



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
FÍSICA EXPERIMENTAL I  
PROF. JEREMIAS ARAÚJO**

## **PRÁTICA 8: TRABALHO E ENERGIA**

### **INTRODUÇÃO**

O trabalho é a medida da transferência da energia. Na ausência de atrito, podemos considerar o trabalho realizado por um móvel como sendo positivo, desde que este aumente sua energia cinética ou sua energia potencial. Para que haja trabalho realizado por um corpo é necessário aplicação de uma força ao longo ou na direção do movimento deste corpo. Se a força for constante e paralela ao caminho do corpo, o trabalho pode ser calculado pela expressão  $W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s}$ ;

Se a força não for constante, nos podemos calcular o trabalho usando uma técnica gráfica. Se dividirmos o deslocamento em pequeno incremento de deslocamento  $\Delta s$ , a força em cada incremento é praticamente constante. O trabalho realizado pelo corpo durante cada segmento pode ser calculado usando a expressão acima. O trabalho total realizado durante todo o deslocamento é igual a soma dos trabalhos de cada um dos segmentos individuais;  $W = \sum \mathbf{F}(\mathbf{s}) \cdot \Delta s$

Esta soma pode ser calculada graficamente como a área sobre a curva da força versus distância.

Estas equações para trabalho podem ser facilmente medidas através do uso do sensor força e do detector de movimento. Neste caso o teorema do trabalho-energia, o qual relaciona o trabalho realizado com a variação de energia cinética e da variação da energia potencial poder ser dada por :  $W = \Delta PE + \Delta KE$  ; onde  $\Delta PE$  é a variação da energia potencial e  $\Delta KE$  é a variação da energia cinética.

Nesta experiência iremos investigar a relação entre trabalho, energia potencial e energia cinética.

### **OBJETIVO**

- Medir a posição e força do corpo, da massa e do sistema corpo-massa;
- Determinar o trabalho realizado pelo corpo usando o gráfico de  $\mathbf{F} \times \mathbf{s}$ ;
- Medir a velocidade e calcular a energia cinética;
- Comparar o trabalho realizado pelo sistema corpo-massa com a variação da energia mecânica;

### **MATERIAL**

PC, DETECTOR DE MOVIMENTO, SENSOR FORÇA, INTERFACE, LOGGER PRO, MASSA (200G E 400g), mola (  $k \approx 10$  N/m);

### **PROCEDIMENTO**

#### **PARTE I: TRABALHO REALIZADO QUANDO A FORÇA É CONSTANTE.**

1. Conecte o Detector de Movimento na PORT 2 e Sensor Força em DIN 1 na interface;
2. Usando o Sensor Força em duplo intervalo, abre-se "EXP18DRA" em Physics with Computers no arquivo do LOGGER PRO. Selecione a posição do sensor em 10N. Três janelas iram aparecer na tela do computador que são distância x tempo, força x tempo e força x distância.

3. Escolha a opção calibrar no menu experimento. Clicar no porta PORT1 (DIN1 para SF) Entre com 0 (zero) no valor 1 do campo. Espere estabilizar e clique em KEEP, isto define a condição de força zero;
4. Coloque a massa de 400g no SF. Este marcará a força de 4,9N. Entre com 3,6 no valor 2 do campo e depois leia a entrada 1 mostrada e estabilizada, clique KEEP. Clique OK para fechar a caixa de dialogo.
5. Retire a massa de 400g e calibre o Sensor Força para zerar novamente. Coloque a massa de 200g no Sensor Força. Com a mão movimentamos o sistema sensor mais massa, na posição vertical acima do Detector de Movimento. A distância entre eles é de 0,5m; Clique COLLECT para iniciar a obtenção das medidas. O tempo vai variar de 0 a 5 segundos.
6. Examine os gráficos dist x tempo, e força x tempo, clicando em examine, identifique nos mesmos a parte em que se tem velocidade constante. Preenchendo a tabela com os valores dados nos gráficos. Tanto os valores iniciais como os finais do movimento realizado no experimento;
7. Determine a força média exercida pelo sistema. Clicando no botão Statistics, para calcular a força média; Preencha a tabela com este valor;
8. Selecione a região de interesse no gráfico da força x distância para achar o trabalho realizado pelo sistema em estudo; clicando em integral, o mesmo irá fornecer o valor da área sobre a curva do gráfico, que é numericamente igual ao trabalho. Preencha a tabela com este valor. Imprimir o gráfico. A figura mostra a disposição do equipamento.



## RESULTADOS

A seguir mostraremos na tabela os resultados obtidos na realização da experiência. Preencher a tabela com os dados obtidos no experimento;

Para m=200g

	Tempo (s)	Distância (m)
Início movimento		
Fim movimento		

Força média (N)	
Trabalho realizado (J)	
Integral –força x distância (N.m)	
$\Delta PE$ (J)	

Para m=400g

	Tempo (s)	Distância (m)
Início movimento		
Fim movimento		

Força média (N)	
Trabalho realizado (J)	
Integral –força x distância (N.m)	
$\Delta PE$ (J)	

## Parte II. TRABALHO REALIZADO POR UMA MOLA DISTENDIDA.

### OBJETIVO

1. Esta experiência tem por objetivo a comprovação de que o trabalho realizado por uma força variável que atua sobre uma mola é igual à variação da energia potencial elástica.

