provas da 2ª Fase:
1º dia - Português, Redação
2º dia - História, Geografia, Matemática, Física, Química, Biologia, Inglês

Curso 45: Bacharelado em Física - Diurno - São Paulo

Período: Diurno Vagas: 60 Duração: 8 semestres
Instituto de Física - USP

Curso 46: Bacharelado em Física - Noturno - São Paulo

Período: Noturno Vagas: 100 Duração: 10 semestres
Instituto de Física - USP

Curso 49: Bacharelado em Meteorologia
Período: Diurno Vagas: 30 Duração: 10 semestres
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - USP

Curso 50: Geofísica
Período: Diurno Vagas: 30 Duração: 10 semestres
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - USP

Curso 51: Bacharelado em Astronomia
Período: Diurno Vagas: 15 Duração: 8 semestres
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - USP

Curso 52: Bacharelado em Estatística
Período: Diurno Vagas: 40 Duração: 8 semestres
Instituto de Matemática e Estatística - USP

Curso 53: Bacharelado em Matemática - São Paulo

Período: Diurno Vagas: 30 Duração: 8 semestres
Instituto de Matemática e Estatística - USP

Curso 54: Bacharelado em Matemática

CARREIRA 825

VAGAS: 260

Licenciatura em Matemática / Física

Prova de 1ª fase: Conhecimentos Gerais
Provas da 2ª Fase:
1º dia - Português, Redação
2º dia - História, Geografia, Matemática, Física, Química, Biologia, Inglês
3º dia - Matemática, Física
Cada uma das 4 provas vale 100 pontos.

Curso 62: Matemática - Licenciatura - Diurno

Período: Diurno Vagas: 50 Duração: 8 semestres
Instituto de Matemática e Estatística - USP

Curso 63: Matemática - Licenciatura - Noturno

Período: Noturno Vagas: 100 Duração: 10 semestres
Instituto de Matemática e Estatística - USP

Curso 64: Física - Licenciatura - Diurno

Período: Diurno Vagas: 50 Duração: 8 semestres
Instituto de Física - USP

Curso 65: Física - Licenciatura - Noturno

Período: Noturno Vagas: 60 Duração: 10 semestres
Instituto de Física - USP

Curso 64: Física - Licenciatura - Diurno

Período: Diurno Vagas: 50 Duração: 8 semestres
Instituto de Física - USP

Curso 65: Física - Licenciatura - Noturno

Período: Noturno Vagas: 60 Duração: 10 semestres
Instituto de Física - USP

Índice

Universidad de São Paulo

Localización y algunos números

Instituto de Física

Carreras, Departamentos, Instalaciones

Actualidad - Necesidades

Sitio “Experiencias Virtuales”

Ifusp: www.if.usp.br



Instituto de Física



Organização Departamentos Ensino Pesquisa Extensão Internacional Biblioteca Comunidade Serviços Webmail

Notícias do IF

- Vídeo Institucional

Eventos no IFUSP

- SEMINÁRIO DO GRUPO DE FÍSICA ESTATÍSTICA: Irreversibility by competition for a Glauber-Ising model by means of the entropy produ
17 set 2013 2:30pm
- COLÓQUIO
19 set 2013 4:00pm

Calendário

setembro						
dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Somente eventos sem restrições de acesso são mostrados neste calendário.

Início

Departamentos

Enviado por **intranet** em ter, 11/04/2008 - 13:13. [Diretoria](#)

Física Aplicada - FAP

Física Experimental - FEP

Física Geral - FGE

Física Nuclear - FNC

Física Matemática - FMA

Física dos Materiais e Mecânica - FMT

Informações do IFUSP

- Bens à Disposição
- BIFUSP
- Concursos para Docentes
- Concursos para Funcionários
- Coral Physicantus
- Cursos de Extensão
- Formulários on-line
- Licitações
- Portal da Transparência USP
- Produtividade acadêmica
- Regulamentação do RNE
- Videoteca

Pessoal

- Docentes
- Funcionários
- Alunos de Pós-Graduação
- Alunos de Graduação
- Ex alunos
- Colaboradores
- Todos do IFUSP
- Busca na USP



Acelerador electrostático tipo Pelletron-tandem, puede alcanzar hasta 1,6 MV de tensión en el terminal. Opera con iones de H y He.



Acelerador Pelletron-tandem de iones pesados



Acelerador de electrones con microondas.
Líneas de irradiación con: 100 keV, 1.9 y 5 MeV

Profis <http://fep.if.usp.br/~profis/>

Profis Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física

IFUSP | Home | Cursos | Oportunidades | Eventos | Contato | Mapa

Conheça o PROFIS

GRAF

Fontes Bibliográficas

Encontros e Simpósios

Periódicos

Sites de Interesse

Pesquisa em Ensino de Ciências

MEC - Diretrizes Curriculares e Avaliação

EPA Seminários Ensinar com Pesquisa **NOVO**
VI Seminário EPA

PROJETOS
Conheça as linhas de atuação do ProFis!

ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL
Catálogo Analítico de Dissertações e Teses

GREF
Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
Leituras: 2ª Edição!
Revista e Ampliada

Profis
informa:

EVENTOS	CURSOS
VII Encontro de Educação Especial e Inclusão [agosto de 2013]	Escola Paranaense de História e Filosofia da Ciência [agosto de 2012]
IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias [setembro de 2013]	OPORTUNIDADES
X Conference of the European Science Education Research Association [setembro de 2013]	First European Autumn School on History of Science and Education [novembro de 2013]
Conference of Information & Communication Technology in Natural Science Education [outubro de 2013]	Programa Aprender com Cultura e Extensão [agosto de 2012 a julho de 2013]
1º Colóquio Internacional Hannah Arendt [novembro de 2013]	
IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências [novembro de 2013]	

Índice

Universidad de São Paulo

Localización y algunos números

Instituto de Física

Carreras, Departamentos, Instalaciones

[Actualidad - Necesidades](#)

Sitio “Experiencias Virtuales”

Escases de Profesores

Escassez de professores no Ensino Médio: Propostas estruturais e emergenciais

TABELA 8 – Demanda hipotética de professores no Ensino Médio, com e sem incluir o 2º ciclo do Ensino Fundamental, por disciplina, e número de licenciados entre 1990 e 2001.

Antonio Ibañez Ruiz
Mozart Neves Ramos
Murílio Hingel

Disciplina	Ensino Médio	Ensino Médio + 2º Ciclo do E.F.	Nº de Licenciados entre 1990-2001
Língua Portuguesa	47.027	142.179	52.829
Matemática	35.270	106.634	55.334
Biologia	23.514	55.231	53.294
Física	23.514	55.231	7.216
Química	23.514	55.231	13.559
Língua Estrangeira	11.757	59.333	38.410
Educação Física	11.757	59.333	76.666
Educação Artística	11.757	35.545	31.464
História	23.514	71.089	74.666
Geografia	23.514	71.089	53.509
TOTAL	235.135	710.893	456.947

Deserção

Gráfico 14: Evasão no curso de Licenciatura em Física no Instituto de Física - USP



A partir do Gráfico 5 acima, podemos primeiramente perceber que a evasão tem uma tendência a diminuir e que a percentagem atual é de 33%. Assim, a evasão no IF-USP é considerável. No entanto, quando analisada de forma comparada, é menor que a média nacional, em torno de 65% (SILVA e KAWAMURA, 2011).

- ❖ SILVA, Fernando Augusto, KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. *Cursos de Licenciatura em Física: Uma revisão sobre os estudos de evasão*. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011.

Licenciatura em Física - USP

Disciplinas obrigatorias

Tabela III: Grade curricular para o período diurno

	1o. Semestre	2o. Semestre	3o. Semestre	4o. Semestre	5o. Semestre	6o. Semestre	7o. Semestre	8o. Semestre	
	4300151- Fund. Mec. (4)	430153 Mecânica (4)	430255 - Mec. C. Rig. Fluid. (4+2)	4300271 - Elet. Mag. II (4+2)	4300272 Eletromag. (4)	4300375 - Fís. Mod. I (4+2)	4300376 - Fís. Mod. II (4)	EDM 426 Metod. Ens. Fís. II (4+2)	
	4300152 Introd. Med. Fís. (4)	430159 Fís. Calor (4)	4300270- Elet. Mag. I (4)	4300367 - Osc. Ondas (2)	4300374 - Relatividade (2)	4300458- Compl. de Mec. (4)	4300373 - Lab. Fís. Mod. (4)		
	4300160 Ótica(2)	430156 Gravitação (2)	4300254 -Lab. Mec. (2)	QFL 605- Química Geral (6)	4300259 TermoEstat. (4)	4300373 -de Eletromag. (4)	EDM425 Metod. Ens. Fís. I (4+2)		
	MAT0105 Geom. Anal. (4)	EDA 463- Pol. Org. Educ. Bras. (4+1)	EDF29X- Psic. Educ. * (4+1)		4300356- Elem. Estrat. Ens. Fís. (4)	4300358- Prop Proj. Ens. Fís. (4)			
	MAT1351 Cálcl. funç. 1 var. Real I (6)	MAT1352 Cálcl. funç. 1 var. Real II (6)	MAT2351- Cálcl. funç. 2 var. Real I (4)	EDM402 Didática (4+1)		4300380 - Ativ. Cient. Cult.. (2+6)			
				MAT2352 Cálcl. funç. 2 var. Real II (4)	4300290 - Prát. Ens. Fís. (2+3)				
									Total
Créd. Aula	20	20	18	20	15	19	12	4	128
Créd. Trab.	0	1	3	3	1,5	9,5	2	2	22
Horas por semana	20	22	24	26	18	38	16	8	172
Total de horas por semestre	300	330	360	390	270	570	240	120	2580

* Optativa do Bloco de Educação

Índice

Universidad de São Paulo

Localización y algunos números

Instituto de Física

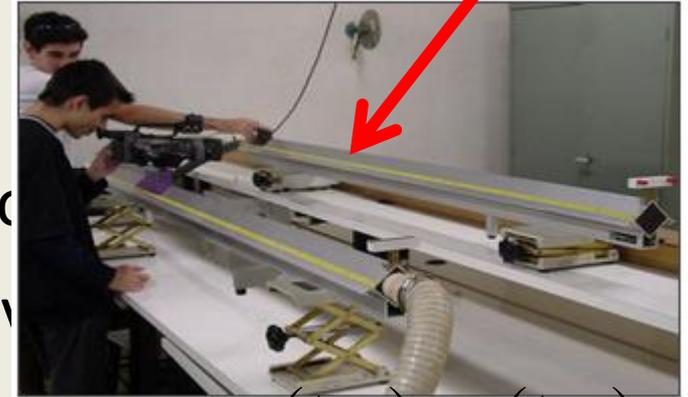
Carreras, Departamento, Instalaciones

Actualidad - Necesidades

[Sitio “Experiencias Virtuales”](#)

