



**Universidade de Brasília**  
Instituto de Física  
Física Experimental 1

**Relatório 02.1:**  
Relação Entre Trabalho e Energia Cinética

Turma 27  
Grupo: 02

Anthony Ribeiro Rocha	Mat:22/2014840
Francisco Ribeiro de Souza Campos	Mat:22/2014590
Pedro de Lacerda Rangel	Mat:24/1027072

Professor:  
Jailton Correia Fraga Junior

**2 de dezembro de 2024**

# 1 Objetivos

O experimento tem como objetivo recapitular os resultados do experimento 02 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, que analisava o movimento de um carrinho deslizando sobre um trilho de ar horizontal sem atrito, acoplado a um peso suspenso, de modo a estudar as leis fundamentais da cinemática e da dinâmica em sistemas com atrito desprezível conforme o sistema apresentado na figura 1, com intuito de verificar se a variação da energia cinética no sistema é igual ao trabalho realizado pela força externa verificando a discrepância.

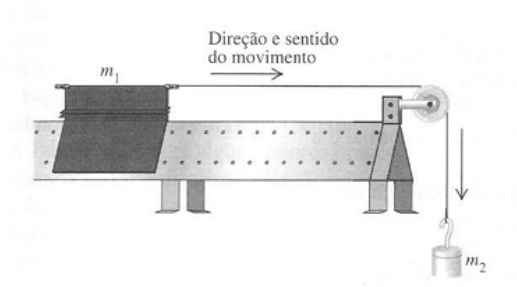


Figura 1: Ilustração do Sistema Carrinho + Peso Suspenso

# 2 Materiais

1. 01 trilho de 120cm conectado a uma unidade de fluxo de ar;
2. 01 cronômetro digital multifunções com fonte DC 12V;
3. 01 sensor fotoelétrico com suporte fixador
4. 01 eletroímã com bornes e haste;
5. 01 fixador de eletroímã com manípulo;
6. 01 chave liga-desliga;
7. 01 Y de final de curso com roldana raiada;
8. 01 suporte para massas;
9. 01 massa de  $\simeq 10\text{g}$  com furo central de diâmetro 2,5 mm;
10. 01 massa de  $\simeq 20\text{g}$  com furo central de diâmetro 2,5 mm;
11. 01 pino para carrinho com fixador para eletroímã;
12. 01 carrinho para trilho cor preta;
13. 01 pino para carrinho para interrupção de sensor;
14. 01 pino para carrinho com gancho;
15. Cabos de ligação e cabos de força;
16. Balança Digital Acculat VT200;
17. Paquímetro Somet;
18. Micrômetro Mitutoyo;
19. Python.

### 3 Introdução

O experimento realizado investiga o comportamento de um sistema composto por um carrinho deslizando em um trilho de ar horizontal sem atrito, conectado a um peso suspenso por meio de um fio inextensível que passa sobre uma polia ideal. A dinâmica do sistema pode ser descrita pelas leis de Newton. Ao aplicar a segunda lei para cada corpo, obtém-se as equações 1 para o carrinho e 2 para o peso suspenso:

$$T = m_1 \cdot a, \quad (1)$$

$$m_2 \cdot g - T = m_2 \cdot a, \quad (2)$$

onde  $T$  é a força exercida pelo fio,  $a$  é a aceleração do sistema,  $m_1$  é a massa do carrinho e  $m_2$  é a massa do peso suspenso.

