

Relatório Final de F609 – Instrumentação para o ensino

Título: Um conversor de energia.

Aluno: Otávio Antonio Elias Modenesi

Orientador: Richard Landers

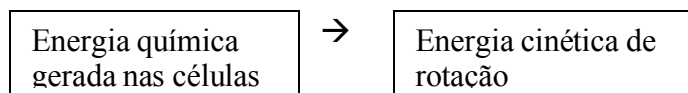
Co-orientador: Leandro A. N. de Paula

1. Resumo

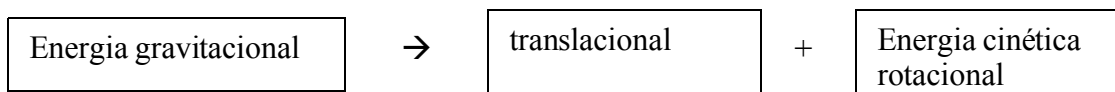
O estudo feito na conversão da energia por parte do motor gravitacional remonta, em partes, ao caso da conversão de energia realizada em um brinquedo muito simples. O brinquedo referido é o pião. A comparação é pertinente, se considerarmos que, o pião girará após puxarmos uma ponta do fio inicialmente enrolado nele próprio.

Assim como o pião, o motor gravitacional também terá uma peça que girará após ser desenrolado um fio. Entretanto, no caso do motor estudado neste projeto, a energia que será fornecida para desenrolar o fio e gerar rotação não virá da “tração” manual, mas sim da “tração” de um corpo em queda por ação da gravidade. Sendo assim, no modelo de motor gravitacional ideal haverá a rotação de um cilindro que, por sua vez, irá transferir essa energia para as rodas do carrinho na forma de energia de translação.

O processo de transferência de energia no modelo ideal durante uma brincadeira com um pião seria:



Já no caso do motor gravitacional também considerando o modelo ideal esse processo é:



Através deste modelo, isto é, desprezando se fontes dissipadoras de energia tais como atrito e resistência do ar, o pião permaneceria girando eternamente após ser desenrolado. Já o carrinho do motor gravitacional permaneceria em movimento perpétuo de translação após a queda total da massa.

Além da eficiência da energia do dito motor gravitacional, outro conceito a ser explorado neste trabalho será o momento de inércia dos corpos.

2. Modelo teórico

Todo motor funciona baseado em uma lei fundamental da física, que é a conservação da energia. Tal lei pode ser representada para um corpo em rotação numa situação considerada ideal como segue:

$$E_{total} = E_{cinética} + E_{potencial} = E_{cinéticarotação} + E_{cinética det ranslação} + E_{potencial} \quad (1)$$

Para o caso de um pião, haverá apenas a energia de rotação, considerando que o objeto não desloca o seu centro de massa. Isto é, a energia de translação é nula.

Para o motor, considerando um caso real, a energia potencial armazenada nele terá as seguintes contribuições:

$$E_{potencia lg ravitacional} = E_{cinéticarotacional} + E_{cinéticatranslacional} + E_{cinéticamassaemqueda} + E_{atrito} \quad (2)$$

Considerando que o momento de inércia dos corpos envolvidos na rotação será desprezível diante do conjunto formado por rodas, eixos e conforme apêndice então:

$$E_{potencia lg ravitacional} = E_{cinéticatranslacional} + E_{cinéticamassaemqueda} + E_{atrito} \quad (3)$$

O cálculo da eficiência é dado pela seguinte relação:

$$Eficiência = Energia cinética translacional / Energia potencial gravitacional \quad (4)$$

Método para medir a eficiência

A energia cinética translacional é dada por:

$$E_{cinéticatranslacional} = \frac{M_{conjunto} v_{mêda}^2}{2} \quad (5)$$

Para determiná-la é preciso calcular $v_{médio}$ da eq. (5).

Como seria bastante complexo realizar essas contas através de um método que envolvesse forças, a idéia foi medir utilizando cinemática.

Isso seria feito medindo um intervalo de tempo pequeno o suficiente (Δt) para considerar a velocidade constante e, assim, medindo também a distância percorrida (ΔS) encontraríamos $v_{médio}$.

A medida de $M_{conjunto}$ seria determinada através de uma balança.

Logo, sabendo que:

$$E_{potencia lg ravitacional} = mgh \quad (6)$$

Sendo m a massa de ferro, g a aceleração da gravidade e h a altura inicial da massa com relação à base do carrinho, então:

$$Eficiência = \frac{M_{conjunto} v^2_{médio}}{2mgh} \quad (7)$$

3. Material

Folha de flandres (20 x 16 cm)
 Dois eletrodos cilíndricos de ferro
 Sarrafo de madeira (base quadrada: 3 x 3 cm e altura: 1 m)
 Parafusos
 Fios
 Cabo de vassoura (madeira maciça)
 Massas de ferro
 Câmara de ar de bicicleta

