



F-609 Tópicos de ensino da Física

Conservação de momento linear em superfície sem atrito



Nome: Rodrigo Corrêa Cipriano

RA:064252

Orientador: Mauro Carvalho – DFA
Coordenador: Prof. José J. Lunazzi

Projeto:

Descrição

Será demonstrada nesse experimento, a conservação de momento linear de corpos (ou partículas) em uma superfície sem atrito.

Para isto utilizaremos uma superfície onde simularemos a falta de atrito, colocaremos sobre ela discos de massas variadas (menores e mais leves, maiores e mais pesadas), e daremos uma velocidade inicial para ambas e faremos com que elas se encontrem e transfiram seu momento uma para a outra.

Com os resultados encontrados, vamos tentar demonstrar que o centro de massa sempre ficará sobre uma linha reta, independente do tamanho dos discos ou peso.

A figura 1 mostra como será o projeto.



O projeto é constituído por uma caixa aberta na parte, superior onde foi colocada uma placa de metal com pequenos furos. Com um motor de aspirador de pó, conseguimos encher a caixa com ar, o ar passa a sair pelos orifícios, permite que o disco perca levemente o contato com a superfície.

Para gravar o vídeo utilizamos um suporte acoplado à caixa de tal forma que o suporte fique posicionado acima da superfície. Nesse suporte fixamos uma câmera digital comum e realizamos as gravações dos vídeos.

Importância do trabalho

Este experimento permite que notemos a transferência de momento entre os corpos em duas dimensões, permitindo uma maior facilidade de visualização desse fenômeno o que gera uma maior facilidade na sua compreensão. Por isso ele pode ser utilizado com muita eficiência no ensino médio, onde os alunos estão começando a conhecer a física e suas leis.

O material que será utilizado é de fácil acesso, portanto o experimento se torna barato permitindo ser desenvolvido nas escolas.

Originalidade:

O experimento foi iniciado por outro aluno orientado pelo professor Mauro, porém como não foi terminado ele transferiu para mim a responsabilidade de terminá-lo.

Já está construída a superfície que simula a não existência do atrito.

Esse tipo de aparato experimental não é muito difundido (não encontramos nada similar na Internet), mas é muito interessante, pois permite vários tipos de experiências com uma boa precisão.

Referência:

Livro para consulta:

Halliday, Resnick, Walker, Fundamentos de Física, v.1, 7ª ed., Livros Técnicos e Científicos Editora.

Um bom site onde encontrei algumas demonstrações:

<http://www.fisica.ufs.br/CorpoDocente/egsantana/index.html>

Lista de Materiais:

- 1- Utilizaremos um motor e mangueira de aspirador em pó.
- 2- Madeira e uma placa de metal para construir a superfície.

- 3- Discos de pesos e tamanhos variados.
- 4- Câmera para filmagem do experimento e para demonstração de alguns fenômenos.
- 5- Uma haste para fixar a câmera durante a filmagem.
- 6- Programa para edição da filmagem.

Meu orientador, o Prof. Mauro, concorda com os termos aqui estabelecidos para o projeto e declara que poderá dispor de todos os elementos.

Sigilo: NÃO SOLICITA

Resultados atingidos

Como o experimento trata-se de uma continuação de um projeto já iniciado foi necessária a realização de melhorias sobre o que já havia sido feito.

Em um primeiro momento pintamos a mesa para uma melhor visualização dos discos e conseqüentemente do choque. Após essa melhoria filmamos alguns choques para trabalhar com o software que quebra os filmes em fotos. A utilização desse método é necessária, pois o choque é muito rápido e não teríamos como ficar tirando fotos. No motor, tiramos da caixa para lubrificá-lo e limpa-lo, pois ele estava muito barulhento.

