

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

FERNANDO MEDEIROS

JOALDINO NETO

JONATAS DA SILVA

RAMON DIAS

RELATÓRIO

QUEDA LIVRE E OSCILAÇÃO

SALVADOR

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

FERNANDO MEDEIROS
JOALDINO NETO
JONATAS DA SILVA
RAMON DIAS

RELATÓRIO QUEDA LIVRE E OSCILAÇÃO

Relatório para obtenção de nota na disciplina
FISA75 - Elementos do Eletromagnetismo e de
Circuitos Elétricos, ministrada pelo professor Luiz
Antonio Vieira Mendes, na Universidade Federal da
Bahia

SALVADOR
2017

1. Introdução

Na Física, existe o conceito de energia conservativa. São aquelas em que, num sistema ideal, não ocorreria perda. Desnecessário dizer, não vivemos num mundo onde sistemas ideais são possíveis. Mas em muitos casos, o cálculo das energias conservativas conseguem aproximações muito boas, uma vez que se pode fazer um cálculo onde as interações com o ambiente são mínimos ou desprezíveis.

Três grandezas fundamentais são conservativas: a energia, o momento linear, e o momento angular. Seguindo essa linha, existem também as forças conservativas, como a gravidade e a força elástica, que possuem uma energia potencial associadas a elas, ou seja, uma energia que pode ser recuperada, se considerarmos um sistema ideal.

Neste relatório, abordaremos as energias conservativas, nos valendo de 3 experimentos: dois deles, com uma esfera em queda livre, e o terceiro utilizando um pêndulo preso a uma ponte.

Os dados obtidos a partir dos experimentos serão apresentados neste relatório, sendo também utilizado a linguagem R e respeitando o Sistema Internacional de Unidades (SI).

2. Experimento 1: Queda Livre

2.1 Introdução

Este primeiro experimento é composto por uma haste vertical, onde estão dois sensores ópticos. Acima deles, se encontra um eletroímã, e abaixo, uma cesta. Sensores, eletroímã e cesta estão alinhados verticalmente. O eletroímã está conectado a uma chave e a um cronômetro.

Colocamos uma bola de metal presa pelo eletroímã ligado. Quando a chave é desligada, o cronômetro se inicia, e a esfera, sem a força magnética para lhe atrair, cair. Quando a esfera passa pelo segundo sensor, o cronômetro para.

No primeiro experimento, o sensor superior fica parado, e modificamos a altura do inferior 6 vezes. Verificamos a altura h , relativa a distância entre o meio do sensor superior, e a base da esfera em repouso (no eletroímã), e o $x(t)$, a distância entre os sensores, além de coletar o tempo de deslocamento da esfera para cada $x_i(t)$ ($i = [1, 6]$) duas vezes. Depois, fazemos o cálculo da velocidade inicial, do deslocamento que a esfera teoricamente realizaria, e comparamos com a nossa coleta.

No segundo, o procedimento é semelhante, porém, deixamos o sensor inferior parado, próximo à rede, e movimentamos o sensor superior. Com isso, coletamos os tempos de deslocamento.

2.2 Dados do Experimento

Os dados obtidos no experimento realizado em laboratório segue na planilha abaixo:

Tabela 1 - Dados do experimento de Queda Livre						
	Config. 1	Config. 2	Config. 3	Config. 4	Config. 5	Config. 6
h (m)	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098
t_1 (s)	0,087	0,106	0,132	0,173	0,204	0,236
t_2 (s)	0,086	0,107	0,133	0,173	0,205	0,237
t (s)	0,0865	0,1065	0,1325	0,173	0,2045	0,2365
X_{exp} (t) (m)	0,156	0,2	0,205	0,381	0,480	0,595
v_0 (m/s)	1,384747919					
Sv_0 (m/s)						
X_{teor} (t) (m)	0,156381243	0,20295797	0,269358129	0,387503435	0,487750975	0,601093873
S_{xteor}						