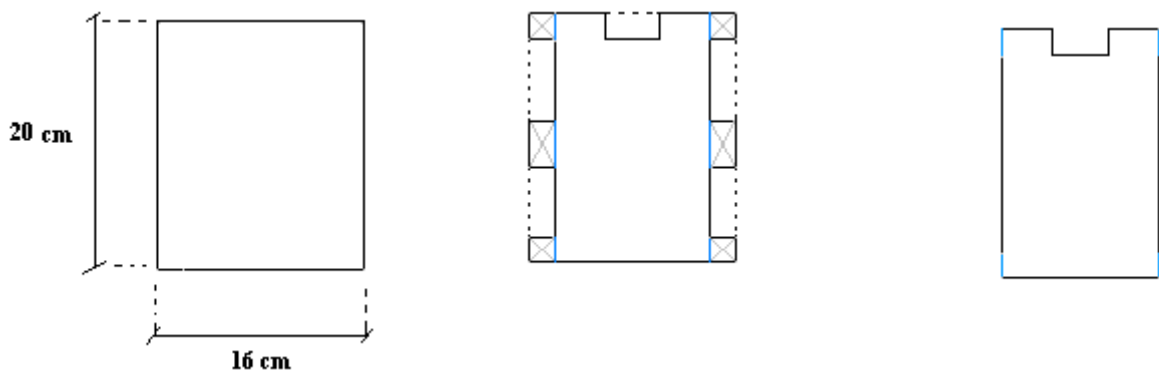
4. Descrição

A dificuldade inicial do projeto foi identificar um dos materiais listados na referência [1], isto é, identificar uma folha de flandres. Contudo, o problema foi solucionado após a ida a uma oficina e observação de que tal material é comumente utilizado em construções de calhas e rufos.

Apesar de não ter sido verificado experimentalmente, supôs-se que o material seja adequado para a situação em que poderia haver deformação. Supôs-se ainda que o formato de folha diminua os efeitos da resistência do ar tornando o motor ainda mais eficiente.

De posse da folha de flandres, o qual se trata de um material a base de aço e que oferece boa resistência mecânica quando alguma força tenta envergá-lo, iniciou-se o trabalho de realizar as medidas de acordo com a escala do desenho da referência [1]. Contudo, nada impediria que a folha de flandres fosse substituída por uma fina placa de madeira ou um fino pedaço de papelão com boa resistência à deformação.

Na seqüência das medidas e das marcações pré-determinadas no material foram feitos recortes para retirar o excesso do material na folha. Além disso, foram feitos também alguns furos. A seqüência dos passos está ilustrada na figura 1 abaixo.



a) Folha de flandres com suas dimensões originais.

b) Folha com indicações das dobras (em azul), dos furos

(centros das cruzes) e das áreas a serem retiradas.

c) Após dobras: de 90° para baixo (regiões frontal e traseira) e 90° para cima (região central).

Figura 1: Seqüência da confecção da plataforma do carrinho (vista de cima).

Parecer do Orientador:

Este é um projeto bastante simples do ponto de vista da construção do aparato que está praticamente pronto, a parte mais interessante, que ainda esta por fazer, será a análise da transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética. Nesta análise é que deveremos verificar o sucesso do projeto.

Richard Landers

Na continuação do trabalho, utilizamos o cabo de vassoura para obter algumas peças cilíndricas. Isto foi feito serrando seções transversais com diâmetro aproximado de 2,4 cm. Com isso, conseguimos quatro cilindros (três deles com espessura perto de 3,1 cm e o quarto com espessura aproximada de 1,4 cm).

Em seguida, cada um deles foi perfurado em seu centro assim como um saca-rolha atravessa totalmente uma rolha. O furo central foi feito com uma espessura ligeiramente menor que do eletrodo de ferro.

As rodas do carrinho foram confeccionadas em madeira através de um tamanho padrão. O diâmetro e a espessura são, aproximadamente, ? cm e ? cm, respectivamente. Assim como os cilindros, as rodas também foram perfuradas no seu centro.

A ilustração do carrinho após a colocação de um cilindro (escolhido entre os três de maior espessura) e das rodas nos eixos pode ser vista na figura 2 abaixo.

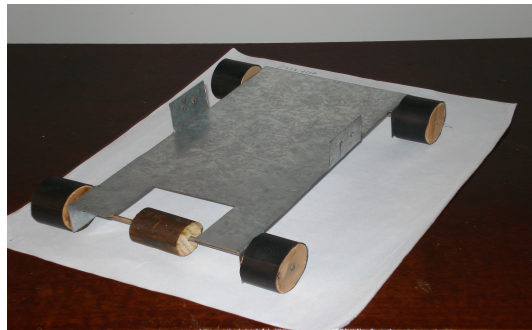


Figura 2: Plataforma montada do motor gravitacional.

Os eixos utilizados no motor gravitacional foram feitos com eletrodos de ferro. No centro de um eixo, encaixamos um dos cilindros de maior espessura. No centro de outro eixo encaixamos o cilindro de menor espessura. No cilindro de menor espessura foi feito um sulco no centro. Tal cilindro fez o papel de uma polia.

