PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Laboratório de Física Geral 1

Pêndulo Simples

Disciplina: Laboratório de Física Geral 1

Professor: Euclídes Bruschi

Jack Pogorelsky Junior
Rafael Maciel da Silva

Turma 238

1998

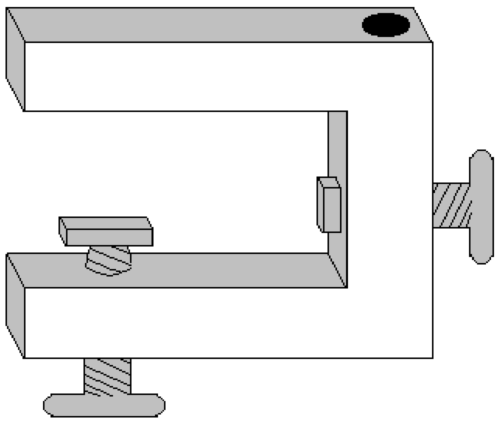
ÍNDICE

OBJETIVOS

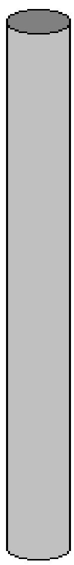
Determinar a relação entre o período e o Comprimento do Pêndulo, e o valor da aceleração da gravidade.

MATERIAL UTILIZADO

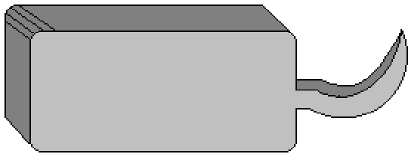
→ Presilha de Mesa



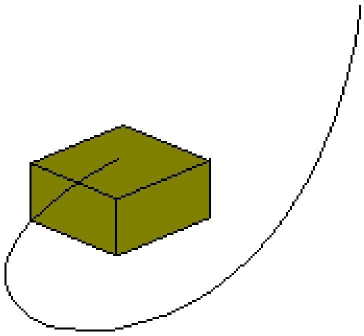
→ Haste Metálica



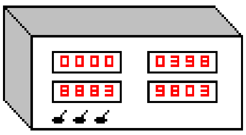
→ Haste Metálica com Gancho



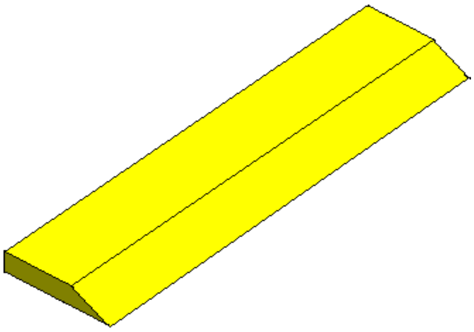
→ Fio e corpo



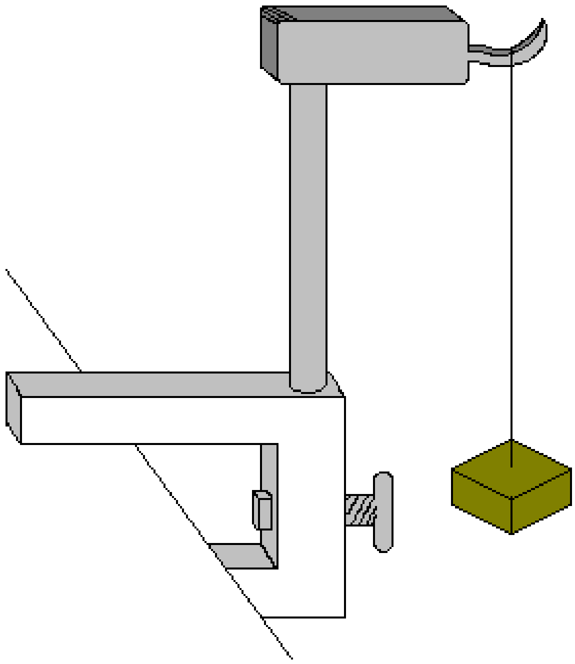
→ Cronômetro



→ Régua



Experiência Montada



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Oscilação é o fato do pêndulo "ir" e "vir", ou seja, sair do lugar deorigem, chegar ao extremo e fazer o percurso de volta.

Período é o tempo de uma oscilação completa.

Frequência é o número de oscilação por segundo.

Amplitude é o afastamento vertical que o pêndulo sofre.

Posição de Equilíbrio é a posição vertical para o centro da Terra, em que o pêndulo se encontra antes de começar a oscilar.

O pêndulo simples é um sistema mecânico que exibe movimento periódico, oscilatório. É constituído por uma massa *m*, pendurada num fio leve, de comprimento *L*, que tem uma extremidade fixa. O movimento ocorre num plano vertical e é provocado pela força da gravidade.

A altura do pêndulo é medida desde o local onde ele é fixado, até o ponto do centro de massa.

Pode-se descrever e analisar a dependência mútua entre duas ou mais grandezas, que estejam relacionadas num mesmo fenômeno, por meio de equações matemáticas e/ou gráficos.

