SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA - FEELT

**Rotação: Movimento Circular**

Luiz Henrique

Caique Alves Pereira

Gabriel Masete

 Uberlândia – MG

13 de Junho de 2016

**Introdução**

O movimento circular consiste em um movimento realizado sobre uma circunferência ou arco de circunferência onde ocorre uma variação do angulo no decorrer do tempo, e assim, levando a existência de uma velocidade angular.

Esse movimento pode ser uniforme ou não, ou seja, as velocidades escalar e angular podem variar ou ficarem constantes no decorrer do movimento. Esse movimento acontece quando as resultantes das forças que atuam em um objeto tem direção radial, ou seja, aponta para o centro da circunferência na qual o corpo desenvolve sua trajetória.

Essa força resultante é chamada de centrípeta e garante a atuação da aceleração centrípeta, que faz o objeto mudar seu sentido. Entre alguns exemplos que ilustram esse movimento estão satélites artificiais em órbita ao redor da Terra, bicicletas, veículos, em fábricas, em equipamentos, etc.

As principais grandezas e equações relacionadas ao movimento circular são:

O período, que é definido como o intervalo de tempo que o corpo em Movimento Circular demora a completar uma volta inteira, percorrer 360 graus.

A frequência, que é definida como o numero de voltar que o corpo em Movimento Circular faz por unidade de tempo, usualmente medido em rotações por segundo *Hertz.*

Aceleração centrípeta, aquela que aponta para o centro.

Velocidade angular é a taxa de variação do ângulo no decorrer do tempo.

Velocidade Linear, como o comprimento do arco da circunferência é dado por e o período é , a velocidade linear no Movimento Circular é dada por:

, Portanto:

**Objetivo**

O objetivo do experimento é analisar as dinâmicas do Movimento circular, como a relação do tempo de rotação com os diferentes pesos colocados para movimentar a estrutura, além da forma que a aceleração angular varia.



**Figura 1**- Esquema de Materiais

**Materiais utilizados**

* Polia
* Aro
* Tambor
* Haste
* Fio
* Porta-Peso
* Pesos
* Cronometro

**Procedimento Experimental**

O fio é enrolado no tambor o número de vezes igual ao número de voltas desejado no aro, no caso 5 voltas. Conecta-se um peso adequado para produzir o movimento circular no aro. Com auxílio da haste, o aro é travado e estabilizado. Depois a haste é retirada e o cronômetro ligado simultaneamente para medir o tempo de uma volta completa do aro. São medidas os tempos das 5 voltas para cada situação com diferentes pesos que tracionam o fio e produzem o movimento circular do aro.

**Resultados e Discussões**

Nas Tabelas a seguir estarão representadas as medidas do tempo de cada volta (tn) para diferentes pesos, suas medias (t), erros estatísticos (Δt e erros totais (Δt. Também estarão representadas as equações utilizadas para o calculo desses tempos médios e erros.

Calculo do Valor Médio do Tempo:

= Tempo Médio

*N =* Numero de tempos medidos

*ti* = Somatório dos tempos medidos para uma mesma distancia.

Calculo do Desvio Padrão:

Valor do tempo selecionado.

Calculo do Erro Estatístico:

Calculo Erro Total:

= Erro Total.

Erro Instrumental. (0,005)\*2.=2,5.s.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de voltas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | t±Δt | t±Δt |
| t1±0,005 | 16,15 | 6,66 | 5,19 | 4,44 | 3,88 | 15,90±0,110 | 15,90±0,115 |
| t2±0,005 | 15,62 | 6,72 | 5,21 | 4,39 | 3,88 | 6,76±0,033 | 6,76±0,033 |
| t3±0,005 | 16,19 | 6,81 | 5,18 | 4,35 | 4,00 | 5,20±0,020 | 5,196±0,021 |
| t4±0,005 | 15,60 | 6,88 | 5,27 | 4,38 | 4,01 | 4,40±0,017 | 4,402±0,017 |
| t5±0,005 | 15,93 | 6,76 | 5,13 | 4,45 | 3,85 | 3,92±0,030 | 3,924±0,030 |

