

**INSTITUTO SUPERIOR DE TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS**

# **FÍSICA I**

**TRABALHO LABORATORIAL Nº 4**

Laboratório Virtual

**LEIT13**

**“TRABALHO E ENERGIA”**

**Discente:**

**Manuel Jacinto**

**Sebastiao Damiao**

**Docente:**

**Belarmino Matsinhe**

Maputo, Junho de 2023

## **Introdução e Objetivos**

Neste trabalho será abordado alguns conceitos acerca de Trabalho e Energia, cujo os objetivos são:

- a) Explicar o conceito de energia e de conservação de energia mecânica.
- b) Verificar a influência da massa do corpo no valor da energia.
- c) Determinar a velocidade a partir de informação de uma outra posição.
- d) Verificar a influência do atrito no valor da energia.
- e) Determinar o valor do coeficiente de atrito.

## **Desenvolvimento Teórico**

### *Trabalho e Energia*

**Energia**- é a capacidade de algo gerar força em um determinado corpo, substância ou sistema. Na física, a energia esta associada à capacidade de qualquer corpo produzir **trabalho, ação ou movimento**.

De acordo com as leis da física, a energia não pode ser criada, mas apenas transformada (primeiro princípio da Termodinâmica), sendo cada um dos tipos de energia capaz de provocar fenómenos determinados e característicos nos sistemas físicos.

### *Tipos de Energia*

#### **1. Energia Mecânica**

A Energia Mecânica pode ser definida como a capacidade de um corpo realizar trabalho. Quando essa capacidade de realizar trabalho esta relacionada com o movimento, ela é chamada de **Energia Cinética**. Porém, se a capacidade de realizar trabalho estiver relacionada com a posição de um corpo, ela é chamada de **Energia Potencial**.

A *Energia Cinética* (E.C) associada ao movimento de uma partícula de massa  $m$  e velocidade  $v$ , onde  $v$  é muito menor que a velocidade da luz, é dada por: (Halliday & Resnick vol1 9ed)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

### Energia Potencial

*Energia Potencial* é uma função das coordenadas tal que a diferença entre seus valores na posição inicial e na posição final é igual ao trabalho realizado sobre a partícula para movê-la da posição inicial até a posição final” (Alonso e Finn, vol1, 1971)

A Energia Potencial depende sempre da natureza da Força  $F$ . Por exemplo, porque a gravidade é uma força conservativa, tem-se

$$E_p = mgy$$

**Trabalho** ( $W$ )- é a energia transferida para um objeto ou de um objeto através de uma força que age sobre o objeto. Quando a energia é transferida para o objeto, o trabalho é positivo; quando a energia é transferida do objeto, o trabalho é negativo.” (Hallidays & Resnick, vol1, 9ed).

Considera-se uma partícula  $A$ , que se move ao longo de uma curva, sob a ação de uma força  $F$ . Num intervalo muito curto ela se move de  $A$  para  $A'$ , efetuando um deslocamento  $\overline{AA'} = dr$ . O trabalho realizado pela força  $F$  durante o deslocamento é definido pelo produto escalar.

$$dW = F \cdot dr$$

(1)

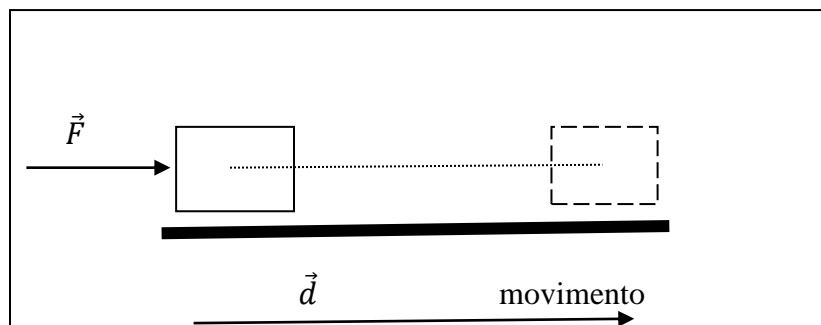


Fig.1: Uma força aplicada à um corpo na horizontal

Indicando o módulo de  $d.r$  (distância percorrida) por  $d.s$ , pode-se também escrever a Equação na forma

$$dW = F ds \cos\theta$$

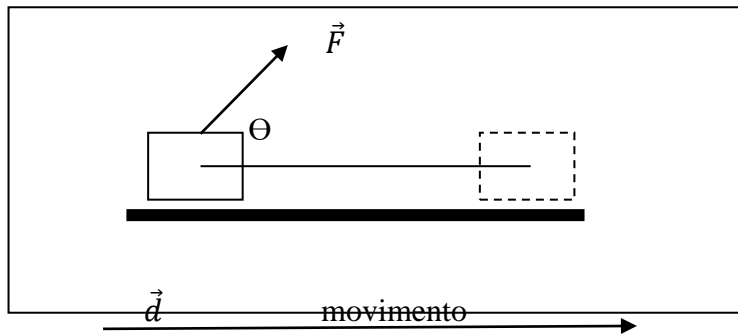


Fig.2: Uma força aplicada à um corpo formando um ângulo

$\Theta$  é o ângulo entre a direção da força  $F$  e o deslocamento  $dr$ . Porém,  $F \cos\theta$  é a componente

$$dW = F_{\tau} ds$$

(3)

Em outras palavras podem exprimir isso dizendo que

“O trabalho é igual ao produto do deslocamento pela componente da força ao longo do deslocamento” (Alonso e Finn, vol1, 1971).