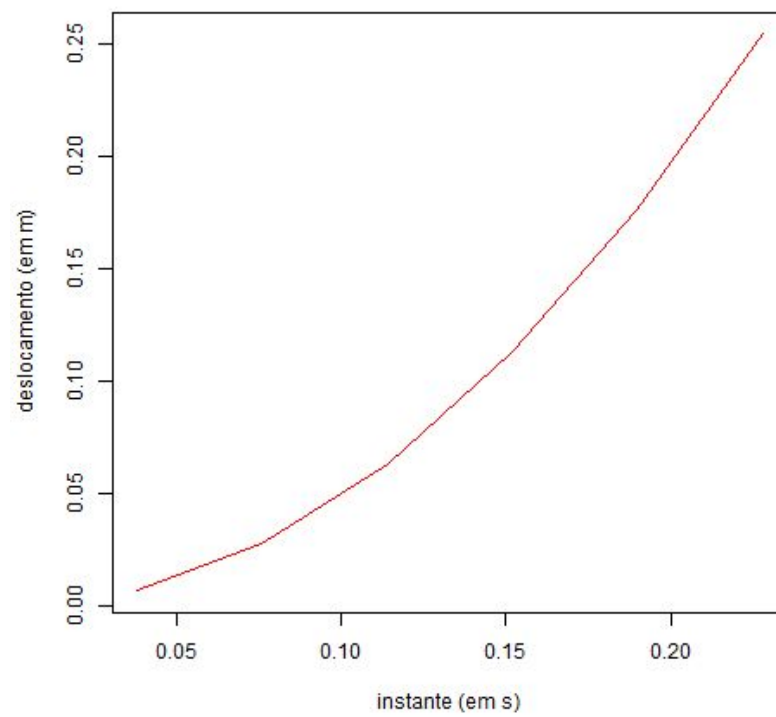
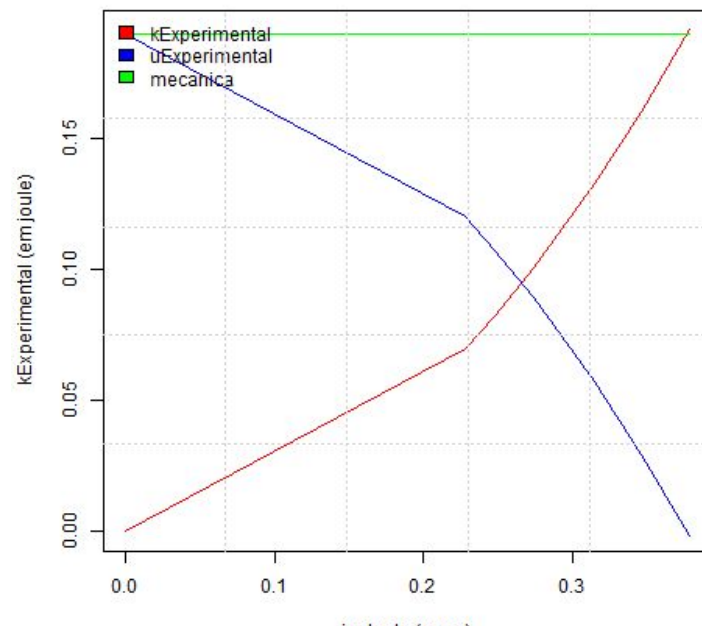
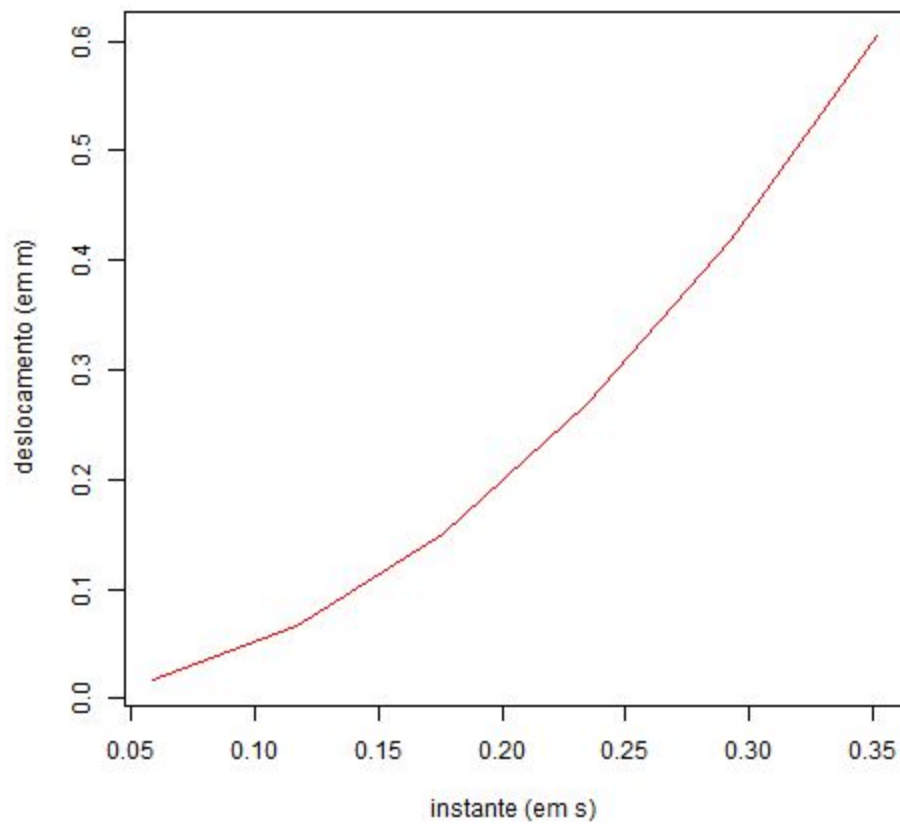
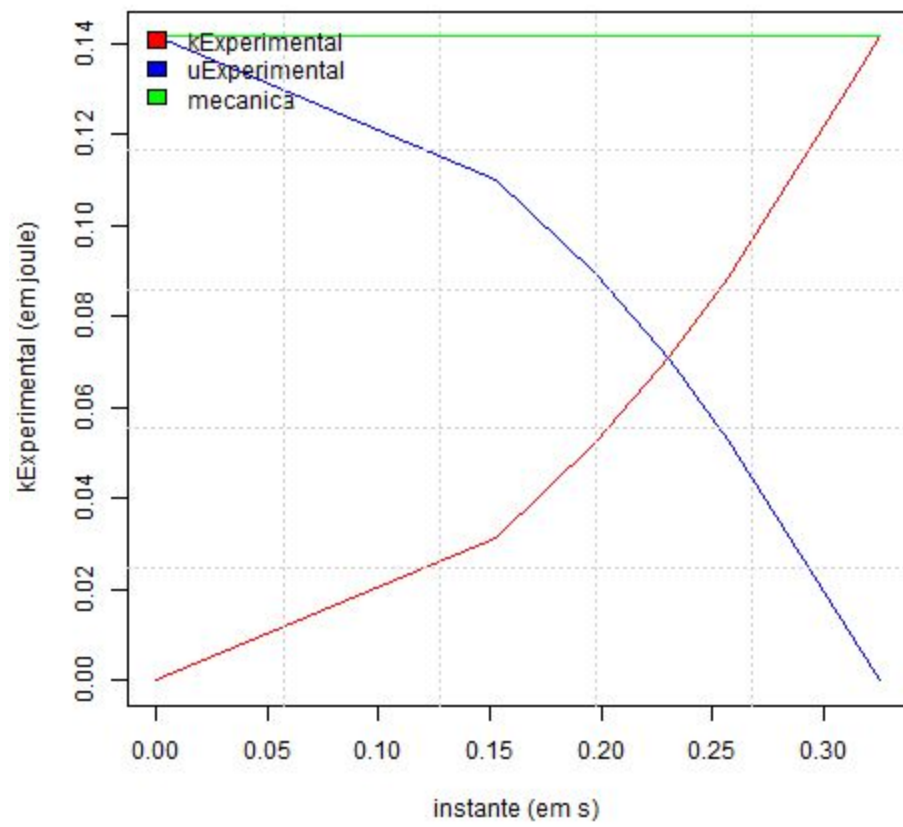