**Tabela1:** Peso de 40g, numero de voltas e tempo decorrido.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de voltas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | t±Δt | t±Δt |
| t1±0,005 | 16,97 | 7,83 | 6,80 | 5,00 | 4,50 | 17,67±0,366 | 17,67±0,366 |
| t2±0,005 | 17,66 | 7,63 | 5,97 | 5,01 | 4,53 | 7,78±0,046 | 7,78±0,046 |
| t3±0,005 | 17,83 | 7,87 | 6,40 | 5,00 | 4,61 | 6,25±0,143 | 6,25±0,143 |
| t4±0,005 | 17,85 | 7,88 | 6,10 | 5,04 | 4,83 | 5,02±0,073 | 5,02±0,073 |
| t5±0,005 | 18,02 | 7,68 | 5,96 | 5,03 | 4,52 | 4,60±0,054 | 4,60±0.054 |

**Tabela2:** Peso de 30g, numero de voltas e tempo decorrido.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de voltas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | t±Δt | t±Δt |
| t1±0,005 | 21,11 | 9,47 | 7,21 | 6,28 | 5,51 | 21,70±0,180 | 21,70±0,180 |
| t2±0,005 | 22,27 | 9,34 | 7,24 | 6,13 | 5,51 | 9,46±0,054 | 9,46±0,054 |
| t3±0,005 | 22,01 | 9,68 | 7,32 | 6,28 | 5,57 | 7,25±0,027 | 7,25±0,028 |
| t4±0,005 | 21,55 | 9,36 | 7,16 | 6,10 | 5,42 | 6,18±0,038 | 6,18±0,037 |
| t5±0,005 | 21,57 | 9,45 | 7,31 | 6,09 | 5,43 | 5,49±0,062 | 5,49±0,062 |

**Tabela3:** Peso de 20g, numero de voltas e tempo decorrido.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de voltas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | t±Δt | t±Δt |
| t1±0,005 | 29,41 | 12,89 | 9,98 | 8,43 | 7,61 | 29,50±0,203 | 29,50±0,203 |
| t2±0,005 | 29,08 | 13,12 | 10,20 | 8,58 | 7,55 | 13,02±0,356 | 13,02±0,357 |
| t3±0,005 | 30,38 | 12,99 | 10,14 | 8,67 | 7,60 | 10,10±0,040 | 10,10±0,040 |
| t4±0,005 | 29,34 | 13,08 | 10,16 | 8,60 | 7,50 | 8,55±0,040 | 8,55±0,040 |
| t5±0,005 | 29,28 | 13,00 | 10,00 | 8,46 | 7,48 | 7,55±0,023 | 7,55±0,023 |

**Tabela4:** Peso de 10g, numero de voltas e tempo decorrido.

**Grafico2-**Número de Voltas, emRadianos, em função do Tempo em segundos - referente ao peso de 30g

Nas equações abaixo θ indica o ângulo que varia com o decorrer do tempo médio. Ela varia de zero ate 10π. A aceleração angular é definida como:

Portanto, deve ser relacionada com 𝜃=𝐴.

Equação Proposta:

𝜃=𝐴

Aplicando *Ln* na equação temos:

𝐿𝑛(𝜃) =𝐿𝑛(𝐴) + 𝑛.𝐿𝑛(𝑡)

Isolamos *Ln(t)* na equação acima, pois esta é a variável que concentra os erros:

𝐿𝑛(𝑡) =

Relacionando a equação a cima com a equação geral da reta pode-se observar que é o coeficiente linear, é o coeficiente angular, já que 𝐿𝑛(𝜃) equivale a X e 𝐿𝑛(𝑡) equivale a Y.

