***Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ*** [](http://sites.google.com/site/masterr10fisicauerj/home/uerj_sim.jpg?attredirects=0)

***Instituto de Física***

***Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica***

***Laboratório de Física Experimental II***

*PÊNDULO FÍSICO*

Professor: José Ricardo Campelo Arruda  
Aluna: Natália Pinheiro Ramos  
Matricula: 2014.1.03224.11  
Turma : 1  
Curso: Engenharia Ambiental e Sanitária

Rio de Janeiro, Outubro de 2014

***ÍNDICE***

* Introdução

- Objetivo.

* Materiais e Métodos

- Materiais utilizados;

-Esquema Experimental;

- Procedimento Experimental.

* Resultados e Discussão

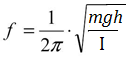
- Dados experimentais;

- Questões.

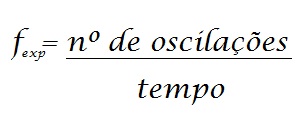
* Aplicação
* Bibliografia

**INTRODUÇÃO:**

Qualquer corpo rígido suspenso de forma que possa oscilar em um plano vertical, em torno de um eixo que passe pelo corpo, é denominado pêndulo físico ou pêndulo composto. Trata-se de uma generalização do pêndulo simples, em que o fio sem peso suporta uma partícula. Realmente todo os pêndulos reais são pêndulos físicos.  
 O frequência de oscilação *f* de um pêndulo físico, considerando pequenas oscilações em torno do ponto de equilíbrio, pode ser calculada usando :

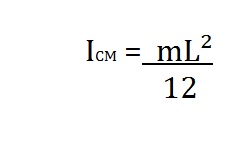
(Equação 1)

Onde **I** é o momento de inércia do corpo em oscilação, **m** é a sua massa, **g** é a aceleração da gravidade (981cm/s²) e **h** a distância entre o ponto fixo o centro e massa corpo.

(Equação 2)

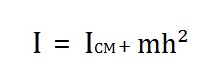
A equação 1 quando igualada a equação 2 será utilizada para calcular o Momento de Inércia Experimental.

O momento de inércia de uma haste em relação ao seu centro de massa (Icm) é igual a :

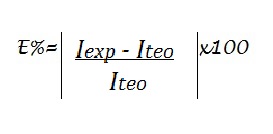
(Equação 3)

Onde **L** é o comprimento da haste.

De acordo com o Teorema dos Eixos Paralelos, o momento de inércia I de um corpo em relação a um eixo paralelo ao eixo que passa pelo eu centro de massa é dado por:

(Equação 4)

Erro percentual( E%), é o erro que afeta a grandeza medida expresso como porcentagem do valor medido da grandeza.

(Equação 5)

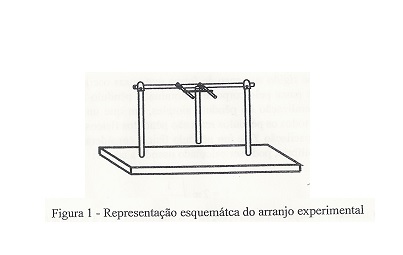
**- Objetivo:**

Observar o movimento de um pêndulo físico e determinar o **momento de inércia** de um corpo rígido, no caso uma haste cilíndrica homogênea, em relação a um eixo qualquer, usando um pêndulo físico.

**MATERIAIS E MÉTODOS:**

* Uma base retangular;
* Quatro hastes grandes;
* Duas hastes pequenas;
* Cronômetro;
* Dois parafusos;
* Quatro pegadores;
* Anel com mini hastes;
* Régua, graduada em centímetros;
* Transferidor;
* Balança.

**- Esquema Experimental:**

****

**- Procedimentos Experimentais:**

Na **atividade 1** o objetivo consiste em determinar o movimento de inércia I em relação a um eixo que passa por h=L/2. Primeiramente, determinamos o comprimento L e a massa m de uma haste cilíndrica grande.

*L = 30,9 cm m = 54,7 g*

Oscilamos o pêndulo ( para ângulos menores que 10°) e medimos o tempo de 5 oscilações. Repetindo o procedimento 10 vezes e por fim calculamos o valor médio dos tempos.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Tmédio |
| A1 | 4,44 | 4,36 | 4,34 | 4,32 | 4,46 | 4,39 | 4,35 | 4,34 | 4,38 | 4,38 | 4,37s |

Em seguida, calculamos o valor experimental do momento de inércia, igualando as equações 1 e 2. E o valor teórico calculado pelo teorema dos eixos paralelos.