Tabela 2 - Dados do experimento de Queda Livre

	Config. 1	Config. 2	Config.3	Config.4	Config. 5	Config. 6
h (cm)	9,8	16,7	23,9	29,5	45,7	60,4
t1 (s)	0,154	0,199	0,231	0,257	0,318	0,361
t2 (s)	0,152	0,196	0,230	0,257	0,317	0,364
t (s)	0,153	0,1975	0,2305	0,257	0,3175	0,3625





2.3 Cálculos a cerca do experimento

Para cálculos das ocorrências físicas interessantes para o relatório foram separadas umas delas para análise, sendo:

- Cálculo da energia potencial no ponto de análise é dado pela expressão: $U=mgh$;
- Cálculo do trabalho realizado pelo objeto em queda livre: $F_g=mg$;
- Cálculo da energia cinética: $K=1/2m v^2$;
- Cálculo da energia mecânica: $E_{mec} = K+U$;

Para análise física do experimento em questão existem algumas forças que são inerentes ao qualquer corpo, como elas à força peso. É com ela também que verificamos o trabalho realizado pelo corpo em queda livre, e a energia cinética obtida da transferência da energia potencial do corpo.

A energia é conservativa, desprezando-se a forças de resistência, e a energia cinética retorna a potencial quando o esfera atinge a sacola existente no final do percurso.