Ao trabalhar-se com grandezas que se relacionam por uma equação do tipo:

$$\boxed{y = k \, . \, x^n \qquad T = k \, . \, L^n}$$

é conveniente o uso de logarítmos.

Representando no papel milimetrado uma função do tipo acima indicado obtém-se uma curva e a linearização torna-se, pelo menos, difícil de ser realizada. Já com a utilização de logarítmos obtém-se uma reta de declividade *n* e que é representada pela função:

$$\boxed{\log y = n \log x + \log k}$$

, ou,

$$\boxed{\log T = n \log L + \log k}$$

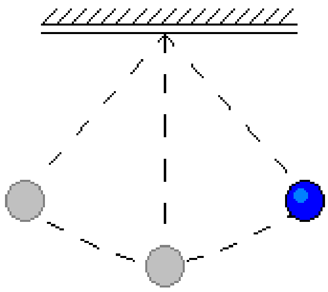
Além do Pêndulo Simples, poderiamos citar a existência dos pêndulos Físico e de Torção.

O *Pêndulo Físico*, ou composto, é constituído por qualquer corpo rígido que possa oscilar em torno de um eixo fixo que não passe pelo centro de massa do corpo. O sistema irá oscilar quando for deslocado da posição de equilíbrio. O pêndulo Físico difere do Pêndulo Simples, pelo fato de que neste último, admite-se que toda massa esteja concentrada num ponto.

Um *Pêndulo de Torção*, é um corpo rígido pendurado num fio que, por sua vez, está num suporte fixo. O balancim de um relógio oscila como um pêndulo de torção, acionado pela mola-mestra. Os pêndulos de torção também são usados em galvanômetros de laboratório e na balança de torção de Cavendish.

DESENVOLVIMENTO

Cronometramos o tempo que o pêndulo levou para realizar cada oscilação, ou seja, o Período. Para isso, largamos o pêndulo de uma amplitude de 10 centímetros e contamos 10 oscilações. Isso foi feito 10 vezes com pêndulos com massa crescente.



O cálculo do Período foi feito dividindo o tempo plo número de oscilações, no caso 10.

Comprimento "l" (m)	Log de "l"	Período "T" (s)	Log de "T"
0,1	-1	0,681	-0,16698
0,2	-0,69897	0,900	-0,045757
0,3	-0,522879	1,109	0,044932
0,4	-0,39794	1,350	0,130334
0,5	-0,30103	1,430	0,155336
0,6	-0,221849	1,609	0,206556
0,7	-0,154902	1,722	0,236033
0,8	-0,09691	1,868	0,271377
0,9	-0,045757	1,988	0,298416
1,0	0	2,040	0,30963

$$\boxed{n = \frac{\Delta \log T}{\Delta \log L}}$$

n = [0,30963 - (-0,16698)] / [0 - (-1)]

n = 0,47661 / 1

n = 0,48

$$\boxed{n \cong 0{,}5}$$

$$\boxed{\log T = n \log L + \log k}$$

$\log\ T = n \log L + \log k$	$\log\ T = n \log L + \log k$
$0{,}30963 = 0{,}48 \cdot 0 + \log k$	$0{,}155336 = 0{,}48\ (-0{,}30103) + \log k$
$0{,}30963 = \log k$	$0{,}29983 = \log k$
$k = 2$	$k = 2$

$$\boxed{k \cong 2}$$

A função do período em função do comprimento é dada por:

$$T = k \cdot L^{n}$$

$$T = 2 \cdot L^{1/2}$$

$$\boxed{T = 2\sqrt{L}}$$

O pêndulo simples consiste num pequeno corpo suspenso de um ponto por um fio inextensível e sem peso. Quando puxado para fora de sua posição de equilíbrio e largado, o corpo oscila em torno desta posição. Analisando-se este movimento para verificar se ele é ou não um movimento harmônico simples, vê-se que a condição necessária para que o movimento seja harmônico simples é que a força restauradora F seja diretamente proporcional à coordenada x e orientada na direção oposta ao deslocamento. A trajetória do corpo não se faz em linha reta, mas num arco de círculo de raio L, onde L é o comprimento do fio. A coordenada x refere-se à distâncias medidas sobre esse arco. Assim se $F = - K\,x$, o movimento será harmônico simples.