Somando essas equações, verifica-se a relação dada pela equação 3:

$$P = (m_1 + m_2) \cdot a \quad (3)$$

Multiplicando-se os dois lados da equação por  $\Delta S$ , obtém-se a equação 4:

$$P \cdot \Delta S = (m_1 + m_2) \cdot a \cdot \Delta S \quad (4)$$

Isolando-se o termo  $a \cdot \Delta S$  na equação  $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$  do movimento com aceleração constante e substituindo em (3), obtém-se a equação 6:

$$P \cdot \Delta S = \frac{(m_1 + m_2) \cdot v^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) \cdot v_0^2}{2} \quad (5)$$

O produto  $P \cdot \Delta S$  é o trabalho ( $W$ ) realizado pela força peso. A grandeza  $(m_1 + m_2) \cdot v^2/2$  é a energia cinética do conjunto (carrinho + peso suspenso) em um determinado instante. Logo, a equação mostra que o trabalho realizado pela força peso é igual à variação da energia cinética ( $\Delta K$ ).

$$W = \Delta K = K - K_0 \quad (6)$$

Dessa forma, essa relação pode ser verificada medindo-se o peso do corpo suspenso e o deslocamento para se determinar o trabalho realizado pelo peso. Medindo-se a massa total do sistema e as velocidades inicial e final para se determinar a variação de energia cinética. Comparando-se o intervalo de valores previstos para o trabalho com o intervalo de valores previstos para a variação da energia cinética pode-se concluir se há ou não discrepância significativa entre eles.

### 4 Procedimento e análise de dados

A análise de dados para compreender a relação entre trabalho e energia cinética foi conduzida com base nas informações coletadas do experimento 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, o qual forneceu valores fundamentais, como as massas envolvidas, a velocidade instantânea e o deslocamento do sistema presentes nas seguintes tabelas:

Massas (g)	
Erro Instrumental	1.000
Carrinho	$221.000 \pm 1.000$
Suporte	$8.120 \pm 1.020$
Massa Adicional	$30.140 \pm 2.040$
Total Suspensa	$38.260 \pm 3.060$
Conjunto (Carrinho+Suspensa)	$251.000 \pm 3.040$

Tabela 1: Tabela das massas

$\Delta S_m \pm \Delta(\Delta S)$ (m)	$V_m \pm \Delta V$ (m/s)
10.000 $\pm$ 0.050	0.529 $\pm$ 0.045
20.000 $\pm$ 0.050	0.706 $\pm$ 0.079
30.000 $\pm$ 0.050	0.907 $\pm$ 0.130
40.000 $\pm$ 0.050	1.024 $\pm$ 0.199
50.000 $\pm$ 0.050	1.134 $\pm$ 0.253
60.000 $\pm$ 0.050	1.270 $\pm$ 0.255
70.000 $\pm$ 0.050	1.270 $\pm$ 0.255
80.000 $\pm$ 0.050	1.323 $\pm$ 0.332

Tabela 2: Tabela da Velocidade instantânea ( $V$ ) no final de cada deslocamento ( $\Delta S$ )

Inicialmente, determinou-se o peso da massa  $m_2$ , utilizando a relação

$$P = m_2 \cdot g,$$

onde  $g$  é a aceleração da gravidade, adotada como  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

O cálculo do trabalho realizado pela força peso sobre o sistema considerou o deslocamento  $d$  previamente medido e a fórmula

$$W = P \cdot d,$$

permitindo quantificar a energia transferida ao sistema.

A energia cinética associada ao movimento do carrinho de massa  $m_1$  foi calculada com base na expressão

$$K = \frac{1}{2}m_1v^2,$$

na qual  $v$  representa a velocidade instantânea registrada no experimento. Esse procedimento possibilitou a análise da variação da energia cinética, elemento central para validar o Teorema Trabalho-Energia, que estabelece que o trabalho realizado por forças externas sobre um corpo é equivalente à variação de sua energia cinética [Resnick e Halliday 2002].

Por fim, comparou-se o trabalho realizado pela força peso com a diferença entre a energia cinética final e inicial do sistema, de modo a verificar se os dados experimentais corroboram o teorema mencionado. Essa abordagem não apenas relaciona as grandezas medidas anteriormente, mas também consolida o entendimento das interações entre trabalho e energia no contexto de sistemas físicos idealizados.