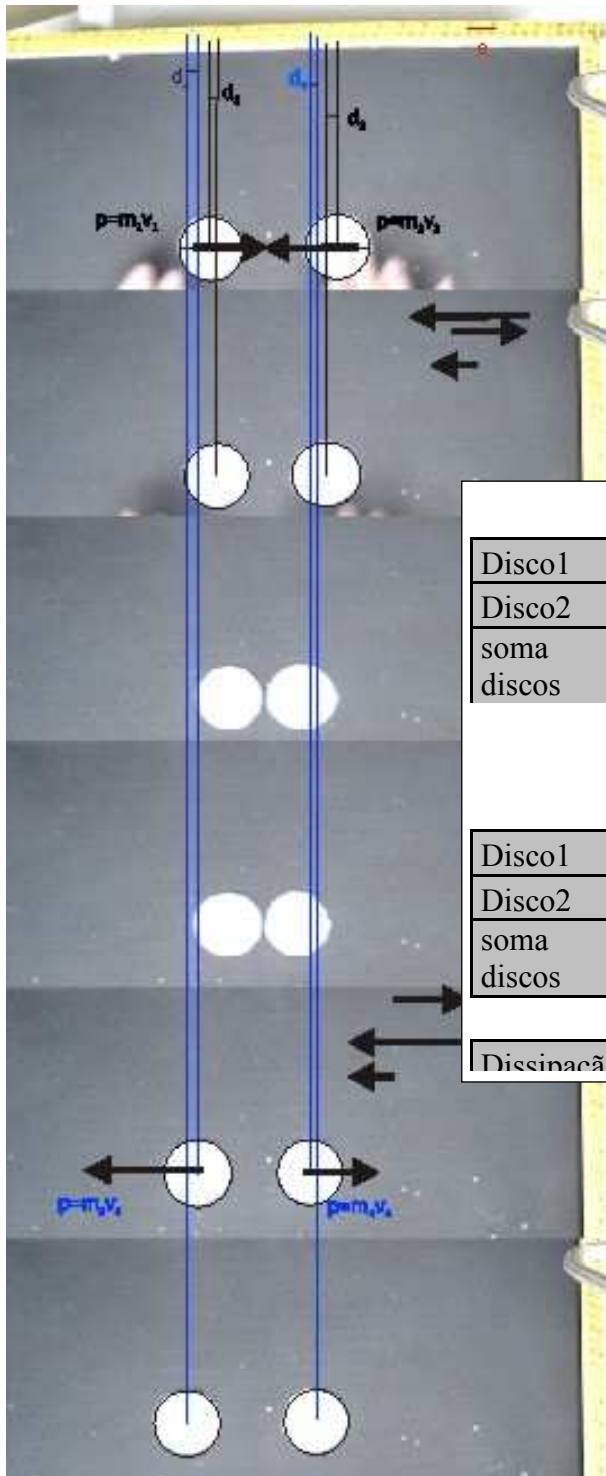
Com a gravação filmamos um choque elástico e inelástico, tanto para estudarmos a conservação de momento linear, quanto para a conservação de momento angular. Na imagem abaixo temos a demonstração da conservação do momento linear.

Usamos setas com comprimentos proporcionais aos módulos dos vetores momento para representá-los e, na figura, representamos também os momentos totais cujos módulos aparecem nos quadros correspondentes a cada figura.

Para o choque elástico empurramos os discos suavemente, um contra o outro e filmamos o choque.

Para o choque inelástico, colamos uma fita de dupla face colante na borda de um dos discos que ficou parado. O outro disco foi empurrado suavemente na direção do primeiro disco onde ficou colado após o choque caracterizando, assim, um choque totalmente inelástico que foi filmado.