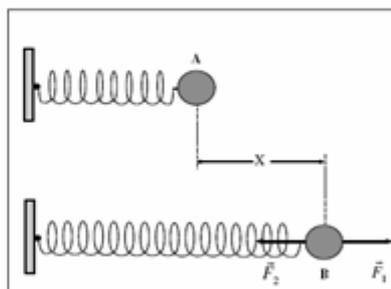
### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A força possui duas características fundamentais em Física: ela é capaz de acelerar um corpo ou deformar um corpo elástico.

Quando aplicamos uma força  $F$  em uma mola ela se deforma. A figura mostra um corpo de massa  $m$  preso, a uma mola de constante  $K$ .

Inicialmente o corpo está na posição A. Quando aplicamos uma força  $F_1$  para levar o corpo para a posição B aparece uma força  $F_2$ , cuja função é estabelecer o equilíbrio do sistema. Daí o nome de força restauradora.

Você já sabe que para deformar uma mola de uma elongação  $X$ , é necessário um trabalho que é dado por:  $W = \Delta E_p = \frac{K \cdot x_2^2}{2} - \frac{K \cdot x_1^2}{2}$ , onde  $\Delta E_p$  = variação da energia potencial elástica.



Neste experimento iremos calcular o trabalho de uma força sobre uma mola estendida, em que a força não é constante. Portanto o trabalho pode ser calculado usando a área sob a curva no gráfico da força x distância.

## 2. Material

Sensor força , detector de movimento, interface , Logger Pro, PC Windons, mola, suporte de mesa, uma vareta de 25cm.

## 3. Procedimento

Use o sensor força colocando uma extremidade presa à mola e a outra prenda na vareta que está fixa no suporte de mesa. Na parte da frente do sensor força ponha o detector de movimento apoiado na mesa.

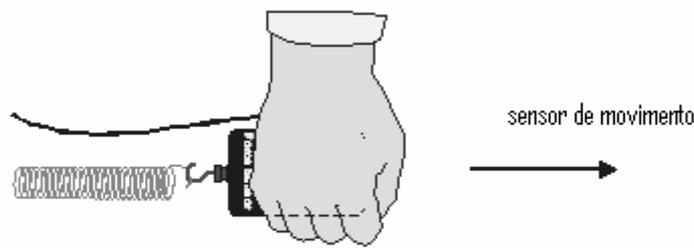
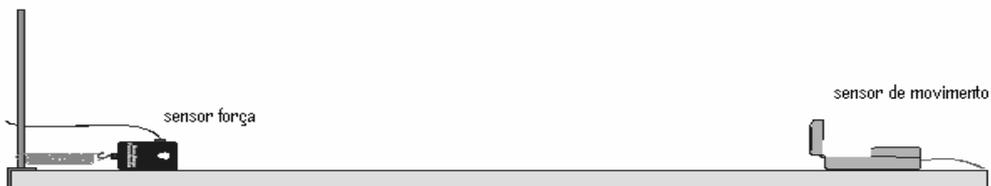
Abra em “exp18drb em física para computador” no arquivo do Logger Pro. Três janelas de gráficos são visualizados na tela do computador: distância x tempo, força x tempo e força x distância. A distância entre os sensores devem ser de 1,0m, ao longo da linha da mola. uma régua marque a posição inicial do sensor força, situação em que a mola está relaxada.

Clicar em colete para iniciar as medidas. Não esticar muito a mola para não danificá-la.

Movimente o sensor força e estique suavemente a mola, observando a distância de até 50cm do detector de movimento.

Com o ícone examine identifique o início e o fim da realização do trabalho da força elástica e complete a tabela com suas medidas.

Já no gráfico de força x distância faça o ajuste de reta e identifique o valor da constante elástica da mola. Complete a tabela com o valor determinado. A figura ilustra o equipamento.



#### 4. Resultados

Complete a tabela com suas medidas

	Tempo (s)	Distância (m)
Início		
Fim		
Constante elástica(N/m)		

A área sob o gráfico da força x distância dá o trabalho realizado pela mola. Com o cursor na posição inicial arraste até 10cm e colete os valores, depois faça o mesmo para o posição final arrastando até a posição de 20cm. Selecione o ícone em integral para determinar o trabalho até 10cm e depois até 20cm, completando a tabela a seguir com suas medidas.

Selecione a porção do gráfico correspondente ao máximo e ache o trabalho e complete a tabela abaixo.

	10cm	20cm	máximo
Integral(durante esticar)(N.m)			
$\Delta PE(J)$			

Questões:

1. Construir o gráfico de F versus deformação da mola. Achar a constante elástica  $K = \text{___} \text{ N/m}$ . Faça o ajuste de retas no seu gráfico.
2. Calcule o trabalho total W para deformar a mola através da área sob o gráfico;
3. Calcule também a variação de energia potencial elástica da mola  $\Delta PE = \text{___} \text{ J}$ ;

#### 5. Referências

- RESNICK, HALLIDAY, KRANE; V.1; 4ª ed.; Editora LTC – Livros Técnicos e científicos, Rio de Janeiro – RJ – 1996.
- TIPLER, Paul A., V.1; 4ª ed.; Editora LTC – Livros Técnicos e científicos, Rio de Janeiro – RJ.
- SERWAY, V.1; 4ª ed.; Editora LTC – Livros Técnicos e científicos; Rio de Janeiro – RJ.
- Manual de experimentos do VERNIER Software