Para isso, foi utilizado o recurso de programação pela linguagem *Python*, visto que sendo as medições as entradas, os passos necessários para a estimativa das densidades poderiam ser baseados apenas nas operações de função e orientação a objeto apresentadas no código a seguir:

```
import math

class medida:
    def __init__(self, x, dx):
        self.x = x
        self.dx = dx
    def __add__(self, outro):
        x = self.x + outro.x
        dx = self.dx + outro.dx
        return medida(x, dx)
    def __sub__(self, outro):
        x = self.x - outro.x
        dx = self.dx + outro.dx
        return medida(x, dx)
    def __mul__(self, outro):
        x = self.x * outro.x
```

```

        dx = self.x * outro.dx + outro.x * self.dx
        return medida(x, dx)
def __truediv__(self, outro):
    x = self.x / outro.x
    dx = (self.dx + self.x / outro.x * outro.dx) / outro.x
    return medida(x, dx)
def __str__(self):
    return ("{0} ± {1}").format(self.x, self.dx)

def ler_amostragem(amostragem, erro_instrumental):
    n = len(amostragem)
    medio = 0
    for valor in amostragem:
        medio += valor
    medio /= n
    desvio = 0
    for valor in amostragem:
        desvio += (valor - medio) ** 2
    desvio /= n * (n - 1)
    desvio = math.sqrt(desvio)
    return medida(medio, desvio + erro_instrumental)

# experimento 2

# Tabela 1 - Massas utilizadas
erro_balanca = 1 # g
massa_carrinho = ler_amostragem([221.0, 221.0, 221.0, 221.0,
221.0], erro_balanca)
massa_suporte = ler_amostragem([8.2, 8.1, 8.1, 8.1, 8.1],
erro_balanca)
massa_adicional_10g = ler_amostragem([10.1, 9.9, 9.9, 9.9, 9.9],
erro_balanca)
massa_adicional_20g = ler_amostragem([20.2, 20.2, 20.2,
20.2, 20.2], erro_balanca)
massa_adicional = massa_adicional_10g + massa_adicional_20g

# Tabela 2 - Diametro do pino
erro_paquimetro = 0.0005 # cm
diametro_pino = ler_amostragem([0.635, 0.635, 0.635,
0.635, 0.635], erro_paquimetro)

# Tabela 3 - Posicao inicial
erro_regua = 0.05 # cm
posicao_inicial = medida(24.1, erro_regua)

# Tabela 4 - Medidas do tempo de deslocamento (t) e do intervalo
de tempo (dt) para diferentes valores de deslocamento
# erro_cronometro = 0.001 # s
# # dx = 10
# t_10 = ler_amostragem([0.377, 0.376, 0.378, 0.384,
0.372], erro_cronometro)
# dt_10 = ler_amostragem([0.012, 0.012, 0.012, 0.012,

```

```

0.012], erro_cronometro)
# # dx = 20
# t_20 = ler_amostragem([0.536, 0.537, 0.537, 0.537,
0.538], erro_cronometro)
# dt_20 = ler_amostragem([0.009, 0.009, 0.009, 0.009,
0.009], erro_cronometro)
# # dx = 30
# t_30 = ler_amostragem([0.660, 0.659, 0.660,
0.659, 0.659], erro_cronometro)
# dt_30 = ler_amostragem([0.007, 0.007, 0.007,
0.007, 0.007], erro_cronometro)
# # dx = 40
# t_40 = ler_amostragem([0.763, 0.764, 0.763,
0.763, 0.762], erro_cronometro)
# dt_40 = ler_amostragem([0.006, 0.006, 0.006, 0.007,
0.006], erro_cronometro)
# # dx = 50
# t_50 = ler_amostragem([0.852, 0.852, 0.852,
0.852, 0.852], erro_cronometro)
# dt_50 = ler_amostragem([0.005, 0.006, 0.006,
0.005, 0.006], erro_cronometro)
# # dx = 60
# t_60 = ler_amostragem([0.934, 0.934, 0.933,
0.934, 0.933], erro_cronometro)
# dt_60 = ler_amostragem([0.005, 0.005, 0.005,
0.005, 0.005], erro_cronometro)
# # dx = 70
# t_70 = ler_amostragem([1.006, 1.004, 1.007,
1.005, 1.014], erro_cronometro)
# dt_70 = ler_amostragem([0.005, 0.005, 0.005,
0.005, 0.005], erro_cronometro)
# # dx = 80
# t_80 = ler_amostragem([1.080, 1.076, 1.078,
1.076, 1.076], erro_cronometro)
# dt_80 = ler_amostragem([0.005, 0.005, 0.004,
0.005, 0.005], erro_cronometro)

# experimento 2.1  RELACAO ENTRE TRABALHO E ENERGIA CINETICA

DEZ_A_MENOS_2 = medida(1e-2, 0)
DEZ_A_MENOS_3 = medida(1e-3, 0)

# dados experimentais

# Tabela 1 - Massas utilizadas
massa_total_suspensa = massa_suporte + massa_adicional # g
massa_conjunto = massa_carrinho + massa_total_suspensa # g

# Tabela 2  Velocidade instantanea (V) no final de
cada deslocamento (  $\Delta S$  )
erro_cronometro = 0.001 # s