*1/2π √(mgh)/Iexp) = 5/ Tmédio*

*1/6,28 √[(54,7x981x15,45)/ Iexp ] = 5/4,37*

*[829057,8/ Iexp ]* = *(1,14x6,28)²*

*Iexp* ≅ 16060,7 gcm²

*Iteo = ICM + mh² Iteo = mL² /12 + mh²*

*Iteo* = [54,7x(30,9)²]/12 + 54,7x(15,45)²

*Iteo* =4352,3 + 13057,0 *Iteo* ≅ 17409,32 gcm²

E% = ⎸(16060,7 - 17409,32)/ 17409,32 ⎸x100

E% ≅ 7,74%

Na **atividade 2** o objetivo consiste em repetir a atividade acima fazendo h=L/4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Tmédio |
| A2 | 4,28 | 4,22 | 4,47 | 4,43 | 4,47 | 4,28 | 4,47 | 4,22 | 4,25 | 4,34 | 4,34s |

*1/2π √(mgh)/Iexp) = 5/ Tmédio*

*1/6,28 √[(54,7x981x7,725)/ Iexp ] = 5/4,34*

*[414528,9/ Iexp ]* = *(1,15x6,28)²*

*Iexp* ≅ 7948,7 gcm²

*Iteo = ICM + mh² Iteo = mL² /12 + mh²*

*Iteo* = [54,7x(30,9)²]/12 + 54,7x(7,725)²

*Iteo* =4352,3 + 3264,2 *Iteo* ≅ 7616,5 gcm²

E% = ⎸(7948,7 - 7616,5)/ 7616,5 ⎸x100

E% ≅ 4,36%

Na **atividade 3** o objetivo consiste em repetir a atividade 1fazendo h=3L/4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Tmédio |
| A3 | 4,39 | 4,44 | 4,40 | 4,37 | 4,35 | 4,40 | 4,44 | 4,38 | 4,42 | 4,37 | 4,39s |

h = 23,175 cm

*1/2π √(mgh)/Iexp) = 5/ Tmédio*

*1/6,28 √[(54,7x981x*23,175*)/ Iexp ] = 5/4,39*

*[1243586,7/ Iexp ]* = *(1,13x6,28)²*

*Iexp* ≅ 24698,8 gcm²

*Iteo = ICM + mh² Iteo = mL² /12 + mh²*

*Iteo* = [54,7x(30,9)²]/12 + 54,7x(23,175)²

*Iteo* =4352,3 + 29378,3 *Iteo* ≅ 33730,6 gcm²

E% = ⎸(24698,8 - 33730,6)/ 33730,6 ⎸x100

E% ≅ 26,7%

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

- Dados experimentais:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atividade | Iexperimental [ gcm²] | Iteórico [ gcm²] | E% |
| A1 | 16060,7 | 17409,32 | 7,74% |
| A2 | 7948,7 | 7616,5 | 4,36% |
| A3 | 24698,8 | 33730,6 | 26,7% |

- Questões:

1- Por que o Pêndulo Físico é um movimento periódico e oscilatório ?

**R:** O movimento é periódico, pois se repete num mesmo intervalo de tempo. E é caracterizado com oscilatório, pois o sentido do movimento é invertido regularmente, isso quer dizer que sua trajetória é a mesma, porém quando o corpo se move para um sentido a sua aceleração tem o sentido contrário e vai aumentando até fazer o corpo parar e recomeçar o movimento mudando de sentido.

2- Porque o ângulo de afastamento do pêndulo deve ser menor que 10°?

**R:** Para pequenos ângulos temos senϴ ≅ ϴ, fazendo com que as leis e fórmulas do MHS sejam aplicáveis.

**CONCLUSÃO:**

O experimento foi bem sucedido e o objetivo foi atingido nos experimentos 1 e 2, apesar da margem de erro, gerada por erros ao executar o experimento e na montagem do sistema, e analisada nos erros experimentais. Já no experimento 3 houve um erro percentual muito elevado já que não é possível executar o experimento usando o h determinado pela atividade. Observa-se que a distância teórica entre o ponto fixo e o centro de massa ultrapassaria o centro de massa do corpo. Logo a haste tenderia a fazer um movimento de forma com que a nova medida h fosse *7,725.* Sendo assim, a medida h era diferente no experimento quando comprada a teórica.  
 Foi observado que a distância h entre o centro de massa e o eixo de rotação influencia diretamente no movimento de Inércia. Quanto menor h, menor o movimento de inércia. Além de ter sido observado o uso de pequenos ângulos, utilizados por conveniência.

**APLICAÇÃO:**

Uma das aplicações para estre projeto seria um relógio. Neste caso uma massa pendular é fixa a uma haste rígida. Um sistema de corda aplica uma força ao pêndulo de maneira a compensar as perdas por atritos e manter o período constante. O movimento do pêndulo aciona um sistema de engrenagens que move os ponteiros. Exceto pela energia adicional para compensar as perdas, este é um relógio movido a gravidade.[ip](http://meuip.co/) Num relógio de pêndulo o intervalo entre o "tique" e o "taque" é de 1s (1 segundo). Assim o período τ vale 1s. Desta maneira ele pode funcionar como um relógio. O ponto positivo de um relógio de pêndulo seria que ele não necessita de pilhas ou baterias, evitando assim que mais lixo deste tipo seja disperso. Entretanto é necessário regula-lo na mudança de estações.

**BIBLIOGRAFIA:**

* Guia para Física Experimental - Instituto de Física, Unicamp;
* Apostila de Física Experimental II - Prof. Dr. Heurison S. Silva
* [www.sofisica.com.br](http://www.sofisica.com.br)
* <http://gazetadefisica.spf.pt/magazine/article/781/pdf>
* <http://pir2.forumeiros.com/h36-pendulo-composto-parte-i>