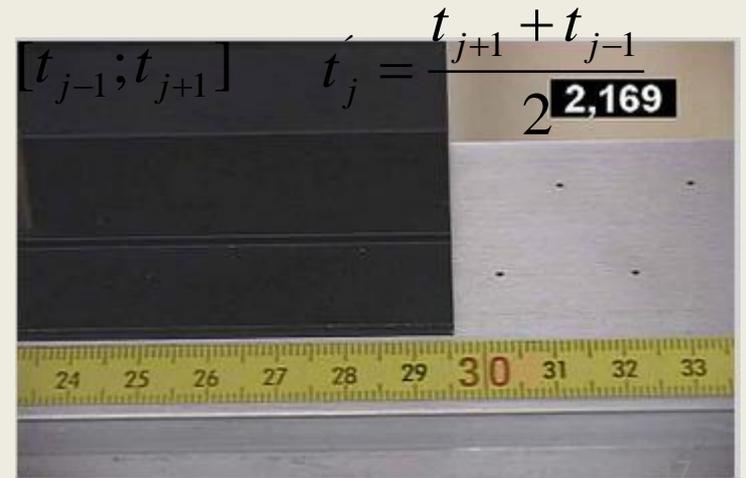
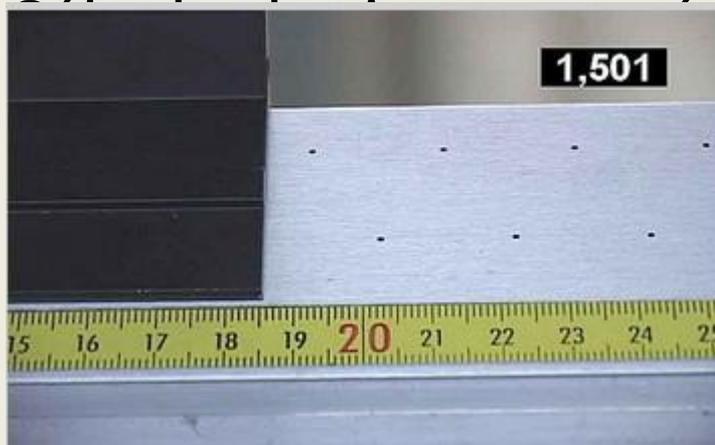
Material didáctico para disciplinas introductorias de mecánica: Experiencias reales filmadas

- * Elección de una experiencia
- * Filmación
- * Inserción del código de tiempo
- * Obtención de los cuadros individuales
- * Cálculo de velocidades medias



$$v(t'_j) = \frac{x(t_{j+1}) - x(t_{j-1})}{t_{j+1} - t_{j-1}}$$

- * Cálculo de las velocidades medias en intervalos



Potencialidades y Limitaciones

- Experiencias reales filmadas. límite de velocidad a filmar con una cámara digital común = 30 cm/s. Inserción de un código de tiempo adecuado
- Construcción conceptual (presenta un problema → analizar valores experimentales). Ej.: Cual es la velocidad del carro?
- Conexión en red: uso en instituciones que no disponen de laboratorio de física; el alumno se contacta con experiencias temáticas mide y analiza el experimento.
 - El alumno no participa del montaje del experimentoEn la institución u otro lugar → disponibilidad de tiempo
- Precisión de medidas de tiempo y posición
 - No posee la aleatoriedad de medidas reales
- Actividad para realizar paralelamente a las aulas teóricas: abierta al público y libre para ser usada de acuerdo a la propuesta actual o con adaptaciones de usuario.
- Repetición: encontrar el error cometido (observar la lectura de la foto – posición y tiempo- cuantas veces sea necesario)
- Guías de: laboratorio, cálculo de errores, confección de gráficos, etc.

Experimentos Virtuales:

<http://www.fisfoto.if.usp.br/>

Experimento “Trilho de AR”



Con vela

Sin vela



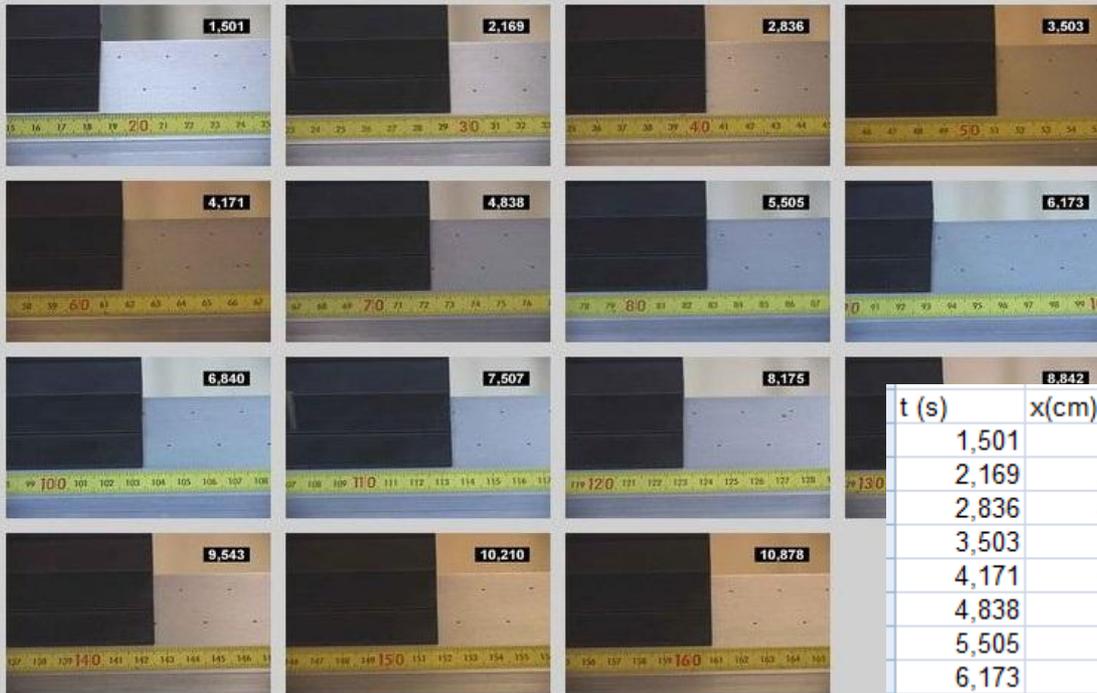
Objetivos

- * Determinar si el movimiento del carro posee velocidad uniforme o es acelerado.
- * A partir del grafico de velocidades vs. tiempo descubrir si hay una fuerza resultante actuando sobre el carro.

Pregunta direcionadora: **cual de los carros porta la vela?**

Cuadros del experimento “Trilho de Ar”

TRILHO DE AR: Fotos situação A1



Instituto de Física - USP

Fotos do Movimento

Fotos grupo A	Fotos grupo B
Fotos da Situação A1	Fotos da Situação B1
Fotos da Situação A2	Fotos da Situação B2
Fotos da Situação A3	Fotos da Situação B3
Fotos da Situação A4	Fotos da Situação B4
Fotos da Situação A5	Fotos da Situação B5

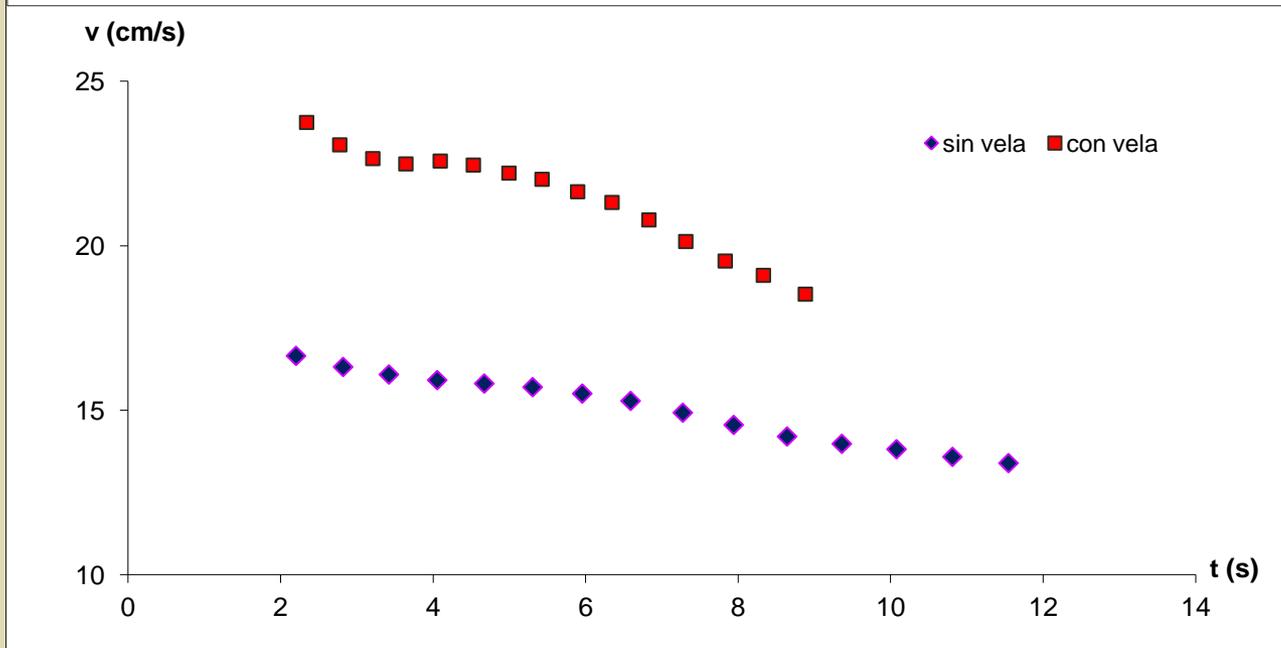
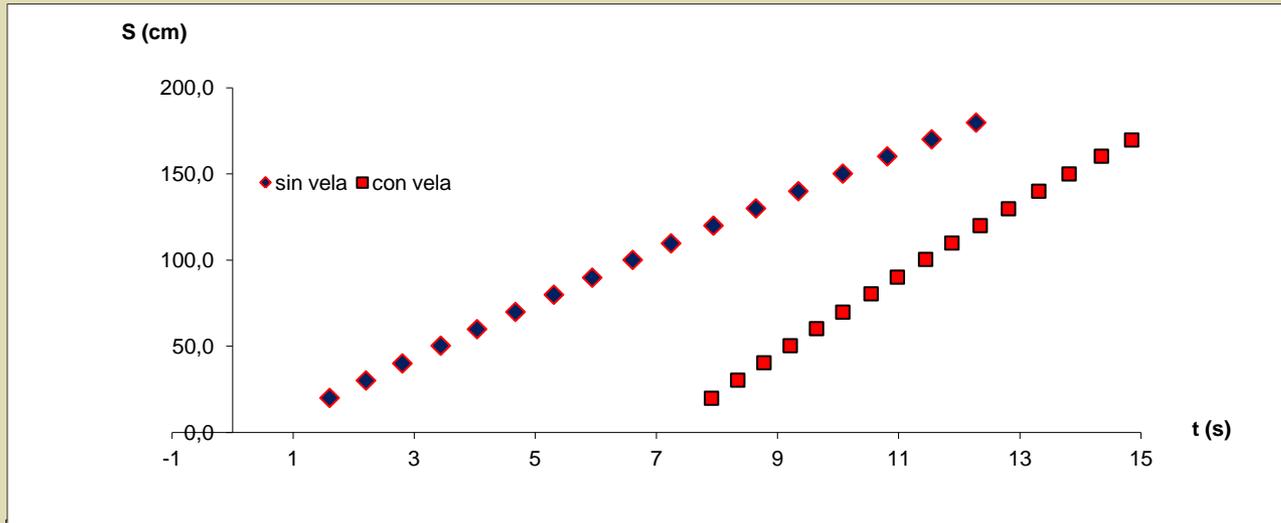
t (s)	x(cm)	instante médio tm (s)	delta t (s)	delta x (cm)	V (tm)
1,501	18,5				
2,169	29,3	2,169	1,335	21,8	16,3
2,836	40,3	2,836	1,334	21,8	16,3
3,503	51,1	3,504	1,335	21,4	16,0
4,171	61,7	4,171	1,335	21,2	15,9
4,838	72,3	4,838	1,334	21,1	15,8
5,505	82,8	5,506	1,335	20,9	15,7
6,173	93,2	6,173	1,335	20,7	15,5
6,840	103,5	6,840	1,334	20,2	15,1
7,507	113,4	7,508	1,335	19,7	14,7
8,175	123,1	8,175	1,335	19,2	14,4
8,842	132,7	8,859	1,368	19,4	14,2
9,543	142,5	9,526	1,368	19,1	14,0
10,210	151,8	10,211	1,335	18,4	13,7
10,878	160,9				

