Colisões e Deformações

Leandro Bertoldo

Leandro Bertoldo
Colisões e Deformações

De: ___________________________________

Para: _________________________________

____

____

Leandro Bertoldo
Colisões e Deformações

Dedico este livro a minha filha,
Beatriz Maciel Bertoldo

“Deus deseja que cada um de Seus filhos tenha inteligência e conhecimento, de maneira que com clareza e poder Sua glória seja revelada em nosso mundo”. (Review and Herald, 9 de junho de 1904)

Ellen Gould White
Escritora, conferencista, conselheira,
e educadora norte-americana.
(1827-1915)

Sumário

DEFORMAÇÕES

APÊNDICE:
VELOCIDADE DE DOBRA

Dados biográficos

Meu nome é Leandro Bertoldo. Nasci no bairro do Belenzinho na cidade de São Paulo – SP. Sou o primeiro filho do casal José Bertoldo Sobrinho e Anita Leandro Bezerra. Meu irmão Francisco Leandro Bertoldo exerce a função de Oficial de Justiça.

Fiz as faculdades de Física (1980) e de Direito (2000) na Universidade de Mogi das Cruzes – UMC. Meu interesse sempre crescente pela área de exatas vem desde os meus 17 anos, quando comecei a escrever algumas teses originais sobre temas científicos, os quais dei a conhecer ao meu professor de Física "Benê". Em 1995, publiquei o meu primeiro livro de Física, que foi um grande sucesso entre muitos professores universitários.

Sou casado com Daisy Menezes Bertoldo, funcionária do Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo. Minha filha Beatriz Maciel Bertoldo, fruto do meu primeiro casamento com Francineide Maciel, é advogada na Comarca de Mogi das Cruzes. Muitas das minhas distrações e alegrias foram proporcionadas pelos meus maravilhosos cachorros: Fofa, Pitucha, Calma e Mimo.

Até o presente momento publiquei 63 livros, abrangendo pesquisas nas áreas da Física, Matemática, Química, Teologia e Poesia. Sendo 26 em Física; 3 em Matemática; 2 em Química; 6 em Literatura e 26 em Teologia.

Em todos os meus livros de ciências exatas defendo teses originais em Física, Matemática e Química, destacando-se: "Teoria Matemática e Mecânica do Dinamismo" (2002); "Teses da Física Clássica e Moderna" (2003); "Cálculo Seguimental" (2005); "Artigos Matemáticos" (2006) e "Geometria Leandroniana" (2007).

Prefácio

Uma esfera em queda livre, partindo de uma altura (**H**), colide contra um plano horizontal fixo e retorna para o alto numa altura ($\mathbf{h_2}$). Em seguida a esfera entra em queda livre a partir de sua altura ($\mathbf{h_2}$) e quicando contra o mesmo plano horizontal fixo retorna para o alto, alcançando uma nova altura ($\mathbf{h_3}$) e assim sucessivamente até entrar em repouso na sua posição de equilíbrio.

Caso a altura inicial (**H**) de queda livre da esfera seja maior do que a altura ($\mathbf{h_2}$), e esta seja maior do que ($\mathbf{h_3}$), então estamos diante de uma colisão semielástica, a mais comum na natureza, a qual será o objeto principal de estudo nesta obra.

Esse simples fenômeno engloba o estudo das Colisões, o estudo das Sucessões de Colisões e o estudo do Movimento Harmônico Simples Colisivo. Todos os conceitos apresentados nesta obra são criações originais do autor.

Várias ideias inovadoras no estudo das colisões semielásticas foram desenvolvidas e apresentadas nesta obra pelo autor. Porém, o seu grande mérito consistiu no extraordinário lampejo que teve, ao perceber que todos os fenômenos colisivos sucessivos ficam perfeitamente determinados por uma “progressão geométrica”, cuja equação fundamental foi por ele aplicada às diversas grandezas relacionadas às colisões. Tal equação permitiu-lhe solucionar elegantemente ampla gama de problemas relacionados às colisões semielásticas, e foi extremamente útil no estudo de todos os Movimentos Harmônicos Amortecidos.

A produção deste livro com as suas descobertas inusitadas durou exatamente 47 dias. Começou a ser escrito a partir de 01 de dezembro de 2014 e foi concluído em 16 de janeiro de 2015. Ele é constituído por noventa e um temas que tratam das “colisões simples”, das “sucessões de colisões” e das colisões no “Movimento Harmônico Amortecido”.

Para o autor duas são as principais equações desta obra. A primeira é aquela que indica a energia potencial em qualquer sucessão da oscilação, a saber: $\mathbf{w_n = W \cdot e^{2(n-1)}}$. A segunda é a equação que reflete a energia potencial dissipada em qualquer sucessão da oscilação, a saber: $\mathbf{r_n = W. (1 - e^{2(n-1)})}$.

É digno de nota atentar para o fato de que o autor aplica as suas técnicas ao Movimento Harmônico Amortecido de uma mola oscilando em torno de sua posição de equilíbrio. Ele calcula as dissipações energéticas e as perdas dinâmicas em qualquer ponto da oscilação.

A obra termina com a apresentação de um apêndice, onde são desenvolvidos vários conceitos matemáticos relativísticos para explicar a “velocidade de dobra” de futuras naves espaciais. A equação que permite o cálculo da velocidade de dobra apresenta a seguinte forma: $\mathbf{v^2 = c^2 [1 - (1/2^{2n})]}$.