```

```

# dx = 10
t_10 = ler_amostragem([0.377, 0.376, 0.378, 0.384,
0.372], erro_cronometro)
dt_10 = ler_amostragem([0.012, 0.012, 0.012, 0.012,
0.012], erro_cronometro)
v_10 = diametro_pino / dt_10 * DEZ_A_MENOS_2 # [m/s]
# dx = 20
t_20 = ler_amostragem([0.536, 0.537, 0.537,
0.537, 0.538], erro_cronometro)
dt_20 = ler_amostragem([0.009, 0.009, 0.009,
0.009, 0.009], erro_cronometro)
v_20 = diametro_pino / dt_20 * DEZ_A_MENOS_2
# dx = 30
t_30 = ler_amostragem([0.660, 0.659, 0.660,
0.659, 0.659], erro_cronometro)
dt_30 = ler_amostragem([0.007, 0.007, 0.007,
0.007, 0.007], erro_cronometro)
v_30 = diametro_pino / dt_30 * DEZ_A_MENOS_2
# dx = 40
t_40 = ler_amostragem([0.763, 0.764, 0.763,
0.763, 0.762], erro_cronometro)
dt_40 = ler_amostragem([0.006, 0.006, 0.006,
0.007, 0.006], erro_cronometro)
v_40 = diametro_pino / dt_40 * DEZ_A_MENOS_2
# dx = 50
t_50 = ler_amostragem([0.852, 0.852, 0.852,
0.852, 0.852], erro_cronometro)
dt_50 = ler_amostragem([0.005, 0.006, 0.006,
0.005, 0.006], erro_cronometro)
v_50 = diametro_pino / dt_50 * DEZ_A_MENOS_2
# dx = 60
t_60 = ler_amostragem([0.934, 0.934, 0.933,
0.934, 0.933], erro_cronometro)
dt_60 = ler_amostragem([0.005, 0.005, 0.005,
0.005, 0.005], erro_cronometro)
v_60 = diametro_pino / dt_60 * DEZ_A_MENOS_2
# dx = 70
t_70 = ler_amostragem([1.006, 1.004, 1.007,
1.005, 1.014], erro_cronometro)
dt_70 = ler_amostragem([0.005, 0.005, 0.005,
0.005, 0.005], erro_cronometro)
v_70 = diametro_pino / dt_70 * DEZ_A_MENOS_2
# dx = 80
t_80 = ler_amostragem([1.080, 1.076, 1.078,
1.076, 1.076], erro_cronometro)
dt_80 = ler_amostragem([0.005, 0.005, 0.004,
0.005, 0.005], erro_cronometro)
v_80 = diametro_pino / dt_80 * DEZ_A_MENOS_2

# analise de dados

# 1