El material no muestra cual carro
laboratorio tradicional la vería). =
experimentales sin saber a priori el resultado.
discusión y estimula el cuestionamiento de los resultados.

$$v(t_j) = \frac{x(t_{j+1}) - x(t_{j-1})}{t_{j+1} - t_{j-1}}$$

Experimento "Trilho de AR"

Análisis



Derivada?

$$\frac{dx}{dt} = v$$

$$\frac{dv}{dt} = a$$

Se explora y asocia

- Pendiente
- Aceleración
- Fuerza resultante

Experimento “Atrito”

ATRITO

HOME

TRANSLAÇÃO

ROTAÇÃO

FLUIDOS

“RÁPIDOS”

GUIAS

EQUIPE

Introdução

Materiais

Procedimentos experimentais

Filmes e Fotos

Roteiros

Clique nos componentes para ver detalhes e descrição.

fitas Métricas e trenas



Plano inclinado



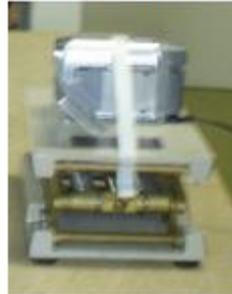
Bloco de aço



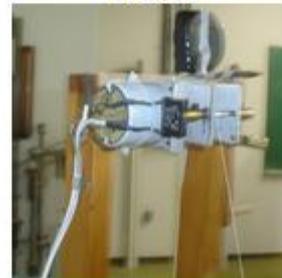
Bloco de Madeira



Filmadora e macaco



Motor



Placa de Vidro

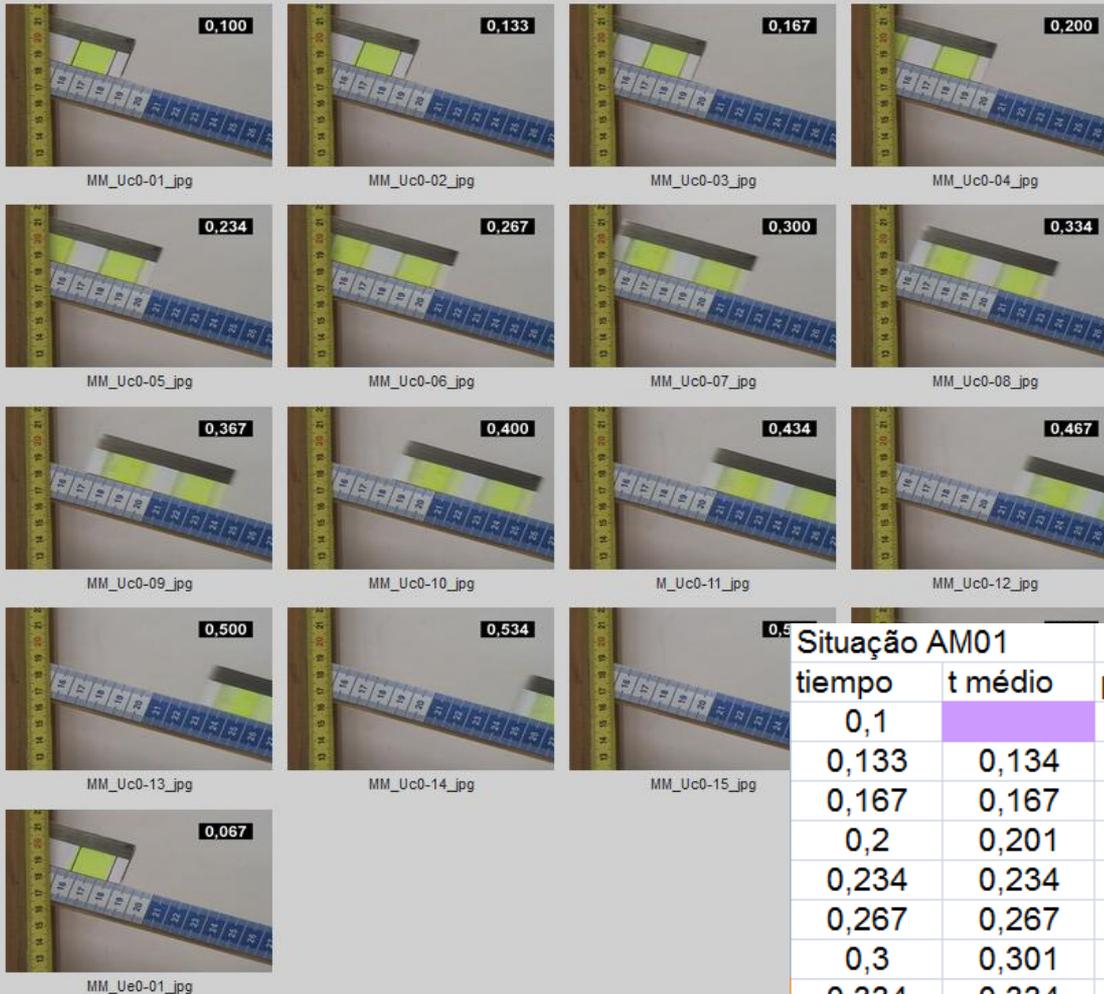


Objetivo

Familiarizar al estudiante con las propiedades del rozamiento (estático y/o dinámico) de contacto en sistemas reales.

Experimento: “Atrito”

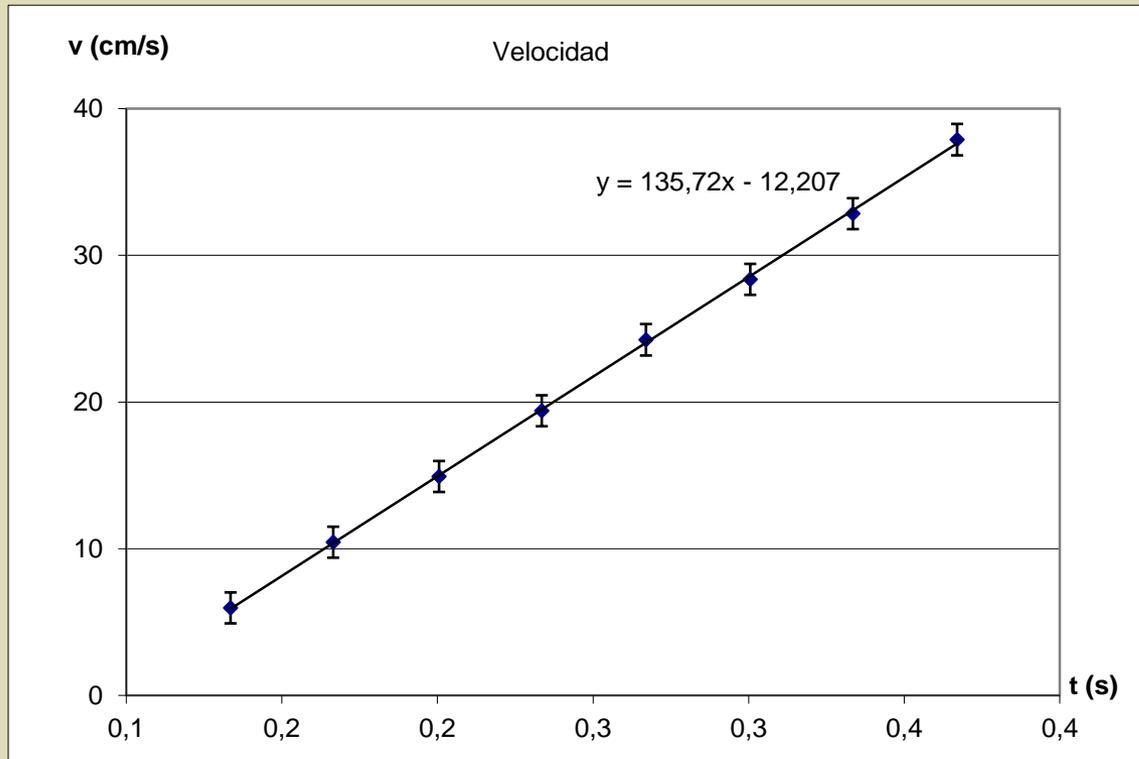
Fotos: AM01



Situação AM01

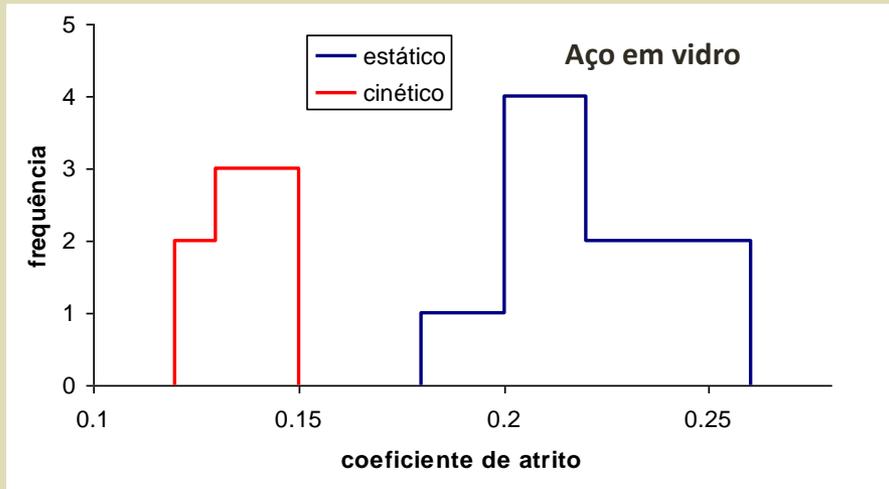
tempo	t médio	posic	s (posic)	v(cm/s)	σ
0,1		18,7	0,05		
0,133	0,134	18,8	0,05	5,97	1,06
0,167	0,167	19,1	0,05	10,45	1,06
0,2	0,201	19,5	0,05	14,93	1,06
0,234	0,234	20,1	0,05	19,40	1,06
0,267	0,267	20,8	0,05	24,24	1,07
0,3	0,301	21,7	0,05	28,36	1,06
0,334	0,334	22,7	0,05	32,84	1,06
0,367	0,367	23,9	0,05	37,88	1,07
0,4		25,2	0,05		

Coeficientes de rozamiento



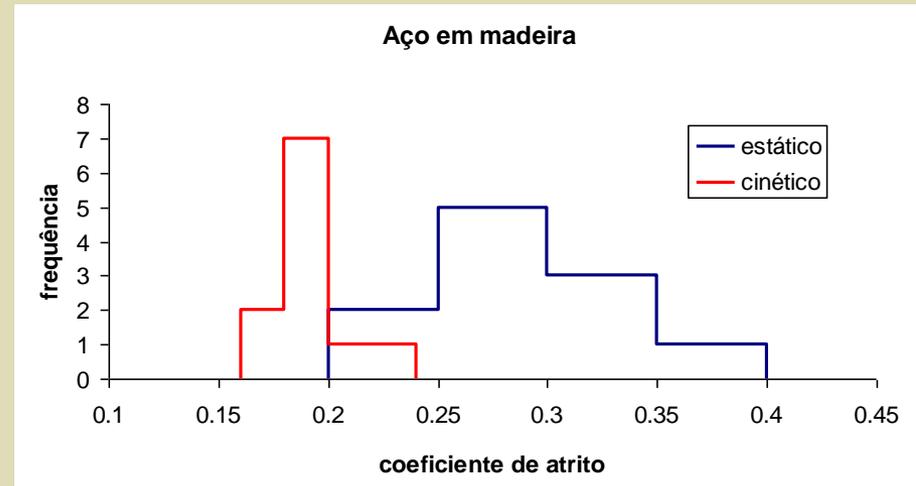
base (cm)	48,6	$\mu_e = 0,38$	coeficiente de atrito estático
altura(cm)	18,7		
$a_x = 135,72\text{cm/s}^2 = 1,36 \text{ m/s}^2$		$\mu_d = 0,23$	coeficiente de atrito dinâmico
$\alpha = \text{inclinação do plano} = 21^\circ$			

Distribución de coeficientes de rozamiento



Consideraciones finales

Se verifica que este coeficiente posee una distribución y que en algunos casos hay superposición entre ambos.