A força restauradora não é proporcional a $\varnothing$, mas ao sen$\varnothing$, de forma que o movimento não é um harmônico simples. Entretanto, se o ângulo $\varnothing$ fosse pequeno, sen$\varnothing$

estaria muito próximo a *Ø*. Por exemplo, quando Ø = 0,1 rad, aproximadamente 6°, sen*Ø* = 0,099, o que dá uma diferença de apenas 0,2 %. Com esta aproximação.

$$\boxed{F = -\frac{m \cdot g}{L}\, x}$$

A força restauradora, então, é proporcional à coordenada apenas para pequenos deslocamentos, e a constante *mg/L* representa a constante de força *k*. O período do Pêndulo Simples de pequenas amplitudes é, então,

$$T = 2\,¶\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\,¶\sqrt{\frac{m}{(mg/L)}} \Rightarrow \boxed{T = 2\,¶\sqrt{\frac{L}{g}}}$$

onde *L* representa o comprimento de pêndulo e *g* a aceleração da gravidade.

a gravidade pode ser calculada, conforme:

$$2{,}040 = 2 \,.\, 3{,}14\sqrt{1/g}$$
$$2{,}040\sqrt{g} = 6{,}28$$
$$\sqrt{g} = 3{,}08$$

$$\boxed{g = 9{,}5\ m/s^2}$$

Gráfico em Escala Linear

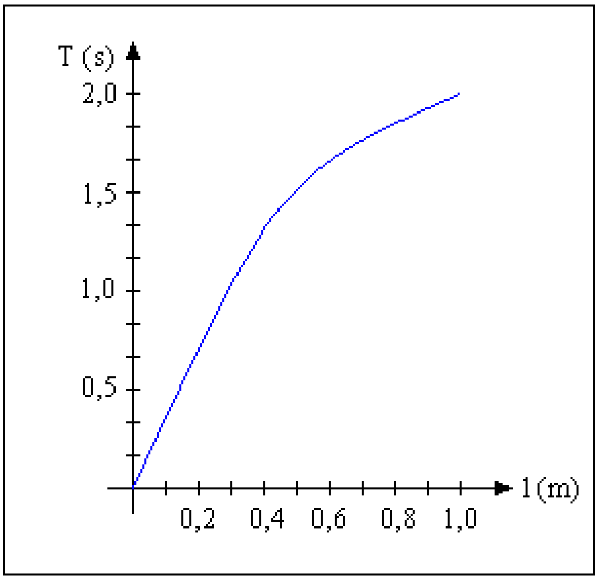
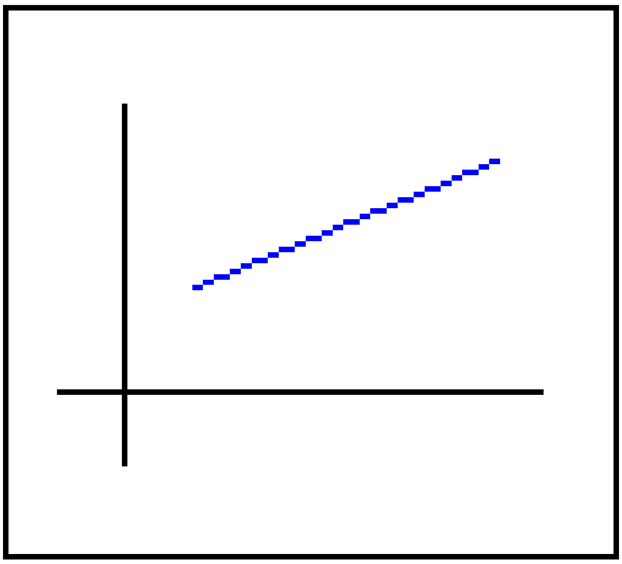


Gráfico em Escala Logarítmica



CONCLUSÃO

O Período e a freqûencia de um pêndulo simples só dependem do comprimento do pêndulo e da aceleração da gravidade.

Uma vez que o Período é independente da massa, concluímos que todos os P

Pêndulos Simples de mesmo comprimento, num mesmo local, oscilam com os mesmos períodos.

A relação entre Período e Comprimento é dada por:

$$\boxed{T \propto L^n}$$

A gravidade medida no local da experiência, o Laboratório de Física Geral I da PUC/RS, foi de 9,5 m/s^2.

O Pêndulo Simples é utilizado em certos relógios. Também é instrumento conveniente para medição precisa da aceleração da gravidade. Estas medições são importantes, pois as variações locais de *g*, podem proporcionar informação sobre a localização, por exemplo, de jazidas de petróleo.

A aplicação do Pêndulo Simples nos relógios baseia-se no fato de o período ser praticamente independente da amplitude. Então, à medida que o pêndulo vai parando e a amplitude tornando-se cada vez menor, o relógio continua a marcar o tempo com a mesma precisão.

É conveniente e preciso a utilização do Pêndulo Simples para medir a aceleração da gravidade, pois *L* e *T* podem ser facilmente medidos. O valor da gravidade pode ser afetado pela presença de minério ou petróleo, pois suas densidades diferem das encontradas nas redondezas.

BIBLIOGRAFIA

HERSOCOWICS, Gérson & SCOLFARO, Valdemar. **Curso Completo de Física**. São Paulo: Editora Moderna, 1992, 631 páginas. 1° Edição.

SEARS, Francis, ZEMANSKY, Mark W. & YOUNG, Hugh D. **Física 2 - Mecânica dos Fluídos, Calor e Movimento Ondulatório**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 1984, 280 páginas. 2° Edição.

SERWAY, Raymond A. **Física I - Mecânica e Gravitação**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 1996, 398 páginas. 3° Edição.