𝑌=+𝑥

Nas tabelas a seguir estão representados os valores de *Ln* do ângulo θ e dos tempos, ambos com suas respectivas incertezas.

|  |  |
| --- | --- |
| *Ln(θ) ±lnθ* | *Ln(t) ±lnt* |
| 1,8378 | 2,766±0,00723 |
| 2,5310 | 3,120±0,00488 |
| 2,9364 | 3,327±0,00404 |
| 3,2241 | 3,473±0,00386 |
| 3,4473 | 3,588±0,00765 |

**Tabela5:** Logaritmos dos dados referentes ao peso de 40g.

|  |  |
| --- | --- |
| *Ln(θ) ±lnθ* | *Ln(t) ±lnt* |
| 1,8378 | 2,871±0,00928 |
| 2,5310 | 3,235±0,00592 |
| 2,9364 | 3,456±0,02273 |
| 3,2241 | 3,602±0,01447 |
| 3,4473 | 3,720±0,01185 |

**Tabela6:** Logaritmos dos dados referentes ao peso de 30g.

|  |  |
| --- | --- |
| *Ln(θ) ±lnθ* | *Ln(t) ±lnt* |
| 1,8378 | 3,077±0,00828 |
| 2,5310 | 3,439±0,00570 |
| 2,9364 | 3,648±0,00372 |
| 3,2241 | 3,797±0,00621 |
| 3,4473 | 3,913±0,00455 |

**Tabela7:** Logaritmos dos dados referentes ao peso de 20g.

|  |  |
| --- | --- |
| *Ln(θ) ±lnθ* | *Ln(t) ±lnt* |
| 1,8378 | 3,385±0,00688 |
| 2,5310 | 3,749±0,00273 |
| 2,9364 | 3,962±0,00393 |
| 3,2241 | 4,113±0,00469 |
| 3,4473 | 4,229±0,00304 |

**Tabela8:** Logaritmos dos dados referentes ao peso de 10g.

Como os coeficientes b= e a=, é possível calcular os valores de n e 𝐿𝑛(𝐴). Além disso, como 𝐴=, a aceleração angular do aro relativa a cada peso diferente utilizado pode ser calculada durante a regressão linear.

Regressão Linear:

Na regressão serão utilizadas as seguintes equações:

**Figura2** - Linearização para os valores do peso 40g.

**Figura3** - Linearização para os valores do peso 30g.

**Figura4** - Linearização para os valores do peso 20g.

**Figura5** - Linearização para os valores do peso 10g.

Os coeficientes angulares e lineares e suas incertezas podem ser encontrados em cada caso na tabela abaixo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Massa (g) | a±a | b±b |
| 40 | 1,8228±0,01469 | 0,5101±0,00503 |
| 30 | 1,8999±0,02217 | 0,5278±0,00843 |
| 20 | 2,1249±0,01546 | 0,5187±0,00517 |
| 10 | 2,4220±0,01046 | 0,5242±0,00355 |

**Tabela9:** Coeficientes lineares e angulares e suas incertezas.

Agora é possível calcular o valor de n de da aceleração angular .

e a

Expoente :

A tabela a seguir ilustra as resultados obtidos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Massa(g) | Aceleração Angular (α) | Expoente |
| 40 | 0,08256 | 1,9602 |
| 30 | 0,07403 | 1,8944 |
| 20 | 0,05742 | 1,9278 |
| 10 | 0,03280 | 1,9074 |

**Tabela10:** resultados obtidos dos valores da aceleração angular.

**Conclusão**

Com o experimento finalizado, foi possível relacionar a forma de movimentação do aro com o tempo de cada volta. Além disso, pode-se também estabelecer uma relação entre aceleração angular do aro em função dos pesos presentes que impulsionavam seu movimento. Pode-se perceber que conforme a quantidade de massa era reduzida, maior era o tempo para o aro completar cada rotação, então era cada fez menor a aceleração angular nele.

**Referencias Bibliográficas**

SEARS, F., YOUNG. H. D., FREEDMAN, R.A., ZEMANSKY, M.W., Física, vol 1. Addison Wesley (2002).

Figura 1, UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Instituto de Física. Disponível em: < http://www.infis.ufu.br/images/users/labdidaticos/Lab\_Mecanica/Lab1.pdf> Acesso em 8 abr. 2016.