Colisões

The screenshot shows the website 'COLISÕES' with a navigation menu at the top. The main content area is titled 'Filmes do Movimento' and includes a warning about the DIV-X format. A central table lists video links under 'Geral' and 'Em close' categories. To the left of the table is the text 'De lejos' and to the right are two underlined links: 'colisión inelástica - video' and 'Colisión elástica - video'. The footer of the website reads 'Instituto de Física - USP'.

COLISÕES

HOME TRANSLAÇÃO ROTAÇÃO FLUIDOS "RÁPIDOS" GUIAS EQUIPE

Introdução Processo de Filmagem Materiais **Filmes** Fotos

Filmes do Movimento

Atenção, os filmes estão no formato DIV-X. Caso você não o tenha [clique aqui](#) para baixá-lo. Recomendado: este é um codec do DIV-X - open source ([X-VID](#))

Geral	Em close
Bate e para	Bate e para
Bate e anda	Bate e anda
	Bate e volta elástico
	Bate e volta imã
	Gruda e anda V alta
	Gruda e anda v baixa

De lejos

colisión inelástica - video

Colisión elástica - video

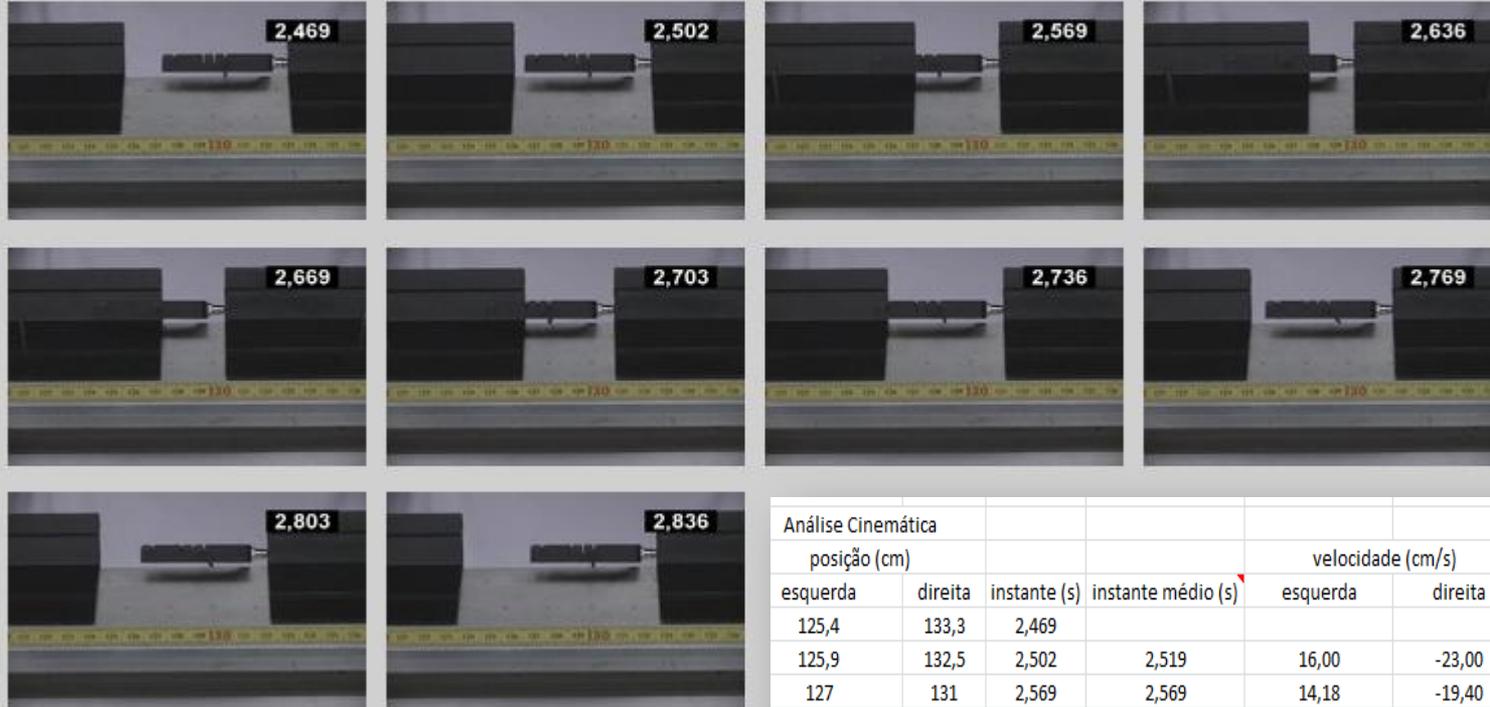
Instituto de Física - USP

El momento lineal se conserva?

Si? por que? No? Por que? Era esperado ese resultado?

Fotos del experimento “Colisões”

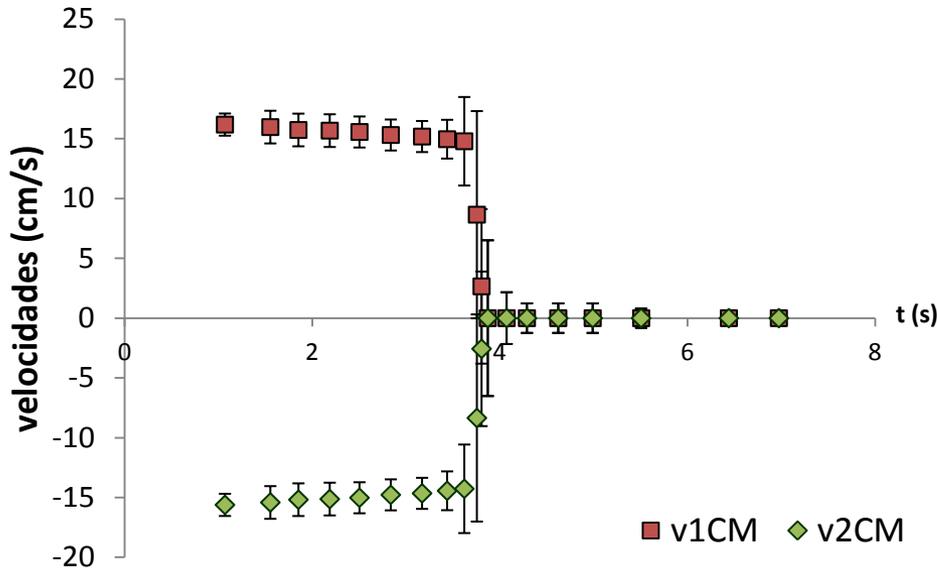
COLISÕES: Bate e volta elástico



Análise Cinemática						incertezas
posição (cm)		instante (s)	instante médio (s)	velocidade (cm/s)		velocidade (cm/s)
esquerda	direita			esquerda	direita	
125,4	133,3	2,469				
125,9	132,5	2,502	2,519	16,00	-23,00	7,07
127	131	2,569	2,569	14,18	-19,40	5,28
127,8	129,9	2,636	2,619	2,00	-8,00	7,07
127,2	130,2	2,669	2,6695	-19,40	11,94	10,55
126,5	130,7	2,703	2,7025	-22,39	14,93	10,55
125,7	131,2	2,736	2,736	-22,73	15,15	10,71
125	131,7	2,769	2,7695	-22,39	14,93	10,55
124,2	132,2	2,803	2,8025	-23,88	14,93	10,55
123,4	132,7	2,836				

Velocidades em colisiones

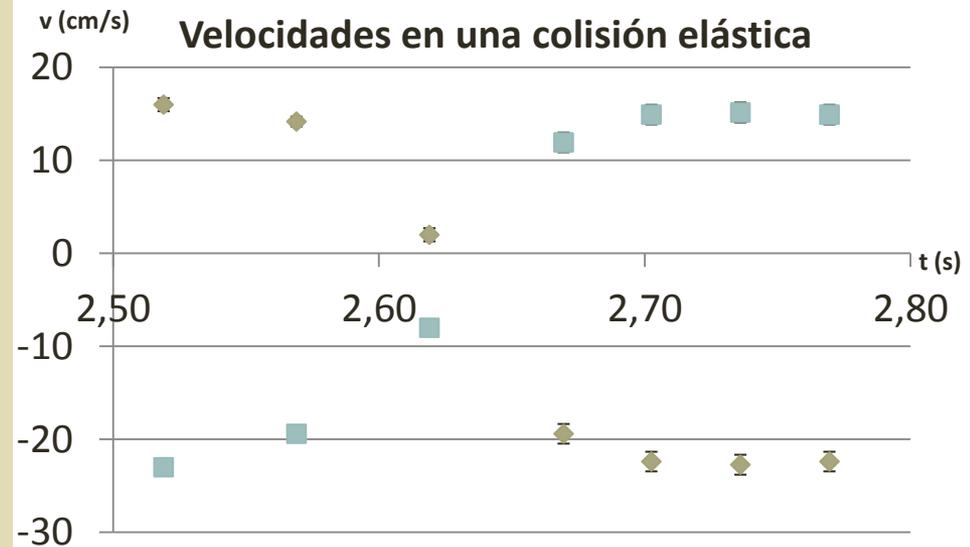
velocidades no referencial do centro de massa



Se verifica experimentalmente, el comportamiento de la velocidad antes y después de la colisión de cada uno de los cuerpos.

Referenciales
Centro de masa o
Laboratório

Se exploran conceptos como **cantidad de movimiento lineal**, su **conservación**, análisis desde el **referencial laboratorio** y **centro de masa**.