Choque elástico



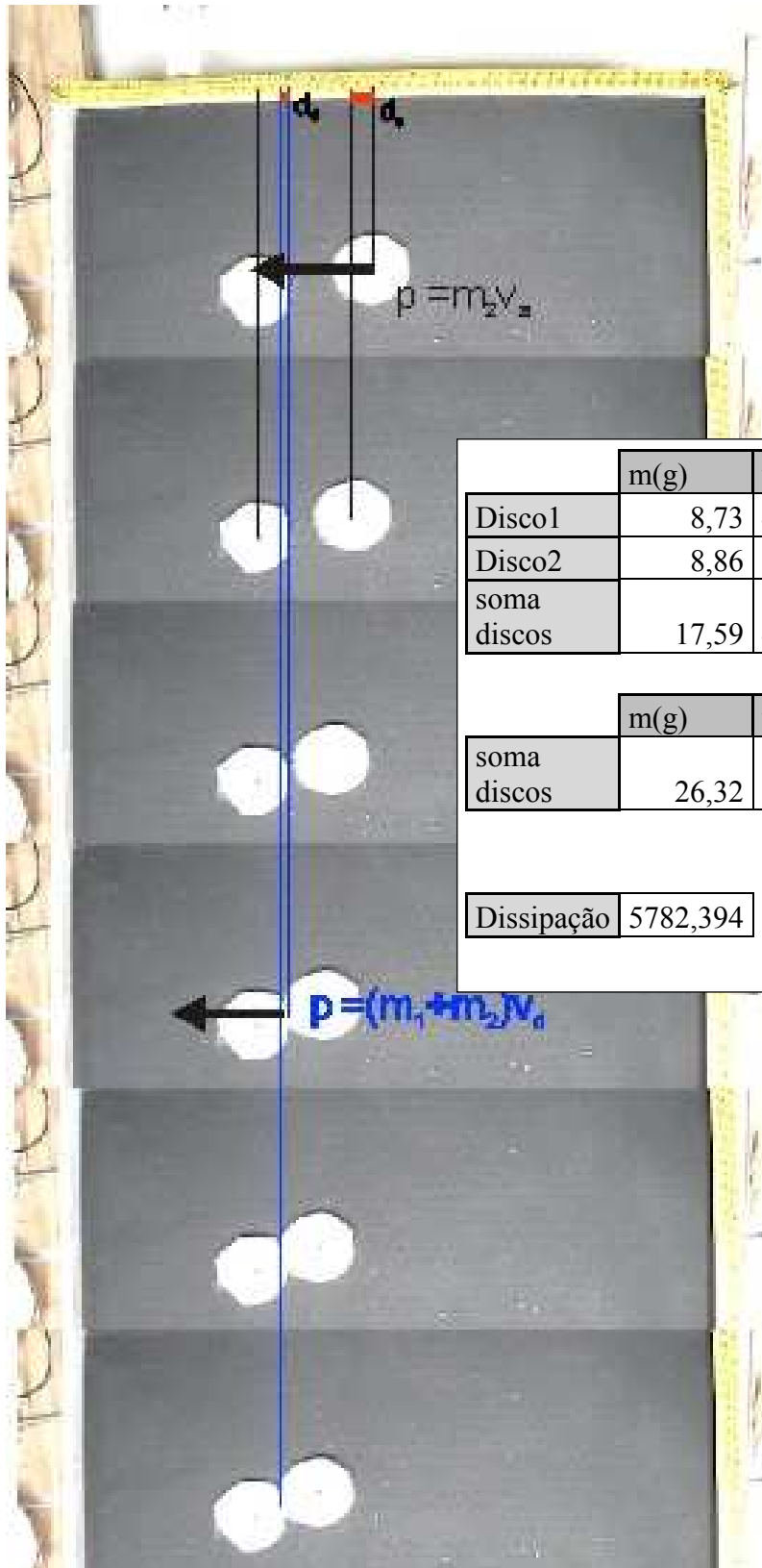
	m(g)	v(cm/s)	Ec(erg)	p
Disco1	8,7	17,7	1373,7	154,9
Disco2	8,9	-28,2	3523,9	-249,9
soma discos	17,6		4897,6	-95,0

Depois

	m(g)	v(cm/s)	Ec(erg)	p
Disco1	8,7	-28,3	3491,0	-246,9
Disco2	8,9	17,6	1369,2	155,8
soma discos	17,6		4860,2	-91,1

Dissipação	37,4
------------	------

Pode-se observar, tanto na figura quanto na tabela correspondente, que, embora os momentos dos dois discos mudem bastante (até em sentido) com o choque, o momento total permanece constante (dentro dos erros experimentais).



	m(g)	v(cm/s)	Ec(erg)	p
Disco1	8,73	43,52173	8267,924	379,9
Disco2	8,86	0	0	0
soma discos	17,59	43,52173	8267,924	379,9
	m(g)	v(cm/s)	Ec(erg)	p
soma discos	26,32	13,743	2485,531	361,7
Dissipação	5782,394			

Nesse caso após o choque ambos tem a mesma velocidade e a uma grande parte da energia é dissipada, porém o momento é conservado

Dificuldades encontradas

Na utilização do software alguns problemas foram encontrados, primeiro para converter o vídeo gravado para o formato utilizado pelo programa e depois para quebrá-los em fotos. Essa dificuldade aconteceu, pois trabalhamos com software grátis para permitir que qualquer pessoa possa realizar o mesmo trabalho.

Durante o desenvolvimento do projeto encontramos algumas dificuldades como;

Para melhoria da superfície é necessário colocar um pé ajustável, pelo fato de a superfície poder, casualmente, apresentar uma inclinação, gerando erros nos cálculos.

A câmera apresenta muita distorção, isso ocorre, pois ela fica focalizando. Devido à proximidade da câmera com a caixa essa distorção acaba sendo maior. Uma maneira seria conseguir travar o foco da câmera, usar um sistema para fazer os lançamentos dos discos e aumentar a distancia entre a câmera e a superfície.

Outra dificuldade apresentada foi devido ao disco não ser pintado, pois isto também gera uma distorção da imagem. Com o disco em branco, notamos uma facilidade maior para realização dos cálculos, mas ainda apresenta erros.