O autor espera que esta inovadora obra possa realmente revolucionar todos os conceitos sobre Colisões Mecânicas e Movimentos Harmônicos Amortecidos, bem como o conceito de Velocidade de Dobra, tornando sua compreensão mais simples e clara.

leandrobertoldo@ig.com.br

1. Colisões Mecânicas

Considere uma esfera em queda livre partindo de uma determinada altura (**H**). Também considere que essa esfera colide contra o piso em repouso. Dependendo da natureza da esfera e do piso podem ocorrer diversos fenômenos.

1º. A esfera quica contra o piso e retoma a sua altura inicial ($\mathbf{H_1 = h_2}$).

2º. A esfera quica contra o piso e retorna a uma altura inferior à altura inicial de queda ($\mathbf{H_1 > h_2}$).

3º. A esfera quica contra o piso e não retoma qualquer altura ($\mathbf{h_2 = 0}$).

Neste trabalho serão analisadas somente as colisões gravitacionais de uma esfera em queda livre, as quais ocorrem numa única direção. Elas sãos chamadas por unidirecionais frontais, porque considera a colisão central e frontal vertical da esfera contra uma superfície plana e horizontal.

Durante a colisão de uma esfera contra uma superfície, as forças externas podem ser desprezadas quando comparadas às internas. Portanto, o sistema pode ser considerado mecanicamente isolado.

Com vista à simplificação, no presente trabalho será desprezada a orientação da trajetória.

Antes da colisão a esfera se aproxima da superfície com uma “velocidade de queda livre” (**V)**. Após o impacto contra a referida superfície, a esfera é refletida e afasta-se com uma “velocidade de afastamento” (**v**).

Na colisão de uma esfera contra uma superfície ocorrem perdas de energia em razão do aquecimento, da deformação e do som provocado pelo impacto. Nesse sistema isolado, jamais ocorrerá, de forma natural, um ganho de energia que possa elevar a esfera a uma altura superior à altura inicial de queda.

2. Coeficiente de Restituição

Isaac Newton (1642-1727) descobriu que o coeficiente de restituição (**e**) de um impacto mecânico é determinado pela razão entre a velocidade de afastamento (**v**) da esfera após o choque e a velocidade de queda livre (**V**) antes do choque.

O referido enunciado é expresso do seguindo modo:

$$\mathbf{e = v/V}$$

Como na colisão não existe ganho de energia, o módulo da velocidade de afastamento será sempre menor ou no máximo, igual ao módulo da velocidade de aproximação.

Portanto, considerando que a velocidade de afastamento apresente módulo menor ou igual ao módulo da velocidade de queda livre, a razão matemática entre elas determina o coeficiente de restituição que está compreendido entre zero e um.

Colisão elástica (e = 1). Ocorre quando, após a colisão contra a superfície, a esfera é restituída à sua altura que inicial de queda livre. O sistema não perde sua energia cinética. A velocidade depois do impacto é igual àquela antes do impacto, já que se trata de uma colisão perfeitamente elástica.

Colisão semielástica (e > 0 < 1). Ocorre quando, após a colisão contra a superfície, a esfera é restituída a uma altura menor do que a altura inicial de queda livre. O sistema perde parte de sua energia cinética. A velocidade depois do impacto é menor do que aquela antes do impacto, já que se trata de uma colisão parcialmente elástica.

Colisão inelástica (e = 0). Ocorre quando, após a colisão contra a superfície, a esfera não é restituída a nenhuma altura. O sistema perde totalmente sua energia cinética. A velocidade depois do impacto é nula, já que se trata de uma colisão inelástica.

3. Coeficiente e Tempo

Como foi dito, o coeficiente de restituição (**e**) numa colisão é determinado pelo quociente da velocidade de afastamento (**v**) da esfera após o choque, inversa pela velocidade da esfera em queda livre (**V**) antes do choque.

O referido enunciado é expresso simbolicamente do seguindo modo:

$$\mathbf{e = v/V}$$

Porém, sabe-se que a velocidade de queda livre é igual ao produto entre a aceleração gravitacional pelo tempo de queda livre.

Simbolicamente, o referido enunciado pode ser expresso pela seguinte equação:

$$\mathbf{v = g \,.\, t}$$

Substituindo convenientemente as duas últimas expressões resulta na seguinte demonstração:

$$\mathbf{e = g \,.\, t'/g \,.\, t}$$

Eliminando os termos em evidência, resulta na seguinte realidade:

$$\mathbf{e = t'/t}$$

Portanto, conclui-se que o coeficiente de restituição é igual à relação matemática entre o tempo de afastamento da esfera após o choque, pelo tempo decorrido em queda livre antes do choque.

4. Coeficiente e Altura (I)

Considere uma esfera em queda livre de uma altura (**H**). Ao colidir contra um plano horizontal fixo, retorna para o alto alcançando uma nova altura (**h**).

A altura de queda da esfera até chocar-se contra a superfície é expressa pela seguinte equação de Galileu Galilei:

$$\mathbf{H = g \cdot t^2/2}$$

Após a colisão a esfera retorna a uma nova altura, expressa pela seguinte equação:

$$\mathbf{h = g \cdot t'^2/2}$$

O coeficiente de restituição é definido pela seguinte expressão:

$\mathbf{e = t'/t}$, ou seja: $\mathbf{e^2 = t'^2/t^2}$

Substituindo convenientemente as três últimas expressões, vem que:

$$\mathbf{e^2 = 2h/g \;/\; 2H/g}$$

Eliminando os termos em evidência, resulta que:

$$\mathbf{e^2 = h/H}$$

Logo, conclui-se que o quadrado do coeficiente de restituição é igual ao quociente da altura alcançada pela esfera após o choque, inversa pela altura de queda livre antes do choque.