Energía

www.fep.if.usp.br/~fisfoto/energia/energia_f.htm

Primeiros passos Mais visitados Últimas notícias

ENERGIA

HOME TRANSLAÇÃO ROTAÇÃO FLUIDOS "RÁPIDOS" GUIAS EQUIPE

Introdução Processo de Filmagem Materiais **Filmes e Fotos**

Filmes

Atenção, os filmes estão no formato DIV-X. Caso você não o tenha [clique aqui](#) para baixá-lo. Recomendado:este é um codec do DIV-X - open source ([X-VID](#))

[Filme 1 de energia](#)

[Filme 2 de energia](#)

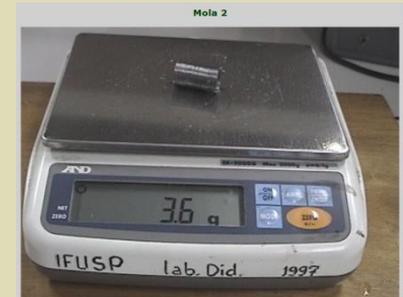
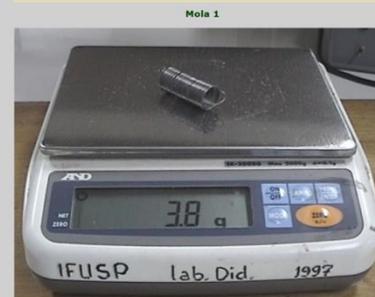
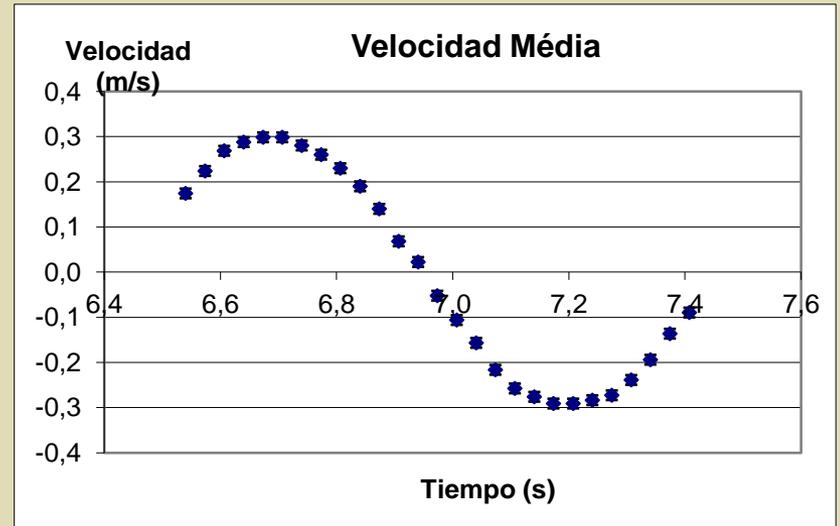
La energía se transforma?

Fotos

Situação 1 Fotos mola1 mola2 carrinho1	Situação 2 Fotos mola1 mola2 carrinho1	Situação 3 Fotos mola1 mola2 carrinho1	Situação 4 Fotos mola1 mola2 carrinho1	Situação 5 Fotos mola1 mola2 carrinho1
Situação 6 Fotos mola1 mola2 carrinho2	Situação 7 Fotos mola1 mola2 carrinho2	Situação 8 Fotos mola1 mola2 carrinho2	Situação 9 Fotos mola1 mola2 carrinho2	Situação 10 Fotos mola1 mola2 carrinho2
Situação 11 Fotos mola5 mola6 carrinho1	Situação 12 Fotos mola5 mola6 carrinho1	Situação 13 Fotos mola mola6 carrinho1	Situação 14 Fotos mola5 mola6 carrinho1	Situação 15 Fotos mola5 mola6 carrinho1
Situação 16 Fotos mola5 mola6 carrinho2	Situação 17 Fotos mola5 mola6 carrinho2	Situação 18 Fotos mola5 mola6 carrinho2	Situação 19 Fotos mola5 mola6 carrinho2	Situação 20 Fotos mola5 mola6 carrinho2

Cuadros Energia

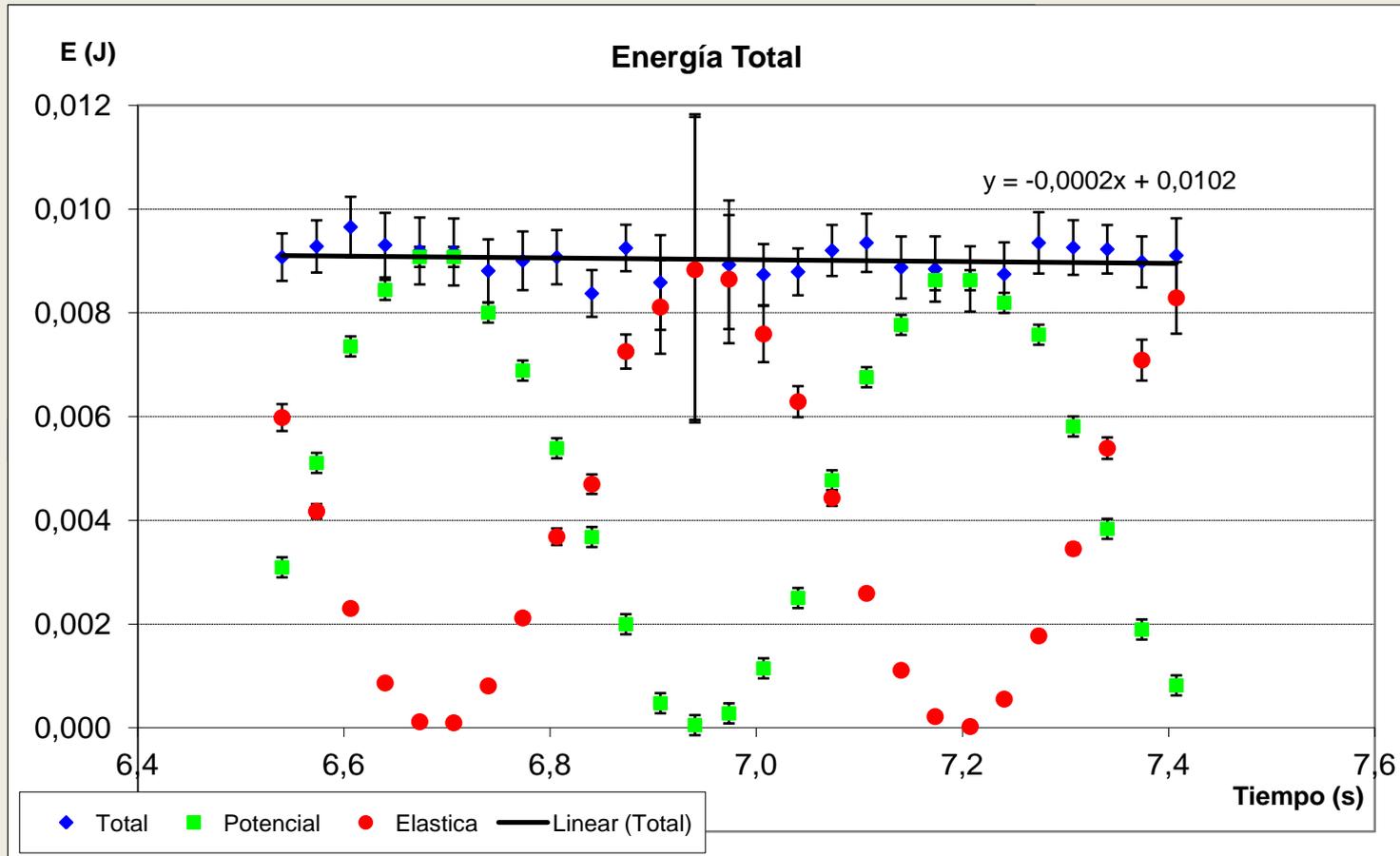
ENERGIA : Fotos Situação 1



Masas



Análisis de datos



- Los valores experimentales permiten la construcción de un gráfico donde se verifica la conservación de energía.
- Se visualiza la transformación de energía salvo con una pequeña variación causada por fuerzas disipativas

Plano inclinado - Materiales

Que fuerzas influyen en la trayectoria del movimiento?

PLANO INCLINADO

- ✓ Normalmente no se analizan situaciones de lanzamiento oblicuo donde intervienen fuerzas de rozamiento (se desprecia la resistencia del aire).
- ✓ En este caso el contacto del objeto lanzado con el plano inclinado introduce una fuerza aparte de la fuerza peso \therefore la fuerza de rozamiento también es responsable por la trayectoria del cuerpo lanzado

Rueda de Inércia

Miercoles 16 SESION C 8:20

RODA DE INÉRCIA

HOME

TRANSLAÇÃO

ROTAÇÃO

FLUIDOS

"RÁPIDOS"

GUIAS

EQUIPE

Introdução

Processo de Filmagem

Materiais

Videos e Fotos

As filmagens referentes à captação de dados para o experimento foram realizadas com o auxílio da equipe do CCE e do Laboratório Didático.



A função principal da filmadora foi a de registrar com precisão e clareza o experimento em si, bem como posteriormente fornecer as imagens a serem digitalizadas e disponibilizadas para uso na Internet.

A fim de registrar com máximo de precisão possível o movimento do traço de referencial radial, a câmera foi fixada em um suporte, de maneira a registrar quadro a quadro todas as imagens.



Dessa forma foi possível realizar uma filmagem focalizada no disco de inércia e transferidor.

A roda de inércia foi solta, com auxílio de uma pessoa que estava segurando-a. Para o registro das posições do traço de referência ao longo do transferidor, em diferentes momentos, foram utilizadas fotos extraídas da filmagem.



Giroscópio



Introdução

Esta é a página dos experimentos virtuais desenvolvidos com o objetivo de complementar o seu estudo nas disciplinas de Mecânica de primeiro a terceiro semestre do curso de Licenciatura em Física: 4300151 - Fundamentos de Mecânica, 4300153 - Mecânica e 4300255 - Mecânica dos Corpos Rígidos e dos Fluidos. Neste sítio, estão colocados experimentos para serem analisados e relatados de preferência com as ferramentas usuais do computador: navegador web, planilha de cálculo e editor de texto. Cada experiência virtual é um experimento real que foi filmado e que é analisado com quadros isolados do vídeo obtido. Esperamos que goste e que use este material para ampliar seu conhecimento não só das disciplinas como também do funcionamento das ferramentas computacionais.

Selecione uma das abas acima para acessar os experimentos virtuais disponíveis ou descobrir qual é a equipe que está desenvolvendo este trabalho e quem vem nos apoiando.