Descrição do trabalho

- **Nível básico (Resumo)**

Nesse experimento podemos notar alguns detalhes da conservação de momento linear para sistemas praticamente isolados.

Podemos notar que, sem atrito, o momento se conserva, ou seja, as leis da conservação de momento linear para um sistema isolado é válida.

- **Nível ensino médio**

Momento Linear

Temos que a massa de um corpo imóvel é igual a um corpo se movendo, mas quando temos dois corpos em movimento notamos que o corpo mais pesado demora mais para parar. Isto ocorre devido ao momento linear que é a relação entre a massa e velocidade

$$P = mv$$

Ou seja, no caso de uma massa maior temos uma maior quantidade de movimento o que gera uma maior dificuldade para parar.

O momento linear total, i.é., a soma dos momentos de todas as partículas de um sistema isolado permanece constante, sendo assim quando ocorrem colisões a soma dos momentos lineares é igual antes e depois da colisão, isso é representado pela formula:

$$\Sigma P_{\text{inicial}} = \Sigma P_{\text{final}} = 0$$

Para o nosso caso temos que o momento linear do disco antes do choque deve ser igual a depois do choque

Inicial Final

$$P_{\text{disco1}} + P_{\text{disco2}} = P_{\text{disco1}} + P_{\text{disco2}}$$

Nível Graduação em física

Na situação onde temos o disco girando em torno de um eixo, temos um momento angular acoplado ao momento linear. Esse conceito é um pouco mais complexo que o momento linear, portanto é mais visto na graduação.

Este conceito será explorado mais tarde com o aperfeiçoamento da experiência

Comentário do orientador

> O Rodrigo teve que fazer uma limpeza na mesa e no aspirador que sopra o ar da mesa. Ele procurou e achou um programa freeware para decompor o filme do movimento em fotos. Com as fotos pode passar para a análise da experiência (choque bi-dimensional). Logo de início surgiram dois problemas. O foco e a inclinação da mesa. Também verificamos que as fotos na filmagem eram lentas. Assim, se os discos são lançados com uma velocidades maiores do que as que foram utilizadas, as fotos ficam distorcidas tornando impossível determinar suas posição em cada foto. A inclinação da mesa também tem grande influência sobre o resultado devido à aceleração que provoca nos discos, fato esse muito aparente devido às baixas velocidades empregadas. Finalmente, o Rodrigo teve que lidar com o problema da deformação da foto pela máquina fotográfica. Todos esses problemas foram enfrentados e o resultado final está muito bom. Ele se esforçou muito pois trabalha e estuda à noite. Mesmo assim trabalhou bastante no projeto entrando em contato comigo todas as semanas e parece disposto a continuar aperfeiçoando a experiência para melhor explorar todas suas possibilidades.

Referencias bibliográficas

<http://www.e-escola.pt/topico.asp?id=102&ordem=1>

Uma ótima referencia sobre o momento angular, com animações para demonstrar tal fato.

<http://www.e-escola.pt/topico.asp?id=30&ordem=1>

Uma ótima referencia para a conservação de momento, com exemplos simples e com imagens legais para alunos do ensino médio

<http://www.fisica.ufs.br/CorpoDocente/egsantana/solido/teoria/teoria.htm>

Pagina com uma explicação mais aprofundada do momento angular, com demonstrações vetoriais.

Sobre o programa para conversão do vídeo:

O programa utilizado é o **VirtualDub**, ele é um programa gratuito. Como vamos utilizar o programa durante mais de 6 meses tivemos que trabalhar com um programa gratuito ou então comprar um. Como esse software é gratuito e não apresenta grandes problemas, podemos trabalhar facilmente com ele. Foi difícil achar o tal software. O trabalho nele é meio complicado, pois não possui uma interface de fácil entendimento para o usuário e apresenta uma linguagem mais técnica. Com alguns dias fuçando conseguimos quebrar o vídeo em imagens como o planejado.

O formato que ele trabalha é o MPEG e MPG a maioria das câmeras digitais gravam nesse formato. Caso não possuam esse formato devemos convertê-los para o formato que ele trabalha.

Após isso podemos selecionar o tipo de imagem que queremos criar: bitmap ou jpeg.

Criamos JPEG, pois possui um tamanho menor e permite utilizar mais fotos. O programa gera fotos de acordo com a taxa de gravação da câmera, ou seja, o que define quantas fotos será gerada é a câmera que foi utilizada. No nosso caso a taxa é de 1foto por 0,04s