O trabalho de uma força pode ser *negativo* ou *positivo*, dependendo do valor de  $\theta$

Positivo (trabalho motor) - a força atua no sentido do deslocamento ( $\theta = 0^\circ$ ,  $\cos 0^\circ = 1$ ): o trabalho é máximo.

Negativo (trabalho resistente) - a força atua em oposição ao sentido do deslocamento ( $\theta = 180^\circ$ ;  $\cos 180^\circ = -1$ )

Se a força é perpendicular ao deslocamento ( $\theta = 90^\circ$ ), o trabalho realizado é nulo. Por exemplo, esse é o caso da força centrípeta  $f_N$  no movimento circular, ou a força da gravidade  $mg$  quando um corpo é movido num plano horizontal.

A Figura. (1) dá o trabalho para um deslocamento infinitesimal. O trabalho total realizado sobre uma partícula, quando transportada de A para B é a soma de todos os trabalhos infinitesimais realizados durante os sucessivos deslocamentos infinitesimais, isto é

$$w = \int_A^B dr = \int_A^B F_\tau ds \quad (4)$$

Antes que pudesse efetuar a integral que aparece na equação (4), precisa-se conhecer  $\mathbf{F}$  como função de  $x$ ,  $y$  e  $z$ . Também em geral, precisa-se conhecer a equação da curva ao longo da qual a partícula se move. Como alternativa, deve-se conhecer  $F$ ,  $x$ ,  $y$  e  $z$  como funções do tempo ou de outra variável conveniente.

Às vezes, é conveniente representar  $F_\tau$  graficamente. Na figura 1 representamos  $F_\tau$  como função da distância  $s$ . O trabalho  $dW = F_\tau ds$  realizado durante um pequeno deslocamento que corresponde à área da estreita faixa retangular.

Quando a força é constante em módulo, direção e sentido e o corpo se move segundo uma linha reta na direção da força. Então  $F_\tau = F$  e a equação. (4) dá

$$W = \int_A^B F ds = F \int_A^B ds = Fs \quad (5)$$

Ou, trabalho = força  $\times$  distância, que é a Expressão normalmente encontrada em livros elementares.

Se  $F_x, F_y, F_z$  são as componentes retangulares de  $F$ , e  $dx, dy$  e  $dz$  são as componentes retangulares de  $dr$ .

$$W = \int_A^B (F_x dx + F_y dy + F_z dz) \quad (6)$$

## Potência

“Potência é a taxa de variação com o tempo do trabalho de uma força”. (Hallidays & Resnick vol1 9ed)

A potência instantânea é definida por

$$P = \frac{dW}{dt}$$

(7)

A Potência pode também ser definida como força multiplicada pela velocidade.

$$P = F \cdot \frac{dr}{dt} = F \cdot v$$

(8)

A potência média durante um intervalo de tempo  $t$ , é obtida dividindo-se o trabalho total  $W$ , dado pela equação. (4), pelo tempo  $t$ , resultando

$$P_{med} = \frac{W}{t}$$

(9)

Do ponto de vista da engenharia, o conceito de potência é muito importante porque, quando um engenheiro projeta uma máquina, importante mais a rapidez com que ela pode produzir trabalho, do que a quantidade de trabalho que a mesma pode realizar

(10)

“O trabalho realizado sobre uma partícula pela força resultante é igual à variação da energia cinética” (Halliday & Resnick, vol1, 9ed)

$$W = \Delta E_c$$

(11)

(12)

### Conservação de energia de uma partícula

Quando a força que age sobre uma partícula é conservativa, pode-se escrever

$$(E_c + E_p)_b = (E_c + E_p)_A$$

A Quantidade  $(E_c + E_p)$  é chamada energia total da partícula e é designada por  $E$ , ou seja, a energia total de uma partícula é igual à soma de suas energias cinética e potencial.

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + Ep(x, y, z)$$

“Quando as forças são conservativas, a energia total  $E$  da partícula permanece constante

$$E = const$$

### **Exemplo de Cálculo da energia Potencial Gravitacional**

$$E_p = mgh = 60 \times 9,8 \times 6 = 3,5J$$

### **Exemplo de Cálculo de Energia Cinética**

$$E_c = \frac{m.v^2}{2} = \frac{60 \times 10,9^2}{2} = 3,5J \text{ sem o atrito}$$

$$E_c = \frac{m.v^2}{2} = \frac{60 \times 10,1^2}{2} = 3,0J \text{ com atrito}$$

Tabela 1. Influência da massa no valor da energia.