Sítio desenvolvido por:
Igino G. V. Martins (iginomartins@yahoo.com.br)

Atualmente mantido por:
Glauco G. M. Senhora (glaucoqmoreno@gmail.com)

Giroscópio

Cualitativo

GIROSCÓPIO QUALITATIVO

HOME

TRANSLAÇÃO

ROTAÇÃO

FLUIDOS

"RÁPIDOS"

GUIAS

EQUIPE

Introdução

Processo de Filmagem

Materiais

Filmes e Fotos

Laboratório virtual sobre giroscópio



Roteiro de realização do experimento

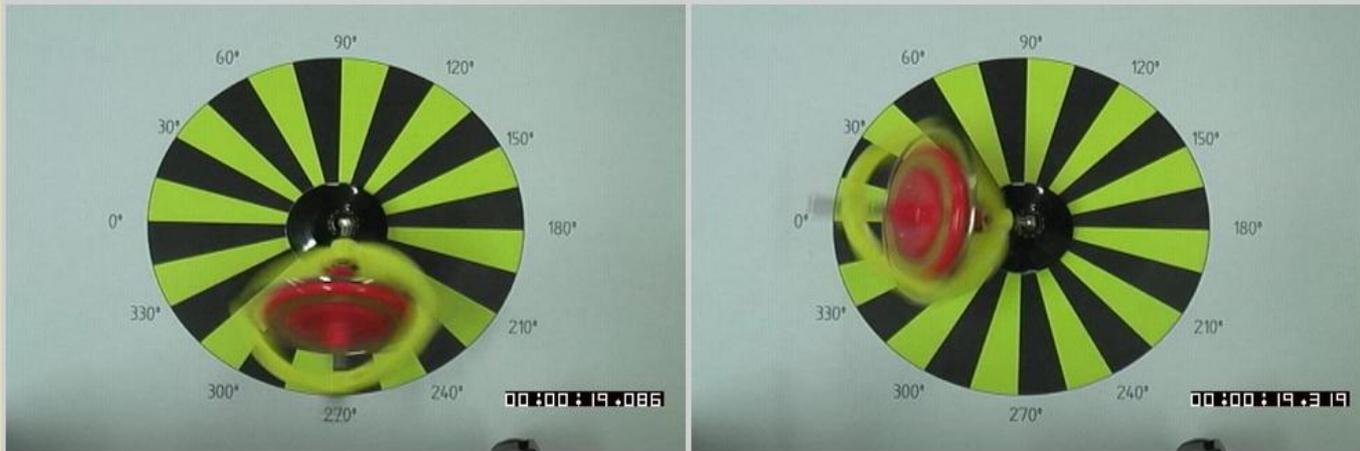
Instituto de Física - USP

- **Permite que los estudiantes generen y testen hipótesis**

Obtención de datos primários

video

Volta 14

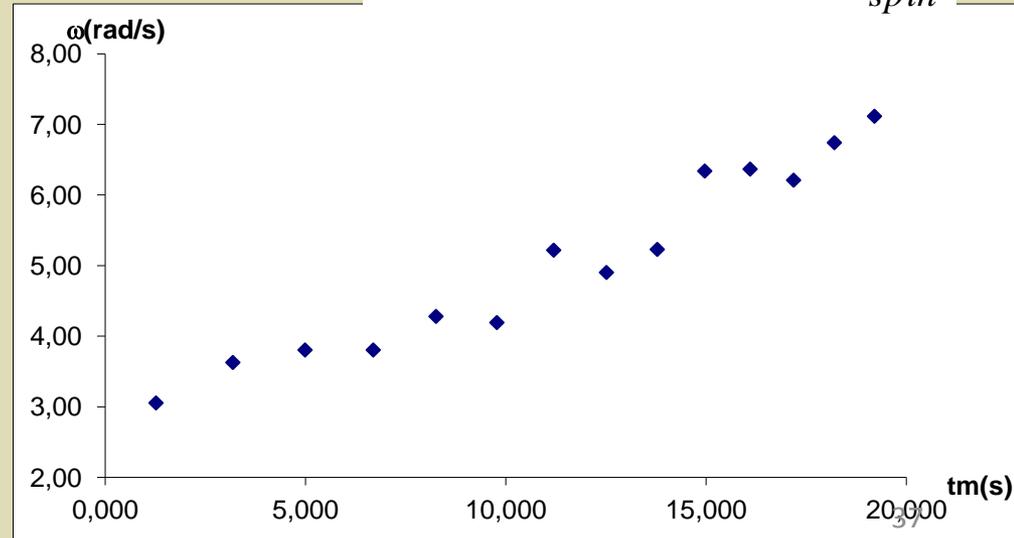


<< Voltar ||

Velocidad de Precesión

$$\omega_{precess\tilde{a}o} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{Mgd}{I\omega_{spin}}$$

	t ₁ (s)	t ₂ (s)	θ ₁ (°)	θ ₂ (°)	t _m (s)	ω _p (rad/s)
volta 01	1,068	1,468	280	350	1,268	3,05
volta 02	2,97	3,403	270	360	3,187	3,63
volta 03	4,805	5,172	280	360	4,989	3,80
volta 04	6,507	6,874	280	360	6,691	3,80
volta 05	8,075	8,442	270	360	8,259	4,28
volta 06	9,61	9,943	280	360	9,777	4,19
volta 07	11,044	11,345	270	360	11,195	5,22
volta 08	12,379	12,646	280	355	12,513	4,90
volta 09	13,647	13,914	280	360	13,781	5,23
volta 10	14,848	15,082	270	355	14,965	6,34
volta 11	15,983	16,216	270	355	16,100	6,37
volta 12	17,05	17,317	265	360	17,184	6,21
volta 13	18,085	18,318	265	355	18,202	6,74
volta 14	19,086	19,319	270	365	19,203	7,12



Giroscópio

Cuantitativo

GIROSCÓPIO QUANTITATIVO

HOME

TRANSLAÇÃO

ROTAÇÃO

FLUIDOS

"RÁPIDOS"

GUIAS

EQUIPE

Introdução

Processo de Filmagem

Materiais

Filmes e Fotos



A função principal da filmadora foi a de registrar com precisão e clareza o experimento em si, bem como posteriormente fornecer as imagens a serem digitalizadas e disponibilizadas para uso na Internet.



Foram usados também um apoio e uma roda de bicicleta adaptada ao apoio.



Um círculo impresso no papel funciona como um sistema de referência para a leitura das posições do giroscópio.

Instituto de Física - USP



Instituto de Física - USP



Instituto de Física - USP

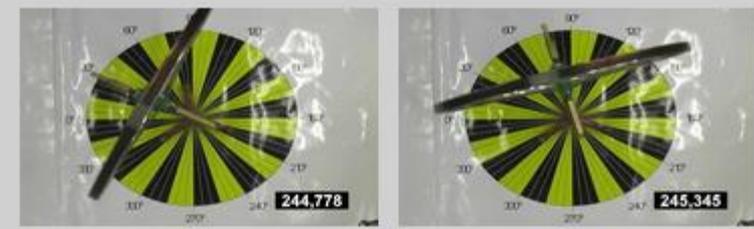
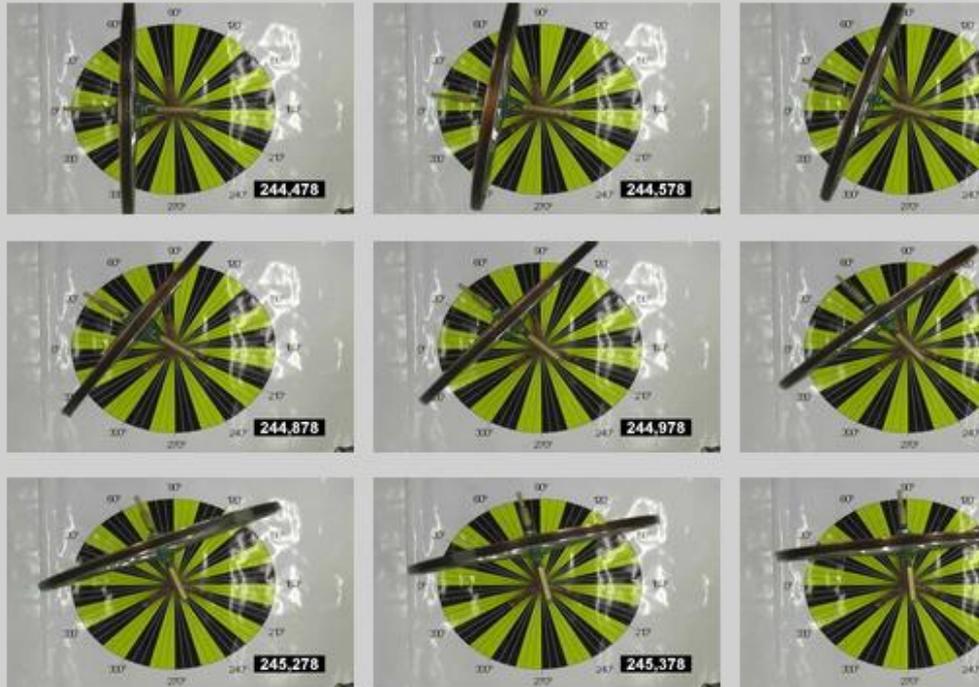
Giroscópio Quantitativo

Filmes do Movimento

Windows media video V9 (wmv)

Fotos Situação 1 : Precessão 1ª volta

Fotos Situação 1 : Spin 1ª volta



Instituto de Física - USP

1ª volta	Precessão 2ª volta
2ª volta	Spin 2ª volta
Situação 5	Fotos Situação 6
3ª volta	Precessão 1ª volta
4ª volta	Spin 1ª volta
Precessão 2ª volta	Precessão 2ª volta
Spin 2ª volta	Spin 2ª volta

Cálculos de velocidades de spin y de precesión

PRECESSÃO							
volta 01				volta 02			
t(s)	$\theta(^{\circ})$	$\omega_p(\text{rad/s})$	$\sigma_{\omega_p}(\text{rad/s})$	t(s)	$\theta(^{\circ})$	$\omega_p(\text{rad/s})$	$\sigma_{\omega_p}(\text{rad/s})$
176,743	270			190,524	270		
176,877	280	1,31	0,23	190,657	285	1,63	0,23
177,01	290	1,31	0,23	190,791	295	1,31	0,23
177,144	300	1,31	0,23	190,924	305	1,31	0,23
177,277	310	1,31	0,23	191,058	315	1,63	0,23
177,411	320	1,31	0,23	191,191	330	1,64	0,23
177,544	330	1,31	0,23	191,324	340	1,31	0,23
177,677	340	1,31	0,23	191,458	350	1,49	0,26
177,811	350	1,49	0,26	191,558	360		
177,911	360						
a/incerteza (rad/s):		1,33102	0,08171			1,47465	0,08735

SPIN					
	t ₁	t ₂	$\omega_s(\text{rad/s})$	$\sigma_{\omega_s}(\text{rad/s})$	$\sigma_{\omega_s}(\text{rad/s})$
volta 01	176,743	177,344	10,45455	0,018241	0,00775
	estimativa da diferença de arco (cm):				0,25
	estimativa da diferença angular (rad):				0,00775
volta 02	t ₁	t ₂	$\omega_s(\text{rad/s})$	$\sigma_{\omega_s}(\text{rad/s})$	$\sigma_{\omega_s}(\text{rad/s})$
	190,757	191,458	8,963174	0,250223	0,12403
	estimativa da diferença de arco (cm):				40 ⁴
estimativa da diferença angular (rad):				0,12403	

Determinación de la Inércia rotacional de la rueda

Situação 2				
VALORES EXPERIMENTAIS				
	ω_p (rad/s)	σ_{ω_p} (rad/s)	ω_c (rad/s)	σ_{ω_c} (rad/s)
volta 01	1,33	0,08	10,45	0,02
volta 02	1,47	0,09	8,96	0,25
VALORES DO MODELO TEÓRICO				
	ω_p (rad/s)	σ_{ω_p} (rad/s)	ω_c (rad/s)	σ_{ω_c} (rad/s)
volta 01	1,39	0,05	10,92	0,79
volta 02	1,62	0,08	9,85	0,70

$$\omega_{precessão} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{Mgd}{I\omega_{spin}}$$

MEDICAO EXPERIMENTAL DA INERCIA ROTACIONAL DA RODA

1. Introdução

Ao realizarmos o experimento do Giroscópio Quantitativo, nos deparamos com uma dificuldade ao tentar conciliar os dados experimentais com a teoria: eles simplesmente não concordavam!