Cálculo para a primeira etapa do experimento com suas respectivas configurações:

Config.	h (m)	t1 (s)	t2 (s)	t (s)	U (J)	F _g (J)	K (J)	E _{mec} (J)
1	0,098	0,087	0,086	0,0865	0,0026	0,2739	0,0455	0,0481
2	0,098	0,106	0,107	0,1065	0,0026	0,2739	0,0493	0,0519
3	0,098	0,132	0,133	0,1325	0,0026	0,2739	0,0335	0,0381
4	0,098	0,173	0,173	0,173	0,0026	0,2739	0,0679	0,0785
5	0,098	0,204	0,205	0,2045	0,0026	0,2739	0,0771	0,0797
6	0,098	0,236	0,237	0,2365	0,0026	0,2739	0,0886	0,0912

$$S=S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

3. Experimento 2: Pêndulo

3.1 Introdução

Para este experimento existe uma massa presa a um fio e este fio está fixado em uma base. No nosso caso, a base é uma ponte / passagem existente no Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia.

O experimento foi realizado em campo e não foi considerada as resistências externas, com isto os valores de período coletados, bem como os resultados para o comprimento do fio são diferentes. O experimento consiste em coletar o período do pêndulo, e através dele determinar o comprimento do fio para cada coleta.

3.2 Dados do Experimento

Os dados obtidos no experimento realizado em campo seguem na tabela a baixo:

Tabela 3 - Dados do experimento de Pêndulo						
	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	Tempo 6
t1 (s)	6.06	6.17	5.96	6.41	5.9	
t2 (s)	6.1	5.89	6.3	6.21	6.08	

3.3 Função R para cálculo do Comprimento do Pêndulo

```
PendulumLengthEq <- function(t, g = 9.78033) {  
  ((t/(2*pi))^2)*g  
}  
  
t1Mean = mean(data$verificacao.1[c(1:5)])  
t2Mean = mean(data$verificacao.2[c(1:5)])  
  
t = mean(c(t1Mean,t2Mean))  
  
length = PendulumLengthEq(t)  
print(length)|
```

3.4 Cálculo do Comprimento do Fio L

Para cálculo do comprimento do fio será usada a fórmula:

$$T = 2\pi\sqrt{L/g} \Rightarrow (T)^2 = (2\pi)^2 (\sqrt{L/g})^2 \Rightarrow (T)^2 = (2\pi)^2 (L/g) \Rightarrow (T)^2 g / (2\pi)^2 = L, \text{ então } L = (T)^2 g / (2\pi)^2.$$

Cálculo do comprimento do fio:

$$L = (6,108)^2 \cdot 9,783 / (2\pi)^2 \Rightarrow L = 9.24255 \text{ m (comprimento do fio)}$$

$$\text{Altura da ponte} \Rightarrow 9.34255 \text{ m}$$

4 Funções do R

```
# Velocity Equation based on time and acceleration
velocityEqAT <- function(t, a = 9.78033 ,v0 = 0) {
  return (v0 + a*t);
}

# Time Equation based on Velocity and acceleration
timeEqVA <- function(v, a = 9.78033 ,v0 = 0) {
  return (v/a);
}

# Velocity Equation based on acceleration and movement
velocityEqAX <- function( deltaX, v0 = 0, a = 9.78033) {
  return (sqrt(v0^2 + 2*a*deltaX));
}

MecanicEnergy = function(L,K){
  return (L+K)
}

work = function(f,d){
  return (f*d)
}
```

4.1 Função para detecção de espaço amostral do experimento 1

É possível verificar o ponto, no espaço, o qual em um dado momento o corpo passa. Para isto usaremos uma expressão do movimento retilíneo uniforme, como demonstrada abaixo:

```
# Deslocamento em movimento retilíneo uniforme
movementRUV <- function(t,a = 9.78033,s0 = 0,v0 = 0) {
  return (s0 + v0*t + (a*(t^2))/2)
}
```

4.2 Função para determinar o comprimento do fio do pêndulo

Para determinar o comprimento do fio existente no experimento usa-se a equação abaixo:

```
# Equation for the pendulum length
PendulumLengthEq <- function(t, g = 9.78033) {
  ((t/(2*pi))^2)*g
}
```

Nela é usado o período, o qual é o tempo que o pêndulo realiza um ciclo completo, sendo este o valor obtido no experimento e único dado existe para os cálculos.

4.3 Função para obtenção da Energia do corpo

```
kinectEnergy = function(m,v){
  return ((1/2)*m*(v^2))
}
potentialEnergy = function(m,h,g = 9.78033){
  return(m*g*h)
}
MecanicEnergy = function(L,K){
  return(L+K)
}
```