```

```

gravidade = medida(9.81, 0) # [m/s^2]
peso_massa_total_suspensa = massa_total_suspensa * gravidade
* DEZ_A_MENOS_3 # N

# 2 / Tabela 3 Trabalho (W) em funcao do deslocamento ( $\Delta S$ )
# w = [J] = [N * m]
# dx = 10cm, erro regua = 0.05cm
w_10 = peso_massa_total_suspensa * medida(10, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2 # [N * m]
# dx = 20cm, erro regua = 0.05cm
w_20 = peso_massa_total_suspensa * medida(20, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2
# dx = 30cm, erro regua = 0.05cm
w_30 = peso_massa_total_suspensa * medida(30, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2
# dx = 40cm, erro regua = 0.05cm
w_40 = peso_massa_total_suspensa * medida(40, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2
# dx = 50cm, erro regua = 0.05cm
w_50 = peso_massa_total_suspensa * medida(50, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2
# dx = 60cm, erro regua = 0.05cm
w_60 = peso_massa_total_suspensa * medida(60, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2
# dx = 70cm, erro regua = 0.05cm
w_70 = peso_massa_total_suspensa * medida(70, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2
# dx = 80cm, erro regua = 0.05cm
w_80 = peso_massa_total_suspensa * medida(80, 0.05)
* DEZ_A_MENOS_2

# 3 / Tabela 5 Variacao da energia cinetica ( $\Delta K$ ) em
funcao do deslocamento ( $\Delta S$ )
meio = medida(0.5, 0)
# m = [g] = [kg] * 10e3
# v = [m/s]
# dk = [J] = [kg*m^2/s^2]
#  $\Delta S$  = (10  $\pm$  0.05)cm
dk_10 = meio * massa_conjunto * v_10 * v_10 *
DEZ_A_MENOS_3
#  $\Delta S$  = (20  $\pm$  0.05)cm
dk_20 = meio * massa_conjunto * v_20 * v_20
* DEZ_A_MENOS_3
#  $\Delta S$  = (30  $\pm$  0.05)cm
dk_30 = meio * massa_conjunto * v_30 * v_30
* DEZ_A_MENOS_3
#  $\Delta S$  = (40  $\pm$  0.05)cm
dk_40 = meio * massa_conjunto * v_40 * v_40
* DEZ_A_MENOS_3
#  $\Delta S$  = (50  $\pm$  0.05)cm
dk_50 = meio * massa_conjunto * v_50 * v_50

```



```

* DEZ_A_MENOS_3
#  $\Delta S = (60 \pm 0.05)$  cm
dk_60 = meio * massa_conjunto * v_60 * v_60
* DEZ_A_MENOS_3
#  $\Delta S = (70 \pm 0.05)$  cm
dk_70 = meio * massa_conjunto * v_70 * v_70
* DEZ_A_MENOS_3
#  $\Delta S = (80 \pm 0.05)$  cm
dk_80 = meio * massa_conjunto * v_80 * v_80
* DEZ_A_MENOS_3

# 4 / Tabela 4 ou 5? - Discrepancia?
#  $\Delta S = (10 \pm 0.05)$  cm
dif_10 = abs(w_10.x - dk_10.x)
som_10 = w_10.dx + dk_10.dx
discrepancia_10 = (dif_10 <= som_10) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"
#  $\Delta S = (20 \pm 0.05)$  cm
dif_20 = abs(w_20.x - dk_20.x)
som_20 = w_20.dx + dk_20.dx
discrepancia_20 = (dif_20 <= som_20) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"
#  $\Delta S = (30 \pm 0.05)$  cm
dif_30 = abs(w_30.x - dk_30.x)
som_30 = w_30.dx + dk_30.dx
discrepancia_30 = (dif_30 <= som_30) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"
#  $\Delta S = (40 \pm 0.05)$  cm
dif_40 = abs(w_40.x - dk_40.x)
som_40 = w_40.dx + dk_40.dx
discrepancia_40 = (dif_40 <= som_40) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"
#  $\Delta S = (50 \pm 0.05)$  cm
dif_50 = abs(w_50.x - dk_50.x)
som_50 = w_50.dx + dk_50.dx
discrepancia_50 = (dif_50 <= som_50) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"
#  $\Delta S = (60 \pm 0.05)$  cm
dif_60 = abs(w_60.x - dk_60.x)
som_60 = w_60.dx + dk_60.dx
discrepancia_60 = (dif_60 <= som_60) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"
#  $\Delta S = (70 \pm 0.05)$  cm
dif_70 = abs(w_70.x - dk_70.x)
som_70 = w_70.dx + dk_70.dx
discrepancia_70 = (dif_70 <= som_70) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"
#  $\Delta S = (80 \pm 0.05)$  cm
dif_80 = abs(w_80.x - dk_80.x)
som_80 = w_80.dx + dk_80.dx
discrepancia_80 = (dif_80 <= som_80) and "nao ha discrepancia"
or "ha discrepancia"