Estávamos utilizando a fórmula $\omega_p = Mgd/\omega_s$, presente no roteiro da experiência. Conhecíamos bem a grandezas M , g e d , assim como ω_s . Em relação a I , adotamos uma simplificação e tratamos a roda como um aro; logo, sua inércia rotacional seria dada por $I=MR^2$.

Quando substituímos todas as informações em $\omega_p = Mgd/\omega_s$, constatamos que os resultados discrepantes continuavam, apesar de todos os cálculos estarem aparentemente corretos. Diversos fatores poderiam influenciar na produção de tal discrepância: desde um problema nos dados experimentais até uma teoria incompleta devido ao uso de simplificações e aproximações em sua dedução.

Por fim, após muita reflexão, chegou-se a conclusão de que o resultado ruim poderia ser reflexo de uma má atribuição de valor à grandeza I . Em outras palavras, a simplificação mencionada anteriormente (onde se tratava a roda como um aro) poderia não ser satisfatória.

2. A medição experimental



Figura 1 - estrutura de madeira utilizada para sustentar a roda.

A solução então foi determinar o valor de I de forma experimental. O procedimento adotado é o utilizado nos laboratórios didáticos para se determinar a inércia rotacional de um disco metálico (comumente chamado de "disco de inércia").

Primeiramente, a roda foi suspensa com a ajuda de uma estrutura de madeira (figura 1). Contudo, assim que foi apoiada em tal estrutura, a roda passou a girar sozinha! Isso evidencia a sua distribuição de massa não uniforme, o que poderia comprometer medições subsequentes. Para resolver esse problema, tivemos que balanceá-la utilizando esferas metálicas pequenas e colocando-as em pontos estratégicos na borda interna da roda (clique aqui para saber como foi feito o balanceamento).

Assim que o giro cessou, um fio de náilon foi enrolado na borda externa da roda. Em sua extremidade, fora amarrado um suporte contendo discos metálicos (figura 2). Juntos (suporte + discos) possuíam massa de $(49,4 \pm 0,1)g$ e, quando abandonados, eles desciam.

Da análise teórica das equações de movimento para o conjunto suporte + discos e para a roda, podemos extrair a seguinte relação: $I=MR^2(g-a)/a$ (clique aqui para ver a dedução desta fórmula).

Como se trata, com boa aproximação, de um M.U.V., podemos escrever: $a=2\Delta s/\Delta t^2$ (clique aqui para ver a dedução desta fórmula).



Figura 3 - O cronômetro digital e a trena foram utilizados para a medição do tempo gasto e a distância percorrida pelo peso (suporte+discos).



Figura 2 - O suporte e os discos metálicos foram usados para produzir o torque na roda e fazer com que ela girasse.

Percebemos que os dados de interesse no experimento da inércia são Δs e Δt . Com eles, podemos calcular a aceleração de queda (a) e, conseqüentemente, a inércia rotacional (I). Para determinar Δs e Δt , fizemos uso de uma trena e um cronômetro digital (figura 3).

Abaixo encontram-se os dados extraídos do experimento e os resultados para a e I obtidos:

$$\begin{aligned} \Delta s &= (161,7 \pm 0,5)cm \\ \Delta t &= (3,79 \pm 0,03)s \\ a &= (0,224 \pm 0,003)m/s^2 \end{aligned}$$

$$I = (0,217 \pm 0,007)kg.m^2$$

Rodamiento con deslizamiento

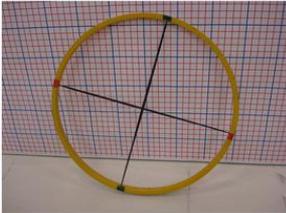
ROLAMENTO

HOME TRANSLAÇÃO ROTAÇÃO FLUIDOS "RÁPIDOS" GUIAS EQUIPE

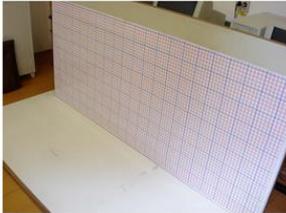
Introdução Processo de Filmagem **Materiais** Filmes e Fotos



A função principal da filmadora foi a de registrar com precisão e clareza o experimento em si, bem como posteriormente fornecer as imagens a serem digitalizadas e disponibilizadas para uso na Internet.



Também utilizamos um aro de bicicleta comum para estudar o movimento de rolamento.



O fundo quadriculado serviu como sistema de referência para o acompanhamento do movimento do aro.

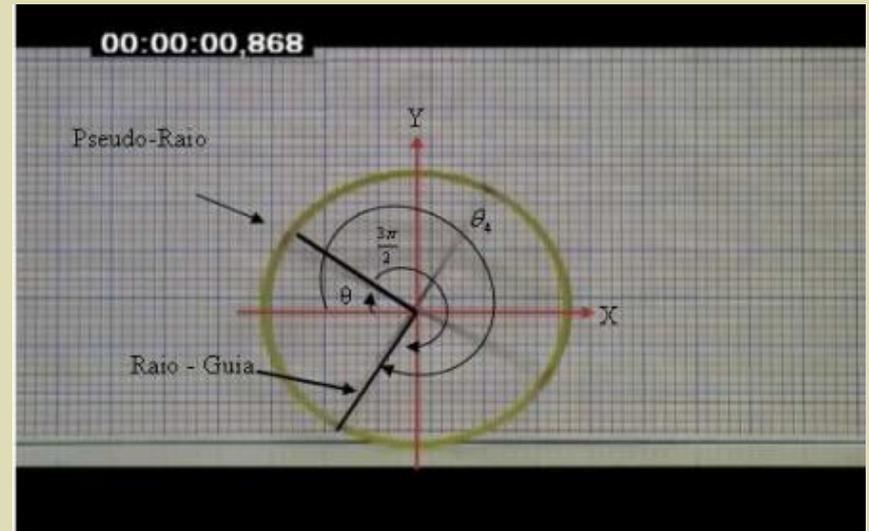
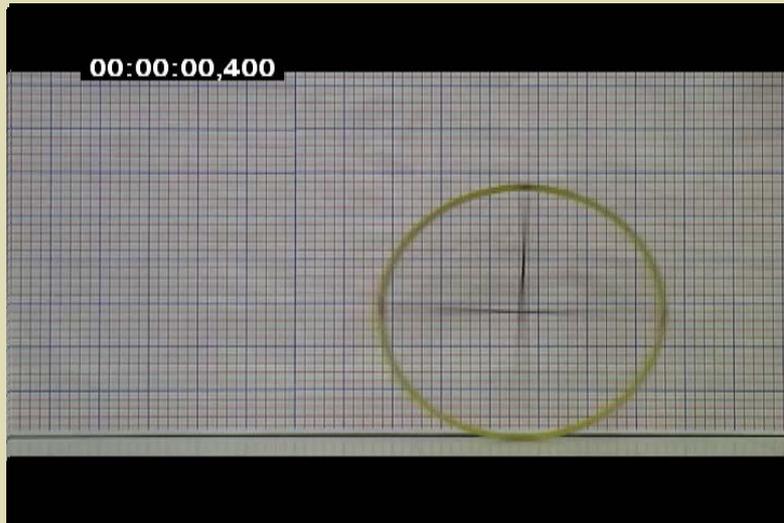
[Video de lejos](#)

Objetivos

Verificar experimentalmente el comportamiento de las velocidades de translación y rotación durante el rodamiento con deslizamiento y sin deslizamiento

[Video](#)

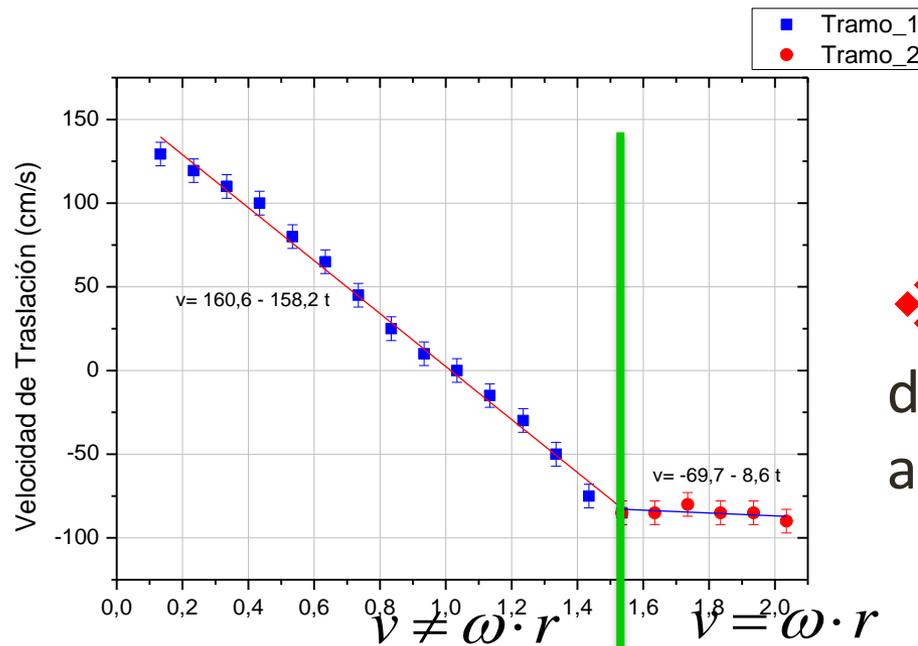
Fotos de rodamento



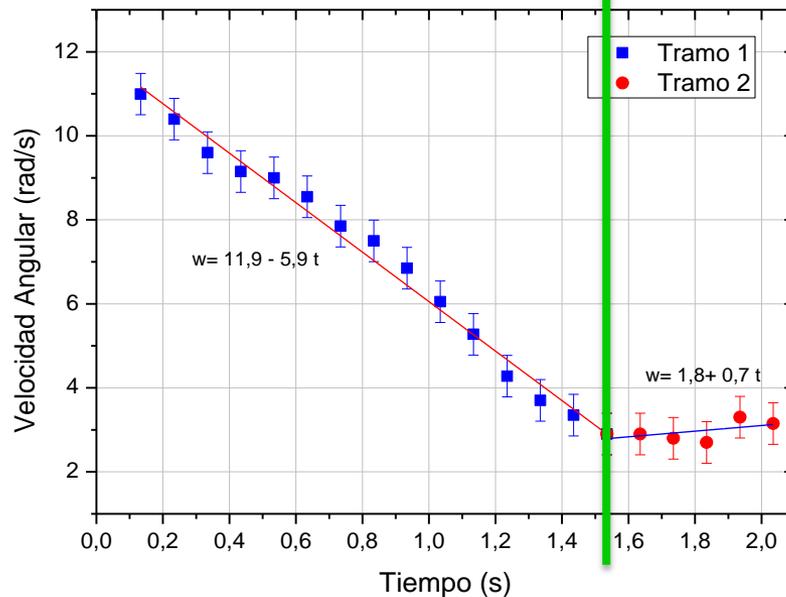
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Posição linear (cm)	σ posição linear (cm)	t (s)	tmedio(s)	Vm(cm/s)	σ velocidade linear (cm/s)	ΔX (n° quadradinhos)	ΔY (n° quadradinhos)	arctg (rad)	Posição angular α (rad)	σ posição angular (rad)	ω (rad/s)	σ velocidade angular (rad/s)	
2	4		0,033				12	26	1,14	α	1,14			
3	17	1	0,133	0,1335	129,4	7,0	22	18	0,69	$\alpha_2 = \alpha + \pi/2$	2,26	0,07	11,00	0,49
4	30		0,234	0,2335	119,4	7,0	28	6	0,21	$\alpha_3 = \alpha + \pi$	3,35		10,40	0,49
5	41		0,334	0,334	110,0	7,1	10	26	1,2	$\alpha_4 = \alpha + 3\pi/2$	4,35		9,60	0,49
6	52		0,434	0,434	100,0	7,1	24	15	0,56		5,27		9,15	0,49
7	61		0,534	0,534	80,0	7,1	3	28	1,46	$\alpha_5 = \alpha + 2\pi$	6,18		9,00	0,49
8	68		0,634	0,634	65,0	7,1	20	20	0,79		7,07		8,55	0,49
9	74		0,734	0,734	45,0	7,1	28	1	0,04	$\alpha_6 = \alpha + 2\pi + \pi/2$	7,89		7,85	0,49
10	77		0,834	0,834	25,0	7,1	20	20	0,79		8,64		7,50	0,49
11	79		0,934	0,934	10,0	7,1	1	28	1,54	$\alpha_7 = \alpha + 2\pi + \pi$	9,39		6,85	0,49
12	79		1,034	1,034	0,0	7,1	24	16	0,59	$\alpha_8 = \alpha + 2\pi + \pi/2$	10,01		6,05	0,49
13	79		1,134	1,1345	-14,9	7,0	11	26	1,17	π	10,6		5,27	0,49
14	76		1,235	1,2345	-29,9	7,0	27	2	0,07		11,07		4,28	0,49
15	73		1,335	1,335	-50,0	7,1	26	13	0,46	$\alpha_9 = \alpha + 2\pi + 3\pi/2$	11,46		3,70	0,49
16	66		1,435	1,435	-75,0	7,1	19	20	0,81		11,81		3,35	0,49
17	58		1,535	1,535	-85,0	7,1	12	26	1,14		12,13		2,90	0,49