Massa m(kg)	Ponto	Altura y(m)	$E_p(J)$	$v_{med} (m/s)$	$E_{cin}(J)$	$E_m(J)$	$v_{calc}(m/s)$
40	A	6	2352	0,1	0,2	2352,2	
	B	4	1568	0,22	0,28	1568,28	
	C	2	784	0,95	18,05	802,05	
	D	0	0	0,18	0,648	0,648	
	E	6	2352	0,48	4,802	2352,2	
60	A	6	3528	0,41	5,09	3533,09	
	B	4	2352	0,29	2,52	2354,52	
	C	2	1176	0,37	3,46	1179,46	
	D	0	0	1,19	12,148	12,148	
	E	6	3528	0,18	0,97	3528,97	
80	A	6	4704	0,355	4,9	4708,9	
	B	4	3136	0,23	2,332	3138,32	
	C	2	1568	0,45	4,1	1572,1	
	D	0	0	0,14	0,28	0,28	
	E	6	4704	0,28	3,13	4707,13	

Tabela 2. Influência do atrito no valor da energia.

massa	Altura y(m)	$E_p(J)$	$v_{med}(m/s)$	$E_{cin}(J)$	$E_m(J)$	$W_{fc}(J)$	$f_c(N)$
60 kg							
$\mu_c$ = Nenhum	6	3528	0,41	5,09			
	0	0	1,19	12,18			
$\mu_c$ = Médio	6	3497,6	1,02	34,12			
	0	19,1	10,15	3053,9			
$\mu_c$ = Grande	6	3429,9	1,00	30			
	0	46,6	9,77	2816,1			

Manuel Jacinto  
Sebastião Romão

2023



Tabela 1. Influência da massa no valor da energia.

<i>Massa m(kg)</i>	<i>Ponto</i>	<i>Altura y(m)</i>	<i>E<sub>p</sub>(J)</i>	<i>v<sub>med</sub> ( /s) m</i>	<i>E<sub>cin</sub>(J)</i>	<i>E<sub>m</sub>(J)</i>	<i>v<sub>calc</sub>( /s) m</i>
40							
	A	6	2352	0,1	0,2	2352,2	0,1
	B	4	1568	0,12	0,28	1568,28	0,11
	C	2	784	0,95	18,05	802,5	0,95
	D	0	0	0,18	0,648	0,648	0,18
	E	6	2352	0,49	4,802	2356,8	0,49
60							
	A	6	3528	0,41	5,04	3533,4	0,409
	B	4	2352	0,29	2,52	2354,2	0,289
	C	2	1176	0,34	3,46	1179,46	0,339
	D	0	0	1,19	42,48	42,48	1,189
	E	6	3528	0,18	0,97	3528,97	0,179
80							
	A	6	4704	0,35	4,9	4708,9	0,35
	B	4	3136	0,73	21,31	3157,31	0,729
	C	2	1568	0,45	8,1	1576,1	0,45
	D	0	0	0,14	0,783	0,78	0,139
	E	6	4704	0,28	3,13	4707,13	0,279

Tabela 2. Influência do atrito no valor da energia.

<i>massa</i>	<i>Altura</i> <i>y(m)</i>	$E_P(J)$	$v_{med}(\text{ /s})$ <i>m</i>	$E_{cin}(J)$	$E_m(J)$	$W_{fc}(J)$	$f_c(N)$
60 kg							
$\mu_c$ = <i>Nenhum</i>	6	3528	0,41	5,04	3533,04	3533	-3533
	0	0	1,19	42,48	42,48	42,48	-42,48
$\mu_c$ = <i>Médio</i>	6	3447,6	1,02	31,2	3478,8	3478,8	-3478
	0	19,1	10,15	3057,9	3077	3077	-3077
$\mu_c$ = <i>Grande</i>	6	3429,9	1,00	30	3459,9	3459,9	-3459
	0	46,6	9,77	2806,6	2853,2	2853,2	-2853

## **Conclusão**

Nesse trabalho percebe-se que a uma dada existe a energia potencial gravítica enquanto que a Energia cinética é nula, e quando a Altura é 0, a energia Potencial gravitacional é nula pois transforma-se em Energia Cinética. Percebe-se também que o atrito não influencia em nada quanto à energia potencial gravitacional, mas influencia na Energia Cinética porque a velocidade muda na presença do atrito, quanto maior o atrito, menor é a Energia Cinética. Nota-se também que a massa influencia diretamente na Energia.

## **Bibliografia**

1. Resnick & Halliday, Vol1, 9ª ed, Brazil
2. Alonso e Finn, 1971, Um curso Universitário, Vol1, Mecânica <https://phet.colorado.edu/>
3. M. Alonso e E. J. Finn, 2012. *Física*, Portugal: Escolar Editora
4. Raymond A. Serway e John W. Jewett Jr., 2008. *Física para Ciências e Engenharia*, Vol. 1. 7ª Edición, México: Cengage Learning Editores 5. C. Alejandro, J. Braimo, 2016.