```

```

print()
print("EXPERIMENTO 2.1")
print("#####")
print("Dados experimentais")
print("#####")
print("Tabela 1 - Massas utilizadas")
print("Massa total suspensa = {0}g".format(massa_total_suspensa))
print("Massa do conjunto (carrinho + suspensa) = {0}g".format(massa_carrinho + massa_total_suspensa))
print("#####")
print("Tabela 2 Velocidade instantanea (V) no final de cada deslocamento ( $\Delta S$ )")
print("|  $\Delta S_m \pm \Delta(\Delta S)$  (cm) |  $V_m \pm \Delta V$  (m/s) |")
print("| {0} | {1} |".format(medida(10, 0.05), v_10))
print("| {0} | {1} |".format(medida(20, 0.05), v_20))
print("| {0} | {1} |".format(medida(30, 0.05), v_30))
print("| {0} | {1} |".format(medida(40, 0.05), v_40))
print("| {0} | {1} |".format(medida(50, 0.05), v_50))
print("| {0} | {1} |".format(medida(60, 0.05), v_60))
print("| {0} | {1} |".format(medida(70, 0.05), v_70))
print("| {0} | {1} |".format(medida(80, 0.05), v_80))
print("#####")
print("Analise de dados")
print("#####")
print("Peso = {0} N".format(peso_massa_total_suspensa))
print("#####")
print("Tabela 3 Trabalho (W) em funcao do deslocamento ( $\Delta S$ )")
print("|  $\Delta S_m \pm \Delta(\Delta S)$  (cm) |  $W_m \pm \Delta W$  (J) |")
print("| {0} | {1} |".format(medida(10, 0.05), w_10))
print("| {0} | {1} |".format(medida(20, 0.05), w_20))
print("| {0} | {1} |".format(medida(30, 0.05), w_30))
print("| {0} | {1} |".format(medida(40, 0.05), w_40))
print("| {0} | {1} |".format(medida(50, 0.05), w_50))
print("| {0} | {1} |".format(medida(60, 0.05), w_60))
print("| {0} | {1} |".format(medida(70, 0.05), w_70))
print("| {0} | {1} |".format(medida(80, 0.05), w_80))
print("Tabela 4 Variacao da energia cinetica ( $\Delta K$ ) em funcao do deslocamento ( $\Delta S$ )")
print("|  $\Delta S_m \pm \Delta(\Delta S)$  (cm) |  $\Delta K_m \pm \Delta(\Delta K)$  (J) |")
print("| {0} | {1} |".format(medida(10, 0.05), dk_10))
print("| {0} | {1} |".format(medida(20, 0.05), dk_20))
print("| {0} | {1} |".format(medida(30, 0.05), dk_30))
print("| {0} | {1} |".format(medida(40, 0.05), dk_40))
print("| {0} | {1} |".format(medida(50, 0.05), dk_50))
print("| {0} | {1} |".format(medida(60, 0.05), dk_60))
print("| {0} | {1} |".format(medida(70, 0.05), dk_70))
print("| {0} | {1} |".format(medida(80, 0.05), dk_80))
print("#####")
print("Tabela 5 Discrepancia")