A partir do sarrafo de madeira cortamos três pedaços com medidas que seguem o indicado na referência [1].

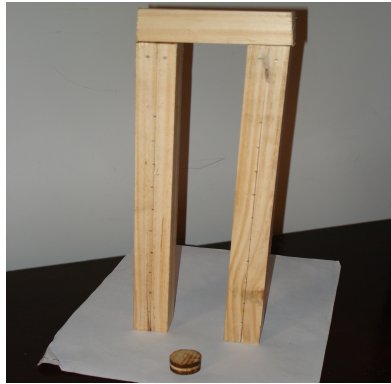


Figura 3: As traves e a polia a serem acopladas na plataforma.

E, em um cilindro será enrolado um fio (barbante ou outro) considerado inextensível. Através dele, é que se fará a transmissão da energia gravitacional da massa de ferro para as rodas.

O passo seguinte consistiu no encaixe das ripas demadeira (com aproximadamente 30 cm cada) nas dobras feitas na região central da folha e, posteriormente, o acoplamento do eixo com a polia e a massa de ferro.



Figura 4: Motor gravitacional antes do acoplamento dapolia e da massa.

5. Resultados

Testes

Os primeiros testes foram realizados com parte do motor carrinho visto na figura 2 acrescido de uma linha enrolada no cilindro central conforme visto nas figuras 3 e 4 abaixo.

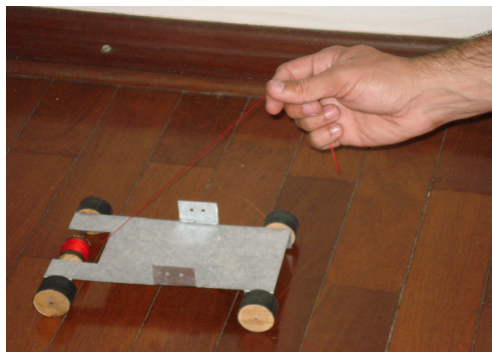


Figura 5: Teste feito puxando a linha enrolada no cilindro

Espera-se exibir os resultados finais no dia da apresentação, juntamente com as medidas dos parâmetros necessários, tais como a massa total e velocidade média do conjunto, medir a eficiência desse motor gravitacional.

6. Agradecimentos

Os meus sinceros agradecimentos ao Jorge e demais funcionários da oficina mecânica da física que me ajudaram na construção das peças e cederam o espaço para que eu pudesse realizar esse trabalho. Agradeço também meu co-orientador Leandro pelas horas disponibilizadas durante esse período e, por fim, ao meu orientador Richard Landers por ter aceitado a proposta deste simples projeto.

7. Referências

- [1] Página da internet : www.feiradeciencias.com.br no menu sala de exposições no link sala 5 no item D. Itens teóricos e experimentais.
- [2] Tipler, Paul: Física vol. 1.
- [3] <http://www.searadaciencia.uf.br/sugestões/física/mec12.htm>

Apêndices

Momento de inércia

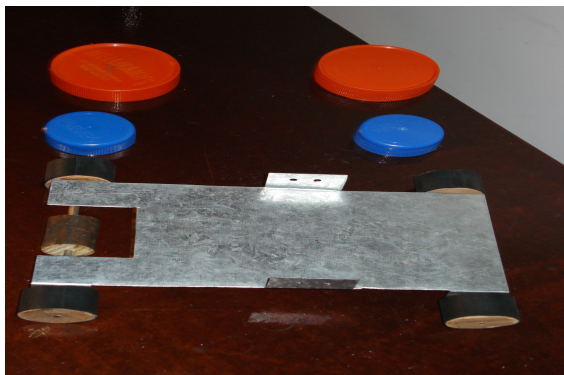


Figura 6: Plataformado carrinho ao lado de tampas de vidros de maionese e tampas de garrafas de leite (possibilidades de testá-las como rodas).

O que acontecerá com a eficiência do motor se variamos o tamanho das rodas do carrinho?

Situações possíveis para testar o motor gravitacional

Como funcionaria o motor gravitacional se fosse posto em órbita ao redor da terra?

Para responder a essa questão devemos saber que a aceleração da gravidade decresce conforme a altura do corpo aumenta em relação à superfície da terra. Essa taxa obedece à seguinte lei: $g = g_0 (1 - 2h/R)$, sendo h a altura em relação à superfície da terra. Portanto, no caso de um corpo em órbita, isto é, $h \sim R$ teríamos gravidade nula. Nesse caso, concluímos que o motor gravitacional não iria funcionar.

E se o mesmo motor fosse testado sobre a lua? O que aconteceria?

Nesse caso, bastaria saber do fato de que a lua possui aceleração da gravidade equivalente a 1/6 da aceleração da gravidade na Lua. Isso afetaria no valor da velocidade alcançada e da distância percorrida pelo carrinho. Entretanto não afetaria a eficiência, a qual não depende exclusivamente de g .