Análisis de resultados

❖ Lectura simultánea de posiciones angulares y lineales



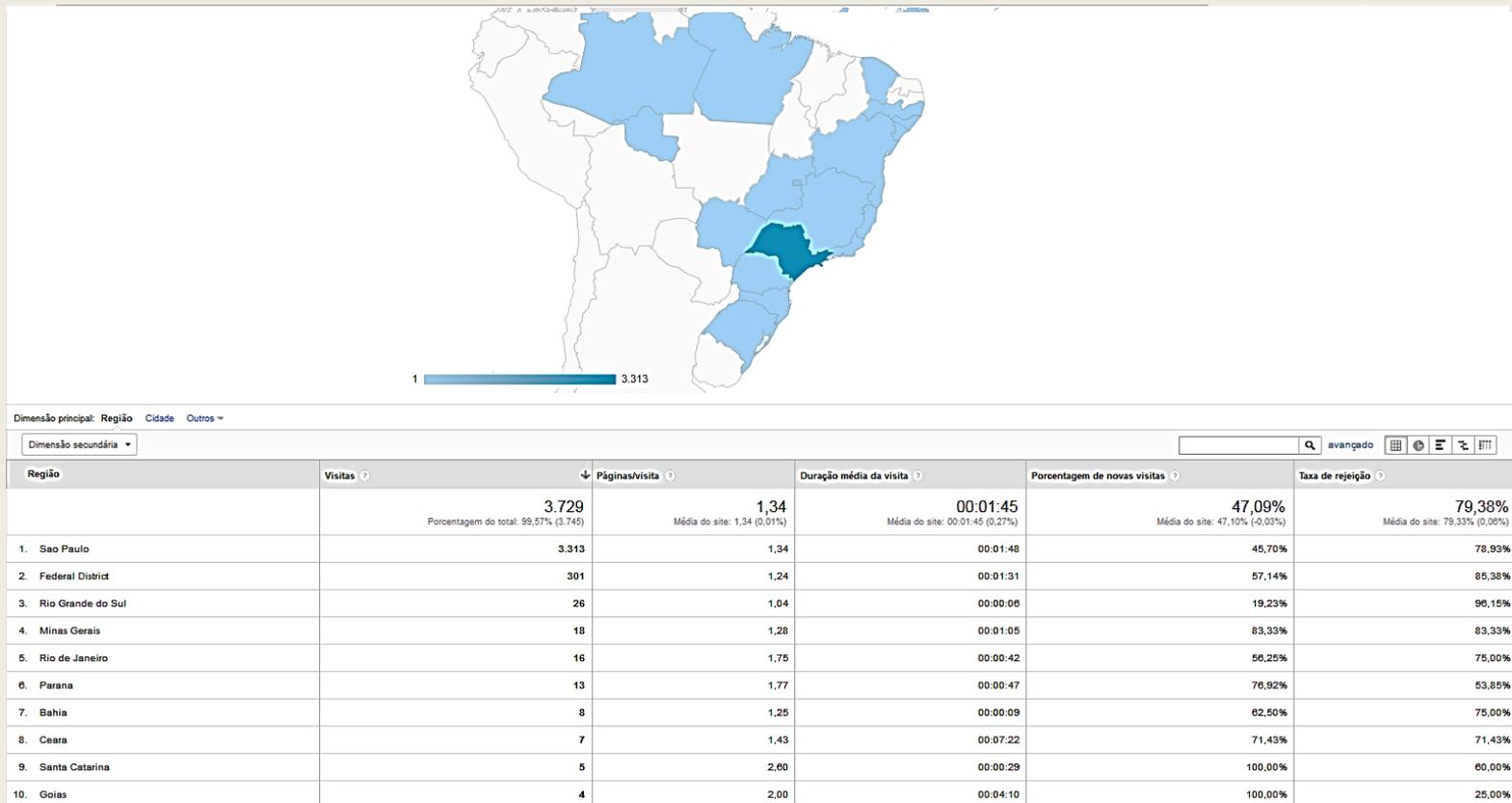
❖ Movimientos con velocidad variada y velocidad constante



Accesos a la página:

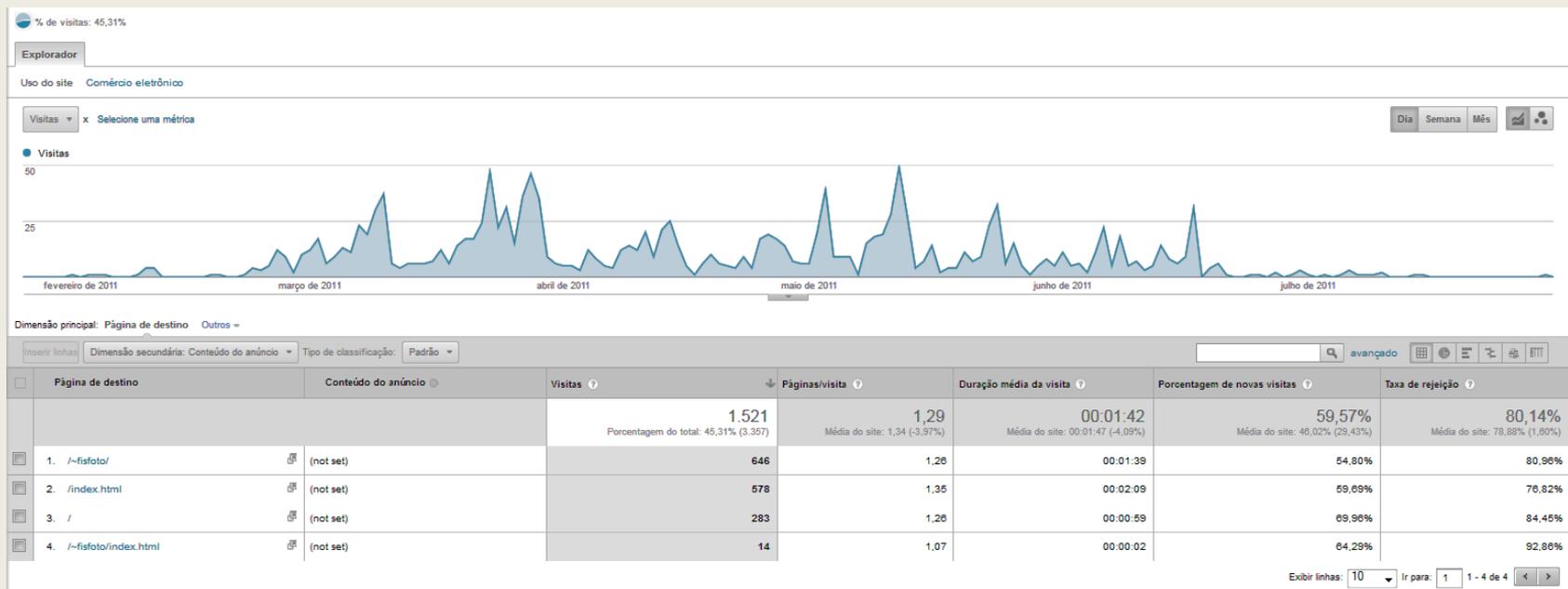
<http://www.fisfoto.if.usp.br>

del sitio <http://www.google.com/analytics/>



Accesos a la página:

<http://www.fisfoto.if.usp.br/>

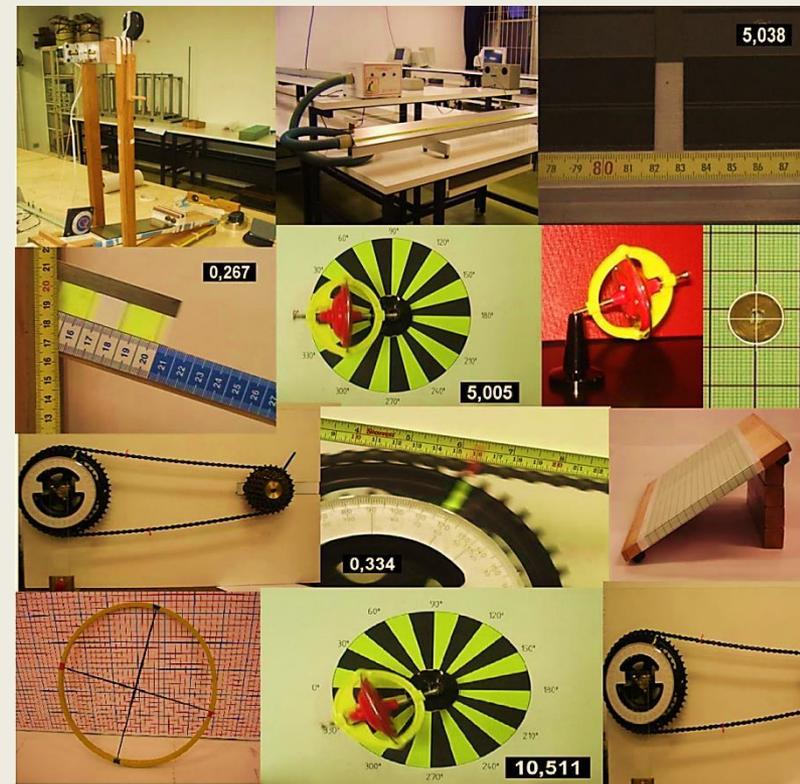


Mayor información

- Contactos:

Nora Maidana: nmaidana@if.usp.br

Monaliza Fonseca: monalizafonseca@gmail.com



DAN SCHECHTMAN. PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2011

“Hay que enseñar ciencia desde el
jardín de infantes”

Diario Clarin: Por Valeria Román