```

```

print("| |W - ΔK| | ΔW + Δ(ΔK) | discrepancia |")
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_10, som_10,
discrepancia_10))
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_20, som_20,
discrepancia_20))
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_30, som_30,
discrepancia_30))
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_40, som_40,
discrepancia_40))
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_50, som_50,
discrepancia_50))
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_60, som_60,
discrepancia_60))
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_70, som_70,
discrepancia_70))
print("| {0:.3f} | {1:.3f} | {2} |".format(dif_80, som_80,
discrepancia_80))
print("#####")

```

Embora possa existir falta de familiaridade com a codificação apresentada, as fórmulas utilizadas para as operações foram todas as apresentadas anteriormente.

Com a execução do código, foram geradas como saídas: o valor médio mais o erro experimental das massas, do diâmetro do pino ( $\Delta L$ ), da posição inicial ( $S_0$ ), do tempo de deslocamento ( $t$ ), do intervalo de tempo ( $\Delta t$ ), das posições do sensor, do intervalo de deslocamento do sensor ( $\Delta S$ ) e, por finalidade, da velocidade instantânea ( $V_m$ ), do peso, do trabalho ( $W$ ) em função do deslocamento ( $\Delta S$ ), da variação de energia cinética ( $\Delta K$ ) em função do deslocamento ( $\Delta S$ ) e da discrepância como apresentado no trecho a seguir:

```

#####
EXPERIMENTO 2
#####
Tabela 1 - Massas utilizadas
    Erro instrumental = 1g
    Massa do carrinho = 221.000 ± 1.000g
    Massa do suporte = 8.120 ± 1.020g
    Massa adicional = 30.140 ± 2.040g
#####
Tabela 2  Diametro do pino
    ΔL = 0.635 ± 0.001cm
#####
Tabela 3  Posicao inicial
    S0 = 24.100 ± 0.050cm
#####
Tabela 4 - Medidas do tempo de deslocamento (t) e do intervalo
de tempo (Δt) para diferentes valores de deslocamento
| S (cm) | ΔS (cm) | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 |
|         |         | Δt1 | Δt2 | Δt3 | Δt4 | Δt5 |
| 34.1    | 10      | 0.377 | 0.376 | 0.378 | 0.384 | 0.372 |
|         |         | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 |
| 44.1    | 20      | 0.536 | 0.537 | 0.537 | 0.537 | 0.538 |
|         |         | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 |
| 54.1    | 30      | 0.66  | 0.659 | 0.66  | 0.659 | 0.659 |
|         |         | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 |

```

64.1	40	0.763	0.764	0.763	0.763	0.762	
		0.006	0.006	0.006	0.007	0.006	
74.1	50	0.852	0.852	0.852	0.852	0.852	
		0.005	0.006	0.006	0.005	0.006	
84.1	60	0.934	0.934	0.933	0.934	0.933	
		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
94.1	70	1.006	1.004	1.007	1.005	1.014	
		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
104.1	80	1.08	1.076	1.078	1.076	1.076	
		0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	

Erro na medida da posicao = 0.05cm

Erro na medida do deslocamento = 0.05cm

Erro instrumental na medida do tempo = 0.001s

## EXPERIMENTO 2.1

#####

Dados experimentais

#####

Tabela 1 - Massas utilizadas

Massa total suspensa =  $38.260 \pm 3.060$ g

Massa do conjunto (carrinho + suspensa) =  $259.260 \pm 4.060$ g

#####

Tabela 2 Velocidade instantanea (V) no final de cada deslocamento ( $\Delta S$ )

$\Delta S_m \pm \Delta(\Delta S)$ (cm)	$V_m \pm \Delta V$ (m/s)	
10.000 $\pm$ 0.050	0.529 $\pm$ 0.045	
20.000 $\pm$ 0.050	0.706 $\pm$ 0.079	
30.000 $\pm$ 0.050	0.907 $\pm$ 0.130	
40.000 $\pm$ 0.050	1.024 $\pm$ 0.199	
50.000 $\pm$ 0.050	1.134 $\pm$ 0.253	
60.000 $\pm$ 0.050	1.270 $\pm$ 0.255	
70.000 $\pm$ 0.050	1.270 $\pm$ 0.255	
80.000 $\pm$ 0.050	1.323 $\pm$ 0.332	

#####

Analise de dados

#####

Peso =  $0.375 \pm 0.030$  N

#####

Tabela 3 Trabalho (W) em funcao do deslocamento ( $\Delta S$ )

$\Delta S_m \pm \Delta(\Delta S)$ (cm)	$W_m \pm \Delta W$ (J)	
10.000 $\pm$ 0.050	0.038 $\pm$ 0.003	
20.000 $\pm$ 0.050	0.075 $\pm$ 0.006	
30.000 $\pm$ 0.050	0.113 $\pm$ 0.009	
40.000 $\pm$ 0.050	0.150 $\pm$ 0.012	
50.000 $\pm$ 0.050	0.188 $\pm$ 0.015	
60.000 $\pm$ 0.050	0.225 $\pm$ 0.018	
70.000 $\pm$ 0.050	0.263 $\pm$ 0.021	
80.000 $\pm$ 0.050	0.300 $\pm$ 0.024	

Tabela 4 Variacao da energia cinetica ( $\Delta K$ ) em funcao do deslocamento ( $\Delta S$ )

$\Delta S_m \pm \Delta(\Delta S)$ (cm)	$\Delta K_m \pm \Delta(\Delta K)$ (J)	
10.000 $\pm$ 0.050	0.036 $\pm$ 0.007	

```

| 20.000 ± 0.050 | 0.065 ± 0.015 |
| 30.000 ± 0.050 | 0.107 ± 0.032 |
| 40.000 ± 0.050 | 0.136 ± 0.055 |
| 50.000 ± 0.050 | 0.167 ± 0.077 |
| 60.000 ± 0.050 | 0.209 ± 0.087 |
| 70.000 ± 0.050 | 0.209 ± 0.087 |
| 80.000 ± 0.050 | 0.227 ± 0.117 |
#####
Tabela 5   Discrepancia
| |W - ΔK| | ΔW + Δ(ΔK) | discrepancia |
| 0.001 | 0.010 | nao ha discrepancia |
| 0.011 | 0.022 | nao ha discrepancia |
| 0.006 | 0.042 | nao ha discrepancia |
| 0.014 | 0.067 | nao ha discrepancia |
| 0.021 | 0.092 | nao ha discrepancia |
| 0.016 | 0.105 | nao ha discrepancia |
| 0.054 | 0.108 | nao ha discrepancia |
| 0.073 | 0.142 | nao ha discrepancia |
#####
>>>

```

## 5 Conclusão

Os resultados obtidos no experimento confirmaram que o trabalho realizado pela força peso sobre o sistema é equivalente à variação da energia cinética do conjunto, validando o Teorema Trabalho-Energia. A ausência de discrepâncias significativas entre os valores calculados de trabalho e variação de energia cinética reflete a precisão das medições e a adequação das condições experimentais, como o uso de um trilho de ar para minimizar o atrito e garantir um sistema idealizado.

Essa equivalência é explicada pelo fato de que, em um sistema onde as forças dissipativas são desprezíveis, toda a energia transferida ao sistema na forma de trabalho é convertida em energia cinética. O fio leve e a polia sem atrito garantiram que a força peso de  $m_2$  fosse transmitida integralmente ao movimento do carrinho  $m_1$ , possibilitando uma verificação experimental clara da relação fundamental entre trabalho e energia cinética em sistemas físicos. Assim, o experimento reforça o papel do trabalho como uma forma de medir e alterar a energia mecânica de um sistema.

## Referências

[Resnick e Halliday 2002] RESNICK, R.; HALLIDAY, D. *Física*: Vol. i. 5<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora (LTC), 2002.